

Anexo 2.

Fabricantes de aerogeneradores y características de sus máquinas

En un parque eólico actual, en un campo de generadores eólicos, en una granja eólica como se decía antes, el elemento clave es el aerogenerador. Y al hablar de esta máquina se nos viene enseguida una clasificación muy simple. Los grandes aerogeneradores de cientos de kilovatios de potencia, pensados básicamente para su funcionamiento agrupado formando parque eólicos con el objetivo de producir energía eléctrica de forma masiva, y las pequeñas unidades desde unos cientos de vatios hasta pocos kilovatios, para utilización doméstica, rural, embarcaciones, etc. con fines de alimentación eléctrica, o bien para aplicaciones agrícolas, bombeo de agua, e incluso para integración en sistema híbridos eolicofotovoltaicos por ejemplo. Un caso especial lo constituyen las aeroturbinas oleohidráulicas.

Agrupamos este epígrafe en otros dos grandes grupos: fabricantes de grandes máquinas y fabricantes de pequeños aerogeneradores y soluciones específicas. En cada uno de ellos se recogen las empresas en orden alfabético, se hace una pequeña presentación de las mismas para a continuación mostrar las características de las máquinas actualmente en catálogo o sus últimos desarrollos según la información recibida. Las referencias que nos han enviado han sido cotejadas e introducidas en el capítulo correspondiente al listado de instalaciones eólicas. Se han mantenido las referencias correspondientes a exportaciones/instalaciones en otros países.

Como fabricantes de grandes aerogeneradores implantados en España, tanto nacionales como extranjeros figuran:

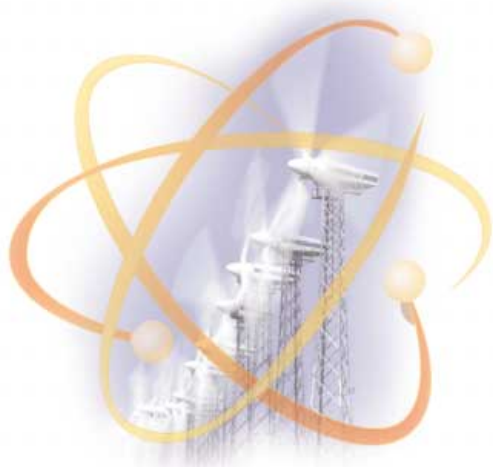
- 1 Aerogeneradores Canarios, S.A. – ACSA.
- 2 Bazán-Bonus (Empresa Nacional Bazán).
- 3 Desarrollos Eólicos, S.A. – DESA.
- 4 Dewind Iberia, S.A.
- 5 Ecotècnia MCC.
- 6 Enron Wind Ibérica, S.L.
- 7 Gamesa Eólica, S.A.
- 8 Made, Tecnologías Renovables, S.A.
- 9 Neg Micon Ibérica SAU.
- 10 Nordex Ibérica (Borsigenergy) S.A.

Se hace una breve referencia a Enerlim, S.L. por su desarrollo de un prototipo de aerogenerador de nuevo concepto, fabricado en principio por Necesa.

En cuanto al segundo grupo tienen cabida las empresas:

1. Aplicaciones de Energías Sustitutivas, S.L. – ADES.
2. J. Bornay Aerogeneradores, SRC.
3. Molinos de Viento Tarragó.
4. Soluciones Energéticas, S.A. – SOLENERSA.

ACSA y Ecotècnia tienen también productos en este campo.



1. Fabricantes de grandes aerogeneradores

1.1. Aerogeneradores Canarios, S.A.

Aerogeneradores Canarios, S.A.-ACSA, se fundó el 23 de diciembre de 1985. Durante los primeros años tuvieron muy poca actividad, debido a que en España era prácticamente desconocida la energía eólica. En ese momento consiguió un acuerdo de tecnología avanzada con la empresa danesa VESTAS WIND SYSTEMS, A/S, una de las firmas líderes mundiales en aerogeneración.

Es destacable que ACSA fuera la primera empresa no danesa en fabricar, fuera de Dinamarca, turbinas eólicas con esa avanzada tecnología.

ACSA ofrece un servicio integral al cliente: si es posible, le selecciona el lugar de instalación de las turbinas eólicas, previo al estudio correspondiente; realiza y tramita el proyecto técnico de la planta eólica; realiza la construcción "llave en mano", se responsabiliza de la totalidad de la obra; y finalmente se ocupa del mantenimiento.

ACSA ha actuado siempre en dos campos: fabricando e instalando turbinas para sus clientes y, además realizando parque eólicos propios, para explotarlos, vendiendo la energía eléctrica generada.

Debe destacarse que ACSA fue la primera empresa privada española en instalar parques eólicos propios, y la primera empresa en instalar en España parque eólicos comerciales. También la primera empresa en fabricar turbinas eólicas de tecnología punta y turbinas eólicas con palas de ángulo variable.

- El conjunto de los parques eólicos de ACSA es, el de mayor eficacia media de Canarias y de

toda España. Así, el factor de capacidad medio de los parques eólicos de esta región en 1998 fue algo menor del 20%. En ese mismo año, el factor de capacidad medio de las instalaciones eólicas ACSA superó el 39%, y en 1999 superó el 41%.

- Hasta hace poco ACSA ha actuado sólo en el mercado canario. Ahora se han proyectado hacia América Latina (contrato de Argentina y trabajos en México), y al África Atlántica, donde en los últimos meses ha tomado contacto con los mercados de Togo, Benin, Burkina Faso, Mali, Ghana, Gambia, Senegal, Mauritania, Marruecos y Cabo Verde.

- Está ampliando la gama de productos, hasta ahora sólo turbinas eólicas de media potencia, a miniturbinas, molinos de bombeo y paneles solares fotovoltaicos, y dando los pasos necesarios para fabricar e instalar un prototipo de 1MW, y, tras su prueba, pasar a comercializarlo. Esperan poder instalar el prototipo en el 2001, y comercializarlo en el 2002-2003.

AEROGENERADOR ACSA - A27/225 KW

CARACTERISTICAS TECNICAS

Rotor:

- Diámetro: 27 m
- Area barrida: 573 m²
- V_{nom} generador principal: 43 rpm.
- V_{nom} generador secundario: 32 rpm.
- Dirección de rotación: Horaria (barlovento)
- Regulación de potencia: Por paso variable
- Nº de palas/longitud: 3/13 m
- Material: Poliéster con fibra de vidrio (GFRP)
- Frenos aerodinámicos: Giro total del palas
- Perfil de las palas: NACA 63-200
- Altura del eje: 31,5 m

Datos de funcionamiento:

- Velocidad de arranque: 3,5 m/s
- Velocidad de corte: 25,0 m/s

- Velocidad a potencia nominal: 13,5 m/s

Torre:

- Tipo 1: Tubular troncocónica
- Accesorios: Sección cimentación
- Superficie: Metalizada y pintada
- Altura: 30 m
- Tipo 2: Celosía
- Accesorios: Pernos de anclaje
- Superficie: Galvanizada
- Altura: 30 m

Generador: 6 polos 8 polos

- Tipo: Asíncrono, de doble devanado
- Potencia nominal 225 kW
50 kW
- Intensidad: 400 A 100 A
- Voltaje: 400 Vca 400 Vca
- Frecuencia: 50 Hz 50 Hz
- Factor de potencia: 0,81 0,72
- Conexión: Triángulo Triángulo
- Aislamiento tipo: F F
- Protección: IP54 IP 54
- Control de temperatura: PT 100 PT 100
- Revoluciones 1008 760
- Fabricante: SIEMENS, ASEA, ABB o similar.

Compensación de fase:

- Potencia reactiva instalada: 87,5 kVar
25,0 kVar
- Factor de potencia resultante: 0,94 0,91
- Intensidad resultante: 345 A 80 A

Multiplicador:

- Tipo: 2 etapas, ejes paralelos
- Relación: 1:23
- Potencia nominal: 433 kW
- Volumen de aceite: 70 l
- Fabricante: HANSEN, FLENDER o similar

Sistema de orientación:

- Tipo: Orientación activa
- Control: Por veleta
- Velocidad: 0,6 grados/s

Motores de orientación:

- Tipo: Asíncronos

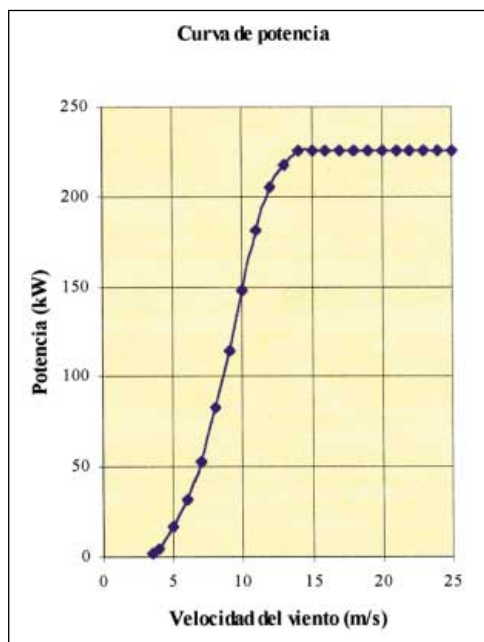


Figura 1.

- Velocidad de giro: 950 r.p.m.
- Potencia nominal: 0,37 kW
- Fabricante: ASEA, o similar

Reductor de orientación:

- Tipo: Rueda/planetario
- Par nominal: 2 x 5.500 Nm
- Fabricante: BONFIGLIOLI, o similar

Vela y Anemómetro:

- Tipo: Optoelectrónicos
- Fabricante: VESTAS, o similar

Unidad hidráulica:

- Tipo: Bomba de engranajes
- Caudal: 4,2 l/min a 100 bar
- Presión máxima: 100 bar
- Capacidad de aceite: 30 l
- Fabricante: VICKERS SYSTEMS, o similar

Unidad de control:

- Tipo: Multiprocesadores (VMP)
- Fabricante: VESTAS

Pesos:

- Torre tubular: 12.000 kg
- Barquilla: 7.900 kg
- Rotor: 2.900 kg

Curva de potencia

La curva teórica de potencia, que se muestra en la figura 1,

está basada en una densidad del aire de 1,23 kg/m³.

AEROGENERADOR V47/660 kW

El aerogenerador V47-660 kW es el resultado del perfeccionamiento de turbinas análogas de menor potencia (225, 500 y 600 kW), basado en los conocimientos derivados de su explotación.

En este modelo, la regulación del paso de las palas es aún más sensible y afinada (Optitip), para aprovechar al máximo las ventajas del sistema, que se pueden resumir en las siguientes:

- Mejor regulación de la máxima potencia de salida, 660 kW.
- Acoplamiento más suave del generador.
- Arranque sin motor.
- Menores cargas sobre la estructura.
- Frenado realizado sin la utilización del freno mecánico.
- Optimización de la producción bajo todas las condiciones de viento.

CARACTERISTICAS TECNICAS

Rotor:

- Diámetro: 47 m
- Área barrida: 1.735 m²
- V_{nom} rotación rotor: 28,5 r.p.m.
- Dirección de rotación: Horaria (barlovento)
- Regulación de potencia: Por paso variable
- Nº de palas: 3
- Material: Poliéster con fibra de vidrio (GFRP)
- Frenos aerodinámicos: Giro total de palas
- Altura del eje: 45,7 m

Datos de funcionamiento:

- Velocidad de arranque: 3,5 m/s
- Velocidad de corte: 25,0 m/s
- Velocidad a potencia nominal: 13,5 m/s

Torre:

- Tubular troncocónica+ sección cimentación
- Superficie: Metalizada y pintada
- Altura: 45 m

Generador:

- Tipo: *deslizamiento variable* Asíncrono
- Potencia nominal: 660 kW
- Intensidad resultante: 564 A
- Voltaje: 690 VAC
- Frecuencia: 50 Hz
- Factor de potencia resultante: 0,98
- Protección: IP54
- Revoluciones: 1515-1650 rpm.

Multiplicador:

- Tipo: Planetario/helicoidal
- Relación: 1:52,6514

Unidad de control:

- Tipo: Multiprocesadores (VMP)
- Fabricante: VESTAS

Pesos:

- Torre tubular: 33.000 kg
- Barquilla: 20.400 kg
- Rotor: 7.200 kg

MINITURBINAS EOLICAS

Los sistemas de generación eléctrica basados en las miniturbinas eólicas son ideales para aplicaciones diversas que requieran un suministro de energía independiente de la red eléctrica convencional, o bien que complementen a ésta. En especial están indicados, entre otros, para los siguientes usos:

- Electrificación de viviendas aisladas y servicios públicos. Viviendas en emplazamientos aislados, refugios de montaña, etc.
- Suministro eléctrico a pequeñas instalaciones agrícolas o industriales.
- Bombeo de agua, sistemas de riego, iluminación de invernaderos o granjas, sistemas de ordeño, refrigeración, etc.
- Desalinización y depuración de agua, en plantas de pequeña dimensión.
- Fabricación de hielo.
- Telecomunicaciones, señalización marítima, faros, repetidores y reemisores de radio, televisión

y telefonía, dispositivos de alarma, etc.

La miniturbina se puede integrar en una instalación mixta, con paneles solares fotovoltaicos o grupos diesel, para mayor efectividad y seguridad de suministro.

Miniturbina - ACSA 1.000 W

CARACTERISTICAS TECNICAS

- Potencia instalada: 1.000 W
- Velocidad arranque: 3 m/s
- Velocidad nominal: 12 m/s
- Velocidad corte: 25 m/s
- Velocidad de supervivencia: 60 m/s

Datos del rotor:

- Número de palas: 3
- Diámetro: 2,5 m
- Área barrida: 4,9 m²
- Posición: Barlovento
- Velocidad a potencia nominal: 600 r.p.m.
- Máxima velocidad: 900 r.p.m.
- Control de velocidad: Timón articulado
- Cubo del rotor: Rígido
- Sistema de palas: Paso fijo
- Perfil de las palas: NACA 4415
- Velocidad típica (λ): 7,6
- Material de las palas: Poliéster reforzado con fibra de vidrio, con protección contra rayos UV y resistente a la abrasión.
- Sistema de orientación: Pasivo, por deriva
- Mecanismo de frenado: Por orientación a 90° del viento

Generador:

Síncrono trifásico de imanes permanentes.

- Tensión nominal: 24 V
- Frecuencia: 0-90 Hz
- Aislamiento típico: F
- Protección: IP54

Control de tensión:

Tipo ARK II o similar, 50 A - 24 V, con rectificador, controlador de potencia resistencia de volcado.

Sistema de baterías:

Baterías estacionarias de bajo

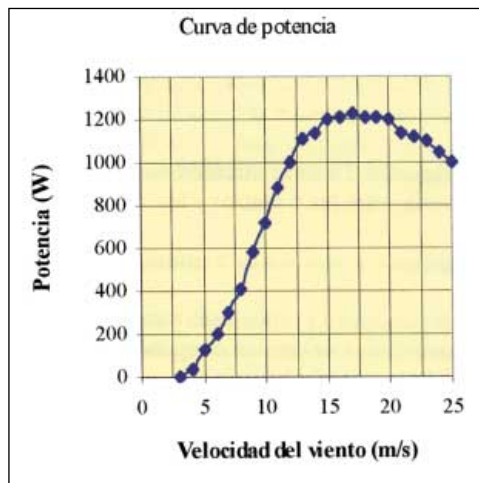


Figura 2.

mantenimiento dimensionadas según, necesidades energéticas.

Torre:

Torre tubular galvanizada, o torre metálica de celosía, con vientos autoportantes (6 m-18 m).

ACSA puede suministrar la siguiente gama de turbinas, con características análogas a la descrita: 250 W, 400 W, 600 W, 1.000 W, 1.500 W, 2.500 W, 4 kW y 10 kW

MOLINOS DE BOMBEO

Los molinos multipala se utilizan exclusivamente para el bombeo de agua, al transformar la energía eólica en energía mecánica.

Para escoger el molino de bombeo que mejor se adapte a las necesidades se utilizará la Tabla I.

Estos resultados se obtienen suponiendo una velocidad media del viento de unos 30 km/h.

Figura 3.

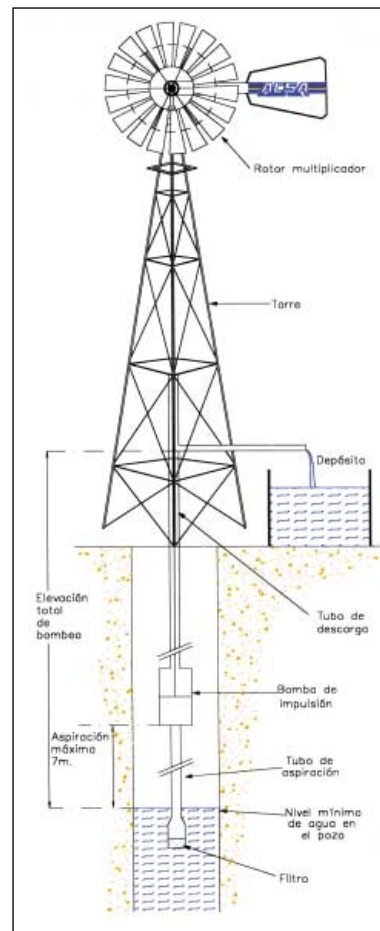


Tabla I.

Caudal máximo en litros por hora	Elevación total de bombeo			
	Diámetro del rotor (metros)			
	1,80	2,60	3,00	4,00
1.000 l/h	20 m	50 m	80 m	105
1.200 l/h	15 m	45 m	70 m	100
1.800 l/h	10 m	40 m	60 m	90 m
2.400 l/h	---	30 m	50 m	80 m
5.000 l/h	---	---	25 m	50 m
7.500 l/h	---	---	15 m	35 m

1.2. Bazán-Bonus (Bazán Turbinas)

Bazán Turbinas en su fábrica en Ferrol mecaniza gran parte de los componentes del aerogenerador y realiza el ensamblaje completo de la góndola. También lleva a cabo la instalación en el emplazamiento. Si el cliente así lo desea ofrece proyectos "llave en mano". Su actividad en este campo es reciente, apenas si data de 1996, trabajando sobre licencia del tecnólogo danés BONUS teniendo la exclusividad para fabricar y comercializar en España estos aerogeneradores, denominados Bazán-Bonus.

Actualmente fabrican los modelos Bazán-Bonus MK-IV de 600 kW de potencia unitaria y el modelo Bazán-Bonus de 1.300 kW, el primer aerogenerador de esta potencia instalado en España.

A la fecha tienen instaladas en España 184 máquinas MK-IV y una de 1.300 kW. En China acaban de instalar 20 máquinas de 600 kW.

AEROGENERADOR BAZAN-BONUS 1.3 MW

ESPECIFICACIONES TECNICAS

Rotor:

- Tipo: 3 palas, eje horizontal
- Posición: En contra del viento
- Diámetro: 62 m
- Área proyectada: 3.019 m²
- Velocidad del rotor: 19/13 r.p.m.
- Regulación de potencia: CombiStall
- Inclinación del rotor: 5 grados

Pala:

- Tipo: Autoportante
- Longitud de la pala: 29 m
- Cuerda en el extremo: 0,80 m
- Cuerda de la raíz: 2,40 m
- Perfil aerodinámico: FFA3-NA-C A 632xx
- Conicidad: 0 grados
- Material: GRP
- Brillo superficial: Semimate, 5-15 ISO 2813

- Color superficial; Gris claro, Jotun 8091
- Denominación de la pala: LM 29
- Fabricante de la pala: LM Composites

Freno aerodinámico:

- Tipo: Actuación sistema de paso
- Activación: Activa, eléctrica "fail safe"

Componentes de transmisión de la carga:

- Buje: Fundición nodular de hierro
- Cojinetes principales: Cojinetes de rodillos a rótula
- Eje de transmisión: Acero
- Placa de asiento de la góndola: Acero

Sistema de transmisión:

- Acoplamiento buje-eje: Brida
- Acoplamiento Eje-multiplicador: Disco aplicado en caliente
- Multiplicador: Planetario/helicoidal de 3 etapas
- Relación de multiplicación: 1:79
- Lubricación de la caja de engranajes: Par barboto
- Volumen de aceite: 185 l
- Enfriamiento multiplicador: Enfriador independiente
- Denominación multiplicador: PEAS 4375
- Fabricante del multiplicador: Flender AG
- Acoplamiento multiplicador-generador: Doble acoplamiento flexible

Freno mecánico:

- Tipo: Freno de disco "Failsafe"
- Posición: Eje de alta velocidad
- Número de actuadores: 3

Generador:

- Tipo: Asíncrono
- Potencia nominal: 1,3/0,26 MW
- Velocidad síncrona: 1.500/1.000 r.p.m.
- Tensión: 690 V
- Frecuencia: 50 Hz
- Protección: IP 54
- Refrigeración: Ventilador externo
- Clase de aislamiento: F
- Designación del generador: HXR 500 LN 4/6
- Fabricante del generador: ABB

Góndola:

- Tipo: Totalmente cerrada
- Material: Acero

Sistema de giro:

- Tipo: Activo
- Cojinete de giro: Corona dentada exteriormente
- Transmisión de giro: Cuatro motores eléctricos
- Freno del sistema de giro: Freno de fricción pasivo

Controlador:

- Tipo: Basado en microprocesador
- Control remoto: Preparado vía módem
- Designación del controlador: KK WTC-2.0
- Fabricante del controlador: KK Electronic A/S

Torre:

- Tipo: Torre tubular cónica
- Altura del buje: 50 - 68 m
- Protección anticorrosiva: Con pintura
- Brillo superficial: Semimate, 15-35 ISO2813
- Color superficial: Gris claro, Hempel 55210-01050

Datos de funcionamiento:

- Velocidad del viento a la entrada en servicio: 3 m/s
- Potencia nominal a: 15 m/s
- Velocidad del viento para la parada de emergencia: 25 m/s
- Máxima ráfaga de 2 s: 55 m/s (versión estándar)
- 60-80 m/s (vers. especiales)

Pesos (aproximados):

- Rotor: 30.000 kg
- Góndola excl. rotor: 50.000 kg
- Torre de 68 m de altura de buje: 70.000 kg

CURVA DE POTENCIA PARA DENSIDAD DE AIRE DE 1,225 kg/m³

La curva de potencia es válida para las siguientes condiciones estándar del aire: temperatura ambiente 15°C, presión 1.013

Tabla I.

Viento (m/s)	Potencia (kW)	Viento (m/s)	Potencia (kW)
0,0	0,0	13,0	1.183,1
1,0	0,0	14,0	1.250,1
2,0	0,0	15,0	1.281,7
3,0	0,0	16,0	1.294,0
4,0	32,1	17,0	1.298,2
5,0	91,6	18,0	1.299,5
6,0	172,5	19,0	1.299,8
7,0	291,2	20,0	1.300,0
8,0	439,3	21,0	1.300,0
9,0	604,3	22,0	1.300,0
10,0	770,6	23,0	1.300,0
11,0	928,7	24,0	1.300,0
12,0	1.072,2	25,0	1.300,0

Tabla II.

Viento (m/s)	Potencia (kW)	Viento (m/s)	Potencia (kW)
5,0	1.545	8,0	4.330
5,5	1.992	8,5	4.758
6,0	2.454	9,0	5.170
6,5	2.927	9,5	5.554
7,0	3.408	10,0	5.908
7,5	3.870		

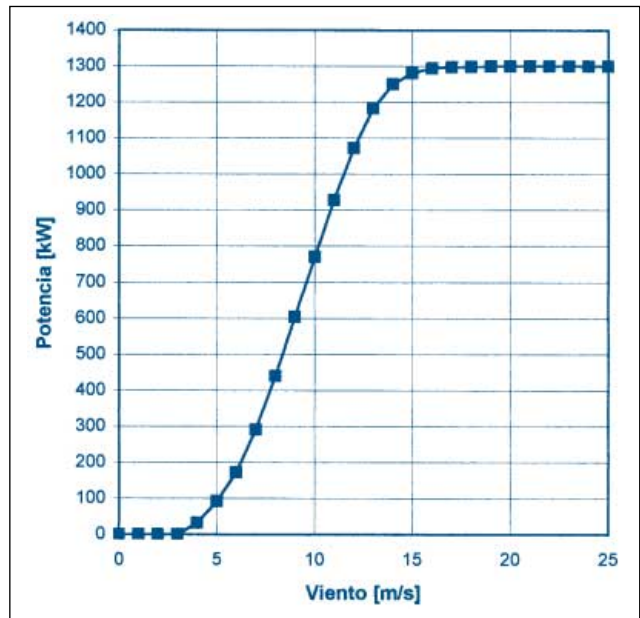
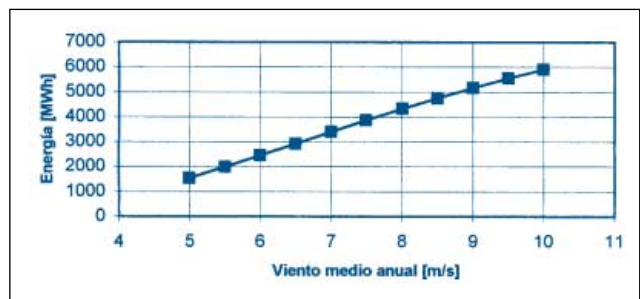


Figura 1.

Figura 2.



mBar y densidad del aire de $1,225 \text{ kg/m}^3$, palas del rotor limpias y flujo de aire horizontal no perturbado. (Tabla I, Fig. 1)

Los datos de producción de

energía anual para las distintas velocidades medias de viento a la altura del buje se calculan a partir de la curva de potencia anterior suponiendo una distribución de *Raleigh* de velocidad

de viento, una disponibilidad del 100%, no habiéndose considerado ni pérdidas en la red ni otros factores que pudieran afectar a la producción. (Tabla II, Fig. 2)

1.3. Desarrollos Eólicos, S.A.-DESA

Abengoa inició su actividad en el campo de la energía eólica hace más de catorce años, con la construcción de prototipos de aerogeneradores de pequeña potencia que le permitieron dar los primeros pasos en el conocimiento de la tecnología eólica.

Estas actuaciones se consolidaron con contactos y acuerdos con pequeñas compañías, lo que permitió a Abengoa un nivel comercial en sus productos a finales de 1986.

Tabla I.

Características técnicas	A-30/31	A-643	A-15XX(*)
- Potencia Nominal (kW)	300	600	1.500
- Diámetro del Rotor (m)	31	43	66
- Velocidad del Viento en el Eje del Rotor (m/s)			
• Arranque	5	3,5	4
• Potencia Nominal	12	11,5	11
• Desconexión	25	27	26
• Supervivencia	65	60	55
- Nº de Palas	3	3	3
- Velocidad Giro Rotor (r.p.m.)	43,2	15-30	12-23,5
- Altura de Torre (m)	30-40	48-55	64
- Peso de Torre (t)	10,5-14	60-67	102

(*) En desarrollo.

A finales de 1998, las plantas eólicas suministradas e instaladas por Abengoa totalizan una potencia superior a 100 MW.

Desarrollos Eólicos, cuyo capital pertenece íntegramente a Aben-

goa, es quien lidera y canaliza la actividad en el sector eólico.

AEROGENERADORES SERIE A

Los aerogeneradores de la serie A, son máquinas tripalas de rotor

barlovento, siendo la regulación de potencia mediante un sistema de paso variable, que permite, tanto unas elevadas prestaciones en una amplia gama de velocidad de viento, como un frenado aerodinámico efectivo.

1.4. Dewind Iberia, S.A.

Empresa de reciente implantación comercial en España, inició su actividad eólica en Alemania en 1996, con una máquina de 500 kW que de inmediato la mejoró a 600 kW.

Actualmente el número de máquinas instaladas, básicamente en Alemania asciende a 142 con una potencia acumulada de 93.900 kW. En catálogo tienen aerogeneradores desde 600 kW hasta 1.500 kW.

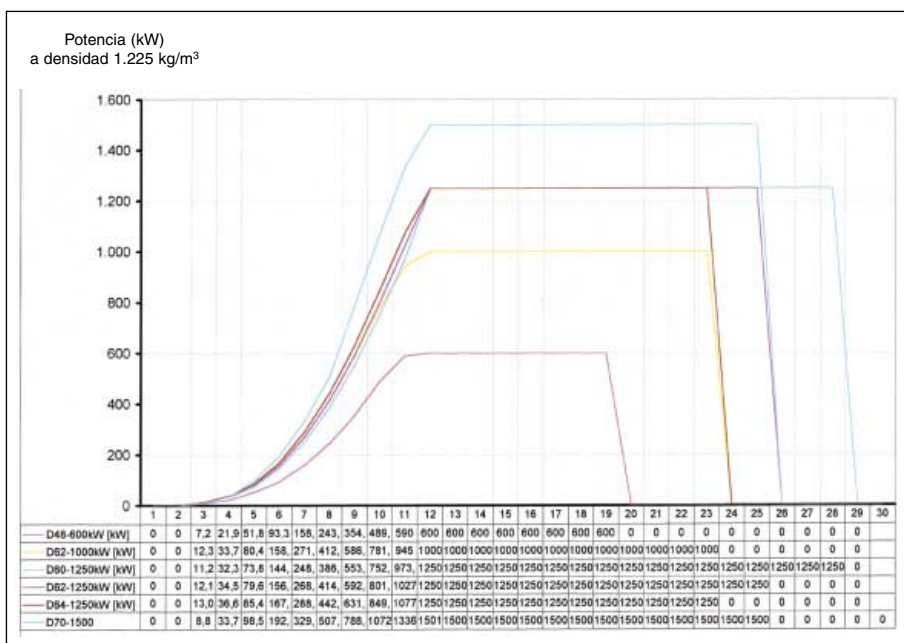


Figura 1. Potencia turbinas eólicas De-Wind

Tabla I.

Tipo	D48-600 kW	D62-1.000 kW	D-60-1.250 kW	D62-1.250 kW	D64-1.250 kW	D70-1.500 kW
Características						
<i>Generales:</i>						
Disposición del eje	Horizontal	Horizontal	Horizontal	Horizontal	Horizontal	Horizontal
Modo de operación	En paralelo	En paralelo	En paralelo	En paralelo	En paralelo	En paralelo
Altura de cubo (m)	50/55/60/70	60/68,5/91,5	60/68,5	60/68,5/91,5	60/68,5/91,5	64,5/89,5
<i>Viento:</i>						
Velocidad viento mínima (m/s)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3,5
Velocidad viento nominal (m/s)	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11
Velocidad viento máxima (m/s)	19	23	28	25	23	20
Potencia nominal (kW)	600	1.000	1.250	1.250	1.250	1.500
Tensión nominal (V)	690	690	690	690	690	690
<i>Rotor:</i>						
Diámetro del rotor (m)	48	62	60	62	64	70
Número de palas	3	3	3	3	3	3
Tipo de cubo	Fundición	Fundición	Fundición	Fundición	Fundición	Fundición
Revoluciones nominales (rpm)	23	23	23,2	21,1	20,5	20,5
Rango de revoluciones (r.p.m.)	15-29,2	12,1-25,2	14,3-27,6	13,1-27,2	12-24,8	11,0-22,0
Angulo de ajuste de pala (°)	0-90	0-90	0-90	0-90	0-90	0-90
Angulo inclinación eje rotor (°)	4	4	4	4	4	4
Velocidad nominal del rotor	20,7	23,9				
Tipo de paso	Variable	Variable	Variable	Variable	Variable	Variable
Control de potencia	Según ajuste de palas	Según paso de palas	Según ajuste de palas	Según paso de palas	Según paso de palas	Según paso de palas

Tabla I. (cont).

Tipo		D48-600 kW	D62-1.000 kW	D-60-1.250 kW	D62-1.250 kW	D64-1.250 kW	D70-1.500 kW
Características							
Palas:							
Número de palas		3	3	3	3	3	3
Perfil de las palas		Serie 63	Serie 63	Serie 63	Serie 63	Serie 63	Serie 63
Material palas		Fibra vidrio/ resina epoxy	Fibra vidrio/ resina epoxy	Fibra vidrio/ resina epoxy	Fibra vidrio/ resina epoxy	Fibra vidrio/ resina epoxy	Fibra vidrio/ resina epoxy
Longitud pala (m)		23,1	29,1	29,1	29,1	31,1	ca. 34
Area barrida (m²)		1.808	3.019	2.804	3.019	3.217	3.848
Multiplicador:							
Diseño multiplicador		Planetario/ engranajes rectos	Planetario/ engranajes rectos	Planetario/ engranajes rectos	Planetario/ engranajes rectos	Planetario/ engranajes rectos	Planetario/ engranajes rectos
Indice de multiplicación		1:45,5	1:53,5	1:48,9	1:49,6	1:48,9	1:87,7
Par nominal (kNm)			217				
Lubricación		Forzada	Forzada	Forzada	Forzada	Forzada	Forzada
Sistema de orientación							
Sistema orientación		Diseño activo	Diseño activo	Diseño activo	Diseño activo	Diseño activo	Diseño activo
Giro orientación		Dos motorred. eléctricos	Dos motorred. eléctricos	Dos motorred. eléctricos	Dos motorred. eléctricos	Dos motorred. eléctricos	Cuatro motorred. hidráulicos
Velocidad de ajuste (°/s)		0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	
Sistema de fijado		Frenos hidráu.	Frenos hidráu.	Frenos hidráu.	Frenos hidráu.	Frenos hidráu.	Frenos hidráu.
Sistema de freno							
Freno principal		Paso de palas	Paso de palas	Paso de palas	Paso de palas	Paso de palas	Paso de palas
Freno de seguridad		Frenos de disco	Frenos de disco	Frenos de disco	Frenos de disco	Frenos de disco	Frenos de disco
Sistema de control		Monitorización remota, transmisión automática de los datos (Mita-Teknika/s)					
Generador							
Tipo de generador		Asíncrono de doble excitación	Asíncrono de doble excitación	Asíncrono de doble excitación	Asíncrono de doble excitación	Asíncrono de doble excitación	Asíncrono de doble excitación
Potencia nominal (kW)		600	1.000	1.250	1.250	1.250	1.500
Tensión nominal (v)		690	690	690	690	690	690
Frecuencia (Hz)		50	50	50	50	50	50
Rango de deslizamiento (%)		±35	±35	±35	±35	±35	±35
Coseno phi		1,0; ajustable	1,0; ajustable	1,0; ajustable	1,0; ajustable	1,0; ajustable	1,0; ajustable
Protección clase		IP 54	IP 54	IP 54	IP 54	IP 54	IP 54
Conexión a red		Directa/ Inversor IGBTU-U	Directa/ Inversor IGBTU-U	Directa/ Inversor IGBTU-U	Directa/ Inversor IGBTU-U	Directa/ Inversor IGBTU-U	Directa/ Inversor IGBTU-U
Condiciones de operación							
Vida útil (años)		20	20	20	20	20	20
Clase (IEC)		III	III	I-60 m altura de cubo II-68,5 m altura de cubo	II	III	II-64,5 m III-89,5 m
Torre		Torre tubular de acero					
Dimensiones:							
Góndola:	Largo x ancho x alto	4,6x2,5x3,3 m	9,0x2,5x2,91 m	9,0x2,5x2,91 m	9,0x2,5x2,91 m	9,0x2,5x2,91 m	
	Peso	24.000 kg	43.000 kg	43.000 kg	45.000 kg	45.000 kg	
Cubo:	Diámetro	2,0 m					
	Largo x ancho x alto	1,8 m (ancho)	2,924x2,532x2,297 m	2,924x2,532x2,297 m	2,924x2,532x2,297 m	2,924x2,532x2,297 m	
	Peso	5.500 kg	7.500 kg	7.500 kg	7.500 kg	7.500 kg	
Palas:	Longitud	23,15 m	29,15 m		29,15 m	31,1 m	
	Peso	1.800 kg/u	4.300 kg/u		4.300 kg/u	4.800 kg/u	

1.5. Ecotècnia, MCC

Esta empresa inició su andadura en el campo eólico en 1981 de forma integrada, es decir, diseñando, fabricando y operando sus propios fabricados, muchas veces en la modalidad llave en mano.

En 1999 Ecotècnia se integró en la estructura empresarial del grupo industrial Mondragón Corporación Cooperativa – MCC, que agrupa a más de 100 empresas cooperativas de variado espectro en cuanto a su fabricación. Cuenta el grupo con centros propios de I+D e incluso con una Universidad Politécnica propia.

En el grupo, Ecotècnia asume el liderazgo de toda la actividad eólica, con positivo efecto sinérgico.

Su arranque industrial lo hizo en el 92 montando en Tarifa un parque eólico de 50 máquinas de 150 kW. Ahora tiene ya instaladas 390 máquinas con 131 MW. Ha entrado en el 2000 con pedidos por 160 MW, del orden de 170 máquinas de 750 kW, su modelo comercial de gama alta.

En este mismo año tiene previsto también finalizar el desarrollo de un nuevo aerogenerador de 1.200 kW. Con esta nueva máquina completa la gama de aerogeneradores, constituida hasta ahora por cuatro modelos:

- Ecotècnia 150, de 150 kW y 20 m de diámetro.
- Ecotècnia 225, de 225 kW y 28 m de diámetro.
- Ecotècnia 640, de 640 kW y 44 m de diámetro.
- Ecotècnia 750, de 750 kW y 48 m de diámetro.

Complementariamente Ecotècnia realiza instalaciones domésticas híbridas, eólico-solares y de electrificación rural.

Dentro del programa Joule acaba de desarrollar un sistema integral autónomo eólico-fotovoltaico-diesel en la gama de 10-50 kW.

ECOTECNIA 640

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Rotor:

- Diámetro: 44 m
- Superficie barrida: 1.520, 5 m²
- Palas: 3x19,1 m

- Velocidad de rotación: 26,9 r.p.m.
- Control: Por pérdida aerodinámica

Operación:

- Potencia nominal: 640 kW
- Velocidad de arranque: 4,5 m/s
- Velocidad de corte: 25 m/s

Freno:

- Principal: aerodinámico en pala
- En buje: de disco

Multiplicador:

- Tipo: Tandem de ejes paralelos
- Relación: 1:55,76
- Lubricación: Bomba eléctrica

Generador:

- Tipo: Inducción
- Potencia: 2x300 kW
- Velocidad de giro: 1.500 rpm.

Sistema de orientación:

- Tipo: Activo
- Actuación: Eléctrica
- Freno: Hidráulico de seguridad

Torre:

- Tipo: Tubular troncónica
- Altura de buje: 37 m

1.6. Enron Wind Ibérica, S.L.

Enron Corp. es una importante "multiutilitie" americana con una fabricación en el 98 de 31.000 millones de euros y 20.000 empleados, corporación a la que pertenece Enron Wind, que tiene tres centros de fabricación: Zond Energy Systems en USA, Tacke Wind Energie en Alemania y Tacke Energía Eólica en España, ahora Enron Wind Ibérica.

Enron Wind fabrica aerogeneradores desde 550 kW hasta 2.000 kW. Tienen una capacidad de fabricación de 35-40 turbinas por semana, que pretende aumentar sensiblemente

mediante la nueva planta de producción en España. En cuanto a Tacke, desarrolló su primera turbina en Alemania en 1985 y lleva más de 900 aerogeneradores instalados. Ha abierto un nuevo centro de producción dedicado al mercado "offshore". Apostó desde hace tiempo por la solución de velocidad variable como alternativa más ventajosa.

En España la empresa prácticamente inicia su actividad con un pedido de 100 aerogeneradores de la serie Enron Wind 750 i por parte de Energías Eólicas Europeas (50% Iberdrola, 50% EHN), a suministrar desde la nueva fábrica de Noblejas (Toledo).

CARACTERÍSTICAS AEROGENERADOR ENRON WIND 750I

Especificaciones técnicas:

- Potencia nominal: 750 kW
- Control: paso variable
- Velocidad inicial de generación: 4 m/s
- Velocidad paro potencia nominal: aprox. 11,6 m/s
- Velocidad de desconexión: 29 m/s

Rotor:

- Número de palas: 3
- Diámetro: 50 metros
- Área de barrida: 1.963 m²
- Velocidad del rotor: variable entre 12,3 y 32,3 rpm.

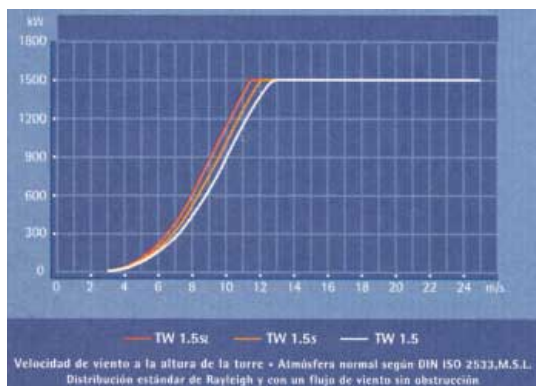


Figura 1.
Curvas
de potencia
para TW
1.5SL/1.5S/1.5

Caja de velocidades:

- Tipo: 2 pasos integrados con ejes paralelos: $i = 40.65$

Generador:

- Tipo: 6 polos, generador asíncrono con anillos rozantes
- Potencia nominal: 750 kW, 50 ó 60 Hz

Inversor:

- Tipo: inversor de frecuencia de transistor bipolar de puerta aislada (IGBT)

Sistema de freno:

- Regulador individual de paso variable.
- Sistema de control de freno a prueba de fallo.

- Tres sistemas individuales de freno aerodinámico.
- Freno mecánico de parada.

Sistema de orientación:

- Cojinete de bolas de contacto de cuatro puntos.
- Motor con sensor que determina la dirección del viento y con un sistema automático desenrollador de cables.

Torre:

- Revestimiento de capas múltiples, torre cónica de acero tubular con una escalera interna de seguridad que lleva a la góndola.
- Altura del buje: 55 ó 65 metros.

Sistema de protección de rayos:

- Pararrayos instalados en los extremos de las aspas.
- Descarga dentro de las aspas del rotor a lo largo de la góndola y la torre.

CARACTERÍSTICAS TW 1.5SL/TW 1.5S/TW 1.5

Especificaciones técnicas:

- Potencia nominal: 1.500 kW
- Control: paso variable

Rotor de 65 metros de diámetro:

- Velocidad inicial de generación: 4 m/s

- Velocidad para potencia nominal: 13 m/s
- Velocidad de desconexión: 25 m/s

Rotor de 70.5 metros de diámetro:

- Velocidad inicial de generación: 3 m/s
- Velocidad para potencia nominal: 12 m/s
- Velocidad de desconexión: 22 m/s

Rotor de 77 metros de diámetro:

- Velocidad inicial de generación: 3 m/s
- Velocidad para potencia nominal: 11,8 m/s
- Velocidad de desconexión: 20 m/s

Rotor

- Número de aspas: 3
- Diámetro: 65/70,5/77 metros
- Área de barrido: 3.318 m²/3.902 m²/4.657 m²
- Velocidad del rotor: variable 11 B 20 r.p.m o 10 B 18 con rotor de 77 metros de diámetro

Sistema de transmisión:

- Tipo: caja de engranaje cilíndrico (de dentadura recta) planetario de tres pasos, $i=90$
- Para rotor de 77 metros: $i=98$

Generador:

- Tipo: generador asíncrono con anillos rozantes
- Potencia nominal: 1.500 kW

Inversor:

- Tipo: inversor de frecuencia de transistor bipolar de puerta aislada (IGBT)

Sistema de frenado:

- Regulador individual de paso
- Freno a prueba de fallo

Sistema de orientación:

- Motor con sensor que determina la dirección del viento y con un sistema automático que desenrolla los cables

Figura 2.



Torre:

- Revestimiento a tres capas, torre cónica de acero tubular con una escalera interna de seguridad que lleva a la góndola.
- Sistema de montacargas, peso máximo 250 kg
- Altura del cubo:
 - Rotor de 65 metros: 67.1, 80 ó 85 metros
 - Rotor de 70.5 metros: 64.7, 80, 85 ó 100 metros
 - Rotor de 77 metros: 61.4, 80, 85 ó 100 metros

Insonorización:

- Estructura insonorizada del sistema de transmisión
- Caja de transmisión de ruido reducido
- Velocidad del extremo del aspa reducida
- Góndola de ruido amortiguado

Sistema de control:

- Sistema de control con memoria programable
- Control lógico programable (PLC)
- Sistema de control a distancia

Sistema de protección de rayos:

- Pararrayos instalados en los extremos de las aspas
- Descarga dentro de las aspas del rotor a lo largo de la góndola y la torre

CARACTERÍSTICAS TW 2.0 OFFSHORE

Especificaciones técnicas:

- Potencia nominal: 2.000 kW
- Control: paso variable
- Velocidad inicial de generación: 4 m/s
- Velocidad para potencia nominal: ~13 m/s
- Velocidad de desconexión: ~25 m/s

Rotor:

- Número de aspas: 3
- Diámetro: 70,5 metros
- Área de barrido: 3.902 m²
- Velocidad del rotor: variable 12,4 B 23 rpm.

Sistema de transmisión:

- Tipo: caja de engranaje cilíndrico (de dentadura recta) planetario de tres pasos, $i=78,4$

Generador:

- Tipo: generador asíncrono con anillos rozantes
- Potencia nominal: 2.000 kW

Inversor:

- Tipo: inversor de frecuencia de transistor bipolar de puerta aislado (IGBT)

Sistema de frenado:

- Regulador individual de paso
- Freno a prueba de fallo

Sistema de orientación:

- Motor con sensor que determina la dirección del viento y con un sistema automático que desenrolla los cables

Torre:

- Revestimiento de tres capas, torre cónica de acero tubular con una escalera interna de seguridad que lleva a la góndola
- Sistema de montacargas, peso máximo 250 kg
- Altura del cubo: dependiendo de su ubicación

Insonorización:

- Estructura insonorizada del sistema de transmisión
- Caja de transmisión de ruido reducido
- Góndola de ruido amortiguado

Sistema de control:

- Sistema de control con memoria programable
- Control lógico programable (PLC)
- Sistema de control a distancia

Sistema de protección de rayos:

- Pararrayos instalados en los extremos de las aspas
- Descarga dentro de las aspas del rotor a lo largo de la góndola y la torre

1.7. Gamesa Eólica, S.A.

El grupo Gamesa pertenece en un 72%, a partes iguales, a Iberdrola, y al BBVA. Como tal Gamesa es líder en el diseño y fabricación de aerogeneradores. En 1999 tuvo un 57% de cuota de mercado eólico español, muy por delante de su más inmediato competidor y a nivel mundial ocupó el tercer puesto con un 13,3%, por detrás de Vestas (17%) y Neg-Micon (15%). En 1994 montó su primera máquina G39 de 500 kW, hoy ya fuera de fabricación. A 31 de agosto de 2000 había instalado en España 60 parques con 1.812 máquinas y 1.176 MW. A nivel mundial tiene contratado siete parques por más de 40 MW en China, Francia, México y Argentina. Actualmente cuenta con 1.150 empleados.

Dentro del grupo, Gamesa Energía aglutina toda la actividad eólica como sigue: Gamesa Eólica diseña y fabrica aerogeneradores; Gamesa Energía Ibérica promociona y explota parques eólicos; Gamesa Energía Servicios realiza trabajos de ingeniería, montaje y mantenimiento incluido llave en mano, de parques eólicos; Gamesa Energía Internacional promociona, estudia y monta parques fuera del territorio internacional.

Gamesa Eólica cuenta con diez centros distribuidos a lo largo de la geografía española, en los que fabrica las góndolas, torres, palas, etc. La central está en Pamplona.

En virtud del acuerdo de transferencia tecnológica con Vestas se desarrollaron las máquinas de 500, 600 y 660 kW. Gamesa Eólica ha desarrollado conjuntamente con Vestas la máquina G-52 de 850 kW.

AEROGENERADORES G47-660 KW, G66-1.650 KW Y G52-850 KW

Principales características del aerogenerador Gamesa:

- *Palas de paso variable (Opti-Tip) en lugar de paso fijo.*
- Potencia óptima.
- Disminución del nivel sonoro.
- Amortiguación de esfuerzos dinámicos de la máquina.
- *Sistema de control Ingecon-W de velocidad variable y generación síncrona.*
- Convertidor última tecnología IGBT's.

- Doblemente alimentado (DFM).
- Control de potencia reactiva.
- Aumento de eficiencia y producción.
- Mejora de la vida útil de la máquina.
- Bajo contenido de armónicos y mínimas pérdidas.
- *Diseño modular de torres con varias alturas disponibles (40 a 80 m).*
- *Bajo coste de mantenimiento.*

Tabla I. Especificaciones técnicas G47-660 kW

Rotor		Palas	
Diámetro:	47 m	Nº de palas:	3
Area de barrido:	1.735 m ²	Longitud:	23 m
Velocidad de giro:	Variable, 22,8 ÷ 30,9 rpm	Perfil:	NACA 63600/FFA-W3
Dirección de giro:	Agujas del reloj	Material:	Preimpregnado rexina epoxy
Peso (incl. Buje):	Aprox. 7.200 kg	Peso pieza completa:	1.500 kg
Peso nacelle:	Aprox. 20.400 kg	Color:	RAL 9018

Multiplificador G47-660kW

Tipo:	Planetaria helicoidal
Ratio:	1:52.626

Torre tubular

Diámetro superior (todas torres): 2,0 m

Tipo	Altura	Diámetro inferior	Peso
Torre modular, 2 secciones	40 m	3,0 m	28.000 kg
Torre modular, 2 secciones	45 m	3,0 m	33.000 kg
Torre modular, 3 secciones	50 m	3,3 m	38.000 kg
Torre modular, 2 secciones	55 m	3,3 m	50.700 kg

Cimentaciones

Tipo	Altura	Diámetro máx.	Peso
Torre de 40/45 m	2,1 m	3,2 m	3.100 kg
Torre de 50/55 m	2,1 m	3,5 m	3.400 kg

Generador 660 kW

Tipo:	Asíncrono	Tipo de generación:	Síncrona
Potencia nominal:	660kW	Potencia del estátor:	660 kW
Tensión:	690 V	Intensidad del estátor:	690 V
Frecuencia:	50 Hz	Intensidad:	553 A
Clase de aislamiento estátor/rotor:	F/F	Cos φ:	1,00
Clase de protección:	IP55		
Número de polos:	4		
Velocidad de rotación:	1511,9 rpm		
Intensidad nominal:	557,9 A		
Cos φ:	1,00		

Sistema de control

Generador doblemente alimentado, controlado en velocidad y potencia mediante convertidores de IGBT's y control electrónico PWM.

Ventajas: Control potencia reactiva: bajo contenido en armónicos y mínimas pérdidas; aumento de la eficiencia y de la producción y mejora de la vida útil de la máquina.

Figura 1. Curva de potencia Aerogenerador G47-660 kW

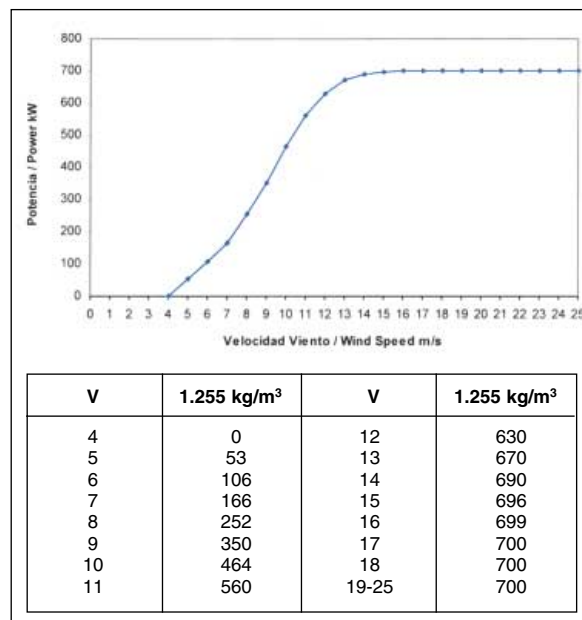
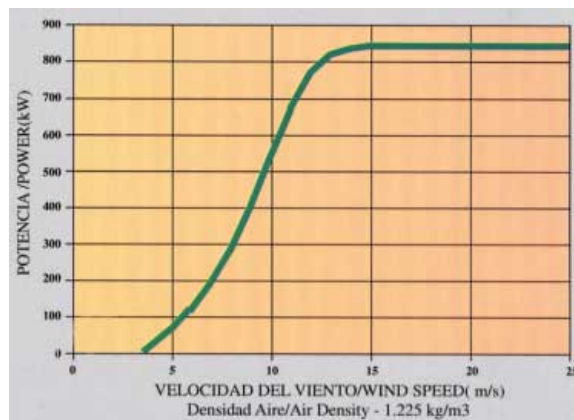


Figura 2. G52-850 kW



Generador 850 kW

Tipo:	Generador doblemente alineado
Potencia nominal:	850 kW
Tensión:	650 V ac
Frecuencia:	50 Hz
Clase de protección:	IP 54
Número de polos:	4
Velocidad de giro:	900:1.750 rpm
Intensidad nominal/Estátor:	650 A@690 V
Factor de potencia: (defecto):	1,0
Rango factor de potencia:	0,95 _{CAP} -0,95 _{IND} (opción)

Tabla II. G66-1650kW

V10 m/s	1,225	1,06	1,09	1,12	1,15	1,18	1,21	1,24	1,27
5	79	64	67	69,4	72,3	75,1	77,9	80,7	83,5
7	286	243	251	259	267	274	282	290	299
9	640	546	563	580	597	614	631	648	665
11	1.064	913	941	968	996	1.023	1.051	1.078	1.105
13	1.425	1.241	1.277	1.312	1.346	1.379	1.411	1.440	1.468
15	1.616	1.509	1.539	1.562	1.582	1.598	1.611	1.621	1.629
17	1.650	1.631	1.638	1.642	1.645	1.646	1.647	1.650	1.650
19	1.650	1.650	1.650	1.650	1.650	1.650	1.650	1.650	1.650
20-25	1.650	1.650	1.650	1.650	1.650	1.650	1.650	1.650	1.650


Figura 3. G66-1650 kW

1.8. MADE Tecnologías

A principios de los 80 y coincidiendo con el inicio del Programa de Investigación del sector eléctrico (PIU-PIE) y posterior aparición de IDAE como promotor de las renovables inició el Grupo Endesa diversos diseños eólicos acometidos desde GESA

en un principio. Se desarrollaron las primeras máquinas de 36 kW y aun cuando se participó en el proyecto AWEC-60 de un aerogenerador de 1.200 kW en Cabo Vilano con tecnología germanoespañola no fue una línea que fructificó en aquel entonces. El salto industrial supuso la puesta en el mercado del modelo TAE-30 (330 kW). Sucesivos

desarrollos han llevado a MADE, dentro del Grupo Endesa, al actual generador de 1.300 kW.

En este tiempo ha instalado en España 1.184 máquinas con una potencia total de 525.425 kW y 74 máquinas con 33.000 MW en el extranjero, principalmente en China a través de una *joint venture* con una empresa local.

Tabla I. Características técnicas

Modelo	AE-61	AE-52	AE-46/1
Denominación			
Rotor			
Potencia nominal (kW)	1.320	800	660
Control de potencia	Entrada en pérdida	Por cambio de paso y velocidad 100% variable	Entrada en pérdida
Diámetro del rotor (m)	61	52	46
Area barrida por el rotor (m²)	2.922,5	2.123,7	1.662
Número de palas	3	3	3
Orientación	Activo barlovento	Activo barlovento	Activo barlovento
Tipo de pala	LM 29.1	LM 25,1 p	LM 21
Rango de velocidades del rotor (r.p.m.)	18,8 a 12,5	12,8 a 25,71	
Altura de buje sobre suelo (m)	60	50	45
Angulo de inclinación	5º	5º	5º
Multiplificador			
Tipo	Ejes paralelos y planetarios	Ejes paralelos	Planetario o ejes paralelos
Relación de multiplicación	1:80,8	1:58,344	1:59,50
Generador			
Tipo de generador	Asíncrono trifásico, 4 y 6 polos	Síncrono trifásico, de cuatro polos	Asíncrono trifásico, 2 velocidades
Tensión de alimentación (v)	690 +- 5%	1.000 +-5%	690
Convertidor de frecuencia			
Topología	-----	Rectificador de diodos, chopper elevador, inversor de IGCT'S	-----
Tensión de alimentación (v)	-----	1.000	-----
Frecuencia de red (Hz)	-----	50 +-2%	-----
Gestión de coseno de φ	6 etapas de condensadores	Máxima eficiencia a todas las cargas	4 etapas de condensadores

Tabla I. (cont)

Modelo	AE-61	AE-52	AE-46/1
Denominación			
<i>Sistema de freno</i>			
Freno principal Freno de seguridad	Aerofrenos en punta de pala Freno de disco, pinza hidráulica en el eje rápido	Cambio de paso de las palas Freno de disco, pinza hidráulica en el eje rápido	Aerofrenos Freno mecánico en el eje rápido
<i>Sistema de orientación</i>			
Tipo	4 moto-reductores eléctricos, con etapas reductoras sinfin y planetario	2 moto-reductores eléctricos, con etapas reductoras sinfin y planetario	Motor eléctrico Transmisión paralela
Freno	8 pinzas de freno hidráulicas	5 pinzas de freno hidráulicas	Pinzas hidráulicas
<i>Altura de torre</i>			
Tipo	Tronco-cónica de acero soldado	Tronco-cónica de acero soldado	Tronco-cónica de acero soldado
Número de tramos	Tres, embridados internamente	Tres, embridados internamente	Tres, embridados internamente
Altura (m)	58,5	48,5	43,5
<i>Condiciones de operación</i>			
Clase de viento	I según IEC 61400-I	I según IEC 61400-I	I según IEC 61400-I
Velocidad de arranque (m/s)	3,5	3,5	3,5
Velocidad de parada (m/s)	25	25	25
Temperatura ambiente de diseño	-20°C/+50°C	-20°C/+40°C	-----
<i>Pesos aproximados</i>			
Rotor	23.000	15.000	12.000
Góndola	49.000	30.000	25.000
Torre	89.500	50.000	40.000
Total	161.500	95.000	77.000

Tabla II. AE-46/1

Curva de potencia				Producción anual	
Viento (m/s)	Pot. (kW)	Viento (m/s)	Pot. (kW)	Viento (m/s)	Prod. (kW-h)
4	14	15	660	6	1.253.170
5	46	16	656	7	1.750.860
6	87	17	638	8	2.218.990
7	129	18	622	9	2.626.720
8	215	19	603	10	2.957.650
9	312	20	591		
10	415	21	579		
11	507	22	569		
12	573	23	567		
13	620	24	567		
14	653	25	570		

Calculado con Weibull, K = 2

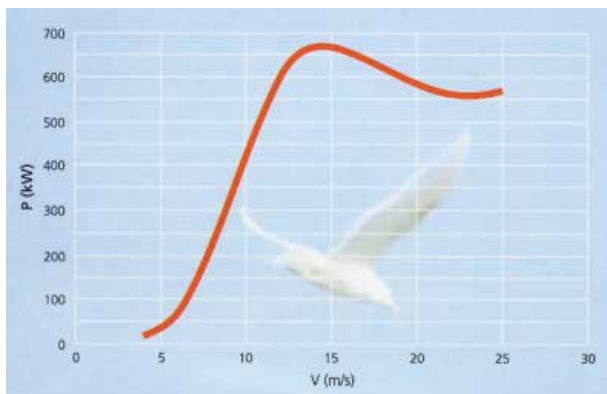


Figura 1. Curva de potencia AE-46/1

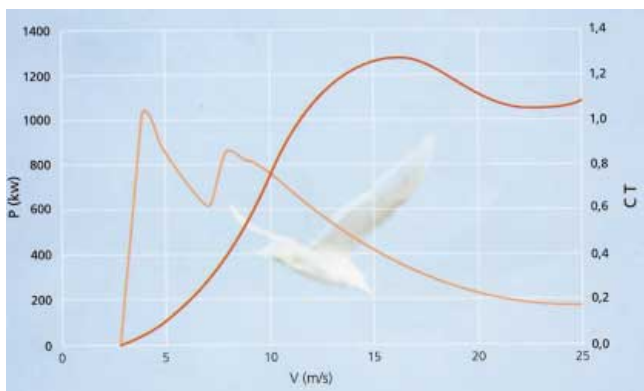


Figura 2. Curva de potencia AE-61

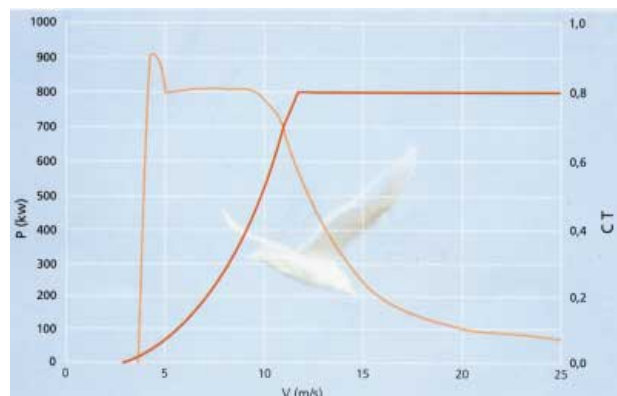


Figura 3. Curva de potencia AE-52

9. Neg Micon Ibérica, SAU

Neg Micon a nivel de reparto mundial del mercado eólico ocupa el segundo lugar con un 15%, a poca distancia del líder mundial Vestas. Tiene instalados en todo el mundo más de 9.200 aerogeneradores.

Su gama de productos está dividida en tres plataformas:

- Plataforma MULTI-POWER, con los modelos 44 y 48, todos ellos de 600/150 kW de potencia nominal, y los modelos 44, 48 y 52 todos ellos de 750/200 kW.

- Plataforma UNI-POWER, con los modelos 54 y 60 de 1.000/250 kW y los modelos C64 y C72 de 1.250/400 kW de potencia nominal.

- Plataforma MEGA-POWER, con el modelo 72, de 2.000/500 kW.

Todas las plataformas están desarrolladas bajo el concepto que denominan "powerful simplicity".

En España Neg Micon inició su actividad en 1997. Actualmente tiene instaladas 228 máquinas en ocho parques, totalizando una potencia de 151 MW (en Portugal tiene 58 unidades con 10 MW).

Es de destacar que Neg Micon Ibérica tiene actualmente en construcción en España catorce parques eólicos, tres de ellos experimentales, con un total de 436 máquinas que suman 323,2 MW.

Con el aerogenerador Multi-Power 52, NEG Micon ha marcado, una vez más, las pautas a seguir para conseguir una relación entre precio, calidad y rendimiento en el sector de aerogeneradores altamente eficientes. Al igual que otros aerogeneradores de la misma categoría, el Multi-Power 52 puede instalarse sólo, en pequeños grupos o en parque eólicos de gran escala.

El nuevo Multi-Power 52 es una

versión avanzada de los reconocidos y altamente flexibles aerogeneradores Multi-Power 48 y Multi-Power 44, que son ideales para la mayoría de los emplazamientos y condiciones climáticas. Con más de mil modelos instalados, NEG Micon es, en la actualidad, uno de los líderes mundiales en el suministro de aerogeneradores. Por eso el aerogenerador NEG Micon Multi-Power 52 está construido con la misma filosofía de diseño y según la misma experiencia, documentación y conocimientos tecnológicos que los otros aerogeneradores NEG Micon de esta categoría. ¡Es lo que llamamos tecnología probada!.

Con la mejora del sistema de orientación y el rotor, y la incorporación de la estructura de fundición, más rígida y robusta, el departamento de I+D de NEG Micon ha logrado crear un aerogenerador con un rendimiento excepcional y de alto nivel.

Principios de diseño

Al igual que en otros aerogeneradores de la categoría Multi-Power, el eje del rotor, el multiplicador y el generador están colocados en línea recta a través de la góndola. Mediante este diseño, las cargas de funcionamiento son transferidas desde los cojinetes y el multiplicador a la góndola y a la torre.

Esto no sólo asegura una óptima explotación del viento, sino también la mejor transferencia posible de potencia y un desgaste mínimo. Manteniendo estos probados principios de diseño, recogidos de los otros aerogeneradores NEG Micon, garantizamos que el Multi-Power 52 será un aerogenerador fiel a nuestro lema de "Powerful Simplicity".

La tecnología de los multiplicadores

El diseño del Multi-Power 52 es el resultado de una estrecha colaboración entre NEG Micon y los principales fabricantes de

multiplicadores del mundo. Juntos, desarrollamos unos nuevos y mejorados multiplicadores de tres etapas que pueden manejar todas las cargas a las que sean sometidos. Además, el Multi-Power 52 dispone de dos sistemas de frenos hidráulicos. El freno aerodinámico del extremo de la pala y el freno de disco mecánico funcionan en tándem para asegurar un frenado suave para los cojinetes y el multiplicador. Además, la doble acción del disco de freno hace que el frenado sea aún más suave.

Bajos costes - mayores beneficios

Al diseñar el Multi-Power 52, nuestro objetivo era utilizar la experiencia adquirida con el aerogenerador Multi-Power 48 para crear un aerogenerador todavía más competitivo. El resultado es una atractiva relación entre la inversión, la explotación y el mantenimiento. Por otra parte, el rendimiento anual y el precio altamente competitivo del aerogenerador Multi-Power 52, garantizan unos costes bajos de generación y un alto retorno de la inversión.

DATOS TECNICOS: MULTI-POWER 52

Parámetros de funcionamiento:

- Potencia nominal: 750 kW
- Regulación de potencia: Pérdida aerodinámica
- Pot. máx. a vel. de viento: 16 m/s
- Velocidad mínima: 3,5 m/s
- Velocidad máxima: 25 m/s

Rotor:

- Diámetro del rotor: 52,2 m
- Área barrida por el rotor: 2.140 m²
- Número de palas: 3
- Revoluciones del rotor: 22/15 rpm.
- Posición del rotor: A barlovento

Sistema de freno:

- Freno de extremo de pala: Hidráulico, seguro al fallo
- Freno de disco: 1 freno hidráulico, seguro al fallo

Tren de potencia:

- Tipo de multiplicador: Planetario – eje paralelo

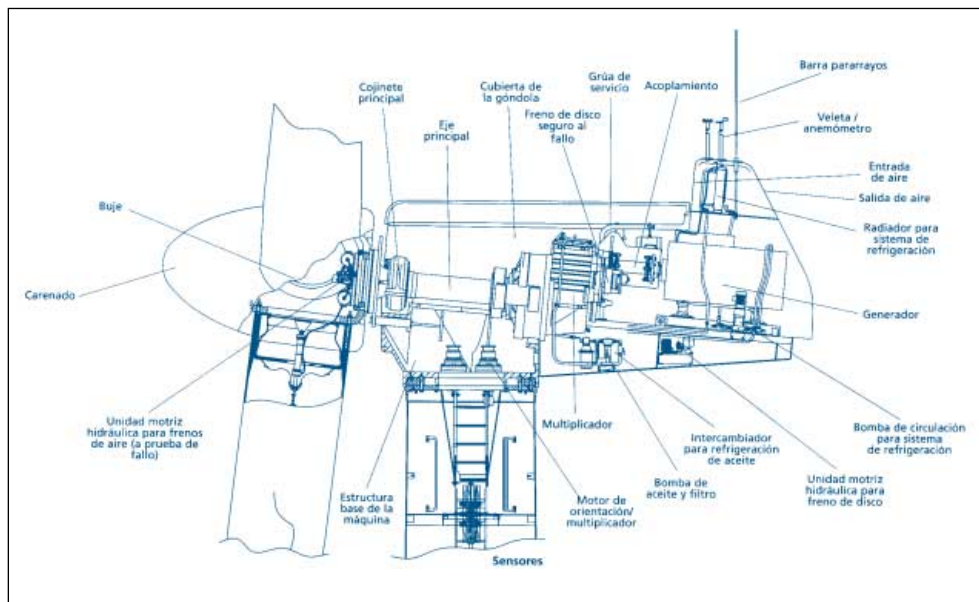


Figura 1.

- Cociente: 1:67,5 (1:81,0 – USA)
- Eje principal: Eje forjado y brida
- Cojinete principal: Cojinete de rodillos esférico
- Refrigeración: Intercambiador de calor

Generador:

- Tipo: Asíncrono, 4-6 polos
- Voltaje nominal: 690 V (600 V - USA)
- Frecuencia nominal: 50 Hz (60 Hz-USA)
- Potencia nominal: 750/200 kW
- Refrigeración: Mezcla agua/glicol al 50 %

Sistema de orientación:

- Tipo: Cojinete deslizante
- Mecanismo conductor: 3 motores reductores eléctricos planetarios

Torre:

- Tipo: Cónica, acero pintada
- Altura de buje: 45, 55

Regulador:

- Tipo: Control por ordenador
- Sistema velocidad mínima: Arranque suave por tiristores
- Compensación de reactiva: Generador en vacío
- Control remoto: Por módem

Sensores:

- Sensores RPM: Rotor, generador, sistema de orientación
- Sensores de temperatura: Multiplicador, generador, regulador, ambiente
- Sensor de vibración: Góndola, rotor
- Meteorología: Anemómetro, velas
- Sistemas hidráulicos: Transductores de presión

Protección contra rayos:

- Según la norma: IEC 1024 clase I
- Palas: Receptor en el extremo de las palas
- Góndola: Barra Pararrayos

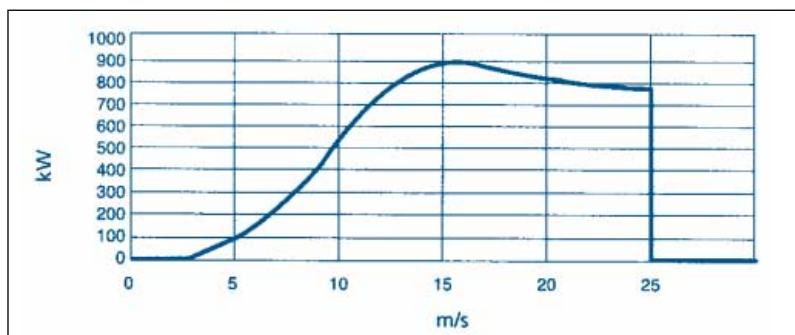


Figura 2.

10. Nordex Ibérica (Borsigenenergy), S.A.

A la hora de cerrar la edición de este número monográfico no se había recibido la documentación solicitada a Nordex, la misma que a las nueve anteriores empresas.

Como referencia puede señalarse que esta empresa germano-danesa suministró en 1999 15 MW en Aragón.

Posteriormente han llegado las características de sus dos máquinas más avanzadas que adjuntamos a continuación.

NORDEX N62/1.300 kW

Rotor:

- Tipo: 3 palas, eje horizontal
- Diámetro del rotor: 62 m
- Área cubierta: 3.020 m²
- Regulación de potencia: Efecto stall
- Velocidad RPM: 19/13
- Velocidad de viento de puesta en marcha/de parada: 3,5/25 m/s
- Producción nominal con: ± 15 m/s
- Velocidad de viento de supervivencia: 55 m/s (Germanischer Lloyd Clase 2)
- Vida útil del molino: 20 años

Caja de transmisión:

- Tipo: Combinado, caja de 3 etapas con 1 etapa planetaria, 2 etapas de engranajes cilíndricos de dientes helicoidales
- Proveedor: Flender, Eickhoff o similar
- Capacidad nominal: 1.345 kW
- Relación de transmisión: 1:79
- Volumen de aceite: 230 l

Palas:

- Proveedor: LM, Aerpac o similar
- Longitud de palas: 29,0 m
- Material: Polyester (o resina epóxica) reforzado con fibra de vidrio y fibra de carbón
- Longitud de punta de palas: 3,8 m
- Protección contra rayos: Incorporada en la pala

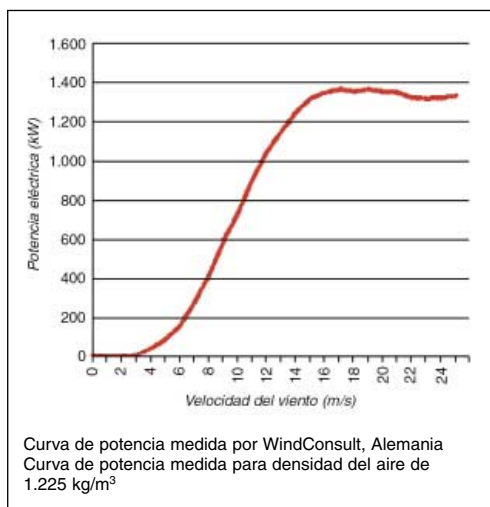


Figura 1.
Curva de
potencia.
Nordex N62/
1.300 kW

Generador:

- Proveedor: Loher, Elin o equivalente
- Potencia nominal: 1.300/250 kW
- Tensión y Frecuencia nominal: 690 V/50 Hz
- Tipo: Asíncrono, refrigeración a agua
- Rotación nominal: 1.515 /1.010 rpm.
- Categoría de protección: IP54 (clase de aislamiento F/B)
- Rendimiento a 75% carga: 96,5%

Sistema direccional:

- Tipo: Giro activo, mando por 2 veletas
- Accionamiento: 3 motores eléctricos con reductores planetarios
- Velocidad de giro: 0,6 grados por segundo

Sistema de control:

- Tipo: Controlador lógico programable
- Acoplamiento de red: Suave a través de tiristores
- Control/Monitorización remotos: Incorporados en el sistema
- UPS (acumuladores): Incorporado en el sistema

Sistema de frenado:

- Frenos aerodinámicos, tipo: Punta de palas pivotantes
- Frenos aerodinámicos: Accionamiento: Hidráulico, mando mediante sistema de control, activados por reducción de presión hidráulica (tipo fail safe)

- Freno mecánico, tipo: Freno de disco actuado por medio de resortes y desacoplado por presión hidráulica (tipo fail safe)
- Freno mecánico, ubicación: Lado rápido con 2 zapatas de freno
- Tiempo de parada a partir de la máxima rpm.: Alrededor 6 segundos

Torre:

- Tipo: Tubular tronco-cónica
- Altura de las torres: 60, 69 y 85 m
- Protección de corrosión: Tratamiento con chorro de arena y pintado con 250 µm de pintura epóxica (de acuerdo con ISO 12944)

Peso:

- Gondola, excluido el rotor: 49,7 t
- Rotor, incluido el cubo: 18,2 t
- Caja de transmisión: 12,2 t
- Generador: 6,8 t

SÜDWIND S70/1.500 kW

Rotor:

- Tipo: 3 palas, eje horizontal
- Diámetro del rotor: 70 m
- Área barrida: 3.850 m²
- Regulación de potencia: Palas con paso variable (*pitch control*)
- Velocidad RPM: 10 hasta 19 rpm ($\pm 10\%$)
- Velocidad de viento de puesta en marcha/de parada: 3,0/25 m/s
- Producción nominal con: ± 13 m/s
- Velocidad de viento de supervivencia: 55 m/s (Germanischer Lloyd Clase 2)
- Vida útil del molino: 20 años

Caja de transmisión:

- Tipo: Combinado, caja de 3 etapas con 1 etapa planetaria, 2 etapas de engranajes cilíndricos de dientes helicoidales
- Proveedor: Flender, Eickhoff o similar
- Capacidad nominal: 1.615 kW
- Relación de transmisión: 1:95
- Par nominal: 812 kNm

Palas y regulación de potencia Pitch:

- Proveedor: LM, Aerpac, NOI o similar

- Longitud de palas: 34,0 m
- Material: Polyester (o resina epóxica) reforzado con fibra de vidrio y fibra de carbón
- Protección contra rayos: Incorporada en la pala
- Accionamiento Pitch: 3 motores DC con baterías como *buffer*

Generador:

- Proveedor: Loher, Alstom, Weier o equivalente
- Potencia nominal: 1.500 kW
- Tensión y Frecuencia nominal: 690 V /50 Hz
- Tipo: Asíncrono con doble alimentación
- Rotación nominal: 1.000 hasta 1.800 r.p.m. ($\pm 10\%$)
- Categoría de protección: IP54
- Tipo de inversor de frecuencia: IGBT con modulación amplia de pulso

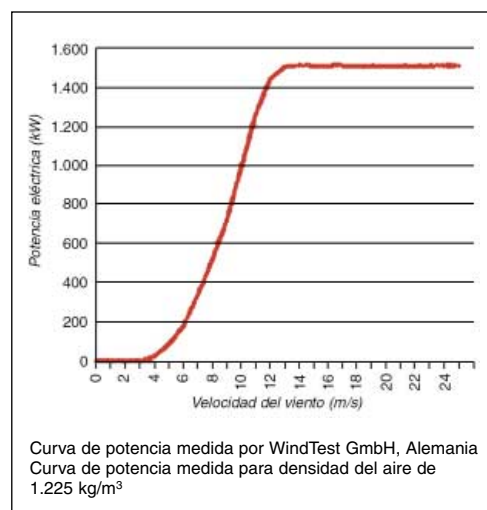
Sistema direccional:

- Tipo: Giro activo, mando por veleta
- Accionamiento: 4 motores eléctricos con reductores planetarios
- Velocidad de giro: 0,75 grados por segundo

Sistema de control:

- Tipo: Micro-procesador
- Transferencia de señales: Fibra óptica
- Control/Monitorización remotos: Incorporados en el sistema
- Proveedor: MITA Teknik

Figura 2. Curva de potencia.
Südwind S70/1.500 kW



Sistema de frenado:

- Frenos aerodinámicos: Accionamiento: 3 motores eléctricos DC independientes (baterías como *buffer* en caso de falta de suministro de energía eléctrica)
- Freno mecánico, tipo (en caso de paradas de emergencia): Freno de disco actuado por medio de resortes y desacoplado por

presión hidráulica (tipo fail safe)
- Freno mecánico, ubicación: Lado rápido con 2 zapatas de freno

epóxica (de acuerdo con ISO 12944)

Peso:

Torre:

- Tipo: Tubular tronco-cónica
- Altura del buje: 65, 80 y 85 m
- Protección de corrosión: Tratamiento con chorro de arena y pintado con 250µm de pintura

- Góndola excluido el rotor: 56 t
- Rotor incluido el cubo: 32,3 t
- Torre (para altura de buje de 65 m): 93 t
- Pala: 4,7-5,7 t

Enerlim, S.L.

Enerlim, dentro del mercado de la energía eólica actúa como proveedor de tecnología y no contempla como actividad propia la fabricación y comercialización del aerogenerador de traslación. Por ello está abierto a encontrar fórmulas de colaboración con fabricantes, inversores o promotores interesados en su fabricación y comercialización.

Como oportunidad de negocio presenta grandes ventajas comparativas:

- Baja inversión inicial para su fabricación ya que los materiales y técnicas empleados (modularidad, facilidad de transporte, métodos de fabricación a gran escala, tecnología "blanda", etc.), empleados son de uso generalizado.

- El bajo coste del kWh generado lo hace rentable incluso en instalaciones aisladas y vientos medios de 4,5 m/s, lo que implica un aumento muy considerable de las zonas útiles para emplazamientos.

- Es un producto protegido mediante patentes cruzadas en todos los países desarrollados y, por tanto, se puede explotar en exclusividad por la(s) empresa(s) licenciataria(s).

- Es una innovación tecnológica y como tal abierta a desarrollos futuros.

- Penetración en emplazamientos no protegidos por los agentes actuales del negocio.

- Mejor aprovechamiento del terreno disponible.

AEROGENERADOR E-300

A través de la historia, los dispositivos de traslación movidos por el viento se han utilizado más como medio de propulsión que para producir energía.

Desde principios de siglo se han diseñado y ensayado aerogeneradores basados en la colocación de dispositivos de arrastre y sustentación sobre vehículos terrestres o colgados de cables que describían trayectorias rectilíneas o circulares de gran diámetro, pero ninguno de ellos ha sido desarrollado con éxito hasta su comercialización.

Descripción del aerogenerador:

El aerogenerador se compone

de dos columnas que llevan en la parte superior una serie de poleas/alternador repartidas proporcionalmente a lo largo de la columna. Las poleas situadas a un mismo nivel guían con sus gargantas a un anillo de cable de acero que rodea las columnas. Las palas, sujetas perpendicularmente a los cables, al ser empujadas por el viento mueven los cables y estos a las poleas/alternador generándose energía eléctrica. Las palas son de planta rectangular sin torsión, perfil simétrico y compensadas aerodinámicamente de forma que el ángulo de ataque de la pala es constante para toda dirección de viento. La limitación de potencia se realiza por disminución de ángulo de ataque, de forma autónoma en cada pala, controlando el par aplicado en el eje del generador eléctrico.

Tabla I. Aerogenerador E-300

Tabla de características	
Potencia nominal	300 kW (10 m/s)
Limitación de potencia	Cambio de paso
Velocidad de desconexión	25-35 m/s
Superficie de captación	1.500 m ²
Frenos	Neumático
Generador	Asíncrono
Altura torres	24 m

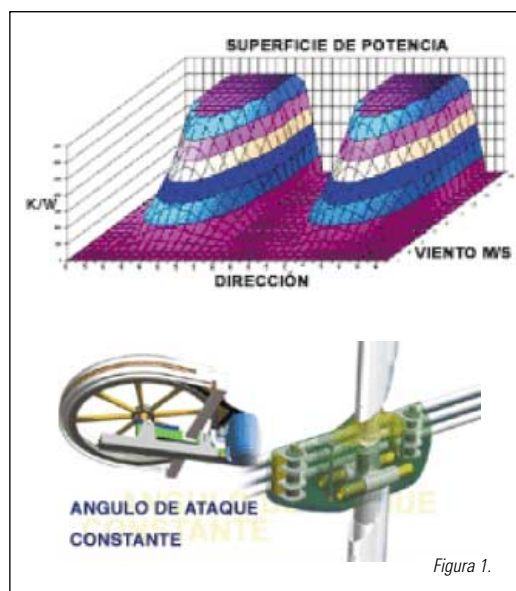


Figura 1.

2. Fabricantes de pequeños aerogeneradores. Domésticos/agrícolas/híbridos

2.1. Aplicación de Energías Sustitutivas, S. L. (ADES)

(Al no haberse recibido en plazo la información solicitada a ADES se repite la reseña por IDAE en 1996)

ADES es una empresa especializada en el diseño de bombas y turbinas a velocidad variable y dispone de patentes propias. La característica fundamental de sus turbinas eólicas es el control de potencia por empuje axial del viento sobre el rotor compensado por un contrapeso (turbinas eólicas pendulares). Estas turbinas sirven para accionar bombas directamente, apoyar a motores reduciendo su consumo o accionar generadores síncronos a través de un circuito oleohidráulico. Las turbinas eólicas por lo general son bipalas, trabajando a $\lambda = 6$.

2.2. J. Bornay Aerogeneradores. SRC

Esta empresa fue fundada a principios de los 70 por los hermanos Juan y David Bornay. En este tiempo ha llegado a ser el primer fabricante nacional de aerogeneradores de pequeña potencia.

A la fecha de 1 de enero de 2000 había suministrado más de 1.700 instalaciones con una potencia eólica instalada sobre 1MW.

En 1999 instalaron 162 máqui-

nas con una potencia total de 223 kW y en el 2000 esperan instalar 200 unidades con suma de 250-300 kW.

Precisamente este año se han trasladado a unas nuevas instalaciones con más de 1.500 m² construidos. Su gama de productos cubre los pequeños aerogeneradores para producción de electricidad, solos o integrados en sus sistemas híbridos eólico/solares, fotovoltaicos con acumulación, y la fabricación de molinos de viento para bombeo de agua.

Tabla I.

Modelo	Mod-A	Mod-B	Mod-C
<i>Rotor</i>			
Nº palas	2	2	2
Diámetro (m)	18	20	30
Régimen Nominal (r.p.m.)	Variable	variable	Variable
Posición relativa	Sotavento	Sotavento	Sotavento
Control de potencia	Rotor basc.	Rotor basc.	Rotor basc.
<i>Transmisión de potencia</i>			
Tipo	Oleohidráulica	Oleohidráulica	Oleohidráulica
<i>Orientación</i>			
Tipo	Autotimonante	Autotimonante	Autotimonante
<i>General</i>			
Potencia nominal (kW)	100	140	250
Conexión/desconexión (m/s)	4	4	4
Aplicación	Bombeo directo de pozo a balsa	Apoyo a motor eléctrico	Accionam. de gener. síncrono

Esta empresa comenzó sus primeras actividades en el sector en 1993 con un desarrollo propio de aeroturbinas oleohidráulicas cuyo primer prototipo fue instalado en Calaf (Barcelona) en 1994. Posteriormente, en 1995 fue instalada

una segunda máquina en Gran Canaria, presentando algunas modificaciones sobre el primer prototipo. En la actualidad están en ejecución diversas instalaciones que pueden suponer la puesta en marcha de bastante MW adicionales.

La potencia de las turbinas va de 250 W a 12 kW.

MOLINOS DE VIENTO PARA BOMBEO

Las capacidades son aproximadas y basadas en molino operando con vientos como se demuestra más abajo. El golpe corto incrementa la elevación de bombeo un tercio y reduce la capacidad de bombeo un cuarto. Con vientos a 12 mph, la capacidad se reduce aproximadamente en un 20%; con vientos de 10 mph, alrededor del 38%.

Tabla I.

Tipo	Bk 12 kW	Inclin 250	Inclin 600	Inclin 1.000	Inclin 1.500 neo	Inclin 3.000 neo
Potencia nominal (kW)	12	0,25	0,6	1	1,5	3
<i>Viento (m/s)</i>						
Velocidad mínima	3,5	3	3,5	3,5	3,5	3,5
Velocidad nominal	12	11	11	12	12	12
Velocidad máxima	14	13	13	14	14	14

Tabla I.

Tipo	Bk 12 kW	Inclin 250	Inclin 600	Inclin 1.000	Inclin 1.500 neo	Inclin 3.000 neo
<i>Rotor, pala, tipo Bornay</i>						
Tipo	3 palas	2 palas	2 palas	2 palas	2 palas	2 palas
Diámetro (m)	7	1,35	2	2,86	2,86	4
Area de barrido (m²)	38,5	3,1	----	6,4	6,4	-----
Velocidad (U/min)	250	1.000	800	650	650	450
Velocidad extremo de pala (m/s)	92	105	----	97	97	-----
Peso pala (kg)	18	0,6	0,5	0,8	0,8	2,5
Control de velocidad del rotor	Según palas	Inclinación	Inclinación	Inclinación	Inclinación	Inclinación
Control de embalamiento	Pitch	Stall	Stall	Stall	Stall	Stall
<i>Generador tipo Bornay</i>						
Contrucción	Magneto permanente	Magneto permanente	Magneto permanente	Magneto permanente	Magneto permanente	Magneto permanente
Conexión a red	Cargador o directa	Cargador	Cargador	Cargador o red	Cargador o red	Cargador o red
Tensión (v)	120/240	12/24	12/24	12/24/36/48/60 120/240	12/24/36/48/60 120/240	12/24/36/48/60 120/240
<i>Sistema de seguridad</i>						
Sistema principal de frenos	Automática por inclinación					
Sistema secundario	Manual por cortocircuito					

Tabla II. Molinos de viento para bombeo. Capacidad de bombeo

Diámetro del cuerpo de bomba en pulgadas	Capacidad en litros por hora		Altura en metros a que puede elevarse el agua						
			TAMAÑO DEL MOLINO DE VIENTO						
	6 pies	8 pies-16 pies	6 pies	8 pies	10 pies	12 pies	14 pies	16 pies	
2 1/4	680	1.000	23	34	52	77	110	180	
2 1/2	850	1.230	20	29	43	65	92	150	
2 3/4	1.000	1.460	17	25	37	55	80	130	
3	1.200	1.780	14	21	31	47	67	110	
3 1/4	----	2.075	----	----	27	40	57	93	
3 1/2	1.670	2.420	11	15	23	35	49	82	
3 3/4	----	2.750	----	----	20	30	44	70	
4	2.150	3.150	8	12	18	26	38	61	
4 1/2	2.750	4.000	7	9	14	21	30	49	
5	3.400	4.900	5	8	11	17	24	40	
6	..	7.100	...	5	8	11	17	26	

Tabla III. Tabla de especificaciones

Diámetro de la rueda	Referencia alfa	Golpes de bombeo		Relación sistema de transmisión	Operación a capacidad específica			Peso aproximado (kg)	
					Velocidad del viento (millas)	RPM Rueda	Golpes por minuto	Máquina	Molino completo
		Largo	Corto						
6	X	5 "	3 3/4"	3,29:1	15-18	125	32	45	95
8	A	7 1/8 "	5 1/2"	3,29:1	15-18	105	32	80	160
10	B	9 1/4 "	7 1/4"	3,29:1	15-18	85	26	150	300
12	D	11 1/4 "	8 1/4"	3,50:1	18-20	73	21	245	510
14	E	13 1/2 "	9 3/4"	3,43:1	18-20	62	18	380	806
16	F	14 7/8 "	11 3/8"	3,29:1	18-20	53	16	553	1.137

2.3. Molinos de Viento Tarragó

Esta empresa realiza proyectos llave en mano de energía eólica centrada principalmente en el

aprovechamiento del molino de viento para el bombeo de agua. Inició su actividad en 1982 con desarrollos propios. Actualmente ha instalado en España más de 600 molinos con tecnología propia y ha iniciado la explotación de molinos de viento mul-

tipala a todo el mundo.

Su catálogo recoge seis molinos básicos, ofreciendo un gran abanico de soluciones técnicas para resolver las necesidades relacionadas con el bombeo de agua.

Tabla I. Modelos M-1804/M-1806

Bomba	Profund. (m)	Caudal máx. (l/h)	Caudal mín. (l/h)	D.T.P. galvanizado
Ø Rueda: 1,8 m - h torre: 4,6 m - a 12 m/s genera 803 V				
B-6012	18	1.000	375	1"1/4
B-7007	15	1.400	525	1"1/4
B-7022	10	1.800	775	1"1/2

Tabla II. Modelo 2609

Bomba	Profund. (m)	Caudal máx. (l/h)	Caudal mín. (l/h)	D.T.P. galvanizado
Ø Rueda: 2,6 m - h torre: 9,0 m - a 12 m/s genera 1.703 V				
B-5015	60	1.200	500	1"1/4
B-6215	42	1.800	800	1"1/2
B-7015	30	2.400	1.100	1"1/2

Tabla III. Modelo 3009

Bomba	Profund. (m)	Caudal máx. (l/h)	Caudal mín. (l/h)	D.T.P. galvanizado
Ø Rueda: 3,0 m - h torre: 9,0 m - a 12 m/s genera 2.250 V				
B-5015	90	1.200	500	1"1/4
B-6215	72	1.800	800	1"1/2
B-7015	48	2.400	1.100	1"1/2
B-8515	36	3.500	1.500	2"
B-100/22	24	5.000	2.100	2"
B-120/22	18	7.100	3.000	2"1/2

Tabla IV. Modelo 4012

Bomba	Profund. (m)	Caudal máx. (l/h)	Caudal mín. (l/h)	D.T.P. galvanizado
Ø Rueda: 4,0 m - h torre: 12,0 m - a 12 m/s genera 4.018 V				
B-7022	90	2.800	1.500	1"1/2
B-8522	72	4.200	2.300	2"
B-100/22	48	5.700	3.100	2"
B-120/22	36	8.200	5.000	2"1/2
B-150/22	18	13.000	7.100	3"

Tabla V. Modelo 7015

Bomba	Profund. (m)	Caudal máx. (l/h)	Caudal mín. (l/h)	D.T.P. galvanizado
Ø Rueda: 7,0 m - h torre: 15,0 m - a 12 m/s genera 12.340 V				
B-150/30	90	9.000	5.000	2"1/2
B-200/22	72	11.600	6.000	3"
B-200/40	48	16.200	8.500	4"
B-260/40	18	40.500	18.000	5"

El último desarrollo de Molinos de Viento Tarragó tiene un diámetro de rueda de 10 m, sobre torre de 15 m, el de mayor tamaño instalado hasta el momento en España. Su diseño se ha optimizado para obtener un rendimiento adecuado en zonas donde es necesario un elevado caudal de agua por hora o cuando los pozos sobrepasen los 110 m de profundidad. A una velocidad de viento de 12 m/s genera una potencia de 25.230 vatios.



2.4. Solener

La empresa Soluciones Energéticas, S.A. – Solener, está especializada en las energías renovables de aplicación doméstica, rural y de sistema de bombeo. Destacan los sistemas mixtos eólico-fotovoltaicos con grupo electrógeno de apoyo. Lleva unos 15 años trabajando en el campo de las renovables.



Tabla I.

Vélter B	Sotavento, sin regulador, sin torre, 12/24 V, 300 W, tres palas Radio: 1,1 m Peso: 30 kg
Vélter D	Sin regulador, sin torre, 12/24 V, 500 W, tres palas Radio: 1,24 m Peso 40 kg
Vélter I/ Vélter II	Sin regulador, sin torre, 12/24 V o alta tensión, 1.000/2.000 W, tres palas Radio: 1,34/1,54 m Peso: 100/120 kg
Vélter XV	Con regulador, con torre, con transformador trifásico, 15 kW, tres palas. Diseñado para venta a red y grandes instalaciones aisladas o mixtas. Radio: 3,6 m Peso: 500 kg

Velocidad de arranque: 3,5 m/s. Velocidad de máxima potencia: 13 m/s. Velocidad límite: 55 m/s
La versión de alta tensión necesita añadir un transformador trifásico