

Gamesa Eólica	FICHA TÉCNICA TECHNICAL FILE	IDENTIFICACIÓN GD005000	REV 00
		FECHA: 15/04/05	Pág 1 De 34
Título: FT Características y funcionamiento general del aerogenerador G8X 2.0 MW		Confidencialidad: 3	
Idioma: FT Characteristics and general operation of G8X 2.0 MW Wind-turbine		Doc VWS: AUTOMATIZACIÓN DGE (JRM/1 G) REVISIÓN TÉCNICA D CI FUMBRINXO/CI/25/03/05/NAV APROBACIÓN TÉCNICA	
<small> This document and all its contents are confidential and the information contained therein is the property of Gamesa Eólica S.A. It is acknowledged with prior notice that Gamesa Eólica S.A. has no legal responsibility for any use of the copies that are supplied to the Client and the client will be held with all the responsibility similar to that of Gamesa Eólica S.A. for any other purpose than that for which it is intended. It is also recognized that the client may be held by third parties for any use made in any third party. This document shall be subject to the usual legal conditions. </small>			

INDICE / INDEX

INDICE / INDEX.....	1
REGISTRO DE CAMBIOS/ RECORD OF CHANGES.....	3
1 DESCRIPCIÓN DEL AEROGENERADOR.....	4
1.1 Sistema de control.....	5
1.2 Certificados.....	6
1.3 Condiciones climáticas.....	7
1.4 Conexión con la red eléctrica.....	7
1.5 Restricciones generales.....	8
2 ELEMENTOS DEL AEROGENERADOR.....	9
2.1 Rotor.....	9
2.1.1 General.....	9
2.1.2 Púlos.....	10
2.1.3 Bujos.....	11
2.1.4 Cóno de la nariz.....	11
2.1.5 Rodamientos de pala.....	11
2.2 Sistema de cambio de peso.....	11
2.3 Lije principal.....	12
2.4 Bastidor.....	12
2.5 Carcasa.....	12
2.6 Medida de viento.....	13
2.7 Sistema de control.....	13
2.7.1 Disposición del sistema de control.....	13
2.7.2 Pantalla de control.....	14
2.7.3 Control del aerogenerador.....	14
2.8 Conexión de transformador, armario de control y celda.....	16
2.8.1 Alimentación del rotor del generador.....	16
2.8.2 Características de los cables del generador.....	16
2.8.3 Cables de fibra.....	16
2.8.4 Conexiones.....	16
2.9.1 Datos principales.....	17
3 PARÁMETROS DE DISEÑO.....	18
3.1 Condiciones del viento.....	18
3.2 Verificación de las condiciones de viento.....	19
4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	19
1 WIND-TURBINE DESCRIPTION.....	4
1.1 control system.....	5
1.2 Certificates.....	6
1.3 Climate conditions.....	7
1.4 Grid connection.....	7
1.5 General restrictions.....	8
2 WIND-TURBINE ELEMENTS.....	9
2.1 Rotor.....	9
2.1.1 General.....	9
2.1.2 Blades.....	10

▼ Gamesa Eólica		FICHA TÉCNICA TECHNICAL FILE		CÓDIGO	
				GPO05800	
				REV. 00	
		FECHA: 15/04/05		PÁG. De 2 34	
Titulo:	FT Características y funcionamiento general del aerogenerador GBX 2.0 MW				
Título:	FT Characteristics and general operation of GBX 2.0 MW Wind-turbine				
2.1.3	Hub	11			
2.1.4	Nose cone	11			
2.1.5	Blade bearings	11			
2.2	Pitch system	11			
2.3	Main shaft	12			
2.4	Main frame	12			
2.5	Nacelle cover	12			
2.6	Wind measurement	13			
2.7	Control system	13			
2.7.1	Layout of the controller	13			
2.7.2	Control touch terminal	14			
2.7.3	Wind-turbine control	14			
2.8	Communication of transformer, control system and medium voltage switch gear	16			
2.8.1	Generator rotor supply	16			
2.8.2	Generator cables characteristics	16			
2.8.3	Optical fibre	16			
2.9	Foundations	16			
2.9.1	Main data	17			
3	DESIGN PARAMETERS	18			
3.1	Wind conditions	18			
3.2	Wind condition assessment	19			
4	TECHNICAL SPECIFICATIONS	20			
4.1	Cone / Nose cone	20			
4.2	Rotor / Rotor	20			
4.3	Palas / Blades	21			
4.4	Rotamiento de pala / Blade bearing	22			
4.5	Carcasa / Nacelle cover	22			
4.6	Bujo de pala / Rotor hub	22			
4.7	Eje Principal / Main shaft	22			
4.8	Soporte del eje / Main shaft support	23			
4.9	Rotamiento del eje / Main shaft bearing	23			
4.9.1	Rotamiento delantero del eje principal / Front main shaft bearing	23			
4.9.2	Rotamiento trasero del eje principal / Rear main shaft bearing	23			
4.10	Bastidor delantero / Front main frame	24			
4.11	Sistema de giro / Yaw system	24			
4.12	Mecanismo de giro Mecanodistintos / Yaw gears	24			
4.13	Torre / tower	25			
4.14	Multiplicadora / Gearbox	27			
Tipo		28			
4.15	Acoplamiento Eje de Alto / High Speed Shaft Coupling	28			
Eje principal		28			
4.16	Generador con Convertidor / Generator with Converter	28			
Tipo		28			
Tipo		29			
4.17	Freno de aparcamiento / Parking brake	29			
4.18	Grupo hidráulico / Hydraulic unit	29			
4.19	Sensores de viento / Wind sensors	30			
4.20	Unidad de control / Control unit	30			
Programing language		31			
4.21	Celda de media Tensión / Medium voltage switch gear	32			
Tipo		32			
Servicio		32			
Instalación		32			
Nº de líneas		32			
Nº embrazados		32			

 Gamesa Eólica	FICHA TÉCNICA TECHNICAL FILE	CÓDIGO	M Y DD
		GB005900 FECHA: 15/04/05	Pág. 3 De 34
Título: FT Características y funcionamiento general del aerogenerador GBX 2.0 MW Title: FT Characteristics and general operation of GBX 2.0 MW Wind-turbine			

Tensión nominal asignada	32
Tensión (al servicio)	32
Frecuencia nominal	32
Intensidad nominal	32
Función de protección (P)	32
Función de conexión a red (L)	32
Nivel de aislamiento	32
A tierra, entre polos y entre bornas (frecuencia industrial / tipo rayo)	32
Intensidad de cortocircuito	32
Admisible de corta duración (1 s)	32
Nominal corto	32
Resistencia arcos internos	32
Intensidad	32
Voltaje	32
Dimensiones (aprox.) (*)	32
Peso (aprox.) (*)	32
4.22 Transformador / Transformer	33
4.23 Pesos / Weights	34
PESO NAUCELLE / NAUCELLE WEIGHT	34

REGISTRO DE CAMBIOS/ RECORD OF CHANGES

Rev.	Fecha/ Date	Autor/ Author	Descripción	Description
0	15/04/05	DGF/JR/MLO	versión inicial	Initial Version

	FICHA TÉCNICA TECHNICAL FILE	CÓDIGO	REV. 00
		G0005000 FECHA 15/04/05	Pág. De 4 34
Título FT Características y funcionamiento general del aerogenerador GBX 2.0 MW			
Título FT Characteristics and general operation of GBX 2.0 MW Wind-turbine			

1 DESCRIPCIÓN DEL AEROGENERADOR

El aerogenerador GBX 2.0 MW de Gamesa Eólica es un aerogenerador de rotor tripala o barboviento, regulado por sistema de cambio de paso y con sistema de orientación activo. Utiliza el sistema de control capaz de adaptar al aerogenerador para operar en grandes intervalos de velocidad de rotor.

El rotor consiste en tres palas con cambio de paso en la envergadura completa de la pala, rodamiento de pala y buja en fundición nodular. Los diámetros posibles de rotor son los siguientes: 80m, 83m, 87m y 90m.

Las palas son de 39m (GB0 y GB3 extendido metálico), 40,5m (GB3), 42,5m (GB7) y 44m (GB0) de longitud y están realizadas en fibra de vidrio y carbono (en el caso de GB7 y GB0) utilizando tecnología prepreg. Cada pala consiste de dos conchas pegadas a una viga soporte principal. Insertos especiales de acero conectan la pala al rodamiento de la misma. El rodamiento de la pala es de bolas de 4 – puntos, atornillado al buje.

El sistema de cambio de paso del rotor proporciona una regulación constante del ángulo de operación de la pala con respecto a las condiciones de viento del momento optimizando la producción de potencia y minimizando la emisión de ruido.

A altas velocidades de viento, el sistema de control y el sistema de cambio de paso mantienen la potencia en su valor nominal, independientemente de la temperatura del aire y su densidad. En vientos de velocidades bajas el sistema de cambio de paso variable y de control optimizan la producción de energía seleccionando la combinación óptima de revoluciones y ángulo de paso.

El eje principal transmite la potencia al generador a través de la multiplicadora. La multiplicadora se compone de 3 etapas combinadas: una planetaria y dos de ejes helicoidales paralelos. Desde la multiplicadora la potencia se transmite al generador a través de una junta de compuesto.

El generador eléctrico es altamente eficiente, de 4 polos, debilmente atornillado con rotor estator y anillos rozantes.

El freno primario del aerogenerador es accionado por punta en bandera de las palas. El sistema de cambio de paso independiente proporciona un sistema de seguridad con triple redundancia. El

1 WIND-TURBINE DESCRIPTION

The Gamesa Eólica's GBX 2.0 MW wind-turbine is a three bladed, upwind, pitch regulated and active yaw wind-turbine. It uses the control system concept that enables the wind turbine to operate in a broad range of variation of rotor speed.

The rotor has three-blades with full span control, pitch bearings and the nodular cast iron hub. The possible diameters of the rotor are the following: 80m, 83m, 87m and 90m.

The blades are 39 m length (GB0 and GB3 with metalic extend), 40,5m (GB3), 42,5m (GB7) and 44m (GB0) and are made of glass fibre reinforced epoxy and also Carbon in GB7 and GB0, using the prepreg moulding technology. Each blade consists of two blade shells, bonded to a supporting beam. Special steel inserts connect the blade to the blade bearing. This bearing is a 4 – point ball type bolted to the hub.


The rotor pitch is variable. This feature provides fine adjustment of the blade-operating angle all the time with respect to the wind conditions each moment. This provides a higher power production and a noise emission reduction.

At high wind speeds the control system and the pitch system keep the power output at its nominal value, independently of air temperature and air density. At lower wind speeds the variable pitch system and the control system maximize the power output by choosing the combination of rotor speed and pitch angle which give maximum power coefficient.

The main shaft transmits the power to the generator through the gearbox. The gearbox is a 3-combined-stages, one planetary and two helical parallel shafts, gearbox. From it the power is transmitted via a composite coupling to the generator.

The generator is a high efficiency 4 – pole doubly fed generator with wound rotor and slip rings.

The wind-turbine primary brake is given by full feathering the blades. The individual pitch system gives a triple redundant safety system. The mechanical brake is a parking disc brake system.

	FICHA TÉCNICA TECHNICAL FILE	CÓDIGO GD005900	REV 00
		FECHA 15/04/05	PÁG. De 5 De 34
Título FT Características y funcionamiento general del aerogenerador G8X 2.0 MW Titulo FT Characteristics and general operation of G8X 2.0 MW Wind-turbine			

frano mecánico de aparcamiento es un freno de disco, hidráulicamente activado que se sitúa en la salida del eje de alta velocidad de la multiplicadora.

Todas las funciones del aerogenerador son monitorizadas y controladas por varias unidades de control basadas en microprocesadores. El sistema de control va instalado en la góndola. El automático que gobierna dicho sistema puede estar colocado en la góndola o en la base de la torre. Las variaciones del ángulo de paso de la pala son activadas por un sistema hidráulico que deja que la pala rote 95°. Este sistema hidráulico también proporcionalmente presiona al sistema de frenado mecánico y al sistema de orientación de la nacella.

El sistema de orientación consiste en cuatro motores operados eléctricamente y controlados por el sistema de control del aerogenerador de acuerdo a la información recibida de los dos sensores ultrasónicos colocados en la parte superior de la góndola. El motor del sistema de orientación hace girar los pinones del sistema de giro, los cuales engranan con los dientes de la corona de orientación montada en la parte superior de la torre. El bastidor con los motorreductores puede girar respecto a la corona de orientación en la torre mediante un conjunto de fricción, el cual posee dispositivos hidráulicos y mecánicos para prevenir par de rotación.

La cubierta de la góndola es de fibra de vidrio con poliéster, la cual protege todos los componentes de la góndola frente a lluvia, nieve, polvo, rayos solares, etc. El acceso a la góndola desde la torre se realiza a través de la abertura central. La góndola contiene en su interior una grúa de servicio de 800 kg, que puede ser ampliada para elevar los componentes principales hasta 6400kg (8000kg para carga de prueba).

La torre del aerogenerador es tubular y de acero y se suministra pintada con pintura de protección especial anti-corrosión. Gamesa Eólica ofrece un ascensor opcional.

1.1 SISTEMA DE CONTROL

El sistema de control asegura que las rpm y el par motor del aerogenerador siempre suministren una potencia eléctrica estable a la red. Este sistema de control además suministra la energía con un factor de potencia deseado a la red eléctrica.

El sistema de control consiste en un generador

hydraulically activated and mounted on the gearbox high-speed shaft.

All functions of the wind turbine are monitored and controlled by several microprocessor based control units. The controller system is placed in the nacelle. The programmable logic controller (PLC) could be placed in the nacelle or in the ground. Blade pitch angle variation is regulated by a hydraulic system actuator which enables the blade to rotate 95°. This system also supplies pressure to the brake system.

The yaw system consists of four gears electrically operated and controlled by the wind turbine controller based on information received from the sonic sensors mounted on top of the nacelle. The yaw gears rotate the yaw pinions, which mesh with a large toothed yaw ring mounted on the top of the tower. The yaw bearing is a plain bearing system with hydraulic and mechanical devices to provide rotation torque.

The nacelle cover is made of glass fibre reinforced polyester and protects all the components inside against rain, snow, dust, sun, etc. Access to the nacelle from the tower is through a central opening. The nacelle houses the internal 800 kg service crane, which can be enlarged to hoist the main components up to 6400kg (8000 kg for test loads).

The steel tubular tower is delivered painted. Gamesa Eólica S. A. offers a service lift in the tubular tower.

1.1 CONTROL SYSTEM

The control system ensures that both the rotor speed and the drive torque of the wind turbine always transform into a steady and stable electric power eventually injected into the grid. This control system also obtains an optimum power factor to the grid.

The control system consists of an effective

	FIGHA TÉCNICA TECHNICAL FILE	Código GD005099	Ed. y OD Pág. 136 U. 34
		Fecha: 15/04/05	
Título: FI Características y funcionamiento general del aerogenerador GBX 2.0 MW Título: FT Characteristics and general operation of GBX 2.0 MW Wind-turbine			

asíncrono de rotor devanado, anillos rozantes, dos convertidores de 4 cuadrantes de tecnología IGBT, contactores y protección eléctrica. Debido a la forma de funcionamiento que tiene el generador y como se controla, desde la red (es decir, desde el exterior) éste es visto como un generador síncrono.

El generador está protegido frente a corto-circuitos y sobrecargas. La temperatura es también continuamente monitorizada mediante PT100 en puntos del estator, de rodamientos y de anillo de anillos.

El generador con sistema de control es un generador asíncrono especial al cual es capaz de trabajar con velocidad variable y mantener la potencia constante simultáneamente. Esta mejora es ejecutada por control de las intensidades en el rotor. Por medio del control de las corrientes en el rotor, el factor potencia se puede ver como un parámetro definible por el sistema de control. Como resultado las pérdidas en la red eléctrica disminuyen.

Otro resultado de la generación síncrona que caracteriza al sistema de control es la "suave" conexión a la red eléctrica. Por lo tanto, conexiones y desconexiones suaves a la red eléctrica se obtienen fácilmente.

La turbina GBX 2.0 MW es capaz de operar a una velocidad variable entre 900 a 1000 rpm (dependiendo de la electrónica de potencia) y 1000 rpm para 50Hz y entre 1080 a 1200 rpm (dependiendo de la electrónica de potencia) y 2280 rpm para 60Hz. El sistema de control tiene flexibilidad intrínseca respecto a optimización de energía, mínimo ruido durante el funcionamiento y reducción de cargas en la multiplicadora y en otros componentes.

1.2 CERTIFICADOS

El diseño del aerogenerador GBX 2.0 MW ha sido realizado de acuerdo con la norma IEC 61400 - 1, Ed. 2 para Clases IA (60m, 67m y 78m) y IIA (60m, 67m, 78m y 100m) y de acuerdo a la norma DIBI (para Alemania) para zonas de viento II (60m, 67m, 78m y 100m) y III (60m, 67m y 78m). Asimismo para las clases IA y IIA se dispone de los Certificados de Tipo.

El diseño del aerogenerador GBX 2.0 MW está certificado de acuerdo con la norma IEC 61400 - 1, Ed. 2 como Clase IIA (67m y 78m). En estos días Gamesa está trabajando para conseguir el

asynchronous generator with wound rotor, slip rings, two 4 quadrant converters with IGBT switches, contactors and protection. Because the way the generator is controlled it is seen from the grid (i.e., from the stator) as a synchronous generator.

The generator is protected against short-circuits and overloading. The temperatures are also continuously monitored by PT100's in stator hot-spot points, bearings and in slip ring unit.

The generator in the control system is a special asynchronous generator which is able to run with variable speed and simultaneously keep the power constant. This feature is achieved by control of the rotor currents. By means of controlling of the these currents, the power factor can be viewed as a configurable parameter of the control system. As a result the losses in the electrical grid decrease.

Another result of the synchronous generation that characterizes the control system is the 'soft' connection to the grid which means a smooth connection/disconnection to grid.

Wind turbine GBX - 2.0 MW operates with a variable speed range of 900 or 1000 (depending on the power electronics) and 1000 rpm for 50Hz and 1080 or 1200 (depending on the power electronics) and 2280 rpm for 60Hz. The control system has built in flexibility regarding energy optimization, low noise during operation and reduction in loads on gearbox and other components.

1.2 CERTIFICATES

The GBX 2.0 MW wind turbine's design has been certified according to the IEC 61400 - 1, Ed. 2 Standard as Class IA (60m, 67m and 78m) and IIA (60m, 67m, 78m and 100m) and according to DIBI Rules (for Germany) for Wind zone II (60m, 67m, 78m and 100m) and wind zone III (60m, 67m and 78m). As well as these certifications for the Classes IA and IIA it is available the Type Certificate.

The GBX 2.0 MW wind turbine's design has been certified according to the IEC 61400 - 1, Ed. 2 Standard as Class IIA (67m and 78m). In these days Gamesa is working on the Type Certificate.

Gamesa Eólica	FICHA TÉCNICA TECHNICAL FILE	CÓDIGO	# y 00
		GD005900	
Título: FT Características y funcionamiento general del aerogenerador GBX 2.0 MW		FECHA	Paq. Hoj.
Title: FT Characteristics and general operation of GBX 2.0 MW Wind-turbine		15/04/05	7 34

certificado Tipo

El diseño del aerogenerador GBX 2.0 MW está certificado de acuerdo con la norma IEC 61400 - 1, Ed. 2 como Clase IIIA (67m y 78m) y de acuerdo a la norma DIN (para Alemania) para zonas de viento II (67m y 78m). En estos días Gamesa está trabajando para conseguir el certificado Tipo.

El diseño del aerogenerador G90 2.0 MW se encuentra en proceso de certificación de acuerdo con la norma IEC 61400 - 1, Ed. 2 como Clase IIIA (67m y 78m) y DIN VZ II (67m y 78m).

1.3 CONDICIONES CLIMÁTICAS

El aerogenerador está diseñado para temperaturas ambiente exteriores entre -20° C y +30° C. Bajo petición expresa del cliente, se suministrarán aerogeneradores en versiones de alta y baja temperatura.

Version Alta Temperaturas.

El rango de funcionamiento de la versión de alta temperatura es de -20°+40°

Version Bajas Temperaturas.

- El aerogenerador está diseñado para funcionar a temperaturas ambiente entre -30° C y +30°C, siendo el límite inferior de -40° C en condiciones de máquina parada. En condiciones de arranque en frío tras parada prolongada el límite inferior es de -25° C.

El aerogenerador se puede colocar en parques con una distancia de al menos 5 diámetros de rotor (400m - 450m) entre aerogeneradores en la dirección predominante del viento. Si los aerogeneradores se sitúan en fila, perpendicularmente a la dirección predominante del viento, la distancia entre los mínimos deberá ser de al menos 3 diámetros de rotor (240m - 270m).

La humedad relativa puede ser de 100% (máximo al 10% del tiempo). Se proporciona protección contra corrosión conforme a ISO 12944-2 para corrosión de tipo C3-M (fuera), C4-H dentro del buje y C3-H dentro de la Nacelle. A petición del cliente se puede suministrar una máquina para ambientes corrosivos, en cuyo caso se dispone de protección C4-H también en los elementos no calientes del interior de la Nacelle.

1.4 CONEXIÓN CON LA RED ELÉCTRICA

El aerogenerador debe conectarse a una red de media tensión a 10-33 kV. El aerogenerador

The GBX 2.0 MW wind turbine's design has been certified according to the IEC 61400 - 1, Ed. 2 Standard as Class IIIA (67m and 78m) and according to DIN Rotax (for Germany) for Wind zone II (67m and 78m). In these days Gamesa is working on the Type Certificate.

The design assessment of the G90 2.0 MW wind turbine is currently being carried out according to the IEC 61400 - 1, Ed. 2, Standard as Class IIIA (67m and 78m) and DIN VZ II (67m and 78m).

1.3 CLIMATIC CONDITIONS

The wind turbine is designed for ambient temperatures ranging from -20° C to +30° C. Under explicit request of the customer, the wind turbine can be supplied in High and Low temperature versions.

High Temperature Version.

The operating task of the High Temperature version increases temperature to -20°+40°

Low Temperature Version.

- The wind turbine is designed for operating at ambient temperatures ranging from -30° C to +30° C, with this range extended until -40° C with the machine stopped. If the operation of the machine starts after being stopped during long time at low temperatures, this lower temperature limit is -25° C.

The wind turbines should be placed in wind farms with a distance of at least 5 rotor diameters (400 m - 450m) between each other measured along the predominant wind direction. If wind turbines are placed along a row, perpendicularly to the predominant wind direction, the distance between them should be of at least 3 rotor diameters (240m - 270m).

The relative humidity can be 100 % (10% of time maximum). Corrosion protection for corrosion class C3-M (outside), C4-H inside the hub and C3-H inside the Nacelle according to ISO 12944-2 are provided. Under request of the customer a corrosive ambient version can be supplied, this machine has a C4-H corrosion class also on the non hot components inside the Nacelle.

1.4 GRID CONNECTION

The wind turbine must be connected to medium voltage grid at 10-33 kV. The standard wind turbine

	FICHA TÉCNICA TECHNICAL FILE	C.031111 00005900	REV 00
		11.0111 16/04/05	P03 D0 R 14
Título: FY Características y funcionamiento general del aerogenerador GBX 2.0 MW Título: FT Characteristics and general operation of GBX 2.0 MW Wind-turbine			

estróndar se conecta a una red de 20 kV, otros niveles de tensión dentro del intervalo indicado pueden ser desarrollados a petición del cliente. El voltaje máximo del equipamiento es 36 kV (Um). La conexión del cable de media tensión se realiza en la parte inferior de la torre.

El transformador de la turbina debe estar ajustado a la tensión de la red eléctrica. Al realizar el pedido, Gamesa Eólica necesitará información precisa sobre la tensión de la red para elegir la tensión nominal del transformador y el tipo de conexión del devanado. Gamesa Eólica ofrece como opción la solda de conexión.

El aerogenerador puede generar energía reactiva. No obstante, en algunas ocasiones, el aerogenerador limitará la potencia reactiva para preservar su funcionamiento.

El voltaje de la red de media tensión estará dentro del intervalo $\pm 5\%$. Variaciones entre $\pm 1/3$ Hz (50 Hz) son aceptables. Intermitentes o rápidas fluctuaciones de la frecuencia de la red eléctrica pueden causar serios problemas al aerogenerador.

Cortes de la red eléctrica solamente deberán ocurrir una vez por semana como promedio durante la vida del aerogenerador.

Debe existir una conexión de tierra de máx. 10 Ω .

El sistema de tierra se deberá acomodar a las condiciones del terreno. La resistencia al neutro de la conexión a tierra deberá ser conforme a los requisitos de las autoridades locales.

1.5 RESTRICCIONES GENERALES

Durante los periodos de vientos bajos, es de esperar un aumento del consumo de potencia para el calentamiento y la deshumidificación de la góndola.

Respecto a la acumulación de fuertes helos, es de esperar interrupciones en la operación. En algunas combinaciones de vientos altos, altas temperaturas, temperatura baja del viento, baja densidad y/o bajo voltaje, puede ocurrir una disminución de la potencia nominal para asegurar que las condiciones térmicas de algunos componentes principales como la multiplicadora, generador, transformador, cables de potencia, etc. se mantengan dentro de los límites.

Generalmente se recomienda que el voltaje de red

is connected to a 20 kV grid, other voltage levels inside the indicated range can be developed when asked by the customer. The maximum voltage of the equipment is 36 kV (Um). The MV-cable connection is made in the bottom of the tower.

The transformer in the turbine must be adjusted to the grid voltage. When ordering GAMESA EOLICA S.A. will need precise information about grid voltage, as to choose the transformer's nominal voltage as well as the type of winding connection. GAMESA EOLICA S.A. offers the switch gear as an option.

The wind-turbine may generate reactive. Nevertheless, in some occasions, the wind-turbine will limit the reactive power so as to preserve its operation.

The voltage of the medium voltage grid shall be within the range $\pm 5\%$. Variations within $\pm 1/3$ Hz (50 Hz) are acceptable. Intermittent or rapid grid frequency fluctuations may cause serious damage to the turbine.

Grid dropouts must, as an average over the entire lifetime of the wind-turbine, only take place once a week.

A ground connection of maximum 10 Ω must be present.

The earthing system must be accommodated to local soil conditions. The resistance to neutral earth must be according to the requirements of the local authorities.

1.5 GENERAL RESERVATIONS

During periods of low wind, an increased own consumption of power for heating and dehumidification of the nacelle must be expected.

Regarding heavy icing up, interruptions in operation may be expected. In certain combinations of high wind speeds, high temperature, low air temperature, low air density and/or low voltage, power derating may happen to ensure that the thermal conditions of the main components such as gearbox, generator, transformer, power cables, etc. are kept within limits.

It is generally recommended that the grid voltage is

Camesa Eólica	FICHA TÉCNICA TECHNICAL FILE	CÓDIGO GD005900	Ed. v. 00
		FECHA 15/04/05	Pág. De 9 34
Título: FT Características y funcionamiento general del aerogenerador GBX 2.0 MW Title: FT Characteristics and general operation of GBX 2.0 MW Wind-turbine			

eléctrica se mantenga tan cerca del nominal como sea posible. En caso de caída de la red eléctrica y muy bajas temperaturas, se debe esperar un cierto tiempo para el calentamiento antes de que el aerogenerador comience a operar.

Si el terreno, dentro de un radio de 100 m a partir de un aerogenerador, tiene una pendiente de más de 10°, podrían ser necesarias consideraciones particulares.

Si el aerogenerador se sitúa a más de 1000 m sobre el nivel del mar, podría ocurrir una subida de temperatura mayor de lo normal en el generador, el transformador y otros componentes eléctricos. En dicho caso, podría suceder una reducción periódica de la potencia nominal, incluso si la temperatura ambiente está dentro de los límites especificados. Además en los emplazamientos situados a más de 1000 m sobre el nivel del mar el riesgo de congelación se verá aumentado.

Debido a los cambios y actualizaciones de nuestros productos, Camesa Eólica S.A. se reserva el derecho a cambiar las especificaciones.

2 ELEMENTOS DEL AERÓGENERADOR

La Figura 1 muestra la disposición de los diferentes elementos en la góndola del aerogenerador GBX 2.0 MW.



Figura 1 Vista lateral de la del aerogenerador GBX 2.0 MW.

2.1 ROTOR

2.1.1 General

El rotor del aerogenerador GBX-2.0 MW es un rotor de tres palas unidas a un buje acéfalo mediante los mecanismos de pala. El rotor está dotado de un ángulo de conicidad de 2°, que aleja la punta de las palas de la torre.

as close to nominal as possible. In case of grid dropout and very low temperatures, a certain time for heating must be expected before the wind turbine can start to operate.

If the terrain within a 100 m radius of the turbine has a slope of more than 10°, particular considerations may be necessary.

If the wind turbine is placed in more than 1000 m above the sea level, a higher temperature rise than usual might occur in the generator, transformer and other electrical components. In this case a periodic reduction of rated power might occur, even if the ambient temperature is within the specified limits. Furthermore, also at sites in more than 1000 m above sea level, there will be an increased risk of icing up.

Due to continuous updating of our products, Camesa Eólica S.A. reserves the right to change those specifications.

2 WIND-TURBINE ELEMENTS

Figure 1 shows the location of the different elements in the nacelle of the GBX 2.0 MW wind-turbine.



Figure 1 Side view of GBX-2.0 MW wind-turbine.

2.1 ROTOR

2.1.1 General

The rotor of GBX-2.0 MW consists of three blades attached to a cast iron hub through the blade bearings and the pitch regulation system. The blade coning is 2° so that, the blade tip is kept away from the tower.

	FICHA TÉCNICA TECHNICAL FILE	CÓDIGO GD005900	REV. 00
		FECHA: 15/04/05	Pág. De 10 34
Título IT Características y funcionamiento general del aerogenerador GBX 2.0 MW Título: FT Characteristics and general operation of GBX 2.0 MW Wind-turbine			

2.1.7 Palas

Las palas del aerogenerador GBX 2.0 MW tienen un sistema conductor de rayos que recoge las descargas eléctricas mediante receptores y las transmite, vía un cable de cobre que recorre la pala longitudinalmente hasta la raíz y que se transmite a la nacella. La distancia de la raíz de las palas hasta el centro del buje es de 1 m.

Las palas del aerogenerador GBX-2.0 MW están fabricadas en material compuesto, con resina epoxy y fibra de vidrio. En su fabricación se emplea la tecnología de los prepregados ("prepreg"), que permiten controlar de un modo muy preciso el volumen de fibra del material y, con él, las propiedades mecánicas de las palas. En el caso de GB7 y GB9 se ha optimizado el diseño mediante la utilización de un sistema híbrido (vidrio + carbono) en la viga. El método de fabricación de la viga es manual y por Tape Winding hasta ser automatizado en su totalidad, en GB7 y GB9, mediante la técnica de Tape Placement y Tape Winding. Esto repercute en la reproducibilidad de sus características mecánicas y por tanto aumenta la calidad respecto a otras tecnologías.

La estructura de las palas del aerogenerador GBX-2.0 MW está formada por un larguero interior alrededor del cual va pegado el revestimiento, formada por dos envueltas fabricadas por separado. La misión del larguero es aportar resistencia estructural al conjunto, resistir las cargas propias de la pala y transmitir esfuerzos al buje.

El revestimiento tiene la forma aerodinámica adecuada para convertir la energía cinética del viento en par motor para la generación de electricidad.

El larguero es en sí mismo una viga de sección tubular cerrada con una geometría adaptada a la forma aerodinámica de los perfiles de la pala. El revestimiento es una estructura sandwich con núcleo de PVC y laminadas de fibra de vidrio en resina epoxy.

Es en el larguero de GB7 y GB9 donde se introduce fibra de carbono. Esto provoca un aumento de rigidez y una disminución de peso respecto a las palas de fibra de vidrio. Las palas de fibra de vidrio están dimensionadas por deflexión máxima. En palas de gran longitud esto provocaría un gran aumento de peso. La introducción de fibra de carbono permite dimensionar las palas por tensión,

2.1.8 Blades

The blades of the GBX-2.0 MW are fitted with lightning receptors to ensure that lightning discharges are conducted via the copper cable through the blade to the root and transmitted to the nacelle. The distance between the blade root and the centre of the hub is 1 m.

The blades of the GBX 2.0 MW windturbine are made of glass fibre reinforced epoxy. Their manufacture is based on the pre-preg moulding technology. This technique allows a very accurate control of the volume of material and, therefore, of the mechanical properties of the resulting blade. On GB7 and GB9 the design has been optimised using a hybrid system on the beam (glass + carbon). The fabrication method of the beam is manual and using Tape Winding until it's being totally automated on GB7 and GB9 with the Tape Placement and Tape Winding techniques. This process increases the quality of the blades because the mechanical properties are highly controlled.

The structure of the GBX-2.0 MW is an internal spar and two shells -made separately- surrounding it. The role of this spar is to provide structural resistance to the whole system, bear the own blade loads and transmit the stresses to the hub.

On the other hand, the shells have no structural mission but own the adequate aero-dynamical shape to convert the kinetic energy of the wind into drive torque to generate electricity.

The internal spar is essentially a closed beam of tubular cross-section and its geometry is adapted to the aero dynamic profile of the blade at each station. The outer part (shells) is a sandwich-like construction formed by a PVC core and glass fibre-epoxy laminates.

The carbon fibre is introduced on the internal spar of the GB7 and GB9. This increases the rigidity and reduces the total weight comparing to the glass fibre. The glass fibre blades are dimensioned by the maximum deflection. On high length blades this would increase the weight so much. The carbon fibre permits to dimension the blades by the tension, optimising the amount of material. This fact, added

	FICHA TÉCNICA TECHNICAL FILE	código CD005000	número 00
		fecha 16/04/05	Pág. de 11 34
Título FT Características y funcionamiento general del aerogenerador G8X 2.0 MW			
Title FT Characteristics and general operation of G8X 2.0 MW Wind-turbine			

quedando por tanto la cantidad de material optimizada. Este hecho, unido a la sensible mejora relación rigidez / peso de la fibra de carbono respecto de la fibra de vidrio, reduce considerablemente el peso final de la pala y, a la postre, las cargas del resto de componentes del aerogenerador.

La unión de la pala al rodamiento de pala es atornillada. Se practican 90 agujeros en la sección de raíz del larguero en los que se introducen insertos metálicos roscados, para facilitar la unión atornillada.

2.1.3 Bujes

El buje es de forma esférica y está fabricado en fundición nodular. Está montado directamente en el eje principal. Posee una abertura en la parte frontal que permite el acceso al interior para realizar inspecciones y mantenimiento tanto de la hidráulica del buje como del par de apriete a los tornillos de las palas.

2.1.4 Corno de la nariz

El corno de la nariz protege al buje y los rodamientos de pala del ambiente. El corno se atornilla a la parte frontal del buje.

2.1.5 Rodamientos de pala

Los rodamientos de la pala son la interfaz entre la pala y el buje y permiten el movimiento de cambio de paso. Son rodamientos de bolas con doble fila con juntas sellantes y agujeros pasados en la pista exterior para la unión con el buje y en la pista interior para la unión a la pala.

2.2 SISTEMA DE CAMBIO DE PASO

El sistema de cambio de paso actúa durante todo el tiempo de funcionamiento del aerogenerador. (i) Cuando la velocidad del viento es inferior a la nominal el ángulo de paso seleccionado es aquel que maximiza la potencia eléctrica obtenida para cada velocidad del viento; (ii) Cuando la velocidad del viento es superior a la nominal el ángulo de paso es aquel que proporciona la potencia nominal de la máquina.

El movimiento de cambio de paso de la pala es un giro alrededor de su eje longitudinal. Para conseguir este movimiento en el aerogenerador G8X-2.0 MW se utiliza un sistema hidráulico, que a través de un

with higher rigidity/weight relation of the carbon fibre, reduces the total weight and as a result the loads of the rest of the components.

The attachment of the blade to its bearing is bolted. This is obtained by means of 90 steel threaded inserts embedded in the laminate of the blade root.

2.1.3 Hub

The hub is spherical and manufactured in nodular cast iron. It is directly mounted on the main shaft and has an frontal opening for internal inspections and maintenance of the hydraulic system of the hub and tightening the blade bolts.

2.1.4 Nose cone

The hub and the blade bearings are entirely enclosed and protected from the outside environmental conditions by the nose cone. It is bolted on front of the hub and supported by the blade bearings.

2.1.5 Blade bearings

The blade bearings fasten the blade with a rotating connection to the hub. The bearing is a double row 4-point contact ball bearing with seals. It has through holes in the outer ring for connecting with the hub and in the inner ring for connecting with the blade.

2.2 PITCH SYSTEM

The pitch system is working all the time of operation of the wind turbine. (i) When the wind speed is below the rated one the pitch angle is chosen so the electrical power output is maximised for each wind speed; (ii) When the wind speed is above the rated one the pitch angle is adjusted to yield the rated power.

The pitch movement of the blade is a rotation around its longitudinal axis. This movement in G8X-2.0 MW wind turbine is attained by an hydraulic system, which act the three blades at the same pitch angle.

	FICHA TÉCNICA TECHNICAL FILE	CÓDIGO	REV. 00
		GU005000	Fig. 00
		FECHA 15/04/05	12 34
Título: FT Características y funcionamiento general del aerogenerador GBX 2.0 MW Título: FT Characteristics and general operation of GBX 2.0 MW Wind-turbine			

cilindro independiente por pala, coloca las tres palas al mismo ángulo de paso en cada instante.

2.3 EJE PRINCIPAL

La transmisión del par motor que provoca el viento sobre el rotor hasta la multiplicadora se realiza a través del eje principal. El eje se une al buje con una brida atornillada y está apoyado sobre rodamientos alojados en soportes fundidos. Todas las cargas, excepto el par torsor, son transmitidas al bastidor a través de estos soportes. La unión con la entrada de baja velocidad de la multiplicadora se consigue con un disco cóncavo de aprito que transmite el par por fricción.

El eje está fabricado en acero forjado y tiene un orificio central longitudinal para alojar las mangaritas hidráulicas y los cables de control del sistema de cambio de paso.

2.4 BASTIDOR

El bastidor del aerogenerador GBX-2.0 MW se ha diseñado bajo los criterios de simplicidad mecánica y robustez adecuada para soportar los elementos de la góndola y transmitir las cargas hacia la torre. La transmisión de estas cargas se realiza a través del conjunto de la corona de orientación.

El bastidor se divide en dos partes:

- (I) El bastidor delantero es una pieza de fundición donde se fijan los soportes del eje principal y la corona de orientación.
- (II) El bastidor trasero está formado por dos vigas unidas por su parte delantera y trasera. Esta parte ha sido diseñada para soportar el generador (derecha), el controlador del Top (izquierda) y el transformador. Entre ellas el hueco de la góndola permite el acceso para la realización de tareas de reparación y mantenimiento.

2.5 CARCASA

La carcasa es la cubierta que protege los componentes del aerogenerador que se encuentran en la góndola. Está fabricada en resina poliéster con fibra de vidrio.

En el interior de la góndola hay suficiente espacio

every time by means of an independent cylinder for each blade.

2.3 MAIN SHAFT

The main shaft transmits the drive torque from the rotor to the gearbox. The shaft is joined to the hub through a bolted flange and is supported by two bearings in cast main bearing housings. All loads, except the driving torque, are transmitted to the main frame through the supports. The main shaft is fixed to the low speed hollow shaft of the gearbox with a conical joint that transmits the torque by friction.

The main shaft is manufactured in forged alloy steel. It features a hole to house the hoses for hydraulic oil and cables for pitch control system.

2.4 MAIN FRAME

The machine main frame has been designed to result in a simple and robust foundation suitable for the nacelle components and machinery. It transmits the loads from these elements to the tower through the yaw bearing system.


The nacelle main frame is divided in two parts:

- (I) The front foundation is a cast piece where the supports of the main shaft and the yaw ring are fixed.
- (II) The rear frame is composed by two beams joined both at their rear and front ends. This part has been designed as to support the generator (right), controller (left) and the transformer. Between them, the nacelle floor allows both repair and maintenance tasks to be done.

2.6 NACELLE COVER

The nacelle housing is the cover for the protection of the mechanical components from the actions of the environment. This cover is manufactured in glass fibre reinforced polyester. Sufficient standing and working areas are provided by the inner of the nacelle for service and maintenance work.

A hatch at the front of the cabin gives access to the

	FICHA TÉCNICA TECHNICAL FILE	CÓDIGO	REV. 00
		030005000 FICHA: 15/04/05	Pág. 06 13 34
Título: FT Características y funcionamiento general del aerogenerador GBX 2.0 MW Título: FT Characteristics and general operation of GBX 2.0 MW Wind-turbine			

para realizar las operaciones de reparación y mantenimiento del aerogenerador. Una trampilla en la parte frontal permite el acceso al interior del cono, y otra trampilla en el suelo de la parte trasera permite operar con la grúa. Las 2 claraboyas del techo proporcionan luz solar por el día, ventilación adicional y acceso al exterior, donde se encuentran los instrumentos de medida de viento y el pararrayos.

Las partes giratorias están debidamente protegidas para garantizar la seguridad del personal de mantenimiento.

2.6 MEDIDA DE VIENTO

En el exterior de la capota, en la parte trasera, dos mástiles verticales sirven de soporte del anemómetro sónico y anemovoleta para medida del viento.

2.7 SISTEMA DE CONTROL

El sistema de control monitoriza y gobierna todas las funciones del aerogenerador GBX-2.0 MW de manera que las actuaciones sean óptimas en todo momento. El sistema de control registra continuamente las señales de los distintos sensores del aerogenerador, y cuando detecta algún error realiza las acciones oportunas para subsanarlo. El sistema de control informa al aerogenerador si el error detectado así lo requiere.

Existe una pantalla táctil en la que se presentan datos de operación y que permite la interacción del usuario con el aerogenerador, y un sistema de control que está preparado para la monitorización y el control remoto si es necesario.

2.7.1 Disposición del sistema de Control

El soporte físico del sistema de control se reparte en tres armarios:

1. Controlador de la "nacella" situado en la nacella.
2. Controlador "ground" situado en la base de la torre.
3. Controlador del buje situado en la parte giratoria del aerogenerador.

A su vez, el controlador de la "nacella" se divide en tres partes:

1. Sección de control: se encarga de las tareas

inside of the nose cone and the hub. A hatch in the ground of the rear part of the nacella cover can be opened to operate the service crane. The 2 skylight hatches provide diurnal lighting and additional ventilation and enable easy access to the nacella roof where the wind sensors and the lightning rods are placed.

High-speed rotating parts are conveniently covered by protective screens providing adequate safety for maintenance personnel.

2.6 WIND MEASUREMENT

Outside the nacella, in the rear part, two vertical mast support the ultrasonic anemometer and the cup anemometer + windvane for measuring the wind speed and direction.

2.7 CONTROL SYSTEM

The controller monitors and controls all functions in the GBX wind-turbine to ensure that its performance is optimal at any wind speed. It continuously scans the signals from the sensors in the wind turbine so that as soon as an error is detected, the appropriate handling takes place. The controller will stop the turbine if the detected error requires so.

There exists a touch screen in which operational data are displayed. The controller is designed as to allow remote monitoring and control in case these features are required. It is also supervised by the system watchdog so that, its correct operation is permanently guaranteed.

2.7.1 Layout of the controller

The control system hardware is placed in three parts:

1. "Nacella" controller, located at the nacella.
2. "Ground" controller, located at the bottom of the tower.
3. "Hub" controller, located at the rotating element of the wind-turbine (inside the hub).

The "nacella" controller is divided into three parts further:

1. Control section: It is charged of the proper

	FICHA TÉCNICA TECHNICAL FILE	EDICIÓN GD006900	Nº V. 00
		FECHA 16/04/06	Pág. 10 14
Título: FT Características y funcionamiento general del aerogenerador G8X 2.0 MW Titulo: FT Characteristics and general operation of G8X 2.0 MW Wind-turbine			

- propia del gobierno de la góndola, i.e. monitorización del viento, cambio del ángulo de paso, orientación, control de la temperatura interior
- Convertidor de frecuencia: se encarga del control de potencia y de gestionar la conexión y desconexión del generador de la red
- Sección de embarridos y protección: en esta parte se encuentra la salida de la potencia producida con las protecciones eléctricas necesarias.

2.7.2 Pantalla de control

Desde la pantalla fácil del "ground" se puede tanto observar algunos datos de la operación del aerogenerador como detener y arrancar la máquina, entre otras acciones. También se puede conectar una pantalla portátil al controlador de la "nacelle" para realizar estas tareas.

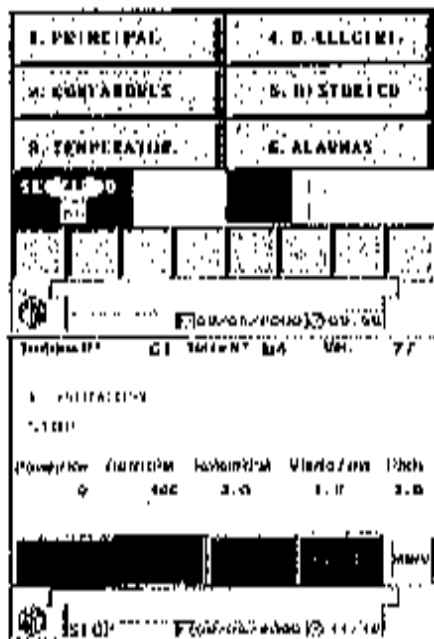


Figura 2. Distintos modos de la pantalla de control.

2.7.3 Control del aerogenerador

La velocidad de giro del aerogenerador y el ángulo de paso de las púas se modifican en cada instante dependiendo de la velocidad de viento que llega a la máquina. El sistema de control se encarga de elegir los valores adecuados de estas variables.

tasks of govern of the nacelle, i. e. wind monitoring, pitch angle change, orientation, inside temperature control.

- Frequency converter: It is charged of the power control and generator-grid connection/disconnection management
- Bars and protection section: This is in charge of the power output yield with the necessary electrical protections

2.7.2 Control touch terminal

When an operator wants to look at operational data from the turbine, or to start or stop the turbine, he can use the operating panel in the "ground" controller or connect a service panel to the "nacelle" controller.

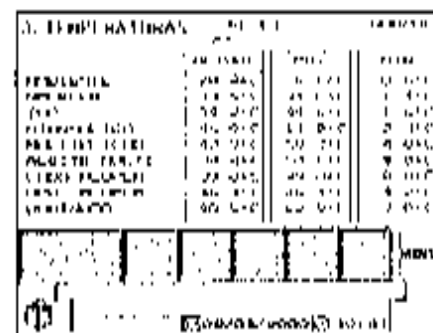


Figura 2. Different operating panel modes.

2.7.3 Wind-turbine control

The rotational speed and the pitch angle of the wind-turbine are modified at every instant depending on the existing wind-speed. The control system chooses the adequate values of these variables.

	FICHA TÉCNICA TECHNICAL FILE	CÓDIGO GD005800	REV. 00
		FECHA 15/04/05	PÁG. De 15 34
Título: FT Características y funcionamiento general del aerogenerador GBX 2,0 MW Title: FT Characteristics and general operation of GBX 2.0 MW Wind-turbine			

Atendiendo a la velocidad de viento se pueden establecer cuatro fases:

1. *Viento bajo*, con el generador desconectado de la red.
2. *Viento medio*, con el generador conectado, pero sin llegar a generar potencia nominal.
3. *Viento alto*, el generador produce potencia nominal.
4. *Viento muy alto*, el generador está desconectado y la turbina parada.

Viento bajo

Cuando la velocidad del viento es inferior a la velocidad de arranque de la máquina pero próxima a ésta, el sistema de control coloca las palas a un ángulo de paso cercano a 45°, que proporciona un par de arranque suficientemente alto.

A medida que la velocidad de viento aumenta la velocidad de rotación del rotor también aumenta, y el ángulo de paso se hace disminuir hasta que se alcanzan las condiciones adecuadas para que el generador se conecte.

Viento medio

A velocidades de viento por encima de la velocidad de arranque y por debajo de la velocidad nominal el sistema de control sigue la velocidad de rotación y el ángulo de paso que proporcionan la máxima potencia para cada velocidad de viento.

Viento alto

Cuando la velocidad de viento es superior a la nominal, la energía contenida en el viento es suficiente para producir potencia nominal, y el ángulo de paso se incrementa para regular la potencia a su valor nominal.

Viento muy alto

Si la velocidad del viento es superior a la velocidad de parada, el generador se desconecta y el sistema de control lleva las palas a la posición de bandera (cerca de 90°) hasta que la velocidad de viento disminuya por debajo de la velocidad de re-arranque y la máquina recupere la generación de potencia.

Depending on the wind speed 4 stages can be established.

1. *Low wind*, with the generator disconnected from the grid.
2. *Median wind*, with the generator connected to the grid, but rated power is not accomplished.
3. *High wind*, the turbine produces rated power.
4. *Very high wind (stop wind)*, the generator is disconnected and the wind-turbine stopped.

Low wind

When the wind-speed is below, but close to, the start-wind-speed, the pitch angle will be approximately set equal to 45 degrees. This situation will give a sufficiently high start moment to the rotor.

As the wind speed increases the rotational speed - rotor and generator- also increases, and the pitch angle is shifted down to small angles by the controller till the conditions to generator connection are achieved.

Median wind

For wind speeds above the start-wind speed and below the rated-wind-speed the control system works out the most suitable rotor speed - and pitch angle - in the range of available operating speeds- and pitch angle so that the electrical power yield is maximum for each wind speed.

High wind

When the wind-speed exceeds the rated wind speed, the wind kinetic energy is sufficient for the turbine to produce rated power, and the pitch angle is increased to regulate the power to its rated value.

Very high wind

If the wind speed is greater than the stop value the generator is disconnected and the control system pitches the blades to full feathered position (~ 90°). Then, the system will wait until the wind speed has decreased below the re-start wind-speed to re-start the power generation.

	FICHA TÉCNICA TECHNICAL FILE	CÓDIGO	GD005000	REV. 00
		FECHA	15/04/05	PÁG. 16
Título: FT Características y funcionamiento general del aerogenerador GBX 2.0 MW Title: FT Characteristics and general operation of GBX 2.0 MW Wind-turbine				

2.8 COMUNICACIÓN DE TRANSFORMADOR, ARMARIO DE CONTROL Y CÉLDA

2.8.1 Alimentación del rotor del generador

La alimentación del rotor del generador se realiza a través de una salida del transformador principal 690V o a 480V dependiendo del convertidor.

2.8.2 Características de los cables del generador.

Estator: Los cables que unen tanto el estator del generador con el armario de control de potencia situado en la nacella son cables 0.6/1kV 3x240 mm² y diseñados de acuerdo a la norma UNE-21150.

Rotor: Se utilizan cables 0.6/1kV 3x70 mm²

Los cables que unen el armario de control de potencia con el transformador son cables de tipo 0.6/1kV 1x240 mm².

2.8.3 Fibra óptica

Pueden existir dos tipos de fibra óptica utilizadas para comunicaciones en el interior del aerogenerador. Una de ellas es de diámetro 200/230 µm, 4 hilos por vaina. Esta fibra óptica se utiliza para comunicaciones entre los distintos procesadores del aerogenerador y además está protegida contra humedad y roedores. La otra fibra óptica utilizada es de tipo HCS (200/230 µm) para la comunicación entre el automático y los módulos de la góndola.

El sistema de telemando utiliza fibra de diámetro 62.5/125 µm, igualmente protegida contra la humedad y los roedores, para comunicar los distintos aerogeneradores.

2.9 CIMENTACIONES

A continuación se definen los datos principales de las cimentaciones estándar para el aerogenerador GBX 2.0 MW con torres IFC IA de 60, 67, 78 y 100 m y torres IFC IA de 60, 67 y 78m.

Estas cimentaciones se han calculado suponiendo cargas verticales o en proceso de certificación y un terreno estándar.

En el caso de que las hipótesis mencionadas sufran variaciones, los valores definidos no tendrán valor y será necesario un recálculo de la cimentación.

2.8 COMMUNICATION OF TRANSFORMER, CONTROL SYSTEM AND MEDIUM VOLTAGE SWITCH GEAR

2.8.1 Generator rotor supply

The power supply of the rotor of the generator is performed by means of an 690V or 480 V output of the main transformer depending on the converter.

2.8.2 Generator cables characteristics.

Stator. The generator stator and the power control board located in the nacelle are connected by means of 0N-K 0.6/1kV 3 x 240 mm² cables which are designed according to the normative UNE 21150.

Rotor: As in the stator but with a section of 3 x 70 mm².

The power control board and the transformer are connected by means of 0.6/1kV 240 mm² cables.

2.8.3 Optical fibre

There can be two kinds of optical fibre used for communications inside the turbine. One of them has a diameter of 200/230 µm, 4 wires per cable. This fibre is used for the communications between the different processors inside the turbine and nacelle. It is protected against the humidity and rodents action. The other optical fibre used is HCS (200/230 µm) for the communication between the PLC and the modules in the nacelle.

The remote control uses fibre of diameter 62.5/125 µm to communicate different wind-turbines. This fibre is also protected against the humidity and rodents action.

2.9 FOUNDATIONS

Below the main data of standard foundations of the GBX 2.0 MW wind turbine with 60 m, 67 m / 78 m, and 100 m IFC IA towers and 60, 67m and 78m IFC IA towers.

These foundations have been calculated using certified loads (or in certification process) and supposing a standard terrain.

In case these hypothesis change, the defined values will not be valid and a new calculation will be necessary.

Título: FT Características y funcionamiento general del aerogenerador G8X 2.0 MW
Título: FT Characteristics and general operation of G8X 2.0 MW Wind-turbine

Para cada emplazamiento, será necesario revisar las características del terreno junto con los datos de viento para seleccionar la cimentación más adecuada.

It will be necessary to revise the characteristics of the terrain and wind data to select the most convenient foundation for each site.

2.0.1 Datos principales.

2.0.1 Main data

- Dimensiones de las zapatas para torres IEC IIA

- Dimensions of foundations of IEC IIA towers:

Dimensión	Dimensions	T60m	T67m	T78m	T100m	Unit
Lado zapata, L	Foundation length, L	12.0	12.0	14.5	16	m
Canto exterior, h _e	Exterior height, h _e	1	1.5	1	1.6	m
Canto central, h _c	Central height, h _c	1.5	1.5	1.5	1.6	m
Diámetro vórtice cimentación	Foundation bell diameter	4.034	4.034	4.038	4.038	m

- Mediciones de materiales para zapatas de torres IEC IIA

- Materials of foundations of IEC IIA towers:

Material	Material	T60m	T67m	T78m	T100m	Unit
Hormigón limpio HM-20	HM-20 concrete	16.4	16.4	21	25.0	m ³
Hormigón estructural HA-30	HA-30 structural concrete	254.2	254.2	324	410	m ³
Acero armaduras B 500 S	Steel reinforcement B 500 S	22132	22132	35471	44100	kg

- Dimensiones de las zapatas para torres IEC IA:

- Dimensions of foundations of IEC IA towers:

Dimensión	Dimensions	T60m	T67m	T78m	Unit
Lado zapata, L	Foundation length, L	15	14.9	15.4	m
Canto exterior, h _e	Exterior height, h _e	1.5	1.5	1.5	m
Canto central, h _c	Central height, h _c	1.5	1.5	1.5	m
Diámetro vórtice cimentación	Foundation bell diameter	4.034	4.034	4.038	m

- Mediciones de materiales para zapatas de torres IEC IA:

- Materials of foundations of IEC IA towers:

Material	Material	T60m	T67m	T78m	Unit
Hormigón limpio HM-15	HM-15 concrete	22.5	22.2	23.8	m ³
Hormigón estructural HA-30	HA-30 structural concrete	346	341.5	364.2	m ³
Acero armaduras B 500 S	Steel reinforcement B 500 S	40300	39100	40800	kg

	FICHA TÉCNICA TECHNICAL FILE	CÓDIGO GD005900	Ed. v. 00
		FECHA 15/04/05	Pág. 04 14 14
Título: FT Características y funcionamiento general del aerogenerador G8X 2.0 MW Title: FT Characteristics and general operation of G8X 2.0 MW Wind-turbine			

3 PARÁMETROS DE DISEÑO.

3 DESIGN PARAMETERS.

3.1 CONDICIONES DEL VIENTO.

3.1 WIND CONDITIONS.

Las condiciones de viento para un emplazamiento se especifican normalmente por una distribución de Weibull. Esta distribución viene descrita por el factor de escala A y el factor de forma k. El factor A es proporcional a la velocidad media del viento y el factor k define la forma de la distribución para diferentes velocidades de viento. La turbulencia es el parámetro que describe las variaciones / fluctuaciones a corto plazo del viento.

The wind climate for a given site is normally specified by a Weibull distribution. The Weibull distribution is described by the scale factor A and the shape factor K. The A factor is proportional to the mean wind speed and the K factor defines the shape of the Weibull distribution for different wind speeds. Turbulence is the factor, which describes short term wind variation/fluctuations.

Las condiciones de diseño de la máquina G8X-2.0 MW se indican a continuación:

The design conditions of G8X 2.0 MW are given below:

Tabla 4 Parámetros de diseño del aerogenerador G8X - 2.0 MW.									Diseño IEC	Design IEC
Table 4 Design parameters of G8X - 2.0 MW wind-turbine.										
Clase IEC	DIST II 60m	DIST B 67m	DIST B 78m	DIST A 100m	DIST U 67m	DIST B 78m	II _k	I _k		
Annual mean wind speed Weibull shape parameter, K	5.9	6	6.2	6.4	6.4	6.8	8.5	10	m/s	IEC 61400-1 Ed. 2
Turbulence intensity at 10 m/s, I ₁₀	18	18	18	18	18	18	18	18		
Reference wind 10 min. averaged	36.7	37.4	38.3	39.0	43.4	44.5	47.5	50	m/s	100 years period
Reference wind 3 sec. averaged	-	-	-	-	-	-	59.5	70	m/s	50 years
Stop / restart wind speed	25 / 20	25 / 20	25 / 20	25 / 20	25 / 20	25 / 20	25 / 20	25 / 20	m/s	

Las curvas de potencia (calculadas para una turbulencia del 10 %) junto con las curvas C_p y C_t y la producción anual de cada aerogenerador se incluyen en los siguientes documentos:

G80 - 2.0 MW: FT002002
 G83 - 2.0 MW: FT002302
 G87 - 2.0 MW: FT002404
 G90 - 2.0 MW: FT002403

The power curves (calculated for a turbulence of 10 %) together with the C_p and C_t curves and the annual production of each wind-turbine are included in the following documents:

G80 - 2.0 MW: FT002002
 G83 - 2.0 MW: FT002302
 G87 - 2.0 MW: FT002404
 G90 - 2.0 MW: FT002403

Gamesa Eólica	FICHA TÉCNICA TECHNICAL FILE	CÓDIGO GD005900	REV. 00
		FECHA 16/04/05	Pág. 19 34
Título: FT Características y funcionamiento general del aerogenerador G8X 2.0 MW Title: FT Characteristics and general operation of G8X 2.0 MW Wind-turbine			

3.2 VERIFICACIÓN DE LAS CONDICIONES DE VIENTO

Los aerogeneradores se pueden colocar bajo diferentes y variadas condiciones climáticas: dando la densidad del aire, la intensidad de turbulencia, la velocidad media del viento y el parámetro de forma k son los parámetros a considerar. Si la intensidad de turbulencia es alta las cargas en el aerogenerador aumentan y su tiempo de vida disminuye. Por el contrario, las cargas se reducirán y su tiempo de vida aumentará si la velocidad media del viento o la intensidad de turbulencia o ambas son bajas. Por lo tanto, los aerogeneradores pueden colocarse en emplazamientos con alta intensidad de turbulencia si la velocidad media del viento es adecuadamente baja. Las condiciones climáticas han de examinarse si lo prescrito es excedido.

El valor característico, a altura de buje, de la intensidad de turbulencia I_{10} a la velocidad de viento media *dióstrica* de 15 m/s se calcula sumando la desviación estándar medida de la intensidad de turbulencia a su valor medio medido o estimado.

En terreno complejo las condiciones de viento serán verificadas sobre la base de medidas realizadas en el emplazamiento. Además, habrá que considerar el efecto de la topografía en la velocidad y perfil del viento, la intensidad de turbulencia y la inclinación del flujo de viento sobre cada aerogenerador.

4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

A continuación se detallan las especificaciones técnicas de los diferentes componentes del aerogenerador G8X 2.0 MW.

3.2 WIND CONDITION ASSESSMENT.

The turbines can be placed under various climatic conditions where the air density, the turbulence intensity, the mean wind speed and the shape factor K are the parameters to be considered. If the turbulence intensity is high the turbine loading increases and the turbine lifetime decreases. On the contrary, the loading will be reduced and the lifetime extended if the mean wind speed or the turbulence intensity, or both, are low. Therefore, the wind turbines can be placed on sites with high turbulence intensity if the mean wind speed is appropriately low. The climatic conditions have to be examined if the prescribed is exceeded.

The characteristic value of hub-height turbulence intensity, I_{10} , at a min. average wind speed of 15 m/s is calculated by adding the measured standard deviation of the turbulence intensity to the measured or estimated mean value.

For complex terrain, the wind conditions shall be assessed from measurements made at the site. In addition, consideration shall be given to the effect of topography on the wind speed, wind profile, turbulence intensity and flow inclination at each turbine location.

4 TECHNICAL SPECIFICATIONS.

The technical specifications of the different components of the G8X - 2.0 MW wind-turbine are listed below.

Camasa Eólica	FICHA TÉCNICA TECHNICAL FILE	CÓDIGO	m v 00	
		G0005000	Pág	Dic
Título: FT Características y funcionamiento general del aerogenerador G8X 2.0 MW Título: FT Characteristics and general operation of G8X 2.0 MW Wind-turbine		FECHA: 16/04/05	20	34

4.1 CONO / NOSE CONE

Dimensiones	Distancia punta base: 4237 mm
Material	Ø max. 3057 mm / Ø base 3300 mm Fibra de vidrio y resina de poliéster
Peso	310 kg

Dimensions	Tip base distance: 4237 mm
Material	Ø max. 3057 mm; Ø base 3300 mm Glass fibre and polyester resin
Weight	310 kg

4.2 ROTOR / ROTOR

Díametro	G80 D 80000mm
	G83 D 83000mm
	G87 D 87000mm
	G90 D 90000mm
Área barrida	G80 5026,5 m ²
	G83 5410,6 m ²
	G87 5844,7 m ²
	G90 6361,7 m ²
Velocidad de rotación de operación	U.O : 19.0 rpm
Sentido de rotación	Sentido agujas (de frente) (vista frontal)
Orientación	Enlaviento
Ángulo de inclinación	0°
Conicidad del rotor	2°
Número de palas	3
Freno aerodinámico	Placas en bordera (de palas)

Diameter	G80 D 80000mm
	G83 D 83000mm
	G87 D 87000mm
	G90 D 90000mm
Swept Area	G80 5026.5 m ²
	G83 5410.6 m ²
	G87 5844.7 m ²
	G90 6361.7 m ²
Rotational Speed Operation Interval	U.O : 19.0 rpm
Sense of Rotation	Clockwise (front view)
Rotor Orientation	Upwind
Tilt angle	0°
Blade coning	2°
Number of blades	3
Aero-dynamic brake	Full feathering

Camasa Eólica	FICHA TÉCNICA TECHNICAL FILE	CÓDIGO GD005900	REV. 00
		FECHA: 15/04/05	Pág. 1 de 21 34
Título: Tema:	FT Características y funcionamiento general del aerogenerador G8X 2.0 MW FT Characteristics and general operation of G8X 2.0 MW Wind-turbine		

4.3 PALAS / BLADES

Concepto estructural	Conchas pegadas a viga soporte principal - G80/83 Pre-impregnados de fibra de vidrio epoxy
Material	- G87/G90 Pre-impregnados de fibra de carbono - epoxy y fibra de vidrio - epoxy
Conexión de palas	Insertos de acero en raíz G80/83 NACA 63.XXX + FFA W3
Perfiles aerodinámicos	- G87/G90 DU WX (L) A - W3 G80 39m - G83 40,5m - G87 42,5m - G90 44m - G80 3,36m / 0,48 m - G83 3,36m / 0,48 m - G87 3,36m / 0,013m - G90 3,30m / 0,013m - G80 18,74° - G83 18,74° - G87 15,74° - G90 15,74° G80 6719 Kg G83 7274 kg 8056 Kg (palanca metálica) - G87 5981 Kg - G90 5983 Kg
Longitud	
Guarida de la pala (máxima / mínima)	
Torsión	
Masa nominal	

Principio	Shells bonded to supporting beam G80/83 Glass fibre reinforced epoxy
Material	- G87/G90 Carbon and glass fibre reinforced epoxy
Blade connection	Steel root inserts G80/83 NACA 63.XXX + FFA W3
Airfoils	- G87/G90 DU WX (L) A - W3 G80 39m - G83 40,5m - G87 42,5m - G90 44m - G80 3,36m / 0,48 m - G83 3,36m / 0,48 m - G87 3,36m / 0,013m - G90 3,30m / 0,013m - G80 18,74° - G83 18,74° - G87 15,74° - G90 15,74° G80 6719 Kg G83 7274 kg 8056 Kg (metallic extender) - G87 5981 Kg G90 5983 Kg
Length	
Chord (root / tip)	
Max. Twist	
Weight	

Gameasa Eólica	FICHA TÉCNICA TECHNICAL FILE	Código	REV 00
		G0003000 FECHA: 15/04/05	Pág. 06 22 34
Título: FT Characteristics y funcionamiento general del aerogenerador G8X 2.0 MW Title: FT Characteristics and general operation of G8X 2.0 MW Wind-turbine			

4.4 RODAMINTO DE PALA / BLADE BEARING

Tipo	Montaje de bola en doble fila 4 puntos de contacto
Dimensiones	ø2120 mm / ø1700 mm x 192 mm
Peso	1475 kg
Lubricación	Grasa AgrosHELL 14

Type	Double row 4 point contact ball bearing
Dimensions	ø2120 mm / ø1700 mm x 192 mm
Weight	1475 kg
Lubrication	Grease AgrosHELL 14

4.5 CARCABA / NACELLE COVER

Dimensiones	10050x1050x3300 mm
Material	Fibra de vidrio y resina de poliéster
Peso	2600 kg

Dimensiones	10050x1050x3300 mm
Material	Glass fibre and polyester resin
Weight	2600 kg

4.6 BUJE DE PALA / ROTOR HUB

Tipo	Estático
Material	Fundición nodular

Tipo	Spherical
Material	Nodular Cast Iron
Material specifications	EN-GJS 400 100 L.F. eq. EN 1563

4.7 EJE PRINCIPAL / MAIN SHAFT

Tipo	Eje forjado
Dimensiones	ø630 mm / brida ø1600 mm / longitud 2300 mm
Material	Acero templado y revenido
Especificación de material	42CrMo4 o 34CrNiMo6 EN10003
Peso	6100 kg

Type	Forged shaft
Dimensions	ø630 mm / flange ø1600 mm / length 2300 mm
Material	Quenched and tempered steel
Material specification	42CrMo4 or 34CrNiMo6 EN10003
Weight	6100 kg

Camasa Eólica	FICHA TÉCNICA TECHNICAL FILE	CÓDIGO CD005800	Rev. 00
		FECHA 16/04/05	Pág. 06 23 34
Título: FT Características y funcionamiento general del aerogenerador G8X 2.0 MW	FT Characteristics and general operation of G8X 2.0 MW Wind-turbine		

4.8 SOPORTE DEL EJE / MAIN SHAFT SUPPORT

Tipo	Soporte de fundición
Material	Fundición nodular
Especificación de material	EN GJS-400-18U-LT según EN 1563
Peso	1800 kg

Type	Cast
Material	Nodular Cast Iron
Material specification	EN GJS-400-18U-LT per EN 1563
Weight	1800 kg

4.9 RODAMIENTOS DEL EJE / MAIN SHAFT BEARING

4.9.1 Rodamiento delantero del eje principal / Front main shaft bearing

Tipo	Rodamientos de rodillos esfericos 230 / G30
Dimensiones	Ø920 mm / ø630 mm x 212 mm
Peso	485 kg
Lubricación	Grasa LG WM1

Type	Spherical Roller Bearings, 230 / G30
Dimensions	Ø920 mm / ø630 mm x 212 mm
Weight	485 kg
Lubrication	Grease LG WM1

4.9.2 Rodamiento trasero del eje principal / Rear main shaft bearing

Tipo	Rodamientos de rodillos esfericos, 24188
Dimensiones	Ø720 mm / ø440 mm x 280 mm
Peso	460 kg
Lubricación	Grasa LG WM1

Type	Spherical Roller Bearings, 24188
Dimensions	Ø720 mm / ø440 mm x 280 mm
Weight	460 kg
Lubrication	Grease LG WM1

	FICHA TÉCNICA TECHNICAL FILE	Código GD005900	Rev. 00
		Fecha 13/04/05	Pág. 1 de 24 34
Título: FT Características y funcionamiento general del aerogenerador GBX 2.0 MW Title: FT Characteristics and general operation of GBX 2.0 MW Wind-turbine			

4.10 BASTIDOR DELANTERO / FRONT MAIN FRAME

Material	Fundición nodular
Especificación de material	EN-GJS-400-18U-LT según EN 1563

Material	Nodular Cast Iron
Material specification	EN-GJS-400-18U-LT per EN 1563

4.11 SISTEMA DE GIRO / YAW SYSTEM

Tipo	Corona de orientación con cojinete de fricción
Materiales	
Corona de orientación	Forjado 34CrNiMo6 / 42CrMo4 EN10083
Elemento de fricción	PE-TP
Velocidad de orientación	< 0.5%/s
Freno de yaw	Activo hidráulico + Pasivo

Tipo	Plain bearing system with built in friction
Materiales	
Yaw ring	Forged 34CrNiMo6 / 42CrMo4 EN10083
Plain bearing	PE-TP
Yawing speed	< 0.5%/s
Yaw brake	Hydraulic active + Passive

4.12 MECANISMO DE GIRO, MOTORREDUCTORAS / YAW GEAR

Tipo	3 etapas planetarias 1 etapa simple (ratio máxima 1:10)
Motor	2.2 kW, motor asíncrono de 6 polos con freno

Type	3 planetary stages 1 worm gear non-locking stage (maximum ratio 1:10)
Motor	2.2 kW, 6 pole asynchronous motor with brake.

Gamesa Eólica	FICHA TÉCNICA TECHNICAL FILE	CÓDIGO CD000900	REV. 00
		FECHA: 15/04/05	Pág. 06 25 / 34
Título: IT Characteristics y funcionamiento general del aerogenerador G8X 2.0 MW	Title: FT Characteristics and general operation of G8X 2.0 MW Wind-turbine		

4.13 TORRE / TOWER

Tipo	Tronco-cónica tubular	
Material	Acero al carbono estructural	
Especificación normal		
Virolas	S235 JO / S235 JR05 / S275 J2G3 / S355 J2G3 / S235 J2G3 / S355 NI	
Bridas	S355 NI	
Tratamiento superficial	Pintada	
Tipo de corrosión, exterior / interior	C3-H (ISO 12944-2) / C3-H (ISO 12944-2)	
Díametro en parte superior	2.3 m (todas las alturas)	
Díametro en parte inferior	4.0 m (todas las alturas)	
Altura del trazo		
Torre modular de 3 tramos IEC (60 m)	60 m	
Torre modular de 3 tramos IEC (67 m)	67 m	
Torre modular de 4 tramos IEC (78 m)	78 m	
Torre modular de 5 tramos IEC (100m)	100 m	

Características de los tramos de torres IEC / DIBT II				
	Longitud (mm)	Ø Inferior Externo (mm)	Ø Superior Externo (mm)	Peso (kg)
Torre IEC IIA / DIBT II 60 m				
Interior	10391	4034	3490	34000
Intermedio	23822	3490	2778	56000
Superior	24367	2778	2314	43000
Torre IEC IIA / DIBT II 67 m				
Interior	10300	4034	3490	52000
Intermedio	23822	3490	2700	66000
Superior	24367	2780	2314	43000
Torre IEC IIA / DIBT II 78 m				
Interior	11131	4030	3310	64000
Intermedio 1	18931	3110	3494	62000
Intermedio 2	23822	2494	2701	50000
Superior	24367	2781	2314	43000
Torre IEC IIA / DIBT II 100m				
Interior	15610	4198	3655	65000
Intermedio 1	16901	3055	3010	65000
Intermedio 2	16900	3010	3494	60000
Intermedio 3	23822	3494	2781	56000
Superior	24367	2781	2314	52000


	FICHA TÉCNICA TECHNICAL FILE	CÓDIGO	REV
		G0005900	00
		FECHA: 15/04/05	Pág. 120 26 34
Título: FT Características y funcionamiento general del aerogenerador GBX 2.0 MW Título: FT Characteristics and general operation of GBX 2.0 MW Wind-turbine			

Características de los tramos de torres IEC IA /DIBT III				
	Longitud [mm]	Ø Interior Externo [mm]	Ø Superior Externo [mm]	Peso [kg]
Torre IEC IA / DIBT III 60 m				
Inferior	10381	4034	3402	31400
Intermedio	23822	3492	2778	51600
Superior	24367	2778	2314	40000
Torre IEC IA / DIBT III 67 m				
Inferior	16605	4034	3492	49400
Intermedio	23822	3492	2781	51600
Superior	24367	2781	2314	40000
Torre IEC IA / DIBT III 78 m				
Inferior	11100	4038	3810	45200
Intermedio 1	16980	3810	3494	55200
Intermedio 2	23847	3494	2781	55700
Superior	24392	2781	2314	41200

(*) La altura exacta del buje incluye 0.60 m de distancia desde la brida de cimentación al suelo y 1.7 m desde la parte más alta de la torre hasta el centro del buje.

Type	Trunk conical tubular
Material	Non-alloy structural steel
Material specification	
Shells	S235 JO / S235 JRG2 / S275J2G3 / S355J2G3 / S235 J2G3 / S355 NL
Flanges	S355 NL
Surface treatment	Painted
Corrosion class, outside / inside	C5-M (ISO 12944-2) / C3 (ISO 12944-2)
Top diameter	2.3 m (all heights)
Bottom diameter	4.0 m (all heights)
Hub height	
3 parted modular tower IEC (60 m)	60 m
3 parted modular tower IEC (67 m)	67 m
4 parted modular tower IEC (78 m)	78 m
5 parted modular tower IEC (100 m)	100 m

Characteristics of the IEC IIA / DIBT II tower sections				
	Length [mm]	Outer Ø at Bottom [mm]	Outer Ø at Top [mm]	Weight [kg]
Tower IEC IIA/ DIBT II 60 m				
Bottom	10391	4034	3490	34000
Intermediate	23822	3490	2778	56000
Top	24367	2778	2314	43000
Tower IEC IIA/ DIBT II 67 m				
Bottom	16605	4034	3490	52000
Intermediate	23822	3490	2780	56000
Top	24367	2780	2314	43000

 Gamosa Eólica	FICHA TÉCNICA TECHNICAL FILE	CÓDIGO GD005000	REV. 00
		FECHA 16/04/09	Pág. De 27 34
Título: Títu.	FT Características y funcionamiento general del aerogenerador G8X 2,0 MW F / Characteristics and general operation of G8X 2.0 MW Wind-turbine		

Tower IEC IIA / DIBT II 76 m				
Bottom	11100	4038	3810	54000
Intermediate 1	16980	3810	3494	62000
Intermediate 2	23822	3494	2781	58000
Top	24367	2781	2314	43000
Tower IEC IIA / DIBT II 100 m				
Bottom	15619	4038	3810	65000
Intermediate 1	18861	3810	3810	65000
Intermediate 2	16880	3810	3494	58000
Intermediate 3	23822	3494	2781	58000
Top	24367	2781	2314	52000

Characteristics of the IEC IA / DIBT III tower sections				
	Length [mm]	Outer Ø at Bottom [mm]	Outer Ø at Top [mm]	Weight [kg]
Tower IEC IA / DIBT III 60 m				
Bottom	11091	4034	3492	31400
Intermediate	23822	3492	2778	51600
Top	24367	2778	2314	40000
Tower IEC IA / DIBT III 67 m				
Bottom	10565	4034	3492	49400
Intermediate	23822	3492	2781	51600
Top	24367	2781	2314	40000
Tower IEC IA / DIBT III 78 m				
Bottom	11100	4038	3810	46200
Intermediate 1	16980	3810	3494	65200
Intermediate 2	23847	3494	2781	58700
Top	24352	2781	2314	41200

(*) The exact hub height includes 0.7 m (distance from the foundation section to ground level) and 1.7 m (distance from top flange to hub).

4.14 MULTIPLICADORA / GEARBOX

Tipo	1 etapa planetaria / 2 paralelas
Ratio	1:100.5 (501.2) 1:120.5 (60Hz)
Refrigeración	Bomba de aceite con índice 500WATER
Calentador de aceite	2.25 kW a 600V
Filtro de aceite	3 µm / 30 µm
Proveedor	Valtec
Dimensiones (aprox.)	2 x 22 x 22 m ³
Peso (aprox.)	16500 kg

	FICHA TÉCNICA TECHNICAL FILE	CÓDIGO	GD006900	REV	00
		FECHA	15/04/05	Pág	28
Título: FT Características y funcionamiento general del aerogenerador GBX 2.0 MW Título: FT Characteristics and general operation of GBX 2.0 MW Wind-turbine					

Type	1 planetary stage / 2 parallel stages
Ratio	1 : 100,5 (50 Hz) / 1 : 120,5 (60Hz)
Cooling system	Oil pump with oil cooler; Aux. pump
Oil heater power	2.25 kW, 690V
Oil filter	3 µm / 10 µm
Supplier	Several
Dimensions (approx.)	2 x 2.2 x 2.2 m ³
Weight (max.)	16500 kg

4.15 ACOPLAMIENTO EJE DE ALTA / HIGH SPEED SHAFT COUPLING

Eje principal - multiplicadora	Disco cónico de aplido
Multiplicadora - generador	Acoplamiento flexible

Main shaft - gearbox	Shrink Disc Conical
Gearbox - generador	Flexible joint

4.16 GENERADOR CON CONVERTIDOR / GENERATOR WITH CONVERTER

Tipo	Doblemente alimentado con rotor elevador y anillo deslizante
Potencia nominal	2000 kW (estator + rotor)
Voltaje	690 Vnc
Frecuencia	50 Hz / 60 Hz
Nº de polos	4
Clase de protección	IP54 (IP 23 para anillos rozantes)
Velocidad nominal de rotación	1800 rpm
Intensidad nominal	
Estator	1500 A @ 690 V
Rotor	260 A @ 480 V / 107 A @ 690 V
Factor de potencia	1.0
Intervalo de factor de potencia (*)	0.95 _{cap} - 0.96 _{ind} (opción 1) 0.95 _{cap} - 0.96 _{ind} (opción 2)
Dimensiones	3224mm x 1883 mm x 1310 mm
Peso	7100 kg
Redamiento DE	G330 M / G3
Redamiento NDE	G330 M / G3
	Ver sección 1.5

(*) En bornas de baja tensión del transformador.

▼ Cámara Eólica	FICHA TÉCNICA TECHNICAL FILE	CONDICIÓN	REV. 00
		GD005000	Edi. De
		FECHA: 15/04/05	29 34
Título:	FT Características y funcionamiento general del aerogenerador G8X 2.0 MW		
Título:	FT Characteristics and general operation of G8X 2.0 MW Wind-turbine		

Type	Doubly fed machine with wound rotor and slip rings
Rated power	2000 kW (stator + rotor)
Voltage	690 Vac
Frequency	50 Hz / 60 Hz
Number of poles	4
Class of protection	IP54 (IP23 for slip rings)
Rated speed	1680 rpm
Nominal current	
Stator	1500 A @ 690 V
Rotor	200 A @ 480 V / 167 A @ 690 V
Default power factor	1.0
Power factor range (*)	0.98 _{low} - 0.96 _{high} (option 1) 0.95 _{low} - 0.95 _{high} (option 2)
Dimensions	3224 mm x 1883 mm x 1310 mm
Weight	7100 kg
DE Bearing	6330 M / C3
NDE Bearing	6330 M / C3 Ver sección 1.5

(*) At Low Voltage transformer side.

4.17 FRENO DE APARCAMIENTO / PARKING BRAKE

Tipo	Freno de disco
Diámetro	600 mm
Material	FN-GJV-300-L1

Type	Disc brake
Diameter	600 mm
Material	FN-GJV-300-L1

4.18 GRUPO HIDRÁULICO / HYDRAULIC UNIT

Capacidad de la bomba	44 l/min
Presión máxima	200 bar
Contenido de aceite	300 l
Motor	18,5 kW / 22KW

Pump capacity	44 l/min
Maximum pressure	200 bar
Oil quantity	300 l
Motor	18.5 kW / 22kW

	FICHA TÉCNICA TECHNICAL FILE	CÓDIGO	GD005800	Rev. 00
		FECHA	15/04/05	Pág. 30 De 34
Título: FT Características y funcionamiento general del aerogenerador GBX 2.0 MW Título: FT Characteristics and general operation of GBX 2.0 MW Wind-turbine				

4.10 SENSORES DE VIENTO / WIND SENSORS

Tipo	1 anemómetro ultrasónico 2D con medida de velocidad y dirección simultánea + 1 anemómetro de cazoletas y vaneas
Número	1 + 1

Type	1 ultrasonic anemometer 2D with simultaneous measurement of wind speed and direction + 1 cup anemometer and windvane
Number	1 + 1


4.20 UNIDAD DE CONTROL / CONTROL UNIT

Alimentación		
Frecuencia	50 Hz / 60 Hz	
Voltaje	3 x 690 Vca o 3 x 690 Vca / 3 x 480 Vca	
Potencia para iluminación	1 x 10 A, 230 Vca (50 Hz) / 1 x 10 A, 110 Vca (60 Hz)	
PLC	Sistema A / RFC 750 Ethernet (Phoenix Contact)	
Comunicación	CAN / DDCS / Inibus	
Memoria de programa	EPROM (flash)	
Lenguaje de programación	ST (IEC 61131)	
Configuración	Módulos a un rack frontal	
Operación	Panel táctil	
Pantallas	1 terminal táctil, 320 x 240 pixels, 5,7" pulg.	
Supervisión / control		
	Potencia activa	Ambiente (temperatura del aire)
	Potencia reactiva	Rotación
	Orientación	Generador
	Hidráulicos	Sistema de cambio de paso
	Red eléctrica	Monitorización remota
Información		Datos de operación
		Producción
		Estado de operación
		Estado de alarmas
Órdenes		
	Avance / pausa	
	Inicio / parada de orientación manual	
	Tests de mantenimiento	
Supervisión remota		
	Posibilidad de conexión a comunicación serie (para PLC Sistema A) o Ethernet (para PLC Phoenix Contact)	

Título: **FT Características y funcionamiento general del aerogenerador G&X 2.0 MW**
 Title: **FT Characteristics and general operation of G&X 2.0 MW Wind-turbine**

Datos de controladores Nacelle, Buje, Ground	
Grado de protección	
	Nacelle IP 43
	Buje IP 54
	Ground IP 54
Dimensiones aprox.	
	Nacelle 4000 x 2200 x 500 mm ³
	Buje 800 x 800 x 400 mm ³
	Ground 800 x 1800 x 400 mm ³
Tipo de alojamiento	Acero, espesa de 3 mm (armario y puerta) y de 1,5 mm (puerta)
Protección personas	UNL 60439 1; UNE 60704

Power supply	
Frequency	50 Hz / 60 Hz
Voltage	3 x 690 Vac or 3 x 690 Vac + 3 x 480 Vac
Illumination	1 x 10 A, 230 Vac (50Hz) or (1 x 10 A, 110 Vac) (60Hz)
PLC	System A / IFC 400 L111 IU (Phoenix Contact)
Communication	CAN / DDCS / Interbus
Program memory	EEPROM (Flash)
Programming language	ST (IEC-1131)
Configuration	Modules to a front rack
Operation	Touch terminal
Display	Touch terminal, 320 x 240 pixels, 5.7 inch
Supervision / control	
	Active power Ambient (air temperature)
	Reactive power Rotation
	Yawing Generator
	Hydraulics Pitch system
	Grid Remote monitoring
Information	
	Operating data Operation log
	Protection Alarm log
Commands	
	Run/pause
	Start / Stop. Manual yaw
	Maintenance tests
Remote supervision	
	Possibility of connection of serial communication (for PLC System A) or Ethernet (for PLC Phoenix Contact).

	FICHA TÉCNICA TECHNICAL FILE	CÓDIGO 640005000	REV. 00
		FECHA 15/06/05	Pág. 32 De 34
Título: 180:	FT Características y funcionamiento general del aerogenerador G8X 2.0 MW FT Characteristics and general operation of G8X 2.0 MW Wind-turbine		

Nacelle, hub and ground controller data	
Protection level	
	Nacelle IP-43
	Hub IP-54
	Ground IP-54
Dimensiones aprox	
	Nacelle 4000 x 2200 x 500 mm ³
	Hub 800 x 800 x 400 mm ³
	Ground 800 x 1600 x 400 mm ³
Type of enclosure	Steel, thickness 3 mm (cabinet, pedestal); 1,5 mm (door)
Method of protection of persons	UNE 60439-1; UNE 60204

4.21 CÉLULA DE MEDIA TENSIÓN / MEDIUM VOLTAGE SWITCH GEAR

La célula de conexión del aerogenerador a la red eléctrica en Media Tensión se incluye en el suministro de Gamesa Eólica de forma opcional. La elección de esta célula debe ser realizada de acuerdo a las características eléctricas de la red de conexión, a continuación se muestran las características básicas de una célula tipo.

Esta célula corresponde al aerogenerador G8X 2MW estándar para una red de conexión de 20kV. Para otros niveles de tensión de la red de conexión, es necesario consultar con Gamesa Eólica.

Tipo	Aparato a Hilo de acero SFG
Servicio	Continuo
Instalación	Interior
Nº de fases	3
Nº embarrados	1
Tensión nominal asignada	24 kV
Tensión del servicio	20 kV
Frecuencia nominal	50 Hz
Intensidad nominal	
Función de protección (P)	200 A
Función de conexión a red (L)	400 A
Nivel de aislamiento	
A tierra, entre polos y entre bornas (frecuencia Industrial / tipo rayo)	50 kV / 125 kV
Intensidad de cortocircuito	
Admisible de corta duración (1 s)	16 kA
Nominal crónica	40 kA
Resistencia arcos internos	
Intensidad	16 kA-0,5 s (UNE 20099 CFI 2MR)
Voltaje	24 kV
Dimensiones (aprox.) (*)	1200 x 800 x 2000 (alto) mm ³
Peso (aprox.) (*)	415 kg

(*) Celda mayor

(**) El tipo de celda depende de las características del punto de conexión del aerogenerador. Los datos indicados corresponden a una de las situaciones posibles.

	FICHA TÉCNICA TECHNICAL FILE	CÓDIGO GD006200	Ed. v. 00
		FECHA 15/04/05	Pág. De 33 34
Título FY Características y funcionamiento general del aerogenerador GBX 2.0 MW	Title FT Characteristics and general operation of GBX 2.0 MW Wind-turbine		

The switch gear of the windturbine is included in the supply of Gamesa Eólica, S. A. as an option. This gear has to be chosen according to the electrical characteristics of the grid connection. Below, characteristics of one type of gear are shown. This gear corresponds to the GBX-2.0 MW standard for a grid connection of 20 kV. For other voltage levels, it is necessary to contact Gamesa Eólica, S. A.

Tipo	Abierto, aislado SF6
Servicio	Continuo
Instalación	Indoor
Number of phases	3
Busbar number	1
Assigned nominal voltage	24 kV
Service voltage	20 kV
Nominal frequency	50 Hz /
Nom. Intensity, Protection function (P)	200 A
Nom. Intensity, Grid connection function (I)	400 A
Insulation level	
Ground, between poles and between terminals	50 kV (industrial freq) / 72.5 kV (peak freq.)
Short circuit intensity	
Permissible of short duration (1 s)	16 kA
Nominal pulse	40 kA
Resistance	
Intensity	16 kA 0.5 s (UNE 20099 CFI 208)
Voltage	24 kV
Dimensions (approx. for larger unit)	1.200 x 1100 x 2.800 (height) mm ³
Weight (approx. for larger unit)	415 kg

(*) Direct circuit

(**) The switch gear depends on the characteristics of the connection part of the generator. The indicated data correspond to the most favorable situation.

4.22 TRANSFORMADOR / TRANSFORMER

Tipo	Indicador, seco encapsulado
Relación de transformación	630 kV / 34.5 kV / 630 V o 690 V / 480 V
Potencia nominal	2100 kVA / 2000 kVA (opción)
Frecuencia	50 Hz / 60 Hz
Grupo de conexión	Dyn11
Clase de aislamiento	F
Nivel de aislamiento (kV)	24 kV
Peso (aprox.)	25000 kg

	FICHA TÉCNICA TECHNICAL FILE	CONFIG G0005000	REV 00
		FECHA 15/04/05	PAG De 34 34
Título Title:	FT Características y funcionamiento general del aerogenerador GBX 2.0 MW FT Characteristics and general operation of GBX 2.0 MW Wind-turbine		

Type	3 phase, dry-encapsulated
Transformation relation	0,6 kV - 34,4 kV / 690 V or 690 V + 400 V
Nominal power	2100 kVA / 2500 kVA (option)
Frequency	50 Hz / 60 Hz
Connection group	Dyn11
Insulation class	F
Insulation level (kV)	24 kV
Weight (Approx.)	< 5000 kg

4.23 PESOS / WEIGHTS

PESO TORRES / TOWER WEIGHT	60 m	67 m	78 m	100 m
Torres IEC II A (*)	127 t	145 t	201 t	203 t
Torres DIBt Zona II (*)			201 t	203 t
Torres IEC IA / DIBt Zona III (*)	130 t	153 t	203 t	

(*) Estos pesos no incluyen la celda de media tensión y el ground
 (*) It does not include the switch gear and the ground controller.

PESO NACELLE / NACELLE WEIGHT	70 t
--------------------------------------	-------------

PESO ROTOR / ROTOR WEIGHT	G80	G83 EXTENDER MECANOSOLDADO	G83 EXTENDER ROOT BLADE	G87	G90
	30,6 t	45,0 t	40,7 t	38,4 t	38,0 t

PESO TOTAL NACELLE / NACELLE TOTAL WEIGHT	G80	G83 EXTENDER MECANOSOLDADO	G83 EXTENDER ROOT BLADE	G87	G90
Towers IEC II A (*)	60 m 235,6 t	242 t	237,7 t	233,4 t	234,9 t
	67 m 253,8 t	260 t	256,7 t	251,4 t	252,9 t
	78 m 309,6 t	316 t	311,7 t	307,4 t	308,9 t
	100 m 391,6 t	398 t	393,7 t	389,4 t	390,9 t
Towers DIBt Zona II (*)	78 m 309,6 t	316 t	311,7 t	307,4 t	308,9 t
	100 m 391,6 t	398 t	393,7 t	389,4 t	390,9 t
Towers IEC IA / DIBt Zona III (*)	60 m 244,6 t	233 t	246,7 t	242,4 t	243,9 t
	67 m 261,6 t	260 t	263,7 t	259,4 t	260,9 t
	78 m 311,6 t	318 t	313,7 t	309,4 t	310,9 t