



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)

MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROYECTO FIN DE MASTER

COMPORTAMIENTO DE UN AEROGENERADOR EN EL MAR

Autor: Xosé María Núñez Marcos

Director: Juan Antonio Talavera Martín

Madrid

Junio de 2016

AUTORIZACIÓN PARA LA DIGITALIZACIÓN, DEPÓSITO Y DIVULGACIÓN EN RED DE PROYECTOS FIN DE GRADO, FIN DE MÁSTER, TESIS O MEMORIAS DE BACHILLERATO

1º. Declaración de la autoría y acreditación de la misma.

El autor D. Xosé María Núñez Marcos

DECLARA ser el titular de los derechos de propiedad intelectual de la obra: **COMPORTAMIENTO DE UN AEROGENERADOR EN EL MAR** que ésta es una obra original, y que ostenta la condición de autor en el sentido que otorga la Ley de Propiedad Intelectual.

2º. Objeto y fines de la cesión.

Con el fin de dar la máxima difusión a la obra citada a través del Repositorio institucional de la Universidad, el autor **CEDE** a la Universidad Pontificia Comillas, de forma gratuita y no exclusiva, por el máximo plazo legal y con ámbito universal, los derechos de digitalización, de archivo, de reproducción, de distribución y de comunicación pública, incluido el derecho de puesta a disposición electrónica, tal y como se describen en la Ley de Propiedad Intelectual. El derecho de transformación se cede a los únicos efectos de lo dispuesto en la letra a) del apartado siguiente.

3º. Condiciones de la cesión y acceso

Sin perjuicio de la titularidad de la obra, que sigue correspondiendo a su autor, la cesión de derechos contemplada en esta licencia habilita para:

- a) Transformarla con el fin de adaptarla a cualquier tecnología que permita incorporarla a internet y hacerla accesible; incorporar metadatos para realizar el registro de la obra e incorporar “marcas de agua” o cualquier otro sistema de seguridad o de protección.
- b) Reproducirla en un soporte digital para su incorporación a una base de datos electrónica, incluyendo el derecho de reproducir y almacenar la obra en servidores, a los efectos de garantizar su seguridad, conservación y preservar el formato.
- c) Comunicarla, por defecto, a través de un archivo institucional abierto, accesible de modo libre y gratuito a través de internet.
- d) Cualquier otra forma de acceso (restringido, embargado, cerrado) deberá solicitarse expresamente y obedecer a causas justificadas.
- e) Asignar por defecto a estos trabajos una licencia Creative Commons.
- f) Asignar por defecto a estos trabajos un HANDLE (URL *persistente*).

4º. Derechos del autor.

El autor, en tanto que titular de una obra tiene derecho a:

- a) Que la Universidad identifique claramente su nombre como autor de la misma
- b) Comunicar y dar publicidad a la obra en la versión que ceda y en otras posteriores a través de cualquier medio.
- c) Solicitar la retirada de la obra del repositorio por causa justificada.
- d) Recibir notificación fehaciente de cualquier reclamación que puedan formular terceras personas en relación con la obra y, en particular, de reclamaciones relativas a los derechos de propiedad intelectual sobre ella.

5º. Deberes del autor.

El autor se compromete a:

- a) Garantizar que el compromiso que adquiere mediante el presente escrito no infringe ningún derecho de terceros, ya sean de propiedad industrial, intelectual o cualquier otro.
- b) Garantizar que el contenido de las obras no atenta contra los derechos al honor, a la intimidad y a la imagen de terceros.
- c) Asumir toda reclamación o responsabilidad, incluyendo las indemnizaciones por daños, que pudieran ejercitarse contra la Universidad por terceros que vieran infringidos sus derechos e intereses a causa de la cesión.
- d) Asumir la responsabilidad en el caso de que las instituciones fueran condenadas por infracción de derechos derivada de las obras objeto de la cesión.

6º. Fines y funcionamiento del Repositorio Institucional.

La obra se pondrá a disposición de los usuarios para que hagan de ella un uso justo y respetuoso con los derechos del autor, según lo permitido por la legislación aplicable, y con fines de estudio, investigación, o cualquier otro fin lícito. Con dicha finalidad, la Universidad asume los siguientes deberes y se reserva las siguientes facultades:

- La Universidad informará a los usuarios del archivo sobre los usos permitidos, y no garantiza ni asume responsabilidad alguna por otras formas en que los usuarios hagan un uso posterior de las obras no conforme con la legislación vigente. El uso posterior, más allá de la copia privada, requerirá que se cite la fuente y se reconozca la autoría, que no se obtenga beneficio comercial, y que no se realicen obras derivadas.
- La Universidad no revisará el contenido de las obras, que en todo caso permanecerá bajo la responsabilidad exclusiva del autor y no estará obligada a ejercitar acciones legales en nombre del autor en el supuesto de infracciones a derechos de propiedad intelectual derivados del depósito y archivo de las obras. El autor renuncia a cualquier reclamación frente a la Universidad por las formas no ajustadas a la legislación vigente en que los usuarios hagan uso de las obras.
- La Universidad adoptará las medidas necesarias para la preservación de la obra en un futuro.
- La Universidad se reserva la facultad de retirar la obra, previa notificación al autor, en supuestos suficientemente justificados, o en caso de reclamaciones de terceros.

Madrid, a 16 de junio de 2016.

ACEPTA

Fdo.....


Motivos para solicitar el acceso restringido, cerrado o embargado del trabajo en el Repositorio Institucional:

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título
COMPORTAMIENTO DE UN AEROGENERADOR EN EL MAR en la ETS de Ingeniería - ICAI
de la Universidad Pontificia Comillas en el

curso académico 2015/2016 es de mi autoría, original e inédito y

no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos. El Proyecto no es plagio de otro,
ni total ni parcialmente y la información que ha sido tomada

de otros documentos está debidamente referenciada.



Fdo.: José María Núñez Marcos

Fecha: 16/06/2016

Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO



Fdo.: Juan Antonio Talavera Martín

Fecha: 16/06/2016

Vº Bº del Coordinador de Proyectos

Fdo.: José Ignacio Linares Hurtado

Fecha: 16/06/2016

PROYECTO FIN DE MASTER

COMPORTAMIENTO DE UN AEROGENERADOR EN EL MAR

Autor: Xosé María Núñez Marcos

Director: Juan Antonio Talavera Martin

Madrid

Junio de 2016

Agradecimientos:

En primer lugar agradecer a Juan Antonio Talavera por su dedicación a sus alumnos de proyecto y los conocimientos técnicos y personales que nos ha transmitido, haciendo las reuniones dinámicas, en las que todos aprendíamos, no solo de lo nuestro, sino del resto de proyectos.

En segundo lugar a los compañeros Erika, Pablo, Pedro y Laura, con quien he compartido esas sesiones de proyecto y un objetivo común, y con lo que he resuelto dudas y aprendido de las suyas.

Xosé María

COMPORTAMIENTO DE UN AEROGENERADOR EN EL MAR

AUTOR: NÚÑEZ MARCOS, XOSÉ MARÍA

DIRECTOR: TALAVERA MARTÍN, JUAN ANTONIO

ENTIDAD COLABORADORA: ICAI – UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS.

RESUMEN DEL PROYECTO

Ante la creciente demanda de energía y las previsiones a futuro, la UE ha desarrollado la estrategia 20 20 20, que establece como objetivos europeos para el 2020 la reducción en un 20% de las emisiones, la producción de al menos un 20% de la energía total proveniente de una fuente renovable, y el aumento en un 20% de la eficiencia energética. Los acuerdos de París de la COP 21 también muestran un compromiso de los países para luchar contra las emisiones y el cuidado del medioambiente. En este contexto la energía eólica desempeña un papel fundamental, al generar una energía limpia y abundante que ya tiene un papel amplio e imprescindible en grandes potencias mundiales. La eólica offshore es una tecnología aún con mucho potencial de mejora, sobre todo en costes de producción, que la hacen ser menos competitiva que sus predecesoras onshore. Existe un gran potencial en esta tecnología al tener una capacidad de producción mucho mayor que la terrestre y la gran cantidad de recursos eólicos en el mar existentes.

El objetivo principal de este proyecto es la modelización de un aerogenerador marino en el software Bladed, para realizar una serie de simulaciones de cargas en varios puntos del aerogenerador para diferentes casos determinados por la regulación de certificación, normas GL, como casos de carga de diseño para verificar la integridad estructural de los componentes sometidos a cargas, y la producción de energía, con unas condiciones dadas por las especificaciones del proyecto.

Como características más generales del aerogenerador, se pueden destacar su diámetro de palas de 126 metros, sobre una torre con altura del buje de 92 metros sobre el nivel del mar, y una profundidad de 50 metros bajo el agua, que producirán una potencia máxima de 5kW.

La modelización del aerogenerador se realizará tras unos cálculos preliminares, que detallen las distintas partes del aerogenerador, como pueden ser las palas, la torre, el sistema de control, etc. Para ello se cuenta con el apoyo de unas especificaciones previas que establecen a grandes rasgos las características del aerogenerador, y en la que se debe ir ahondando, para el posterior cálculo de los parámetros demandados por el software.

Los parámetros físicos más importantes a calcular son, por un lado las inercias de los distintos elementos, que determinarán el funcionamiento aerodinámico del conjunto, siendo clave para la obtención de los pares entre los que actuará ayudado por el sistema de control. Por otro lado se buscarán los puntos óptimos de funcionamiento para el control. Está formado por un sistema de control de par, que determinará el comportamiento del aerogenerador desde el arranque hasta el punto nominal de funcionamiento, y un control de pitch, que ejercerá su acción para mantener la potencia constante cuando la velocidad del viento supere el punto nominal. Para mantener la producción constante a velocidades

mayores a la nominal se varia el ángulo pitch, ángulo en el que la pala gira sobre su propio eje, variando la característica aerodinámica de las mismas. Dado que la relación de la variación del ángulo pitch con la variación del par no es constante, se utiliza un sistema de programación de ganancia para adecuar al control las características aerodinámicas de la turbina, para buscar la mejor respuesta posible a las condiciones ambientales a las que se enfrenta. Este control variará la ganancia en función del ángulo pitch necesario para contrarrestar la acción del viento.

El software también permite la obtención de ciertos valores aerodinámicos con las especificaciones generales, como puede ser el coeficiente aerodinámico de rotor, o el factor de velocidad de punta, claves para desarrollar aspectos más detallados y sensibles del aerogenerador como puede ser el sistema de control, crítico para asegurar el correcto comportamiento y respuesta del mismo frente a los distintos casos de condiciones eólicas y marinas que se estudian en este proyecto.

Una vez construido el modelo completo, se procede a realizar un análisis de cargas en distintos puntos del aerogenerador, para los diferentes casos estudiados, con sus respectivas condiciones eólicas, marinas o de eventos externos o internos que le puedan ocurrir al aerogenerador a lo largo de su vida. El estudio de cargas se lleva a cabo principalmente en los siguientes puntos, al ser los más críticos en el aerogenerador:

- Palas: Puesto que son los elementos críticos para el funcionamiento del aerogenerador, y reciben grandes cargas por parte del viento.
- Buje: Transmite las cargas del viento de las palas al eje. Se miden las cargas tanto en un sistema de coordenadas fijo como rotante.
- Sistema Yaw o de orientación del aerogenerador: Soporta todas las cargas y fuerzas relativas al giro de la góndola sobre su eje, y buena parte de las cargas del viento.
- Torre, Elemento crítico y en el que se hará el estudio de cargas a fondo en este proyecto.

Este análisis de cargas tiene como objetivo comprobar la resistencia del aerogenerador a todo tipo de eventos especificados en los casos. La normativa desarrolla unos métodos para la obtención de los parámetros de viento, mar y otras especificaciones, que serán aplicados a cada caso según las especificaciones del estudio, según el tipo de viento (normal, turbulento, extremo, ráfagas, cambio de dirección,...) y su magnitud, altura de la ola, fallos en los sistemas de control, red y otros fallos. Cada caso corresponde además a una situación diferente en cuanto al estado del aerogenerador. Se pueden dar casos de:

- Producción
- Arranque
- Parada
- Parada de Emergencia
- Aparcado
- Instalación y Mantenimiento

Se realizan simulaciones y toman medidas en cada caso para rangos de tiempo especificados por cada tipo de caso de diseño, obteniendo las cargas en cada momento, según las condiciones de entrada variables. Esas cargas son adecuadas a la normativa con factores de seguridad correspondientes a cada caso de diseño.

Por último se hará un análisis económico de la remuneración y costes del aerogenerador. Para calcular los costes se utiliza una guía facilitada por la NREL, y se compara con resultados de otros proyectos parciales de componentes del aerogenerador llevados a cabo con el mismo director en la escuela, para validar que los resultados obtenidos en los cálculos son correctos. En cuanto a la determinación de la remuneración, el software Bladed calcula la energía producida a lo largo de un año, y mediante métodos estadísticos de precios del mercado y producción eólica en España, se calcula la remuneración anual de la turbina para luego extenderlo a los veinticinco años de vida útil de la turbina y calcular el retorno de la inversión sobre el proyecto.

OFFSHORE WIND TURBINE BEHAVIOR

SUMMARY OF THE PROJECT

Due to the increasing energy demand in the world and the potential damage that the increase with fossil fuel generation would cause to the environment, many countries, and specially the EU are fighting against it. The EU has developed the strategy 20 20 20, which establishes European targets for 2020 to reduce by 20% of emissions, the production of at least 20% of the Total energy from a renewable source, and 20% increase in energy efficiency. Paris agreements COP 21 also show a commitment of countries to fight against emissions and environmental damage. In this context, wind energy plays a key role, generating a clean and abundant energy that already has a broad and essential role in the biggest world economies. The offshore wind is a technology with still a lot of potential, especially in production costs, which make it less competitive than the onshore. There is great possible enhancement in this technology due to the fact that it has a much larger production capacity than onshore wind and the large amount of wind resources existing in the sea.

The main objective of this project is the modeling of an offshore wind turbine in the Bladed software, in order to perform a series of simulations, providing loads at different points of the wind turbine for different cases determined by certification requirements, as load cases designed to verify structural integrity of the components subjected to loads, and the energy production, with the conditions in the project specifications.

The main characteristics of the wind turbine are its blade diameter of 126 meters, a hub height of 92 meters above sea level, and a depth of 50 meters under water, and a maximum production of 5kW.

Modeling the wind turbine will be done by means of the preliminary calculations, detailing the various parts of the wind turbine, such as the blades, tower, control system, etc. Some preliminary specifications broadly establish the characteristics of the wind turbine, which should lead to the subsequent calculation of the parameters demanded by the software.

The most important physical parameters to be calculated are, on the one hand the inertias of the different elements which determine the aerodynamic performance of the assembly, being extremely important for obtaining the aerodynamic torques among which the turbine works helped by the control system. On the other hand the optimum operating points for the control will be calculated. This control consists of a torque control system, which determine the behavior of the wind turbine from the starting point to the nominal operating point, and the pitch control, used to maintain constant power when the wind speed exceeds the nominal point. To maintain its rated power, at wind speeds greater than the nominal point, the pitch angle of the blade is changed, varying the aerodynamic characteristic of the blades, and as a consequence the output. Since the ratio between the change in the pitch angle and the torque variation it is not constant, Gain Scheduling is used to adjust the control the aerodynamic characteristics of the turbine, seeking to reach the best possible response to environmental conditions in every moment.

The software also allows the calculation of certain aerodynamic parameters, in order to develop more detailed and sensitive wind turbine aspects, such as the control system,

critical to ensure the proper behavior and response for the different wind and marine conditions studied in this project.

Once the full model is built, we proceed to analyze of loads in different parts of the wind turbine for the load cases studied. The study of the loads is carried out mainly in the following points, being the most critical in the wind turbine:

- Blades: Since they are critical to the operation of the wind turbine, and receive large loads from the wind.
- Hub: Transmits wind loads of the blades to the shaft. Loads are measured both in a fixed coordinate system and a rotating system.
- Yaw system or wind turbine orientation: Supports all loads and forces on the rotation of the nacelle over its axis, and the wind loads.
- Tower: Critical element regarding wind and marine loads. Focus of the study will be done in this part.

This load analysis aims to test the resistance of the wind turbine to all kinds of events specified in the cases. The Certification Process develops methods for obtaining parameters of wind, sea conditions and other external specifications that will be applied to each case as specified in the study, according to the wind (normal, turbulent, extreme, burst, change of address ...) and its magnitude, wave height, failures in control systems, network and other failures. Simulations time is specified for each design load case, obtaining load information for the period, according to the variable input conditions. These loads are adapted to the rules with the appropriate safety factors in each design load case. The load cases can be based on different design situations such as:

- Power Production
- Startup
- Normal Stop
- Emergency Stop
- Parked
- Installation & Maintenance

Finally, an economic analysis of remuneration and costs of the wind turbine is carried out. Following cost guidance provided by the NREL, the cost for the different elements are calculated, and then compared with results of other project of the main components, carried out by students with the same director in this university, in order to validate that the results of the calculations are correct. Then the determination of remuneration is carried out, Bladed software calculates the energy produced over a year, and using statistical methods of market prices and wind production in Spain, the annual remuneration of the turbine is calculated. Finally this method is extended to the twenty five years of the useful life of the turbine and then the return on investment on the project is obtained.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	16
I. Contexto	17
II. Objetivos del proyecto	18
III. Proyectos Paralelos	18
IV. Estado del Arte del Aerogenerador	19
a. Introducción al Aerogenerador.....	19
i. Tipos	19
ii. Palas.....	20
iii. Generadores	22
iv. Torre	24
b. Condiciones Ambientales:.....	25
i. Viento	25
ii. Corrientes Marinas	25
V. Descripción del software	26
VI. Simulaciones	26
VII. Tecnologías y Productos Existentes	28
VIII. Localizaciones en España:	30
ESTUDIO DE LA TURBINA	31
I. Aerogenerador	32
II. Condiciones Ambientales	32
a. Viento.....	32
b. Corrientes Marinas.....	34
III. Elementos	34
a. Rotor.....	34
i. Palas.....	34
ii. Buje.....	35

b. Torre.....	35
c. Nacelle.....	36
d. Tren de Potencia	36
i. Generador.....	36
ii. Eje	37
iii. Estator	38
iv. Tren de Potencia Total.....	38
v. Rotor Completo	39
e. Control.....	39
SIMULACION Y RESULTADOS	53
a. Estudio de los casos de carga.....	54
I. Base y Extremo superior de la torre	62
II. Estado Último	66
III. Fatiga	68
PRESUPUESTO	71
I. NREL.....	72
II. Comparativa de Costes.....	75
III. Remuneración.....	77
IV. Flujos de Caja	79
ANEXO 1: TABLA DE DERIVADAS PARCIALES	83
ANEXO 2: CONDICIONES DE CARGA	85
Viento	86
Condiciones Marinas	89
Otros Factores	90
ANEXO 3: CARGAS EN EL AEROGENERADOR	93
BIBLIOGRAFÍA	108

1

INTRODUCCIÓN

I. Contexto

Ante la creciente demanda de energía y las previsiones a futuro, la UE ha desarrollado la estrategia 20 20 20, que establece como objetivos europeos para el 2020 la reducción en un 20% de las emisiones, la producción de al menos un 20% de la energía total proveniente de una fuente renovable, y el aumento en un 20% de la eficiencia energética, que tendrá especificaciones energéticas para cada estado. La tendencia mundial hacia las energías renovables va en aumento, sustituyendo a otras formas de energía más contaminantes. La población y los gobiernos toman cada vez más conciencia de la necesidad del desarrollo de tecnologías que aprovechen las fuentes de energía renovables.

Tecnología	P (MW)	Horas/año	MWh/año	C _I /MW	C _{AI} /MWh	C _{OM} /MWh	C _{Combustible}	C _{Total}
Eólica	2	2200	4400	1200000	43.6	21.8	0.0	65.4
Termosolar sin almacenamiento	49.9	2400	119760	3700000	123.3	47.3	0.0	170.6
Termosolar con almacenamiento	49.9	3000	149700	5000000	133.3	50.0	0.0	183.3
Biomasa 15 MW	15	6500	97500	2200000	27.1	20.8	20.0	67.9
Biomasa 5 MW	5	6500	32500	2500000	30.8	35.4	20.0	86.2
Fotovoltaico	10	2200	22000	1300000	47.8	13.6	0.0	60.9
Cogeneración 20	20	6000	120000	1100000	14.7	10.4	58.3	83.4
Cogeneración 5	5	6000	30000	900000	12.0	14.8	83.3	110.1

Tabla 1. Comparativa de Costes de Energías Renovables a 2014 (1)

La energía eólica es una de las energías más baratas y limpias en su operación con una larga vida útil y bajo coste de mantenimiento. Es verdad que en sistemas eléctricos como el español, a mayor cantidad de energía eólica producida cada hora, menor suele ser el precio del pool, como veremos a continuación y como ha ocurrido en los primeros meses de este año 2016, según cuenta Expansión (2)

Existen dos grandes tipos de aerogeneradores por su forma, verticales y horizontales, en función de la dirección de rotación de su eje, siendo los segundos los más extendidos y los que mayor potencia alcanzan. Podemos distinguirlos también por su localización, como on-shore y offshore, es decir, instalados en la superficie terrestre y marina. Los aerogeneradores instalados en el mar tienen un mejor comportamiento respecto a los terrestres debido a la ausencia de obstáculos que corten el viento que les llega y factores de temperatura y geográficos.

La tecnología offshore es capaz de producir un 50% más de energía que sus homólogas terrestres de tres palas. (3) Por otro lado sus costes de instalación son mayores debido a la necesidad de anclaje al fondo marino, que cada vez se está realizando en fondos más profundos.

II. Objetivos del proyecto

Este proyecto tiene por objetivo la construcción de un micro aerogenerador vertical. Para eso trabajaremos sobre tres ejes:

Estudio de las tecnologías

- ¿Cuáles son las soluciones existentes? ¿Cuáles son sus características?
- ¿Qué soluciones son las óptimas para el modelo?
- ¿Qué normativa hay sobre el tema?

El objetivo es tener una visión global de lo que se hace actualmente y de mejorar nuestra visión sobre el tema.

Desarrollo del modelo de aerogenerador

- ¿Cómo se implantan las soluciones existentes en el software?
- Resultado de las simulaciones

Viabilidad económica

- ¿Producción en escenario estándar?
- ¿Producción en distintos escenarios a largo plazo?
- ¿Costes de instalación, producción y mantenimiento?

III. Proyectos Paralelos

Este proyecto está englobado en una serie de proyectos. “Comportamiento de un Aerogenerador en el Mar” se encarga de la parte más general, entrando en detalle solamente en algunos aspectos de la turbina de cara a la producción de energía. Otros proyectos se encargan de partes más específicas como el eje, el sistema de rotación de la Nacelle o la parte de cargas que soporta la turbina. Esos proyectos paralelos son los siguientes:

- *“Aerodinámica de turbinas eólicas marinas”* Erika Escolar (4)
- *“Transmisión rotor-estator en una turbina eólica marina”* Pablo Azpeitia (5)
- *“Sistema de orientación de un aerogenerador marino”* Pedro Pérez de Ayala (6)
- *“Zona emergente de estructura soporte de aerogenerador marino flotante”* Laura Estévez (7)

IV. Estado del Arte del Aerogenerador

a. Introducción al Aerogenerador

Hay dos tipos principales de aerogeneradores, aunque en gran escala predominan muy ampliamente los de eje horizontal.

i. Tipos

Eje horizontal.

Son máquinas que usan unas palas perpendiculares al eje formando el rotor, a su vez conectado mediante a un eje al generador. La energía del viento pone en rotación las palas, y el generador transforma esa energía cinética en energía eléctrica. Más adelante se entrará en detalle en este tipo de aerogenerador, ya que será el desarrollado en este proyecto.

Eje Vertical

Estos aerogeneradores fueron concebidos para adaptarse lo mejor posible a las las dificultades creadas por turbulencias, provocadas por los obstáculos en ambientes urbanos. Gracias a sus formas este generador puede trabajar con vientos provenientes de cualquier dirección, y, al contrario que los horizontales, responde bien a las turbulencias. Son además relativamente silenciosos y tienen una integración fácil a edificios, lo que les da también un acceso simple a la máquina, por ejemplo para posibles reparaciones.

Sin embargo uno de sus inconvenientes es la débil madurez del mercado de este tipo de generadores, con lo cual un coste de inversión más elevado por MW instalado. También su pequeño tamaño producirá menos cantidad de energía, pero se adapta a su vez a las necesidades de los consumidores por lo que está enfocado para producción en zonas urbanas o periurbanas.

Estos generadores verticales pueden ser clasificados según su característica aerodinámica, que se explica más adelante:

- Sustentación (tipo **Darrieus**).
- Arrastre (tipo **Savonius**).

Existe igualmente un tercer tipo de aerogenerador vertical, el Venturi.



Figura 1. Geometrías Darrieus (8)



Figura 2. Generador vertical tipo Savonius. (9)

En la actualidad no existen muchos aerogeneradores verticales marinos, y aquellos que existen son generalmente pequeños para aplicaciones de balización o medición, e instalaciones marinas que necesiten un consumo de energía no muy alto, por lo que suelen ser aerogeneradores de poca producción. (10)

ii. Palas

Las palas son el elemento crucial en el aerogenerador, de ellas depende el buen funcionamiento y rendimiento del rotor eólico. Hay tres cosas a destacar sobre las palas:

- La potencia no es función del número de palas, sino de la superficie barrida por las palas.
- Cuanto más grandes sean las palas, mayor será el par necesario para arrancar el rotor.
- A mayor número de palas, arrancará más fácilmente, pero el rozamiento con el viento provocará una disminución del potencial máximo de generación.

En los aerogeneradores modernos, el perfil aerodinámico es estudiado para aprovechar la sustentación. De hecho esa fuerza perpendicular al viento incidente es la que permite alcanzar rendimientos mucho mayores. El límite teórico máximo del rendimiento es el **59%** (límite de Betz) mientras que para el arrastre es de tres a cuatro veces inferior.

Aumentando el número de palas de un aerogenerador, se mejora su arranque, pero se empeora su capacidad máxima y rendimiento. Por eso hay que buscar un equilibrio óptimo entre número de palas, tamaño de las mismas para tener mejores parámetros de potencia, ruido y arranque, por eso habitualmente se utilizan 3.

Funcionamiento [14]

Los perfiles de las palas tienen tres características que determinan la acción que el viento ejercerá sobre las mismas:

- Anchura
- Ángulo Twist: Este ángulo de construcción se realiza para aprovechar mejor la velocidad compuesta que ve la pala en cada sección, la velocidad del viento y la velocidad lineal derivada de la rotación. Al ser la segunda dependiente de la velocidad de rotación y el radio, el ángulo twist así variará en función del radio.

- Curvatura: Genera una diferencia de presiones entre ambos lados de la pala, que provoca la fuerza de sustentación en la que está basado el funcionamiento de la pala.

La sustentación crea una zona de depresión del lado exterior de la pala, debido a la aceleración del viento sobre ese lado ayudado por el ángulo de ataque de la cuerda de la pala, el grosor y la curvatura. La presión, por tanto, es superior del lado interior que del exterior, hace aparecer una fuerza que impulsa la pala hacia el exterior, dando un movimiento de rotación al rotor.

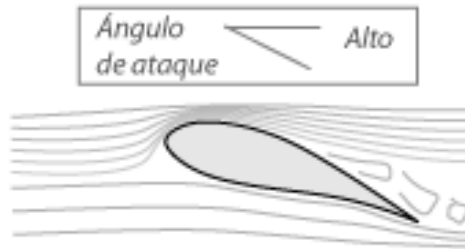


Figura 3. Turbulencias generadas por una pala que funciona por sustentación. (11)

La ventaja de la sustentación reside en el hecho de que las palas atraviesan el flujo de aire de tal forma que permite generar un vector fuerza más importante que la velocidad del viento. Un diseño basado en el arrastre no puede sacar una potencia superior al viento que pone el aerogenerador en rotación.

Las palas tienen además un ángulo respecto a su cuerda, y una curvatura en sus lados, para ayudar a su movimiento.

Por otro lado existen otros sistemas inherentes a las palas para ayudar en el control de la potencia generada, que son fundamentalmente dos:

- Regulación por pérdida aerodinámica o *Stall Control*: se basa en el diseño de una pala, que a velocidades muy altas, sus propias características aerodinámicas ejerzan de freno aerodinámico frente a esas altas velocidades. Es, por lo tanto, un control pasivo.
- Control de Paso o *Pitch Control*: Sistema activo en el que las palas contienen un mecanismo que permite rotar las mismas alrededor de su eje, provocando una variación de la resistencia aerodinámica que ofrecen, que permite regular la potencia que se extrae del viento, por medio de la velocidad de rotación y el par aerodinámico.
- Existe un tercer tipo menos utilizado, que se llama *Stall Asistido* o Activo, que utiliza pequeñas variaciones del ángulo pitch tras la utilización del *Stall*, pero provoca muchos mayores cargas y esfuerzos para el rotor.

Estas características de la pala otorgan un comportamiento aerodinámico determinado que se puede medir por varios coeficientes, entre ellos el *Tip Speed Ratio* λ , o Ratio de velocidad en la punta, y el coeficiente de potencia C_p , que expresa la fracción de viento extraída por la turbina, en función de λ y del ángulo pitch.

$$\lambda = \frac{\omega \cdot R}{v}$$

Como C^p es función del *tip speed ratio*, a cualquier velocidad vamos a querer funcionar a es coeficiente para aprovechar al máximo el viento, y eso se modelará en el sistema de control mediante el control de paso de ángulo pitch.

Materiales

Los materiales compuestos son utilizados por la mayoría de fabricantes hoy en día. Estos materiales son realizados a partir de fibras unidas por resinas. Son muy resistentes pero solamente en la dirección de las fibras, por eso son llamados anisótropos, por la diferencia de propiedades según la dirección. Para solucionar esta limitación se fabrica el material en varias capas, alternando la orientación en cada capa en cada una de ellas para aumentar la resistencia final en ambas direcciones.

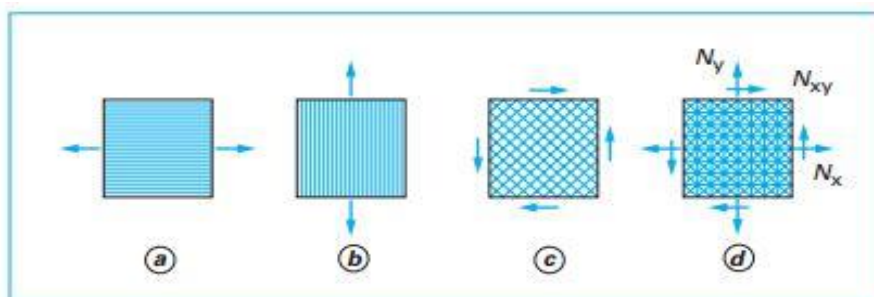


Ilustración 1. Fabricación de materiales de fibras.

iii. Generadores

Existen dos tipos de generadores de corriente alterna principales, síncronos y asíncronos. No se utilizan de CC, ya que aumenta mucho el tamaño necesario y por lo tanto el peso. Otra división es de rotor de velocidad fija y velocidad variable tal y como distingue el software:

Generadores de Velocidad Variable

Estos generadores tiene la ventaja principal del mejor aprovechamiento de los recursos eólicos, manteniendo al aerogenerador en n punto óptimo de funcionamiento para diversas velocidades de viento.

Este sistema de aprovechamiento se llama *Maximum Power Tracking*, ayudado por la electrónica de potencia. Tiene una ventaja adicional, que es la reducción de cargas en el sistema mecánico.

Variable: Control de deslizamiento por resistencia rotórica

Este sistema cambia la resistencia vista del rotor de la máquina, con lo cual mantiene constante la potencia activa que sale del aerogenerador, de manera que el exceso de potencia se disipa en las resistencias del rotor, con una considerable pérdida de resistencia, pero permite operar a velocidades 10% superiores a la nominal.

Variable: Control de deslizamiento con recuperación de energía

Sustituye la resistencia rotórica por un sistema de diodos, por lo que envía toda la energía a red, recuperando así eficiencia respecto al anterior modelo, pero tiene la desventaja de no poder operar a velocidades menores a la de sincronismo, con lo que no se puede aprovechar el viento a bajas velocidades.

Variable: Generador doblemente alineado (DFIG)

Se compone de un rotor bobinado conectado a un convertidor de electrónico frecuencia (dos AC-DC invertidos), con lo que se genera una tensión y frecuencia constantes. Tiene además un control de par electromagnético y factor de potencia para un elevado rango de velocidades, regulando el flujo de potencia activa y reactiva intercambiada.

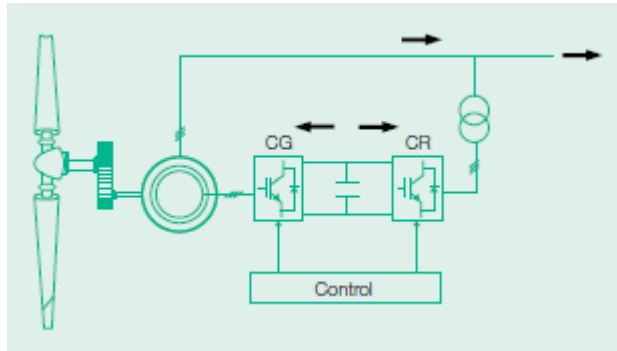


Ilustración 2. Configuración DFIG. (12)

Variable: Generador Asíncronos de Jaula de Ardilla

Contiene una máquina de inducción de rotor de jaula de ardilla conectado mediante un convertidor electrónico a la red eléctrica. Para velocidades elevadas se desconecta el convertidor, dejando la máquina como síncrona a velocidad de red.

Generadores de Velocidad Fija

Este tipo de generador está directamente conectado a red, por lo que tienes velocidad constante impuesta por la red, que puede ser modificada por un convertidor electrónico. La velocidad de sincronismo en una máquina síncrona es igual a la velocidad del rotor, con una pequeña variación admisible, por su deslizamiento eléctrico de corriente continua del rotor, es generado por la rotación del mismo.

Síncronos: Generadores de Rotor Bobinado

Necesitan alimentar el devanado del rotor con corriente continua. Existen varios sistemas:

- Excitación propia: Necesidad de un generador de CC, aumento de coste.
- Autoexcitación sin escobillas: Alimentado mediante un puente rectificador, y necesita igualmente un fuente e CC para arrancar

Ambos modelos necesitan anillos rozantes por lo que su coste de mantenimiento aumenta considerablemente.

- Un tercer modelo es el de generador síncrono de estructura invertida: El inducido se conecta a un rectificador del devanado de la excitación, alimentada por el propio generador o por una excitatriz piloto.

Todos los modelos pueden o no tener multiplicadora de velocidad, pero en caso de no tenerla deberá tener un gran número de polos, asunto que será explicado más adelante.

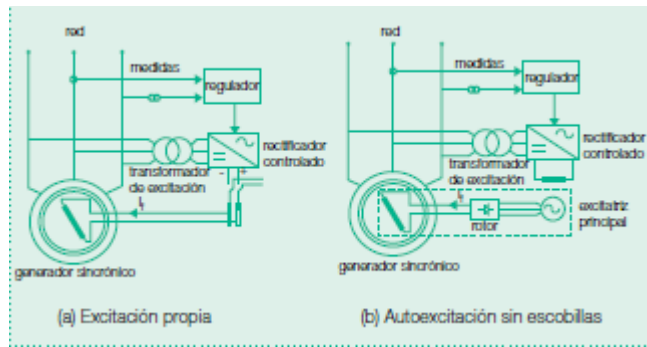


Ilustración 3. Excitaciones del generador síncrono de rotor bobinado. (12)

Generadores Síncronos de imanes permanentes

Elimina los anillos rozantes, y por lo tanto su alto coste de mantenimiento, reducción de ruido y pérdidas, pero por otro lado aumenta el tamaño y coste, aunque cada vez se ogra más eficiencia en su fabricación.

Imanes permanentes: Generadores de Flujo Radial

Máquina con un gran rendimiento a un amplio espectro de velocidades, tiene una mayor masa y construcción más compleja.

Imanes permanentes: Generadores de Flujo Axial

Menor tamaño, pero complejo en construcción, además un mayor peso a pesar de una construcción más simple del estator.

Imanes permanentes: Generadores de Flujo Transversal

Tienen el flujo perpendicular a la dirección del rotor, y presentan menores pérdidas de cobre, mayor densidad de fuerza y bobinados más sencillos, frente a su complejidad y el bajo factor de potencia, con aumento de coste en el convertidor.

iv. Torre

Por otro lado sus costes de instalación son mayores debido a la necesidad de anclaje al fondo marino, que cada vez se está realizando en fondos más profundos.

Existen tres tipos de instalaciones principales en cuanto a estructuras marinas (13):

- Fijas a una base.
- Apoyadas sobre la superficie marina por acción de la gravedad
- Anclaje tensionado a la superficie marina

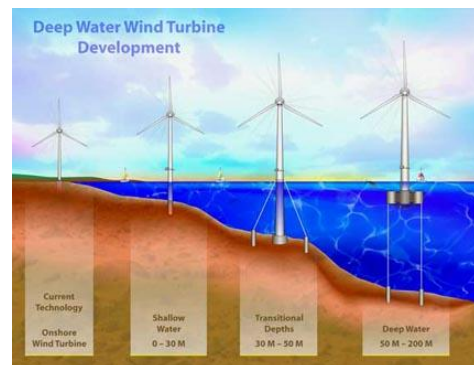


Figura 4: Instalaciones Marinas

Para la estructura principal y base se utilizan a gran escala los siguientes materiales (13): Acero, Hormigón Armado y otros materiales o combinación de los anteriores.

b. Condiciones Ambientales:

i. Viento

El viento, fuente de energía primaria, es la clave a la hora de diseñar todos los aspectos de un aerogenerador, tanto como para el diseño de palas y el sistema aerodinámico, así como para el cálculo de todos los elementos constructivos y estructurales necesarios para el funcionamiento del conjunto.

El viento tiene dos características fundamentales que condicionan todo el proceso, diseño y operación; el primero de ellos es la variabilidad temporal, es decir, la falta de continuidad en el corto plazo. Por otro lado tenemos la impredecibilidad, a corto y largo plazo, de las cargas de viento que el aerogenerador puede soportar. Además de esto también hay que tener en cuenta la variación del viento según el punto y la altura a la que te encuentres. Debido a estas variaciones, generalmente se utiliza la velocidad media del viento en un minuto como medida estándar.

Los aerogeneradores están limitados por tres parámetros relativos al viento:

- Mínima velocidad del viento para estabilidad.
- Máxima:
 - Velocidad del viento sostenida (u_s), es decir, la máxima esperada en 100 años durante 1 minuto a 10 metros de altura.
 - Velocidad de Ráfaga ($u_G = 1.137 \cdot u_s$), en un período de 3 segundos, utilizado para estructuras de menos de 50m. Para estructuras estáticas que responden dinámicamente al viento con alturas superiores a 50 metros se utilizan las ráfagas de 1 minuto.

A la hora de hacer cálculos relativos al viento se utiliza una distribución estadística de Weibull.

$$p = 1 - \exp\left[-\left(\frac{u}{u^0}\right)^c\right]$$

ii. Corrientes Marinas

En el mar, al igual que en el viento, la distribución de la velocidad de los fluidos es muy variable temporal y localmente. En este caso existen 3 capas principales: la capa superficial, capa sub superficial, y la capa de fondo.

Los factores más importantes a tener en cuenta son las olas, las corrientes marinas y el nivel del mar. El oleaje es el factor más importante a la hora de producir una rotura por fatiga en la estructura del aerogenerador. Esta fatiga debe ser estudiada en cada uno de los elementos constructivos (uniones tubulares, uniones soldadas, ejes, etc) por separado y en conjunto. Esto se estudia mediante un proceso estadístico en el largo plazo sobre la probabilidad de que un suceso de fatiga no ocurra, en máximo stress admisible y distribuciones de stress estándar.

V. Descripción del software

La principal herramienta a utilizar para el desarrollo del proyecto es Bladed. (14). Bladed es un software destinado al cálculo del comportamiento a partir de unas especificaciones introducidas por el usuario, construyendo un modelo numérico y un entorno a medida. Estas especificaciones se pueden dividir en varios apartados:

1. Pala
2. Perfil Aerodinámico
3. Rotor
4. Torre
5. Tren de Potencia
6. Nacelle
7. Sistema de Control
8. Modo
9. Viento
10. Estado del Mar

Para el cálculo de los parámetros necesarios para el modelo de Bladed se utilizarán distintos recursos técnicos, manuales, así como la asistencia de profesores conocedores de cada uno de los distintos aspectos.

El análisis aerodinámico del modelo se realiza mediante la teoría combinada del elemento pala y la teoría de momentos, a partir de dos derivaciones del mismo: la dinámica de la estela, y el modelo de histéresis de sustentación.

A partir de este modelo se procede a realizar las distintas simulaciones para saber los esfuerzos y parámetros de producción y de entorno de la turbina resultado de cada simulación.

VI. Simulaciones

Según la norma IEC TS 61400-13 (15) se deben realizar una serie de estudios sobre la turbina:

- Estacionarios:
 - o Producción.
 - o Producción con fallos.
 - o En Parada.
- Eventos transitorios:
 - o Arranque
 - o Parada
 - o Parada de Emergencia
 - o Fallo de la Red

Estos casos son una combinación de estudios en distintas combinaciones en los que serán estudiados los componentes críticos de la turbina a fatiga y estado último. Para el estudio de estos casos se utilizarán los DLC (Design Load Case) de GL descritos a continuación:

En los casos de simulación descritos a continuación no se podrán realizar los siguientes por diversos motivos:

- 1.9, 6.5, 9.1, 9.2, 9.3 y 9.4 debido a que el software solo permite introducir hielo en las palas, y no en la estructura o en el mar.
- 8.5 al no permitir la introducción del impacto de barco.
- 9.5 y 9.6 al no permitir incluir variaciones de temperatura.
- 9.7 9.8 y 9.9 debido a que la licencia de versión Educativa no permite la modelización de terremotos.

VII. Tecnologías y Productos Existentes

Actualmente existen en Europa aproximadamente 8000MW de capacidad instalada offshore. Esto es un 7% de la potencia eólica instalada en Europa a finales de 2014 (12.4 GW), con un crecimiento total del 10%, en un entorno donde la potencia total instalada es de 52GW, con China como uno de los mayores países en los que crece esta tecnología. (16) Siendo este junto a Estados Unidos y Alemania los países

Country	BE	DE	DK	ES	FI	IE	NL	NO	PT	SE	UK	Total
No. of farms	5	16	12	1	2	1	5	1	1	6	24	74
No. of turbines	182	258	513	1	9	7	124	1	1	91	1,301	2,488
Capacity installed (MW)	712	1,048.9	1,271	5	26	25	247	2	2	212	4,494.4	8,045.3

Tabla 2. Centrales Offshore en países europeos en 2014 (17)

Existen varios grandes fabricantes de aerogeneradores marinos, con varios modelos en cuanto a potencia máxima, que varía entre 2.3 y 8 MW, y tamaño del rotor, entre 80 y 180m.

Fabricante	Modelo	Potencia (MW)	Diametro
SIEMENS	SWT-7,0-154	7	154
SIEMENS	SWT-6,0-154	6	154
SIEMENS	SWT-4,0-130	4	130
SIEMENS	SWT-4,0-120	4	120
SIEMENS	SWT-3,6-120	3,6	120
SENVION	6,2M152	6,2	152
SENVION	6,2M126	6,2	126
VESTAS	V112-3,3/3,45	3,3	112
VESTAS	V105-3,3	3,3	105
VESTAS	V90-3,0	3	90
GAMESA	G128-5,0	5	128
GAMESA	G132-5,0	5	132
ICAI	ICAI	5	130
ACCIONA	ACCIONA 3	3	116
ADWEN	AD 5-135	5	135
ADWEN	AD 5-132	5	132
ADWEN	AD 8-180	8	180
DEWIND	D8,2 2000	2	80
BARD	Bard Offshore 1	5	122
AREVA	Areva M5000	5	116
BONUS	B82/2300	2,3	82

Tabla 3. Aerogeneradores Offshore en el Mercado (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24) (25)

En el siguiente gráfico se muestra una comparación entre los aerogeneradores previos.

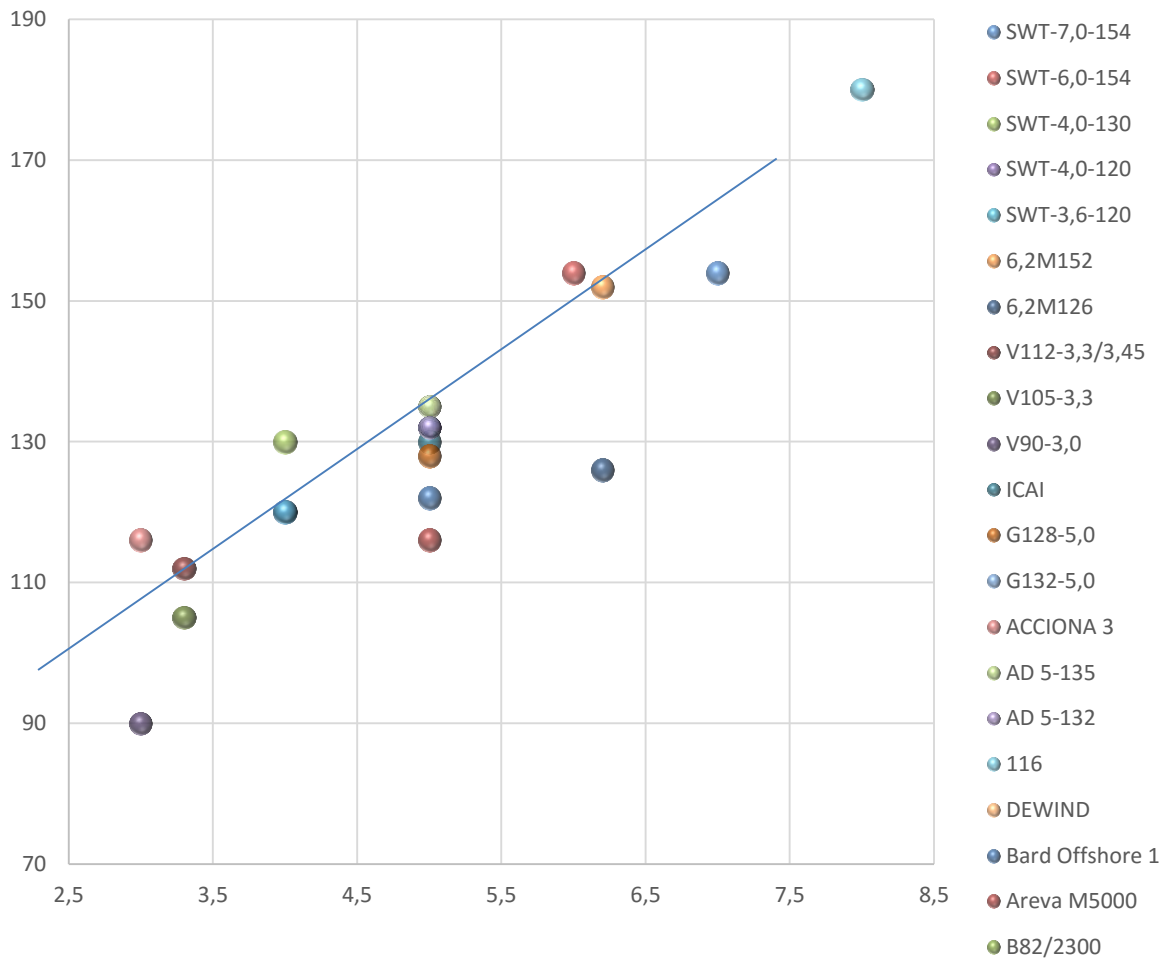


Gráfico 1. Comparativa entre Diámetro del rotor y Potencia

Como se puede observar hay una cierta dependencia lineal entre tamaño de rotor y potencia máxima. Esta tendencia muestra que para el aerogenerador de 5 MW que se desarrolla en este proyecto se requerirá un tamaño de rotor de entre aproximadamente 115 y 135 m de diámetro de rotor.

VIII. Localizaciones en España:



Ilustración 4. Mapa Eólico de España. (26)

Como se puede observar en el mapa anterior existirían 4 posibles zonas de vientos donde colocar el aerogenerador en España: Costa Noroeste de España, Levante, Estrecho de Gibraltar, y la Costa de Gerona. El tercero es inviable por la cantidad de buques de mercancías que circulan por esas aguas, siendo la zona más factible la costa de Gerona.

2

ESTUDIO DE LA TURBINA

I. Aerogenerador

Según las especificaciones del IEC (27), tenemos las siguientes clases de aerogeneradores:

Parameters	Class I	Class II	Class III	Class IV
Reference wind speed, U_{ref} (m/s)	50	42.5	37.5	30
Annual average wind speed, U_{ave} (m/s)	10	8.5	7.5	6
50 year return gust speed, $1.4 U_{ref}$ (m/s)	70	59.5	52.5	42
1 year return gust speed, $1.05 U_{ref}$ (m/s)	52.5	44.6	39.4	31.5

Tabla 4. Tipos de Turbinas Eólicas, (28)

Este generador pertenece a la clase IEC I. Estos estándares identifican además el tipo de turbulencia a tener en cuenta, A (categoría alta) o B (baja).

II. Condiciones Ambientales

Para el estudio y desarrollo de una turbina es necesario un estudio previo de las condiciones ambientales en las que operará. Estas condiciones son críticas a la hora de determinar y dimensionar los distintos elementos constructivos y dinámicos del aerogenerador. Las condiciones ambientales claves a tener en cuenta a la hora de realizar el diseño son el viento, las corrientes marinas y el oleaje: (29)

a. Viento

Las condiciones iniciales de nuestro proyecto son las siguientes:

Clase IEC I	
Turbulencias Categoría B	
Velocidad de Referencia [m/s]	50
Velocidad Media Anual [m/s]	10
Velocidad de Viento nominal (m/s)	10.8
Factor Weibull C	1.985

A través de estos valores obtenemos las siguientes distribuciones anuales de vientos:

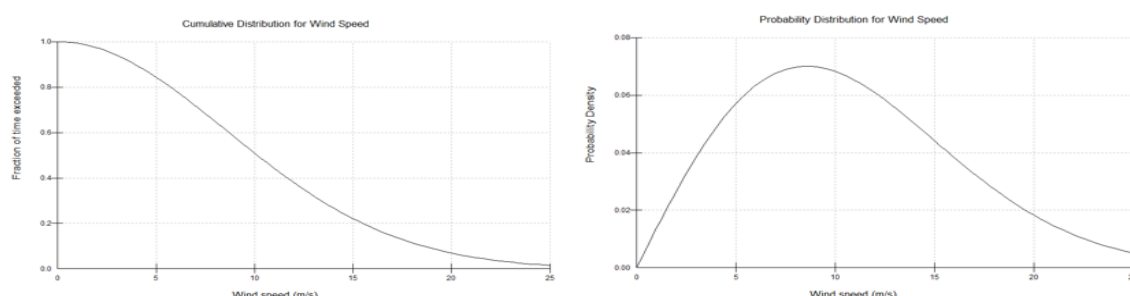


Figura 5. Distribución Acumulada y de Probabilidad de la Velocidad del Viento.

El aerogenerador funcionará a velocidades del viento entre 3.5 y 25m/s.

Otro de los parámetros importantes a calcular es la intensidad de las turbulencias, que es el ratio de la desviación típica y la velocidad media. Existen dos categorías de turbulencias, A alta y B baja, y como se ha determinado antes el modelo seguirá la categoría B de turbulencias. La intensidad de turbulencias se calcula con la siguiente ecuación:

$$I_u = I_{15} + (a + 15/\bar{u})/(a + 1)$$

I_{15} es la Intensidad de turbulencia a una velocidad de 15 m/s, para la categoría A 18%, y para categoría B 16%. La constante a es 2 para Categoría A, y 3 para categoría B. Por lo tanto con los valores previamente escogidos:

$$I_u = 16 + \frac{3 + \frac{15}{10.8}}{3 + 1} = 17.1\%$$

También se deberá definir el modelo de turbulencias que se va a utilizar: Von Karman, Kaimal o Mann. Dado que se utilizará el modelo Kaimal, que se ha introducido en el programa adaptado a la norma IEC61400-1. Para ello deberemos definir varios valores. En primer lugar las características de la turbulencia con sus escalas para las distintas direcciones, que en este caso será solamente la longitudinal por limitaciones del software, con $\Lambda = 42$ para alturas superiores a 60 metros:

$${}^xL_u = 8.1 \cdot \Lambda = 8.1 \cdot 42 = 340.2$$

$${}^yL_v = 2.7 \cdot \Lambda = 2.7 \cdot 42 = 113.4$$

$${}^zL_w = 0.66 \cdot \Lambda = 0.66 \cdot 42 = 27.72$$

Con una constante de coherencia de decaimiento de $H = 8.8$ y un factor de coherencia de escala de factor:

$$L_c = 3.5 \cdot \Lambda = 3.5 \cdot 42 = 147$$

Por lo tanto de acuerdo a la función de turbulencia de Kaimal (28), el componente longitudinal se calcula como:

$$Kaimal = \frac{4 \cdot n \cdot I_u}{\left(1 + 6 \cdot \frac{I_u}{u_{media}}\right)^{\frac{5}{3}}}$$

Siendo $L_{1u} = 1.7 \cdot L_i = 1.7 \cdot (300(z/300))^\epsilon$ con $\epsilon = 0.13$ para lugares en alta mar. Por lo tanto con altura 92 metros, y siendo n la frecuencia natural del primer modo de las palas, es decir 0.533:

$$L_{1u} = 1.7 \cdot 300 \cdot \left(\frac{z}{300}\right)^{0.13} = 437.35$$

$$Kaimal = \frac{4 \cdot n \cdot L_{1u}}{\left(1 + 6 \cdot \frac{L_{1u}}{u_{media}}\right)^{\frac{5}{3}}} = \frac{4 \cdot 0.533 \cdot 437.35}{\left(1 + 6 \cdot \frac{437.35}{10.8}\right)^{\frac{5}{3}}} = 0.32$$

El parámetro de escala de turbulencias para torres de más de 60 metros, es de 42 metros, según GL 4.2.1. Con lo cual, la frecuencia:

$$n = 28.01$$

b. Corrientes Marinas

Las condiciones marinas más importantes a tener en cuenta para el desarrollo del modelo son valores máximos en los últimos 50 años: la máxima altura significativa de las olas, 6.8 metros; la máxima variación del nivel del mar, 3.6 m; y la máxima velocidad de las corrientes marinas, 1.3 m/s. El aerogenerador se situará en una zona marina a 50 metros de profundidad.

III. Elementos

Antes de meterse en cada elemento en concreto, es necesario elegir un centro de coordenadas para la situación de todos los elementos constructivos de la turbina. El origen de coordenadas se sitúa coaxial al eje de la torre y a 200 mm por encima del punto superior de la torre.

Es necesario mencionar que antiguamente cada fabricante de aerogeneradores realizaba cada uno de los elementos, pero hoy en día muchos de ellos son realizados por otros fabricantes, debido a una mayor especialización. A continuación se realiza una descripción detallada de los elementos y sus características:

a. Rotor

i. Palas

En este caso, las palas son realizadas por un fabricante externo, del que se obtendrán los parámetros para la modelización en el software de las mismas. Todos los valores y características de las palas se obtienen de las especificaciones del fabricante y se incluirán en el modelo.

De longitud 62 metros, la forma varía por sección. En este caso se crean 7 secciones diferentes que se interpolan para la obtención de las secciones intermedias, variando su grosor y cuerda a lo largo de la pala. En este caso se utilizarán fibras de vidrio para la construcción de las palas.

Perfiles

Estos perfiles determinados por el fabricante de las palas tienen tres características principales que determinan la acción del viento sobre las mismas:

- Anchura
- Ángulo Twist
- Curvatura

Varían a lo largo de la longitud de la pala para aprovechar las características del viento y el movimiento de las palas a cada radio.

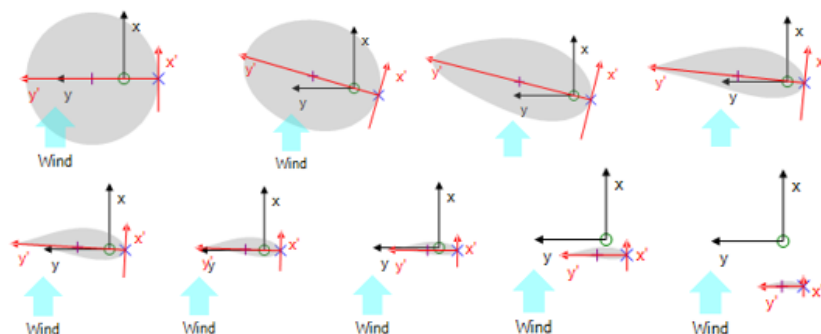


Ilustración 5. Perfiles desarrollados de la pala.

Características

Las especificaciones del fabricante dan un momento de según la longitud de la pala.

ii. Buje

El Buje se calcula mediante una simplificación de forma ya que el software en su modelo Educational no permite introducir formas complejas.

Se realiza como un paraboloide de longitud 3.2 metros y diámetro 3.2 metros, con su eje coaxial al generador. Está tendrá un peso total de 40000 Kg. Su centro de masas está en el punto de coordenadas $x=+5.213m$; $Z=+3.148m$

Los momentos de inercia del buje serán:

$$I_x = \frac{1}{3} \cdot m \cdot (R_{Buje}^2) = \frac{1}{3} \cdot 40000 \cdot (3.2^2) = 13343.57 \text{ kgm}^2$$

$$I_y = I_z = \frac{1}{2} \cdot m \cdot \left(\frac{1}{3} R_{Buje}^2 + H_{Buje}^2 \right) = 0.5 \cdot 40000 \cdot \left(\frac{1}{3} 1^2 + 3.2^2 \right) = 20013.65 \text{ kgm}^2$$

b. Torre

Otro de los elementos constructivos a tener en cuenta es la Torre. En este caso tiene una altura sobre el mar de 92 metros, y 50 metros de profundidad. Está compuesta por tramos de diámetro exterior de 6.3 metros y un espesor de 50 cm. Tiene una característica importante y diferente respecto a las torres habituales, y es que está construida en hormigón, mediante encofrados deslizantes, que es el método más habitual para su construcción. Este método permite ir construyendo la torre, desplazando los encofrados que dan forma a la estructura según se avanza en la construcción.

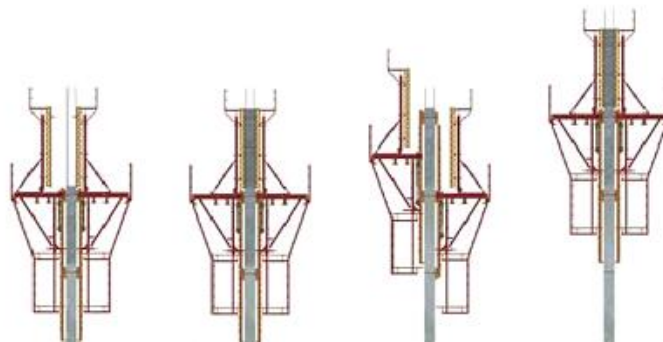


Ilustración 6. Encofrados Deslizantes

Por otro lado, de los tipos de torres que se han visto en la parte introductoria, y al tener nuestra torre una profundidad marina de más de 40 metros, se aconseja el uso de una base con anclaje tensionado al fondo marino.

Resistencia a la Flexión [Nm ²]	1,191 E+10
Resistencia a Cortante [N]	1,45 E+09
Resistencia a Torsión [Nm ²]	2,382 E+10
Momento Polar [kg·m]	211769

c. Nacelle

La Nacelle se calcula mediante una simplificación de forma ya que el software en su modelo Educational no permite introducir formas complejas.

Se realiza como un cilindro de longitud 8 metros y diámetro 8.5 metros, con su eje coaxial al buje. Está tendrá un peso total de 250000 Kg. Su centro de masas está en el punto de coordenadas $x=-1m$; $Z=+3m$. Al ser una cáscara cilíndrica los momentos de inercia serán los siguientes:

$$I_x = m \cdot (R_e^2) = 250000 \cdot (8.5^2) = 18062500 \text{ kgm}^2$$

$$I_y = I_z = \frac{1}{2} \cdot m \cdot \left((R_e^2) + \frac{l^2}{6} \right) = 0.5 \cdot 250000 \cdot \left((8.5^2) + \frac{8^2}{6} \right) = 10364583.3 \text{ kgm}^2$$

Y finalmente con las partes anteriormente descritas se construye el aerogenerador completo:

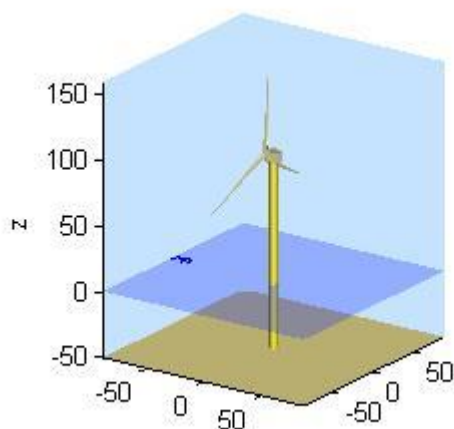


Ilustración 7. Aerogenerador completo generado en Bladed.

d. Tren de Potencia

i. Generador

Se selecciona un generador asíncrono DFIG como sistema en el aerogenerador. El número de polos que presentará el aerogenerador tiene directa relación con la frecuencia del voltaje que se desea generar.

El software pide además momentos de inercia de generador y eje. Para calcular la masa e inercia del rotor del generador considera un cilindro equivalente hueco de 7 metros de diámetro externo, 26 mm de espesor de acero 275 ($\rho=7850 \text{ kg/m}^3$) y 1,3 metros de longitud. Su centro de masas estaría en el $X=0, Y=0, Z=2600 \text{ mm}$ de coordenadas del sistema de orientación.

$$m = L \cdot \rho \cdot \pi \cdot (R_e^2 - R_i^2) = 1.3 \cdot 7850 \cdot \pi \cdot (3.5^2 - 3.474^2) = 5813.23 \text{ kg}$$

$$I_x = \frac{1}{2} \cdot m \cdot (R_e^2 + R_i^2) = 0.5 \cdot 5813.23 \cdot (3.5^2 + 3.474^2) = 70952.52 \text{ kgm}^2$$

$$I_y = I_z = \frac{1}{2} \cdot m \cdot \left(R_e^2 + R_i^2 + \frac{l^2}{6} \right) = 0.5 \cdot 5813.23 \cdot \left(3.5^2 + 3.474^2 + \frac{1.3^2}{6} \right) = 71771.2166 \text{ kgm}^2$$

ii. Eje

Debemos incluir además la masa e inercia del eje. Se considera un cilindro equivalente hueco de 5.3 metros de diámetro externo, 180 mm de espesor de acero 275 ($\rho=7850 \text{ kg/m}^3$) y una longitud equivalente a la distancia entre cojinetes, ambos cojinetes combinados de cilindros para esfuerzo axial y esfuerzo radial, calculada en el proyecto paralelo de Pablo Azpeitia (5), que será de 4.147 m. Su centro de masas estaría en el $X=0, Y=0, Z=2600 \text{ mm}$ de coordenadas del sistema de orientación.

$$m = L \cdot \rho \cdot \pi \cdot (R_e^2 - R_i^2) = 4.147 \cdot 7850 \cdot \pi \cdot (2.65^2 - 2.47^2) = 94294 \text{ kg}$$

$$I_x = \frac{1}{2} \cdot m \cdot (R_e^2 + R_i^2) = 0.5 \cdot 94294 \cdot (2.65^2 + 2.47^2) = 618662.93 \text{ kgm}^2$$

$$I_y = I_z = \frac{1}{2} \cdot m \cdot \left(R_e^2 + R_i^2 + \frac{l^2}{6} \right) = 0.5 \cdot 94294 \cdot \left(2.65^2 + 2.47^2 + \frac{4.147^2}{6} \right) = 753798.845 \text{ kgm}^2$$

El eje tendrá a su vez un ángulo de inclinación de 6 grados, estando la parte de las palas más alta que el generador, debido a que a máximo esfuerzo de las palas por acción del viento, éstas flexionarán, y para evitar el choque de la pala flexionada, se incluye este ángulo, ayudado por el ángulo de conicidad de las palas, que tiene el mismo objetivo.

Para el cálculo de los siguientes parámetros necesitamos conocer la relación de la velocidad de punta del aerogenerador, es decir, la relación entre la velocidad del viento y la velocidad lineal de rotación de la turbina en el punto óptimo. Para ello utilizaremos un apartado del software Bladed, que nos permite hacer cálculos por iteración de la relación de λ , o factor de velocidad en punta, con el coeficiente de potencia C_p . El resultado tras 30 interacciones, con factores de λ de 1 a 30, y velocidad nominal de 12 rpm y ángulo pitch de 0° , fue el siguiente:

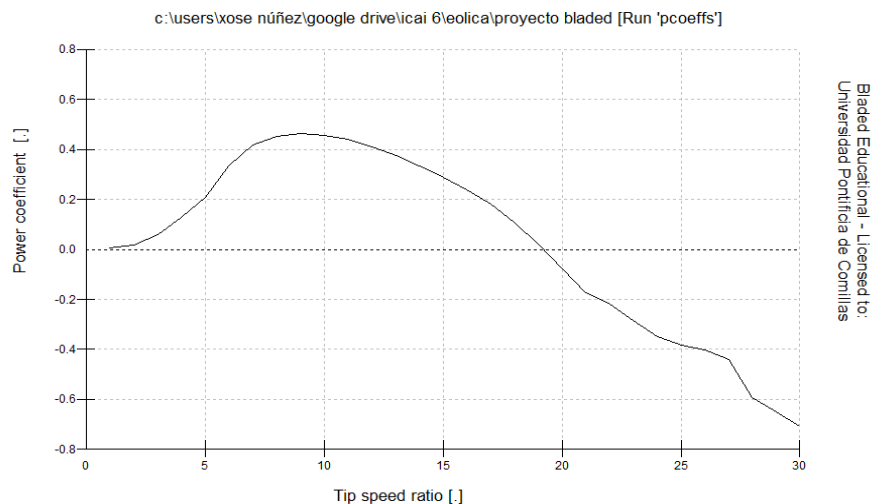


Ilustración 8. Relación del coeficiente de Potencia con el Ratio de velocidad en punta.

Esta gráfica sigue la tendencia de las curvas usuales de *Power Coefficient- Tip Speed Ratio*, con lo cual podemos suponer que es correcta. Así podremos calcular el *Optimum mode Gain*, siendo:

- ρ la densidad del aire en el mar a 15° , 1.225 kg/m^3
- R radio del rotor, 63 metros

- λ y $C_p(\lambda)$ sacados de la gráfica anterior en su punto óptimo, 9 y 0.464649 respectivamente.
- G la relación de transmisión, que en este caso es 1

$$K_{opt} = \frac{\pi \cdot \rho \cdot R^5 \cdot C_p(\lambda)}{2 \cdot \lambda^3 \cdot G^3} = \frac{\pi \cdot 1.225 \cdot 63^5 \cdot 0.464649}{2 \cdot 9^3 \cdot 1^3} = 1217055 \text{ Nm} / \left(\frac{\text{rad}}{\text{s}}\right)^2$$

La optimización del programa no lo deja en $1.331 \cdot 10^6$ y con el par máximo de 3978873.577 Nm que será el del punto óptimo se calcula la velocidad demandada en rad/s:

$$T_d = K_{opt} \cdot \omega^2 \rightarrow \omega = \sqrt{(3.05 \cdot E^6 \text{ Nm}) / 1.331 \cdot 10^6} = 1.512 \frac{\text{rad}}{\text{s}} = 14.445 \text{ rpm}$$

iii. Estat

Dado que la transmisión más el generador pesan un total de 50000 kg, y el generador tiene un peso de 5813.23 Kg, y el estator tiene una masa de más o menos el doble del rotor 12000Kg. Su centro de coordenadas en el centro del yaw. Sabiendo el diámetro del entrehierro y el entrehierro, se obtiene el diámetro interior del estator:

$$D_i = D_{entrehierro} + e_i = 7\text{m} + \frac{0.06}{2}\text{m} = 7.003 \text{ m}$$

El diámetro exterior se puede calcular con el peso.

$$m = L \cdot \rho \cdot \pi \cdot (R_e^2 - R_i^2)$$

$$12000 = 1.6 \cdot 7850 \cdot \pi \cdot \left(R_e^2 - \left(\frac{7.006}{2} \right)^2 \right)$$

$$R_e = \sqrt{\frac{12000}{1.6 \cdot \pi \cdot 7850} + \left(\frac{7.006}{2} \right)^2} = 3.5461 \text{ m}$$

$$I_x = \frac{1}{2} \cdot m \cdot (R_e^2 + R_i^2) = 0.5 \cdot 12000 \cdot (3.5461^2 + 3.506^2) = 151027.68 \text{ kgm}^2$$

$$I_y = I_z = \frac{1}{2} \cdot m \cdot \left(R_e^2 + R_i^2 + \frac{l^2}{6} \right) = 0.5 \cdot 12000 \cdot \left(3.5461^2 + 3.506^2 + \frac{1.6^2}{6} \right) = 151260.41 \text{ kgm}^2$$

iv. Tren de Potencia Total

$$I_{Total} = I_{Generador} + I_{Eje} = 70952.52 \text{ kgm}^2 + 618662.93 \text{ kgm}^2 = 689615.54 \text{ kgm}^2$$

Por otro lado se calculan las pérdidas globales del generador, tanto mecánicas como eléctricas. En primer lugar las Mecánicas se corresponden a un 0.8% de la potencia mecánica total, es decir:

$$\Delta P_{mec} = \% \Delta P_{mec} \cdot P_{mec} = \frac{0.8}{100} \cdot 6 \text{ MW} = 0.048 \text{ MW}$$

En cuanto a las eléctricas, el generador tiene una eficiencia del 95%, por lo tanto:

$$\Delta P_{elec} = (1 - \varepsilon) \cdot P_{elec} = (1 - 0.95) \cdot 5 \text{ MW} = 0.25 \text{ MW}$$

Otro parámetro importante a la hora de definir el tren de potencia, son los pares máximos y mínimos que soporta.

El Mínimo par demandado es el necesario para superar las pérdidas a velocidad mínima de 6rpm, para ello hemos de calcular primero las pérdidas tanto mecánicas como eléctricas, debido a que las condiciones de trabajo no son las nominales, si no mucho menores, la pérdida mecánicas, que es determinada por el par y las fricciones se considera un 60% de las pérdidas nominales, mientras que las eléctricas, que son originadas por las pérdidas de disipación de calor, serán un 1% de las nominales, ya que si no está en funcionamiento no tendrá estos problemas:

$$\Delta P_{mec-min} = \Delta P_{mec} \cdot \%P_{min-mec} = 0.048 \text{ MW} \cdot 60\% = 0.0288 \text{ MW}$$

$$\Delta P_{elec-min} = \Delta P_{elec} \cdot \%P_{min-elec} = 0.25 \text{ MW} \cdot 1\% = 0.0025 \text{ MW}$$

$$\Delta P_{min} = \Delta P_{mec-min} + \Delta P_{elec-min} = 0.0288 + 0.0025 = 0.0313 \text{ MW}$$

Calculando así el par mínimo:

$$T_{min} = \frac{P}{\omega} = \frac{31.3 \text{ [kW]}}{\frac{6 \cdot 2 \cdot \pi \text{ [rad]}}{60} \left[\frac{s}{s} \right]} = 49815.49 \text{ Nm}$$

El Par máximo a velocidad y potencia nominal, 12 rpm y 5kW:

$$T_{max} = \frac{P}{\omega} = \frac{5000 \text{ [kW]}}{\frac{12 \cdot 2 \cdot \pi \text{ [rad]}}{60} \left[\frac{s}{s} \right]} = 3978873.577 \text{ Nm}$$

Y se comprueba que efectivamente el punto nominal se encuentra entre estos límites.

v. Rotor Completo

Por lo tanto el momento de inercia del rotor completo incluirá Palas, Buje, Eje y Generador:

$$I_{Total} = I_{Palas} + I_{Buje} + I_{Buje} + I_{Buje} = 63126979,8 \text{ kgm}^2$$

e. Control

Se trata de los diferentes mecanismos y sistemas utilizados para asegurar el funcionamiento del aerogenerador en condiciones adecuadas, así como sistemas de control para su trabajo en condiciones exteriores adversas, como vientos fuertes, y condiciones climáticas no adecuadas, mediante el uso de sensores y actuadores. Un generador de velocidad variable te permite controlar el par con variaciones de velocidad para mantener el punto óptimo de operación a velocidades menores a la nominal, por lo que captura más energía que una turbina de velocidad fija.

Antes de entrar en los mecanismos de control, describir las dos zonas distintas en las que operará nuestra turbina, que determinarán las características del mismo:

- Velocidades menores de la nominal, en las cuales velocidad de rotación y par son variables, buscando siempre el punto óptimo de operación.
- Velocidad nominal (y puntualmente superiores), a par nominal, que se mantiene frente a las variaciones de la velocidad del viento por la variación del ángulo pitch que provoca una variación en el par con el ángulo de ataque, para la producción de una potencia estable en el

tiempo y no superar los límites establecidos por el diseño. El sistema utilizado en el aerogenerador será de control de paso, o pitch control, consistente en un sistema electrónico que varía el ángulo de ataque de las palas para controlar principalmente la potencia producida, frente al *Stall Control* descrito en la introducción.

En la figura siguiente se muestran las curvas en el cual la señal escalonada es la velocidad demandada por el controlador y la otra la velocidad real. El punto óptimo es el punto en el cual la velocidad y el par son nominales sin variación de ángulo pitch. La línea a velocidad angular constante es la línea donde se supera la velocidad del viento del punto nominal y cuando se empieza a variar el ángulo pitch. V_r es la llamada rated wind speed, que quiere decir la velocidad del viento a la cual la turbina llega a su punto nominal, en este caso 9m/s.

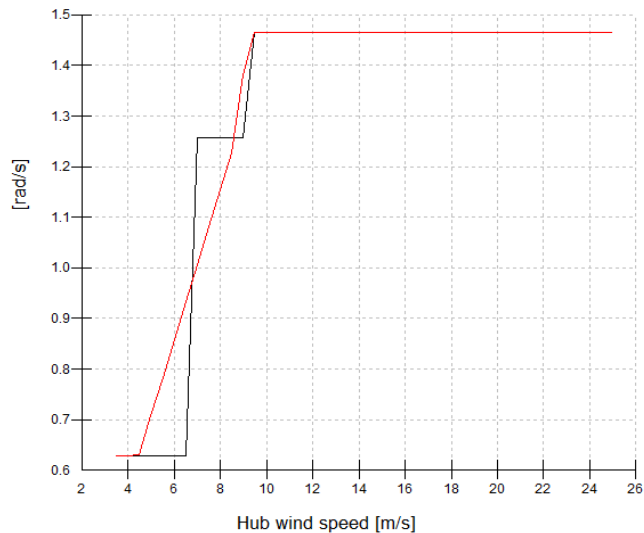


Ilustración 9. Relación de la velocidad de rotación frente a velocidad del viento.

Es un sistema de velocidad variable con control de paso, que se compone de dos controles PI, uno para el par, para regular la velocidad variable, y el otro para el control de paso de ángulo pitch, que asegura la potencia que se está entregando a red. La velocidad variable busca trabajar siempre del punto óptimo, controlado por la electrónica de potencia. La potencia en el estator es transformada por un controlador de frecuencia, para separar la velocidad de giro del rotor de la frecuencia de la red. Será desarrollado más adelante dada su importancia.

El sistema pitch tendrá una velocidad de giro de las palas máxima de 8 grados por segundo y un tiempo de aceleración de giro de 0.2 segundos. Como se puede ver en la figura siguiente el ángulo pitch no empieza a actuar hasta que se sobrepasa la velocidad del punto nominal, permitiendo generar así una potencia estable.

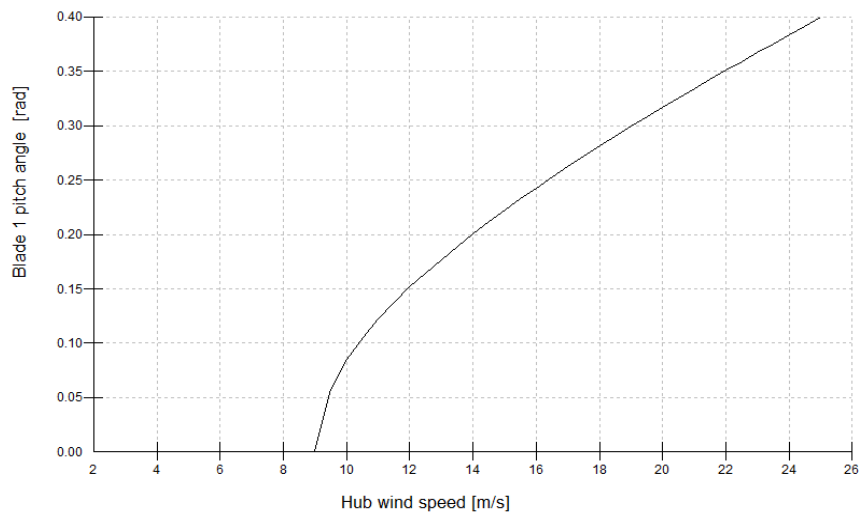


Ilustración 10. Relación del ángulo pitch con la velocidad del viento.

En el aerogenerador se incluyen los siguientes sistemas de seguridad, tanto activos como pasivos:

- **Deformación de palas elásticas** por efecto de la presión y fuerza del viento, que crea una parada que ralentiza la rotación. Para ellos se realizan las palas de forma que tengan cierta conicidad hacia fuera (lado por el que entra el viento), para que la deformación elástica de las palas, sobre todo en las puntas que es donde soporta un par mayor, no interfieran en el correcto funcionamiento. En este caso, el ángulo de conicidad será de 3 grados, y es dada por el fabricante de palas.
- **Sistema de orientación a la dirección del viento**, con un sistema de engranajes con un ángulo con respecto al eje de rotación que busca el viento de frente para mayor eficiencia en su funcionamiento. Antiguamente se utilizaba incluso para desviarlo del viento en casos en los que la velocidad fuera demasiado alta, debido al tiempo de giro que es demasiado alto, la variación de dirección del viento, y los esfuerzos adicionales que se generarían. Tiene un tiempo de aceleración de 6 segundos y una velocidad máxima de giro de 0.3 grados por segundo. Este sistema de orientación tiene una fricción de un 0.3 de la carga normal que soporta. El peso total es el siguiente:

	Palas	Eje	Nacelle	Generador	Hub	TOTAL
Masa[kg]	64920	94294	250000	5813,23	40000	455027,23

Por lo tanto la carga de fricción total será $0.3 \cdot 9.81 \cdot 455027,23 = 1339145.12 \text{ kNm}$

- A grandes potencias, existe un **freno de discos** que interviene para evitar que se embale. En nuestro caso no habrá freno debido a las limitaciones del software utilizado, pero el normalmente utilizado sería el LSS (*Low Speed Shaft*, eje lento, frente a otros que lo utilizan en el eje de alta velocidad HSS)
- El ángulo pitch tiene una función adicional: La **Posición de bandera** (Flag Position), que en términos pitch es 90 grados, es decir, con la cuerda de las palas en paralelo a la dirección del viento. Eso no significa que todas las secciones estén a ese ángulo, debido al ángulo twist de cada sección de la pala. Se suele hacer con el promedio de las distintas secciones, pero no afecta a la posición, son solamente parámetros de construcción, que establecen simplemente las posiciones óptimas para cada caso.

Sistema de Control (28)

En la práctica la velocidad de rotación es alcanzada a bajas velocidades, y lo deseable es que llegados a ese punto se aumente el par y la potencia generada antes que la velocidad. Ya que la turbina actúa en dos modos, lo usual es utilizar una referencia en dos etapas, con el par en función de la velocidad de rotación. En la primera etapa se utilizará una pendiente establecida con los parámetros, y en la segunda a velocidad constante con variación de par hasta el punto óptimo, a partir del cual se activa el pitch control para obtener un par constante.

El sistema PI (el software versión Educational no permite el uso del PID), controla el pitch, velocidad y par, a partir del input, setpoint de potencia generada y error en la velocidad. Para realizar el modelo de control para la turbina se deben tener en cuenta los aspectos constructivos y funcionamiento de la turbina. Los sistemas de seguridad son independientes del sistema de control para evitar fallos de seguridad si el control no funciona. Los principales objetivos de control son:

- Regular par en velocidades superiores a la nominal.
- Eliminar uso excesivo de pitch.
- Reducir cargas en palas, buje, eje y torre.

Control PI para el Par

El control del par se realiza mediante electrónica de potencia. El término proporcional determina la rapidez de respuesta al escalón, mientras que la parte integral se encarga de que el error sea próximo a cero en régimen permanente.

Para definir los parámetros del control PI, se debe tener en cuenta el funcionamiento aerodinámico del rotor, que está descrito como función del par aerodinámico:

$$T_a = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot \pi \cdot R^5 \cdot \frac{C_p}{\lambda^3} \cdot \omega^2$$

El generador por tanto verá un par que será el par aerodinámico (no tiene multiplicadora), quitándole las pérdidas de par en el tren de potencia:

$$T_g = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot \pi \cdot R^5 \cdot \frac{C_p}{\lambda^3} \cdot \omega^2 - T_L$$

Uno de los problemas que tienen las turbinas es su comportamiento con turbulencias. Al buscar constantemente el punto óptimo de operación, debido a la intermitencia del viento el retardo de la acción de los dispositivos de control, está bailando alrededor del punto óptimo, perdiendo eficiencia energética. Para solucionar esta existen varios sistemas:

- Modificar la demanda de par con un término proporcional a la aceleración de rotor, manteniendo la velocidad de rotación constante y variando el par con electrónica de potencia:

$$T_g = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot \pi \cdot R^5 \cdot \frac{C_p}{\lambda^3} \cdot \omega^2 - T_L - B \cdot \dot{\omega}$$

Siendo el balance de potencia:

$$I \cdot \dot{\omega} = T_a - T_g$$

$$(I - B) \cdot \dot{\omega} = T_a - \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot \pi \cdot R^5 \cdot \frac{C_p}{\lambda^3} \cdot \omega^2 - T_L$$

Reduciendo la inercia total de I a I - B.

- Otro método posible sería utiliza medidas de viento para calcular la velocidad del rotor a C_p óptimo, y usar el control de par para alcanzar esa curva.

$$T_a = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot \pi \cdot R^5 \cdot \frac{C_p}{\lambda^2} \cdot \omega^2$$

Creando un estimador del par aerodinámico:

$$T'_a = T_g + I \cdot \dot{\omega}_g$$

Estimando de aquí la función que relaciona el coeficiente aerodinámico con el ratio de velocidad en punta:

$$F(\lambda) = \frac{C_Q}{\lambda^2} = \frac{T'_a}{\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot \pi \cdot R^5 \cdot \omega^2}$$

De donde podemos deducir λ' , siguiendo la siguiente ecuación, siendo $\hat{\lambda}$ el punto óptimo a seguir.

$$\omega_a = \omega_g \cdot \frac{\hat{\lambda}}{\lambda'}$$

Cuanto mayor sea la ganancia, mejor será el seguimiento de C_p . Las turbinas construidas en lugares en los que el ruido no es una limitación pueden ser diseñadas para operar en la trayectoria óptima hasta alcanzar el punto máximo, por lo que es muy interesante para turbinas offshore.

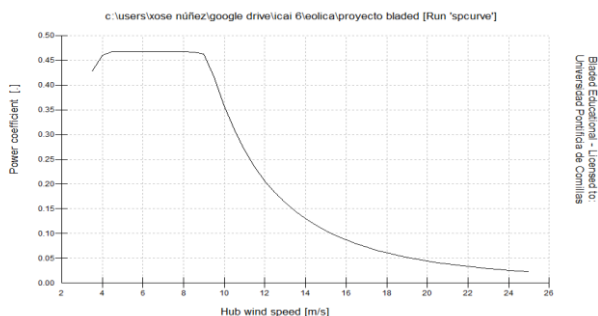


Ilustración 11. Factor de Potencia frente a la velocidad del viento.

Como se puede observar en la figura anterior, el aerogenerador actúa con factor de potencia máximo, hasta llegar al punto óptimo, que el control pitch empieza a actuar, perdiendo gran parte de la energía del viento.

Control PI del ángulo Pitch

Una vez que la turbina ha llegado al punto de par máximo, la velocidad empieza a aumentar. Para regular esa velocidad a par constante se utiliza el ángulo pitch. Se puede utilizar el ángulo pitch para varias el par de forma inversa a la velocidad para mantener la potencia constante. Cualquiera de los dos

métodos son válidos y tienen pocas diferencias, a pesar que el segundo es menos adecuado por razones de estabilidad.

Relación entre el Control de Pitch y el de par

La velocidad máxima del rotor es alcanzada a bajas velocidades de viento, por lo que a partir de ese momento es el par lo que será controlado.

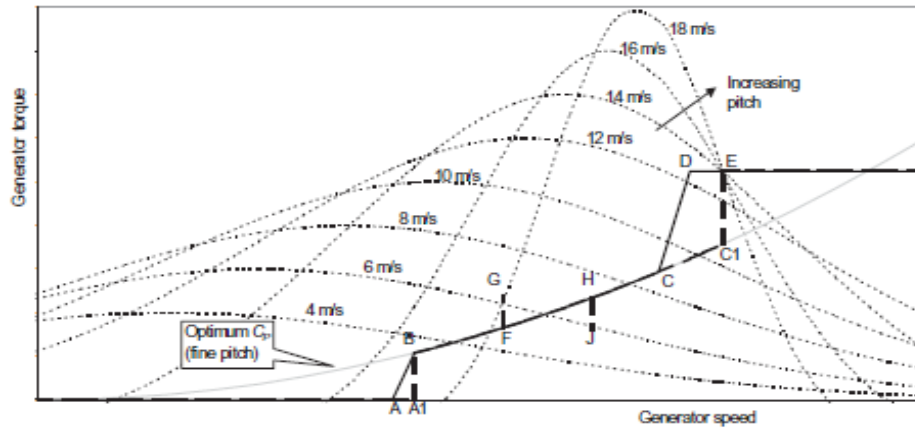


Ilustración 12. Seguimiento de la turbina.

A la hora de generar los puntos de seguimiento de la turbina a distintas velocidades debemos tener en cuenta varios aspectos constructivos de la turbina que limitan ese camino.

- La pendiente de B a C se consigue cambiado el punto de seguimiento de A1 a C1, produciendo un escalón en la entrada, y la salida será una pendiente suave, no un escalón, debido a la saturación de la curva de C_p óptimo.
- El cambio de control de par al pitch se puede realizar con una pendiente CD, y una vez llegue al punto de máximo par, el control pitch entre en funcionamiento.
- Existen velocidades a las que nuestra turbina no debería funcionar debido a los fallos que se pueden provocar en ella, por ejemplo la frecuencia de resonancia de la torre. Por ello, en esos puntos de frecuencia se impondrán puntos de par demandado diferentes al óptimo, G y J, y una vez se alcancen esos puntos a velocidad constante se cambiará la consigna para evitar entrar en esas frecuencias, entre F y H.
- Lo ideal sería realizar el seguimiento por la curva A1-B-C1-E, ya que así tenemos una potencia generada ligeramente mayor.

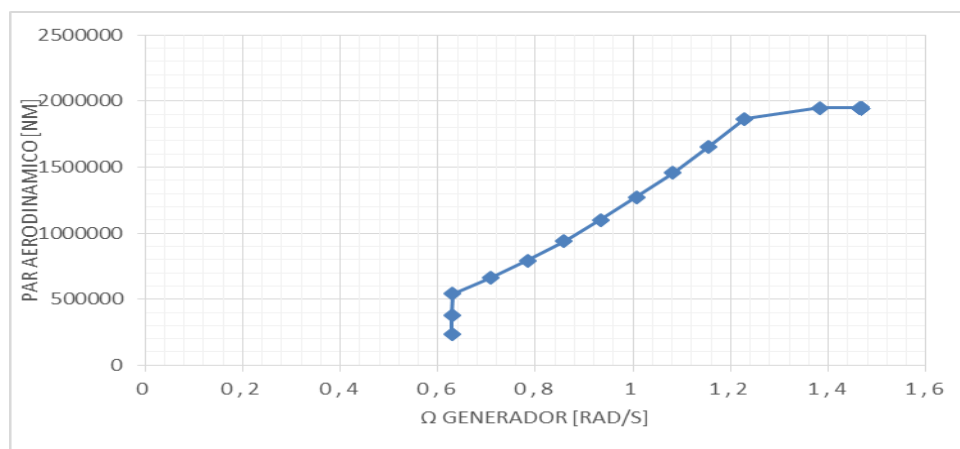


Ilustración 13. Simulación del seguimiento de nuestra turbina en Bladed.

Diseño del control en lazo cerrado

Estos controles se realizan mediante el método llamado *Gain Scheduling*, o Programación de Ganancia, que utiliza diferentes variables para determinar las regiones en las que está operando y habilitar el control lineal necesario en cada caso.

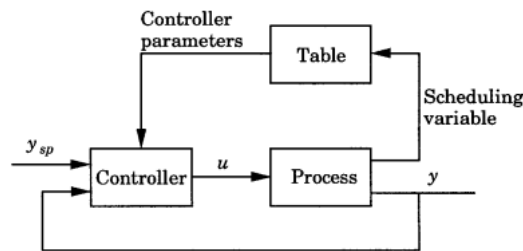


Ilustración 14. Estructura del control adaptativo. (30)

Existen dos ecuaciones que gobiernan los controles, la primera, que afecta al control de par, se utiliza por debajo de velocidad nominal, y la segunda, relativa al ángulo pitch, empieza a actuar cuando el punto de potencia nominal es alcanzado, para evitar que se exceda ese punto, controlando el par.

La ecuación de la dinámica que gobierna la turbina es la siguiente:

$$I \cdot \dot{\omega} = T_a - T_{gen} + \frac{dT}{d\omega} \omega + \frac{dT}{dv} v + \frac{dT}{d\theta} \theta$$

Siendo I la Inercia del rotor completo, T_a el par aerodinámico, T_{gen} el par del aerogenerador, v la velocidad del viento, ω la velocidad de rotación del generador, θ el ángulo pitch, $\frac{dT}{d\omega}$, $\frac{dT}{dv}$, $\frac{dT}{d\theta}$ las derivadas parciales del par respecto a las variables anteriores. Por lo tanto la planta relativa al control de par será:

$$P = \frac{1}{\frac{dT}{d\omega} - Is}$$

Siendo la entrada el error de la velocidad y la salida el Par necesario. Incluyendo el control PI:

$$C = \frac{1}{s} (K_i + s \cdot K_p)$$

Queda un control en lazo abierto como el siguiente:

$$H = \frac{K_i + s \cdot K_p}{s \left(\frac{dT}{d\omega} - Is \right)}$$

Siendo el de lado cerrado:

$$\frac{H}{1 + H}$$

Con los polos y ceros del sistema:

$$I \cdot s^2 + \left(kp - \frac{dT}{d\omega} \right) \cdot s + ki = 0$$

Por lo tanto la frecuencia y amortiguamiento del sistema:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{K_i}{I}}$$

$$\xi = \frac{K_p - \frac{dT}{d\omega}}{2 \cdot I \cdot \omega_0}$$

Escogiendo unos valores adecuados de frecuencia y amortiguamiento:

$$\omega_0 = 1$$

$$\xi = 1/\sqrt{2}$$

Se obtienen los valores de la constante proporcional, constante integral y tiempo integral:

$$K_i = I \cdot \omega_0^2 = 63126979,8 \cdot 1 = 63126979,8$$

$$K_p = 2 \cdot I \cdot \omega_0 \cdot \xi + \frac{dT}{d\omega} = 2 \cdot 63126979,8 \cdot 1 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{dT}{d\omega}$$

$$T_i = \frac{K_p}{K_i} = \frac{63126979,8}{2 \cdot 63126979,8 \cdot 1 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{dT}{d\omega}}$$

Dado que no se posee de un valor fijo de $\frac{dT}{d\omega}$, sino que varía en cada punto de operación, y dado que Bladed no permite variar el valor del control según en el punto que nos encontremos, se debe escoger un valor óptimo para el control. El valor escogido es el del punto óptimo, ya que es el valor al que se quiere llegar con el control de par. De una de las opciones de Bladed, simulamos el funcionamiento del aerogenerador y sacamos sus cargas obteniendo la tabla de la página siguiente, de la cual obtendremos el valor en el punto óptimo:

$$\frac{dT}{d\omega} = -1,8 \cdot 10^6$$

$$K_i = I \cdot \omega_0^2 = 4,16 \cdot 10^7 \cdot 1 = 4,16 \cdot 10^7$$

$$K_p = 2 \cdot I \cdot \omega_0 \cdot \xi + \frac{dT}{d\omega} = 2 \cdot 4,16 \cdot 10^7 \cdot 1 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} - 1,8 \cdot 10^6 = 5,7 \cdot 10^7$$

$$T_i = \frac{K_p}{K_i} = 0,72 \text{ s}$$

WIND SPEED [M/S]	DERIVADAS PARCIALES			VELOCIDAD ANGULAR	
	Par- Velocidad viento [(Nm)/(m/s)]	Par-pitch [Nm/rad]	par- ω rotor [Nms/rad]	Demandada [rad/s]	Medida [rad/s]
3,5	256060	258038	-643918	0,628318	0,628318
4	317472	57348,4	-791861	0,628318	0,628318
4,5	354653	-438353	-8,78E+05	0,628318	0,630251
5	403399	-420353	-9,90E+05	0,628318	0,707739
5,5	447937	-437266	-1,08E+06	0,628318	0,783687
6	487663	-455200	-1,18E+06	0,628318	0,858863
6,5	530826	-479681	-1,27E+06	0,628318	0,933289
7	571113	-541538	-1,37E+06	1,25664	1,00733
7,5	607360	-597425	-1,46E+06	1,25664	1,08116
8	647855	-658900	-1,57E+06	1,25664	1,15469
8,5	688464	-7,37E+05	-1,66E+06	1,25664	1,22804
9	704941	-3,92E+04	-1,80E+06	1,25664	1,3823
9,5	619443	-1,03E+07	-1,35E+06	1,46608	1,46608
10	613156	-1,46E+07	-1,49E+06	1,46608	1,46608
10,5	622664	-1,76E+07	-1,69E+06	1,46608	1,46608
11	623979	-2,06E+07	-2,00E+06	1,46608	1,46608
11,5	650673	-2,31E+07	-2,37E+06	1,46608	1,46608
12	663781	-2,49E+07	-2,73E+06	1,46608	1,46608
12,5	679546	-2,68E+07	-3,11E+06	1,46608	1,46608
13	695849	-2,89E+07	-3,33E+06	1,46608	1,46608
13,5	691969	-3,14E+07	-3,71E+06	1,46608	1,46608
14	719403	-3,38E+07	-4,30E+06	1,46608	1,46608
14,5	750315	-3,57E+07	-4,75E+06	1,46608	1,46608
15	748720	-3,76E+07	-5,21E+06	1,46608	1,46608
15,5	781024	-3,91E+07	-5,60E+06	1,46608	1,46608
16	801598	-4,05E+07	-6,08E+06	1,46608	1,46608
16,5	820263	-4,18E+07	-6,42E+06	1,46608	1,46608
17	828763	-4,35E+07	-6,83E+06	1,46608	1,46608
17,5	837911	-4,55E+07	-7,35E+06	1,46608	1,46608
18	858660	-4,75E+07	-7,86E+06	1,46608	1,46608
18,5	850361	-4,94E+07	-8,33E+06	1,46608	1,46608
19	869255	-5,09E+07	-8,72E+06	1,46608	1,46608
19,5	890096	-5,24E+07	-9,27E+06	1,46608	1,46608
20	921813	-5,39E+07	-9,89E+06	1,46608	1,46608
20,5	942971	-5,54E+07	-1,05E+07	1,46608	1,46608
21	962458	-5,71E+07	-1,10E+07	1,46608	1,46608
21,5	9,77E+05	-5,87E+07	-1,16E+07	1,46608	1,46608
22	9,99E+05	-6,04E+07	-1,22E+07	1,46608	1,46608
22,5	1,02E+06	-6,22E+07	-1,29E+07	1,46608	1,46608
23	1,04E+06	-6,39E+07	-1,36E+07	1,46608	1,46608
23,5	1,07E+06	-6,57E+07	-1,42E+07	1,46608	1,46608
24	1,08E+06	-6,75E+07	-1,48E+07	1,46608	1,46608
24,5	1,09E+06	-6,95E+07	-1,55E+07	1,46608	1,46608
25	1,11E+06	-7,15E+07	-1,62E+07	1,46608	1,46608

Tabla 5. Derivadas parciales del par.

Para mejorar estos valores y hacerlos más eficaces se utiliza el método de Ziegler-Nichols. Para el control de par, se utiliza un escalón de viento pequeño para que no se active el control pitch. Se pone a 0 la K_i , y se va aumentando poco a poco K_d hasta obtener una senoidal estable.

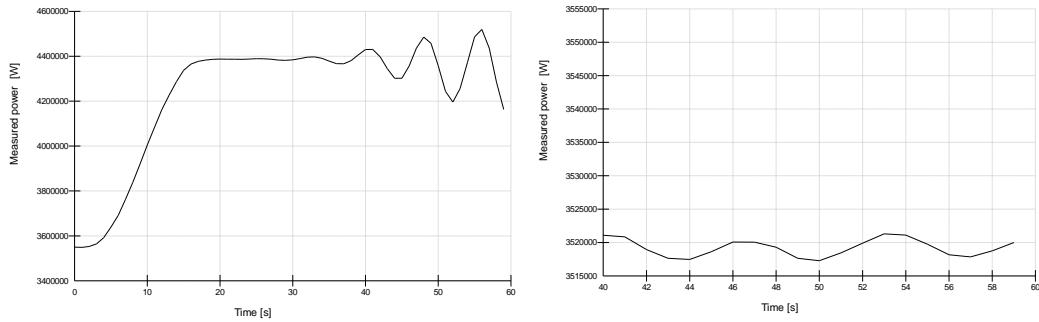


Ilustración 15. Cambio de la senoidal por Ziegler-Nichols.

Este valor de $K_d=K_u$ para que la senoidal se estabilice es de $7 \cdot E^6$, y su periodo 6,5s, con lo cual según la regla de Ziegler-Nichols para lo PI:

- $K_d = K_u \cdot 0.45 = 35 \cdot E^6 \cdot 0.45 = 1,575 \cdot E^7$
- $T_i = T_u / 1.2 = 6.5 / 1.2 = 5.42 \text{ s}$
- $K_i = K_d / T_i = 1,575 \cdot E^7 / 5.42 = 2.90 \cdot E^6$

En el caso del control de P_i , la ecuación que gobierna su comportamiento es la siguiente:

$$I \cdot \dot{\omega} = \frac{dT}{d\omega} \omega + \frac{dT}{d\theta} \theta$$

Siendo I la Inercia del rotor completo, ω la velocidad de rotación del generador, θ el ángulo pitch, $\frac{dT}{d\omega}$ $\frac{dT}{d\theta}$ las derivadas parciales del par respecto a las variables anteriores. Por lo tanto la planta relativa al control de pitch será:

$$P = \frac{-\frac{dT}{d\theta}}{\frac{dT}{d\omega} - Is}$$

Siendo la entrada el error de la velocidad y la salida el Par necesario. Incluyendo el control PI:

$$C = \frac{1}{s} (K_i + s \cdot K_p)$$

Queda un control en lazo abierto como el siguiente:

$$H = \frac{K_i + s \cdot K_p}{s \left(\frac{dT}{d\omega} - Is \right)}$$

Siendo el de lado cerrado:

$$\frac{H}{1 + H}$$

Con los mismos valores de frecuencia y amortiguamiento:

$$\omega_0 = 1$$

$$\xi = 1/\sqrt{2}$$

Se obtienen los valores de la constante proporcional con los valores en el punto nominal de las derivadas del par, constante integral y tiempo integral:

$$K_i = -\frac{I \cdot \omega_0^2}{\frac{dT}{d\omega}} = -\frac{63126979,8 \cdot 1}{-1,8 \cdot 10^6} = -35,07$$

$$K_p = -\frac{2 \cdot I \cdot \omega_0 \cdot \xi + \frac{dT}{d\omega}}{\frac{dT}{d\theta}} = -\frac{2 \cdot 63126979,8 \cdot 1 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} - 1,8 \cdot 10^6}{-3,92 \cdot 10^4} = -2277,446$$

$$T_i = \frac{K_p}{K_i} = \frac{-2277,44}{-35,07} = 0$$

En este caso también utilizaremos el método de Ziegler-Nichols, con la ganancia en 1, y valor de $K_i=0$:

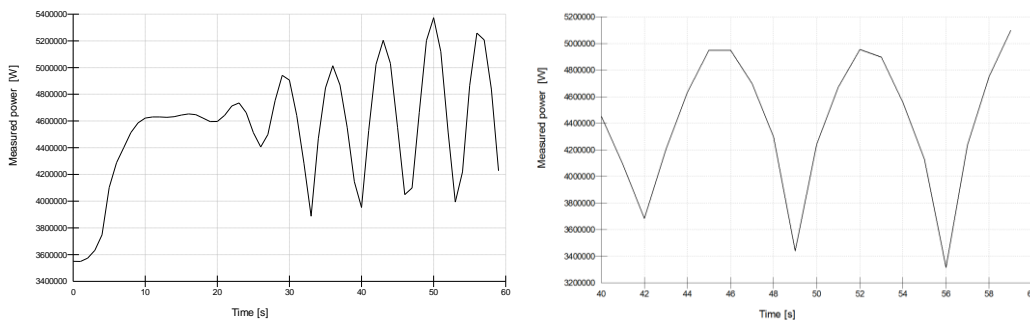


Ilustración 16. Estabilización de la senoidal.

Este valor de $K_d=K_u$ para que la senoidal se estabilice es de $4 \cdot E^6$, y su periodo 7 s, con lo cual según la regla de Ziegler-Nichols para lo PI:

- $K_d = K_u \cdot 0,45 = 4 \cdot E^6 \cdot 0,45 = 1,8 \cdot E^6$
- $T_i = T_u / 1,2 = 7 / 1,2 = 5,83$ s
- $K_i = K_d / T_i = 1,8 \cdot E^6 / 5,83 = 3,08 \cdot E^5$

Dado que no se posee de un valor fijo de $\frac{dT}{d\theta}$, sino que varía en cada punto de operación, en el caso del control pitch, utilizaremos el sistema de *Gain Scheduling*, o programación de ganancia. Este sistema permite hacer un cambio de ganancia en cada etapa según un valor de variable de control. Bladed te permite escoger como variable de control la velocidad del viento, velocidad de rotación, potencia o ángulo pitch. En este caso se usa el pitch debido que es la variable que cambiamos en la etapa a partir del punto nominal, para mantener la potencia estable con el control pitch. El cambio del ángulo pitch provoca una variación en el comportamiento aerodinámico de la turbina, por lo que es la variable escogida.

A velocidades cercanas a la nominal, la sensibilidad del par respecto a la variación del ángulo pitch es muy pequeña, y sin embargo a mayores velocidades se necesita una ganancia mucho menor debido a su mayor sensibilidad al pitch. Normalmente la relación de ambos valores varía linealmente, con lo que se puede variar la ganancia de forma inversamente proporcional al pitch. Está se variará respecto al punto nominal con los valores de la tabla anterior, con los valores de par respecto al pitch, que provocarán un cambio en la ganancia:

Pitch	Kd/Kd _{nom}	Gain
0,058096	3,59E+06	2,00E+00
0,085075	2,54E+06	1,41E+00
0,105119	2,10E+06	1,17E+00
0,122421	1,80E+06	1,00E+00
0,137687	1,60E+06	8,92E-01
0,151672	1,49E+06	8,26E-01
0,164756	1,38E+06	7,68E-01
0,177165	1,28E+06	7,12E-01
0,189272	1,18E+06	6,55E-01
0,200883	1,10E+06	6,09E-01
0,211858	1,04E+06	5,76E-01
0,222576	9,85E+05	5,47E-01
0,232892	9,46E+05	5,26E-01
0,242899	9,13E+05	5,07E-01
0,252665	8,84E+05	4,91E-01
0,262307	8,51E+05	4,73E-01
0,271858	8,13E+05	4,52E-01
0,281241	7,78E+05	4,32E-01
0,290437	7,50E+05	4,16E-01
0,299431	7,27E+05	4,04E-01
0,308286	7,06E+05	3,92E-01
0,316979	6,87E+05	3,81E-01
0,325558	6,68E+05	3,71E-01
0,334054	6,48E+05	3,60E-01
0,342501	6,30E+05	3,50E-01
0,350849	6,13E+05	3,40E-01
0,359109	5,95E+05	3,31E-01
0,367281	5,79E+05	3,22E-01
0,375377	5,63E+05	3,13E-01
0,383407	5,48E+05	3,04E-01
0,391402	5,32E+05	2,96E-01
0,399318	5,18E+05	2,88E-01
0,058096	3,59E+06	2,00E+00

Tabla 6. Programación de ganancia respecto al ángulo pitch.

Si se convierte la tabla anterior en un polinomio que la programación de ganancia debe seguir se obtiene:

$$G = 4.1195 \cdot \theta^2 - 3.7214 \cdot \theta + 1.0336$$

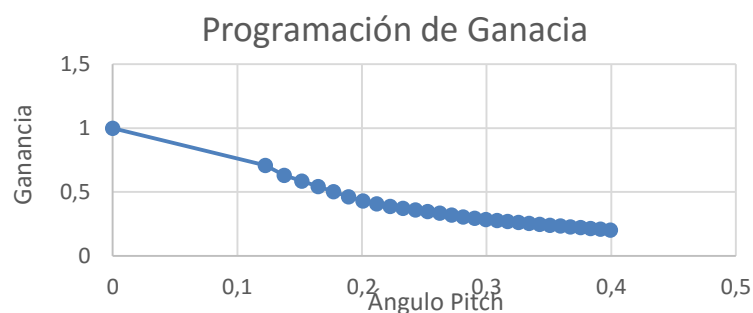


Figura 6. Programación de Ganancia Control Pitch.

Que si es comparada con el valor de la tabla dan unos errores muy pequeños como se puede ver en la siguiente tabla:

Ganancia según fórmula	Ganancia Teórica	Error
2,307871	2,000000	15%
1,681422	1,997085	-16%
1,430689	1,411401	1%
1,260907	1,168277	8%
1,125663	1,000000	13%
1,015038	0,891540	14%
0,920857	0,826297	11%
0,838944	0,767937	9%
0,766794	0,712058	8%
0,701597	0,655084	7%
0,643892	0,608889	6%
0,593687	0,576114	3%
0,548727	0,547270	0%
0,509253	0,525710	-3%
0,474522	0,507407	-6%
0,444007	0,491274	-10%
0,417156	0,472631	-12%
0,393767	0,451748	-13%
0,373900	0,432359	-14%
0,357420	0,416413	-14%
0,344166	0,403812	-15%
0,333884	0,392176	-15%
0,326460	0,381403	-14%
0,321727	0,371073	-13%
0,319580	0,360021	-11%
0,319951	0,350026	-9%
0,322772	0,340344	-5%
0,327965	0,330545	-1%
0,335453	0,321546	4%
2,307871	2,000000	15%
1,681422	1,997085	-16%
1,430689	1,411401	1%
1,260907	1,168277	8%

Tabla 7. Error en el Gain Scheduling

Por lo tanto debido a estos pequeños errores se puede decir que este modelo es correcto.

Sin embargo, la fuerza de arrastre varía de forma diferente, por su relación con la dinámica de la torre. Se debe generar un modelo lineal del sistema en la curva de operación del sistema con una ganancia que asegure el correcto funcionamiento de la turbina, pero dadas las limitaciones de *Bladed Educational* no se tendrá en cuenta en este proyecto.

De los valores de los controles se puede confirmar que para el control de par puede ser medianamente lento y suave, mientras que el control pitch, la aerodinámica del rotor y estructural lo complican. Se usa un diseño linealizado que debe incluir las características del generador, vibración de la torre, respuesta del transductor y del actuador del ángulo pitch y en la linealización del sistema se incluyen las derivadas parciales del par y la presión en las palas con respecto al pitch, velocidad angular y del viento. (31)

Resonancia

Hay que tener en cuenta además otro aspecto a la hora de realizar el control, y es que la turbina no puede operar a frecuencias cercanas a la frecuencia natural de resonancia de la torre para evitar posibles daños estructurales. Dado que el software no permite adentrarse en tanto detalle, simplemente se menciona, pero su valor sería de:

$$\omega_{torre} = \sqrt{\frac{K}{M}}$$

Siendo M la masa modal, y K la rigidez.

Mediante un análisis modal en *Bladed* obtenemos los siguientes valores de la torre:

Frecuencia (Hz)	0.014
Amortiguamiento	0
Masa Modal (kg)	170500
Rigidez Modal (Nm ²)	12463

Se le pueden añadir además otros elementos de control a la turbina para mejorar su comportamiento, como filtros de armónicos o saltos de frecuencia, pero dado que el modelo no lo permite y no es uno de los objetivos del sistema, se dejará de lado.

3

SIMULACION Y RESULTADOS

El diseño de una turbina debe estar basado sobre la verificación estructural de los componentes que soportan las diferentes cargas a ala que están sometidas. Se deben verificar las cargas en dichos componentes a fatiga y estado último para demostrar su integridad estructural.

Existen una serie de tablas que determinan el método a seguir para confirmar la validez de los cálculos. Para confirmar el diseño se tienen en cuenta diversas condiciones eólicas y marinas y su variación a lo largo de los periodos de tiempo que se establezcan para las simulaciones. Otro factor a tener en cuenta es el comportamiento dinámico del aerogenerador, elasticidad de sus componentes, movimiento, vibraciones, etc...

Para determinar el correcto diseño, se pueden representar una serie de situaciones que cubren las diferentes condiciones que la turbina puede experimentar. Se incluyen como una combinación de operación, instalación y mantenimiento con una probabilidad de ocurrencia relativa. Existen condiciones normales y extremas, que serán determinadas por un periodo de recurrencia de 1 año y 5 años respectivamente.

El cálculo de estas condiciones se especifica en el Anexo 2: Condiciones de Carga. Dos tipos de análisis deben llevarse a cabo:

- Estado Último
- Fatiga

a. Estudio de los casos de carga

A continuación se procede a la descripción de los casos de diseño de carga. Para cada uno de ellos se utilizará un modelo de viento detallado en el Anexo 2. Los datos obtenidos en cada caso se encuentran en el Anexo 3, y los máximos y mínimos en cada caso en una tabla resumen al final de este apartado.

DLC 1.1

El primer caso es un Normal Wind Profile sin condiciones especiales, con turbulencias. Por así decirlo es el caso base.

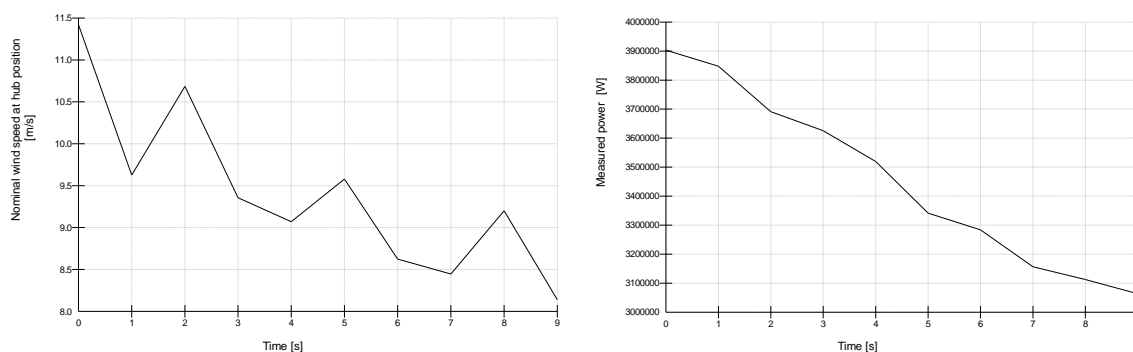


Ilustración 17. Perfil del Viento y Potencia Generada DLC1.1

DLC 1.2

El DLC 1.2 es un modelo de turbulencias extremas sin condiciones adicionales.

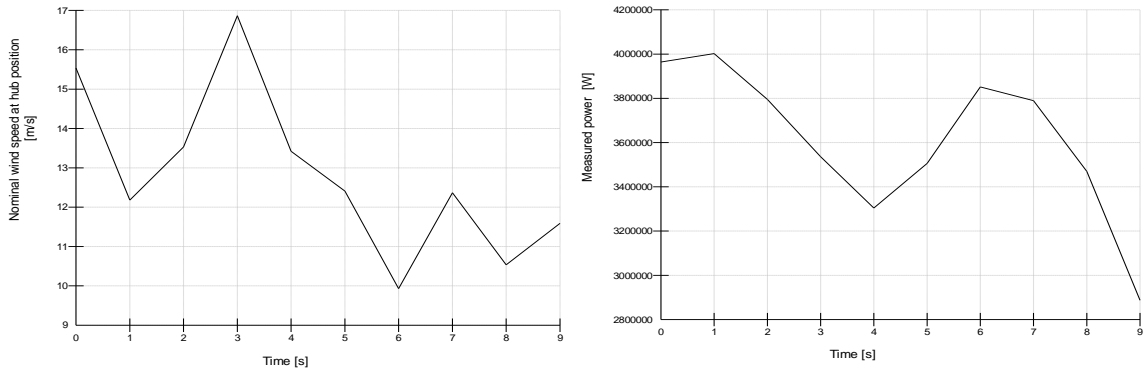


Ilustración 18. Perfil del Viento y Potencia Generada DLC 1.2

DLC 1.3

El DLC 1.3 utiliza un modelo de ECD (Extrem Coherent Gust with Direction Change), es decir ráfaga extrema con cambio de dirección.

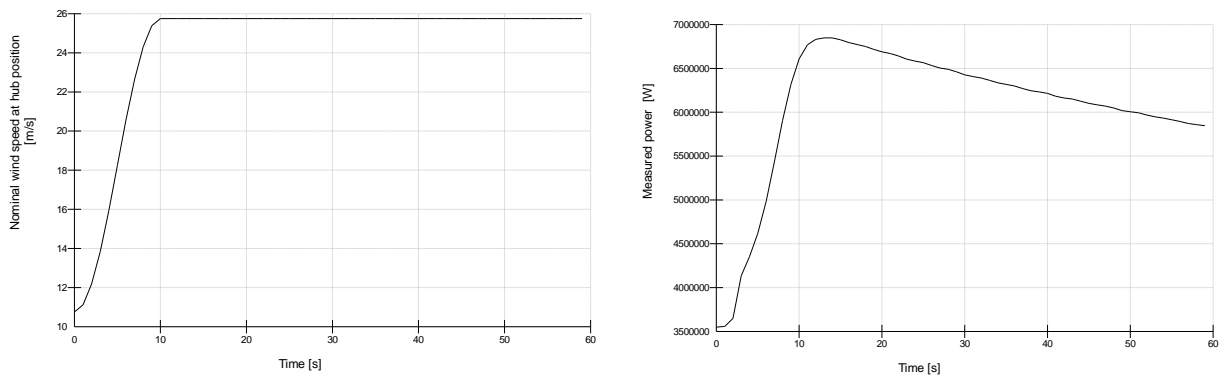


Ilustración 19. Viento y Potencia en DLC 1.3.

DLC 1.4

Este caso utiliza un modelo Normal sin turbulencias, con una condición de fallo en la red en el séptimo segundo del rango estudiado.

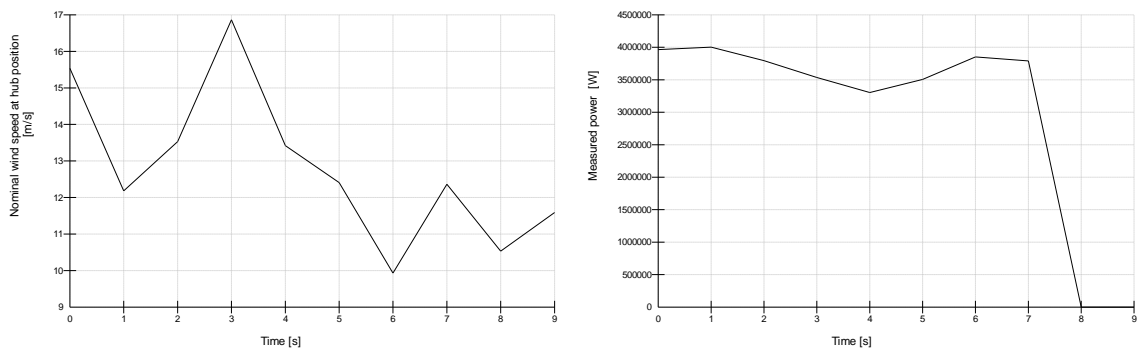


Ilustración 20. Perfil del Viento y Potencia Generada DLC 1.4

DLC 1.5

El caso DLC 1.5 utilizará un modelo de viento EOG1, es decir, Extreme Operating Gust en un año, y como condición adicional una pérdida de red que se establecerá en el segundo $t=25s$. Los resultados de la tabla final son los del caso con pérdida de red.

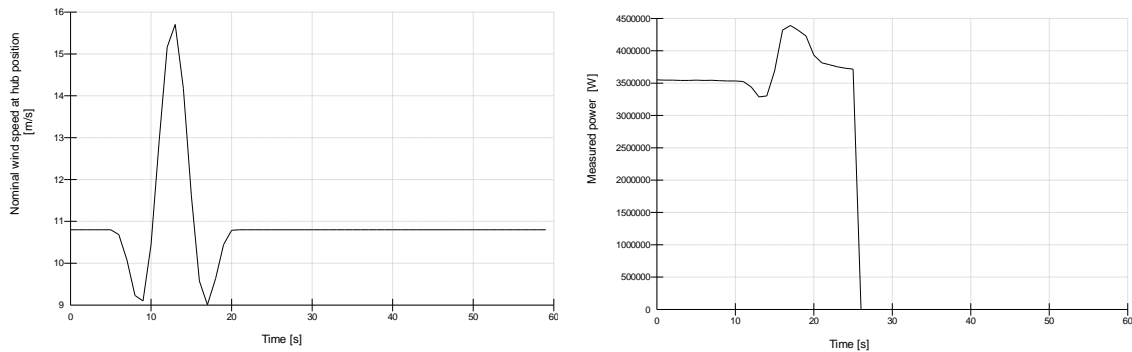


Ilustración 21. DLC 1.5.

DLC 1.6

El caso DLC 1.6 utilizará un modelo de viento de ráfaga EOG50, es decir, Extreme Operating Gust en cincuenta años, y sin condiciones adicionales.

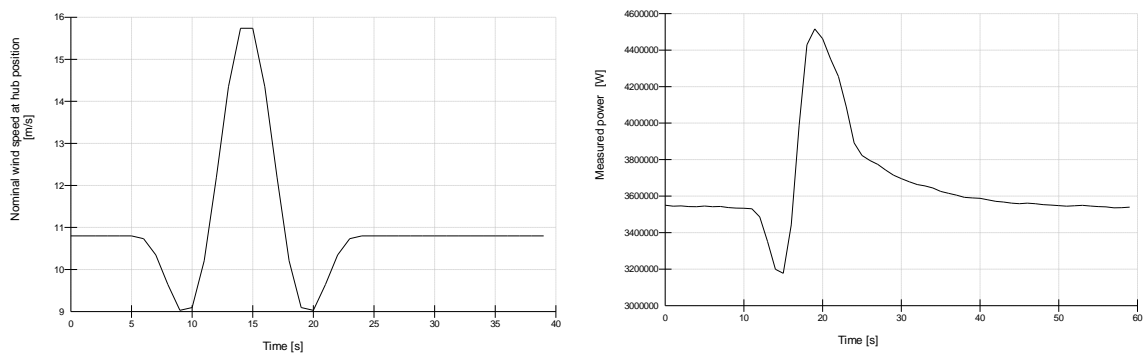


Ilustración 22. Perfil del Viento y Potencia Generada DLC 1.6

DLC 1.7

Este caso utiliza un EWS, cizalladura de viento extrema en dirección perpendicular al eje.

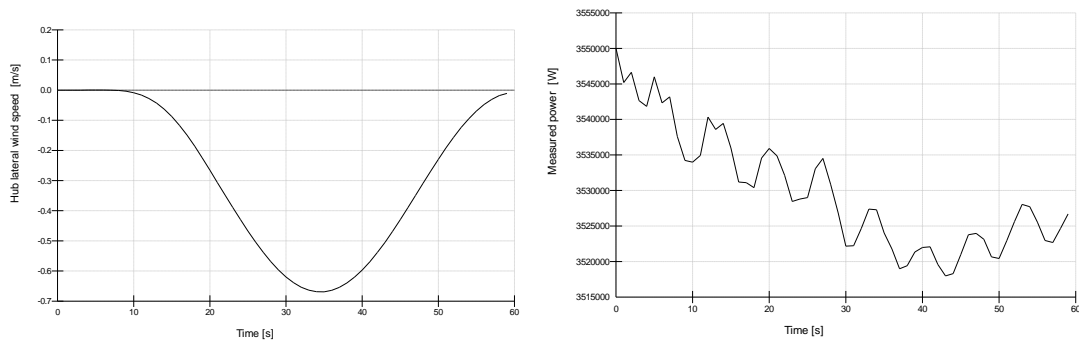


Ilustración 23. Viento perpendicular al eje y potencia producida en DLC 1.7.

DLC 1.8

El DLC 1.8 es un modelo normal sin turbulencias pero con la acción de hielo sobre las palas:

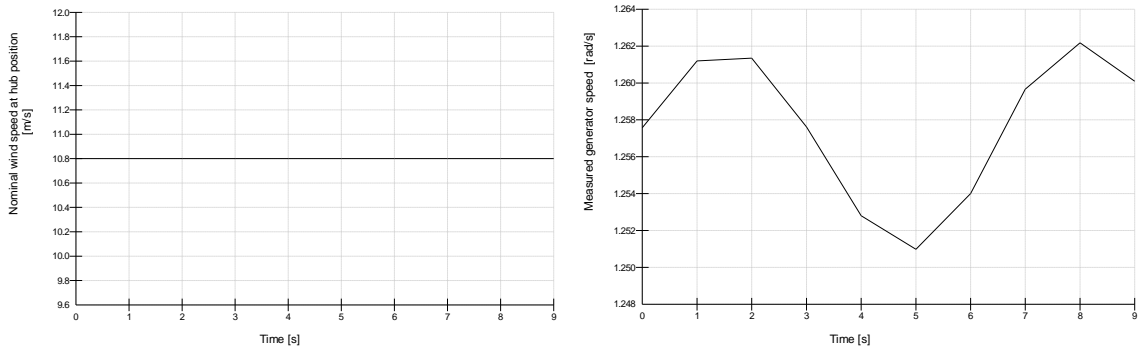


Ilustración 24. Perfil del Viento y Potencia Generada DLC 1.8

DLC 1.10

El caso 1.10 es igual al 1.1, pero con distintas condiciones marinas, con una altura significativa de la ola de 20.41m.

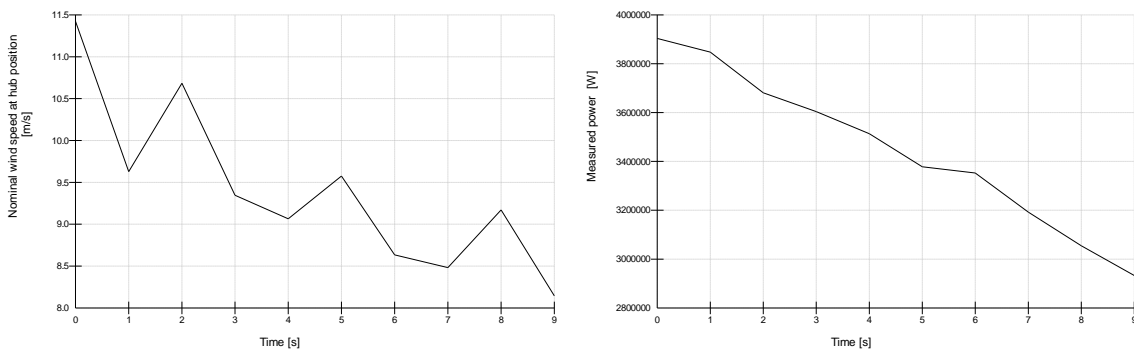


Ilustración 25. Velocidad del Viento y Potencia en el DLC 1.10.

DLC 2.1

El DLC 2.1 es un perfil normal sin turbulencias, y con un fallo en el sistema de control en el séptimo segundo.

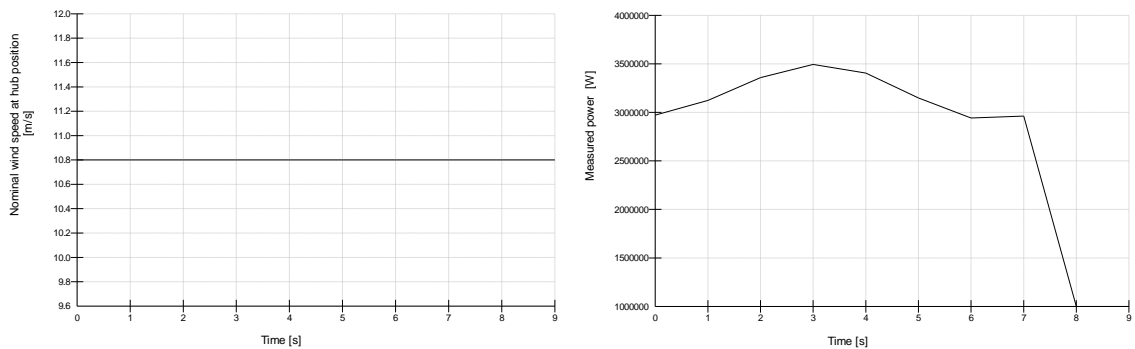


Ilustración 26. Perfil del Viento y Potencia Generada DLC 2.1

DLC 2.2

Este caso es un perfil normal sin turbulencias, con un fallo en el sistema pitch de una pala, y la pérdida de la red un poco más adelante.

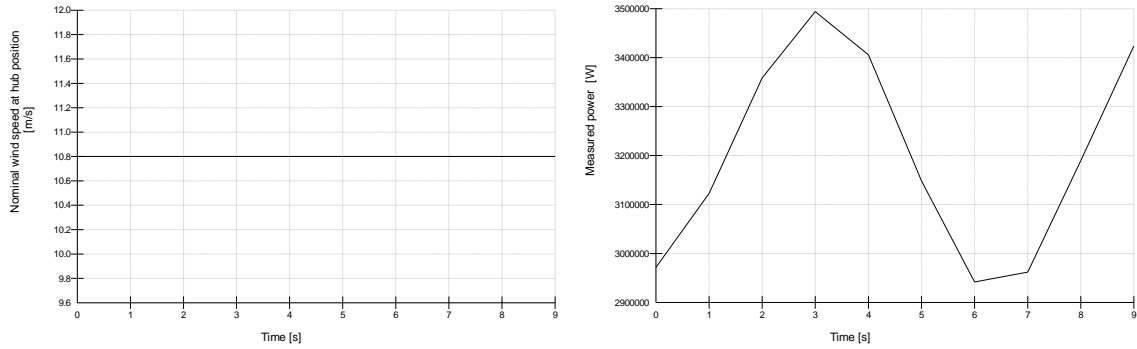


Ilustración 27. Perfil del Viento y Potencia Generada DLC 2.2

DLC 3.1

El Caso 3.1 está compuesto por una arrancada del aerogenerador.

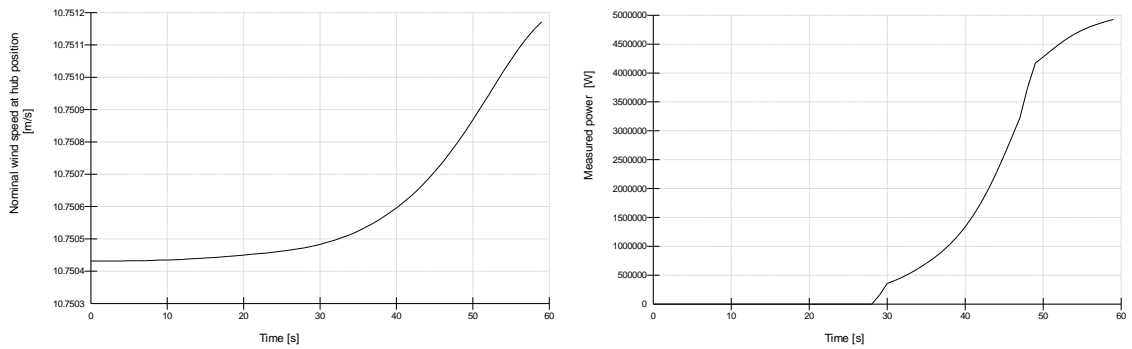


Ilustración 28. Arranque en DLC 3.1.

DLC 3.2

Como el caso anterior, el DLC 3.2 aplica un arranque, pero en este caso usa un ráfaga extrema durante el mismo.

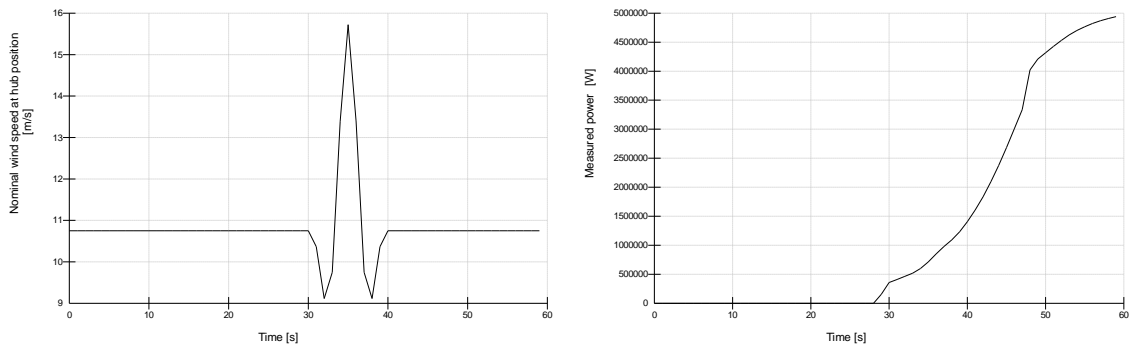


Ilustración 29. Viento y Potencia del DLC 3.2

DLC 4.1

El DLC 4.1 aplica una parada con viento normal.

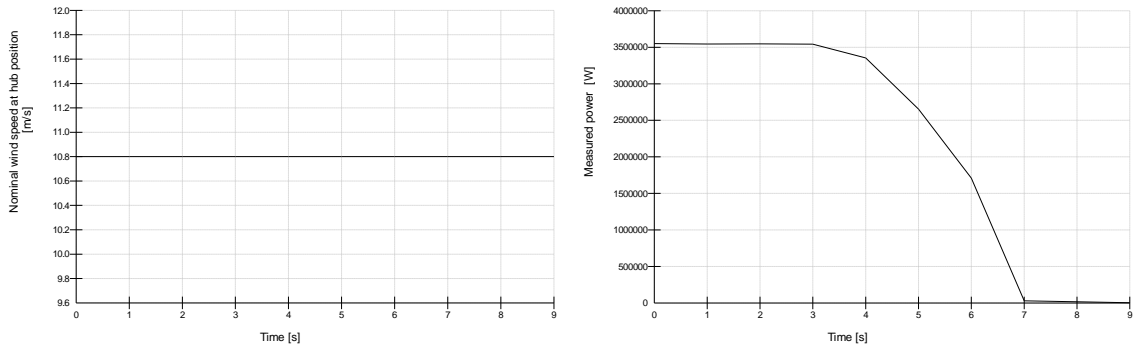


Ilustración 30. Viento y Potencia del DLC 4.1

DLC 5.1

El DLC 5.1 aplica una parada de emergencia con viento normal.

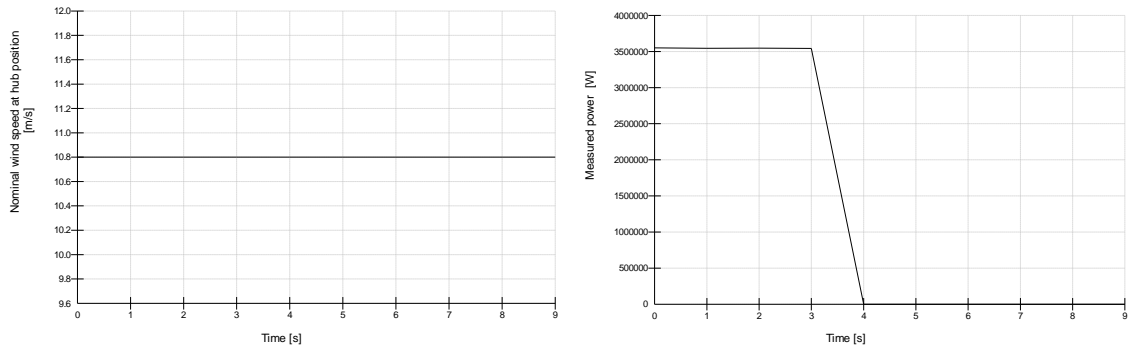


Ilustración 31. Viento y Potencia en el DLC 5.1

DLC 6.1

El caso 6.1 se trata un modelo de viento extremo y ola sobre 50 años con turbulencias y una desalineación con el viento de 8° , y variaciones de 30° .

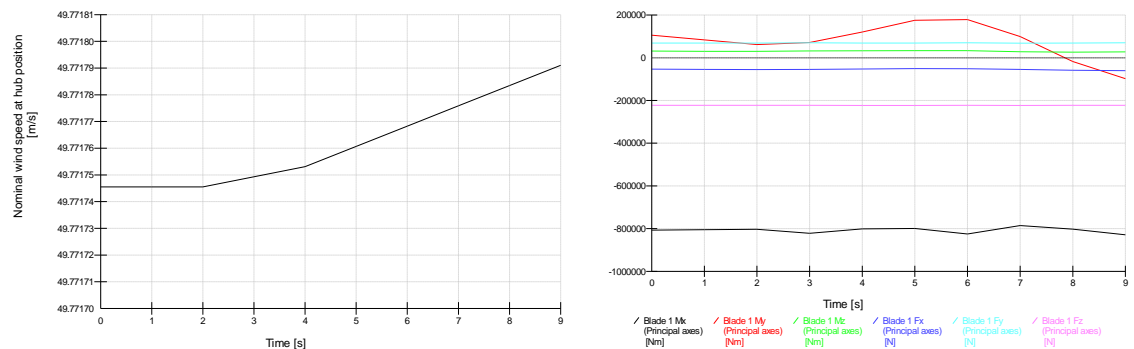


Ilustración 32. Viento y Cargas sobre las palas en DLC 6.1.

DLC 6.2

El caso 6.2 se trata un modelo de viento extremo y ola sobre 50 años con turbulencias, una caída de la red y una desalineación con el viento de 180° , y variaciones de 30° durante 10 segundos.

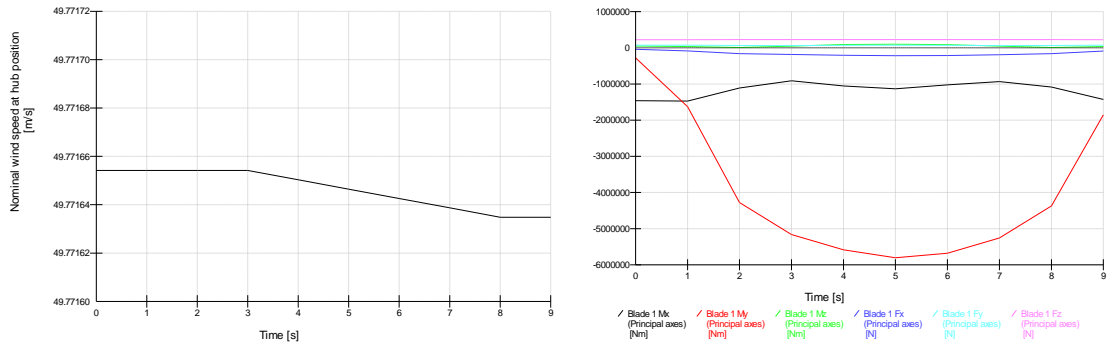


Ilustración 33. Viento y Cargas en palas del DLC 6.2.

DLC 6.3

El caso 6.3 se trata un modelo de viento extremo y ola sobre un periodo de 1 año con turbulencias y una desalineación con el viento de 20° , y variaciones de 37° .

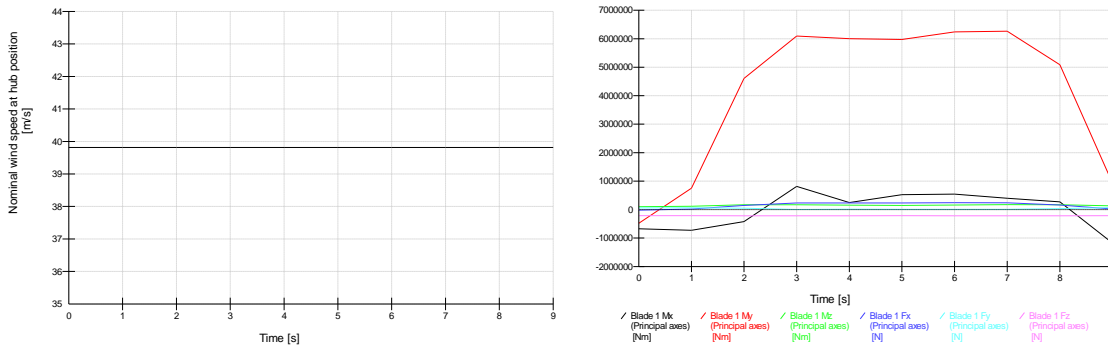


Ilustración 34. Viento y Cargas en las palas en DLC 6.3.

DLC 6.4

El caso 6.4 se trata un modelo de viento normal con turbulencias y una desalineación con el viento de 8° .

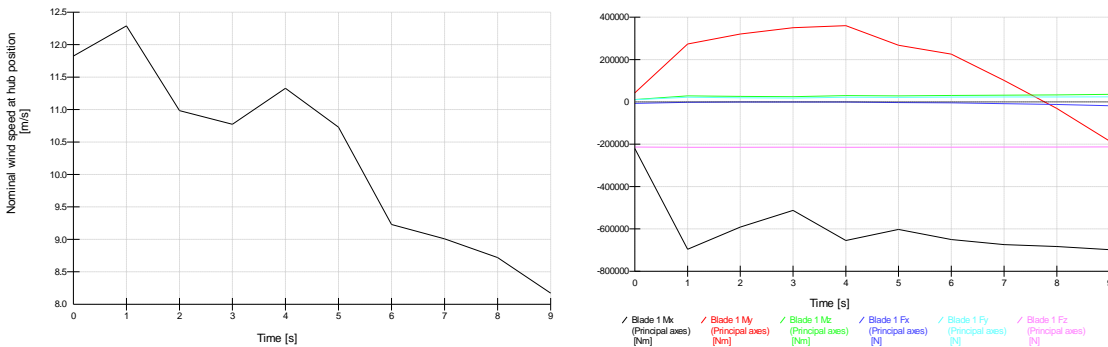


Ilustración 35. Viento y Cargas sobre la Pala en DLC 6.4

DLC 7.1

El caso 7.1 se trata un modelo de viento extremo y ola con turbulencias y un error en el yaw de 180° a un ratio de $15^\circ/\text{s}$.

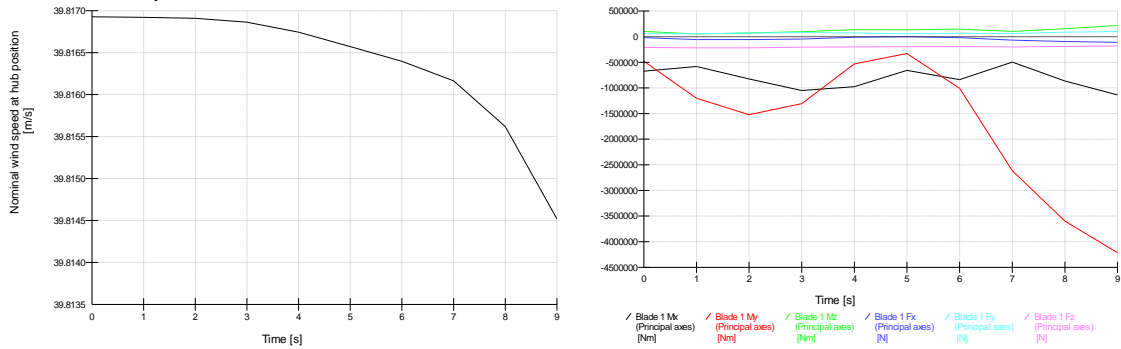


Ilustración 36. Viento y Carga en palas DLC 7.1.

DLC 7.2

Este caso se utiliza un modelo normal turbulento con fallos en la red.

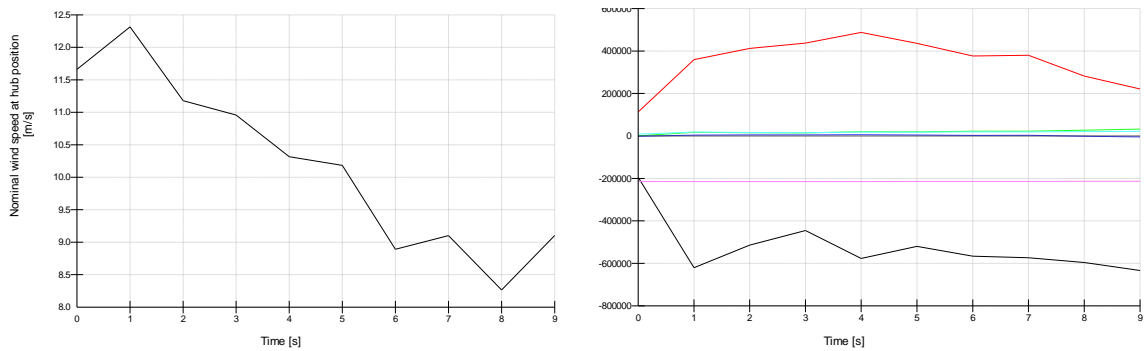


Ilustración 37. Viento y cargas en la pala DLC 7.2.

DLC 8.1

Este caso es un mantenimiento de la turbina por lo que se simulará en reposo, con una racha de viento con valores máximos de un año, y dirección del viento cambiante 30° .

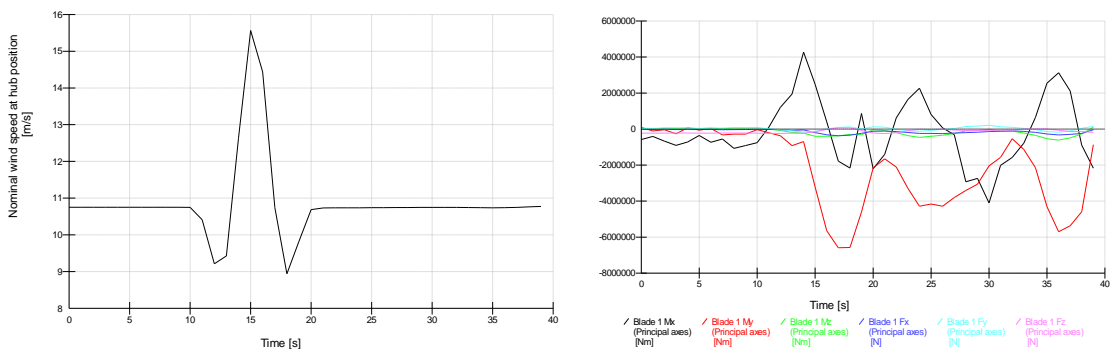


Ilustración 38. Viento y Cargas en las palas DLC 8.1.

DLC 8.2

Se trata de un caso de mantenimiento con viento extremo máximo de un año, con un ángulo de viento de 8° , con una variación de 15° , y una desalineación del sistema de orientación de 180° .

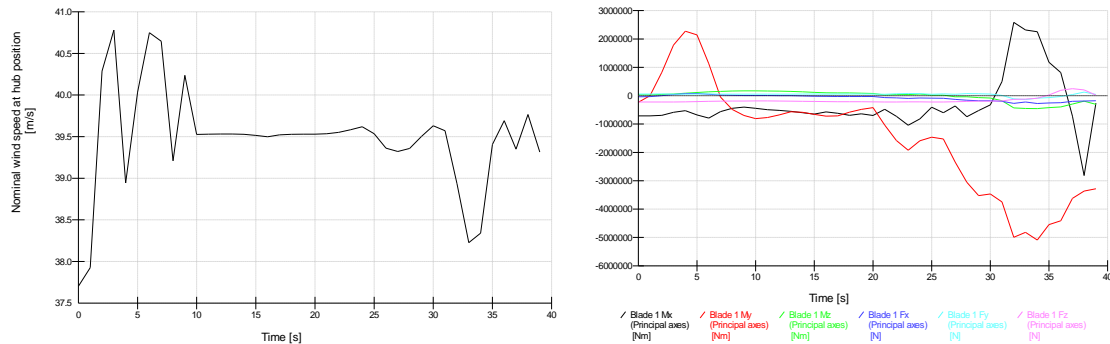


Ilustración 39. Viento y Carga en las palas DLC 8.2.

DLC 8.4

Se trata de un caso de mantenimiento con viento normal turbulento, y un fallo de red en el octavo segundo.

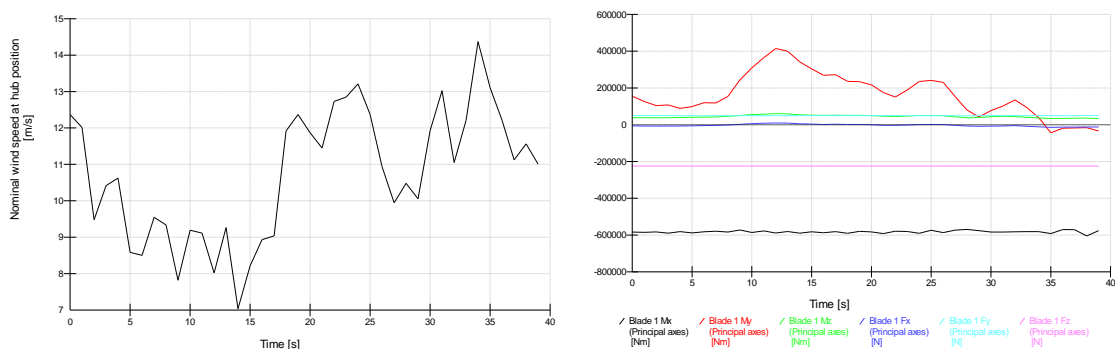


Ilustración 40. Viento y Carga en las palas DLC 8.4.

Para el cálculo de estado último y fatiga se deben obtener la tensión de Von Mises en los distintos puntos para ver si el material aguanta. En la torre, suponiendo la torre de hormigón en su totalidad, se calculan las características de la misma para el cálculo de su resistencia a fatiga. Se estudiarán dos casos, la base y la punta de la torre.

I. Base y Extremo superior de la torre

Previo al análisis cuantitativo, se han de indicar las características de la torre. Como se ha descrito previamente, se ha utilizado una torre de hormigón con armadura de acero. Dichas armadura se ha cogido de las armaduras calculadas por Laura Estevez en el proyecto paralelo a este "Zona Emergente de estructura soporte de un aerogenerador marino" (7). En el mismo señala las características de la armadura:

- Armadura longitudinal:

- 320 barras de diámetro 32mm, dispuestas en dos capas concéntricas de 160 barras cada una:

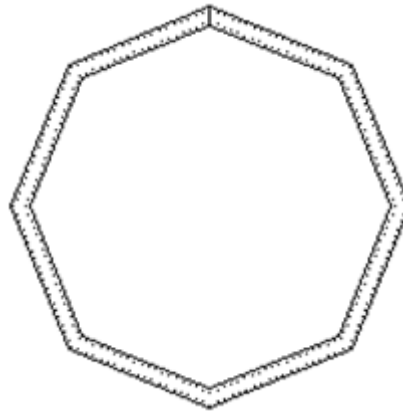


Ilustración 41. Armadura Longitudinal de la Torre.

- Estribos:
 - 160 Barras
 - Diámetro de 14 mm.
 - Área longitudinal de 246.3 cm².
- Armadura transversal (de cortante):
 - área efectiva de 78.5 cm²/m
 - Diámetro de los estribos de 10 mm
 - Separación entre armaduras de 40 mm y 4 ramas.
- Armadura transversal (de torsión, se suma):
- Estribos verticales:
 - 2 estribos
 - Diámetro de 12 mm.
 - Separación entre estribos de 0.1 m.
 - At es el área de la armadura transversal, que será 25 cm²/m.

Estos valores se tendrán en cuenta a la hora de analizar las tensiones en cada punto. Tanto en la base como en el extremo superior de la de la torre se tienen en cuenta los siguientes esfuerzos al ser los más relevantes:

- Fuerza en el eje x e y, principalmente por fuerza del viento y de las mareas. Generan una tensión cortante en todos los planos cortantes. Para el caso de un cilindro hueco de poco espesor la tensión cortante se puede aproximar como:

$$\sigma_{ij} = \frac{N_i}{2 \cdot A}$$

- Fuerza en el eje z, debido en gran parte al peso de los componentes.
- Momentos en x e y, provocados por la flexión de la torre por las fuerzas sobre la misma.
- Momento de torsión en z, provocado por el giro de la turbina.

Para el cálculo de las tensiones se han de calcular los siguientes elementos:

1. Área de sección de la torre:

$$\text{Acero longitudinal: } A_{Acero} = N \cdot \pi \cdot (R^2) = 320 \cdot \pi \cdot (0,032^2) = 1.0295 \text{ m}^2$$

Poniendo la armadura a una distancia de 3 metros de radio interior el radio exterior sería:

$$1.0295 = \pi \cdot (3.15^2 - Ri^2) \rightarrow Ri = 3.1369 \text{ m}$$

$$\text{Acero transversal: } A_{Acero} = 78 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

$$\text{Hormigón: } A_{hormigón} = \pi \cdot (Re^2 - Ri^2) - A_{longitudinal \text{ acero}} = \pi \cdot (3.15^2 - 2.85^2) - 1.0295 = 4.6259 \text{ m}^2$$

2. Momentos de inercia según los ejes:

$$\text{Hormigón: } I_x = I_y = \frac{\pi}{4} \cdot (Re^4 - Ri^4) = 25.5105 \text{ m}^4$$

$$\text{Hormigón: } I_p = \frac{\pi}{2} \cdot (Re^4 - Ri^4) = 8.0986 \text{ m}^4$$

$$\text{Acero: } I_x = I_y = \frac{\pi}{4} \cdot (Re^4 - Ri^4) = 9.4291 \text{ m}^4$$

$$\text{Acero: } I_p = \frac{\pi}{2} \cdot (Re^4 - Ri^4) = 1.5437 \text{ m}^4$$

3. Momentos resistentes para los momentos:

$$\text{Hormigón: } W_x = W_y = W_{xy} = \frac{I_y}{x_{max}} = \frac{I_x}{y_{max}} = \frac{408.1683}{6.3} = 64.7886 \text{ m}^3$$

Con ello y los esfuerzos de las simulaciones, se pueden obtener los esfuerzos en el punto de máxima carga en la base de la torre:

$$\sigma_x = \frac{N_x}{A_{transversal \text{ acero}}} + \frac{M_z \cdot r}{I_p \text{ acero}}$$

$$\sigma_y = \frac{N_y}{A_{transversal \text{ acero}}} + \frac{M_z \cdot r}{I_p \text{ acero}}$$

El punto de carga máxima en el eje z es donde se componen ambos momentos:

$$M_{xy} = \sqrt{M_x^2 + M_y^2}$$

Dependiendo de si el punto está a tracción o compresión, será diferente. El hormigón (que tiene mayor resistencia a compresión) y la armadura (soporta las cargas a compresión) serán estudiados a compresión y tracción respectivamente para estado último y fatiga.

- A tracción absorbe todo el el esfuerzo el acero.

$$\text{Tracción: } \sigma_z = \frac{N_z}{A_{longitudinal \text{ acero}}} + \frac{M_{xy} \cdot Re}{I_{xy}}$$

- En compresión se dividirá el esfuerzo total entre el hormigón y el acero, pero se usará en los cálculos el del hormigón:

$$N_z = \frac{N_h \cdot A_h \cdot E_h + N_a \cdot A_a \cdot E_a}{A_h \cdot E_h + A_a \cdot E_a}$$

$$\text{Compresión: } \sigma_h = \frac{N_{\text{hormigón}}}{A_{\text{hormigón}}} + \frac{M_{xy}}{W_{\text{hormigón}}}$$

$$\text{Compresión: } \sigma_a = \frac{N_{\text{acero}}}{A_{\text{acero}}} + \frac{M_{xy}}{W_{\text{acero}}}$$

$$\sigma_{xy} = \frac{\sqrt{F_x^2 + F_y^2}}{A_{\text{transversal acero}} + A_{\text{hormigón}}}$$

$$\sigma_{yz} = \frac{N_y}{2 \cdot A_{\text{transversal acero}}}$$

$$\sigma_{xz} = \frac{N_z}{2 \cdot A_{\text{transversal acero}}}$$



Ilustración 42. Sección de la torre.

Por último estos resultados se deberán considerar calculando la tensión de Von Mises para su estudio de estado último y fatiga en los casos que aplique.

$$\sigma_{VM} = \sqrt{\frac{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_x - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_y)^2 + 6 \cdot (\sigma_{xy}^2 + \sigma_{yz}^2 + \sigma_{xz}^2)}{2}}$$

II. Estado Último

Con los valores anteriores se procede al cálculo de las tensiones. En el caso de estado último se deben comparar las cargas de diseño con los materiales de diseño de los distintos componentes. Para su cálculo será necesaria la tensión máxima en cada caso. En las simulaciones anteriores obtendrá las tensiones máximas tanto en la base como en la punta para ver si el material soporta las cargas de cada DLC:

Cargas DLC	Base de la Torre		Punta de la Torre		γ_f	γ_m
	Compresión σ	Tracción σ	Compresión σ	Tracción σ		
1.1	4,13E+06	3,01E+06	1,15E+06	1,15E+06	1,35	1,2
1.2	3,61E+06	3,76E+06	1,16E+06	1,16E+06	1,35	1,2
1.3	3,34E+07	7,22E+07	9,75E+07	1,16E+08	1,35	1,2
1.4	2,36E+07	6,03E+07	5,85E+06	1,16E+06	1,35	1,2
1.5	5,43E+06	5,46E+06	9,96E+07	1,16E+08	1,35	1,2
1.6	5,05E+06	5,02E+06	9,96E+07	1,16E+08	1,35	1,2
1.7	3,98E+06	2,93E+06	9,69E+07	1,15E+08	1,35	1,2
1.8	3,83E+06	3,38E+06	1,12E+06	1,12E+06	1,35	1,2
1.10	7,67E+06	7,54E+06	1,38E+06	1,41E+06	1,35	1,2
2.1	3,83E+06	3,38E+06	1,12E+06	1,12E+06	1,35	1,2
2.2	3,83E+06	3,38E+06	1,12E+06	1,12E+06	1,10	1,2
3.1	3,02E+07	6,85E+07	9,53E+07	1,14E+08	1,35	1,2
3.2	2,93E+07	6,78E+07	9,85E+07	1,16E+08	1,35	1,2
4.1	2,13E+07	5,05E+07	1,05E+08	1,25E+08	1,35	1,2
5.1	2,14E+07	5,30E+07	9,87E+07	1,16E+08	1,35	1,2
6.1	2,11E+07	5,27E+07	9,88E+07	1,16E+08	1,35	1,2
6.2	2,05E+07	5,34E+07	9,89E+07	1,16E+08	1,10	1,2
6.3	1,98E+07	5,22E+07	9,92E+07	1,17E+08	1,35	1,2
6.4	6,86E+05	6,03E+05	1,43E+06	1,41E+06	1,35	1,2
7.1	2,78E+09	2,85E+09	4,75E+08	2,46E+08	1,10	1,2
7.2	6,82E+05	5,98E+05	1,43E+07	1,42E+07	1,10	1,2
8.1	3,00E+09	3,07E+09	4,70E+08	2,81E+08	1,25	1,2
8.2	1,10E+09	1,14E+09	1,34E+08	1,19E+08	1,10	1,2
8.4	1,98E+07	5,01E+07	9,86E+07	1,16E+08	1,10	1,2

Tabla 8. Tensión Máxima en la base en cada uno de los casos [Pa].

Para cada caso existirá un factor de seguridad dependiendo del tipo de simulación que se lleve a cabo:

- Normal
- Extremo
- Anormal
- Transporte, instalación y mantenimiento

Los factores de seguridad para mayoración de cargas en el estudio de estado último para cada DLC son los siguientes:

DLC	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.10	2.1	2.2	3.1
U	N	E	E	N	N	E	E	E	N	N	A	N
γ_f	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,10	1,35

DLC	3.2	4.1	5.1	6.1	6.2	6.3	6.4	7.1	7.2	8.1	8.2	8.4
U	N	N	N	E	A	E	N	A	A	I	A	A
γ_f	1,35	1,35	1,35	1,35	1,10	1,35	1,35	1,10	1,10	1,25	1,10	1,10

En el caso del material, el factor de seguridad, en este caso para la torre será de $\gamma_m = 1.2$

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_m} \geq \sigma_{fd} = \sigma_y \cdot \gamma_f$$

La resistencia a compresión del hormigón es de 250MPa, mientras que la resistencia a tracción del acero B-500 es de 500MPa, con lo cual los valores de estado último a estudiar serían:

Cargas Mayoradas	Base de la Torre		Punta de la Torre		σ Hormigón	σ Acero
	DLC	Compresión σ	Tracción σ	Compresión σ		
1.1	5,58E+06	4,07E+06	1,55E+06	1,55E+06	2,08E+08	4.17E+08
1.2	4,88E+06	5,07E+06	1,56E+06	1,56E+06		
1.3	4,51E+07	9,75E+07	1,32E+08	1,57E+08		
1.4	3,19E+07	8,14E+07	7,90E+06	1,56E+06		
1.5	7,33E+06	7,38E+06	1,34E+08	1,57E+08		
1.6	6,82E+06	6,77E+06	1,34E+08	1,57E+08		
1.7	5,38E+06	3,95E+06	1,31E+08	1,55E+08		
1.8	5,17E+06	4,56E+06	1,51E+06	1,51E+06		
1.10	1,04E+07	1,02E+07	1,86E+06	1,90E+06		
2.1	5,17E+06	4,56E+06	1,51E+06	1,51E+06		
2.2	5,17E+06	4,56E+06	1,51E+06	1,51E+06		
3.1	4,07E+07	9,24E+07	1,29E+08	1,54E+08		
3.2	3,95E+07	9,15E+07	1,33E+08	1,57E+08		
4.1	2,88E+07	6,82E+07	1,42E+08	1,69E+08		
5.1	2,89E+07	7,15E+07	1,33E+08	1,57E+08		
6.1	2,85E+07	7,12E+07	1,33E+08	1,57E+08		
6.2	2,77E+07	7,21E+07	1,34E+08	1,57E+08		
6.3	2,67E+07	7,04E+07	1,34E+08	1,58E+08		
6.4	9,26E+05	8,14E+05	1,93E+06	1,90E+06		
7.1	3,75E+09	3,85E+09	6,42E+08	3,31E+08		
7.2	9,21E+05	8,08E+05	1,93E+07	1,92E+07		
8.1	4,04E+09	4,14E+09	6,35E+08	3,80E+08		
8.2	1,48E+09	1,55E+09	1,80E+08	1,61E+08		
8.4	2,67E+07	6,77E+07	1,33E+08	1,57E+08		

Tabla 9. Cargas mayoradas a tracción y compresión [Pa].

Solo habría tres casos en que las cargas superan los límites, que se pueden ver en rojo en la tabla anterior:

- Base de la Torre:
 - o DLC 7.1: tracción y compresión.
 - o DLC 8.1: tracción y compresión.
 - o DLC 8.2: tracción y compresión.

- Extremo Superior de la Torre:
 - o DLC 7.1: tracción.
 - o DLC 8.1: tracción y compresión.

El primero es un evento en el que el aerogenerador está parado, con un fallo de red, fallos en los sistemas de seguridad, sistema de pitch, buje y vientos muy extremos. Es un caso muy raro en el que todos los sistemas de seguridad y protección fallarían a la vez, con lo cual de probabilidad casi nula.

Los DLC 8.1 y 8.2 se trata del momento de instalación, en el primer caso con viento muy extremo continuado, y en el segundo, con viento racheado de gran variación. Se debería planificar la instalación de modo que haya unas condiciones ambientales seguras para la misma.

III. Fatiga

El cálculo de fatiga se hará solamente sobre la torre al ser el elemento diferenciador, al ser de hormigón. Para el cálculo de Fatiga se utilizará la curva S/N y a continuación el método Rainflow para calcular la vida a fatiga.

Para ello se cogerá la tensión de Von Mises Máxima y Mínima del intervalo de tiempo de cada simulación y se tomará el rango de variación de las tensiones para cada simulación de fatiga con las repeticiones establecidas en GL (29). A continuación los casos en los que se estudiará la fatiga con los periodos de recurrencia de la misma:

DLC	Fatigue	N (25 años)
1.1	700 Cambios de control de par a control de pitch al año	17.500
1.4	20 Pérdidas de red al año	500
1.5	20 Pérdidas de red al año	500
1.8	3,383 kg/m de pala durante 10 horas al año.	90.000
2.1	10 Apagados al año	250
3.1	1100 Arranques al año	27.500
4.1	1100 Arranques al año	27.500
6.4	Número de horas al año de parada	5460
7.2	Número de horas al año de parada con fallos de red.	200
8.4	3 meses en total. 20 fallos al año.	125

Tabla 10. Casos a fatiga y condiciones.

Cabe destacar que el DLC 1.8 se asumen las 10 horas anuales al no estar especificado en la norma, y el DLC 7.2, se ponderará el número de horas de parada respecto a las de producción (3600 horas anuales) con los 20 fallos de red anuales de otros casos. Así como anteriormente se utilizó la tensión

máxima de cada caso para el análisis de estado último, para fatiga se necesita el intervalo de variación de la carga ejercida en cada caso para estudiar su evolución sobre la torre a lo largo del tiempo. Ese intervalo se calcula como la diferencia entre la tensión máxima y mínima en el intervalo de estudio de cada DLC. En la tabla siguiente se muestran esos valores:

DLC	σ Máxima[Pa]				σ Mínima[Pa]			
	Base		Extremo Superior		Base		Extremo Superior	
	Compresión σ	Tracción σ	Compresión σ	Tracción σ	Compresión σ	Tracción σ	Compresión σ	Tracción σ
1.1	4,13E+06	3,01E+06	1,15E+06	1,15E+06	3,27E+06	2,67E+06	1,06E+06	1,07E+06
1.4	2,36E+07	6,03E+07	5,85E+06	1,16E+06	1,39E+07	3,40E+07	2,66E+06	1,07E+06
1.5	5,43E+06	5,46E+06	9,96E+07	1,16E+08	3,17E+06	2,66E+06	9,82E+07	1,16E+08
1.8	3,83E+06	3,38E+06	1,12E+06	1,12E+06	3,17E+06	2,73E+06	1,10E+06	1,10E+06
2.1	3,83E+06	3,38E+06	1,12E+06	1,12E+06	3,17E+06	2,73E+06	1,10E+06	1,10E+06
3.1	3,02E+07	6,85E+07	9,53E+07	1,14E+08	1,39E+07	3,40E+07	9,46E+07	1,14E+08
4.1	2,13E+07	5,05E+07	1,05E+08	1,25E+08	1,71E+07	3,03E+07	9,64E+07	1,15E+08
6.4	6,86E+05	6,03E+05	1,43E+06	1,41E+06	6,44E+05	5,82E+05	1,37E+06	1,35E+06
7.2	6,82E+05	5,98E+05	1,43E+07	1,42E+07	6,37E+05	5,84E+05	1,36E+07	1,40E+07
8.4	1,98E+07	5,01E+07	9,86E+07	1,16E+08	1,36E+07	3,03E+07	9,64E+07	1,15E+08

Tabla 11. Tensiones máximas y mínimas de fatiga.

Por lo tanto con ellos conseguir el rango de variación de tensión en cada caso:

DLC	Base		Extremo Superior	
	Compresión σ	Tracción σ	Compresión σ	Tracción σ
1.1	8,67E+05	3,44E+05	8,34E+04	7,81E+04
1.4	9,73E+06	2,63E+07	3,19E+06	9,09E+04
1.5	2,26E+06	2,80E+06	1,38E+06	7,58E+05
1.8	6,54E+05	6,51E+05	2,12E+04	1,90E+04
2.1	6,54E+05	6,51E+05	2,12E+04	1,90E+04
3.1	1,63E+07	3,45E+07	7,20E+05	1,97E+05
4.1	4,22E+06	2,01E+07	9,00E+06	9,97E+06
6.4	4,19E+04	2,07E+04	5,55E+04	5,20E+04
7.2	4,54E+04	1,44E+04	7,14E+05	2,28E+05
8.4	6,17E+06	1,98E+07	2,19E+06	7,33E+05

Tabla 12. Rango de Tensiones de Tracción y Compresión en Base y Extremo Superior de la Torre.

Para el cálculo de la fatiga se utilizará la regla de Miner (32). Según esa regla el daño de fatiga se produce por la acumulación de ciclos de carga, que se muestran según las variaciones de carga y las repeticiones anteriormente expuestas. De acuerdo con este método de Miner- Palmgren, el daño resulta en un efecto en el diagrama de tensión-deformación según la carga del ciclo entre el máximo local y el mínimo local del rango estudiado. Si el daño de cada ciclo se acumula linealmente, este se modela como:

$$D = \sum_{i=1}^N \frac{n_i}{N(\sigma)}$$

Siendo n_i el número de ciclos para cada tensión calculada en el estudio, y $N(\sigma)$ el número de ciclos para el fallo a cada tensión del estudio, obtenido mediante la construcción de las curvas sintéticas de carga. La curva sintética de carga muestra para las tensiones dadas, el número de ciclos para la rotura por fatiga, con una probabilidad de resistencia del 95% si se encuentran por debajo de los valores de la curva. EL mínimo nivel de resistencia a la fractura por fatiga se da cuando el sumatorio anterior es menor que 1.

$$D = \sum_{i=1}^N \frac{n_i}{N(\gamma \cdot \sigma)} < 1$$

Este método asume un punto medio constante para las distintas variaciones de carga. Un método más exacto podría calcular la carga media considerando todos los casos u otros métodos como el método Rainflow. Con el método Rainflow, utilizando un historial de cargas y el espectro de cargas, se determina el número de ciclos usados para el cálculo del daño. La ventaja de este método es su robustez por el espectro equivalente, en vez de buscar el punto medio según el historial de cargas. Hay que tener cuidado con la elección de los ciclos y su tamaño, debido a que puede distorsionar los resultados con demasiados ciclos muy pequeños, que hagan que no se cuenten ciclos de tensiones mayores.

Dado que las curvas se construyen por métodos analíticos puede haber diferencias entre las curvas de compresión o tracción, por lo que es importante elegir correctamente las curvas S-N a utilizar. Por lo tanto el método a seguir es el siguiente:

- Construcción de las curvas sintéticas de carga.
- Determinación de los ciclos de carga por el método rainflow.
- Sumar el daño total para cada caso según la fórmula anterior.
- Sumar el daño acumulado de todos los casos para la vida total del aerogenerador.

4

PRESUPUESTO

I. NREL

Para el cálculo del coste total del aerogenerador vamos a tener en cuenta presupuestos de cada una de las partes diseñadas en proyectos anteriores realizados por alumnos de esta escuela, y los compararemos con cálculos realizados y otros presupuestos. Para la determinación de estos costes utilizaremos las fórmulas y valores determinados por NREL en (33). Estos costes de NREL incluyen el coste de mano de obra, y un escalado de costes, y muchos de estos costes están referidos al rating de la máquina, en este caso 5000 kW, y todos ellos se calculan en dólares.

Palas

Según NREL, se atribuye a estas palas la siguiente composición, dividiéndolo en materiales y coste de obra y montaje:

Material de Pala Avanzada:

- Tejido de Fibra de Vidrio (Código NAICS: 3272123) = 61%
- Adhesivos Vinílicos (Código NAICS: e 32552044) = 27%
- Otros sellantes metálicos externos, incluidos remaches (Código NAICS: 332722489) = 3%
- Uretano y otros gómicos (Código NAICS: 326150P) = 9%

Coste de Mano de Obra de Montaje de Pala

Sigue la siguiente fórmula de costes:

$$C_{Palas} = 3 \cdot \frac{[(0.4019 \cdot R^3 - 21051) + 2.7445 \cdot R^{2.5025}]}{1 - 0.28}$$

Con un radio de 62 metros,

$$C_{Palas} = 3 \cdot \frac{[(0.4019 \cdot 63^3 - 21051) + 2.7445 \cdot 63^{2.5025}]}{1 - 0.28} = 134567.08 \$$$

Buje

Tiene en cuenta fundiciones de hierro dúctil, como:

$$C_{buje} = 4.25 \cdot Masa = 4.25 \cdot 40000 = 170000 \$$$

Nacelle

Reparte los costes de la siguiente manera, dividiéndolo en materiales y coste de obra y montaje:

- Tejido de Fibra de Vidrio (Código NAICS: 3272123) = 55%
- Adhesivos vinílicos (Código NAICS: 32552044) = 30%
- Mano de Obra de Montaje (Índice General de Inflación) = 15%

$$C_{nacelle} = 11,537 \cdot Rating + 3849.7 = 11,537 \cdot 5000 + 3849.7 = 61534,7 \$$$

Pitch

Los costes de los mecanismos de paso se reparten como:

- Cojinetes (Código NAICS: 332991P) = 50%
- Motor de accionamiento (Código NAICS: 3353123) = 20%
- Reductor de Velocidad, i.e., engranaje (Código NAICS: 333612P) = 20%
- Controlador y mecanismo de transmisión (Código NAICS: 334513) = 10%

$$C_{pitch} = 2.28 \cdot (0.2106 \cdot D_{Palas}^{2.6578}) = 2.28 \cdot (0.2106 \cdot 126^{2.6578}) = 138551.55 \$$$

Sistema de transmisión

El sistema de transmisión está compuesto por los siguientes elementos:

- Eje de baja velocidad y eje de alta
 - o Piezas fundidas de acero fundido al carbono (Código NAICS: 3315131)
- Cojinetes: $Masa\ del\ cojinete = \left(D \cdot \frac{8}{600} - 0.0333\right) \cdot 0.0092 \cdot D^{2.5} = 233.8\ kg$
- Freno mecánico, acoplador de alta velocidad, etc.
 - o Piezas de freno de vehículo y montaje (Código NAICS: 3363401)

$$C_{eje\ de\ baja} = 0.1 \cdot D_{Palas}^{2.888} = 0.1 \cdot 63^{2.887} = 15656.55\ \$$$

$$C_{cojinete} = 35.2 \cdot Masa = 35.2 \cdot 233.8 = 8229.89\ \$$$

$$C_{freno} = 1.9894 \cdot P - 0.1141 = 9946.89\ \$$$

$$C_{Total\ transmision} = 15656.55 + 8229.89 + 9946.89 = 33833.32\ \$$$

Generador

Se calcula el coste de un Generador de Transmisión directa.

$$C_{generador} = 219.33 \cdot P = 1096500\ \$$$

Sistemas Electrónicos

El coste de Electrónica del modelo de velocidad variable se compone de lo siguiente:

- Relé y control de producción industrial (Código NAICS: 335314P)

$$C_{electrónica} = 79 \cdot P = 395000\ \$$$

Control de orientación y cojinete

Tiene dos costes principales:

- Motores de accionamiento (Código NAICS: 3353123) = 50%
- Cojinetes de bolas y de rodillos (Código NAICS: 332991P) = 50%

$$C_{sistema\ de\ orientación} = 2 \cdot (0.0339 \cdot D^{2.964}) = 14604.11\ \$$$

Conexiones Eléctricas

Existen tres costes principales en las conexiones eléctricas:

- Conmutador y aparatos (Código NAICS: 335313P) = 25%
- Cable y línea de transporte de energía (Código NAICS: 3359291) = 60%
- Mano de Obra de Montaje (Índice General de Inflación) = 15%

$$C_{conexiones\ eléctricas} = 12 \cdot P = 60000\ \$$$

Control y Mediciones

Se estima un coste total de del sistema de control según NREL para aerogeneradores marinos de 55000\$.

Torre

Al ser nuestra torre de hormigón no se pueden seguir la guía de NREL, con lo cual se simplificará como la masa de hormigón por su coste unitario, suponiendo un coste de 70 \$/m³ del hormigón y otros 20 de trabajos:

$$C_{torre} = 90 \frac{\$}{m^3} \cdot \frac{1}{2300 \frac{kg}{m^3}} \cdot Masa = \frac{90}{2300} \cdot \left(25786.2 \frac{kg}{m} \cdot 92 m \right) = 72201.35 \$$$

Transporte y Cimentación

La estructura del soporte marino se puede calcular como el coste del fondo, la cimentación y la protección de arrastre, así como su transporte:

$$C_{cimentación} = 300 \cdot P = 1500000 \$$$

$$C_{protección\ de\ arrastre} = P \cdot 55 = 275000 \$$$

$$C_{transporte} = P \cdot (0.00001581 \cdot P^2 - 0.0375 \cdot P + 54.7) = 1258242.2 \$$$

$$C_{equipo} = P \cdot 20 = 100000 \$$$

Instalación y Montaje

$$C_{instalación} = 1.965 \cdot (h \cdot D)^{1.1736} = 192434.54 \$$$

Conexión eléctrica Marina

Otro componente de gran importancia en el coste total, es el de la línea dedicada para llevar la generación del molino al sistema eléctrico que alimentará.

$$C_{línea} = P \cdot 260 = 1300000 \$$$

Costes de Ingeniería

Incluyen permisos, estudios y proceso de ingeniería:

$$C_{ingeniería} = P \cdot 37 = 185000 \$$$

Seguro

Se calcula como un 15% del coste total de la turbina y la torre:

$$C_{ingeniería} = 15\% C_{Turbina+torre} = 0.15 \cdot (2231792.11) = 334768.81 \$/año$$

En 20 años serían 6695376.2 \$

Costes de Operación y Mantenimiento

En NREL se estiman como 0.2 \$/kWh.

II. Comparativa de Costes

Se van a comparar los costes que hemos obtenido con los calculados por compañeros de ICAI que han realizado proyectos de cada uno de los componentes expuestos aquí, y por otro lado se comparará con los costes de un proyecto que realiza un análisis de un parque marino:

- **Generador:** Según el proyecto “*Generador de Flujo Radial de Imanes Permanentes*” de Paloma Zahonero (34) coste total de la máquina es, sumando todos los costes, de 1.077.653,06 €, sin tener en cuenta el beneficio razonable y el IVA. En nuestro caso 1.096.500 €. Con lo cual podemos considerar razonable el cálculo.
- **Sistemas Rotóricos:** Álvaro Echevarría de Casso en su proyecto “*Diseño del buje y de la estructura de soporte del sistema de regulación aerodinámica de potencia de un aerogenerador offshore Incluyendo eje, buje, frenos y demás sistemas Rotóricos*” (35), calcula el coste del buje, pitch, freno y sistema de control del aerogenerador con un coste total de 612.349,61€. En el caso del cálculo con NREL, teniendo en cuenta Buje, Transmisión, Pitch, Sistemas Electrónicos y el sistema de control y medición se obtiene un coste total de 792.384,87€, un poco superior a lo anterior pero es del mismo orden.
- **Sistemas eléctricos:** Javier Isasi Corrales en su proyecto “*SISTEMA ELECTRICO DE UN AEROGENERADOR MARINO*” (36), teniendo en cuenta sistemas eléctricos, generador, control de paso y de orientación, transformador y otros sistemas eléctricos obtiene un coste total del material de 1.194.604€ frente al calculado con NREL de 1.364.655.66 €.
- **Torre:** Según NREL, para la altura de torre que se tiene existe un coste de 72.201,35€ para la torre y 1.750.000€ para la cimentación normal, pero al ser de anclaje, que si se compara con el proyecto “*Cimentación de Aerogeneradores Marinos*” de Pablo Aparicio Gallego (37), que otorga un valor de 270.071,86€ a la torre, mucho más cara al ser de hormigón y tener los sistemas de flotabilidad, y la cimentación de 507.331€, mucho más barata al ser un anclaje submarino. Al ser mucho más realista este presupuesto será el incluido en el proyecto.
- **Línea de Tensión:** El proyecto “*Evacuación de Energía a Media Tensión en Parque Eólico Marino Piloto*” de Alicia Romera López (38), establece que el coste de la línea de tensión es de 1.200.097€, frente a NREL que lo calcula en 1.3000.000€.
- Para los costes de ingeniería, seguro e instalación y montaje se compara con el proyecto “*Plataforma offshore para un aerogenerador de 5MW*” de Álvaro de Guzmán (39):

	Plataforma Offshore	NREL
<i>Ingeniería</i>	250.000 €	185.000 €
<i>Seguro</i>	4.500.000 €	6.695.376,20 €
<i>Instalación y Montaje</i>	1.400.902 €	1.758.242 €

Validamos todos los valores anteriores para obtener el coste total del aerogenerador, y en la siguiente tabla se resumen los costes anteriormente calculados:

Palas	134.567,08
Buje	170.000,00
Transmisión	33.833,32
Nacelle	61.534,70
Pitch	138.551,55
Sistema Eléctrico	60.000,00
Generador	1.096.500,00
Sistemas Electrónicos	395.000,00
Sistemas de Orientación	14.604,11
Sistema de Control y Medición	55.000,00
Torre	270.071,86
TOTAL AEROGENERADOR	2.231.792,11
Cimentación	507.331,00
Transporte	1.258.242,20
Instalación y Montaje	500.000,00
Conexión Eléctrica	1.300.000,00
Ingeniería	185.000,00
Seguro	4.500.000,00
TOTAL	10.680.235,82

III. Remuneración.

Para la remuneración de la turbina, se obtiene mediante el software Bladed y las curvas de potencia de la turbina, la producción anual en términos de energía para una disponibilidad de la turbina del 98% (40):

- Producción de Energía Anual = $6,607 \cdot E^{+13} \text{ J} = 18.352,79 \text{ MWh}$

Si comparamos esta producción con fórmulas que nos dan distintas instituciones para el cálculo de la energía producida como por ejemplo el IDA E que en su manual de energía renovable (41) expone la siguiente fórmula:

$$E = \left(2 - \frac{V_{med}^{-7}}{4}\right) \cdot D^2 \cdot V_{med}^3 = \left(2 - \frac{10.8^{-7}}{4}\right) \cdot 126^2 \cdot 10.8^3 = 20.999,147 \text{ MWh}$$

Con lo cual se comprueba que el valor que se ha obtenido no dista del obtenido por el IDA E. Este valor se distribuirá anualmente para obtener sus valores semanales, con los precios en el mercado mayorista por semana, para darle un realismo mayor. Para ello se ha descargado de las páginas web de e.sios de REE (42), y de OMIE (43) los valores de generación eólica y precios del mercado diario, que es en el que casa la eólica. A partir de los valores horarios se elaboran unos valores semanales, que son representativos a la vez que simples para explicar el comportamiento anual de la turbina.

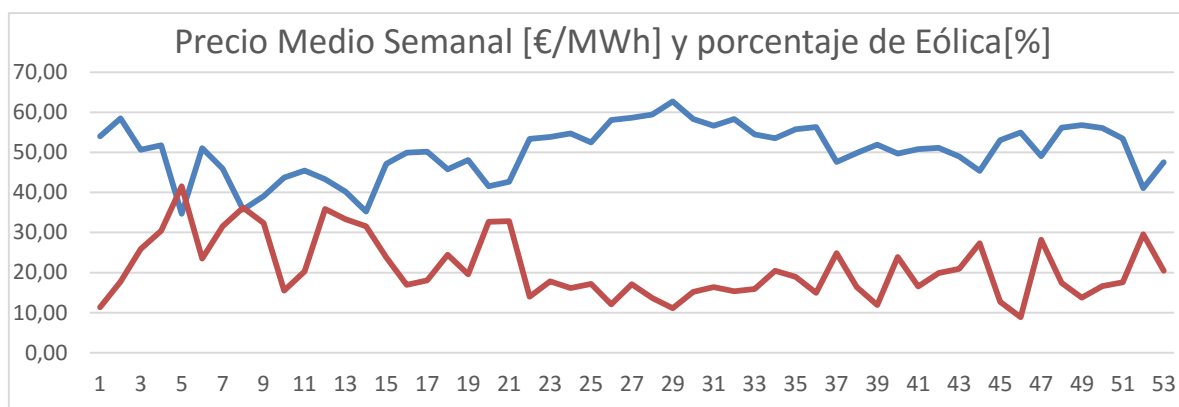


Figura 7. Precio Medio Semanal y Porcentaje de la generación Eólica sobre el Total.

Como se puede ver existe una clara correlación entre la presencia de la eólica en la generación y el precio medio del mercado diario. En la siguiente figura se puede ver la correlación que existe entre estos factores, a mayor porcentaje de eólica, menor precio de mercado:

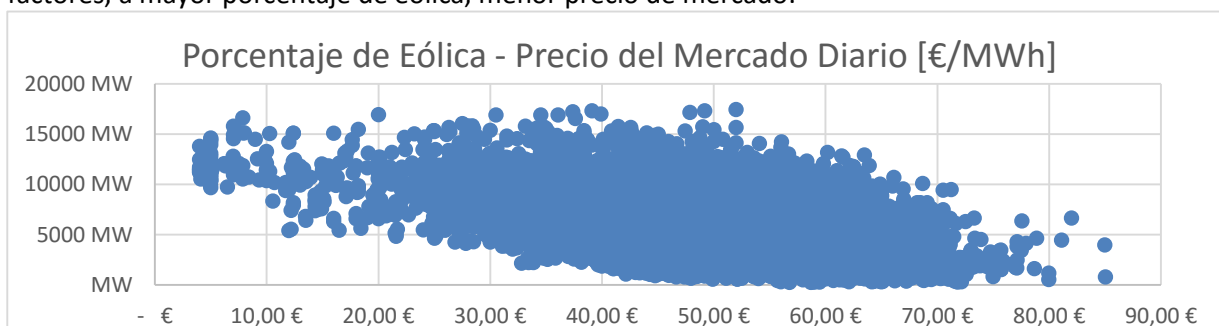


Figura 8. Correlación entre Eólica y Precio del Mercado.

Es por ello que se va a ponderar sobre estos valores la energía total producida según Bladed semanalmente, para otorgar semanalmente volúmenes de energía al precio medio semanal:

Semana	Precio Medio[€/MWh]	Eolica[%]	Energía(J)	Energía(MWh)	Remuneración(€)
1	54,02	11%	6,68E+11	185,62	10027,48
2	58,45	18%	1,05E+12	291,13	17016,77
3	50,65	26%	1,53E+12	425,39	21547,04
4	51,79	30%	1,80E+12	499,46	25867,99
5	34,69	42%	2,46E+12	681,96	23653,94
6	51,09	23%	1,39E+12	385,27	19681,53
7	45,94	32%	1,86E+12	517,73	23786,46
8	35,70	36%	2,14E+12	594,58	21224,23
9	39,06	32%	1,91E+12	531,08	20743,31
10	43,68	16%	9,18E+11	254,95	11136,65
11	45,42	20%	1,20E+12	333,00	15126,10
12	43,34	36%	2,12E+12	588,45	25501,34
13	40,15	33%	1,97E+12	547,31	21973,55
14	35,26	32%	1,86E+12	517,54	18250,92
15	47,12	24%	1,41E+12	390,81	18415,75
16	49,92	17%	9,99E+11	277,54	13854,49
17	50,21	18%	1,07E+12	296,16	14869,01
18	45,76	24%	1,45E+12	401,54	18373,34
19	48,10	20%	1,15E+12	320,83	15431,02
20	41,54	33%	1,93E+12	536,36	22280,98
21	42,66	33%	1,94E+12	539,15	22997,80
22	53,36	14%	8,25E+11	229,09	12224,11
23	53,88	18%	1,05E+12	291,96	15731,55
24	54,73	16%	9,51E+11	264,24	14461,67
25	52,47	17%	1,01E+12	281,62	14776,41
26	58,08	12%	7,11E+11	197,43	11465,78
27	58,63	17%	1,01E+12	280,89	16469,45
28	59,45	14%	8,08E+11	224,51	13346,91
29	62,71	11%	6,55E+11	181,90	11405,78
30	58,36	15%	8,96E+11	248,98	14531,16
31	56,61	16%	9,68E+11	268,85	15219,66
32	58,34	15%	9,08E+11	252,30	14719,88
33	54,51	16%	9,41E+11	261,27	14242,65
34	53,55	20%	1,21E+12	335,34	17956,87
35	55,75	19%	1,12E+12	310,79	17325,95
36	56,31	15%	8,82E+11	245,04	13798,14
37	47,61	25%	1,47E+12	407,58	19403,02
38	49,89	16%	9,67E+11	268,73	13407,92
39	51,97	12%	7,02E+11	195,07	10138,40
40	49,66	24%	1,41E+12	392,28	19479,97
41	50,79	17%	9,79E+11	271,97	13813,18
42	51,17	20%	1,17E+12	326,39	16700,91
43	48,96	21%	1,24E+12	343,57	16819,96
44	45,35	27%	1,62E+12	448,69	20347,68
45	53,03	13%	7,49E+11	207,94	11027,31
46	54,97	9%	5,26E+11	146,05	8028,88
47	49,07	28%	1,67E+12	462,75	22707,11
48	56,17	17%	1,03E+12	285,20	16020,80
49	56,82	14%	8,10E+11	224,99	12785,22
50	56,07	17%	9,83E+11	273,06	15310,87
51	53,42	18%	1,04E+12	287,82	15375,86
52	41,05	30%	1,75E+12	485,45	19928,25
TOTAL			6,61E+13	18352,79	886.671,78

Tabla 13. Remuneración Semanal y Total de la Turbina.

Con lo cual la remuneración anual media se podría estimar en 886.671,78 €. Con este valor se calcularán los distintos flujos de caja para 25 años, que es la vida útil estimada del aerogenerador.

IV. Flujos de Caja

Se estima una vida útil de 25 años, en la que estableceremos unos ingresos lineales. Como se ha mencionado antes, la turbina tendrá unos costes de mantenimiento de 0.2\$/MWh, suponiendo un cambio euro-dólar de 1,10. Para la realización del proyecto se utiliza la metodología de Project Finance, con unos altos costes de financiación. Debido a que este tipo de proyectos suele tener DSCR (Debt Service Coverage Ratio) de entre 1.3 y 1.4 (44), se supone un 25% de fondos propios y un 75% de financiación sobre el coste total del aerogenerador 10.680.235,82 €.

Sobre los costes totales del proyecto se tendrá un coste de financiación anual de 8.010.176,87 € · 75% / (25 años) = 427.209,43 €, a devolver anualmente, asumiendo un coste de intereses del 5% a 25 años sobre los pagos anuales, $427.209,43 \cdot 0,05 = 16.020,35$ €.

La amortización de los activos se estima como lineal a lo largo de los 25 años del proyecto, con una amortización anual de 556.816,42€. Asumiremos un incremento del precio de la electricidad y de los costes de operación y mantenimiento del 1% anual durante los 25 años. Se aplicarán unos impuestos de sociedades de 33%.

Año	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Ingresos	0,00 €	886.671,78 €	895.538,50 €	904.493,88 €	913.538,82 €	922.674,21 €	931.900,95 €	941.219,96 €	950.632,16 €	960.138,48 €	969.739,87 €	979.437,27 €	989.231,64 €
Mercado Diario	0,00 €	886.671,78 €	895.538,50 €	904.493,88 €	913.538,82 €	922.674,21 €	931.900,95 €	941.219,96 €	950.632,16 €	960.138,48 €	969.739,87 €	979.437,27 €	989.231,64 €
- Coste Variable	0,00 €	4.037,61 €	4.077,99 €	4.118,77 €	4.159,96 €	4.201,56 €	4.243,57 €	4.286,01 €	4.328,87 €	4.372,16 €	4.415,88 €	4.460,04 €	4.504,64 €
Operación y Mantenimiento	0,00 €	4.037,61 €	4.077,99 €	4.118,77 €	4.159,96 €	4.201,56 €	4.243,57 €	4.286,01 €	4.328,87 €	4.372,16 €	4.415,88 €	4.460,04 €	4.504,64 €
EBITDA	0,00 €	882.634,17 €	891.460,51 €	900.375,11 €	909.378,86 €	918.472,65 €	927.657,38 €	936.933,95 €	946.303,29 €	955.766,32 €	965.323,99 €	974.977,23 €	984.727,00 €
- Depreciación	0,00 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €
EBIT	0,00 €	455.424,73 €	464.251,07 €	473.165,68 €	482.169,43 €	491.263,22 €	500.447,95 €	509.724,52 €	519.093,86 €	528.556,89 €	538.114,55 €	547.767,79 €	557.517,57 €
- Intereses	0,00 €	16.020,35 €	16.020,35 €	16.020,35 €	16.020,35 €	16.020,35 €	16.020,35 €	16.020,35 €	16.020,35 €	16.020,35 €	16.020,35 €	16.020,35 €	16.020,35 €
- Impuestos	0,00 €	150.290,16 €	153.202,85 €	156.144,67 €	159.115,91 €	162.116,86 €	165.147,82 €	168.209,09 €	171.300,97 €	174.423,77 €	177.577,80 €	180.763,37 €	183.980,80 €
Resultado Neto	0,00 €	289.114,22 €	295.027,87 €	301.000,65 €	307.033,16 €	313.126,00 €	319.279,77 €	325.495,07 €	331.772,53 €	338.112,76 €	344.516,40 €	350.984,07 €	357.516,42 €
Activo	10.680.235,82 €	10.680.235,82 €	10.648.942,96 €	10.623.563,75 €	10.604.157,33 €	10.590.783,42 €	10.583.502,35 €	10.582.375,04 €	10.587.463,04 €	10.598.828,50 €	10.616.534,19 €	10.640.643,51 €	10.671.220,51 €
Activos Circulantes	0,00 €	0,00 €	395.916,58 €	797.746,80 €	1.205.549,81 €	1.619.385,33 €	2.039.313,69 €	2.465.395,82 €	2.897.693,25 €	3.336.268,14 €	3.781.183,26 €	4.232.502,02 €	4.690.288,45 €
Cash	0,00 €	0,00 €	395.916,58 €	797.746,80 €	1.205.549,81 €	1.619.385,33 €	2.039.313,69 €	2.465.395,82 €	2.897.693,25 €	3.336.268,14 €	3.781.183,26 €	4.232.502,02 €	4.690.288,45 €
Activos Fijos	10.680.235,82 €	10.680.235,82 €	10.253.026,39 €	9.825.816,95 €	9.398.607,52 €	8.971.398,09 €	8.544.188,66 €	8.116.979,22 €	7.689.769,79 €	7.262.560,36 €	6.835.350,92 €	6.408.141,49 €	5.980.932,06 €
Activos	10.680.235,82 €	10.680.235,82 €	10.253.026,39 €	9.825.816,95 €	9.398.607,52 €	8.971.398,09 €	8.544.188,66 €	8.116.979,22 €	7.689.769,79 €	7.262.560,36 €	6.835.350,92 €	6.408.141,49 €	5.980.932,06 €
Pasivo	10.680.235,82 €	10.680.235,82 €	10.648.942,96 €	10.623.563,75 €	10.604.157,33 €	10.590.783,42 €	10.583.502,35 €	10.582.375,04 €	10.587.463,04 €	10.598.828,50 €	10.616.534,19 €	10.640.643,51 €	10.671.220,51 €
Pasivo Circulante	0,00 €	320.407,07 €	320.407,07 €	320.407,07 €	320.407,07 €	320.407,07 €	320.407,07 €	320.407,07 €	320.407,07 €	320.407,07 €	320.407,07 €	320.407,07 €	320.407,07 €
Cuenta a Pagar	0,00 €	320.407,07 €	320.407,07 €	320.407,07 €	320.407,07 €	320.407,07 €	320.407,07 €	320.407,07 €	320.407,07 €	320.407,07 €	320.407,07 €	320.407,07 €	320.407,07 €
Deuda a Largo Plazo	8.010.176,87 €	7.689.769,79 €	7.369.362,72 €	7.048.955,64 €	6.728.548,57 €	6.408.141,49 €	6.087.734,42 €	5.767.327,34 €	5.446.920,27 €	5.126.513,19 €	4.806.106,12 €	4.485.699,04 €	4.165.291,97 €
Capital	2.670.058,96 €	2.670.058,96 €	2.959.173,17 €	3.254.201,04 €	3.555.201,69 €	3.862.234,85 €	4.175.360,86 €	4.494.640,63 €	4.820.135,70 €	5.151.908,23 €	5.490.021,00 €	5.834.537,39 €	6.185.521,46 €
Capital Inicial	2.670.058,96 €	2.670.058,96 €	2.670.058,96 €	2.670.058,96 €	2.670.058,96 €	2.670.058,96 €	2.670.058,96 €	2.670.058,96 €	2.670.058,96 €	2.670.058,96 €	2.670.058,96 €	2.670.058,96 €	2.670.058,96 €
Resultados Y-1	0,00 €	0,00 €	289.114,22 €	295.027,87 €	301.000,65 €	307.033,16 €	313.126,00 €	319.279,77 €	325.495,07 €	331.772,53 €	338.112,76 €	344.516,40 €	350.984,07 €
Reserva	0,00 €	0,00 €	0,00 €	289.114,22 €	584.142,08 €	885.142,73 €	1.192.175,90 €	1.505.301,90 €	1.824.581,67 €	2.150.076,75 €	2.481.849,28 €	2.819.962,04 €	3.164.478,44 €
Flujo de Caja Operativo	0,00 €	716.323,65 €	722.237,30 €	728.210,08 €	734.242,60 €	740.335,44 €	746.489,20 €	752.704,51 €	758.981,96 €	765.322,20 €	771.725,83 €	778.193,50 €	784.725,85 €
EBIT	0,00 €	439.404,38 €	448.230,72 €	457.145,33 €	466.149,08 €	475.242,87 €	484.427,59 €	493.704,17 €	503.073,50 €	512.536,54 €	522.094,20 €	531.747,44 €	541.497,21 €
Depreciación	0,00 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €
- Impuestos	0,00 €	150.290,16 €	153.202,85 €	156.144,67 €	159.115,91 €	162.116,86 €	165.147,82 €	168.209,09 €	171.300,97 €	174.423,77 €	177.577,80 €	180.763,37 €	183.980,80 €
Flujo de Caja de Inversión	10.680.235,82 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Activos Netos Fin de Año	10.680.235,82 €	10.253.026,39 €	9.825.816,95 €	9.398.607,52 €	8.971.398,09 €	8.544.188,66 €	8.116.979,22 €	7.689.769,79 €	7.262.560,36 €	6.835.350,92 €	6.408.141,49 €	5.980.932,06 €	5.553.722,63 €
Activos Netos Comienzo de Año	0,00 €	10.680.235,82 €	10.253.026,39 €	9.825.816,95 €	9.398.607,52 €	8.971.398,09 €	8.544.188,66 €	8.116.979,22 €	7.689.769,79 €	7.262.560,36 €	6.835.350,92 €	6.408.141,49 €	5.980.932,06 €
Depreciación	0,00 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €
Flujo de Caja del Proyecto	-10.680.235,82 €	716.323,65 €	722.237,30 €	728.210,08 €	734.242,60 €	740.335,44 €	746.489,20 €	752.704,51 €	758.981,96 €	765.322,20 €	771.725,83 €	778.193,50 €	784.725,85 €
Flujo de Caja de Financiación	10.680.235,82 €	-320.407,07 €	-320.407,07 €	-320.407,07 €	-320.407,07 €	-320.407,07 €	-320.407,07 €	-320.407,07 €	-320.407,07 €	-320.407,07 €	-320.407,07 €	-320.407,07 €	-320.407,07 €
Financiación de Capital	2.670.058,96 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Financiación de Deuda	8.010.176,87 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Dividendos	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Servicio de la Deuda	0,00 €	-320.407,07 €	-320.407,07 €	-320.407,07 €	-320.407,07 €	-320.407,07 €	-320.407,07 €	-320.407,07 €	-320.407,07 €	-320.407,07 €	-320.407,07 €	-320.407,07 €	-320.407,07 €
Flujo de Caja del Capital	-2.670.058,96 €	395.916,58 €	401.830,22 €	407.803,01 €	413.835,52 €	419.928,36 €	426.082,13 €	432.297,43 €	438.574,89 €	444.915,12 €	451.318,76 €	457.786,43 €	464.318,77 €
Cash Inicio del Año	0,00 €	0,00 €	395.916,58 €	797.746,80 €	1.205.549,81 €	1.619.385,33 €	2.039.313,69 €	2.465.395,82 €	2.897.693,25 €	3.336.268,14 €	3.781.183,26 €	4.232.502,02 €	4.690.288,45 €
Cash Final del Año	0,00 €	395.916,58 €	797.746,80 €	1.205.549,81 €	1.619.385,33 €	2.039.313,69 €	2.465.395,82 €	2.897.693,25 €	3.336.268,14 €	3.781.183,26 €	4.232.502,02 €	4.690.288,45 €	5.154.607,22 €

Año	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045
Ingresos	999.123,95 €	1.009.115,19 €	1.019.206,35 €	1.029.398,41 €	1.039.692,39 €	1.050.089,32 €	1.060.590,21 €	1.071.196,11 €	1.081.908,07 €	1.092.727,15 €	1.103.654,43 €	1.114.690,97 €	1.125.837,88 €	1.137.096,26 €
Mercado Diario	999.123,95 €	1.009.115,19 €	1.019.206,35 €	1.029.398,41 €	1.039.692,39 €	1.050.089,32 €	1.060.590,21 €	1.071.196,11 €	1.081.908,07 €	1.092.727,15 €	1.103.654,43 €	1.114.690,97 €	1.125.837,88 €	1.137.096,26 €
- Coste Variable	4.549,68 €	4.595,18 €	4.641,13 €	4.687,54 €	4.734,42 €	4.781,76 €	4.829,58 €	4.877,88 €	4.926,66 €	4.975,92 €	5.025,68 €	5.075,94 €	5.126,70 €	5.177,97 €
Operación y Mantenimiento	4.549,68 €	4.595,18 €	4.641,13 €	4.687,54 €	4.734,42 €	4.781,76 €	4.829,58 €	4.877,88 €	4.926,66 €	4.975,92 €	5.025,68 €	5.075,94 €	5.126,70 €	5.177,97 €
EBITDA	994.574,27 €	1.004.520,01 €	1.014.565,21 €	1.024.710,86 €	1.034.957,97 €	1.045.307,55 €	1.055.760,63 €	1.066.318,23 €	1.076.981,42 €	1.087.751,23 €	1.098.628,74 €	1.109.615,03 €	1.120.711,18 €	1.131.918,29 €
- Depreciación	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €
EBIT	567.364,84 €	577.310,58 €	587.355,78 €	597.501,43 €	607.748,54 €	618.098,12 €	628.551,20 €	639.108,80 €	649.771,98 €	660.541,80 €	671.419,31 €	682.405,60 €	693.501,75 €	704.708,86 €
-Intereses	16.020,35 €	16.020,35 €	16.020,35 €	16.020,35 €	16.020,35 €	16.020,35 €	16.020,35 €	16.020,35 €	16.020,35 €	16.020,35 €	16.020,35 €	16.020,35 €	16.020,35 €	16.020,35 €
-Impuestos	187.230,40 €	190.512,49 €	193.827,41 €	197.175,47 €	200.557,02 €	203.972,38 €	207.421,89 €	210.905,90 €	214.424,75 €	217.978,79 €	221.568,37 €	225.193,85 €	228.855,58 €	232.553,92 €
Resultado Neto	364.114,09 €	370.777,73 €	377.508,02 €	384.305,61 €	391.171,17 €	398.105,39 €	405.108,95 €	412.182,54 €	419.326,88 €	426.542,65 €	433.830,58 €	441.191,40 €	448.625,82 €	456.134,58 €
Activo	10.708.329,85 €	10.752.036,86 €	10.802.407,52 €	10.859.508,46 €	10.923.407,00 €	10.994.171,09 €	11.071.869,40 €	11.156.571,27 €	11.248.346,74 €	11.347.266,55 €	11.453.402,12 €	11.566.825,63 €	11.687.609,95 €	11.815.828,70 €
Activos Circulantes	5.154.607,22 €	5.625.523,67 €	6.103.103,76 €	6.587.414,14 €	7.078.522,10 €	7.576.495,63 €	8.081.403,37 €	8.593.314,68 €	9.112.299,58 €	9.638.428,81 €	10.171.773,82 €	10.712.406,77 €	11.260.400,52 €	11.815.828,70 €
Cash	5.154.607,22 €	5.625.523,67 €	6.103.103,76 €	6.587.414,14 €	7.078.522,10 €	7.576.495,63 €	8.081.403,37 €	8.593.314,68 €	9.112.299,58 €	9.638.428,81 €	10.171.773,82 €	10.712.406,77 €	11.260.400,52 €	11.815.828,70 €
Activos Fijos	5.553.722,63 €	5.126.513,19 €	4.699.303,76 €	4.272.094,33 €	3.844.884,90 €	3.417.675,46 €	2.990.466,03 €	2.563.256,60 €	2.136.047,16 €	1.708.837,73 €	1.281.628,30 €	854.418,87 €	427.209,43 €	0,00 €
Activos	5.553.722,63 €	5.126.513,19 €	4.699.303,76 €	4.272.094,33 €	3.844.884,90 €	3.417.675,46 €	2.990.466,03 €	2.563.256,60 €	2.136.047,16 €	1.708.837,73 €	1.281.628,30 €	854.418,87 €	427.209,43 €	0,00 €
Pasivo	10.708.329,85 €	10.752.036,86 €	10.802.407,52 €	10.859.508,46 €	10.923.407,00 €	10.994.171,09 €	11.071.869,40 €	11.156.571,27 €	11.248.346,74 €	11.347.266,55 €	11.453.402,12 €	11.566.825,63 €	11.687.609,95 €	11.815.828,70 €
Pasivo Circulante	320.407,07 €	320.407,07 €	320.407,07 €	320.407,07 €	320.407,07 €	320.407,07 €	320.407,07 €	320.407,07 €	320.407,07 €	320.407,07 €	320.407,07 €	320.407,07 €	320.407,07 €	0,00 €
Cuenta a Pagar	320.407,07 €	320.407,07 €	320.407,07 €	320.407,07 €	320.407,07 €	320.407,07 €	320.407,07 €	320.407,07 €	320.407,07 €	320.407,07 €	320.407,07 €	320.407,07 €	320.407,07 €	0,00 €
Deuda a Largo Plazo	3.844.884,90 €	3.524.477,82 €	3.204.070,75 €	2.883.663,67 €	2.563.256,60 €	2.242.849,52 €	1.922.442,45 €	1.602.035,37 €	1.281.628,30 €	961.221,22 €	640.814,15 €	320.407,07 €	0,00 €	0,00 €
Capital	6.543.037,88 €	6.907.151,97 €	7.277.929,70 €	7.655.437,72 €	8.039.743,32 €	8.430.914,49 €	8.829.019,88 €	9.234.128,83 €	9.646.311,37 €	10.065.638,25 €	10.492.180,90 €	10.926.011,48 €	11.367.202,88 €	11.815.828,70 €
Capital Inicial	2.670.058,96 €	2.670.058,96 €	2.670.058,96 €	2.670.058,96 €	2.670.058,96 €	2.670.058,96 €	2.670.058,96 €	2.670.058,96 €	2.670.058,96 €	2.670.058,96 €	2.670.058,96 €	2.670.058,96 €	2.670.058,96 €	2.670.058,96 €
Resultados Y-1	357.516,42 €	364.114,09 €	370.777,73 €	377.508,02 €	384.305,61 €	391.171,17 €	398.105,39 €	405.108,95 €	412.182,54 €	419.326,88 €	426.542,65 €	433.830,58 €	441.191,40 €	448.625,82 €
Reserva	3.515.462,51 €	3.872.978,92 €	4.237.093,01 €	4.607.870,75 €	4.985.378,76 €	5.369.684,37 €	5.760.855,54 €	6.158.960,92 €	6.564.069,87 €	6.976.252,42 €	7.395.579,29 €	7.822.121,94 €	8.255.952,53 €	8.697.143,93 €
Flujo de Caja Operativo	791.323,52 €	797.987,17 €	804.717,45 €	811.515,04 €	818.380,60 €	825.314,82 €	832.318,38 €	839.391,98 €	846.536,31 €	853.752,08 €	861.040,02 €	868.400,83 €	875.835,25 €	
EBIT	551.344,48 €	561.290,23 €	571.335,43 €	581.481,08 €	591.728,19 €	602.077,77 €	612.530,84 €	623.088,45 €	633.751,63 €	644.521,44 €	655.398,96 €	666.385,24 €	677.481,39 €	
Depreciación	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	
-Impuestos	187.230,40 €	190.512,49 €	193.827,41 €	197.175,47 €	200.557,02 €	203.972,38 €	207.421,89 €	210.905,90 €	214.424,75 €	217.978,79 €	221.568,37 €	225.193,85 €	228.855,58 €	
Flujo de Caja de Inversión	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	
Activos Netos Fin de Año	5.126.513,19 €	4.699.303,76 €	4.272.094,33 €	3.844.884,90 €	3.417.675,46 €	2.990.466,03 €	2.563.256,60 €	2.136.047,16 €	1.708.837,73 €	1.281.628,30 €	854.418,87 €	427.209,43 €	0,00 €	
Activos Netos Comienzo de Año	5.553.722,63 €	5.126.513,19 €	4.699.303,76 €	4.272.094,33 €	3.844.884,90 €	3.417.675,46 €	2.990.466,03 €	2.563.256,60 €	2.136.047,16 €	1.708.837,73 €	1.281.628,30 €	854.418,87 €	427.209,43 €	
Depreciación	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	427.209,43 €	
Flujo de Caja del Proyecto	791.323,52 €	797.987,17 €	804.717,45 €	811.515,04 €	818.380,60 €	825.314,82 €	832.318,38 €	839.391,98 €	846.536,31 €	853.752,08 €	861.040,02 €	868.400,83 €	875.835,25 €	
Flujo de Caja de Financiación	-320.407,07 €	-320.407,07 €	-320.407,07 €	-320.407,07 €	-320.407,07 €	-320.407,07 €	-320.407,07 €	-320.407,07 €	-320.407,07 €	-320.407,07 €	-320.407,07 €	-320.407,07 €	-320.407,07 €	
Financiación de Capital	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	
Financiación de Deuda	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	
Dividendos	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	
Servicio de la Deuda	-320.407,07 €	-320.407,07 €	-320.407,07 €	-320.407,07 €	-320.407,07 €	-320.407,07 €	-320.407,07 €	-320.407,07 €	-320.407,07 €	-320.407,07 €	-320.407,07 €	-320.407,07 €	-320.407,07 €	
Flujo de Caja del Capital	470.916,45 €	477.580,09 €	484.310,38 €	491.107,96 €	497.973,53 €	504.907,75 €	511.911,31 €	518.984,90 €	526.129,23 €	533.345,01 €	540.632,94 €	547.993,76 €	555.428,18 €	
Cash Inicio del Año	5.154.607,22 €	5.625.523,67 €	6.103.103,76 €	6.587.414,14 €	7.078.522,10 €	7.576.495,63 €	8.081.403,37 €	8.593.314,68 €	9.112.299,58 €	9.638.428,81 €	10.171.773,82 €	10.712.406,77 €	11.260.400,52 €	
Cash Final del Año	5.625.523,67 €	6.103.103,76 €	6.587.414,14 €	7.078.522,10 €	7.576.495,63 €	8.081.403,37 €	8.593.314,68 €	9.112.299,58 €	9.638.428,81 €	10.171.773,82 €	10.712.406,77 €	11.260.400,52 €	11.815.828,70 €	

Comportamiento de un aerogenerador en el mar

Con los flujos de caja anteriores se obtiene el valor actual neto y el retorno, por un lado de la inversión en el proyecto, y por otro lado el retorno sobre el capital de los inversores. Aplicando una tasa de rentabilidad de 3% para el VAN, se calcula:

- Sobre la inversión en el proyecto:

TIR del Proyecto	5,24%
VAN del Proyecto	2.867.459,16 €

- Sobre el capital invertido, una vez pagada la deuda y los intereses, un beneficio y tasa de retorno de:

VAN del Flujo de Caja sobre el Capital	5.227.537,95 €
TIR del Capital	15,74%

Anexo 1: Tabla de Derivadas Parciales

wind speed [m/s]	Derivadas parciales			velocidad angular	
	Par- Velocidad viento [(Nm)/(m/s)]	Par-pitch [Nm/rad]	par- ω rotor [Nms/rad]	Demandada [rad/s]	Medida [rad/s]
3,5	256060	258038	-643918	0,628318	0,628318
4	317472	57348,4	-791861	0,628318	0,628318
4,5	354653	-438353	-8,78E+05	0,628318	0,630251
5	403399	-420353	-9,90E+05	0,628318	0,707739
5,5	447937	-437266	-1,08E+06	0,628318	0,783687
6	487663	-455200	-1,18E+06	0,628318	0,858863
6,5	530826	-479681	-1,27E+06	0,628318	0,933289
7	571113	-541538	-1,37E+06	1,25664	1,00733
7,5	607360	-597425	-1,46E+06	1,25664	1,08116
8	647855	-658900	-1,57E+06	1,25664	1,15469
8,5	688464	-7,37E+05	-1,66E+06	1,25664	1,22804
9	704941	-3,92E+04	-1,80E+06	1,25664	1,3823
9,5	619443	-1,03E+07	-1,35E+06	1,46608	1,46608
10	613156	-1,46E+07	-1,49E+06	1,46608	1,46608
10,5	622664	-1,76E+07	-1,69E+06	1,46608	1,46608
11	623979	-2,06E+07	-2,00E+06	1,46608	1,46608
11,5	650673	-2,31E+07	-2,37E+06	1,46608	1,46608
12	663781	-2,49E+07	-2,73E+06	1,46608	1,46608
12,5	679546	-2,68E+07	-3,11E+06	1,46608	1,46608
13	695849	-2,89E+07	-3,33E+06	1,46608	1,46608
13,5	691969	-3,14E+07	-3,71E+06	1,46608	1,46608
14	719403	-3,38E+07	-4,30E+06	1,46608	1,46608
14,5	750315	-3,57E+07	-4,75E+06	1,46608	1,46608
15	748720	-3,76E+07	-5,21E+06	1,46608	1,46608
15,5	781024	-3,91E+07	-5,60E+06	1,46608	1,46608
16	801598	-4,05E+07	-6,08E+06	1,46608	1,46608
16,5	820263	-4,18E+07	-6,42E+06	1,46608	1,46608
17	828763	-4,35E+07	-6,83E+06	1,46608	1,46608
17,5	837911	-4,55E+07	-7,35E+06	1,46608	1,46608
18	858660	-4,75E+07	-7,86E+06	1,46608	1,46608
18,5	850361	-4,94E+07	-8,33E+06	1,46608	1,46608
19	869255	-5,09E+07	-8,72E+06	1,46608	1,46608
19,5	890096	-5,24E+07	-9,27E+06	1,46608	1,46608
20	921813	-5,39E+07	-9,89E+06	1,46608	1,46608
20,5	942971	-5,54E+07	-1,05E+07	1,46608	1,46608
21	962458	-5,71E+07	-1,10E+07	1,46608	1,46608
21,5	9,77E+05	-5,87E+07	-1,16E+07	1,46608	1,46608
22	9,99E+05	-6,04E+07	-1,22E+07	1,46608	1,46608
22,5	1,02E+06	-6,22E+07	-1,29E+07	1,46608	1,46608
23	1,04E+06	-6,39E+07	-1,36E+07	1,46608	1,46608
23,5	1,07E+06	-6,57E+07	-1,42E+07	1,46608	1,46608
24	1,08E+06	-6,75E+07	-1,48E+07	1,46608	1,46608
24,5	1,09E+06	-6,95E+07	-1,55E+07	1,46608	1,46608
25	1,11E+06	-7,15E+07	-1,62E+07	1,46608	1,46608

Anexo 2: Condiciones de Carga

Viento

NWP: Normal Wind Profile Model

Modelo de velocidad normal sin turbulencias.

$$V(z) = V_{hub} \cdot \left(\frac{z}{z_{hub}}\right)^\alpha = 10.8 \text{ m/s}$$

NTM: Normal Turbulence Model

Para turbinas estándar, la densidad espectral de potencia, debe cumplir:

- Utilizar la velocidad normal del perfil como:

$$V(z) = V_{hub} \cdot \left(\frac{z}{z_{hub}}\right)^\alpha = 10.8 \text{ m/s}$$

Siendo α 0.14 como norma general.

- La desviación estándar debe ser la misma a cualquier altura, siendo I_{15} para turbulencias tipo B, de 16:

$$\sigma_1 = I_{15} \cdot \frac{15 + a \cdot V_{hub}}{a + 1} = 16 \cdot \frac{15 + 3 \cdot 10.8}{3 + 1} = 1.9$$

- A altas frecuencias debe acercarse asintóticamente a la siguiente expresión, siendo $\Lambda=42$ para turbinas de altura de más de 60 metros:

$$S_1(f) = 0.05 \cdot \sigma_1^2 \cdot \left(\frac{\Lambda}{V_{hub}}\right)^{\frac{-2}{3}} \cdot f^{\frac{-5}{3}}$$

ETM: Extreme Turbulence Model

Utiliza el modelo normal de perfil de velocidad.

- La desviación típica en la dirección longitudinal se calcula como:

$$\sigma_{ETM} = I_{15} \cdot \left[\left(\frac{20 + a \cdot (V_{hub} + 6)}{a + 1} \right) - \left(\frac{V_{hub} - V_{ave}}{6 \cdot a} \right) \right]$$

Siendo $V_{ave} = 10 \text{ m/s}$ y $c=2$.

$$\sigma_{ETM} = 16 \cdot \left[\left(\frac{20 + 3 \cdot (10.8 + 6)}{3 + 1} \right) - \left(\frac{10.8 - 10}{6 \cdot 3} \right) \right] = 2.81$$

EWM: Extreme Wind speed Model

Existen dos modelos principales:

- **Turbulento:** En este caso utiliza la velocidad de referencia, que es la misma del hub, y la desviación típica de NTM. A partir del valor de la Velocidad de referencia calculamos su recurrencia en el periodo de 1 año y 50 años.

$$V_{50}(z) = V_{ref} \cdot \left(\frac{z}{z_{hub}}\right)^\alpha = 50 \text{ m/s}$$

$$V_1(z) = 0.8 \cdot V_{50}(z) = 40 \text{ m/s}$$

Otro factor a tener en cuenta es que la desviación típica debe ser al menos el 12% de la Velocidad a la altura del hub.

- **Steady:** En este caso los factores son distintos:

$$V_{50}(z) = 1.25 \cdot V_{ref} \cdot \left(\frac{z}{z_{hub}}\right)^\alpha = 62.5 \text{ m/s}$$

$$V_1(z) = 0.8 \cdot V_{50}(z) = 50 \text{ m/s}$$

En el caso de tener unas velocidades medidas en periodos distintos de lo media de 10 minutos que se tienen como base para los cálculos de velocidad en el hub y desviación típica, se deben tener en cuenta los siguientes factores de conversión:

Averaging Time	1 h	10 min	1 min	5 sec	3 sec
Factor	0.91	1.00	1.10	1.21	1.25

EOG: Extreme Operating Gust

La magnitud del Gust a la altura del buje en un periodo de N años se calcula como:

$$V_{Gust} = \beta \cdot B \cdot \sigma_1$$

Siendo σ la desviación típica del modelo normal 1.9, $\beta=6.4$, al ser la determinada para un N de 50 años, y B se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$B = \frac{1}{1 + 0.2 \cdot \left(\frac{D}{\Lambda}\right)} = \frac{1}{1 + 0.2 \cdot \left(\frac{126}{42}\right)} = 0.77259$$

Por lo tanto:

$$V_{Gust} = 6.4 \cdot 0.77259 \cdot 1.9 = 9.37$$

El viento se debe definir para N=50 años y como:

$$V(z, t) = \begin{cases} V(z) - 0.37 V_{gust} \sin(3\pi t/T) (1 - \cos(2\pi t/T)) & \text{for } 0 \leq t \leq T \\ V(z) & \text{for } t < 0 \text{ and } t > T \end{cases}$$

Siendo T=14 segundos, para N=50 años, y T=10.5s para N=1 año.

ECD: Extreme Operating Gust with Direction Change

En este caso se asume que los cambios de velocidad ocurren simultáneamente con cambios de dirección, siendo $V_{cg}=15\text{m/s}$:

$$V(z,t) = \begin{cases} V(z) & \text{for } t < 0 \\ V(z) + 0.5V_{cg}(1 - \cos(\pi t/T)) & \text{for } 0 \leq t \leq T \\ V(z) + V_{cg} & \text{for } t > T \end{cases}$$

$$\theta(t) = \begin{cases} 0^\circ & \text{for } t < 0 \\ \pm 0.5\theta_{cg}(1 - \cos(\pi t/T)) & \text{for } 0 \leq t \leq T \\ \pm \theta_{cg} & \text{for } t > T \end{cases}$$

Con $\theta_{cg} = 720/V_{hub} = 720/10.8 = 66.66^\circ \rightarrow \theta_{max} = 33.33$ y $T=10s$.

EWS: Extreme Wind Shear

En un periodo de recurrencia de 50 años se deben utilizar las siguientes ecuaciones para el cálculo del transitorio vertical y horizontal respectivamente, con los parámetros en sus valores fijados anteriormente, salvo $T=12s$, y σ_{NTM} :

$$V(z,t) = \begin{cases} V_{hub} \left(\frac{z}{z_{hub}} \right)^\alpha + \left(\frac{z - z_{hub}}{D} \right) \left(2.5 + 0.2\beta\sigma_1 \left(\frac{D}{A_1} \right)^{1/4} \right) \left(1 - \cos\left(\frac{2\pi t}{T} \right) \right) & \text{for } 0 \leq t \leq T \\ V_{hub} \left(\frac{z}{z_{hub}} \right)^\alpha & \text{for } t < 0 \text{ and } t > T \end{cases}$$

$$V(y,z,t) = \begin{cases} V_{hub} \left(\frac{z}{z_{hub}} \right)^\alpha + \left(\frac{y}{D} \right) \left(2.5 + 0.2\beta\sigma_1 \left(\frac{D}{A_1} \right)^{1/4} \right) \left(1 - \cos\left(\frac{2\pi t}{T} \right) \right) & \text{for } 0 \leq t \leq T \\ V_{hub} \left(\frac{z}{z_{hub}} \right)^\alpha & \text{for } t < 0 \text{ and } t > T \end{cases}$$

Como tabla resumen de todos los estados anteriores:

	V(z) [m/s]	σ [m/s]	σ [%]	$\Delta v / \Delta \theta$	T
NWP	10.8	-	-	-	-
NTM	10.8	1.9	17.59 %	-	10
ETM	10.8	1.69	15.75 %	-	10
EWM (V50)	50	1.9 > 0.12V = 1.296	3.24 %	-	10
EWM (V1)	40	1.9 > 0.12V = 1.296	2.59 %	-	10
EOG(Vgust)50	9.37	1.9	20.28 %	6.93 m/s	14
EOG(Vgust)1	9.37	1.9	20.28 %	6.72 m/s	10.5
ECD	10.8	-	-	33.33° - 15 m/s	6
EWS	10.8	1.9	17.59 %	0 - 6.50 m/s	12

Condiciones Marinas

Las condiciones marinas iniciales de que se disponen son las siguientes:

- Altura significativa de la ola: $H_s = 5.08\text{m}$.
- Periodo de pico de la ola: $T_{\text{pico}} = 11.01\text{s}$.
- Densidad del agua 1027 kg/m^3 .
- Máxima variación del nivel del mar en 50 años: 3.6m .
- Máxima velocidad de la corriente 1.3m/s .

$$\omega = 2 \cdot \frac{\pi}{T} = 2 \cdot \frac{\pi}{11.01} = 0.57 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

Como $T_p/\sqrt{H_s} = 4.88$ entonces:

$$\gamma = \exp\left(5.75 - 1.15 \cdot \frac{T_p}{\sqrt{H_s}}\right) \quad \text{si } 3.6 \leq \frac{T_p}{\sqrt{H_s}} \leq 5$$

$$\gamma = 1.1415$$

$$C(\gamma) = 1 - 0.287 \cdot \ln \gamma = 0.9620$$

$$\alpha = \frac{5}{16} \cdot \frac{H_s^2 \cdot \omega^4}{g^2} \cdot C(\gamma) = \frac{5}{16} \cdot \frac{5.08^2 \cdot 0.57^4}{9.81^2} \cdot 0.9620 = 0.00851$$

A partir de las condiciones anteriores podemos calcular el periodo de cruce en cero y el periodo medio:

$$T_z = T_p \cdot \sqrt{\frac{5 + \gamma}{11 + \gamma}} = 11.01 \cdot \sqrt{\frac{5 + 1.1415}{11 + 1.1415}} = 7.83\text{s}$$

$$T_D = T_p \cdot \frac{4.65 + 0.182 \cdot \gamma}{2 \cdot \pi} = 11.01 \cdot \frac{4.65 + 0.182 \cdot 1.1415}{2 \cdot \pi} = 8.51\text{s}$$

Para cálculos de Fatiga, necesitamos estadísticas de largo plazo. A partir de la altura significativa de la ola podemos calcular las estadísticas a largo plazo siguientes, con T_{REF} es la del periodo de referencia, es decir, 10800 segundos en el caso de un año y 540000 segundos en 50 años:

$$- H_{s1} = H_s \cdot \sqrt{0.5 \cdot \ln\left(\frac{T_{\text{REF}1}}{T_D}\right)} = 10.8 \cdot \sqrt{0.5 \cdot \ln\left(\frac{10800}{8.51}\right)} = 20.41 \text{ m}$$

$$- H_{s50} = H_s \cdot \sqrt{0.5 \cdot \ln\left(\frac{T_{\text{REF}50}}{T_D}\right)} = 10.8 \cdot \sqrt{0.5 \cdot \ln\left(\frac{540000}{8.51}\right)} = 25.39 \text{ m}$$

$$- w \cdot H_s$$

$$- H_{\text{max}1} = 1.86 \cdot H_s = 1.86 \cdot 10.8 = 20.09 \text{ metros}$$

$$- H_{\text{red}} = 1.32 \cdot H_s = 1.32 \cdot 10.8 = 14.25 \text{ metros}$$

Otros Factores

Hielo

Afectan los esfuerzos debido a la temperatura y variación del nivel de agua.

En el caso de que se forme hielo en las palas con el valor μ_e :

$$k = 0.00675 + 0.3 \cdot \exp\left(-\frac{0.32R}{R1}\right)$$

$$\mu_e = \rho_E \cdot k \cdot (c_{max} + c_{min}) \cdot c_{min}$$

Siendo $\rho_E = 900 \text{ kg/m}^3$ la densidad del hielo, R el radio del rotor, y $R1=1\text{m}$, c_{max} la máxima longitud de cuerda de las palas 4.57m, y c_{min} la mínima, de 1m.

$$k = 0.00675 + 0.3 \cdot \exp\left(-\frac{0.32 \cdot 63}{1}\right) = 0.0006750005$$

$$\mu_e = 900 \cdot 0.0006750005 \cdot (4.57 + 1) \cdot 1 = 3.383 \text{ kg/m}$$

Temperatura

Los valores extremos son -20°C y $+50^\circ\text{C}$ con una media de 9 días al año.

Fallos eléctricos

Tiempos:

- A fatiga de estructura fijas 10min y extremo de 1h.

Impacto de Barco

Puede ocurrir que impacte un barco contra la torre. La velocidad de ese barco sería:

$$V_{barco} = 0.5 \cdot Hs = 0.5 \cdot 10.8 = 5.4 \text{ m/s}$$

Por lo tanto la energía cinética del impacto, siendo a para impacto lateral 1.4:

$$E_{impacto} = \frac{1}{2} \cdot a \cdot m \cdot V^2 = \frac{1}{2} \cdot 1.4 \cdot m \cdot 5.4^2$$

Siendo m el volumen de agua desplazado por la estructura, en toneladas.

$$m = 1250 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \pi \cdot 6.3^2 \text{m}^2 \cdot 50\text{m} = 7793,11 \text{ toneladas}$$

Y la fuerza es, con c, siendo la rigidez por metro, 276354.16 kN/m:

$$F_{impacto} = \sqrt{2 \cdot c \cdot E_{impacto}} = \sqrt{2 \cdot 276354.16 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1.4 \cdot 7793.11 \cdot 5.4^2} = 296514.67 \text{ kN/m}$$

<i>DLC</i>	Mode	Situation	V(z)	σ (m/s)	σ (%)	Θ (°)	Wave	H(m)	MIS	Start Angle	Yaw Error	T (s)	Situation	Ultimate	γ_f
1.1	NTM	Power Production	10,8	1,9	17,59%		H _s	5,08	8°			10		Normal	1,35
1.2	ETM	Power Production	10,8	2,81	26,02%		H _s	5,08	8°			10		Extreme	1,35
1.3	ECD	Power Production	10,8	15		66,6	H _s	5,08	30°			6		Extreme	1,35
1.4	NWP	Power Production	10,8				H _s	5,08	8°			10	Grid Loss	Normal	1,35
1.5	EOG1	Power Production	9,37	6,72	71,72%	30°	H _s	5,08	8°	30°		10,5	Grid Loss	Normal	1,35
1.6	EOG ₅₀	Power Production	10,8	6,92	64,07%		H _s	5,08	8°			14		Extreme	1,35
1.7	EWS	Power Production	10,8	6,5	60,19%		H _s	5,08	8°			12		Extreme	1,35
1.8	NWP	Power Production	10,8				H _s	5,08	8°			10	Ice Formation	Extreme	1,35
1.9	NWP	Power Production	10,8				H _s	5,08	8°			10	Structure Ice	Extreme	1,35
1.10	NTM	Power Production	10,8	1,9	17,59%		H _{s1}	20,41	8°			10		Normal	1,35
2.1	NWP	Power Production	10,8				H _s	5,08				10	Fault Control	Normal	1,35
2.2	NWP	Power Production	10,8				H _s	5,08				10	Electrical Faillure	Abnormal	1,10
3.1	NWP	Start-Up	10,8				H _s	5,08				10	Start Up	Normal	1,35
3.2	EOG1	Start-Up	9,37	6,72	71,72%		H _s	5,08				10,5	Start Up	Normal	1,35
4.1	NWP	Shut-Down	10,8				H _s	5,08				10	Shut Down	Normal	1,35
5.1	NWP	Emergency Shut	10,8				H _s	5,08				10	Emergency	Normal	1,35
6.1	EWM	Parked	50	1,296	2,59%		H _{s50}	25,39	30°			10	Parked	Extreme	1,35
6.2	EWM	Parked	50	1,296	2,59%		H _{s50}	25,39	30°		180°	10	Parked + Grid	Abnormal	1,10
6.3	EWM	Parked	40	1,296	3,24%		H _{s1}	20,41	37°			10	Parked	Extreme	1,35
6.4	NTM	Parked	10,8	1,9	17,59%		H _s	5,08	8°			10	Parked + Ice Struct	Normal	1,35
6.5	EWM	Parked	40	1,296	3,24%		H _{s1}	20,41	8°			10	Parked	Extreme	1,35
7.1	EWM	Parked +Fault	40	1,296	3,24%		H _s	5,08	15°			10	Parked +Fault	Abnormal	1,10
7.2	NTM	Parked +Fault	10,8	1,9	17,59%		H _s	5,08	30°			10	Parked +Fault	Abnormal	1,10
8.1	EOG1	Maintenance	9,37	6,72	71,72%		H _{s1}	20,41	30°			10,5		Instalación	1,25
8.2	EWM	Maintenance	40	1,296	3,24%		H _s	5,08	15°		180°	10	Locked State	Abnormal	1,10

8.3	EWM	Maintenance	50	1,296	2,59%		H _{SI}	20,41				10	Vibrations		
8.4	NTM	Maintenance	10,8	1,9	17,59%		H _S	5,08				10	Grid	Abnormal	1,10
8.5	NWM	Maintenance	10,8				H _{ST}	5,08				10	Boat impact	Abnormal	1,10
9.1	NWP	Power Production	10,8					0				10	Dynamic ICE	Extreme	1,35
9.2	NWP	Power Production	10,8					0				10	ICE H50	Extreme	1,35
9.3	NWP	Parked	10,8					0				10	Dynamic ICE	Extreme	1,35
9.4	NWP	Parked	10,8					0				10	ICE H50	Extreme	1,35
9.5	NWP	Power Production	10,8				H _S	5,08				10	Temperature	Normal	1,35
9.6	NWP	Parked	10,8				H _S	5,08				10	Temperature	Normal	1,35
9.7	NTM	Power Production	10,8	1,9	17,59%		H _S	5,08				10	Earthquake		1,10
9.8	NWP	Power Production	10,8				H _S	5,08				10	Earthquake+ Grid		1,10
9.9	NWP	Parked	10,8				H _S	5,08	8°			10	Earthquake+ Grid		1,10

Ilustración 43. Tabla Resumen de los DLC. En rojo aquellos que no se pueden realizar con Bladed.

Anexo 3: Cargas en el Aerogenerador

	Blades						Rotating Hub						Stationary Hub					
	Mx [Nm]	My [Nm]	Mz [Nm]	Fx [N]	Fy [N]	Fz [N]	Mx [Nm]	My [Nm]	Mz [Nm]	Fx [N]	Fy [N]	Fz [N]	Mx [Nm]	My [Nm]	Mz [Nm]	Fx [N]	Fy [N]	Fz [N]
1.1	2,13E+06	8,76E+06	1,48E+05	2,61E+05	-1,13E+05	4,54E+05	3,75E+06	5,83E+05	2,74E+05	6,80E+05	-1,06E+04	-1,09E+06	3,75E+06	5,83E+05	2,74E+05	6,80E+05	-1,06E+04	-1,09E+06
	6,53E+06	7,92E+06	-2,89E+04	2,48E+05	-3,57E+05	6,06E+05	3,70E+06	4,96E+04	-5,93E+05	6,53E+05	-1,05E+06	-3,33E+05	3,70E+06	5,79E+05	-1,36E+05	6,53E+05	-7,18E+03	-1,10E+06
	3,11E+06	7,86E+06	4,49E+04	2,70E+05	-2,39E+05	8,56E+05	3,54E+06	-1,71E+05	-4,16E+05	6,85E+05	-6,09E+05	8,82E+05	3,54E+06	3,84E+05	2,34E+05	6,85E+05	-3,09E+04	-1,07E+06
	-1,01E+06	7,46E+06	2,44E+05	2,59E+05	2,47E+04	8,52E+05	3,48E+06	-6,51E+05	3,09E+05	6,57E+05	6,40E+05	8,44E+05	3,48E+06	7,09E+05	1,28E+05	6,57E+05	-2,73E+04	-1,06E+06
	-1,97E+06	7,31E+06	2,52E+05	2,34E+05	1,04E+05	6,31E+05	3,39E+06	-3,75E+05	-7,10E+05	6,27E+05	1,00E+06	-3,13E+05	3,39E+06	-7,90E+05	1,43E+05	6,27E+05	4,67E+03	-1,05E+06
	1,27E+06	7,92E+06	1,12E+05	2,36E+05	-9,01E+04	4,58E+05	3,23E+06	-9,58E+05	1,63E+05	6,80E+05	2,48E+04	-1,08E+06	3,23E+06	-9,56E+05	1,74E+05	6,80E+05	1,26E+04	-1,08E+06
	5,89E+06	5,94E+06	-8,87E+04	1,96E+05	-3,37E+05	5,97E+05	3,16E+06	-2,36E+06	2,26E+05	6,06E+05	-1,02E+06	-3,57E+05	3,16E+06	-9,73E+05	-2,17E+06	6,06E+05	9,42E+03	-1,08E+06
	3,67E+06	7,68E+06	5,90E+04	2,60E+05	-2,45E+05	8,63E+05	3,02E+06	6,38E+04	1,45E+06	6,29E+05	-6,49E+05	8,51E+05	3,02E+06	-9,21E+05	-1,12E+06	6,29E+05	8,20E+03	-1,07E+06
	-1,87E+06	6,08E+06	2,10E+05	2,19E+05	4,74E+04	8,55E+05	2,98E+06	-1,95E+06	2,36E+06	6,29E+05	6,35E+05	8,36E+05	2,98E+06	2,95E+06	-8,18E+05	6,29E+05	-4,08E+04	-1,05E+06
	-1,73E+06	7,03E+06	2,53E+05	2,29E+05	9,73E+04	6,29E+05	2,92E+06	1,76E+05	7,21E+05	5,69E+05	9,84E+05	-3,14E+05	2,92E+06	7,41E+05	4,23E+04	5,69E+05	-1,31E+04	-1,03E+06
1.2	1,96E+06	7,82E+06	1,33E+05	2,60E+05	-1,01E+05	4,77E+05	3,78E+06	-7,52E+05	7,98E+05	7,10E+05	1,69E+03	-1,11E+06	3,78E+06	-7,48E+05	8,01E+05	7,10E+05	-3,10E+03	-1,11E+06
	6,42E+06	1,12E+07	1,48E+05	3,56E+05	-3,44E+05	6,21E+05	3,81E+06	3,42E+06	-8,78E+05	7,64E+05	-1,05E+06	-3,00E+05	3,81E+06	1,90E+06	2,97E+06	7,64E+05	-4,22E+04	-1,09E+06
	3,16E+06	7,44E+06	2,90E+04	2,58E+05	-2,40E+05	8,36E+05	3,63E+06	-8,37E+05	-1,87E+06	6,88E+05	-5,98E+05	8,72E+05	3,63E+06	1,79E+06	1,01E+06	6,88E+05	-3,70E+04	-1,06E+06
	-8,00E+05	5,13E+06	1,34E+05	1,95E+05	3,76E+03	8,52E+05	3,40E+06	-1,95E+06	-1,17E+06	5,70E+05	6,31E+05	9,03E+05	3,40E+06	9,15E+05	2,09E+06	5,70E+05	6,78E+03	-1,10E+06
	-2,52E+06	8,03E+06	2,79E+05	2,60E+05	1,18E+05	6,40E+05	3,19E+06	-1,86E+05	9,39E+05	6,68E+05	1,03E+06	-3,11E+05	3,19E+06	8,43E+05	4,53E+05	6,68E+05	3,49E+03	-1,07E+06
	2,49E+06	9,66E+06	1,77E+05	2,91E+05	-1,24E+05	4,58E+05	3,39E+06	2,63E+06	-1,40E+06	6,32E+05	-1,41E+04	-1,10E+06	3,39E+06	2,62E+06	-1,43E+06	6,32E+05	-2,83E+04	-1,10E+06
	6,59E+06	9,06E+06	3,27E+04	2,87E+05	-3,53E+05	6,28E+05	3,68E+06	2,77E+06	-1,93E+06	6,44E+05	-1,04E+06	-2,77E+05	3,68E+06	2,70E+06	2,02E+06	6,44E+05	-6,57E+04	-1,08E+06
	3,08E+06	7,31E+06	5,59E+04	2,41E+05	-2,28E+05	8,42E+05	3,64E+06	-1,98E+06	-1,09E+06	7,19E+05	-5,94E+05	8,69E+05	3,64E+06	2,24E+06	-3,04E+05	7,19E+05	-3,74E+04	-1,05E+06
	-1,06E+06	5,79E+06	1,97E+05	2,04E+05	3,20E+04	8,54E+05	3,34E+06	-1,75E+06	-3,22E+05	5,71E+05	6,45E+05	8,79E+05	3,34E+06	1,25E+06	1,27E+06	5,71E+05	-2,02E+04	-1,09E+06
	-2,58E+06	8,81E+06	3,05E+05	2,69E+05	1,26E+05	6,27E+05	2,78E+06	1,79E+06	2,46E+06	6,03E+05	1,03E+06	-3,15E+05	2,78E+06	2,87E+06	-1,02E+06	6,03E+05	-8,40E+03	-1,08E+06
1.3	3,14E+06	9,47E+06	1,44E+05	3,08E+05	-1,77E+05	6,54E+05	2,68E+06	8,06E+05	-7,65E+05	8,02E+05	-1,04E+06	1,27E+04	2,68E+06	7,66E+05	8,05E+05	8,02E+05	-1,39E+04	-1,04E+06
	5,51E+06	9,18E+06	1,31E+04	3,16E+05	-3,57E+05	8,60E+05	2,70E+06	-7,99E+05	-9,46E+05	8,50E+05	-1,44E+05	1,04E+06	2,70E+06	9,38E+05	8,09E+05	8,50E+05	-2,13E+04	-1,05E+06
	1,61E+06	8,49E+06	1,41E+05	3,15E+05	-1,57E+05	1,07E+06	2,83E+06	-8,82E+05	-2,37E+05	9,85E+05	1,00E+06	3,02E+05	2,83E+06	3,35E+04	9,12E+05	9,85E+05	-5,94E+03	-1,04E+06
	-2,19E+06	1,03E+07	3,49E+05	3,51E+05	8,96E+04	9,80E+05	3,09E+06	-2,39E+06	1,20E+06	1,13E+06	4,17E+05	-9,86E+05	3,09E+06	-1,75E+06	2,02E+06	1,13E+06	1,06E+04	-1,07E+06
	-2,09E+05	1,14E+07	2,78E+05	3,60E+05	-2,53E+04	8,18E+05	3,09E+06	1,04E+06	3,40E+06	1,25E+06	-9,91E+05	-4,22E+05	3,09E+06	-2,76E+06	2,26E+06	1,25E+06	1,44E+04	-1,08E+06
	6,08E+06	1,49E+07	1,70E+05	4,88E+05	-3,78E+05	1,06E+06	3,09E+06	2,77E+06	-1,19E+06	1,31E+06	-2,98E+05	1,03E+06	3,09E+06	-2,37E+06	1,86E+06	1,31E+06	2,39E+04	-1,07E+06
	2,62E+06	1,63E+07	2,01E+05	6,09E+05	-2,44E+05	1,55E+06	3,09E+06	-1,20E+06	-8,92E+05	1,26E+06	1,07E+06	-3,55E+03	3,09E+06	-9,09E+05	1,18E+06	1,26E+06	1,22E+04	-1,07E+06
	-3,85E+06	1,27E+07	3,41E+05	4,72E+05	9,10E+04	1,61E+06	3,09E+06	1,04E+06	6,30E+05	1,12E+06	-4,31E+05	-9,57E+05	3,09E+06	6,93E+05	9,95E+05	1,12E+06	-7,93E+03	-1,05E+06
	3,44E+06	1,33E+07	1,53E+05	4,99E+05	-2,98E+05	1,60E+06	3,08E+06	-1,03E+06	-1,92E+06	9,76E+05	-6,19E+05	8,44E+05	3,08E+06	1,99E+06	8,91E+05	9,76E+05	-2,66E+04	-1,05E+06
	3,55E+06	9,98E+06	-7,02E+03	4,76E+05	-3,58E+05	2,07E+06	3,08E+06	-1,03E+06	2,70E+06	8,76E+05	1,04E+06	5,94E+04	3,08E+06	2,79E+06	7,66E+05	8,76E+05	-4,23E+04	-1,04E+06
1.4	1,96E+06	7,82E+06	1,33E+05	2,60E+05	-1,01E+05	4,77E+05	3,78E+06	-7,52E+05	7,98E+05	7,10E+05	1,69E+03	-1,11E+06	3,78E+06	-7,48E+05	8,01E+05	7,10E+05	-3,10E+03	-1,11E+06
	6,42E+06	1,12E+07	1,48E+05	3,56E+05	-3,44E+05	6,21E+05	3,81E+06	3,42E+06	-8,78E+05	7,64E+05	-1,05E+06	-3,00E+05	3,81E+06	1,90E+06	2,97E+06	7,64E+05	-4,22E+04	-1,09E+06
	3,16E+06	7,44E+06	2,90E+04	2,58E+05	-2,40E+05	8,36E+05	3,63E+06	-8,37E+05	-1,87E+06	6,88E+05	-5,98E+05	8,72E+05	3,63E+06	1,79E+06	1,01E+06	6,88E+05	-3,70E+04	-1,06E+06
	-8,00E+05	5,13E+06	1,34E+05	1,95E+05	3,76E+03	8,52E+05	3,40E+06	-1,95E+06	-1,17E+06	5,70E+05	6,31E+05	9,03E+05	3,40E+06	9,15E+05	2,09E+06	5,70E+05	6,78E+03	-1,10E+06
	-2,52E+06	8,03E+06	2,79E+05	2,60E+05	1,18E+05	6,40E+05	3,19E+06	-1,86E+05	9,39E+05	6,68E+05	1,03E+06	-3,11E+05	3,19E+06	8,43E+05	4,53E+05	6,68E+05	3,49E+03	-1,07E+06
	2,49E+06	9,66E+06	1,77E+05	2,91E+05	-1,24E+05	4,58E+05	3,39E+06	2,63E+06	-1,40E+06	6,32E+05	-1,41E+04	-1,10E+06	3,39E+06	2,62E+06	-1,43E+06	6,32E+05	-2,83E+04	-1,10E+06
	6,59E+06	9,06E+06	3,27E+04	2,87E+05	-3,53E+05	6,28E+05	3,68E+06	2,77E+06	-1,93E+06	6,44E+05	-1,04E+06	-2,77E+05	3,68E+06	2,70E+06	2,02E+06	6,44E+05	-6,57E+04	-1,08E+06
	3,08E+06	7,31E+06	5,59E+04	2,41E+05	-2,28E+05	8,42E+05	3,64E+06	-1,98E+06	-1,09E+06	7,19E+05	-5,94E+05	8,69E+05	3,64E+06	2,24E+06	-3,04E+05	7,19E+05	-3,74E+04	-1,05E+06
	-2,14E+06	6,49E+06	2,59E+05	2,33E+05	5,53E+04	9,34E+05	-1,64E+04	-1,61E+06	-1,15E+05	6,11E+05	6,63E+05	8,54E+05	-1,64E+04	1,20E+06	1,08E+06	6,11E+05	-1,76E+03	-1,08E+06
	-2,94E+06	1,09E+07	3,85E+05	3,54E+05	1,24E+05	7,85E+05	5,71E+04	2,78E+06	2,98E+06	7,26E+05	9,59E+05	-4,79E+05	5,71E+04	3,89E+06	-1,20E+06	7,26E+05	-1,18E+04	-1,07E+06
1.5	4,54E+06	8,18E+06	25377,6	288321	-298736	1,07E+06	2,86E+06	6,55E+05	-519014	702853	-894172	-5,60E+05	2,84E+06	920884	538574	661925	3561,42	-1,08E+06
	-1,64E+06	7,35E+06	229684	264369	35664,9	1,08E+06	2,86E+06	-3,26E+05	-748984	698641	-673277	8,45E+05	2,77E+06	1,10E+06	761492	601160	42,9251	-1,09E+06
	-2,21E+06	7,62E+06	242697	250269	76896,1	7,68E+05	2,84E+06	-1,03E+06	272743	661925	761966	7,63E+05	2,69E+06	1,18E+06	577682	579769	-25877,2	-1,09E+06
	4,70E+06	8,20E+06	31344,3	256956	-265324	6,73E+05	2,77E+06	7,69E+04	1,34E+06	601160	861433	-6,72E+05	2,64E+06	889975	798695	637867	-18593,6	-1,07E+06

Comportamiento de un aerogenerador en el mar

	5,30E+06	8,15E+06	-29484,6	274698	-349467	9,25E+05	2,69E+06	1,31E+06	-80757,6	579769	-560496	-9,33E+05	2,70E+06	1,11E+06	1,01E+06	763886	-24009,9	-1,08E+06
	1,65E+03	8,40E+06	170453	294737	-69847	1,08E+06	2,64E+06	4,42E+05	-1,11E+06	637867	-999967	3,88E+05	3,39E+06	850371	897158	898639	-9217,38	-1,07E+06
	-2,17E+06	1,05E+07	329427	338534	100509	9,30E+05	2,70E+06	-1,27E+06	-783528	763886	226251	1,06E+06	3,39E+06	898978	1,17E+06	992210	8858,13	-1,08E+06
	1,69E+06	1,28E+07	217087	3,98E+05	-126234	8,07E+05	3,39E+06	-8,47E+05	900076	898639	1,07E+06	-6,99E+04	3,39E+06	1,25E+06	1,00E+06	1,00E+06	6360,6	-1,08E+06
	6,65E+06	1,25E+07	70579,6	4,13E+05	-409790	1,06E+06	3,39E+06	8,78E+05	1,19E+06	9,92E+05	28429,5	-1,08E+06	3,39E+06	1,42E+06	648232	879549	1321,07	-1,08E+06
	1,88E+06	9,32E+06	136725	3,41E+05	-171011	1,34E+06	3,39E+06	1,04E+06	-1,22E+06	1,00E+06	-1,08E+06	-3,95E+04	3,39E+06	1,54E+06	344421	707119	-11589	-1,09E+06
	-2,94E+06	8,69E+06	286462	303157	96493,5	1,12E+06	3,39E+06	-1,42E+06	-645619	8,80E+05	658,394	1,08E+06	3,38E+06	1,26E+06	366858	594087	-18922,5	-1,08E+06
	2,73E+06	8,90E+06	85741,1	281286	-180104	8,55E+05	3,39E+06	-2,80E+05	1,55E+06	707119	1,08E+06	-5,71E+04	3,39E+06	1,01E+06	862508	576344	-17192,1	-1,09E+06
	6,54E+06	8,28E+06	-70102,2	274839	-408554	1,03E+06	3,38E+06	1,28E+06	291575	594087	-83215	-1,08E+06	3,39E+06	987678	923637	629239	-15411,5	-1,08E+06
	1,19E+06	7,22E+06	90360,9	263347	-142573	1,20E+06	3,39E+06	8,19E+05	-1,04E+06	576344	-1,09E+06	6,34E+04	3,39E+06	855577	821828	701755	-2184,44	-1,06E+06
	-2,37E+06	7,83E+06	277457	272114	95046,4	9,75E+05	3,39E+06	-9,81E+05	-931040	629239	7285,23	1,08E+06	3,30E+06	1,22E+06	779742	754246	2849,34	-1,06E+06
	1,29E+06	9,62E+06	183168	3,11E+05	-91326,9	7,27E+05	3,39E+06	-8,91E+05	782927	701755	1,06E+06	8,79E+04	2,86E+06	1,49E+06	556867	761860	-1740,03	-1,07E+06
	5,83E+06	9,62E+06	5186,58	3,16E+05	-363946	8,49E+05	3,30E+06	1,05E+06	989101	7,54E+05	197634	-1,05E+06	2,98E+06	1,42E+06	437237	724307	-12433,6	-1,08E+06
	3,24E+06	8,00E+06	53381,3	284999	-237518	1,12E+06	2,86E+06	9,67E+05	-1,27E+06	7,62E+05	-1,02E+06	-3,09E+05	3,07E+06	1,14E+06	477740	671032	-16020,4	-1,09E+06
	-2,49E+06	7,93E+06	262587	274284	81554,5	1,05E+06	2,98E+06	-1,13E+06	-960610	724307	-414295	1,00E+06	2,88E+06	985846	844916	664419	-15035	-1,09E+06
	-8,00E+05	8,66E+06	207025	274441	11302,4	7,55E+05	3,07E+06	-9,71E+05	759024	671032	956517	5,16E+05	2,85E+06	1,10E+06	896655	670287	-12405,3	-1,08E+06
	5,44E+06	9,26E+06	21357,9	296200	-324247	7,69E+05	2,88E+06	3,18E+05	1,26E+06	646419	615687	-8,98E+05	2,83E+06	1,02E+06	774251	717025	2932,26	-1,07E+06
	4,57E+06	8,28E+06	8762,36	291148	-315752	1,04E+06	2,85E+06	1,40E+06	-226561	670287	-817057	-7,08E+05	2,81E+06	1,32E+06	729139	742971	5100,67	-1,07E+06
	-1,17E+06	7,57E+06	219507	277251	4337,51	1,09E+06	2,83E+06	-1,02E+05	-1,28E+06	717025	-798013	7,07E+05	2,83E+06	1,56E+06	416579	728932	-4061,32	-1,07E+06
	-2,03E+06	9,14E+06	287061	299867	82587,3	8,26E+05	2,81E+06	-1,50E+06	150683	742971	604310	8,84E+05	2,84E+06	1,34E+06	426514	691569	-13580,2	-1,08E+06
	3,43E+06	9,75E+06	82893,6	303727	-218040	7,18E+05	2,83E+06	3,53E+05	1,58E+06	728932	948498	-5,00E+05	2,85E+06	1,14E+06	681459	659238	-19111,8	-1,08E+06
	5,92E+06	8,59E+06	-32581,8	285946	-375382	9,16E+05	2,84E+06	1,40E+06	-75753,5	691569	-395016	-1,00E+06	2,84E+06	1,05E+06	815446	658821	-11366	-1,09E+06
	7,57E+05	7,30E+06	127981	264025	-104123	1,13E+06	2,85E+06	3,81E+05	-1,27E+06	659238	-1,05E+06	2,85E+05	2,82E+06	1,04E+06	85061,4	689613	1441,14	-1,07E+06
	-2,88E+06	8,30E+06	296056	282685	113115	9,15E+05	2,84E+06	-1,15E+06	-668583	658821	154603	1,07E+06	2,80E+06	1,05E+06	427670	722329	1868,18	-1,07E+06
	1,55E+06	9,36E+06	157899	298162	-105152	6,91E+05	2,82E+06	-7,12E+04	1,04E+06	689613	1,07E+06	-1,29E+04	2,80E+06	1,20E+06	464990	726932	-3159,64	-1,07E+06
	6,02E+06	9,19E+06	-8913,94	302444	-370084	8,43E+05	2,80E+06	9,98E+05	542494	722329	121008	-1,06E+06	2,81E+06	1,21E+06	198179	706372	-21791,6	-1,07E+06
	2,56E+06	7,79E+06	66109,6	279625	-212617	1,10E+06	2,80E+06	7,37E+05	-1,06E+06	726932	-1,04E+06	-2,52E+05	2,83E+06	900158	245227	676007	-19418,4	-1,08E+06
	-2,33E+06	8,02E+06	273555	276837	82540,1	1,02E+06	2,81E+06	-1,06E+06	-617178	706372	-363437	1,01E+06	2,83E+06	928465	481459	660670	-13729,6	-1,08E+06
	-6,76E+05	8,80E+06	208537	277856	9275,49	7,43E+05	2,83E+06	-6,39E+05	680128	676007	959985	4,88E+05	2,81E+06	426375	891140	744427	-1840,54	-1,08E+06
	5,04E+06	8,98E+06	11048,1	287172	-311496	7,52E+05	2,83E+06	4,87E+05	925541	660670	606519	-8,96E+05	2,79E+06	797460	458664	702746	11406,1	-1,08E+06
	4,89E+06	8,18E+06	6603,19	287135	-324134	1,03E+06	2,81E+06	9,12E+05	-379668	674427	-802685	-7,16E+05	-14074,4	1,01E+06	396534	738061	19469,4	-1,07E+06
	-2,08E+06	8,06E+06	253515	292056	17033	1,16E+06	2,79E+06	-1,76E+05	-903048	702746	-819688	6,95E+05	53859,3	1,24E+06	255692	748071	-10965,9	-1,07E+06
	-2,72E+06	9,56E+06	280099	318687	87799,4	9,73E+05	-1,41E+04	-1,05E+06	261768	738061	602795	8,83E+05	16924,8	1,16E+06	216757	744127	-25398,3	-1,07E+06
	3,88E+06	1,02E+07	27967,1	332523	-288189	9,89E+05	5,39E+04	4,69E+05	1,17E+06	748071	888293	-6,00E+05	31916,2	902697	348241	734814	-7778,92	-1,07E+06
	4,00E+06	9,04E+06	-19921,1	325359	-334117	1,37E+06	1,69E+04	1,08E+06	-493009	744127	-637186	-8,60E+05	1,40E+04	8,03E+05	526164	733476	-22974	-1,08E+06
	-2,69E+06	8,65E+06	233023	318960	29797,1	1,47E+06	3,19E+04	-3,23E+05	-912096	734814	-810085	7,04E+05	28588,7	968197	536696	777476	14628,9	-1,08E+06
1.6	1,95E+06	9,13E+06	1,29E+05	2,87E+05	-1,32E+05	6,96E+05	2,87E+06	5,30E+05	2,78E+05	7,04E+05	-7,78E+03	-1,09E+06	2,87E+06	5,30E+05	2,78E+05	7,04E+05	-7,78E+03	-1,09E+06
	6,92E+06	9,23E+06	-2,00E+04	3,03E+05	-4,03E+05	8,95E+05	2,87E+06	9,37E+05	-7,42E+05	7,03E+05	-1,10E+06	-1,06E+05	2,87E+06	8,41E+05	8,50E+05	7,03E+05	-1,57E+04	-1,10E+06
	1,48E+06	7,90E+06	8,56E+04	2,86E+05	-1,71E+05	1,13E+06	2,86E+06	-7,91E+05	-5,93E+05	7,03E+05	-2,09E+05	1,05E+06	2,86E+06	9,02E+05	4,05E+05	7,03E+05	-2,66E+04	-1,07E+06
	-2,27E+06	8,14E+06	2,80E+05	2,82E+05	8,67E+04	9,89E+05	2,86E+06	-6,22E+05	4,76E+05	7,05E+05	1,00E+06	3,35E+05	2,86E+06	6,53E+05	4,33E+05	7,05E+05	-1,10E+04	-1,06E+06
	3,57E+05	9,26E+06	2,03E+05	2,93E+05	-3,57E+04	7,47E+05	2,86E+06	7,00E+05	8,29E+05	7,04E+05	4,48E+05	-9,66E+05	2,86E+06	9,88E+05	4,47E+05	7,04E+05	-1,10E+04	-1,07E+06
	4,81E+06	9,10E+06	2,10E+03	2,94E+05	-3,21E+05	8,00E+05	2,86E+06	6,55E+05	-5,19E+05	7,03E+05	-8,94E+05	-5,60E+05	2,86E+06	7,87E+05	2,83E+05	7,03E+05	3,72E+03	-1,06E+06
	4,54E+06	8,20E+06	2,60E+04	2,89E+05	-2,99E+05	1,07E+06	2,86E+06	-3,23E+05	-7,50E+05	7,01E+05	-6,73E+05	8,45E+05	2,86E+06	7,18E+05	3,89E+05	7,01E+05	4,81E+03	-1,08E+06
	-1,64E+06	7,53E+06	2,33E+05	2,70E+05	3,57E+04	1,09E+06	2,85E+06	-1,04E+06	2,59E+05	6,78E+05	7,63E+05	7,63E+05	2,85E+06	9,13E+05	5,52E+05	6,78E+05	3,48E+03	-1,08E+06
	-2,18E+06	7,93E+06	2,46E+05	2,60E+05	7,50E+04	7,76E+05	2,80E+06	5,21E+04	1,35E+06	6,29E+05	8,58E+05	-6,77E+05	2,80E+06	1,09E+06	7,93E+05	6,29E+05	-2,25E+02	-1,09E+06
	4,77E+06	8,25E+06	3,11E+04	2,59E+05	-2,70E+05	6,87E+05	2,73E+06	1,33E+06	-9,61E+04	5,85E+05	-5,73E+05	-9,25E+05	2,73E+06	1,19E+06	5,89E+05	5,85E+05	-2,57E+04	-1,09E+06
	5,24E+06	7,28E+06	-5,02E+04	2,49E+05	-3,48E+05	9,30E+05	2,64E+06	3,26E+05	-1,14E+06	5,71E+05	-9,90E+05	4,07E+05	2,64E+06	9,38E+05	7,18E+05	5,71E+05	-1,79E+04	-1,07E+06
	-7,74E+04	6,63E+06	1,38E+05	2,42E+05	-6,49E+04	1,04E+06	2,60E+06	-1,33E+06	-5,43E+05	6,19E+05	2,34E+05	1,05E+06	2,60E+06	1,19E+06	7,92E+05	6,19E+05	-2,33E+04	-1,08E+06
	-2,45E+06	8,59E+06	3,01E+05	2,83E+05	1,12E+05	8,55E+05	2,64E+06	-5,88E+05	8,99E+05	7,28E+05	1,07E+06	-2,95E+04	2,64E+06	8,88E+05	6,04E+05	7,28E+05	-1,01E+04	-1,07E+06
	8,88E+05	1,11E+07	2,02E+05	3,41E+05	-8,07E+04	6,93E+05	2,78E+06	6,43E+05	1,13E+06	8,54E+05	1,56E+05	-1,07E+06	2,78E+06	7,91E+05	1,03E+06	8,54E+05	8,37E+03	-1,08E+06

Comportamiento de un aerogenerador en el mar

6,47E+06	1,25E+07	8,61E+04	3,99E+05	-3,88E+05	8,98E+05	3,39E+06	1,36E+06	-6,96E+05	9,63E+05	-1,06E+06	-2,65E+05	3,39E+06	1,00E+06	1,15E+06	9,63E+05	4,11E+03	-1,09E+06
3,16E+06	1,17E+07	1,55E+05	4,02E+05	-2,34E+05	1,26E+06	3,39E+06	-6,98E+05	-1,41E+06	1,03E+06	-3,04E+05	1,04E+06	3,39E+06	1,06E+06	1,16E+06	1,03E+06	1,16E+03	-1,08E+06
-2,92E+06	1,15E+07	3,24E+05	3,92E+05	8,90E+04	1,22E+06	3,39E+06	-1,15E+06	1,08E+06	1,02E+06	1,05E+06	2,64E+05	3,39E+06	1,34E+06	8,38E+05	1,02E+06	-1,19E+04	-1,08E+06
1,76E+06	1,20E+07	1,96E+05	3,90E+05	-1,32E+05	9,93E+05	3,39E+06	1,28E+06	9,14E+05	9,04E+05	1,75E+05	-1,07E+06	3,39E+06	1,42E+06	6,72E+05	9,04E+05	-1,75E+04	-1,08E+06
6,82E+06	9,89E+06	-3,06E+04	3,34E+05	-4,28E+05	1,18E+06	3,39E+06	8,65E+05	-1,39E+06	7,39E+05	-1,08E+06	-7,08E+04	3,39E+06	1,46E+06	7,44E+05	7,39E+05	-2,11E+04	-1,08E+06
1,23E+06	7,01E+06	7,83E+04	2,65E+05	-1,57E+05	1,37E+06	3,39E+06	-1,41E+06	-5,78E+05	6,20E+05	1,26E+04	1,08E+06	3,39E+06	1,41E+06	5,68E+05	6,20E+05	-2,03E+04	-1,08E+06
-2,35E+06	7,41E+06	2,55E+05	2,58E+05	8,39E+04	1,10E+06	3,39E+06	-4,90E+05	1,10E+06	5,84E+05	1,07E+06	-4,73E+04	3,39E+06	1,08E+06	5,28E+05	5,84E+05	-1,04E+04	-1,07E+06
2,45E+06	8,79E+06	9,76E+04	2,81E+05	-1,64E+05	8,38E+05	3,39E+06	1,05E+06	7,10E+05	6,17E+05	-4,00E+04	-1,07E+06	3,39E+06	1,03E+06	7,46E+05	6,17E+05	-3,05E+03	-1,07E+06
6,08E+06	8,88E+06	-3,85E+04	2,99E+05	-3,92E+05	9,86E+05	3,39E+06	8,51E+05	-1,10E+06	6,78E+05	-1,07E+06	-2,93E+03	3,39E+06	1,10E+06	8,49E+05	6,78E+05	9,68E+02	-1,07E+06
1,99E+06	7,74E+06	9,89E+04	2,84E+05	-1,70E+05	1,18E+06	3,39E+06	-1,17E+06	-8,42E+05	7,25E+05	-6,52E+04	1,07E+06	3,39E+06	1,22E+06	7,64E+05	7,25E+05	-4,49E+03	-1,07E+06
-2,65E+06	8,43E+06	2,92E+05	2,92E+05	9,98E+04	9,99E+05	3,39E+06	-6,63E+05	1,18E+06	7,38E+05	1,06E+06	1,46E+05	3,39E+06	1,27E+06	4,85E+05	7,38E+05	-9,35E+03	-1,07E+06
9,17E+05	9,68E+06	1,78E+05	3,07E+05	-7,82E+04	7,34E+05	3,39E+06	1,04E+06	8,63E+05	7,23E+05	2,45E+05	-1,05E+06	3,39E+06	1,21E+06	5,95E+05	7,23E+05	-9,23E+03	-1,08E+06
6,44E+06	9,42E+06	-8,06E+03	3,03E+05	-3,81E+05	8,46E+05	3,30E+06	1,12E+06	-1,03E+06	6,94E+05	-1,03E+06	-3,51E+05	3,30E+06	1,35E+06	7,15E+05	6,94E+05	-1,30E+04	-1,09E+06
3,12E+06	7,82E+06	3,99E+04	2,77E+05	-2,41E+05	1,11E+06	2,87E+06	-7,42E+05	-1,05E+06	6,78E+05	-4,63E+05	9,76E+05	2,87E+06	1,13E+06	6,26E+05	6,78E+05	-6,38E+03	-1,08E+06
-2,35E+06	7,54E+06	2,55E+05	2,67E+05	7,41E+04	1,04E+06	2,85E+06	-1,19E+06	4,50E+05	6,81E+05	9,13E+05	5,73E+05	2,85E+06	1,01E+06	7,63E+05	6,81E+05	-1,24E+03	-1,08E+06
-7,54E+05	8,93E+06	2,32E+05	2,88E+05	1,86E+04	7,57E+05	2,83E+06	5,08E+05	1,38E+06	6,97E+05	6,72E+05	-8,34E+05	2,83E+06	1,27E+06	7,57E+05	6,97E+05	-1,71E+03	-1,07E+06
4,79E+06	9,59E+06	3,92E+04	3,07E+05	-2,99E+05	7,54E+05	2,82E+06	1,41E+06	-4,82E+05	7,13E+05	-7,49E+05	-7,59E+05	2,82E+06	1,35E+06	6,35E+05	7,13E+05	-9,55E+03	-1,07E+06
4,90E+06	8,29E+06	-1,03E+03	2,88E+05	-3,28E+05	1,03E+06	2,82E+06	-3,42E+05	-1,37E+06	7,15E+05	-8,46E+05	6,57E+05	2,82E+06	1,30E+06	5,54E+05	7,15E+05	-1,39E+04	-1,07E+06
-8,13E+05	7,53E+06	2,02E+05	2,72E+05	-1,26E+04	1,10E+06	2,83E+06	-1,39E+06	1,15E+05	6,99E+05	5,49E+05	9,27E+05	2,83E+06	1,26E+06	5,98E+05	6,99E+05	-8,33E+03	-1,08E+06
-2,49E+06	8,91E+06	2,85E+05	2,92E+05	9,73E+04	8,39E+05	2,84E+06	5,37E+05	1,13E+06	6,80E+05	9,90E+05	-4,33E+05	2,84E+06	1,25E+06	-4,48E+04	6,80E+05	-4,54E+03	-1,08E+06
3,36E+06	9,23E+06	8,20E+04	2,89E+05	-2,05E+05	7,01E+05	2,83E+06	1,02E+06	6,31E+06	6,77E+05	-3,14E+05	-1,03E+06	2,83E+06	9,55E+05	3,50E+05	6,77E+05	-5,85E+03	-1,08E+06
5,99E+06	8,67E+06	-2,28E+04	2,92E+05	-3,77E+05	9,34E+05	2,82E+06	4,86E+05	-9,27E+05	6,86E+05	-1,06E+06	1,85E+05	2,82E+06	8,32E+05	6,34E+05	6,86E+05	-4,31E+03	-1,08E+06
7,98E+05	7,54E+06	1,32E+05	2,76E+05	-1,16E+05	1,12E+06	2,81E+06	-1,10E+06	-4,23E+05	7,02E+05	6,36E+04	1,07E+06	2,81E+06	1,08E+06	4,70E+05	7,02E+05	-1,73E+04	-1,07E+06
-2,63E+06	8,35E+06	2,98E+05	2,84E+05	1,08E+05	9,29E+05	2,80E+06	-3,34E+05	9,86E+05	7,11E+05	1,07E+06	7,52E+04	2,80E+06	1,01E+06	2,51E+05	7,11E+05	-1,38E+04	-1,07E+06
1,01E+06	9,40E+06	1,66E+05	2,95E+05	-7,99E+04	7,02E+05	2,81E+06	9,72E+05	5,56E+05	7,03E+05	2,13E+05	-1,05E+06	2,81E+06	1,07E+06	3,41E+05	7,03E+05	-1,01E+04	-1,07E+06
5,79E+06	8,97E+06	-2,09E+04	2,91E+05	-3,61E+05	8,24E+05	2,82E+06	6,66E+05	-9,29E+05	6,87E+05	-1,02E+06	-3,50E+05	2,82E+06	1,10E+06	3,24E+05	6,87E+05	-3,12E+03	-1,08E+06
3,42E+06	7,82E+06	4,62E+04	2,78E+05	-2,48E+05	1,09E+06	2,81E+06	-6,50E+05	-6,81E+05	6,78E+05	-4,80E+05	9,67E+05	2,81E+06	8,84E+05	3,24E+05	6,78E+05	3,18E+03	-1,08E+06
-2,28E+06	7,80E+06	2,61E+05	2,74E+05	7,16E+04	1,03E+06	2,81E+06	-7,45E+05	4,53E+05	6,81E+05	8,98E+05	5,93E+05	2,81E+06	7,88E+05	3,73E+05	6,81E+05	7,34E+02	-1,08E+06
-1,10E+06	8,82E+06	2,32E+05	2,83E+05	3,17E+04	7,45E+05	2,80E+06	4,31E+05	9,83E+05	6,92E+05	7,00E+05	-8,18E+05	2,80E+06	9,68E+05	4,64E+05	6,92E+05	-2,87E+03	-1,08E+06
4,97E+06	9,31E+06	3,44E+04	2,97E+05	-2,98E+05	7,36E+05	2,79E+06	1,07E+06	-4,55E+05	7,04E+05	-7,30E+05	-7,87E+05	2,79E+06	1,10E+06	3,74E+05	7,04E+05	-1,85E+04	-1,07E+06
4,81E+06	8,26E+06	-3,16E+03	2,87E+05	-3,28E+05	1,01E+06	2,80E+06	-2,80E+05	-9,91E+05	7,05E+05	-8,71E+05	6,17E+05	2,80E+06	9,76E+05	3,29E+05	7,05E+05	-1,65E+04	-1,07E+06
-7,29E+05	7,61E+06	2,01E+05	2,75E+05	-2,01E+04	1,09E+06	2,80E+06	-1,12E+06	1,14E+05	6,95E+05	4,99E+05	9,52E+05	2,80E+06	1,05E+06	4,07E+05	6,95E+05	-1,12E+04	-1,07E+06
-2,30E+06	8,60E+06	2,78E+05	2,82E+05	9,57E+04	8,43E+05	2,81E+06	1,22E+05	1,09E+06	6,83E+05	1,01E+06	-3,70E+05	2,81E+06	1,06E+06	2,52E+05	6,83E+05	-7,40E+03	-1,07E+06
2,72E+06	9,18E+06	9,32E+04	2,87E+05	-1,78E+05	6,92E+05	2,80E+06	9,24E+05	1,26E+05	6,80E+05	-2,26E+05	-1,05E+06	2,80E+06	8,74E+05	3,23E+05	6,80E+05	6,45E+03	-1,07E+06
6,05E+06	8,63E+06	-2,77E+04	2,88E+05	-3,78E+05	9,05E+05	2,79E+06	4,17E+05	-9,69E+05	6,85E+05	-1,07E+06	9,72E+04	2,79E+06	9,28E+05	5,02E+05	6,85E+05	-1,02E+03	-1,08E+06
1,41E+06	7,60E+06	1,17E+05	2,76E+05	-1,42E+05	1,11E+06	2,79E+06	-9,70E+05	-4,44E+05	6,96E+05	-3,53E+04	1,08E+06	2,79E+06	9,87E+05	4,03E+05	6,96E+05	-9,52E+03	-1,08E+06
-2,90E+06	8,19E+06	2,95E+05	2,81E+05	1,13E+05	9,42E+05	2,79E+06	-4,59E+05	8,96E+05	7,03E+05	1,06E+06	1,69E+05	2,79E+06	9,62E+05	2,97E+05	7,03E+05	-1,68E+04	-1,08E+06
7,38E+05	9,26E+06	1,78E+05	2,92E+05	-6,10E+04	6,98E+05	2,79E+06	8,66E+05	6,51E+05	6,99E+05	3,04E+05	-1,03E+06	2,79E+06	1,02E+06	3,61E+05	6,99E+05	-1,92E+04	-1,08E+06
5,74E+06	9,08E+06	-9,87E+03	2,93E+05	-3,53E+05	8,02E+05	2,80E+06	8,34E+05	-8,21E+05	6,89E+05	-9,79E+05	-4,45E+05	2,80E+06	1,10E+06	4,13E+05	6,89E+05	-6,77E+03	-1,08E+06
3,57E+06	7,84E+06	3,33E+04	2,78E+05	-2,62E+05	1,07E+06	2,80E+06	-6,40E+05	-7,68E+05	6,83E+05	-5,70E+05	9,09E+05	2,80E+06	9,50E+05	3,09E+05	6,83E+05	-2,24E+03	-1,07E+06
-1,86E+06	7,74E+06	2,51E+05	2,74E+05	5,16E+04	1,05E+06	2,79E+06	-8,23E+05	3,92E+05	6,84E+05	8,22E+05	6,87E+05	2,79E+06	8,27E+05	3,84E+05	6,84E+05	5,65E+03	-1,07E+06
-1,48E+06	8,80E+06	2,46E+05	2,84E+05	5,14E+04	7,63E+05	2,78E+06	4,09E+05	1,05E+06	6,90E+05	7,87E+05	-7,33E+05	2,78E+06	1,04E+06	4,13E+05	6,90E+05	-8,02E+02	-1,08E+06
4,45E+06	9,26E+06	4,33E+04	2,94E+05	-2,73E+05	7,17E+05	2,78E+06	1,01E+06	-3,58E+05	6,98E+05	-6,33E+05	-8,66E+05	2,78E+06	1,03E+06	2,95E+05	6,98E+05	-1,50E+04	-1,07E+06
5,34E+06	8,36E+06	-1,17E+04	2,88E+05	-3,49E+05	9,88E+05	2,79E+06	-7,93E+04	-9,99E+05	6,99E+05	-9,45E+05	5,12E+05	2,79E+06	9,21E+05	3,96E+05	6,99E+05	-1,26E+04	-1,08E+06
-3,71E+05	7,57E+06	1,82E+05	2,74E+05	-4,39E+04	1,10E+06	2,79E+06	-1,11E+06	-2,74E+04	6,92E+05	3,87E+05	1,01E+06	2,79E+06	1,03E+06	4,11E+05	6,92E+05	-1,39E+04	-1,08E+06
-2,58E+06	8,46E+06	2,86E+05	2,80E+05	1,07E+05	8,62E+05	2,79E+06	-5,51E+04	1,05E+06	6,86E+05	1,05E+06	-2,45E+05	2,79E+06	1,01E+06	2,86E+05	6,86E+05	-6,33E+03	-1,08E+06

Comportamiento de un aerogenerador en el mar

1.7	1,61E+06	7,83E+06	1,29E+05	2,94E+05	-1,57E+05	1,06E+06	2,69E+06	-1,03E+06	-8,77E+05	8,00E+05	-1,32E+04	1,05E+06	2,68E+06	8,22E+05	5,85E+05	8,02E+05	-2,18E+04	-1,05E+06
	-2,17E+06	8,19E+06	3,11E+05	2,93E+05	8,87E+04	9,39E+05	2,69E+06	-7,70E+05	8,27E+05	8,02E+05	1,04E+06	1,77E+05	2,68E+06	7,53E+05	8,46E+05	8,00E+05	-1,39E+04	-1,04E+06
	-5,38E+05	9,03E+06	2,31E+05	2,99E+05	-5,96E+03	6,86E+05	2,68E+06	5,04E+05	1,10E+06	8,01E+05	3,45E+05	-1,00E+06	2,69E+06	1,05E+06	6,79E+05	8,00E+05	-2,08E+04	-1,05E+06
	5,36E+06	9,46E+06	4,72E+04	3,15E+05	-3,21E+05	7,23E+05	2,68E+06	1,37E+06	-5,89E+05	8,00E+05	-9,43E+05	-4,92E+05	2,69E+06	6,88E+05	4,62E+05	8,01E+05	-8,12E+03	-1,04E+06
	4,62E+06	8,55E+06	4,62E+04	3,09E+05	-3,05E+05	1,01E+06	2,68E+06	-3,56E+05	-1,15E+06	8,01E+05	-6,22E+05	8,46E+05	2,69E+06	7,87E+05	8,29E+05	8,01E+05	5,88E+02	-1,06E+06
	-1,70E+06	7,68E+06	2,51E+05	2,88E+05	2,41E+04	1,04E+06	2,68E+06	-1,28E+06	1,85E+03	8,01E+05	7,35E+05	7,49E+05	2,69E+06	9,88E+05	6,90E+05	8,00E+05	-6,87E+03	-1,06E+06
	-1,94E+06	8,57E+06	3,02E+05	2,92E+05	8,30E+04	7,73E+05	2,68E+06	5,99E+04	1,40E+06	8,00E+05	8,53E+05	-6,08E+05	2,69E+06	6,97E+05	7,60E+05	8,02E+05	-8,17E+02	-1,06E+06
	3,28E+06	9,61E+06	1,25E+05	3,14E+05	-2,00E+05	6,67E+05	2,69E+06	1,18E+06	1,40E+05	8,00E+05	-4,54E+05	-9,43E+05	2,68E+06	8,85E+05	9,21E+05	8,02E+05	-1,43E+04	-1,06E+06
	5,45E+06	9,05E+06	1,15E+04	3,14E+05	-3,55E+05	8,80E+05	2,68E+06	4,93E+05	-1,10E+06	8,01E+05	-1,01E+06	2,98E+05	2,68E+06	1,05E+06	7,95E+05	8,00E+05	-1,56E+04	-1,05E+06
	1,55E+06	7,77E+06	1,44E+05	2,92E+05	-1,38E+05	1,07E+06	2,68E+06	-1,08E+06	-6,36E+05	7,99E+05	1,34E+05	1,05E+06	2,68E+06	1,03E+06	7,45E+05	8,02E+05	-1,58E+04	-1,05E+06
1.8	1,92E+06	8,79E+06	1,52E+05	2,68E+05	-1,09E+05	5,33E+05	2,85E+06	1,03E+06	7,35E+05	6,45E+05	-2,69E+03	-1,11E+06	2,85E+06	1,03E+06	7,28E+05	6,45E+05	-9,91E+03	-1,11E+06
	6,42E+06	8,79E+06	1,86E+04	2,77E+05	-3,62E+05	6,87E+05	2,98E+06	1,28E+06	-8,13E+05	6,48E+05	-1,07E+06	-3,30E+05	2,98E+06	1,17E+06	9,58E+05	6,48E+05	-1,91E+04	-1,12E+06
	4,07E+06	7,40E+06	4,17E+04	2,55E+05	-2,64E+05	9,34E+05	3,21E+06	-5,05E+05	-1,30E+06	6,50E+05	-6,38E+05	9,00E+05	3,21E+06	1,17E+06	7,59E+05	6,50E+05	-1,15E+04	-1,10E+06
	-1,34E+06	7,15E+06	2,27E+05	2,49E+05	3,14E+04	9,47E+05	3,35E+06	-8,57E+05	1,71E+05	6,48E+05	6,56E+05	8,94E+05	3,35E+06	7,92E+05	3,69E+05	6,48E+05	-3,96E+02	-1,11E+06
	-3,11E+06	7,77E+06	2,83E+05	2,50E+05	1,37E+05	6,91E+05	3,28E+06	-2,94E+05	1,03E+06	6,46E+05	1,06E+06	-3,68E+05	3,28E+06	8,82E+05	5,98E+05	6,46E+05	-1,77E+04	-1,13E+06
	2,02E+06	8,64E+06	1,48E+05	2,63E+05	-1,10E+05	5,26E+05	3,03E+06	8,60E+05	5,41E+05	6,42E+05	-2,32E+03	-1,12E+06	3,03E+06	8,61E+05	5,39E+05	6,42E+05	-5,06E+03	-1,12E+06
	6,17E+06	8,47E+06	6,62E+03	2,68E+05	-3,54E+05	6,74E+05	2,83E+06	8,74E+05	-6,68E+05	6,41E+05	-1,06E+06	-3,45E+05	2,83E+06	9,10E+05	6,18E+05	6,41E+05	-5,98E+03	-1,11E+06
	4,09E+06	7,48E+06	5,17E+04	2,58E+05	-2,63E+05	9,32E+05	2,83E+06	-3,39E+05	-9,18E+05	6,46E+05	-6,46E+05	8,96E+05	2,83E+06	8,17E+05	5,37E+05	6,46E+05	-1,11E+04	-1,10E+06
	-1,60E+06	7,12E+06	2,27E+05	2,50E+05	3,66E+04	9,54E+05	3,05E+06	-9,18E+05	-9,34E+04	6,47E+05	6,58E+05	9,04E+05	3,05E+06	6,89E+05	6,13E+05	6,47E+05	-3,47E+03	-1,12E+06
	-2,94E+06	7,82E+06	2,83E+05	2,52E+05	1,33E+05	6,99E+05	3,28E+06	-2,76E+05	1,02E+06	6,48E+05	1,06E+06	-3,58E+05	3,28E+06	8,79E+05	5,78E+05	6,48E+05	-1,03E+04	-1,12E+06
1.10	1,38E+06	3,28E+05	-1,18E+05	6,29E+04	-1,04E+05	6,88E+05	2,56E+06	4,42E+04	8,66E+03	1,10E+04	2,87E+03	-9,03E+05	2,56E+06	4,42E+04	8,66E+03	1,10E+04	2,87E+03	-9,03E+05
	5,51E+06	6,21E+06	-1,98E+05	2,17E+05	-2,28E+05	8,52E+05	2,65E+06	-1,28E+06	-9,01E+05	4,64E+05	-9,97E+05	-1,36E+05	2,65E+06	7,34E+05	-1,38E+06	4,64E+05	1,01E+04	-1,01E+06
	2,24E+06	5,49E+06	-1,03E+05	2,06E+05	-5,71E+04	1,05E+06	2,65E+06	1,42E+06	2,65E+06	3,24E+05	-2,83E+05	9,70E+05	2,65E+06	-2,05E+06	-2,20E+06	3,24E+05	2,41E+04	-1,01E+06
	-2,22E+06	1,07E+06	8,73E+04	6,17E+04	1,86E+05	8,98E+05	2,64E+06	-5,60E+05	-2,17E+06	1,40E+05	9,42E+05	4,62E+05	2,64E+06	-1,74E+06	1,40E+06	1,40E+05	3,28E+04	-1,05E+06
	-6,47E+05	-1,36E+06	8,30E+03	-2,10E+04	1,01E+05	5,60E+05	2,64E+06	1,98E+06	-1,46E+06	-1,61E+05	6,29E+05	-8,08E+05	2,64E+06	6,73E+05	-2,36E+06	-1,61E+05	3,91E+04	-1,02E+06
	4,80E+06	-1,98E+06	-3,72E+05	8,38E+03	-1,72E+05	3,72E+05	2,63E+06	1,18E+05	-1,79E+05	-2,39E+05	-5,53E+05	-8,67E+05	2,63E+06	1,95E+05	-8,95E+04	-2,39E+05	-1,15E+04	-1,03E+06
	5,75E+06	4,54E+05	-4,64E+05	1,15E+05	-2,38E+05	3,72E+05	2,63E+06	1,01E+05	5,59E+05	-1,34E+05	-1,02E+06	2,20E+04	2,63E+06	-5,61E+05	8,97E+04	-1,34E+05	-6,27E+02	-1,02E+06
	3,93E+06	1,15E+06	-3,35E+05	1,21E+05	-1,50E+05	3,93E+05	2,63E+06	5,94E+04	-2,92E+05	-4,46E+04	-6,79E+05	7,67E+05	2,63E+06	1,46E+05	2,60E+05	-4,46E+04	1,37E+04	-1,02E+06
	1,51E+06	5,15E+05	-1,21E+05	5,63E+04	-3,36E+04	3,58E+05	2,63E+06	3,01E+05	-1,73E+05	1,28E+04	-7,29E+04	1,03E+06	2,63E+06	-2,91E+05	1,90E+05	1,28E+04	1,41E+04	-1,04E+06
	4,68E+04	-5,05E+05	3,32E+04	-1,61E+04	3,38E+04	2,85E+05	2,64E+06	2,49E+05	-3,38E+05	4,55E+04	4,13E+05	9,49E+05	2,64E+06	-3,69E+05	2,00E+05	4,55E+04	2,89E+04	-1,03E+06
2.1	1,92E+06	8,79E+06	1,52E+05	2,68E+05	-1,09E+05	5,33E+05	2,85E+06	1,03E+06	7,35E+05	6,45E+05	-2,69E+03	-1,11E+06	2,85E+06	1,03E+06	7,28E+05	6,45E+05	-9,91E+03	-1,11E+06
	6,42E+06	8,79E+06	1,86E+04	2,77E+05	-3,62E+05	6,87E+05	2,98E+06	1,28E+06	-8,13E+05	6,48E+05	-1,07E+06	-3,30E+05	2,98E+06	1,17E+06	9,58E+05	6,48E+05	-1,91E+04	-1,12E+06
	4,07E+06	7,40E+06	4,17E+04	2,55E+05	-2,64E+05	9,34E+05	3,21E+06	-5,05E+05	-1,30E+06	6,50E+05	-6,38E+05	9,00E+05	3,21E+06	1,17E+06	7,59E+05	6,50E+05	-1,15E+04	-1,10E+06
	-1,34E+06	7,15E+06	2,27E+05	2,49E+05	3,14E+04	9,47E+05	3,35E+06	-8,57E+05	1,71E+05	6,48E+05	6,56E+05	8,94E+05	3,35E+06	7,92E+05	3,69E+05	6,48E+05	-3,96E+02	-1,11E+06
	-3,11E+06	7,77E+06	2,83E+05	2,50E+05	1,37E+05	6,91E+05	3,28E+06	-2,94E+05	1,03E+06	6,46E+05	1,06E+06	-3,68E+05	3,28E+06	8,82E+05	5,98E+05	6,46E+05	-1,77E+04	-1,13E+06
	2,02E+06	8,64E+06	1,48E+05	2,63E+05	-1,10E+05	5,26E+05	3,03E+06	8,60E+05	5,41E+05	6,42E+05	-2,32E+03	-1,12E+06	3,03E+06	8,61E+05	5,39E+05	6,42E+05	-5,06E+03	-1,12E+06
	6,17E+06	8,47E+06	6,62E+03	2,68E+05	-3,54E+05	6,74E+05	2,83E+06	8,74E+05	-6,68E+05	6,41E+05	-1,06E+06	-3,45E+05	2,83E+06	9,10E+05	6,18E+05	6,41E+05	-5,98E+03	-1,11E+06
	4,09E+06	7,48E+06	5,17E+04	2,58E+05	-2,63E+05	9,32E+05	2,83E+06	-3,39E+05	-9,18E+05	6,46E+05	-6,46E+05	8,96E+05	2,83E+06	8,17E+05	5,37E+05	6,46E+05	-1,11E+04	-1,10E+06
	-1,60E+06	7,12E+06	2,27E+05	2,50E+05	3,66E+04	9,54E+05	3,05E+06	-9,18E+05	-9,34E+04	6,47E+05	6,58E+05	9,04E+05	3,05E+06	6,89E+05	6,13E+05	6,47E+05	-3,47E+03	-1,12E+06
	-2,94E+06	7,82E+06	2,83E+05	2,52E+05	1,33E+05	6,99E+05	3,28E+06	-2,76E+05	1,02E+06	6,48E+05	1,06E+06	-3,58E+05	3,28E+06	8,79E+05	5,78E+05	6,48E+05	-1,03E+04	-1,12E+06
2.2	1,92E+06	8,79E+06	1,52E+05	2,68E+05	-1,09E+05	5,33E+05	2,85E+06	1,03E+06	7,35E+05	6,45E+05	-2,69E+03	-1,11E+06	2,85E+06	1,03E+06	7,28E+05	6,45E+05	-9,91E+03	-1,11E+06
	6,42E+06	8,79E+06	1,86E+04	2,77E+05	-3,62E+05	6,87E+05	2,98E+06	1,28E+06	-8,13E+05	6,48E+05	-1,07E+06	-3,30E+05	2,98E+06	1,17E+06	9,58E+05	6,48E+05	-1,91E+04	-1,12E+06
	4,07E+06	7,40E+06	4,17E+04	2,55E+05	-2,64E+05	9,34E+05	3,21E+06	-5,05E+05	-1,30E+06	6,50E+05	-6,38E+05	9,00E+05	3,21E+06	1,17E+06	7,59E+05	6,50E+05	-1,15E+04	-1,10E+06
	-1,34E+06	7,15E+06	2,27E+05	2,49E+05	3,14E+04	9,47E+05	3,35E+06	-8,57E+05	1,71E+05	6,48E+05	6,56E+05	8,94E+05	3,35E+06	7,92E+05	3,69E+05	6,48E+05	-3,78E+02	-1,11E+06
	-3,11E+06	7,77E+06	2,83E+05	2,50E+05	1,37E+05	6,91E+05	3,28E+06	-2,94E+05	1,03E+06	6,46E+05	1,06E+06	-3,68E+05	3,28E+06	8,82E+05	5,98E+05	6,46E+05	-1,77E+04	-1,13E+06
	2,02E+06	8,64E+06	1,48E+05	2,63E+05	-1,10E+05	5,26E+05	3,03E+06	8,60E+05	5,41E+05	6,42E+05	-2,33E+03	-1,12E+06	3,03E+06	8,61E+05	5,38E+05	6,42E+05	-5,07E+03	-1,12E+06

Comportamiento de un aerogenerador en el mar

	6,17E+06	8,47E+06	6,61E+03	2,68E+05	-3,54E+05	6,74E+05	2,83E+06	8,74E+05	-6,68E+05	6,41E+05	-1,06E+06	-3,45E+05	2,83E+06	9,10E+05	6,18E+05	6,41E+05	-6,00E+03	-1,11E+06
	4,09E+06	7,48E+06	5,17E+04	2,58E+05	-2,63E+05	9,32E+05	2,83E+06	-3,39E+05	-9,18E+05	6,46E+05	-6,46E+05	8,96E+05	2,83E+06	8,17E+05	5,38E+05	6,46E+05	-1,11E+04	-1,10E+06
	-1,60E+06	7,12E+06	2,27E+05	2,50E+05	3,66E+04	9,54E+05	3,05E+06	-9,18E+05	-9,37E+04	6,47E+05	6,58E+05	9,04E+05	3,05E+06	6,89E+05	6,14E+05	6,47E+05	-3,44E+03	-1,12E+06
	-2,94E+06	7,82E+06	2,83E+05	2,52E+05	1,33E+05	6,99E+05	3,28E+06	-2,76E+05	1,02E+06	6,48E+05	1,06E+06	-3,58E+05	3,28E+06	8,79E+05	5,78E+05	6,48E+05	-1,03E+04	-1,12E+06
3.1	-2,70E+06	8,60E+06	3,18E+05	3,01E+05	1,07E+05	8,88E+05	2,82E+06	-4,82E+05	1,18E+06	8,17E+05	1,04E+06	-1,83E+05	2,82E+06	1,08E+06	6,80E+05	8,17E+05	6,52E+04	-1,06E+06
	1,92E+06	9,57E+06	1,59E+05	3,14E+05	-1,36E+05	6,91E+05	2,81E+06	9,03E+05	6,69E+05	8,07E+05	-4,67E+04	-1,06E+06	2,81E+06	6,88E+05	7,14E+05	8,07E+05	7,01E+03	-1,06E+06
	6,28E+06	9,46E+06	1,88E+04	3,24E+05	-3,79E+05	8,70E+05	2,79E+06	1,03E+06	-9,28E+05	8,13E+05	-1,06E+06	-8,06E+04	2,79E+06	1,00E+06	9,60E+05	8,13E+05	-1,18E+03	-1,06E+06
	1,92E+06	8,06E+06	1,17E+05	3,02E+05	-1,76E+05	1,10E+06	2,78E+06	-8,65E+05	-1,00E+06	8,15E+05	-2,04E+05	1,04E+06	2,78E+06	1,05E+06	8,04E+05	8,15E+05	-1,48E+04	-1,06E+06
	-2,62E+06	8,05E+06	3,06E+05	2,91E+05	9,61E+04	9,67E+05	2,77E+06	-1,05E+06	6,36E+05	8,06E+05	9,96E+05	3,37E+05	2,77E+06	9,49E+05	7,71E+05	8,06E+05	-1,64E+04	-1,05E+06
	-5,74E+05	9,69E+06	2,60E+05	3,22E+05	-2,25E+04	7,84E+05	-1,45E+04	6,72E+05	1,21E+06	8,27E+05	4,35E+05	-9,53E+05	-1,45E+04	1,13E+06	8,06E+05	8,27E+05	-1,63E+04	-1,05E+06
	4,62E+06	1,02E+07	4,30E+04	3,48E+05	-3,26E+05	9,63E+05	5,34E+04	1,25E+06	-6,76E+05	8,46E+05	-9,24E+05	-4,79E+05	5,34E+04	1,18E+06	7,88E+05	8,46E+05	-7,28E+03	-1,04E+06
	2,59E+06	8,93E+06	7,08E+04	3,36E+05	-2,51E+05	1,31E+06	1,73E+04	-6,94E+05	-1,11E+06	8,60E+05	-4,75E+05	9,31E+05	1,73E+04	1,12E+06	6,74E+05	8,60E+05	4,56E+03	-1,05E+06
	-3,11E+06	9,03E+06	2,91E+05	3,38E+05	7,83E+04	1,31E+06	3,16E+04	-8,91E+05	6,89E+05	8,67E+05	9,65E+05	4,10E+05	3,16E+04	9,77E+05	5,61E+05	8,67E+05	1,04E+04	-1,05E+06
	-1,95E+05	1,05E+07	1,82E+05	3,62E+05	-8,72E+04	1,10E+06	1,41E+04	7,87E+05	8,88E+05	8,71E+05	2,83E+05	-1,01E+06	1,41E+04	9,89E+05	6,55E+05	8,71E+05	1,28E+04	-1,05E+06
3.2	5,24E+06	1,01E+07	6,78E+04	3,44E+05	-3,37E+05	8,23E+05	2,42E+06	7,47E+05	-5,32E+05	8,89E+05	-1,01E+06	2,96E+05	2,42E+06	3,08E+05	8,63E+05	8,89E+05	-1,04E+04	-1,05E+06
	8,14E+05	9,41E+06	2,10E+05	3,37E+05	-1,04E+05	1,04E+06	2,59E+06	-6,10E+05	-8,15E+05	9,10E+05	7,73E+04	1,05E+06	2,59E+06	5,53E+05	8,54E+05	9,10E+05	-5,69E+03	-1,05E+06
	-2,47E+06	9,94E+06	3,50E+05	3,37E+05	1,05E+05	9,13E+05	3,02E+06	-6,48E+05	4,19E+05	9,46E+05	1,04E+06	9,66E+04	3,02E+06	4,78E+05	6,05E+05	9,46E+05	-3,33E+03	-1,05E+06
	8,77E+05	1,10E+07	2,27E+05	3,53E+05	-7,50E+04	7,27E+05	3,08E+06	1,94E+05	8,16E+05	9,69E+05	2,35E+05	-1,03E+06	3,08E+06	3,68E+05	7,54E+05	9,69E+05	3,44E+03	-1,06E+06
	6,13E+06	1,15E+07	6,98E+04	3,85E+05	-3,75E+05	8,96E+05	3,08E+06	9,10E+05	-2,67E+05	9,78E+05	-1,01E+06	-3,14E+05	3,08E+06	5,32E+05	7,85E+05	9,78E+05	-9,96E+03	-1,06E+06
	2,92E+06	1,06E+07	1,52E+05	3,87E+05	-2,31E+05	1,21E+06	3,08E+06	-2,66E+05	-8,40E+05	9,99E+05	-3,59E+05	9,95E+05	3,08E+06	5,46E+05	6,91E+05	9,99E+05	-1,63E+04	-1,06E+06
	-2,64E+06	1,03E+07	3,34E+05	3,68E+05	8,11E+04	1,16E+06	3,08E+06	-7,82E+05	2,36E+05	9,97E+05	9,88E+05	3,75E+05	3,08E+06	5,07E+05	6,40E+05	9,97E+05	-1,43E+04	-1,06E+06
	5,88E+05	1,10E+07	2,29E+05	3,71E+05	-7,06E+04	9,26E+05	3,08E+06	2,73E+05	8,06E+05	9,71E+05	3,56E+05	-9,91E+05	3,08E+06	5,38E+05	6,60E+05	9,71E+05	-1,30E+04	-1,05E+06
	5,94E+06	1,11E+07	4,03E+04	3,96E+05	-3,90E+05	1,08E+06	3,08E+06	8,22E+05	-4,71E+05	9,55E+05	-1,01E+06	-3,11E+05	3,08E+06	6,98E+05	6,41E+05	9,55E+05	-8,83E+03	-1,05E+06
	2,10E+06	9,70E+06	1,31E+05	3,78E+05	-2,13E+05	1,38E+06	3,08E+06	-6,11E+05	-6,15E+05	9,47E+05	-2,36E+05	1,02E+06	3,08E+06	7,37E+05	4,55E+05	9,47E+05	-7,71E+03	-1,05E+06
4.1	1,85E+06	9,20E+06	1,61E+05	3,01E+05	-1,24E+05	6,41E+05	2,69E+06	5,62E+05	4,52E+05	8,03E+05	-8,26E+03	-1,06E+06	2,69E+06	5,62E+05	4,52E+05	8,03E+05	-8,26E+03	-1,06E+06
	6,63E+06	9,41E+06	1,68E+04	3,20E+05	-3,85E+05	8,26E+05	2,69E+06	1,12E+06	-6,43E+05	8,02E+05	-1,07E+06	-1,52E+06	2,69E+06	8,10E+05	1,01E+06	8,02E+05	-1,60E+04	-1,08E+06
	1,79E+06	8,06E+06	1,05E+05	3,01E+05	-1,83E+05	1,06E+06	2,69E+06	-6,50E+05	-8,22E+05	8,02E+05	-2,98E+05	1,00E+06	2,69E+06	8,72E+05	5,82E+05	8,02E+05	-2,57E+04	-1,05E+06
	-2,08E+06	8,02E+06	3,00E+05	2,91E+05	7,69E+04	9,57E+05	2,69E+06	-8,67E+05	3,05E+05	8,03E+05	9,28E+05	4,63E+05	2,69E+06	6,65E+05	6,35E+05	8,03E+05	-6,96E+03	-1,04E+06
	-6,15E+05	5,57E+06	1,85E+05	2,07E+05	1,28E+04	6,87E+05	3,96E+06	6,90E+05	6,45E+05	5,18E+05	6,12E+05	-8,40E+05	3,96E+06	9,38E+05	1,11E+05	5,18E+05	-4,81E+03	-1,04E+06
	4,16E+06	1,15E+06	-9,71E+04	1,10E+05	-2,56E+05	5,46E+05	4,96E+06	3,47E+04	-7,20E+05	1,07E+05	-6,64E+05	-7,95E+05	4,96E+06	4,95E+05	-5,24E+05	1,07E+05	1,42E+04	-1,04E+06
	7,14E+06	-6,11E+05	-1,87E+05	9,63E+04	-3,53E+05	5,82E+05	5,78E+06	-9,09E+05	7,39E+05	-8,02E+04	-1,00E+06	3,53E+05	5,78E+06	-3,90E+05	-1,10E+06	-8,02E+04	5,03E+03	-1,06E+06
	2,77E+06	-2,03E+05	1,29E+04	8,53E+04	-1,38E+05	5,52E+05	4,88E+06	7,89E+05	6,75E+05	2,73E+04	-2,29E+05	1,02E+06	4,88E+06	-9,18E+05	-4,86E+05	2,73E+04	1,29E+03	-1,04E+06
	-6,01E+05	-5,56E+05	8,56E+04	1,08E+04	4,86E+04	3,84E+05	4,88E+06	1,56E+06	-3,29E+03	1,22E+05	5,70E+05	8,75E+05	4,88E+06	-1,31E+06	-8,48E+05	1,22E+05	1,30E+02	-1,04E+06
	-9,83E+05	-1,20E+06	2,22E+04	-6,73E+04	1,05E+05	1,95E+05	4,89E+06	3,11E+04	-1,02E+06	1,59E+05	9,56E+05	3,99E+05	4,89E+06	-9,57E+05	3,61E+05	1,59E+05	4,58E+03	-1,04E+06
5.1	1,85E+06	9,20E+06	1,61E+05	3,01E+05	-1,24E+05	6,41E+05	2,69E+06	5,62E+05	4,52E+05	8,03E+05	-8,26E+03	-1,06E+06	2,69E+06	5,62E+05	4,52E+05	8,03E+05	-8,26E+03	-1,06E+06
	6,63E+06	9,41E+06	1,68E+04	3,20E+05	-3,85E+05	8,26E+05	2,69E+06	1,12E+06	-6,43E+05	8,02E+05	-1,07E+06	-1,52E+06	2,69E+06	8,10E+05	1,01E+06	8,02E+05	-1,60E+04	-1,08E+06
	1,79E+06	8,06E+06	1,05E+05	3,01E+05	-1,83E+05	1,06E+06	2,69E+06	-6,50E+05	-8,22E+05	8,02E+05	-2,98E+05	1,00E+06	2,69E+06	8,72E+05	5,82E+05	8,02E+05	-2,57E+04	-1,05E+06
	-2,08E+06	8,02E+06	3,00E+05	2,91E+05	7,69E+04	9,57E+05	2,69E+06	-8,67E+05	3,05E+05	8,03E+05	9,28E+05	4,63E+05	2,69E+06	6,65E+05	6,35E+05	8,03E+05	-6,96E+03	-1,04E+06
	-7,64E+05	9,45E+06	2,75E+05	3,12E+05	1,10E+03	7,59E+05	1,36E+06	4,93E+05	1,05E+06	8,18E+05	5,86E+05	-8,63E+05	1,36E+06	1,00E+06	5,89E+05	8,18E+05	-4,94E+03	-1,04E+06
	4,40E+06	9,62E+06	4,68E+04	3,23E+05	-2,98E+05	8,05E+05	2,79E+06	8,64E+05	-3,16E+05	8,20E+05	-7,83E+05	-6,74E+05	2,79E+06	8,00E+05	4,55E+05	8,20E+05	7,24E+03	-1,03E+06
	5,35E+06	8,74E+06	2,76E+04	3,17E+05	-3,39E+05	1,04E+06	4,13E+06	-7,87E+04	-9,35E+05	8,23E+05	-7,69E+05	7,24E+05	4,13E+06	7,31E+05	5,89E+05	8,23E+05	7,67E+03	-1,06E+06
	-5,94E+05	7,94E+06	2,15E+05	2,94E+05	-2,20E+04	1,04E+06	4,81E+06	-8,29E+05	-1,47E+05	7,98E+05	6,18E+05	8,62E+05	4,81E+06	5,87E+05	6,03E+05	7,98E+05	1,84E+03	-1,06E+06
	-1,98E+06	8,06E+06	2,61E+05	2,73E+05	7,07E+04	7,07E+05	4,82E+06	-4,14E+05	9,76E+05	7,70E+05	9,62E+05	-4,54E+05	4,82E+06	7,11E+05	7,86E+05	7,70E+05	-6,79E+03	-1,06E+06
	3,91E+06	8,86E+06	1,14E+05	2,83E+05	-2,08E+05	5,14E+05	4,80E+06	9,09E+05	4,47E+05	7,60E+05	-2,30E+05	-1,03E+06	4,80E+06	8,05E+05	6,15E+05	7,60E+05	-2,57E+04	-1,06E+06
6.1	-8,07E+05	1,06E+05	3,13E+04	-5,35E+04	6,93E+04	-2,23E+05	1,33E+06	-1,18E+05	6,89E+05	2,50E+05	4,90E+04	-7,24E+05	1,33E+06	-1,18E+05	6,89E+05	2,50E+05	4,90E+04	-7,24E+05
	-8,05E+05	8,38E+04	3,04E+04	-5,43E+04	6,91E+04	-2,23E+05	1,30E+06	-1,15E+05	6,83E+05	2,49E+05	5,12E+04	-7,24E+05	1,30E+06	-1,15E+05	6,83E+05	2,49E+05	5,12E+04	-7,24E+05

Comportamiento de un aerogenerador en el mar

	-8,03E+05	6,21E+04	3,02E+04	-5,49E+04	6,92E+04	-2,23E+05	1,27E+06	-1,18E+05	6,87E+05	2,50E+05	5,15E+04	-7,24E+05	1,27E+06	-1,18E+05	6,87E+05	2,50E+05	5,15E+04	-7,24E+05	1,27E+06	-1,18E+05	6,87E+05	2,50E+05	5,15E+04	-7,24E+05
	-8,22E+05	7,16E+04	3,18E+04	-5,43E+04	6,99E+04	-2,23E+05	1,29E+06	-1,13E+05	6,92E+05	2,53E+05	4,83E+04	-7,23E+05	1,29E+06	-1,13E+05	6,92E+05	2,53E+05	4,83E+04	-7,23E+05	1,29E+06	-1,13E+05	6,92E+05	2,53E+05	4,83E+04	-7,23E+05
	-8,01E+05	1,21E+05	3,27E+04	-5,24E+04	6,90E+04	-2,23E+05	1,32E+06	-1,16E+05	6,99E+05	2,49E+05	4,35E+04	-7,24E+05	1,32E+06	-1,16E+05	6,99E+05	2,49E+05	4,35E+04	-7,24E+05	1,32E+06	-1,16E+05	6,99E+05	2,49E+05	4,35E+04	-7,24E+05
	-7,99E+05	1,76E+05	3,36E+04	-5,08E+04	6,89E+04	-2,23E+05	1,37E+06	-1,20E+05	7,04E+05	2,49E+05	4,19E+04	-7,24E+05	1,37E+06	-1,20E+05	7,04E+05	2,49E+05	4,19E+04	-7,24E+05	1,37E+06	-1,20E+05	7,04E+05	2,49E+05	4,19E+04	-7,24E+05
	-8,25E+05	1,79E+05	3,34E+04	-5,12E+04	7,03E+04	-2,23E+05	1,38E+06	-1,20E+05	6,89E+05	2,55E+05	4,67E+04	-7,23E+05	1,38E+06	-1,20E+05	6,89E+05	2,55E+05	4,67E+04	-7,23E+05	1,38E+06	-1,20E+05	6,89E+05	2,55E+05	4,67E+04	-7,23E+05
	-7,85E+05	9,92E+04	2,80E+04	-5,47E+04	6,83E+04	-2,23E+05	1,32E+06	-1,22E+05	6,88E+05	2,47E+05	5,70E+04	-7,24E+05	1,32E+06	-1,22E+05	6,88E+05	2,47E+05	5,70E+04	-7,24E+05	1,32E+06	-1,22E+05	6,88E+05	2,47E+05	5,70E+04	-7,24E+05
	-8,02E+05	-1,77E+04	2,62E+04	-5,84E+04	6,89E+04	-2,23E+05	1,19E+06	-1,15E+05	6,72E+05	2,48E+05	6,25E+04	-7,24E+05	1,19E+06	-1,15E+05	6,72E+05	2,48E+05	6,25E+04	-7,24E+05	1,19E+06	-1,15E+05	6,72E+05	2,48E+05	6,25E+04	-7,24E+05
	-8,29E+05	-9,79E+04	2,75E+04	-6,03E+04	7,04E+04	-2,22E+05	1,11E+06	-1,09E+05	6,74E+05	2,55E+05	6,05E+04	-7,22E+05	1,11E+06	-1,09E+05	6,74E+05	2,55E+05	6,05E+04	-7,22E+05	1,11E+06	-1,09E+05	6,74E+05	2,55E+05	6,05E+04	-7,22E+05
	-1,46E+06	-2,77E+05	5,11E+04	-4,01E+04	7,43E+04	2,24E+05	1,56E+06	2,01E+06	-9,75E+05	2,43E+05	5,04E+04	6,89E+05	1,56E+06	-2,01E+06	9,75E+05	2,43E+05	5,04E+04	6,89E+05	1,56E+06	-2,01E+06	9,75E+05	2,43E+05	5,04E+04	6,89E+05
	-1,47E+06	-1,63E+06	3,64E+04	-8,58E+04	7,44E+04	2,26E+05	6,70E+05	2,09E+06	-1,27E+06	2,34E+05	1,03E+05	6,78E+05	6,70E+05	-2,09E+06	1,27E+06	2,34E+05	1,03E+05	6,78E+05	6,70E+05	-2,09E+06	1,27E+06	2,34E+05	1,03E+05	6,78E+05
	-1,11E+06	-4,28E+06	8,02E+03	-1,59E+05	6,51E+04	2,27E+05	-3,52E+05	1,83E+06	-2,08E+06	2,12E+05	2,07E+05	6,81E+05	-3,52E+05	-1,83E+06	2,08E+06	2,12E+05	2,07E+05	6,81E+05	-3,52E+05	-1,83E+06	2,08E+06	2,12E+05	2,07E+05	6,81E+05
	-9,10E+05	-5,16E+06	4,65E+04	-1,84E+05	6,30E+04	2,27E+05	1,33E+06	1,69E+06	-2,46E+06	2,07E+05	2,83E+05	7,55E+05	1,33E+06	-1,69E+06	2,46E+06	2,07E+05	2,83E+05	7,55E+05	1,33E+06	-1,69E+06	2,46E+06	2,07E+05	2,83E+05	7,55E+05
	-1,05E+06	-5,59E+06	9,04E+04	-2,06E+05	6,88E+04	2,28E+05	3,06E+06	1,94E+06	-2,04E+06	2,13E+05	3,54E+05	8,51E+05	3,06E+06	-1,94E+06	2,04E+06	2,13E+05	3,54E+05	8,51E+05	3,06E+06	-1,94E+06	2,04E+06	2,13E+05	3,54E+05	8,51E+05
	-1,13E+06	-5,81E+06	9,86E+04	-2,18E+05	7,21E+04	2,28E+05	3,72E+06	2,19E+06	-2,00E+06	2,13E+05	3,96E+05	8,92E+05	3,72E+06	-2,19E+06	2,00E+06	2,13E+05	3,96E+05	8,92E+05	3,72E+06	-2,19E+06	2,00E+06	2,13E+05	3,96E+05	8,92E+05
	-1,03E+06	-5,68E+06	8,67E+04	-2,11E+05	6,93E+04	2,28E+05	3,55E+06	2,00E+06	-2,18E+06	2,13E+05	3,84E+05	8,57E+05	3,55E+06	-2,00E+06	2,18E+06	2,13E+05	3,84E+05	8,57E+05	3,55E+06	-2,00E+06	2,18E+06	2,13E+05	3,84E+05	8,57E+05
	-9,32E+05	-5,26E+06	4,66E+04	-1,89E+05	6,17E+04	2,28E+05	2,07E+06	1,73E+06	-2,32E+06	1,96E+05	3,11E+05	7,74E+05	2,07E+06	-1,73E+06	2,32E+06	1,96E+05	3,11E+05	7,74E+05	2,07E+06	-1,73E+06	2,32E+06	1,96E+05	3,11E+05	7,74E+05
	-1,08E+06	-4,37E+06	8,62E+03	-1,61E+05	6,59E+04	2,26E+05	-7,60E+03	1,83E+06	-2,40E+06	2,18E+05	2,13E+05	6,86E+05	-7,60E+03	-1,83E+06	2,40E+06	2,18E+05	2,13E+05	6,86E+05	-7,60E+03	-1,83E+06	2,40E+06	2,18E+05	2,13E+05	6,86E+05
	-1,43E+06	-1,86E+06	3,47E+04	-8,89E+04	7,40E+04	2,25E+05	4,91E+05	1,98E+06	-1,16E+06	2,40E+05	9,11E+04	6,72E+05	4,91E+05	-1,98E+06	1,16E+06	2,40E+05	9,11E+04	6,72E+05	4,91E+05	-1,98E+06	1,16E+06	2,40E+05	9,11E+04	6,72E+05
	-6,74E+05	-4,81E+05	1,02E+05	-2,00E+04	6,02E+04	-2,11E+05	-1,44E+05	-5,86E+05	1,11E+06	2,42E+05	-2,52E+05	-7,74E+05	-1,44E+05	-9,29E+05	8,40E+05	2,42E+05	2,84E+04	-8,14E+05	-1,44E+05	-9,29E+05	8,40E+05	2,42E+05	2,84E+04	-8,14E+05
	-7,26E+05	7,53E+05	1,18E+05	1,89E+04	6,18E+04	-2,12E+05	5,92E+05	-5,37E+05	1,09E+06	2,44E+05	-2,94E+05	-7,75E+05	5,92E+05	-8,76E+05	8,36E+05	2,44E+05	-1,13E+04	-8,28E+05	5,92E+05	-8,76E+05	8,36E+05	2,44E+05	-1,13E+04	-8,28E+05
	-4,21E+05	4,61E+06	1,70E+05	1,47E+05	5,09E+04	-2,16E+05	3,46E+06	-9,15E+05	1,01E+06	2,39E+05	-4,33E+05	-7,84E+05	3,46E+06	-1,20E+06	6,33E+05	2,39E+05	-1,39E+05	-8,84E+05	3,46E+06	-1,20E+06	6,33E+05	2,39E+05	-1,39E+05	-8,84E+05
	8,14E+05	6,10E+06	1,72E+05	2,34E+05	5,54E+03	-2,18E+05	3,94E+06	-2,50E+06	1,05E+06	2,10E+05	-5,49E+05	-8,03E+05	3,94E+06	-2,71E+06	1,28E+05	2,10E+05	-2,41E+05	-9,43E+05	3,94E+06	-2,71E+06	1,28E+05	2,10E+05	-2,41E+05	-9,43E+05
	2,49E+05	6,00E+06	1,58E+05	2,35E+05	1,47E+04	-2,15E+05	2,55E+06	-2,04E+06	9,46E+05	2,19E+05	-5,94E+05	-8,12E+05	2,55E+06	-2,24E+06	1,92E+05	2,19E+05	-2,81E+05	-9,67E+05	2,55E+06	-2,24E+06	1,92E+05	2,19E+05	-2,81E+05	-9,67E+05
	5,23E+05	5,98E+06	1,46E+05	2,36E+05	9,94E+03	-2,15E+05	2,03E+06	-2,41E+06	9,25E+05	2,22E+05	-6,14E+05	-8,13E+05	2,03E+06	-2,58E+06	4,34E+04	2,22E+05	-2,99E+05	-9,74E+05	2,03E+06	-2,58E+06	4,34E+04	2,22E+05	-2,99E+05	-9,74E+05
	4,43E+05	6,24E+06	1,59E+05	2,41E+05	8,97E+03	-2,15E+05	2,68E+06	-2,39E+06	1,00E+06	2,22E+05	-6,05E+05	-8,07E+05	2,68E+06	-2,59E+06	1,22E+05	2,22E+05	-2,92E+05	-9,66E+05	2,68E+06	-2,59E+06	1,22E+05	2,22E+05	-2,92E+05	-9,66E+05
	5,40E+05	6,27E+06	1,77E+05	2,39E+05	1,24E+04	-2,18E+05	3,88E+06	-2,02E+06	1,03E+06	2,10E+05	-5,59E+05	-8,01E+05	3,88E+06	-2,25E+06	2,76E+05	2,10E+05	-2,51E+05	-9,44E+05	3,88E+06	-2,25E+06	2,76E+05	2,10E+05	-2,51E+05	-9,44E+05
	2,74E+05	5,09E+06	1,72E+05	1,60E+05	3,38E+04	-2,18E+05	3,94E+06	-1,65E+06	1,09E+06	2,22E+05	-4,42E+05	-7,87E+05	3,94E+06	-1,92E+06	4,57E+05	2,22E+05	-1,47E+05	-8,90E+05	3,94E+06	-1,92E+06	4,57E+05	2,22E+05	-1,47E+05	-8,90E+05
	-1,17E+06	9,38E+05	1,29E+05	2,08E+04	7,35E+04	-2,11E+05	7,63E+05	-8,60E+04	1,06E+06	2,61E+05	-2,89E+05	-7,74E+05	7,63E+05	-4,42E+05	9,63E+05	2,61E+05	-6,71E+03	-8,26E+05	7,63E+05	-4,42E+05	9,63E+05	2,61E+05	-6,71E+03	-8,26E+05
	-2,20E+05	4,26E+04	1,11E+04	-7,32E+03	1,04E+04	-2,14E+05	-1,32E+05	4,77E+03	-3,23E+04	9,04E+04	-4,24E+03	-9,29E+05	-1,32E+05	4,77E+03	-3,23E+04	9,04E+04	-4,24E+03	-9,29E+05	-1,32E+05	4,77E+03	-3,23E+04	9,04E+04	-4,24E+03	-9,29E+05
	-6,96E+05	2,74E+05	2,86E+04	-1,59E+03	2,19E+04	-2,14E+05	-4,18E+03	6,41E+04	2,47E+05	1,17E+05	-9,76E+03	-9,84E+05	-4,18E+03	6,41E+04	2,47E+05	1,17E+05	-9,76E+03	-9,84E+05	-4,18E+03	6,41E+04	2,47E+05	1,17E+05	-9,76E+03	-9,84E+05
	-5,91E+05	3,21E+05	2,59E+04	-6,89E+02	1,97E+04	-2,14E+05	2,60E+04	-2,01E+04	4,35E+04	1,12E+05	-1,02E+04	-1,01E+06	2,60E+04	-2,01E+04	4,35E+04	1,12E+05	-1,02E+04	-1,01E+06	2,60E+04	-2,01E+04	4,35E+04	1,12E+05	-1,02E+04	-1,01E+06
	-5,13E+05	3,50E+05	2,45E+04	-5,22E+02	1,81E+04	-2,14E+05	4,49E+04	-5,96E+04	-6,12E+04	1,08E+05	-1,03E+04	-1,02E+06	4,49E+04	-5,96E+04	-6,12E+04	1,08E+05	-1,03E+04	-1,02E+06	4,49E+04	-5,96E+04	-6,12E+04	1,08E+05	-1,03E+04	-1,02E+06
	-6,55E+05	3,60E+05	3,00E+04	-6,74E+02	2,17E+04	-2,14E+05	6,60E+04	-4,44E+03	6,76E+04	1,17E+05	-9,77E+03	-1,02E+06	6,60E+04	-4,44E+03	6,76E+04	1,17E+05	-9,77E+03	-1,02E+06	6,60E+04	-4,44E+03	6,76E+04	1,17E+05	-9,77E+03	-1,02E+06
	-6,03E+05	2,67E+05	2,86E+04	-3,31E+03	2,12E+04	-2,14E+05	1,79E+04	-2,36E+04	-2,68E+04	1,17E+05	-5,69E+03	-1,02E+06	1,79E+04	-2,36E+04	-2,68E+04	1,17E+05	-5,69E+03	-1,02E+06	1,79E+04	-2,36E+04	-2,68E+04	1,17E+05	-5,69E+03	-1,02E+06
	-6,50E+05	2,26E+05	3,03E+04	-4,65E+03	2,25E+04	-2,14E+05	-5,17E+04	1,83E+04	-1,20E+04	1,19E+05	-3,83E+03	-1,02E+06	-5,17E+04	1,83E+04	-1,20E+04	1,19E+05	-3,83E+03	-1,02E+06	-5,17E+04	1,83E+04	-1,20E+04	1,19E+05	-3,83E+03	-1,02E+06
	-6,74E+05	1,01E+05	3,16E+04	-8,40E+03	2,31E+04	-2,13E+05	-1,64E+05	3,99E+04	-2,22E+05	1,21E+05	1,26E+03	-1,02E+06	-1,64E+05	3,99E+04	-2,22E+05	1,21E+05	1,26E+03	-1,02E+06	-1,64E+05	3,99E+04	-2,22E+05	1,21E+05	1,26E+03	-1,02E+06
	-6,83E+05	-3,07E+04	3,27E+04	-1,25E+04	2,34E+04	-2,13E+05	-2,66E+05	5,45E+04	8,30E+04	1,21E+05	7,78E+03	-1,02E+06	-2,66E+05	5,45E+04	8,30E+04	1,21E+05	7,78E+03	-1,02E+06	-2,66E+05	5,45E+04	8,30E+04	1,21E+05	7,78E+03	-1,02E+06
	-6,98E+05	-1,85E+05	3,54E+04	-1,78E+04	2,38E+04	-2,13E+05	-4,36E+05	7,51E+04	-6,34E+04	1,20E+05	1,51E+04	-1,02E+06	-4,36E+05	7,51E+04	-6,34E+04	1,20E+05	1,51E+04	-1,02E+06	-4,36E+05	7,51E+04	-6,34E+04	1,20E+05	1,51E+04	-1,02E+06
	-6,74E+05	-4,81E+05	1,02E+05	-2,00E+04	6,02E+04	-2,11E+05	-1,44E+05	-5,86E+05	1,11E+06	2,42E+05	-2,52E+05</													

	-8,64E+05	-3,60E+06	1,55E+05	-9,36E+04	8,83E+04	-1,92E+05	-1,68E+06	-8,76E+05	1,51E+06	3,56E+05	-2,15E+05	-8,11E+05	-1,68E+06	-1,34E+06	1,12E+06	3,56E+05	7,55E+04	-8,35E+05
	-1,14E+06	-4,22E+06	2,18E+05	-1,11E+05	9,99E+04	-1,82E+05	1,53E+05	-8,09E+05	1,23E+06	4,05E+05	-1,93E+05	-8,59E+05	1,53E+05	-1,18E+06	8,83E+05	4,05E+05	1,13E+05	-8,73E+05
7.2	-1,95E+05	1,13E+05	4,97E+02	-1,57E+03	8,28E+03	-2,14E+05	-6,20E+04	-2,58E+04	-4,12E+04	8,82E+04	-9,57E+03	-9,33E+05	-6,20E+04	-2,58E+04	-4,12E+04	8,82E+04	-9,57E+03	-9,33E+05
	-6,20E+05	3,60E+05	1,74E+04	3,97E+03	1,85E+04	-2,15E+05	-1,16E+05	1,97E+04	2,93E+05	1,12E+05	-1,75E+04	-9,85E+05	-1,16E+05	1,97E+04	2,93E+05	1,12E+05	-1,75E+04	-9,85E+05
	-5,14E+05	4,13E+05	1,51E+04	5,04E+03	1,63E+04	-2,15E+05	-1,72E+05	-1,02E+05	7,68E+04	1,09E+05	-1,92E+04	-1,01E+06	-1,72E+05	-1,02E+05	7,68E+04	1,09E+05	-1,92E+04	-1,01E+06
	-4,45E+05	4,37E+05	1,45E+04	5,07E+03	1,50E+04	-2,15E+05	-1,60E+05	-1,17E+05	-4,66E+04	1,05E+05	-1,86E+04	-1,02E+06	-1,60E+05	-1,17E+05	-4,66E+04	1,05E+05	-1,86E+04	-1,02E+06
	-5,77E+05	4,88E+05	1,99E+04	6,08E+03	1,84E+04	-2,15E+05	-1,22E+05	-8,06E+04	9,06E+04	1,13E+05	-1,90E+04	-1,02E+06	-1,22E+05	-8,06E+04	9,06E+04	1,13E+05	-1,90E+04	-1,02E+06
	-5,20E+05	4,36E+05	1,91E+04	4,57E+03	1,76E+04	-2,14E+05	-2,33E+05	-1,13E+05	-1,21E+04	1,14E+05	-1,78E+04	-1,02E+06	-2,33E+05	-1,13E+05	-1,21E+04	1,14E+05	-1,78E+04	-1,02E+06
	-5,66E+05	3,77E+05	2,21E+04	2,61E+03	1,90E+04	-2,14E+05	-1,90E+05	-7,63E+04	8,17E+03	1,16E+05	-1,31E+04	-1,03E+06	-1,90E+05	-7,63E+04	8,17E+03	1,16E+05	-1,31E+04	-1,03E+06
	-5,73E+05	3,80E+05	2,22E+04	3,12E+03	1,91E+04	-2,14E+05	-2,40E+05	-6,49E+04	-2,04E+05	1,17E+05	-1,24E+04	-1,03E+06	-2,40E+05	-6,49E+04	-2,04E+05	1,17E+05	-1,24E+04	-1,03E+06
	-5,96E+05	2,82E+05	2,71E+04	-1,15E+03	2,02E+04	-2,14E+05	-3,19E+05	-3,88E+04	9,74E+04	1,18E+05	-5,12E+03	-1,03E+06	-3,19E+05	-3,88E+04	9,74E+04	1,18E+05	-5,12E+03	-1,03E+06
	-6,33E+05	2,21E+05	3,23E+04	-4,60E+03	2,18E+04	-2,13E+05	-4,74E+05	1,13E+04	-6,34E+04	1,19E+05	5,09E+02	-1,03E+06	-4,74E+05	1,13E+04	-6,34E+04	1,19E+05	5,09E+02	-1,03E+06
8.1	-5,54E+05	-3,25E+05	1,34E+04	-3,70E+04	5,27E+04	-2,22E+05	-2,88E+04	-1,74E+06	3,73E+05	2,75E+05	8,59E+04	-1,02E+06	-2,88E+04	-1,66E+06	6,35E+05	2,75E+05	-7,23E+04	-1,02E+06
	-1,07E+06	-2,80E+05	5,64E+04	-2,74E+04	8,13E+04	-2,17E+05	-2,90E+04	-1,56E+06	4,90E+05	3,80E+05	9,58E+04	-1,00E+06	-2,90E+04	-1,42E+06	8,02E+05	3,80E+05	-1,13E+05	-9,99E+05
	-9,10E+05	-2,81E+05	4,94E+04	-2,49E+04	7,35E+04	-2,16E+05	-2,92E+04	-2,07E+06	4,99E+05	4,26E+05	8,83E+04	-9,94E+05	-2,92E+04	-1,85E+06	1,06E+06	4,26E+05	-1,93E+05	-9,79E+05
	-7,57E+05	-3,06E+04	6,64E+04	-8,83E+03	6,85E+04	-2,24E+05	-2,93E+04	-2,08E+06	6,22E+05	3,82E+05	2,63E+04	-1,03E+06	-2,93E+04	-1,70E+06	1,35E+06	3,82E+05	-3,58E+05	-9,66E+05
	1,04E+05	-2,07E+05	-2,48E+03	-2,17E+04	2,14E+04	-2,33E+05	-2,92E+04	-2,50E+06	4,22E+05	2,16E+05	6,34E+04	-1,08E+06	-2,92E+04	-2,00E+06	1,56E+06	2,16E+05	-4,56E+05	-9,80E+05
	1,21E+06	-3,73E+05	-7,88E+04	-3,47E+04	-3,44E+04	-2,44E+05	-2,88E+04	-2,73E+06	2,67E+05	-6,04E+04	1,23E+05	-1,16E+06	-2,88E+04	-2,09E+06	1,77E+06	-6,04E+04	-5,58E+05	-1,02E+06
	1,95E+06	-9,22E+05	-1,93E+05	-7,54E+04	-1,01E+05	-2,29E+05	-3,63E+04	-3,38E+06	-1,38E+05	-3,28E+05	3,74E+05	-1,14E+06	-3,63E+04	-2,65E+06	2,10E+06	-3,28E+05	-4,58E+05	-1,10E+06
	4,28E+06	-6,95E+05	-2,28E+05	-4,97E+04	-1,68E+05	-2,36E+05	-3,67E+04	-3,03E+06	-4,48E+05	-5,95E+05	3,37E+05	-1,18E+06	-3,67E+04	-2,52E+06	1,75E+06	-5,95E+05	-5,61E+05	-1,09E+06
	2,49E+06	-3,22E+06	-4,00E+05	-1,97E+05	-1,36E+05	-1,54E+05	1,73E+04	-2,24E+06	-1,34E+06	-4,23E+05	7,95E+05	-8,08E+05	1,73E+04	-2,56E+06	5,27E+05	-4,23E+05	3,94E+04	-1,13E+06
	4,00E+05	-5,65E+06	-4,04E+05	-3,14E+05	1,19E+04	-1,26E+04	3,21E+04	-7,93E+05	-2,32E+06	3,97E+04	1,31E+06	-1,94E+05	3,21E+04	-2,11E+06	-1,24E+06	3,97E+04	8,68E+05	-1,00E+06
8.2	-6,00E+05	-5,88E+05	1,34E+05	-8,30E+03	5,80E+04	-2,00E+05	-2,86E+04	-4,50E+05	1,55E+06	2,15E+05	-3,86E+05	-6,89E+05	-2,84E+04	-1,15E+06	1,19E+06	2,23E+05	1,97E+04	-7,91E+05
	-6,49E+05	-6,59E+05	1,19E+05	-1,78E+04	5,87E+04	-2,06E+05	-2,84E+04	-5,01E+05	1,58E+06	2,23E+05	-3,34E+05	-7,17E+05	-2,85E+04	-1,01E+06	9,81E+05	2,27E+05	5,00E+04	-7,93E+05
	-5,74E+05	-7,20E+05	1,05E+05	-2,46E+04	5,60E+04	-2,10E+05	-2,85E+04	-5,21E+05	1,31E+06	2,27E+05	-2,77E+05	-7,45E+05	-2,87E+04	-9,36E+05	1,07E+06	2,14E+05	6,40E+04	-7,98E+05
	-6,19E+05	-7,11E+05	9,78E+04	-2,78E+04	5,76E+04	-2,12E+05	-2,87E+04	-4,78E+05	1,34E+06	2,14E+05	-2,34E+05	-7,65E+05	-2,86E+04	-1,03E+06	9,52E+05	2,30E+05	5,54E+04	-8,00E+05
	-6,94E+05	-5,81E+05	9,71E+04	-2,68E+04	6,06E+04	-2,13E+05	-2,86E+04	-6,65E+05	1,24E+06	2,30E+05	-2,08E+05	-7,75E+05	-2,86E+04	-7,68E+05	9,17E+05	2,28E+05	3,33E+04	-8,04E+05
	-6,38E+05	-4,84E+05	8,61E+04	-2,76E+04	5,82E+04	-2,15E+05	-2,86E+04	-4,79E+05	1,10E+06	2,28E+05	-1,95E+05	-7,80E+05	-2,84E+04	-7,81E+05	1,17E+06	2,17E+05	1,98E+04	-8,08E+05
	-6,99E+05	-4,23E+05	7,76E+04	-3,06E+04	5,96E+04	-2,18E+05	-2,84E+04	-4,78E+05	1,32E+06	2,17E+05	-1,75E+05	-7,89E+05	-2,83E+04	-7,81E+05	8,26E+05	2,29E+05	2,65E+04	-8,12E+05
	-4,81E+05	-1,04E+06	2,43E+04	-6,75E+04	4,97E+04	-2,23E+05	-2,83E+04	-5,97E+05	9,67E+05	2,29E+05	-1,38E+05	-8,00E+05	-2,97E+04	-9,96E+05	7,82E+05	2,27E+05	1,82E+05	-8,14E+05
	-7,29E+05	-1,58E+06	4,10E+04	-7,74E+04	6,61E+04	-2,23E+05	-2,97E+04	-8,43E+05	9,45E+05	2,27E+05	3,52E+04	-8,34E+05	-2,85E+04	-8,46E+05	7,07E+05	2,71E+05	2,15E+05	-8,01E+05
	-1,04E+06	-1,92E+06	3,92E+04	-9,74E+04	7,88E+04	-2,16E+05	-2,85E+04	-7,42E+05	8,16E+05	2,71E+05	1,04E+05	-8,23E+05	-2,89E+04	-7,32E+05	7,80E+05	3,39E+05	1,57E+05	-7,90E+05
8.4	-5,84E+05	1,56E+05	3,83E+04	-6,32E+03	4,94E+04	-2,25E+05	2,28E+04	-1,54E+06	4,74E+04	2,44E+05	1,28E+03	-1,04E+06	2,28E+04	-1,54E+06	4,74E+04	2,44E+05	1,28E+03	-1,04E+06
	-5,85E+05	1,27E+05	3,83E+04	-7,06E+03	4,96E+04	-2,25E+05	2,85E+04	-1,53E+06	5,93E+04	2,44E+05	3,63E+03	-1,04E+06	2,85E+04	-1,53E+06	5,87E+04	2,44E+05	4,02E+03	-1,04E+06
	-5,83E+05	1,04E+05	3,73E+04	-7,63E+03	4,94E+04	-2,25E+05	2,88E+04	-1,54E+06	6,05E+04	2,44E+05	3,11E+03	-1,03E+06	2,88E+04	-1,54E+06	5,82E+04	2,44E+05	4,68E+03	-1,03E+06
	-5,90E+05	1,08E+05	3,80E+04	-7,09E+03	4,96E+04	-2,25E+05	2,87E+04	-1,52E+06	4,30E+04	2,44E+05	-1,33E+03	-1,03E+06	2,87E+04	-1,53E+06	3,71E+04	2,44E+05	2,71E+03	-1,03E+06
	-5,82E+05	8,90E+04	3,94E+04	-6,75E+03	4,93E+04	-2,25E+05	2,87E+04	-1,54E+06	9,05E+04	2,44E+05	-7,05E+03	-1,04E+06	2,87E+04	-1,54E+06	7,83E+04	2,44E+05	1,14E+03	-1,04E+06
	-5,88E+05	9,89E+04	4,09E+04	-5,84E+03	4,96E+04	-2,25E+05	2,88E+04	-1,53E+06	7,77E+04	2,44E+05	-1,27E+04	-1,04E+06	2,88E+04	-1,53E+06	5,60E+04	2,44E+05	1,98E+03	-1,04E+06
	-5,82E+05	1,20E+05	4,17E+04	-4,34E+03	4,92E+04	-2,25E+05	2,87E+04	-1,53E+06	7,98E+04	2,43E+05	-1,72E+04	-1,04E+06	2,87E+04	-1,53E+06	4,48E+04	2,43E+05	6,45E+03	-1,04E+06
	-5,79E+05	1,18E+05	4,21E+04	-3,65E+03	4,91E+04	-2,25E+05	2,88E+04	-1,55E+06	9,57E+04	2,44E+05	-2,00E+04	-1,04E+06	2,88E+04	-1,56E+06	4,48E+04	2,44E+05	1,39E+04	-1,04E+06
	-5,84E+05	1,54E+05	4,58E+04	-1,76E+03	4,93E+04	-2,25E+05	2,87E+04	-1,52E+06	8,40E+04	2,43E+05	-2,81E+04	-1,04E+06	2,87E+04	-1,52E+06	1,99E+04	2,43E+05	1,56E+04	-1,04E+06
	-5,72E+05	2,44E+05	5,03E+04	2,50E+03	4,88E+04	-2,25E+05	2,84E+04	-1,56E+06	1,51E+05	2,44E+05	-4,29E+04	-1,04E+06	2,84E+04	-1,56E+06	7,32E+04	2,44E+05	8,44E+03	-1,04E+06

	Yaw						Foundation						Tower Top					
	Mx [Nm]	My [Nm]	Mz [Nm]	Fx [N]	Fy [N]	Fz [N]	Mx [Nm]	My [Nm]	Mz [Nm]	Fx [N]	Fy [N]	Fz [N]	Mx [Nm]	My [Nm]	Mz [Nm]	Fx [N]	Fy [N]	Fz [N]
1.1	3,79E+06	-1,81E+06	-6,49E+04	5,79E+05	-1,16E+04	-3,11E+06	-2,01E+05	7,95E+07	-6,49E+04	4,52E+05	1,54E+05	-1,73E+07	3,79E+06	-1,81E+06	-8,81E+04	5,61E+05	-9,93E+03	-3,12E+06
	3,68E+06	-1,99E+06	-4,84E+05	5,42E+05	-5,51E+03	-3,12E+06	8,42E+05	8,17E+07	-4,84E+05	5,22E+05	8,58E+04	-1,73E+07	3,66E+06	-2,00E+06	-5,16E+05	5,24E+05	1,24E+03	-3,12E+06
	3,58E+06	-1,79E+06	3,49E+04	6,11E+05	-1,82E+04	-3,10E+06	2,20E+06	7,41E+07	3,48E+04	3,41E+05	3,39E+04	-1,73E+07	3,54E+06	-1,79E+06	2,33E+03	5,92E+05	-8,64E+03	-3,10E+06
	3,54E+06	-1,66E+06	-8,99E+04	5,43E+05	-2,29E+04	-3,08E+06	3,74E+06	7,77E+07	-8,99E+04	4,85E+05	4,31E+04	-1,73E+07	3,56E+06	-1,65E+06	-9,77E+04	5,27E+05	-3,02E+04	-3,09E+06
	3,41E+06	-3,10E+06	-2,44E+05	5,37E+05	-3,43E+03	-3,07E+06	3,55E+06	7,56E+07	-2,44E+05	4,46E+05	9,32E+04	-1,73E+07	3,46E+06	-3,09E+06	-2,29E+05	5,23E+05	-1,87E+04	-3,08E+06
	3,15E+06	-3,49E+06	-2,28E+05	5,35E+05	1,47E+04	-3,10E+06	9,63E+05	7,60E+07	-2,28E+05	5,23E+05	1,46E+05	-1,73E+07	3,24E+06	-3,49E+06	-2,34E+05	5,23E+05	1,30E+03	-3,10E+06
	2,90E+06	-3,66E+06	-2,54E+06	4,84E+05	6,81E+03	-3,10E+06	-6,67E+06	7,54E+07	-2,54E+06	5,18E+05	2,68E+05	-1,73E+07	2,94E+06	-3,65E+06	-2,55E+06	4,68E+05	1,13E+04	-3,10E+06
	2,82E+06	-3,39E+06	-1,46E+06	5,23E+05	1,84E+04	-3,09E+06	-9,67E+06	7,11E+07	-1,46E+06	4,13E+05	2,69E+05	-1,73E+07	2,72E+06	-3,41E+06	-1,53E+06	5,06E+05	4,33E+04	-3,09E+06
	2,93E+06	9,97E+05	-8,94E+05	6,05E+05	-2,13E+04	-3,08E+06	-8,63E+06	5,85E+07	-8,94E+05	4,46E+04	2,30E+05	-1,73E+07	2,79E+06	9,71E+05	-9,53E+05	5,81E+05	-1,72E+03	-3,08E+06
3,00E+06	-1,58E+06	-2,01E+05	4,90E+05	-1,85E+04	-3,05E+06	-4,49E+05	6,95E+07	-2,01E+05	3,79E+05	9,49E+04	-1,73E+07	2,81E+06	-1,64E+06	-2,30E+05	4,72E+05	-1,36E+04	-3,05E+06	
1.2	3,82E+06	-3,05E+06	4,17E+05	6,38E+05	-3,74E+03	-3,14E+06	2,11E+07	8,18E+07	4,17E+05	4,16E+05	-4,11E+04	-1,74E+07	3,41E+06	-3,51E+06	3,90E+05	6,14E+05	-7,81E+04	-3,14E+06
	4,41E+06	-2,06E+05	2,75E+06	6,73E+05	-7,96E+04	-3,13E+06	2,34E+07	7,53E+07	2,75E+06	3,23E+05	-1,08E+04	-1,74E+07	4,36E+06	-7,87E+05	2,72E+06	6,39E+05	-1,59E+05	-3,13E+06
	3,69E+06	-4,17E+05	8,37E+05	5,90E+05	-1,33E+04	-3,09E+06	2,79E+07	7,27E+07	8,37E+05	3,72E+05	-3,02E+05	-1,73E+07	3,60E+06	-9,15E+05	8,16E+05	5,65E+05	-8,76E+04	-3,09E+06
	3,75E+06	-2,06E+06	1,66E+06	4,29E+05	-1,86E+04	-3,11E+06	1,59E+07	1,66E+07	1,66E+06	6,86E+05	-2,04E+05	-1,73E+07	3,44E+06	-2,56E+06	1,64E+06	4,07E+05	-7,43E+04	-3,12E+06
	3,09E+06	-1,56E+06	1,20E+05	5,56E+05	2,79E+04	-3,10E+06	1,32E+07	7,48E+07	1,20E+05	4,62E+05	-2,45E+05	-1,73E+07	2,85E+06	-1,98E+06	1,04E+05	5,38E+05	-4,74E+04	-3,10E+06
	3,13E+06	-1,29E+05	-1,60E+06	5,01E+05	4,99E+03	-3,12E+06	1,73E+07	8,72E+07	-1,60E+06	6,39E+05	-1,86E+05	-1,73E+07	3,07E+06	-5,61E+05	-1,62E+06	4,78E+05	-6,12E+04	-3,12E+06
	4,22E+06	8,49E+05	1,95E+06	6,71E+05	-9,03E+04	-3,10E+06	1,38E+07	7,66E+07	1,95E+06	1,75E+05	1,87E+05	-1,72E+07	4,31E+06	2,49E+05	1,92E+06	6,31E+05	-1,76E+05	-3,11E+06
	3,56E+06	5,37E+04	-4,71E+05	6,03E+05	-1,82E+04	-3,08E+06	2,35E+07	8,17E+07	-4,71E+05	4,68E+05	5,73E+02	-1,72E+07	3,53E+06	-4,41E+05	-4,93E+05	5,76E+05	-9,59E+04	-3,09E+06
	3,63E+06	-1,70E+06	1,00E+06	4,23E+05	-4,23E+04	-3,10E+06	1,12E+07	7,85E+07	1,00E+06	6,20E+05	2,32E+05	-1,73E+07	3,36E+06	-2,19E+06	9,81E+05	3,98E+05	-9,58E+04	-3,11E+06
2,64E+06	2,74E+05	-1,25E+06	4,90E+05	1,39E+03	-3,10E+06	-1,24E+06	5,56E+07	-1,25E+06	2,14E+05	3,00E+05	-1,73E+07	2,65E+06	-9,55E+04	-1,26E+06	4,72E+05	-6,48E+04	-3,10E+06	
1.3	1,92E+06	8,66E+08	9,90E+07	9,50E+05	1,79E+03	-3,08E+06	2,17E+07	1,02E+09	1,29E+08	3,67E+05	9,91E+04	-1,82E+07	2,88E+06	8,66E+08	-7,06E+04	4,93E+05	-1,22E+04	-3,18E+06
	4,62E+06	8,66E+08	1,29E+08	9,48E+05	9,98E+03	-3,07E+06	3,20E+07	1,02E+09	1,57E+08	3,78E+05	4,63E+04	-1,82E+07	5,77E+06	8,66E+08	3,30E+07	4,95E+05	-4,78E+02	-3,16E+06
	6,00E+06	8,65E+08	1,57E+08	9,91E+05	5,35E+03	-3,08E+06	3,44E+07	1,03E+09	1,83E+08	5,38E+05	9,89E+04	-1,82E+07	9,91E+06	8,66E+08	6,59E+07	4,95E+05	1,10E+04	-3,16E+06
	6,42E+06	8,55E+08	1,84E+08	1,13E+06	2,47E+04	-3,08E+06	3,03E+07	1,05E+09	1,73E+08	8,14E+05	1,94E+05	-1,82E+07	1,56E+07	8,66E+08	9,76E+07	4,98E+05	1,61E+04	-3,15E+06
	6,04E+06	8,40E+08	1,74E+08	1,29E+06	3,67E+04	-3,12E+06	2,35E+07	1,06E+09	1,61E+08	8,84E+05	2,90E+05	-1,83E+07	2,27E+07	8,66E+08	1,28E+08	4,97E+05	3,08E+04	-3,16E+06
	3,71E+06	8,34E+08	1,62E+08	1,41E+06	3,58E+04	-3,14E+06	2,02E+07	1,07E+09	1,46E+08	9,62E+05	3,48E+05	-1,83E+07	2,83E+07	8,65E+08	1,56E+08	5,06E+05	1,88E+04	-3,17E+06
	2,32E+06	8,30E+08	1,47E+08	1,48E+06	3,73E+04	-3,14E+06	2,44E+07	1,07E+09	1,29E+08	1,03E+06	3,35E+05	-1,83E+07	3,27E+07	8,62E+08	1,82E+08	5,51E+05	2,53E+04	-3,19E+06
	2,58E+06	8,30E+08	1,29E+08	1,45E+06	1,77E+04	-3,12E+06	3,59E+07	1,06E+09	1,09E+08	7,40E+05	2,37E+05	-1,83E+07	3,18E+07	8,57E+08	1,73E+08	6,20E+05	1,58E+04	-3,20E+06
	4,41E+06	8,47E+08	1,10E+08	1,30E+06	-1,14E+04	-3,10E+06	4,86E+07	1,04E+09	8,73E+07	5,27E+05	9,57E+04	-1,83E+07	3,01E+07	8,53E+08	1,60E+08	6,87E+05	1,79E+04	-3,20E+06
6,31E+06	8,62E+08	8,83E+07	1,15E+06	-3,97E+04	-3,08E+06	5,52E+07	1,05E+09	6,49E+07	6,06E+05	-3,84E+04	-1,82E+07	2,91E+07	8,47E+08	1,45E+08	7,74E+05	2,60E+04	-3,23E+06	
1.4	3,82E+06	-3,05E+06	4,17E+05	6,38E+05	-3,74E+03	-3,14E+06	1,61E+07	1,04E+09	1,29E+08	6,81E+05	4,14E+05	-1,83E+07	3,41E+06	-3,51E+06	3,90E+05	6,14E+05	-7,81E+04	-3,14E+06
	4,41E+06	-2,06E+05	2,75E+06	6,73E+05	-7,96E+04	-3,13E+06	2,34E+07	1,02E+09	1,09E+08	2,96E+05	3,47E+05	-1,82E+07	4,36E+06	-7,87E+05	2,72E+06	6,39E+05	-1,59E+05	-3,13E+06
	3,69E+06	-4,17E+05	8,37E+05	5,90E+05	-1,33E+04	-3,09E+06	3,25E+07	1,01E+09	8,78E+07	1,64E+05	2,31E+05	-1,82E+07	3,60E+06	-9,15E+05	8,16E+05	5,65E+05	-8,76E+04	-3,09E+06
	3,75E+06	-2,06E+06	1,66E+06	4,29E+05	-1,86E+04	-3,11E+06	3,76E+07	1,02E+09	6,54E+07	2,52E+05	1,08E+05	-1,82E+07	3,44E+06	-2,56E+06	1,64E+06	4,07E+05	-7,43E+04	-3,12E+06
	3,09E+06	-1,56E+06	1,20E+05	5,56E+05	2,79E+04	-3,10E+06	3,63E+07	1,03E+09	4,23E+07	4,69E+05	5,02E+04	-1,82E+07	2,85E+06	-1,98E+06	1,04E+05	5,38E+05	-4,74E+04	-3,10E+06
	3,13E+06	-1,29E+05	-1,60E+06	5,01E+05	4,99E+03	-3,12E+06	3,09E+07	1,03E+09	1,87E+07	4,15E+05	6,23E+04	-1,82E+07	3,07E+06	-5,61E+05	-1,62E+06	4,78E+05	-6,12E+04	-3,12E+06
	4,22E+06	8,49E+05	1,95E+06	6,71E+05	-9,03E+04	-3,10E+06	2,82E+07	1,02E+09	-5,30E+06	2,96E+05	6,96E+04	-1,81E+07	4,31E+06	2,49E+05	1,92E+06	6,31E+05	-1,76E+05	-3,11E+06
	3,56E+06	5,37E+04	-4,71E+05	6,03E+05	-1,82E+04	-3,08E+06	3,15E+07	1,03E+09	-2,95E+07	4,62E+05	4,66E+04	-1,81E+07	3,53E+06	-4,41E+05	-4,93E+05	5,76E+05	-9,59E+04	-3,09E+06
	7,90E+04	-1,61E+06	1,08E+06	4,55E+05	2,69E+03	-3,10E+06	3,78E+07	1,03E+09	-5,35E+07	4,59E+05	5,53E+04	-1,81E+07	-1,41E+05	-1,61E+06	1,08E+06	4,35E+05	-5,70E+04	-3,10E+06
-7,49E+04	1,68E+06	-1,13E+06	6,11E+05	-5,19E+03	-3,11E+06	4,11E+07	1,02E+09	-7,65E+07	2,97E+05	1,57E+05	-1,81E+07	1,54E+05	1,68E+06	-1,13E+06	5,89E+05	-8,96E+04	-3,11E+06	
1.5	2,88E+06	-1,60E+06	57811,8	597749	2632,94	-3,11E+06	1,58E+06	8,38E+07	-45325,4	474381	164456	-1,73E+07	2,73E+06	8,66E+08	-1,48E+05	5,40E+05	-8,02E+03	-3,18E+06
	2,85E+06	-1,46E+06	225491	566628	9187,3	-3,10E+06	-4,39E+06	8,33E+07	57814,7	473984	243015	-1,73E+07	2,13E+06	8,66E+08	-1,11E+05	5,37E+05	-1,47E+04	-3,20E+06
	2,80E+06	-1,52E+06	475168	504319	9186,65	-3,11E+06	-8,82E+06	8,16E+07	225478	467048	272055	-1,73E+07	1,69E+06	8,66E+08	-7,71E+04	5,42E+05	-2,34E+04	-3,17E+06
	2,80E+06	-1,51E+06	433178	472665	-20027,4	-3,11E+06	-6,81E+06	7,64E+07	475148	457118	196276	-1,73E+07	2,85E+06	8,66E+08	-1,35E+05	5,46E+05	-6,86E+03	-3,16E+06

Comportamiento de un aerogenerador en el mar

	2,78E+06	-1,65E+06	611188	503998	-22578,9	-3,10E+06	155644	6,25E+07	433168	341156	69500,8	-1,73E+07	3,32E+06	8,66E+08	-1,49E+05	5,44E+05	-7,98E+03	-3,16E+06
	2,90E+06	-1,18E+06	837427	621863	-33401,3	-3,12E+06	1,02E+07	5,12E+07	611199	229501	-64008,1	-1,73E+07	3,98E+06	8,66E+08	-1,82E+05	5,43E+05	5,23E+03	-3,16E+06
	3,52E+06	-889442	579676	792261	-16350	-3,12E+06	1,47E+07	6,12E+07	837455	264988	-101423	-1,73E+07	3,34E+06	8,66E+08	-1,41E+05	5,42E+05	2,96E+03	-3,18E+06
	3,47E+06	-481005	760728	937802	6751,06	-3,14E+06	1,17E+07	1,03E+08	579695	576552	-23535,1	-1,73E+07	6,05E+06	8,66E+08	3,35E+07	5,39E+05	9,41E+03	-3,18E+06
	3,40E+06	-2597,35	620540	986264	18720,5	-3,14E+06	4,12E+06	1,57E+08	760732	1,03E+06	114320	-1,73E+07	9,92E+06	8,66E+08	6,64E+07	5,39E+05	1,23E+04	-3,18E+06
	3,43E+06	-168699	286350	852942	5008,73	-3,13E+06	-2,18E+06	1,85E+08	620479	1,26E+06	211784	-1,73E+07	1,50E+07	8,66E+08	9,81E+07	5,43E+05	2,42E+03	-3,17E+06
	3,43E+06	-764006	50185	612981	-9117,94	-3,12E+06	-4,00E+06	1,62E+08	286349	1,11E+06	281593	-1,73E+07	2,21E+07	8,66E+08	1,28E+08	5,43E+05	1,25E+04	-3,16E+06
	3,50E+06	-1,61E+06	99676,2	414619	-28827,3	-3,10E+06	589257	9,01E+07	50174,8	534292	231918	-1,73E+07	2,79E+07	8,66E+08	1,57E+08	5,29E+05	9,76E+03	-3,16E+06
	3,57E+06	-2,03E+06	580167	364996	-31374,2	-3,10E+06	5,21E+06	1,22E+07	99700,8	-115415	171818	-1,73E+07	3,26E+07	8,71E+08	1,83E+08	4,56E+05	2,84E+04	-3,14E+06
	3,50E+06	-1,68E+06	646474	476054	-13699,9	-3,10E+06	7,40E+06	-1,39E+07	580200	-342935	99499,5	-1,73E+07	3,20E+07	8,77E+08	1,73E+08	4,22E+05	3,53E+04	-3,15E+06
	3,46E+06	-1,20E+06	478649	651309	2146,48	-3,09E+06	7,68E+06	3,39E+07	646479	54974,9	-85,6448	-1,73E+07	2,98E+07	8,65E+08	1,60E+08	5,94E+05	2,43E+04	-3,20E+06
	3,31E+06	-518921	427049	761629	15947,9	-3,10E+06	6,77E+06	1,18E+08	478640	783798	-27397,1	-1,73E+07	2,88E+07	8,41E+08	1,45E+08	8,00E+05	2,61E+04	-3,24E+06
	2,89E+06	-359031	267970	734175	3860,36	-3,10E+06	9,41E+06	1,68E+08	426996	1,22E+06	-79558,6	-1,73E+07	2,86E+07	8,46E+08	1,28E+08	7,98E+05	7,04E+03	-3,24E+06
	3,10E+06	-898340	176993	604413	-23360,5	-3,11E+06	1,45E+07	1,45E+08	267941	1,03E+06	-134183	-1,73E+07	3,03E+07	8,67E+08	1,09E+08	5,69E+05	-2,51E+03	-3,18E+06
	3,18E+06	-1,57E+06	226724	481571	-27673,1	-3,11E+06	1,80E+07	7,34E+07	177022	415207	-139184	-1,73E+07	3,22E+07	8,76E+08	8,77E+07	4,35E+05	-8,56E+03	-3,15E+06
	3,07E+06	-1,75E+06	601574	469406	-32593,9	-3,11E+06	1,83E+07	1,59E+07	226765	-83420,7	-93974,1	-1,72E+07	3,26E+07	8,72E+08	6,55E+07	4,89E+05	-1,31E+04	-3,15E+06
	2,96E+06	-1,30E+06	660128	567235	-10055,1	-3,11E+06	9,99E+06	1,88E+07	601612	-77111,6	134580	-1,73E+07	3,16E+07	8,63E+08	4,23E+07	5,68E+05	-7,00E+03	-3,17E+06
	2,81E+06	-945733	477147	685194	22729,4	-3,10E+06	-1,34E+06	7,49E+07	660124	385810	337854	-1,73E+07	2,97E+07	8,65E+08	1,86E+07	5,59E+05	-1,08E+04	-3,18E+06
	2,80E+06	-574635	421189	720094	24163,5	-3,10E+06	-9,23E+06	1,33E+08	477104	881598	424090	-1,73E+07	2,89E+07	8,71E+08	-5,55E+06	5,35E+05	-1,01E+04	-3,18E+06
	2,82E+06	-565123	149082	649703	6728,82	-3,11E+06	-8,48E+06	1,44E+08	421159	980484	380700	-1,73E+07	2,89E+07	8,65E+08	-2,96E+07	5,57E+05	-2,64E+04	-3,19E+06
	2,99E+06	-1,13E+06	179749	544414	-32383	-3,11E+06	3,47E+06	1,02E+08	149051	623593	185963	-1,74E+07	3,02E+07	8,65E+08	-5,32E+07	5,59E+05	-4,93E+04	-3,18E+06
	3,06E+06	-1,53E+06	454497	487424	-45489,1	-3,11E+06	1,74E+07	4,56E+07	179792	145723	15617,5	-1,74E+07	3,20E+07	8,71E+08	-7,61E+07	5,34E+05	-6,02E+04	-3,17E+06
	2,99E+06	-1,48E+06	561704	525014	-23502,5	-3,11E+06	2,57E+07	2,31E+07	454558	-36439,6	-129695	-1,74E+07	2,97E+07	8,66E+08	-9,76E+07	5,65E+05	-6,93E+04	-3,17E+06
	2,79E+06	-1,17E+06	-210363	616967	9950,76	-3,10E+06	2,41E+07	5,11E+07	561731	216271	-221900	-1,73E+07	2,69E+07	8,63E+08	-1,18E+08	5,94E+05	-6,36E+04	-3,17E+06
	2,73E+06	-925369	145490	686049	27605,2	-3,10E+06	1,64E+07	1,03E+08	-210381	690280	-252763	-1,73E+07	2,43E+07	8,67E+08	-1,36E+08	5,90E+05	-5,39E+04	-3,18E+06
	2,79E+06	-861916	198344	669751	11079	-3,11E+06	1,09E+07	1,34E+08	145419	957577	-194377	-1,73E+07	2,39E+07	8,65E+08	-1,52E+08	6,01E+05	-5,32E+04	-3,18E+06
	2,93E+06	-1,08E+06	6344,12	596840	-32001,3	-3,10E+06	1,21E+07	1,20E+08	198303	829555	-79072,7	-1,72E+07	2,63E+07	8,60E+08	-1,66E+08	6,18E+05	-5,96E+04	-3,19E+06
	2,96E+06	-1,62E+06	30682,1	523924	-39232,4	-3,10E+06	1,65E+07	7,51E+07	6367,87	418981	37905,5	-1,72E+07	2,91E+07	8,64E+08	-1,78E+08	6,22E+05	-8,29E+04	-3,20E+06
	2,97E+06	-1,64E+06	239507	513809	-29984,4	-3,11E+06	1,82E+07	3,88E+07	30725,1	92724,9	107349	-1,72E+07	3,03E+07	8,64E+08	-1,86E+08	6,64E+05	-9,41E+04	-3,20E+06
	2,82E+06	-1,47E+06	145890	571594	5646,74	-3,10E+06	9,44E+06	4,00E+07	239539	91232,8	239268	-1,73E+07	2,85E+07	8,59E+08	-1,92E+08	6,73E+05	-9,40E+04	-3,21E+06
	2,70E+06	-1,35E+06	126486	641911	35983,9	-3,10E+06	-2,52E+06	7,48E+07	145876	385579	326943	-1,73E+07	2,58E+07	8,61E+08	-1,95E+08	6,62E+05	-8,64E+04	-3,21E+06
	-179235	-989759	323767	683167	57604,8	-3,10E+06	-7,73E+06	1,12E+08	126434	713490	310167	-1,73E+07	2,43E+07	8,64E+08	-1,95E+08	6,50E+05	-7,44E+04	-3,21E+06
	123681	-829221	303435	666823	-15612,8	-3,11E+06	2,49E+06	1,19E+08	323638	760693	48664,3	-1,73E+07	2,45E+07	8,60E+08	-1,92E+08	6,81E+05	-7,73E+04	-3,21E+06
	273616	-1,07E+06	316417	615640	-56003,2	-3,10E+06	1,16E+07	9,62E+07	303458	563539	-6814,45	-1,74E+07	2,66E+07	8,61E+08	-1,86E+08	6,98E+05	-8,35E+04	-3,21E+06
	-3835,61	-1,42E+06	388213	594595	-2258,46	-3,11E+06	2,22E+07	6,77E+07	316500	343716	-95354	-1,74E+07	2,86E+07	8,64E+08	-1,78E+08	6,92E+05	-9,05E+04	-3,21E+06
	366098	-1,45E+06	605468	621247	-60687,1	-3,11E+06	2,87E+07	5,83E+07	388191	249158	-244603	-1,73E+07	2,90E+07	8,61E+08	-1,66E+08	6,99E+05	-8,72E+04	-3,21E+06
1.6	2,91E+06	-1,80E+06	1,64E+04	6,03E+05	-8,39E+03	-3,12E+06	-1,55E+06	8,31E+07	1,64E+04	4,76E+05	1,56E+05	-1,73E+07	2,73E+06	8,66E+08	-1,48E+05	5,40E+05	-8,02E+03	-3,18E+06
	2,99E+06	-1,58E+06	6,28E+05	6,01E+05	-1,46E+04	-3,13E+06	-1,26E+06	8,34E+07	6,28E+05	4,83E+05	1,10E+05	-1,73E+07	2,13E+06	8,66E+08	-1,11E+05	5,37E+05	-1,47E+04	-3,20E+06
	2,97E+06	-1,35E+06	2,46E+05	6,03E+05	-2,24E+04	-3,10E+06	5,43E+05	8,40E+07	2,46E+05	4,90E+05	6,08E+04	-1,73E+07	1,69E+06	8,66E+08	-7,71E+04	5,42E+05	-2,34E+04	-3,17E+06
	2,95E+06	-1,51E+06	1,84E+05	6,09E+05	-1,65E+04	-3,09E+06	3,87E+06	8,46E+07	1,84E+05	4,94E+05	4,36E+04	-1,73E+07	2,85E+06	8,66E+08	-1,35E+05	5,46E+05	-6,86E+03	-3,16E+06
	2,95E+06	-1,22E+06	1,97E+05	6,06E+05	-1,73E+04	-3,10E+06	4,43E+06	8,45E+07	1,97E+05	4,87E+05	8,48E+04	-1,73E+07	3,32E+06	8,66E+08	-1,49E+05	5,44E+05	-7,98E+03	-3,16E+06
	2,89E+06	-1,37E+06	-4,53E+04	6,06E+05	-4,74E+03	-3,09E+06	1,58E+06	8,38E+07	-4,53E+04	4,74E+05	1,64E+05	-1,73E+07	3,98E+06	8,66E+08	-1,82E+05	5,43E+05	5,23E+03	-3,16E+06
	2,88E+06	-1,60E+06	6,04E+04	6,00E+05	2,62E+03	-3,11E+06	-4,39E+06	8,33E+07	6,04E+04	4,73E+05	2,43E+05	-1,73E+07	3,34E+06	8,66E+08	-1,41E+05	5,42E+05	2,96E+03	-3,18E+06
	2,86E+06	-1,44E+06	2,38E+05	5,80E+05	9,13E+03	-3,11E+06	-8,83E+06	8,19E+07	2,38E+05	4,64E+05	2,72E+05	-1,73E+07	6,05E+06	8,66E+08	3,35E+07	5,39E+05	9,41E+03	-3,18E+06
	2,83E+06	-1,47E+06	5,05E+05	5,31E+05	8,99E+03	-3,11E+06	-6,79E+06	7,91E+07	5,05E+05	4,70E+05	1,97E+05	-1,73E+07	9,92E+06	8,66E+08	6,64E+07	5,39E+05	1,23E+04	-3,18E+06
	2,84E+06	-1,45E+06	4,39E+05	4,86E+05	-1,99E+04	-3,11E+06	2,99E+06	6,93E+07	4,39E+05	3,99E+05	6,87E+04	-1,73E+07	1,50E+07	8,66E+08	9,81E+07	5,43E+05	2,42E+03	-3,17E+06
	2,78E+06	-1,70E+06	5,27E+05	4,57E+05	-2,22E+04	-3,09E+06	1,04E+07	5,65E+07	5,27E+05	3,02E+05	-6,72E+04	-1,73E+07	2,21E+07	8,66E+08	1,28E+08	5,43E+05	1,25E+04	-3,16E+06
	2,77E+06	-1,42E+06	6,29E+05	4,88E+05	-3,31E+04	-3,10E+06	1,46E+07	4,98E+07	6,29E+05	2,20E+05	-1,05E+05	-1,73E+07	2,79E+07	8,66E+08	1,57E+08	5,36E+05	9,66E+03	-3,16E+06
	2,74E+06	-1,37E+06	3,71E+05	5,99E+05	-1,83E+04	-3,10E+06	1,10E+07	6,36E+07	3,71E+05	2,95E+05	-2,93E+04	-1,73E+07	3,26E+07	8,69E+08	1,83E+08	4,94E+05	2,78E+04	-3,15E+06
	2,84E+06	-1,14E+06	6,94E+05	7,49E+05	8,50E+03	-3,13E+06	2,20E+06	1,01E+08	6,94E+05	5,82E+05	1,17E+05	-1,73E+07	3,20E+07	8,75E+08	1,73E+08	4,21E+05	3,54E+04	-3,15E+06

Comportamiento de un aerogenerador en el mar

3,41E+06	-5,43E+05	7,84E+05	8,99E+05	1,92E+04	-3,14E+06	-5,31E+06	1,45E+08	7,84E+05	9,19E+05	2,41E+05	-1,73E+07	2,98E+07	8,77E+08	1,60E+08	4,21E+05	2,72E+04	-3,16E+06
3,47E+06	-2,08E+05	7,96E+05	9,91E+05	7,96E+03	-3,15E+06	-5,30E+06	1,71E+08	7,96E+05	1,12E+06	2,99E+05	-1,74E+07	2,86E+07	8,65E+08	1,45E+08	5,61E+05	2,73E+04	-3,19E+06
3,49E+06	3,40E+03	5,42E+05	9,70E+05	-9,63E+03	-3,15E+06	2,64E+06	1,63E+08	5,42E+05	1,06E+06	2,30E+05	-1,74E+07	2,82E+07	8,50E+08	1,28E+08	7,23E+05	6,54E+03	-3,22E+06
3,52E+06	-2,85E+05	3,98E+05	8,25E+05	-2,51E+04	-3,13E+06	1,17E+07	1,28E+08	3,98E+05	7,94E+05	1,17E+05	-1,74E+07	2,98E+07	8,47E+08	1,09E+08	8,01E+05	-4,44E+03	-3,23E+06
3,58E+06	-8,14E+05	4,80E+05	6,25E+05	-3,78E+04	-3,12E+06	1,42E+07	8,03E+07	4,80E+05	4,42E+05	4,46E+04	-1,74E+07	3,16E+07	8,47E+08	8,77E+08	8,05E+05	-1,33E+04	-3,23E+06
3,49E+06	-1,25E+06	3,16E+05	4,77E+05	-2,11E+04	-3,10E+06	1,09E+07	4,13E+07	3,16E+05	1,41E+05	-3,50E+04	-1,73E+07	3,25E+07	8,55E+08	6,54E+07	6,47E+05	-1,33E+04	-3,18E+06
3,46E+06	-1,66E+06	2,27E+05	4,33E+05	-8,56E+03	-3,09E+06	3,53E+06	3,03E+07	2,27E+05	6,16E+04	-4,95E+03	-1,73E+07	3,23E+07	8,78E+08	4,23E+07	4,30E+05	-1,92E+03	-3,15E+06
3,43E+06	-1,54E+06	4,12E+05	4,91E+05	6,58E+03	-3,09E+06	1,75E+06	5,18E+07	4,12E+05	2,37E+05	-6,03E+03	-1,73E+07	3,05E+07	8,82E+08	1,85E+07	3,99E+05	-7,70E+03	-3,15E+06
3,42E+06	-1,16E+06	4,93E+05	5,93E+05	9,93E+03	-3,10E+06	8,47E+06	9,07E+07	4,93E+05	5,63E+05	-7,66E+04	-1,73E+07	2,91E+07	8,63E+08	-5,57E+06	5,26E+05	-1,07E+04	-3,16E+06
3,49E+06	-8,35E+05	4,23E+05	6,70E+05	-1,09E+04	-3,10E+06	1,80E+07	1,19E+08	4,23E+05	8,07E+05	-1,32E+05	-1,72E+07	2,89E+07	8,65E+08	-2,96E+07	5,56E+05	-2,65E+04	-3,19E+06
3,46E+06	-7,80E+05	1,70E+05	6,78E+05	-1,60E+04	-3,11E+06	2,39E+07	1,18E+08	1,70E+05	7,89E+05	-1,40E+05	-1,72E+07	3,02E+07	8,74E+08	-5,32E+07	5,23E+05	-4,76E+04	-3,18E+06
3,52E+06	-1,03E+06	2,70E+05	6,26E+05	-2,52E+04	-3,11E+06	1,67E+07	8,91E+07	2,70E+05	5,32E+05	7,26E+04	-1,73E+07	3,17E+07	8,63E+08	-7,61E+07	5,68E+05	-5,93E+04	-3,17E+06
3,42E+06	-1,13E+06	4,29E+05	5,61E+05	-1,77E+04	-3,12E+06	1,91E+06	5,82E+07	4,29E+05	2,48E+05	3,11E+05	-1,73E+07	3,18E+07	8,64E+08	-9,77E+07	5,70E+05	-6,78E+04	-3,17E+06
2,89E+06	-1,37E+06	3,66E+05	5,38E+05	5,06E+03	-3,11E+06	-1,04E+07	4,99E+07	3,66E+05	1,64E+05	4,32E+05	-1,73E+07	3,07E+07	8,74E+08	-1,18E+08	5,23E+05	-5,91E+04	-3,17E+06
2,89E+06	-1,39E+06	4,77E+05	5,65E+05	1,04E+04	-3,11E+06	-1,29E+07	6,90E+07	4,77E+05	3,33E+05	4,28E+05	-1,73E+07	2,83E+07	8,67E+08	-1,36E+08	5,51E+05	-5,67E+04	-3,17E+06
2,84E+06	-9,33E+05	4,79E+05	6,18E+05	1,41E+04	-3,10E+06	-4,96E+05	9,65E+07	4,79E+05	5,71E+05	2,22E+05	-1,74E+07	2,75E+07	8,63E+08	-1,52E+08	5,70E+05	-5,49E+04	-3,17E+06
2,93E+06	-7,32E+05	3,80E+05	6,51E+05	-1,69E+04	-3,10E+06	1,57E+07	1,10E+08	3,80E+05	6,96E+05	3,56E+04	-1,74E+07	2,89E+07	8,73E+08	-1,66E+08	5,24E+05	-6,51E+04	-3,18E+06
2,96E+06	-8,49E+05	3,14E+05	6,37E+05	-2,98E+04	-3,10E+06	2,74E+07	9,83E+07	3,14E+05	6,10E+05	-1,45E+05	-1,74E+07	3,07E+07	8,69E+08	-1,78E+08	5,36E+05	-8,68E+04	-3,18E+06
2,93E+06	-1,07E+06	3,31E+05	5,88E+05	-1,94E+04	-3,11E+06	2,80E+07	7,40E+07	3,31E+05	4,16E+05	-2,65E+05	-1,73E+07	3,19E+07	8,63E+08	-1,87E+08	5,66E+05	-9,09E+04	-3,17E+06
2,85E+06	-1,23E+06	-3,22E+05	5,46E+05	-8,84E+03	-3,11E+06	1,96E+07	5,87E+07	-3,22E+05	3,09E+05	-2,80E+05	-1,73E+07	3,13E+07	8,71E+08	-1,93E+08	5,30E+05	-9,36E+04	-3,18E+06
2,82E+06	-1,49E+06	9,50E+04	5,53E+05	8,11E+03	-3,11E+06	1,20E+07	6,39E+07	9,50E+04	3,50E+05	-2,08E+05	-1,73E+07	2,97E+07	8,71E+08	-1,96E+08	5,28E+05	-8,43E+04	-3,17E+06
2,85E+06	-1,50E+06	3,67E+05	5,88E+05	5,24E+03	-3,11E+06	1,01E+07	8,49E+07	3,67E+05	5,26E+05	-5,81E+04	-1,72E+07	2,83E+07	8,63E+08	-1,96E+08	5,64E+05	-7,36E+04	-3,17E+06
2,91E+06	-1,09E+06	2,62E+05	6,30E+05	-1,91E+04	-3,10E+06	1,24E+07	1,02E+08	2,62E+05	6,46E+05	7,82E+04	-1,72E+07	2,83E+07	8,69E+08	-1,93E+08	5,38E+05	-7,32E+04	-3,17E+06
2,86E+06	-1,12E+06	2,41E+04	6,38E+05	-1,75E+04	-3,10E+06	1,49E+07	1,01E+08	2,41E+04	6,21E+05	1,36E+05	-1,72E+07	2,95E+07	8,72E+08	-1,87E+08	5,22E+05	-7,32E+04	-3,18E+06
2,91E+06	-1,18E+06	8,83E+04	6,07E+05	-2,07E+04	-3,10E+06	9,16E+06	8,33E+07	8,83E+04	4,67E+05	2,46E+05	-1,73E+07	3,04E+07	8,63E+08	-1,78E+08	5,57E+05	-8,09E+04	-3,17E+06
2,83E+06	-1,28E+06	4,59E+04	5,68E+05	-8,81E+02	-3,10E+06	1,40E+06	6,47E+07	4,59E+04	2,99E+05	2,87E+05	-1,73E+07	3,10E+07	8,66E+08	-1,67E+08	5,45E+05	-8,04E+04	-3,17E+06
2,79E+06	-1,57E+06	1,91E+04	5,52E+05	1,24E+04	-3,11E+06	-2,76E+06	6,07E+07	1,91E+04	2,73E+05	2,67E+05	-1,73E+07	3,05E+07	8,71E+08	-1,53E+08	5,21E+05	-7,57E+04	-3,17E+06
2,81E+06	-1,58E+06	7,84E+04	5,72E+05	6,77E+03	-3,10E+06	1,97E+06	7,32E+07	7,84E+04	3,92E+05	1,51E+05	-1,73E+07	2,91E+07	8,64E+08	-1,37E+08	5,52E+05	-6,56E+04	-3,17E+06
2,82E+06	-1,30E+06	1,87E+05	6,05E+05	8,59E+02	-3,11E+06	1,50E+07	9,09E+07	1,87E+05	5,53E+05	-4,29E+04	-1,74E+07	2,86E+07	8,64E+08	-1,18E+08	5,53E+05	-5,23E+04	-3,17E+06
2,93E+06	-1,08E+06	1,65E+05	6,28E+05	-3,08E+04	-3,10E+06	2,43E+07	9,89E+07	1,65E+05	6,27E+05	-1,17E+05	-1,74E+07	2,91E+07	8,70E+08	-9,82E+07	5,25E+05	-4,95E+04	-3,17E+06
2,91E+06	-1,21E+06	1,09E+05	6,19E+05	-2,93E+04	-3,10E+06	2,53E+07	9,15E+07	1,09E+05	5,62E+05	-1,12E+05	-1,73E+07	3,04E+07	8,64E+08	-7,67E+07	5,46E+05	-4,63E+04	-3,17E+06
2,88E+06	-1,27E+06	1,65E+05	5,88E+05	-1,59E+04	-3,10E+06	1,51E+07	7,57E+07	1,65E+05	4,19E+05	1,01E+04	-1,73E+07	3,13E+07	8,62E+08	-5,41E+07	5,56E+05	-4,48E+04	-3,17E+06
2,83E+06	-1,31E+06	1,10E+03	5,63E+05	-1,51E+03	-3,10E+06	2,25E+06	6,54E+07	1,09E+03	3,31E+05	1,22E+05	-1,73E+07	3,11E+07	8,68E+08	-3,05E+07	5,29E+05	-3,94E+04	-3,17E+06
2,72E+06	-1,50E+06	1,21E+04	5,63E+05	2,56E+04	-3,10E+06	-7,03E+05	6,88E+07	1,20E+04	3,64E+05	8,63E+04	-1,73E+07	2,99E+07	8,65E+08	-6,46E+06	5,40E+05	-2,74E+04	-3,17E+06
2,81E+06	-1,41E+06	2,20E+05	5,86E+05	7,10E+03	-3,11E+06	6,66E+06	8,22E+07	2,20E+05	4,87E+05	2,67E+03	-1,73E+07	2,87E+07	8,60E+08	1,77E+07	5,59E+05	-1,55E+04	-3,17E+06
2,86E+06	-1,25E+06	1,55E+05	6,13E+05	-1,37E+04	-3,10E+06	2,14E+07	9,37E+07	1,55E+05	5,90E+05	-1,44E+05	-1,73E+07	2,88E+07	8,65E+08	4,15E+07	5,36E+05	-7,23E+03	-3,17E+06
2,90E+06	-1,26E+06	7,71E+04	6,21E+05	-3,20E+04	-3,11E+06	3,00E+07	9,40E+07	7,71E+04	5,90E+05	-1,86E+05	-1,73E+07	3,00E+07	8,65E+08	6,46E+07	5,36E+05	-4,94E+03	-3,17E+06
2,95E+06	-1,25E+06	1,51E+05	6,04E+05	-3,71E+04	-3,10E+06	2,44E+07	8,39E+07	1,51E+05	5,00E+05	-7,71E+04	-1,73E+07	3,15E+07	8,60E+08	8,68E+07	5,57E+05	-6,62E+02	-3,17E+06
2,83E+06	-1,26E+06	1,55E+05	5,77E+05	-3,87E+03	-3,10E+06	1,03E+07	7,23E+07	1,55E+05	3,91E+05	6,38E+04	-1,73E+07	3,19E+07	8,63E+08	1,08E+08	5,40E+05	1,57E+03	-3,17E+06
2,79E+06	-1,42E+06	3,71E+04	5,67E+05	9,90E+03	-3,10E+06	-4,74E+06	6,91E+07	3,71E+04	3,58E+05	2,62E+05	-1,73E+07	3,10E+07	8,65E+08	1,27E+08	5,32E+05	9,40E+03	-3,17E+06
2,75E+06	-1,50E+06	7,44E+04	5,77E+05	2,11E+04	-3,10E+06	-7,38E+06	7,57E+07	7,43E+04	4,07E+05	3,27E+05	-1,73E+07	2,98E+07	8,60E+08	1,44E+08	5,53E+05	2,20E+04	-3,17E+06
2,79E+06	-1,24E+06	1,29E+05	5,97E+05	6,08E+03	-3,10E+06	2,27E+06	8,55E+07	1,29E+05	4,84E+05	2,50E+05	-1,73E+07	2,88E+07	8,62E+08	1,60E+08	5,44E+05	2,69E+04	-3,17E+06
2,90E+06	-1,19E+06	6,89E+04	6,13E+05	-2,73E+04	-3,10E+06	1,44E+07	9,01E+07	6,90E+04	5,25E+05	1,46E+05	-1,74E+07	2,92E+07	8,65E+08	1,72E+08	5,31E+05	3,11E+04	-3,17E+06
2,89E+06	-1,34E+06	1,56E+05	6,08E+05	-2,47E+04	-3,10E+06	2,17E+07	8,59E+07	1,56E+05	4,94E+05	3,25E+03	-1,74E+07	3,05E+07	8,61E+08	1,82E+08	5,49E+05	3,07E+04	-3,17E+06
2,90E+06	-1,30E+06	1,81E+05	5,88E+05	-2,18E+04	-3,11E+06	1,78E+07	7,73E+07	1,81E+05	4,34E+05	-5,86E+04	-1,73E+07	3,16E+07	8,61E+08	1,90E+08	5,48E+05	2,73E+04	-3,17E+06
2,80E+06	-1,35E+06	3,17E+04	5,73E+05	9,98E+02	-3,10E+06	1,09E+07	7,22E+07	3,17E+04	4,04E+05	-1,07E+05	-1,73E+07	3,18E+07	8,65E+08	1,94E+08	5,31E+05	2,84E+04	-3,17E+06

1.7	3,25E+06	8,67E+08	1,10E+08	9,46E+05	8,30E+03	-3,07E+06	-1,34E+06	7,41E+07	4,55E+04	4,18E+05	1,57E+05	-1,73E+07	3,06E+07	8,61E+08	-1,65E+08	5,56E+05	-1,10E+05	-3,20E+06
	4,70E+06	8,66E+08	8,86E+07	9,49E+05	8,84E+01	-3,07E+06	-8,70E+05	7,42E+07	5,86E+05	4,20E+05	1,07E+05	-1,73E+07	3,29E+07	8,59E+08	-1,77E+08	5,53E+05	-1,34E+05	-3,18E+06
	5,05E+06	8,66E+08	6,63E+07	9,49E+05	-9,22E+02	-3,07E+06	1,30E+06	7,49E+07	1,45E+05	4,32E+05	5,15E+04	-1,73E+07	3,36E+07	8,64E+08	-1,85E+08	5,37E+05	-1,16E+05	-3,18E+06
	4,24E+06	8,67E+08	4,32E+07	9,47E+05	6,91E+03	-3,08E+06	4,67E+06	7,56E+07	2,39E+05	4,36E+05	2,84E+04	-1,73E+07	2,97E+07	8,60E+08	-1,91E+08	5,54E+05	-1,20E+05	-3,21E+06
	2,37E+06	8,66E+08	1,95E+07	9,48E+05	3,86E+03	-3,08E+06	4,86E+06	7,58E+07	-1,06E+05	4,36E+05	7,65E+04	-1,73E+07	2,61E+07	8,55E+08	-1,94E+08	5,63E+05	-1,18E+05	-3,18E+06
	1,47E+06	8,66E+08	-4,47E+06	9,48E+05	6,87E+03	-3,08E+06	1,67E+06	7,54E+07	2,76E+04	4,30E+05	1,66E+05	-1,73E+07	2,65E+07	8,59E+08	-1,94E+08	5,59E+05	-9,96E+04	-3,18E+06
	1,31E+06	8,66E+08	-2,86E+07	9,47E+05	-9,26E+03	-3,09E+06	-5,12E+06	7,43E+07	3,23E+05	4,14E+05	2,65E+05	-1,73E+07	2,87E+07	8,58E+08	-1,91E+08	5,53E+05	-1,14E+05	-3,20E+06
	2,49E+06	8,66E+08	-5,24E+07	9,48E+05	-2,32E+04	-3,07E+06	-9,05E+06	7,30E+07	3,15E+05	3,91E+05	2,91E+05	-1,73E+07	3,11E+07	8,53E+08	-1,85E+08	5,63E+05	-1,32E+05	-3,19E+06
	3,94E+06	8,66E+08	-7,53E+07	9,49E+05	-2,92E+04	-3,07E+06	-6,71E+06	7,37E+07	5,19E+05	4,10E+05	2,07E+05	-1,73E+07	3,27E+07	8,56E+08	-1,77E+08	5,50E+05	-1,24E+05	-3,17E+06
3,65E+06	8,66E+08	-9,69E+07	9,47E+05	-3,53E+04	-3,07E+06	1,26E+06	7,44E+07	2,31E+05	4,15E+05	5,89E+04	-1,73E+07	3,17E+07	8,58E+08	-1,65E+08	5,44E+05	-1,11E+05	-3,20E+06	
1.8	2,94E+06	-1,61E+06	4,75E+05	5,38E+05	-1,25E+04	-3,14E+06	1,24E+07	7,10E+07	4,75E+05	3,85E+05	4,62E+04	-1,74E+07	2,72E+06	-1,97E+06	4,59E+05	5,16E+05	-7,58E+04	-3,14E+06
	3,19E+06	-1,46E+06	7,25E+05	5,45E+05	-3,46E+04	-3,14E+06	2,04E+07	7,36E+07	7,25E+05	4,15E+05	-6,76E+04	-1,74E+07	2,98E+06	-1,86E+06	7,06E+05	5,20E+05	-9,99E+04	-3,14E+06
	3,32E+06	-1,38E+06	4,73E+05	5,50E+05	-1,73E+04	-3,13E+06	2,33E+07	7,62E+07	4,73E+05	4,51E+05	-2,13E+05	-1,74E+07	3,11E+06	-1,82E+06	4,53E+05	5,25E+05	-8,64E+04	-3,13E+06
	3,34E+06	-1,81E+06	2,34E+04	5,47E+05	5,25E+03	-3,13E+06	2,14E+07	7,72E+07	2,34E+04	4,83E+05	-3,12E+05	-1,73E+07	3,06E+06	-2,26E+06	3,72E+03	5,25E+05	-6,67E+04	-3,14E+06
	3,37E+06	-1,81E+06	3,49E+05	5,43E+05	-1,26E+04	-3,15E+06	1,56E+07	7,53E+07	3,49E+05	4,68E+05	-2,14E+05	-1,73E+07	3,09E+06	-2,26E+06	3,30E+05	5,19E+05	-8,45E+04	-3,15E+06
	3,06E+06	-1,80E+06	2,49E+05	5,36E+05	-1,36E+01	-3,14E+06	1,46E+07	7,22E+07	2,49E+05	4,31E+05	-1,08E+05	-1,73E+07	2,78E+06	-2,21E+06	2,32E+05	5,15E+05	-7,09E+04	-3,14E+06
	2,95E+06	-1,73E+06	3,39E+05	5,34E+05	-1,76E+04	-3,13E+06	1,25E+07	7,04E+07	3,39E+05	4,01E+05	7,21E+04	-1,73E+07	2,68E+06	-2,13E+06	3,23E+05	5,10E+05	-8,74E+04	-3,14E+06
	2,94E+06	-1,77E+06	2,89E+05	5,41E+05	-1,85E+04	-3,13E+06	9,33E+06	7,08E+07	2,89E+05	3,85E+05	1,92E+05	-1,73E+07	2,66E+06	-2,16E+06	2,73E+05	5,17E+05	-8,94E+04	-3,13E+06
	3,07E+06	-1,97E+06	3,14E+05	5,41E+05	1,28E+03	-3,14E+06	3,71E+06	7,33E+07	3,14E+05	4,03E+05	2,68E+05	-1,73E+07	2,77E+06	-2,38E+06	2,97E+05	5,20E+05	-7,09E+04	-3,14E+06
3,36E+06	-1,76E+06	2,88E+05	5,46E+05	-7,90E+03	-3,14E+06	-3,20E+06	7,47E+07	2,88E+05	4,08E+05	3,55E+05	-1,73E+07	3,08E+06	-2,21E+06	2,70E+05	5,23E+05	-8,16E+04	-3,14E+06	
1.10	4,77E+06	-5,04E+06	-6,59E+05	-4,61E+04	1,36E+04	-3,53E+06	-3,27E+06	3,03E+05	-6,59E+05	-6,75E+04	7,29E+04	-3,95E+07	4,01E+06	-7,12E+06	9,79E+05	-1,45E+05	-4,95E+03	-3,03E+06
	5,24E+06	-3,24E+06	-1,48E+05	2,76E+05	2,14E+04	-3,68E+06	-3,66E+06	-4,22E+06	-1,41E+05	-1,10E+05	8,63E+04	-3,96E+07	3,75E+06	-6,72E+06	-1,22E+06	-3,07E+05	-1,14E+04	-3,05E+06
	5,04E+06	-6,57E+06	-1,67E+06	1,53E+05	3,52E+04	-3,67E+06	-3,87E+06	1,16E+06	-1,64E+06	1,80E+03	1,05E+05	-3,96E+07	3,90E+06	-5,15E+06	-4,07E+05	-1,86E+05	-2,37E+04	-3,05E+06
	5,49E+06	-7,15E+06	9,90E+05	-2,06E+04	4,92E+04	-3,69E+06	-5,03E+06	-1,27E+06	1,09E+06	-2,05E+05	1,56E+05	-3,96E+07	3,75E+06	-6,64E+06	6,27E+05	1,23E+05	6,59E+03	-3,05E+06
	4,87E+06	-5,67E+06	-3,96E+06	-2,87E+05	3,49E+04	-3,62E+06	-6,83E+06	-8,52E+06	-3,78E+06	-6,23E+05	2,36E+05	-3,95E+07	3,55E+06	-3,98E+06	-2,00E+06	2,72E+05	-1,92E+02	-3,03E+06
	5,18E+06	-6,48E+06	-2,04E+06	-3,77E+05	3,79E+04	-3,61E+06	-6,48E+06	-1,93E+07	-1,74E+06	-1,15E+06	3,62E+05	-3,95E+07	3,84E+06	-4,69E+06	1,26E+06	2,16E+05	5,59E+03	-3,04E+06
	5,19E+06	-6,84E+06	-1,54E+06	-3,32E+05	6,73E+04	-3,62E+06	-1,32E+07	-3,13E+07	-1,16E+06	-1,66E+06	5,27E+05	-3,95E+07	3,56E+06	-6,43E+06	-7,08E+05	-3,51E+04	4,41E+03	-3,03E+06
	5,17E+06	-5,81E+06	-1,14E+06	-3,16E+05	1,10E+05	-3,63E+06	-1,82E+07	-4,19E+07	-6,86E+05	-2,10E+06	7,71E+05	-3,95E+07	3,58E+06	-7,20E+06	-1,32E+06	-2,71E+05	-2,14E+04	-3,05E+06
	5,18E+06	-6,09E+06	-1,11E+06	-3,47E+05	1,54E+05	-3,65E+06	-2,59E+07	-5,14E+07	-4,78E+05	-2,53E+06	1,14E+06	-3,95E+07	3,81E+06	-5,54E+06	1,28E+06	-2,69E+05	-5,09E+03	-3,04E+06
5,07E+06	-6,01E+06	-1,23E+06	-4,31E+05	2,29E+05	-3,65E+06	-3,68E+07	-6,38E+07	-3,30E+05	-3,11E+06	1,65E+06	-3,95E+07	3,45E+06	-7,89E+06	-6,69E+05	-6,00E+04	-1,12E+04	-3,04E+06	
2.1	2,94E+06	-1,61E+06	4,75E+05	5,38E+05	-1,25E+04	-3,14E+06	1,24E+07	7,10E+07	4,75E+05	3,85E+05	4,62E+04	-1,74E+07	2,72E+06	-1,97E+06	4,59E+05	5,16E+05	-7,58E+04	-3,14E+06
	3,19E+06	-1,46E+06	7,25E+05	5,45E+05	-3,46E+04	-3,14E+06	2,04E+07	7,36E+07	7,25E+05	4,15E+05	-6,76E+04	-1,74E+07	2,98E+06	-1,86E+06	7,06E+05	5,20E+05	-9,99E+04	-3,14E+06
	3,32E+06	-1,38E+06	4,73E+05	5,50E+05	-1,73E+04	-3,13E+06	2,33E+07	7,62E+07	4,73E+05	4,51E+05	-2,13E+05	-1,74E+07	3,11E+06	-1,82E+06	4,53E+05	5,25E+05	-8,64E+04	-3,13E+06
	3,34E+06	-1,81E+06	2,34E+04	5,47E+05	5,25E+03	-3,13E+06	2,14E+07	7,72E+07	2,34E+04	4,83E+05	-3,12E+05	-1,73E+07	3,06E+06	-2,26E+06	3,72E+03	5,25E+05	-6,67E+04	-3,14E+06
	3,37E+06	-1,81E+06	3,49E+05	5,43E+05	-1,26E+04	-3,15E+06	1,56E+07	7,53E+07	3,49E+05	4,68E+05	-2,14E+05	-1,73E+07	3,09E+06	-2,26E+06	3,30E+05	5,19E+05	-8,45E+04	-3,15E+06
	3,06E+06	-1,80E+06	2,49E+05	5,36E+05	-1,36E+01	-3,14E+06	1,46E+07	7,22E+07	2,49E+05	4,31E+05	-1,08E+05	-1,73E+07	2,78E+06	-2,21E+06	2,32E+05	5,15E+05	-7,09E+04	-3,14E+06
	2,95E+06	-1,73E+06	3,39E+05	5,34E+05	-1,76E+04	-3,13E+06	1,25E+07	7,04E+07	3,39E+05	4,01E+05	7,21E+04	-1,73E+07	2,68E+06	-2,13E+06	3,23E+05	5,10E+05	-8,74E+04	-3,14E+06
	2,94E+06	-1,77E+06	2,89E+05	5,41E+05	-1,85E+04	-3,13E+06	9,33E+06	7,08E+07	2,89E+05	3,85E+05	1,92E+05	-1,73E+07	2,66E+06	-2,16E+06	2,73E+05	5,17E+05	-8,94E+04	-3,13E+06
	3,07E+06	-1,97E+06	3,14E+05	5,41E+05	1,28E+03	-3,14E+06	3,71E+06	7,33E+07	3,14E+05	4,03E+05	2,68E+05	-1,73E+07	2,77E+06	-2,38E+06	2,97E+05	5,20E+05	-7,09E+04	-3,14E+06
3,36E+06	-1,76E+06	2,88E+05	5,46E+05	-7,90E+03	-3,14E+06	-3,20E+06	7,47E+07	2,88E+05	4,08E+05	3,55E+05	-1,73E+07	3,08E+06	-2,21E+06	2,70E+05	5,23E+05	-8,16E+04	-3,14E+06	
2.2	2,94E+06	-1,61E+06	4,75E+05	5,38E+05	-1,25E+04	-3,14E+06	1,24E+07	7,10E+07	4,75E+05	3,85E+05	4,62E+04	-1,74E+07	2,72E+06	-1,97E+06	4,59E+05	5,16E+05	-7,58E+04	-3,14E+06
	3,19E+06	-1,46E+06	7,25E+05	5,45E+05	-3,46E+04	-3,14E+06	2,04E+07	7,36E+07	7,25E+05	4,15E+05	-6,76E+04	-1,74E+07	2,98E+06	-1,86E+06	7,06E+05	5,20E+05	-9,99E+04	-3,14E+06
	3,32E+06	-1,38E+06	4,73E+05	5,50E+05	-1,73E+04	-3,13E+06	2,33E+07	7,62E+07	4,73E+05	4,51E+05	-2,13E+05	-1,74E+07	3,11E+06	-1,82E+06	4,53E+05	5,25E+05	-8,64E+04	-3,13E+06
	3,34E+06	-1,81E+06	2,29E+04	5,47E+05	5,26E+03	-3,13E+06	2,14E+07	7,72E+07	2,28E+04	4,83E+05	-3,12E+05	-1,73E+07	3,06E+06	-2,26E+06	3,21E+03	5,25E+05	-6,67E+04	-3,14E+06
	3,37E+06	-1,81E+06	3,49E+05	5,43E+05	-1,26E+04	-3,15E+06	1,56E+07	7,53E+07	3,49E+05	4,68E+05	-2,14E+05	-1,73E+07	3,09E+06	-2,26E+06	3,30E+05	5,19E+05	-8,45E+04	-3,15E+06
	3,06E+06	-1,80E+06	2,49E+05	5,36E+05	-1,95E+01	-3,14E+06	1,46E+07	7,22E+07	2,49E+05	4,31E+05	-1,08E+05	-1,73E+07	2,78E+06	-2,21E+06	2,32E+05	5,15E+05	-7,09E+04	-3,14E+06

Comportamiento de un aerogenerador en el mar

	2,95E+06	-1,73E+06	3,39E+05	5,34E+05	-1,76E+04	-3,13E+06	1,25E+07	7,04E+07	3,39E+05	4,01E+05	7,21E+04	-1,73E+07	2,68E+06	-2,13E+06	3,23E+05	5,10E+05	-8,74E+04	-3,14E+06
	2,94E+06	-1,77E+06	2,89E+05	5,41E+05	-1,85E+04	-3,13E+06	9,33E+06	7,08E+07	2,89E+05	3,85E+05	1,92E+05	-1,73E+07	2,66E+06	-2,16E+06	2,73E+05	5,17E+05	-8,94E+04	-3,13E+06
	3,07E+06	-1,97E+06	3,14E+05	5,41E+05	1,30E+03	-3,14E+06	3,71E+06	7,33E+07	3,14E+05	4,03E+05	2,68E+05	-1,73E+07	2,77E+06	-2,38E+06	2,97E+05	5,20E+05	-7,09E+04	-3,14E+06
	3,36E+06	-1,76E+06	2,88E+05	5,46E+05	-7,90E+03	-3,14E+06	-3,20E+06	7,47E+07	2,88E+05	4,08E+05	3,55E+05	-1,73E+07	3,08E+06	-2,21E+06	2,70E+05	5,23E+05	-8,16E+04	-3,14E+06
3.1	4,60E+06	8,63E+08	4,33E+07	9,74E+05	7,17E+03	-3,07E+06	3,09E+07	1,03E+09	1,87E+07	4,15E+05	6,23E+04	-1,82E+07	2,68E+07	8,59E+08	-1,95E+08	2,68E+05	-5,92E+04	-3,11E+06
	2,49E+06	8,66E+08	1,96E+07	9,66E+05	7,31E+03	-3,08E+06	2,82E+07	1,02E+09	-5,30E+06	2,96E+05	6,96E+04	-1,81E+07	2,68E+07	8,59E+08	-1,93E+08	2,86E+05	-6,01E+04	-3,11E+06
	1,36E+06	8,71E+08	-4,41E+06	9,43E+05	1,08E+04	-3,08E+06	3,15E+07	1,03E+09	-2,95E+07	4,62E+05	4,66E+04	-1,81E+07	2,79E+07	8,59E+08	-1,87E+08	3,07E+05	-6,00E+04	-3,11E+06
	1,51E+06	8,65E+08	-2,86E+07	9,67E+05	-2,50E+03	-3,09E+06	3,78E+07	1,03E+09	-5,35E+07	4,59E+05	5,53E+04	-1,81E+07	2,92E+07	8,58E+08	-1,78E+08	3,32E+05	-6,00E+04	-3,13E+06
	2,64E+06	8,65E+08	-5,25E+07	9,68E+05	-2,41E+04	-3,08E+06	4,11E+07	1,02E+09	-7,65E+07	2,97E+05	1,57E+05	-1,81E+07	2,94E+07	8,57E+08	-1,67E+08	3,60E+05	-6,76E+04	-3,13E+06
	4,03E+06	8,71E+08	-7,56E+07	9,44E+05	-3,46E+04	-3,08E+06	3,75E+07	1,03E+09	-9,81E+07	3,73E+05	2,74E+05	-1,81E+07	2,87E+07	8,57E+08	-1,53E+08	3,92E+05	-6,87E+04	-3,14E+06
	1,82E+06	8,67E+08	-9,72E+07	9,75E+05	-3,92E+04	-3,07E+06	2,63E+07	1,03E+09	-1,18E+08	4,46E+05	3,91E+05	-1,82E+07	2,80E+07	8,55E+08	-1,36E+08	4,34E+05	-5,35E+04	-3,14E+06
	-8,88E+05	8,63E+08	-1,17E+08	1,00E+06	-2,74E+04	-3,07E+06	1,67E+07	1,03E+09	-1,36E+08	3,17E+05	4,34E+05	-1,82E+07	2,76E+07	8,55E+08	-1,18E+08	4,71E+05	-4,55E+04	-3,15E+06
	-3,74E+06	8,68E+08	-1,35E+08	1,00E+06	-1,33E+04	-3,08E+06	1,72E+07	1,03E+09	-1,52E+08	3,65E+05	3,74E+05	-1,82E+07	2,82E+07	8,54E+08	-9,78E+07	5,08E+05	-4,51E+04	-3,17E+06
	-4,14E+06	8,66E+08	-1,51E+08	1,01E+06	-9,79E+03	-3,08E+06	2,86E+07	1,04E+09	-1,66E+08	4,98E+05	2,33E+05	-1,83E+07	2,94E+07	8,53E+08	-7,63E+07	5,46E+05	-4,91E+04	-3,18E+06
3.2	2,97E+06	8,51E+08	-5,28E+07	1,01E+06	-3,44E+04	-3,08E+06	3,52E+07	1,02E+09	-3,00E+07	4,49E+05	1,56E+05	-1,82E+07	4,27E+05	8,64E+08	1,03E+05	6,93E+04	-1,41E+03	-3,06E+06
	3,26E+06	8,54E+08	-2,91E+07	1,04E+06	-1,70E+04	-3,08E+06	3,06E+07	1,02E+09	-5,65E+06	3,73E+05	1,53E+05	-1,82E+07	5,22E+05	8,64E+08	9,94E+04	7,07E+04	-2,46E+03	-3,06E+06
	2,30E+06	8,60E+08	-4,74E+06	1,05E+06	-4,70E+03	-3,09E+06	2,74E+07	1,04E+09	1,88E+07	5,61E+05	1,35E+05	-1,82E+07	1,52E+05	8,64E+08	1,16E+05	7,19E+04	-2,47E+03	-3,06E+06
	1,89E+06	8,55E+08	1,96E+07	1,10E+06	5,36E+03	-3,08E+06	2,86E+07	1,04E+09	4,27E+07	5,88E+05	1,06E+05	-1,82E+07	3,21E+06	8,65E+08	3,37E+07	7,29E+04	1,10E+04	-3,06E+06
	2,67E+06	8,57E+08	4,36E+07	1,12E+06	1,56E+04	-3,09E+06	3,25E+07	1,04E+09	6,57E+07	4,64E+05	1,06E+05	-1,82E+07	7,29E+06	8,64E+08	6,65E+07	7,36E+04	2,28E+04	-3,06E+06
	3,81E+06	8,64E+08	6,67E+07	1,12E+06	3,87E+03	-3,10E+06	3,59E+07	1,05E+09	8,78E+07	5,94E+05	1,25E+05	-1,82E+07	1,26E+07	8,64E+08	9,83E+07	7,61E+04	2,46E+04	-3,06E+06
	5,26E+06	8,62E+08	8,88E+07	1,15E+06	-8,78E+02	-3,10E+06	3,46E+07	1,05E+09	1,09E+08	6,41E+05	1,73E+05	-1,82E+07	1,88E+07	8,64E+08	1,29E+08	7,71E+04	2,19E+04	-3,06E+06
	5,63E+06	8,63E+08	1,10E+08	1,16E+06	4,86E+03	-3,10E+06	2,77E+07	1,05E+09	1,28E+08	4,44E+05	2,74E+05	-1,82E+07	2,45E+07	8,64E+08	1,57E+08	7,78E+04	2,57E+04	-3,07E+06
	4,54E+06	8,74E+08	1,29E+08	1,11E+06	1,28E+04	-3,10E+06	1,94E+07	1,05E+09	1,46E+08	4,87E+05	3,93E+05	-1,82E+07	2,86E+07	8,64E+08	1,83E+08	8,11E+04	2,71E+04	-3,07E+06
	3,30E+06	8,76E+08	1,47E+08	1,11E+06	2,40E+04	-3,09E+06	1,52E+07	1,06E+09	1,61E+08	5,64E+05	4,48E+05	-1,82E+07	2,82E+07	8,64E+08	1,73E+08	8,43E+04	3,20E+04	-3,06E+06
4.1	2,73E+06	8,66E+08	3,13E+04	9,48E+05	-8,66E+03	-3,08E+06	-2,87E+06	1,02E+09	-8,74E+04	3,49E+05	2,40E+05	-1,82E+07	2,21E+07	8,66E+08	1,28E+08	5,43E+05	1,25E+04	-3,16E+06
	2,13E+06	8,66E+08	2,93E+04	9,46E+05	-1,52E+04	-3,10E+06	-2,15E+06	1,02E+09	-6,62E+04	3,63E+05	1,80E+05	-1,82E+07	2,79E+07	8,66E+08	1,57E+08	5,42E+05	9,57E+03	-3,17E+06
	1,69E+06	8,66E+08	-6,54E+03	9,48E+05	-2,40E+04	-3,07E+06	-8,47E+05	1,02E+09	-8,46E+04	3,66E+05	1,30E+05	-1,81E+07	3,26E+07	8,66E+08	1,83E+08	5,45E+05	2,70E+04	-3,16E+06
	2,85E+06	8,66E+08	-3,43E+04	9,51E+05	-7,82E+03	-3,06E+06	9,43E+05	1,02E+09	-1,36E+05	3,83E+05	1,23E+05	-1,81E+07	3,21E+07	8,66E+08	1,73E+08	5,42E+05	3,34E+04	-3,18E+06
	4,20E+06	8,74E+08	-2,40E+04	6,98E+05	-5,98E+03	-3,03E+06	7,85E+05	1,02E+09	-1,75E+05	3,74E+05	1,83E+05	-1,81E+07	3,09E+07	8,74E+08	1,60E+08	2,95E+05	3,06E+04	-3,11E+06
	5,93E+06	9,14E+08	9,15E+03	2,49E+05	1,14E+04	-3,00E+06	5,11E+04	9,74E+08	-2,07E+05	-3,73E+05	2,59E+05	-1,80E+07	3,10E+07	9,14E+08	1,45E+08	-1,42E+05	4,19E+04	-3,03E+06
	6,06E+06	9,37E+08	2,11E+04	2,36E+04	3,71E+03	-3,01E+06	-1,67E+06	9,42E+08	-2,20E+05	-8,95E+05	3,15E+05	-1,80E+07	3,22E+07	9,37E+08	1,28E+08	-3,65E+05	3,01E+04	-2,98E+06
	4,32E+06	9,07E+08	3,37E+07	1,97E+05	9,67E+03	-2,99E+06	-2,52E+06	9,78E+08	3,34E+07	-2,50E+05	3,52E+05	-1,80E+07	3,40E+07	9,07E+08	1,08E+08	-1,89E+05	2,24E+04	-2,99E+06
	3,77E+06	8,94E+08	6,67E+07	3,02E+05	1,72E+04	-3,00E+06	3,95E+05	9,88E+08	6,62E+07	-3,91E+04	3,17E+05	-1,80E+07	3,52E+07	8,94E+08	8,73E+07	-8,40E+04	1,34E+04	-3,01E+06
	4,57E+06	9,11E+08	9,84E+07	2,69E+05	2,67E+04	-3,01E+06	8,41E+06	9,53E+08	9,78E+07	-5,89E+05	2,19E+05	-1,80E+07	3,48E+07	9,10E+08	6,50E+07	-1,20E+05	1,41E+04	-3,03E+06
5.1	2,73E+06	8,66E+08	3,13E+04	9,48E+05	-8,66E+03	-3,08E+06	-2,87E+06	1,02E+09	-8,74E+04	3,49E+05	2,40E+05	-1,82E+07	2,73E+06	8,66E+08	-1,48E+05	5,40E+05	-8,02E+03	-3,18E+06
	2,13E+06	8,66E+08	2,93E+04	9,46E+05	-1,52E+04	-3,10E+06	-2,15E+06	1,02E+09	-6,62E+04	3,63E+05	1,80E+05	-1,82E+07	2,13E+06	8,66E+08	-1,11E+05	5,37E+05	-1,47E+04	-3,20E+06
	1,69E+06	8,66E+08	-6,54E+03	9,48E+05	-2,40E+04	-3,07E+06	-8,47E+05	1,02E+09	-8,46E+04	3,66E+05	1,30E+05	-1,81E+07	1,69E+06	8,66E+08	-7,71E+04	5,42E+05	-2,34E+04	-3,17E+06
	2,85E+06	8,66E+08	-3,43E+04	9,51E+05	-7,82E+03	-3,06E+06	9,43E+05	1,02E+09	-1,36E+05	3,83E+05	1,23E+05	-1,81E+07	2,85E+06	8,66E+08	-1,35E+05	5,46E+05	-6,86E+03	-3,16E+06
	2,28E+06	8,65E+08	-5,22E+04	9,63E+05	-7,16E+03	-3,07E+06	2,43E+05	1,02E+09	-1,40E+05	3,78E+05	1,67E+05	-1,81E+07	2,28E+06	8,65E+08	-8,66E+04	5,57E+05	-6,23E+03	-3,17E+06
	3,18E+06	8,64E+08	1,33E+05	9,68E+05	6,17E+03	-3,06E+06	-3,85E+06	1,02E+09	3,91E+03	3,87E+05	2,71E+05	-1,81E+07	3,18E+06	8,64E+08	-1,39E+05	5,64E+05	6,68E+03	-3,16E+06
	3,70E+06	8,64E+08	2,76E+05	9,70E+05	8,48E+03	-3,08E+06	-6,92E+06	1,03E+09	1,17E+05	3,80E+05	3,40E+05	-1,82E+07	3,70E+06	8,64E+08	-1,63E+05	5,63E+05	6,64E+03	-3,18E+06
	3,55E+06	8,67E+08	3,40E+07	9,42E+05	1,20E+04	-3,08E+06	-5,56E+06	1,02E+09	3,37E+07	3,28E+05	3,74E+05	-1,82E+07	7,91E+06	8,67E+08	3,32E+07	5,35E+05	1,20E+04	-3,18E+06
	4,37E+06	8,68E+08	6,68E+07	9,18E+05	8,66E+03	-3,08E+06	3,24E+06	1,02E+09	6,63E+07	3,31E+05	3,03E+05	-1,82E+07	1,31E+07	8,68E+08	6,60E+07	5,10E+05	9,70E+03	-3,18E+06
	5,53E+06	8,68E+08	9,85E+07	9,09E+05	-6,19E+03	-3,08E+06	1,61E+07	1,02E+09	9,79E+07	3,38E+05	1,67E+05	-1,82E+07	1,86E+07	8,68E+08	9,77E+07	5,03E+05	-3,51E+03	-3,17E+06
6.1	1,30E+06	8,66E+08	8,51E+05	5,50E+05	5,02E+04	-2,68E+06	-1,76E+07	1,01E+09	7,50E+05	3,06E+05	4,57E+05	-1,77E+07	1,29E+06	8,66E+08	1,46E+05	2,02E+05	4,86E+04	-2,72E+06
	5,06E+05	8,67E+08	7,73E+05	5,46E+05	5,37E+04	-2,68E+06	-1,03E+07	1,01E+09	7,44E+05	3,46E+05	1,34E+05	-1,76E+07	5,02E+05	8,67E+08	1,99E+05	1,99E+05	5,21E+04	-2,72E+06

Comportamiento de un aerogenerador en el mar

	5,04E+05	8,64E+08	6,11E+05	5,49E+05	5,36E+04	-2,68E+06	-2,16E+06	1,01E+09	6,25E+05	4,74E+05	-1,29E+05	-1,76E+07	5,01E+05	8,64E+08	2,16E+05	2,02E+05	5,26E+04	-2,72E+06
	1,77E+06	8,62E+08	4,14E+05	5,57E+05	4,73E+04	-2,67E+06	2,31E+06	1,02E+09	3,99E+05	5,70E+05	-1,27E+05	-1,76E+07	1,77E+06	8,62E+08	1,63E+05	2,10E+05	4,72E+04	-2,72E+06
	3,24E+06	8,65E+08	3,46E+05	5,46E+05	3,94E+04	-2,68E+06	-7,38E+05	1,01E+09	2,51E+05	4,92E+05	1,52E+05	-1,77E+07	3,24E+06	8,65E+08	8,29E+04	1,99E+05	3,99E+04	-2,72E+06
	3,28E+06	8,65E+08	5,53E+05	5,47E+05	3,84E+04	-2,68E+06	-1,19E+07	1,01E+09	3,97E+05	4,27E+05	5,48E+05	-1,77E+07	3,28E+06	8,65E+08	5,61E+04	1,99E+05	3,82E+04	-2,72E+06
	1,32E+06	8,64E+08	9,81E+05	5,64E+05	4,83E+04	-2,67E+06	-2,58E+07	1,01E+09	8,38E+05	3,84E+05	8,14E+05	-1,78E+07	1,31E+06	8,64E+08	1,22E+05	2,16E+05	4,62E+04	-2,72E+06
	-1,70E+06	8,69E+08	3,54E+07	5,41E+05	7,36E+04	-2,68E+06	-3,55E+07	1,00E+09	3,51E+07	2,12E+05	9,20E+05	-1,78E+07	2,64E+06	8,69E+08	3,38E+07	1,93E+05	6,91E+04	-2,72E+06
	-2,61E+06	8,69E+08	6,84E+07	5,43E+05	8,82E+04	-2,68E+06	-2,92E+07	1,01E+09	6,81E+07	2,18E+05	6,92E+05	-1,78E+07	6,05E+06	8,69E+08	6,67E+07	1,95E+05	8,35E+04	-2,73E+06
	-4,55E+05	8,64E+08	9,98E+07	5,64E+05	8,74E+04	-2,67E+06	-4,02E+06	1,01E+09	9,94E+07	4,02E+05	1,46E+05	-1,78E+07	1,25E+07	8,64E+08	9,84E+07	2,16E+05	8,52E+04	-2,72E+06
	1,77E+06	8,65E+08	7,56E+05	5,46E+05	-5,11E+04	-2,64E+06	-3,48E+06	1,01E+09	6,36E+05	3,08E+05	3,60E+05	-1,76E+07	1,77E+06	8,65E+08	8,38E+05	2,04E+05	-5,01E+04	-2,69E+06
	-1,85E+06	8,65E+08	4,61E+05	5,41E+05	-1,05E+05	-2,63E+06	5,34E+06	1,01E+09	4,84E+05	3,49E+05	1,44E+04	-1,76E+07	-1,86E+06	8,65E+08	1,08E+06	2,01E+05	-1,04E+05	-2,68E+06
	-5,47E+06	8,63E+08	-4,08E+05	5,34E+05	-2,25E+05	-2,63E+06	2,41E+07	1,01E+09	-2,46E+05	4,69E+05	-3,46E+05	-1,76E+07	-5,48E+06	8,63E+08	1,39E+06	1,93E+05	-2,22E+05	-2,67E+06
	-1,21E+06	8,63E+08	-1,82E+06	5,30E+05	-3,37E+05	-2,70E+06	5,56E+07	1,01E+09	-1,74E+06	5,08E+05	-5,42E+05	-1,77E+07	-1,21E+06	8,63E+08	1,34E+06	1,81E+05	-3,28E+05	-2,75E+06
	7,44E+06	8,67E+08	-3,53E+06	5,17E+05	-4,49E+05	-2,80E+06	9,23E+07	1,01E+09	-3,69E+06	3,86E+05	-5,49E+05	-1,78E+07	7,45E+06	8,67E+08	1,12E+06	1,55E+05	-4,31E+05	-2,84E+06
	1,48E+07	8,68E+08	-4,64E+06	5,12E+05	-5,16E+05	-2,84E+06	1,15E+08	1,00E+09	-5,02E+06	3,14E+05	-3,97E+05	-1,79E+07	1,48E+07	8,68E+08	9,28E+05	1,45E+05	-4,91E+05	-2,88E+06
	1,59E+07	8,66E+08	-4,25E+06	5,26E+05	-4,98E+05	-2,80E+06	1,07E+08	1,00E+09	-4,69E+06	2,78E+05	-1,49E+05	-1,79E+07	1,59E+07	8,66E+08	9,53E+05	1,63E+05	-4,74E+05	-2,85E+06
	5,48E+06	8,69E+08	3,14E+07	4,88E+05	-3,71E+05	-2,72E+06	6,94E+07	1,01E+09	3,11E+07	3,21E+05	6,99E+04	-1,78E+07	9,80E+06	8,68E+08	3,50E+07	1,36E+05	-3,57E+05	-2,76E+06
	-5,88E+06	8,51E+08	6,67E+07	5,59E+05	-2,15E+05	-2,63E+06	2,61E+07	1,03E+09	6,66E+07	7,53E+05	1,71E+05	-1,78E+07	2,73E+06	8,51E+08	6,83E+07	2,19E+05	-2,11E+05	-2,68E+06
	-9,35E+06	8,55E+08	1,00E+08	5,56E+05	-5,54E+04	-2,62E+06	9,73E+06	1,03E+09	1,00E+08	7,02E+05	-7,09E+04	-1,77E+07	3,56E+06	8,55E+08	1,00E+08	2,17E+05	-5,61E+04	-2,67E+06
	-9,38E+04	8,65E+08	1,19E+06	4,84E+05	2,95E+04	-2,77E+06	-1,50E+07	9,83E+08	1,14E+06	1,16E+05	3,96E+05	-1,77E+07	-1,02E+05	8,65E+08	7,32E+05	1,29E+05	2,80E+04	-2,81E+06
	-2,06E+06	8,65E+08	1,02E+06	4,87E+05	-1,03E+04	-2,79E+06	-8,47E+06	9,84E+08	1,05E+06	1,46E+05	1,34E+05	-1,77E+07	-2,07E+06	8,65E+08	8,62E+05	1,30E+05	-1,16E+04	-2,82E+06
	-3,73E+06	8,64E+08	2,78E+05	4,89E+05	-1,46E+05	-2,84E+06	7,26E+06	9,87E+08	3,59E+05	2,41E+05	-1,30E+05	-1,78E+07	-3,74E+06	8,64E+08	1,04E+06	1,25E+05	-1,45E+05	-2,88E+06
	8,71E+05	8,65E+08	-1,44E+06	4,58E+05	-2,82E+05	-2,89E+06	4,43E+07	9,86E+08	-1,45E+06	2,43E+05	-3,75E+05	-1,79E+07	8,73E+05	8,65E+08	9,71E+05	8,85E+04	-2,74E+05	-2,93E+06
	1,07E+07	8,71E+08	-3,50E+06	4,47E+05	-3,67E+05	-2,92E+06	8,93E+07	9,78E+08	-3,74E+06	8,95E+04	-5,11E+05	-1,79E+07	1,07E+07	8,71E+08	6,59E+05	7,32E+04	-3,49E+05	-2,96E+06
	1,64E+07	8,68E+08	-4,46E+06	4,56E+05	-4,07E+05	-2,93E+06	1,08E+08	9,81E+08	-4,86E+06	1,22E+05	-4,00E+05	-1,80E+07	1,64E+07	8,68E+08	4,29E+05	8,19E+04	-3,83E+05	-2,96E+06
	1,27E+07	8,66E+08	-3,55E+06	4,66E+05	-3,83E+05	-2,92E+06	8,28E+07	9,82E+08	-3,91E+06	1,08E+05	-7,40E+04	-1,80E+07	1,27E+07	8,66E+08	5,10E+05	9,31E+04	-3,64E+05	-2,96E+06
	1,77E+06	8,71E+08	3,26E+07	4,44E+05	-2,87E+05	-2,90E+06	3,07E+07	9,74E+08	3,24E+07	-5,53E+04	3,37E+05	-1,80E+07	6,07E+06	8,71E+08	3,45E+07	7,36E+04	-2,79E+05	-2,93E+06
	-5,09E+06	8,67E+08	6,76E+07	4,65E+05	-1,34E+05	-2,84E+06	-7,98E+06	9,78E+08	6,74E+07	2,45E+04	4,82E+05	-1,79E+07	3,45E+06	8,67E+08	6,74E+07	1,01E+05	-1,35E+05	-2,88E+06
	-4,77E+06	8,58E+08	1,00E+08	5,17E+05	2,35E+04	-2,78E+06	-9,19E+06	9,89E+08	1,00E+08	2,48E+05	1,96E+05	-1,79E+07	8,02E+06	8,59E+08	9,91E+07	1,61E+05	2,03E+04	-2,83E+06
	-1,59E+06	-1,23E+06	-3,66E+04	-1,06E+05	3,58E+04	-3,95E+07	2,16E+06	-4,93E+06	-3,66E+04	1,32E+04	1,70E+03	-3,56E+06	2,16E+06	-4,93E+06	-3,66E+04	1,32E+04	1,70E+03	-3,56E+06
	-2,13E+06	4,66E+06	3,52E+05	1,38E+05	5,10E+04	-3,95E+07	2,59E+06	-5,05E+06	3,52E+05	2,20E+04	-3,95E+02	-3,62E+06	2,59E+06	-5,05E+06	3,52E+05	2,20E+04	-3,95E+02	-3,62E+06
	-2,76E+06	9,41E+06	1,18E+05	3,24E+05	7,89E+04	-3,96E+07	2,71E+06	-5,29E+06	1,13E+05	1,32E+04	2,48E+03	-3,64E+06	2,71E+06	-5,29E+06	1,13E+05	1,32E+04	2,48E+03	-3,64E+06
	-3,65E+06	8,63E+06	-6,08E+03	2,80E+05	1,20E+05	-3,96E+07	2,74E+06	-5,39E+06	-1,76E+04	1,49E+04	7,64E+03	-3,65E+06	2,74E+06	-5,39E+06	-1,76E+04	1,49E+04	7,64E+03	-3,65E+06
	-5,03E+06	3,42E+06	1,47E+05	5,88E+04	1,85E+05	-3,96E+07	2,79E+06	-5,34E+06	1,31E+05	3,12E+04	1,63E+04	-3,65E+06	2,79E+06	-5,34E+06	1,31E+05	3,12E+04	1,63E+04	-3,65E+06
	-6,96E+06	-1,66E+06	1,85E+04	-1,55E+05	2,79E+05	-3,96E+07	2,72E+06	-5,40E+06	1,97E+03	4,53E+04	3,15E+04	-3,66E+06	2,72E+06	-5,40E+06	1,97E+03	4,53E+04	3,15E+04	-3,66E+06
	-9,88E+06	-2,42E+06	2,56E+04	-1,75E+05	4,19E+05	-3,96E+07	2,64E+06	-5,36E+06	8,72E+03	6,12E+04	5,05E+04	-3,65E+06	2,64E+06	-5,36E+06	8,72E+03	6,12E+04	5,05E+04	-3,65E+06
	-1,40E+07	1,74E+06	-2,03E+05	2,62E+04	6,21E+05	-3,96E+07	2,46E+06	-5,35E+06	-2,34E+05	7,93E+04	7,95E+04	-3,65E+06	2,46E+06	-5,35E+06	-2,34E+05	7,93E+04	7,95E+04	-3,65E+06
	-2,01E+07	1,24E+07	1,01E+05	5,19E+05	9,10E+05	-3,96E+07	2,33E+06	-5,34E+06	1,53E+04	1,01E+05	1,21E+05	-3,65E+06	2,33E+06	-5,34E+06	1,53E+04	1,01E+05	1,21E+05	-3,65E+06
	-2,85E+07	2,71E+07	1,39E+04	1,19E+06	1,32E+06	-3,96E+07	2,08E+06	-5,29E+06	-1,98E+05	1,31E+05	1,78E+05	-3,65E+06	2,08E+06	-5,29E+06	-1,98E+05	1,31E+05	1,78E+05	-3,65E+06
	-9,38E+04	8,65E+08	1,19E+06	4,84E+05	2,95E+04	-2,77E+06	-1,50E+07	9,83E+08	1,14E+06	1,16E+05	3,96E+05	-1,77E+07	-1,02E+05	8,65E+08	7,32E+05	1,29E+05	2,80E+04	-2,81E+06
	-3,35E+07	8,74E+08	1,66E+09	4,84E+05	6,08E+05	-2,78E+06	-3,64E+06	9,98E+08	1,65E+09	1,76E+04	1,92E+06	-1,77E+07	1,76E+06	8,88E+08	1,64E+09	1,28E+05	5,84E+05	-2,82E+06
	-3,22E+07	8,66E+08	3,31E+09	6,37E+05	9,49E+05	-2,76E+06	1,71E+08	1,07E+09	3,30E+09	7,72E+05	2,34E+06	-1,77E+07	3,90E+08	8,84E+08	3,28E+09	2,87E+05	9,31E+05	-2,82E+06
	1,59E+07	8,84E+08	4,90E+09	8,21E+05	1,08E+06	-2,74E+06	5,34E+08	1,10E+09	4,89E+09	1,81E+06	1,51E+06	-1,77E+07	6,50E+08	8,26E+08	4,87E+09	4,87E+05	1,10E+06	-2,81E+06
	6,40E+07	1,02E+09	6,42E+09	6,82E+05	1,13E+06	-2,78E+06	9,01E+08	9,66E+08	6,40E+09	9,46E+05	7,90E+05	-1,77E+07	9,09E+08	7,89E+08	6,39E+09	3,79E+05	1,20E+06	-2,81E+06
	9,12E+07	1,18E+09	7,84E+09	6,24E+05	1,32E+06	-2,82E+06	1,17E+09	8,15E+08	7,82E+09	1,79E+05	8,31E+05	-1,77E+07	1,15E+09	7,24E+08	7,81E+09	3,85E+05	1,42E+06	-2,81E+06
	1,01E+08	1,29E+09	9,14E+09	9,15E+05	1,61E+06	-2,83E+06	1,35E+09	7,69E+08	9,13E+09	1,03E+06	1,34E+06	-1,78E+07	1,35E+09	6,01E+08	9,11E+09	7,98E+05	1,67E+06	-2,83E+06
	5,85E+07	1,41E+09	1,03E+10	1,27E+06	2,01E+06	-2,88E+06	1,41E+09	7,23E+08	1,03E+10	1,50E+06	2,21E+06	-1,78E+07	1,50E+09	5,02E+08	1,03E+10	1,36E+06	1,92E+06	-2,89E+06

Comportamiento de un aerogenerador en el mar

	4,78E+07	1,43E+09	1,13E+10	2,02E+06	2,24E+06	-2,90E+06	1,59E+09	6,48E+08	1,13E+10	3,66E+06	1,44E+06	-1,79E+07	1,60E+09	2,15E+08	1,13E+10	2,34E+06	1,77E+06	-2,98E+06
	5,66E+07	1,45E+09	1,21E+10	2,77E+06	2,36E+06	-2,94E+06	1,74E+09	3,34E+08	1,22E+10	4,98E+06	-3,67E+05	-1,80E+07	1,59E+09	-2,17E+08	1,21E+10	3,30E+06	1,27E+06	-3,06E+06
7.2	-1,81E+06	-1,14E+06	-3,66E+04	-1,04E+05	4,12E+04	-3,95E+07	2,28E+06	-4,99E+06	-3,66E+04	1,19E+04	-3,09E+03	-3,56E+06	-1,81E+06	-1,14E+06	-3,66E+04	-1,04E+05	4,12E+04	-3,95E+07
	-2,32E+06	4,80E+06	4,29E+05	1,42E+05	5,73E+04	-3,95E+07	2,53E+06	-5,12E+06	4,28E+05	1,95E+04	-6,66E+03	-3,62E+06	-2,32E+06	4,80E+06	4,29E+05	1,42E+05	5,73E+04	-3,95E+07
	-3,12E+06	9,63E+06	2,07E+05	3,32E+05	9,42E+04	-3,96E+07	2,55E+06	-5,37E+06	2,00E+05	1,27E+04	-3,71E+03	-3,64E+06	-3,12E+06	9,63E+06	2,07E+05	3,32E+05	9,42E+04	-3,96E+07
	-4,31E+06	9,00E+06	5,83E+04	2,95E+05	1,50E+05	-3,96E+07	2,59E+06	-5,47E+06	4,15E+04	1,46E+04	3,79E+03	-3,65E+06	-4,31E+06	9,00E+06	5,83E+04	2,95E+05	1,50E+05	-3,96E+07
	-6,24E+06	4,06E+06	2,20E+05	8,52E+04	2,40E+05	-3,96E+07	2,67E+06	-5,46E+06	1,97E+05	3,14E+04	1,54E+04	-3,66E+06	-6,24E+06	4,06E+06	2,20E+05	8,52E+04	2,40E+05	-3,96E+07
	-8,94E+06	-6,83E+05	1,03E+05	-1,13E+05	3,70E+05	-3,96E+07	2,54E+06	-5,52E+06	7,77E+04	4,82E+04	3,24E+04	-3,66E+06	-8,94E+06	-6,83E+05	1,03E+05	-1,13E+05	3,70E+05	-3,96E+07
	-1,31E+07	-8,88E+05	8,22E+04	-1,07E+05	5,65E+05	-3,96E+07	2,57E+06	-5,50E+06	5,43E+04	6,71E+04	6,09E+04	-3,66E+06	-1,31E+07	-8,88E+05	8,22E+04	-1,07E+05	5,65E+05	-3,96E+07
	-1,90E+07	4,07E+06	-1,40E+05	1,31E+05	8,49E+05	-3,96E+07	2,47E+06	-5,50E+06	-1,88E+05	8,92E+04	9,64E+04	-3,66E+06	-1,90E+07	4,07E+06	-1,40E+05	1,31E+05	8,49E+05	-3,96E+07
	-2,75E+07	1,59E+07	1,67E+05	6,81E+05	1,25E+06	-3,96E+07	2,37E+06	-5,49E+06	3,81E+04	1,17E+05	1,53E+05	-3,66E+06	-2,75E+07	1,59E+07	1,67E+05	6,81E+05	1,25E+06	-3,96E+07
	-3,94E+07	3,20E+07	1,01E+05	1,42E+06	1,82E+06	-3,95E+07	2,14E+06	-5,41E+06	-1,98E+05	1,59E+05	2,29E+05	-3,66E+06	-3,94E+07	3,20E+07	1,01E+05	1,42E+06	1,82E+06	-3,95E+07
8.1	6,01E+07	1,40E+09	1,03E+10	1,19E+06	1,91E+06	-3,10E+06	1,39E+09	6,77E+08	1,03E+10	1,26E+06	2,18E+06	-1,80E+07	1,47E+09	4,86E+08	1,03E+10	1,25E+06	1,87E+06	-3,10E+06
	4,49E+07	1,41E+09	1,13E+10	1,94E+06	2,02E+06	-3,07E+06	1,57E+09	5,79E+08	1,13E+10	3,30E+06	1,29E+06	-1,81E+07	1,56E+09	1,89E+08	1,13E+10	2,18E+06	1,61E+06	-3,14E+06
	5,70E+07	1,43E+09	1,21E+10	2,69E+06	2,00E+06	-3,05E+06	1,73E+09	2,35E+08	1,22E+10	4,59E+06	-6,94E+05	-1,82E+07	1,54E+09	-2,65E+08	1,21E+10	3,08E+06	1,00E+06	-3,17E+06
	8,58E+07	1,43E+09	1,28E+10	3,37E+06	1,76E+06	-3,02E+06	1,70E+09	-4,60E+08	1,28E+10	3,86E+06	-3,26E+06	-1,82E+07	1,29E+09	-8,66E+08	1,28E+10	3,67E+06	-2,86E+04	-3,17E+06
	2,02E+08	1,49E+09	1,32E+10	3,96E+06	1,78E+06	-3,03E+06	1,29E+09	-1,20E+09	1,32E+10	2,67E+06	-3,67E+06	-1,81E+07	8,63E+08	-1,45E+09	1,32E+10	4,10E+06	-1,08E+06	-3,16E+06
	2,88E+08	1,45E+09	1,35E+10	4,49E+06	1,72E+06	-3,05E+06	5,32E+08	-1,83E+09	1,35E+10	-1,76E+05	-2,51E+06	-1,81E+07	2,24E+08	-1,80E+09	1,34E+10	4,05E+06	-2,43E+06	-3,18E+06
	5,48E+08	1,48E+09	1,20E+10	5,05E+06	2,15E+06	-3,22E+06	-1,08E+08	-1,67E+09	1,20E+10	9,10E+05	1,53E+06	-1,82E+07	-7,88E+07	-1,75E+09	1,20E+10	3,95E+06	-3,78E+06	-3,26E+06
	4,65E+08	8,06E+08	1,02E+10	6,45E+06	1,49E+06	-3,13E+06	-1,77E+08	-1,48E+09	1,02E+10	-2,49E+06	6,02E+05	-1,85E+07	-3,75E+08	-1,27E+09	1,02E+10	1,95E+06	-6,17E+06	-3,43E+06
	2,33E+08	8,71E+07	8,33E+09	8,49E+06	2,10E+06	-3,18E+06	6,18E+08	-7,18E+08	8,33E+09	-5,99E+05	-3,56E+06	-1,87E+07	-1,78E+08	-7,10E+08	8,30E+09	-3,12E+05	-8,55E+06	-3,67E+06
	-1,33E+08	-4,80E+08	6,25E+09	1,03E+07	3,16E+06	-2,79E+06	1,82E+09	-5,29E+07	6,25E+09	2,39E+06	-1,14E+07	-1,84E+07	1,49E+08	-2,18E+08	6,27E+09	-3,51E+06	-9,94E+06	-3,51E+06
8.2	2,46E+06	8,62E+08	1,62E+08	4,71E+05	5,20E+04	-2,75E+06	1,37E+07	9,98E+08	1,62E+08	3,94E+05	5,30E+05	-1,78E+07	2,83E+07	8,61E+08	1,61E+08	1,20E+05	5,16E+04	-2,78E+06
	-6,56E+06	8,62E+08	1,49E+08	4,75E+05	1,02E+05	-2,75E+06	-2,80E+07	9,99E+08	1,48E+08	3,64E+05	9,80E+05	-1,78E+07	1,94E+07	8,62E+08	1,46E+08	1,24E+05	9,32E+04	-2,79E+06
	-9,40E+06	8,67E+08	1,32E+08	4,49E+05	1,19E+05	-2,75E+06	-4,20E+07	9,92E+08	1,32E+08	2,00E+05	1,16E+06	-1,79E+07	1,68E+07	8,68E+08	1,29E+08	9,77E+04	1,08E+05	-2,79E+06
	-3,94E+06	8,64E+08	1,12E+08	4,74E+05	9,36E+04	-2,76E+06	-1,81E+07	9,96E+08	1,11E+08	2,59E+05	9,44E+05	-1,80E+07	2,24E+07	8,64E+08	1,10E+08	1,21E+05	8,54E+04	-2,79E+06
	5,02E+06	8,63E+08	8,98E+07	4,79E+05	4,51E+04	-2,76E+06	2,55E+07	1,00E+09	8,88E+07	3,29E+05	4,41E+05	-1,80E+07	3,15E+07	8,62E+08	8,86E+07	1,26E+05	4,35E+04	-2,80E+06
	1,00E+07	8,68E+08	6,65E+07	4,54E+05	1,38E+04	-2,76E+06	5,84E+07	9,93E+08	6,55E+07	2,48E+05	-1,44E+05	-1,80E+07	3,68E+07	8,68E+08	6,63E+07	9,93E+04	1,68E+04	-2,80E+06
	7,56E+06	8,67E+08	4,36E+07	4,70E+05	2,16E+04	-2,77E+06	5,84E+07	9,98E+08	4,26E+07	3,56E+05	-4,22E+05	-1,79E+07	3,45E+07	8,66E+08	4,33E+07	1,15E+05	2,20E+04	-2,81E+06
	-3,23E+07	8,75E+08	1,68E+09	4,72E+05	6,46E+05	-2,77E+06	3,63E+07	1,02E+09	1,67E+09	4,01E+05	1,45E+06	-1,78E+07	2,06E+08	8,85E+08	1,66E+09	1,33E+05	6,16E+05	-2,81E+06
	-3,89E+07	8,78E+08	3,31E+09	5,98E+05	1,04E+06	-2,75E+06	1,75E+08	1,08E+09	3,29E+09	9,07E+05	2,24E+06	-1,77E+07	4,14E+08	8,94E+08	3,28E+09	2,79E+05	1,01E+06	-2,82E+06
	8,87E+06	8,86E+08	4,88E+09	8,25E+05	1,20E+06	-2,74E+06	5,37E+08	1,13E+09	4,86E+09	2,15E+06	1,44E+06	-1,76E+07	6,73E+08	8,24E+08	4,84E+09	5,34E+05	1,19E+06	-2,82E+06
8.4	4,77E+04	8,64E+08	2,83E+05	3,86E+05	1,83E+03	-3,00E+06	-1,11E+07	9,44E+08	2,24E+05	-2,10E+05	3,70E+05	-1,80E+07	4,60E+04	8,64E+08	3,67E+04	1,05E+04	9,92E+02	-3,03E+06
	-5,45E+05	8,64E+08	2,26E+05	3,85E+05	5,62E+03	-3,00E+06	-5,28E+06	9,45E+08	2,24E+05	-1,86E+05	1,11E+05	-1,79E+07	-5,47E+05	8,64E+08	7,59E+04	9,32E+03	4,86E+03	-3,03E+06
	-5,40E+05	8,64E+08	1,03E+05	3,83E+05	5,93E+03	-3,00E+06	1,15E+06	9,46E+08	1,36E+05	-1,39E+05	-1,00E+05	-1,79E+07	-5,41E+05	8,64E+08	9,03E+04	7,57E+03	5,65E+03	-3,02E+06
	4,73E+05	8,64E+08	-4,94E+04	3,84E+05	1,49E+03	-3,00E+06	4,69E+06	9,47E+08	-4,11E+04	-1,09E+05	-9,86E+04	-1,79E+07	4,73E+05	8,64E+08	5,28E+04	8,43E+03	2,05E+03	-3,03E+06
	1,69E+06	8,64E+08	-9,87E+04	3,83E+05	-2,70E+03	-3,00E+06	2,21E+06	9,46E+08	-1,54E+05	-1,25E+05	1,24E+05	-1,80E+07	1,69E+06	8,64E+08	-9,37E+03	8,00E+03	-1,65E+03	-3,03E+06
	1,70E+06	8,64E+08	7,78E+04	3,83E+05	-1,40E+03	-3,00E+06	-7,01E+06	9,46E+08	-2,57E+04	-1,66E+05	4,44E+05	-1,80E+07	1,70E+06	8,64E+08	-3,37E+04	7,30E+03	-1,05E+03	-3,03E+06
	1,95E+04	8,64E+08	4,39E+05	3,80E+05	7,48E+03	-3,00E+06	-1,88E+07	9,44E+08	3,47E+05	-2,23E+05	6,65E+05	-1,80E+07	1,71E+04	8,64E+08	1,15E+04	5,05E+03	6,00E+03	-3,03E+06
	-2,63E+06	8,64E+08	3,44E+07	3,82E+05	2,90E+04	-3,00E+06	-2,70E+07	9,43E+08	3,42E+07	-2,64E+05	7,58E+05	-1,81E+07	1,53E+06	8,64E+08	3,34E+07	6,06E+03	2,53E+04	-3,03E+06
	-3,34E+06	8,64E+08	6,74E+07	3,82E+05	3,96E+04	-3,00E+06	-2,11E+07	9,43E+08	6,72E+07	-2,58E+05	5,73E+05	-1,81E+07	5,00E+06	8,64E+08	6,62E+07	6,55E+03	3,58E+04	-3,03E+06
	-1,27E+06	8,64E+08	9,89E+07	3,81E+05	3,40E+04	-3,00E+06	1,49E+06	9,44E+08	9,85E+07	-2,13E+05	1,24E+05	-1,81E+07	1,13E+07	8,64E+08	9,80E+07	5,49E+03	3,29E+04	-3,03E+06

Bibliografía

1. **RENOVETEC.** Comparativa de Costes de Energías Renovables. [En línea]
<http://www.energia.renovetec.com/energias-renovables/294-comparativa-de-costes-de-las-energias-renovables>.
2. **Expansión.** La factura de la luz se abarata un 11% en enero. *Expansión*. 2016.
3. **Ministerio de Energía- Gobierno de Chile.** CIFES EOLICA OFFSHORE. [En línea]
<http://cifes.gob.cl/tecnologias/eolica/off-shore/>.
4. **Escolar, Erika.** “Aerodinámica de turbinas eólicas marinas”. 2016.
5. **Azpeitia, Pablo.** “Transmisión rotor-estator en una turbina eólica marina” . 2016.
6. **Ayala, Pedro Pérez de.** “Sistema de orientación de un aerogenerador marino” . 2016.
7. **Estévez, Laura.** “Zona emergente de estructura soporte de aerogenerador marino flotante” . 2016.
8. **GSTRIATUM.** Aerogenerador Marino Híbrido. [En línea]
<http://www.gstriatum.com/energiasolar/blog/wp-content/uploads/2013/05/Aerogenerador-Marino-Hibrido.jpg> .
9. **Windside.** [En línea] <http://www.windside.cn/images/WS-0,30A8%20Production%20Platform%20Gulf%20of%20Mexico%202.jpg>.
10. —. [En línea] <http://www.windside.cn/maritime.html> .
11. **Blade Cleaning.** [En línea] <http://www.bladecleaning.com/Images/S/angulo-ataque-alto.gif> .
12. **Diego Oroño, Martín Sapio, Gustavo Terzano y Andrés Vázquez.** *Generadores para Turbinas Eólicas*. s.l. : Facultad de Ingeniería, UdelaR, Instituto de Ingeniería Eléctrica, Uruguay.
13. **GL.** *IV.6.3 Offshore Technology, Rules for Classification and Construction, Fixed Offshore Installations*. 2007.
14. **DNV GL.** Bladed Educational. [En línea] <https://www.dnvgl.com/services/bladed-3775>.
15. **IEC International Electromechanical Commission.** *Wind turbine generator systems – Part 13: Measurements of Mechanical Loads*. 2001. IEC/TS 61400-13:2001.
16. **Euroserv'ER.** *Barómetro Eólico 2014 en la UE*.
17. **Pérez-Cotapos, Sebastián Francke y José Miguel.** *Off-shore*. s.l. : Universidad Católica de Chile, 2015.

18. **DirectIndustry.** Aerogeneradores Offshore. [En línea] <http://pdf.directindustry.es/pdf/siemens-wind-power-and-renewables-102147.html>.
19. **4C Offshore.** Acciona 3MW. [En línea] <http://www.4coffshore.com/windfarms/turbine-Acciona-Acciona-3MW-tid70.html>.
20. **ADWEN.** AD 5. [En línea] <http://www.adwenoffshore.com/products-services/products/5-mw-turbines/>.
21. —. AD 8. [En línea] www.adwenoffshore.com/products-services/products/8-mw-turbines/.
22. **4C Offshore.** DEWIND 8.2 2000MW. [En línea] <http://www.4coffshore.com/windfarms/turbine-dewind-dewind-d8.2-2000kw-tid11.html>.
23. —. BARD Offshore 1. [En línea] <http://www.4coffshore.com/windfarms/bard-offshore-1-germany-de23.html%3EBARD%20Offshore%201>.
24. **AREVA.** Areva M5000. [En línea] <http://www.areva.com/mediatheque/liblocal/docs/activites/energ-renouvelables/pdf-eolienne-m5000-va.pdf>.
25. **4C Offshore.** Bonus B8.2 2300. [En línea] <http://www.4coffshore.com/windfarms/turbine-bonus-b82-2300-tid9.html>.
26. **IDAE, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.** Atlas Eólico de España. [En línea] Ministerio de Industria, Energía y Turismo, Julio de 2009. [Citado el: 17 de 02 de 2016.] <http://atlaseolico.idae.es/>.
27. **IEC International Electrotechnical Commission.** *IEC 61400-25-6*. 2010.
28. **Tony Burton, David Sharpe, Nick Jenkins, Ervin Bossanyi.** *Wind Energy HandBook*. s.l. : Wiley Sons, 2001.
29. **GL.** *IV.6.4 Offshore Technology, Rules for Classification and Construction, Structural Design*. 2007.
30. **Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones. ICAI.** *Control Adaptativo. Control Avanzado*. 2014/2015.
31. **Energypedia.** [En línea] https://energypedia.info/wiki/Wind_Turbine_Technology.
32. **International ElectroMechanical Commission.** *IEC 61400-1: Design Requirements*. 2005. IEC 61400-1 Ed.3.
33. **NREL National Renewables Energy Laboratory.** *Wind Turbine Design Costt & Scalling Model*. 2006. NREL/TP-500-40566.
34. **Carrasco, Paloma Zahonero.** GENERADOR DE FLUJO RADIAL DE IMANES PERMANENETES. [En línea] <http://www.iit.upcomillas.es/pfc/resumenes/4def795b46b96.pdf>.
35. **Casso, Álvaro Echevarría de.** Diseño del buje y de la estructura de soporte del sistema de regulación aerodinámica de potencia de un aerogenerador offshore. [En línea] <http://www.iit.comillas.edu/pfc/resumenes/538f2f5466c2b.pdf>.

36. **Corrales, Javier Isasi.** SISTEMA ELECTRICO DE UN AEROGENERADOR MARINO. [En línea] <http://www.iit.comillas.edu/pfc/resumenes/4e662de187c46.pdf>.
37. **Gallego, Pablo Aparicio.** *Cimentación de Aerogeneradores Marinos*. 2012.
38. **López, Alicia Romera.** *Evacuación de Energía a Media Tensión en Parque Eólico Marino Piloto*. 2010.
39. **Guzman, Álvaro de.** *Plataforma Offshore para un aerogenerador de 5MW*.
40. **Mathur, Hermann-Josef Wagner & Jyotirmay.** *Introduction to Wind Energy Systems*. Berlin : Springer, 2013. ISSN 1865-3529.
41. **IDAE.** *Manuales de Energía Renovable: Energía Eólica*. Madrid : s.n., 2006.
42. **Red Eléctrica de España.** e.sios. [En línea] <https://www.esios.ree.es/es/generacion-y-consumo>.
43. **Operador del Mercado Ibérico de Energía.** OMIE: REsultados del Mercado. [En línea] <http://www.omie.es/files/flash/ResultadosMercado.swf>.
44. **Vega, Luis García.** El project Finance. *ICAI*. [En línea] https://www.icaei.es/contenidos/publicaciones/anales_get.php?id=1550.
45. **Deloitte.** *El futuro del sector de la Energía Eléctrica Global*.
-