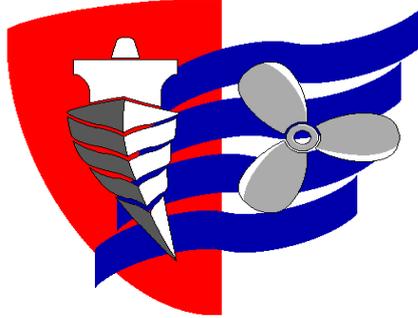


ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Trabajo Fin de Máster

**INSTALACION DE UN
AEROGENERADOR PARA USO
DOMESTICO**

Installation of a wind turbine for domestic use

Para acceder al Título de Máster Universitario en

Master universitario en Ingeniería Marina

Autor: Aitor Nicolás Fernández Álvarez

Director: José Isla Romero

Julio – 2017

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

Trabajo Fin de Máster

**INSTALACION DE UN
AEROGENERADOR PARA USO
DOMESTICO**

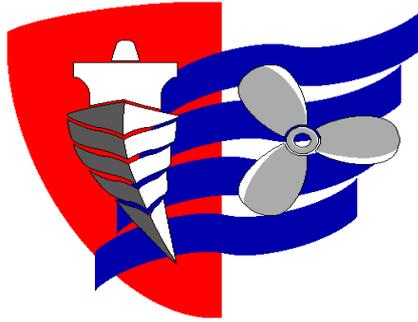
**Installation of a wind turbine for domestic
use**

Para acceder al Título de Máster Universitario en
**MASTER UNIVERSITARIO EN INGENIERIA
MARINA**

Julio – 2017

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

Trabajo Fin de Máster

**INSTALACION DE UN
AEROGENERADOR PARA USO
DOMESTICO**

INDICE

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Índice	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 3/119

INDICE

<i>1.0 Índice de ilustraciones</i>	4
<i>Resumen</i>	7
<i>Summary</i>	7
<i>Palabras clave</i>	8
<i>Keywords</i>	8
<i>1 Memoria</i>	9
<i>2 Mediciones</i>	79
<i>3 Anexos</i>	82
<i>4. Planos y Diagramas</i>	87
<i>5 Pliego de condiciones</i>	93
<i>6 Presupuesto</i>	109
<i>7 Conclusiones</i>	119
<i>Anexos</i>	120

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Índice	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 4/119

1.0 Índice de ilustraciones

Ilustración 1 portacontenedores con el sistema de vela SkySails Fuente: http://pureadvantage.org	14
Ilustración 2, Buque E-ship 1 Fuente: https://cleantechnica.com	14
Ilustración 3, Catamarán con dos pequeños generadores eólicos Fuente: http://www.indarland.com	15
Ilustración 4 Parque eólico en Tineo, Asturias Fuente: https://es.wikipedia.org/	16
Ilustración 5, Parque eólico marino de London Array. Fuente: https://www.evwind.com	16
Ilustración 6, Tipos de anclaje al suelo de los generadores eólicos marinos Fuente: http://www.aviacionargentina.net	17
Ilustración 7, Turbina de eje horizontal Fuente: http://www.solar-umwelttechnik-heizung.de	17
Ilustración 8, turbinas de eje vertical Fuente http://energias-renovables-y-limpias.blogspot.com	18
Ilustración 9 turbinas de eje vertical WT400 y WT1KW Fuente: http://www.e-bluelight.com	18
Ilustración 10, Imagen de la turbina LIAM F1UWT Fuente: http://blog.is-arquitectura.es	19
Ilustración 11, Imagen de Panémonas de nueva construcción Fuente: https://educarenergetico.wordpress.com	21
Ilustración 12, Molino isla de Mykonos Fuente: https://www.absolutviajes.com	22
Ilustración 13, Molinos holandeses (bombas) en el dique del pólder Overwaard en Kinderdijk. Fuente: https://www.pinterest.com	22
Ilustración 14 Variación de la velocidad del viento con la altura Fuente: http://www.extractores.com.mx	24
Ilustración 15, fuerzas en una pala Fuente: http://slideplayer.es	27
Ilustración 16, Esquema de una instalación mini eólica	29
Ilustración 17, Esquema de un sistema de pultrusion Fuente: http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com	32
Ilustración 18, Vista de Google earth de la parcela en cuestión. Fuente: https://www.google.com/intl/es/earth/	50
Ilustración 19, ampliación de la primera imagen de Google earth Fuente: https://www.google.com/intl/es/earth/	51

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Índice	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 5/119

Ilustración 20, panorámica 1 desde la caseta. Fuente Elaboración Propia..	52
Ilustración 21, panorámica 2 desde la caseta Fuente Elaboración Propia...	52
Ilustración 22, panorámica 1 desde el suelo de la parcela Fuente Elaboración Propia	52
Ilustración 23, panorámica 2 desde el suelo de la parcela Fuente Elaboración Propia	53
Ilustración 24, Curva técnica Enair 30 Fuente : Manual Enair 30	59
Ilustración 25, Tabla de coeficiente de Betz en función de la velocidad del viento Fuente: Manual Enair 30	60
Ilustración 26, Foto del Enair 30 Fuente: http://nuevasenergias.es	63
Ilustración 27, Imágenes de la torre con el generador Fuente: /www.tumejorenergia.com	63
Ilustración 28, Montaje de la torre del aerogenerador. Fuente Manual de usuario aerogeneradores 30 y 70 Enair.....	64
Ilustración 29, grúa levantando el aerogenerador. Fuente Manual de usuario aerogeneradores 30 y 70 Enair.....	65
Ilustración 30, torre del generador arriostada. Fuente Manual de usuario aerogeneradores 30 y 70 Enair.....	65
Ilustración 31, figura de la unión de los cables. Fuente Manual de usuario aerogeneradores 30 y 70 Enair.....	66
Ilustración 32, Colocación de los tornillos de unión. Fuente Manual de usuario aerogeneradores 30 y 70 Enair.....	67
Ilustración 33, Colocación de las palancas. Fuente Manual de usuario aerogeneradores 30 y 70 Enair.....	67
Ilustración 34, Montaje de las palas. Fuente Manual de usuario aerogeneradores 30 y 70 Enair.....	68
Ilustración 35, Montaje del timón. Fuente Manual de usuario aerogeneradores 30 y 70 Enair.....	69
Ilustración 36, Plano del acople. Fuente Manual de usuario aerogeneradores 30 y 70 Enair.....	70
Ilustración 37, tornillos de palas, palancas, y timón a reapretar. Fuente Manual de usuario aerogeneradores 30 y 70 Enair	71
Ilustración 38, tornillos a reapretar del eje de giro. Fuente Manual de usuario aerogeneradores 30 y 70 Enair.....	71
Ilustración 39, tornillos a reapretar de izquierda a derecha en la corredera, guía de la corredera, y acoplamiento plato- paso variable. Fuente Manual de usuario aerogeneradores 30 y 70 Enair.....	72
Ilustración 40, Situación de los engrasadores. Fuente Manual de usuario aerogeneradores 30 y 70 Enair.....	72

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Índice	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 6/119

Ilustración 41, Apreciación del rebose de la grasa en la izquierda y detalle del engrasado del paso variable a la derecha. Fuente Manual de usuario aerogeneradores 30 y 70 Enair.....	73
Ilustración 42, borde de la pala. Fuente Manual de usuario aerogeneradores 30 y 70 Enair.....	73
Ilustración 43, Puntos a presionar para la comprobación. Fuente Manual de usuario aerogeneradores 30 y 70 Enair.....	74
Ilustración 44, Lugares de comprobación. Fuente Manual de usuario aerogeneradores 30 y 70 Enair.....	74
Ilustración 45, Situación de las marcas de desgaste de las escobillas. Fuente Manual de usuario aerogeneradores 30 y 70 Enair	75
Ilustración 46, Situación e las tapas. Fuente Manual de usuario aerogeneradores 30 y 70 Enair.....	75
Ilustración 47 Plano aéreo. Fuente: elaboración propia a partir de foto aérea	89
Ilustración 48, Esquema unifilar de la instalación Fuente Elaboración propia	90
Ilustración 49 Esquema eléctrico detallado. Fuente Elaboración propia	91
Ilustración 50, Esquema de equipos de la instalación. Esquema de equipos de la instalación Fuente: https://www.enair.es/es/	92

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Índice	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 7/119

Resumen

Este es un proyecto para la instalación de un molino de viento, exponiendo la legislación pertinente, los aspectos técnicos necesarios, mostrando el proceso de la instalación. El trabajo tiene algunos modelos diferentes de molinos de viento y las ventajas y desventajas de cada uno.

El proyecto es para una vivienda de 4 personas y necesita estar conectado a la red eléctrica, en el proyecto se puede ver todos los componentes necesarios para hacer la instalación, así como todos los pasos, y el lugar donde queremos poner el molino de viento, en el trabajo se exponen las posibilidades de la conexión del molino de viento y el mantenimiento que necesita el molino de viento

En el proyecto se puede ver diferentes precios de diferentes molinos eólicos así como un presupuesto de la instalación de uno de ellos

Summary

This is a project of the installation of a windmill, checking the relevant laws, technical aspects, process for the installation. The work has some different models of windmills and the advantages and disadvantages for everyone.

The project is for 4 people home and need to be connected to local light distributor, in the project you can see all the components needed to make the installation, all the steps, and the place where we want to put the windmill, the project explain the possibilities of the connection of the windmill and the maintenance that windmill need

In the project you can see different prices for different windmill as well as a budget for the installation of one of them

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Índice	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 8/119

Palabras clave

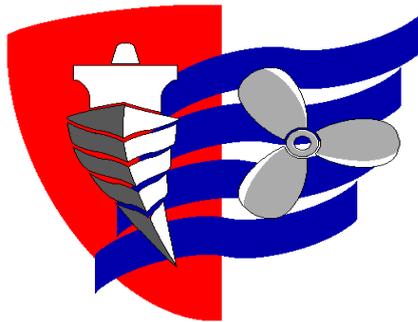
Energía eólica, mini- eólica, molino de viento, energías renovables

Keywords

Wind power, little wind power, windmill, renewable energy.

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

Trabajo Fin de Máster

**INSTALACION DE UN
AEROGENERADOR PARA USO
DOMESTICO
MEMORIA**

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Memoria	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 10/119

Índice apartado Memoria

<u>1 Memoria</u>	12
<u>1.1 Objeto del proyecto</u>	12
<u>1.2. Alcance</u>	13
<u>1.3 Antecedentes</u>	13
<u>1.3.1 Aplicaciones de la energía eólica</u>	13
<u>1.3.2 Criterios para la elección de un aerogenerador</u>	19
<u>1.3.3 Historia de la energía eólica</u>	20
<u>1.3.4 Origen del viento</u>	23
<u>1.3.5 Energía obtenida del viento</u>	24
<u>1.3.6 Funcionamiento de los molinos eólicos</u>	26
<u>1.3.7 El Proyecto</u>	28
<u>1.3.7.1 El contratante</u>	28
<u>1.3.7.2 Energía mini-eólica</u>	28
<u>1.3.7.2.1 Concepto de energía mini eólica</u>	28
<u>1.3.7.2.2 Marco regulador de la energía mini-eólica</u>	29
<u>1.3.7.3 Funcionamiento básico de una turbina con energía mini-eólica</u> ...	29
<u>1.3.7.3.1 Posibilidades de construcción</u>	29
<u>1.3.7.3.2 El rotor de un aerogenerador</u>	30
<u>1.3.7.3.3 Generador eléctrico</u>	33
<u>1.3.7.3.4 Caja multiplicadora</u>	33
<u>1.3.7.3.5 Inversor</u>	34
<u>1.3.7.3.6 Regulación de generadores de pequeña potencia</u>	34
<u>1.3.7.3.7 Sistema de orientación</u>	36
<u>1.3.7.3.8 La torre de soporte</u>	37
<u>1.4 Normativa</u>	38
<u>1.4.1 Normativa general</u>	37
<u>1.4.2 Normativa específica mini-eólica</u>	38
<u>1.4.3 Requisitos legales</u>	38

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Memoria	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 11/119

<u>1.4.4 Bibliografía</u>	39
<u>1.4.5 Borrador sobre el autoconsumo</u>	42
<u>1.5 Requisitos de diseño</u>	49
<u>1.6 Analisis de soluciones</u>	56
<u>1. 7 Resultados finales</u>	64
<u>1. 8 Coste del mantenimiento</u>	76

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Memoria	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 12/119

1 Memoria

1.1 Objeto del proyecto

El objeto de este proyecto es la instalación de un molino eléctrico para la generación de energía eléctrica con una aportación de un una parte del total de la necesaria, con lo que se pretende reducir la factura de la luz estudiando la viabilidad de la instalación, el tiempo de amortización de la instalación, la instalación que va a ser la receptora de la energía del molino es una casa de una planta de unos 100m² aproximadamente en la que tenemos una instalación eléctrica a 4,4 kW realizada en el año 2010 según la normativa vigente en la fecha de su construcción, los consumidores que tenemos son:

- 25 Bombillas (350 W)
- Placa de inducción (4000 W)
- Horno (1200 W)
- Nevera con congelador (890 W)
- Lavavajillas (1050 W)
- Lavadora (1000 W)
- 2 Televisores (300 W + 40 W)
- 2 Ordenadores portátiles (60 W x2)
- Consumidores puntuales como puede ser cargadores de móvil, maquinas eléctricas de afeitado, cepillos eléctricos,....

El valor que se pone entre paréntesis del consumo es el aproximado.

La instalación del molino tiene como objetivo cubrir parte de las necesidades energéticas de la vivienda, no se pretende en ningún momento cubrir el 100% dado que aunque la cobertura eólica existente en la zona es buena no se podría asegurar nunca que vamos a tener viento de manera continua por lo que siempre se dependerá de una fuente de energía de "respaldo" que en este caso será la red eléctrica.

Se escoge este trabajo por estar relacionado con la asignatura impartida en el master de "Cogeneración y Energías Renovables", a través de la asignatura y de este trabajo he podido profundizar en la instalación y el mantenimiento de los molinos eólicos, por lo que podría tener la posibilidad algún día de trabajar con estos equipos tanto en tierra en pequeños o grande molinos, en plataformas off-shore, o bien en algún barco

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Memoria	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 13/119

1.2 Alcance

El destinatario de este proyecto es la Escuela Técnica Superior de Náutica de la Universidad de Cantabria, donde se presentará como Trabajo Fin de Máster al objeto de obtener el título de Máster en Ingeniería Marina.

1.3 Antecedentes

Se parte de una instalación certificada por un instalador autorizado en la fecha de edificación de la vivienda, toda la instalación se ha realizado según la normativa aplicable en la fecha de edificación y cumple con la exigible a día de hoy.

1.3.1 Aplicaciones de la energía eólica

La energía eólica se viene aplicando en la navegación desde siempre, se utilizaba para la propulsión de buques mediante la vela. En la actualidad sin embargo son pocos los buques que utilizan la vela como medio de propulsión la mayoría de ellos son buques escuela o cruceros, aunque hay un proyecto de una empresa alemana (SkySails) que coloca una cometa para aprovechar la energía del viento y así reducir costes de fuel, la cometa va enganchada en un cable de acero plastificado, tiene una longitud de unos 300m y la superficie de la cometa es de 160 metros cuadrados, la empresa que lo ha probado declara un ahorro de 1000€ al día lo que supone un 20% menos de consumo y de emisiones de CO2



Ilustración 1 portacontenedores con el sistema de vela SkySails
Fuente: <http://pureadvantage.org>

En cuanto a la utilización de la energía eólica para generar electricidad y usar esa electricidad para mover el buque hay un modelo que utiliza el efecto Magnus en 4 rotores cilíndricos de 27 metros de altura y 4 de diámetro, el buque se llama E-Ship 1 , y utiliza estos 4 rotores como parte del sistema híbrido de propulsión en el cual tiene también 9 motores marinos Mitsubishi con una potencia total de 3.5 MW, según los datos del fabricante el ahorro que se consigue en este buque es de entre el 25% y el 35% a una velocidad de 16 nudos.



Ilustración 2, Buque E-ship 1 Fuente: <https://cleantechnica.com>

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Memoria	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 15/119

En navegación deportiva el uso más generalizado es para alimentar los diferentes componentes electrónicos que tenga la embarcación mediante la carga de una batería.



Ilustración 3, Catamarán con dos pequeños generadores eólicos
Fuente: <http://www.indarland.com>

En tierra el uso de la energía eólica es mayor aun, es extraño no ver algún parque eólico, en 2010 el 16% de la energía consumida en España fue producida por parque eólicos, y en el conjunto de las renovables supone el 26% lo que la hace la segunda fuente renovable en producción de energía eléctrica.

La producción de energía eléctrica se lleva a cabo en los parque eólicos que son una agrupación de molinos eólicos orientados de una determinada manera para aprovechar las corrientes de viento que se producen para lo cual se estudia el emplazamiento elegido durante un tiempo determinado en el cual se recogen datos de velocidades, y dirección del viento, con estos datos se determina la mejor manera de colocar los generadores eólicos para sacarles el máximo rendimiento. También existen parques eólicos en el mar.



Ilustración 4 Parque eólico en Tineo, Asturias Fuente:
<https://es.wikipedia.org/>



Ilustración 5, Parque eólico marino de London Array. Fuente:
<https://www.ewind.com.>

En los parques eólicos marinos hay varias maneras de colocar los generadores dependiendo de la profundidad a la que se encuentre el suelo marino como se muestra en la siguiente imagen.

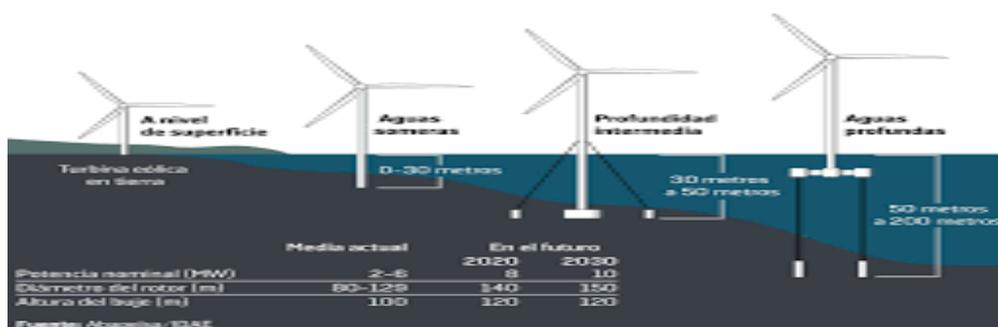


Ilustración 6, Tipos de anclaje al suelo de los generadores eólicos marinos Fuente: <http://www.aviacionargentina.net>

También se puede emplear la energía eólica a menor escala, es lo que se denomina mini-eólica, consiste en la instalación de una turbina de mayor o menor tamaño para la producción de energía eléctrica para alimentar una vivienda, para su instalación (dejando fuera los aspectos legales que luego se considerara) hay que tener en cuenta varios factores como son la velocidad del viento que tenemos y lo constante que es esta velocidad, velocidad mínima, velocidad máxima y si tiene algún obstáculo que pueda dificultar la entrada de viento en el aerogenerador.

Existen varios tipos generadores para esta instalación:

- La turbina de eje horizontal, igual a la de los parques eólicos pero a pequeña escala



Ilustración 7, Turbina de eje horizontal Fuente: <http://www.solar-umwelttechnik-heizung.de>

- Turbina de eje vertical, estas funcionan con menor velocidad de viento con lo que se puede poner a una menor altura, también tiene menores costes de mantenimiento, y aprovechan mejor el viento irregular.



Ilustración 8, turbinas de eje vertical Fuente <http://energias-renovables-y-limpias.blogspot.com>



Ilustración 9 turbinas de eje vertical WT400 y WT1KW Fuente: <http://www.e-bluelight.com>

Las turbinas de la ilustración anterior están diseñadas para funcionar con una velocidad de 15 m/s la “cuadrada” tiene una altura de menos 0.9 m genera 400 W y cuesta unos 2500€ la segunda tiene una altura un poco superior 1.4m y cuesta unos 3500€ generando 1kW.

Actualmente hay una empresa que está construyendo una turbina diferente a las anteriores está en pruebas, y aunque el rendimiento del 52% no es esperado, los cálculos estimaban un 88%, achacan esto a problemas con los rodamientos es la turbina LIAM F1UWT

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Memoria	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 19/119



Ilustración 10, Imagen de la turbina LIAM F1UWT Fuente: <http://blog.is-arquitectura.es>

Es acerca de la energía mini-eólica terrestre sobre la que voy a hacer el trabajo dado que la información de la instalación en los barcos mercantes no es muy amplia.

1.3.2 Criterios para la elección de un aerogenerador

En este apartado intentare explicar las razones que llevan a decidirse por esta como la energía a tener en cuenta para suplir parte de las necesidades de la familia que va a realizar el proyecto.

- En primer lugar es una energía renovable es decir la contaminación que va a producir es nula o casi nula (no se valora la contaminación que pueda producirse durante el proceso de fabricación de los componentes de la instalación). Se contribuye también a combatir el cambio climático
- La no generación de gases de efecto invernadero, el ahorro de recursos naturales y la disminución de la generación de residuos
- Es una energía con unos costes de mantenimiento comedidos
- Es inagotable, puede haber momentos en los que genere más o menos o incluso momentos en los que el molino no genere electricidad (para eso se realiza el estudio en el que se valora si es aconsejable la utilización de la misma), pero siempre habrá viento.
- Ahorro en la factura de la luz, si bien es cierto que no es un ahorro inmediato, una vez superado el periodo de amortización del equipo el ahorro es considerable.

Aunque el principal aliciente para la mayoría de las personas es el del ahorro, hay que mencionar el resto de ventajas que tiene, es una energía

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Memoria	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 20/119

que no se puede instalar en cualquier lugar, para que salga “rentable” tienen que darse unas condiciones mínimas, no requiere unos conocimientos especiales más allá del funcionamiento básico del equipo, y si los mantenimientos son llevados a cabo de manera periódica y por personal cualificado, el equipo tiene una duración elevada, aparte de esto el campo de la eólica es un campo en el que España es un país con renombre, parte de las obras que se realizan fuera de nuestro país están realizadas con material español, empresas españolas , molinos fabricados en España,...

También me gustaría mencionar las principales desventajas que tiene:

- La primera se refiere a su continuidad, si no tiene una fuente secundaria podría producir apagones en la vivienda ya que podría dejar de soplar el viento
- Impacto ambiental, altera el paisaje, aunque sea para uso doméstico las torres de los molinos están por encima de los 9 metros de altura, y también puede presentar problemas con la fauna local, algunas aves se pueden chocar contra la torre o las aspas del molino.
- Capacidad de almacenamiento muy limitada.
- En grandes generadores se le atribuye un problema de contaminación acústica.

Aunque no es una desventaja propiamente dicha la retirada de las subvenciones por parte del gobierno hace que junto con borradores de algunas leyes, haya subido el tiempo de amortización de las instalaciones eólicas(y renovables en general) lo que hace también que la población se lo piense más antes de instalar una energía renovable.

La familia decide instalar esta en energía por tener la vivienda en un lugar de características apropiadas, y pensando en un ahorro a largo plazo así como en disminuir la contaminación generada por su consumo energético.

1.3.3 Historia de la energía eólica

El uso más antiguo documentado de la energía eólica es para el desplazamiento se tienen dibujos egipcios de naves con velas de 5000 años de antigüedad. La navegación se va a realizar gracias a esta energía hasta el siglo XIX época en la que se introduce las maquinas a vapor en los barcos. En el siglo XX años 1973 y 1979 se realizan barcos prototipo que usaban la energía eólica para ahorrar combustible.

Las primeras máquinas eólicas que se tienen documentadas son del siglo VI d.c. se utilizaban principalmente para moler granos o y bombear agua, eran de eje vertical, a estos molinos se les denomina panémonas



Ilustración 11, Imagen de Panémonas de nueva construcción Fuente: <https://educarenergetico.wordpress.com>

Después de esto en las islas griegas se construyen unos molinos de eje horizontal que utilizaban velas triangulares a modo de pala, este sistema permite ajustar la superficie de captación de viento según la velocidad del mismo arrollando las velas en sus mástiles. A día de hoy se siguen usando en la isla de Mikonos.



Ilustración 12, Molino isla de Mykonos Fuente: <https://www.absolutviajes.com>

En el siglo XIV los holandeses comienzan a mejorar la tecnología de los molinos de viento y se comienzan a usar para diferentes actividades como drenar las regiones pantanosas del delta del río Rin a finales del siguiente siglo se construyen molinos para elaborar aceites, papel, y procesamiento de la madera. A principios del siglo XVI se empiezan a usar para el drenaje de “polders” (término holandés para referirse a las tierras ganadas al mar) llegando a una potencia de 37 kW. Con la introducción de las máquinas de vapor el número de molinos operativos disminuyó drásticamente



Ilustración 13, Molinos holandeses (bombas) en el dique del pólder Overwaard en Kinderdijk. Fuente: <https://www.pinterest.com>

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Memoria	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 23/119

En Dinamarca a finales del siglo XIX se utilizaban 3000 para dar servicio a diferentes industrias, y cerca de 30000 en instalaciones familiares, con una potencia equivalente estimada de unos 200 mW, sin embargo la aparición de alternativas más económicas hace que se deje de usar a nivel global y que quede relegado a instalaciones que por sus características no hace posible la instalación de otras alternativas como puede ser un motor diesel, o la propia red eléctrica.

Desde hace unos años hasta la actualidad el desarrollo de nuevas tecnologías, la investigación sobre nuevas posibilidades para aprovechar el viento hace que el recurso eólico vuelva a ser una alternativa en la generación de energía.

1.3.4 Origen del viento

Aquí me gustaría mencionar de manera muy breve como se origina el viento.

La principal causa del viento es el calentamiento a diferentes temperaturas de la superficie terrestre, en las regiones polares se da una mayor absorción que en los polos, lo que origina que el aire de los trópicos ya caliente será reemplazado por aire proveniente de los polos, produciéndose también un movimiento del aire caliente hacia los polos por la alta atmosfera. Este movimiento es que se observaría si la tierra no tuviera movimiento de rotación, este movimiento afecta a la circulación del aire generando zonas de vientos dominantes que responden a patrones definidos. También influye la variación de la radiación recibida en un año (variación estacional), lo que produce variaciones en la intensidad y dirección de los vientos dominantes en los diferentes puntos de la corteza terrestre. Además de lo mencionado anteriormente existen fenómenos a nivel más local que generan estructuras más particulares del viento como pueden ser las brisas de la tierra y el mar producidas por el calentamiento desigual de las masas de aire.

También es importante saber que la velocidad del viento varía con la altura y depende del terreno en el que se desplaza la masa de aire, la velocidad del aire la podemos representar mediante la expresión:

$$\frac{V_2}{V_1} = \left[\frac{h_1}{h_2} \right]^\alpha$$

Siendo $V_1 < V_2$ las velocidades del viento a las alturas $h_1 < h_2$. Siendo α el exponente característico del terreno, tomando valores entre 0,08

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Memoria	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 24/119

(sobre superficies lisas como hielo, lagunas, etc.) y 0,40 (sobre terrenos muy accidentados).

En la siguiente imagen se puede ver un diagrama de una variación de la velocidad del viento con la altura en diferentes áreas.

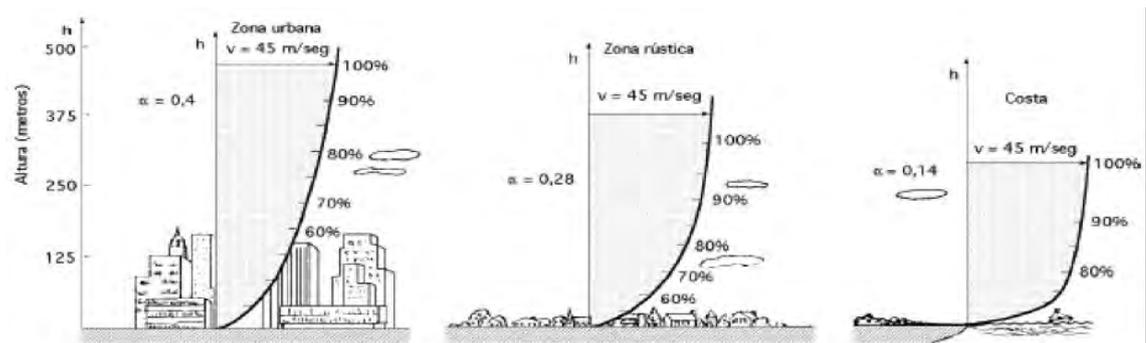


Ilustración 14 Variación de la velocidad del viento con la altura Fuente: <http://www.extractores.com.mx>

1.3.5 Energía obtenida del viento

La energía máxima teórica que se puede extraer de una masa de aire en movimiento está dada por la expresión:

$$E_c = \frac{1}{2} m V^2$$

Dónde:

E_c = energía cinética [julios/s]

m = flujo de aire [kg/s]

V = velocidad del viento [m/s]

Si suponemos que el área A será la barrida por las palas, y que esta será perpendicular a la dirección de viento, el flujo de aire circulante que la atraviesa será:

$$m = d A V$$

siendo

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Memoria	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 25/119

d = densidad del aire [kg/m³]

A = área de captación [m²]

La energía teórica máxima por unidad de tiempo y de área ($A=1$) que podremos extraer de una masa de aire en movimiento, será entonces:

$$P_m = \frac{1}{2} d V^3$$

A esta energía se la denomina potencia meteorológica y se la expresa en W/m², Como la velocidad del viento, luego de atravesar la superficie de captación, no es nula, la potencia dada por la expresión anterior no será totalmente aprovechable. Betz demostró que la máxima energía recuperable, con un aerogenerador ideal, es igual a 16/27 (»60%) de la energía total. Tomando en cuenta que ningún rotor es ideal, para caracterizarlo es necesario conocer su eficiencia o rendimiento h .

La potencia obtenible por unidad de área de rotor, medida en W/m², puede expresarse entonces como:

$$P_a = \frac{1}{2} h d V^3$$

Y la potencia total para el área descrita por las palas al girar,

$$A = p R^2 = p D^2 / 4, \text{ en W/m}^2$$

Quedando la expresión como:

$$P_t = \frac{1}{2} h d (p D^2 / 4) V^3$$

Siendo: D y R = diámetro y radio del rotor expresado en metros

La densidad media del aire es 1,25 kg/m³, valor que multiplicado por $p/4$ da aproximadamente 1. Por lo tanto, podemos expresar la potencia obtenible de una máquina eólica, tomando el diámetro en metros y la velocidad en metros por segundo, como:

$$P \approx \frac{1}{2} h V^3$$

El rendimiento va a depender del tipo de máquina, y de las condiciones en las que opere la misma. Si se conoce la velocidad del viento y las características de la turbina se pueden calcular la potencia útil de la misma, pero la velocidad del viento no es siempre constante por lo que se precisa conocer la evolución temporal de la misma para hacer una estimación de la potencia entregada por la turbina. Esta estimación se hace de maneras diferentes en función del detalle que se precise para la instalación, para una pequeña se utilizan datos estadísticos recogidos por estaciones meteorológicas, modelos estadísticos, sin embargo cuando los

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Memoria	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 26/119

molinos a instalar son de gran tamaño se tiende a hacer unas mediciones específicas a parte de las anteriores como pueden ser frecuencia y velocidad máxima de ráfagas, que ayudan a determinar los molinos más apropiados así como una estimación de la rentabilidad del parque a instalar.

1.3.6 Funcionamiento de los molinos eólicos

Estos dispositivos funcionan convirtiendo la energía cinética del viento en energía mecánica. Existen dos tipos diferentes de molinos. De eje vertical y de eje horizontal, sin embargo el principio de funcionamiento es el mismo. El aprovechamiento de la energía se lleva a cabo gracias a las palas, las cuales cuando el viento incide sobre ellas mueven un eje al que están conectadas.

El aire que fluye a través de los lados de la placa genera un diferencial de presiones dando como resultado una fuerza, esta fuerza se podría descomponer en una paralela a la velocidad del viento (fuerza de arrastre) y en una perpendicular (sustentación)

El diseño de la pala se realiza para que maximizar la diferencia de presiones y también evitar fenómenos no deseados como la formación de torbellinos, la fuerza predominante en los molinos eólicos es la de sustentación, ya que con un precio más reducido permite obtener una potencia mayor a igualdad de área del rotor.

Las palas de los molinos se diseñan con el objeto de que la relación entre la fuerza de sustentación/la de arrastre sea máxima, para ello se les da un ángulo a los bordes de la pala.

Si consideramos el molino en reposo, la fuerza resultante cuando el rotor comienza a moverse será el resultado de la combinación de la acción del viento (U) y la acción del viento creado por las palas al girar (V), es decir el viento que les llega a las palas es el resultado de la suma de los dos.

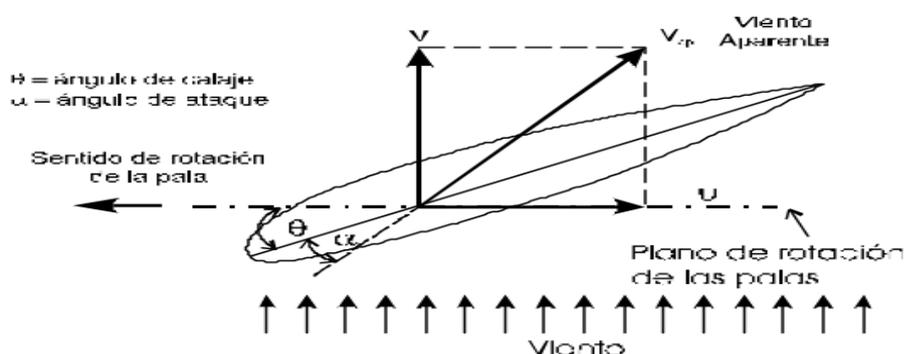


Ilustración 15, fuerzas en una pala Fuente: <http://slideplayer.es>

El viento varía en dirección longitudinal a causa de la diferencia de velocidades que se da en la pala, por lo que las palas deberían presentar un ángulo de incidencia diferente a lo largo de su longitud, esto se logra con un alabeado en las palas, también se reducirán las dimensiones al ir acercándose a la punta de la pala ya que la velocidad aumenta al acercarnos al mismo. En molinos de gran tamaño estas consideraciones son muy importantes, siendo en los de pequeñas dimensiones obviadas por razones de coste y simplicidad del equipo (se suelen montar palas de sección constante y sin alabeado).

Es necesario un valor mínimo de viento para que el conjunto empiece a girar y genere energía (velocidad de puesta en marcha), si la velocidad del viento aumenta, la potencia entregada aumentará hasta llegar a un valor en el que diferentes tipos de mecanismos entran en funcionamiento para evitar un posible peligro al empezar a trabajar la máquina en una zona para la que no fue diseñada, si la velocidad del viento siguiera subiendo se podría alcanzar la velocidad de corte en la que el molino se detendría por razones de seguridad.

1.3.6.1 Funcionamiento en caso de que la energía generada sea mayor que la consumida

Este caso es poco probable en un funcionamiento normal el controlador está comprobando la potencia consumida y la generada si la generada fuera de un valor superior a la consumida se enviaría una señal para que las palas cambiaran el ángulo que tienen respecto al viento con lo que bajaría la potencia generada. Otros aerogeneradores regularían este caso con la aerodinámica de las palas, es decir las palas están diseñadas para asegurar que la velocidad giro del aerogenerador no sea demasiado alta, las palas generarían una turbulencia si la velocidad del viento fuera demasiado alta. El aerogenerador también posee mecanismos para

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Memoria	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 28/119

desconectar el mismo de generador en el caso de que “considerase” que la velocidad del viento es demasiado alta, con lo que quedaría girando las palas en vacío.

Depende del tipo de instalaciones la energía generada de mas, por ejemplo si estuviera conectado a la red eléctrica, se vertería a la red, o si tuviera un grupo de baterías cargaría las mismas (en este caso depende de configuraciones porque es posible que se conecte directamente a las baterías y de las baterías pase a los consumidores).

1.3.7 El Proyecto

1.3.7.1 El contratante

El contratante del proyecto es el propietario de una parcela de 1200m² aproximadamente en el pueblo de Oviñana (posición: latitud: 43°58'49.25"N longitud: 006°24'36.88"O), perteneciente a Cudillero, Asturias. La intención del contratante es la reducción de la factura de la luz por medio del uso de energías renovables, no se pretende generar el total de la energía consumida por la casa si no un tanto por ciento que permita la amortización de la misma en un periodo de tiempo no muy elevado. El primer paso será ver si es viable la instalación del equipo así como analizar diferentes lugares para su colocación, a continuación un análisis de cómo se puede llevar a cabo el proyecto, una vez realizado este selección de la mejor manera posible cálculos relevantes e instalación de los diferentes equipos

1.3.7.2 Energía mini-eólica

1.3.7.2.1 Concepto de energía mini-eólica

La energía mini-eólica es el aprovechamiento de los recursos eólicos mediante la utilización de aerogeneradores de potencia inferior a 100 kW. Estos aerogeneradores no podrán tener un área de barrido superior a los 200 m².

Esta tecnología cuenta con una serie de ventajas:

- Permite el suministro de electricidad en lugares aislados y alejados de la red eléctrica.
- Genera energía de manera distribuida (Micro generación distribuida) reduciendo de este modo las pérdidas de transporte y distribución.

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Memoria	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 29/119

- Produce electricidad en los puntos de consumo, adaptándose a los recursos renovables y a las necesidades energéticas de cada lugar.
- Puede combinarse con otros tipos de energías renovables como fotovoltaica en instalaciones híbridas.

1.3.7.2.2 Marco regulador de la energía mini-eólica

Más adelante se detallar todas las normas de necesario cumplimiento para la instalación sin embargo aquí se hace una mención al marco legislativo, que en este caso es el mismo que el de la energía eólica, RD661/2007, la inclusión de las dos en el mismo marco regulatorio y retributivo perjudica a la mini-eólica.

Existe una normativa para la fabricación de pequeños aerogeneradores del Comité Electrónico Internacional (CEI), pero no es de obligado cumplimiento, es la Norma IEC-61400-2 Ed2.

1.3.7.2.3 Funcionamiento básico de una turbina con energía mini-eólica



Ilustración 16, Esquema de una instalación mini eólica

1.3.7.2.3.1 Posibilidades de construcción

La turbina puede ser de eje horizontal o de eje vertical, en caso de ser de eje horizontal, la hélice se puede situar a barlovento o a sotavento, la mayoría de las que se monta con rotor vertical se montan con el rotor a barlovento, por lo que es usual montarlos también con un sistema de orientación, las turbinas con el rotor a sotavento son auto-orientables

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Memoria	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 30/119

Las turbinas de eje horizontal son más eficientes que las de eje vertical, están más probadas, y hay más variedad sin embargo su eficiencia se reduce en régimen turbulento

Las turbinas de eje vertical están orientadas a la dirección predominante del viento por su simetría son menos sensibles a las condiciones turbulentas y también producen menos vibraciones, por esto son recomendables para su instalación en zonas urbanas o bloques de edificios. La eficiencia de estas turbinas es menor que las de eje horizontal y su desarrollo es reciente, se dividen en dos tipos, basadas en el arrastre (más eficientes) y basadas en la sustentación (más robustas).

1.3.7.2.3.2 El rotor de un aerogenerador

El rotor de un aerogenerador es donde se transforma la energía cinética en energía mecánica (par de giro), en los de eje horizontal consta de una pala (mono pala) o varias palas (bipala, tripala,...), en caso de ser de eje vertical tiene que tener al menos dos palas

La reducción del número de palas en los aerogeneradores es una cuestión meramente económica, menor número de palas -> menor coste de fabricación, pero también presenta un problema menor número de palas -> mayor velocidad necesaria de viento-> turbinas más ruidosas. Instalar turbinas con un mayor número de palas tiene otras ventajas, la aeroturbina está más equilibrada por lo que las cargas se reparten más homogéneamente, el giro es más suave, con lo que se incrementa su vida útil, también se logra que arranquen con velocidades de giro menores, para potencias menores de 1kW se instalan turbinas con 5 o 6 palas que son capaces de producir energía eléctrica con una mínima velocidad de aire. También hay que tener en cuenta que la potencia generada por la turbina va a depender de lo bien que este diseñada y de la superficie de sus palas, estudios sobre el tema aseguran que el mejor rendimiento se alcanza con 3 palas.

Hay rotores que para minimizar el ruido que emiten se montan con un rotor carenado, o con difusor aumentado, esta última modificación les hace ser levemente más eficientes, con el difusor se aprovecha la generación de vórtices en el borde de salida en el difusor lo que provoca un momento de giro en la estela del rotor con lo que se reduce la presión de salida del difusor, provocando un aumento en la potencia entregada

En el diseño de las palas de los aerogeneradores de este tipo se tiene en cuenta 2 parámetros primordialmente, que hagan poco ruido, y que sean muy eficientes con una velocidad de viento baja. En cuanto a cómo se hacen

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Memoria	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 31/119

estas palas, se intentan hacer de una forma sencilla para que esto abarate los costes de fabricación, pero una pala eficiente tiene una pequeña variación progresiva de la torsión, de la cuerda, de la forma, del espesor, así como de las propiedades aeroelásticas.

En pequeña potencia los parámetros de cuerda y espeso suelen ser constantes y la tensión mínima. La fabricación de las palas de los aerogeneradores ha evolucionado desde la madera, la tela o el acero a materiales compuestos, algunos tipos de resina, fibra de vidrio o de carbono. El método de fabricación de la mayoría de los casos es un método artesanal en el que coloca la pala en un molde, en el que se va a inyectar la resina con bolsas de vacío y finalmente se cura en una sala con un control preciso de la temperatura. Cuando la pala esta curada se lija y se le aplica una protección para protegerla de las radiaciones ultravioleta y una específica contra la erosión en los bordes de ataque. Este método es el más costoso de los empleados, aunque al tener un molde se pueden realizar perfiles más complejos y generalmente se utiliza otro proceso que se denomina "pultrusion del material plástico", en este método se consiguen buenos acabados superficiales pero tiene el inconveniente de que los perfiles tienen que ser simples, generalmente se usan perfiles de sección constante.

La pultrusión es un proceso que se usa para la producción de tramos continuos de formas estructurales de plásticos reforzados con fibra. El proceso consiste en tirar de las materias primas, generalmente una mezcla de resina líquida y fibras de refuerzo, a través de una matriz de acero que se encuentra a una temperatura elevada, los materiales de refuerzo se aportan de forma continua al proceso, los refuerzos se saturan con la mezcla en la impregnación de manera que la propia matriz tira de ellos. La gelificación o endurecimiento comienza en el mismo proceso por la temperatura a la que se encuentra. Un esquema general del proceso se puede ver en la siguiente imagen.

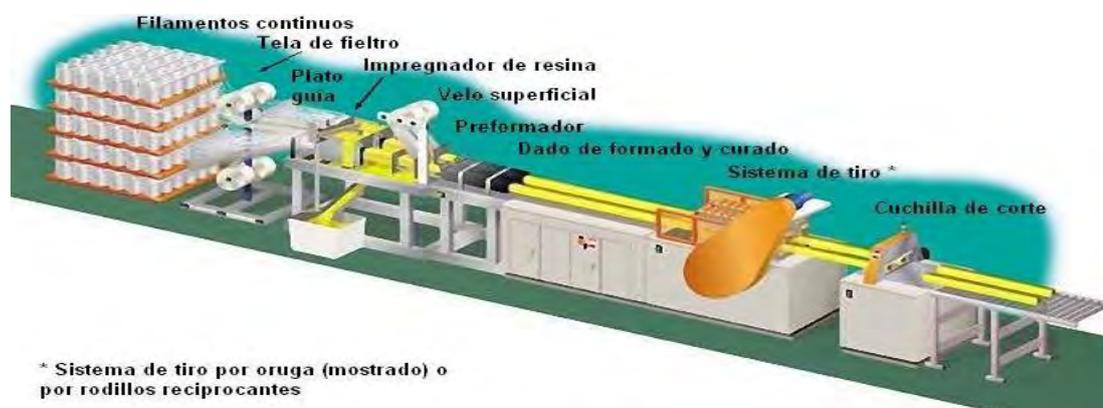


Ilustración 17, Esquema de un sistema de pultrusion Fuente: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com>

La manera de acoplar las palas al eje es mediante un buje, este buje tiene que ser resistente y se fabrica generalmente en acero, la unión se realiza mediante tornillos, hay que revisar el apriete de los mismos periódicamente, también hay que vigilar que tengan casquillos ya que si no la fibra se acabaría por desgastar.

Uno de los elementos importantes es el sistema pasivo de cambio del ángulo de la pala, este sistema está integrado en el buje generalmente, su función es limitar la velocidad de rotación en situaciones de alta velocidad de viento o ráfagas, pero sin dejar de producir energía eléctrica, lo más importante de este sistema es que cambie el ángulo de todas las palas de manera simultánea para que no se produzcan desequilibrios. Es común en los aerogeneradores de pequeña potencia la utilización de una pequeña pieza de fibra de vidrio a modo de buje, conocida como nariz, esta pieza tiene que tener un buen diseño aerodinámico.

Los generadores de pequeña potencia no disponen de tren de potencia al ir el buje acoplado al motor eléctrico, que generalmente es síncrono de imanes permanentes, hay alguna excepción esto ya que existen instalaciones en las que el motor es asíncrono en jaula de ardilla, el menor número de estos es porque necesitan una caja multiplicadora o transmisión para adecuar la velocidad a la velocidad óptima, este elemento aumenta el peso, encare la instalación y su mantenimiento por eso el reducido número.

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Memoria	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 33/119

1.3.7.2.3.3 Generador eléctrico

En generadores asíncronos tienen que estar conectados a la red eléctrica o a una fuente de potencia que les sirva de excitación. La velocidad de giro de este tipo de generadores es casi constante una vez está conectado a la red, y proporcional a la frecuencia de la red y al número de polos del generador, existen generadores con la posibilidad de conmutar polos de manera que tiene dos velocidades.

Si el generador es síncrono dispone de excitación propia bien sea mediante electroimanes o imanes permanentes, con lo que puede operar desconectado de la red. En este generador es necesario un rectificador ya que al variar la velocidad de rotación varia la frecuencia, este rectificador o convertidor de alterna a continua ira conectado a la salida del generador, también es necesario un cargador de baterías si va a operar desconectado de la red, en el caso de operar conectado a la red necesita un inversor, Al tener una velocidad de sincronismo menor (por el mayor número de polos), no hace falta ningún dispositivo que adapte la relación de velocidad del rotor y generador, esto reduce coste ya que no lleva caja multiplicadora y simplifica el diseño. Los generadores síncronos se fabrican actualmente con imanes de Neodimio-Hierro-Boro, por las características que presenta, aunque actualmente su precio se ha visto incrementado por el uso de estos materiales en otras áreas como son los coches eléctricos.

Las tipologías más usadas son la radial y la axial, la axial ofrece mejor rendimiento permitiendo además la generación polifásica, y también permite operar sin escobillas o anillo rozante (con lo que se abarata el mantenimiento y se evita un problema)

Un parámetro a tener muy presente en el generador es que presente un par de arranque mínimo, de esta manera el generador arrancara antes con lo que se aprovechara en mayor medida la energía del viento.

1.3.7.2.3.4 Caja multiplicadora

Este elemento está presente solo en los generadores de tipo asíncrono, suele ser de ejes paralelos, y de una o dos etapas con una relación entre 1:8 y 1:12 con lo que pasan de 100-200 rpm en el rotor a 1000-1500 rpm en el generador.

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Memoria	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 34/119

1.3.7.2.3.5 Inversor

Los inversores que se usan en estos equipos son convertidores monofásicos que operan en un rango de tensiones continuas muy amplio en la entrada, operan en alta frecuencia y su eficacia incluso con cargas parciales está por encima del 95%

El modelo más común dispone de un transformador de alta frecuencia lo que garantiza el aislamiento galvánico sin ser necesario un transformador convencional, son configurables y se adaptan a la mayoría de los códigos de las redes. Se puede programar en ellos la curva de la turbina de manera que maximizaremos el rendimiento de la misma, según modelos los hay con la opción de arranque suave, o una protección contra tensiones de entrada excesivamente altas por derivación a una resistencia de disipación una vez ha sido rectificada. El puente rectificador tiene una protección contra sobretensiones mediante varistores. Los instalados en España cumplen con las normas de compatibilidad electromagnética EN 50178, AS/NZS3100, AS/NZS60950, EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, EN 61000-3-11, y EN 61000-3-12, así como con los códigos de red de Europa EN 50438.

1.3.7.2.3.6 Regulación de generadores de pequeña potencia

Podemos distinguir dos supuestos, el primero es cuando la velocidad del viento hace que el generador alcance su potencia nominal en la salida, y el segundo que es cuando el generador está operando por debajo de su potencia nominal. Cabe mencionar que existen generadores que tiene una potencia muy baja, generalmente por debajo de 100 W en los que no se instala este sistema. La regulación de la potencia se consigue con el diseño de las palas o actuando sobre el rotor, este sistema también protege al aerogenerador en caso de una sobre velocidad así como en situaciones de desconexión de la red o desconexiones de la carga.

Los métodos más usados para esto son:

a) Regulación por entrada en pérdida aerodinámica

Este sistema se basa en un diseño de las palas que les permite actuar inmediatamente en caso necesario cuando detecta que la velocidad del viento o del rotor está por encima de unos valores. En este sistema el ángulo de la pala aumenta cuando aumenta la velocidad del viento, por qué un aumento en la velocidad del viento provoca un aumento en la velocidad del rotor, produciéndose así el paso del régimen laminar al turbulento desde la

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Memoria	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 35/119

pinta de la pala a la raíz progresivamente, con esto conseguimos un aumento del área de barrido del rotor que a su vez ocasiona un aumento de la fuerza de arrastre normal.

Es una solución fiable ya que no precisa de partes móviles, se utiliza en generadores con velocidades de rotación cuasi fijas, generadores asíncronos conectados a la red eléctrica, y también se usa en generadores con control de velocidad que operan a velocidad variable, en este caso se denomina por pérdida activa ya que se puede producir la entrada en pérdida aumentando o disminuyendo la velocidad mediante el control electrónico del par. Como inconveniente cabe destacar que cuando la pala entra en pérdida se producen vibraciones lo que produce ruido.

Con este sistema es necesario equipar al equipo de un sistema de protección contra sobre velocidades, generalmente se consigue mediante la unión de varios sistemas, desorientación, control de par mediante el convertidor electrónico, o en generadores de un tamaño mayor mediante la instalación de aerofrenos. Los aerofrenos son un sistema que se instala en la punta de cada pala y que se despliega cuando la velocidad de rotación alcanza un valor predeterminado, al desplegarse se colocan en un ángulo que hace que se reduzca la velocidad de giro, cuando la velocidad disminuye se vuelven a colocar en su posición normal con la ayuda de un electroimán accionado desde el control.

b) Regulación por cambio en el ángulo de la pala

Este sistema aumenta el ángulo de la pala por un sistema que puede ser eléctrico, hidráulico o mecánico, entra en funcionamiento cuando se alcanza una determinada velocidad de rotación, en pequeños generadores están basados en contrapesos con muelles que a la velocidad determinada voltean la pala progresivamente, si el sistema está bien diseñado, actúa en todas las palas a la vez, lo que hace que no se produzcan desequilibrios, también facilita el arranque a bajas velocidades de viento consiguiendo que el ángulo de la turbina este en una posición adecuada para la velocidad de viento que se de en cada momento. Como principales inconvenientes se podría mencionar la dificultad de fabricación y la fiabilidad del sistema.

c) Regulación por desorientación

Esta regulación consiste en mover el rotor de manera que deje de ser perpendicular al viento, logrando reducir la superficie expuesta, y también que se reduzca la potencia extraída, para lograr esto, se reduce el ángulo de ataque lo que implica una reducción de la superficie barrida por el rotor. Es un sistema de complicado diseño ya que tienen que ser capaces de actuar con ráfagas de viento intensas y puntuales. La desorientación, o plegado, puede ser respecto al eje vertical, conocida como desorientación lateral, que

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Memoria	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 36/119

a su vez puede ser del rotor o de todo el conjunto (rotor y generador). También puede ser respecto al eje horizontal que se sub-divide en, cabeceo solo se inclinan rotor y generador, o cuando se inclinan hacia arriba rotor más generador más timón de cola. Todos estos sistemas tiene un sistema que cuando baja la velocidad de viento a un rango de operación normal vuelven a la posición original, en el caso de los de plegado vertical suele ser un sistema de muelles que lo devuelven a la posición original, y mediante un equilibrio de masas en los de plegado horizontal, estos sistemas tiene un método de accionamiento manual para usarlos como sistema de frenado, son ruidosos cuando se usan.

Hay otro punto a mencionar que sería el lograr que frene la turbina en una situación de ausencia de carga, esta situación se puede producir bien por no tener carga la batería (esto sería si el sistema no está conectado a la red eléctrica) o bien por falta de carga en la propia red eléctrica. Hay varias técnicas para conseguir esto, una de ellas e colocar contrapesos cerca de la punta de las palas, otro método es el uso de resistencias que disiparían la energía “sobrante” de la turbina si la velocidad de viento es muy alta, existen sistemas que esta energía sobrante la reutilizan para calentar agua en viviendas.

El sistema de freno mecánico no suele incluirse en los aerogeneradores de pequeña potencia porque es muy difícil encontrarle un lugar para ponerlo y es difícil actuarlo. En cuanto a los sistemas de freno eléctricos, se les exige que sean a prueba de fallos por lo que tienen que estar alimentados de forma continua para que en el momento en el que fallen puedan actuar bloqueando el rotor, aunque el consumo no es demasiado elevado, está continuamente consumiendo.

1.3.7.2.3.7 Sistema de orientación

Este sistema se usa solo en las turbinas de eje horizontal, para maximizar la generación de energía, en los generadores de pequeña potencia los sistemas de orientación son elementos o sistemas pasivos, la solución más usada son los timones de cola, su diseño tiene que ser tal que con una velocidad de viento mínima sea capaz de orientar la turbina en la dirección adecuada, para ello se calcula que superficie de aleta o que longitud de barra le hay que colocar, tiene un pequeño problema y es que la excesiva sensibilidad de la que se le dota hace que pueda está reorientando el aerogenerador frecuentemente. También se puede optar por colocar la turbina a sotavento de la torre con lo que la turbina haría las veces de timón se suele fabricar la turbina con una conicidad para que se oriente más fácil. Como última opción existen sistemas eléctricos o mecánicos que las

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Memoria	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 37/119

posiciona en la dirección del viento, son las menos comunes ya que actualmente esto eleva mucho el coste del equipo.

Estos sistemas se usan solo en pequeñas potencias, en potencias más elevadas se usan sistemas que mediante motores colocan a la turbina en la dirección correcta.

1.3.7.2.3.8 La torre de soporte

La función de la torre es alejar a la turbina del suelo, para que pueda aprovechar el perfil de velocidad del suelo y de esta manera pueda funcionar de una manera óptima, hay muchos tipos de torres de soporte en función de las características del terreno, de si existen algún tipo de restricciones medioambientales, y del dinero que se quiera gastar en la misma. Si no se puede hacer una cimentación, se colocara una torre atirantada, si la cimentación es posible se colocara una torre autoportante. Las torres generalmente son tubulares de acero galvanizado compuesta por tramos de 3 metros generalmente, también se colocan torres de tipo celosía o reticular que hacen que la resistencia sea menor y la cimentación necesaria también sea menor. En el sistema de izado también hay varias opciones, el primer caso sería si la torre es autoportante en cuyo caso se necesita un grúa para su instalación, otra opción serían los sistemas autoizables, y por ultimo hay una forma denominada tijera en la que hay una parte de rígida de la torre con un eje al que se acopla por medio de un pasador otra parte de la torre que se puede subir por medio del eje, encontrándose en esta última parte la turbina

1.4 Normativa

1.4.1 Normativa general

Como normativa a tener en cuenta cabe citar:

- La Directiva europea 2009/28/CE relativa al fomento de la instalación de energías renovables y a su integración en sectores de urbanismo y la edificación. En esta directiva a España se le asigna un objetivo de un 20% para el año 2020
- Real Decreto-ley 1/2012, de 27 de enero, por el que se procede a la suspensión de los procedimientos de pre asignación de retribución y a la supresión de los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de cogeneración, fuentes de energía renovables y residuos.

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Memoria	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 38/119

- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto 1614/2010, de 7 de diciembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica a partir de tecnologías solar termoeléctrica y eólica
Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del sector eléctrico

1.4.2 Normativa específica energía mini eólica

La energía mini eólica se ha desarrollado en España a la vez que la eólica esto está causado por la inexistencia historia de un marco regulador para esta renovable, aunque desde el año 2007 se ha fomentado la creación de este marco, como normas a tener en cuenta cabe citar:

- La Directiva europea 2009/28/CE relativa al fomento de la instalación de energías renovables y a su integración en sectores de urbanismo y la edificación. En esta directiva a España se le asigna un objetivo de un 20% para el año 2020
- Real Decreto-ley 1/2012, de 27 de enero, por el que se procede a la suspensión de los procedimientos de pre asignación de retribución y a la supresión de los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de cogeneración, fuentes de energía renovables y residuos.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto 1614/2010, de 7 de diciembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica a partir de tecnologías solar termoeléctrica y eólica
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del sector eléctrico

1.4.3 Requisitos legales exigibles

En este apartado se describen brevemente los requisitos legales que se le solicitan a quien pretenda realizar la instalación de un aerogenerador.

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Memoria	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 39/119

Para la conexión a la red se entregaran todos los documentos requeridos por el Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia, concretamente lo mencionado en el CAPITULO II, Acceso y conexión de las instalaciones a la red de distribución, en el Artículo 4. Solicitud de punto de acceso y conexión, en él se detallan todos los requisitos para conectarse a la red. En el siguiente artículo (5) se tratan los requisitos técnicos de la instalación.

También existe la posibilidad de usar el procedimiento de conexión abreviada que viene explicado en el artículo 9.

Seguidamente se citan las obligaciones del titular de la instalación (artículo 10), así como las condiciones técnicas (artículo 11), o las condiciones de conexión (artículo 12), también las protecciones necesarias y que tiene que cumplir (artículo 14). En el capítulo IV se establecen los criterios de medida y facturación. En los anexos se exponen los criterios para la determinación de la potencia nominal máxima disponible de conexión, el anexo 2 es el modelo de solicitud de conexión, y el anexo 3 es el modelo de contrato técnico tipo que tiene un anexo propio en el que se citan las características de los equipos de control, conexión, seguridad y medida.

1.4.4 Bibliografía:

Documentación consultada

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos
- Orden IET/2444/2014, de 19 de diciembre, por la que se determinan los peajes de acceso de energía eléctrica para 2015.
- Real Decreto 1614/2010, de 7 de diciembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Memoria	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 40/119

producción de energía eléctrica a partir de tecnologías solar termoeléctrica y eólica.

- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto-ley 1/2012, de 27 de enero, por el que se procede a la suspensión de los procedimientos de preasignación de retribución y a la supresión de los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de cogeneración, fuentes de energía renovables y residuos.
- Directiva 85/337/CEE
- Directiva 97/11/CEE
- *Ley 6/2001, de 8 de mayo, de modificación del Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de evaluación de impacto ambiental.*
- Reglamento electrotécnico para baja tensión
- Manual usuario generador Bornay 3000
- Manual usuario Bornay torre P750
- Catalogo Enair aerogeneradores
- Manual aerogeneradores enair 30-70
- Sistemas eólicos pequeños para producción de electricidad, departamento de energía de EEUU
- Guía sobre tecnología mini eólica 2012, Fundación de energía de la comunidad de Madrid, consejería de economía y hacienda

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Memoria	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 41/119

- L. CANO y L.M. ARRIBAS .Energía Eólica (Serie Energías Renovables). Capítulo: “Tecnología Minieólica”. Editorial. Universidad de Zaragoza. Año 2011
- L. CANO. O. IZQUIERDO et al. Principios de conversión de la energía eólica. . Serie Ponencias. Editorial CIEMAT. Madrid. Año 2009

Páginas web consultadas:

- <http://www.enair.es/app/1>
- <http://www.appa.es/>
- <https://www.iberdrola.es/clientes/hogar/eficiencia/ahorro/calcular-consumo>
- <http://atlaseolico.idae.es/>
- <http://www.enair.es/>
- <http://www.kliux.com/>
- <http://www.bornay.com/es>
- <http://www.windspot.es/>
- <http://pureadvantage.org>
- <https://cleantechnica.com>
- <https://es.wikipedia.org/>
- <https://www.evwind.com>
- <http://www.aviacionargentina.net>
- <http://www.indarland.com>
- <http://www.solar-umwelttechnik-heizung.de>
- <http://energias-renovables-y-limpias.blogspot.com>
- <http://blog.is-arquitectura.es>
- <http://www.e-bluelight.com>
- <https://educarenergetico.wordpress.com>
- <https://www.absolutviajes.com>
- <https://www.pinterest.com>
- <http://www.extractores.com.mx>
- <http://slideplayer.es>
- <http://slideplayer.es>
- <https://www.enair.es>
- <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com>

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Memoria	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 42/119

- <https://www.google.com/intl/es/earth/>
- <http://nuevasenergias.es>
- </www.tumejorenergia.com>
- <https://www.enair.es/es/>

Programas usados para la elaboración del proyecto

- Paquete office 2010
- Google earth
- Proficad en su versión gratuita
- Adobe Reader XI

1.4.5 Borrador sobre el autoconsumo

A parte de estas leyes existe un borrador Real Decreto (RD) del autoconsumo, que fue dado a conocer el 18 de julio de 2013, y que se comentara a continuación.

Lo primero que cabe decir es que actualmente es un borrador, aunque algunos medios de prensa daban como fecha de aprobación el primer trimestre de 2015, simplemente con la publicación del borrador ha descendido el número de nuevas instalaciones de manera elevada, se calcula que el descenso es del 26% en el conjunto de las renovables, también incrementaría notablemente lo que el propietario pagaría de luz, por poner un ejemplo una vivienda unifamiliar con un pequeño huerto solar vería incrementada su factura de la luz entorno a un 25-27%, lo que aumenta el periodo de amortización de la instalación aproximadamente en unos 10 años.

1.4.5.1 Interpretación del borrador

Este borrador forma parte de un paquete de reformas del Sector eléctrico, en el que se deroga la Ley -L54/1997- casi en su totalidad, y que ha ido acompañada de otros Reales Decretos.

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Memoria	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 43/119

El borrador Real Decreto (RD) del autoconsumo, que fue publicado el 18 de julio de 2013, establece la regulación de las condiciones administrativas, técnicas y económicas para las modalidades de suministro eléctrico a consumidores con autoconsumo y a consumidores asociados a instalación de producción con autoconsumo. Es decir, determina la parte burocrática y técnica, para las instalaciones de autoconsumo conectadas a la red general, así como las condiciones económicas.

En la introducción del borrador explica la necesidad de establecer un sistema eléctrico que cumpla los siguientes objetivos:

- Garantizar el suministro eléctrico.
- Garantizar la mayor calidad del suministro y al menor coste posible: eliminando las trabas de la generación distribuida, y mientras ésta sea eficiente para todo el sistema.
- Necesidad de proteger el medioambiente, teniendo en cuenta del sector del que se está tratando, el eléctrico: emisión de CO2 a la atmósfera, recursos necesarios para su producción, etc...

También se hace mención a las Directivas Europeas que establecen una serie de obligaciones como son, simplificar y acelerar los procedimientos administrativos para autorizar y llevar a cabo la conexión a redes de distribución y transporte de energía eléctrica de las instalaciones interiores de producción de energía eléctrica con energías renovables, en relación al fomento del uso de energías procedentes de fuentes renovables, y teniendo en cuenta su futuro desarrollo.

Incluye además la obligación de regular el suministro de la energía eléctrica, producida por el propio consumidor -RD 1699/2011- y consumida por él mismo, para instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña escala.

Se modifica la definición de sujeto productor y consumidor establecida en la ley ya derogada, y habilita al Gobierno para establecer modalidades singulares de suministro a determinados consumidores, con el objetivo de fomentar la producción individual de energía eléctrica destinada al consumo en el mismo lugar en el que se produce. Esta habilitación implica el establecimiento de un régimen de derechos y de obligaciones para estos consumidores.

También menciona la creación de un Registro de Autoconsumo, cuya tarea será realizar el seguimiento de los consumidores con autoconsumo, y

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Memoria	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 44/119

también a los consumidores asociados a instalaciones que produzcan energía para autoconsumo, con excedentes. La diferencia entre ambos es que unos consumen el total de la energía producida por su instalación, y los otros se encuentran asociados a una instalación de producción (nuevo concepto). También tienen similitudes ya que ambos tienen acceso a la red general

Al principio de la introducción se menciona la propuesta del RD- de la cogeneración, y apunta la necesidad de crear un marco que incremente el fomento y desarrollo de esta tecnología, para la producción de electricidad y de calor. Un objetivo que pasa por la promoción de instalaciones de pequeño tamaño , o micro-cogeneración, que se introdujo como objetivo por el Parlamento Europeo en la Directiva 2004/8/CE

En el borrador también se hace mención a la *„compleja situación económica que afecta al sistema eléctrico’* y explica que el objetivo de las medidas tomadas es el de reducir costes del sistema y aumentar los ingresos. Para lo que afirma que *‘la evolución tecnológica y comercial de las energías renovables en la actualidad y la prevista para el futuro, está permitiendo la reducción de sus costes de inversión’*.

1.4.5.1.1 Generación distribuida

Se hace mención a la generación distribuida en el borrador y en el apartado anterior , primeramente me gustaría explicar lo que es, consiste en cambiar el modelo de distribución en el que el flujo de energía es vertical y centralizado por otro en el que casas aisladas edificios de viviendas , empresas , sean productores y consumidores de su propia energía, es decir, que posean tecnología para producir energía , y que vendan el excedente de su consumo a la red, esta idea suele ir acompañada del balance neto, que muy simplificado consiste en que la energía que tu produces en exceso en un momento dado la puedes consumir de la red en otro.

En el borrador se reconoce que este sistema reduce las pérdidas de energía del sistema centralizado, con el ahorro económico que esto supone en el coste de la generación y en el precio final de la energía.

También expone que en algunos casos, la generación distribuida, tiene asociados gastos derivados del coste de las inversiones adicionales en las redes, para adaptarlas al nuevo modelo de generación distribuida, lo cual no es muy entendible si en el mismo borrador se reconoce

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Memoria	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 45/119

el ahorro que se produce con las renovables en costes de inversión. Además añade, que la generación distribuida incrementa siguientes costes:

- Los costes de mantenimiento de las redes de transporte y distribución.
- Los costes ajenos al suministro reflejados en el peaje de acceso.
- Los costes dirigidos a financiar tecnologías de respaldo por estar conectados al sistema y garantizar el suministro eléctrico, incluso cuando el propio consumidor se auto-abastezca de la energía generada por él mismo, y evidentemente, esté conectado al sistema general. Este es el impuesto denominado **peaje de respaldo**, que se define como el pago a realizar por la función de respaldo que el conjunto del sistema eléctrico realiza para posibilitar la aplicación del autoconsumo, y se calcula para cada categoría de peaje de acceso. El objetivo de esta tasa consiste en cubrir los gastos del sistema eléctrico, incluyendo los necesarios para financiar las tecnologías de respaldo, y lo deben abonar los consumidores acogidos a las modalidades de autoconsumo por la energía suministrada por la instalación de generación asociada. Este impuesto parece que penalice el autoconsumo.

El texto continúa explicando que los consumidores que tengan la modalidad de autoconsumo tendrán que hacer frente a todos los cargos incluso al necesario para la financiación de las tecnologías de respaldo, peaje que se determinara en función de la de la cantidad de energía suministrada por la instalación de generación asociada.

Otro interrogante que se plantea es si habrá penalización por la energía en exceso cedida al sistema, en este caso la respuesta es un depende.

Si el consumidor está suscrito a la modalidad de autoconsumo pagará el peaje de respaldo por la energía consumida procedente de la, y peaje de acceso y otros precios, por el resto de la energía consumida. Si el consumidor cediera energía de su instalación a la red general, esta cesión no irá acompañada de contraprestación económica.

Ahora si el consumidor está asociado a una instalación productora acogidos a una modalidad de autoconsumo, pagará por la energía consumida procedente de la instalación productora, el peaje de respaldo, y por el resto de la energía consumida deberá pagar el peaje de acceso y otros precios que sean de aplicación. El productor acogido a esta modalidad de autoconsumo, podrá ceder al sistema la energía excedentaria. No especifica si habrá contraprestación económica. Además la instalación de producción deberá satisfacer Peaje de Generación o peaje de acceso a la

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Memoria	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 46/119

red, por la energía excedentaria vertida a la red. En esta modalidad hay que diferenciar productor y consumidor asociado al productor.

También me gustaría comentar otros aspectos del borrador.

- Limitación de la aplicación del RD a consumidores de energía eléctrica de potencia contratada inferior a 100kW por punto de suministro o instalación, y que instalen un equipo de generación de energía eléctrica destinada a su propio consumo, en su red interior, y cuya potencia también sea inferior a la citada potencia contratada y en todo caso inferior a 100kW. También les será de aplicación a los consumidores de energía eléctrica con independencia de su potencia contratada que estén conectados a una instalación de producción.
- La medida de la energía se realizará con dos contadores de medida horaria, más complejos al tener que disponer de comunicación remota, encareciendo la instalación.
- Obligatoriedad de un contrato de acceso entre consumidor y compañía distribuidora con independencia de la modalidad elegida, además de un contrato con la empresa suministradora, la firma de los dos contratos tiene carácter obligatorio aun sin verter energía al sistema
- La energía adquirida por el consumidor a su empresa comercializadora, se obtendrá a partir de los saldos netos horarios que se obtengan como sumas parciales de las medidas horarias de producción y consumo. Lo que implica que no existe el balance neto ya que el balance de saldo neto se realizará de manera horaria.(al final de la enumeración se explicara el balance neto)
- El precio de la energía será libremente pactado entre las partes.
- No se regula el balance neto (se explica más adelante), por lo que la energía que se cede a la red cuando la producción es superior a la demanda se entrega de manera gratuita.

1.4.5.1.2 Balance neto

Consiste en que si el usuario produce su propia energía y cede energía a la red por cada kW que este vierte a la red, tiene derecho a consumir otro kW cuando lo necesite sin que se le cobre por ello

1.4.5.2 Opiniones sobre el borrador

Parece que más que una solución o algo bueno sea un inconveniente, de la lectura detallada del mismo se pueden sacar varias cuestiones que me gustaría comentar:

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Memoria	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 47/119

- Si tienes una instalación en régimen de autoconsumo quedas descartado para ser beneficiario de las nuevas “bondades” de las nuevas tarifas, además de la liberalización a las comercializadoras de suministrar a “consumidores poco rentables”
- También me gustaría comentar el caso de las instalaciones sin vertido a la red, estas instalaciones están obligadas a ser tramitadas por el procedimiento del Real Decreto 1699/2011, que es bastante complejo, en lugar del procedimiento descrito en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión que es mucho más simple. Aquí me gustaría añadir que para que te autoricen este tipo de instalación necesitas una aprobación de la compañía eléctrica, no entiendo el motivo ya que no va a verter a la red, pero la necesitas lo cual encarece y alarga el proceso.
- Por ultimo mencionar el peaje de respaldo , también llamado carga variable transitoria, cuya finalidad es gravar al consumidor por la energía auto consumida, si bien es cierto que con las últimas reformas del borrador se exime del pago del peaje de acceso a la energía auto consumida, se mantiene la obligación de pagar por los cargos y los servicios de ajuste

En el día en que se escribe esta parte del trabajo es aún un borrador solamente, aunque hay indicios de que se podría llegar a aprobar en un periodo de tiempo corto, las opiniones son nefastas, es una tala al desarrollo de las renovables y del autoconsumo, fuera de España se ve de igual o peor manera , el portal <http://www.forbes.com/> afirma que España le pone tasas al sol, y dice que otros países como EEUU y Alemania están esperando a ver qué resultado da para aplicar medidas parecidas.

Se ha realizado una petición con más de 45.000 firmas al comisario de energía europeo y su equipo para frenar el peaje de respaldo, esta petición fue aceptada en mayo de 2014 y se solicita una comisión para realizar una investigación, y el día 27 de enero de 2015 se evalúa la petición, después de escuchar los argumentos, la Comisión determina:

- Enviar una consulta al Gobierno español para conocer en concreto cuáles son sus planes en cuanto a la aprobación del real decreto de autoconsumo.
- Solicitar a los peticionarios, ampliación de información acerca de la afectación de la subida del término de potencia al desarrollo del autoconsumo.
- Mantener abierta la petición a la espera de recabar toda la información requerida.

Después de esto la Comisión Europea abrió una investigación por la que se podría abrir a España un procedimiento de incumplimiento debido a la

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Memoria	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 48/119

multitud de trabas que de manera objetiva, recurrente y alevosa se están legislando con el único objetivo de frenar y retrasar el desarrollo e implantación del autoconsumo eléctrico

En cuanto a la normativa europea comentar unos puntos como son:

- Art 13. Procedimientos administrativos, reglamentos y códigos, en esta parte se ocupa de las normas que regulan la concesión y certificación de licencias, que estén claras y transparentes, no discriminantes, flexibles en función de cada tipo de instalación, así como que los procedimientos para su solicitud sean simples, también pide a los estados que aumente la energía renovable producida en edificios de nueva construcción.
- Art 16. Acceso a la red y su funcionamiento, en este punto se describe que los miembros tiene que garantizar un acceso prioritario a la red para la energía generada con renovables, también se especifica como el estado miembro puede delimitar el reparto de los costes de acceso a la red y refuerzo de la misma. También se exige un calendario razonable y preciso para la recepción y tramitación de la solicitud de conexión a la red.

Plan de energías renovables 2011-2020

Me gustaría hacer una mención especial a este plan sobre todo a alguno de los artículos que se tratan en el por tener normas relativas a la construcción y fabricación de equipos que se intervienen en una instalación de energía eólica, estas medidas están destinadas a lograr los objetivos propuestos para la energía eólica en España antes de 2020, en este plan se establecen unos puntos entre los cuales me gustaría mencionar.

- Tratamiento regulatorio específico para las líneas de pequeña potencia (inferiores a 100 kW), así como la incentivación de las mismas en entornos urbanos, semiurbanos, industriales y agrícolas
- Normalización de las instrucciones y procedimientos técnicos que afecten a los equipos, certificar los generadores para establecer unos requisitos de calidad en los mínimos
- Regulación de la figura del instalador autorizado

En el primer punto que se menciona entraría las ayudas o subvenciones que recibirían por instalar esta tecnología, hay varios programas de ayuda para estas instalaciones:

- Mecanismo de financiación para programas de hasta 10 kW residencial y comercial
- Programa de subvenciones para programas de demostración tecnológica(hasta 5 kW)

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Memoria	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 49/119

- Programa de subvención para instalaciones (hasta 10 kW) que no reciban apoyo del régimen especial (aisladas de la red y autoconsumo acogido a net metering)

Estas ayudas a energías renovables, se suspenden en el REAL Decreto-ley 1/2012, de 27 de enero.

Se podría mencionar también que falta por crear una ley de balance neto, que a pesar de tener que estar ya creada y a la que se le hace mención en muchos artículos, aún está en proceso de desarrollo.

1.5 Requisitos de diseño

1.5.1 Descripción del lugar donde se realizara la instalación

El lugar donde se planea colocar la instalación es una finca situada en la provincia de Asturias en un pueblo perteneciente a Cudillero, concretamente en Oviñana, la zona en la que se encuentra la finca se denomina "el gallo". La situación es, latitud: 43°34'49.25"N longitud: 006°14'36.88"O, se encuentra a medio kilómetro en línea recta del mar, en la siguiente parcela de google earth se puede ver la parcela así como la costa. La parcela está marcada con un contorno blanco y en el lugar en el que se encuentra la edificación hay una marca de una chincheta, en la imagen también se pueden ver las edificaciones cercanas que podrían ser un impedimento para el óptimo funcionamiento del generador en cuanto a otro tipo de obstáculos remarcables el único que tiene sería el pequeño bosque que se encuentra en la parte izquierda de la imagen siendo este de pinos y de una altura aproximada de unos 3 metros.

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Memoria	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 50/119



Ilustración 18, Vista de Google earth de la parcela en cuestión. Fuente: <https://www.google.com/intl/es/earth/>

Dentro de la parcela existen varios sitios en los que se podría instalar el aerogenerador. A continuación se incluyen unas fotos panorámicas para dar una idea de cómo es la parcela. Primero incluiré una imagen más detallada de la parcela también procedente de google earth



Ilustración 19, ampliación de la primera imagen de Google earth
Fuente: <https://www.google.com/intl/es/earth/>

Las siguientes dos imágenes están tomadas desde el techo la caseta de aperos que se marca en el foto como caseta, es uno de los lugares en los que se plantea instalar la torre del aerogenerador puesto que dispone de una base de cimentación, y es el sitio más alejado de la casa y poco usable de la parcela



Ilustración 20, panorámica 1 desde la caseta. Fuente Elaboración Propia



Ilustración 21, panorámica 2 desde la caseta Fuente Elaboración Propia

Las dos imágenes siguientes están tomadas desde el centro de la parcela



Ilustración 22, panorámica 1 desde el suelo de la parcela Fuente Elaboración Propia

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Memoria	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 53/119



**Ilustración 23, panorámica 2 desde el suelo de la parcela Fuente
Elaboración Propia**

Este sería otro de los posibles emplazamientos, otro sería cerca de la casa en dirección a la caseta y la otra en dirección contraria pero también cerca de la casa. Lo que intentaría sería evitar los máximos obstáculos posibles para el generador.

1.5.2 Elección de un emplazamiento para la torre

Los emplazamientos en los que se había pensado en un principio son los extremos más al este y oeste de la parcela y el centro, los 3 emplazamientos tienen obstáculos cerca en el caso del emplazamiento central el obstáculo está a unos escasos 15 metros de la situación del generador y tiene la altura de una casa de doble planta, así que este lo descartamos, en el caso del emplazamiento más al este, tiene una casa situada a unos 40 metros al este de la ubicación del aerogenerador y está situado a unos 5 metros de la residencia, el propietario nos comenta que está preocupado por el ruido que pudiera hacer la turbina, por lo que esta ubicación a pesar de ser la mejor situada se descarta, por último tenemos la localización más al oeste que tiene una construcción de ladrillo de menos de 1.5 m de altura delante y a unos 30 metros al oeste una casa de una planta, también tiene unas casas de 2 plantas situadas en un margen de entre 100 y 150 metros.

El lugar elegido será el situado más al oeste, la torre tendrá una altura de 14 metros, para esta altura se tiene en cuenta el obstáculo más alto en 90 metros a la redonda, 5.5 metros, a este se le suman los 9 metros que tiene que estar más alta la torre del aerogenerador que el obstáculo, esto nos daría una altura de 14.5, pero la gama comercial que he encontrado para aerogeneradores la máxima altura es de 14 metros, hay torres autoportantes e más altura, incluso en los catálogos comerciales aparecen de hasta 20m en la misma gama, pero a los distribuidores consultados no

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Memoria	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 54/119

me han dado contestación al precio de las mismas solo me han mencionado que no las tiene en stock

La torre podría instalarse de tipo autoportante o autoizable, las primeras son más baratas, necesitan una grúa para su colocación y para la realización del mantenimiento es necesario subir arriba a la propia turbina , en cuanto a las autoizables hay modelos que pueden abatirse completamente para de esta manera bajar la turbina y realizar los mantenimientos en el suelo. AL final se decide una de las primeras.

A la torre se le realizara una cimentación adecuada de acuerdo con las especificaciones del fabricante, ira pintada, y con el material tratado para prolongar la vida dado el lugar en el que se va a instalar.

1.5.3 Elección del aerogenerador a instalar

En este punto se han tenido en cuenta los siguientes generadores, Bornay 3000, Bornay 6000, Kilux Zebra(es el único de los citados que es de eje vertical), Enair 30, Enair 70, Windspot 1,5, Windspot 3,5. A continuación se pasara a ofrecer una descripción breve de cada uno de ellos.

1.5.3.1 Bornay 3000

Este generador tiene 2 palas fabricadas en fibra de vidrio y fibra de carbono con un radio de 2 metros, necesita una velocidad de viento de 3,5 m/s para arrancar, para alcanzar la potencia nominal necesita 12 m/s frena automáticamente cuando se alcanzan velocidades de 14 m/s y la velocidad máxima de viento declarada por el fabricante es de 60 m/s, tiene un peso de 93 kg y el regulador de 14 kg. En el manual de instalación del generador se explica las diferentes medidas a tomar para su colocación y para que el ángulo con la torre sea el correcto.

1.5.3.2 Bornay 6000

Este generador tiene 3 palas fabricadas en fibra de vidrio y fibra de carbono con un radio de 2 metros, necesita una velocidad de viento de 3,5 m/s para arrancar, para alcanzar la potencia nominal necesita 12 m/s frena

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Memoria	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 55/119

automáticamente cuando se alcanzan velocidades de 14 m/s y la velocidad máxima de viento declarada por el fabricante es de 60 m/s, tiene un peso de 107 kg y el regulador de 18 kg.

1.5.3.3 Kliux Zebra

Aero generador de eje vertical de 9 alabes fabricados en poliuretano expandido, con un diámetro de rotor de 2,36 m. En este caso el generador viene con un mástil de 6 m de altura incorporado, tiene una altura de rotor de 3,1m y la transmisión tiene una altura de 0,83m, lo que nos da una altura total de 9,9 m, tiene una velocidad de arranque de 3 m/s. Con una media de 6 m/s de velocidad de viento la compañía tiene calculado que el generador aportaría 2616 kWh al año. Su peso total incluyendo la transmisión, rotor y generador es de 375 kg.

1.5.3.4 Enair 30

El Enair 30 está fabricado con 3 hélices que se realizan en fibra de vidrio con resinas epoxi, tiene un diámetro de 3,2 m, un peso de 130 kg, arranca con una velocidad de viento de 2 m/s, su velocidad nominal se sitúa en 10 m/s, y aguanta hasta los 60m/s de velocidad, la empresa mantiene que es capaz de generar hasta 30 kWh al día.

1.5.3.5 Enair 70

El Enair 30 está fabricado con 3 hélices que se realizan en fibra de vidrio con resinas epoxi, tiene un diámetro de 4.1 m, un peso de 165 kg, arranca con una velocidad de viento de 2 m/s, su velocidad nominal se sitúa en 12 m/s, y aguanta hasta los 60m/s de velocidad, la empresa mantiene que es capaz de generar hasta 70 kWh al día.

1.5.3.6 Windspot 1.5

Es un generador con 3 palas que tiene una velocidad de arranque de 3 m/s su velocidad nominal es de 12 m/s, tiene un peso de 155 kg, un diámetro del rotor de 3,3 m, y una producción anual de entre 2383 y 4850 Kwh girando a 250 rpm.

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Memoria	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 56/119

1.5.3.7 Windspot 3.5

Es un generador con 3 palas que tiene una velocidad de arranque de 3 m/s su velocidad nominal es de 12 m/s, tiene un peso de 185 kg, un diámetro del rotor de 4,05 m, y una producción anual de entre 5550 y 11300 Kwh girando a 250 rpm.

Cada aerogenerador trae su propio regulador e inversor, y el resto de componentes necesarios para su montaje, a excepción de la torre que solo va incluida en el Kilix Zebra. Aunque también hay kits de los otros modelos en los que se incluye la torre.

1.6 Análisis de soluciones

Para la elección del modelo a instalar lo primero que vamos a tener en cuenta es el consumo medio de la vivienda, para ello se va a calcular con el calculador de Iberdrola (<https://www.iberdrola.es/clientes/hogar/eficiencia/ahorro/calcular-consumo>), vamos a tener en cuenta que en la casa residen 4 personas, que hay una televisión que funciona 4 horas al día, que tiene un frigorífico combinado, una lavadora sin secadora y con 3 usos semanales, un microondas con 4 usos diarios, lavavajillas con 3 usos semanales, horno eléctrico con 3 usos al mes, y ordenador de sobremesa con 4 horas al día de uso, esto nos da un consumo de 6047 kWh al año, a esta cifra hay que añadirle un pequeño coeficiente de un 5% por usos fuera de lo normal lo que nos deja una cifra de 6350 kWh al año que al mes son 529.16 kWh o lo que es lo mismo 17,64 kWh al día.

Ahora con los datos del fabricante se intentara hacer una estimación de lo que podrían producir cada uno.

Lo primero es saber la velocidad de viento que hay en la zona, para esto se pueden instalar unas estaciones de medida, consular los datos de disponibles en forma de tablas o en el atlas eólico, o todo a la vez. En este caso voy a utilizar el mapa eólico de Asturias que se puede descargar en <http://atlaseolico.idae.es/> con este mapa se obtiene unos valores mínimos de 5 m/s minino en verano y un máximo de 7.5 m/s en invierno.

Enair también tiene una aplicación para el cálculo de una instalación que te hace una aproximación de la velocidad de viento obtenida en la

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Memoria	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 57/119

ubicación específica, (<http://www.enair.es/app/1>), el resultado de esta aplicación para nuestra ubicación nos da 6.8 m/s, esta aplicación también nos da el porcentaje de tiempo operativo que en este caso es del 95.3%.

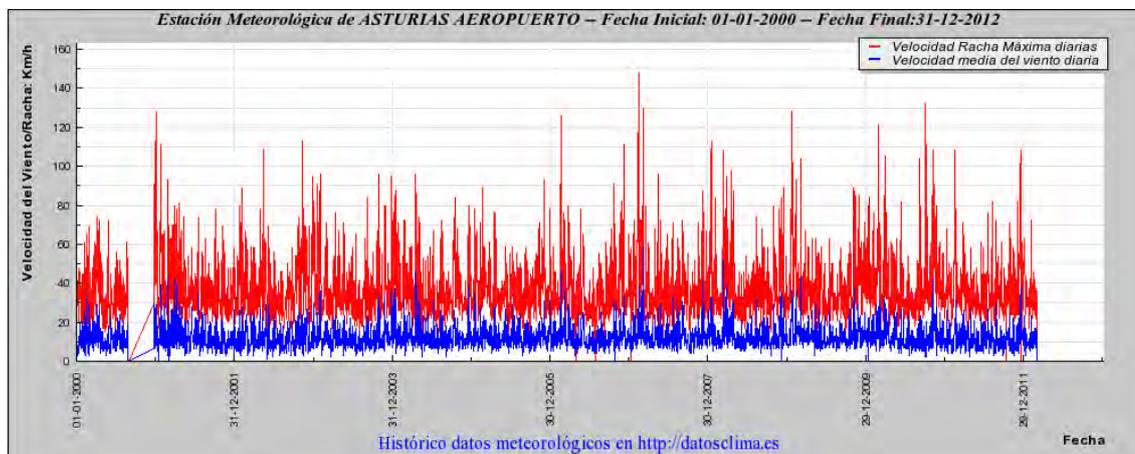
A continuación se muestran 2 tablas de dos estaciones meteorológicas diferentes la primera es una estación de AEMET la segunda es una estación de un aficionado Gonzalo Saint-Remy Pérez (perteneciente a la web www.meteoaviles.es), al cual agradezco enormemente que me dejara los datos para hacer los cálculos

Lo primero que se va a hacer es quitar los días de los que no se tiene registro de datos para luego calcular los valores medios, la tabla completa se incluirá en los anexos. Aquí se pone a modo de resumen los valores calculados ya que las tablas se incluyen en los anexos.

Tabla I:

media en km/h	39,2361809	23,83249581
Media en m/s	10,89893914	6,620137726
moda en Km/h	26	17
moda en m/s	7,222222222	4,722222222

La tabla es desde el 07-05-2013 hasta el 09-05-2015, la siguiente es desde el 01-01-2000 hasta el 31-01-2012, el grafico es del mismo periodo de tiempo.



(Grafico elaborada a partir de los datos obtenidos en datosclima.es)

CARACTERISTICA / VALOR	(Velocidad m/s)	(Velocidad Km/h)	FECHA	HORA
Racha de Viento más alta Registrada:	41.1	147.96	14-02-2007	6:05
Velocidad Media más alta Registrada:	16.4	59.04	07-03-2007	

Estos datos están obtenidos de diferentes páginas web por eso el diferente formato, con estos datos vamos a considerar una velocidad de viento de unos 6.0 m/s que es la que vamos a usar para las curvas de potencia de los diferentes aero-generadores

Modelo aero generador	Potencia en W
Bornay 3000	3000
Bornay 6000	6000
Kliux Zebra	1800 (pot. nominal)
Enair 30	3000

Enair 70	7000
Windspot 1.5	1500
Windspot 3.5	3500

Estos son los datos facilitados por el fabricante haría que tener en cuenta que estos datos son para una velocidad de viento constante de 6.5 m/s en la realidad el viento no va a estar siempre en este valor teniendo rachas de menor velocidad incluso periodos de no tener el mínimo para mover las aspas, por lo que la producción será menor, para un cálculo exacto habría que colocar una o varias estaciones de medición durante un periodo de tiempo para tener datos más fiables.

Una aproximación más fiable es la curva técnica, en ella se representan 3 curvas para un generador, en este caso el Enair 30,

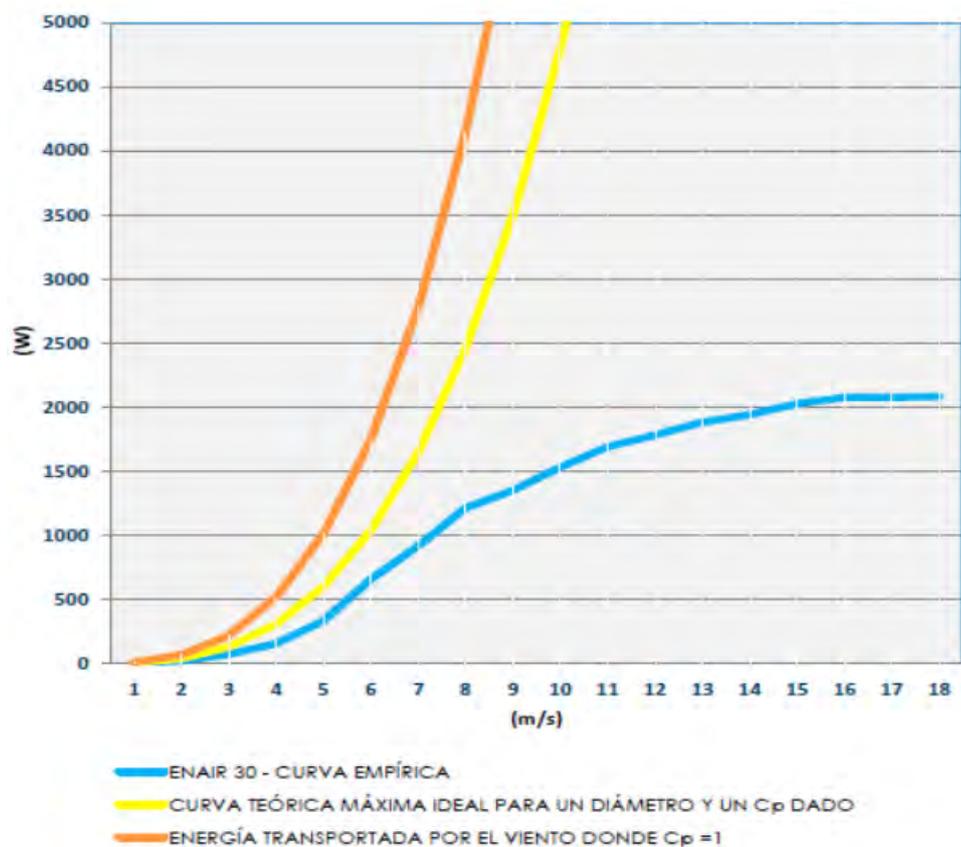


Ilustración 24, Curva técnica Enair 30 Fuente : Manual Enair 30

La curva empírica es la curva de potencia, ha sido obtenida en un campo de pruebas, representa la curva real, obtenida de la potencia obtenida para cada velocidad de viento, y de ella se obtiene el coeficiente de Betz (C_p) a partir de la siguiente fórmula:

$$P = \frac{1}{2} \times C_p \times \eta_g \times \frac{D^2 \times \pi}{4} \times \rho_{AIRE} \times v^3$$

En esta ecuación η_g es el rendimiento del generador, para el enair 30 se toma el valor de 0.9.

El C_p varía para cada velocidad y sigue con una distribución no uniforme aunque se ve que es más favorable para velocidades de menos de 11 m/s, esto es porque a esa velocidad se activa el paso variable de las aspas, con lo que se pierde aerodinámica y con ello disminuye C_p , el máximo que se puede conseguir para este valor es 0,593 que es el máximo físicamente posible para cualquier máquina que genera electricidad a partir del aire.

m/s	ENAIR 30	Coefficiente de Betz
1	2	0,274804474
2	18	0,309155033
3	70	0,356228021
4	155	0,332771042
5	330	0,362741905
6	655	0,416659561
7	915	0,366539495
8	1.210	0,32472013
9	1.350	0,254448587
10	1.530	0,210225422
11	1.690	0,174462645
12	1.780	0,141537026
13	1.880	0,117576789
14	1.940	0,097142981
15	2.025	0,082441342
16	2.075	0,069606846
17	2.075	0,058031679
18	2.080	0,049004913

Ilustración 25, Tabla de coeficiente de Betz en función de la velocidad del viento Fuente: Manual Enair 30

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Memoria	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 61/119

Energía transportada por el aire, esta curva representa la energía transportada por el viento en un tubo de aire de diámetro igual al diámetro del generador.

Energía extraíble, también denominada curva de Betz, corresponde al máximo que podría extraer un aerogenerador en condiciones ideales. Es el 59.3% de la energía extraíble

1.6.1 Precios de los equipos

Precio de la torre -> 1012€

Torre cuatripata Bornay autosoportada P750-13m

Precio de los aerogeneradores

Bornay 3000 -> 8580 € +I.V.A.

En el paquete se incluye el inversor y el transporte

Bornay 6000 -> 7915 € +I.V.A.

El inversor no va incluido en el precio (habría que sumarle 2450 €),
transporte incluido

Kliux Zebra -> 8500 € +I.V.A.

Incluye todo lo necesario para su puesta en funcionamiento, transporte
incluido

Enair 30 -> 5321.25 € +I.V.A.

En el paquete incluye todo lo necesario para su puesta en funcionamiento
así como el transporte

Enair 70 -> 13794 €

Todo lo necesario va incluido en el paquete, transporte incluido

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Memoria	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 62/119

Windspot 1.5 -> 7950 € +I.V.A.

En este precio iría incluido todo lo necesario para el montaje, transporte incluido

Windspot 3.5 -> 12230 € +I.V.A.

En el precio iría incluido tanto el transporte como todo lo necesario para su montaje

Modelo aero generador	Precio final en €	Precio con torre
Bornay 3000	10382	11394
Bornay 6000	12028	13040
Kliux Zebra	10285	11297
Enair 30	6438	7450
Enair 70	13794	14806
Windspot 1.5	9619	10631
Windspot 3.5	14798	15810

A este precio con torre le hay que añadir los materiales para conectarlo a la instalación de casa, cable manguera, el realizar las obras oportunas como una canaleta por donde irían los cables.

Se decide instalar el **Enair 30** porque es el más barato, las opiniones sobre el producto son buenas, es uno de los que más baja velocidad de arranque tiene, el nivel de ruido declarado es un 1% superior al ambiente, tiene tratamiento para su funcionamiento en lugares de costa.

Este generador en los rangos de velocidades de viento que nos movemos puede obtener entre 8 y 14 kW al día según datos de propietarios, lo que supondría un poco menos de la mitad del valor que tenemos de consumo al día, insisto en que el viento no va tener siempre la misma velocidad ni estará soplando siempre por lo que no se puede decir que vallamos reducir en la mitad el consumo.



Ilustración 26, Foto del Enair 30 Fuente: <http://nuevasenergias.es>



Ilustración 27, Imágenes de la torre con el generador Fuente: [/www.tumejorenergia.com](http://www.tumejorenergia.com)

1.7 Resultados Finales

1.7.1 Montaje de la torre

Lo primero que haremos será el agujero para colocar la torre y ensamblar la torre



Ilustración 28, Montaje de la torre del aerogenerador. Fuente Manual de usuario aerogeneradores 30 y 70 Enair

El segundo paso será colocar el aerogenerador en su posición y fijarlo a la torre, eso lo haremos en posición horizontal, en este punto se comprobarán cosas como la distancia mínima que tiene entre la pala y el vértice alejado de la misma tiene que ser de 35 cm como mínimo.

El tercer paso será posicionar el conjunto torre aerogenerador y levantarlo con ayuda de una grúa, en esta fase el molino tendrá que estar frenado, para eso se le realizará un cruce de fases



Ilustración 29, grúa levantando el aerogenerador. Fuente Manual de usuario aerogeneradores 30 y 70 Enair

En el 4 paso se nivela la torre y se rellena de hormigón el agujero realizad para colocarla, en esta fase es importante asegurarse de que quede perfectamente nivelada, lo que nos dará una mayor eficiencia de enfoque.

5º paso se suelta la grúa de la torre y se mantiene arriestrada la torre durante el tiempo necesario para que el hormigón solidifique normalmente un periodo de entre 1 y 3 días, en este tiempo el generador seguirá frenado



Ilustración 30, torre del generador arriestrada. Fuente Manual de usuario aerogeneradores 30 y 70 Enair

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Memoria	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 66/119

6º paso cuando el hormigón este fraguado, se quitan los tensores y se libera el generador, iniciándose así la puesta en funcionamiento.

1.7.2 Montaje de la maquinaria

Para montar el aero generador seguiremos los pasos nombrados a continuación

1º se unirán los cables del aerogenerador con los de bajada de la torre por conectores eléctricos. Para evitar la sobrecarga en las escobillas por el peso de los cables, fijaremos la manguera de bajada al interior de la torre, esto se puede llevar a cabo fijando un gancho al interior mediante soldadura, y dando 3 vueltas l cable en dicho gancho



Ilustración 31, figura de la unión de los cables. Fuente Manual de usuario aerogeneradores 30 y 70 Enair

2º para la colocación de la torre necesitaremos los tornillos suministrados en el pack, una llave fija de 22 un vaso de 22 y una dinamométrica.



Ilustración 32, Colocación de los tornillos de unión. Fuente Manual de usuario aerogeneradores 30 y 70 Enair

Para su colocación procederemos de la siguiente manera, presentaremos todos los tornillos y los llevaremos hasta el punto de no poder apretar más con la mano, a continuación apretaremos con la llave fija en estrella, comprobaremos finalmente con la dinamométrica que el apriete es de 91 Nm

3º paso este sería la fijación de las palancas de torsión, lo primero a tener en cuenta es que hay 3 palancas de torsión , que no son intercambiables , viene marcadas con los números 1,2,3 y que una de ellas se coloca durante la fabricación, se colocan como se muestra en el siguiente dibujo.

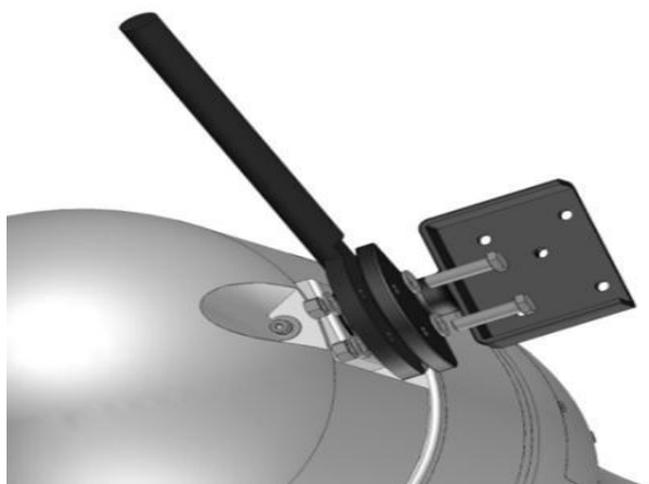


Ilustración 33, Colocación de las palancas. Fuente Manual de usuario aerogeneradores 30 y 70 Enair

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Memoria	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 68/119

Para realizar la operación necesitaremos, llave fija y vaso de 19, y llave dinamométrica, y los tornillos, tuercas y arandelas suministrados en el paquete. Colocaremos primero los tornillos y apretaremos con la llave fija, luego con la llave dinamométrica comprobaremos que el apriete es de 57 Nm.

4º paso, montaje de las palas, aquí se montaran las palas, para ello vamos a usar las arandelas tuercas y tornillos suministrados, es muy importante en este proceso ensamblar las palas con las placas protectoras del entorque colocadas. El ajuste de estos tornillos es muy fino, por lo que es conveniente tener a mano un taladro con la broca del número 10 por si hubiera que repararlos. Para este proceso también necesitaremos una llave fija y vaso del 17 además de una llave dinamométrica , procederemos a apretar los tornillos con cuidado y poco a poco y luego les daremos un último apretón con la dinamométrica hasta llegar a los 33 Nm que es su par de apriete. Para garantizar el correcto montaje de las palas estas llevan un sistema por el que solo se pueden montar en una posición.

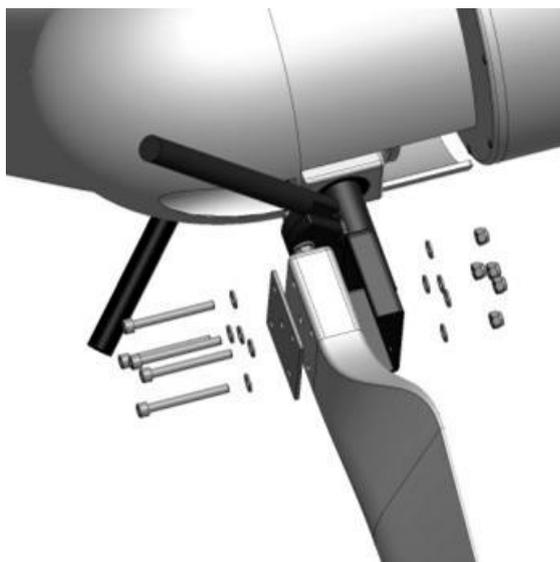


Ilustración 34, Montaje de las palas. Fuente Manual de usuario aerogeneradores 30 y 70 Enair

5º paso, montaje del timón, se realizara según la imagen.

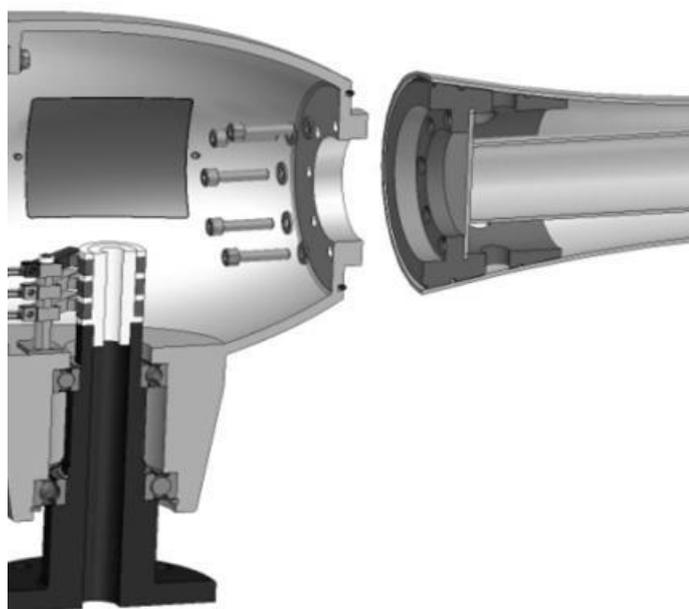


Ilustración 35, Montaje del timón. Fuente Manual de usuario aerogeneradores 30 y 70 Enair

Para el montaje necesitaremos los tornillos y arandelas proporcionados en la caja, llave fija y vaso de 8, así como una dinamométrica.

Se apretaran tos los tornillos a mano, luego se apretaran con la llave para acabar el apretado con la dinamométrica a33 Nm.

1.7.3 Acople entre el eje de giro y la torre

Se realizara según el siguiente plano, el acople tiene que ir soldado a la parte superior de la torre y atornillado al eje de giro del aerogenerador.

SECCIÓN A-A

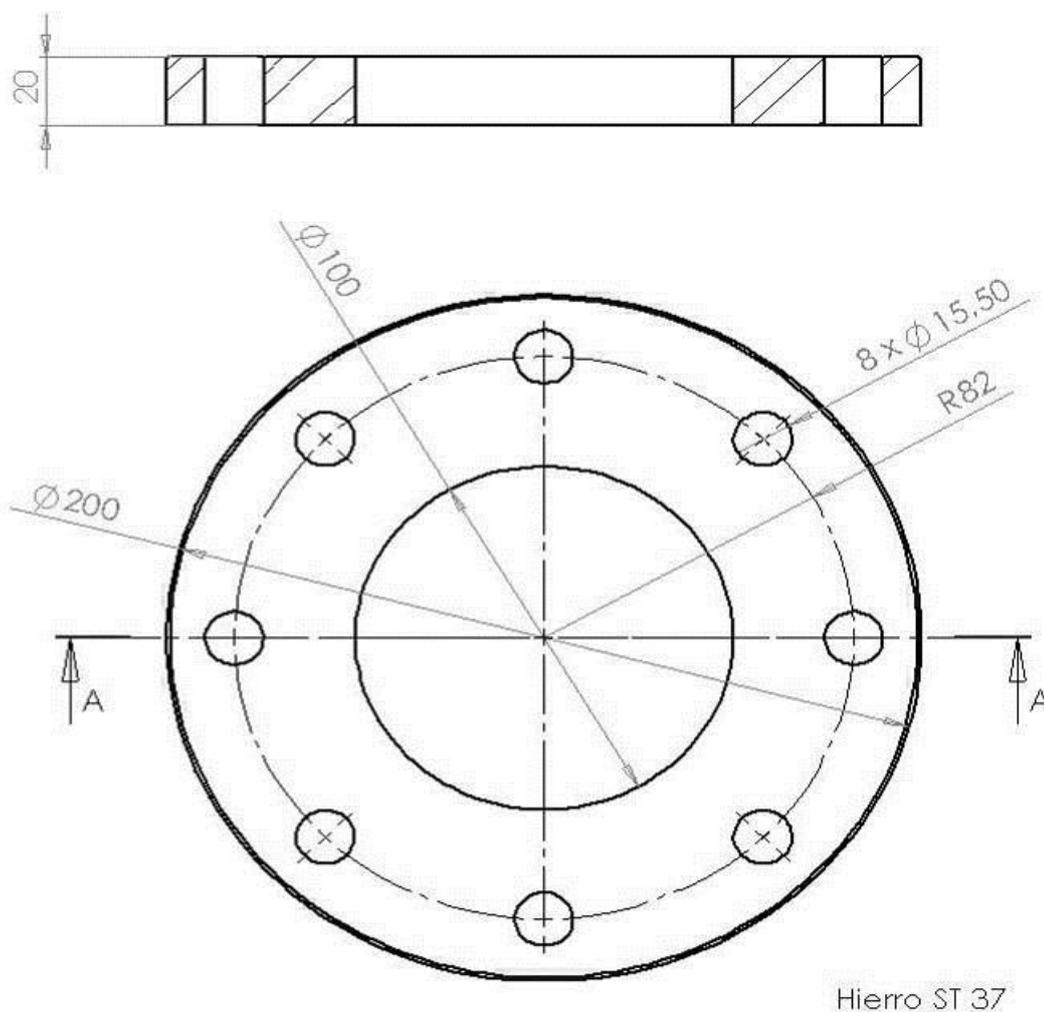


Ilustración 36, Plano del acople. Fuente Manual de usuario aerogeneradores 30 y 70 Enair

1.7.4 Mantenimiento del aerogenerador

Aquí se mencionara el mantenimiento requerido por el generador, el mantenimiento del generador va en función de la clase de viento predominante en la zona, para el viento que estamos considerando le

correspondería una clase de viento 3, con esta clase de viento el mantenimiento a realizársele es el siguiente:

Un mes después de la instalación, reapriete de todos los tornillos.

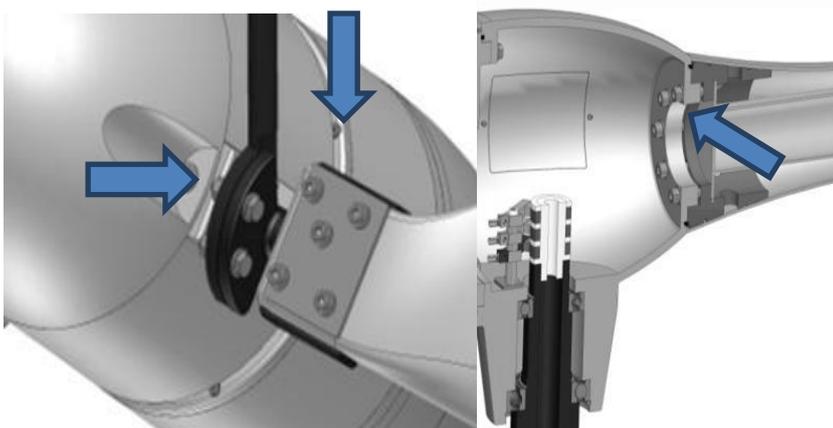


Ilustración 37, tornillos de palas, palancas, y timón a reapretar. Fuente Manual de usuario aerogeneradores 30 y 70 Enair



Ilustración 38, tornillos a reapretar del eje de giro. Fuente Manual de usuario aerogeneradores 30 y 70 Enair

Revisión de tornillos, comprobar que no se ha producido aflojamiento en los tornillos siguientes

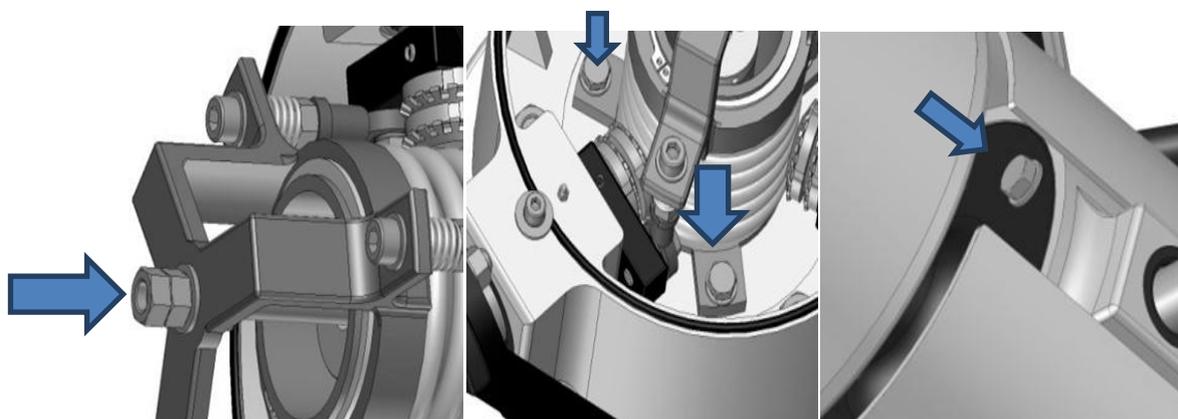


Ilustración 39, tornillos a reapretar de izquierda a derecha en la corredera, guía de la corredera, y acoplamiento plato- paso variable. Fuente Manual de usuario aerogeneradores 30 y 70 Enair

Engrasado de rodamientos de paso variable, se engrasan los rodamientos inyectando la grasa a través de los tres engrasadores que tiene hasta que se vea la grasa desbordada por el rodamiento inferior

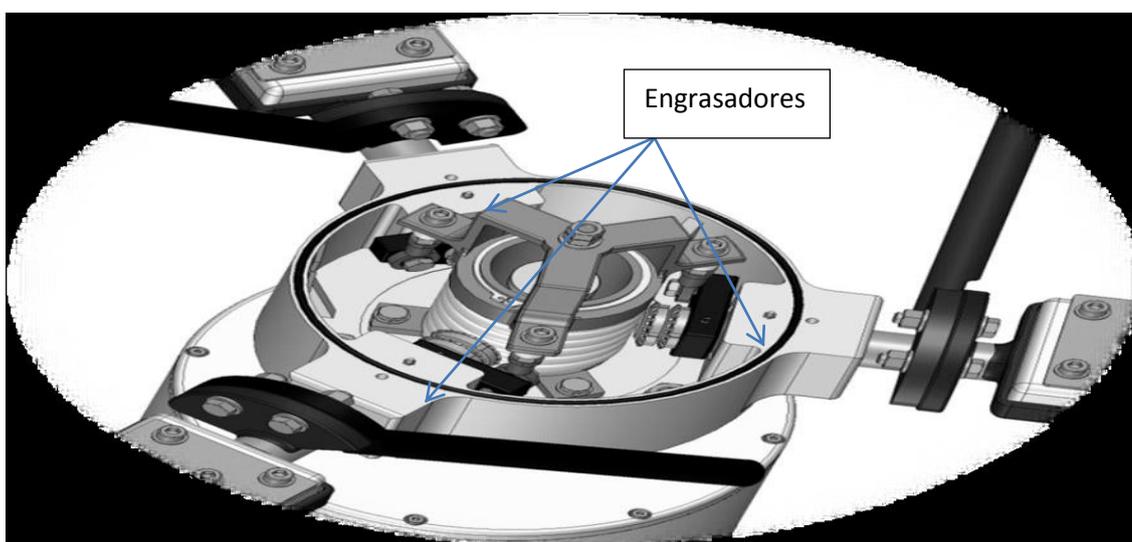


Ilustración 40, Situación de los engrasadores. Fuente Manual de usuario aerogeneradores 30 y 70 Enair



Ilustración 41, Apreciación del rebose de la grasa en la izquierda y detalle del engrasado del paso variable a la derecha. Fuente Manual de usuario aerogeneradores 30 y 70 Enair

Un mes después de la instalación y siempre que haya vientos superiores a 25 m/s hay que realizar una inspección visual del molino y de la torre, también hay que comprobar los ruidos y posibles vibraciones

Cada 12 meses hay que comprobar el estado de las palas con especial atención al borde de ataque de las mismas, es normal apreciar un mínimo desgaste, si el desgaste fuera considerable hay que sustituir las 3 palas



Ilustración 42, borde de la pala. Fuente Manual de usuario aerogeneradores 30 y 70 Enair

Otro mantenimiento es el relativo a la comprobación del funcionamiento del paso variable, para ello lo que se hace es:

- a) Presionar las tres palancas de torsión a la vez entre 2 personas, se tiene que notar la fuerza de resistencia del muelle
- b) Hay que comprobar que las palancas llevan a la posición límite
- c) Soltar las palancas comprobando que recuperan su posición inicial

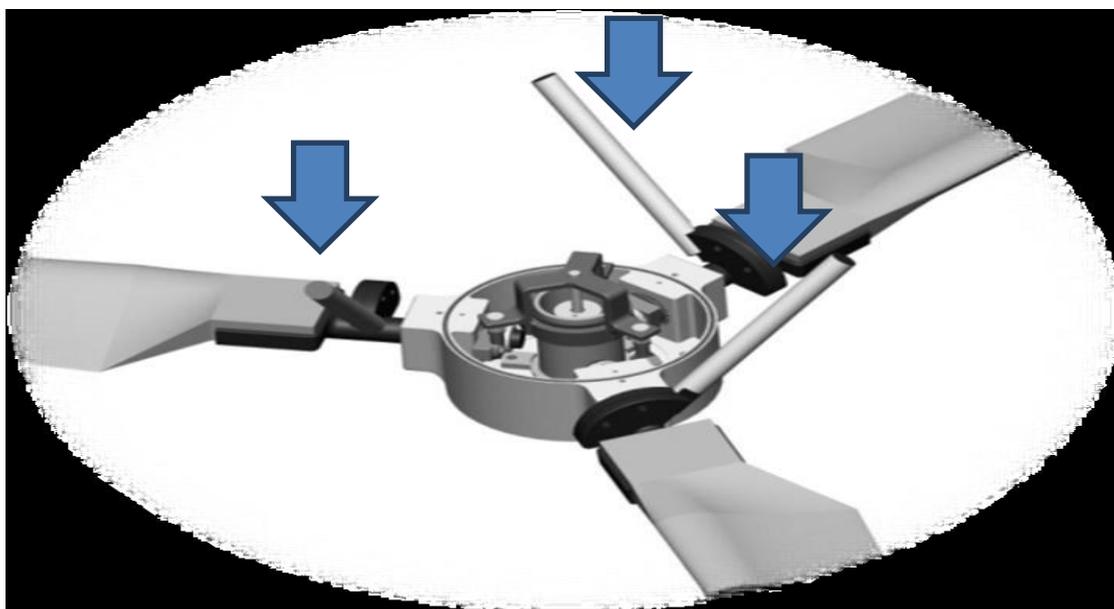


Ilustración 43, Puntos a presionar para la comprobación. Fuente Manual de usuario aerogeneradores 30 y 70 Enair

Frecuentemente hay que inspeccionar tanto la torre como el molino en busca de posibles defectos u oxido, si fuera preciso se eliminaría el óxido y se repintaría

Inspección de escobillas, anillos rozantes, y los cables de conexión, para esto hay que comprobar la tensión del muelle, que las escobillas hagan buen contacto con los anillos y el estado de las conexiones de los cables, cuando se aprecie suciedad se procederá a una limpieza

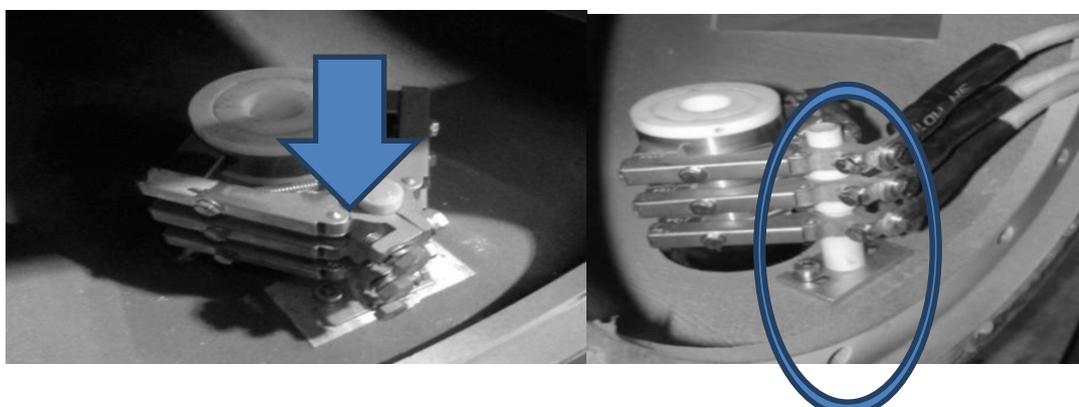


Ilustración 44, Lugares de comprobación. Fuente Manual de usuario aerogeneradores 30 y 70 Enair

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Memoria	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 75/119

Cada 9 años hay que cambiarle las escobillas, este es orientativo ya que si se detectara un deterioro habría que cambiarlas antes, las escobillas tiene una marca indicativa que cuando se alcance habrá que cambiarlas



Marcas de desgaste

Ilustración 45, Situación de las marcas de desgaste de las escobillas. Fuente Manual de usuario aerogeneradores 30 y 70 Enair

Hay que tener en cuenta también las tapas laterales del molino que lo mantiene impermeable, y que habrá que sustituir si se observan grietas en ellas



Ilustración 46, Situación e las tapas. Fuente Manual de usuario aerogeneradores 30 y 70 Enair

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Memoria	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 76/119

1.8 Coste del mantenimiento

Mantenimiento en el primer mes de funcionamiento:

Reapriete de tornillos, engrasado de rodamientos, comprobación de ruidos y de posibles vibraciones. 1 hora 25€

Total 25€ + iva

Mantenimiento anual: (está sacado del trabajo)

Comprobación estado de las palas, óxidos en la instalación, tapas laterales del molino y posibles defectos. 1 horas 25€

Total 25€ + iva

Mantenimiento quinquenal:

Verificación de parámetros (tensión, ámprios, rpm, etc) 2 horas: 50€

Cambio de rodamientos:

Material rodamiento 82€

Mano de obra 2 horas: 50€

Revisión contrapesos del regulador 0,5 horas: 12,5€

Verificación de acción del regulador (con contrapesos y verificación de muelles) 1 hora 25€

Verificación (sistema de control): (Inversor, convertidor, cuadros, fusibles, magnetotérmico 0,15 horas 3,75€

Comprobación cableado 0,15 horas 3,75€

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Memoria	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 77/119

Verificación cableado a tierra: 0,15 horas 3,75€

Total 230,75€ + iva

Mantenimiento cada 9 años:

Cambio de escobillas: (dices en el trabajo que es cada 9 años)

Material (escobillas) 65€

Mano de obra 0,15 horas 3,75€

Total 68,75€ + iva

Mantenimiento decenal:

Retirada de equipo y verificación en servicio técnico:

Camión grúa 250€

Coste verificación (banco de pruebas generador) 1,5 h x 37,5€

Total 287,5€ + iva

Con estos datos podemos calcular el mantenimiento en unos 27 años (aproximadamente la vida útil de la instalación)

Coste mantenimiento primer mes (pago único) 25€ + iva

Coste mantenimiento anual: 25€ * 26 años 650€+iva

Coste mantenimiento quinquenal 230,75*5 1153,7€+iva

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Memoria	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 78/119

Coste mantenimiento cada 9 años: $68,75 * 2$ 137,5+iva

Coste mantenimiento decenal: $287,5 * 2$ 575+iva

Total

2541,2+iva

IVA sobre 2541,2 = 533,65€

Coste total con IVA = 3074,85€

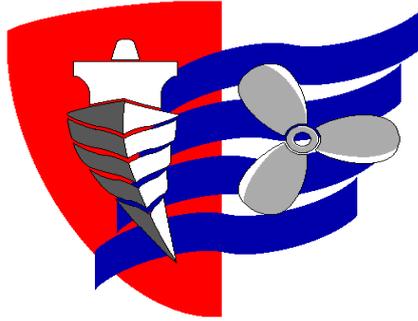
Anualizado: $2541,2/27$ años = 94,11€ + IVA

Anualizado con IVA: $3074,85/27$ años = 113,9€ IVA incluido

Estos datos están calculados *a día de hoy* es decir que el coste iría aumentando con el paso de los años, pero de igual manera aumentaría el precio de la energía por lo que nos sirven para realizar un calculo estimativo

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

Trabajo Fin de Máster

**INSTALACION DE UN
AEROGENERADOR PARA USO
DOMESTICO
MEDICIONES**

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Mediciones	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 80/119

Índice apartado mediciones

<u>2 Estado de mediciones</u>	81
<u>2.1 Unidades necesarias previas a la instalación</u>	81
<u>2.2 Unidades necesarias durante la instalación</u>	81
<u>2.3 Unidades necesarias post instalación</u>	81

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Mediciones	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 81/119

2 Estado de mediciones

En esta parte se tiene como objetivo definir las unidades necesarias que configuraran la totalidad del proyecto

2.1 Unidades necesarias previas a la instalación

- Realización de una zanga para la instalación de la base de la torre de 2m² y un metro de profundidad
- Realización de una zanja para comunicar el aerogenerador con la vivienda será de 0.5m de ancho, 1m de profundidad y cubrirá la distancia entre la torre y la casa.(80m aproximadamente)
- Instalación del cable de 16mm por dentro de un tubo desde la casa hasta el futuro emplazamiento de la torre(110m de cable aproximadamente)
- Impermeabilización del tubo haciendo la zanja lo más estanca posible.
- Preparación en la vivienda para la conexión, aquí se incluye, 50m de manguera de cable de 16mm de sección para la conexión desde el cuadro a la salida de la casa.

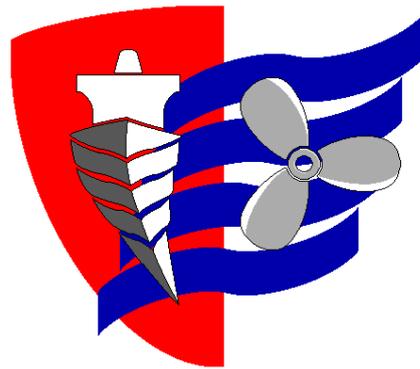
2.2 Unidades necesarias durante la instalación

- Caja de la torre
- Caja del aerogenerador
- Caja de inversor
- Caja del controlador
- 2m³ de hormigón para la base de la torre
- 20m de cable de 16 mm para conexiones variadas
- Alquiler de grúa +operario

2.3 Unidades necesarias post instalación

- 4 horas para la limpieza
- 2 horas para el relleno de la zanja desde la casa a la torre

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**



ANEXOS

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Anexos	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 83/119

Índice apartado Anexos

<u>3 Anexos</u>	84
<u>3.1 Documentacion de partida</u>	84
<u>3.2. Calculos</u>	84
<u>3.2.1 Estudio de impacto ambiental</u>	84
<u>3.2.1.1 Documentos requeridos estudio de impacto ambiental</u>	85

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Anexos	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 84/119

3 Anexos

3.1 Documentación de partida

En la parte final del trabajo se incluyen todos los manuales tanto de instalación como de servicio a los que se hace referencia en el proyecto, no se incluyen aquí ya que están en pdf y es imposible copiarlos aquí poniéndoles numeración por lo que se les incluye al final del proyecto sin paginar.

3.2 Cálculos

Se tendrán en cuenta los anexos relativos a Seguridad y salud, medio ambiente, y gestión de residuos propios de la empresa que realiza la obra.

En cuanto a la eficiencia energética se tendrá en cuenta la descrita en los diferentes equipos suministrados.

3.3.1 Estudio de impacto ambiental

El estudio de impacto ambiental es obligatorio para la puesta en marcha de instalaciones de energía eólica, en los parques que tengan 50 o más aerogeneradores o que se encuentren a menos de dos kilómetros de otro parque eólico, así como a otros que, no alcanzando los valores de los umbrales establecidos, se desarrollen en zonas especialmente sensibles y tengan más de 10 aerogeneradores.

El procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental fue regulado por el derecho comunitario mediante la Directiva 85/337/CEE, posteriormente modificado por la Directiva 97/11/CEE, que completó la lista de proyectos que debían someterse a este procedimiento.

En España existe una norma estatal aplicable con carácter general que regula el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental: la Ley 6/2001, de 8 de mayo, de modificación del Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de evaluación de impacto ambiental.

El estudio no sería exigible según la norma de todas maneras se explican los pasos a seguir para su obtención de manera escueta.

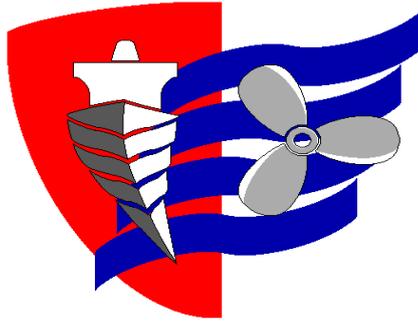
Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Anexos	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 85/119

3.2.1.1 Documentos requeridos, estudio de impacto ambiental

- Extracto del EIA Estudio de Impacto Ambiental.
- Descripción de proyecto Línea base del proyecto que considere los proyectos que cuenten con Resolución de calificación ambiental favorable, en su área de influencia.
- Descripción pormenorizada de los efectos, características o circunstancias señaladas en el artículo 11 de la ley 19300 que dan origen a la presentación del EIA Estudio de Impacto Ambiental.
- Predicción y evaluación de los efectos características o circunstancias señaladas en el artículo 11 de la ley 19300 que dieron origen a la presentación del EIA.
- En el caso que sea necesario se deberá agregar un capítulo sobre los potenciales riesgos que genera el proyecto sobre la salud de la población, de acuerdo al artículo 12 letra b) de la Ley 19300.
- Las medidas que permitan acreditar que se hace cargo de los efectos ambientales mencionados en el Art. 11 de Ley 19300.
- Antecedentes que acrediten que el proyecto cumple con la normativa ambiental y con los requisitos y contenidos de los permisos ambientales sectoriales (artículos del Título VII del Reglamento del SEIA).
- Plan de seguimiento ambiental de las variables ambientales que dieron origen a la presentación del proyecto o actividad como estudio de impacto ambiental EIA.
- Descripción de la relación del proyecto con políticas, planes y programas de desarrollo regional y comunal
- Procesos de negociación con los interesados antes del proceso de evaluación, si es que el titular los a realizado.

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

Trabajo Fin de Máster

**INSTALACION DE UN
AEROGENERADOR PARA USO
DOMESTICO**

PLANOS Y DIAGRAMAS

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Planos y Diagramas	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 87/119

Índice apartado Planos y Diagramas

4 Planos y Diagramas Eléctricos88

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Planos y Diagramas	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 88/119

4 Planos y Diagramas Eléctricos

El primero que se muestra es un plano reducido de una vista aérea en la que se muestra la situación de la finca y de una manera esquemática donde iría situado el aerogenerador así como la entrada de la línea y salida de la misma a la vivienda. En la parte de anexos se incluyen todos los aquí citados, el primero de ellos al incluirse en formato A4 pierde mucha calidad por lo que no se distingue bien. Con el programa usado para sacar el mencionado plano no es posible obtener más calidad por lo que no es posible que salga con una mayor nitidez (ilustración 47).

La ilustración 48 muestra un diagrama unifilar de la instalación. (En los anexos del final del proyecto se incluye el diagrama original y no el reducido que se muestra aquí).

La ilustración 49 incluye un diagrama eléctrico más detallado.

La ilustración 50 es un diagrama de equipos de la instalación. A la vista de este esquema me gustaría explicar brevemente el funcionamiento del Inverter (inversor), este aparato va a ser el encargado de gestionar de donde consume la vivienda, en el caso de que la producción del aerogenerador sea suficiente, “desconectará” el consumo de la red y si no fuera así consumirá de la red el restante, también si fuera superior la generación a lo consumido “verterá” el exceso a la red.



Ilustración 47 Plano aéreo. Fuente: elaboración propia a partir de foto aérea

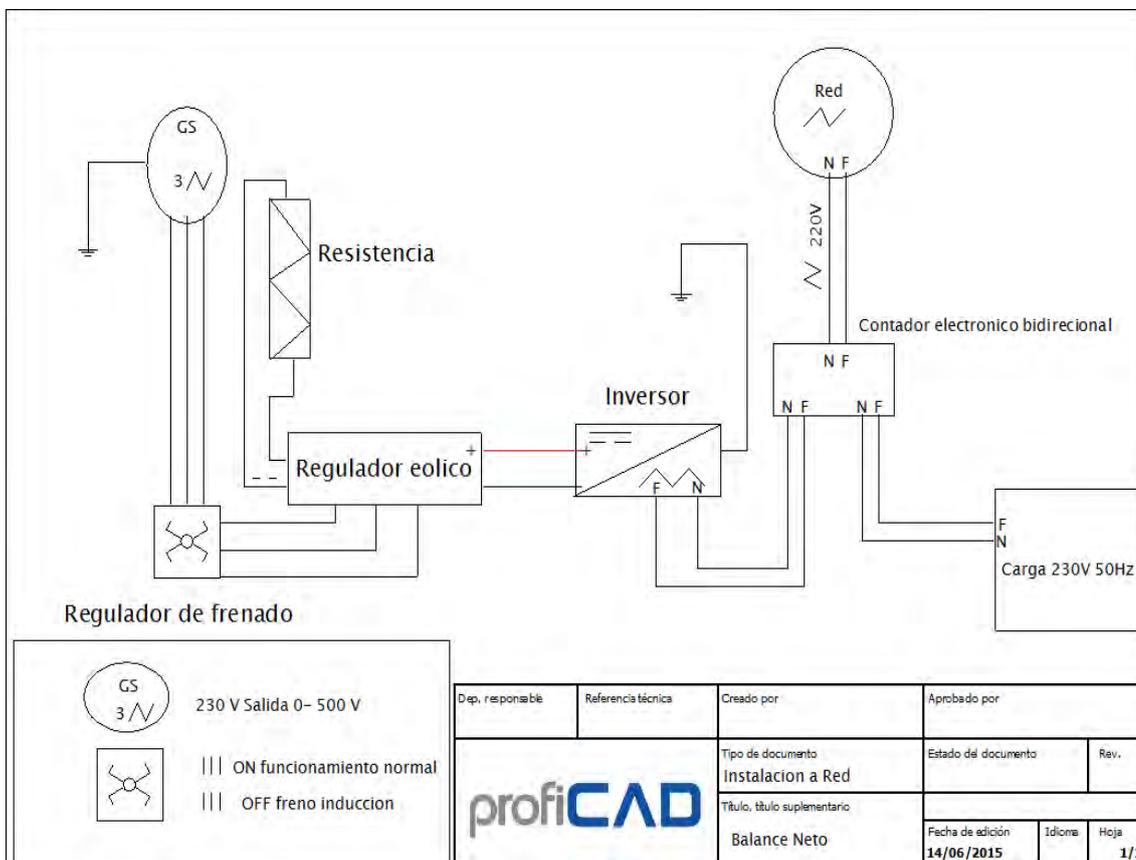


Ilustración 48, Esquema unifilar de la instalación Fuente Elaboración propia

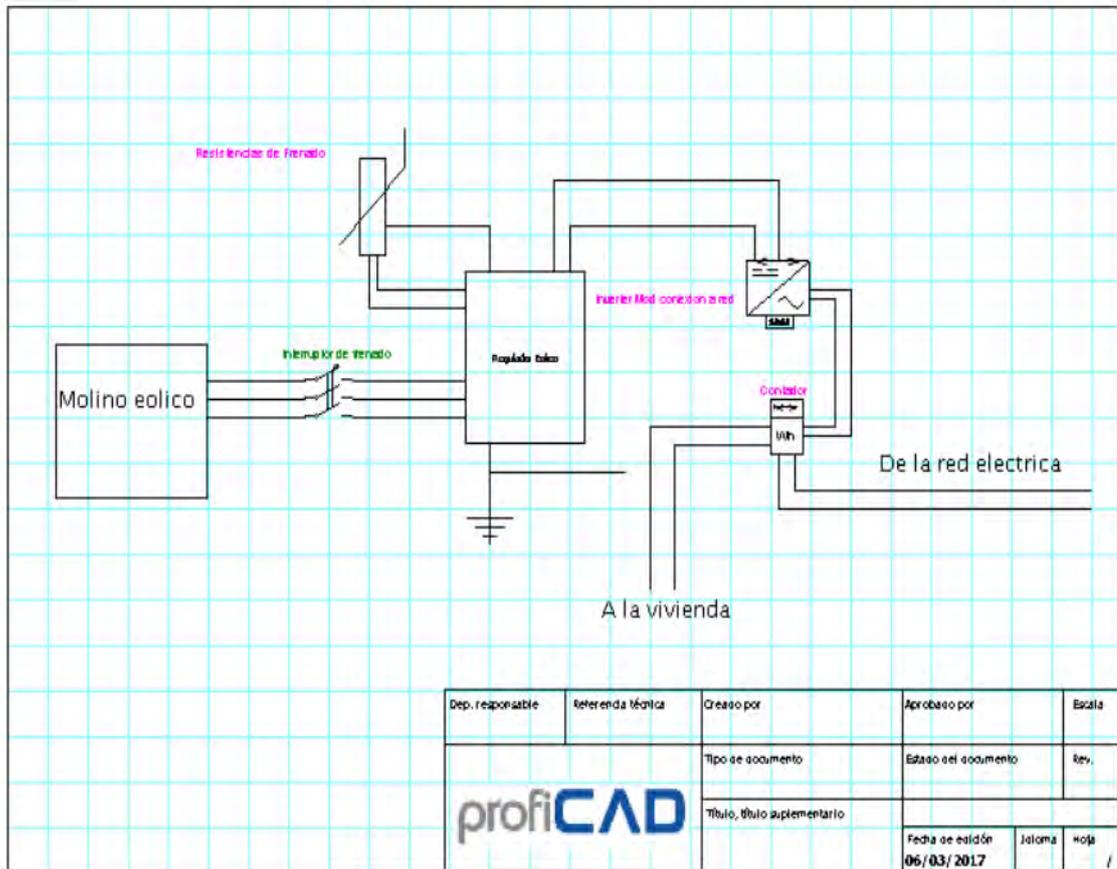


Ilustración 49 Esquema eléctrico detallado. Fuente Elaboración propia

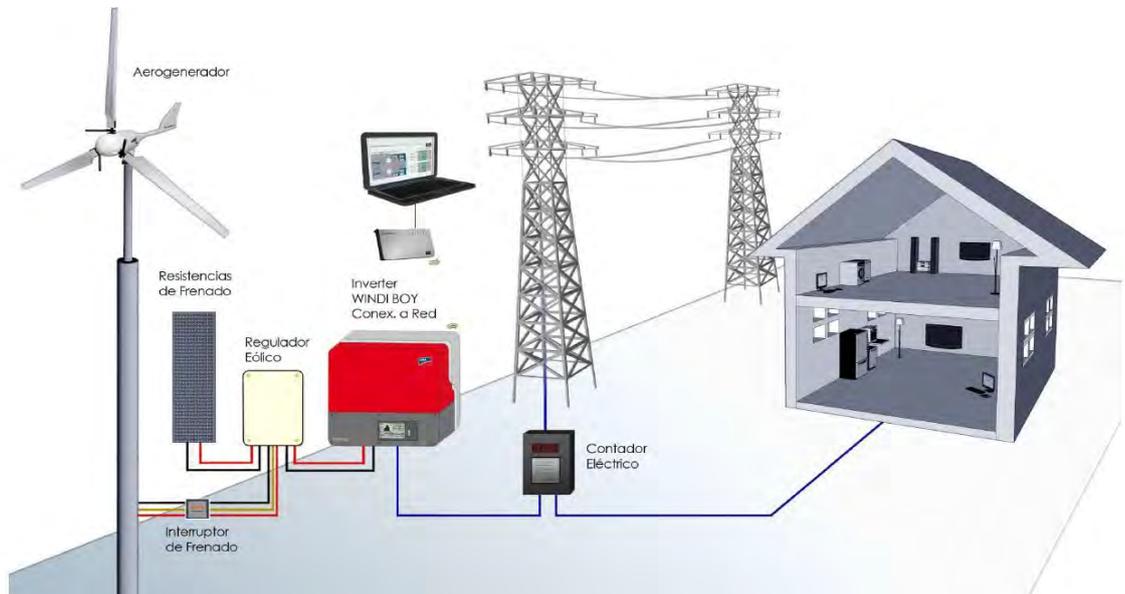
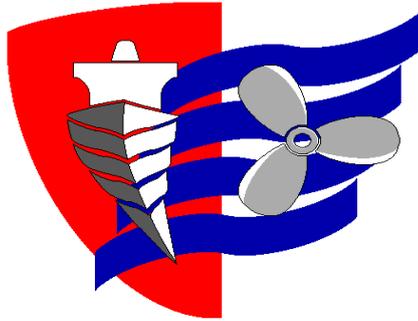


Ilustración 50, Esquema de equipos de la instalación. Esquema de equipos de la instalación Fuente: <https://www.enair.es/es/>

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

Trabajo Fin de Máster

**INSTALACION DE UN
AEROGENERADOR PARA USO
DOMESTICO**

PLIEGO DE CONDICIONES

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Pliego de Condiciones	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 94/119

Índice apartado Pliego de condiciones

<u>5 Pliego de condiciones</u>	96
<u>5.1 Objeto</u>	96
<u>5.2 Campo de aplicación y coordinación</u>	96
<u>5.3 Normativa de aplicación</u>	97
<u>5.3.1 Normativa Eléctrica:</u>	97
<u>5.3.2 Normativa de los equipos a instalar</u>	97
<u>5.3.3 Normativa referente a Seguridad e Higiene en el trabajo</u>	98
<u>5.4 Características de los componentes de la instalación</u>	98
<u>5.4.1 Condiciones generales</u>	98
<u>5.4.1.1 Consideraciones diversas</u>	100
<u>5.4.2 Aerogenerador</u>	101
<u>5.4.3 Torre</u>	102
<u>5.4.4 Regulador</u>	102
<u>5.4.5 Otros equipos</u>	103
<u>5.5 Montaje de la instalación eólica:</u>	103
<u>5.5.1 Consideraciones generales</u>	103
<u>5.5.2 Tipos de trabajos a realizar</u>	104
<u>5.5.3 Comprobaciones generales</u>	104
<u>5.5.4 Instalación y montaje</u>	105
<u>5.5.4.1 Instalación eléctrica</u>	105
<u>5.5.5 Señalización</u>	106
<u>5.6 Controles</u>	106
<u>5.7 Pruebas</u>	107
<u>5.8 Garantía</u>	107
<u>5.9 Mantenimiento e inspecciones</u>	107
<u>5.10 Plazo de entrega y pagos</u>	107
<u>5.11 Materiales usados</u>	108

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Pliego de Condiciones	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 95/119

5.12 Limpieza posterior..... 108

5.13 Documentación..... 108

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Pliego de Condiciones	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 96/119

5 Pliego de condiciones

5.1 Objeto

El presente pliego de condiciones tiene por objeto determinar las condiciones mínimas aceptables para la realización del trabajo, de acuerdo con el marco legal vigente. Así como procedimientos ante la posibilidad de imprevistos durante la ejecución del proyecto.

5.2 Campo de aplicación y coordinación

El presente pliego de condiciones se aplica a la ejecución de la instalación de todos los componentes del aerogenerador, dejándolo en orden de funcionamiento al terminar el trabajo.

El responsable de obra actuara en todo momento bajo las órdenes de la Dirección, ante quien es el único responsable. Los dos responsables mencionados anteriormente son los encargados de en conjunto solventar los problemas o incidencias que se puedan presentar.

El responsable de obra tendrá entre otras las siguientes funciones:

- La gestión y obtención de los permisos y certificados de aprobación de Organismos Oficiales o empresas suministradoras.
 - Las pruebas y puesta en marcha.
 - Entrega de los planos finales de obra, características de equipos y materiales, con libros de uso y mantenimiento.
 - La coordinación y colaboración con de los distintos profesionales que se necesite contratar
 - La limpieza y si se precisa, transporte a vertedero de material sobrante
 - El alquiler, transporte, y/o devolución de los equipos necesarios para dejar un perfecto acabado
-
- En general, cuanto sea necesario para dejar las instalaciones totalmente rematadas y en correcto funcionamiento

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Pliego de Condiciones	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 97/119

5.3 Normativa de aplicación

Se aplicara toda la normativa legalmente exigible en cualquiera de los aspectos del proyecto sea de la índole que sea a continuación se detallan las generales:

5.3.1 Normativa Eléctrica:

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos
- Orden IET/2444/2014, de 19 de diciembre, por la que se determinan los peajes de acceso de energía eléctrica para 2015.
- Real Decreto 1614/2010, de 7 de diciembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica a partir de tecnologías solar termoeléctrica y eólica.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto-ley 1/2012, de 27 de enero, por el que se procede a la suspensión de los procedimientos de pre-asignación de retribución y a la supresión de los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de cogeneración, fuentes de energía renovables y residuos.

5.3.2 Normativa de los equipos a instalar

- Manual de usuario y tablas del generador Enair 30

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Pliego de Condiciones	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 98/119

- Manual de usuario de la torre P750
- Reglamento electrotécnico para baja tensión
- Recomendaciones realizadas por el fabricante o distribuidor en relación a la instalación o uso.

5.3.3 Normativa referente a Seguridad e Higiene en el trabajo

- Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo en la industria de la construcción. Ley 31/1995 del 8 de Noviembre con sus modificaciones
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo Orden del Mº de Trabajo, de fecha 9 Marzo 1.971
- Las indicadas en el Estudio Básico de Seguridad y Salud.

5.4 Características de los componentes de la instalación

5.4.1 Condiciones generales

Los documentos incluidos en esta memoria son la referencia para las características técnicas y el nivel de calidad mínimo exigible de los componentes que se instalarán.

Si en algún momento se ofreciera cambiar algún componente, se enviara un nuevo dossier indicando los cambios realizados bien sea por marca, modelo, o ambos, si la modificación fuera durante la obra, se comunicara con la suficiente antelación a Dirección y al cliente para su aprobación.

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Pliego de Condiciones	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 99/119

Las modificaciones serán realizadas con aprobación de Dirección y el cliente y quedaran reflejadas en los planos para realizar una recepción de obra provisional.

Todos los equipos y materiales cumplirán con la normativa vigente y las especificaciones del proyecto, o estarán específicamente aprobados por Dirección, por lo que el responsable de obra informara de los posibles cambios con antelación para realizar las comprobaciones precisas por Dirección. La aceptación de un material no implica que este se tenga que retirar antes de acabar la obra si se prueba que no es apto para la función que tendría que desempeñar.

Los materiales rechazados serán automáticamente retirados de la obra

La obra se considera como defectuosa si no se realizara en conjunto o parcialmente de acuerdo a este proyecto o sin aprobación expresa en los cambios que se realicen.

Toda la instalación será realizada de manera cuidadosa, intentando que no puedan surgir fallos en un futuro, se prestara especial atención a las zonas de difícil acceso o reparación

Los componentes que sean accionables se montaran de tal forma que se puedan reparar, cambiar en caso de fallo y realizar su mantenimiento si lo llevaran

Se seguirán las instrucciones de instalación proporcionadas por el fabricante así como sus recomendaciones en todos los equipos a instalar.

Los equipos serán de una calidad óptima para alargar al máximo su vida útil, también se colocaran de manera que sean accesibles en la medida de lo posible.

En el caso en el que se necesitara el uso de soldadura en cualquiera de sus variedades se dispondrán de los medios precisos para la sofocación de un posible incendio.

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Pliego de Condiciones	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 100/119

5.4.1.1 Consideraciones diversas

En este apartado se dan directrices para la ejecución a algunos trabajos que llevaran a cabo a lo largo de la instalación

5.4.1.1.1 Realización de cortes

Se por el método que sea se realizara con la suficiente antelación para que Dirección evalúe los posibles riesgos y soluciones alternativas y en caso de ser necesario de su aceptación

5.4.1.1.2 Modificación de planos

Se incluirán todas las modificaciones realizadas en los planos especificándose las mismas, se realizan planos nuevos si a juicio de Dirección fueran necesarios y se incluirán en el proyecto final junto con las modificaciones realizadas.

5.4.1.1.3 Cuadros eléctricos

Serán de material aislante estarán realizados en poliéster reforzado con fibra de vidrio.

En el fondo del cajón podrán disponerse los perfiles guía o placa de montaje de la totalidad del aparallaje, así como los posibles embarrados de fases, neutro y tierra.

Dispondrán de un módulo lateral o superior que admita poner en su frente los oportunos "leds" o las diferentes pantallas de señalización.

El grado de protección será como mínimo IP-307 para Instalaciones.

Se dispondrá de una reserva mínima de espacio libre del 20%, para posibles ampliaciones

Todo lo instalado en el cuadro quedara perfectamente ordenado y timbrado, en correspondencia con el esquema eléctrico, el cual, salvo expresa contra orden, quedara visible en el interior del cuadro o armario,

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Pliego de Condiciones	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 101/119

plastificado o en placa serigrafía, pegado a la cara interna de la puerta exterior.

Las entradas y salidas de cables se harán por la parte inferior del armario o cuadro, y quedaran sellados de manera adecuada.

5.4.1.1.4 Cables eléctricos

Todo lo instalado cumplirá con las normas pertinentes, no pudiendo ser en ningún caso inferiores en calidad o diámetro a los aconsejados por el distribuidor o el técnico especialista.

5.4.2 Aerogenerador

Aerogenerador enair 30, las siguientes características son las generales del modelo, para una descripción más precisa consultar la ficha técnica o el manual de usuario incluido en los anexos

- Peso 130 Kg
- Dimensiones, 2.9m de largo, 3.2m de diámetro
- Consta de 3 hélices realizadas en fibra de vidrio con resinas epoxi
- El generador se mueve a 250 r.p.m. consta de 24 polos y los imanes son de neodimio
- Potencia máxima 3000 W, Potencia nominal en la curva 1500 W.
- Voltaje Posibilidad de conectarlo a 24,48, o 220v
- Clase de viento, IEC / NVN I – A
- Sentido de giro horario
- Área barrida, 8.1-13.2 m²
- Viento para arrancar 2 m/s
- Velocidad nominal 10-12m/s
- Velocidad de regulación del paso variable 14 m/s
- Velocidad soportada más de 60m/s
- Tipo rotor horizontal a barlovento
- Orientación según sistema pasivo de timón
- Control de potencia sistema de paso variable pasivo centrifugo
- Transmisión directa
- Freno eléctrico
- Controlador de conexión a la red
- Inversor de eficiencia 95% con algoritmo MPPT
- Ruido 1% más en db que el ambiente

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Pliego de Condiciones	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 102/119

- UV resistente

5.4.3 Torre

Descripción de las características de la torre que usaremos para colocar el aerogenerador

- Esfuerzo nominal 765 m
- Esfuerzo útil en punta con viento CS de 1,5 765m
- Dimensiones , Cabeza 320 mm, Base 756 mm
- Peso total 409 kg
- Dimensiones de cimentación necesaria 1.1 m de lado , 2 m de profundidad

Las dimensiones facilitadas son las de la torre de 16 m de altura a la que se le restan los 2 metros que va enterrada, lo que nos da 14 m que es lo que aparece en el proyecto. Para las especificaciones completas consultar el anexo en el que se incluyen los manuales de la torre.

5.4.4 Regulador

En este apartado se citan las características generales del modelo Sunny Boy 5000TL para una descripción detallada consultar la documentación específica en los anexos referida al modelo instalado.

Entrada (CC)

- Potencia máxima de CC (con $\cos = 1$) 5300 W
- Tensión máx. de 550 V
- Rango de tensión MPP 175 V - 440 V
- Tensión nominal de CC 400 V
- Tensión de CC mín. / tensión inicial 125 V / 150 V
- Corriente máx. de entrada / por String 2 x 15 A / 15 A
- Cantidad de seguidores del punto de máxima potencia (MPP)/Strings por seguidor del punto de máxima potencia (MPP) 2 / A : 2, B : 2

Salida (CA)

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Pliego de Condiciones	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 103/119

- Potencia nominal de CA (a 230 V, 50 Hz) 4600 W
- Potencia aparente de CA máxima 5000 VA
- Tensión nominal de CA; rango 220, 230, 240 V; 180 - 280 V
- Frecuencia de red de CA; rango 50, 60 Hz; ± 5 Hz
- Corriente máx. de salida 22 A
- Factor de potencia (cos ϕ) = 1
- Fases de inyección / fases de conexión 1 / 1

Rendimiento

- Rendimiento máx. / Rendimiento europeo 97,0 % / 96,5%

Datos generales

- Dimensiones (ancho / alto / fondo) en mm. 470 / 445 / 180
- Peso 25 kg
- Rango de temperatura de servicio -25 °C ... +60 °C
- Emisiones de ruido (típicas) ≤ 29 dB(A)

5.4.5 Otros equipos

Los equipos no mencionados anteriormente en cuanto a características serán las referidas por el fabricante en los correspondientes manuales de usuario/fichas técnicas

5.5 Montaje de la instalación eólica:

5.5.1 Consideraciones generales

Todas las acciones a llevar a cabo para el montaje y puesta en funcionamiento de la instalación serán llevadas a cabo por personal cualificado para ello. La parte eléctrica del proyecto será ejecutada por uno o varios instaladores eléctricos autorizados, y se realizara según la normativa vigente.

Durante el proceso de ejecución de la instalación se dejarán las líneas sin tensión y, en su caso, se conectarán a tierra. Deberá garantizarse la

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Pliego de Condiciones	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 104/119

ausencia de tensión mediante un comprobador adecuado antes de cualquier manipulación. Se cumplirán, además, todas las disposiciones legales que sean de aplicación en materia de seguridad y salud en el trabajo. La instalación eólica incorporará todos los elementos y características necesarios para garantizar en todo momento la calidad y seguridad del suministro eléctrico. Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de los mismos estarán en idioma español. El funcionamiento de las instalaciones eólicas no deberá provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable. Tampoco podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento, operación y explotación de la red de distribución. La instalación eólica incluirá todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como dispone de elementos y protecciones adicionales resultado de la aplicación de la legislación vigente. Si durante la ejecución de las obras apareciesen restos históricos, arqueológicos o paleontológicos, se paralizarán éstas la zona afectada, procediendo el titular a ponerlo en conocimiento de las autoridades competentes.

5.5.2 Tipos de trabajos a realizar

Los trabajos que se van a realizar durante el montaje del aerogenerador son los siguientes:

- Trabajos en instalaciones eléctricas de baja tensión, con y sin tensión.
- Trabajos en la ejecución de canalizaciones subterráneas eléctricas.
- Trabajos en la obra civil de cimentaciones
- Montaje del aerogenerador
- Trabajos de soldadura

5.5.3 Comprobaciones generales

Se comprobara que todos los elementos coinciden con los citados en el proyecto, en caso contrario se redefinirá en presencia de todas las partes.

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Pliego de Condiciones	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 105/119

El instalador autorizado marcara donde van a ir situadas las diferentes partes, estando todas las partes durante esta fase por si alguna quisiera sugerir algún cambio de lugar.

5.5.4 Instalación y montaje

En esta etapa se montaran los diferentes componentes, y se ensamblaran, se realizara todo según los manuales facilitados por los diferentes fabricantes, prestando atención a todas las recomendaciones y respetando todos los tiempos expuestos para lograr una instalación óptima.

Se realizara la zanja para la instalación de la torre según las dimensiones facilitadas por el manual. En el manual de la torre y del aerogenerador se especifican procedimientos a seguir durante la instalación de la misma, y también tiempos de espera con respecto al secado del hormigón estos tiempos se respetaran siempre y se intentaran alargar en la medida de lo posible para asegurar que el resultado sea el óptimo. La realización de la torre como su cimentación será llevada a cabo por personal cualificado y con experiencia.

5.5.4.1 Instalación eléctrica

Consideraremos instalación eléctrica a todo conjunto de aparatos y/o circuitos asociados que estén destinados a la a producción, conversión, transformación, transmisión, distribución o utilización de la energía eléctrica.

Según el reglamento electrotécnico de baja tensión se consideran instalaciones de baja tensión aquellas que sean inferiores a 1000 v por lo que la nuestra entraría en esta clasificación.

La instalación eléctrica abarcara los siguientes puntos:

- Instalación de una línea para su conexión a la vivienda
- Conexión de todas las partes eléctricas y diferentes equipos según proceda

Todas las operaciones descritas se llevaran a cabo por personal cualificado y homologado, cumpliendo todas las medidas de seguridad y siguiendo los pasos del manual para garantizar un trabajo correcto y satisfactorio.

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Pliego de Condiciones	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 106/119

El electricista antes de realizar la instalación comprobara la necesidad o no de instalar una toma de tierra adicional a la existente en el solar, en caso de ser necesaria para la conexión de los diferentes componentes del aerogenerador, se presupuestara y se llevaran a cabo los trabajos de manera previa a la instalación del aerogenerador.

Los materiales empleados en la instalación serán los adecuados a las circunstancias, es decir en caso de instalados a la intemperie serán contruidos de tal manera que sean impermeables, resistentes a la sal, etc. Al comprador se le proporcionara una muestra de los mismos de tal manera que si quisiera cambiar alguno de ellos tendría que abonar la diferencia entre el mostrado y el que quiere poner. En ningún caso se instalaran materiales de peor calidad que los aconsejados para la instalación.

5.5.5 Señalización

Toda la instalación eléctrica estará correctamente señalizada, con las correspondientes advertencias e instrucciones necesarias que impidan la aparición de errores en su manejo.

Para esto se identificaran todos los elementos así como a que pertenece cada uno, las instrucciones de los equipos estarán en español y de una forma clara acompañados siempre que sea posible con dibujos explicativos.

5.6 Controles

Según se vaya avanzando en la obra se realizarán diferentes controles como:

- Comprobación de que todas las piezas del aerogenerador están en el paquete, comprobación del estado de las mismas
- Comprobación de los elementos de la torre
- Comprobación de las dimensiones de la zanja, del estado del terreno cuando se practica(es importante porque no está como se espera implicaría un cambio en las dimensiones de la cimentación)
- Comprobación del correcto montaje según se avanza
- Comprobación del estado de los equipos(cuando estos tengan que estar desconectados por ejemplo se colocara un elemento avisador que sirva para recordar cuando tiene que cambiar su estado)

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Pliego de Condiciones	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 107/119

5.7 Pruebas

Cuando el equipo entero esté montado y después de haber revisado minuciosamente toda la instalación, se procederá a realizar la conexión y a probar el equipo, esto lo realizará siempre personal cualificado y debidamente homologado, para la prueba estarán el que lo instala, el comprador y un representante de la compañía eléctrica. Se podrán realizar las pruebas que se consideren oportunas siempre que no afecten a la integridad del sistema.

También se podrán realizar pruebas durante la ejecución del proyecto para comprobar cualquier duda que pueda surgir.

5.8 Garantía

La garantía será la suministrada por el fabricante de cada equipo y empezara a contar desde la fecha en la que se entrega el mismo, en cada caso hay que consultar las condiciones de cada componente por separado.

5.9 Mantenimiento e inspecciones

Las labores de mantenimiento serán llevadas a cabo por personal cualificado, pudiendo algunas ser llevadas a cabo por el usuario, esto está especificado en el manual de los diferentes equipos, teniendo que cumplir el programa de mantenimiento de cada equipo minuciosamente, una manipulación por personal no homologado es una casusa de retirada de la garantía.

En los manuales también se especifica las diferentes inspecciones a llevar a cabo así como quien debe efectuarlas.

5.10 Plazo de entrega y pagos

El plazo de entrega será acordado con el propietario poniendo un margen también acordado con este por posibles contratiempos quedan excluidos defectos en las piezas suministradas, si esto se produjera se

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Pliego de Condiciones	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 108/119

acordaría un nuevo plazo de entrega intentando ralentizar la obra lo menos posible.

Los pagos serán también acordados con el propietario y en caso de fraccionamiento se establecerá un pago inicial para comenzar la obra.

5.11 Materiales usados

Los materiales usados serán a elección del personal que realiza la obra, pudiendo cambiarlos en caso de que el propietario dese otros que en cualquier caso tendrán que ser equivalentes, en caso de que se avise con tiempo por parte del propietario solo se le cobrara la diferencia de precio, si los materiales estuvieran adquiridos se le facturara el nuevo material de manera íntegra quedando el propietario con el nuevo instalado y el otro a modo de recambio.

Previo a la instalación se le presentara una lista de los materiales a usar al comprador para que este evaluara si quiere realizar algún cambio en los mismos. Esta lista puede sufrir cambios por desaparición de stock de alguno de ellos o cambio de referencia o de proveedor, si esto sucediera se le notificara al propietario presentándole opciones equivalentes o superiores para que elija una de ellas.

5.12 Limpieza posterior

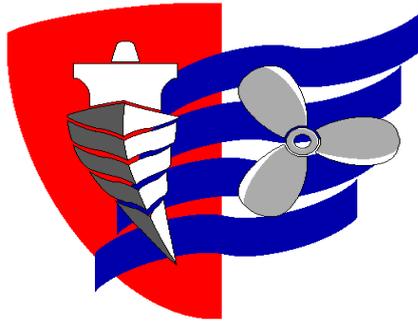
Al acabar la obra se limpiara y se dejara la finca en las condiciones más parecidas dentro de lo posible a cuando se empezó la misma

5.13 Documentación

Se le entregara dos copias del proyecto y de los planos así como de los manuales de instalación, facturas de adquisición de elementos sujetos a garantías, también se le entregara una copia en formato digital, y por ultimo una copia tanto en digital como en formato físico permanecerá en poder de la empresa ejecutora por si las otras se extraviaran

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

Trabajo Fin de Máster

**INSTALACION DE UN
AEROGENERADOR PARA USO
DOMESTICO
PRESUPUESTO**

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Presupuesto	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 110/119

Índice apartado Presupuesto

<u>6. Presupuesto</u>	<u>111</u>
<u>6.1 Estudio de viabilidad</u>	<u>114</u>

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Presupuesto	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 111/119

6. Presupuesto

A continuación se detalla los costes que tendrá la instalación del aerogenerador:

COMPONENTE	DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
Kit Enair 30 + torre	Todos los componentes necesarios para la instalación del generador eólico y la torre en el precio del kit están incluidos los gastos de envío al lugar designado, así como su montaje.	7270	7270
Pica a tierra y cableado	Pica a tierra y cableado de la misma	180	180
Base de cimentación	Cuba de hormigón para la cimentación de la base, en el precio se incluye el precio del hormigón más el transporte y vertido de la misma	Hormigón-> 140 €/ m ³ Transporte -> 200	480
Material eléctrico	20m de Cable Multiconductor de Alimentación, 4 núcleos, funda de Cloruro de polivinilo PVC, Negro, 16mm	3,5	70

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Presupuesto	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 112/119

Conjunto de baterías de respaldo	4 Baterías	480	1920
Fusibles			25
Interruptor magneto térmico	1	42	42
Cableado 18mm Sección	12 metros	20 €/m	240
Caja de baterías	1	130	130
Rejilla de ventilación	1	12	12
Inversor	Inversor Phoenix C24/3000	2000	2000
Alquileres	Alquiler de grúa +operario, se cobra el importe desde que la grúa sale de la factoría hasta que regresa a la misma	100 €/h ** el tiempo aproximado es de 30 min de ida y 30 min de vuelta más una hora de trabajo más un margen de media hora	230
Mano de obra	Electricista, entre 7 y 9 horas en total de trabajo en el precio de la hora va incluido los desplazamientos.	50	450
Mano de obra	Albañil entre 6 y 7 horas para cavar la zanja de la torre, cimentar cuando llegue la cuba, cavar zanja hacia la casa. El precio incluye los desplazamientos	35	245
Mano de obra	Albañil entre 2 y 3 horas para limpieza	35	105
Mano de obra	Técnico especialista de la	100 €/por día de comprobación	130

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Presupuesto	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 113/119

	compañía suministradora de luz para la comprobación de la instalación	** El presupuesto se basa en que solo tenga que venir un día si tuviera que volver un segundo habría que pagarlo aparte	
TOTAL			13529
Honorarios		8% del total	1082.32
Legalización		0.5% del total	67.65
Total SIN IVA			14678.97
TOTAL			17761.5537

Enair 30 + Torre

Este sería el precio del aero generador más la torre, la torre tiene que estar certificada por la compañía para que la garantía de dos años sea efectiva, en este predio se incluye todo lo necesario para su instalación así como las instrucciones para la realización de la misma, está incluido el envío en el precio.

Pica a tierra

Pica de puesta a tierra de la torre y cableado de la misma

Conjunto de baterías de respaldo

4 baterías de 6 v y 250 Ah

Inversor

Inversor Modelo Phoenix C24/3000

Base de cimentación

En este precio están incluidos los materiales para la realización de la base necesaria para la torre así como la mano de obra de dos albañiles que

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Presupuesto	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 114/119

serán los encargados de realizar dicha base. Se encargaran de realizar la zanga, prepara para echarle el hormigón y de dejarla perfectamente nivelada para que la torre quede en su posición exacta, también incluye el realizar la zanja que ira hasta la casa con las canalizaciones que llevaran los cables de la luz desde el domicilio a la torre.

Electricista + material eléctrico

Este concepto son la mano de obra del electricista más el material que necesitara para las conexiones, es un precio aproximado ya que cuando se le solicito presupuesto insistió en que no conoce exactamente lo que le puede llevar en tiempo ni el material empleado con exactitud pero que este sería el importe máximo

Alquiler de la grúa

Este importe corresponde al precio de alquiler más desplazamiento de la grúa así como del operario que la usa para elevar la torre con el aerogenerador.

Costes varios

En este apartado se tiene en cuenta costes que no son específicos de los anteriores, como por ejemplo el que venga un técnico de la empresa con la que se tiene contratada la luz a comprobar la instalación, por lo que le hay que pagar, o las dietas de los albañiles, electricistas que se tienen que quedar durante un día en alguna ocasión, así como la adquisición de laguna herramienta específica.

6.1 Estudio de viabilidad

Para la realización del citado estudio vamos a partir de unos supuestos que son los siguientes.

- Contamos con un inversor de 3000W
- Baterías de 24V a 250 Ah
- Velocidad media del viento 3 m/s (la calculada con los diferentes métodos a lo largo del trabajo es superior a la descrita aquí, se supone esta por no coger el caso más favorable de cara a dar un periodo de amortización siempre superior al real)
- Velocidad del viento en el eje 3m/s (la calculada con los diferentes métodos a lo largo del trabajo es superior a la descrita aquí, se

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Presupuesto	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 115/119

supone esta por no coger el caso más favorable de cara a dar un periodo de amortización siempre superior al real)

- Tiempo en operación 58% (la calculada con los diferentes métodos a lo largo del trabajo es superior a la descrita aquí, se supone esta por no coger el caso más favorable de cara a dar un periodo de amortización siempre superior al real)

- La energía diaria será en torno a 4.4 kWh/día
- La energía anual será en torno a 1681 kWh/año
- La energía mensual será en torno a 140 kWh/mes

En los primeros puntos se citan los posibles consumidores, ahora vamos a ponerlos en una tabla.

Componentes	Tensión(V)	Unidades	Potencia(W)	Horas de uso(h)	Energía (W*H)
Bombillas	230	25	15	5	1875
Placa	230	1	4000	0.2	800
Horno	230	1	1200	0.1	120
Nevera	230	1		24 h	890
Lavavajillas	230	1	1050	0.3	315
Lavadora	230	1	1000	0.1	100
Televisor	230	1	300	4	1200
Televisor	230	1	40	3	120
Ordenadores	230	2	60	6	720

Si sumamos todo lo anterior nos da un total de **6140 W/h** de esos se podrían producir 4400 W/h por parte de la instalación es decir la aportación de la red eléctrica sería de 1740 W/h lo que representa un 28,34% del total generando la instalación un 71.66%

Para esta instalación se va a contratar un seguro de inclemencias climatológicas que asciende a 70€ anuales lo que si lo multiplicamos por los 27 años de la instalación nos da un total de 1890€

Si tenemos un coste de la instalación de 17761.5537 + 3074,85(del mantenimiento de los 27 años) +1890 (seguro) = 22726.4037€ de coste total previsto de la instalación si esto lo dividimos entre los 27 años nos saldría un coste por año de 841.72 € al año

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Presupuesto	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 116/119

El gasto medio de la familia es de 85 € de luz al mes , por lo que la instalación "ahorraría" un 71.66% que son 60.911€ al mes si lo multiplicamos por 12 meses tenemos un 730,932 € al año que si lo multiplicamos por la vida útil de la instalación nos daría 19735.164€ es decir no se amortizaría con estas condiciones nos faltarían 2991.2397€ , que son más de 4 años para amortizarla.

Se podría realizar otro cálculo con los valores facilitados por el fabricante en la página web a través de su aplicación online de manera que los 6140 W/h serían los mismos, y el coste total de la instalación sería de 22726.4037€ de igual manera, los valores que cambian serían los siguientes:

Velocidad del viento 4.97 m/s
Energía anual 5666.59 Kw/h
Energía mensual 472.22 Kw/h
Energía diaria 15.57 Kw/h

Con esto el fabricante nos calcula un ahorro anual de 1529.98 € al año, si lo multiplicamos por los 27 años de vida que se le calculan a la instalación serían 41309.43 € si a esto le restamos el coste de la instalación 22726.4037 € tendríamos un ahorro en 27 años de 18583.0263€ , es decir en 14.85 años ya estaría amortizada

Si en lugar de los datos facilitados por el fabricante en su pagina web le introducimos los datos de viento calculados tendríamos los siguiente:

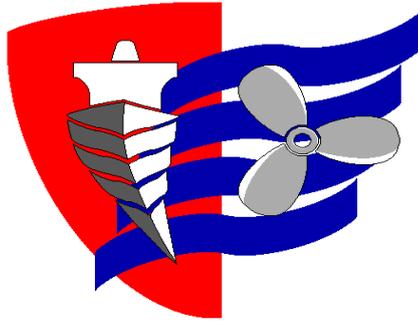
Velocidad del viento 6 m/s
Energía anual 7907.31 Kw/h
Energía mensual 658.94 Kw/h
Energía diaria 21.70 Kw/h

Con estos datos el fabricante calcula un ahorro de 2134.97 € al año si lo multiplicamos por la vida útil de la instalación sale una cifra de 57644.19 € si le restamos el coste de la instalación saldría 34917.7863 € de ahorro en 27 años. Es decir en 10.65 años la instalación estaría amortizada.

En los dos últimos casos no sería así tal cual, hay que tener en cuenta que partimos de un recibo mensual de 85€ al año por lo que el ahorro máximo que podríamos tener es de 1020 € al año que si lo multiplicamos por la vida útil de la instalación serían 27540 € que si le restamos el coste de la instalación sería de 4813.5963 € de ahorro en 27 años, es decir la instalación la amortizaríamos en 22.3 años

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

Trabajo Fin de Máster

**INSTALACION DE UN
AEROGENERADOR PARA USO
DOMESTICO**

CONCLUSIONES

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Conclusiones	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 118/119

Índice apartado Conclusiones

7.Conclusiones111

Instalación de un aerogenerador para uso doméstico	Ref: Conclusiones	
	Fecha: 13/07/2017	
	Rev: 18	Pag: 119/119

7 Conclusiones

En el apartado de conclusiones me gustaría diferenciar varios supuestos, en los dos considero que reúnen las condiciones óptimas para la instalación.

- En primer lugar que se tratara de un lugar alejado o de difícil acceso para la conexión a la red eléctrica.
- En segundo caso un emplazamiento cuyo acceso a la red eléctrica no es difícil

En el primero de los puntos la conclusión sería la instalación del mismo, posiblemente apoyado por otro medio, podría ser otro tipo de renovable (pudieran ser unas placas solares), o bien por un generador diésel bien para cuando el viento no sea suficiente y las baterías (serían obligatorias en este caso) estén bajas. El generador sería recomendable incluso teniendo las dos fuentes de renovables, ya que se podría dar las circunstancias de que no se cubrieran las necesidades de la instalación.

En el segundo de los casos y con el estudio suponiendo las condiciones descritas en el estudio de viabilidad en el primero de los supuestos no merecía la pena la instalación del equipo.

En cualquiera de los otros dos supuestos si merecería la pena ya que es un ahorro de más de 5000 € en 27 años lo que supone 185.18 € al mes de ahorro

Anexos

Índice contenido de anexo

En la siguiente tabla se integra solo el orden de los anexos ya que se encontraban en pdf y me es imposible paginarlos.

Manual de aerogenerador Bornay 3000 rev 6.1	
Manual de aerogeneradores Enair 30 y 70	
Manual de aerogenerador Kliux Zebra	
Manual de aerogeneradores Windspot	
Manual de aerogeneradores Archimides	
Manual de aerogeneradores VisionAir(UGE)	
Manual de Torre Bornay P750	
Catalogol de aerogeneradores Bornay	
Planos eléctricos de la instalación	

Manual aerogenerador

Bornay 3000

Aerogenerador Bornay 3000

Manual de Usuario

Montaje
Operación
Mantenimiento

ESP

Owner's Manual

Installation
Operation
Maintenance

GB



Nº Serie / Serial #	Voltaie / Voltage

Índice

Índice	2
Bienvenidos al mundo del viento	3
Componentes del aerogenerador	5
Datos técnicos	6
Emplazamiento del aerogenerador	8
Montaje	8
La Torre	9
Cableado eléctrico	10
Regulador	15
Montaje del aerogenerador	20
Mantenimiento	25
Preguntas frecuentes	27
Solución de problemas	30
Anexos	33
Declaración de conformidad	35
Garantía.	36

Bienvenidos al mundo del viento



ESP

Apreciado cliente,

Gracias por la compra de su nuevo aerogenerador **Bornay 3000**, el cual esperamos satisfaga sus necesidades para el cual ha sido adquirido y por el cual lo hemos producido.

Al final del manual dispone de sus condiciones de garantía, las cuales dependen de una correcta instalación de su aerogenerador, lo cual asegurará el correcto funcionamiento del mismo y por supuesto el correcto servicio.

Si necesita algún tipo de información sobre su aerogenerador o la instalación del mismo, estamos a su disposición.

Nuevamente, le damos la bienvenida al mundo del viento.

Atentamente,

Bornay Aerogeneradores.

A blue ink handwritten signature, appearing to be the initials "AR", written over the printed name "Bornay Aerogeneradores".

Bornay Aerogeneradores, slú

P.I. Riu, Cno. del Riu, s/n
03420 Castalla (Alicante) España

Tel. +34/965560025
Fax +34/965560752

bornay@bornay.com
www.bornay.com

Información de su interés:

Bornay 3000 – Rev 6.1 – P 3

Este manual contiene toda la información necesaria para la correcta instalación y mantenimiento de su aerogenerador. Para asegurar su correcto funcionamiento, evitar roturas y peligros, se recomienda que lea atentamente este manual antes de proceder a realizar la instalación.

En determinados puntos de este manual encontrará puntos que precisan de especial atención por ser particularmente importantes, por favor, preste especial atención a aquellos puntos marcados de la siguiente manera:

✋ ATENCIÓN:

Detalles importantes para el correcto funcionamiento del sistema.

⚠ PRECAUCIÓN:

Detalles a tener en cuenta para evitar daños irreparables en su equipo o a personas.

Identificación

Cada aerogenerador viene identificado con el modelo, voltaje y número de serie, del siguiente modo:

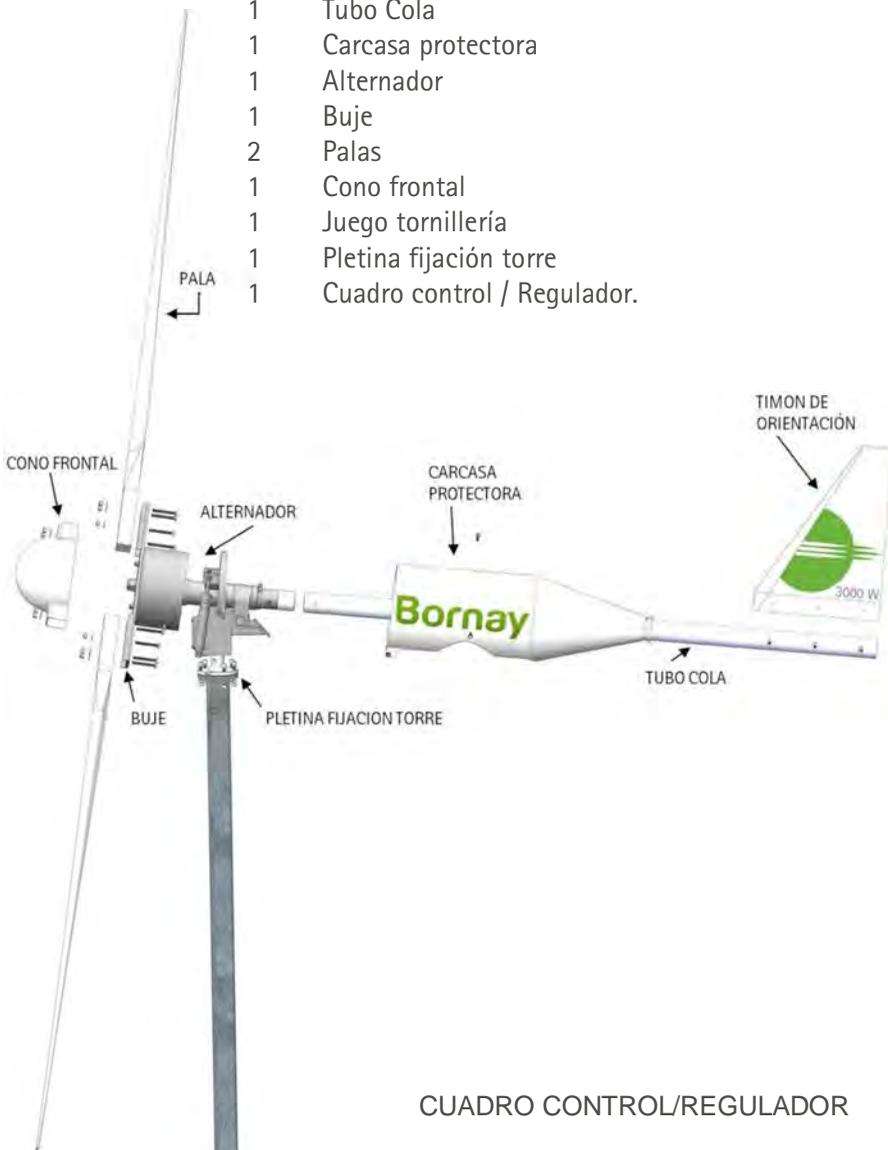
- Manual: Se indica en la portada.
- Alternador: En el frontal de la giratoria del alternador, sobre la tapa de las escobillas, viene indicado el modelo, voltaje y número de serie del aerogenerador.
- Regulador: En el lateral derecho, viene una etiqueta adhesiva que indica las características, incluyendo modelo de regulador, modelo de aerogenerador, voltaje y N° de Serie.

Conserve su número de serie, este le será de utilidad a la hora de pedir repuestos y asistencia técnica.

Componentes del aerogenerador

Junto a esta documentación, dentro del embalaje original, encontrará el siguiente material, el cual puede estar ensamblado en parte:

- 1 Timón de orientación
- 1 Tubo Cola
- 1 Carcasa protectora
- 1 Alternador
- 1 Buje
- 2 Palas
- 1 Cono frontal
- 1 Juego tornillería
- 1 Pletina fijación torre
- 1 Cuadro control / Regulador.



CUADRO CONTROL/REGULADOR

Datos técnicos

ESP

Bornay 3000

Especificaciones técnicas

Número de hélices	2
Diámetro	4 mts.
Material	Fibra de vidrio / carbono
Dirección de rotación	Anti-horaria

Especificaciones eléctricas

Alternador	Trifásico de imanes permanentes
Imanes	Neodimio
Potencia nominal	3000 W
Voltaje	24, 48, 120 v.
RPM	@ 500
Regulador	24v 150 Amp 48v 75 Amp 120v Conexión a red

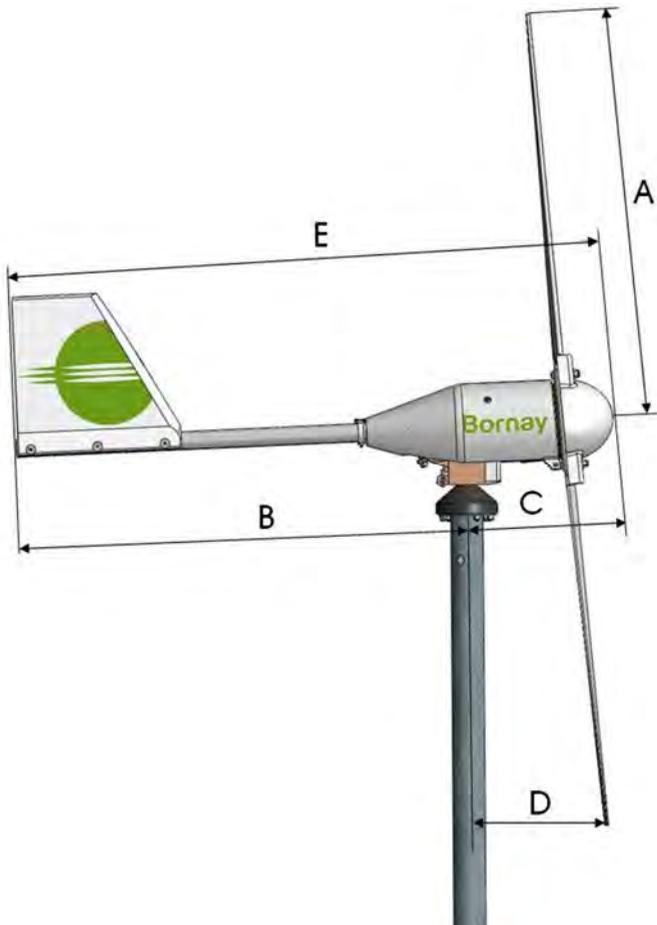
Velocidad de viento

Para arranque	3,5 m/s
Para potencia nominal	12 m/s
Para frenado automático	14 m/s
Máxima	60 m/s

Especificaciones físicas

Peso aerogenerador	93 Kg
Peso regulador	14 Kgr
Embalaje	1200 x 800 x 800 mm. – 135 Kg
Dimensiones – peso	2200 x 400 x 150 mm – 19 Kg
Total	0.9m ³ – 154 Kgr.
Garantía	3 años

Modelo	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	E (mm)
Bornay 600	1000	1120	350	360	1470
Bornay 1500	1430	1670	370	470	2040
Bornay 3000	2000	2140	470	645	2610
Bornay 6000	2000	2640	495	645	3135



Emplazamiento del aerogenerador

La energía que se puede captar del viento es proporcional al cubo de su velocidad, esto es, cuando la velocidad del viento se duplica, la potencia que se puede producir con un aerogenerador es hasta ocho veces superior.

ATENCIÓN:

Para más información sobre la influencia de obstáculos vea el Anexo 2.

ESP

Por ello, interesa, instalar el aerogenerador en un lugar donde el viento sople con la mayor velocidad y constancia posibles. La velocidad del viento depende en gran medida del terreno sobre el que se mueve el aire; la vegetación, tipo de terreno, construcciones cercanas, etc., frenan el viento y producen turbulencias.

El lugar idóneo para un aerogenerador, es una zona libre de obstáculos, y lo más alto posible respecto de los obstáculos.

Montaje

Antes de empezar, se deben de tener en cuenta los pasos a seguir para el correcto montaje del aerogenerador y tomar una serie de precauciones importantes.



Las precauciones a seguir deben de ser:

- No planifique la instalación del aerogenerador en días de viento.
- No deje el generador funcionando libremente. Con el aerogenerador funcionando libremente, el sistema de frenado automático por inclinación no funciona, esto podría producir daños irreparables en el aerogenerador.
- Utilice el cableado adecuado.

La Torre

Es aconsejable colocar el aerogenerador sobre una torre independiente separada de la vivienda para evitar que esta pueda provocar turbulencias, así como cualquier tipo de vibración que pueda ser transmitida a la vivienda.

El anclaje de la torre se realizará según el tipo a instalar, sujeta al suelo firmemente, generalmente con una cimentación de hormigón, totalmente vertical y nivelada, para evitar un mal funcionamiento de su aerogenerador.



ATENCIÓN:

En todo momento se debe de comprobar que la torre quede totalmente vertical y nivelada.

ESP

En el caso de torres de poca base que precisen tensores, una vez anclada la base y colocada la torre, se le colocarán 3 ó 4 tensores cuyos soportes se anclarán firmemente al suelo, generalmente con una base de hormigón.

La torre debe quedar totalmente inmóvil y consistente.

Los tensores deberán ser cables de acero de 6 a 10 mm. de grosor, y su sujeción a la torre en la parte alta deberá estar por debajo del diámetro de las hélices.

Para una mayor seguridad eléctrica es recomendable la instalación de una placa toma-tierra conectada a la base de la torre y situada a unos metros de la base de la misma.

No es recomendable la instalación de para-rayos cercanos, dentro del aérea del aerogenerador.



⚠ ATENCIÓN:

El aerogenerador debe girar libremente 360° sin que llegue a rozar con ningún obstáculo.

⚠ PRECAUCIÓN:

Cualquier objeto que entre en contacto con las hélices en movimiento, puede dañarlas y desequilibrarlas.

ESP



Una vez instalado el aerogenerador sobre la torre, debe de comprobarse que este es capaz de girar libremente y que no existe ningún obstáculo dentro del diámetro de las hélices.

Las hélices ante la presión del viento pueden llegar a tener una torsión de hasta 15 cm, por lo que es necesario que entre las hélices y el punto más cercano exista como mínimo una distancia de 20 cm.

⚠ PRECAUCIÓN:

Cualquier objeto que entre en contacto con las hélices en movimiento, puede dañarlas y desequilibrarlas.

Cableado eléctrico

Previo a la instalación del aerogenerador y una vez instalada la torre, debe de realizarse el cableado eléctrico.

⚠ ATENCIÓN:

No instalar el aerogenerador sin conectar primero las baterías y el regulador.

⚠ PRECAUCIÓN:

No invertir la polaridad.
Utilice el cableado adecuado.

El primer paso en el conexionado eléctrico, es colocar el banco de baterías adecuado, en su configuración correcta y conexionado conforme a las especificaciones del fabricante, obteniendo como resultado el voltaje y capacidad adecuados para la instalación que vamos a realizar.

Existen diferentes tipologías de baterías, en el caso de instalaciones domésticas híbridas eólico / solares, se recomienda el uso de baterías de plomo ácido abiertas, y en función de las capacidades de carga de la instalación, se precisan de unos requisitos mínimos de instalación para asegurar el correcto funcionamiento y la durabilidad de la instalación.

Las recomendaciones mínimas de instalación así como del cableado entre la batería y el regulador son:

Modelo	Cable Batería	Batería Mínima
Bornay 600 / 12V	16 mm ²	550 Ah C ₁₀₀
Bornay 600 / 24V	16 mm ²	250 Ah C ₁₀₀
Bornay 600 / 48V	10 mm ²	150 Ah C ₁₀₀
Bornay 1500 / 24V	25 mm ²	660 Ah C ₁₀₀
Bornay 1500 / 48V	16 mm ²	350 Ah C ₁₀₀
Bornay 3000 / 24V	35 mm ²	1100 Ah C ₁₀₀
Bornay 3000 / 48V	25 mm ²	600 Ah C ₁₀₀
Bornay 6000 / 48V	50 mm ²	1200 Ah C ₁₀₀

ATENCIÓN:

Se recomienda el uso de baterías estacionarias de Plomo Ácido abiertas

PRECAUCIÓN:

El uso de una batería inadecuada puede provocar daños irreparables en su aerogenerador

Con la batería adecuada seleccionada y montada en la instalación, se procederá a instalar el regulador sobre la pared, este se fijará a través de los cuatro orificios situados en la carcasa metálica del mismo, dos superiores y dos inferiores. La fijación a la pared se hará mediante tirafondos y tacos plásticos.

El regulador posee unas resistencias internas de disipación, y la parte superior del regulador puede calentarse en día de viento, una vez las baterías están cargadas.

⚠ PRECAUCIÓN:

El regulador dispone de resistencias internas. No cubrir la parte superior. Instalar en un lugar ventilado.

No cubrir la parte superior del regulador, los orificios de la tapa superior deben de estar descubiertos para una correcta ventilación.



El regulador debe ser colocado en un lugar ventilado, en posición vertical a una altura aproximada de 1,20 mts. del suelo, y mínimo 50 cm. de las baterías para prevenir el contacto con los gases producidos por estas.

Regulador a 1.2 m del suelo.

Aerogenerador



Banco de baterías separado a más de 50 cm en horizontal del regulador

El cuadro de regulación, baterías y posible convertidor deberán estar colocados en un punto centralizado próximo al consumo, y lo más próximo posible entre ellos.

Para la instalación del regulador, levantar la tapa inferior del regulador (sólo la pequeña que forma un ángulo de 90°) quitando los cuatro tornillos que la sujetan. De este modo, el regulador quedará tal y como se muestra en la siguiente figura:

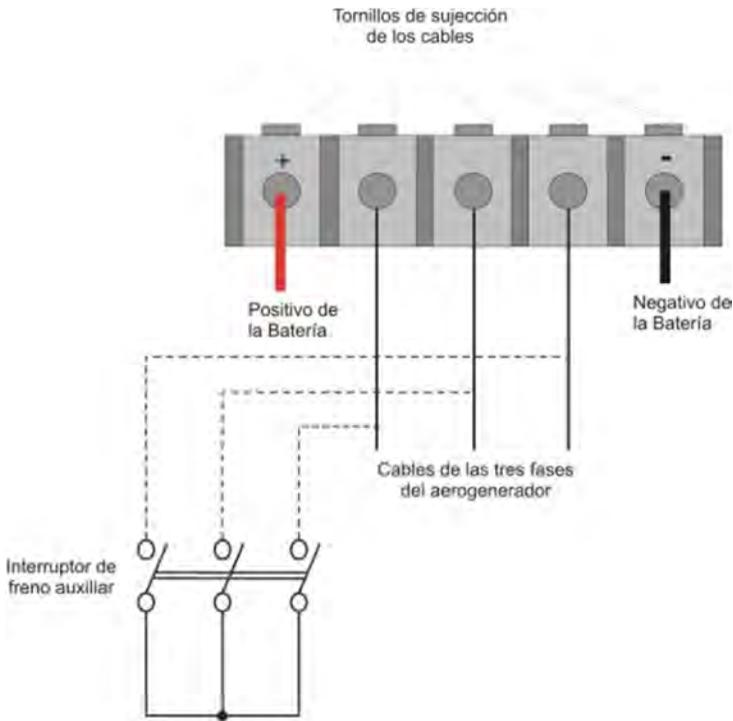


⚠ PRECAUCIÓN:

No invertir la polaridad. Un cambio de polaridad puede dañar el regulador.

A la hora de conectar el regulador se han de seguir los siguientes pasos:

- Conecte el negativo de la batería al regulador (Asegure la correcta polaridad).
- Conecte el cable del positivo de la batería al regulador (Asegure la correcta polaridad).
- Conecte los cables trifásicos del aerogenerador al regulador. Por tratarse de una conexión trifásica alterna no importa el orden de los cables. Esta conexión se realiza previa al montaje del aerogenerador, de lo contrario el aerogenerador debe de estar frenado.



En el caso de que haya que desconectar el regulador por algún motivo, durante la instalación o durante la vida útil de su instalación, se han de seguir los pasos siguientes:

- Cortocircuite el aerogenerador, juntando los tres cables de bajada dejándolo frenado.

- Compruebe que el aerogenerador está **totalmente** frenado y desconecte los cables del aerogenerador.
- Desconecte el cable del positivo de la batería.
- Desconecte por último el cable negativo.

Una vez instaladas las baterías y conexionado el regulador, pasaremos a cablear entre el regulador y la puntera de la torre donde se instalará el aerogenerador.

Con el fin de minimizar pérdidas eléctricas, la distancia entre el aerogenerador y el cuadro de regulación deberá ser la menor posible, sin superar en ningún caso los cien metros.

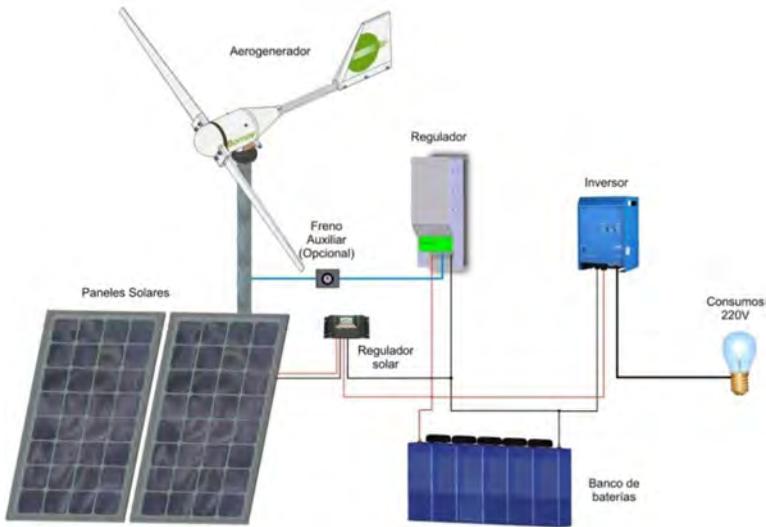
Para determinar la sección del cable de bajada que se debe utilizar, en función de las características del aerogenerador y la distancia que le separa de su cuadro de control, véase la siguiente tabla para cable conductor de cobre:

Modelo	lac x fase (A)	0-20 mts	20-40 mts	40-60 mts	60-80 mts	80-100 mts
Bornay 600 / 12v	17	10 mm ²	16 mm ²	25 mm ²	35 mm ²	50 mm ²
Bornay 600 / 24v	8.8	6 mm ²	10 mm ²	16 mm ²	25 mm ²	35 mm ²
Bornay 600 / 48v	4.5	4 mm ²	6 mm ²	10 mm ²	16 mm ²	25 mm ²
Bornay 1500 / 24v	22	10 mm ²	16 mm ²	25 mm ²	25 mm ²	35 mm ²
Bornay 1500 / 48v	11	6 mm ²	10 mm ²	16 mm ²	25 mm ²	35 mm ²
Bornay 3000 / 24v	42	10 mm ²	16 mm ²	25 mm ²	35 mm ²	50 mm ²
Bornay 3000 / 48v	21	4 mm ²	6 mm ²	10 mm ²	16 mm ²	25 mm ²
Bornay 6000 / 48v	42	6 mm ²	10 mm ²	16 mm ²	25 mm ²	35 mm ²

A continuación se muestra la equivalencia entre las secciones en mm² y AWG y los diámetros correspondientes a esas secciones en mm y en pulgadas.

Sección mm ²	4	6	10	16	25	35	50
Sección AWG	11	9	7	5	3	1	0
Diámetro (mm)	2.26	2.76	3.57	4.51	5.64	6.68	7.98
Diámetro (in)	0.088	0.108	0.141	0.178	0.222	0.263	0.314

En caso de una instalación mixta, la instalación debe de estar compuesta de los siguientes elementos:



ESP

Regulador

El funcionamiento del regulador es en primer lugar transformar la energía del aerogenerador generada en alterna, en corriente continua apta para la carga de su banco de baterías. En segundo lugar, el regulador controlará el estado de la batería evitando sobrecargas de la misma y controlando el funcionamiento del aerogenerador.

⚠ ATENCIÓN:

Con viento fuerte, frenar el aerogenerador accionando intermitentemente el interruptor de freno.

⚠ PRECAUCIÓN:

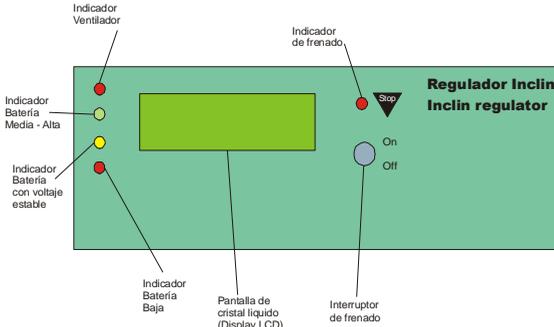
Con fuerte viento, no deje nunca el aerogenerador girando en posición de freno.

El regulador ha sido especialmente diseñado para funcionar con el aerogenerador. Para ello el regulador está provisto de las siguientes bornes de conexiones:

- 1.- Entrada trifásica del aerogenerador
- 2.- Salida +/- a batería

Interpretación Visual del Panel Frontal:

El aspecto físico del panel frontal del regulador es el que muestra la figura siguiente, en la que se puede apreciar la función de cada componente que lo forma:



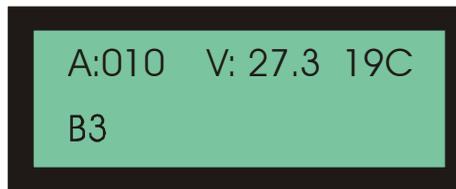
Funcionamiento del sistema:

Funcionamiento básico:

El regulador emplea la energía que obtiene del aerogenerador para cargar baterías y emplear esa energía en el consumo eléctrico del usuario. Mientras las baterías estén descargadas y las condiciones climatológicas lo permitan, el regulador estará aportando energía a los acumuladores.

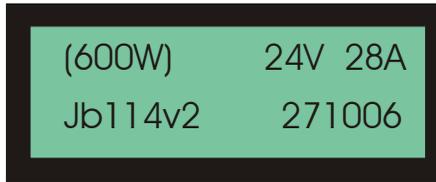
En el momento en el que las baterías estén cargadas al valor pre programado, el regulador hará que el aerogenerador se frene, evitando sobrecargas de las baterías. La forma de realizar ese frenado es mediante impulsos eléctricos, es decir, introduciendo cargas controladas al aerogenerador.

El voltaje de regulación viene predefinido de fábrica y está indicado con una letra B y un número tal como muestra la siguiente figura:



Reset del sistema:

Al conectar el aparato, al igual que si se resetea por algún motivo, el regulador mostrará una pantalla como la siguiente, dependiendo del modelo:



Donde se ve en la línea superior de la pantalla, el modelo del regulador. De izquierda a derecha indica: La potencia del aerogenerador, el voltaje del mismo, y la corriente máxima que acepta. En la línea inferior, aparece la versión del sistema.

NOTA:

Si por algún motivo sus baterías se han descargado excesivamente ó se detecta alguna anomalía en el funcionamiento del regulador, se puede efectuar un RESET, y comprobar si el equipo vuelve a su funcionamiento normal.

Para hacer el RESET, existe un micro-pulsador de circuito impreso colocado en la tarjeta de control del regulador, es decir, bajo la tapa del regulador.

Si el error persiste, póngase en contacto con el fabricante.



Frenado fijo del aerogenerador:

El aerogenerador puede quedarse frenado fijamente por varios motivos:

Forma automática: Esta es una función orientada al aumento de la seguridad del equipo y disminución del desgaste sufrido por los elementos mecánicos del sistema, consistente en la actuación de un contador interno mediante el cual el aerogenerador reduce su velocidad de giro de forma automática cuando en un periodo de 120 minutos ininterrumpidamente, se han efectuado al menos 1500 impulsos de frenado. Si esto se produce, el sistema deduce que la batería está completamente cargada y hasta que el voltaje no disminuya por debajo de 12.5v – 25v – 50v, no volverá a dejar nuevamente libre el aerogenerador.

Cuando está situación se da, y el frenado automático esta activado, aparece el mensaje de estado al final de la segunda línea, tal y como muestra la siguiente imagen:



Si el viento es muy fuerte, puede ocurrir que el aerogenerador no se detenga completamente, aunque la energía generada sí se deriva a las resistencias de frenado.

NOTA: si estando el equipo en estado de FRENO AUTO queremos que este vuelva de nuevo a su posición de carga sin tener que esperar a que el voltaje de batería baje hasta el valor de desactivación, solamente hay que situar el conmutador (frenado manual) en posición ON y retornar a continuación a la posición OFF, de este modo se habrá borrado el estado de frenado automático y el equipo volverá a generar energía de inmediato si existe el viento apropiado, al mismo tiempo se inicializan los contadores de tiempo e impulsos.

Frenado manual: Cuando se sitúa el conmutador en la posición ON se realiza una secuencia de impulsos para frenado del aerogenerador hasta que este se para por completo o en algún caso, si hay mucho viento, queda girando a pocas revoluciones.



Cuando se activa el conmutador manual de freno, aparece la indicación al final de la segunda línea y además queda iluminado el LED de indicador de frenado.

Si se sitúa el conmutador nuevamente en la posición OFF, el aerogenerador queda libre de inmediato y habilitado nuevamente para generar energía apagándose el LED de freno.

Esta operación se debe realizar periódicamente para verificar el buen estado de los elementos de frenado: si con viento suave no se detiene el aerogenerador por completo se revisará el cuadro eléctrico.

Forma auxiliar opcional: Para garantizar una seguridad en la instalación, se puede incorporar un freno auxiliar al regulador, capaz de frenar el aerogenerador cuando se quiera dejar deshabilitado por cualquier motivo. Este sistema de freno consiste en unir las tres fases del aerogenerador.

⚠ PRECAUCIÓN:
Con viento muy fuerte, no deje nunca el aerogenerador girando en posición de freno.

Señales de Aviso:

El regulador detecta el voltaje que tiene en su entrada para baterías y se configura solo, siempre y cuando ese voltaje esté permitido para la potencia que esté programado. Si no es permitido el voltaje de baterías para la potencia programada, aparecerá un mensaje indicando que el voltaje no es correcto.

CONFIGURACION INCORRECTA

ESP

Por ejemplo, si el regulador es para un aerogenerador de 6000W sólo puede trabajar con baterías de 48V, entonces si detecta que el voltaje de baterías es de 12 o de 24V mostrara un mensaje de error. Esto también ocurrirá si las baterías están muy descargadas.

Montaje del aerogenerador

Antes de realizar el montaje del aerogenerador sobre la torre se debe de realizar la instalación eléctrica, y el interconexionado de las baterías y el regulador.

Una vez dispongamos de la instalación de los elementos eléctricos y el cableado, procederemos al montaje del aerogenerador.

Para poder colocar fácilmente el Aerogenerador sobre la torre puede utilizarse un soporte vertical sujeto a la torre con una polea.

El soporte que se utilice deberá estar bien sujeto a la torre, con una polea en el extremo a la que se le pasará una cuerda, con la que se atará el aerogenerador.

Con este sistema puede izarse el aerogenerador sin problemas.

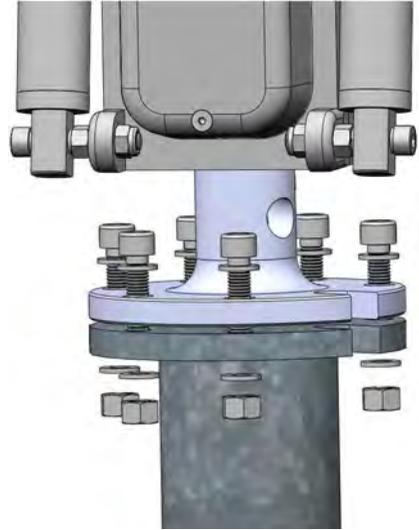


Pletina de fijación

Su función será la sujeción del aerogenerador, y permitirá desmontarlo en cualquier momento.

La unión se hace a través de dos pletinas, una de ellas soldada en la torre y la otra en el aerogenerador.

La pletina cuenta con una ranura para la bajada los cables eléctricos y seis taladros para seis tornillos allen M-10 x 40, con arandelas M-10 en ambas caras y seis tuercas M-10. El conjunto de tornillos se suministra en una bolsa separada del resto de la tornillería y junto a la pletina en el caso de no haber sido enviada por anticipado o no adjuntar la torre.



ESP

Timón de orientación / Tubo cola

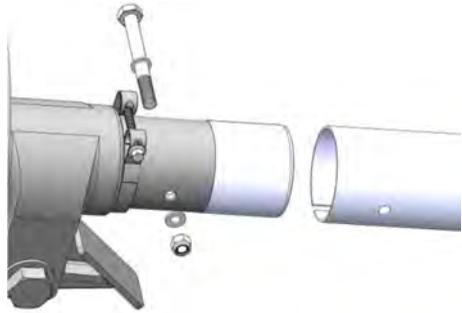
La función del timón de orientación es la de mantener el rotor alineado al viento en todo momento.

Está compuesto de dos partes: el timón de orientación de polietileno y un tubo de acero. La unión se realiza mediante tres tornillos M-6 x 100, con seis arandelas M-6 de serie ancha que se instalan en ambas partes del tornillo y tres tuercas autoblocantes M-6.



Sujeción Tubo Cola Alternador

Esta es la parte en la que se unen el tubo de cola con el alternador. Antes de atornillar esta unión, se debe introducir la carcasa protectora por el tubo. (Una vez montado el tubo al alternador no se podrá insertar la carcasa).



La unión del tubo al alternador consta de dos partes, una es pasante y otra en forma de brida: Se introduce el tubo de cola en la parte trasera del alternador, haciendo coincidir los taladros de ambas piezas quedando la ranura del tubo hacia abajo. En los orificios se instala un tornillo hexagonal M-8 x 90, con dos arandelas M-8 una en cada parte y una tuerca autoblocante M-8, este debe tener un apriete de 2,5 kg. En la parte superior se tiene un sistema de apriete en forma de brida. Simplemente habrá que apretar el tornillo que lleva la brida a 3kg, una vez esté en su posición.

Carcasa protectora:

Su función es proteger el alternador de las condiciones climatológicas. La fijación de la carcasa se realiza con cinco tornillos; tres de ellos en la parte superior, uno en la parte trasera en forma de abrazadera y por último, en la parte inferior frontal a modo de brida:



En la parte superior de la carcasa hay tres taladros, para alojar tres tornillos M-8 x 20 con sus correspondientes arandelas M-8 de la serie ancha y una arandela grover, que enroscan directamente sobre el puente del alternador. El orden de instalación es: tornillo, arandela grover, arandela de serie ancha.

A continuación se ha de apretar el tornillo de la abrazadera de la parte posterior de la carcasa.

Por último, en la parte frontal inferior, en las dos pestañas conformadas a modo de brida, se instala el tubo de latón, de 160 mm de longitud y un diámetro exterior de 12 mm, una varilla roscada M-8 x 198 con una arandela M-8 serie ancha por cada parte. El conjunto se alojará en la zona interior de la carcasa, entre las dos pestañas. Para finalizar, instale una nueva arandela y la tuerca de seguridad M-8 autoblocante.

Hélices y Cono Frontal

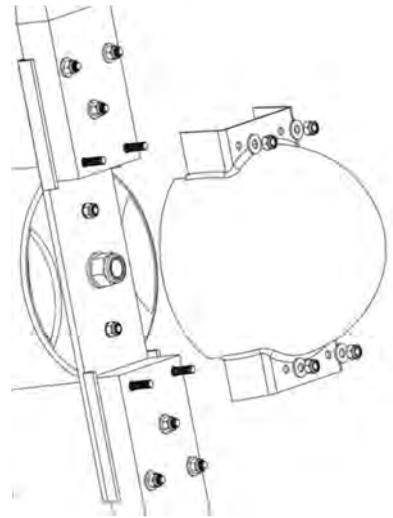
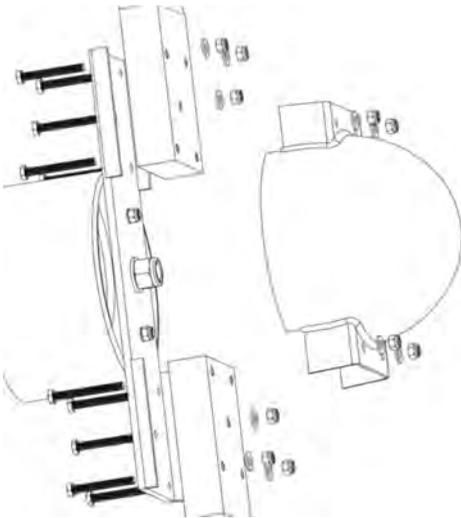
Las hélices, de fibra de vidrio / carbono reforzadas, son la parte en contacto directo con el viento. Su aerodinámica, diseñada específicamente para los aerogeneradores Bornay, permite el funcionamiento del alternador haciéndolo rodar en función de la velocidad del viento.

Su montaje se realiza fijándolas al buje **con el logotipo en relieve hacia la parte trasera**, es decir, mirando al alternador. Los dos tornillos exteriores y el central, serán de M-10 x 70 y los dos interiores (más cercanos al eje), serán M-10 x 75 (estos sujetan también el cono frontal).

En los tres tornillos exteriores se colocan las arandelas M-10 de la serie ancha y a continuación se colocan las tuercas autobloqueo. Con la ayuda de una llave dinamométrica se ha de aplicar un apriete de inicial de 2 kg a todas las tuercas. Una vez estén todas apretadas, las reapretamos a 2,5 kg.

Tras ello, se coloca el cono frontal. Una vez instalado se introduce una arandela M-10 de serie ancha y una tuerca autobloqueo M-10 en los dos tornillos interiores. Con la ayuda de una llave dinamométrica se ha de aplicar un apriete de inicial de 2 kg a todas las tuercas. Una vez estén todas apretadas, las reapretamos a 2,5 kg.

Fíjese en las imágenes siguientes:



⚠ ATENCIÓN:

Compruebe una vez más que las hélices encajan perfectamente y que no hay ningún obstáculo que pueda interferir en su camino.

⚠ PRECAUCIÓN:

Compruebe que las hélices están correctamente colocadas; el logotipo de Bornay debe quedar a sotavento, en la parte posterior.

⚠ PRECAUCIÓN:

- No manipule el aerogenerador ni el cuadro de control en días de viento.
- No deje el generador funcionando libremente (sin conectar a las baterías), podría dañar el sistema de carga. En caso de que sea necesario desconectarlo de las baterías, déjelo frenado.
- Con el aerogenerador funcionando libremente, el sistema de frenado automático por inclinación no funciona, con lo cual podrían producirse daños irreparables en el aerogenerador.
- No manipule las resistencias del regulador.
- No invierta la polaridad.
- Utilice el cableado adecuado.

Mantenimiento

Tras su instalación

Transcurrido 1 mes desde la instalación del aerogenerador, se recomienda, reapretar toda la tornillería del aerogenerador.

Permanente

Para asegurar la vida de su aerogenerador, se aconseja que siga los siguientes consejos de mantenimiento:

Cada 6 meses

A ser posible en los cambios de estación, se recomienda realizar una inspección de mantenimiento en la cual se deben de revisar los siguientes puntos:

- Revisar y reapretar todos los tornillos.
- Comprobar el estado de los cables.
- Inspección visual de las hélices.
- Revisión del sistema de frenado automático, accionando este manualmente.

Las partes principales del aerogenerador a la hora de realizar las inspecciones de mantenimiento son:

Rodamientos

El aerogenerador está equipado con rodamientos blindados de gran calidad que no necesitan mantenimiento. Puede comprobar si giran libremente o por el contrario se observa algún tipo de roce o vibración.

Tornillería

Toda la tornillería es de **acero inoxidable**. Ante la falta de cualquier tornillo en una revisión de mantenimiento, reemplazarlo inmediatamente antes de que pueda producir daños mayores.

Cableado

Comprobar el estado de las uniones y empalmes, así como regletas de conexiones que haya, para evitar que pueda desconectarse y dejar el aerogenerador funcionando libremente.

Hélices

Las hélices de fibra de vidrio / carbono, llevan en el borde de ataque una cinta protectora de Poliuretano abrasivo.

Esta cinta con el paso del tiempo puede verse afectada por las condiciones climatológicas. En caso de falta total ó parcial de la cinta, acuda a su instalador y reemplace la cinta. En caso contrario, la erosión y cambios climáticos incidirán directamente sobre la hélice, reduciendo su vida útil.

Amortiguador

El aerogenerador lleva instalado un amortiguador hidráulico que permite la desorientación respecto al viento rápidamente, y su vuelta a la posición normal lenta, evitando golpes bruscos.

El amortiguador tiene una pequeña holgura al principio de su retroceso que es normal, si su holgura fuera mayor de la mitad del recorrido y se observan pérdidas de aceite, habría que sustituir los amortiguadores por unos nuevos.

Engrase

El aerogenerador Bornay, consta de 3 partes móviles:

El eje delantero (Hélice-alternador), provisto de rodamientos blindados y recubiertos totalmente con una grasa de por vida. No precisan engrase.

El eje de orientación (aerogenerador-torre), provisto con rodamientos blindados. No precisan engrase.

El eje de inclinación (alternador-giratoria), es un casquillo de acero inoxidable / bronce engrasado de por vida.

Preguntas frecuentes

- 1.- ¿Se puede cambiar la polaridad de la batería?
No, esto repercutiría en la avería del regulador.
- 2.- ¿Importa la polaridad de los cables del aerogenerador?
No, la bajada del aerogenerador es trifásica alterna, por lo tanto estos pueden conectarse sin ningún tipo de orden.
- 3.- ¿Se puede desconectar la batería con el aerogenerador en marcha?
Bajo ningún concepto, ya que esta acción puede provocar daños irreparables en el regulador.
- 4.- ¿Es posible que el regulador provoque que las baterías se descarguen?
Es imposible según la construcción del regulador.
Si eso ocurre revise la instalación porque debe tener algún elemento que descarga las baterías.
- 5.- El voltaje que mide el regulador no corresponde con el nivel de batería que miden otros equipos.
Cada fabricante o incluso cada equipo emplea componentes diferentes y estos no suelen ser calibrados por cuestión de costes. Puede haber oscilaciones entre diferentes equipos aunque sean de un mismo fabricante y modelo.
- 6.- ¿Cómo se puede saber la potencia que está entregando el aerogenerador?
Simplemente se han de multiplicar los valores de voltaje y corriente que muestra la pantalla del regulador.
Potencia (W) = Voltaje (V) x Amperios (A).
- 7.- ¿Qué potencia consume el regulador?
La potencia que consume el regulador es despreciable frente a la potencia del aerogenerador y las baterías, es del orden de miliamperios.
- 8.- ¿Cómo se sabe si el aerogenerador está inyectando carga a las baterías?
A través del display del regulador que nos marca la corriente de carga.

Hay que tener en cuenta que puede producirse un error de algunos amperios, por lo que si la carga es baja, 1 o 2 amperios, el display puede marcar 0.

9.- ¿Pueden estar mal los orificios de las hélices?

No, cada aerogenerador se ensambla completamente en producción. Si no coinciden los taladros prueba a dar la vuelta a las hélices. Algunos modelos tienen 3 y otros 5 taladros, de los cuales hay uno desplazado respecto al centro para definir la correcta instalación de las hélices.

10.- ¿Se puede alimentar una casa con estos aerogeneradores?

Este tipo de aerogenerador se usa normalmente junto con otros componentes para formar una instalación completa. Estos componentes suelen ser:

Paneles solares: Producción de energía.

Reguladores solares: Para controlar la carga de las baterías desde los paneles solares.

Baterías (Acumulación de dicha energía): Normalmente se diseñan las instalaciones para que tengan 3 días de autonomía, es decir, que puedan dar suministro a la instalación durante 3 días sin viento ni sol. Son de corriente continua.

Regulador eólico: Va incluido con el aerogenerador y es el que se encarga de vigilar la vida de la batería. Se encarga de que el voltaje de la batería no sobrepase unos valores peligrosos. Al mismo tiempo se encarga de frenar la máquina cuando esto ocurre.

Inversor/Cargador: Es el equipo que se encarga de transformar la corriente continua de las baterías en corriente alterna apta para el consumo (230V~).

Generador de apoyo. En una instalación aislada completa se instala para garantizar el completo funcionamiento autónomo de la instalación. Normalmente el inversor se encargara de maniobrar el arranque y paro del motor dependiendo de las necesidades de la instalación. Por ejemplo, si la batería baja, el inversor manda que arranque el motor.

11.- ¿Se pueden poner varios aerogeneradores en paralelo?

Si se pueden poner varios aerogeneradores en paralelo

12.- ¿Se pueden conectar consumos directamente al aerogenerador?

No porque la energía que producen no es una energía controlada y regulada, por lo que se necesita de estabilizador/controlador intermedio. Este estabilizador/controlador, sin el cual nuestra instalación no funcionará correctamente.

En el caso de instalaciones aisladas, este estabilizador/controlador es la batería.

En el caso de instalaciones de vertido a red, este estabilizador es el inversor de conexión a red.

13.- ¿Cómo es la tensión que genera el alternador?

El aerogenerador saca una señal trifásica alterna, que en el caso de instalaciones aisladas, tiene un voltaje nominal de aproximadamente 15 Vac, 30Vac ó 60Vac en función de su voltaje. En el caso de las conexiones a red, el voltaje nominal es de 150Vac.

Estos voltajes son posteriormente rectificadas en el regulador pasando a corriente continua a unas tensiones de 12 Vdc, 24 Vdc, 48 Vdc para carga de baterías, o 120 Vdc para atacar el inversor de conexión a red.

14.- ¿Se debe de instalar algún tipo de protección entre el aerogenerador y el regulador o entre este y la batería?

Nunca, el regulador ya realiza estas funciones de protección.

En caso de instalar una protección intermedia y que éste desconecte la conexión eléctrica, el aerogenerador quedaría libre sin carga y esto puede producir daños irreparables en su aerogenerador ó regulador.

Solución de problemas

ESP

Problema observado	Causa Posible	Solución
Las aspas no giran incluso con un viento muy fuerte	Cableado desde el aerogenerador al regulador incorrecto.	Revisar cableado.
	Freno auxiliar conectado.	Desconectar el freno auxiliar.
	Cortocircuito en las fases del generador	Desconectar las fases del aerogenerador del regulador, si este no gira libremente, el problema puede estar en el cableado. Revise las posibles uniones en el cableado. Si el problema persiste, póngase en contacto con su proveedor.
	Diodos del regulador en cortocircuito	Desconectar las fases del aerogenerador del regulador, si este gira libremente, su regulador puede estar averiado. Póngase en contacto con su proveedor.
Las aspas giran muy rápido y no carga	Batería desconectada o defectuosa. Voltaje incorrecto entre baterías, regulador y aerogenerador. Fases del aerogenerador desconectadas.	Compruebe que el voltaje de las baterías es correcto. Compruebe que existe voltaje en la entrada del aerogenerador en el regulador. Si no hay voltaje revise el cableado.

Problema observado	Causa Posible	Solución
El aerogenerador se frena automáticamente con poco viento.	Baterías cargadas por otro elemento, como paneles solares o generador.	El funcionamiento es correcto.
Hace mucho viento y no se frena el aerogenerador, con el freno del regulador activado.	El viento es tan fuerte que el freno del regulador no puede llegar a frenar la máquina.	Accionar el freno intermitentemente hasta frenar la máquina, aprovechando las bajadas de la fuerza del viento.
La pantalla del regulador no muestra nada.	Batería desconectada.	Revisar cableado en la parte de continua. Y comprobar que llega tensión al regulador.
	Circuito impreso defectuoso.	Revisar conectores en la placa de circuito impreso, si el fallo persiste póngase en contacto con su proveedor
El regulador se calienta mucho	Baterías demasiado pequeñas y/o muy poco consumo.	Revise el dimensionado de su instalación.
	Situación con vientos fuertes.	El funcionamiento es correcto, puede frenar el aerogenerador si su baterías está cargada.
El voltaje de las baterías es demasiado alto	Conexión defectuosa de la batería.	Revise los bornes de conexionado de la batería/elementos. Reapriete la tornillería de las conexiones.

Problema observado	Causa Posible	Solución
El voltaje de las baterías es demasiado alto (continuación)	El regulador no está trabajando correctamente.	Póngase en contacto con su proveedor.
El aerogenerador vibra	Tornillos flojos	Reapriete toda la tornillería.
	Palas descompensadas	Revise el estado de las palas. Póngase en contacto con su proveedor.
Hace ruido mecánico intermitentemente	Roce entre elementos	Coloque y apriete correctamente los tornillos de la carcasa.
	Ruido interior, revisar si el rotor gira correctamente o si los rodamientos pueden estar dañados.	Póngase en contacto con su proveedor.
Hace mucho viento y se desorienta constantemente	Turbulencias.	Revise el lugar de instalación de la torre.

Anexos

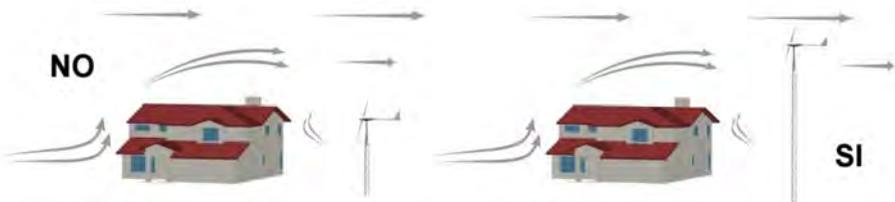
Anexo I.- Tipos de Viento

La tabla Beaufort es la referencia internacional que clasifica y define cada tipo de viento en función de su velocidad.

FUERZA	Velocidad (m/s)	Velocidad (km/h)	Denominación
0	0 - 0.5	0 - 1	Calma
1	0.6 - 1.7	2 - 6	Ventolina
2	1.8 - 3.3	7 - 12	Suave
3	3.4 - 5.2	13 - 18	Leve
4	5.3 - 7.4	19 - 26	Moderado
5	5.7 - 9.8	27 - 35	Regular
6	9.9 - 10.4	36 - 44	Fuerte
7	12.5 - 15.2	45 - 54	Muy fuerte
8	15.3 - 18.2	55 - 65	Temporal
9	18.3 - 21.5	66 - 77	Temporal fuerte
10	21.6 - 25.1	78 - 90	Temporal muy fuerte *
11	25.2 - 29	91 - 104	Tempestad
12	Más de 29	Más de 104	Huracán

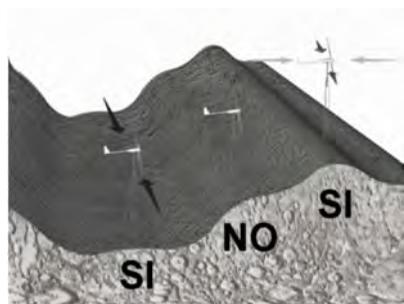
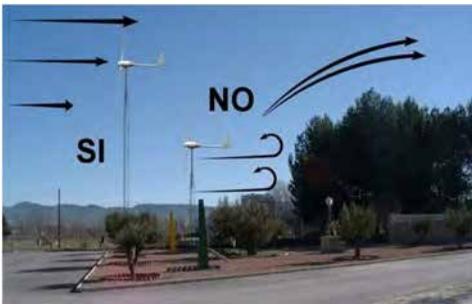
*Ante avisos de temporal muy fuerte, Bornay recomienda la **parada manual** para una mayor conservación del aerogenerador.

Anexo 2.- Influencia de los obstáculos en el aerogenerador



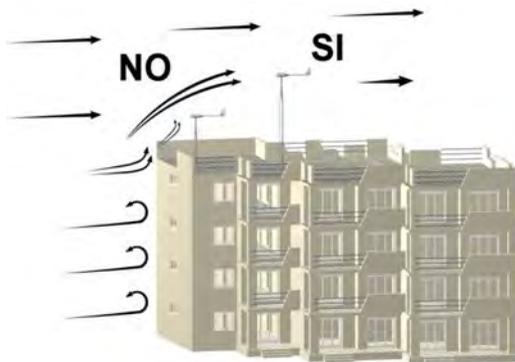
El viento se ve obstaculizado con obstáculos que encuentra en su camino, se frena y produce turbulencias. Un aerogenerador instalado en un lugar inadecuado se verá perjudicado por turbulencias y vientos flojos.

ESP



Para evitar reducir el rendimiento de su aerogenerador, instélelo lo más alejado posible del obstáculo y sobre una torre que eleve el molino por encima de este.

En el caso de encontrarse en un valle, instale su aerogenerador en la parte más baja, donde el viento se encuentra canalizado, o mejor, en la parte más alta, donde el aerogenerador será susceptible de captar el viento de cualquier dirección.



Declaración de conformidad



ESP

D. Juan Bornay Rico, en nombre y representación de Bornay aerogeneradores, slú,

DECLARA

Que los aerogeneradores Bornay modelos 600, 1500, 3000, 6000 y sus correspondientes reguladores, han sido fabricado de conformidad con las normas aplicables bajo las directivas de la U.E.:

89/392/CEE

91/368/CEE

Y en concordancia con la Normativa de seguridad en pequeños aerogeneradores:

UNE-EN-61400-2

Castalla, 1 de Diciembre de 2009

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized 'J' and 'R' intertwined.

Fdo. Juan Bornay Rico.

Garantía.

GARANTIA LIMITADA

Su nuevo Aerogenerador de la serie Bornay está garantizado contra todo defecto en material y mano de obra. Esta garantía no cubre daños a otros equipos y / o accesorios que pudieran verse involucrados en la reparación del aerogenerador. La garantía tampoco incluye daños causados por un uso indebido de la instalación o el producto.

ESP

PERIODO DE GARANTÍA – AEROGENERADORES BORNAY

El periodo de garantía de los Aerogeneradores Bornay y sus componentes es de 36 meses desde la fecha de instalación ó de 40 meses desde la fecha de fabricación.

ACCESORIOS AEROGENERADORES BORNAY

El periodo de garantía de los Accesorios Bornay, es de 36 meses desde la fecha de instalación o de 40 meses desde la fecha de fabricación.

CONDICIONES DE LA GARANTÍA

La garantía incluye piezas y mano de obra siempre en nuestros talleres, debiendo enviarnos el aerogenerador debidamente embalado y siempre a portes pagados.

La garantía excluye roturas por malos tratos, equipos con muestras de manipulación y portes.

Bornay se reserva el derecho de poder sustituir o modificar cualquier pieza en caso oportuno.

Todo Aerogenerador que no cumpla estas condiciones, será reparado y enviado cargando el valor de la reparación, previa autorización del cliente.

Index

Index	38
Welcome to the world of the wind	39
Wind Turbine Components	41
Technical data	42
Placing your wind turbine	44
Installation	44
The tower	45
Electrical wiring	46
Regulator	51
Installing the Wind Turbine	56
Maintenance	61
Frequently asked questions	63
Troubleshooting	66
Annex	69
Declaration of conformity Marcador no definido.	¡Error!
Warranty	72

Welcome to the world of the wind



Valued Customer,

We want to thank you for purchasing your new **Bornay 3000** wind turbine and we hope it will meet all the needs for which you have acquired it and for which we have produced it.

Warranty conditions are located at the end of this manual. They are dependent on the proper installation of your wind turbine as this will ensure the correct functioning of the apparatus and, of course, correct servicing.

We are fully available for consultation should you need any type of information about your wind turbine or its installation.

Once again, we welcome you to the World of the Wind.

Most sincerely

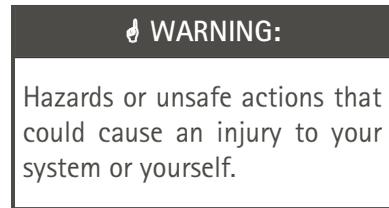
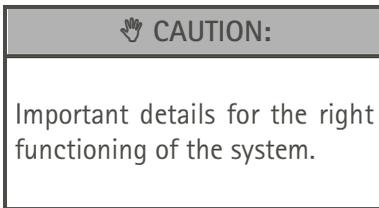
Bornay Wind turbines

A blue ink handwritten signature, appearing to be "A", written over the text "Bornay Wind turbines".

Interesting information

In this manual you will find all the information needed to install and maintain your windmill. We strongly recommend that you read this manual thoroughly and understand it before beginning assembly.

At several points in this manual you will find special notes highlighted. These notes are to be observed with special care because they have critical importance. Please pay special attention to those points marked with the following example notices:



GB

Identification

Each windmill is labeled with its model, voltage and serial number data as it follows:

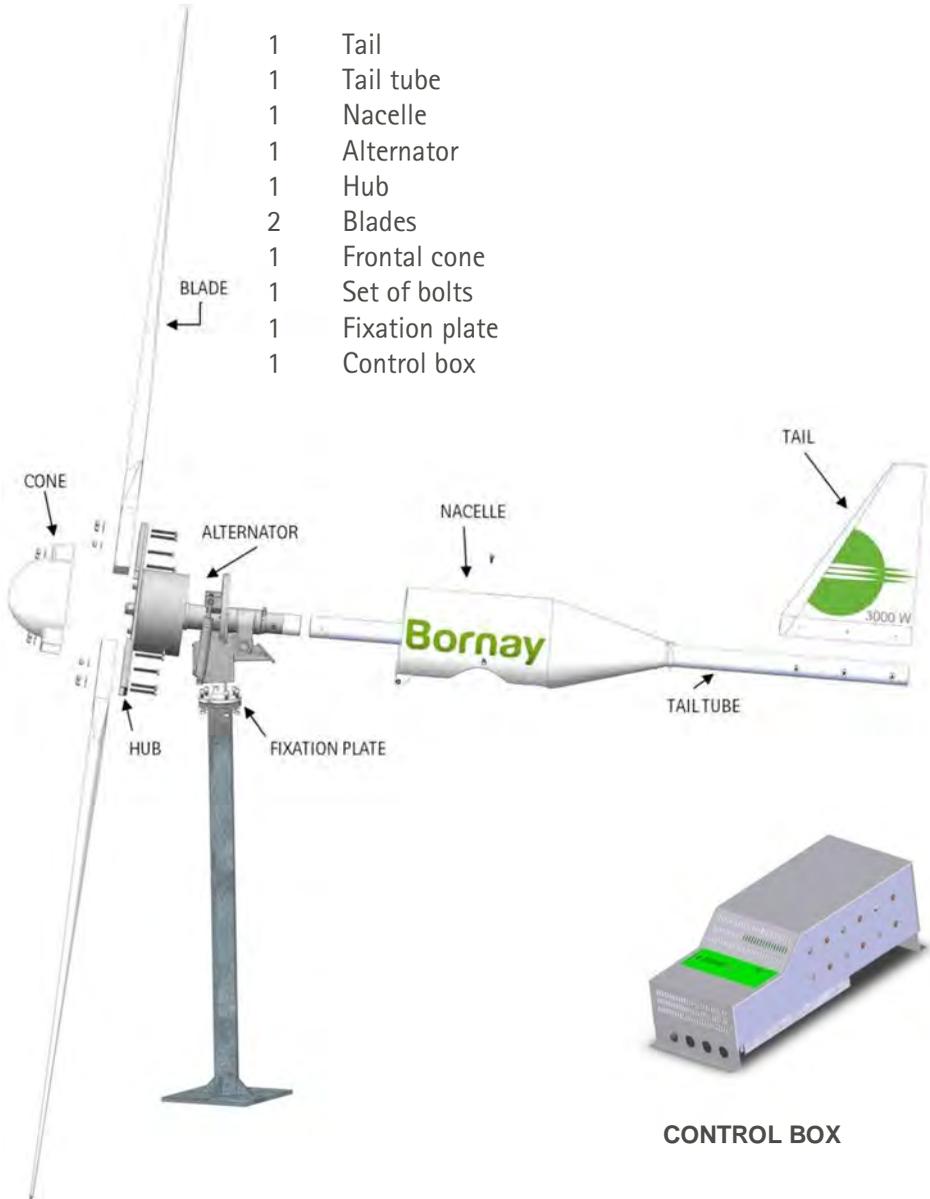
- Manual: Labeled on the cover of this manual.
- Alternator: The wind turbine model, voltage and serial number can be found on the face of the alternator housing above the brushes cover.
- Regulator: On the right side of the control box, there is a sticker indicating the characteristics, regulator model, windmill model, voltage, and serial number.

Keep a note of your serial number as this will be useful when you have to order replacement parts and ask for technical assistance.

Wind Turbine Components

Next to this documentation, in the original box, you will find the components listed below. Some items may already assemble:

- 1 Tail
- 1 Tail tube
- 1 Nacelle
- 1 Alternator
- 1 Hub
- 2 Blades
- 1 Frontal cone
- 1 Set of bolts
- 1 Fixation plate
- 1 Control box



GB

Technical data

Bornay 3000

Technical specifications

Number of blades	2
Diameter	4 mts.
Material	Fiberglass and carbon fiber
Direction of rotation	Counterclockwise

Electrical specifications

Alternator	Three phases permanent magnet
Magnets	Neodymium
Nominal power	3000 W
Voltage	24, 48, 120 v.
RPM	@ 500
Regulator	24v 150 Amp 48v 75 Amp 120v Grid connection

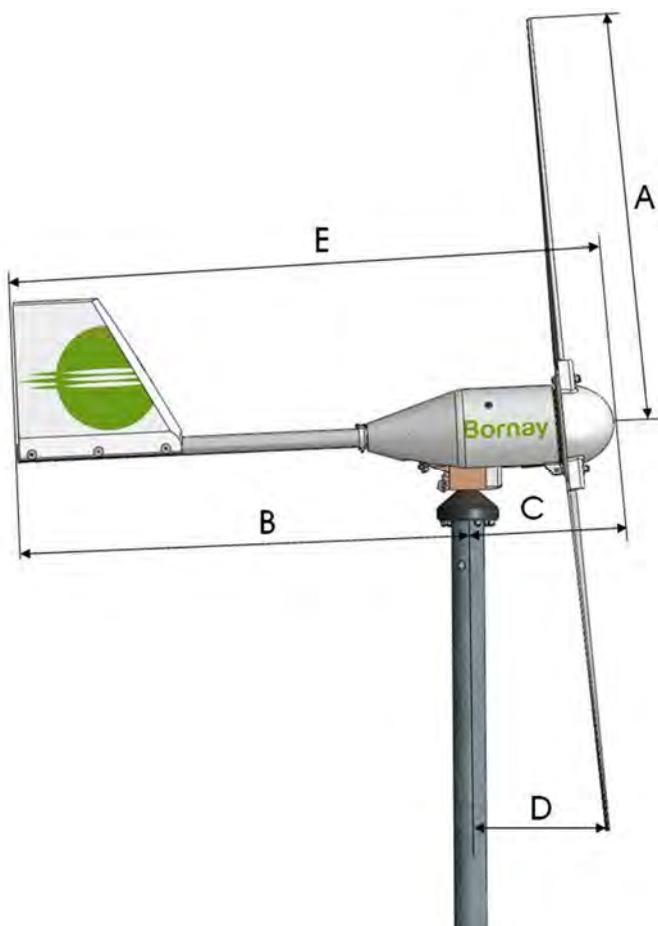
Performance, windspeed

For turn on	3,5 m/s
For nominal power	12 m/s
For automatic brake system	14 m/s
Survival	60 m/s

Physical specifications

Windturbine weight	93 Kg
Regulator weight	14 Kgr
Packaging	1200 x 800 x 800 mm. – 135 Kg
Dimensions – weight	2200 x 400 x 150 mm – 6,8 Kg
Total	0.9 m ³ – 154 Kgr.
Warranty	3 years

Model	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	E (mm)
Bornay 600	1000	1120	350	360	1470
Bornay 1500	1430	1670	370	470	2040
Bornay 3000	2000	2140	470	645	2610
Bornay 6000	2000	2640	495	645	3135



GB

Placing your wind turbine

The energy we can take from the wind is proportional to the cube of its speed. This basically means that when the wind doubles its speed, the power we can produce is up to eight times higher.

CAUTION:

For more information on obstacles affecting wind turbines, see Annex 2.

Therefore, the best site to install a windmill will be a place where it is exposed to the most constant and highest wind speed possible. Wind speed depends enormously on the landscape the air moves over. In almost all locations the wind speed increases, as you get higher off the ground; vegetation, landscape, nearby buildings, etc. stop the wind and produce turbulences.

The best place for a wind machine, is an obstruction-free area, and at the maximum height available.

Installation

Before you begin, run through the steps to follow in order to correctly assemble your wind turbine and take a series of important precautions.



The precautions to follow should be:

- Don't plan to carry out installation on windy days.
- Do not leave the generator running freely.
- With the generator running freely, the automatic leaning brake system does not work; this could cause irreparable damage to the wind turbine.
- Use the correct wiring.

The tower

It is recommended to install the windmill on an Independent tower, and not next to the house to avoid turbulences.

Anchoring the tower is carried out according to the type for installation, and must be fixed securely to the ground, normally with concrete foundations. It must be totally vertical and leveled to avoid poor wind turbine functioning.

 CAUTION:
Check constantly to ensure that the tower is vertical and level.

In the case of shorter-based towers requiring tensile guy cables: once the base is anchored and the tower is in place, 3 or 4 tensile guy cables are applied, their supports firmly anchored to the ground, generally in concrete foundations.

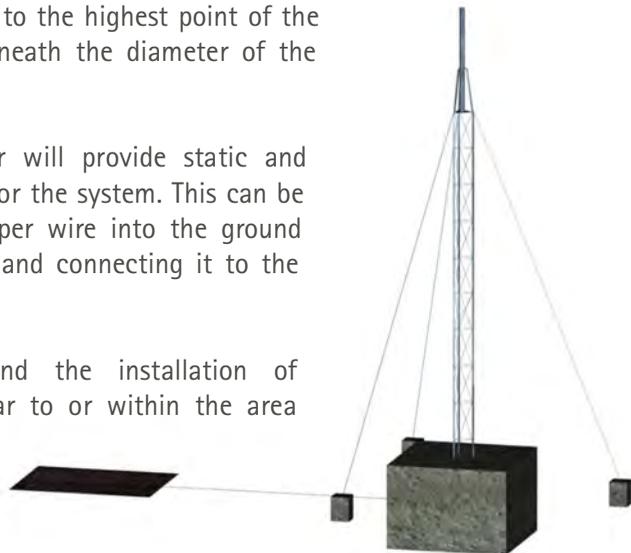
Check at all times that your tower remains perfectly vertical.

The guys ropes have to absorb all tower bend in windy conditions. Therefore, they must be 6-10 mm diameter steel cables.

Attach the guy wires to the highest point of the tower but always beneath the diameter of the blades.

Grounding the tower will provide static and lightning protection for the system. This can be made by driving cooper wire into the ground near the tower base and connecting it to the tower with wire.

We don't recommend the installation of lighting arrestors near to or within the area occupied by the wind turbine.



GB

CAUTION:

The wind turbine must be able to turn 360° freely with no obstacles in its way.

WARNING:

Any object touching the blades in movement, will break them and will unbalance the system causing major problems.

GB



Once the wind turbine has been installed on the tower, check that it can turn freely and that there are no obstacles within the diameter of the blades.

Under wind pressure, the blades can have up to 15cm of torsion, so there must be a minimum distance of 20cm between the blades and the nearest point.

WARNING:

Any object making contact with the moving blades can damage and unbalance them.

Electrical wiring

Full electrical wiring installation must be carried out prior to the installation of the wind turbine and once the tower has been installed.

CAUTION:

Never install the wind turbine if the regulator and batteries are not properly connected.

WARNING:

Never invert polarity.

Use appropriate sized cables.

The first step in the electrical configuration is to place the correct battery bank, with its correct connection configuration and connected according to the manufacturer's specifications, thus obtaining the right voltage and capacity for the installation to be carried out.

Different types of batteries exist. In the case of domestic hybrid wind energy/solar energy installations, open lead-acid batteries are recommended and, to meet the installations charge capacities, certain minimum installation requirements are essential to assure correct running and durability of the installation.

The minimum installation recommendations and battery-to-regulator cable recommendations are the following:

Model	Battery Cable	Minimum battery size
Bornay 600 / 12V	16 mm ²	550 Ah C ₁₀₀
Bornay 600 / 24V	16 mm ²	250 Ah C ₁₀₀
Bornay 600 / 48V	10 mm ²	150 Ah C ₁₀₀
Bornay 1500 / 24V	25 mm ²	660 Ah C ₁₀₀
Bornay 1500 / 48V	16 mm ²	350 Ah C ₁₀₀
Bornay 3000 / 24V	35 mm ²	1100 Ah C ₁₀₀
Bornay 3000 / 48V	25 mm ²	600 Ah C ₁₀₀
Bornay 6000 / 48V	50 mm ²	1200 Ah C ₁₀₀

CAUTION:

The use of stationary open lead-acid batteries is recommended.

WARNING:

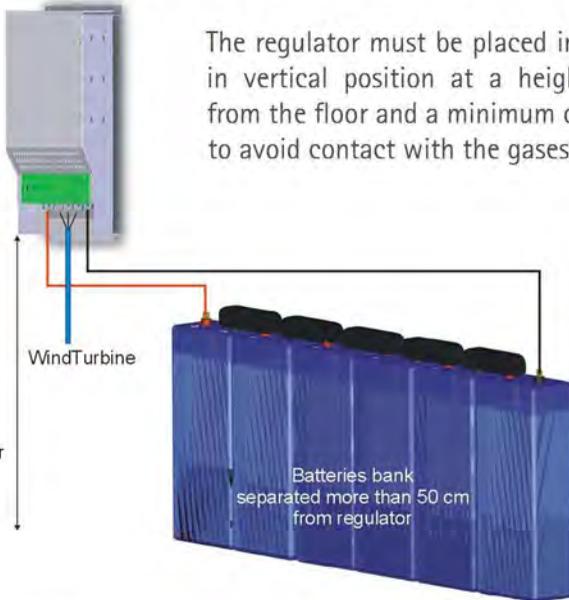
Use of the wrong battery can cause irreparable damage to your wind turbine.

With the correct battery selected and assembled in the installation, the regulator must now be installed on the wall. This is fixed using the four holes (two upper and two lower) located in its metallic casing. Fixing is achieved using long screws and plastic plugs.

The regulator has dissipation through internal resistances. The upper part of the regulator can heat up on windy days once batteries have been charged.

Do not cover the upper part of the regulator – the holes on the top cover must be unobstructed for correct ventilation.

WARNING:
The regulator has internal resistance. Do not cover upper part.
Install in a well-ventilated area.



The regulator must be placed in a well ventilated area and in vertical position at a height of approximately 1.20m from the floor and a minimum of 50cm from batteries so as to avoid contact with the gases these produce.

The regulation control box, batteries and possible converter must be allocated a central location near to the point of use and as near as possible to each other.

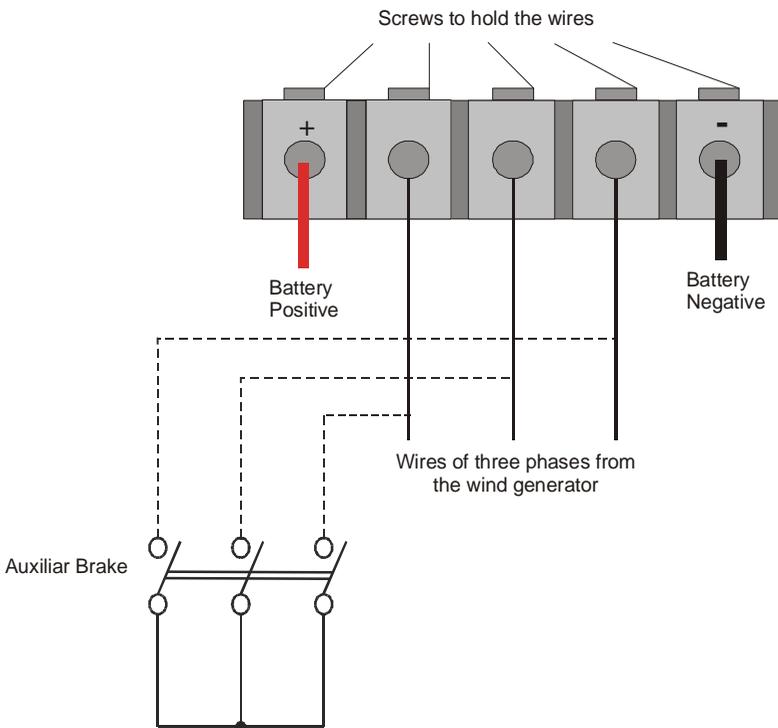
To install the regulator, lift the lower cover from the regulator (only the small cover which forms a 90 degree angle) by removing the four screws that hold it in place. This way, the regulator will be positioned as in the following illustration:



WARNING:
DO NOT invert polarity.
A change in polarity can damage the regulator.

When you come to connect the regulator, follow these steps:

- Connect the negative terminal of the battery to the regulator (ensure correct polarity).
- Connect the positive cable from the battery to the regulator (ensure correct polarity).
- Connect the wind turbine's three-phase wires to the regulator.
- As this uses an alternating three-phase connection, the order of the wires does not matter. This connection is carried out prior to the assembly of the wind turbine; if connected otherwise, the wind turbine must be in braked mode.



GB

If, for any reason, the regulator needs to be disconnected, either during installation or during the useful life of its installation, the following steps must be observed:

- Short circuit the wind turbine, bringing together the three base connection wires, leaving the wind turbine in braked mode.

- Double check that the wind turbine is totally braked and disconnects the wires from the wind turbine.
- Disconnect the positive cable from the battery.
- Lastly, disconnect the negative cable.

Once the batteries have been installed and connected to the regulator, we will move on to the wiring between the regulator and the tower top of the tower where the wind turbine will be installed.

To minimize wire loss, the distance between the wind turbine and the regulation control box must be as short as possible. Never longer than 100 meters.

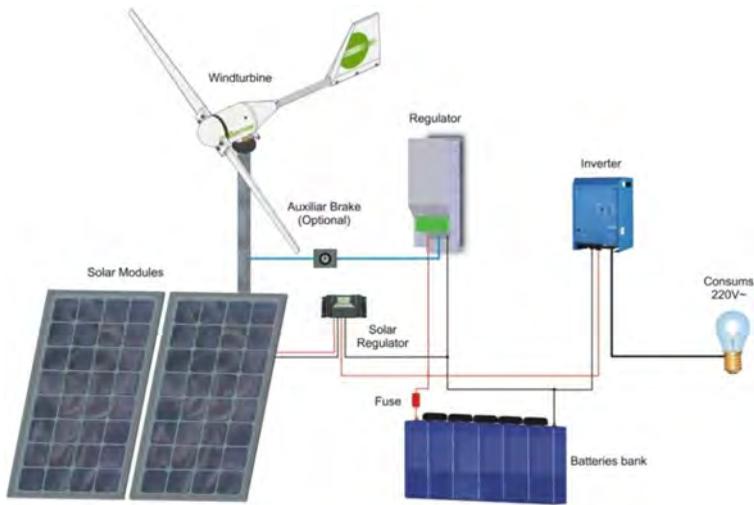
To determine the base connection cable gauge for use in line with the characteristics of the wind turbine and its distance from the control box, see the following table for copper conducting wire:

Model	Iac x fase (A)	0-20 mts	20-40 mts	40-60 mts	60-80 mts	80-100 mts
Bornay 600 / 12v	17	10 mm ²	16 mm ²	25 mm ²	35 mm ²	50 mm ²
Bornay 600 / 24v	8.8	6 mm ²	10 mm ²	16 mm ²	25 mm ²	35 mm ²
Bornay 600 / 48v	4.5	4 mm ²	6 mm ²	10 mm ²	16 mm ²	25 mm ²
Bornay 1500 / 24v	22	10 mm ²	16 mm ²	25 mm ²	25 mm ²	35 mm ²
Bornay 1500 / 48v	11	6 mm ²	10 mm ²	16 mm ²	25 mm ²	35 mm ²
Bornay 3000 / 24v	42	10 mm ²	16 mm ²	25 mm ²	35 mm ²	50 mm ²
Bornay 3000 / 48v	21	4 mm ²	6 mm ²	10 mm ²	16 mm ²	25 mm ²
Bornay 6000 / 48v	42	6 mm ²	10 mm ²	16 mm ²	25 mm ²	35 mm ²

The following table shows conversions between gauges in mm² and AWG, as well as the corresponding diameters for these gauges in mm and inches.

mm ² section	4	6	10	16	25	35	50
AWG section	11	9	7	5	3	1	0
Diameter (mm)	2.26	2.76	3.57	4.51	5.64	6.68	7.98
Diameter (in)	0.088	0.108	0.141	0.178	0.222	0.263	0.314

In a hybrid installation, with the water heater option, the installation should match the following scheme:



Regulator

The function of the regulator is firstly to transform the alternating energy generated by the wind turbine into the appropriate DC current to charge the battery bank. Secondly, the regulator will control the state of the battery, avoiding battery overcharge and controlling the running of the wind turbine.

CAUTION:

In strong winds, stop the wind turbine, by switching the brake on and off several times.

WARNING:

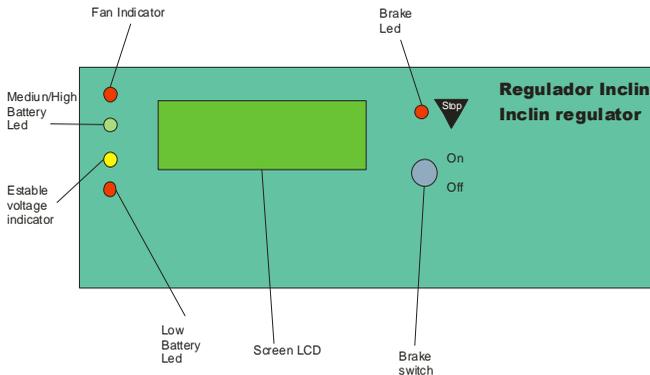
Never force the rotation of the turbine while the brake switch is on.

The regulator, has been specially designed to work with the wind turbines. The regulator is provided with the following connection switches:

- 1.- Three phases input from the wind turbine
- 2.- Batteries output +/-

Visual Guide to Control Panel features:

The Control panel looks like the example in the following illustration, in which the function of each feature can be recognized:



GB

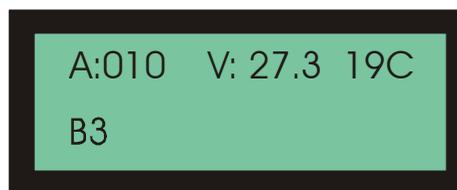
System functioning:

Basic functioning:

The regulator uses the energy it obtains from the wind turbine to charge batteries and create electrical energy for the user's consumption. While batteries are uncharged, and with weather conditions allowing, the regulator supplies energy to the accumulators.

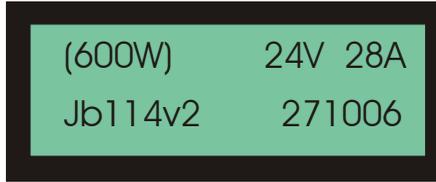
When the batteries are charged to the pre-programmed setting, the regulator will cause the wind turbine to go into braked mode to achieve perfect battery performance and to avoid their deterioration. The way it enters braked mode is via electrical impulses, i.e. by sending controlled charges to the wind turbine.

The voltage regulator is preset in manufacture and is indicated by the letter B and a number, as in the following illustration:



System reset:

On connecting the apparatus, or if it is reset for any reason, the regulator will show a screen, as follows, depending on which model it is:



The topmost line on the screen shows the regulator model. From left to right it shows: the wind turbine power; the wind turbine voltage; and the maximum current it accepts. The bottom line on the screen shows the system version.

NOTE:

If the batteries have become excessively run down for any reason or if regulator malfunction is detected, RESET can be used to check if the equipment returns to normal functioning.

To use RESET, there is a printed circuit board micro switch located on the regulator's control card, i.e. under the regulator cover.

If the error persists, contact the manufacturer.



Fixed safety braking for wind turbine:

The wind turbine can be braked in a fixed position for several reasons:

Automatic safety braking: This is a function designed to increase the safety of the equipment and to lessen wear suffered by the system's mechanical elements, and it works through using an internal counter by which the wind turbine reduces its turning speed automatically when, over an uninterrupted 120 minute period, at least 1500 braking impulses have been affected. When this occurs, the system deduces that the battery is completely charged and the wind turbine is not freed from the fixed braked mode until the voltage has lowered to under 12.5v - 25v - 50v.

When this situation arises, and the automatic braking is active, the status message appears at the end of the second line on the screen, as in the following image:



If the wind is very strong, the wind turbine may not stop completely, although the energy generated is diverted to the brake resistors.

NOTE: if the equipment is in AUTOMATIC BRAKING mode and we require the wind turbine to return to its charge position without waiting for the battery voltage to fall below the deactivation level, simply turn the switch (manual braking) to ON position and then back to the OFF position, thus erasing the automatic braking mode. The equipment will immediately generate energy again if the wind is favorable, while the time and impulse counters will re-initiate.

Manual braking: When the switch is in ON position, a sequence of impulses is initiated to brake the wind turbine until it stops completely or, in the event that the wind is strong, until it slows to a minimum of revolutions.



When the manual braking switch is activated, this is indicated on the screen at the end of the second line and the brake indication LED is also illuminated.

If the switch is put back to the OFF position, the wind turbine is immediately freed and newly set to generate energy. The brake indication LED goes off.

This operation must be carried out periodically to verify the correct status of the braking elements: if, in low wind conditions, the wind turbine does not brake completely, the electric control box must be checked.

Reserve brake option: To guarantee safety in the installation, an auxiliary brake can be incorporated in the regulator which would brake the wind turbine when you need to leave it deactivated for some reason. This braking system involves uniting the wind turbine's three phases.

⚠ WARNING:
In strong wind, never leave the wind turbine turning in braked position.

Warning signs:

The regulator detects the voltage at input to the batteries and it carries out auto-configuration as long as this voltage is permitted within the power programmed. If the battery voltage is not permitted for the power programmed, a message appears stating that the voltage is not correct.

CONFIGURACION INCORRECTA

For example, if the regulator is for a 6000W wind turbine, it can only work with 48V batteries, so if it detects that the battery voltage is 12V or 24V, it will show an error message. This also occurs if the batteries are very run down.

Installing the Wind Turbine

GB

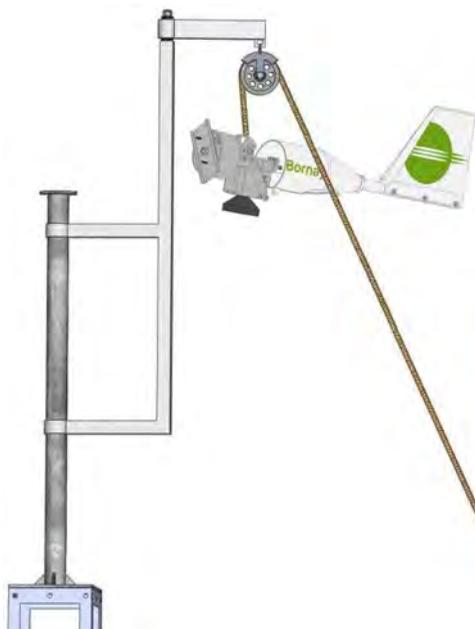
Before assembling the wind turbine on the tower, the electrical installation must be completed, as well as the interconnection between batteries and regulator.

Once we have the electrical wiring installed, we will proceed to assemble the wind turbine.

To ease installation of the wind turbine on the tower, a bracket and pulley system should be used.

This system must securely attach to the tower, with the pulley on top.

Using this method, the turbine can be hoisted up and secured while the electrical connection is completed and the turbine is fitted to the tower.

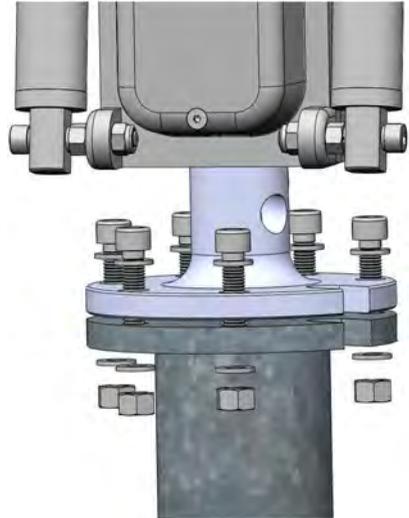


Fixation plate

This plate is provided to be attached to the tower. Another one is assembled on the wind turbine base.

Its function is to secure wind turbine, offering an ease of installation and removal from the tower at any moment.

The plates are made with slots to allow the cables to pass through without twists. They are attached with Allen bolts and six holes are provided for six M -10 x 40 Allen bolts, with M -10 washers on both faces and six M -10 nuts. The bolts set and tower plate are served in an independent plastic bag, if not mailed before.



GB

Tail / Tube tail

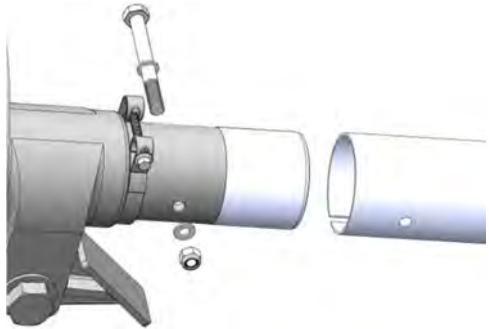
The tail is made to keep the windmill facing into the wind at any time.

The tail is made of two different pieces: a polyethylene vane and a steel boom. They are put together with three M-6 x 100 bolts, six wide-series M-6 washers on both sides of the vane, and three M-6 self-locking nuts.



Tail tube / Alternator

The tail is attached to the alternator at this point. Before bolting the tube to the alternator, pass the protective casing through the tail tube. (Once the tube is bolted, you will not be able to install the casting).



This joint has two different systems to secure, one has a bolt going through the tube, and the other one is a flange system. We first introduce the tail tube into the back side of the alternator, and match the holes in both pieces. We use now a hexagonal M-8 x 90 bolt, with two M-8 washers, one in each side and an self-locking M-8 nut. Tighten both to 2,5 Kgr.

Nacelle

The nacelle protects the alternator from the external climatologically agents. The nacelle is attached with five bolts; three of them are on the top, another one is on the back as a bridle, and the last one on the front underneath a new bridle:

On the top of the nacelle there are two holes ready for two M-8 x 20 bolts with their correspondent wide series M-8 washers and a grover washer, directly bolted to the alternator bridge. The assembly order is: bolt, grover washer and wide washer.



GB

Next, the clamp bolt must be tightened at the back part of the nacelle.

Finally, on the lower front side, using the two flanges to anchor, we insert the brass tube (160 mm long x 12 mm exterior diameter), one M-8 x198 bolt, with an M8 wide series washer on each side, on the inner side of the nacelle, between the two flange-forming flaps. Finally, secure using a washer and auto-blocking nut M8.

Blades and frontal cone

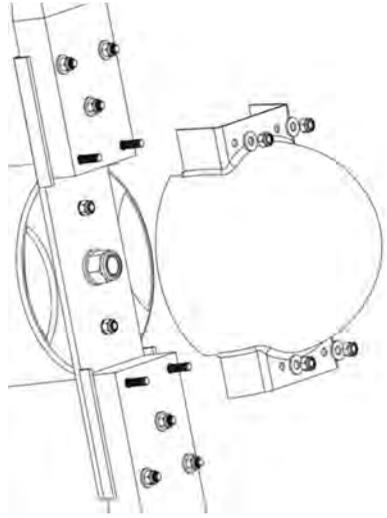
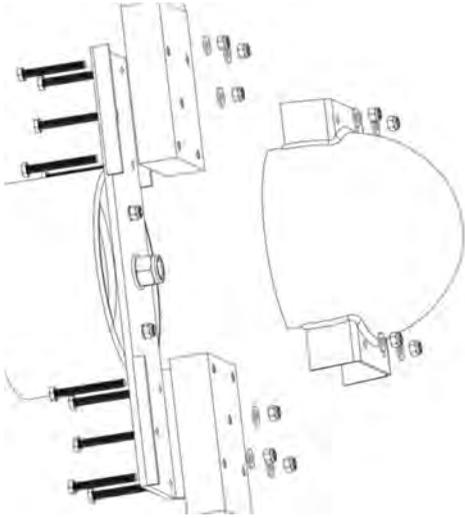
The blades, made reinforced carbon fiber/glass make direct contact with the wind. They are highly stressed. Their aerodynamics, specifically designed for Bornay wind turbines, makes the alternator turn faster or slower depending on wind speed.

Blade assembly is carried out by securing them to the hub, with **the relief logo towards the rear part**, i.e. facing the alternator. The two external bolts and the central one, will be M-10 x 70, while the two internal bolt will be M-10 x 75 (this ones will fix the nose cone also).

Once installed the blades, into the first three external bolts, to secure the blades we use the wide-series washers and auto-blocking nut M10. With the help of a dynamometric Allen key, all nuts must be initially tightened to 2 Kg. Once tightened, all nuts must be then be retightened to 2.5 Kg.

The next step, having retightened all nuts, is to install the frontal nose cone. Once installed, another wide-range washer and M-10 self-blocking nut are applied into the two internal bolts. With the help of a dynamometric Allen key, all nuts must be initially tightened to 2 Kg. Once tightened, all nuts must be then be retightened to 2.5 Kg.

Observe the next illustrations carefully.



CAUTION:

Double check that blades fit perfectly and that no obstacle will get in their way.

WARNING:

Check blades are correctly mounted in the right place; the Bornay logo must be to leeward, on the reverse side

PRECAUTION:

- Do not manipulate the windmill and its control panel on windy days.
- Do not leave the wind turbine run freely (disconnected from the batteries), this could damage the charging system. If you need to disconnect the windmill from the batteries, always brake it.
- With the windmill turning freely, the automatic braking system does not work, that could cause irreparable damages in your wind turbine.
- Do not manipulate the loads in the regulator.
- Do not invert the polarity in any case.
- Use the appropriate wiring

Maintenance

After the installation

One month after the installation of the wind turbine, we recommend checking that the bolts have the right torque and tightening, if necessary.

Periodic maintenance

To ensure long life for your wind turbine, we recommend the following maintenance schedule:

Each 6 months

- Checking and readjusting the torque required for every bolt.
- Checking state of wiring.
- Visual inspection of blades.
- Checking that the automatic breaking system works properly by tilting it manually.

The main wind turbine parts for maintenance inspections are:

Bearings

Bornay wind turbines are equipped with great quality sealed bearings which require no maintenance.. You can check to see if they turn freely or if the opposite occurs and some kind of friction or vibration is observed.

Bolts

The bolts used in Bornay wind turbines are **stainless steel**. If a bolt is missing or in poor condition, it must be replaced right away in order to avoid any breaking or further damage.

Wiring

All cable connections and switches must be properly checked in order to prevent any disconnection and to allow the wind turbine to run freely.

Blades

The reinforced carbon fiber/glass blades are covered by a protective tape made of abrasive polyurethane on the leading edges of the blades.

After years of use, this tape may be affected by weather conditions. If the tape is missing or partially missing, contact your local installation office to have the tape replaced. By failing to replace the tape, the life of the blade will be seriously reduced due to the strong erosion the blade is exposed to.

Shock absorber

The wind turbine has one hydraulic shock absorber installed that prevents abrupt shocks by promoting fast braking and slow return to its original position.

The shock absorber has a little slack at the beginning of its return movement, and this is normal. However, if this slack is observed to continue for over half the return movement, and if oil is leaking, the shock absorber must be replaced.

Lubrication

Bornay wind turbines have three moving parts:

The front shaft (blades-alternator) is equipped with sealed bearings and covered with lubricant. It does not need any special attention; its lubricant will last during its lifetime.

The yawing shaft (windmill-tower) is equipped with sealed bearings and covered with lubricant. It does not need any special attention; Its lubricant will last during its lifetime.

The alternator shaft (alternator-yawing system) is a stainless steel tube covered with lubricant. It does not need any special attention. Its lubricant will last during its lifetime.

Frequently asked questions

1.- Can battery polarities be changed?

No, this would cause the regulator to break down.

2.- ¿Is the polarity of the wind turbine cables important?

No, the base connection cable of the wind turbine is an alternating three-phase type, so these can be connected in any order.

3.- Can the battery be disconnected with the wind turbine running?

Under no circumstances, since this action could cause irreparable damage to the regulator.

4.- ¿Can the regulator cause the batteries to lose their charge?

This is impossible due to the construction of the regulator.

If it occurs, check your installation because there must be an element that is discharging the batteries.

5.- The voltage measured by the regulator does not match with the battery level read by other equipment.

Each manufacturer or even each different apparatus uses different components, and for reasons of cost these are often not calibrated. Variations can exist between different equipment, although it is made by the same manufacturer.

6.- ¿How can I find out what energy the wind turbine is providing?

You simply need to multiply the voltage value and the current (in amps) shown on the regulator screen.

Energy (W) = Voltage (V) x Amps (A).

7.- ¿What is the power consumption of the regulator?

The power consumed by the regulator is miniscule compared to the power of the wind turbine and the batteries, and is in the order of milliamps.

8.- ¿How do you know if the wind turbine is providing charge to the batteries?

This shows on the regulator screen that indicates the charge current.

Keep in mind that there is a margin of error of several Amps, so if the charge is low, say 1 or 2 Amps, the screen may display 0 (zero).

9.- ¿Could the drilled holes in the blades be bad?

No, each wind turbine is assembled completely in production. If the drilled holes do not match up, try turning the blades round the other way. Some models have 3 and some have 5 holes drilled, and one of these is slightly off centre in order to define correct blade installation.

10.- ¿Will one of these wind turbines provide enough power for a home?

This kind of wind turbine is normally used together with other components to form a complete installation. These components are usually:

Solar panels: energy production.

Solar regulators: to control battery charge from the solar panels.

Batteries (accumulation of this energy): These installations are normally designed to give three full days of independence, in other words they can supply the installation for three days without sun or wind. They use direct current.

Wind regulator: This is included with the wind turbine and this is what controls battery life. It ensures that battery voltage does not surpass dangerous levels. At the same time, it will brake the machinery when this does occur.

Inverter/Charger: This is the equipment that transforms direct current from batteries into alternating current for consumption (230V).

Back-up generator: In remote installations, this is installed to guarantee complete independent functioning of the installation. Normally, the inverter handles the start-up and stopping on the motor according to installation needs. For example, if the battery runs the inverter will order the motor to start.

11.- ¿Can several wind turbines be set up in parallel?

Yes, several wind turbines can be run in parallel.

- 12.- ¿Can power consumption points be connected directly to the wind turbine?
No, because the energy they produce is not a controlled and regulated energy, so an intermediate stabilizer/controller is required. Without such a stabilizer/controller, our installation will not work correctly.

In the case of remote installations, this stabilizer/controller is the battery.

When the installation is for grid connection, the stabilizer is the grid connection inverter.

- 13.- ¿What kind of power is generated by the alternator?

The wind turbine provides an AC three-phase signal which, in remote installations, has a nominal voltage of approximately 15 Vac, 30 Vac, or 60 Vac depending on the voltage. When grid connected, the nominal voltage is 150 Vac.

These voltages are later rectified by the regulator passing the power to DC at 12 Vdc, 24 Vdc, or 48 Vdc to charge batteries, or 120 Vdc to supply the grid connection inverter.

- 14.- ¿Should some protection be installed between the wind turbine and the regulator or between the regulator and the battery?

No, never. The regulator is already carrying out these protective functions.

If you were to install intermediate protection and this disconnected the electrical connection, the wind turbine would lose its charge and this could cause irreparable damage to the wind turbine or the regulator.

Troubleshooting

GB

Problem observed	Possible cause	Solution
The blades do not turn, even in strong wind	Incorrect wiring from wind turbine to regulator.	Check wiring.
	Reserve brake connected.	Disconnect reserve brake.
	Short circuit in wind turbine phases.	Disconnect wind turbine phases from the regulator. If this is not turning freely, the problem could be the wiring. Check possible joins in the wiring. If the problem persists, contact your supplier.
	Regular diode short circuit	Disconnect the wind turbine phases from the regulator. If this turns freely, its regulator could be malfunctioning. Contact your supplier.
Blades turn fast but with no charge	<p>Battery disconnected or defective.</p> <p>Voltage incorrect between batteries, regulator, and wind turbine.</p> <p>Wind turbine phases disconnected</p>	<p>Check battery voltage is correct.</p> <p>Check there is voltage in the input to the wind turbine and regulator. If there is no voltage, check wiring.</p>
Wind turbine brakes automatically in high wind	Batteries are charged by other element, such as solar panels or generator.	Functioning correctly.

Problem observed	Possible cause	Solution
Wind is strong and wind turbine does not brake with regulator brake activated.	The wind is so strong that the regulator brake cannot brake the machinery.	Activate intermittent brake until machinery is stopped, using moments when strong wind abates.
The regulator screen shows nothing.	Battery is disconnected.	Check wiring in continuous section and check power is reaching regulator.
The regulator is overheating	Defective printed circuit.	Check connections on printed circuit board. If fault persists, contact your supplier.
	Batteries too small and/or too little consumption.	Revise size calculations of your installation.
Battery voltage is too high.	Located in strong winds	Functioning correctly, but you can put wind turbine in braked mode if batteries are charged.
	Defective battery connection.	Check battery connection terminals/elements. Tighten screw connections.
Battery voltage is too high(continued)	The regulator is not functioning properly.	Contact your supplier.
Wind turbine vibrates	Loose bolts	Tighten bolts.

Problem observed	Possible cause	Solution
Intermittent mechanical noise	Blades uneven.	Check state of blades. Contact your supplier.
	Elements scraping one another.	Put nacelle bolts in place and tighten.
Wind is strong and wind turbine constantly loses orientation.	Internal noise. Check rotor is turning correctly or if bearings are damaged.	Contact your supplier.
	Turbulence.	Revise the location chosen for tower.

Annex

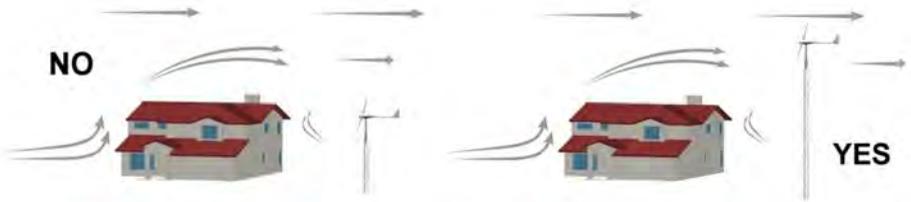
Annex I.- Wind types

Beaufort's table is the international reference to classify and define the wind depending on its speed.

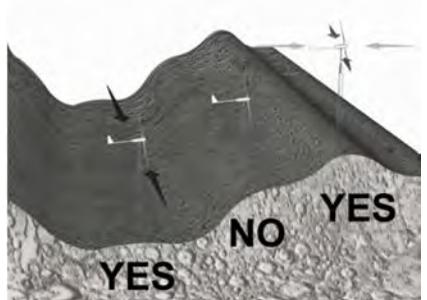
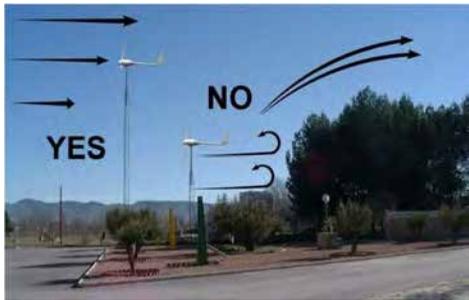
Force	Wind speed (m/s)	Wind speed (km/h)	Denomination
0	0 - 0.5	0 - 1	Calm
1	0.6 - 1.7	2 - 6	Light air
2	1.8 - 3.3	7 - 12	Light breeze
3	3.4 - 5.2	13 - 18	Gentle breeze
4	5.3 - 7.4	19 - 26	Moderate breeze
5	5.7 - 9.8	27 - 35	Fresh breeze
6	9.9 - 10.4	36 - 44	Strong breeze
7	12.5 - 15.2	45 - 54	Near gale
8	15.3 - 18.2	55 - 65	Gale*
9	18.3 - 21.5	66 - 77	Strong gale
10	21.6 - 25.1	78 - 90	Storm
11	25.2 - 29	91 - 104	Violent storm
12	More than 29	More than 104	Hurricane

*On receiving strong storm warnings, Bornay recommends manually braking equipment in order to protect the wind turbine.

Annex 2.- Landscape and objects that influence on wind turbines

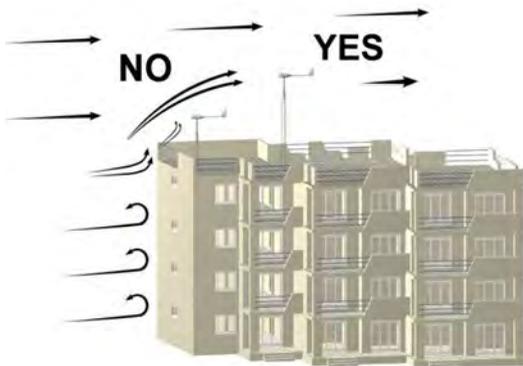


When the wind is eclipsed by the objects it finds in its way, it reduces its speed and turbulence results. The performance of a windmill installed on the wrong location will be adversely affected by turbulence and light winds.



To maximize the performance of your wind turbine, it should be installed as far as possible from the obstruction and atop a tower higher point from this obstacle.

If the windmill is going to be installed in a valley, it should be at the lowest point where the wind is channeled and freely flowing, or at the highest peak of the valley, where it can capture wind moving in any direction.



Declaration of

Declaration of conformity



Mr. Juan Bornay Rico, on behalf of and representing Bornay aerogeneradores, slú,

STATES

That Bornay wind turbine models 600, 1500, 3000, 6000 and their corresponding regulators, have been produced in compliance with regulations applicable under the E.U. directives:

89/392/CEE

91/368/CEE

And in accordance with the safety regulations for small wind power turbines:

UNE-EN-61400-2

Castalla, January 1, 2010

Signed. Juan Bornay Rico.

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "Juan Bornay Rico", written over the printed name.

Warranty

LIMITED WARRANTY

Your new Bornay wind turbine is guaranteed against any material defect. This warranty does not include other equipment or accessories that could be involved in repairing the windmill. The warranty does not cover defects or damages produced by improper use or installation of the product.

WARRANTY PERIOD – BORNAY WIND TURBINES

The warranty period for the Bornay wind turbines and their components is 36 months from date of original installation or 40 months from fabrication date.

BORNAY WIND TURBINES ACCESORIES

The warranty period for the Bornay accessories is 36 months from date of original installation or 40 months from fabrication date.

WARRANTY CONDITIONS

The Warranty covers parts and labour in our workshops only. The wind turbine must be returned suitably packaged and at the buyer's expense.

The Warranty does not cover breakage due to incorrect usage or equipment with signs of manipulation. Shipping is not covered by the Warranty.

Bornay reserves the right to substitute or modify any part should the case call for such.

Any wind turbine not meeting these conditions will be repaired and shipped at cost to buyer, with prior authorization from the customer.

Manual aerogeneradores

Enair 30 y 70



MANUAL DE USUARIO

Aerogeneradores 30 y 70



ENAIR ENERGY S.L.

Avda de Ibi, Nº 44 - 03420 - Castalla
Aptdo Correos 182 - Alicante - SPAIN
Tel y Fax: +34 96 556 00 18
e-mail: info@enair.es
Web: www.enair.es

SONKYOENERGY

Bienvenido y Gracias por haber elegido ENAIR

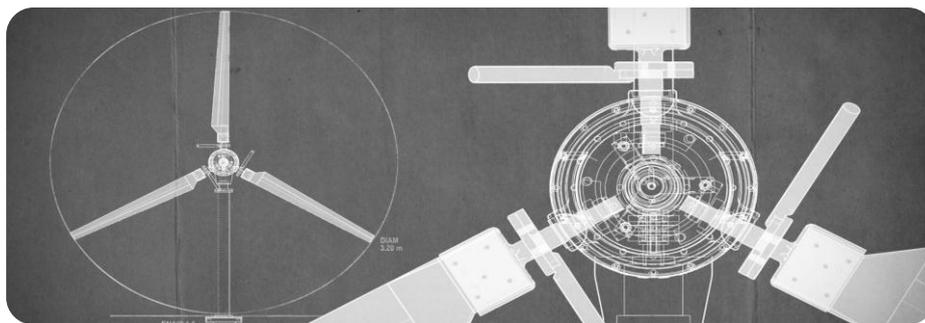
Ha adquirido usted un aerogenerador para uso doméstico o industrial de excelente eficiencia energética y fabricado con materiales de alta calidad.

Por favor, antes de instalar su aerogenerador lea atentamente los apartados “5. INSTALACIÓN” y “GARANTÍA”, ahí encontrará las instrucciones para dar de alta su instalación y la garantía.

Si tiene algún comentario o pregunta que hacernos, no dude en contactar con nuestro departamento de Atención al Cliente escribiendo a: info@enair.es

En este manual encontrará todos los detalles de funcionamiento y mantenimiento de nuestros aerogeneradores.





Contenidos

1 - Acerca de Enair	4
2 - El sector de la pequeña eólica	5
2.1 - Aplicaciones	9
3 - Ya tiene usted un Enair	11
3.1 - Acerca de aerogeneradores Enair	11
3.2 - Innovaciones de Enair	12
3.3 - Vida útil	14
3.4 - Información Técnica	15
3.5 - Antes de la instalación	30
3.6 - Dónde debe situar su aerogenerador	31
4 - Embalaje y montaje	35
4.1 - Embalaje de la máquina	35
4.2 - Montaje de la máquina	40
5 - Instalación	43
5.1 - Acople entre eje de giro y la torre	44
5.2 - Instalación en torre de presilla	45
5.2 - Instalación en torre tubular	47
5.2 - Instalación en torre basculante hidráulica	50
6 - Mantenimiento	51
6.1 - Reapriete de tornillos	55
6.2 - Revisión de tornillos	56
6.3 - Engrasado de rodamientos del paso variable	57
6.4 - Engrasado del paso variable	58
6.5 - Comprobación del estado de las palas	58
6.6 - Comprobación del correcto funcionamiento del paso variable	59
6.7 - Comprobación de la pintura y búsqueda de defectos y puntos y óxido	60
6.8 - Inspección de escobillas, anillos rozantes y sus cables de conexión	61
6.9 - Sustitución de escobillas	62
6.10 Juntas de las tapas laterales	63
7 - Preguntas frecuentes	62
8 - Apéndice A	66
8.1 - Diagrama conexión instalaciones aisladas	66
8.2 - Diagrama conexión instalaciones a red	70
9 - Apéndice B	72

1 - Acerca de ENAIR

Enair trabaja con la ilusión de colaborar en la transición hacia un modelo energético sostenible, en el que cada vez tengan más peso las energías renovables y la generación distribuida. Para este ambicioso objetivo, Enair cuenta con un importante departamento de I+D+I compuesto por profesionales con mucha experiencia en el campo de la energía eólica. Este equipo está dedicado al desarrollo de productos en los que el diseño, la fiabilidad y la eficiencia sean sus características principales.

La actividad de Enair se centra principalmente en la energía eólica de pequeña potencia, con una gama que, actualmente, está compuesta por los modelos 30, 70 y 160. Para el desarrollo de esta actividad contamos con 7000 m² en Santander, ciudad situada en el norte de España donde SONKYO ENERGY tiene la responsabilidad productiva y con un centro de desarrollo y de pruebas de más 1000 m² en Castalla (Alicante). Todos nuestros productos pasan una primera fase de ensayos y verificaciones en las instalaciones de Castalla, para después someterse a las certificaciones más exigentes en los centros tecnológicos y posteriormente pasan a la producción en serie de manos de SONKYO ENERGY.

Todo este proceso está supervisado en la parte de desarrollo de producto por David Bornay el cual lleva más de 40 años dedicados a desarrollar diferentes tipos de aerogeneradores de pequeña y media potencia, hasta que a día de hoy, estima que ha conseguido su mejor desarrollo.



2 – El sector de la pequeña eólica

El aire en movimiento contiene una determinada energía cinética dependiendo de su velocidad. La siguiente tabla muestra los nombres y características que comúnmente se atribuyen a cada uno de los vientos:

Escala de viento BEAUFORT, usada en tierra:

Grado	Nombre usual	Efectos apreciables en tierra	Velocidad (m/s)	Velocidad (Km/h)
0	Calma	Humo vertical.	0 a 0,2	0 a 1
1	Ventolina	Se inclina el humo, las banderas y las veletas no se mueven.	0,2 a 1,4	1 a 5
2	Flojito -brisa muy débil-	Se siente el viento en la cara. Se mueven las hojas de los árboles, las banderas y las veletas.	1,4 a 3	6 a 11
3	Flojo -brisa débil-	Se agitan las hojas de los árboles. Las banderas ondean.	3 a 5,3	12 a 19
4	Bonancible -brisa moderada-	Se levanta polvo y papeles pequeños. Se mueven las ramas pequeñas.	5,6 a 7,8	20 a 28
5	Fresquito -brisa fresca-	Se mueven los árboles pequeños. Pequeñas olas en los estanques.	7,8 a 10,5	29 a 38
6	Fresco -brisa fuerte-	Se mueven las ramas grandes. Silban los hilos del telégrafo. Dificultad con los paraguas.	10,5 a 13,1	39 a 49
7	Frescachón -viento fuerte-	Todos los árboles en movimiento. Es difícil andar contra el viento.	13,1 a 17	50 a 61
8	Temporal -duro-	Se rompen las ramas delgadas de los árboles. Generalmente no se puede andar contra el viento.	17 a 20,5	62 a 74
9	Temporal fuerte - muy duro-	Árboles arrancados y daños en edificios.	20,5 a 24,5	75 a 88
10	Temporal duro - temporal-	Graves daños en edificios.	24,5 a 28,3	89 a 102
11	Temporal muy duro -borrasca-	Destrozos generalizados.	28,3 a 32,5	103 a 117
12	Huracán	Enormes daños.	Más de 32,5	Más de 118

Esta energía almacenada viene dada por la siguiente expresión:

$$P = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot V^3$$

Donde P es la potencia instantánea, ρ la densidad del viento, A el área del rotor y V la velocidad del viento.

Si consiguiéramos extraer toda la energía contenida en el viento (lo cual no es posible como demuestra Betz), la energía generada a lo largo de un día sería:

$$E = P \cdot t$$

Donde E es la energía total, P es la potencia instantánea y t el tiempo.

La realidad es que no es posible convertir toda la energía del viento en energía eléctrica. Las razones fundamentales son tres:

- El mencionado límite de Betz, que limita la potencia máxima extraíble a aproximadamente el 59%.
- La eficiencia aerodinámica de las palas y la eficiencia mecánica del resto de componentes.
- La eficiencia eléctrica del generador, controlador e inversor.

Por ello, la nueva ecuación que utilizamos para saber la potencia generada es:

$$P = C_p \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot V^3$$

Donde C_p es el coeficiente de potencia que representa la eficiencia total del sistema. Este valor suele tomar un valor máximo de entre el 20 y el 30% para el punto de trabajo nominal.

Como puede apreciarse, la potencia varía con el cubo de la velocidad del viento. Es decir, doblando la velocidad podemos producir ocho veces más energía.

Se ha observado que la velocidad del viento sigue una distribución de probabilidad de Weibull. Esta distribución tiene dos parámetros de ajuste, C y k cuya expresión es la siguiente:

$$f(x; C, k) = \frac{k}{C} \cdot \left(\frac{x}{C}\right)^{k-1} \cdot e^{-(x/C)^k} \quad \text{para } x \geq 0$$

Donde C es el parámetro de escala (aproximadamente la velocidad media del emplazamiento) y k es el parámetro de forma. A continuación se muestra una tabla con los valores que toma k según la rugosidad del terreno:

Cuando la k de Weibull no es conocida, se pueden usar los valores de la siguiente tabla:

Terreno	k de Weibull
Terreno interior	2
Mar	3
Islas	4

Otro dato importante a conocer es la rugosidad del terreno, la cual influye en el perfil de velocidades del viento. Cuanto más rugoso sea el terreno, habrá que situar el aerogenerador a una mayor altura para conseguir una misma velocidad. La distribución de velocidades en función de la altura viene dada por la siguiente expresión:

$$v(z) = v_{ref} \cdot \frac{\ln\left(\frac{z}{z_0}\right)}{\ln\left(\frac{z_{ref}}{z_0}\right)}$$

Donde v es la velocidad del viento a una altura z sobre el nivel del suelo y v_{ref} la velocidad de referencia, es decir, una velocidad de viento ya conocida a una altura z_{ref} . A continuación se muestra una tabla con algunos valores típicos de la longitud de rugosidad z_0 :

Tabla de longitudes de rugosidad:

Terreno	Longitud de rugosidad z_0
Mar abierto	0,0002
Terreno liso cubierto de hierba	0,0024
Terreno cultivado	0,03
Arbustos bajos con algunos árboles	0,055
Algunos edificios	0,1
Grandes árboles	0,2
Terreno montañoso	0,4

Con todos estos datos y con la curva de potencia del aerogenerador se puede obtener una estimación de la energía generada en un periodo de tiempo determinado.

Aproximadamente se puede decir que:

$$E = 1,9 \cdot C_p \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot \bar{V}^3 \cdot t$$

Donde E es la energía total generada en un tiempo t .

Otros factores a tener en cuenta son la temperatura y la altura sobre el nivel del mar del emplazamiento elegido, ya que influyen directamente sobre la potencia generada.

Variación de la densidad del aire con la temperatura:

Temperatura (°C)	Variación relativa de la densidad (respecto a 15 °C)
-20	1,138
-15	1,116
-10	1,095
-5	1,075
0	1,055
5	1,036
10	1,018
15	1,000
20	0,983
25	0,966
30	0,951
35	0,935
40	0,920

Variación de la densidad del aire con la altitud:

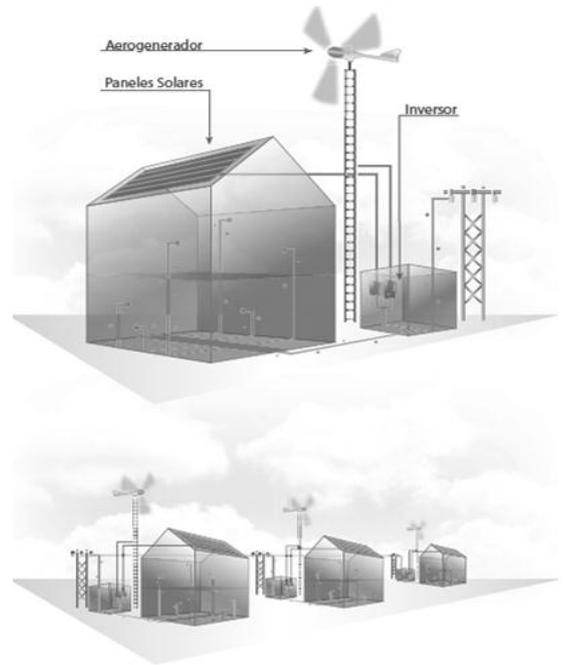
Altura (m)	Variación relativa de la densidad respecto al nivel del mar
0	1,000
152	0,990
305	0,970
610	0,940
915	0,910
1.220	0,880
1.524	0,850
1.829	0,820
2.134	0,790
2.439	0,760
2.744	0,730
3.049	0,700

2.1 Aplicaciones

01 - SISTEMAS DE CONEXIÓN A RED

ESQUEMA BÁSICO PARA UNA VIVIENDA Generación de energía de forma distribuida. Por medio de este tipo de instalación cada vivienda puede generar su propia energía y vender el excedente a la compañía eléctrica. Son instalaciones sencillas y rápidamente amortizables participando en el desarrollo energético del país y reduciendo las emisiones de CO₂.

ESQUEMA PARA PEQUEÑAS COMUNIDADES Para pequeñas comunidades, este tipo de instalación puede ser si cabe más interesante, ya que permite la agrupación de la generación eólica del total del conjunto, así como su consumo. Mientras unas viviendas pueden no consumir y contribuir a la generación eléctrica otras pueden consumir y no generar. Este tipo de instalaciones, suelen ser reguladas en función del país y del estado recibiendo el nombre de Netmetering.

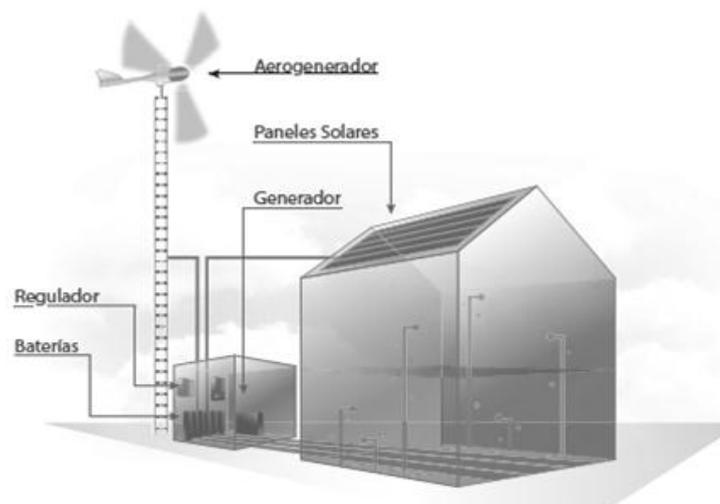


02 - SISTEMAS AISLADOS PARA AUTOCONSUMO

Estas instalaciones se utilizan cuando, existe un gran coste o dificultad para llevar la energía de la red eléctrica al lugar necesario para su consumo. En estos casos se montan combinaciones de equipos para poder generar de forma natural por medio del viento y el sol la energía que en cada caso se pueda necesitar.

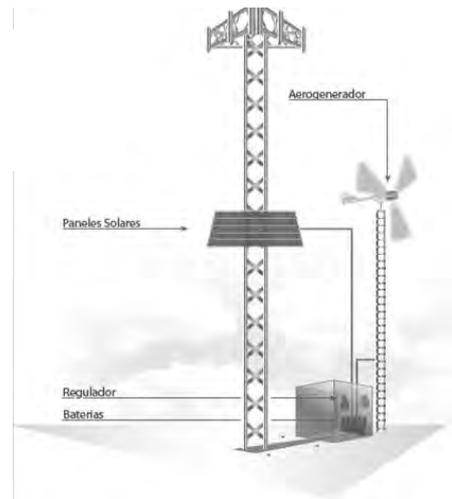
SISTEMA AISLADO ESTANDAR Utilizado para cuando no hay posibilidad de una conexión futura a la venta a red y requiere de más baterías.

SISTEMA AISLADO DE MICRO RED Utilizado para cuando en un futuro se pudiera conectar para la venta de red. Requiere menos baterías, pero unos inversores adaptados. En ambos casos se da una cobertura del 100% para cubrir las necesidades eléctricas de todo tipo de casas, hoteles, restaurantes, etc.



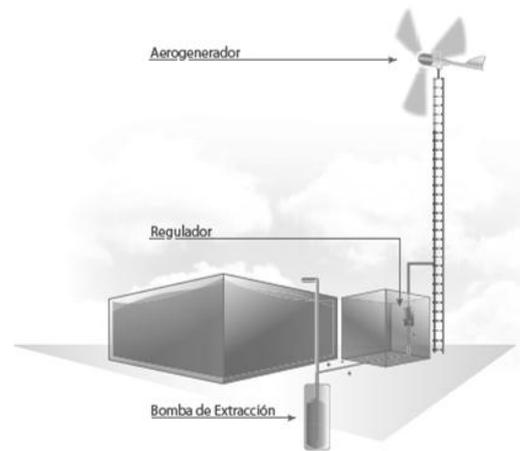
03 - ALIMENTACIÓN PARA TELECOMUNICACIONES

Para las telecomunicaciones inalámbricas hay que colocar antenas de emisión en lugares muy remotos que sean capaces de transmitir las señales a grandes distancias, en estas ocasiones raramente la energía eléctrica llega a estos lugares, por ello se utilizan sistemas de generación energética aislada, que garanticen el óptimo funcionamiento de la estación.



04 - SISTEMAS DE EXTRACCIÓN DE AGUA

Una de las principales características y novedades de esta nueva generación de Aerogeneradores es la posibilidad de conseguir una extracción de agua por medio de un bombeo directo, sin la necesidad de Baterías. Pudiendo llegar hasta 200m de profundidad.



Instalaciones típicas:

Refugios y pequeñas viviendas

Consumos	Potencia (W)	Cantidad	Horas	Energía (Wh)
Iluminación	60	10	3	1.800
Ordenador	200	1	2	400
Frigorífico	200	1	10	2.000
Microondas	1.000	1	0,5	500
Lavadora	750	1	1	750
Televisión	200	1	1	200
Pequeños consumos	1.000	1	3	3.000
TOTAL				8.750

Pequeñas granjas e industrias, Alumbrado, Torres de telecomunicación, Balizas de señalización

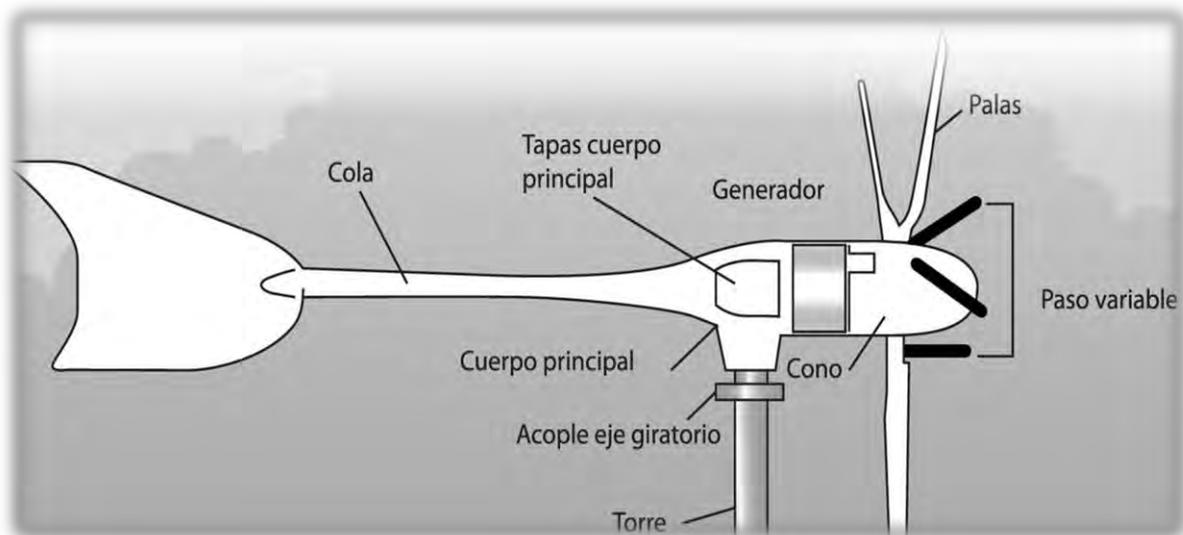
3 – Ya tiene usted uno de nuestros aerogeneradores

3.1 – Acerca del aerogenerador ENAIR

ENAIR es un aerogenerador perteneciente al campo de la minieólica de sencillo funcionamiento y fácil ensamblaje.

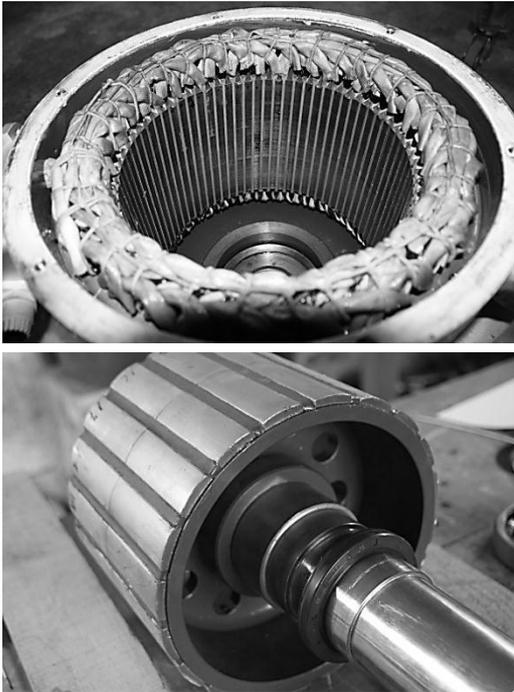
La orientación se realiza de forma pasiva mediante un timón, que a modo de veleta mantiene siempre el aerogenerador a sotavento. Una vez que el viento incide sobre las palas, la energía cinética del viento se transforma en energía cinética de rotación, el sistema de paso variable regula la velocidad de rotación para altas velocidades de viento. En el generador se transforma esta energía de cinética de rotación en energía eléctrica.

Estructuralmente el aerogenerador posee un cuerpo principal, que proporciona la unión entre el acople de la torre, el timón de orientación y conjunto generador-paso variable. El paso variable se aísla del exterior mediante el cono, pieza que a modo de carcasa protege el mecanismo interno.



3.2 Innovaciones de ENAIR:

Generador



El generador está compuesto por imanes permanentes de neodimio encapsulados en el rotor y atornillados con 24 polos y soportados por un fuerte eje central y dos rodamientos laterales.

Su diseño permite un fácil arranque sin ofrecer resistencia, lo que facilita que a unos 2 m/s de viento empiece a rodar y a producir electricidad.

Al contar con 24 polos y un gran diámetro del generador, el número de revoluciones por minuto se sitúa en una nominal de 250 RPM, siendo así el generador para minieólica con menos revoluciones en la actualidad.

Fabricado con materiales especiales para la disipación del calor, consiguiendo un nivel bajo de calentamiento. Materiales anticorrosivos y anti oxidación, bloque sellado sin efectos de salinidad, ni humedad en instalaciones próximas a las costas.

Cuerpo



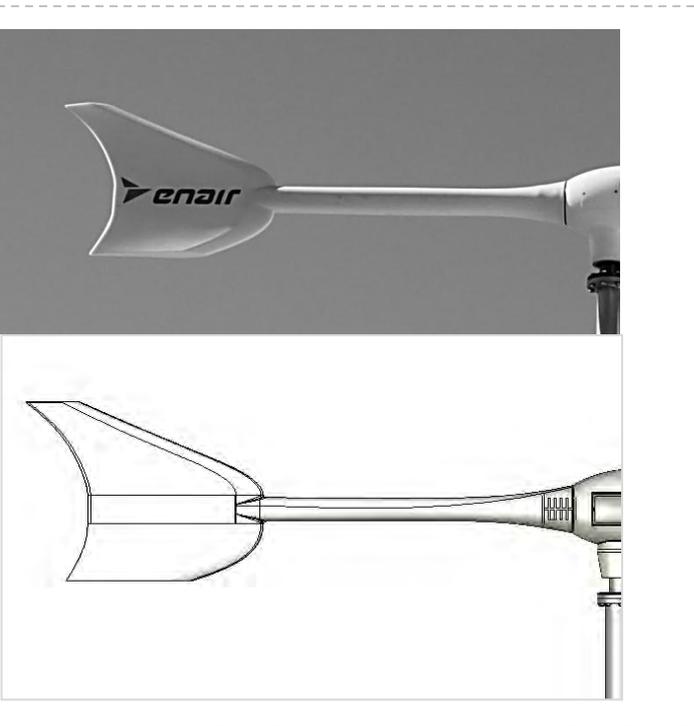
Pieza inyectada de Aluminio anodizado, que proporciona gran robustez a un peso mínimo.

Las juntas tóricas de unión entre los diferentes componentes del aerogenerador producen un efecto de sellado hermético, lo que garantiza una vida larga del conjunto con un gran comportamiento en condiciones meteorológicas adversas.

El cuerpo es donde se disponen las escobillas de conexión por lo que el espacio se ha diseñado con gran capacidad para poder facilitar la entrada de herramientas y otros mecanismos pensando en futuros mantenimientos o recambios de la máquina.

Dispone de una amplia puerta lateral de acceso a los mecanismos internos a cada lado, con dicha doble abertura lateral se facilitan los mantenimientos.

Timón de Orientación



Fabricado por medio de resinas epoxi y fibra de vidrio con un núcleo de poliuretano expandido de alta densidad y esqueleto de acero. Nuestro diseño de los elementos, en su fabricación, es propio de la aeronáutica y competiciones de nivel como la Formula 1 debido a la gran resistencia y ligereza del conjunto de materiales.

El diseño y la aerodinámica, están optimizados para evitar la fatiga de las turbulencias y adaptarse rápidamente a las rachas de vientos de mayor densidad con tal de aprovechar al máximo su energía útil.

El timón representa un importante papel en términos de producción de energía ya que permite en cuestión de segundos enfocar el aerogenerador en la dirección óptima de viento.

Controlador



La electrónica, es uno de los principales puntos que se han evolucionado, consiguiendo obtener un regulador de carga de baterías y regulador de conexión a red que nos permiten eficiencias de entre 93% y el 97%.

El regulador de carga de las baterías, es totalmente electrónico y programable, permitiendo configurarlo para hasta 7 tipos diferentes de baterías. Su principal misión es la conservación de la vida útil de las mismas, maximizando su carga de forma eficiente.

Consta de un filtro PWM que al detectar la tensión, regula la carga de las mismas y una derivación programada a resistencias, por medio de micro impulsos, hasta que finalmente frena el Aerogenerador por medio de la inducción electromagnética que provocan las resistencias.

Para la conexión, nuestra principal ventaja es la gran disponibilidad de la mayoría de fabricantes existentes en el mercado, como puede ser SMA, Power One, Ingeteam....

3.3 Vida útil

ENAIR ha sido diseñado para una vida útil de más de 20 años, incluso en las condiciones más adversas, como entornos extremadamente salinos o emplazamientos con velocidades medias de viento altas.

Resistencia a los rayos ultravioletas:

Todas las pinturas utilizadas tienen alta resistencia a la luz y a la radiación UV para proteger del envejecimiento y la decoloración ocasionada por el sol.

Resistencia a altas velocidades de viento:

El aerogenerador está diseñado para mantener totalmente su integridad estructural para velocidades puntuales de viento de 60 m/s (216 km/h ó 135 mph) (clase I según la norma IEC 61400-2), lo que se correspondería con un temporal huracanado.

También está diseñado para soportar las cargas mecánicas que se producen en emplazamientos con velocidades medias de viento, como vientos de 9 m/s (32 km/h ó 20 mph) que actúan de forma constante.

Resistencia a la corrosión:

Para evitar la corrosión de las piezas metálicas se han previsto un conjunto de medidas, como la aplicación de tratamientos superficiales (anodizado, cataforesis o galvanizado), aplicación de pinturas anticorrosivas o la utilización de aceros inoxidables.

Tipo de piezas	Protección contra la corrosión
Fabricadas en aluminio	Anodizado + pintura anticorrosión
Fabricadas en acero	Cataforesis + pintura anticorrosión ○ cataforesis + galvanizado + pintura anticorrosión
Elementos de tornillería estándar	Acero inoxidable AISI 316

Estanqueidad:

Los espacios interiores son totalmente estancos, para evitar la entrada de humedad que pueda deteriorar componentes internos, mediante la colocación de una serie de juntas de estanqueidad se consigue un sellado total.

Localización de la junta	Características de la junta
Unión cono-paso variable	Junta tórica, Ø 5 mm
Paso variable	Retén estándar DIN 3760
Unión cuerpo principal-generador	Junta tórica, Ø 5 mm
Unión cuerpo principal-fimón	Junta tórica, Ø 5 mm
Unión cuerpo principal y sus tapas	Junta fabricada a medida en neopreno

3.4 – Información Técnica

El voltaje máximo del aerogenerador para conexión a red en vacío puede llegar hasta los 500 V (para el modelo de carga de baterías será siempre menor).

A partir de entonces, el sistema de paso variable empieza a actuar e impide que se alcancen sobretensiones o potencias excesivas que en otro caso serían muy perjudiciales para el aerogenerador.

Las curvas de producción de energía anual están calculadas considerando una distribución de velocidades con función de distribución de probabilidad de Weibull

ENAIR 30: Las curvas de potencia y de producción de energía anual han sido obtenidas por el SEPEN (Site Experimental Pour le Petit Eolien de Narbonne) según la norma IEC 61400-12-1.

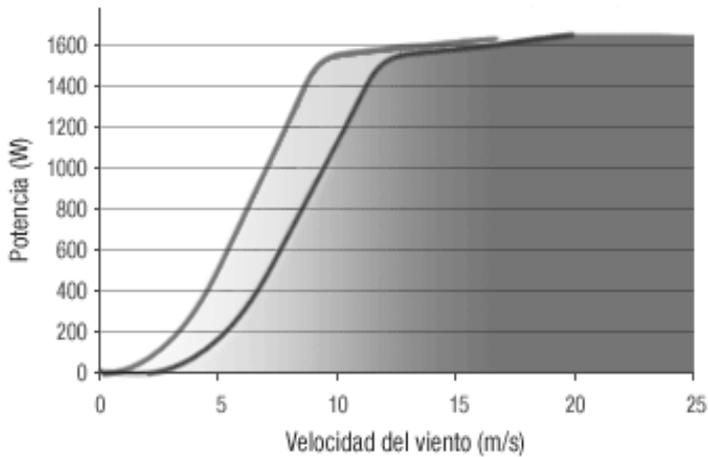
ENAIR 70: Las curvas de potencia y de producción de energía anual han sido obtenidas por el CIEMAT (Centro de Investigaciones Energética, Medioambientales y Tecnológicas) según la norma IEC 61400-12-1

DATOS TÉCNICOS ENAIR 30:

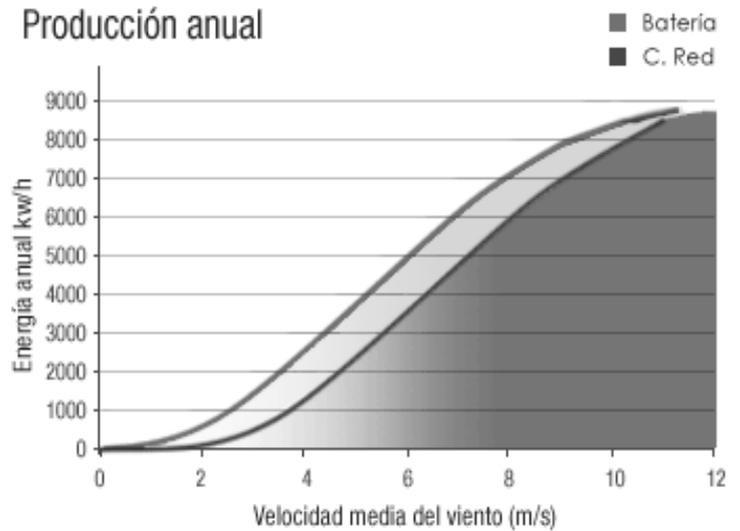
Características técnicas, eléctricas y de funcionamiento ENAIR30	
Número de hélices	3
Material hélices	Fibra de vidrio con resina epoxi
Generador	250 rpm 24 polos imanes de neodimio
Potencia	3000W
Potencia nominal curva	1500W
Voltaje	24 /48 /220
Clase de viento	IEC / NVN I –A (proceso certificación)
Diámetro	3,2 (conex. Red) 4,1m (carga baterías)
Sentido de giro	Horario
Área barrida	12,56m ²
Peso	130Kg
Aplicaciones	Conexiones aisladas a baterías. Conexión a Red eléctrica
Velocidad viento para arrancar	2 m/s
Velocidad nominal	12 m/s
Vel. regulación paso variable	14 m/s
Rango de generación eficientes	De 2 a más de 60 m/s
Velocidad soportada	Más de 60 m/s
Tipo	Rotor horizontal a barlovento
Orientación	Sistema pasivo Timón de Orientación
Control de potencia	Sistema de paso variable pasivo, centrífugo
Transmisión	Directa
Freno	Eléctrico
Controlador	Opción de conexión a Red y carga de baterías
Inversor	Eficiencia 95%, algoritmo MPPT
Ruido	Reducido al mínimo: debido al diseño de las palas y las bajas revoluciones de trabajo. 1% más en DB que el ruido ambiente del viento. Diseño totalmente sellado, con cataforesis en elementos del metal, más pintura
Protección anti-corrosión	Resistente a UV
Torre	12, 15 y 18 m, atirantada o de celosía

Curvas de rendimiento

Curva de potencia



Producción anual

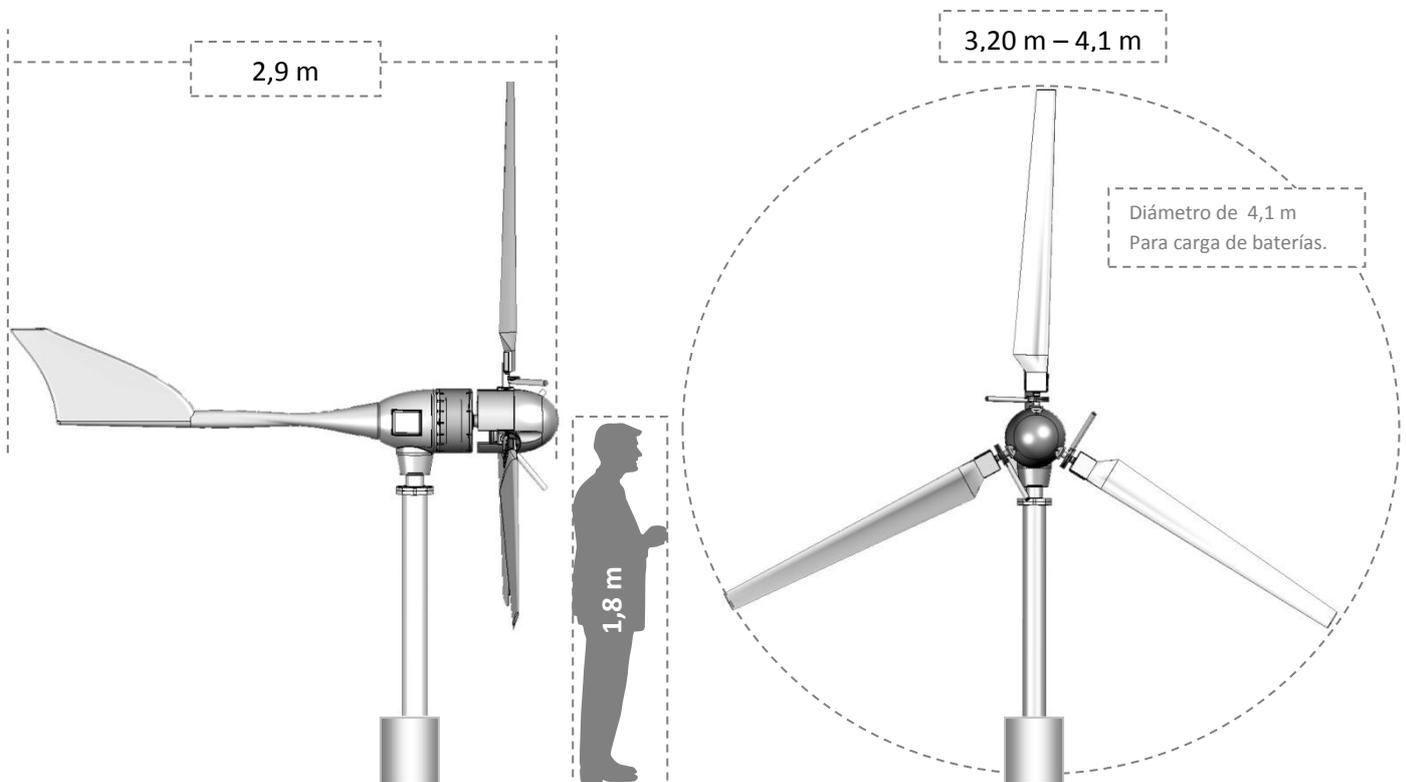


POTENCIA

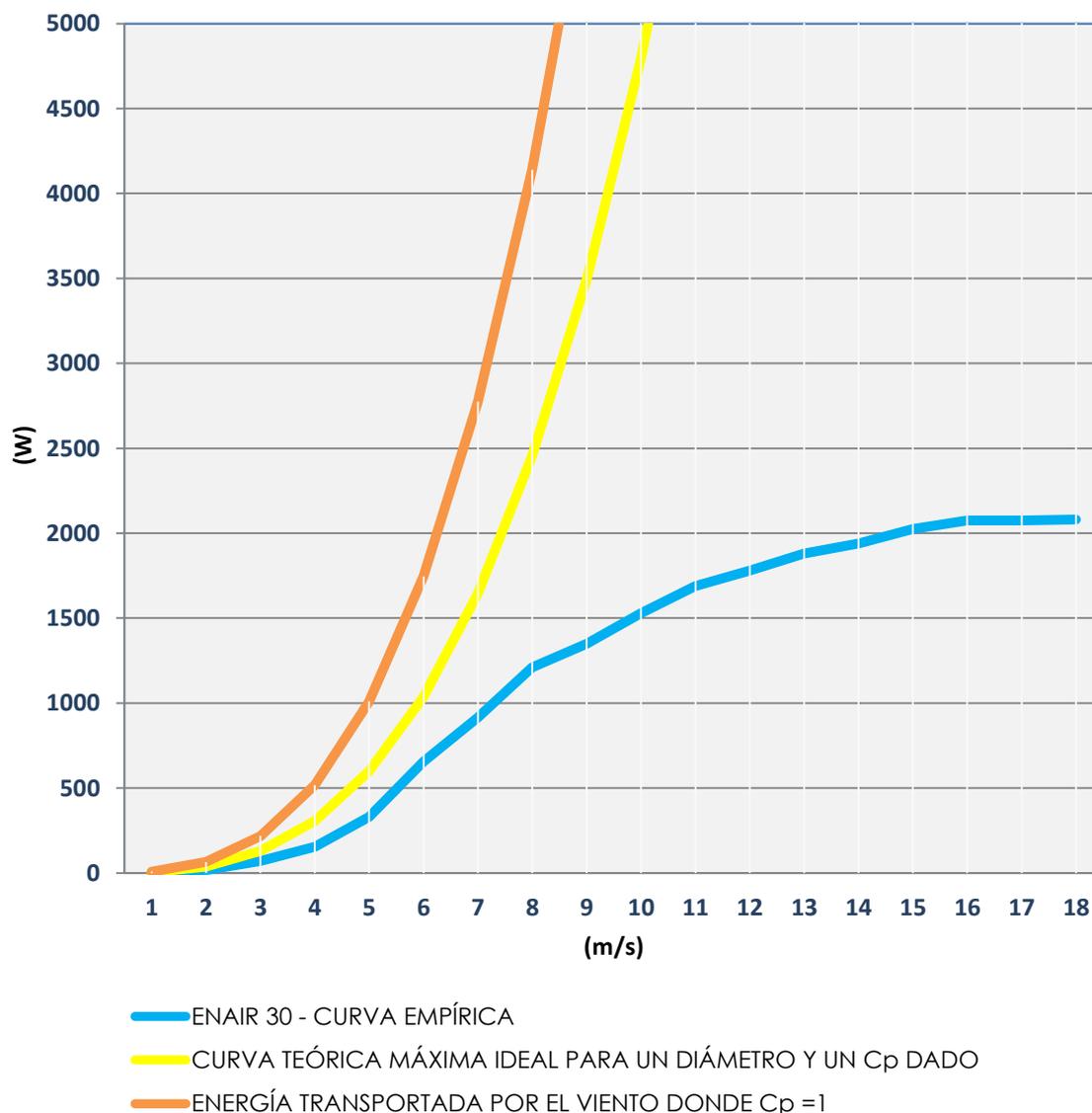
A una velocidad de viento de 8 - 10 m/s, obtenemos potencia nominal del Aerogenerador, entrando en oscilación del paso variable a los 14 m/s.

En entornos con un viento medio que oscilen en un 15-20% de su nominal, el aerogenerador Enair 30 puede obtener más de **30 kWh/día**.

La principal ventaja de Aerogenerador es que nunca deja de producir, su reorientación es suave y no es necesario que actúe un freno para detenerlo. Ésta ni se frena.



Curva Técnica ENAIR 30



Curva ENAIR 30 – Empírica:

La curva de potencia del aerogenerador Enair 30 ha sido obtenida en un campo de pruebas, es la curva real, obtenida de forma empírica, de la potencia producida para cada velocidad del viento.

Desde ella, se ha obtenido el coeficiente de Betz (Cp) para cada rango de velocidad desde la siguiente fórmula:

$$P = \frac{1}{2} \times Cp \times \eta_g \times \frac{D^2 \times \pi}{4} \times \rho_{AIRE} \times v^3$$

m/s	ENAIR 30	Coefficiente de Betz
1	2	0,274804474
2	18	0,309155033
3	70	0,356228021
4	155	0,332771042
5	330	0,362741905
6	655	0,416659561
7	915	0,366539495
8	1.210	0,32472013
9	1.350	0,254448587
10	1.530	0,210225422
11	1.690	0,174462645
12	1.780	0,141537026
13	1.880	0,117576789
14	1.940	0,097142981
15	2.025	0,082441342
16	2.075	0,069606846
17	2.075	0,058031679
18	2.080	0,049004913

Donde η_g corresponde al rendimiento del generador eléctrico, cuyo valor para el Enair se estima de 0,9 (en tanto por uno). Este rendimiento tiene en cuenta las pérdidas por autoconsumo de equipos y las pérdidas por variaciones puntuales en la velocidad y dirección del aire.

El C_p varía para cada velocidad y sigue una distribución no uniforme. Pese a ello puede apreciarse que es más favorable para velocidades menores que 11 m/s. Esto es debido a la activación del paso variable, que produce una pérdida aerodinámica y por tanto disminuye el coeficiente de Betz. Esto es aprovechado por los aerogeneradores Enair para poder continuar generando energía de forma ininterrumpida. Puede observarse como no se consigue ningún valor mayor o igual a **0,593**, ya que esta es la limitación física a la que se somete cualquier máquina generadora de electricidad cuya fuente es el aire.

La energía transportada por el aire – Curva roja

Esta curva representa la energía que transporta el viento al pasar por la circunferencia generada por las aspas del Enair. Es decir, la energía instantánea que circula por un tubo de aire de diámetro igual a 4,1 metros.

La energía extraíble – Curva amarilla

Esta curva también se denomina “curva de Betz”. Corresponde a la máxima potencia que podría extraer un aerogenerador de ese diámetro en condiciones ideales: despreciando rozamientos, rendimientos, pérdidas energéticas, turbulencias, auto consumo de equipos, etc

Corresponde al 59,3% de la energía extraíble (curva roja). Este es el límite que todo aerogenerador tiene impuesto por la naturaleza de las leyes de la física aerodinámica, correspondiendo este límite al valor de porcentaje máximo alcanzable para cualquier aerogenerador. Así, cada modelo tiene un Coeficiente de Betz que regula este porcentaje para cada régimen de giro.

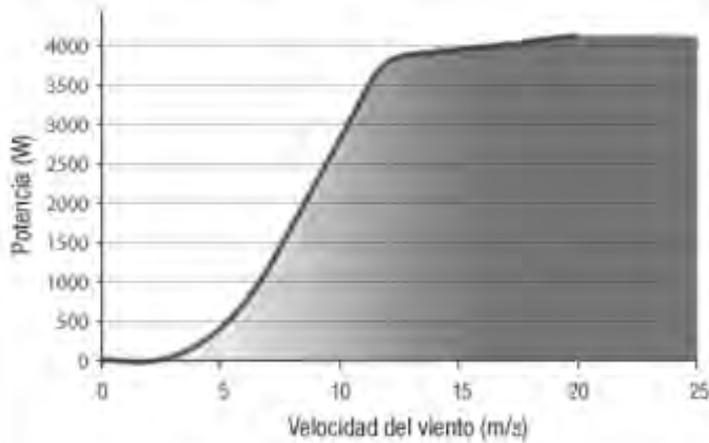
DATOS TÉCNICOS Enair 70:

Características Técnicas, eléctricas y de funcionamiento – ENAIR 70	
Número de hélices	3
Material hélices	Fibra de vidrio con resinas epoxi
Generador	250 rpm 24 polos imanes de neodimio
Potencia	5500W
Potencia nominal curva	3500W
Voltaje	24 /48 /220
Clase de viento	IEC / NVN I –A (proceso certificación)
Diámetro	4,1m
Sentido de giro	Horario
Área barrida	13,2m ²
Peso	165Kg
Aplicaciones	Conexiones aisladas a baterías. Conexión a Red eléctrica
Velocidad viento para arrancar	2 m/s
Velocidad nominal	12 m/s
Vel. regulación paso variable	14 m/s
Rango generación eficiente	De 2 a más de 60 m/s
Velocidad soportada	Más de 60 m/s
Tipo	Rotor horizontal a barlovento
Orientación	Sistema pasivo Timón de Orientación
Control de potencia	Sistema de paso variable pasivo, centrífugo
Transmisión	Directa
Freno	Eléctrico
Controlador	Opción de conexión a Red y carga de baterías
Inversor	Eficiencia 95%, algoritmo MPPT
Ruido	Reducido al mínimo: debido al diseño de las palas y las bajas revoluciones de trabajo. 1% más en DB que el ruido ambiente del viento. Diseño totalmente sellado, con cataforesis en elementos del metal, más pintura
Protección anti-corrosión	Resistente a UV
Torre	12, 15 y 18 m, atirantada o de celosía

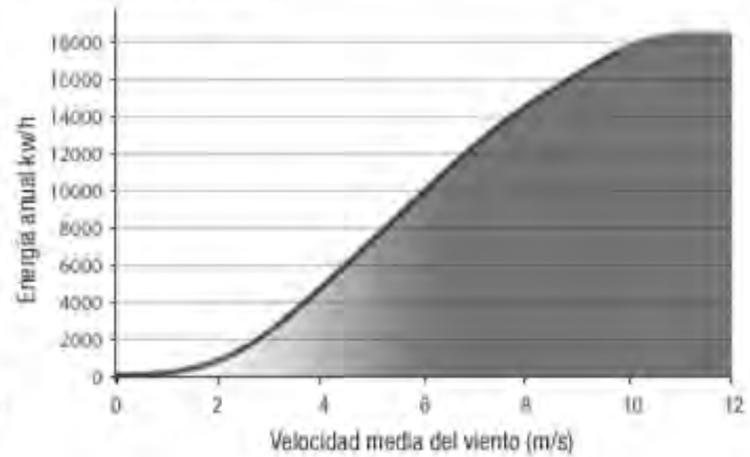


Curvas de rendimiento

Curva de potencia



Producción anual

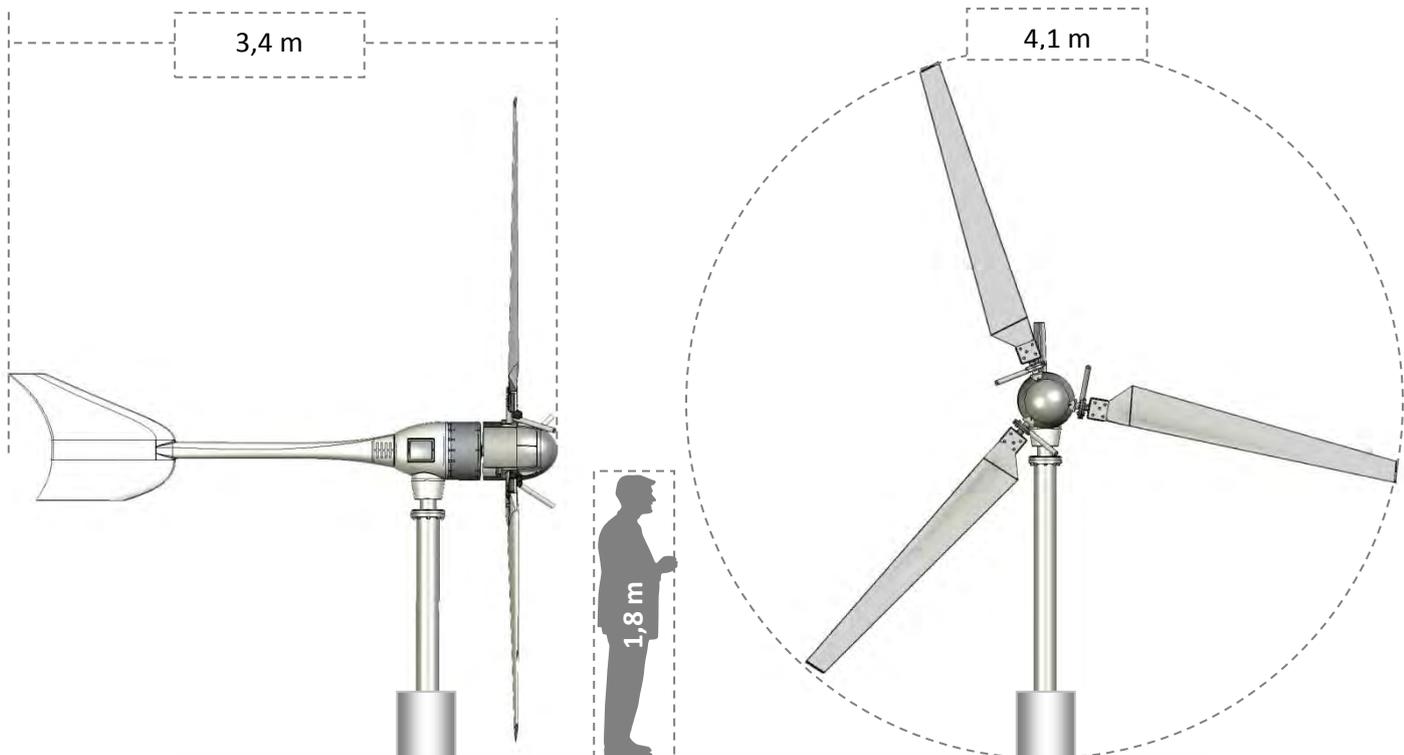


Potencia

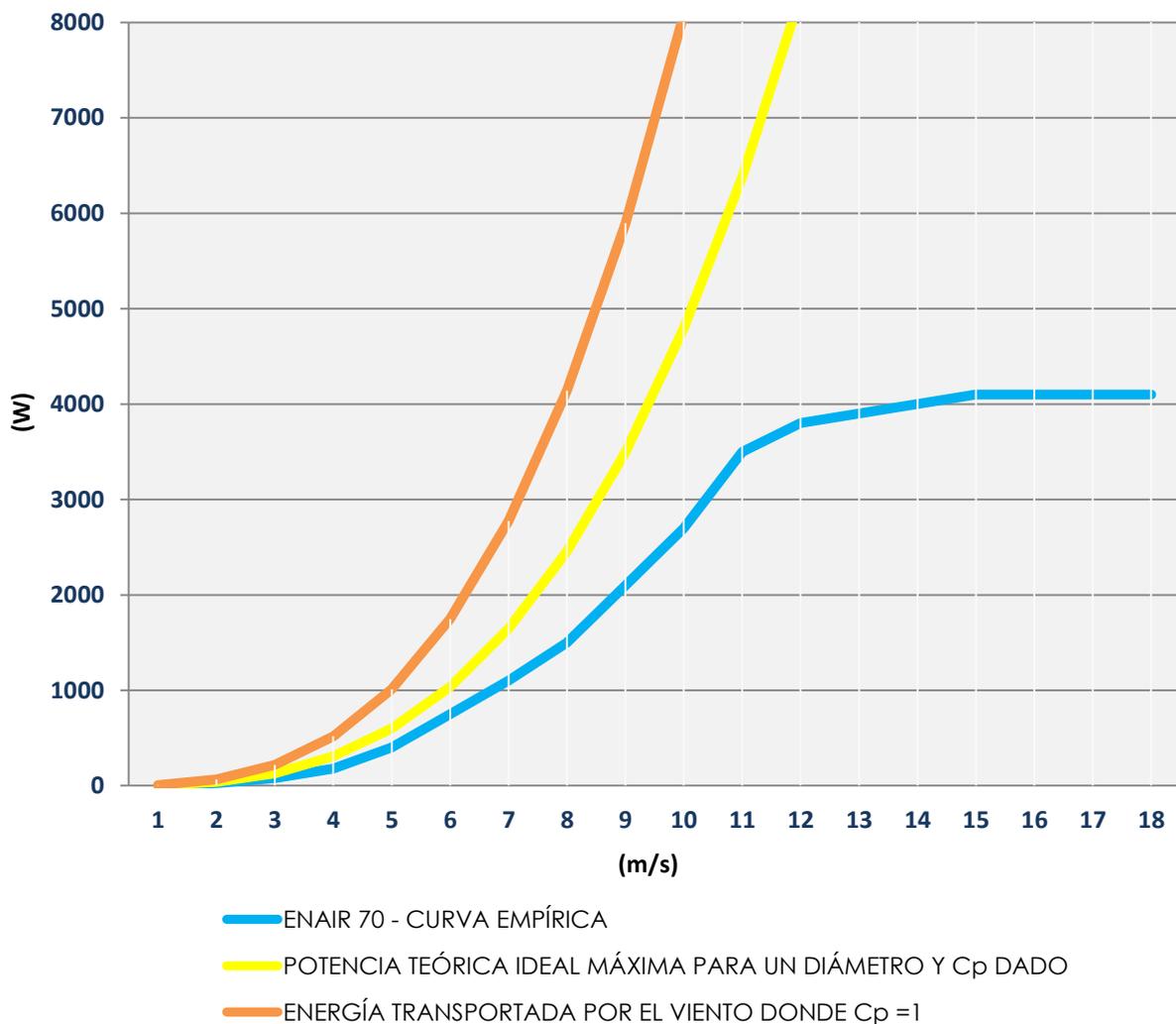
A una velocidad de viento de 10 – 12 m/s, obtenemos potencia nominal del Aerogenerador, entrando en oscilación del paso variable a los 14 m/s.

En entornos con un viento medio que oscilen en un 15-20% de su nominal, el aerogenerador Enair 30 puede obtener más de **70 kWh/día**.

La principal ventaja de Aerogenerador es que nunca deja de producir, su reorientación es suave y no es necesario que actúe un freno para detenerlo.



Curva técnica ENAIR 70:



Curva ENAIR 70 – Empírica:

La curva de potencia del aerogenerador Enair 70 ha sido obtenida en un campo de pruebas, es la curva real, obtenida de forma empírica, de la potencia producida para cada velocidad del viento.

Desde ella, se ha obtenido el coeficiente de Betz (Cp) para cada rango de velocidad desde la siguiente fórmula:

$$P = \frac{1}{2} \times C_p \times \eta_g \times \frac{D^2 \times \pi}{4} \times \rho_{AIRE} \times v^3$$

m/s	ENAIR 70	Coefficiente de Betz
1	2	0,2748044
2	28	0,480907829
3	80	0,407117739
4	180	0,386443791
5	400	0,439687158
6	750	0,477091100
7	1.100	0,440648573
8	1.500	0,402545616
9	2.100	0,395808913
10	2.700	0,370986039
11	3.595	0,36131317
12	3.800	0,302157697
13	3.900	0,243909296
14	4.000	0,200294806
15	4.100	0,166918273
16	4.100	0,137536419
17	4.100	0,114665005
18	4.100	0,096596223

Donde η_g corresponde al rendimiento del generador eléctrico, cuyo valor para el Enair se estima de 0,9 (en tanto por uno). Este rendimiento tiene en cuenta las pérdidas por autoconsumo de equipos y las pérdidas por variaciones puntuales en la velocidad y dirección del aire.

El C_p varía para cada velocidad y sigue una distribución no uniforme. Pese a ello puede apreciarse que es más favorable para velocidades menores que 11 m/s. Esto es debido a la activación del paso variable, que produce una pérdida aerodinámica y por tanto disminuye el coeficiente de Betz. Esto es aprovechado por los aerogeneradores Enair para poder continuar generando energía de forma ininterrumpida. Puede observarse como no se consigue ningún valor mayor o igual a **0,593**, ya que esta es la limitación física a la que se somete cualquier máquina generadora de electricidad cuya fuente es el aire.

La energía transportada por el aire – Curva roja

Esta curva representa la energía que transporta el viento al pasar por la circunferencia generada por las aspas del Enair. Es decir, la energía instantánea que circula por un tubo de aire de diámetro igual a 4,1 metros.

La energía transportada por el aire – Curva amarilla

Esta curva también se denomina "curva de Betz". Corresponde a la máxima potencia que podría extraer un aerogenerador de ese diámetro en condiciones ideales: despreciando rozamientos, rendimientos, pérdidas energéticas, turbulencias, auto consumo de equipos, etc.

Corresponde al 59,3% de la energía extraíble (curva roja). Este es el límite que todo aerogenerador tiene impuesto por la naturaleza de las leyes de la física aerodinámica, correspondiendo este límite al valor de porcentaje máximo alcanzable para cualquier aerogenerador. Así, cada modelo tiene un Coeficiente de Betz que regula este porcentaje para cada régimen de giro.

Nivel de sonoridad - ENAIR 30 Y 70

Las mediciones de ruido realizadas por el centro certificador GRONTMIJ CARL BRO (Dinamarca) de acuerdo a la norma IEC 61400-11 para el ENAIR 70 ofrecieron los siguientes resultados.

A una distancia de 60 metros y un viento constante de 8 m/s se registró un ruido de 37 dB(A).

Distancia	LpA 6m/s	LpA 8m/s	Distancia	LpA 6m/s	LpA 8m/s	Distancia	LpA 6m/s	LpA 8m/s
m	dB(A)	dB(A)	m	dB(A)	dB(A)	m	dB(A)	dB(A)
25	40.7	43.4	100	30.0	32.6	175	24.9	27.2
30	39.6	42.3	105	29.6	32.2	180	24.7	27.3
35	38.5	41.3	110	29.2	31.8	185	24.4	27.0
40	37.6	40.6	115	28.8	31.4	190	24.2	26.7
45	36.7	39.4	120	28.4	31.0	195	23.9	26.5
50	35.8	38.6	125	28.0	30.6	200	23.7	26.3
55	35.1	37.8	130	27.7	30.3	210	23.2	25.8
60	34.4	37.1	135	27.3	29.9	220	22.8	25.4
65	33.7	36.4	140	27.0	29.6	230	22.4	24.9
70	33.1	35.8	145	26.7	29.3	240	22.0	24.5
75	32.5	35.2	150	26.4	29	250	21.6	24.1
80	31.9	34.6	155	26.1	28.7	260	21.2	23.7
85	31.4	34.1	160	25.8	28.4	270	20.9	23.4
90	30.9	33.6	165	25.5	28.1	280	20.5	23.0
95	30.4	33.1	170	25.2	27.2	290	20.2	22.7

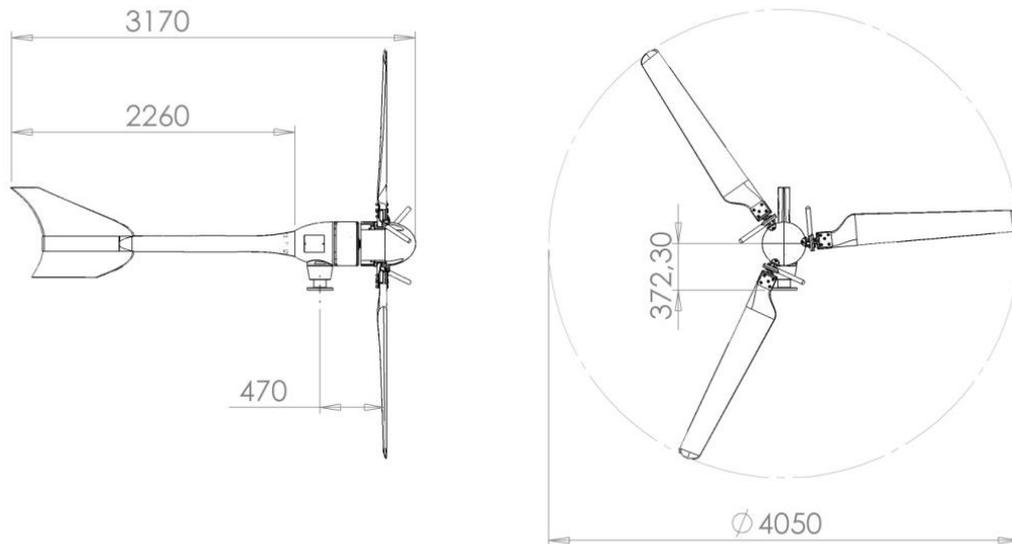
En la siguiente tabla se da una referencia de las intensidades del ruido generadas por algunas fuentes típicas.

Tabla de decibelios dB(A)			
Silencio	0	Conversación	60
Pisada	10	Tráfico en una ciudad	80
Hojas de los árboles en movimiento	20	Aspiradora	90
Conversación en voz baja	30	Motocicleta con tubo de escape	100
Biblioteca	40	Concierto de rock	120
Despacho tranquilo	50	Martillo neumático	130

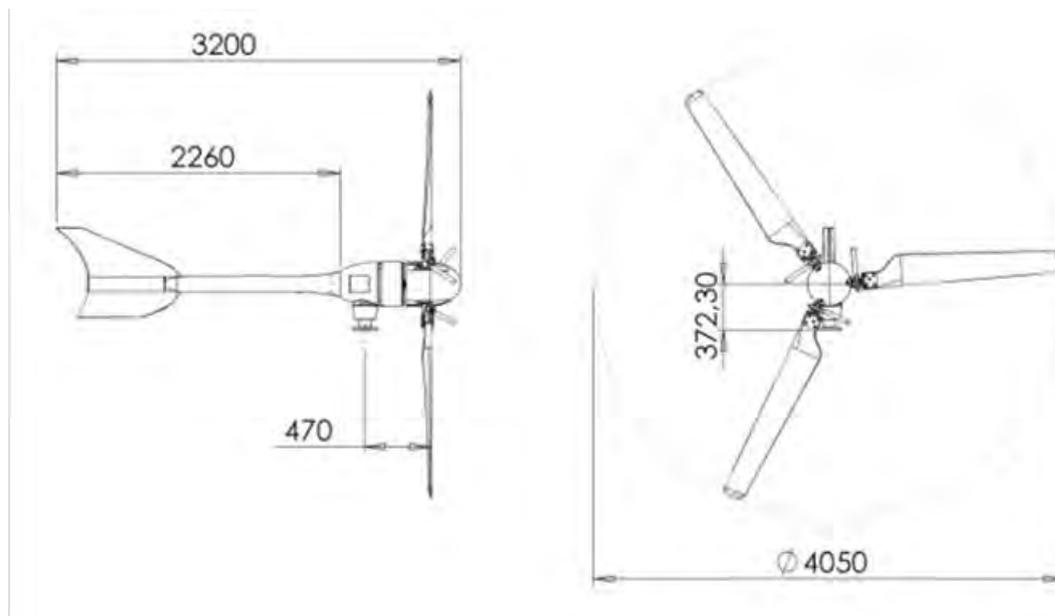
3.5. Antes de la instalación

Tenemos que considerar las dimensiones del aerogenerador.

ENAIR 30



ENAIR 70



3.6 Dónde debe situar su aerogenerador

La colocación del aerogenerador ENAIR es tan importante como el viento del que se dispone.

La correcta colocación del aerogenerador es tan importante como el viento del que se dispone. Algunas consideraciones importantes deben ser tenidas en cuenta:

El emplazamiento ideal suele ser una solución de compromiso ya que depende de muchos factores: Altura de obstáculos próximos, distancia a estos obstáculos, altura de la torre de instalación, espacio disponible...



ATENCIÓN: Su distribuidor puede facilitarle asistencia técnica para localizar el mejor emplazamiento para su ENAIR.

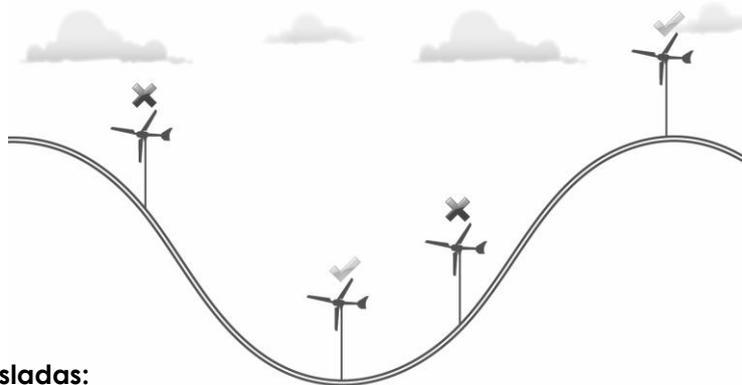
Algunas consideraciones importantes deben ser tenidas en cuenta:

Altura de la torre:

En general la potencia producida será mayor cuanto mayor sea la altura de la torre, ya que la velocidad del viento se incrementa con la altura, pero una torre más alta supone una mayor inversión económica.

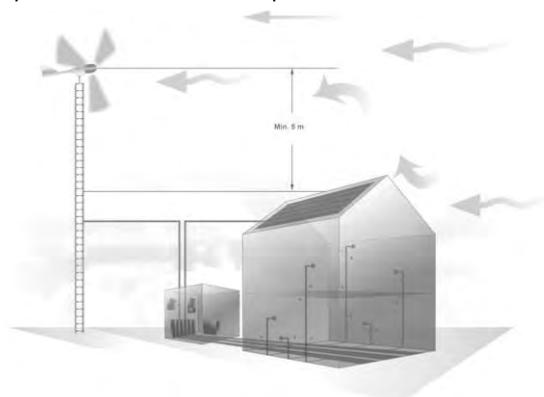
El terreno:

Normalmente el punto más elevado tiene los mejores vientos, aunque áreas alrededor de un río, valles, grandes colinas o montañas y grandes superficies arboladas pueden afectar al recurso eólico disponible.



Viviendas Aisladas:

Al situar un Aerogenerador sobre viviendas aisladas, aparte de tener en cuenta la orografía del terreno, hay que considerar las turbulencias propias de que genera el viento sobre la propia vivienda, como se ve en la siguiente figura. Lo recomendable es sobrepasar en 5m la altura de la vivienda y alejarse entre 10 y 15 metros de la misma, no obstante depende de la rosa de vientos y del estudio eólico previo en cada ocasión.

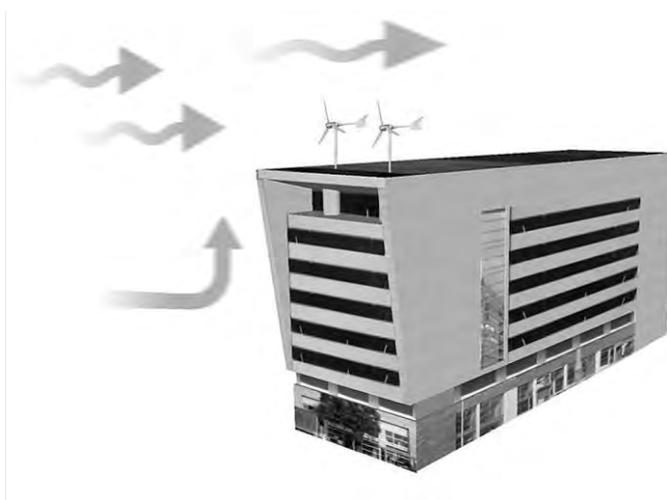


Edificios:

Sobre los edificios, antes de colocar un Aerogenerador, debemos tener en cuenta la propia estructura del mismo, para asegurar su instalación.

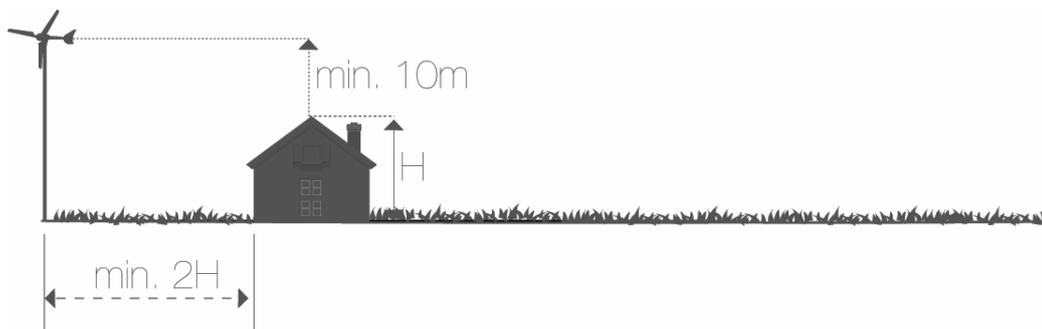
ENAIR	Peso	Empuje	Momento de vuelco
E30	130 kg	4015 N	1100 Nm
E70	160 kg	4250 N	1350 Nm

Partiendo de un edificio correctamente dimensionado debemos colocar el aerogenerador, retranqueado unos 3 metros de la fachada del edificio, y a unos 2, 3 metros de altura sobre su punto más alto, no obstante depende de los edificios colindantes y la rosa de vientos que se provoque en ese punto.



Obstrucciones:

Se consideran obstrucciones todo obstáculo que interfiera en la dirección del viento, afectando tanto a su dirección como a su velocidad. Las más comunes son las casas y los árboles. Generalmente se recomienda instalar la torre 10 metros por encima de cualquier obstrucción y a una distancia doble de su altura. Por ejemplo, si se tiene una casa de 5 metros de altura y un árbol de 7 metros cerca de donde se quiere instalar ENAIR 70 habría que situarlo a 17 metros de altura (7 m del obstáculo más alto + 10 m) y a 10 metros de la casa (5 x 2) y 14 metros del árbol (7 x 2).



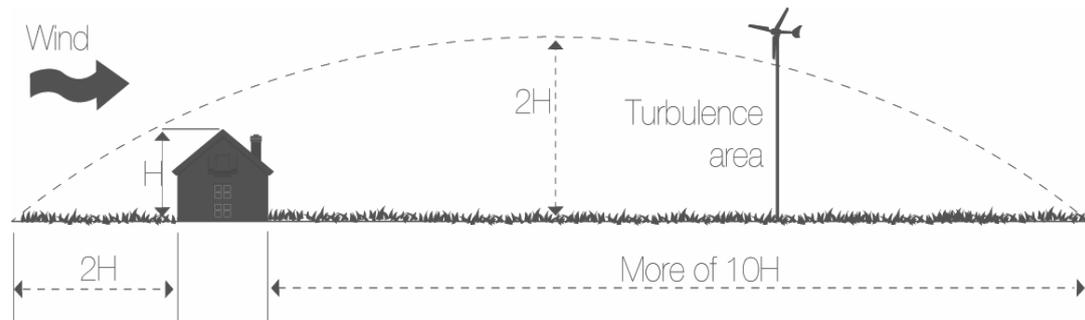
Zonas en las que hay una clara dirección de viento predominante:

En el entorno de un obstáculo se produce un área de turbulencias.

- Dimensiones del área de turbulencia: quedan definidas por la altura del objeto.
- Situación del área: queda definida por la dirección del viento predominante.

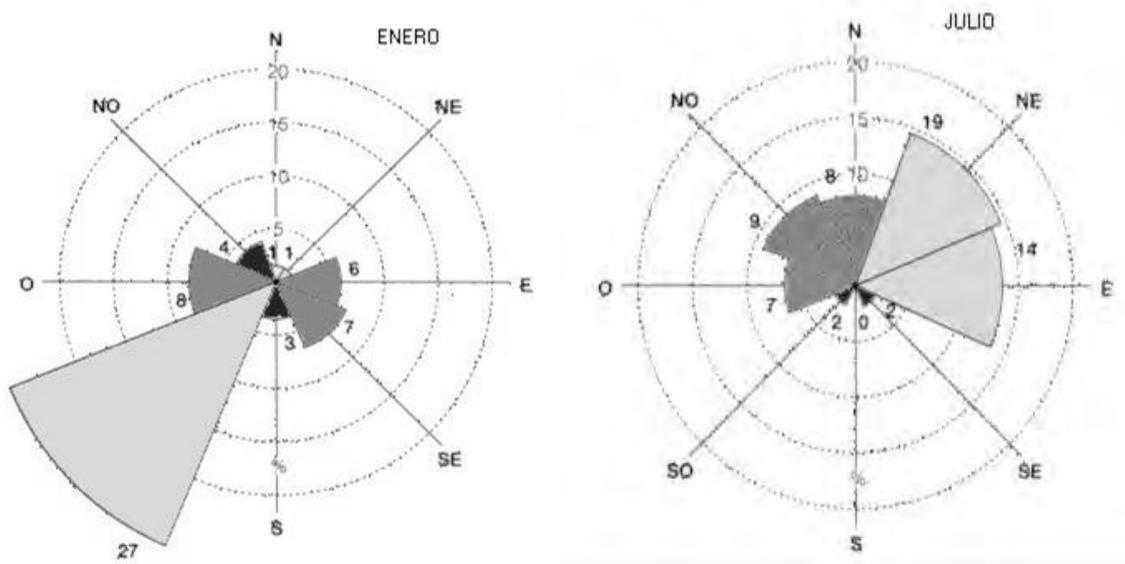
Las dimensiones del área de turbulencia en la zona de sotavento (más de 10H) están condicionadas por la anchura del objeto (A):

- Si $A > 3H$ → Dimensión del área a sotavento 20H
- Si $A \leq 3H$ → Dimensión del área a sotavento 10H (situación más común)



Vientos predominantes:

Es importante conocer de donde provienen los vientos más frecuentes y más fuertes en el área donde se quiere instalar ENAIR 70. En la medida de lo posible, esa dirección debe de estar libre de obstrucciones. Para conocer estos datos suele recurrirse a estudios realizados con un anemómetro que mide la dirección y la velocidad del viento en un periodo de tiempo determinado. Así se configuran lo que se llaman "rosas de viento". A continuación se muestra un ejemplo de las mencionadas rosas de viento en un mismo lugar, pero una en verano y otra en invierno. Como puede apreciarse, son completamente distintas, por lo que un estudio detallado de la demanda de electricidad en ambas estaciones será de gran utilidad.

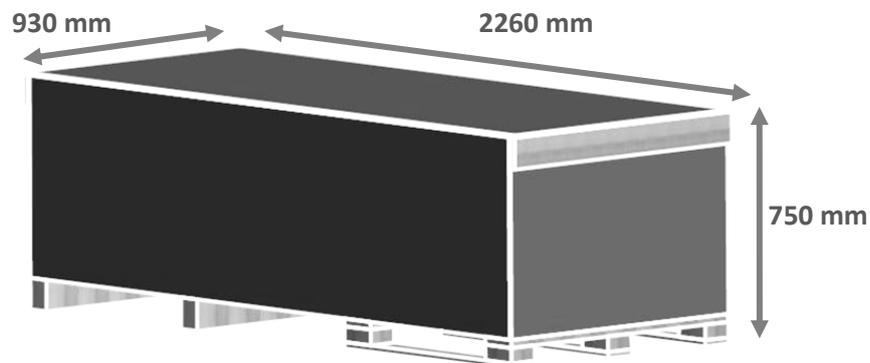
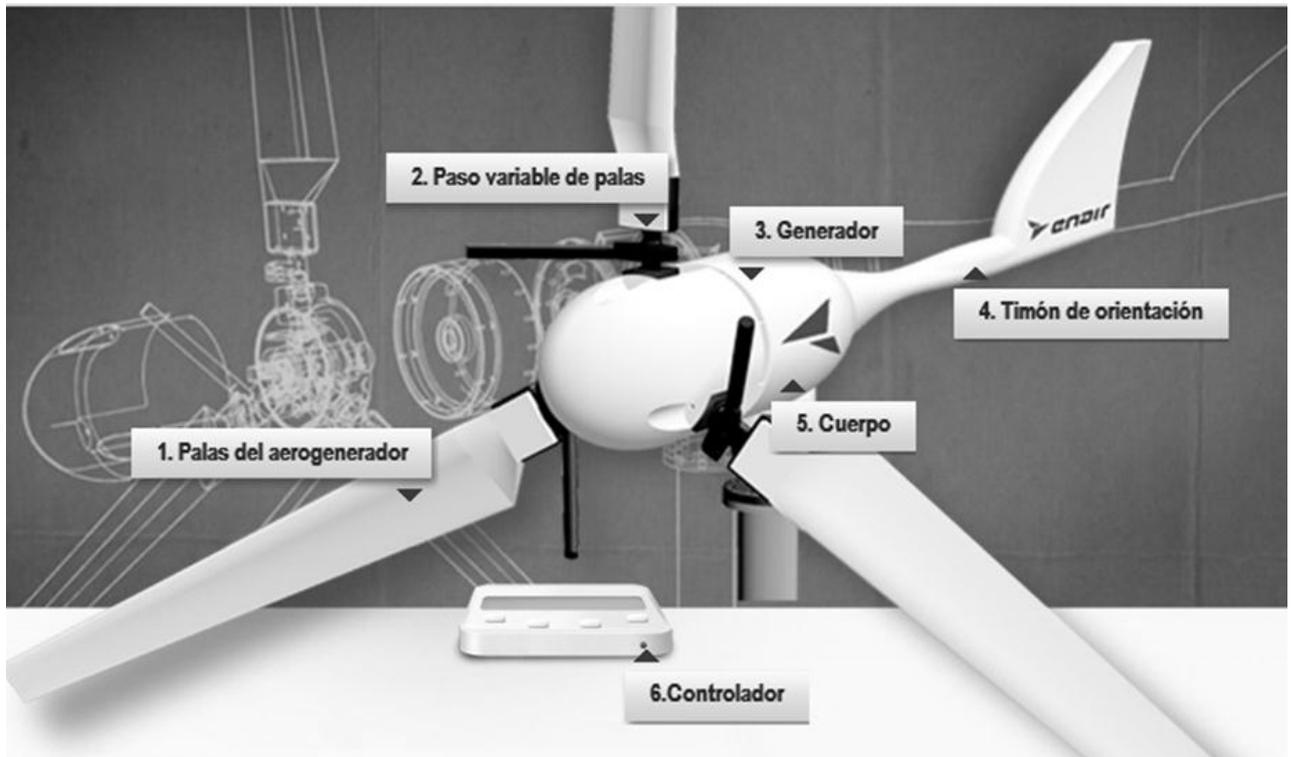


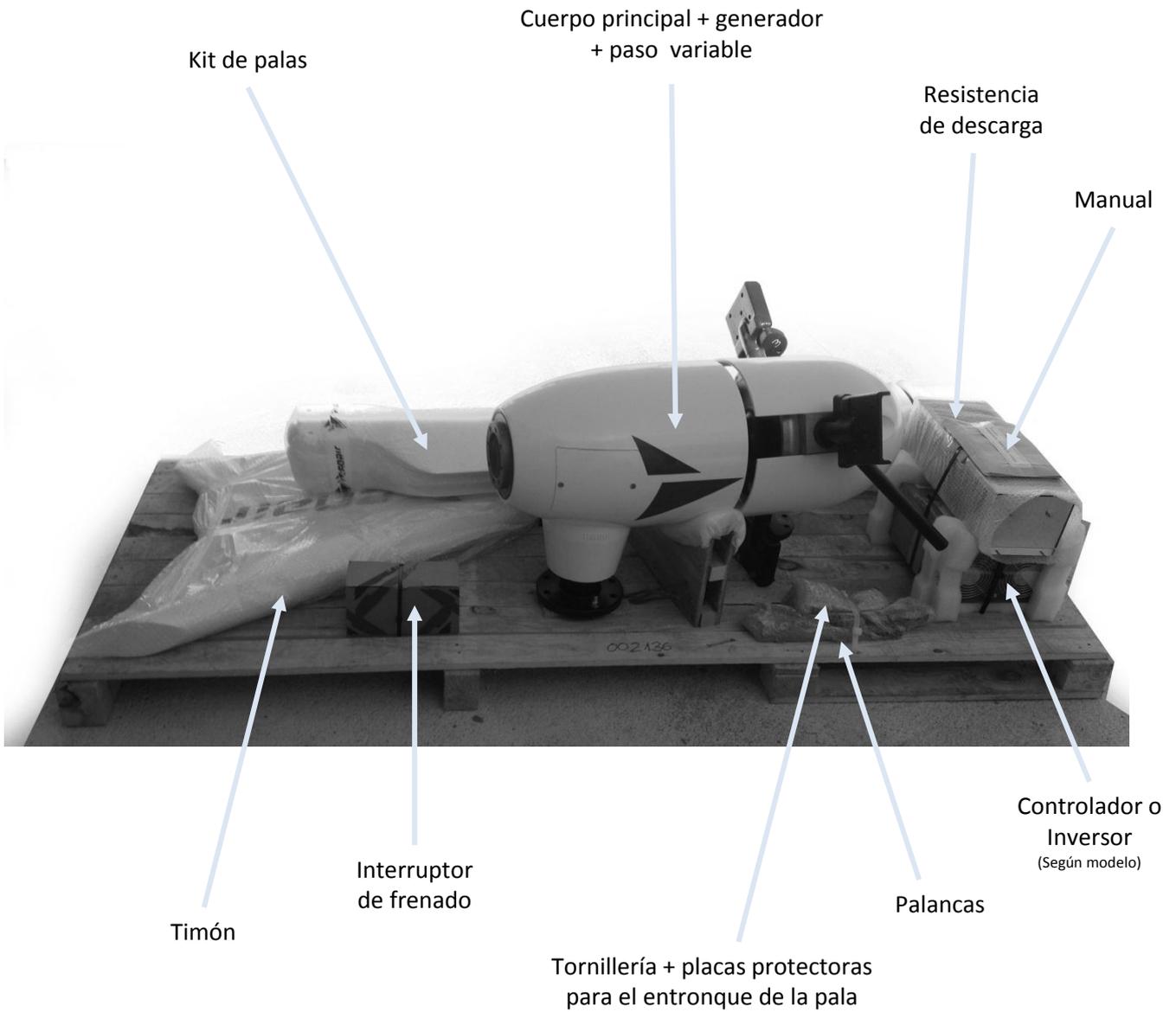
4 – Embalaje y montaje

4.1 Embalaje de la máquina

ENAIR se suministra en dos paquetes:

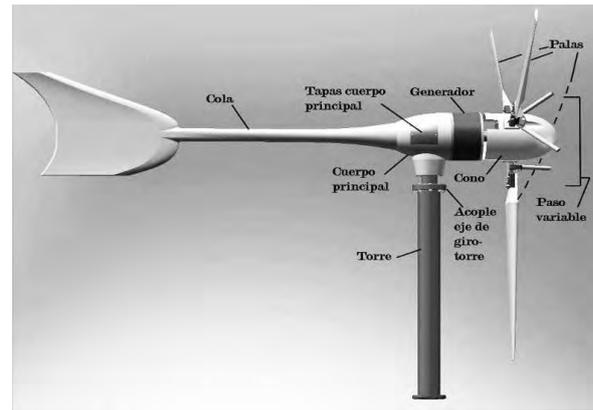
- Paquete 1:
 - o Cuerpo principal + generador + paso variable
 - o Tortillería (ver detalles a continuación)
 - o 1 timón de orientación
 - o 3 palas
- Paquete 2:
 - o Torre





Escandallo de piezas:

- 3 palas
- 1 paso variable
- 1 acople: paso variable – generador
- 1 generador
- 1 cuerpo principal
- 2 tapas para el cuerpo principal
- 1 cola
- 1 acople: eje de giro – torre
- 1 juego de escobillas
- 1 juego de anillos de cobre
- Tornillería:



Tornillos (métrica x longitud)	Piezas que ensamblan	Cantidad
M10 x 80	Palas – cucharas	15
M10 x 50	Cuerpo principal – cola	8
M14 x 60	Eje de giro – torre	8
Tuercas (métrica)	---	---
M10	Palas – cucharas	15
M10	Cuerpo principal – cola	8
M14	Eje de giro – torre	8
Arandelas (métrica)	---	---
M10	Palas – cucharas	15 x 2
M10	Cuerpo principal – cola	8
M14	Eje de giro – torre	8

RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD

Estas recomendaciones de seguridad deben tenerse en cuenta durante la instalación así como durante el mantenimiento de su ENAIR:

- ENAIR cumple las normas internacionales de seguridad, con lo que su instalación nunca debe ser peligrosa.
- ENAIR está diseñado para que su instalación sea segura, pero existen los riesgos propios de cualquier equipo electromecánico.
- ENAIR debe instalarse según las instrucciones de este manual y cumpliendo las normas locales y nacionales de su emplazamiento.
- La instalación de ENAIR debe ser realizada por profesional cualificado.
- **Durante la instalación asegúrese de que su aerogenerador se encuentra frenado (con las 3 fases cortocircuitadas) y desconectado de la instalación eléctrica.**
- Realice las operaciones de instalación un día calmado, el viento debe ser inferior a 6 m/s.
- Nunca se coloque debajo de la torre durante las operaciones de instalación o mantenimiento.
- Para realizar una instalación segura son necesarias al menos dos personas.
- Durante la instalación utilice siempre el equipamiento de seguridad adecuado: Casco, zapatos de seguridad, guantes, gafas de seguridad...



ATENCIÓN: ENAIR no se responsabiliza del uso inadecuado del aerogenerador. El aerogenerador nunca debe ser manipulado sin el permiso expreso del instalador o del fabricante. La manipulación inadecuada del aerogenerador puede dar lugar a electrocuciones y quemaduras, y será motivo de anulación de la garantía.

ENAIR está diseñado para que su instalación se realice de forma sencilla, rápida y segura.

Pares de apriete:



ATENCIÓN: Aplicar los pares de apriete recomendados según la siguiente tabla, para ellos utilizar llaves dinamométricas.

Métrica	Par de arranque automático	
	NM	Lbt.ft.
M4	3	2
M6	7	5
M8	17	13
M10	33	24
M12	57	42
M14	91	67
M16	140	104
M20	273	203

Si se aplica un par de apriete mayor al recomendado se pueden dañar las piezas unidas por los elementos de tornillería.

Si el par de apriete aplicado es inferior al recomendado existirá riesgo de vibraciones.

4.2 Montaje de la máquina

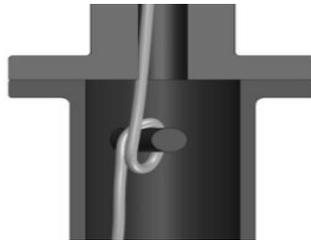
El montaje del aerogenerador se divide en cinco sencillos pasos, estos pasos deben seguirse en el orden en que se indica a continuación.

PASO 1: Conexiones eléctricas



Mediante **tres conectores eléctricos** unir los cables del aerogenerador, procedentes de las escobillas, con los cables de bajada de la torre.

Para evitar que el peso de los cables sobrecargue la conexión de las escobillas se debe fijar al interior de la torre la manguera de bajada. Para ello se aconseja dar tres vueltas a un gancho que debe ir soldado en la parte superior de la torre.



PASO 2: Colocación en la torre



Tornillería:

Tornillo Hexagonal A4 DIN 933 M14x60	8
Tuerca Hexagonal A4 DIN934 M14	8
Arandela plana A4 DIN126 M14	16



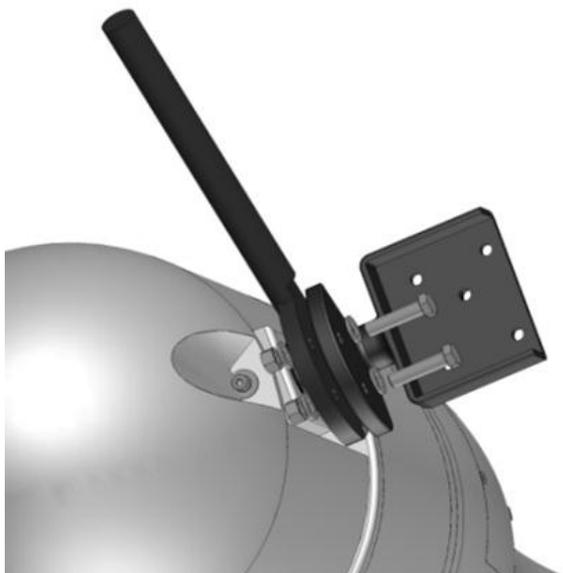
Herramientas:

Llave fija de 22, vaso hexagonal de 22 y llave dinamométrica



Par de apriete: 91 Nm ó 67 Lbf.ft

PASO 3: Palancas de torsión



Tornillería:

Tornillo Hexagonal A4 DIN 933 M12x50	4
Tuerca Hexagonal A4 DIN934 M12	4
Arandela plana A4 DIN126 M12	8



Herramientas:

Llave fija de 19, vaso hexagonal de 19 y llave dinamométrica

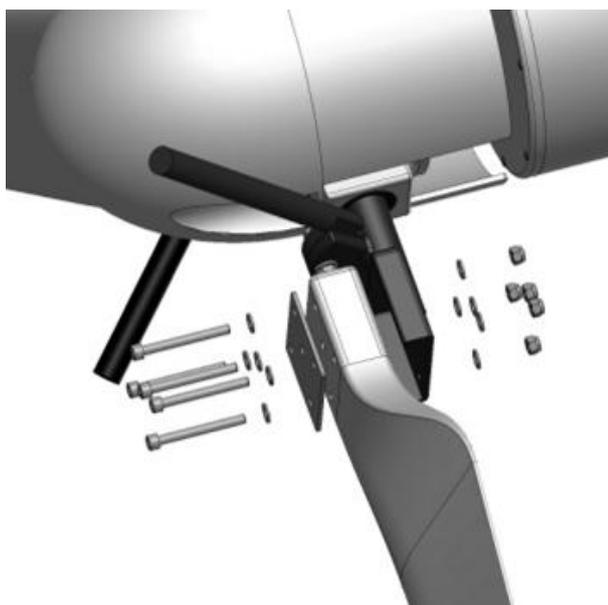


Par de apriete: 57 Nm ó 42 Lbf.ft



ATENCIÓN: Hay tres palancas. Una se coloca durante la fabricación y dos de ellas deben colocarse durante el montaje. Las tres palancas están identificadas con los números 1, 2 y 3. No son intercambiables, cada una tiene su posición.

PASO 4: Palas



Tornillería:

Tornillo Allen A4 DIN912 M10x90	15
Tuerca Hexagonal A4 DIN934 M10	15
Arandela plana A4 DIN126 M10	30



Herramientas:

Llave fija de 17, vaso hexagonal de 17 y llave dinamométrica



Par de apriete: 33 Nm o 24 Lbf.ft

Las palas deben ensamblarse con las placas protectoras del entronque, encontrará estas placas en el kit de tornillería.

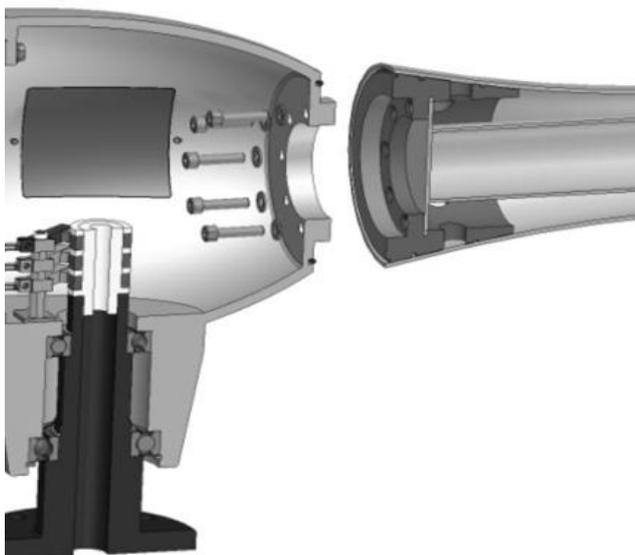


ATENCIÓN: El ajuste de estos tornillos es muy fino, por lo que se recomienda llevar un taladro eléctrico con una broca de 10 para repasar los agujeros de las palas si fuese necesario.

Para garantizar el correcto ensamblaje de la pala los agujeros del entronque están posicionados de forma que la pala únicamente puede ensamblarse en una posición.



PASO 5: Timón



Tornillería:

Tornillo Allen A4 DIN912 M10x45
Arandela plana A4 DIN126 M10

8



Herramientas:

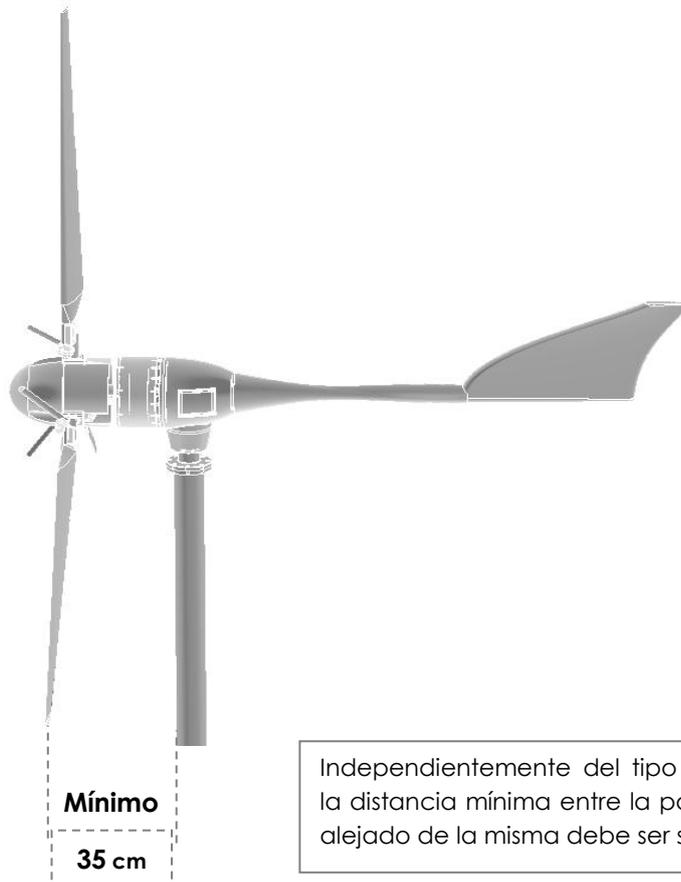
Vaso allen de 8, alargador y llave dinamométrica



Par de apriete: 33 Nm ó 24 Lbf.ft

5 – Instalación

*Observaciones a tener en cuenta en la instalación:



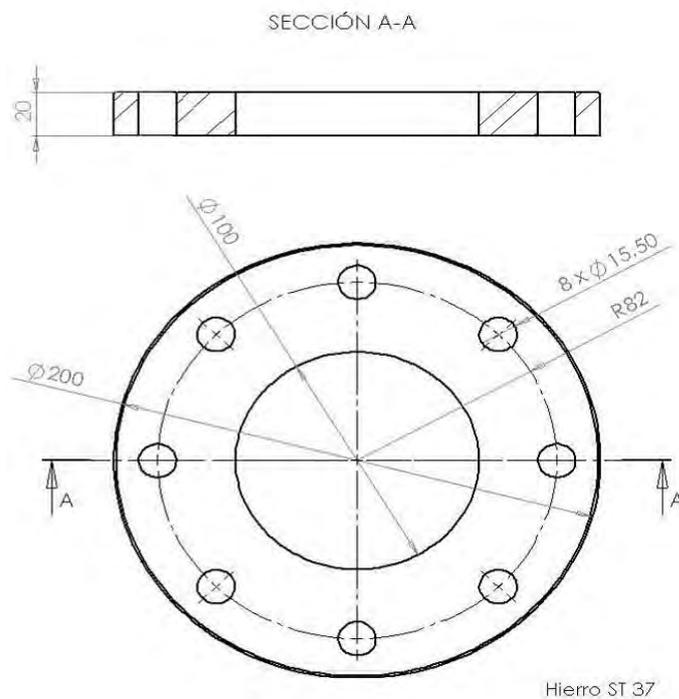
Nota:

Las torres deberán siempre ser certificadas por ENAIR, antes de cualquier instalación, con tal de garantizar la integridad de la máquina y el correcto funcionamiento de la misma. Una instalación estará fuera de garantía si la torre no tiene la correcta acreditación cedida por ENAIR.

5.1 Acople entre el eje de giro y la torre:

Para aquellos clientes que disponen de su **propia torre**, se adjunta a continuación el plano del acople entre el eje de giro de ENAIR 70 y la torre. Dicho acople debe ir soldado a la parte superior de la torre y atornillado al eje de giro del aerogenerador.

Poner largo 120 x 8 mm (espesor)



Datos de carga para el diseño de la torre:

ENAIR	Peso	Empuje	Momento de vuelco
E30	130 kg	4015 N	1100 Nm
E70	160 kg	4250 N	1350 Nm

* Los datos suministrados a continuación han sido obtenidos según la norma IEC 61400-2 y no incluyen factor de seguridad.

5.2 – Instalación en torre presilla

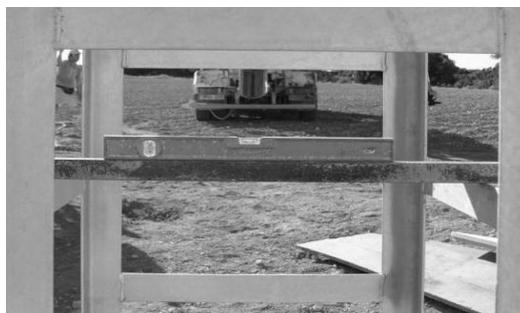
1º PASO: Realizar el agujero y ensamblar la torre.



2º PASO: En posición horizontal, ensamblar la torre con el molino.



3º PASO: Enganchamos el Aerogenerador junto con la torre y elevamos el conjunto hasta el foso. Siempre con el molino frenado, por medio del cruce de sus fases.



* Asegurarse de que el molino está bloqueado, con la unión de los cables de salida de las escobillas o con el amarre de una de sus palas al eje de giro.

5º PASO: Soltar la grúa de la torre y mantener la torre arriostrada, durante el tiempo necesario hasta que el hormigón se solidifique. **Este tiempo suele estar entre 48h y 72h.** Durante este tiempo es necesario que el aerogenerador esté frenado.



6º PASO: Transcurrido el periodo de tiempo necesario para el fraguado del hormigón, se quitan los tensores de la torre y se libera el aerogenerador, iniciando así la puesta en funcionamiento del mismo.

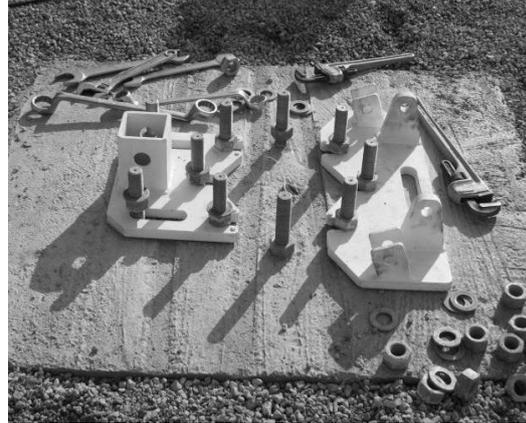


5.3 Instalación en torre tubular

1º PASO: Se realiza el agujero y se insertan las varillas de hierro, para su posterior cimentación. Importante asegurarse de que las varillas queden lo más verticales posible.



2º PASO: Asegurarse de que los tornillos salen de la superficie del hormigón, unos **20 cm**. Esto es muy importante para luego nivelar bien.



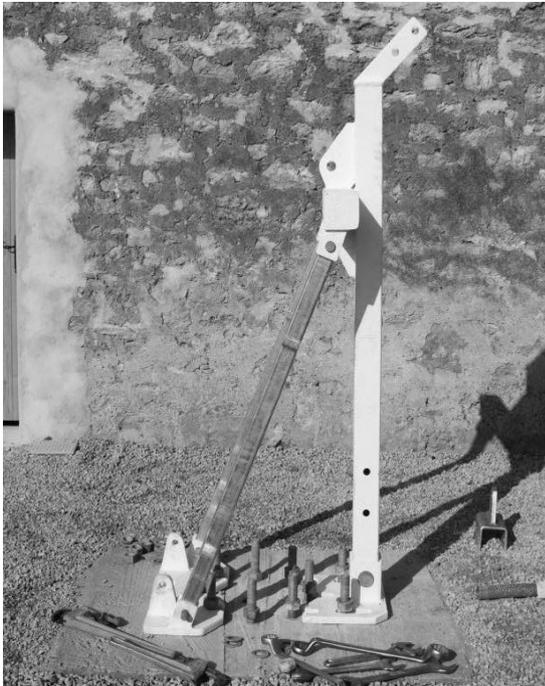
3º PASO: Colocar en caso de que se haya adquirido el soporte de elevación, con los tornillos.



4º PASO: Colocar los tramos de la torre encastándolos uno dentro el otro. Y apoyándolo sobre el soporte (opcional) de elevación manual.



5º PASO: Una vez ensamblada la torre en el suelo, colocarla sobre un soporte que permita acoplar el aerogenerador.



6º PASO: En caso de haber adquirido el soporte de elevación colocar el cable de tiro.



7º PASO: Montar el aerogenerador acoplándolo a los extremos de la torre, para montarlo completamente a ras del suelo (siempre con el molino en frenado).



8º PASO: Una vez todo montado el aerogenerador elevarlo con el tráctel manual, sino se ha adquirido el sistema de elevación, utilizar grúa.



9º PASO: Desenganchar la grúa, de la torre, por medio de una escalera o similar.



10º PASO: Una vez todo montado y acoplado perfectamente en posición, liberamos el freno del molino para que empiece a producir.



5.4 Instalación en torre basculante hidráulica:

Esta torre tiene un cilindro hidráulico que puede ser accionado tanto manual como con un motor eléctrico para su izado o su abatimiento.



Otra de las ventajas que tiene este sistema es que se puede abatir cuando se den vientos demasiado fuertes, potencialmente peligrosos para el sistema eólico o cuando el aerogenerador vaya a estar sin producir energía durante un periodo largo de tiempo, ya sea por ausencia del propietario o por cualquier otra razón.



Estas torres deben conservar siempre el pistón hidráulico puesto, para que sean realmente prácticas ya que este tiene un peso de unos 120 Kg, lo que hace difícil su manejo. Dado a que debe estar a la intemperie este pistón debe estar siempre recubierto por Grasa y por la goma de protección que se entrega con él, sujeta con bridas.

6 - Mantenimiento

ENAIR está diseñado para funcionar óptimamente con un mantenimiento mínimo.

Trabajos de Mantenimiento:

Los componentes del ENAIR 70 solo deben ser manipulados por personal técnico competente. Bajo ninguna circunstancia personal no cualificado se hará cargo de las operaciones de mantenimiento, a menos que este directamente dirigido por un técnico cualificado.

Todos los elementos de tornillería que se manipulen durante el mantenimiento deber ser apretados con llave dinamométrica según la tabla de pares de apriete adecuado.

La frecuencia de las operaciones de mantenimiento depende de la clase de viento que tenga el emplazamiento de la instalación

Clase de viento:

Clase de viento	Velocidad media del viento en el emplazamiento de la instalación		
	m/s	Km/h	Mph
1	<5.6	<20.1	<12.53
2	5.6 – 6.4	20.1 – 23.04	12.53 – 14.32
3	6.4 - 7	23.04 – 27.2	14.32 – 15.66
4	7 – 7.5	25.2 – 27	15.66 – 16.78
5	7.5 - 8	27 – 28.8	16.78 – 17.9
6	8 – 8.8	28.8 – 31.68	17.9 – 19.69
7	>8.8	>31,68	>19.69

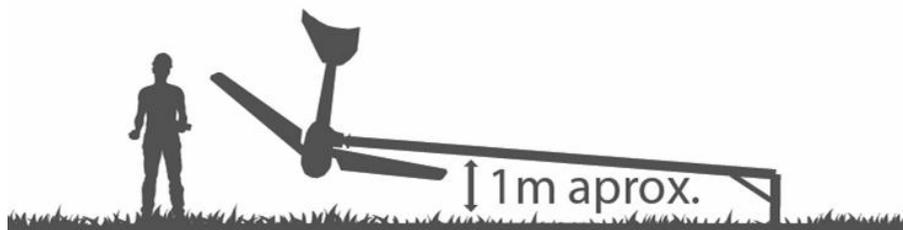
Plan de mantenimiento preventivo:

Clase de viento	1	2	3	4	5	6	7
Reapriete de tornillos de palas, timón, eje de giro, puntera y torre.	Un mes después de la instalación						
Inspección visual (tanto en molino como de la torre), chequeo de ruidos anómalos y vibraciones	Un mes después de la instalación y después de tormentas o vientos de más de 25 m/s (90 km/h, 56 Mph)						
1 - Reapriete de tornillos, timón, eje de giro y puntera							
2- Reapriete de otros tornillos de la torre (p.e. empalmes, acoples...)							
3 – Engrasado de rodamientos del paso variable							
4 – Engrasado del conjunto del paso variable							
5 – Comprobación del estado de las palas, especial atención al borde de ataque	Cada 12 meses			Cada 8 meses			
6 – Comprobación del correcto funcionamiento del paso variable							
7 – Comprobación de la pintura, búsqueda de desperfectos y puntos de óxido.							
8 – Inspección de escobillas, anillos rozantes y sus cables de conexión							
9 – Sustitución de escobillas	Cada 9 años (orientativo)			Cada 7 años (orientativo)			

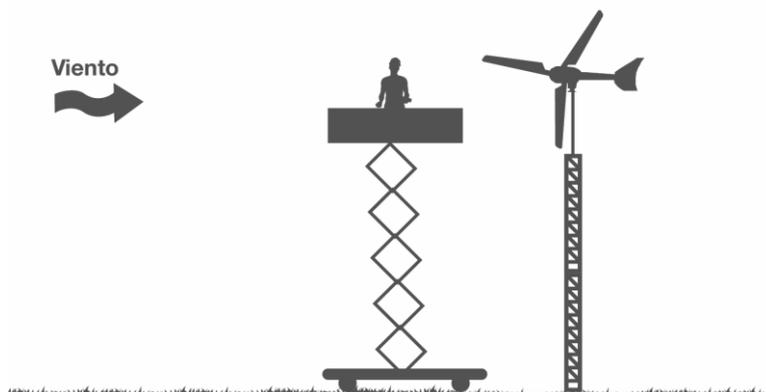
¿Cómo posicionar la máquina para realizar las operaciones de mantenimiento?

La colocación de la máquina dependerá del tipo de torre en el que esté instalada.

- Torre tubular manual o hidráulica: En caso de que la torre sea hidráulica será necesario un grupo electrógeno y un grupo hidráulico.



- Torre tubular o atirantada: Será necesaria la utilización de una plataforma elevadora de personas. La posición de la plataforma estará condicionada por la dirección del viento, se colocará a barlovento.



ATENCIÓN: No realizar ninguna operación de mantenimiento con vientos fuertes.



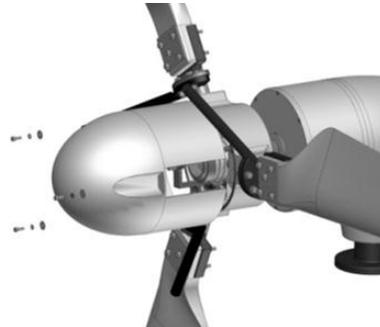
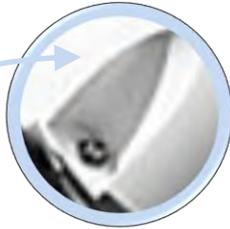
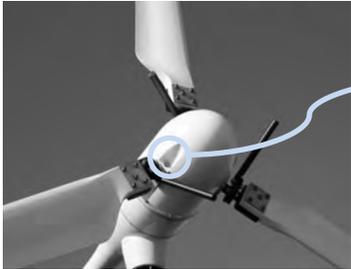
ATENCIÓN: Antes de realizar cualquier operación de mantenimiento, frenar el molino, utilizando para ello el interruptor de frenado.



ATENCIÓN: Fijar una de las palas de ENAIR a la cesta elevadora para evitar el giro del rotor durante las operaciones de mantenimiento.

Para realizar las operaciones de mantenimiento será necesario retirar el cono y al menos y una de las tapas laterales del cuerpo:

Cono



Tornillería:

- | | |
|--|---|
| Tornillo Allen A4 DIN912 M8x30 | 3 |
| Arandela plana ala ancha A4 DIN9021 M8 | 3 |
| Arandela grower A4 DIN127A M8 | 3 |



Herramientas:

Vaso allen de 6, alargador y llave dinamoétrica



Par de apriete:

17 Nm o 13 Lbf.ft

Tapas laterales



Tornillería:

- | | |
|--|---|
| Tornillo Allen avellanado A4 DIN7991 M6x16 | 4 |
|--|---|



Herramientas:

Vaso allen de 6, alargador y llave dinamoétrica



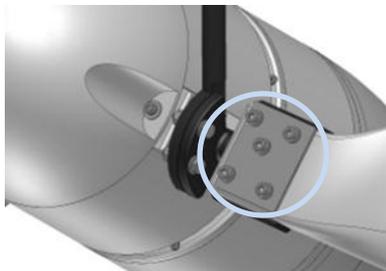
Par de apriete:

7 Nm o 5 Lbf.ft

6.1-Reapriete de tornillos:

Asegurar que los siguientes tornillos tienen el par de apriete especificado.

Palas



Herramientas:

Llave fija de 17, vaso hexagonal de 17 y llave dinamométrica



Par de apriete: 33 Nm o 24 Lbf.ft

Palancas



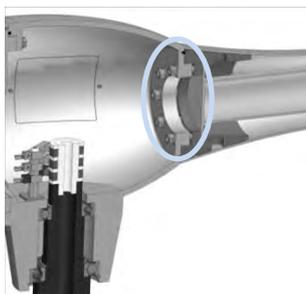
Herramientas:

Llave fija de 19, vaso hexagonal de 19 y llave dinamométrica



Par de apriete: 57 Nm o 42 Lbf.ft

Timón



Herramientas:

Vaso allen de 8, alargador y llave dinamométrica



Par de apriete: 33 Nm o 24 Lbf.ft

Eje giratorio y puntera



Herramientas:

Llave fija de 22, vaso hexagonal de 22 y llave dinamométrica

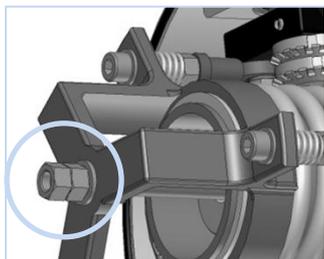


Par de apriete: 91 Nm o 67 Lbf.ft

6.2- Revisión de tornillos:

Simplemente comprobar que no se ha producido aflojamiento en los siguientes tornillos. En ningún caso se debe exceder del par de apriete recomendado, según la métrica del tornillo.

Corredera



Herramientas:

Llave fija de 19, vaso hexagonal de 19 y llave dinamométrica



Par de apriete: 57 Nm o 42 Lbf.ft

Guía de la corredera



Herramientas:

Vaso hexagonal de 17, alargador y llave dinamométrica



Par de apriete: 57 Nm o 42 Lbf.ft

Acoplamiento plato-paso variable



Herramientas:

Llave fija de 24, vaso hexagonal de 24, alargador y llave dinamométrica



Par de apriete: 57 Nm o 42 Lbf.ft

Generador



Herramientas:

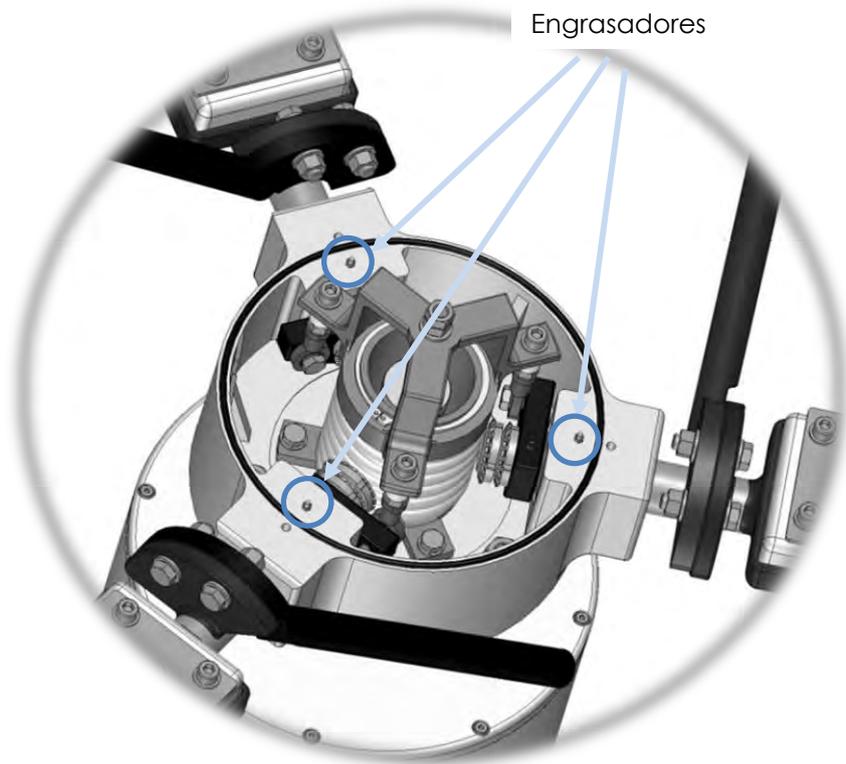
Vaso hexagonal de 17, alargador y llave dinamométrica



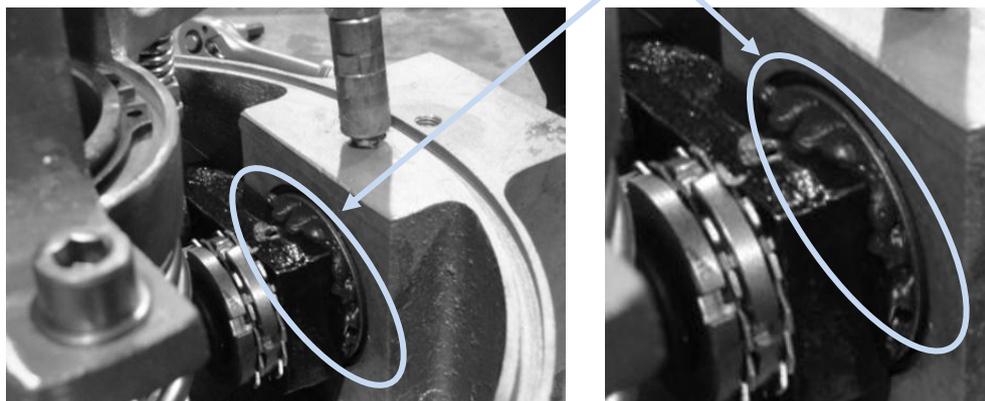
Par de apriete: 57 Nm o 42 Lbf.ft

6.3 – Engrasado de rodamientos del paso variable.

Se engrasaran los rodamientos del paso variable, inyectando grasa a través de los tres engrasadores indicados, hasta que se aprecie que la grasa desborda por el rodamiento interior.



Rebose de grasa



6.4 – Engrasado del paso variable

Se engrasa completamente el paso como se aprecia en las fotografías.



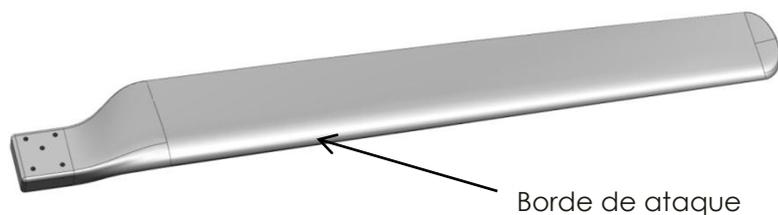
Tipo de grasa: Grasa lubricante para extrema presión y altas temperaturas.

Características físicas de la grasa

Textura	Filiforme
Color	Verde azulado o marrón
Clasificación NL6Z	Grado 2
Penetración trabajada (60 ciclos)	280 1/10 mm
Punto de gota	230°C
Naturaleza jabón	Aluminio complejo

6.5 – Comprobación del estado de palas:

Revisar la superficie de las palas, prestando especial atención al borde de ataque, es normal que se aprecie un ligero desgaste. En caso de encontrar grandes desperfectos en su superficie sustituir el conjunto de las tres palas.



6.6 – Comprobación del correcto funcionamiento del paso variable

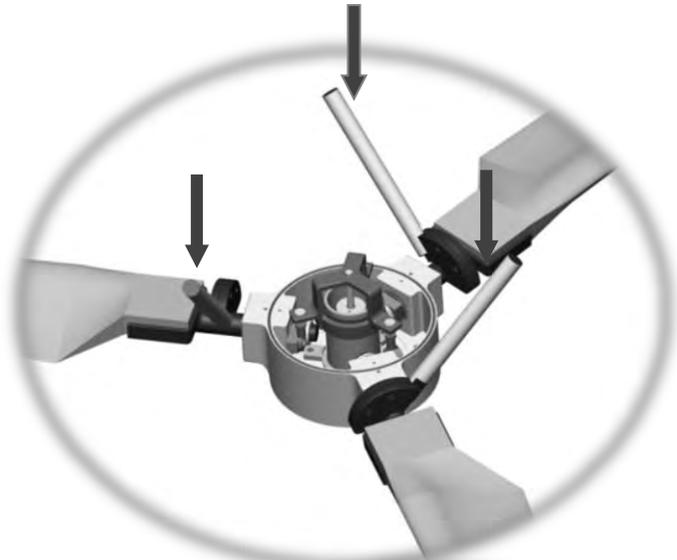
ENAIR ENERGY S.L.

Avda de Ibi, Nº 44 - 03420 - Castalla

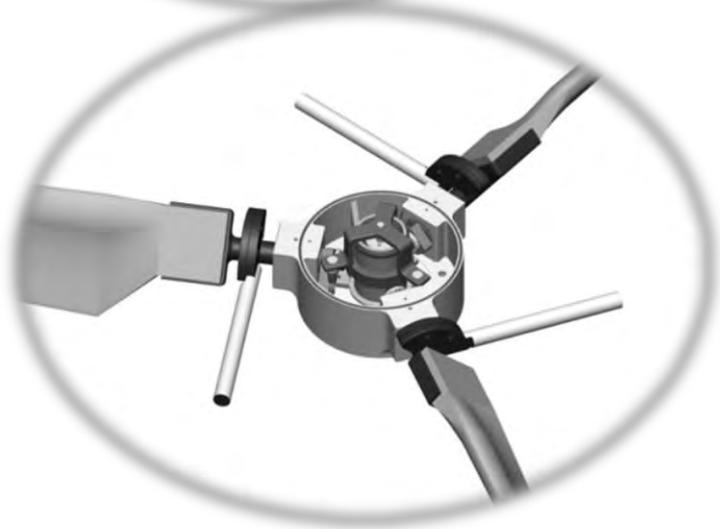
Aptdo Correos 182 - Alicante – SPAIN Tel: +34 96 556 00 18

E-mail: info@enair.es - www.enair.es

1. Presionar, entre dos personas, las tres palancas de torsión a la vez. Se notará la fuerza resistente al muelle
2. Las palancas deben llegar hasta su posición límite.
3. Soltar las palancas, recuperan su posición inicial.



Presión sobre las tres palancas a la vez.



Posición límite de las palancas.

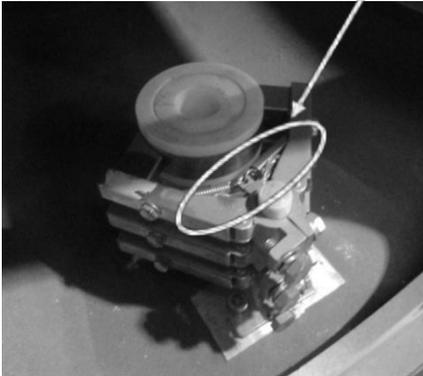
6.7 –Comprobación de la pintura y búsqueda de defectos, puntos y óxido

Inspeccionar toda la superficie exterior de ENAIR, si fuese necesario repintar.

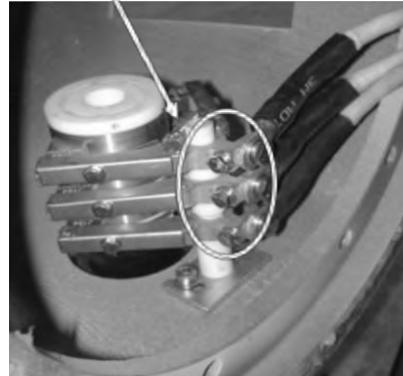
Características de la pintura		
Pintura blanca	Pintura de poliuretano, RAL 9003	Alta resistencia a la corrosión y a la radiación ultravioleta
Pintura negra	Pintura de poliuretano, RAL 9004	

6.8 – Inspección de escobillas, anillos rozantes y sus cables de conexión

Muelles



Conexiones eléctricas

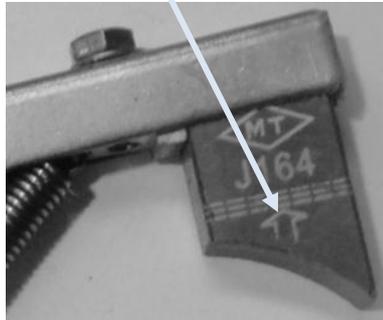


Se comprueba la tensión del muelle, el correcto contacto de las escobillas con los anillos y las conexiones de los cables. Limpieza del conjunto si fuese necesario. En caso de que el conjunto no esté en óptimas condiciones sustituir las escobillas. (Ver punto 9 de este mismo apartado, "Sustitución de escobillas").

6.9 – Sustitución de escobillas

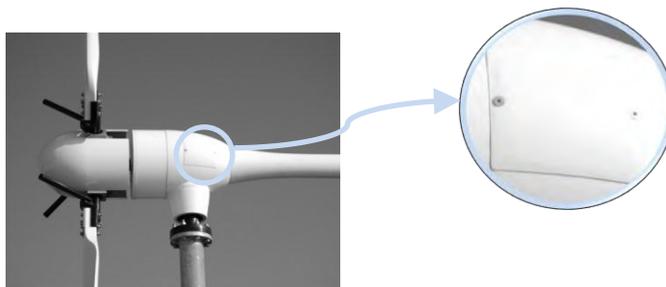
El conjunto de escobillas y anillos rozantes está expuesto a un continuo desgaste. La sustitución de escobillas será necesaria cuando el desgaste alcance las marcas o el conjunto no esté en óptimas condiciones, esto suele suceder cada a partir de los 5 años, pudiendo mantenerse hasta los 15 años intactas.

Marcas de desgaste



6.10 – Juntas de las tapas laterales

Mantienen la impermeabilidad en el interior del molino. Sustituir si están deterioradas.



7 - PREGUNTAS FRECUENTES

1. ¿Cuál es el tamaño apropiado para mi instalación?

La siguiente tabla muestra una guía acerca de que aerogenerador elegir en función del viento y los consumos eléctricos. Como referencia, una casa normal consume unos 4000 kWh anualmente, mientras que un gran consumidor puede rondar los 6000 o 8000 kWh.

Propósito	Potencia requerida
Ahorrar energía	30 ó 70 kWh
Autoabastecimiento para casa normal	30 ó 70 kWh
Autoabastecimiento para casa con alto consumo de electricidad	160 kWh
Ahorro de energía para pequeña empresa o granja	30, 70, 160 kW

2. ¿Cuánto espacio necesito?

En teoría un aerogenerador funciona mejor cuantos menos obstáculos se encuentren en la dirección en la que fluye el viento, aunque a suficiente distancia, los edificios, árboles y demás obstáculos casi no influyen en el rendimiento del aerogenerador.

Un aerogenerador debe situarse al doble de altura que los obstáculos muy cercanos a él y a una altura superior a los que se encuentran entre 10 y 20 m de la torre.

3. ¿Los aerogeneradores son ruidosos?

Los aerogeneradores ENAIR han sido diseñados para ser silenciosos, ya que su velocidad de giro nominal está entre 200 y 250 rpm dependiendo del modelo. Considerando la altura en la que se encuentran, serán prácticamente imperceptibles por alguien que se sitúe en su base.

Además, el giro relativamente lento en comparación con los pequeños aerogeneradores que hay actualmente en el mercado, aumenta el rendimiento y la durabilidad y disminuye las cargas mecánicas que soportan los componentes.

Tener un 33% menos de RPM del resto de Aerogeneradores existentes, supone una longevidad, 3 veces superior a modelos de altas revoluciones.

4. ¿Afectan a los pájaros los pequeños aerogeneradores?

No es probable que un ave impacte sobre las palas de un pequeño aerogenerador como los ENAIR, que giran a bajas revoluciones (entre 200 y 250 rpm dependiendo del modelo) y no están situados a la altura a la que las aves migratorias realizan sus grandes viajes.

5. ¿Puedo usar un aerogenerador para mi sistema de calefacción?

Si que se puede usar un aerogenerador para calentar agua. Basta con conectar la salida del controlador a un calentador eléctrico. Lo que se debe tener en cuenta es que normalmente el consumo energético en calefacción es bastante mayor que el de electricidad, con lo que será necesario disponer de equipos de mayor tamaño.

6. ¿Puedo conectar mi equipo a la red de distribución?

Los pequeños aerogeneradores si pueden ser conectados a la red de distribución. Para ello hay que utilizar un inversor compatible con la red y que la instalación sea aprobada por la compañía eléctrica local, que requerirá que la se cumpla con la norma y asignará un punto de conexión a la red.

Cada modelo de nuestros aerogeneradores ha sido testado para este fin en periodos superiores a un año, siendo sus resultados óptimos a este respecto.

7. ¿Cuánto tiempo producen electricidad los aerogeneradores?

Esto depende en gran medida del emplazamiento elegido, de la media de la velocidad del viento y de lo constante que sea éste.

En un emplazamiento adecuado, un aerogenerador produce electricidad aproximadamente el 75% del tiempo, aunque no siempre a la potencia nominal. Durante un año es normal que produzca entre el 20 o el 30% de lo que generaría a potencia nominal funcionando durante todo el tiempo. A este valor se le conoce como factor de capacidad.

8. ¿Cuánto dura un aerogenerador?

Nuestros aerogeneradores están diseñados para durar más de 20 años. Esto es debido a su diseño robusto, la calidad de los materiales y de los tratamientos anticorrosión y a un diseño totalmente sellado que evita que la humedad y otras partículas penetren en el sistema, así como la imposibilidad que las aves aniden dentro de ellos, en periodos sin viento.

Todo ello hace que nuestro diseño no se deteriore incluso en ambientes agresivos propios de las localizaciones cercanas al mar. Dada la corrosividad salina y erosión producida por las partículas de arena en costas.

9. ¿Puedo tener mi propio aerogenerador?

Los pequeños aerogeneradores son la opción perfecta para particulares, comunidades o pequeñas empresas que quieren generar su propia energía. Las características del emplazamiento elegido (velocidad media del viento, localización y topografía) determinarán el tamaño y el tipo de aerogenerador a utilizar en cada caso.

10. ¿Cómo sé si dispongo del viento suficiente?

La velocidad del viento está influida por la topografía local y los obstáculos cercanos como árboles y edificios. La circulación del viento puede ser muy variable y con mucha turbulencia, así que en caso de duda lo mejor es contactar con profesionales que se dediquen a la instalación de pequeños aerogeneradores.

Normalmente, con una media de 5 m/s merece la pena instalar un aerogenerador de pequeña potencia.

Nuestro departamento técnico le determinará la velocidad media en su ubicación concreta, aportándole un estudio eólico de su zona, cumplimentando el formulario de contacto de www.enair.es.

11. ¿Cómo funciona un aerogenerador?

A grandes rasgos un aerogenerador funciona de la siguiente manera:

Las palas aprovechan el empuje del viento para generar un par en el generador. Éste, dependiendo de la velocidad de giro y la fuerza ejercida por las palas sobre su eje, generarán electricidad, que llegará al controlador y al inversor. Estos componentes electrónicos transforman la corriente en continua, si lo que se quiere es cargar baterías, o en alterna, si lo que se desea es inyectar la energía generada a la red de distribución.

12. ¿Qué altura tiene un aerogenerador de pequeña potencia?

La altura de la torre puede variar considerablemente dependiendo del tipo de aerogenerador y del viento del emplazamiento. Generalmente, las torres de los aerogeneradores de pequeña potencia oscilan entre 10 y 20 m. Cuanta mayor altura tenga la torre más viento tendremos disponible y más constante será este.

Además, para determinar la altura total del sistema hay que tener en cuenta el diámetro de los aerogeneradores, el cual suele oscilar entre 1.5 y 10 m.

13. ¿Necesito algún tipo de permiso para instalar mi aerogenerador?

La instalación de pequeños aerogeneradores puede requerir algún tipo de permiso. Esto muchas veces depende de la altura de la torre, de la comunidad autónoma o del país en que se quiera instalar. Lo mejor en caso de duda es consultar a un profesional o a la autoridad competente en cada caso.

14. ¿De qué están hechos los aerogeneradores?

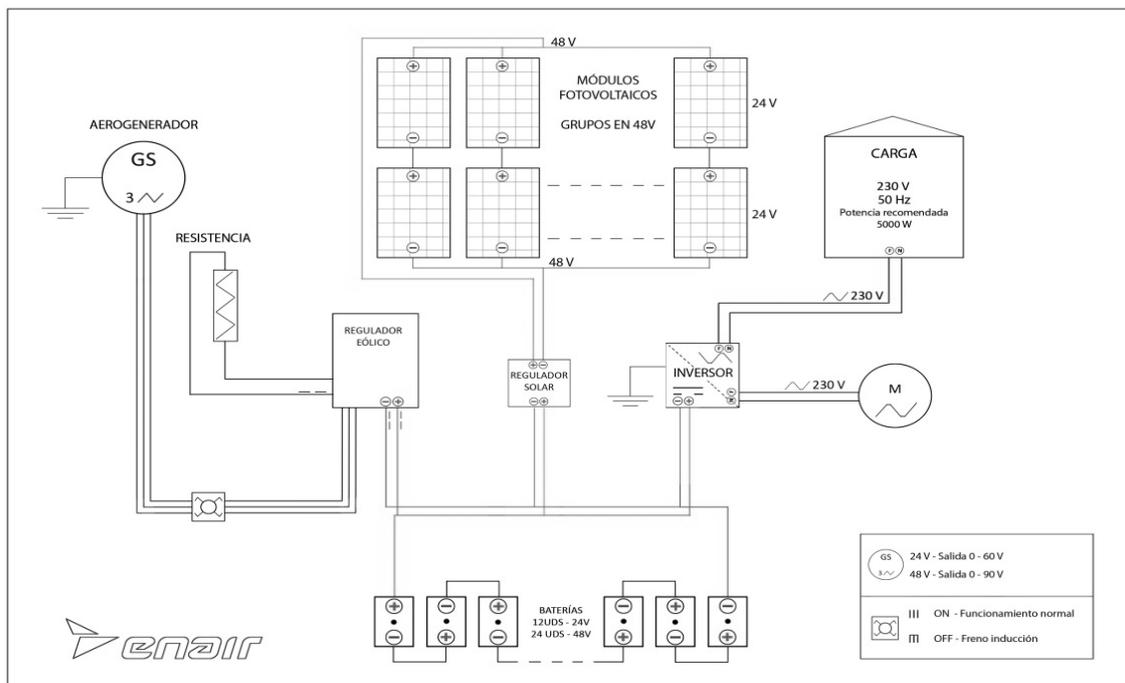
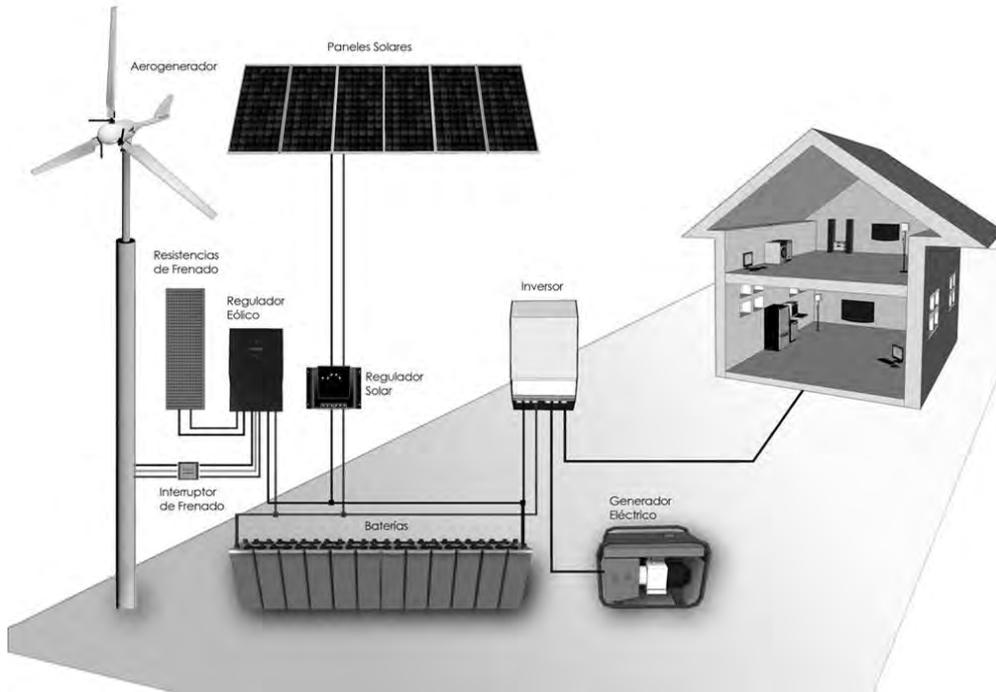
Las piezas estructurales de nuestros aerogeneradores están hechas de acero inoxidable y aluminio, y las palas y demás componentes de cobre, plásticos, resina de poliéster y fibra de vidrio.

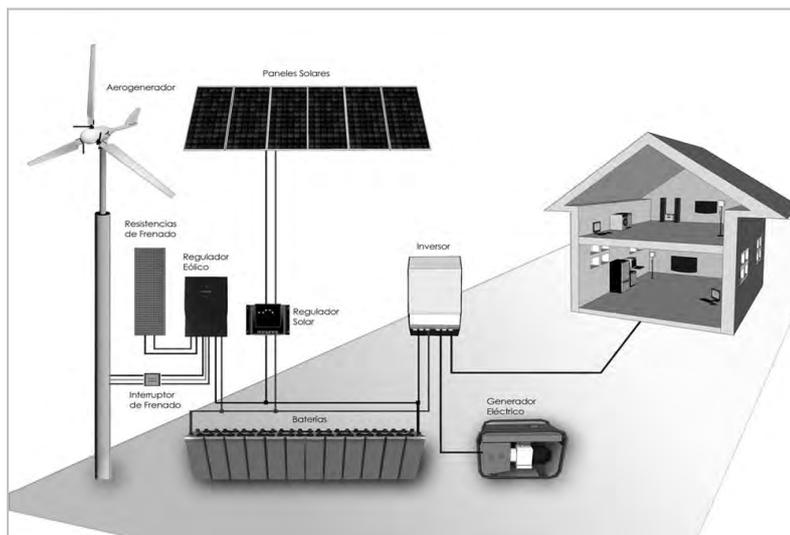
Todas las piezas vienen protegidas adecuadamente contra la corrosión, ya sea mediante galvanizado en caliente o mediante distintos tratamientos superficiales encaminados a conseguir una protección adecuada incluso en ambientes salinos. Además, todo el conjunto es estanco para evitar la entrada de agua, polvo o cualquier tipo de sustancia al interior. De esta manera los componentes eléctricos se encuentran a salvo y bien protegidos.

8 - APÉNDICE A

DIAGRAMAS ELÉCTRICOS

8.1 - Instalaciones Aisladas



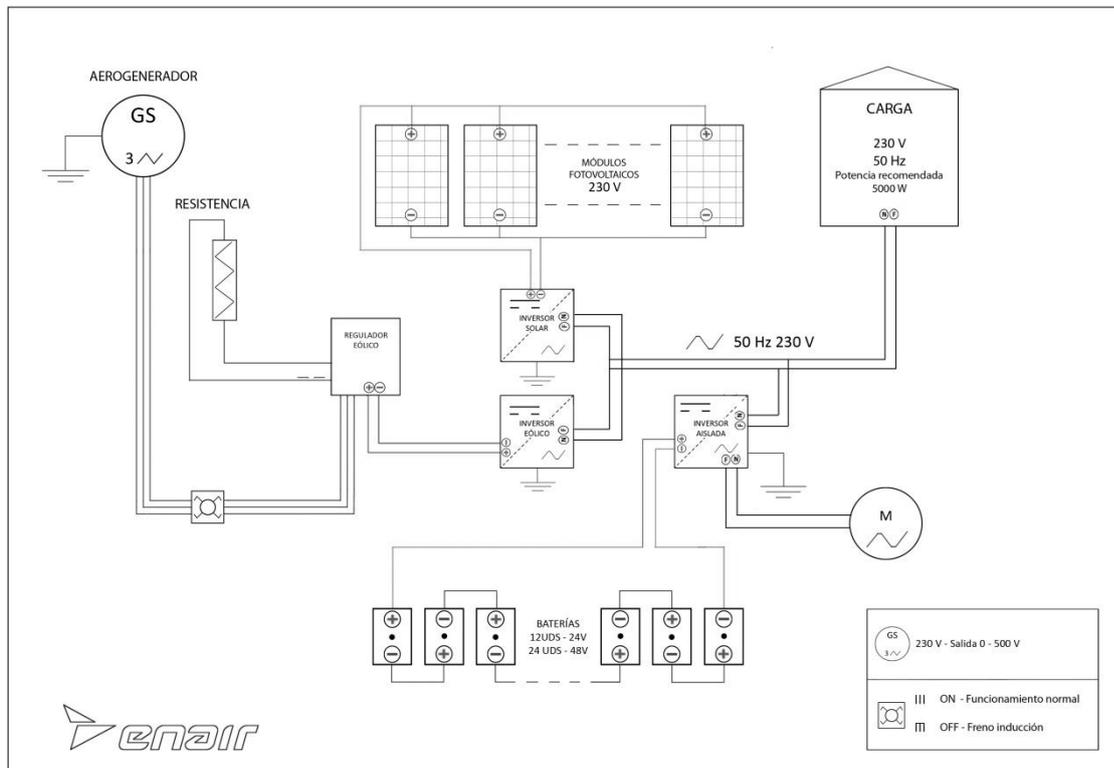
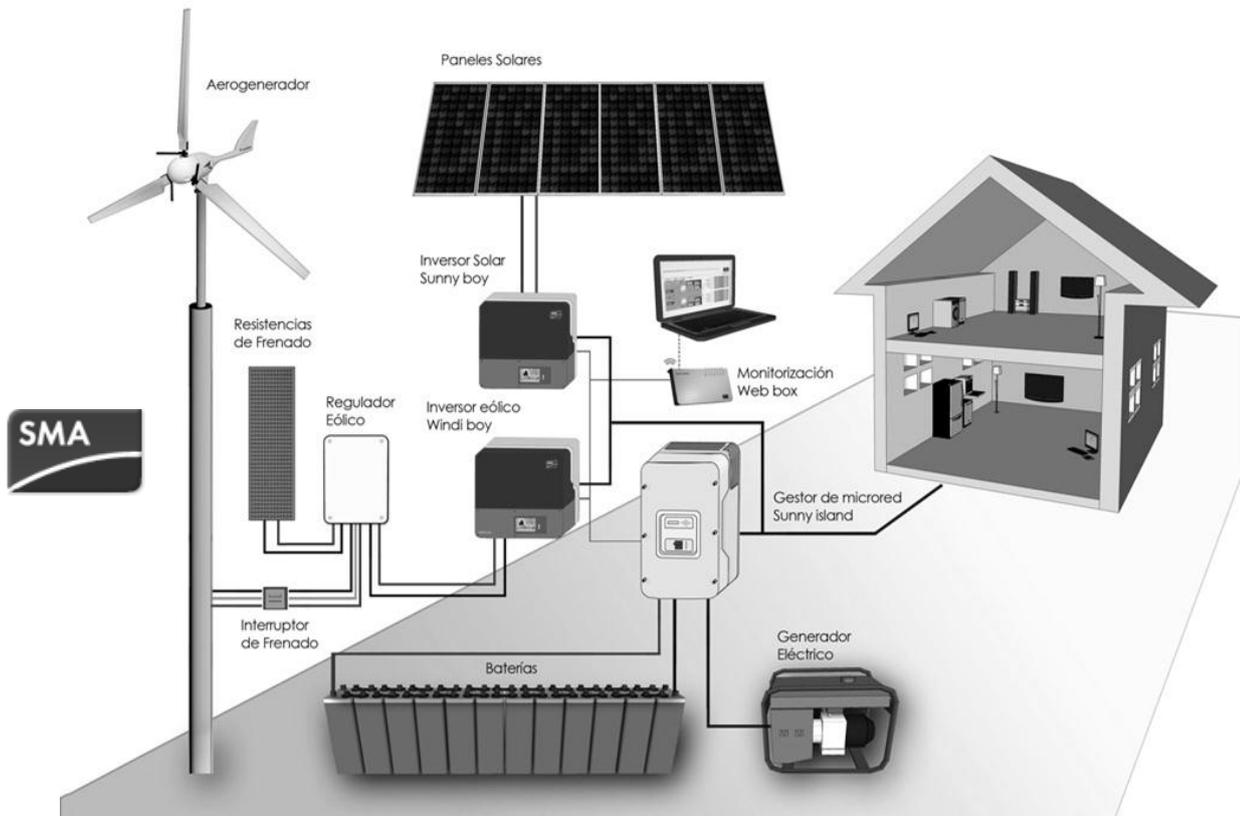


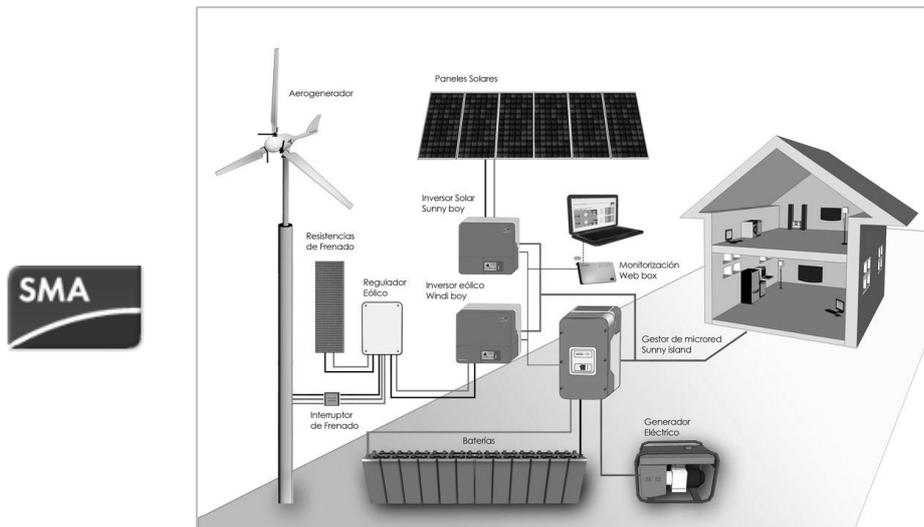
Para determinar la sección del cable de bajada que separa el aerogenerador del regulador de carga de baterías, fíjese en la siguiente tabla, donde podrá ver el cable conductor de cobre, asociado al modelo del Aerogenerador:

Modelo	20-40 mts	40-60 mts	60-80 mts	80-100 mts
Enair 30 / 24v	16 mm ²	25 mm ²	25 mm ²	35 mm ²
Enair 30 / 48v	10 mm ²	16 mm ²	25 mm ²	25 mm ²
Enair 70 / 24v	16 mm ²	25 mm ²	35 mm ²	50 mm ²
Enair 70 / 48v	16 mm ²	16 mm ²	25 mm ²	25 mm ²

Sección mm ²	10	16	25	35	50
Sección AWG	7	5	3	1	0
Diámetro (mm)	3.57	4.51	5.64	6.68	7.98
Diámetro (in)	0.141	0.178	0.222	0.263	0.314

8.2 SMART-GRID



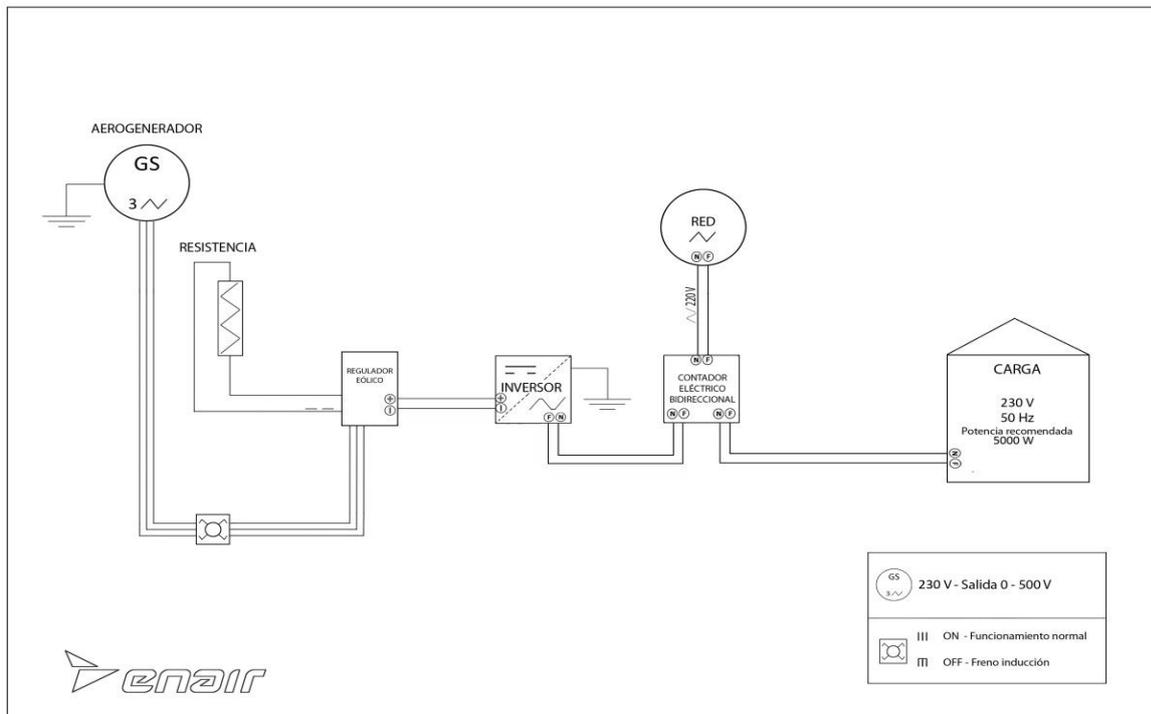
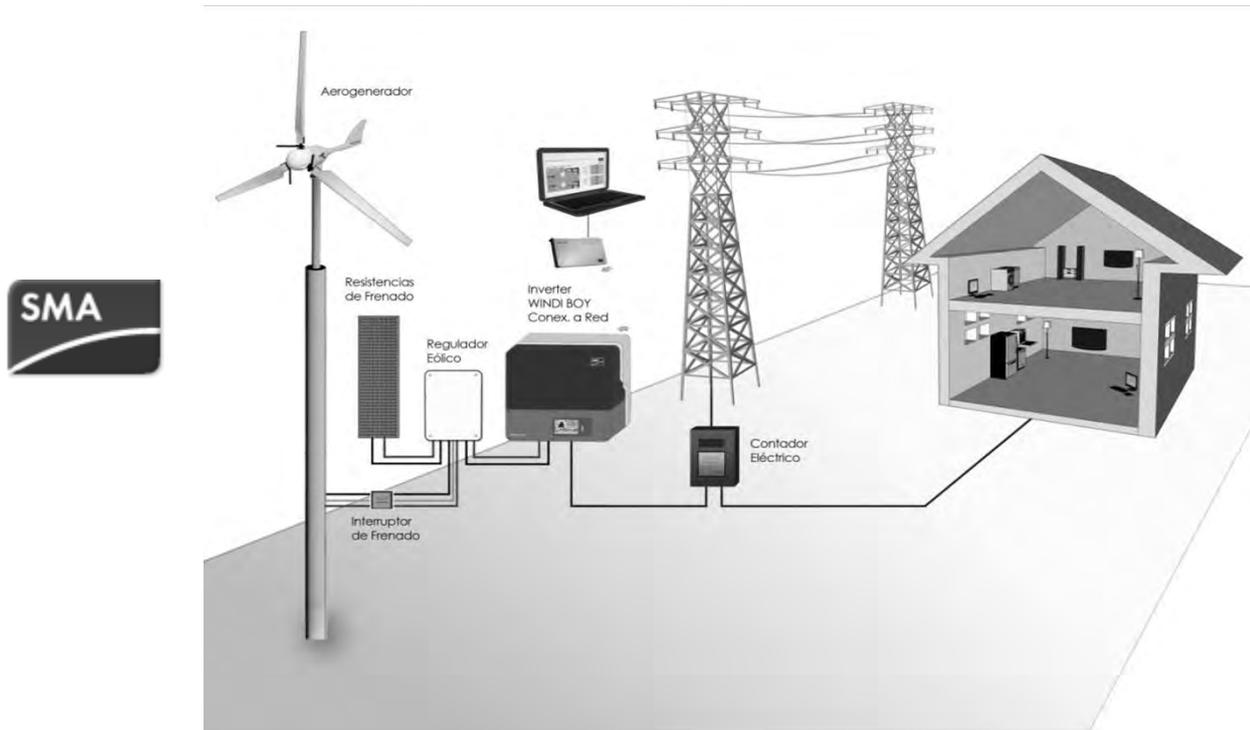


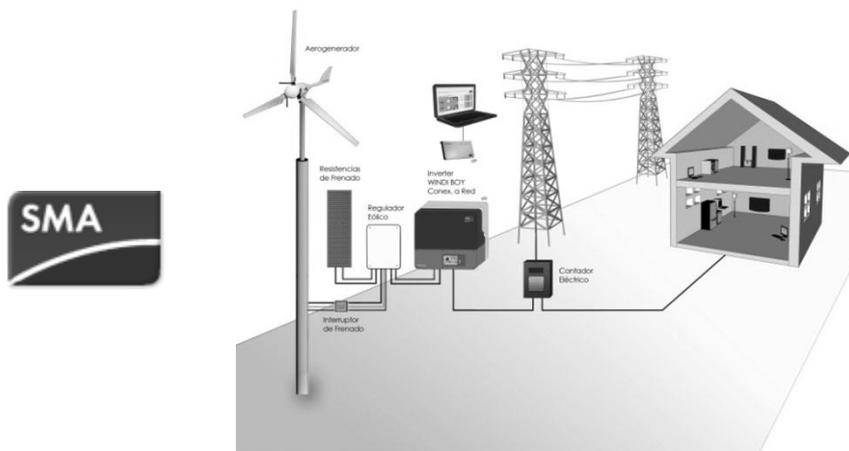
Fíjese en la siguiente tabla, donde podrá ver el cable conductor de cobre, asociado al modelo del Aerogenerador:

Modelo	20-40 mts	40-60 mts	60-80 mts	80-100 mts
Enair 30 / 220v	10 mm ²	10 mm ²	10 mm ²	16 mm ²
Enair 70 / 220v	10 mm ²	10 mm ²	16 mm ²	25 mm ²

Sección mm ²	10	16	25	35	50
Sección AWG	7	5	3	1	0
Diámetro (mm)	3.57	4.51	5.64	6.68	7.98
Diámetro (in)	0.141	0.178	0.222	0.263	0.314

8.2 Conexión a Red





Fíjese en la siguiente tabla, donde podrá ver el cable conductor de cobre, asociado al modelo del Aerogenerador:

Modelo	20-40 mts	40-60 mts	60-80 mts	80-100 mts
Enair 30 / 220v	10 mm ²	10 mm ²	10 mm ²	16 mm ²
Enair 70 / 220v	10 mm ²	10 mm ²	16 mm ²	25 mm ²

Sección mm ²	10	16	25	35	50
Sección AWG	7	5	3	1	0
Diámetro (mm)	3.57	4.51	5.64	6.68	7.98
Diámetro (In)	0.141	0.178	0.222	0.263	0.314



9 - APÉNDICE B

ENAIR 30 Y 70 han sido diseñados según la normativa técnica vigente para diseño de pequeños aerogeneradores, los ensayos para la obtención de datos han sido realizados por prestigiosos centros internacionales.

Curvas de potencia y producción de energía de ENAIR 70: Obtenidas por el CIEMAT (Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas) según la norma IEC 61400-12-1.

Curvas de potencia y producción de energía de ENAIR 30: Obtenidas por el SEPEN (Site Experimental Pour le Petit Eolien de Narbonne) según la norma IEC 61400-12-1.

Nivel sonoro de ENAIR 70 : Mediciones realizadas por el Centro Certificador GRONTMIJ CARL BRO (Dinamarca) según la norma IEC 61400-11.

ENAIR 30 Y 70: Declaración de conformidad CE.

Diseño de ENAIR 30 Y 70: Según las normas IEC 61400-2 (clase 1), IEC 61400-1 y UNE-EN ISO 12100-1.

SONKYO ENERGY: Sistema de gestión de la calidad ISO 9001.



CONDICIONES DE GARANTÍA LIMITADA

ENAIR ENERGY S.L garantiza que, los Aerogeneradores ENAIR están exentos de defectos materiales y de fabricación, durante un período de 48 meses de la fecha de compra o 60 meses desde la fabricación de dicho producto, en circunstancias de uso normal y sujeto a una adecuada instalación, puesta en funcionamiento y mantenimiento periódico.

La garantía cubre la reparación o sustitución de las piezas dañadas y la mano de obra en nuestros talleres.

EXCLUSIONES Y LIMITACIONES DE LA GARANTIA

La presente Garantía no será de aplicación si previamente el cliente o usuario no ha devuelto debidamente cumplimentado la tarjeta de garantía debidamente cumplimentada.

Con carácter general estarán exentos de los derechos de garantía aquí establecidos, los daños y fallos de funcionamiento o de servicio de los Aerogeneradores ENAIR que tengan su origen en:

- 1) Uso indebido, negligente, impropio o inadecuado del producto.
- 2) No respetar las instrucciones de instalación, uso, mantenimiento y revisiones periódicas, establecidas en el manual de instrucciones del equipo, y normativas técnicas y de seguridad vigentes, de rango local, nacional o internacional, que le fueran de aplicación en cada momento (Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, e Instrucciones Técnicas Complementarias, Compatibilidad Electromagnética, etc.)
- 3) Manipulaciones realizadas por personal no competente. Entiéndase por personal competente a profesionales con experiencia en instalaciones eléctricas, empresas dedicadas a distribución, venta o instalación de EERR.
- 4) Daños producidos por accidentes naturales (inundaciones, plagas, terremotos, huracanes, ciclones, tornados, rayos, granizo, incendios...), vandalismo, acciones de terceras partes o cualesquiera otras causas de fuerza mayor ajenas a las condiciones normales de funcionamiento del equipo y al control de ENAIR ENERGY S.L.
- 5) Impacto de objetos volantes procedentes o no de causas de fuerza mayor.
- 6) Torre o fallos estructurales cuando no haya sido suministrado por ENAIR ENERGY S.L.
- 7) Productos que no hayan sido abonados en su totalidad

Los derechos de garantía aquí establecidos no cubren los costes de transporte de los Aerogeneradores o elementos defectuosos, derivados de la devolución a ENAIRENERGY S.L. No cubre, así mismo, los costes de intervención derivados del desmontaje del equipo defectuoso, ni los de reinstalación posterior de los equipos repuestos.

ENAIR ENERGY S.L se reserva el derecho de suministro de un modelo diferente de Aerogenerador o componente para atender las reclamaciones aceptadas de garantía, en concepto de sustitución y en el caso de que el modelo original hubiera dejado de fabricarse. En este supuesto, el nuevo modelo será de iguales o superiores prestaciones.

ENAIR ENERGY S.L se compromete a hacer uso de las obligaciones descritas en las Condiciones de la presente Garantía Limitada, y en el supuesto de reparación ó sustitución por defecto imputable al fabricante, cubrir los costes de transporte de la posterior reposición a la dirección registrada en cliente, así como tenerlos a su disposición en un plazo máximo de 60 días desde la fecha de su recepción.

Si ENAIR ENERGY S.L llegase a determinar que el problema del aerogenerador no es debido a un defecto de materiales y de fabricación, entonces el Cliente deberá hacerse cargo de los costes de realización de pruebas y de tramitación que se generen.

Los Productos defectuosos objeto de la reclamación, que no cumplan las especificaciones pasarán a ser propiedad de ENAIR ENERGY S.L, tan pronto como hayan sido sustituidos o abonados.

Toda devolución de material o sustitución por ENAIR ENERGY S.L en virtud de las condiciones de Garantía, constituyen un arreglo total y la liberación de todas las reclamaciones posteriores de cualquier persona cubierta por daños y perjuicios u otra forma de reparación, y será un impedimento para cualquier litigio presentado posteriormente a la persona que acepta un acuerdo de este tipo.

LIMITACIÓN DE RESPONSABILIDAD

ENAIR ENERGY S.L no será responsable ante el cliente, ni directa ni indirectamente, de ningún incumplimiento o demora en la aplicación de sus obligaciones de garantía, que pudieran ser originadas por causas de fuerza mayor o cualquier otro incidente imprevisto y ajeno a la voluntad de ENAIR ENERGY S.L.

La responsabilidad de ENAIR ENERGY S.L derivada del presente Certificado de Garantía estará limitada a las obligaciones expresadas anteriormente, quedando expresamente excluida cualquier responsabilidad por daños indirectos tales como la pérdida de ingresos o beneficios de explotación.

Cuando el objeto de la reclamación sea consecuencia de una incorrecta instalación, ENAIR ENERGY S.L únicamente será responsable, cuando dicha instalación formara explícitamente parte del alcance de suministro del contrato de compraventa.

Queda excluido cualquier otro derecho de garantía que no se encuentre mencionado expresamente en el presente certificado.



Para que la garantía del aerogenerador se active, es necesario enviar este documento debidamente firmado y sellado por el instalador. Una vez registrado el documento, el aerogenerador, pasará a tener 4 años de garantía desde el momento de su instalación o bien 5 años desde su fabricación.

Modelo: ENAIR DB	Usuario
Potencia del Aerogenerador:	Nombre:
Nº de serie / voltaje:	Dirección:
Fecha de instalación:	C.P..... Población:
Sello y firma del instalador:	Provincia:
	Teléfono:
	e-mail:



Enviar este documento escaneado o fotocopiado, debidamente completado, firmado y sellado a: info@enair.es o la dirección postal:

ENAIR
Avda. de Ibi Nº 44C.P. 03420
A.P. 182 Castalla (Alicante) ESPAÑA

MANTENIMIENTOS PERIÓDICOS

1º MANTENIMIENTO PERIÓDICO

Mantenimiento realizado por la empresa:

Nombre operario:

Firma y sello de la empresa:

Observaciones

Fecha:

Próximo mantenimiento periódico, fecha:

2º MANTENIMIENTO PERIÓDICO

Mantenimiento realizado por la empresa:

Nombre operario:

Firma y sello de la empresa:

Observaciones

Fecha:

Próximo mantenimiento periódico, fecha:

3º MANTENIMIENTO PERIÓDICO

Mantenimiento realizado por la empresa:

Nombre operario:

Firma y sello de la empresa:

Observaciones

Fecha:

Próximo mantenimiento periódico, fecha:

4º MANTENIMIENTO PERIÓDICO

Mantenimiento realizado por la empresa:

Nombre operario:

Firma y sello de la empresa:

Observaciones

Fecha:

Próximo mantenimiento periódico, fecha:

5º MANTENIMIENTO PERIÓDICO

Mantenimiento realizado por la empresa:

Nombre operario:

Firma y sello de la empresa:

Observaciones

Fecha:

Próximo mantenimiento periódico, fecha:

6º MANTENIMIENTO PERIÓDICO

Mantenimiento realizado por la empresa:

Nombre operario:

Firma y sello de la empresa:

Observaciones

Fecha:

Próximo mantenimiento periódico, fecha:

7º MANTENIMIENTO PERIÓDICO

Mantenimiento realizado por la empresa:

Nombre operario:

Firma y sello de la empresa:

Observaciones

Fecha:

Próximo mantenimiento periódico, fecha:

8º MANTENIMIENTO PERIÓDICO

Mantenimiento realizado por la empresa:

Nombre operario:

Firma y sello de la empresa:

Observaciones

Fecha:

Próximo mantenimiento periódico, fecha:

9º MANTENIMIENTO PERIÓDICO

Mantenimiento realizado por la empresa:

Nombre operario:

Firma y sello de la empresa:

Observaciones

Fecha:

Próximo mantenimiento periódico, fecha:

10º MANTENIMIENTO PERIÓDICO

Mantenimiento realizado por la empresa:

Nombre operario:

Firma y sello de la empresa:

Observaciones

Fecha:

Próximo mantenimiento periódico, fecha:

11º MANTENIMIENTO PERIÓDICO

Mantenimiento realizado por la empresa:

Nombre operario:

Firma y sello de la empresa:

Observaciones

Fecha:

Próximo mantenimiento periódico, fecha:

12º MANTENIMIENTO PERIÓDICO

Mantenimiento realizado por la empresa:

Nombre operario:

Firma y sello de la empresa:

Observaciones

Fecha:

Próximo mantenimiento periódico, fecha:

13º MANTENIMIENTO PERIÓDICO

Mantenimiento realizado por la empresa:

Nombre operario:

Firma y sello de la empresa:

Observaciones

Fecha:

Próximo mantenimiento periódico, fecha:

14º MANTENIMIENTO PERIÓDICO

Mantenimiento realizado por la empresa:

Nombre operario:

Firma y sello de la empresa:

Observaciones

Fecha:

Próximo mantenimiento periódico, fecha:

15º MANTENIMIENTO PERIÓDICO

Mantenimiento realizado por la empresa:

Nombre operario:

Firma y sello de la empresa:

Observaciones

Fecha:

Próximo mantenimiento periódico, fecha:

16º MANTENIMIENTO PERIÓDICO

Mantenimiento realizado por la empresa:

Nombre operario:

Firma y sello de la empresa:

Observaciones

Fecha:

Próximo mantenimiento periódico, fecha:

17º MANTENIMIENTO PERIÓDICO

Mantenimiento realizado por la empresa:

Nombre operario:

Firma y sello de la empresa:

Observaciones

Fecha:

Próximo mantenimiento periódico, fecha:

18º MANTENIMIENTO PERIÓDICO

Mantenimiento realizado por la empresa:

Nombre operario:

Firma y sello de la empresa:

Observaciones

Fecha:

Próximo mantenimiento periódico, fecha:

19º MANTENIMIENTO PERIÓDICO

Mantenimiento realizado por la empresa:

Nombre operario:

Firma y sello de la empresa:

Observaciones

Fecha:

Próximo mantenimiento periódico, fecha:

20º MANTENIMIENTO PERIÓDICO

Mantenimiento realizado por la empresa:

Nombre operario:

Firma y sello de la empresa:

Observaciones

Fecha:

Próximo mantenimiento periódico, fecha:

21º MANTENIMIENTO PERIÓDICO

Mantenimiento realizado por la empresa:

Nombre operario:

Firma y sello de la empresa:

Observaciones

Fecha:

Próximo mantenimiento periódico, fecha:

22º MANTENIMIENTO PERIÓDICO

Mantenimiento realizado por la empresa:

Nombre operario:

Firma y sello de la empresa:

Observaciones

Fecha:

Próximo mantenimiento periódico, fecha:

23º MANTENIMIENTO PERIÓDICO

Mantenimiento realizado por la empresa:

Nombre operario:

Firma y sello de la empresa:

Observaciones

Fecha:

Próximo mantenimiento periódico, fecha:

24º MANTENIMIENTO PERIÓDICO

Mantenimiento realizado por la empresa:

Nombre operario:

Firma y sello de la empresa:

Observaciones

Fecha:

Próximo mantenimiento periódico, fecha:

ENAIR 30

see in action with 

MODELO
Enair 30

PESO
130 kg

LARGO
2,9 m

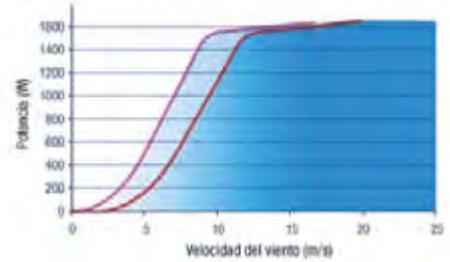
DIÁMETRO
3,2 / 4.1 m



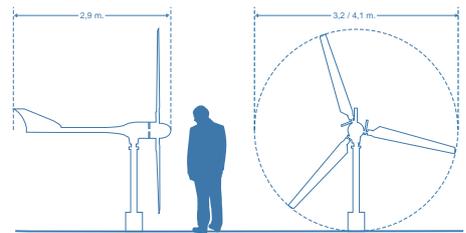
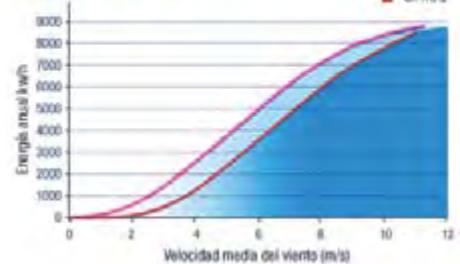
Con una velocidad de viento medio situado en la nominal de unos 10 - 12 m/s. El modelo **Enair 30** es capaz de generar hasta **30 kwh/dia**.

CURVAS DE RENDIMIENTO

Curva de potencia



Producción anual



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, ELÉCTRICAS Y DE FUNCIONAMIENTO MODELO ENAIR 30

Número de hélices	3
Material hélices	Fibra de vidrio con resinas epoxi
Generador	250 RPM 24 polos imanes de neodimio
Potencia	3000 W
Potencia nominal curva	1500 W
Voltaje	24 / 48 / 220
Clase de viento	IEC / NVN I - A (en proceso de certificación)
Diámetro	3,2m (Conex. a Red) – 4,1m (Carga Baterías)
Sentido de giro	Horario
Área barrida	8,1-13,2m ²
Peso	130Kg
Aplicaciones	Conexiones Aisladas a Baterías Conexión a la red eléctrica
Viento para arrancar	2 m/s
Velocidad nominal	10-12 m/s
Vel. regulación del paso variable	14 m/s
Velocidad soportada	Más de 60 m/s
Rango de generación eficiente	De 2 a más de 60 m/s
Tipo	Rotor horizontal a barlovento
Orientación	Sistema pasivo Timón de Orientación
Control de potencia	Sistema de paso variable pasivo, centrífugo
Transmisión	Directa
Freno	Eléctrico
Controlador	Opción de conexión a red y carga de baterías
Inversor	Eficiencia 95%; algoritmo MPPT
Ruido	Reducido al mínimo: debido al diseño de las palas y las bajas revoluciones de trabajo. 1% más en DB que el ruido ambiente del viento. Diseño totalmente sellado, con cataforesis en elementos de metal, más pintura
Protección anti-corrosión	Resistente a UV
Torre	12, 15 y 18 m, abatible, atirantada o de celosía



Mínimo Ruido:

El ruido está entorno a un **1% por encima del ruido ambiente**, siendo prácticamente inapreciable para nuestro oído.



Máxima Eficiencia:

Funciona con una simple brisa de **2 m/s** y continua funcionando a más de 40 m/s sin perder eficiencia de productividad.



Anticorrosivo:

Tratado con **cataforesis**, se convierte en un conjunto, anticorrosivo y antisalino ideal para islas y costas.



Hermético:

Sellado **herméticamente en todas sus juntas**, para evitar filtraciones de humedades y micropartículas que arrastra en aire. Evita deterioros en zonas de costas o desiertos donde hay mucha arena.



Robusto:

Para poder soportar, fuertes vientos y ofrecer una **larga vida de operación** toda las piezas del equipo, están sobredimensionadas.



Producción **óptima**
incluso a más de **165 km/h**

ENAIR 70

see in action with 

MODELO
Enair 70

PESO
165 kg

LARGO
3,4 m

DIÁMETRO
4,1 m



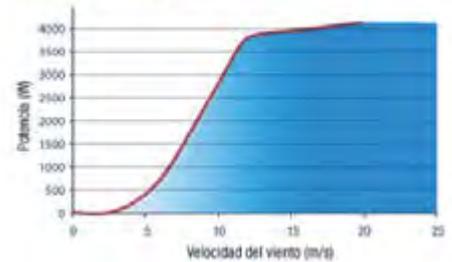
Con una velocidad de viento medio situado en la nominal de unos 10 - 12 m/s. El modelo **Enair 70** es capaz de generar hasta **70 kwh/día**.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, ELÉCTRICAS Y DE FUNCIONAMIENTO MODELO ENAIR 70

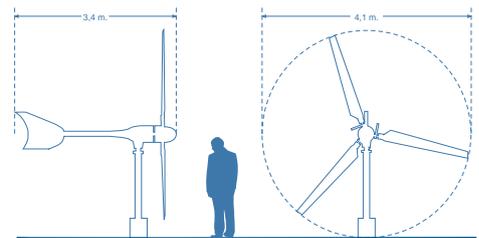
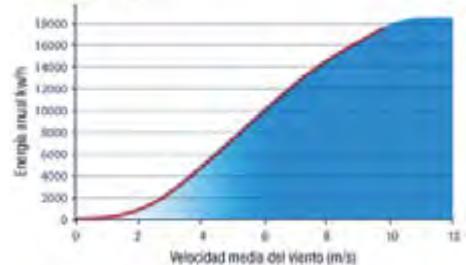
Número de hélices	3
Material hélices	Fibra de vidrio con resinas epoxi
Generador	250 RPM 24 polos imanes de neodimio
Potencia	5500 W
Potencia nominal curva	3500 W
Voltaje	24 / 48 / 220
Clase de viento	IEC / NVN I - A
Diámetro	4,1 m
Sentido de giro	Horario
Área barrida	13,2m ²
Peso	165Kg
Aplicaciones	Conexiones Aisladas a Baterías Conexión a la red eléctrica
Viento para arrancar	2 m/s
Velocidad nominal	12 m/s
Vel. regulación del paso variable	14 m/s
Velocidad soportada	Más de 60 m/s
Rango de generación eficiente	De 2 a más de 60 m/s
Tipo	Rotor horizontal a barlovento
Orientación	Sistema pasivo Timón de Orientación
Control de potencia	Sistema de paso variable pasivo, centrífugo
Transmisión	Directa
Freno	Eléctrico
Controlador	Opción de conexión a red y carga de baterías
Inversor	Eficiencia 95%; algoritmo MPPT
Ruido	Reducido al mínimo: debido al diseño de las palas y las bajas revoluciones de trabajo. 1% más en DB que el ruido ambiente del viento. Diseño totalmente sellado, con cataforesis en elementos de metal, más pintura
Protección anti-corrosión	Resistente a UV
Torre	12, 15 y 18 m, abatible, atirantada o de celosía

CURVAS DE RENDIMIENTO

Curva de potencia



Producción anual



Mínimo Ruido:

El ruido está entorno a un **1 % por encima del ruido ambiente**, siendo prácticamente inapreciable para nuestro oído.



Máxima Eficiencia:

Funciona con una simple brisa de **2 m/s** y continua funcionando a más de 40 m/s sin perder eficiencia de productividad.



Anticorrosivo:

Tratado con **cataforesis**, se convierte en un conjunto, anticorrosivo y antisalino ideal para islas y costas.



Hermético:

Sellado **herméticamente en todas sus juntas**, para evitar filtraciones de humedades y micropartículas que arrastra en aire. Evita deterioros en zonas de costas o desiertos donde hay mucha arena.



Robusto:

Para poder soportar, fuertes vientos y ofrecer una **larga vida de operación** toda las piezas del equipo, están sobredimensionadas.



APPROVED PRODUCT Green Energy



Intertek



Producción **óptima**
incluso a más de **165 km/h**

Manual aerogenerador Kliux Zebra



DISEÑO ÚNICO

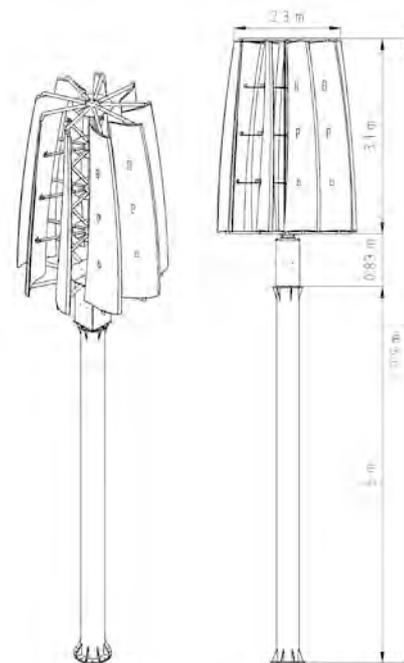
- Diseñado para aprovechar la energía del viento en entornos urbanos.
- Primer aerogenerador de eje vertical con rotor modelo Savonius (arrastre) de 9 álabes alfa (α), fabricados en poliuretano expandido suministrado por Bayer MaterialScience.
- Diseñado y fabricado en España.

VENTAJAS DEL PRODUCTO

- No necesita sistema de arranque.
- Mantenimiento mínimo.
- Ausencia de ruido.
- Se integra perfectamente en entornos urbanos y aislados.
- Respetuoso con la fauna, sin riesgo para las aves.

APLICACIONES:

- Residencias particulares, turismo rural, instalaciones deportivas, agricultura y ganadería, montaña, colegios, parque municipales, polígonos industriales y carreteras.
- Perfecto soporte publicitario de gran visibilidad y notoriedad.



COMPONENTES CONJUNTO AEROTURBINA

Rotor de eje vertical Kliux Zebra (VAWT).
Caja de transmisión, generador de imanes permanentes.
Mástil de acero protegido con baño de galvanizado.
Inversor eólico Etesian Mini 2600, 2 kW, 230 Vac, 50 Hz (Santerno). Conexión a red.
Módulo de comunicaciones GSM/Ethernet (opcional).
Estación meteorológica (opcional).
Descargadores de Tensión.

DIMENSIONES Y PESOS

Peso del rotor + generador y transmisión: 375,00 kg.
Peso de mástil: desde 351 kg.
Diámetro del rotor: 2,36 m.
Altura del rotor/ transmisión: 3,1 m / 0,83 m.
Altura del mástil: desde 6 m.

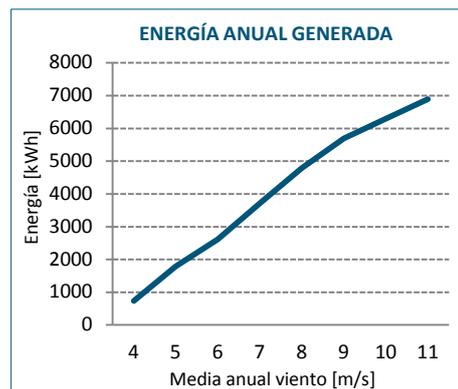
RENDIMIENTOS

Potencia nominal del generador: 1.800 W.
Velocidad de arranque: 3 m/s.
RPM a potencia nominal: 70 RPM.
Regulación de giro por curva del inversor y sobre velocidad por resistencia.
Nivel acústico a una distancia de 10 m: 32'6 dBA.
Durabilidad: 25 años.

OTROS

Material de los álabes: Poliuretano expandido de Bayer MaterialScience.
Tensión nominal de salida: 230 Vac. (\pm 15%)
Certificaciones: ISO: 9001, 14001 y CE.
Certificaciones en proceso: IEC 61400 -2/ -11/ -12, AWEA 9.1, BWEA 2009 Standard.

MEDIA VIENTO (m/s)	ENERGÍA ANUAL GENERADA (kWh)
4	736
5	1.789
6	2.616
7	3.717
8	4.793
9	5.693
10	6.296
11	6.892



Nota: los datos aquí reflejados pueden variar sin previo aviso.



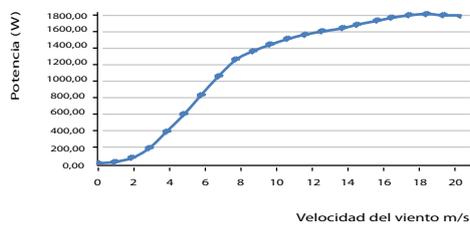
Manuales aerogeneradores

Windspot

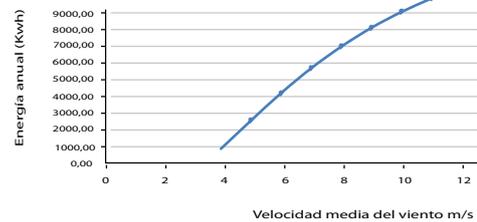
Ficha técnica



CURVA DE POTENCIA WS 1.5



PRODUCCIÓN ANUAL 1.5KW

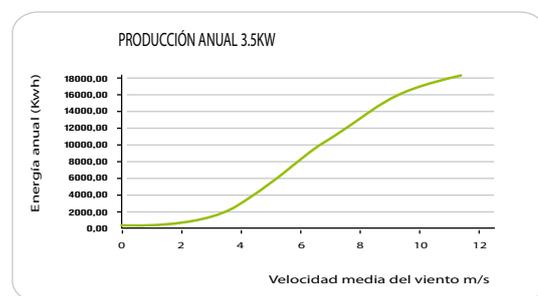
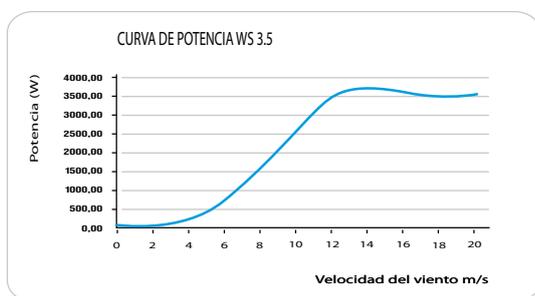


Características técnicas

POTENCIA	1.5 Kw @ 250 rpm
DIÁMETRO DEL ROTOR	3.3 m
VELOCIDAD DE ARRANQUE	3 m/s
VELOCIDAD NOMINAL	12 m/s
PESO	155 kg
LONGITUD	2.9 m
PRODUCCIÓN ANUAL ESTIMADA	2383-4850 Kwh
EMISIONES DE CO₂ AHORRADAS/AÑO	1550-3150 kg
TIPO	Rotor horizontal a barlovento
GENERADOR	Síncrono de imanes permanentes; 3 fases, 24-48-110-220 V a 50/60 Hz
ORIENTACIÓN	Sistema pasivo: Timón de orientación
CONTROL DE POTENCIA	Sistema de Paso Variable pasivo, centrífugo y amortiguado (diseño patentado)
TRANSMISIÓN	Directa
FRENO	Eléctrico
CONTROLADOR	Opción de conexión a red y para carga de baterías
INVERSOR	Eficiencia 95% ; Algoritmo MPPT
RUIDO	37 dB(A) a 60 m de distancia y viento de 8 m/s (según estándares BWEA)
PROTECCIÓN ANTI-CORROSIÓN	Diseño totalmente sellado + cataforesis + anodizado + pintura resistente a UV
TORRE	12, 14 y 18 m; con sistema hidráulico o mecánico de abatimiento
DISEÑO	Según norma IEC61400-2

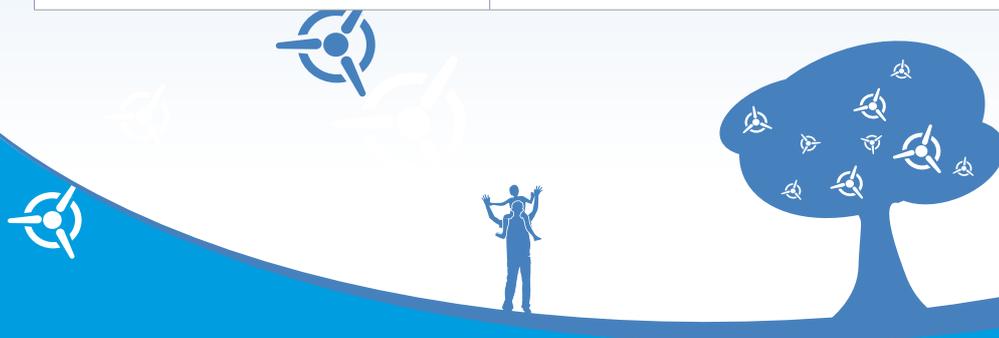


Ficha técnica



Características técnicas

POTENCIA		3.5 Kw @ 250 rpm
DIÁMETRO DEL ROTOR		4.05 m
VELOCIDAD DE ARRANQUE		3 m/s
VELOCIDAD NOMINAL		12 m/s
PESO		185 kg
LONGITUD		3.2 m
PRODUCCIÓN ANUAL ESTIMADA		5550-11300 Kwh
EMISIONES DE CO₂ AHORRADAS		3610-7350 kg
TIPO		Rotor horizontal a barlovento
GENERADOR		Síncrono de imanes permanentes; 3 fases, 24-48-110-220 V a 50/60 Hz
ORIENTACIÓN		Sistema pasivo: Timón de orientación
CONTROL DE POTENCIA		Sistema de Paso Variable pasivo, centrífugo y amortiguado (diseño patentado)
TRANSMISIÓN		Directa
FRENO		Eléctrico
CONTROLADOR		Opción de conexión a red y para carga de baterías
INVERSOR		Eficiencia 95% ; Algoritmo MPPT
RUIDO		37 dB(A) a 60 m de distancia y viento de 8 m/s (según estándares BWEA)
PROTECCIÓN ANTI-CORROSIÓN		Diseño totalmente sellado + cataforesis + anodizado + pintura resistente a UV
TORRE		12, 14 y 18 m; con sistema hidráulico o mecánico de abatimiento
DISEÑO		Según norma IEC61400-2



Manual aerogenerador Archimedes

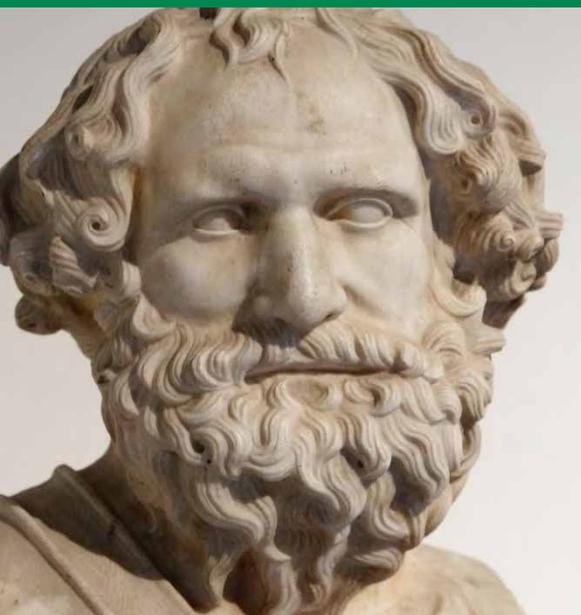
POWER solutions

 **the Archimedes BV**
Compartimos su preocupación y seguridad

Urban windturbine

 **the Archimedes**

Supporting Self sufficiency



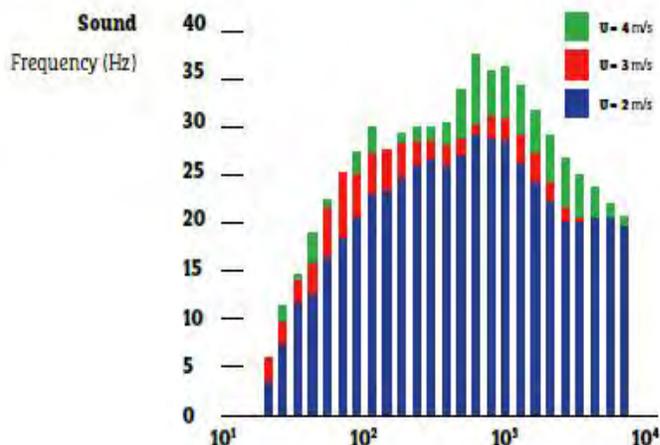
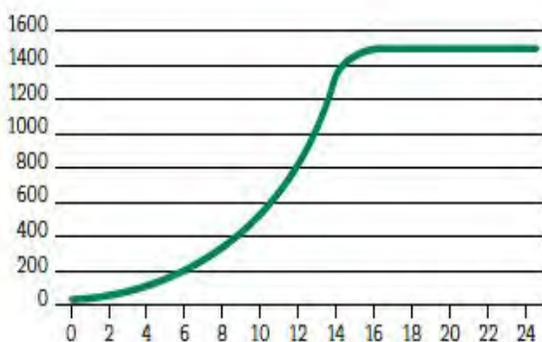
Archimedes „2.0“

El diseño se basa en el matemático griego Arquímedes teoría. Liam UWT es un nuevo tipo de turbina eólica consta de tres pétalos redondeados. Las hojas se pliegan juntas como espirales trenzadas. De esta manera formar una turbina cónica tridimensional. Esta forma es comparable con la cáscara del nautilus ampliada.

Funcionamiento silencioso y de alta eficiencia

El Archimedes es un diseño innovador de una turbina de viento: pequeño, silencioso y económico. Basado en los métodos del matemático griego Archimedes, el diseño imita un marisco, el Nautilidae (traducido como marinero). Hicimos 10 años de investigación y desarrollo en la turbina de viento Liam y los resultados son espectaculares. Las principales características de este innovador diseño son de alta eficiencia y de corte bajo en la velocidad del viento, para así, proporcionar el mayor rendimiento (W/m^2). Funcionamiento silencioso, insensible a la turbulencia, de bajo mantenimiento y una apariencia orgánica. En resumen, la turbina eólica es capaz de generar al menos cinco veces más energía que las turbinas de viento estándar del mismo diámetro. LIAM f1 está diseñado para entornos urbanos, por lo que es excepcionalmente adecuado para viviendas unifamiliares, edificios públicos, comerciales y edificios de gran altura. Por tanto, esta invención holandesa, garantiza la calidad y la satisfacción del cliente a largo plazo.

Archimedes urban windturbine with 1,5KW output generator



Urban Wind Turbine

La lucha contra el medio ambiente para muchas turbinas de forma convencional, es un reto. Este reto es manejar la turbulencia, un fenómeno que ocurre normalmente en entornos urbanos causados por los edificios, la vegetación y otras obstrucciones.

LIAM f1 se sentirá como en casa en sus tejados. Se ocupa de la turbulencia como ninguna otra turbina de viento. De hecho, varias turbinas de viento de Archimedes se pueden colocar en estrecha distancia la una de la otra, preferiblemente en un patrón triangular.

Dependiendo de las condiciones locales del viento, LIAM será competitivo respecto los paneles solares. En condiciones perfectas, el retorno de la inversión será aún mayor, lo que resulta en un menor tiempo de recuperación. En promedio, LIAM f1 produce aproximadamente 1433 a 1800 kWh anuales (estimando una velocidad media de 5,2 m/s). La velocidad del viento depende de la localización y la altitud, por tanto, a mayor altitud, mayor velocidad.

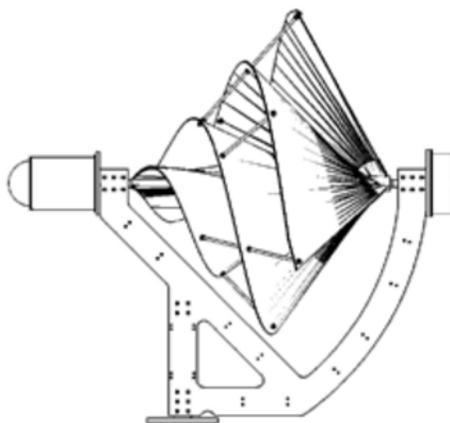
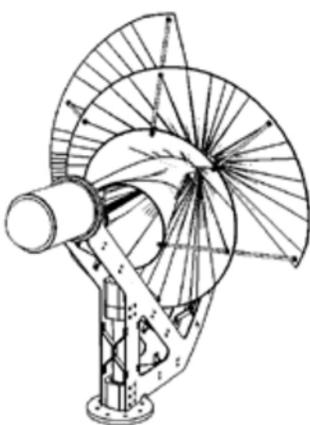
La mejor manera de estimar y calcular su tiempo de recuperación, es medir la velocidad del viento en su localidad. Esto se puede hacer con nuestro anemómetro, el Archimeteo, que puede dar datos reales sobre el viento y la energía solar.

Opciones para el lazo de la rejilla de entrada o fuera de la red están disponibles. El primero no siempre es posible o económico. Leyes y limitaciones locales deberán ser revisadas cuidadosamente y por adelantado.

Para resumir, la turbina de viento Archimedes LIAM ofrece las siguientes ventajas:

- Excelente tecnología, ahorrarás dinero mediante el control de las facturas de electricidad.
- Alto rendimiento, como resultado del corte bajo en la velocidad del viento.
- Independencia de los proveedores de energía centralizados (cuando se combina con paneles solares)
- Reducción de la huella de carbono en un significativo 680 kg al año y también en reducir los efectos de las emisiones de gases del efecto invernadero.
- Adecuado para casi cualquier techo
- Bajas vibraciones y de emisión de ruido.

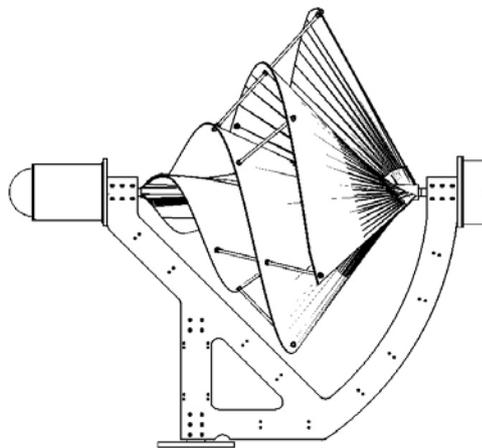
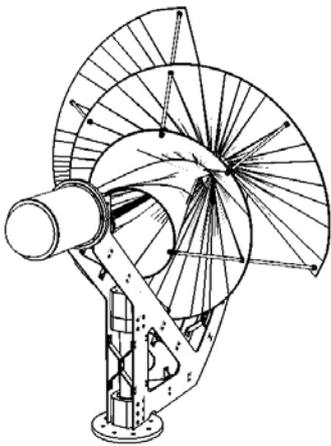
Las turbinas de viento se pueden combinar fácilmente con un panel solar. De este modo, el viento excelente en el techo y mezcla solar ocurre.



Supporting
Self sufficiency



Innovation Dock



Research & Development

Scheepsbouwweg 8-K12
3089 JW Rotterdam Nederland
+31 (0)10 820 17 27
www.thearchimedes.com
www.windwaterturbines.com

erk: Aabelo - info@duukce

Free Earth energy 4 all
On grid/off grid solutions

www.windwaterturbines.com

Manual aerogenerador VisionAir (UGE)



Technical Documentation

VisionAIR³ Technical Specifications

Document Number (s): UGE-03M-SP-009

Original Date: April 15, 2014

Revised On:

Version: 1.0

Completed by: SVP

Checked by: TM

Please note that our documents are regularly updated. You may verify the validity of this document by visiting: www.urbangreenenergy.com/documents



VisionAIR³ Wind Turbine Specifications

Physical Information

Axis	Vertical
Height	3.2 m [10'-6"]
Width	1.8 m [5'-11"]
Swept Area	5.76 m ² [62 ft ²]
Weight	274 kg [603 lbs]
Blade Materials	Fiberglass

Turbine Operation

Annual Energy at 5.5m/s	770 kWh
Cut-in Wind Speed	<4 m/s [8 mph]
AWEA Rated Wind Speed	11 m/s [24 mph]
Max Power Wind Speed	14 m/s [31 mph]
Cut-out Wind Speed	20 m/s [44 mph]
Survival Wind Speed	50 m/s [110 mph]
Rated RPM	200 RPM
Noise at 5m/s	41 dBA

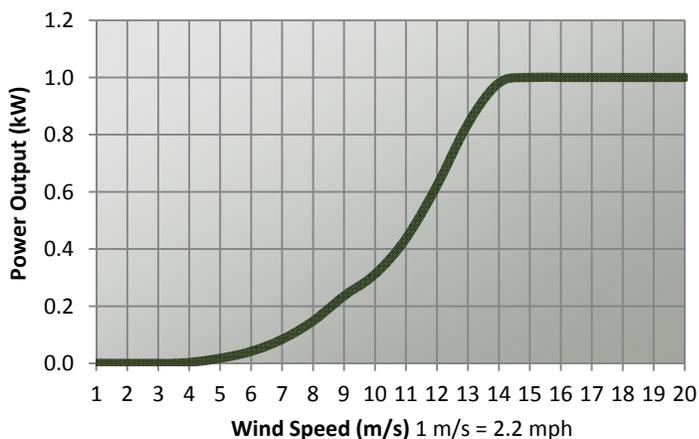
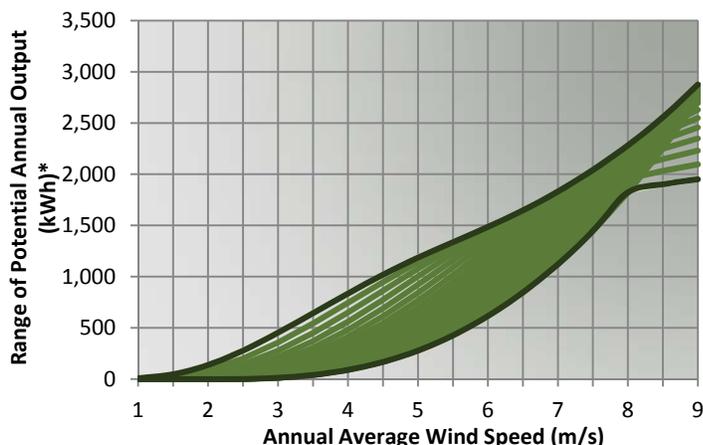
Electric Generation

Drive System	Direct Drive
UL Rated Power	1.0 kW
Generator Rated Voltage	
Off-Grid	270 V _{dc} equivalent
Grid-Tie	530 V _{dc} equivalent
Temperature Range	-25 C to 40 C (-14 F to 105 F)
Inverters and Controllers	Available for all locations and regulations

Certifications

UL 1004 / CSA C22.2	Generator Electrical Safety
ISO 9001	Manufacturing Quality Management
CE	European Conformity

Model Number UGE-3M



* Power data shown measured in ambient conditions in accordance with IEC 61400-12 and includes all electrical inefficiencies.
Annual energy production is dependent on location wind turbulence and wind speed distribution

Manual Torre P750 Bornay

Manual de Instrucciones y Montaje

Torres basculantes y auto soportadas



Juan y David Bornay, S.L.

Paraje Ameraors, s/n
Apartado de Correos 116
03420 Castalla (Alicante)
España

Tel. (34) 965 560 025
Fax (34) 965 560 752

<http://www.bornay.com>
bornay@bornay.com

Índice

<i>Índice</i>	2
<i>Bienvenidos al mundo del viento</i>	3
<i>Emplazamiento de la torre</i>	3
<i>Las torres basculantes</i>	3
<i>Puntos y tipos de anclajes</i>	5
<i>Preparaciones antes del izado</i>	7
<i>Procedimiento de izado</i>	9
<i>Precauciones</i>	10
<i>Las torres auto soportadas</i>	11
<i>Anexos</i>	12
<i>Influencia de obstáculos en el aerogenerador</i>	14

Bienvenidos al mundo del viento

Información su interés:

Este manual contiene toda la información necesaria para la correcta instalación de una torre auto soportada y una torre basculante de 12 m de altura. Para asegurar su correcta instalación, evitar roturas y peligros, recomendamos que lea atentamente este manual antes de proceder a realizar la instalación.

En determinados puntos de este manual encontrará puntos que precisan de especial atención por ser particularmente importantes, por favor, preste especial atención a aquellos puntos marcados de la siguiente manera:

ATENCIÓN:

Detalles importantes para el correcto funcionamiento del sistema.

PRECAUCIÓN:

Detalles a tener en cuenta para evitar daños irreparables en su equipo o a personas.

Emplazamiento de la torre

La energía que podemos captar del viento con un aerogenerador es proporcional al cubo de la velocidad con que sopla; esto es, cuando la velocidad del viento se duplica, la potencia que podemos producir con un aerogenerador es ocho veces superior.

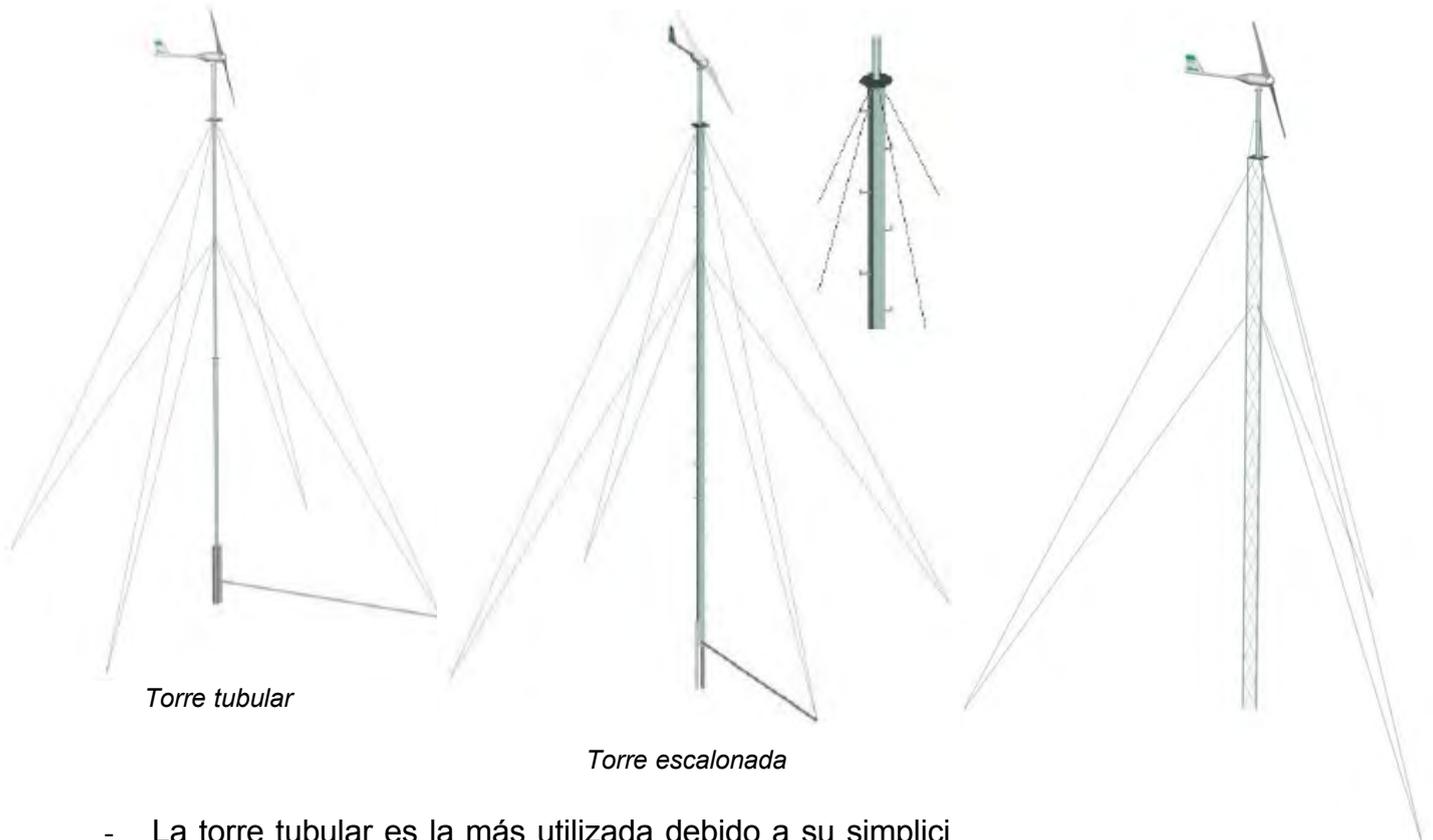
Por ello, es interesante instalar el aerogenerador en un lugar donde el viento sople con la mayor velocidad y constancia posibles. La velocidad del viento depende en gran medida del terreno sobre el que se mueve el aire; la vegetación, tipo de terreno, construcciones cercanas, etc. frenan el viento y producen turbulencias.

El lugar idóneo para un aerogenerador, es **una zona libre de obstáculos, y lo más alto posible respecto de los obstáculos.**

Las torres basculantes

Este tipo de torre ofrece una serie de ventajas: bajo coste, gran efectividad y facilidad de montaje. Sus características permiten bajar el aerogenerador a nivel del suelo, minimizando riesgos de caídas con relativa facilidad y rapidez para realizar revisiones y mantenimiento. Debido a su relación altura-esfuerzos del viento en su extremo superior, la torre necesita ser sujeta por tirantes.

Existen distintos tipos de torre en función de sus características constructivas:



- La torre tubular es la más utilizada debido a su simplicidad y bajo coste. Este tipo de torres permite incrementar su altura en un momento dado añadiendo más tramos de tubo y cambiando la distribución de los tensores.
- La torre escalonada presenta la particularidad de, además de ser abatible, permitir ser trepada hasta el aerogenerador para realizar allí revisiones periódicas sin tener que abatir la torre. Las dimensiones de los tensores y de la torre serán mayores que en el tipo de torre tubular.
- La torre de tipo celosía, ya sea triangular o rectangular, no es abatible. Es mucho más ligera que las torres auto soportadas y de menor coste, pero no son suficientemente fuertes para soportar el peso de un aerogenerador y sus esfuerzos. El tipo de refuerzos que se utiliza para las torres celosía, es con tirantes, idéntico que con las abatibles.

La primera parte del manual trata la instalación de una torre tubular abatible de 12 m de altura. Por extensión podrá utilizar este documento para instalar una torre abatible distinta, o de inferior altura.

La torre se compone de:

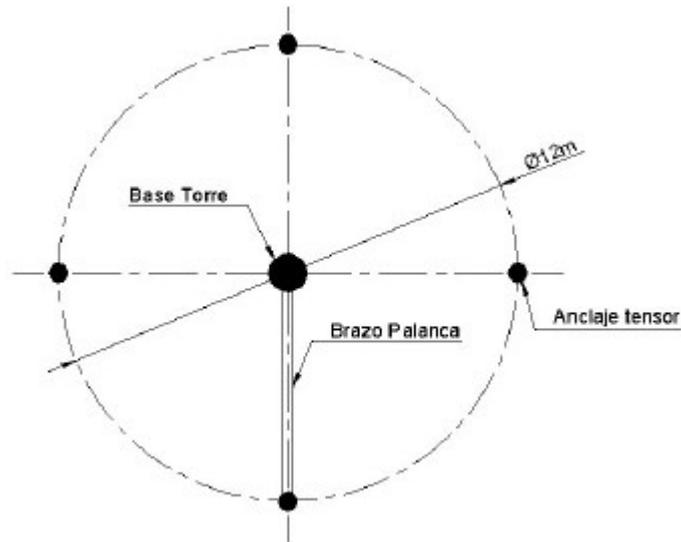
- 2 viguetas de 1,5 m de longitud perforadas,
- varios tramos de tubo de 4" (el número dependerá de la altura total de la torre y de la longitud de los tramos),
- varios tramos de tubo de 3",
- 8 cables tensores de 6 - 8 mm de diámetro (8 mm a partir del modelo *Inclin 3000*) y distintas longitudes (en función de la altura de la torre),
- 4 clavos de anclaje,
- brazo palanca (tubo de 3" de 6 m de longitud),
- pletina sujeción del aerogenerador a la torre.

Podemos instalar este tipo de torres en pendientes y terrenos irregulares, pero es preferible y más sencillo hacerlo en terrenos planos.

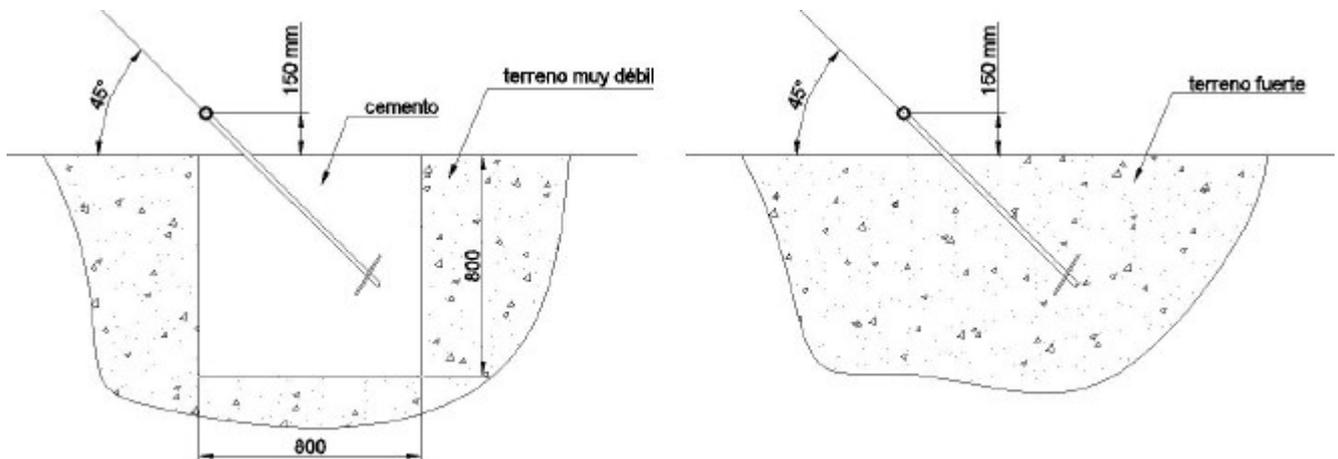
Puntos y tipos de anclajes

En primer lugar asegúrese que se encuentra lejos de cualquier tendido eléctrico. Localice el punto exacto donde se instalará la torre y marque, como se indica en la figura siguiente, el punto de anclaje de los tensores.

En una pendiente, prevenga que el brazo de palanca, al bajar, quede aguas abajo y los anclajes laterales al mismo nivel.



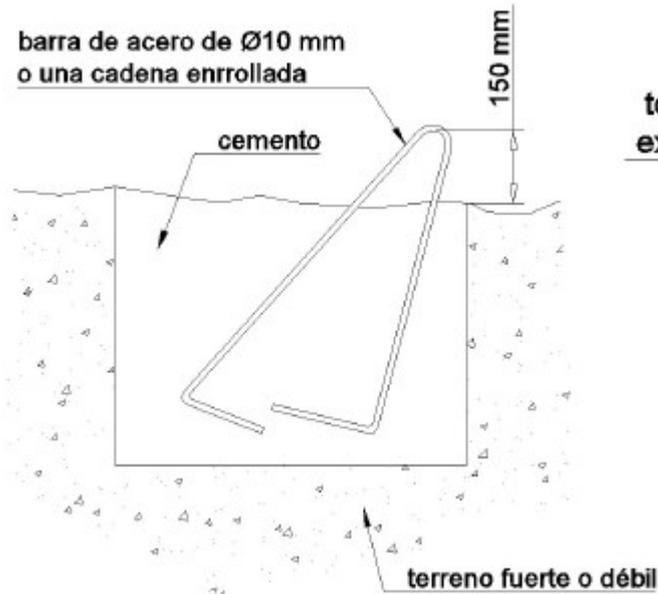
Una vez marcados todos los puntos de agarre, instale los anclajes mirando hacia la torre y como se indica en la siguiente figura.



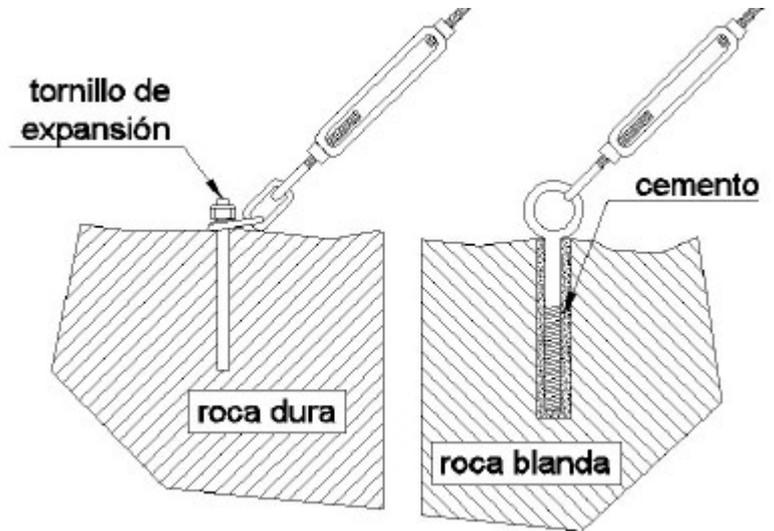
En el caso de que el terreno sea demasiado débil es necesaria la utilización de cimentaciones. Pero si la instalación se realiza sobre un terreno firme, se puede prescindir de ellas y anclar directamente el clavo sobre el terreno. En el mercado existen distintos tipos de clavos con este fin.

En ocasiones el suelo donde se quiere instalar la torre hay rocas de gran tamaño o es simplemente roca. Para ello existe un tipo de anclaje específico. En el caso de roca dura (como granito, basalto y roca que no rompa con facilidad) se utilizan los tornillos de expansión. Para su instalación se perfora la roca con la ayuda de una broca de diámetro 10 mm y 100 mm de profundidad. Se instala el tornillo en la roca con algún elemento que sirva de enganche, como por ejemplo un par de eslabones de cadena. Existen distintos tipos de tornillos de expansión, y cada fabricante tiene su propio sistema de instalación.

En el caso de que la roca del terreno sea roca blanda, no es aconsejable el uso de tornillos de expansión, dado que la roca puede romper con el uso de este tipo de fijación. Para ello se debe usar un tornillo convencional anclado con cemento. Para su instalación perfore la roca con diámetro de 25 mm y 200 mm de profundidad. Introduzca el cemento en primer lugar, y con una pajita asegúrese que se rellena el agujero en su totalidad y no quedan burbujas de aire atrapadas en el cemento. Instale en último lugar el tornillo en el agujero.



Anclaje de fácil fabricación

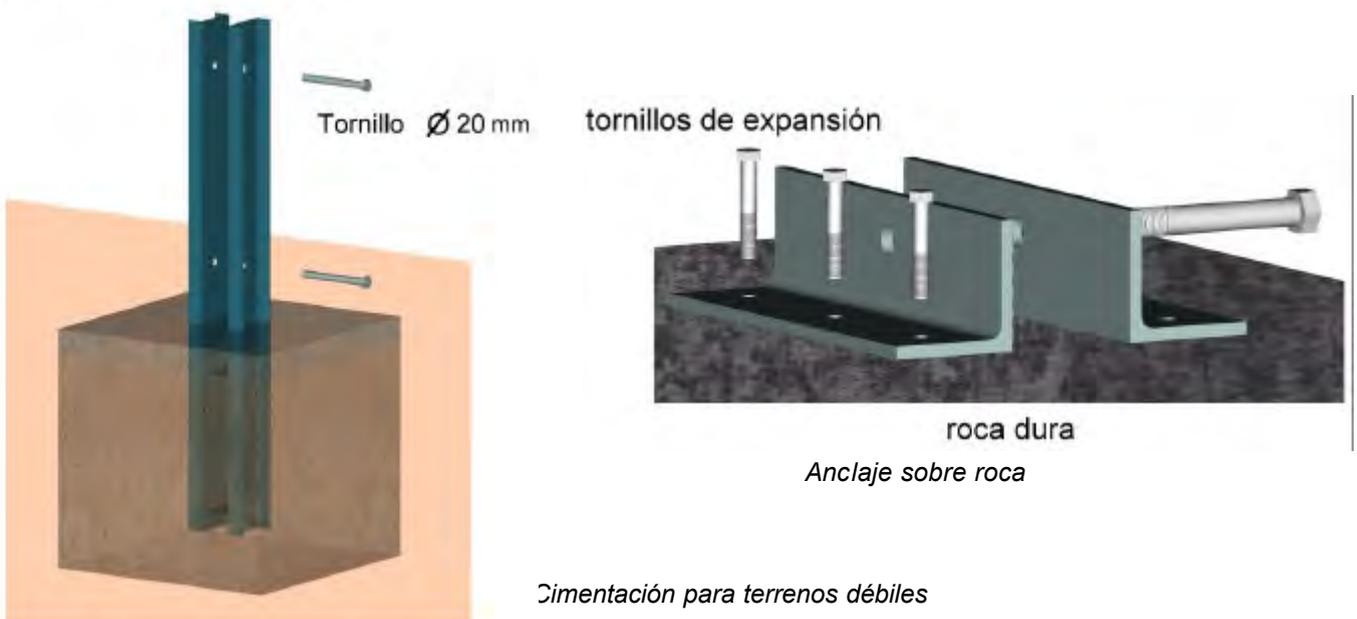


Tipos de anclaje para roca blanda y dura

Existen varios tipos de anclajes para la torre, puede utilizar la que más le convenga según el tipo de terreno o más fácil le sea su construcción.

La base que le presentamos en este manual requiere una cimentación 750x750x750 cm, pero existen otros sistemas de agarre de la base al suelo, y una vez más, como en el caso de los anclajes, el sistema más apropiado en su caso dependerá del tipo de terreno y la facilidad de construcción.

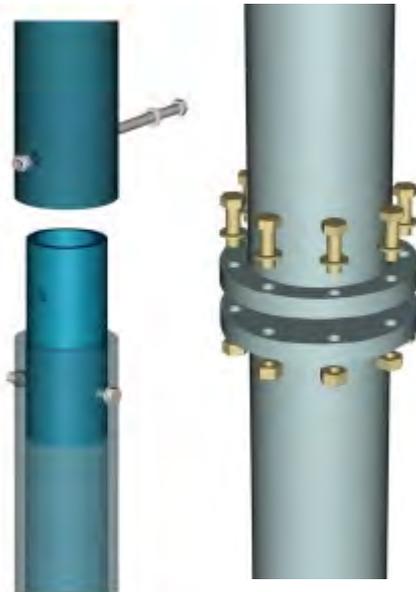
Perfil U-100; 1500 mm longitud



Preparaciones antes del izado

Una vez la base de la torre y los anclajes de los tensores estén instalados se procederá al ensamblaje de los distintos tramos que conforman la altura total de la torre, incluyendo el adaptador para el aerogenerador, y finalmente, con el tornillo superior únicamente, a la base de la torre.

Existen distintas maneras de unir los tramos de tubo:



El primer caso destaca por su sencillez. El segundo caso nos asegura una mayor rigidez del conjunto, pero dado que la torre será atirantada ambos casos serán soluciones viables para realizar su función.

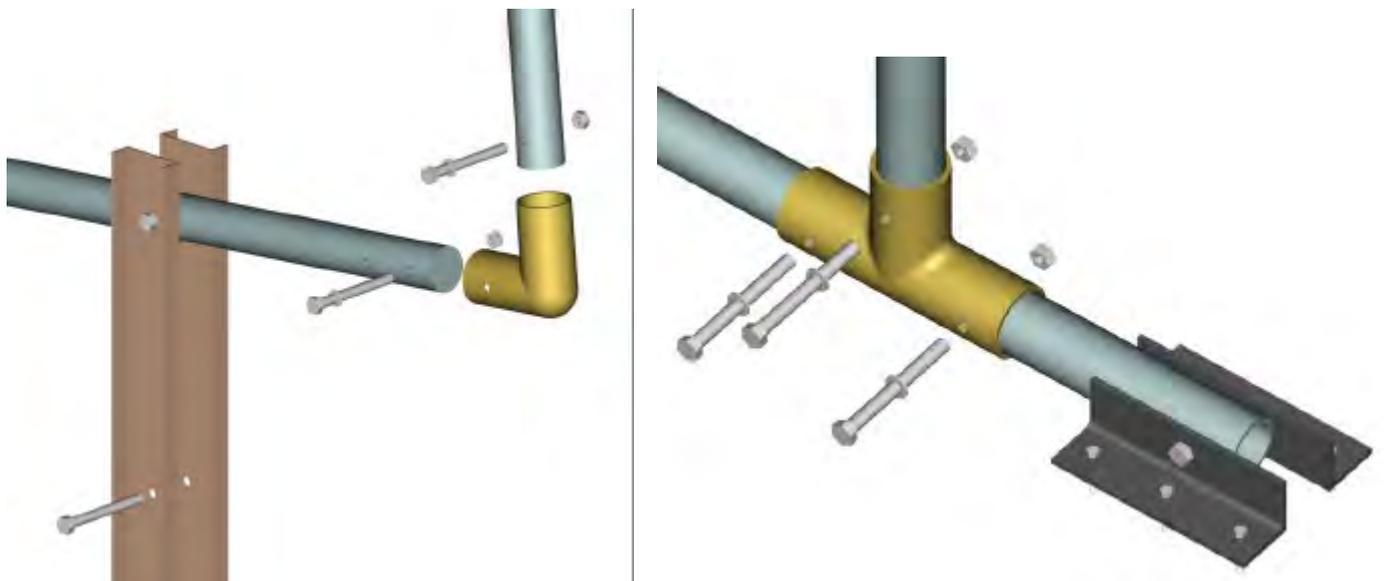
ATENCIÓN:

En la segunda opción, asegúrese que al soldar la pletina al tubo, lo hace perfectamente perpendicular para asegurar que la torre quede totalmente recta.

PRECAUCIÓN:

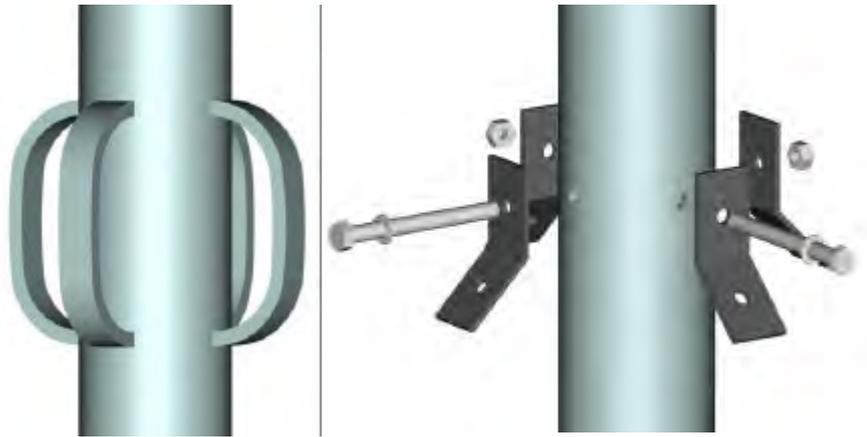
Los tubos de fontanería se fabrican con roscas. No una los tubos simplemente con la rosca puesto que la disminución de sección en la rosca debilita la resistencia en su sección.

Para la unir el brazo palanca a la base de la torre existen también diversos métodos. El más sencillo sea quizás un codo de fontanería. También en este caso es arriesgado roscar solamente el tubo al codo; hágalo como en las siguientes figuras.



La siguiente preparación es la de los tensores. Desenrolle los cables y coloque cada cable en su posición. Una firmemente los extremos de los cables a la torre. Si su colocación es correcta, cuatro de los ocho cables serán paralelos a la torre, y la línea imaginaria que une los dos otros puntos de anclaje y la torre deberá formar un ángulo de noventa grados.

La unión de los tirantes a la torre puede realizarse de distintos modos. A modo de ejemplo le presentamos estas dos soluciones. La primera consiste simplemente en soldar en la torre cuatro barras de acero dobladas. La segunda opción consiste en atornillar unas chapas angulares perforadas a la torre.



Realice la unión del grupo de cables que sujetarán la parte más alta de la torre a los clavos de anclaje con excepción del cable que se encuentra en el lado del brazo palanca. Este cable, del que tiraremos para elevar la torre, irá sujeto en su parte superior. El grupo inferior puede ponerse en su correspondiente posición, pero se afirmará a los anclajes una vez la torre se encuentre en su posición final.

ATENCIÓN:

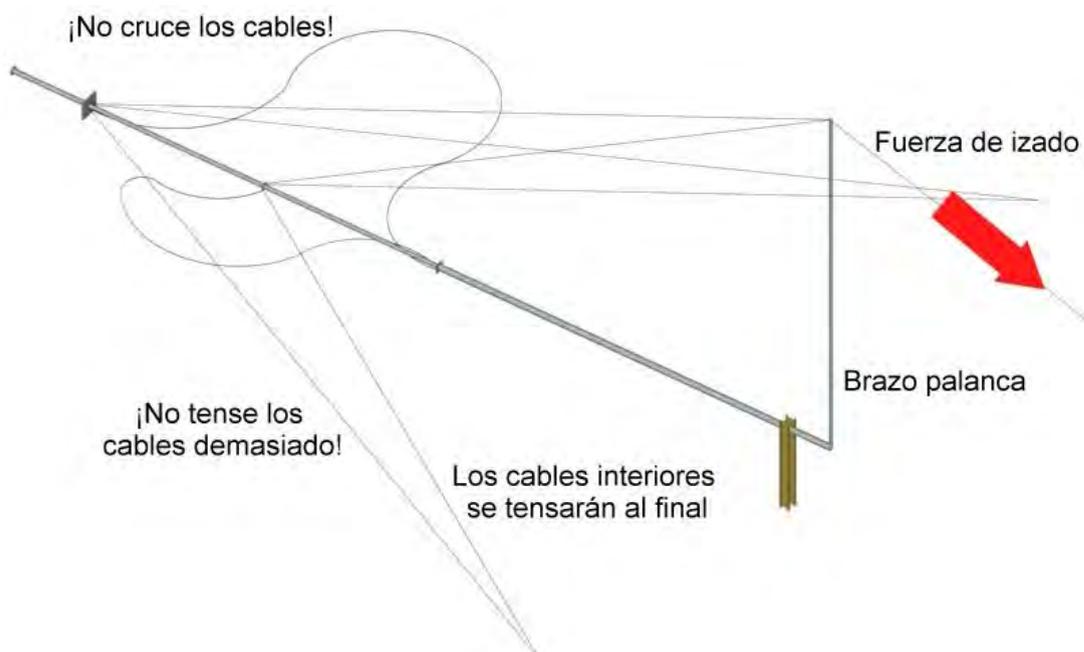
Tenga en cuenta que las longitudes de los cables en este momento puede no ser la adecuada. Tendremos que reajustarlas para que cada cable soporte la misma tensión.

PRECAUCIÓN:

En el caso de realizar las erecciones en terrenos desnivelados, deberemos prestar especial atención a este problema y ajustar sus longitudes a medida que se vaya izando.

Antes de colocar la última pieza, el brazo palanca en la base de la torre, se deberá unir en su extremidad superior el cable del que tiraremos para izar la torre.

Para izar la torre es altamente recomendable el uso de un manubrio con autobloqueo. La fuerza que hay que realizar para elevar la torre junto con un aerogenerador de 40 kg es aproximadamente 300 kg. Un manubrio permite además progresar en la instalación de una manera segura, lenta y controlada.



Es realmente importante conectar a tierra la torre antes de izarla. La conexión a tierra protege su instalación de posibles impactos de rayos y de los efectos de la electricidad estática. La puesta a tierra no garantiza en todos los casos que su aerogenerador sobreviva al impacto de un rayo, pero en el peor de los casos reducirá sus efectos.

Para conectar a tierra su torre, entierre un cable de cobre de 3 a 4 m cerca de la base de la torre y conéctelo con un cable a la base de la torre.

Procedimiento de izado

Una vez realizadas las preparaciones, se procederá a una primera erección de la torre sin el aerogenerador, para el ajuste de los tensores, nivelado de la torre y verificación del funcionamiento del sistema.

Empiece a elevar la torre. Hágalo poco a poco y verificando que los cables laterales tienen una tensión similar. Es normal que un cable esté ligeramente más tenso que el otro, pero si la diferencia es excesiva, regule las longitudes de los cables para igualarla. Si el cable está demasiado tenso puede ocurrir un fallo y caer la torre. Podrá comprobar que la tensión no es excesiva si el cable está ligeramente curvado.

Al finalizar el izado de la torre, inserte el tornillo inferior para evitar que la torre se mueva y tense todos cables asegurándose que esté perfectamente vertical con la ayuda de un nivel. En este momento todos sus tensores tendrán la longitud necesaria para que la torre quede en su posición de trabajo. Baje la torre siguiendo el procedimiento de izado en orden inverso. Bájela lentamente y controlando los movimientos del conjunto en todo momento.

Cuando el extremo superior de la torre quede a un metro y medio del suelo déjela descansar sobre unos soportes estables. Esto le permitirá la fácil instalación del aerogenerador sobre su soporte. Una vez instalado vuelva a izar la torre. Los dos extremos del brazo palanca se deberán unir a su correspondiente anclaje. Inmovilice el brazo tensor en primer lugar con el cable del que hemos tirado para erigir la torre y a continuación asegure en el cable más largo, el exterior, y finalmente el interior. Compruebe una última vez que la torre queda totalmente perpendicular.

ATENCIÓN:

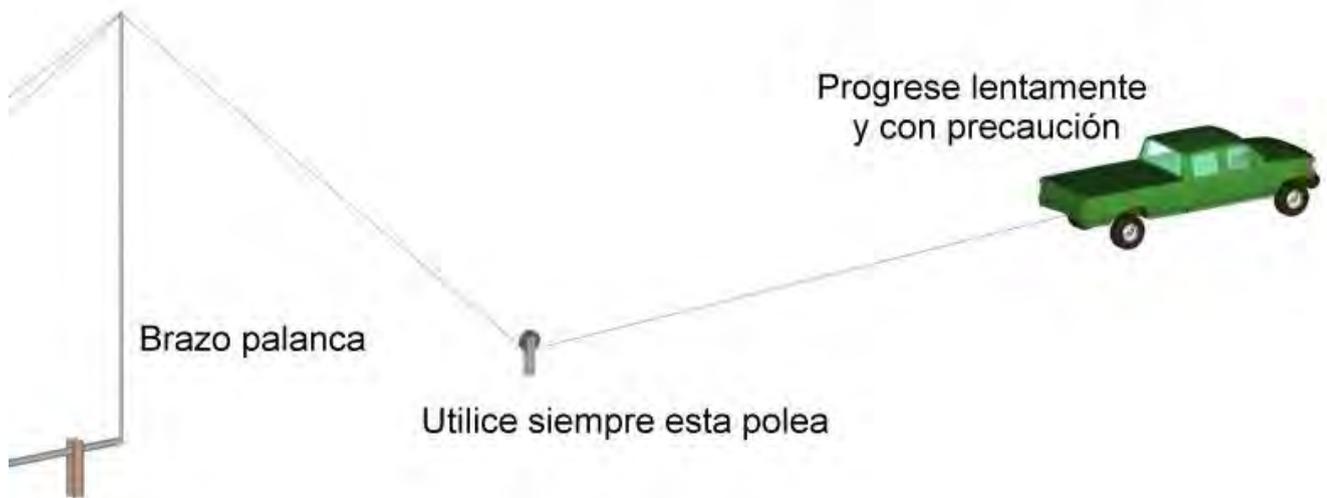
El izado de una torre es un trabajo peligroso; trabaje lentamente controlando la situación en todo momento.
Es aconsejable contar con ayudantes para esta operación, y muy importante que haya una buena comunicación y asignación de trabajos previa entre los trabajadores.

PRECAUCIÓN:

No permita que nadie trabaje bajo la torre cuando se esté izando o hasta que esté perfectamente asegurada con los tensores.

Nota: El brazo palanca no tiene ninguna función desde el momento en que la totalidad de los cables están tensos. Podemos quitarlo o dejarlo en su posición unido al anclaje más cercano para evitar que quede suelto y pueda presentar un peligro potencial.

Si carece de un manubrio autobloqueo y puede acceder con un vehículo (como un coche, un tractor, etc.) hasta el lugar donde se ubicará la torre, puede elevarla usando el vehículo para tirar del cable de izado.



Partiendo del punto donde hemos hecho todas las preparaciones, coloque una polea en el suelo, como figura en el gráfico superior. La polea debe estar a una distancia superior a la del brazo palanca de la base de la torre.

ATENCIÓN:

En un cable correctamente tensado formará una ligera curva.

PRECAUCIÓN:

Extreme la precaución al final del recorrido de la torre, si continuase avanzando, el tirante trasero podría ceder y tumbar la torre.

Precauciones

- No trepe por la torre.
- No ice la torre cerca de tendidos eléctricos.
- No permita que nadie ajeno al equipo de izado de la torre, penetre en ningún momento en el diámetro de acción de la torre.
- Utilice los materiales y herramientas adecuadas.
- Al izar la torre compruebe periódicamente la tensión de los cables. No permita ni que estén demasiado tensos, ni demasiado flojos.
- Compruebe con especial atención la correcta instalación del cable que sujeta la torre por la parte posterior de la torre. Este cable evitará que la torre caiga hacia el lado desde donde tiramos si pasa de la vertical.
- Trabaje con calma y asegure una buena comunicación entre el equipo de trabajadores.
- Conecte la torre a tierra para proteger su instalación contra los efectos de la electricidad estática y posibles impactos de rayos.
- Antes de elevar la torre con el aerogenerador, hágalo, al menos una vez, con la torre únicamente para comprobar que todo funciona perfectamente y hacer los reglajes oportunos.

Las torres auto soportadas

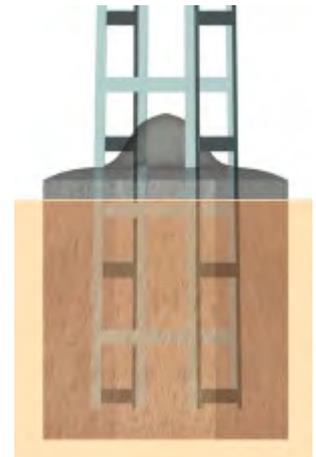


Otro tipo de torres muy utilizadas son las torres auto soportadas. La característica principal de estas torres es, como su nombre indica, que se soportan ellas mismas; no necesitan tirantes para asegurar que la torre no caiga. Son torres más robustas y pesadas que las abatibles, pero tienen el inconveniente de ser más caras y necesitar una grúa para su instalación. Existen distintos fabricantes, pero todos ellos se rigen por la misma normativa para su construcción.

Para la instalación de aerogeneradores, el tipo de torre auto soportada utilizada por J.Bornay es la torre de presilla serie "P". Dentro de esta serie encontramos distintas combinaciones de tramos en función de la longitud total de la torre, así como tres modelos distintos en función a los esfuerzos a los que estará sometida. En el anexo encontrará una tabla con los modelos disponibles y sus características físicas y mecánicas.

- La torre *P-400* se utiliza para los modelos: **Inclin 250, 600 y 1500**.
- La torre *P-750* soporta perfectamente los modelos **Inclin 3000 y 6000**; Puede ser utilizada también en zonas de fuertes vientos para el **Inclin 1500**.
- La torre *P-1250* es para el aerogenerador más grande de la gama Inclin, el **BK-12** y para el **Inclin 6000** en zonas de fuertes vientos.

Las torres auto soportadas, necesariamente, deberán ser fijadas con cimentaciones; en el anexo encontrará una tabla con las dimensiones de la cimentación necesaria en función con el tipo de terreno y su altura.



PRECAUCIÓN:

Conecte a tierra la torre para protegerla de la electricidad estática y posibles impactos de rayos.



Para instalar el aerogenerador sobre la torre, necesitará un adaptador que permita que las hélices giren sin peligro de golpear la torre. Instale el aerogenerador una vez el adaptador y la torre hayan sido instalados. Puede subirlo a su posición usando la grúa después de haber erigido la torre, o bien utilizando una polea, como se muestra en la figura.

ATENCIÓN:

Es conveniente utilizar el segundo sistema para poder subir y bajar en cualquier momento el molino sin depender de una grúa.

PRECAUCIÓN:

Para estas operaciones necesitará subir a lo alto de la torre, **utilice arneses de seguridad**.

Anexos

- La tabla Beaufort es la referencia internacional que clasifica y define cada tipo de viento en función de su velocidad.

FUERZA	Velocidad (m/s)	Velocidad (km/h)	Denominación
0	0 - 0.5	0 - 1	Calma
1	0.6 - 1.7	2 - 6	Ventolina
2	1.8 - 3.3	7 - 12	Suave
3	3.4 - 5.2	13 - 18	Leve
4	5.3 - 7.4	19 - 26	Moderado
5	5.7 - 9.8	27 - 35	Regular
6	9.9 - 10.4	36 - 44	Fuerte
7	12.5 - 15.2	45 - 54	Muy fuerte
8	15.3 - 18.2	55 - 65	Temporal
9	18.3 - 21.5	66 - 77	Temporal fuerte
10	21.6 - 25.1	78 - 90	Temporal muy fuerte
11	25.2 - 29	91 - 104	Tempestad
12	Más de 29	Más de 104	Huracán

- En la siguiente tabla encontrará las presiones en kg que ejerce el viento en función de su velocidad y el modelo de su aerogenerador **J.BORNAY**.

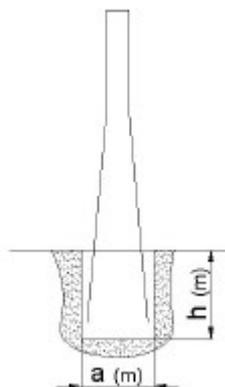
Aerogenerador \ V viento (m/s)	3	5	7	11	13	15	55*
Inclin 250	0,683	1,898	3,721	9,188	12,833	17,086	229,711
Inclin 600	1,500	4,167	8,167	20,167	28,167	37,500	504,167
Inclin 1500 neo	3,067	8,520	16,700	41,239	57,598	76,684	1030,970
Inclin 3000 neo	6,000	16,667	32,667	80,667	112,667	150,000	2016,667
Inclin 6000 neo	6,000	16,667	32,667	80,667	112,667	150,000	2016,667

* En caso de que el aerogenerador no se inclinase.

- En la siguiente tabla encontrará las características de las torres auto soportadas de tipo presilla "P" clasificadas en tres modelos disponibles:

Tipo de apoyo	Altura total (m)	Características mecánicas		Dimensiones		Peso total (kg)
		Esfuerzo nominal	Esfuerzo útil en punta con viento CS 1,5	Cabeza (mm)	Base (mm)	
P-400	12	408	408	320	620	226
	14				687	271
	16				754	334
	18				821	387
	20				888	446
P-750	12	765	765	320	620	270
	14				687	334
	16				756	409
	18				821	480
	20				888	552
P-1250	12	1275	1275	320	620	429
	14				687	533
	16				756	650
	18				821	765
	20				888	877

- En la siguiente tabla encontrará las dimensiones de la cimentación necesaria para el tipo de torre que haya elegido para su aerogenerador;



Tipo terreno		P-400					P-750					P-1250				
		12	14	16	18	20	12	14	16	18	20	12	14	16	18	20
FLOJO K = 8	h	1,6	1,6	1,7	1,8	1,8	2,0	2,0	2,0	2,0	2,1	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3
	a	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	1,0	1,1	1,1	1,1	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4
NORMAL K = 12	h	1,4	1,4	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0
	a	0,8	1,0	0,9	1,0	1,0	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,3	1,3	1,4	1,5
ROCOSO K = 16	h	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	1,7	1,7	1,6	1,7	1,8	1,8	1,9
	a	0,8	3,0	0,9	1,0	1,0	0,9	1,0	1,1	1,1	1,1	1,3	1,3	1,3	1,4	1,5

Nota: K (kg/cm²)

ATENCIÓN:

La parte visible de la cimentación debe tener una pequeña inclinación para evitar que el agua de lluvia quede sobre la cimentación y pueda oxidar la torre.

Si desea ampliar su instalación, o simplemente tiene alguna duda, no dude en ponerse en contacto con nuestra empresa:

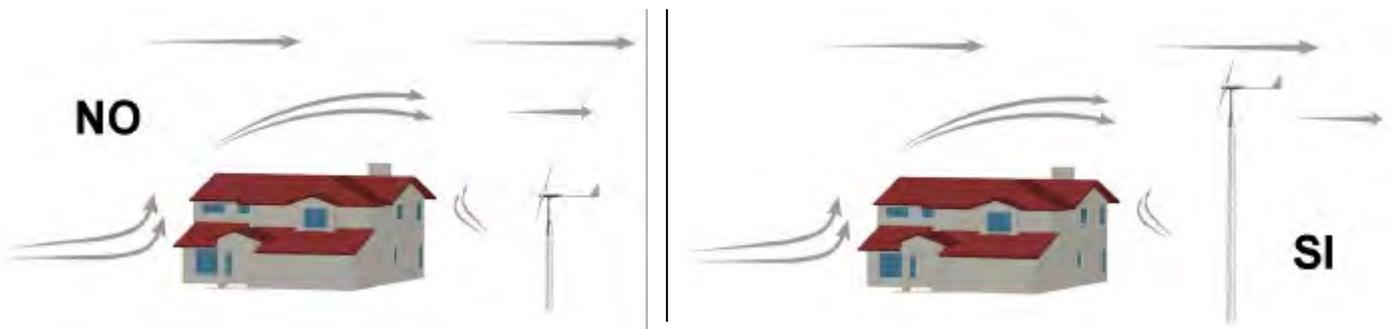
Juan y David Bornay, S.L.
Paraje Ameradors, s/n
P.O. Box 116
E-03420 Castalla (Alicante)
España



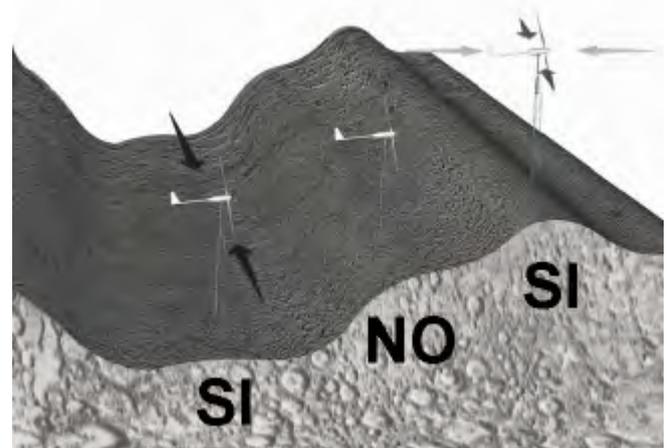
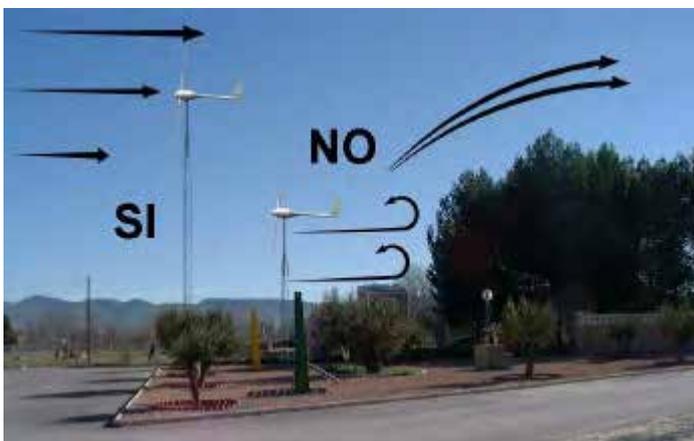
Tel: (+34) 96 556 0025
Fax: (+34) 96 556 0752

bornay@bornay.com
www.bornay.com

Influencia de obstáculos en el aerogenerador

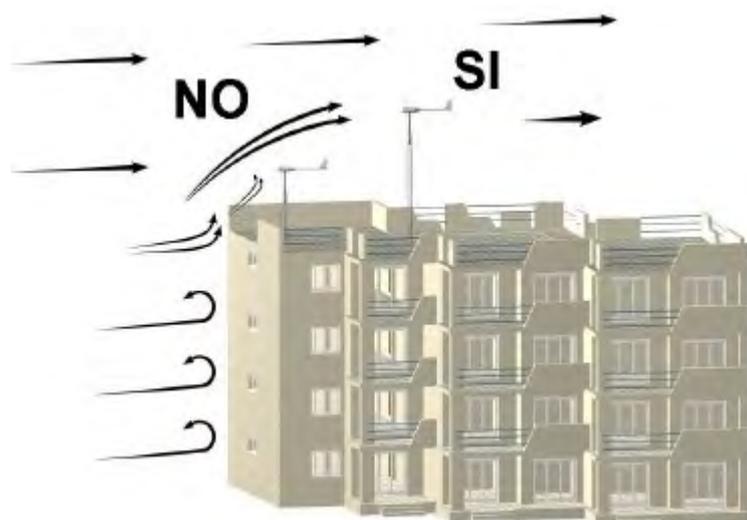


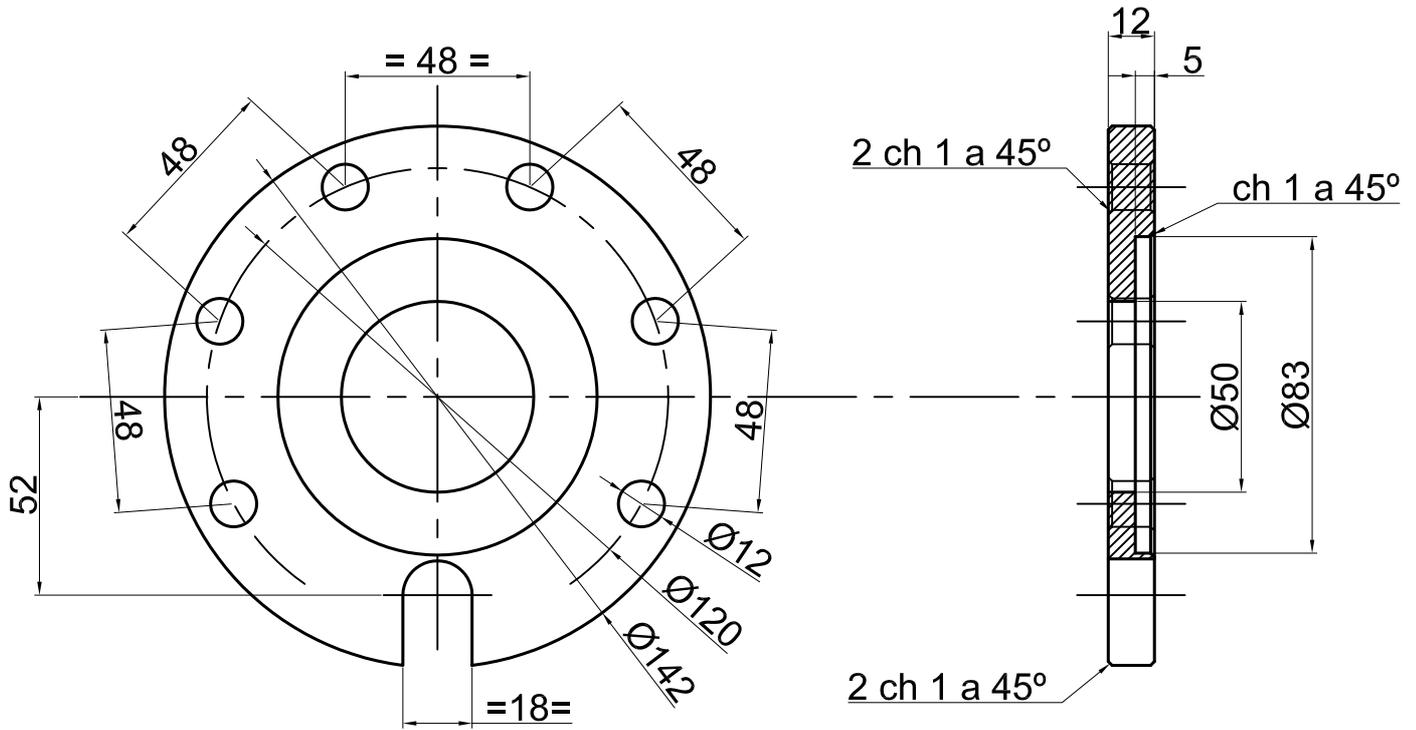
Como ya hemos visto anteriormente, el viento, al tropezar con obstáculos que encuentra en su camino, se frena y produce turbulencias. Un aerogenerador instalado en un lugar inadecuado se verá perjudicado por turbulencias y vientos flojos.

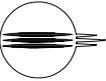


Para evitar reducir el rendimiento de su aerogenerador, instálelo lo más alejado posible del obstáculo y sobre una torre que eleve el molino por encima de este.

En el caso de encontrarse en un valle, instale su aerogenerador en la parte más baja, donde el viento se encuentra canalizado, o mejor, en la parte más alta, donde el aerogenerador será susceptible de captar el viento de cualquier dirección.





Bornay 

PLETINA FIJACIÓN TORRE

Bornay Aerogeneradores S.L.U

Polígono Industrial. Riu
Camino del Riu, s/n
03420 Castalla (Alicante)

www.bornay.com

9/09/2009

Dibujado por: Rafael Juan Claverías

10/09/2009

Revisado por: Ramón Cerdá Mira

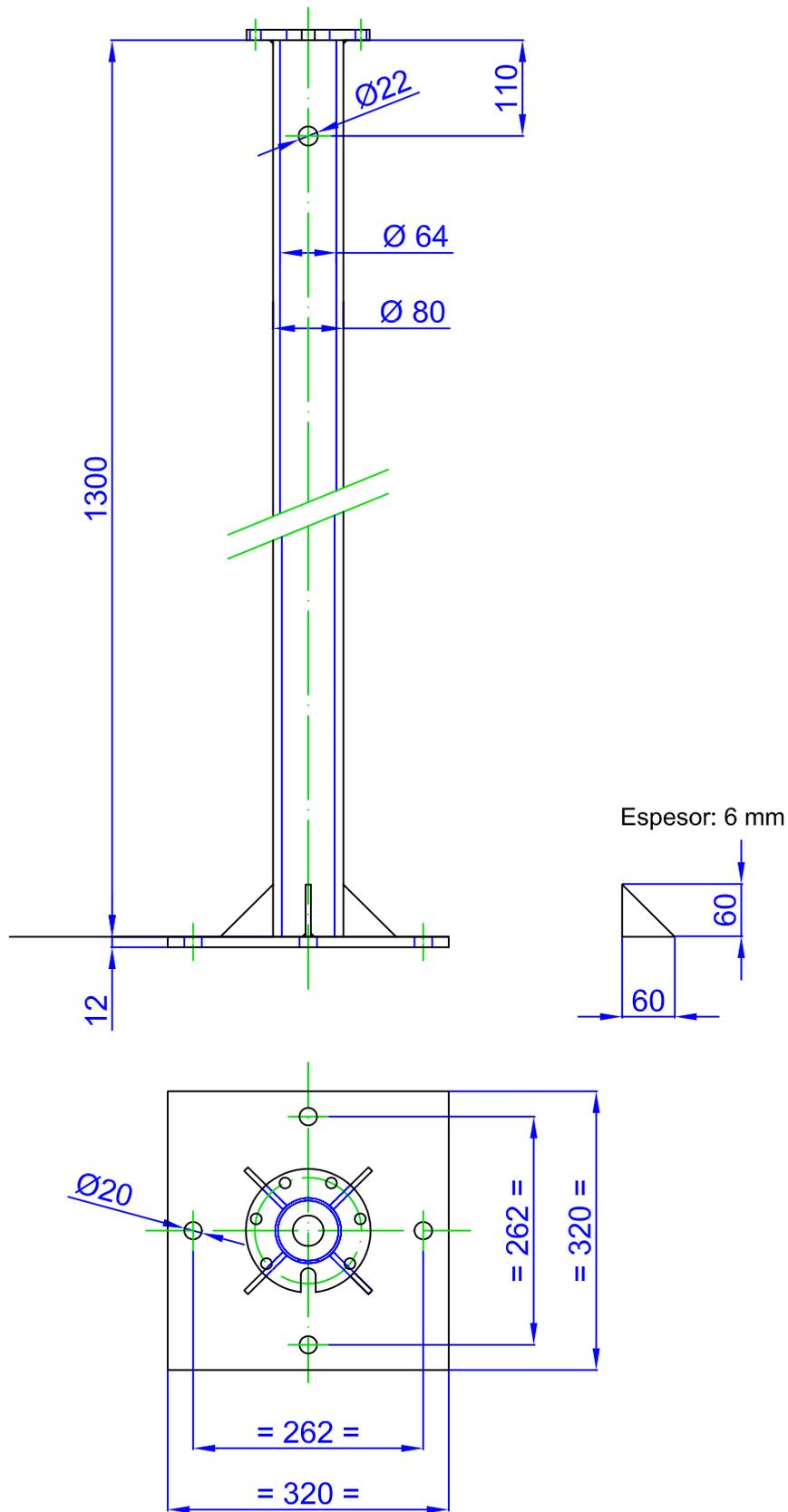
Escala: 1/2

Material: Oxicorte 12 mm

Esta información es confidencial, propiedad de Aerogeneradores Bornay S.L.U.
Prohibida su reproducción y/o distribución sin autorización del propietario.

Ref:

Plano:



Bornay 

ACOPLE TORRE

Bornay Aerogeneradores S.L.U

Polígono Industrial. Riu
Camino del Riu, s/n
03420 Castalla (Alicante)

www.bornay.com

9/09/2009

Dibujado por: Rafael Juan Claverías

10/09/2009

Revisado por: Ramón Cerdá Mira

Escala: 1/8

Material: Barra ST-52 80 x 64
Placa Oxicorte 320 x 320 x 12 Pletina negra 60 x 6

Esta información es confidencial, propiedad de Aerogeneradores Bornay S.L.U.
Prohibida su reproducción y/o distribución sin autorización del propietario.

Ref:

Plano:

Catalogo Bornay de aerogeneradores

**Súmate a la
experiencia Bornay.**

Bornay 



Seguimos
evolucionando
contigo.

Bornay 

Bornay

Humanamente, es una gran satisfacción interior, haber dedicado mi vida a llevar luz y agua a personas con dificultad para acceder a la electricidad o que bebieran de una charca. Cuando miro hacia atrás, recordando tanta gente con quien me lleva de ilusión para seguir innovando

Juan Bornay

Desde 1970, somos pioneros en aprovechar la energía del viento. En llevar luz donde no la hay. Cuatro décadas dan para mucho. Hemos aplicado nuestra tecnología en 50 países: Estados Unidos, Japón, Angola, La Antártida... Hemos desarrollado los aerogeneradores de pequeña potencia más fiables por rendimiento y robustez. Más de 4000 instalaciones en todo el mundo han elegido un **Bornay**.

Súmate a la experiencia Bornay

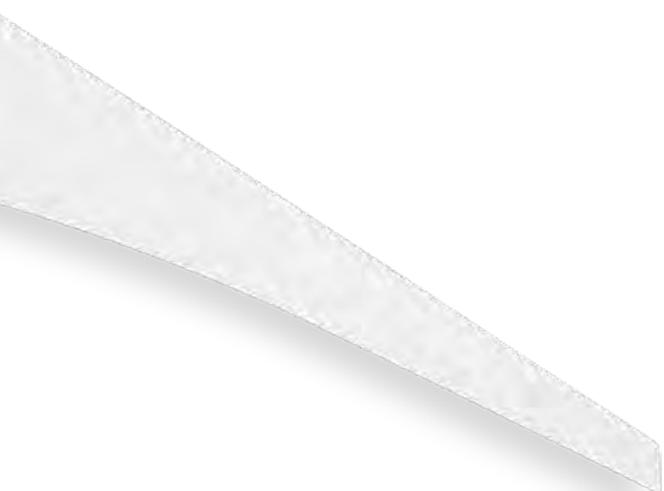
Ahora es momento de contribuir a la generación distribuida, poniendo a tu disposición aerogeneradores específicos para conexión a red.

Junto a ti, queremos recorrer un largo camino, compartiendo experiencia, conocimiento y técnica.

Queremos colaborar contigo, garantizando la calidad de tus instalaciones y aportando seguridad a tus clientes. Cuando pienses en minieólica, confía en Bornay.

Suma energía.

Súmate a la experiencia Bornay.



➤ 04 05

En movimie

nto desde 1970.

*Desde joven, mi inquietud fue generar
electricidad aprovechando la fuerza del viento*

Juan Borray

1970

➤ 06 07



El primer Bornay.

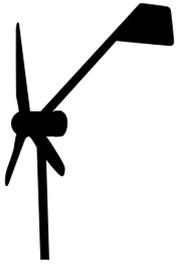
Hace 40 años, el hombre pisó la Luna por primera vez.

Un sueño inalcanzable en el pasado, hecho realidad gracias a la visión de algunos pioneros. ¿Quién no recuerda la imagen de Neil Armstrong?. De forma simultánea, en Europa, en un pequeño pueblo de España próximo al Mediterráneo, Juan Bornay, un joven electricista, ideaba su primer aerogenerador a partir de

alternadores de coche, acoples mecánicos y hélices de madera. Su inquietud: producir energía a través del viento. Su motivación: llevar luz a casa de sus abuelos. Bornay inició así una andadura que le ha convertido cuatro décadas más tarde en uno de los principales fabricantes de aerogeneradores de pequeña potencia en el mundo.



1978



Partes de fibra de vidrio.

Juan continuó la investigación y mejoró notablemente la calidad del Bornay. El cuerpo y el timón de orientación de los aerogeneradores ya eran de fibra de vidrio. Incluso, desde el primer momento, además, el Bornay está provisto de un sistema de orientación provisto de anillos rozantes y escobillas, facilitando la transmisión de energía sin riesgos para el aerogenerador. Estas mejoras consiguieron que la empresa se abriera al mundo. La obtención de energía limpia, aprovechando la fuerza del viento, se fue asentando al mismo tiempo que el planeta comenzaba a superar la resaca de la gran crisis del petróleo unos años antes.

Comencé a investigar en un pequeño garaje experimentando con todo lo que me ayudara a simular el viento
Juan Borna



1982



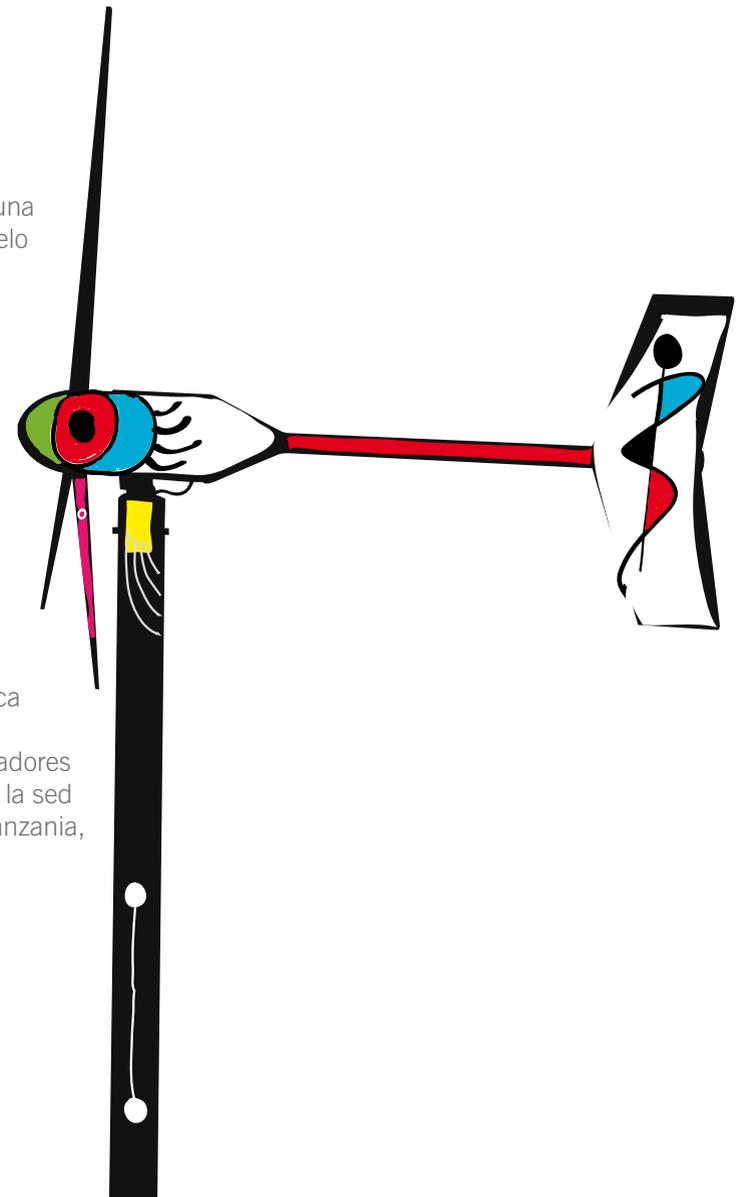
7 08 09



En **1982**, Bornay comienza ya con una producción seriada, creando el modelo G200W equipado con un alternador de inducción que mejora el punto de arranque a bajas velocidades del viento. Numerosos repetidores de telecomunicaciones y pequeñas

Alternador de inducción.

viviendas aisladas incorporan un Bornay para garantizar su consumo eléctrico, y Bornay se abre a nuevos mercados: EE.UU., México, República Dominicana o Argentina, entre otros. Asimismo, la suma de los aerogeneradores y las aerobombas de Bornay calman la sed de importantes zonas de Angola o Tanzania, en África.



1984



*Mi primera exportación fue a Estados Unidos. En quince días aprendí inglés.
Luego vendría Angola, República Dominicana, Argentina, Cuba, México, Japón, etc
hasta la Antártida.*

Juan Bornay

Helices de nylon inyectado.

Bornay evoluciona, pasa de fabricar hélices manual y artesanalmente, a fabricar hélices de nylon por inyección capaces de soportar la carga de un huracán sin llegar a rotura. Esta innovación redujo los tiempos de producción e incrementó la durabilidad del Bornay. El carácter pionero se va reforzando con una intensa experiencia en fabricación y comercialización. América, Europa y África ya cuentan con la fiabilidad Bornay.

1988

Alternador de imanes permanentes. Paso variable.



La consolidación y madurez de la empresa es un hecho. La innovación y la motivación por llevar energía donde no la hay impulsan a Bornay a dar un nuevo salto, creando un nuevo aerogenerador equipado con alternador trifásico de imanes permanentes de 250 W y control de velocidad por paso variable. Esto mejoró las prestaciones del Bornay, especialmente en velocidades de viento bajas y medias. La introducción del sistema de frenado automático y el paso variable mecánico permitió controlar el ángulo de ataque de las hélices respecto al viento, proporcionando un arranque con escaso viento y el control a altas velocidades. Un reto constante para Bornay. De hecho, en pocos años superó esta innovación, produciendo un aerogenerador con un rotor equipado con paso variable tripala y una potencia nominal de 500 W.

10 11

1993

Hélices de fibra de vidrio/carbono.

Bornay escucha las necesidades del mercado y les da una nueva respuesta, creando una nueva gama de aerogeneradores. La gama Inclín, con potencias de 250 W, 600 W, 1000 W y 2500 W, equipos robustos que sustituyen el paso variable por el sistema de frenado por inclinación y las hélices de nylon por hélices de fibra de vidrio y carbono. La robustez, durabilidad y menor mantenimiento de estos Bornay comienzan a ser reconocidas en todo el mundo.



Frenado por inclinación.

El perfeccionamiento de nuestra máquina se ha pulido con mucha dedicación, gracias a controlar nosotros mismos todo el proceso de producción
Juan Bornay

1997

➤ 12 13



Bornay

El siglo XX toca a su fin. Las tecnologías de la información abren paso a la sociedad del conocimiento y la globalización. La humanidad está obligada a mirar hacia delante con más equilibrio. La sostenibilidad del planeta pasa a ser una prioridad.

Imanes de neodimio.

Bornay fusiona innovación y tecnología de última generación. Integra imanes de neodimio, que técnicamente multiplican por 2 su potencia, reduciendo 3 veces su grosor. Se actualiza la gama Bornay con aerogeneradores de 250 W, 600 W, 1500 W y 3000 W, y presentando un nuevo modelo de 6000 W de potencia nominal.

Lo que inició como un hobby se ha convertido en una marca con prestigio internacional.
Juan Bornay

2000



Hélices de fibra de vidrio/carbono por RTM.

Tres décadas después de los primeros prototipos de Juan Bornay y sus experimentos simulando el viento, Bornay ya es una marca de prestigio en el incipiente sector de las energías renovables. La constante innovación y mejora de su productividad le lleva a consolidar también una estable red de distribución internacional. Con una producción en serie con 5 modelos de hasta 6 kW, Bornay da un nuevo paso, desarrollando un novedoso sistema de producción de hélices de fibra de vidrio o carbono, basado en RTM, y con ello logra una relación peso/resistencia única en el mercado. Bornay traza su actual visión estratégica: Aportar soluciones al mundo en energías limpias, siendo uno de los fabricantes globales de referencia en la producción de aerogeneradores de pequeña potencia.

2008

➤ 14 15



La necesidad de disponer de sistemas eficientes de producción de energías limpias ya no tiene vuelta atrás. Bornay asume el reto como una oportunidad y crea sus aerogeneradores específicos para conexión a red, adaptados a la normativa de cada país que ya regula el vertido de procedencia mini eólica.

Sistemas de Conexión a Red.

Esta transformación orienta a Bornay a la sinergia de sumar energía con otras fuentes renovables como la fotovoltaica.

Con más de medio planeta con dificultades de acceso a la luz y al agua, queremos seguir dando soluciones al mundo.

Juan Bornay



Hoy Seguimos evolucionado contigo.



En el planeta ya no se concibe un desarrollo que no sea respetuoso con el medio ambiente. Los recursos son escasos. Y la demanda energética cada vez mayor. Lo que comenzó siendo un sueño es hoy una prioridad. Aprovechar la energía del viento y fabricar aerogeneradores fiables es una garantía y un compromiso con la sostenibilidad del planeta.

Ante este horizonte, Bornay está presente en más de 50 países como una referencia solvente basada en la fiabilidad de su trayectoria y la robustez de sus máquinas, queriendo aportar al mundo soluciones en energías renovables e invitando a los mejores profesionales del sector a seguir evolucionando y sumarse a la experiencia **Bornay**.

Bornay 

➤ 16 17 **Un Bornay sin duda**

BORNAY
600 1500 3000 6000

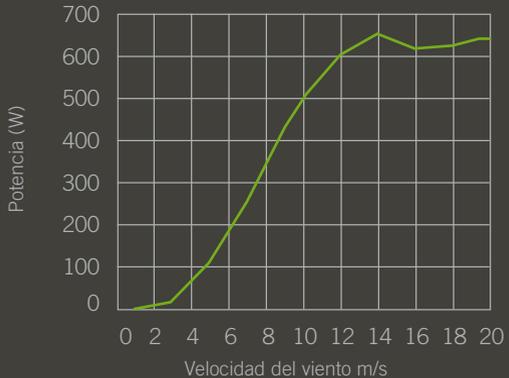
Información y datos técnicos sujetos a cambios sin previo aviso.



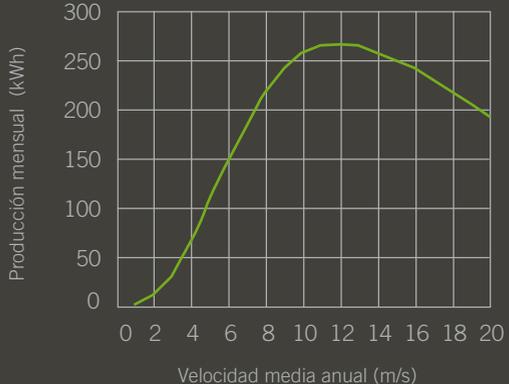


BORNAY 600

Curva de potencia



Energía



➤ 18 19



Características técnicas

Número de hélices	2
Diámetro	2 mts
Material	Fibra de vidrio/carbono
Dirección de rotación	En sentido contrario a las agujas del reloj
Sistema de control	1. Regulador electrónico 2. Pasivo por inclinación

Características eléctricas

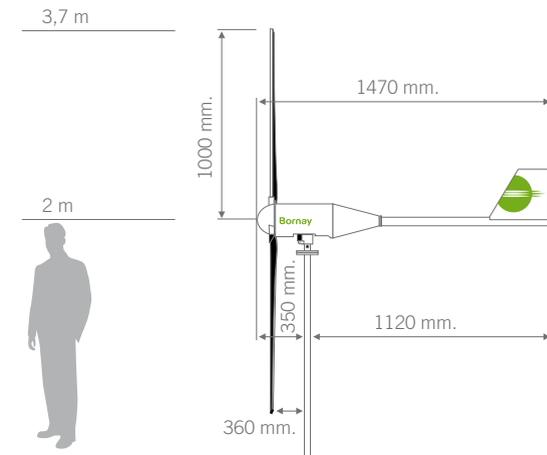
Alternador	Trifásico de imanes permanentes
Imanes	Ferrita
Potencia nominal	600 w
Voltaje	12, 24, 48 v
RPM	@ 1000
Regulador	12 v 60 Amp 24 v 30 Amp 48 v 15 Amp

Velocidad del viento

Para arranque	3,5 m/s
Para potencia nominal	11 m/s
Para frenado automático	13 m/s
Máxima velocidad del viento	60 m/s

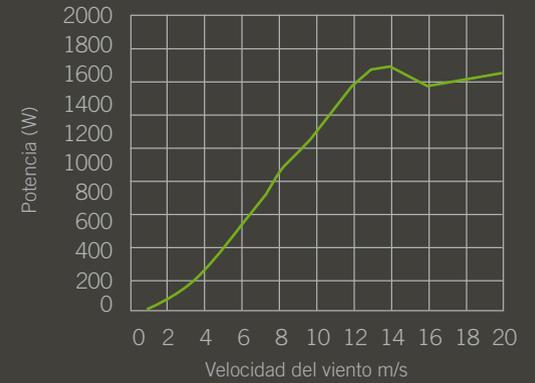
Características físicas

Peso aerogenerador	38 kg
Peso regulador	7 kg
Embalaje	50 x 77 x 57 cm - 55 kg
Dimensiones - peso	104 x 27 x 7 cm - 4,7 kg
Total	0,22 m ³ - 59,7 Kgr
Garantía	3 años

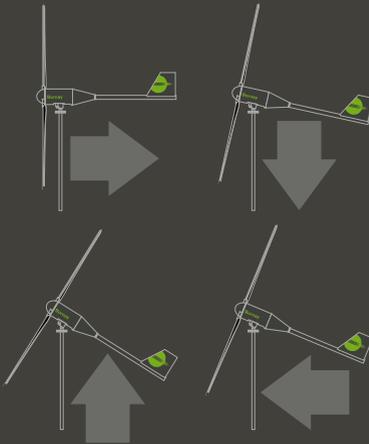
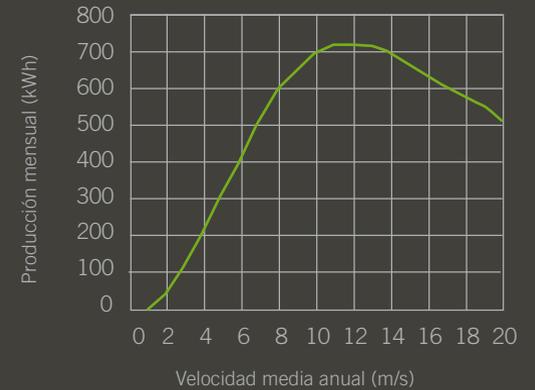


BORNAY 1500

Curva de potencia



Energía



Características técnicas

Número de hélices	2
Diámetro	2,86 mts
Material	Fibra de vidrio/carbono
Dirección de rotación	En sentido contrario a las agujas del reloj
Sistema de control	1. Regulador electrónico 2. Pasivo por inclinación

Características eléctricas

Alternador	Trifásico de imanes permanentes
Imanes	Neodimio
Potencia nominal	1500 w
Voltaje	24, 48, 120 v
RPM	@ 700
Regulador	24 v 80 Amp 48 v 40 Amp 120v. Conexión red

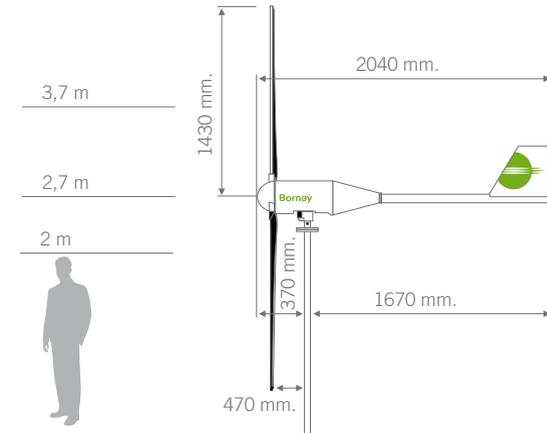
Velocidad del viento

Para arranque	3,5 m/s
Para potencia nominal	12 m/s
Para frenado automático	14 m/s
Máxima velocidad del viento	60 m/s

Características físicas

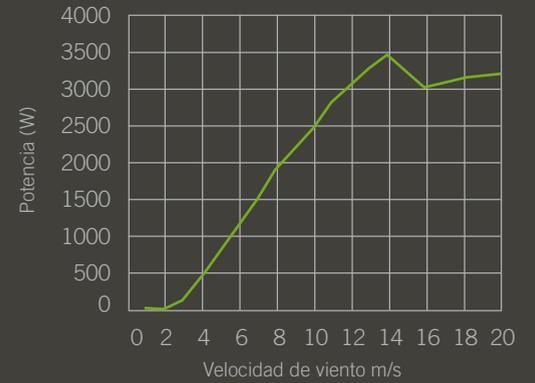
Peso aerogenerador	41 kg
Peso regulador	8 kg
Embalaje	50 x 77 x 57 cm - 57 kg
Dimensiones - peso	153 x 27 x 7 cm - 6,8 kg
Total	0,23 m ³ - 61,8 Kgr
Garantía	3 años

Bornay 

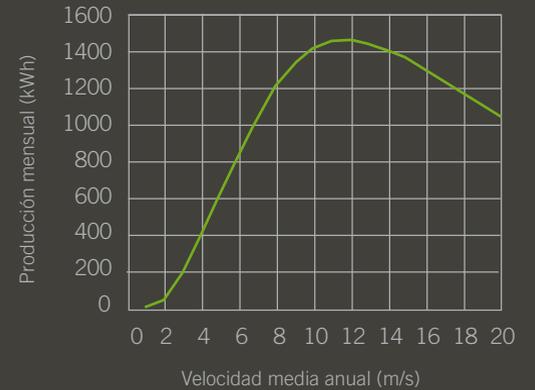


BORNAY 3000

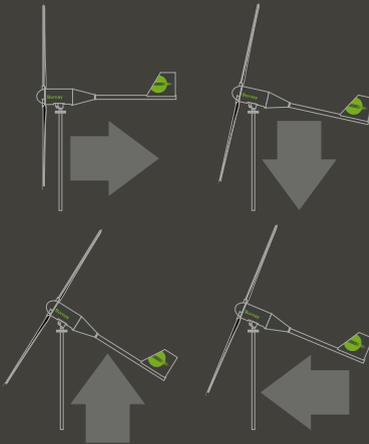
Curva de potencia



Energía



➤ 22 23



Característica técnicas

Número de hélices	2
Diámetro	4 mts
Material	Fibra de vidrio/carbono
Dirección de rotación	En sentido contrario a las agujas del reloj
Sistema de control	1. Regulador electrónico 2. Pasivo por inclinación

Características eléctricas

Alternador	Trifásico de imanes permanentes
Imanes	Neodimio
Potencia nominal	3000 w
Voltaje	24, 48, 120 v
RPM	@ 500
Regulador	24 v 150 Amp 48 v 75 Amp 120v. Conexión a red

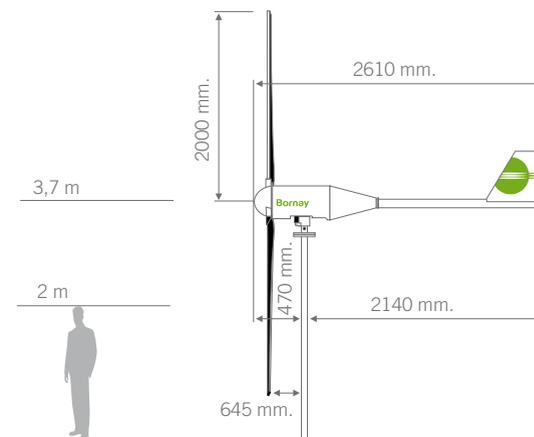
Velocidad del viento

Para arranque	3,5 m/s
Para potencia nominal	12 m/s
Para frenado automático	14 m/s
Máxima velocidad del viento	60 m/s

Características físicas

Peso aerogenerador	93 kg
Peso regulador	14 kg
Embalaje	120 x 80 x 80 cm - 135 kg
Dimensiones - peso	220 x 40 x 15 cm - 19 kg
Total	0,90 m ³ - 154 Kgr
Garantía	3 años

Bornay 

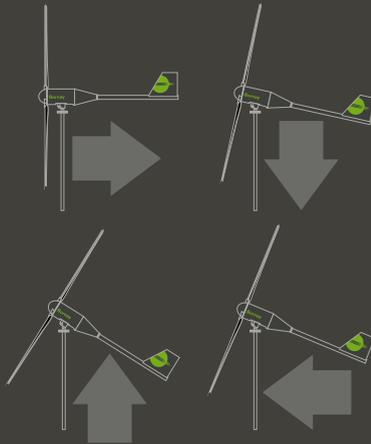
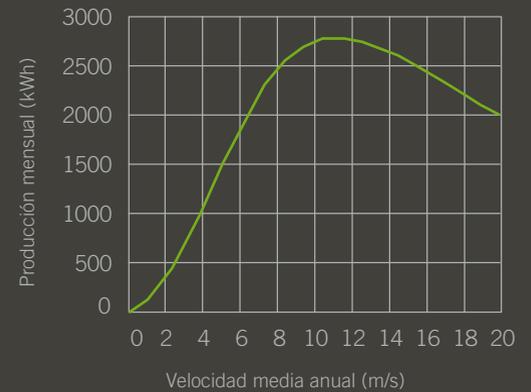


BORNAY 6000

Curva de potencia



Energía



➤ 24 25

Características técnicas

Número de hélices	3
Diámetro	4 mts
Material	Fibra de vidrio/carbono
Dirección de rotación	En sentido contrario a las agujas del reloj
Sistema de control	1. Regulador electrónico 2. Pasivo por inclinación

Características eléctricas

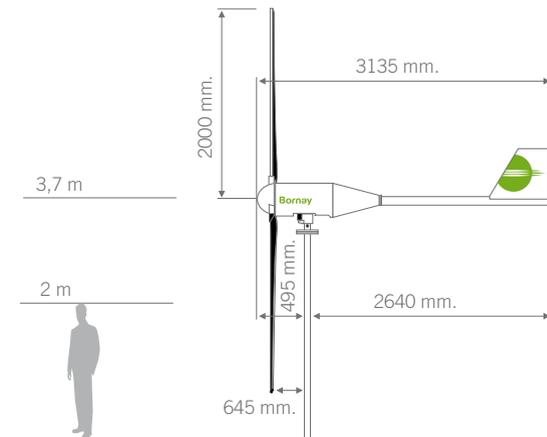
Alternador	Trifásico de imanes permanentes
Imanes	Neodimio
Potencia nominal	6000 w
Voltaje	48, 120 v
RPM	@ 600
Regulador	48 v 150 Amp 120v. Conexión red

Velocidad del viento

Para arranque	3,5 m/s
Para potencia nominal	12 m/s
Para frenado automático	14 m/s
Máxima velocidad del viento	60 m/s

Características físicas

Peso aerogenerador	107 kg
Peso regulador	18 kg
Embalaje	120 x 80 x 80 cm - 149 kg
Dimensiones - peso	260 x 40 x 15 cm - 22 kg
Total	0,91 m ³ - 171 Kgr
Garantía	3 años



Instalaciones típicas



Aplicaciones aisladas

Consumos	Cantidad	Potencia	Horas	Consumo diario
Alumbrado	8	13	2	208 Wh
Alumbrado	5	10	5	250 Wh
TV	1	250	4	1000 Wh
Video	1	150	1	150 Wh
Ordenador	1	180	4	720 Wh
Frigorífico	1	180	12	2160 Wh
Lavadora	1	750	1	750 Wh
Pequeños consumos	1	500	2	1000 Wh

Consumos

6238 Wh

Baterías

Tensión de batería	24 voltios
Días de autonomía	3 días
Capacidad batería	897 Ah - C100

Inversor

Voltaje de entrada	24 voltios	Cargador	Si
Voltaje de salida	220 voltios	Trifásico	No
Frecuencia	50 Hz	Senoidal	Pura
Potencia máxima	2164 W pico	Inversor	3000 W

Producción	Cantidad	Potencia	Isolación	Consumo diario
Paneles solares	10	100	4	4000 Wh

	Velocidad del viento	Potencia	Cantidad	Consumo diario
Bornay 1500 neo 24 v.	5	245	1	2695 Wh

Producción

6695 Wh



A Aerogenerador

Genera electricidad a partir de la fuerza del viento, tanto de día como de noche. Su potencia deberá ser acorde a las necesidades de consumo de la instalación.

B Batería

Almacena la energía generada por el aerogenerador y paneles solares, suministrándola posteriormente para su consumo. La autonomía mínima recomendada es de tres días.

Aplicaciones Aisladas

I Inversor

Trasforma la electricidad almacenada en forma de corriente continua, en electricidad apta para uso doméstico: corriente alterna a 220 V. puede incorporar un cargador de recarga de baterías en caso de disponer de una fuente externa de CA como un grupo electrógeno.

R Regulador

Controla la generación eléctrica del aerogenerador y paneles solares, y el estado de la batería. Previene la sobrecarga y descarga de las baterías.

Ps Paneles Solares

Generan electricidad a través de la radiación solar, su funcionamiento está limitado por tanto a las horas de sol. En combinación con el aerogenerador, garantizan una producción eléctrica estable durante todo el año. La cantidad de paneles y su potencia, depende de la demanda energética requerida.

Telecomunicaciones

➤ 30 31

A Aerogenerador

Genera electricidad a partir de la fuerza del viento, tanto de día como de noche. Su potencia deberá ser acorde a las necesidades de consumo de la instalación.

B Batería

Almacena la energía generada por el aerogenerador y paneles solares, suministrándola posteriormente para su consumo. La autonomía mínima recomendada es de tres días.

I Inversor

Trasforma la electricidad almacenada en forma de corriente continua, en electricidad apta para uso doméstico: corriente alterna a 220 V. puede incorporar un cargador de recarga de baterías en caso de disponer de una fuente externa de CA como un grupo electrógeno.

R Regulador

Controla la generación eléctrica del aerogenerador y paneles solares, y el estado de la batería. Previene la sobrecarga y descarga de las baterías.



Ps Paneles Solares

Generan electricidad a través de la radiación solar, su funcionamiento está limitado por tanto a las horas de sol. En combinación con el aerogenerador, garantizan una producción eléctrica estable durante todo el año. La cantidad de paneles y su potencia, depende de la demanda energética requerida.

Bombeo de agua

A Aerogenerador

Genera electricidad a partir de la fuerza del viento, tanto de día como de noche. Su potencia deberá ser acorde a las necesidades de consumo de la instalación.

B Batería

Almacena la energía generada por el aerogenerador y paneles solares, suministrándola posteriormente para su consumo. La autonomía mínima recomendada es de tres días.

I Inversor

Trasforma la electricidad almacenada en forma de corriente continua, en electricidad apta para uso doméstico: corriente alterna a 220 V. puede incorporar un cargador de recarga de baterías en caso de disponer de una fuente externa de CA como un grupo electrógeno.

Ba Bombeo de Agua

Bomba de agua sumergible alimentada a corriente alterna 220V, desde el inversor

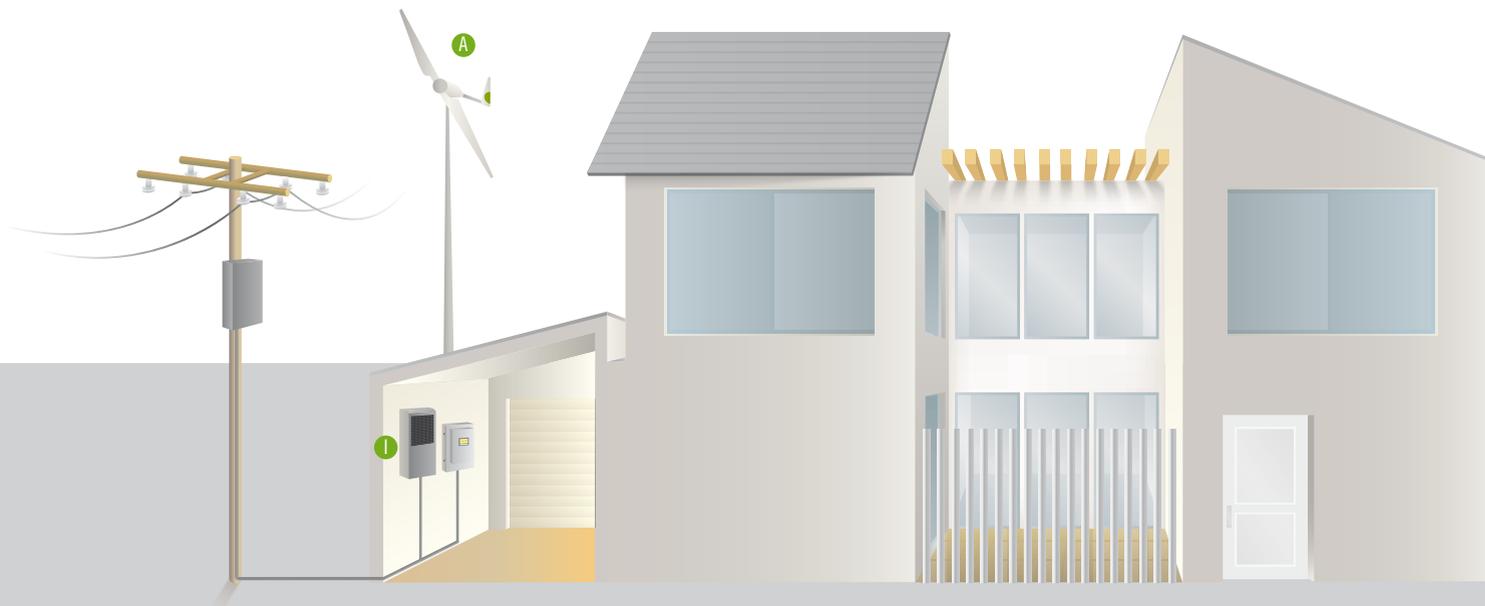
R Regulador

Controla la generación eléctrica del aerogenerador y paneles solares, y el estado de la batería. Previene la sobrecarga y descarga de las baterías.



Conexión a red

Bornay 



A Aerogenerador

Genera electricidad a partir de la fuerza del viento, tanto de día como de noche.

I Inversor

Sincroniza la energía generada por el aerogenerador y/o paneles con la red eléctrica y produce el vertido con la red eléctrica.

Nuestro riguroso control de calidad, avalado por la certificación ISO 9001:2008 unido a un control integral del proceso productivo garantizan la fiabilidad del Bornay. Así mismo, las instalaciones bioclimáticas y nuestra autosuficiencia energética optimizan los recursos energéticos de nuestras instalaciones,

Mapa de Calidad Humano.

donde se fabrican y distribuyen los aerogeneradores Bornay a cualquier punto del planeta en 24-48 horas.

Pero el verdadero engranaje de calidad de un Bornay son las personas. Un equipo profesional muy implicado, altamente comprometido, contribuye a consolidar la robustez de la máquina.

El cuidado de los detalles y la fabricación propia marcan la diferencia

Nunca llegas a la meta. Los retos se renuevan cada día. Uno ha de estar abierto a aprender y emprender toda su vida.

Juan Bornay

MATERIAS PRIMAS.



1

Las materias primas utilizadas en la fabricación de nuestros aerogeneradores han sido rigurosamente seleccionadas para garantizar la fiabilidad y durabilidad de la máquina. Acero inoxidable, bronce y fibra de carbono son algunos de los materiales empleados.

MECANICA.



2

En el área de Mecánica, se transforman las materias primas en semielaborados, trabajando sobre planos, controlando las tolerancias y calidad de acabados.

ELECTRICIDAD. COMPOSITES.



3

En el área de Electricidad, se elaboran los bobinados y cuadros de control, comprobando aislamiento y continuidad en alternadores y test de funcionalidad de los reguladores



4

Con la fabricación de las hélices mediante un proceso RTM se consigue unas hélices con una relación resistencia/peso única. Previo a ser destinadas al ensamblado debe llevarse a cabo un correcto catalizado.

Apunto la experiencia de muchos años, provocando que todas las piezas mecánicas y mecanizadas fabricados en Bonway, sean de total calidad y garantía.

*Ramón Cerdá.
En Bonway desde 1993*

TRANSMISION ELECTRICA.



5

Para la transmisión de la energía entre el aerogenerador y la torre, se utilizan 3 anillos rozantes sobre el eje de orientación y tres juegos de escobillas.

ENSAMBLAJE.



6

Partiendo de la giratoria, se ensambla el alternador, las hélices y el resto de elementos que conforman el aerogenerador.

COMPENSADO Y EQUILBRADO DE HELICES.



7

Con pesos y equilibrados similares, se compensan las hélices. Esto evita vibraciones y aumenta la vida útil del Bornay.

CONTROL FINAL.



8

Tras el ensamblaje, todos los elementos son revisados de nuevo: timón, carcasa, hélices, cono frontal, tornillería... Se comprueba la potencia real del alternador sobre banco.

ENTREGA.



9

El producto está en stock listo para entregar a sus respectivos clientes. a través de las agencias de transportes más fiables se garantizan entregas en 24-48 horas..

I+D+I.



10

Bornay es un ejemplo de innovación constante desde 1970, contando con personal técnico cualificado involucrado en la mejora, evolución y nuevos diseños de productos.

Es un privilegio trabajar en Bornay. Hay buen ambiente, compañerismo y buena relación con la dirección.

*Lucía Berbegal
En Bornay desde 2007*

La solidez del equipo humano es uno de los signos de calidad que distinguen un Bornay.

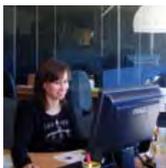
*Lino Bañuls
En Bornay desde 2001.*

La sede central de Bornay está en España (Europa). En Castalla, muy próxima al Mar Mediterráneo. Sus instalaciones disponen de un edificio bioclimático de 1.500 m² sobre una parcela de 6.500 m². La orientación al sur y la suma de energía minieólica y fotovoltaica facilita el

Edificio Bioclimático.

autoabastecimiento energético, así como un aprovechamiento óptimo de los recursos naturales.





Atención al Cliente y Calidad Total.

Bornay ofrece un soporte técnico y servicio personalizado a sus distribuidores e instaladores autorizados. Su certificación de calidad ISO 9001 es una garantía.



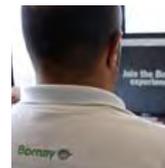
Responsabilidad Social.

A través de una intensa implicación con sus trabajadores y un máximo respeto por el entorno, Bornay es una empresa responsable socialmente.



Reconocimiento empresarial.

Bornay ha sido reconocida con el Premio Nova Medio Ambiente de la Generalitat Valenciana y el Premio Sol y Paz de la Fundación Terra, por su trayectoria empresarial



P.I. RIU, Cno. del Riu, s/n
03420 Castalla (Alicante) España

www.bornay.com
bornay@bornay.com

t. +34 965 560 025
f. +34 965 560 752

En Bornay me he dado cuenta que para muchas personas encender una bombilla es un imposible que nosotros hacemos factible. Y además colaboramos por un mundo mejor para nuestros hijos.
Juan Pedro. En Bornay desde 2006

Características técnicas

Número de hélices	2
Diametro	2 mts
Material	Fibra de vidrio/carbono
Dirección de rotación	En el sentido contrario a las agujas del reloj
Sistema de control	1. Regulador electrónico 2. Pasivo por inclinación

Características eléctricas

Alternator	Trifásico de imanes permanentes.
Imanes	Ferrita
Potencia Nominal	600 w
Voltaje	12, 24, 48 v
RPM	@ 1000
Regulador	12 v 60 Amp 24 v 30 Amp 48 v 15 Amp

Velocidad de viento

Para arranque	3,5 m/s
Para potencia nominal	11 m/s
Para frenado automático	13 m/s
Máxima velocidad del viento	60 m/s

Características físicas

Peso aerogenerador	38 kg
Peso regulador	7 kg
Embalaje	50 x 77 x 57 cm - 55 kg
Dimensiones - peso	104 x 27 x 7 cm - 4,7 kg
Total	0,22 m ³ - 59,7 Kgr
Garantía	3 años

BORNAY 600

BORNAY 1500

BORNAY 3000

BORNAY 6000

Número de hélices	2
Diametro	2,86 mts
Material	Fibra de vidrio/carbono
Dirección de rotación	En el sentido contrario a las agujas del reloj
Sistema de control	1. Regulador electrónico 2. Pasivo por inclinación

Alternator	Trifásico de imanes permanentes.
Imanes	Neodimio
Potencia Nominal	1500 w
Voltaje	24, 48, 120 v
RPM	@ 700
Regulador	24 v 80 Amp 48 v 40 Amp 120v. Conexión red

Para arranque	3,5 m/s
Para potencia nominal	12 m/s
Para frenado automático	14 m/s
Máxima velocidad del viento	60 m/s

Peso aerogenerador	41 kg
Peso regulador	8 kg
Embalaje	50 x 77 x 57 cm - 57 kg
Dimensiones - peso	153 x 27 x 7 cm - 6,8 kg
Total	0,23 m ³ - 61,8 Kgr
Garantía	3 años

Número de hélices	2
Diametro	4 mts
Material	Fibra de vidrio/carbono
Dirección de rotación	En el sentido contrario a las agujas del reloj
Sistema de control	1. Regulador electrónico 2. Pasivo por inclinación

Alternator	Trifásico de imanes permanentes.
Imanes	Neodimio
Potencia Nominal	3000 w
Voltaje	24, 48, 120 v
RPM	@ 500
Regulador	24 v 150 Amp 48 v 75 Amp 120v. Conexión red

Para arranque	3,5 m/s
Para potencia nominal	12 m/s
Para frenado automático	14 m/s
Máxima velocidad del viento	60 m/s

Peso aerogenerador	93 kg
Peso regulador	14 kg
Embalaje	120 x 80 x 80 cm - 135 kg
Dimensiones - peso	220 x 40 x 15 cm - 19 kg
Total	0,90 m ³ - 154 Kgr
Garantía	3 años

Número de hélices	3
Diametro	4 mts
Material	Fibra de vidrio/carbono
Dirección de rotación	En el sentido contrario a las agujas del reloj
Sistema de control	1. Regulador electrónico 2. Pasivo por inclinación

Alternator	Trifásico de imanes permanentes.
Imanes	Neodimio
Potencia Nominal	6000 w
Voltaje	48, 120 v
RPM	@ 600
Regulador	48 v 150 Amp 120v. Conexión red

Para arranque	3,5 m/s
Para potencia nominal	12 m/s
Para frenado automático	14 m/s
Máxima velocidad del viento	60 m/s

Peso aerogenerador	107 kg
Peso regulador	18 kg
Embalaje	120 x 80 x 80 cm - 149 kg
Dimensiones - peso	260 x 40 x 15 cm - 22 kg
Total	0,91 m ³ - 171 Kgr
Garantía	3 años

BORNAY 600



BORNAY 1500



BORNAY 3000



BORNAY 6000





En Movimiento
Desde 1970.

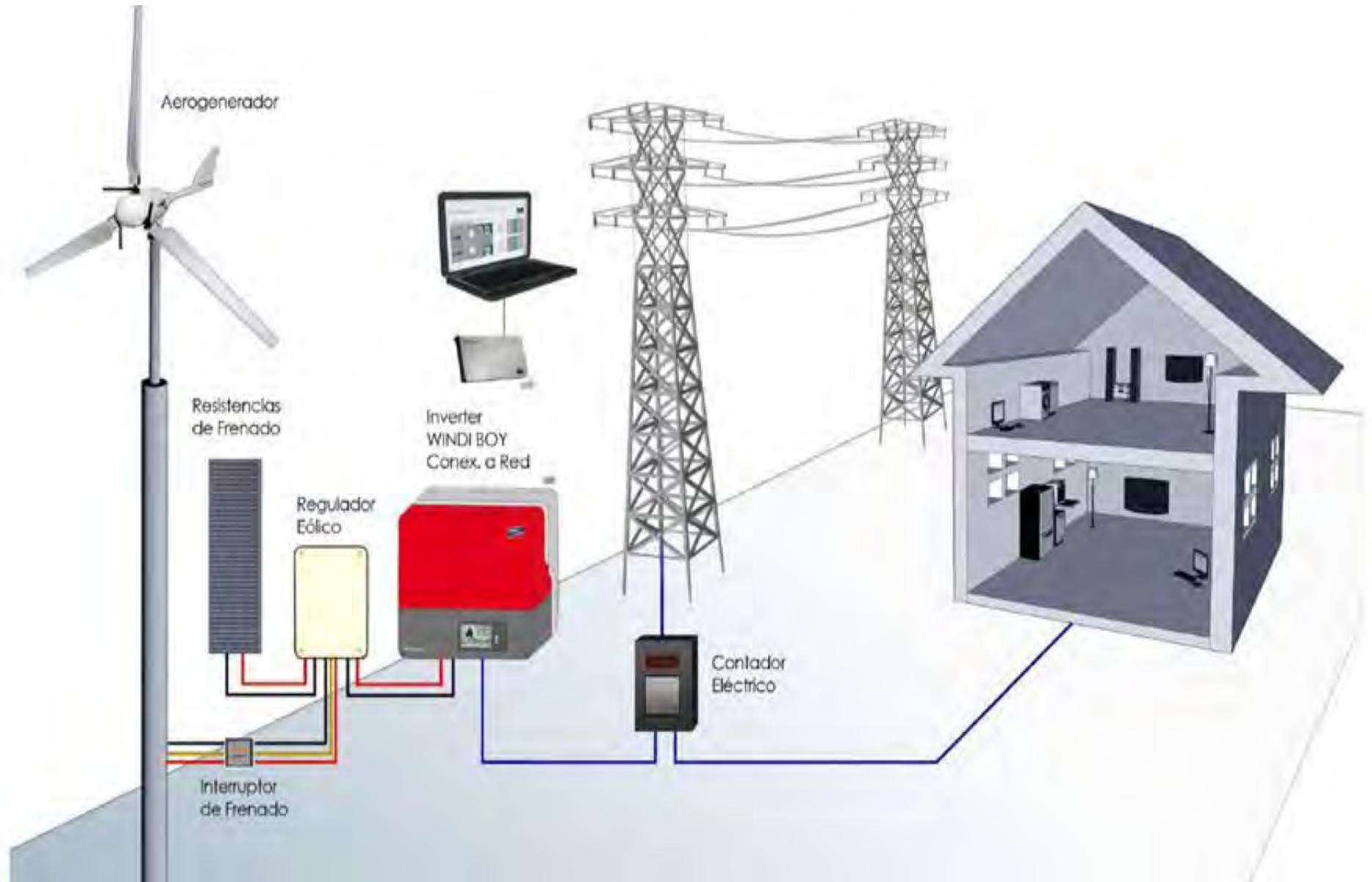
P. I. Riu, Camino del Riu, s/n
03420 Castalla (Alicante) España

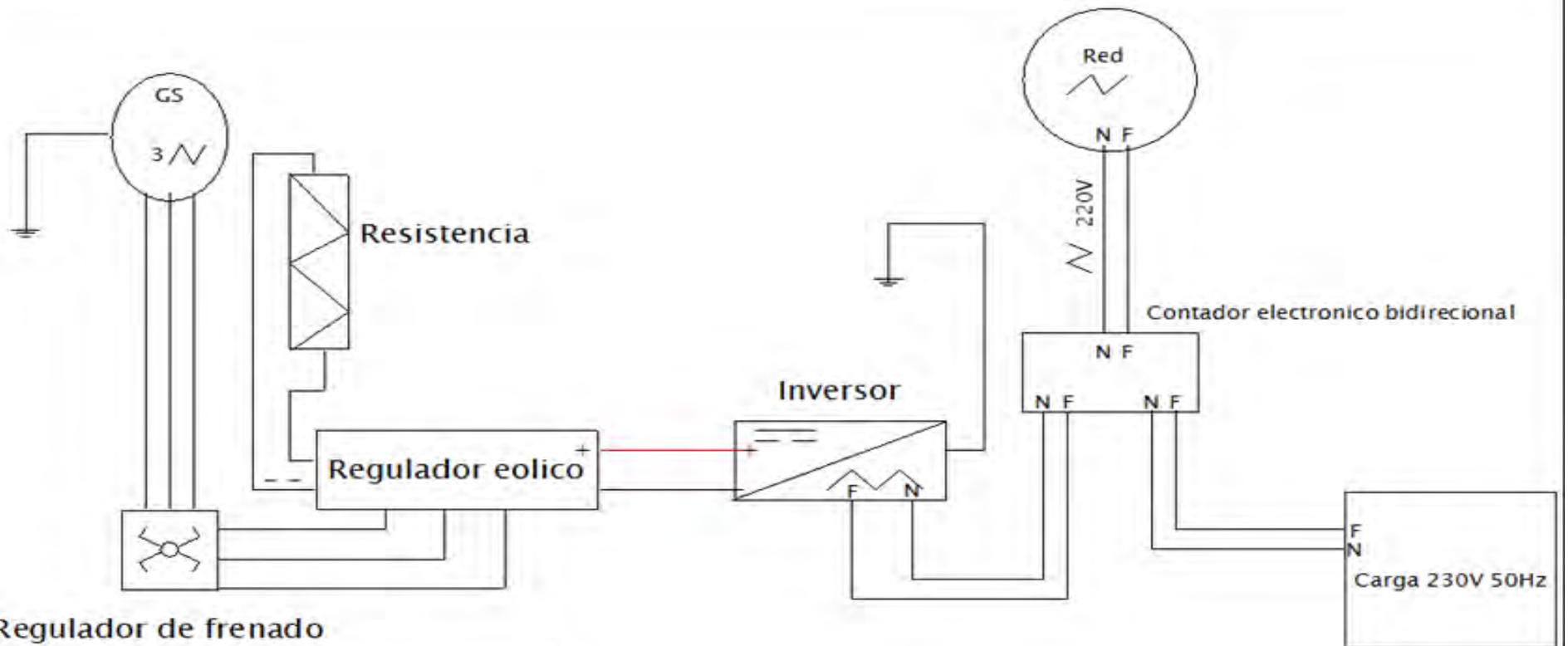
Tel. +34 / 965 560 025
Fax. +34 / 965 560 752

Email: bornay@bornay.com
www.bornay.com

Esquemas Eléctricos de la Instalación

Esquema de equipos

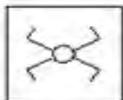




Regulador de frenado



230 V Salida 0- 500 V

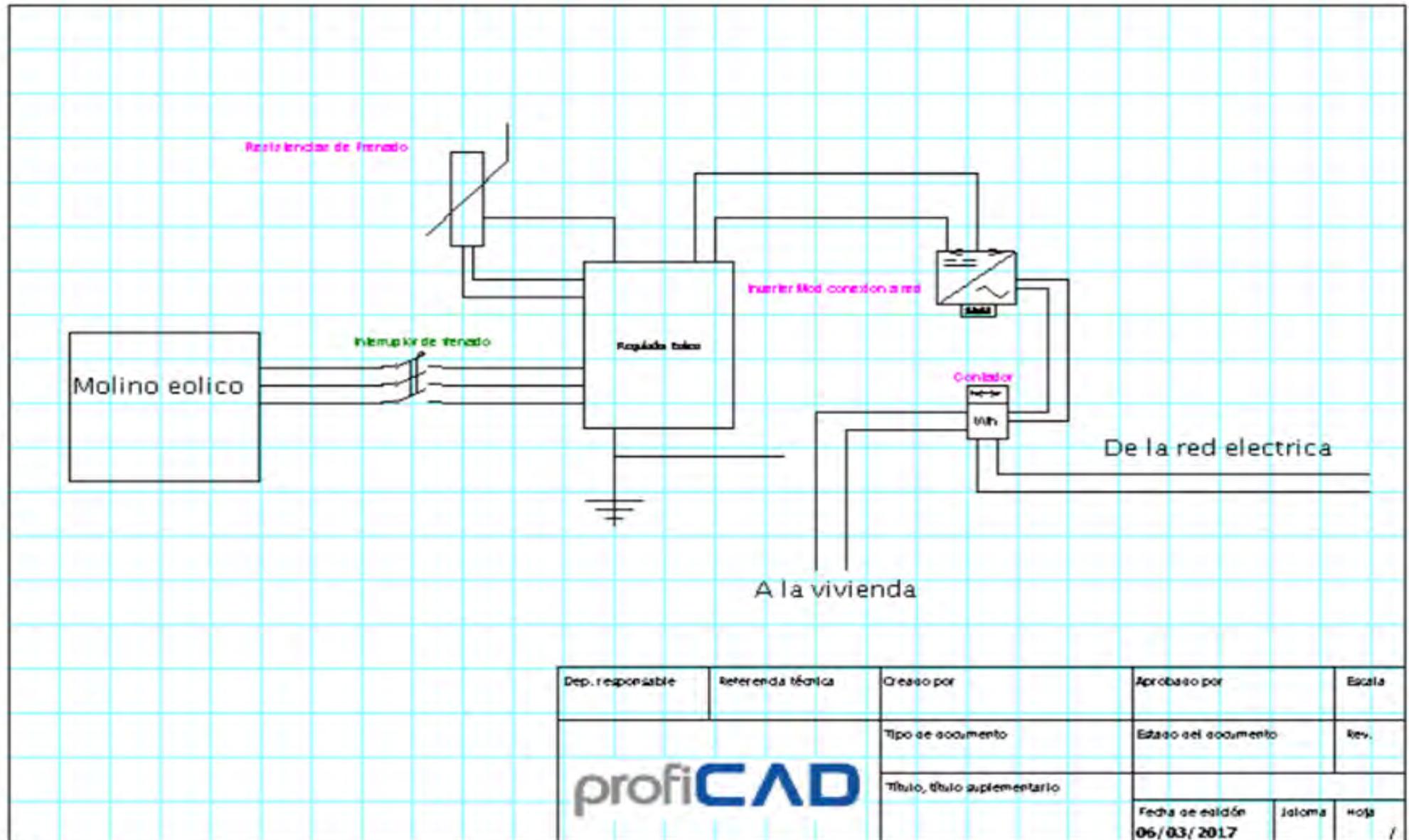


||| ON funcionamiento normal

||| OFF freno induccion

Dep. responsable	Referencia técnica	Creado por	Aprobado por		
		Tipo de documento Instalacion a Red	Estado del documento		Rev.
		Título, título suplementario Balance Neto	Fecha de edición 14/06/2015	Idioma	Hoja 1/1

Diagrama Multifilar



Aviso de responsabilidad

Este documento es el resultado del Trabajo Fin de Máster de un alumno, siendo su autor responsable de su contenido.

Se trata por tanto de un trabajo académico que puede contener errores detectados por el tribunal y que pueden no haber sido corregidos por el autor en la presente edición.

Debido a dicha orientación académica no debe hacerse un uso profesional de su contenido.

Este tipo de trabajos, junto con su defensa, pueden haber obtenido una nota que oscila entre 5 y 10 puntos, por lo que la calidad y el número de errores que puedan contener difieren en gran medida entre unos trabajos y otros, La Universidad de Cantabria, la Escuela Técnica Superior de Náutica, los miembros del Tribunal de Trabajos Fin de Máster así como el profesor/a director no son responsables del contenido último de este Trabajo