

PARQUES EOLICOS DEL CARIBE (PECASA)

DOCUMENTOS DE PROYECTO GUANILLO



MARZO 2008

PARQUES EOLICOS DEL CARIBE (PECASA)

DOCUMENTOS DE PROYECTO GUANILLO



MARZO 2008

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

**PARQUES EOLICOS DEL CARIBE (PECASA)
PARQUE EOLICO GUANILLO
BREVE DESCRIPCIÓN**

1. Antecedentes

El presente documento resumen las principales características del proyecto Eólico de Guanillo, promovido por Parques Eólicos del Caribe (PECASA) con una potencia nominal instalada de 90 MW. Bajo la dirección de la empresa española Gamesa Eólica, se han realizados los trabajos de Macro localización y Micro localización para este proyecto. Con la instalación de varias estaciones de medición profesionales, se han colectado datos del recurso eólico por más de 4 años continuos. Posteriormente, utilizando técnicas de modelaje sofisticadas, y correlacionando los datos colectados con información de largo plazo, se ha procedido se analizar el comportamiento del parque para diferentes configuraciones y tipos de máquinas.

Los datos asociados a los Aerogeneradores aquí presentados, aunque son completamente reales, se las presenta de manera referencial ya que con la evolución de esta tecnología y los generadores disponibles, actualmente se esta evaluando el uso de máquinas mas grandes que pudieran permitir el mejor aprovechamiento del recurso eólico en el proyecto. Como resulta obvio, la decisión final del tipo de máquina a instalar, dependerá además de las características técnicas, de factores financieros y de gestión por parte de las instituciones involucradas en este proyecto.

2. Ubicación

El emplazamiento general del parque eólico esta ubicado en la provincia de Montecristi, Sección de El Copey, reflejado en el plano topográfico que se presenta a continuación, comprendido dentro de un polígono que definen las coordenadas UTM descritas en la siguiente tabla:

PARQUES EOLICOS DEL CARIBE (PECASA)

DOCUMENTOS DE PROYECTO GUANILLO



MARZO 2008

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

**PARQUES EOLICOS DEL CARIBE (PECASA)
PARQUE EOLICO GUANILLO
BREVE DESCRIPCIÓN**

1. Antecedentes

El presente documento resumen las principales características del proyecto Eólico de Guanillo, promovido por Parques Eólicos del Caribe (PECASA) con una potencia nominal instalada de 90 MW. Bajo la dirección de la empresa española Gamesa Eólica, se han realizados los trabajos de Macro localización y Micro localización para este proyecto. Con la instalación de varias estaciones de medición profesionales, se han colectado datos del recurso eólico por más de 4 años continuos. Posteriormente, utilizando técnicas de modelaje sofisticadas, y correlacionando los datos colectados con información de largo plazo, se ha procedido se analizar el comportamiento del parque para diferentes configuraciones y tipos de máquinas.

Los datos asociados a los Aerogeneradores aquí presentados, aunque son completamente reales, se las presenta de manera referencial ya que con la evolución de esta tecnología y los generadores disponibles, actualmente se esta evaluando el uso de máquinas mas grandes que pudieran permitir el mejor aprovechamiento del recurso eólico en el proyecto. Como resulta obvio, la decisión final del tipo de máquina a instalar, dependerá además de las características técnicas, de factores financieros y de gestión por parte de las instituciones involucradas en este proyecto.

2. Ubicación

El emplazamiento general del parque eólico esta ubicado en la provincia de Montecristi, Sección de El Copey, reflejado en el plano topográfico que se presenta a continuación, comprendido dentro de un polígono que definen las coordenadas UTM descritas en la siguiente tabla:

Tabla 2.1 Poligonales de localización del proyecto

No	UTM X	UTM Y
1	262615	2196940
2	254119	2194973
3	258053	2195098
4	264122	2189950
5	264080	2188946
6	257090	2186811
7	248259	2187899
8	243363	2194429
9	238759	2198279

El terreno abarcado por el estudio tiene un área aproximada de 145 Km², involucrando principalmente las localidades de Guanillo, Los Limones y Buen Hombre.

Grafico2.1 Ubicación geográfica del proyecto



El Emplazamiento su ruta de llegada es partiendo desde la Autopista Duarte 0 Km en Santiago -hasta el paraje Hato Nuevo dirección Este Oeste , y luego girar 90° en dirección norte en el cruce de la Autopista Duarte con la carretera Hato Nuevo - los Limones, la cual tiene una longitud de 15 Km hasta el emplazamiento.

Desde los Limones gira en dirección Oeste hasta el emplazamiento en la Loma La Maboá cuyas condiciones no son las mas favorables para el transito con una longitud de aproximadamente 1 Km., y una elevación promedio de 200 msnm. El emplazamiento tienen una dirección SW 30° Norte a 1 Km del Pueblo de Los



Limones, los caminos de acceso a construir no presentan mayores inconvenientes, ya que su pendiente es adecuada para los trabajos de ingeniería. Se estiman 20 Km de camino de construcción del proyecto por la magnitud del emplazamiento, los cuales son inaccesibles para cualquier tipo de vehiculo y la ubicación del proyecto.

Vista Norte – Sur Emplazamiento



Vista Este – Oeste del Emplazamiento

La orientación del emplazamiento con respecto a la dirección del viento es muy buena, el terreno se encuentra en las cotas 150, 200, y 320 tiene características de mesetas con ligeras pendientes. La parte más elevada esta a 320 msnm con una meseta en la dirección EW.

Rugosidad: Los emplazamientos se caracterizan por tener escasa vegetación de una altura promedio de 4 metros compuesta por cambrones y algunas palmeras aisladas, por lo que su rugosidad es estándar es decir de tipo 1, valor típico 0.03, por lo que para las aproximaciones hechas con el software Wasp su diferencia es insignificante con los valores medidos, teniéndose que el valor adoptado de rugosidad no afecta los resultados en los cálculos de la estimaciones del potencial del viento.

3. Recurso eólico

Para el estudio del recurso eólico se instalaron varias estaciones, las cuales colectaron datos por más de 4 años. Las estaciones utilizadas tenían sensores instalados a diversas alturas (anemómetros y veletas a 30 m y 20 m.), recogiendo datos cada 10 min. Los datos eran leídos localmente y eran enviados a Gamesa en España. La disponibilidad de datos en la campaña de medición, en promedio fue

superior al 95%, cantidad suficiente para asegurar un análisis óptimo para estos casos.

3.1 Mediciones Realizadas.

Aunque los estudios se iniciaron con ubicación de estaciones en la provincia de Puerto Plata, esta estación no será considerada, empezaremos con la estación 1001 que se ubico en las coordenadas (261,866E / 2, 190,682N) y tres mas en las coordenadas 1002 (254,396E/2, 189,407N), 1003 (251,448E/2, 195,400N) y la 1004 en las coordenadas (2250,520E/2, 195,600N).

Estas estaciones o torres de medición su longitud es de 40 metros de altura con dos posiciones de medidas, una a 40 metros y la otra a 20, en ambas posiciones cuenta con una veleta y un anemómetro, los cuales miden las velocidades y direcciones de los vientos en intervalos de 10 minutos diarios, con un logger marca NRG, con una pantalla contra descarga atmosféricas.

En la siguiente tabla se muestra las coordenadas de ubicación de las estaciones de medición.

UBICACIÓN TORRES DE LOS PROYECTOS DE PARQUES EÓLICOS DEL CARIBE						
GUANILLO	LOMA	PARAJE	MUNICIPIO	PROVINCIA	UTM	WGN-84
TORRE-9002	GUANILLO	COPEY	GUAYUBIN	MONTECRISTI	2,190,886N 261,909E	19°47'57"N 71°16'24"E
TORRE-9003	LA MABOA	LOS LIMONES	GUAYUBIN	MONTECRISTI	2,189,407N 254,396E	19°47'14"N 71°20'43"E
TORRE-9004	BUEN HOMBRE	LOS CONUCOS	VILLA VASQUEZ	MONTECRISTI	2,195,385N 251,386E	19°50'36"N 71°22'24"E
TORRE-9005	CERROS BRIGIDA	LOS UVEROS	VILLA VASQUEZ	MONTECRISTI	2,190,665N 249,520E	19°47'49.20"N 71°23'27.84"E

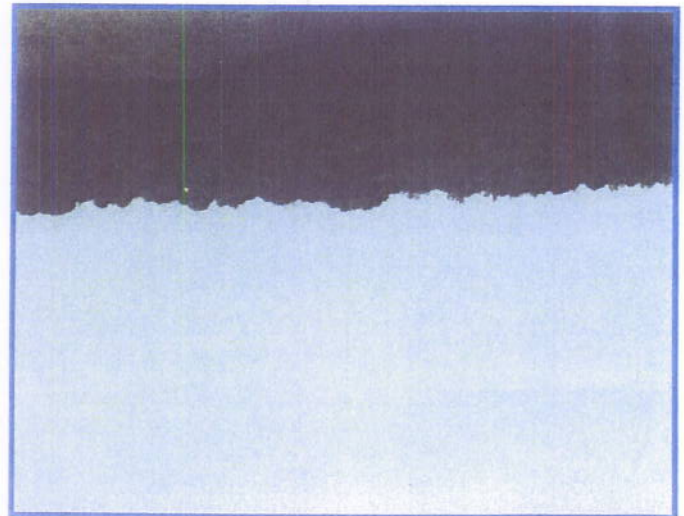
MEDICIONES EN ESTACIONES DEL PROYECTO DURANTE EL PERIODO DE ESTUDIO

N°-TORRE	1001	1002	1003	1004
ABRIL	6.36	7.2	6.55	6.12
MAYO	6.61	7.63	7	6.33
JUNIO	5.64	7.16	6.2	5.53
JULIO	6.52	8.45	6.82	6.62
AGOSTO	5.63	7.25	6.14	5.63
SEPTIEMBRE	5.13	6.62	6.19	4.97
OCTUBRE	4.68	6.38	5.36	4.76
NOVIEMBRE	4.7	6.88	5.38	5.22
DICIEMBRE	5.56	7.03	6.36	5.34
ENERO	5.27	6.12	6.03	4.65
FEBRERO	6.17	7.33	7.04	5.5
MARZO	6.6	7.28	6.9	5.72
PROMEDIO	5.74	7.11	6.33	5.53

Nota: Los valores reales de medición obtenidos en los equipos tienen están corregidos en 0.35 m/s según la calibración de fábrica de los equipos.

En la siguiente tabla, se pueden observar los promedios de viento anuales a 40 mt, de las diferentes estaciones instaladas en el proyecto.

Vista N-S Estación 9002



La calibración de los anemómetros, son estandarizados según los requerimientos de la compañía suministradora de los equipos NRG, valor de Offset igual a 0.35 y un factor de escala de 0.765. Para el análisis veremos las estadísticas de medición del periodo de referencia de las estaciones y su fecha de instalación. La figura muestra la estación 1002 vista orientación Norte – Sur, aquí podemos ver la vegetación y la configuración del terreno, y la factibilidad de acceso al emplazamiento.

Del análisis del periodo de prueba y de las grafica de la oficina Nacional de Meteorología podemos observar, que las estaciones seleccionadas para el estudio sus coeficientes de correlación para la 1001 y 1003 ubicadas en la lomas **Guanillo** y **Buen Hombre** son de 0.81 y 0.84 respectivamente, véase el comportamiento del observatorio de meteorología.

Para realizar este análisis hay que tomar las mediciones de la Oficina Nacional de Meteorología más próxima al proyecto la cual esta ubicada en Puerto Plata en el aeropuerto la Unión, y cuya estación lleva el mismo nombre de dicho lugar. Estas mediciones tienen registrados datos de 50 años, los cuales son muy representativos del comportamiento de los vientos en la República Dominicana.

3.2 Análisis del Recurso a Largo Plazo.

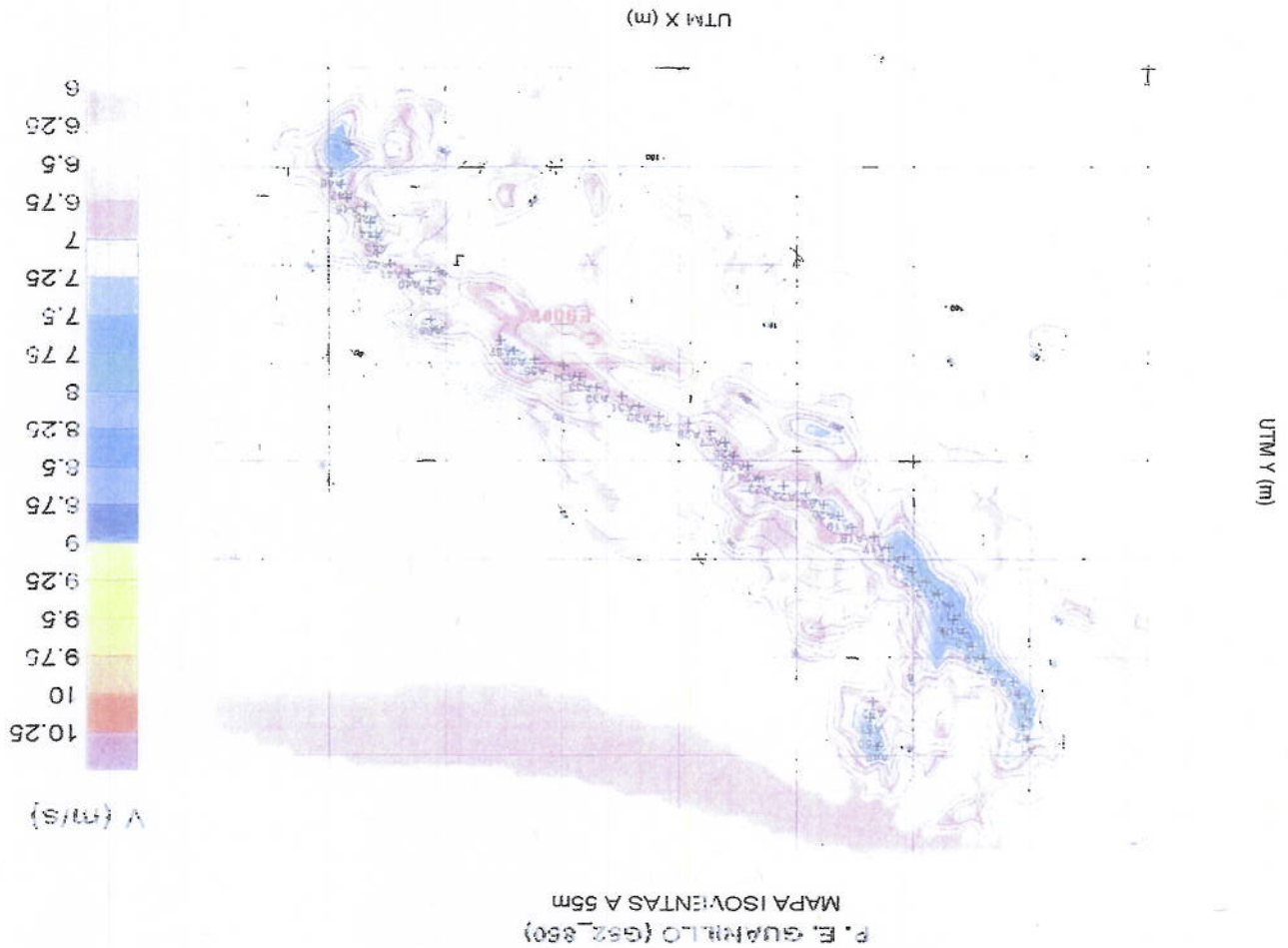


Como puede observarse la correlación entre las velocidades es muy alta a pesar de la distancia entre las dos torres mas lejana las cuales están ubicadas a una distancia de aproximadamente 12 Km.

Las rosas de vientos nos definen muy bien la direcciones de los vientos de cada uno de los datos. En la siguiente grafica se puede apreciar promedios mensuales de rosas de viento para la estación 9004, que es a su vez bastante representativa para todo el parque.

3.5 Modelación del Parque

Con ayudas de software especializados como WASP y WindFarmer, se construyeron modelos digitales topográficos (DTM), coberturas digitales de tipos de suelos y en base a datos de estaciones meteorológicas terrestres y marinas y datos espaciales a 1km de altura, se generaron modelos de predicción del recurso eólico y de generación energética para periodos largos de tiempo. En la siguiente gráfica, se puede ver una representación de las Isoventas generadas para las turbinas eólicas modeladas.



En la siguiente tabla se puede apreciar, las producción del parque estimadas por el WASP para una altura de buje de 55m y para tres diferentes máquinas que se consideraron en el proyecto.

ITEM	DESCRIPCION	G47 660 KW	G52 850 KW	G47 660 KW	UNIDAD
		POLIGONAL 1	POLIGONAL 1	POLIGONAL 2	
1	Cantidad de Aerogeneradores	54	52	36	U
2	Potencia Unitaria	660	850	660	MWh/Año
	Produccion Total WASP	108696	130762	63635	
3	Produccion Unitaria Media WASP	2013	2515	1768	MWh/Año
4	Horas Equivalentes WASP	3050	2958	2678	horas
5	Produccion Total Bruta	104339	125085	62000	MWh/Año
6	Eficiencia (Bruto/WASP)	96	96	97.43	%
7	Produccion Total Neta	98172	117693	58336	MWh/Año
8	Produccion Unitaria Media	1818	2263	1620	MWh/Año
9	Horas Equivalentes Netas	2755	2663	2455	horas

4. Vías de acceso

El acceso se realizará desde El Copey hasta Guanillo, dirección SN. Desde aquí se toma la dirección a la Playa Buen Hombre, desviándose luego hacia El Papayo, carretera existente con un recorrido aproximado de unos 25 km.

Para la ejecución de las obras y posterior mantenimiento del parque eólico, se precisa la construcción de accesos y viales interiores con objeto de acceder a cada una de las plataformas de los aerogeneradores a instalar en el parque eólico, así como el acceso a la subestación transformadora de 34.5/138 KV, para este fin se utilizaran en gran medida caminos ya existentes.

Previamente a la ejecución de los caminos se procederá a desbrozar la superficie en un espesor de 0,4 m rellenándose posteriormente y su sección estará formada por una plataforma de 6 m de anchura, una base de natural de 0,40 m de espesor y taludes naturales de 1:1. En sus bordes llevará una cubeta de desagüe de 0,40 m de anchura y 0,20 m de profundidad.

A fin de alterar lo menos posible la zona de implantación de los aerogeneradores se han proyectado las mínimas obras necesarias para la instalación de los equipos. Consisten:

- Camino de acceso a pie de las torres, con una anchura de 6 m., necesaria para el paso de las grúas que deben elevar los equipos a su emplazamiento en lo alto de las torres.
- Zapatas para anclaje de las torres. Se proyectan de hormigón armado,

dimensionadas para resistir los esfuerzos de vuelco y deslizamiento que producen las fuerzas actuantes sobre las torres. Resulta condicionante la acción de vuelco lo que implica que se proyecten muy esbeltas, de grandes dimensiones en planta y canto reducido. Sobre las zapatas se disponen unos pedestales que embeben el tramo de fundación de la torre al que se atornilla la base de las torres. Las zapatas se proyectan de hormigón H-250.

- Junto a cada torre en el caso que sea necesario se construirá una plataforma horizontal de 30 x 13 m. para que pueda situarse la grúa que se precisa para elevar los equipos a su emplazamiento. Se proyectan construir con materiales seleccionados de la excavación y deberán compactarse adecuadamente para asegurar la estabilidad de las grúas.
- Se incluyen en el Proyecto las zanjas y arquetas necesarias para colocar las canalizaciones eléctricas. Las arquetas se proyectan de hormigón armado y con tapas también de hormigón armado.

Se incluye también las obras civiles de la subestación consistentes en cimentaciones, valla perimetral, caseta para instrumentación y gravilla superficial. La caseta podrá ser prefabricada o construida in situ, con una superficie interior aproximada de 6 x 4 m

5. Facilidades Administrativas

a. Oficinas.

El parque contará con unas facilidades de oficinas, construidas de concreto, donde operará el personal especializado con el sistema de control, las cuales estarán dotadas de todas las facilidades que van desde la climatización total hasta la disposición de equipos computacionales de ultima generación y accesorios suficientes para operar con autonomía.

b. Estacionamientos

Las instalaciones dispondrán de áreas de parqueo para vehículos livianos sobre una pavimentación en tierra y Colindante a las oficinas habrán estacionamientos suficientes para los empleados y visitantes, cubiertos de gravillas compactadas.

c. Caseta de seguridad de entrada

La entrada principal de las instalaciones estará dotada de una caseta de seguridad con guardián, donde se cumplirán las normas de seguridad necesarias para la garantía de los empleados y visitantes.

d. Abastecimiento de Aguas

El sistema de abastecimiento de agua potable para dar servicio a todas las instalaciones, mediante pozos profundos operados por bombas sumergibles de accionamiento eléctrico, cuyo uso será regulado por el Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillado, INAPA, almacenándola en cisternas y tratada por procesos de potabilización.

e. Servicios sanitarios

El proyecto dispondrá de todos los servicios sanitarios básicos y los residuos serán conducidos a fosas sépticas y descargadas en pozos filtrantes.

f. Drenaje pluvial

El sistema de drenaje pluvial natural es eficiente, aun así por la presencia de las obras se incrementará el coeficiente de escorrentía y con ello el caudal, por lo que se requerirá de sistemas de drenajes pluviales adecuados para evitar inundaciones consecutivas que sin dudas alterarían el funcionamiento de las instalaciones futuras.

g. Abastecimiento eléctrico

Las instalaciones dispondrán de un sistema de abastecimiento de energía proveniente de la empresa y contarán con generadores de emergencia de, cuyas especificaciones potencia están pendientes de determinar

h. Áreas verdes

El proyecto dispondrá una considerable área verde interna y en el entorno de los generadores y las facilidades de oficinas con miras a mitigar el ruido de los generadores y el impacto visual de la presencia de estos equipos, destacándose los ambientes naturales que quedarán bajo su misma condición natural.

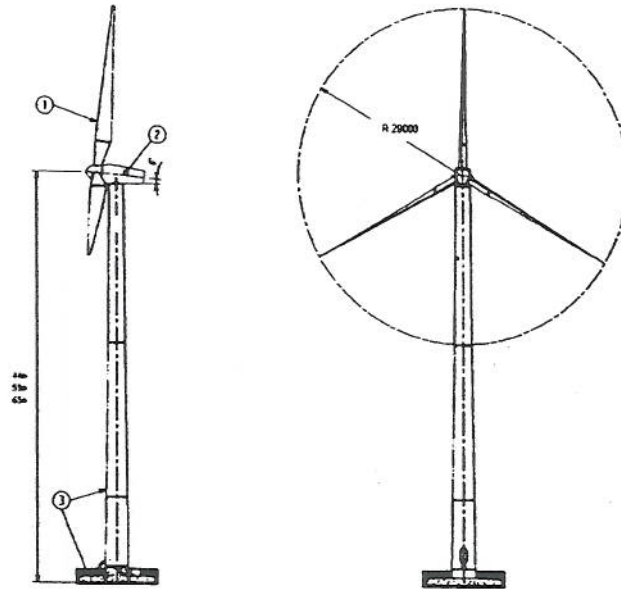
6. Descripción de Aerogeneradores

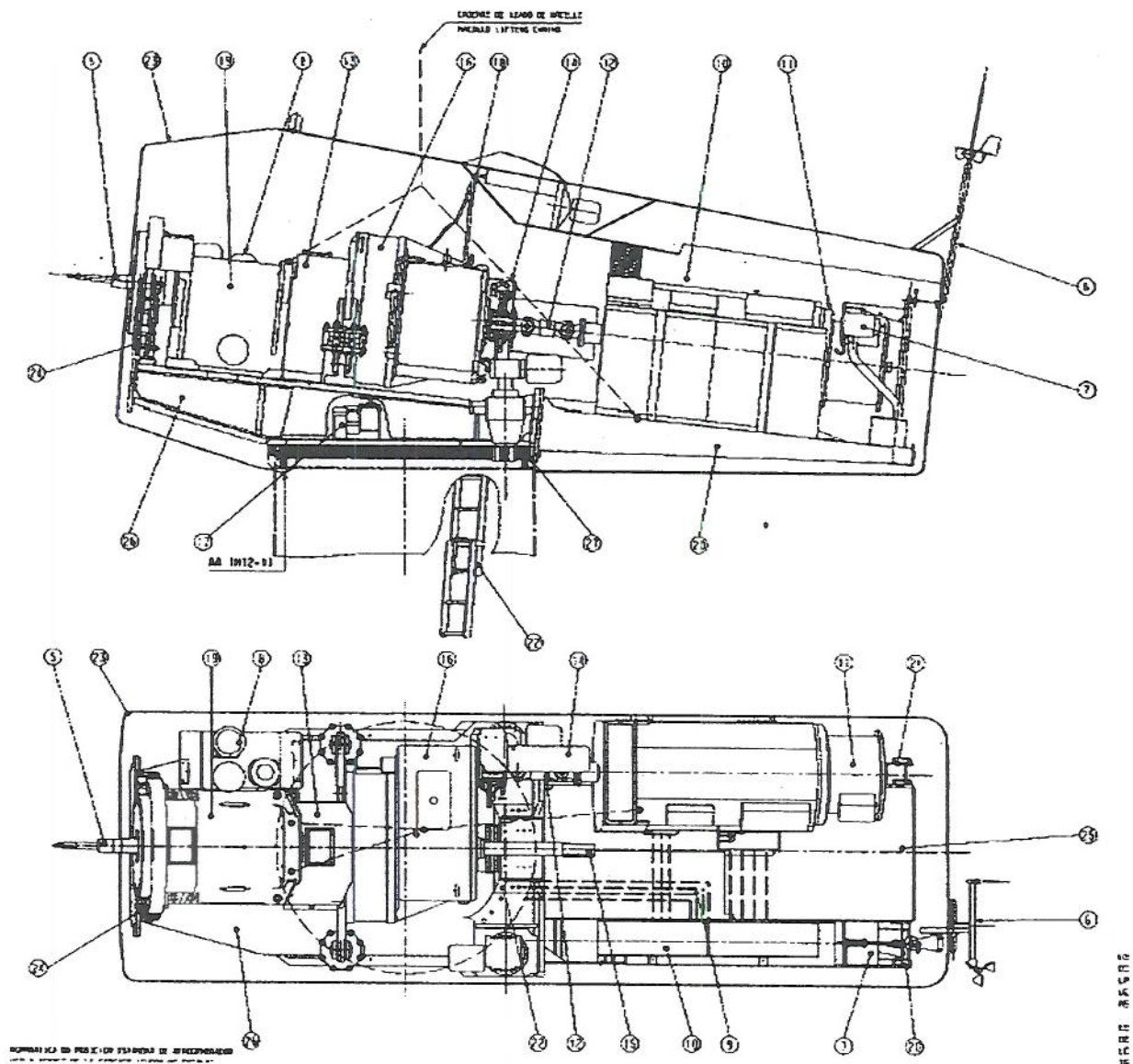
Los aerogeneradores GAMESA EÓLICA 850 kW están basados en la experiencia obtenida a partir de los aerogeneradores V42-600 y V39-500. Estos aerogeneradores son de fabricación española con patente danesa VESTAS.

El aerogenerador introduce el concepto de velocidad variable. Esta característica proporciona en todo momento el ángulo de inclinación óptimo y la velocidad de giro optima, con el desarrollo de potencia y la mínima emisión de ruido.

Un aerogenerador está constituido por una turbina, un multiplicador y un generador eléctrico situados en lo alto de una torre de acero de 55 m de altura, cimentada sobre una zapata de hormigón armado. La turbina tiene un rotor, situado a barlovento, de 58 m de diámetro. Está equipada con tres palas aerodinámicas de paso variable controlado por un microprocesador, regulación electrónica de la potencia de salida y un sistema activo de orientación.

Mediante un multiplicador, se acopla a un generador síncrono de 4 polos y de 850 kW de potencia unitaria. Estos equipos van situados en el interior de una barquilla colocada sobre la torre metálica, con la disposición que puede apreciarse en el esquema.





Aerogenerador G58.

- | | | |
|--|-----------------------------------|----------------------------|
| 5. Sistema de cambio de paso trasero derecho | 13. Protecciones eje baja | 21. Bastidor |
| 6. Veleta y anemómetro góndola | 14. Protección eje rápido | 22. Escalera |
| 7. Polipasto | 15. Protección sensor de posición | 23. Carcasa |
| 8. Grupo Hidráulico rotor | 16. Multiplicadora | 24. Sistema de bloqueo del |

9. Cableado Eléctrico. góndola	17. Refrigeración y filtro aceite	25. Suelo de
10. Armario de control Bastidor delantero	18. Conexión entre multipl. y enfri	26.
11. Generador	19. Tren de baja	27. Sistema de
12. Acoplamiento eje rápido.	20. Bastidor trasero izquierdo	

La barquilla está construida sobre un bastidor realizado en perfiles tubulares (1).

El eje principal (2) está soportado por 2 rodamientos montados en alojamientos de fundición, los cuales absorben las fuerzas radiales y axiales que provienen del rotor. El buje del rotor (3) se monta, mediante tornillos, directamente al eje principal.

Las palas (4) quedan instaladas atornillándolas a cojinetes (5) asegurando que puedan pivotar fácilmente. El brazo (biela) que hace pivotar las palas une cada terminación con el sistema de paso variable, consiguiéndose de esta forma que todas las palas tengan el ángulo correcto de ataque.

El multiplicador (6), fabricado a medida, es instalado detrás del eje principal. El apoyo del multiplicador (7) transfiere todos los momentos desde la parte frontal a la base del bastidor, diseñada para distribuir, por igual, las cargas.

El freno de disco (8), diseñado para acoplarlo en el eje de alta velocidad (de salida) del multiplicador, consta de tres sistemas hidráulicos (mordazas de frenado) con pastillas de freno sin amianto (asbestos). El generador (9) es activado por el eje de salida del multiplicador mediante un acoplamiento (10).

La unidad hidráulica (11) alimenta al sistema de freno y al sistema de regulación del paso variable o ángulo de ataque. Tanto el generador como la unidad hidráulica están instalados en la parte posterior del bastidor.

La orientación se consigue mediante dos sistemas de transmisión eléctrica (12), montados en la base del bastidor. Dicha transmisión engrana con la corona de orientación (13) atornillada en la parte superior de la torre. La orientación está controlada mediante una veleta optoelectrónica.

La turbina se monta sobre una base tubular troncocónica galvanizada/metalizada y pintada en blanco, que aloja en su interior, la unidad de control del sistema, basada en dos microprocesadores.

El Rotor

El rotor del aerogenerador G58 está constituido por tres palas diseñadas aerodinámicamente y construidas a base de resinas de poliéster reforzado con fibra de vidrio y un buje central de fundición protegido por una cubierta de fibra de vidrio dotado de un ángulo de conicidad de 3° , que aleja la punta de las palas de la torre.

La velocidad de rotación varía entre 20.9 y 32.3 r.p.m. y las palas se ponen en movimiento cuando la velocidad del viento es superior a 4 m/s. Las características principales del rotor son:

Diámetro	58 m
Área barrida	2642 m ²
Velocidad de rotación de operación	14.6 : 30.8 rpm (torres de 55 m y 65 m) 16.2 : 30.8 rpm (torre de 44 m)
Sentido de rotación	Sentido agujas de reloj (vista frontal)
Orientación	Barlovento
Ángulo de inclinación	6°
Conicidad del rotor	3°
Número de palas	3
Freno aerodinámico	Puesta en bandera de palas

Las palas se fabrican en construcción emparedada ligera y disponen en su raíz de tuercas especiales, empotradas, para su conexión al buje del rotor. Las características principales se detallan a continuación:

Concepto estructural	Conchas pegadas a viga soporte
Material	Pre-impregnados de fibra de vidrio - epoxy
Conexión de palas	Insertos de acero en raíz
Perfiles aerodinámicos	NACA 63.XXX + FFA - W3
Longitud	28.3 m
Cuerda de la pala (raíz / punta)	1.9 m / 0.4 m
Torsión	16.4°
Peso	Aprox. 2400 kg / pieza

Debido a la gran variabilidad del viento, es necesario dotar a los aerogeneradores de los grados de libertad necesarios para que cumplan su funcionalidad aceptablemente. Una de las posibles actuaciones es dotar a la pala de paso variable. Así, a bajas velocidades la pala es orientada de forma que presente una gran superficie vista en dirección al viento dominante. A medida que la velocidad del viento aumenta, esta superficie se reduce cambiando el ángulo de orientación.

Si la velocidad del viento supera los 25 m/s, las palas se giran totalmente para ofrecer la menor resistencia posible al viento y dejan de rotar como medida de seguridad. El rango de producción, pues, de un aerogenerador se extiende desde 4 m/s hasta 25 m/s, aproximadamente.

El control de paso, sin embargo, no permite una regulación lo suficientemente ágil para eliminar los golpes de par producidos por ráfagas de viento y además no contribuye a aprovechar la energía excedentaria de las mismas. Por ello se ha optado por dotar a las máquinas de un generador de doble alimentación DFM, similar a la máquina asíncrona, con rotor bobinado. Mediante un inversor IGBT se imprime al rotor tres intensidades senoidales desfasadas 120° y de frecuencia controlada.

De esta forma se puede controlar la máquina en régimen subsíncrono, por debajo de 1500 rpm, e hipsíncrono, por encima de 1500 rpm. Así, para velocidades bajas de viento la máquina trabaja en régimen subsíncrono, mejorando de esta forma sensiblemente la cantidad de energía que se puede extraer del viento. Para velocidades de viento altas, la máquina trabaja en régimen hipsíncrono, obteniéndose energía a través del rotor a sumar a la energía producida en el estator.

Por otro lado, el sistema de control de la excitatriz permite igualmente controlar el ángulo de fase de las intensidades en el rotor, con lo cual se controla el ángulo de transmisión de potencia, controlando de esta forma la potencia reactiva en bornas de la máquina.

La palas se atornillan sobre una pieza del soporte de acero que puede pivotar sobre el buje con una activación hidráulica, mediante un conjunto de bielas. Con este sistema se consigue un arranque sin motor y menores esfuerzos sobre la estructura, tanto durante el funcionamiento como en el frenado. También, con este sistema, se aumenta la potencia a altas y bajas velocidades del viento respecto de la respuesta proporcionada por los aerogeneradores de palas fijas.

Sistema de Transmisión y Generador

El buje soporte de las palas se atornilla al eje principal del sistema, el cual está soportado por dos apoyos de rodillos esféricos que absorben los esfuerzos axial y radial del rotor. El esfuerzo de rotación generado por el rotor se transmite hasta el

multiplicador cuya relación de transmisión es 1 :52,6514 merced a un dispositivo helicoidal de tres etapas.

Las características del multiplicador son:

Fabricante :	HANSEN
Tipo :	Planetario
Potencia aprox. :	1.150 kW
Relación de transmisión :	1 :52,6514
Volumen de aceite :	1.201
Árbol de baja velocidad :	Árbol hueco
Refrigeración :	Bomba de aceite
Calentamiento en parada :	1.000 W

El eje de alta velocidad, a la salida del multiplicador, acciona el generador y tiene fijado el freno mecánico del disco.

La conexión del generador al eje de alta velocidad tiene lugar mediante un acoplamiento (cardan) y un embrague, que prevé la sobrecarga del mecanismo. El acoplamiento absorbe los desplazamientos radial, axial y angular entre los ejes del multiplicador y generador, asegurando un alineamiento preciso y la máxima transmisión del esfuerzo de rotación del multiplicador.

Árbol principal-Multiplicador :

Fabricante :	Stüve o similar
Tipo :	Disco de encogimiento cónico

Multiplicador-Generador

Fabricante :	Klein, Elbe o Löbro
Tipo :	Árbol en cruz Cardan

PARQUES EOLICOS DEL CARIBE (PECASA)

DOCUMENTOS DE PROYECTO GUANILLO



MARZO 2008

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

**PARQUES EOLICOS DEL CARIBE (PECASA)
PARQUE EOLICO GUANILLO
BREVE DESCRIPCIÓN**

1. Antecedentes

El presente documento resumen las principales características del proyecto Eólico de Guanillo, promovido por Parques Eólicos del Caribe (PECASA) con una potencia nominal instalada de 90 MW. Bajo la dirección de la empresa española Gamesa Eólica, se han realizados los trabajos de Macro localización y Micro localización para este proyecto. Con la instalación de varias estaciones de medición profesionales, se han colectado datos del recurso eólico por más de 4 años continuos. Posteriormente, utilizando técnicas de modelaje sofisticadas, y correlacionando los datos colectados con información de largo plazo, se ha procedido se analizar el comportamiento del parque para diferentes configuraciones y tipos de máquinas.

Los datos asociados a los Aerogeneradores aquí presentados, aunque son completamente reales, se las presenta de manera referencial ya que con la evolución de esta tecnología y los generadores disponibles, actualmente se esta evaluando el uso de máquinas mas grandes que pudieran permitir el mejor aprovechamiento del recurso eólico en el proyecto. Como resulta obvio, la decisión final del tipo de máquina a instalar, dependerá además de las características técnicas, de factores financieros y de gestión por parte de las instituciones involucradas en este proyecto.

2. Ubicación

El emplazamiento general del parque eólico esta ubicado en la provincia de Montecristi, Sección de El Copey, reflejado en el plano topográfico que se presenta a continuación, comprendido dentro de un polígono que definen las coordenadas UTM descritas en la siguiente tabla:

Tabla 2.1 Poligonales de localización del proyecto

No	UTM X	UTM Y
1	262615	2196940
2	254119	2194973
3	258053	2195098
4	264122	2189950
5	264080	2188946
6	257090	2186811
7	248259	2187899
8	243363	2194429
9	238759	2198279

El terreno abarcado por el estudio tiene un área aproximada de 145 Km², involucrando principalmente las localidades de Guanillo, Los Limones y Buen Hombre.

Grafico2.1 Ubicación geográfica del proyecto



El Emplazamiento su ruta de llegada es partiendo desde la Autopista Duarte 0 Km en Santiago -hasta el paraje Hato Nuevo dirección Este Oeste , y luego girar 90° en dirección norte en el cruce de la Autopista Duarte con la carretera Hato Nuevo - los Limones, la cual tiene una longitud de 15 Km hasta el emplazamiento.

Desde los Limones gira en dirección Oeste hasta el emplazamiento en la Loma La Maboá cuyas condiciones no son las mas favorables para el transito con una longitud de aproximadamente 1 Km., y una elevación promedio de 200 msnm. El emplazamiento tienen una dirección SW 30° Norte a 1 Km del Pueblo de Los



Limones, los caminos de acceso a construir no presentan mayores inconvenientes, ya que su pendiente es adecuada para los trabajos de ingeniería. Se estiman 20 Km de camino de construcción del proyecto por la magnitud del emplazamiento, los cuales son inaccesibles para cualquier tipo de vehiculo y la ubicación del proyecto.

Vista Norte – Sur Emplazamiento



Vista Este – Oeste del Emplazamiento

La orientación del emplazamiento con respecto a la dirección del viento es muy buena, el terreno se encuentra en las cotas 150, 200, y 320 tiene características de mesetas con ligeras pendientes. La parte más elevada esta a 320 msnm con una meseta en la dirección EW.

Rugosidad: Los emplazamientos se caracterizan por tener escasa vegetación de una altura promedio de 4 metros compuesta por cambrones y algunas palmeras aisladas, por lo que su rugosidad es estándar es decir de tipo 1, valor típico 0.03, por lo que para las aproximaciones hechas con el software Wasp su diferencia es insignificante con los valores medidos, teniéndose que el valor adoptado de rugosidad no afecta los resultados en los cálculos de la estimaciones del potencial del viento.

3. Recurso eólico

Para el estudio del recurso eólico se instalaron varias estaciones, las cuales colectaron datos por más de 4 años. Las estaciones utilizadas tenían sensores instalados a diversas alturas (anemómetros y veletas a 30 m y 20 m.), recogiendo datos cada 10 min. Los datos eran leídos localmente y eran enviados a Gamesa en España. La disponibilidad de datos en la campaña de medición, en promedio fue

superior al 95%, cantidad suficiente para asegurar un análisis óptimo para estos casos.

3.1 Mediciones Realizadas.

Aunque los estudios se iniciaron con ubicación de estaciones en la provincia de Puerto Plata, esta estación no será considerada, empezaremos con la estación 1001 que se ubico en las coordenadas (261,866E / 2, 190,682N) y tres mas en las coordenadas 1002 (254,396E/2, 189,407N), 1003 (251,448E/2, 195,400N) y la 1004 en las coordenadas (2250,520E/2, 195,600N).

Estas estaciones o torres de medición su longitud es de 40 metros de altura con dos posiciones de medidas, una a 40 metros y la otra a 20, en ambas posiciones cuenta con una veleta y un anemómetro, los cuales miden las velocidades y direcciones de los vientos en intervalos de 10 minutos diarios, con un logger marca NRG, con una pantalla contra descarga atmosféricas.

En la siguiente tabla se muestra las coordenadas de ubicación de las estaciones de medición.

**UBICACIÓN TORRES DE LOS PROYECTOS DE PARQUES
EÓLICOS DEL CARIBE**

GUANILLO	LOMA	PARAJE	MUNICIPIO	PROVINCIA	UTM	WGN-84
TORRE-9002	GUANILLO	COPEY	GUAYUBIN	MONTECRISTI	2,190,886N 261,909E	19°47'57"N 71°16'24"E
TORRE-9003	LA MABOA	LOS LIMONES	GUAYUBIN	MONTECRISTI	2,189,407N 254,396E	19°47'14"N 71°20'43"E
TORRE-9004	BUEN HOMBRE	LOS CONUCOS	VILLA VASQUEZ	MONTECRISTI	2,195,385N 251,386E	19°50'36"N 71°22'24"E
TORRE-9005	CERROS BRIGIDA	LOS UVEROS	VILLA VASQUEZ	MONTECRISTI	2,190,665N 249,520E	19°47'49.20"N 71°23'27.84"E

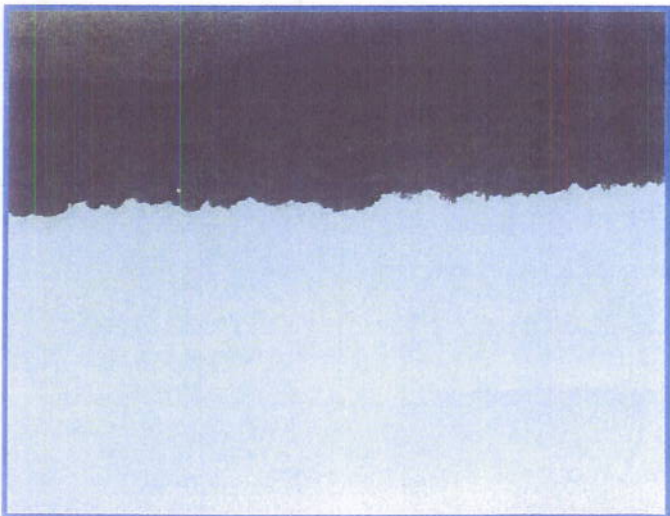
MEDICIONES EN ESTACIONES DEL PROYECTO
DURANTE EL PERIODO DE ESTUDIO

N°.TORRE	1001	1002	1003	1004
ABRIL	6.36	7.2	6.55	6.12
MAYO	6.61	7.63	7	6.33
JUNIO	5.64	7.16	6.2	5.53
JULIO	6.52	8.45	6.82	6.62
AGOSTO	5.63	7.25	6.14	5.63
SEPTIEMBRE	5.13	6.62	6.19	4.97
OCTUBRE	4.68	6.38	5.36	4.76
NOVIEMBRE	4.7	6.88	5.38	5.22
DICIEMBRE	5.56	7.03	6.36	5.34
ENERO	5.27	6.12	6.03	4.65
FEBRERO	6.17	7.33	7.04	5.5
MARZO	6.6	7.28	6.9	5.72
PROMEDIO	5.74	7.11	6.33	5.53

Nota: Los valores reales de medición obtenidos en los equipos tienen están corregidos en 0.35 m/s según la calibración de fábrica de los equipos.

En la siguiente tabla, se pueden observar los promedios de viento anuales a 40 mt, de las diferentes estaciones instaladas en el proyecto.

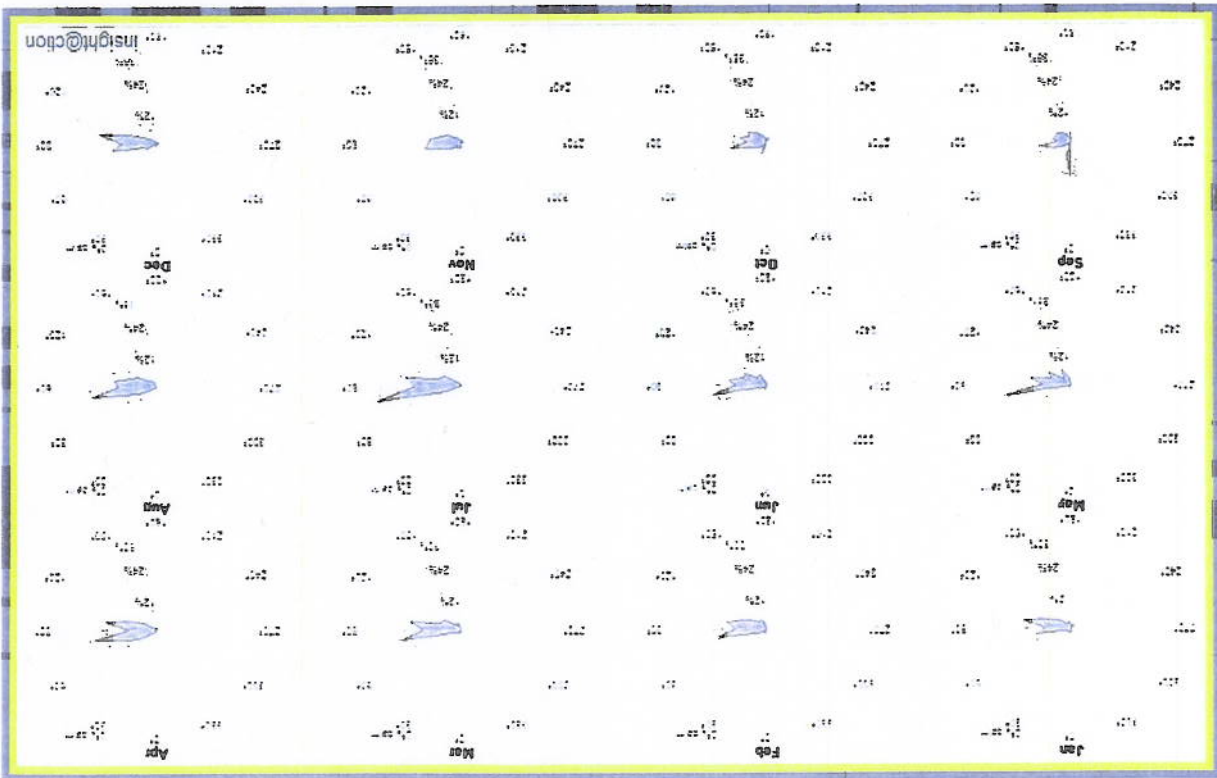
Vista N-S Estación 9002



La calibración de los anemómetros, son estandarizados según los requerimientos de la compañía de las suplidoras de los equipos NRG, valor de Offset igual a 0.35 y un factor de escala de 0.765. Para el análisis veremos las estadísticas de medición del periodo de referencia de las estaciones y su fecha de instalación. La figura muestra la estación 1002 vista orientación Norte – Sur, aquí podemos ver la vegetación y la configuración del terreno, y la factibilidad de acceso al emplazamiento.

Para realizar este análisis hay que tomar las mediciones de la Oficina Nacional de Meteorología más próxima al proyecto la cual esta ubicada en Puerto Plata en el aeropuerto la Unión, y cuya estación lleva el mismo nombre de dicho lugar. Estas mediciones tienen registrados datos de 50 años, los cuales son muy representativos del comportamiento de los vientos en la República Dominicana. Del análisis del periodo de prueba y de las graficas de la oficina Nacional de Meteorología podemos observar, que las estaciones seleccionadas para el estudio sus coeficientes de correlación para la 1001 y 1003 ubicadas en la lomas **Guanillo** y **Buen Hombre** son de 0.81 y 0.84 respectivamente, véase el comportamiento del observatorio de meteorología.

3.2 Análisis del Recurso a Largo Plazo.



Las rosas de vientos nos definen muy bien la direcciones de los vientos de cada uno de los datos. En la siguiente grafica se puede apreciar promedios mensuales de rosas de viento para la estación 9004, que es a su vez bastante representativa para todo el parque. Como puede observarse la correlación entre las velocidades es muy alta a pesar de la distancia entre las dos torres mas lejana las cuales están ubicadas a una distancia de aproximadamente 12 km.

3.3 Densidad del Aire.

En los cálculos de la potencia del viento la densidad del aire es uno de los pilares, para la producción energética de un generador eólico, ya que esta es directamente proporcional a la densidad de flujo de aire que lo atraviesa o cruza.

Donde la Ecuación para determinar la densidad del aire viene dada por la expresión:

$$\rho = \left[P_o / RT \right] \exp \left[-gZ / RT \right] \quad (\text{Kg/ m}^3)$$

$P_o = 101\text{-}325 \text{ Pa.}$ Presión Atmosférica a nivel del Mar.

$g = 9.8 \text{ m/seg}$ Aceleración de la Gravedad.

$Z =$ Altitud del Emplazamiento sobre el nivel del Mar.

$P =$ la presión atmosférica (pascal ó N/m^2);

$R =$ Constante específico de los gases en este caso para aire (287 J/kg.K);

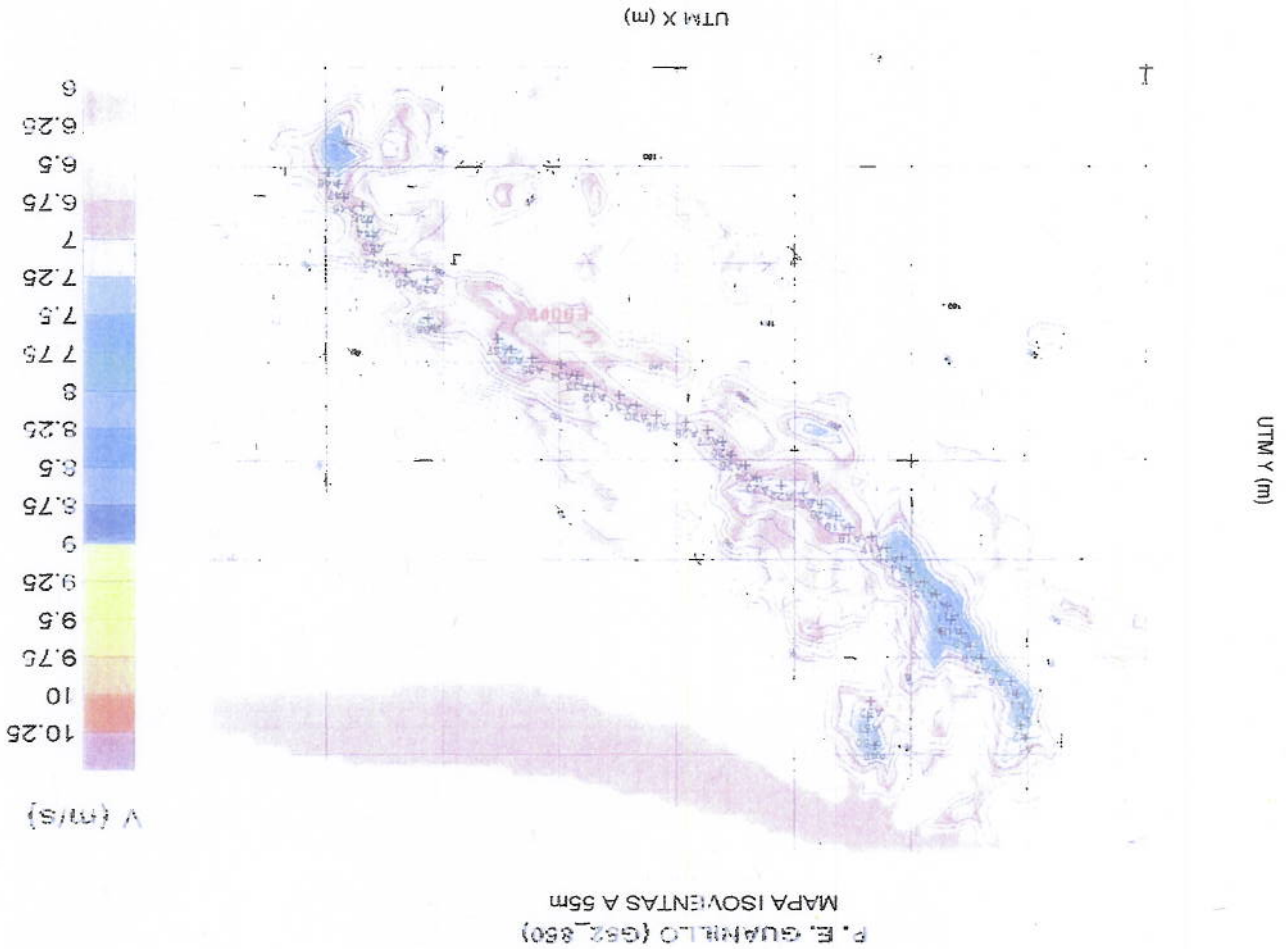
Como se tienen los datos de la temperatura promedio para proximidades de la capital de la Republica Dominicana de 25°C , por lo que asumiremos este valor para el emplazamiento, la densidad media calculada en la región es de 1.21 Kg/ m^3 .

3.4 Orografía.

Para el diseño y la distribución final de los aerogeneradores y como consecuencia para la producción es muy importante la orografía del terreno, por lo que es quien nos permitirá la distribución final de los aerogeneradores en el proyecto.

3.5 Modelación del Parque

Con ayudas de software especializados como WASP y WindFarmer, se construyeron modelos digitales topográficos (DTM), coberturas digitales de tipos de suelos y en base a datos de estaciones meteorológicas terrestres y marinas y datos espaciales a 1km de altura, se generaron modelos de predicción del recurso eólico y de generación energética para periodos largos de tiempo. En la siguiente gráfica, se puede ver una representación de las Isoventas generadas para las turbinas eólicas modeladas.



En el siguiente tabla se puede apreciar, las producción del parque estimadas por el WASP para una altura de buje de 55m y para tres diferentes maquinas que se consideraron en el proyecto.

ITEM	DESCRIPCION	G47 660 KW	G52 850 KW	G47 660 KW	UNIDAD
		POLIGONAL 1	POLIGONAL 1	POLIGONAL 2	
1	Cantidad de Aerogeneradores	54	52	36	U
2	Potencia Unitaria	660	850	660	MWh/Año
	Produccion Total WASP	108696	130762	63635	
3	Produccion Unitaria Media WASP	2013	2515	1768	MWh/Año
4	Horas Equivalentes WASP	3050	2958	2678	horas
5	Produccion Total Bruta	104339	125085	62000	MWh/Año
6	Eficiencia (Bruto/WASP)	96	96	97.43	%
7	Produccion Total Neta	98172	117693	58336	MWh/Año
8	Produccion Unitaria Media	1818	2263	1620	MWh/Año
9	Horas Equivalentes Netas	2755	2663	2455	horas

4. Vías de acceso

El acceso se realizará desde El Copey hasta Guanillo, dirección SN. Desde aquí se toma la dirección a la Playa Buen Hombre, desviándose luego hacia El Papayo, carretera existente con un recorrido aproximado de unos 25 km.

Para la ejecución de las obras y posterior mantenimiento del parque eólico, se precisa la construcción de accesos y viales interiores con objeto de acceder a cada una de las plataformas de los aerogeneradores a instalar en el parque eólico, así como el acceso a la subestación transformadora de 34.5/138 KV, para este fin se utilizaran en gran medida caminos ya existentes.

Previamente a la ejecución de los caminos se procederá a desbrozar la superficie en un espesor de 0,4 m rellenándose posteriormente y su sección estará formada por una plataforma de 6 m de anchura, una base de natural de 0,40 m de espesor y taludes naturales de 1:1. En sus bordes llevará una cubeta de desagüe de 0,40 m de anchura y 0,20 m de profundidad.

A fin de alterar lo menos posible la zona de implantación de los aerogeneradores se han proyectado las mínimas obras necesarias para la instalación de los equipos. Consisten:

- Camino de acceso a pie de las torres, con una anchura de 6 m., necesaria para el paso de las grúas que deben elevar los equipos a su emplazamiento en lo alto de las torres.
- Zapatas para anclaje de las torres. Se proyectan de hormigón armado,

dimensionadas para resistir los esfuerzos de vuelco y deslizamiento que producen las fuerzas actuantes sobre las torres. Resulta condicionante la acción de vuelco lo que implica que se proyecten muy esbeltas, de grandes dimensiones en planta y canto reducido. Sobre las zapatas se disponen unos pedestales que embeben el tramo de fundación de la torre al que se atornilla la base de las torres. Las zapatas se proyectan de hormigón H-250.

- Junto a cada torre en el caso que sea necesario se construirá una plataforma horizontal de 30 x 13 m. para que pueda situarse la grúa que se precisa para elevar los equipos a su emplazamiento. Se proyectan construir con materiales seleccionados de la excavación y deberán compactarse adecuadamente para asegurar la estabilidad de las grúas.
- Se incluyen en el Proyecto las zanjas y arquetas necesarias para colocar las canalizaciones eléctricas. Las arquetas se proyectan de hormigón armado y con tapas también de hormigón armado.

Se incluye también las obras civiles de la subestación consistentes en cimentaciones, valla perimetral, caseta para instrumentación y gravilla superficial. La caseta podrá ser prefabricada o construida in situ, con una superficie interior aproximada de 6 x 4 m

5. Facilidades Administrativas

a. Oficinas.

El parque contará con unas facilidades de oficinas, construidas de concreto, donde operará el personal especializado con el sistema de control, las cuales estarán dotadas de todas las facilidades que van desde la climatización total hasta la disposición de equipos computacionales de ultima generación y accesorios suficientes para operar con autonomía.

b. Estacionamientos

Las instalaciones dispondrán de áreas de parqueo para vehículos livianos sobre una pavimentación en tierra y Colindante a las oficinas habrán estacionamientos suficientes para los empleados y visitantes, cubiertos de gravillas compactadas.

c. Caseta de seguridad de entrada

La entrada principal de las instalaciones estará dotada de una caseta de seguridad con guardián, donde se cumplirán las normas de seguridad necesarias para la garantía de los empleados y visitantes.

d. Abastecimiento de Aguas

El sistema de abastecimiento de agua potable para dar servicio a todas las instalaciones, mediante pozos profundos operados por bombas sumergibles de accionamiento eléctrico, cuyo uso será regulado por el Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillado, INAPA, almacenándola en cisternas y tratada por procesos de potabilización.

e. Servicios sanitarios

El proyecto dispondrá de todos los servicios sanitarios básicos y los residuos serán conducidos a fosas sépticas y descargadas en pozos filtrantes.

f. Drenaje pluvial

El sistema de drenaje pluvial natural es eficiente, aun así por la presencia de las obras se incrementará el coeficiente de escorrentía y con ello el caudal, por lo que se requerirá de sistemas de drenajes pluviales adecuados para evitar inundaciones consecutivas que sin dudas alterarían el funcionamiento de las instalaciones futuras.

g. Abastecimiento eléctrico

Las instalaciones dispondrán de un sistema de abastecimiento de energía proveniente de la empresa y contarán con generadores de emergencia de, cuyas especificaciones potencia están pendientes de determinar

h. Áreas verdes

El proyecto dispondrá una considerable área verde interna y en el entorno de los generadores y las facilidades de oficinas con miras a mitigar el ruido de los generadores y el impacto visual de la presencia de estos equipos, destacándose los ambientes naturales que quedarán bajo su misma condición natural.

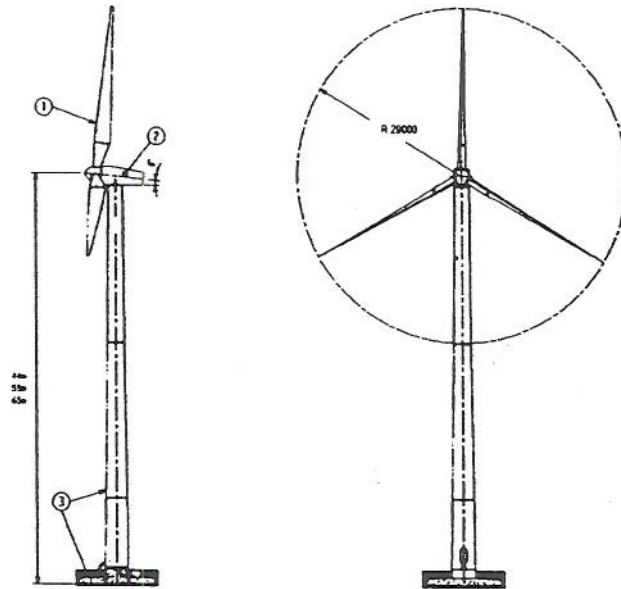
6. Descripción de Aerogeneradores

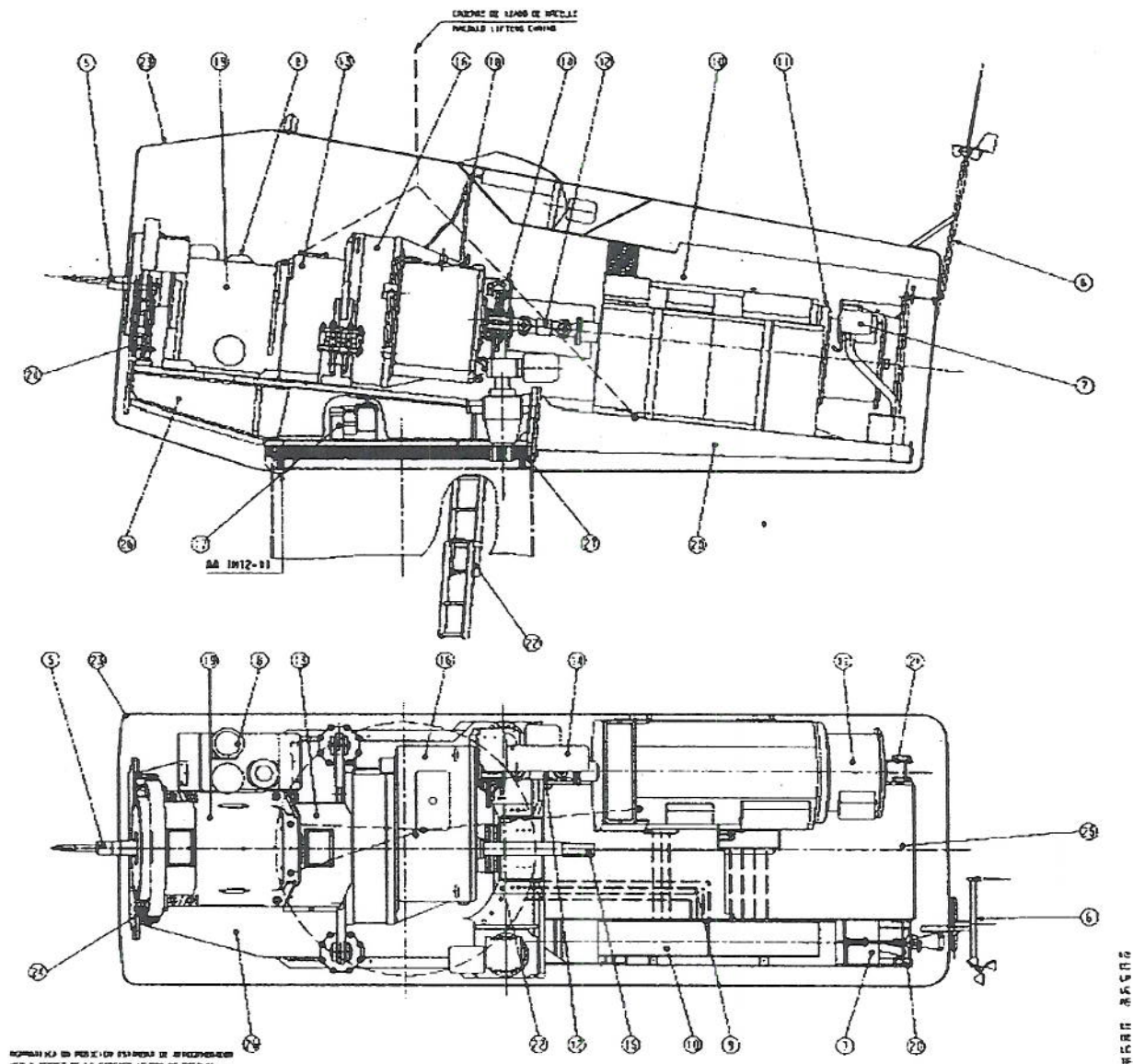
Los aerogeneradores GAMESA EÓLICA 850 kW están basados en la experiencia obtenida a partir de los aerogeneradores V42-600 y V39-500. Estos aerogeneradores son de fabricación española con patente danesa VESTAS.

El aerogenerador introduce el concepto de velocidad variable. Esta característica proporciona en todo momento el ángulo de inclinación óptimo y la velocidad de giro optima, con el desarrollo de potencia y la mínima emisión de ruido.

Un aerogenerador está constituido por una turbina, un multiplicador y un generador eléctrico situados en lo alto de una torre de acero de 55 m de altura, cimentada sobre una zapata de hormigón armado. La turbina tiene un rotor, situado a barlovento, de 58 m de diámetro. Está equipada con tres palas aerodinámicas de paso variable controlado por un microprocesador, regulación electrónica de la potencia de salida y un sistema activo de orientación.

Mediante un multiplicador, se acopla a un generador síncrono de 4 polos y de 850 kW de potencia unitaria. Estos equipos van situados en el interior de una barquilla colocada sobre la torre metálica, con la disposición que puede apreciarse en el esquema.





Aerogenerador G58.

- | | | |
|--|-----------------------------------|----------------------------|
| 5. Sistema de cambio de paso trasero derecho | 13. Protecciones eje baja | 21. Bastidor |
| 6. Veleta y anemómetro góndola | 14. Protección eje rápido | 22. Escalera |
| 7. Polipasto | 15. Protección sensor de posición | 23. Carcasa |
| 8. Grupo Hidráulico rotor | 16. Multiplicadora | 24. Sistema de bloqueo del |

9. Cableado Eléctrico. góndola	17. Refrigeración y filtro aceite	25. Suelo de
10. Armario de control Bastidor delantero	18. Conexión entre multipl. y enfri	26.
11. Generador	19. Tren de baja	27. Sistema de
12. Acoplamiento eje rápido.	20. Bastidor trasero izquierdo	

La barquilla está construida sobre un bastidor realizado en perfiles tubulares (1).

El eje principal (2) está soportado por 2 rodamientos montados en alojamientos de fundición, los cuales absorben las fuerzas radiales y axiales que provienen del rotor. El buje del rotor (3) se monta, mediante tornillos, directamente al eje principal.

Las palas (4) quedan instaladas atornillándolas a cojinetes (5) asegurando que puedan pivotar fácilmente. El brazo (biela) que hace pivotar las palas une cada terminación con el sistema de paso variable, consiguiéndose de esta forma que todas las palas tengan el ángulo correcto de ataque.

El multiplicador (6), fabricado a medida, es instalado detrás del eje principal. El apoyo del multiplicador (7) transfiere todos los momentos desde la parte frontal a la base del bastidor, diseñada para distribuir, por igual, las cargas.

El freno de disco (8), diseñado para acoplarlo en el eje de alta velocidad (de salida) del multiplicador, consta de tres sistemas hidráulicos (mordazas de frenado) con pastillas de freno sin amianto (asbestos). El generador (9) es activado por el eje de salida del multiplicador mediante un acoplamiento (10).

La unidad hidráulica (11) alimenta al sistema de freno y al sistema de regulación del paso variable o ángulo de ataque. Tanto el generador como la unidad hidráulica están instalados en la parte posterior del bastidor.

La orientación se consigue mediante dos sistemas de transmisión eléctrica (12), montados en la base del bastidor. Dicha transmisión engrana con la corona de orientación (13) atornillada en la parte superior de la torre. La orientación está controlada mediante una veleta optoelectrónica.

La turbina se monta sobre una base tubular troncocónica galvanizada/metalizada y pintada en blanco, que aloja en su interior, la unidad de control del sistema, basada en dos microprocesadores.

El Rotor

El rotor del aerogenerador G58 está constituido por tres palas diseñadas aerodinámicamente y construidas a base de resinas de poliéster reforzado con fibra de vidrio y un buje central de fundición protegido por una cubierta de fibra de vidrio dotado de un ángulo de conicidad de 3° , que aleja la punta de las palas de la torre.

La velocidad de rotación varía entre 20.9 y 32.3 r.p.m. y las palas se ponen en movimiento cuando la velocidad del viento es superior a 4 m/s. Las características principales del rotor son:

Diámetro	58 m
Área barrida	2642 m ²
Velocidad de rotación de operación	14.6 : 30.8 rpm (torres de 55 m y 65 m) 16.2 : 30.8 rpm (torre de 44 m)
Sentido de rotación	Sentido agujas de reloj (vista frontal)
Orientación	Barlovento
Ángulo de inclinación	6°
Conicidad del rotor	3°
Número de palas	3
Freno aerodinámico	Puesta en bandera de palas

Las palas se fabrican en construcción emparedada ligera y disponen en su raíz de tuercas especiales, empotradas, para su conexión al buje del rotor. Las características principales se detallan a continuación:

Concepto estructural	Conchas pegadas a viga soporte
Material	Pre-impregnados de fibra de vidrio - epoxy
Conexión de palas	Insertos de acero en raíz
Perfiles aerodinámicos	NACA 63.XXX + FFA - W3
Longitud	28.3 m
Cuerda de la pala (raíz / punta)	1.9 m / 0.4 m
Torsión	16.4°
Peso	Aprox. 2400 kg / pieza

Debido a la gran variabilidad del viento, es necesario dotar a los aerogeneradores de los grados de libertad necesarios para que cumplan su funcionalidad aceptablemente. Una de las posibles actuaciones es dotar a la pala de paso variable. Así, a bajas velocidades la pala es orientada de forma que presente una gran superficie vista en dirección al viento dominante. A medida que la velocidad del viento aumenta, esta superficie se reduce cambiando el ángulo de orientación.

Si la velocidad del viento supera los 25 m/s, las palas se giran totalmente para ofrecer la menor resistencia posible al viento y dejan de rotar como medida de seguridad. El rango de producción, pues, de un aerogenerador se extiende desde 4 m/s hasta 25 m/s, aproximadamente.

El control de paso, sin embargo, no permite una regulación lo suficientemente ágil para eliminar los golpes de par producidos por ráfagas de viento y además no contribuye a aprovechar la energía excedentaria de las mismas. Por ello se ha optado por dotar a las máquinas de un generador de doble alimentación DFM, similar a la máquina asíncrona, con rotor bobinado. Mediante un inversor IGBT se imprime al rotor tres intensidades senoidales desfasadas 120° y de frecuencia controlada.

De esta forma se puede controlar la máquina en régimen subsíncrono, por debajo de 1500 rpm, e hipsíncrono, por encima de 1500 rpm. Así, para velocidades bajas de viento la máquina trabaja en régimen subsíncrono, mejorando de esta forma sensiblemente la cantidad de energía que se puede extraer del viento. Para velocidades de viento altas, la máquina trabaja en régimen hipsíncrono, obteniéndose energía a través del rotor a sumar a la energía producida en el estator.

Por otro lado, el sistema de control de la excitatriz permite igualmente controlar el ángulo de fase de las intensidades en el rotor, con lo cual se controla el ángulo de transmisión de potencia, controlando de esta forma la potencia reactiva en bornas de la máquina.

La palas se atornillan sobre una pieza del soporte de acero que puede pivotar sobre el buje con una activación hidráulica, mediante un conjunto de bielas. Con este sistema se consigue un arranque sin motor y menores esfuerzos sobre la estructura, tanto durante el funcionamiento como en el frenado. También, con este sistema, se aumenta la potencia a altas y bajas velocidades del viento respecto de la respuesta proporcionada por los aerogeneradores de palas fijas.

Sistema de Transmisión y Generador

El buje soporte de las palas se atornilla al eje principal del sistema, el cual está soportado por dos apoyos de rodillos esféricos que absorben los esfuerzos axial y radial del rotor. El esfuerzo de rotación generado por el rotor se transmite hasta el

multiplicador cuya relación de transmisión es 1 :52,6514 merced a un dispositivo helicoidal de tres etapas.

Las características del multiplicador son:

Fabricante :	HANSEN
Tipo :	Planetario
Potencia aprox. :	1.150 kW
Relación de transmisión :	1 :52,6514
Volumen de aceite :	1.201
Árbol de baja velocidad :	Árbol hueco
Refrigeración :	Bomba de aceite
Calentamiento en parada :	1.000 W

El eje de alta velocidad, a la salida del multiplicador, acciona el generador y tiene fijado el freno mecánico del disco.

La conexión del generador al eje de alta velocidad tiene lugar mediante un acoplamiento (cardan) y un embrague, que prevé la sobrecarga del mecanismo. El acoplamiento absorbe los desplazamientos radial, axial y angular entre los ejes del multiplicador y generador, asegurando un alineamiento preciso y la máxima transmisión del esfuerzo de rotación del multiplicador.

Árbol principal-Multiplicador :

Fabricante :	Stüve o similar
Tipo :	Disco de encogimiento cónico

Multiplicador-Generador

Fabricante :	Klein, Elbe o Löbro
Tipo :	Árbol en cruz Cardan

El generador es síncrono de paso variable de 4 polos, con una potencia de 850 kW, un voltaje de 690 V, una velocidad de rotación de 1100 -1700 r.p.m. y una frecuencia de 50 Hz. Sus principales características son :

Fabricante :	Weier, ABB o Leroy Somer
Tipo :	Asíncrono de rotor bobinado
Potencia :	850 kW
Voltaje :	690 VAC
Frecuencia :	50 HZ
Clase de protección :	IP55
Número de polos :	4
Velocidad de rotación (rpm) :	1511.9 rpm
Intensidad :	557.9 A
Factor de potencia :	0.90
Intensidad de vacío :	185 A
Generador + convertidor:	

Tipo generación	Síncrona
Potencia salida estator	850 kW
Tensión salida estator	690 V
Corriente	553 A
Cos Ø	1.00
Potencia nominal rotor	401 kW
Tensión salida rotor	300 V

Corriente	77 A
Cos Ø	1.00

El diseño general del tren de potencia y el generador, al igual que el resto de los componentes de la barquilla, se traduce en una máquina compacta, segura y eficiente, con los accesos adecuados para las labores de servicio y mantenimiento. Todo ello redunda en una sensible disminución de los costes de operación.

Sistema de frenado

El aerogenerador está equipado con dos sistemas independientes de frenado, aerodinámico y mecánico, activados hidráulicamente e interrelacionados entre sí para detener la turbina en todas las condiciones de funcionamiento.

El sistema de regulación del paso de las palas se utiliza para detener la turbina, ya que cuando las palas giran 90° sobre su eje longitudinal, el rotor no presenta superficie frente al viento.

Por otro lado, el sistema de frenado mecánico incorpora un freno de disco hidráulico fijado al eje de alta velocidad, integrado por un disco de frenado y tres calibradores hidráulicos (mordazas de frenado), con pastillas de freno sin asbestos. Las características principales de la misma son las siguientes:

Fabricante calibradores :	Brembo
Tipo :	Frenos de disco
Diámetro :	600 mm
Calibradores :	3, activados hidráulicamente
Material del disco :	Acero-SG

Ambos sistemas, aerodinámico y mecánico, tienen actividad hidráulica a partir de la unidad hidráulica situada en la parte trasera de la barquilla.

Las características principales de la misma son las siguientes :

Fabricante :	Islef+Hae A/S
Tipo :	Bomba de engranajes

Caudal de la bomba :	141/ min
Presión máxima :	145 bar
Presión de freno :	35 bar
Interruptores de presión :	Piezoeléctricos
Volumen de aceite :	601
Motor :	4.0 kW

Acumuladores y válvulas solenoides de control.

El sistema distingue dos tipos de frenado:

A.- Frenado normal (en operación): en el que sólo se usa el sistema de regulación del paso de las palas para realizar el frenado "controlado" a baja presión hidráulica. Con ello se reducen al mínimo las cargas sobre la turbina y se contribuye a una larga vida del sistema.

B.- Frenado de emergencia: en situaciones críticas, con aplicación a presión elevada de los calibradores hidráulicos junto con el giro total de las palas.

En caso de sobrevelocidad en el rotor que coincida con un fallo del controlador, un dispositivo auxiliar de seguridad, independiente del controlador, puede también parar el aerogenerador.

El proceso de frenado está garantizado por la unidad hidráulica, que mantienen una reserva permanente de energía almacenando fluido a presión en acumuladores, estando siempre disponible independientemente del suministro eléctrico. Esto supone un seguro antifallos del sistema. La válvula de control regula el flujo a los calibradores (mordazas) para que se mantengan liberados cuando la turbina está en marcha, y abastecidos con fluido a presión cuando se requiera frenarla. La unidad de control monitoriza y controla la presión hidráulica necesaria para el frenado.

Sistema de Orientación

El aerogenerador dispone de un sistema de orientación eléctrico activo. La alineación de la barquilla frente al viento, se efectúa por medio de dos

motorreductores que engranan con la corona de orientación de la torre. La corona es una rueda dentada atornillada a la torre.

La veleta, situada sobre la cubierta de la barquilla, envía una señal al controlador y éste acciona los motores de orientación que pivotan la turbina a una velocidad de $0.5^{\circ}/\text{seg}$. Los componentes del sistema se especifican a continuación:

Veleta

Fabricante : VESTAS
TIPO : Optoeléctrico

Sistema de orientación

Fabricante : VESTAS
Tipo : Sistema antideslizante por fricción
Material : Fundición (Mechanite SF500) (GGG50)
Velocidad de deslizamiento : $<0.5^{\circ}/\text{segundo}$
Dientes : M12,Z=177

Reductor de orientación (2)

Fabricante : Bonfiglioli-Transmittal o similar
Tipo : Engranajes planetarios y de tornillo
Torsión : $2 \times 15.000 \text{ Nm}$
Dientes : M12,Z=16

Motores de orientación (2)

Fabricante : ABB o similar
Tipo : Inducción/asíncrono
Velocidad de rotación : 940 rpm (50 Hz) y 1.130 (60 Hz)
Potencia : 1.5 kW

Corona de orientación :

Tipo :	Rueda dentada/dientes rectos
Sujeción :	Atornillada a la torre
<u>Control de orientación :</u>	
Tipo :	Rueda dentada/dientes rectos
Función :	Protección contra torsión del cableado

Como característica adicional de seguridad, el sistema de orientación puede ser utilizado para girar, mediante una activación manual, la barquilla y el plano del rotor fuera de la dirección del viento en caso de que se requiera.

Barquilla

Todos los componentes descritos, se sitúan sobre la plataforma de la barquilla. El bastidor está compuesto por piezas atornilladas construidas con perfiles tubulares huecos y chapas de acero. El bastidor de la barquilla se apoya sobre la corona de orientación y desliza sobre unas zapatas de nylon para evitar que los esfuerzos transmitidos por el rotor ocasionen tensiones excesivas sobre los engranajes del sistema de orientación. El peso total de la barquilla, incluyendo los equipos que contiene, es de 20.4 Tn.

La barquilla incorpora, además de los elementos detallados, un anemómetro optoelectrico (en un brazo pivotable junto a la veleta de orientación) conectado a la unidad de control para optimizar la producción energética del aerogenerador.

Anemómetro

Fabricante :	VESTAS
TIPO :	Optoelectrico

Toda la maquinaria, a excepción del anemómetro y veleta, está protegida por una cubierta cerrada, de fibra de vidrio, que se apoya sobre una banda de goma en los bordes del bastidor. Este tipo de cerramiento total protege los diversos componentes contra las condiciones atmosféricas ambientales, al tiempo que reduce el ruido del aerogenerador, impidiendo que se transmita a través del aire. No obstante, la cubierta incorpora los huecos de ventilación suficientes para garantizar una refrigeración eficaz del multiplicador y del generador.

La parte superior de la cubierta puede ser abierta, permitiendo al personal de servicio ponerse de pie en la barquilla para la manipulación de los componentes, así como para introducir o sacar los mismos sin necesidad de desmontar la cubierta.

Una puerta situada en la parte frontal de la cubierta proporciona acceso del rotor y los apoyos de las palas. Asimismo, en la barquilla hay instalada una lámpara.

La plataforma de la barquilla dispone de un hueco para el acceso a la misma desde al torre.

Torre

El aerogenerador se dispone sobre una torre metálica tubular troncocónica de acero, de 55 m de altura, metalizada y pintada. El diámetro de la base es 3.0 m. El peso total de la torre es de 28.5 Tn. El espesor es de 15 mm en la parte inferior, 10 mm, en la central y 8 mm en la superior.

En su interior se dispone una escalera para acceder a la barquilla, equipada con dispositivos de seguridad y plataformas de descaso y protección. Cuenta, también, con elementos de paso y fijación del cableado eléctrico e instalación auxiliar de iluminación. En la parte inferior tiene una puerta de acceso.

Se construye en dos tramos que se unen mediante bridas interiores a pie de su emplazamiento, y se eleva mediante una grúa que se ancla el pedestal de la cimentación con otra brida. Su suministro incluye las barras de anclaje en la cimentación.

Las características principales de la torre metálica son :

Fabricante :	GAMESA EÓLICA
Tipo :	Tubular cónico
Material :	Fe360-C, Fe360-B, Fe360-D
Altura :	55 m
Tratamiento superficial :	Metalizada + pintura
Peso :	aprox.28.000 kg
Diámetro de la base :	3 m

Pintura externa :

Chorro de arena	Grado SA21/2 según norma ISO 8.501-1
1ª Capa :	min. 60 μ M
2ª Capa :	Resistente-UV, mín. 120 μ M
Capa externa :	Resistente-UV, mín 50 (1 capa)

Pintura interna :

Chorro de arena	Grado SA21/2 SEGÚN Norma ISO 8.501-1
1ª capa galvanizada :	mín. 60 μ M (1 capa)
Capa externa :	mín. 100 μ M (1 capa)

Peso del aerogenerador

El peso del aerogenerador (excluida la cimentación) es de 55.600 kg, desglosado en los siguientes términos:

Cada pala :	1.600 kg
Rotor completo (buje + 3 palas) :	7.200 kg
Barquilla completa (sin rotor) :	20.400 kg
Torre :	28.000 kg

Unidad de control y Potencia

La unidad de control y potencia, basada en el sistema VMP.controller, monitoriza y controla todas las funciones críticas del aerogenerador a fin de optimizar, en todo momento, el funcionamiento del aerogenerador en toda la gama de velocidades del viento, y que pueden resumirse como sigue:

- Sincronización de la velocidad de rotación a la nominal, antes de la conexión a la red, para limitar la intensidad de conexión.
- Conexión de los aerogeneradores realizada a base de tiristores, para limitar la intensidad.

- Como resultado, intensidad de conexión menor que la corriente a plena carga.
- Regulación del ángulo de paso de las palas para optimizar el funcionamiento del aerogenerador, consiguiendo :
 - Óptimo ajuste de la potencia nominal de 850 kW.
 - Conexión más suave del aerogenerador.
 - Arranque sin consumo de energía.
 - Menores cargas sobre la estructura.
 - Parada del aerogenerador sin utilización del freno mecánico.
 - Óptima producción bajo cualquier condición del viento.
 - Vida útil esperada de 20 años.
- Gracias a la regulación del paso, no es necesario el arranque del motor.
- Orientación automática hacia la dirección del viento.
- Equipo de compensación de reactiva diseñado para compensar, también, el consumo en vacío del generador.
- Supervisión de la unidad hidráulica.
- Supervisión de la red eléctrica.
- Supervisión de las funciones de seguridad.
- Parada de la turbina cuando se presente algún fallo.

El sistema VMP consta de 2 microprocesadores interconectado, uno en la unidad de control en la base de la torre y otro colocado en la barquilla.

En el cuadro de fusibles (FUSE SECTION) se coloca un relé de fallo a tierra y un interruptor automático de 10 A para la iluminación y los puntos de potencia de la torre tubular.

En el cuadro de barras generales (BUS BAR SECTION) existen dos interruptores principales, uno para el generador, y otro para el controlador VMP. Con ello se consigue que, incluso estando el interruptor general desconectado, exista tensión en el controlador y en la instalación auxiliar de servicio.

En el cuadro del microprocesador (PROCESSOR SECTION) se aloja el microprocesador de la unidad de control, e incorpora un panel de operación.

Las principales características de la unidad de control son:

Fabricante : VESTAS

Tipo : VMP-25000

Corriente de alta

Voltaje : 3 x 690 V, 50 Hz

Circuito bloqueo freno : 800 A

Suministro iluminación : 1 x 10 A/230 V

Corte del generador : Por tiristores

Corrección del factor potencia : 225 kV Ar

Computador

CPU : 2 x 80 c 186 etc

Comunicación interna : ArcNet-2

Memoria interna : RAM/EPRON (flash)

Lenguaje programación : Móludo-2

Configuración : Módulos

Operación : Teclado numérico + teclas funciones

Display: 4 x 40 caracteres

Procesador superior

Supervisión/Control : Deslizamiento, Hidráulica, Ambiente
(Viento, temperatura) Rotación,
Generador, Sistema de paso

Procesador inferior

Supervisión/Control : Red, corrección del factor de potencia,
tiristores, monitorización remota

Panel operador (opcional)

Información :	Datos de operación, Producción, Registro de operación, Registro de alarma
Comandos :	Posibilidad de conexión de comunicaciones consecutivas, es decir, Panel Remoto VESTAS
<u>Supervisión remota</u>	Posibilidad de conexión de comunicaciones consecutivas, es decir, Panel Remoto VESTAS

Descripción de las instalaciones eléctricas.

Red de media.

La red de Media Tensión en 34.5 Kv unirá los transformadores 34.5/138 kV ubicados en el interior de la torre de los aerogeneradores con la celda de llegada situada en el Metal Clasd

Los aerogeneradores irán agrupados en tres circuitos de 2x11, 2x7,6,5 y 4 aerogeneradores, con 2x7.26, 2x4.62, 3.96, 3.30 y 2.64MW de potencia repartida en cada uno de estos circuitos, respectivamente. El conductor de media tensión que se utilizará será de aluminio de tipo aislado con polietileno reticulado (XLPE) tipo Voltalene RHV/18-30 kV hasta los 11.8 MW, a partir de esta potencia será de cobre según la norma UNE - 21123.

Se utilizarán conductores unipolares de cobre o aluminio, siendo la sección máxima de conductor de 240 mm². Las secciones de conductor se adaptarán en cada tramo de circuito a las cargas máximas previsibles que circulen por cada tramo entre aerogeneradores en condiciones normales de servicio. La máxima capacidad utilizada en cada una de las secciones de cable no excederá del 80% de la capacidad nominal del cable, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante para las condiciones específicas de tendido de cada uno de los circuitos.

El cable será subterráneo y se extenderá directamente sobre el fondo de una zanja, a una profundidad de 1.10 m discurriendo al lado de los viales del parque. Esta zanja será común con los cables de Telecomunicación y cables de Red de Tierras, disponiéndose a tal efecto de las adecuadas separaciones y protecciones entre cables.

Para el acceso a los aerogeneradores se utilizarán tubos de PVC embebidos en el hormigón del pedestal de la cimentación.

Se instalarán centros de seccionamiento, a base de un edificio prefabricado de hormigón, para la unión de los circuitos de M.T. de las diferentes alineaciones de aerogeneradores.

Instalación

Los cables de Media Tensión se tenderán en unas zanjas de 0.6 x 1.1 m e irán alojados en el fondo de las mismas, sobre un lecho de 10 cm de arena tamizada, recubiertos con 30 cm del mismo tipo de arena. Sobre esta capa irá una protección mecánica (rasilla o ladrillo machiembrado), ocupando todo el área que abarcan los cables. El resto de la zanja se rellena con tierra de excavación, debidamente seleccionada y compactada. En esta capa y a una altura de 0.6 m de la superficie irán los tubos para el cable de comunicación. Una cinta de polietileno indicará la existencia de cables eléctricos. Se adjunta plano de sección de la zanja tipo.

Las zonas en las que se prevea tráfico rodado sobre las zanjas, caminos, explanaciones, etc. se realizarán las canalizaciones bajo tubo de PVC de 140 mm Ø según UNE 53112, recubiertos de 40 cm de hormigón en masa H-125.

Se dispondrá de arquetas de hormigón de 0.60 x 0.60 x 1.10 m de medidas interiores, en las zonas de unión de los cables a los aerogeneradores y a lo largo del recorrido. En los planos se puede observar el detalle de las mismas. Para facilitar el tendido, dichas arquetas se colocarán en los cambios de sentido y aproximadamente cada 50 m en los tramos rectos. Se colocarán hitos a lo largo a lo largo del recorrido del cable para indicar la presencia de éste.

Para la unión de los circuitos en M.T. de las diferentes alineaciones de aerogeneradores se instalarán Centros de Seccionamiento, a base de un edificio prefabricado de hormigón de dimensiones interiores 2.36 x 2.46 x 2.30 m., en el interior del cual se alojarán las celdas de línea de los distintos circuitos de llegada.

Subestación transformadora 34.5/138 kV

Descripción

Las redes del parque llegarán a la subestación 34.5/138 kV que se proyecta en una zona llana existente en la zona noreste de la sierra, en coordenadas aproximadas UTM-x = 257650 m, UTM-y = 2191250 m.

La subestación transformadora recibirá energía de los aerogeneradores a través de la red de media tensión. La disposición general de la instalación en planta se ha previsto de forma que la entrada de la red se realice subterráneamente en 34.5 kV, y la salida en 138 kV se realice mediante línea aérea.

En la subestación transformadora de 34.5/138 kV se dispondrá de un campo con su correspondiente transformador de potencia de 34 MVA, con sus protecciones y conexiones propias.

Todos los elementos de la subestación transformadora se ubicarán en un recinto vallado, de aproximadamente 21 x 21 m en el que se ubicarán además de la paramenta de la subestación para control y protección, un edificio cerrado que albergará el panel de control y protección de la subestación.

La subestación incluirá red de tierras, estructuras metálicas, transformadores de servicios auxiliares, seccionadores, autoválvulas, transformadores de medida y protección, interruptor, transformador de potencia, cuadro de medida-control-protección, equipo de corriente continua, alumbrado, enclavamientos, cierre y obra civil requerida.

La Subestación Transformadora estará compuesta por los siguientes equipos electromecánicos.

- Una posición de llegada de línea en 34.5 kV (en el interior del edificio de control).
- Una posición de protección del transformador en 34.5 kV
- Un transformador 34.5/138 kV de 34 MVA
- Una posición de protección del transformador en 138 kV
- Una posición de Línea en 138 kV
- Un edificio Centro de Control

Posición de Línea en 138 kV

Compuesta por los siguientes elementos:

- o Dos Seccionadores (lado Barras y lado Línea)
- o Un Interruptor
- o Tres Transformadores de Intensidad
- o Tres Transformadores de Tensión
- o Tres Autoválvulas

Posición protección de transformador en 138 kV

Compuesta por los siguientes elementos:

- Un Seccionador
- Un Interruptor automático tripolar.
- Tres Transformadores de Intensidad
- Tres Autoválvulas

Posición de Transformador de Tensión

Compuesta por los siguientes elementos:

- Un Transformador de Tensión 34.5/138 kV

Posición de protección de Transformador en 34.5 kV

Compuesta por los siguientes elementos:

- Tres Terminales-Botellas
- Tres Autoválvulas

Obra Civil:

Para la ejecución del proyecto es necesario acometer la Obra civil siguiente:

Explanar el terreno a una única cota de altimetría. Todo el recinto de la Subestación irá cercado por una malla metálica galvanizada con postes de acero galvanizado sobre bordillo de hormigón en masa, accediéndose a la instalación mediante una puerta de doble hoja de 5 m de luz.

Para la cimentación de las estructuras y soporte de aparamenta, la obra a realizar consiste en construir los cimientos. Son del tipo prismático de hormigón en masa tipo H-175. Con dimensiones y características según planos.

Para el tendido de cables de control desde los aparatos eléctricos hasta los paneles de protección y control, se ha previsto una red de galerías de cables y tuberías con sus correspondientes arquetas de registro.

Las zanjas de cables serán del tipo acequia de 0,60 m de medida interior, con tapas de hormigón de 1,00 m. Para el apoyo de los cables de control se colocarán unas pequeñas losas de hormigón de modo que el agua discurra por la parte inferior de la galería y habrá una evacuación de la misma.

Bajo al transformador e integrado en su propia cimentación, se realizará un foso de recogida de aceite dimensionado para albergar toda la capacidad del aceite del transformador en caso de derrame del mismo.

Se construye un edificio de 15 x 5 m de medidas interiores para alojar en su interior las celdas de media tensión y los cuadros de control y protección baterías c.c. y cuadros de servicios auxiliares. Dicho edificio se construirá de acuerdo con las características típicas de los edificios de la zona.

Todo el recinto de la Subestación estará protegido por un cierre de valla metálica para evitar el acceso a la misma de personas ajenas al servicio.

La altura del cierre será de 2,50 metros libre cumpliendo con lo especificado en el artículo 7º apartado B, del Reglamento de Estaciones de Transformación en vigor, a estos efectos.

Se dispondrá una capa de 10 cm de gravilla sobre el total de la superficie interior de la Subestación.

Se realizará una zanja, a lo largo del perímetro de la valla y a 1 m de ésta, para albergar en su interior el electrodo principal de tierras de la Subestación. Todos los herrajes irán conectados a este anillo exterior con cable de Cu.

Línea de Transporte De 138 Kv

- Descripción de la Línea

La energía generada y transformada a la Tensión de 138 kV será transportada a través de una Línea Aérea hasta el punto de conexión con la red eléctrica, proyectado en la Carretera Los Limones El Copey, con una longitud aproximada de 14 km, y se proyecta con una sección de cable que permita la evacuación de la energía de este parque, con un conductor de aluminio-acero LA-180.

El aislamiento estará formado por cadenas de aisladores de tipo caperuza y vástago (E70/127) de diferente constitución, según la clase de apoyo en que hayan de ser colocados (amarre o suspensión). En cada una de estas cadenas se colocarán 9 elementos aisladores.

Los diferentes herrajes se denominan de acuerdo con el criterio establecido en la Recomendación UNESA 6617 y cuyas características y ensayos de comprobación deberán cumplir lo especificado en la norma UNE 21.006.

Sistema de Tierras

Se realizará la puesta a tierra de la paramenta necesaria para las posiciones descritas, uniéndose a la ya existente en la subestación transformadora y según marca el vigente Reglamento sobre condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación a tal respecto.

Descripción del Funcionamiento y Sistemas de Seguridad

Los diferentes estados (niveles) de operación del aerogenerador son los siguientes:

- RUN en marcha
- PAUSE en pausa
- STOP en parada normal
- EMERGENCY en parada de emergencia

En cada uno de ellos, las condiciones de funcionamiento son:

– RUN:

- Freno mecánico desactivado.
- Aerogenerador en situación de funcionar y producir energía.
- Generador en disposición de conectarse a la red.
- el sistema de variación del paso de las palas decide el ángulo óptimo.
- La turbina puede orientarse automáticamente.
- La pantalla del controlador muestra RUN.

- PAUSE

- Freno mecánico desactivado.
- La bomba hidráulica mantiene la presión de trabajo.
- El sistema de orientación continúa activado.
- El sistema de variación de las palas controla el ángulo y mantiene la turbina parada.

- La pantalla del controlador muestra PAUSE.
- STOP
 - El freno mecánico continúa desactivado.
 - El sistema de variación del paso de las palas es by-pass por las válvulas de giro total (puesta en bandera).
 - La bomba hidráulica mantiene la presión de trabajo.
 - El sistema de orientación esta desactivado.
 - La pantalla del controlador muestra STOP.
- EMERGENCY
 - Se activa el freno mecánico.
 - Se abre el circuito de emergencia.
 - Todas las salidas del computador están desactivadas.
 - El computador continúa en marcha y midiendo las entradas.
 - La pantalla del controlador muestra EMERGENCY.

La estrategia de seguridad en el funcionamiento del aerogenerador responde a la siguiente filosofía:

1. El aerogenerador no debe ser capaz de dañar nada de sus alrededores.
2. El aerogenerador no debe ser dañado por ninguna influencia exterior, dentro de unos límites especificados.
3. Los fallos, tanto externos como internos, deben limitarse para proteger la turbina.

Para cumplirlo, hay 2 sistemas de seguridad:

1. Seguridad operacional, basada en el computador que detecta un fallo por medio del sistema de sensores, y realiza las operaciones necesarias para llevar al aerogenerador a una parada segura.

El proceso es, por tanto, el que sigue:

- Detección del error (sensores).
 - Almacenamiento en memoria (controlador).
 - Reacción ante el error (decreciendo el nivel de actividad : RUN-PAUSE-STOP-EMERGENCY).
2. Seguridad superior, independiente del computador, como protección adicional a :
- *Sobrevelocidad* :
 - a) El accionamiento del freno mecánico se puede realizar mediante :
 - b) El computador (controlador).
 - c) Por desconexión de la red (válvulas de seguridad).
 - d) Por activación de botones de emergencia.
 - e) Por el relé de sobrevelocidad externo, que puede abrir el circuito de emergencia.
 - *Corto-circuitos*: independiente, también, del computador y basada en interruptores y fusibles de protección del generador, cables y conexiones.

Nivel de Ruido del Aerogenerador

El fabricante de los equipos incluye en su documentación los datos de mediciones del nivel de ruido realizadas en Dinamarca y según la normativa vigente en aquel país.

Las mediciones se realizan a una distancia de 75 m del centro de la torre. Se miden, para diferentes velocidades del viento, el ruido total y el existente con el aerogenerador parado. El gráfico de la Figura 4.1 recoge los valores obtenidos y las regresiones lineales encontradas estadísticamente.

Como puede apreciarse, los valores del ruido total son inferiores a 60 dB (A), siendo el ruido ambiente debido al viento (con el aerogenerador parado) superior a 40 dB (A). Esto significa, que la contribución del aerogenerador al ruido ambiente natural sería inferior a 20 dB (A) a »75 m de distancia a su base de sustentación.

La normalización de ensayos no incluye la medición del ruido total de un parque eólico, pero las diferencias existentes ponen de manifiesto que el incremento de ruido de un conjunto de aparatos es reducido dada la forma en que suman los ruidos y las distancias de unos aparatos a otros.

Curva de potencia y producción anual del aerogenerador G47-660 kW Ingecon-W

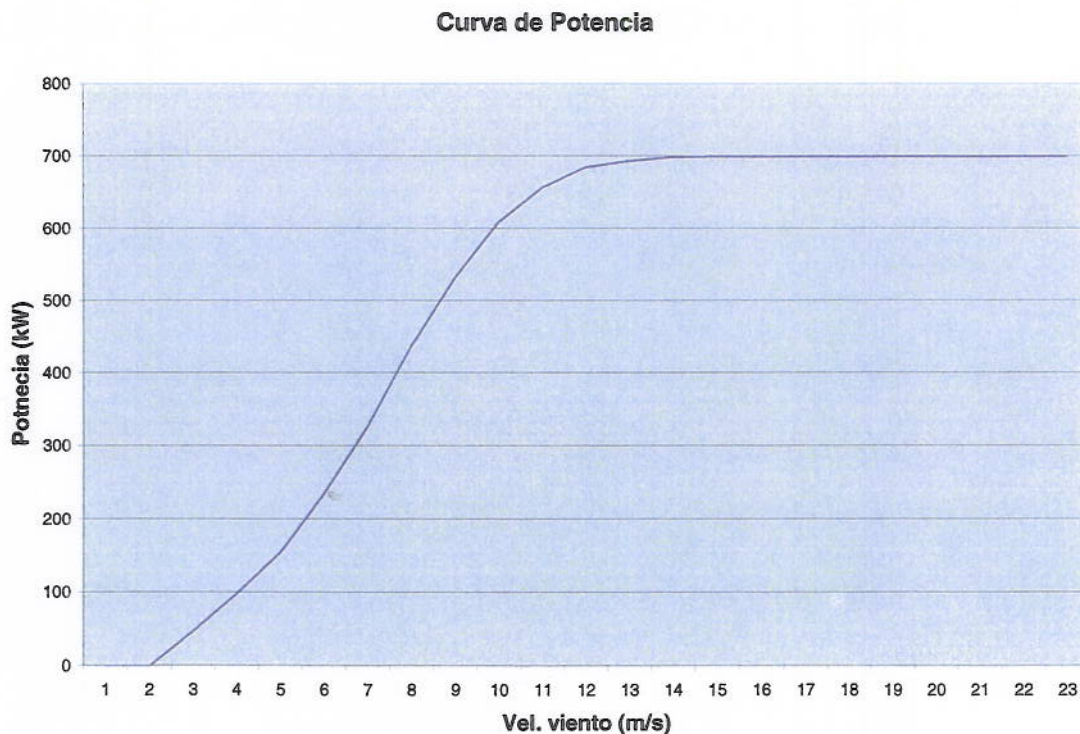
Las curvas de potencia han sido calculadas en base a los datos de superficie sustentadora NACA 63.600 y FFA-W3.

Velocidad del viento: Promediada cada 10 minutos, a la altura del buje de la turbina y perpendicular al plano del rotor.

Frecuencia: 50 Hz/60Hz.

Ángulo de inclinación: regulado por paso

Turbulencia: 10%



Condiciones de viento

Las condiciones del viento para un emplazamiento determinado vienen normalmente determinadas por una distribución de viento tipo Weibull, descrita

por unos factores **A** y **B**. El factor **A** es proporcional a la velocidad media del viento y **C** define el factor de forma de la distribución de Weibull o, en otras palabras, la variación a largo plazo (horas) de la velocidad del viento. La turbulencia es el factor que describe las variaciones o fluctuaciones a corto plazo. Las condiciones de viento de diseño para el aerogenerador GAMESA EÓLICA G58-850 kW Ingecon-W son:

- Velocidad media del viento (*) : máximo 10 m/s
- Turbulencia (*) : máximo 17%

(*) Medidos a la altura de buje (eje de rotor).

La velocidad de parada es un parámetro de diseño. También, las velocidades máximas del viento son importantes para las cargas sobre los aerogeneradores. Las velocidades máximas del viento permisibles para el aerogenerador G58-850 kW se detallan debajo:

- Velocidad máxima durante 10 min. : 50 m/s
- Racha máxima durante 3 segundos : 70 m/s
- Velocidad de parada : 25 m/s
- Velocidad de re-arranque : 20 m/s

7. Descripción de las operaciones del proyecto.

Estructura organizativa de la empresa

La estructura organizativa de la empresa se refleja en el organigrama inserto en la página siguiente de esta sección del documento.

Personal a contratar

La empresa mantendrá un máximo de 24 empleados, los cuales gozarán de los privilegios que contemplan las Leyes dominicanas.

Se estima que el número máximo de operarios trabajando simultáneamente será de unos 24 empleados distribuidos entre los Oficios siguientes:

La mano de obra directa la compondrán:

- Jefes de Equipo, Mandos de Brigada.
- Encofradores

- Herreros
- Albañiles
- Pintores
- Grúas y maquinistas
- Especialistas de acabados diversos
- Ayudantes

La mano de obra indirecta estará compuesta por:

- Jefes de Obra
- Técnicos de ejecución / Control de Calidad / Seguridad
- Encargados
- Administrativos.

8. Descripción de las actividades

Plan de Ejecución

El plazo de ejecución de las obras iniciales del Parque Eólico Sierra de Guanillo que constará de 4 aerogeneradores, con una potencia instalada de 3.5 MW, será en un plazo de 8 meses. Las obras comenzarán cuando se cuente con todos los permisos gubernamentales, siendo el grado de avance, el que se muestra en el siguiente cronograma:

PROGRAMA DE CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN MARCHA PARQUE EÓLICO SIERRA DE GUANILLO									
ACTIVIDAD	MES								
	1	2	3	4	5	6	7	8	
- INICIO CONSTRUCCIÓN									
- ACCESOS, VIALES Y ADECUACIÓN URBANÍSTICA									
- CIMENTACIONES AEROGENERADORES									
- OBRA CIVIL SUBESTACIÓN									
- CANALIZACIONES CABLES									
- MONTAJE AEROGENERADORES									

Maquinaria y Medios Auxiliares

Se prevé que para la ejecución de los trabajos del parque se utilizaran los medios siguientes.

- Andamios
- Andamios metálicos modulares
- Escaleras de mano
- Escaleras de tijera
- Herramientas de mano
- Bancos de trabajo
- Instalación Eléctrica provisional
- Equipos de soldadura eléctrica
- Equipos de soldadura oxiacetilénica-oxicorte
- Máquina eléctrica de roscar
- Camión de transporte
- Camión grúa
- Camión Dumper
- Camión hormigonera
- Grúa móvil
- Pistolas de fijación
- Taladradoras
- Cortatubos
- Curvaturas de tubos
- Radiales y esmeriladoras
- Maquinaria de movimiento de tierras. Excavadoras
- Tracteles, poleas, aparejos y grilletes

Descripción del Montaje de los Aerogeneradores

El aerogenerador se transporta a pie de obra como un conjunto de piezas dispuestas para su ensamblaje, del modo que se detalla a continuación:

- Dos tramos de la torre tubular, introducidos secuencialmente en el de mayor diámetro.
- Barquilla completa, con cables de conexión a la unidad de control a pie de torre.
- Tres palas sin ensamblar.
- Buje del rotor y su protección.
- Unidad de control.

- Accesorios (escalera interior, línea de seguridad, tornillos de ensamblaje, etc.).

Se ensambla la torre, en posición horizontal sobre el terreno, mediante tornillos que unen las bridas colocadas en los extremos de los tramos. A continuación, se colocan los diversos accesorios de la torre (escaleras, plataformas, cable de seguridad anticaídas, etc.).

Se procede al ensamblaje del rotor, también sobre el terreno, acoplando las palas al buje y colocando la protección frontal.

Una vez terminadas las operaciones anteriores, se procede al levantamiento de la torre con una grúa de 200 Tn, operando del modo siguiente:

- Se eleva la torre completa y se coloca sobre la zapata de cimentación, apretándose los tornillos entre la brida inferior y la sección de la cimentación.
- Se iza la barquilla, y cuando está situada sobre el collarín superior de la torre, se aprietan los tornillos de sujeción.
- Se eleva el rotor completo, en posición vertical. Se fija el buje del rotor al plato de conexión situado en el extremo delantero del eje principal de la barquilla.
- Se conecta el mecanismo de regulación del paso de las palas.
- Se procede al tendido de los cables de la barquilla por el interior de la torre, para su posterior conexión a la unidad de control.
- Se coloca la unidad de control sobre los apoyos dispuestos en la cimentación y se conectan los cables de potencia y de control de la barquilla, quedando el aerogenerador dispuesto para su conexión a la red.

Previamente al montaje, se debe construir una zapata de cimentación en la que quedan embutidos los pernos de anclaje de la torre.

La grúa de 200 Tn, necesaria para elevar la torre y la barquilla, precisa disponer de una plataforma, a pie de torre, de 13x13 m, así como un camino de acceso de 3 m de ancho.


Consideraciones particulares

La turbina está diseñada para temperaturas ambiente dentro del rango de -20°C a + 40°C (media mínima 10°). Fuera de estas temperaturas la turbina se para y son necesarias consideraciones particulares.

▼ Gamesa Eólica	ESPECIFICACIÓN DE MONTAJE	CÓDIGO:	EA000001	REV:	02
		FECHA:	24/02/03	Pág. De	1 19
Título: CARACTERÍSTICAS DE LOS VIALES Y LAS PLATAFORMAS PARA EL MONTAJE DE AEROGENERADORES G52 Y G58 EN CAMPO Title: ROAD AND PLATFORM CHARACTERISTICS FOR ASSEMBLY OF G52 AND G58 WINDMILLS AT SITE		Doc VWS: N/A			
		AUTOR/ AUTHOR: CBA			
		REVISADO/CHECKED: DSS			
		APROBADO/APPROVED: JPT			
<small>This document or embodiment of it in any media and the information contained in it are the property of Gamesa Eólica S.A.. It is an unpublished work protected under copyright laws free of any legal responsibility for errors or omissions. It is supplied in confidence and it must not be used without the express written consent of Gamesa Eólica S.A. for any other purpose than that for which it is supplied. It must not be reproduced in whole or in part in any way (including reproduction as a derivative work) nor loaned to any third part. This document must be returned to Gamesa Eólica S.A. on demand.</small>					

INDICE / INDEX

1.- ALCANCE / SCOPE	2
2.- VIALES / ROADS	2
3.- PLATAFORMAS / PLATFORMS	9
4.- PLATAFORMAS DE FINAL DE VIAL / PLATFORMS OF END OF ROAD	13

 Gamesa Eólica	ESPECIFICACIÓN DE MONTAJE	CÓDIGO: EA000001	REV: 02
		FECHA: 24/02/03	Pág. De 2 19
CARACTERÍSTICAS DE LOS VIALES Y LAS PLATAFORMAS PARA EL MONTAJE DE AEROGENERADORES G52 Y G58 EN CAMPO			
Título:	ROAD AND PLATFORM CHARACTERISTICS FOR ASSEMBLY OF G52 AND G58 WINDMILLS AT SITE		
Title:			

Título:

Title:

1.- ALCANCE.

La presente especificación tiene por objeto describir las características dimensionales y de composición de los viales y plataformas necesarios para el montaje de aerogeneradores G52 y G58 en campo con una torre de 44, 55 y 65 m de 2 o 3 tramos y una grúa de un máximo de 330 Toneladas.

Para una grúa de tonelaje mayor se hace necesario un estudio específico de los viales y radios de curvatura mínimos, en función del giro máximo que esta pueda dar.

2.- VIALES.

2.1. COMPOSICIÓN DE VIALES.

El máximo peso soportado por los viales corresponde a la grúa de 330 toneladas, que pesa 135 toneladas.

Dispone de 8 ejes, con lo que el reparto de toneladas por eje da una presión de 35/40 kgs/cm², que es lo que debe ser capaz de aguantar el vial.

Si bien el peso de la grúa es a priori el elemento más desfavorable para dimensionar el vial, la experiencia indica que el mayor deterioro del mismo sucede por el continuo paso de los camiones cargados con los diferentes elementos de la máquina.

El relleno a emplear dependerá del terreno que se encuentre en cada caso. Por ello, será necesario un estudio geológico en cada uno de los parques.

Esta instrucción, en el apartado de composición de viales, pretende definir unas líneas generales que podrán estar expuestas a variaciones en función del resultado obtenido en el estudio geológico.

1.- SCOPE.

The purpose of this specification is the description of the dimensional and composition characteristics of roads and platforms necessary for assembly of G52 and G58 wind turbines at site with 44, 55 and 65 m of 2 or 3 sections, and a crane of a maximum of 330 Tons.

For a crane of more tonnage it is necessary a specific study of the roads and minimum bend radii, in function of the maximum turn that this can give.

2.- ACCESS ROADS.

2.1. ROADS COMPOSITION.


Maximum weight supported by the access roads which corresponds to a 330 tons crane that weighs 135 tons.

It has 8 axes, therefore, share – out of tons by axle result in a bearing capacity of 35/40 kg/cm², that is the soil pressure to support by the access roads.

Although the weight of the crane is the most unfavourable to design the access road, experience shows that the greater wear of road is caused by the continuous trucks crossing loaded with the different components of the wind turbine.

Filling depends on the characteristics of soil. Therefore, a geological study has to be carried out in each wind farm.

This specification, in the section "roads composition", tries to define general terms, that could be exposed to variations in accordance with the results of geological study.

 Camesa Eólica	ESPECIFICACIÓN DE MONTAJE	CÓDIGO: EA000001	REV: 02
		FECHA: 24/02/03	Pág. De 3 19
CARACTERÍSTICAS DE LOS VIALES Y LAS PLATAFORMAS PARA EL MONTAJE DE AEROGENERADORES G52 Y G58 EN CAMPO			
Título: ROAD AND PLATFORM CHARACTERISTICS FOR ASSEMBLY OF G52 AND G58 WINDMILLS AT SITE			

Una composición genérica constará de:

- Material seleccionado + 30 cm zahorra artificial.

Material seleccionado. El material seleccionado deberá cumplir con las condiciones establecidas en el apartado de Terraplenes del PG3 (Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes) para suelos adecuados o seleccionados.

También podrán emplearse suelos tolerables, estabilizados con cal o cemento.

Nunca se emplearán suelos clasificados como inadecuados según el PG3.

Si el material seleccionado es de naturaleza pétreo, la granulometría deberá ser acorde a lo especificado en el apartado referente a Terraplenes del PG3.

El material será seleccionado, no necesariamente de la propia excavación. En caso de ser necesario, el material seleccionado deberá ser previamente triturado hasta un tamaño adecuado.

Zahorra artificial.

Es una mezcla de áridos, total o parcialmente machacados, en la que la granulometría del conjunto de los elementos que la componen es de tipo continuo.

Las características generales y composición granulométrica deberá ser acorde al apartado de Zahorra Artificial del PG3.

La compactación de este material deberá hacerse por diferentes capas y siempre con agua.

De la misma manera, la extensión de las tongadas así como la compactación deberá cumplir con el citado pliego.

Caso de tener dificultades para obtener este material seleccionado, otra posibilidad podrá ser:

- 30 cm balasto (1 tongada, 1 compactación) + 30 cm todouno (1 tongada, 1 compactación).

A general composition must be consist of:

- Selected material + 30 cm of artificial gravel.

Selected material. Selected material will fulfill conditions in section Embankments of PG3 (Sheet of general technical prescriptions for works on highways and bridges) for appropriate or selected grounds.

They could also be used tolerable grounds, stabilized with lime or cement.

Grounds classified as inadequate according to the PG3 will never be used.

If selected material is of stony (rocky) nature, granulometry will be in agreement to that specified in section Embankments of the PG3.

The material must be selected, not necessarily of the own excavation. If necessary, the selected material must be previously crushed until appropriate size.

Artificial gravel.

Is a mixture of dry, partial or totally crushed. Grain size of group of elements is continuous.


The general characteristics and grainy composition must be in accordance with considerations of artificial gravel of PG-3.

Compaction of this material must be done layer by layer and always with water.

With the same way, extension of layers, just as compactation must be fill with this regulation.

In case of difficulty to obtain this selected material, other chance can be:

- 30 cm roadstone (1 layer, 1 compaction) + 30 cm gravel (1 layer, 1 compaction).

 Gamesa Eólica	ESPECIFICACIÓN DE MONTAJE	CÓDIGO: EA000001	REV: 02
		FECHA: 24/02/03	Pág. De 4 19
Título: CARACTERÍSTICAS DE LOS VIALES Y LAS PLATAFORMAS PARA EL MONTAJE DE AEROGENERADORES G52 Y G58 EN CAMPO			
Title: ROAD AND PLATFORM CHARACTERISTICS FOR ASSEMBLY OF G52 AND G58 WINDMILLS AT SITE			

2.2. ANCHURA DE VIALES.

La anchura mínima del vial debe ser de 4 m útiles.

En aquellas curvas cerradas y en pendiente (típica curva de 180° que se da en nuestros viales) el ancho de vial se ampliará a 6 m útiles.

Los últimos 0,5 m previos a las cunetas no son válidos para soportar pesos por el peligro de cesión del terreno (Figura 1).

Por ello la grúa bajo ningún concepto debe pisar estos límites.

2.2. WIDTH OF ROADS.

Minimum width of acces road must be 4 working meters.

In sharpened bends and in slope (typical curve of 180° in access roads), width of acces road will be extend to 6 working meters.

The last 0,5 m previous to the ditches are not valid to support weigths by the danger of cession of the soil (see Figure1).

Therefore, lifting crane must not stay these limits.

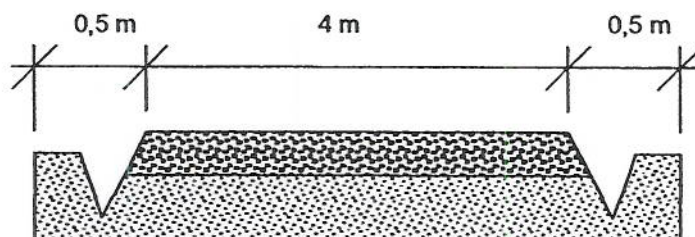



Figura 1 Corte de Vial / Figure 1. Road cross section.

Las áreas de cruce se repartirán cada 250 m aproximadamente (siempre en función de las posibilidades que ofrezca cada caso), con una longitud de 30 m y un ancho de 3 m ÷ 4 m.

Crossing areas must be distributed each 250 m approximately (deppending on the particular possibilities of each case), with a 30 m length and a 3 m ÷ 4 m width.

 Gamesa Eólica	ESPECIFICACIÓN DE MONTAJE	CÓDIGO: EA000001	REV: 02
		FECHA: 24/02/03	Pág. De 5 19
CARACTERÍSTICAS DE LOS VIALES Y LAS PLATAFORMAS PARA EL MONTAJE DE AEROGENERADORES G52 Y G58 EN CAMPO			
Título:	ROAD AND PLATFORM CHARACTERISTICS FOR ASSEMBLY OF G52 AND G58 WINDMILLS AT SITE		
Title:			

2.3. RADIOS DE GIRO.

Los radios de las curvas vendrán determinados principalmente por la longitud de los elementos a transportar (distancia entre ejes y voladizo), con la influencia que ejerce además el peso del elemento transportado.

No es igual el giro que puede hacer el vehículo en un terreno llano, que en una curva en monte con pendiente, y cargado con un tramo de torre.

Además, cuanto más cerrado sea el radio de giro, mayor habrá de ser el ancho de vial (diferencia entre radio exterior e interior) en la curva.

El radio de giro será el radio interior de la curva (ver figura 2).

2.3. TURNING RADIUS.

The radius of the curves will be necessarily fixed by the length of the elements to transport (distance between axes and projecting), with the influence of the transported element's weight.

The turn that the truck can make is different in a flat land or in the curve in mount with slope, and carrying a tower section.

In addition, the more closed is the radius, the greater it will have to be the width of the access road in the curve area (difference between external and internal diameters).

The turn radius will be the internal radius of the curve (see figure2).

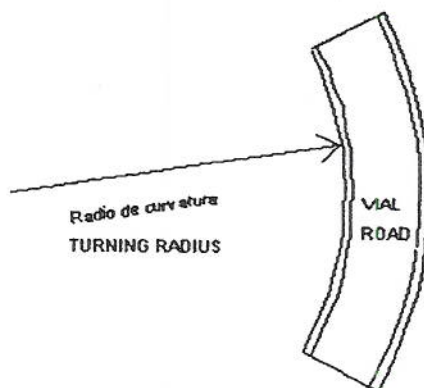



Figura 2: Radio de curvatura mínimo / Figure 2: Minimum curve radius.

 Gamesa Eólica	ESPECIFICACIÓN DE MONTAJE	CÓDIGO: EA000001	REV: 02
		FECHA: 24/02/03	Pág. De 6 19
CARACTERÍSTICAS DE LOS VIALES Y LAS PLATAFORMAS PARA EL MONTAJE DE AEROGENERADORES G52 Y G58 EN CAMPO			
Título:	ROAD AND PLATFORM CHARACTERISTICS FOR ASSEMBLY OF G52 AND G58 WINDMILLS AT SITE		
Title:			

Teniendo en cuenta todas estas consideraciones, los radios de giro mínimos a cumplir por los viales en función del tipo de máquina a montar deberán de ser:

	Radios de curva mínimos (m)
Tramo sup torre 3 tramos (44/55/65)	16
Tramo inf. torre 2 tramos (55)	20
Pala G52 (3 en 3)	16
Pala G52 (6 en 6)	19
Pala G58	16

Estos radios de giro son para un ancho de vial en curva de 6 m (radio exterior – radio interior = 6 m).

Aquellas curvas cuyos radios se hagan inferiores a los especificados, deberán de estar provistas de un ancho de vial superior al especificado y acorde al paso de los vehículos empleados en cada uno de los casos.

En estos casos el ejecutor de la obra civil será responsable de los anchos de vial construidos.

En los transportes con voladizo trasero (torre 44m / 55m en 3 tramos / 65 m, palas G52 de 3 en 3 y palas G58 de 3 en 3), los lados del vial deberán encontrarse libres de trabas para el paso del voladizo:

	Espacio Lateral Libre
Pala G52	4
Pala G58	4

With all these considerations, minimum turn radius to carry out specifications depending on machine type to mount, is:

	Minimum turn radius(m)
Top Section tower 3 courses (44/55/65)	16
Bottom Section tower 2 courses (55)	20
Blade G52 (3 in 3)	16
Blade G52 (6 in 6)	19
Blade G58	16


These turning radius are for width of access road in curve of 6 m (difference between outer radio and inner radio = 6 m).

Those curves whose radius become lower than the specified ones, will have to be provided with a width of access road superior than the specified one and according to the passage of the vehicles used in each one of the cases.

In these cases the executor of the civil work will be responsible for the widths of access roads built.

In trucks with back projecting (tower 44m / 55m in 3 sections / 65 m, blades G52 of 3 in 3 and blades G58 of 3 in 3), the sides of the road must be free of obstacles such that the projected element goes by:

	Lateral Free Space (m)
Blade G52	4
Blade G58	4

 Gamesa Eólica	ESPECIFICACIÓN DE MONTAJE	CÓDIGO: EA000001	REV: 02
		FECHA: 24/02/03	Pág. De 7 19
CARACTERÍSTICAS DE LOS VIALES Y LAS PLATAFORMAS PARA EL MONTAJE DE AEROGENERADORES G52 Y G58 EN CAMPO			
Título:	ROAD AND PLATFORM CHARACTERISTICS FOR ASSEMBLY OF G52 AND G58 WINDMILLS AT SITE		

2.4. PENDIENTES MÁXIMAS.

Las pendientes máximas que son capaces de soportar los transportes son del 10%, llegando hasta un 12% en casos muy concretos.

Habitualmente en los parques, este problema es el más difícil y costoso de solucionar, con lo que se recalca la importancia de respetar los radios mínimos de las curvas, puesto que si los transportes usan "dolly", esta máxima pendiente sería aún menor.

En las curvas cerradas esta pendiente deberá ser aún menor, con un máximo del 8%.

Conviene hacer mención especial al transporte de la torre de 55 m de dos tramos.

El tramo inferior de esta torre tiene una longitud de 28,6 m y pesa 35.700 kg.

Por ello, las pendientes no deberán nunca superar el 10%, necesitando vehículos doble-traccionados para subir el tramo.

Los peraltes no son necesarios.

En el caso en el que el ejecutor del vial lo considere como medio para ayudar a la evacuación de agua, deberá ser el mínimo posible;

los ejes traseros de los transportes llevan una pequeña auto-dirección y el peralte hace que esta ayuda a los giros quede anulada

Conviene suprimir los cambios de rasante bruscos.

Las grúas son muy largas y pueden quedarse sin tracción en el centro de los mismos.

También existe el peligro de que tanto los tramos de torre como las palas toquen en el suelo puesto que el transporte se realiza con un voladizo trasero de hasta 9 m.

El transporte del tramo inferior de torre 55m en 2 tramos se hace en plataformas porta-tubos (cuya altura respecto del suelo es muy inferior a la de las plataformas normales), por lo que exige si cabe mayor cuidado con los cambios de rasante.

2.4. MAXIMUM SLOPES.

The maximum slopes that are able to support the transports are of 10%, arriving until a 12% in very concrete cases.

Usually in the wind farms, this problem is most difficult and expensive to solve, with which it is more important to respect the minimum radius of the curves, since if the trucks use to dolly, this maximum slope would be even smaller.

In closed curves this slope will be even smaller, with a maximum of 8%.

Special mention to the transport of two section 55 m tower.

Bottom section is 28,6 m long and weights 357.700 kg.

In this case, slope will never overcome 10%, being needed double-tractioned vehicles to go up the slope.

Road-Banks are not necessary.

In case in which the executor of the access road considers it like element helping the water evacuation, it will have to be the possible minimum;


back axes of the transports take a small homing, and then camber causes that this aid to the turns is annulled.

It agrees to suppress the changes of abrupt grades in all the possible one.

The cranes are very long and can remain without traction in the centre position.

Danger that tower section or blades touch the ground since the transport is carried out with a back projection of up 9m.

The transport of bottom section of two section 55 m tower is made by platforms (whose height regarding the floor is much lower than normal platforms) which demands more care with the rolling grade changes in slopes.

 Gamesa Eólica	ESPECIFICACIÓN DE MONTAJE	CÓDIGO: EA000001	REV: 02
		FECHA: 24/02/03	Pág. De 8 19
CARACTERÍSTICAS DE LOS VIALES Y LAS PLATAFORMAS PARA EL MONTAJE DE AEROGENERADORES G52 Y G58 EN CAMPO			
Título:	ROAD AND PLATFORM CHARACTERISTICS FOR ASSEMBLY OF G52 AND G58 WINDMILLS AT SITE		

2.5. DRENAJE.

Los evacuaderos de aguas que se coloquen atravesando los viales deberán ser hormigonados previamente a su relleno.

La experiencia nos dice que el paso continuado de los transportes sobre un relleno directo con el propio material excavado crea un gran socavón en el terreno.

Los viales deben ser capaces de evacuar el agua de lluvia.

Para ello se recomienda que estén convenientemente saneados y realizados según indica la anterior figura 1.

La compactación es fundamental.

2.6. VEHÍCULOS DE TRANSPORTE.

Los vehículos de transporte empleados para subir a monte los diferentes elementos de la máquina deberán disponer de autodirección en el eje trasero.

En el caso del tramo inferior de torre de 55m en 2 tramos, será completamente necesario además el empleo cabezas tractoras de doble tracción.

2.5. DRAIN.

The ways of evacuation of water that are placed crossing the access roads will have previously to be casting to their filling.

The experience says that the continued passing of the transports on a direct filling with the own excavated material creates a great cavern in the land.

The access roads must be able to evacuate the rainwater.


To achieve it, it is recommended that they are properly adjusted and made according to figure 1.

The compaction is fundamental.

2.6. VEHICLES OF TRANSPORT.

The vehicles of transport used to take the different elements from the machine up to site, must have homing in the back axis.

Case of bottom section of two section 55 m tower, it is also totally necessary the use of double action tractor heads.

 Gamesa Eólica	ESPECIFICACIÓN DE MONTAJE	CÓDIGO: EA000001	REV: 02
		FECHA: 24/02/03	Pág. De 9 19
CARACTERÍSTICAS DE LOS VIALES Y LAS PLATAFORMAS PARA EL MONTAJE DE AEROGENERADORES G52 Y G58 EN CAMPO			
Título:	ROAD AND PLATFORM CHARACTERISTICS FOR ASSEMBLY OF G52 AND G58 WINDMILLS AT SITE		

3.- PLATAFORMAS

3.1. COMPOSICIÓN DE PLATAFORMAS.

En las plataformas lo que se pretende es conseguir el apoyo correcto de la grúa, por lo que el empleo de zahorra en el relleno no es tan crítico como en los viales.

La composición de la plataforma constará de un buen compactado con una subbase resistente.

3.2. DIMENSIONES DE PLATAFORMAS.

Las dimensiones correctas para una plataforma son las de 15x25 m. Se considera plataforma desde el borde de la cimentación, del modo indicado en la figura 3.

Es importante que el centro de la grúa esté a 13 m del centro de la virola. (figura 3)

3.- PLATFORMS.

3.1. PLATFORMS COMPOSITION.

In the platforms, which is tried, is to obtain the correct support of the crane, reason why the roadstone use in the filling is not as critical as in the access roads.

The composition of the platform will consist of a good compaction with a layer resistant below.

3.2. DIMENSIONS OF PLATFORMS.

The correct dimensions for a platform are 15x25 m. Platform is considered from foundation border, as shown in figure 3.

It is important that the centre of the crane is at 13 m of the centre of the foundation section (figure 3).

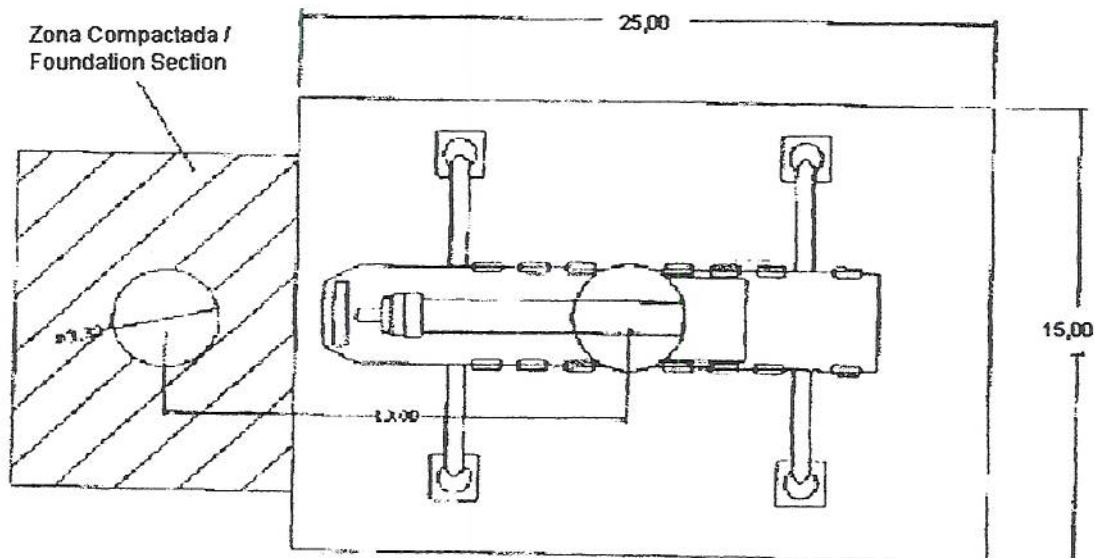


Figura 3: Detalle del montaje de la grúa respecto de la posición de la virola de cimentación /
Figure 3: Assembly detail of the crane respect to the position of the foundation section