

**MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA**

**ENERGIA EOLICA**

**1992**

COMISION NACIONAL DE ENERGIA

INSTITUTO DE ASUNTOS NUCLEARES

PROGRAMA NACIONAL DE ENERGIAS NO CONVENCIONALES

**ENERGIA EOLICA**

LA 0174 Ej.2

JULIO MARIO RODRIGUEZ DEVIS

INEA 174 2<sup>a</sup>  
Ej. 2  
333.792.2  
I621e  
1992

COMISION NACIONAL DE ENERGIA

INSTITUTO DE ASUNTOS NUCLEARES

PROGRAMA NACIONAL DE ENERGIAS NO CONVENCIONALES

ENERGIA EOLICA

CONTRATO NO. 007-21-91

SEGUNDO INFORME

JULIO HARIO RODRIGUEZ DEVIS

SANTAFE DE BOGOTA, JULIO DE 1992

77

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCION
8	PROGRAMA - LA MISION
9	OBJETIVOS ESPECIFICOS Y PROYECTOS
9.1	OBJETIVOS A CORTO PLAZO
9.1.1	RECURSO EOLICO
9.1.2	AEROGENERACION
9.1.3	AEROBOMBAS
9.1.4	DESARROLLO TECNOLOGICO
9.2	OBJETIVOS A MEDIANO PLAZO
9.2.1	PARQUE EOLICO
9.2.2	SISTEMAS HIBRIDOS EOLICO - DIESEL
9.2.3	PRODUCCION COMERCIAL DE AEROGENERADORES Y AEROBOMBAS
9.2.4	INVESTIGACION APLICADA
10	CERTIFICACION Y CONTROL DE CALIDAD
11	MEDIDAS INSTITUCIONALES
12	REFERENCIAS
13	ANEXOS
13.1	PRODUCTORES INTERNACIONALES Y NACIONALES
13.2	CAMPOS DE PRUEBAS PARA TURBINAS EOLICAS
13.3	CATALOGOS



## 1. INTRODUCCION

La elaboración de un programa de desarrollo tecnológico, como es el caso que nos ocupa, el de la energía pública, implica asumir una posición y una actitud coherente frente a los modelos de desarrollo de una sociedad y dentro de ella, el de la variable tecnológica.

Para el caso colombiano, parto del paradigma de que la tecnología es una variable importante en el desarrollo económico y social del país. Ante el hecho de la inserción de la economía nacional en el libre, dinámico y competitivo mercado internacional, en donde el cambio tecnológico se realiza continuamente y el conocimiento y el saber es una mercancía de alto valor, la respuesta de la sociedad debe ser, aunque cautelosa, firme en cuanto a la defensa y consolidación de las áreas de la producción en donde somos fuertes tecnológicamente o tenemos oportunidad de serlo, manteniendo y apoyando los centros, universidades y equipos dedicados a la investigación y desarrollo. Ante la crisis, la respuesta debe ser la creatividad, la innovación, la apertura mental al riesgo y al manejo de nuevos modelos.

Para lograr una toma de decisiones correcta, el proceso

de planificación es una metodología adecuada por cuanto se pueden generar, identificar y evaluar diferentes opciones por anticipado. De las dos vías posibles para encaminarse al futuro, la vía del "consenso" (continuación de las tendencias actuales) y la vía del "mundo viable" (definir el futuro deseado y generar políticas para lograrlo en la que se involucran conceptos medioambientales), utilizaré esta última empleando además, elementos de planeación estratégica. El programa presentado es el resultado del deseo de que una situación se dé en el futuro teniendo en consideración la situación interna del país y el desarrollo internacional.

El análisis de la situación actual, a nivel nacional del desarrollo de la tecnología de la energía eólica, resumida en los capítulos 2 y 4, muestra una imagen distorsionada del verdadero potencial del recurso energético que posee el viento en el territorio nacional; una producción de molinos de viento para bombeo de agua en la que en algunos casos hay problemas de calidad, asesoría al cliente y servicio de postventas (mantenimiento y servicio de repuestos) y solamente un productor tiene una actitud positiva hacia la innovación; pocos grupos de investigación (fundamentalmente en las universidades con un buen conocimiento del tema) con vínculos débiles e informales con los productores y finalmente una ausencia casi total de políticas estatales.

Contrario a este panorama, el desarrollo a nivel internacional, mostrado en los capítulos 3, 5 y 6, muestra una dinámica sorprendente, en especial en la generación de energía eléctrica para potencias mayores de los 50 Kw, en la que el desarrollo de alta tecnología (nuevos diseños, nuevos materiales, etc.), presencia activa del estado implementando programas a corto y mediano plazo, apoyando a la industria y a la I & D por medio de incentivos, financiación y otras formas; ha permitido una expansión sin precedentes del mercado de las turbinas eólicas y por consiguiente de los productores como se muestra en el capítulo 13, disminuyendo los costos de producción de energía a niveles competitivos con las fuentes convencionales y una incorporación de esta tecnología a los sistemas de interconexión eléctricos nacionales de una manera importante. En algunos de estos países el recurso del viento es similar al que se tiene en algunas regiones de Colombia.

En el capítulo 8 se plantea el objetivo general del programa, o sea, su misión, en la que fundamentalmente se propone una participación importante del recurso eólico en el sistema nacional energético, consolidación de la I & D y fortalecimiento de los productores.

Como resultado del análisis de toda la información anteriormente expuesta, se proponen, en el capítulo 9, los

objetivos a corto y mediano plazo, conjuntamente con los proyectos específicos y sus costos. Se sugiere la conformación de una Comisión de Energía Eólica y la realización de un inventario a nivel nacional de los recursos humanos y físicos de las organizaciones que estén interesadas en participar en el programa.

Se hace necesario la ejecución de programas piloto en parques eólicos (de 10 Mw en 5 años a 100 Mw al cabo de los 10 años), en sistemas híbridos eólico - diesel para lugares aislados, la elaboración de un mapa de vientos y la instalación de instrumentación en los sitios potencialmente óptimos, y proyectos de I & D para consolidar los grupos de investigación y el sector productivo.

Finalmente, en los capítulos 10 y 11 se hacen propuestas para la implementación de un sistema de certificación y control de calidad fortaleciendo el Campo de Pruebas de la Calidad y aplicando la norma ICONTEC - ISO 9 000 y de medidas institucionales imprescindibles para el éxito del cumplimiento de la misión. Se hace énfasis en el papel fundamental que juega el gobierno a través de incentivos para dinamizar el mercado, la producción y la I & D.



## B PROGRAMA - MISION

La misión u objetivo general del programa de energía eólica es la de incluir, de una manera racional, la potencia del viento en las estrategias de la planeación energética nacional.

Este objetivo se justifica en la necesidad que tiene el gobierno en diversificar y aumentar la confiabilidad en el suministro energético del país, a través de fuentes tecnológicas y económicamente factibles.

Otro elemento importante en el planteamiento de la misión, es la de incluir y desarrollar tecnologías limpias, que tengan un mínimo impacto en el medio ambiente, tal como fue acordado en la reciente reunión del grupo de Rio, en la Cumbre del Medio Ambiente celebrada en el Brasil.

El tamaño de la contribución de la energía eólica y el grado de difusión de las diversas aeroturbinas en el medio nacional a través del mercado están determinados por la magnitud del esfuerzo de las políticas que sean adoptadas por el gobierno, el sector privado y las organizaciones de investigación.

Las políticas a corto y mediano plazo se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Conocimiento del recurso y difusión amplia de la energía eólica en el país.
- Participación de la energía eléctrica con base en el viento en el sistema nacional energético.
- Fortalecimiento y creación de una industria nacional de aerobombas y aerogeneradores.
- Consolidación de la capacidad de I & D.

Con referencia al potencial de participación de la energía eólica en el sistema energético del país, un estimativo de la capacidad posible de ser instalada en el Departamento de la Guajira por medio de parques eólicos a lo largo de una franja costera, indica un potencial de alrededor de 21000 Mw que, con un factor de planta del 25 %, producirían 46000 Gwh/año.

La E.W.E.A afirma que es posible, sin afectar la estabilidad del sistema de interconexión eléctrico nacional, sustituir un 15 % de la generación eléctrica de las fuentes convencionales. Haciendo una proyección de la capacidad de

generación eléctrica nacional proyectada al año 2002, que es de 52084 GWh/año, el porcentaje suministrado por la aerogeneración estaría alrededor de los 7800 GWh/año, muy inferior al potencial disponible en sólo una región del territorio nacional.

Haciendo un análisis similar para el caso del Departamento de San Andrés y Providencia, la producción eléctrica por aerogeneración utilizando el 30% del territorio de la isla de San Andrés (se incluye un factor de planta de 0.25), es de 39 Mw. Para sustituir el 15% de la demanda (de aprox 25 Mw) o sea unos 3.7 Mw, se requieren 0.8 km<sup>2</sup>. La producción eléctrica para la isla Providencia es de 18 Mw.

## 9. OBJETIVOS Y PROYECTOS

Para alcanzar los objetivos y para administrar coherentemente los proyectos propuestos, se proponen las siguientes acciones:

a) Conformar una Comisión de Energía Eólica que involucre a los productores, investigadores y organizaciones que tengan relación con el sector energético y que estén trabajando en energía eólica. La comisión deberá definir estrategias, las políticas

y metas a seguir y administrará y asignará los recursos a los proyectos.

b) Hacer un inventario de las entidades y organizaciones que estén en capacidad y tengan interés de realizar los proyectos que se proponen. Esto es especialmente importante a nivel de universidades y centros de investigación, pues permitirá la conformación de equipos de expertos en las áreas que se necesitan y el aumento de la masa crítica.

## 9.1 OBJETIVOS A CORTO PLAZO

Se plantean los siguientes objetivos inmediatos (5 años):

### 9.1.1 Recurso eólico

No obstante que Colombia cuenta con vientos suaves sobre la gran mayoría de su territorio, existen evidencias de zonas de vientos moderados y fuertes de gran potencial energético. Desafortunadamente, por la dispersión de los equipos de medición de vientos y su localización en lugares no pensados bajo el punto de vista energético, con los datos de viento existentes sólo es posible realizar un mapa de vientos preliminar.



Con el fin de minimizar los costos de la evaluación del recurso eólico energético, se proponen los siguientes proyectos:

#### 9.1.1.1 Realización del mapa de vientos mensual y anual.

Las evaluaciones realizadas de la disponibilidad de vientos en el país con promedio anual datan de información obtenida hasta el año 1985, a excepción de estudios recientes de la Costa Atlántica.

Es importante elaborar un mapa de vientos actualizado que contenga los isoventos con promedios anuales y mensuales, además de la información estadística necesaria para estimar la capacidad energética de cada lugar.

Para construir el mapa, se debe utilizar la información de las entidades competentes y software especializado que correlacione las características del viento con las condiciones climatológicas y geográficas del lugar.

El trabajo tiene una duración de dos años y comprende las fases de consecución del software, capacitación para su manejo, procesamiento de la información requerida y presentación de los resultados.

El costo del proyecto, en la que participan tres profesionales es de US\$ 63000, sin incluir el valor de la información de vientos suministrada por las entidades que la poseen ni la cartografía necesaria.

#### 9.1.1.2 Prospección detallada de los sitios con gran potencial eoloenergético.

La información procesada existente indica que la costa atlántica cuenta con velocidades medias anuales de vientos superiores a los 6 m/s y persistencia adecuada, lo que la hace potencialmente apropiada para la instalación de Plantas Eoloenergéticas.

El costo de generación de electricidad por turbinas eólicas depende fundamentalmente de la calidad del viento (velocidad, persistencia y ausencia de turbulencia), del costo del terreno y su accesibilidad y de la distancia a la red de interconexión eléctrica o al centro de consumo.

Por tal motivo se hace necesario realizar medidas de vientos a detalle (10 y 20 m de altura, con instrumentación electrónica que permita medir ráfagas) en sitios seleccionados previamente (inspección de terreno).

Se sugiere realizar las evaluaciones a lo largo de la costa partiendo de la Sierra Nevada de Santa Marta hacia el norte (diez lugares) y en algunos puntos (cinco) tierra adentro de la Alta Guajira. El Departamento de San Andrés y Providencia es así mismo apto para instalar Parques eólicos, por lo que se podrían evaluar cinco puntos.

La duración de la toma de datos será inicialmente de un año, al final del cual se evaluarán los resultados obtenidos y se re-localizarán los instrumentos instalados en los lugares no propicios energéticamente. El tiempo total del proyecto es de 5 años.

El costo total del proyecto que incluye los equipos, la instalación, el mantenimiento y operación y el procesamiento de la información es de US\$ 615000

9.1.1.3 Prospección de lugares con vientos superiores a los 4 m/s, promedio anual.

Por información obtenida del HIMAT, existen evidencias de lugares con velocidades promedio anual mayores a los 4 m/s. Como se indicó en el informe anterior, se hace necesario una evaluación más detallada de dichos sitios con el fin de determinar el grado de estacionalidad del viento, la localización de las estaciones anemométricas (bajo el punto de vista energético) y la instalación de equipos en lugares promisorios.

El proyecto consiste en evaluar las estaciones que realicen mediciones de vientos y cuyos promedios sean superiores a los 4 m/s, para determinar su ubicación referente a posibles obstáculos que puedan perturbar la potencia del viento y proponer alternativas para mejorar la calidad de la información.

Adicional a esto, se propone la instalación de más anemómetros tipo estándar en los lugares con mayor potencial energético, seleccionados de acuerdo a una inspección sobre el terreno y a cercanía a centros de demanda energética.

De acuerdo al mapa de vientos presentado en el primer informe, los Departamentos que cuentan con vientos superiores a los 4 m/s son la parte norte de Córdoba, Cesar, Sucre y Bolívar; Antioquia, Norte de Santander; las partes elevadas de la zona andina de Boyacá, Cundinamarca, Tolima y Nariño. Se tiene conocimiento que en los Llanos Orientales existen lugares en que



hay vientos moderados y fuertes durante el verano.

La estimación del número de nuevas estaciones a instalar es difícil por las consideraciones anteriormente anotadas, sugiriéndose una cantidad no menor de sesenta.

El costo de los equipos e instalación de las estaciones es de US\$ 170000. La administración y evaluación de la información la haría el HINAI.

#### 9.1.2 Aerogeneración

En el corto plazo y debido al gran desarrollo de la industria de aerogeneradores a nivel mundial, en la que es posible adquirir rápidamente equipos eólicos confiables y por la existencia de buenas experiencias en la desagregación tecnológica en el sector eléctrico; se plantea la viabilidad de instalar Plantas eólicas demostrativas.

A nivel de desarrollo tecnológico, los resultados que se esperan con la realización de los objetivos son la de familiarizarse con la tecnología, o sea, ser aplicadores de ésta; con la excepción de los aerogeneradores de menos de 5 kw, en la que hay tendencia a ser líderes o al menos seguidores.

#### 9.1.2.1 Máquinas de potencia media

##### Parque eólico

La instalación de un parque eólico demostrativo de 10 MW con aerogeneradores con un rango de potencia de 200 kw - 500 kw, conectada a la red eléctrica nacional, es factible.

Se propone adquirir diversos tipos de aerogeneradores con el fin de comparar su tecnología y comportamiento en el ambiente exigente de la Guajira.

El sitio de la instalación puede ser la zona costera del Cabo de la Vela por tener una información mínima de vientos (Velocidad media anual de 7 m/s), facilidad de acceso, cercanía a la red de interconexión eléctrica de Corolca y al puerto de Bahía Portete de Carbocol.

El costo de la electricidad producida puede variar entre los US\$ 0.06 - 0.08 / kWh.

Las fases resumidas del proyecto son: Desarrollo del anteproyecto (ingeniería de detalle, análisis de costos, estudios de tiempos, etc), uso de modelos para simulación del comportamiento del sistema, la selección definitiva del lugar

para la instalación del parque eólico, negociación de los terrenos, instalación de una estación meteorológica especializada, licitación para compra de equipos y obras de infraestructura, capacitación del personal operativo y de investigación de la planta, negociación de tecnología con los proponentes, compra e instalación de los equipos, partes y componentes; puesta en marcha y pruebas, y finalmente un estudio de desagregación de tecnología para futuros proyectos.

El costo aproximado del proyecto, que tendría una duración inicial de 5 años es de US\$ 20 millones.

#### 9.1.2.2 Máquinas de baja potencia.

La necesidad de suministro energético para zonas aisladas y de difícil acceso, en donde la interconexión eléctrica tiene unos costos muy altos, hace que la alternativa eólica sea una posibilidad real siempre y cuando se cuente con vientos moderados.

Se propone colocar sistemas demostrativos en diversos lugares del territorio nacional, hasta una capacidad total máxima instalada de 1 Mw.

a) Instalación de equipos individuales híbridos eólico - diesel.

El requerimiento de garantizar un suministro energético permanente en pueblos pequeños y rancherías, así como la variabilidad del viento hacen que el sistema híbrido eólico - diesel sea la mejor opción. El generador eléctrico diesel entra a funcionar automáticamente cuando la energía del viento suministrada por el aerogenerador no es suficiente para suplir la demanda. Para

evitar la entrada continua del diesel (debido a las fluctuaciones del viento), se incluye un sistema de soporte que usualmente es un conjunto de baterías, un disco giratorio (flywheel) o celdas fotovoltaicas.

Como ejemplo, se toma el caserío del Cabo de la Vela y se supone un consumo de 42 Mwh en el mes de máxima demanda (se incluyen los albergues para turistas), con una demanda de potencia máxima de 125 Kw. Se analiza la producción de electricidad de tres aerogeneradores ( Vestis 100 kw, Bonus 150 kw y Vestas 200 kw) en los meses de máxima y mínima velocidad del viento (10.7 m/s y 7.3 m/s a 20 m de altura).

El Bonus produce la energía requerida para el mes de bajos



vientos y un excedente de 24 Mwh en el mes de máximos vientos.

Al escoger la alternativa del Vestis, habrá un faltante de 6 Mwh en el mes malo y un sobrante de 9 Mwh en el mejor mes. En esta segunda opción, un generador diesel de 150 Kw asegurará el suministro de energía en el caso de que no haya viento en las horas de máxima demanda, y en promedio, estará en operación cerca del 20% del tiempo (genera 10 Mwh/mes promedio). El ahorro de combustible sería alrededor de un 80% y el costo de los equipos e instalación estarían por los US\$ 200000.

Se propone la instalación de al menos 5 sistemas híbridos, dos en la costa atlántica, uno en San Andrés o Providencia, y dos en la región montañosa del interior del país.

La potencia instalada del sistema variará de acuerdo a las necesidades de cada localidad, pero se sugiere rangos de potencia entre los 50 Kw y los 100 Kw en generación eólica.

El proyecto, con una duración de 5 años, se desarrollará de una manera similar al propuesto para el parque eólico.

El costo total se estima entre US\$ 750000 y US\$ 1'200000

b) Instalación de aerogeneradores de menos de 10 kw.

El rango de aerogeneradores de menos de 10 kw tiene una amplia aplicación en el sector rural, pues soluciona los requerimientos de energía eléctrica puntuales de fincas o viviendas aisladas.

Por otra parte, a nivel de investigación aplicada, universidades y organizaciones nacionales han consolidado equipos de trabajo que tienden hacia el desarrollo comercial de aerogeneradores en estas potencias. El grado de complejidad

tecnológica para su producción hace que la gran mayoría de los componentes puedan ser fabricados en el país. Existe interés de algunos fabricantes de aerobombas de iniciar la construcción masiva de pequeños aerogeneradores y de las universidades en trabajar conjuntamente con aquellos.

Los proyectos que se sugieren son los siguientes:

Apoyar a las organizaciones que estén desarrollando prototipos de aerogeneradores con fines comerciales para que inicie su producción comercial en asocio con los fabricantes. Las acciones incluyen impulsar la terminación de los tres prototipos elaborados por la Universidad Nacional.

Se instalarán al menos diez equipos (nacionales e importados) en cada uno de los siguientes rangos: Hasta 2 Kw, 5 Kw y 10 Kw, y se hará su seguimiento para evaluar su confiabilidad y calidad.

El costo total del proyecto es de US\$ 700000

### 9.1.3 Aerobombas

Existe en el país una experiencia relativamente importante en la fabricación de aerobombas de pequeña potencia, con alguna participación de universidades. Los precios son competitivos a nivel internacional y la comparación de costos con los sistemas diesel son favorables.

Así mismo, algunas empresas están importando aerobombas de potencia mayores del tipo Americano.

El proyecto consiste en desarrollar los siguientes puntos:

- Mejoramiento del diseño (radiación, eficiencia/costos).
- Implementación de un programa de mantenimiento y servicio al usuario.

Estas acciones tienden a ganar la confiabilidad en el uso de los equipos por parte del público, lo que permitirá una mayor difusión de esta tecnología.

La actividad desarrollada por las universidades y los productores permiten colocar este desarrollo tecnológico a nivel de liderazgo a nivel internacional.

El costo total del proyecto es de US\$ 150000

#### 9.1.4 Desarrollo tecnológico

Los proyectos anteriores tendrán éxito siempre y cuando exista en ellos un fuerte componente en Investigación y Desarrollo nacionales, que permita un desarrollo tecnológico propio, con equipos de investigación consolidados y maduros.

Los niveles de desarrollo tecnológico en investigación son desiguales, desde un liderazgo en el aerobombeario, con una mezcla de líder y seguidor en el diseño de aerogeneradores de baja potencia a un proceso de ingeniería a la inversa en los otros rangos de aerogeneración.

Las acciones propuestas pretenden nivelar por lo alto el conocimiento y capacidad de respuesta tecnológica en el aerobombear y en la aerogeneración de baja potencia.

Paralelos a estos proyectos deben apoyarse investigaciones básicas realizadas en las universidades con la asistencia de la cooperación internacional, que permitan conocer de manera sólida, las diferentes variables en el diseño, construcción, pruebas y operación de los equipos eólicos.

Como consecuencia de lo anterior, se tendrá una excelente capacidad de negociación en la implementación masiva de la energía eólica a mediano plazo.

Se proponen los siguientes proyectos:

#### 9.1.4.1 Desagregación tecnológica.

En el rango de los aerogeneradores de potencia media se realizará un proyecto de desagregación tecnológica con el fin de

conocer las partes constitutivas de los equipos eólicos y la posibilidad de su producción nacional incluyendo un estudio de la capacidad industrial del país.

Se seleccionarán dos aerogeneradores, de 50 Kw y de 300 Kw, y se les hará todo el proceso de desagregación tecnológica desarrollado por el sector eléctrico y Ecopetrol.

El costo total del proyecto, incluyendo pasantías e intercambio de expertos a nivel internacional, es de US\$ 650000

#### 9.1.4.2 Fortalecimiento de los equipos de investigación y cualificación del recurso humano.

Los objetivos a corto y mediano plazo implican el fortalecimiento de los equipos de investigación que aún existen y el aumento de la masa crítica en el campo de la energía eólica.

Estos equipos, a la vez que dan una respuesta puntual a los requerimientos del sector, deben realizar investigaciones permanentes en los principales campos de la tecnología eólica. Su misión consiste en llegar a ser seguidores (al menos en el campo de los pequeños aerogeneradores y en las aerobombas) por lo que



se obtendrá una fortaleza en el momento de licenciar y aplicar la tecnología en la aerogeneración de mediana potencia.

Se proponen los siguientes proyectos, que podrán desarrollarse paralelamente:

a) **Conocimiento del recurso del viento:** su objetivo específico consiste en desarrollar, a partir de los modelos, metodologías existentes y el comportamiento de los fluidos, un modelo que se ajuste al comportamiento del viento en el territorio nacional con el fin de evaluar con la mayor exactitud posible, la energía disponible.

El costo total del proyecto, que incluye el uso de herramientas poderosas de cómputo, modelamiento del terreno en túneles de viento, capacitación e intercambio de expertos, es de US\$ 340000 en un lapso de 5 años.

#### b) **Aerodinámica**

El proyecto investiga la relación que existe entre el perfil de las aspas y el movimiento del aire con el fin de optimizar la relación de fuerza de elevación y fuerza de arrastre, para obtener la mejor condición de operación en las condiciones de vientos existentes en el país. Así mismo se estudian opciones

aerodinámicas para la regulación de rotación de las aspas (fenómeno de separación de la capa límite, etc).

El costo del proyecto que incluye la investigación en túneles de viento, la adquisición de software especializado y asistencia a eventos y cursos especializados, es de US\$ 300000.

#### c) Estructuras dinámicas

Se estudian los comportamientos estáticos y dinámicos de todo el sistema de aerogeneración incluyendo la torre. Con el fin de validar los modelos desarrollados se debe construir un equipo necesario para pruebas dinámicas de aspas que también es útil para certificar la calidad de las aspas producidas comercialmente. Este trabajo es de gran importancia ya que su análisis permite optimizar el diseño, reduciendo el material, lo que reduce sus costos y aumenta la vida útil del equipo.

El costo del proyecto, que incluye la asistencia a eventos y cursos especializados es de US\$ 400000.

#### d) Nuevos materiales

El uso de nuevos materiales en partes fundamentales del aerogenerador, tienden a disminuir el peso del sistema, mejoran sus características estructurales soportando mejor las diferentes cargas y reducir el costo de fabricación. Las últimas tendencias de la tecnología involucran el comportamiento elástico de los materiales para que sirvan de autorregulación para el control de la rotación del equipo.

El costo del proyecto incluyendo la construcción de piezas y partes para pruebas destructivas, y la asistencia a eventos y cursos especializados, es de US\$ 350000.

#### e) Electricidad, electrónica y control

El desarrollo de nueva tecnología en generadores eléctricos de bajas revoluciones, que entreguen buena calidad de electricidad es de vital importancia para disminuir el costo total del sistema. El comportamiento general de los aerogeneradores incluyendo los diferentes sistemas de control dependen de el diseño y demás componentes electrónicos que estos tengan.

El proyecto se propone colocar a los investigadores colombianos en la vanguardia del desarrollo tecnológico en este campo.

Su costo total, incluyendo la asistencia a cursos y eventos especializados es de US\$ 300000.

#### f) Bombeo

La investigación relacionada con el mejoramiento y nuevos diseños en el sistema de bombeo se está llevando a cabo a nivel internacional y nacional.

El proyecto propone la evaluación de los diferentes sistemas de bombeo aptos para ser acoplados a una turbina eólica, el diseño, construcción y pruebas de prototipos con su modelamiento matemático.

Además, se propone el estudio de equipos y métodos de perforación de pozos, con el fin de adaptar el diseño a las condiciones locales (disminución del peso y potencia) y a las capacidades de las aerobombas y disminuir sus costos.

El costo total del proyecto, que incluye asistencia a eventos especializados e intercambio de expertos es de US\$ 300000

g) Diseño de equipos.

La integración de todos los elementos que constituyen una máquina eólica a través del diseño industrial, teniendo en cuenta al usuario y a la producción industrial, para elaborar un producto que sea fácil de manipular y mantener, es un factor decisivo en su aceptación por la comunidad y por ende, en su difusión.

El costo total del proyecto es de US\$ 30000

h) Impacto ambiental.

La implementación de toda tecnología tiene un impacto en el ambiente y en la sociedad que interactúa con él. Se hace necesario un estudio de las influencias (positivas y negativas) que las máquinas eólicas y en especial los parques eólicos tienen en el medio ambiente y el grado de aceptación de la comunidad.

El proyecto, que incluye la evaluación del grado de aceptación de las comunidades y los impactos ambientales causados por las máquinas eólicas en los principales países que han implementado esta tecnología, la medición de algunos de ellos en el parque eólico demostrativo propuesto y la capacitación de personal experto es de US\$ 250000

i) Programas de especialización.

El fortalecimiento de la capacidad tecnológica de un país está íntimamente ligado a la calidad científica y tecnológica de su recurso humano.

Para enfrentar el reto tecnológico que ofrece la energía eólica, se hace necesario aumentar el número de investigadores con título de especialización, maestría y doctorado.

Para este lapso de 5 años se propone la obtención de la maestría de tres investigadores y el doctorado de uno.

Las áreas de especialización serían:

- M.Sc en Energía Eólica/Aeroelasticidad
- M.Sc en Energía Eólica/Sistemas Eléctricos
- M.Sc en Energía Eólica/Sistemas de Control
- Ph.D en Energía Eólica

El costo de este programa es de US\$ 50000

EL COSTO TOTAL DE LOS PROYECTOS A DESARROLLAR A CORTO PLAZO



(5 AÑOS), ES DE US\$ 25'868000.

## 9.2 OBJETIVOS A MEDIANO PLAZO

Los objetivos a alcanzar a mediano plazo dependen fundamentalmente de los resultados obtenidos a corto plazo.

Los principales parámetros que influyen en el logro de la misión, al terminar el período de 10 años, son:

- 1- La tendencia en la disminución del costo de generación eólica teniendo como referencia el costo de generación hidroeléctrica y termoeléctrica.
- 2- El nivel de desarrollo tecnológico internacional alcanzado, en donde juegan un papel fundamental las nuevas tecnologías.
- 3- El grado de decisión del gobierno en invertir y apoyar la tecnología eólica en los proyectos a corto plazo.
- 4- La evolución del mercado para los aerogeneradores de baja y media potencia y de las aerobombas.
- 5- La consolidación de los grupos de investigación y su

vinculación al sector productivo.

No obstante las consideraciones anteriores, se proponen los siguientes objetivos a alcanzar a mediano plazo con sus respectivos proyectos.

La cuantificación de los recursos necesarios es muy difícil de realizar, por lo que se hacen planteamientos generales.

Se sugiere revisar las metas alcanzadas y las políticas implementadas al cabo de los 5 años, para convalidar o modificar los objetivos a mediano plazo.

Se plantean los siguientes objetivos al año 2005 (10 años):

#### 9.2.1 Parque eólico

Las experiencias obtenidas en la operación del parque eólico demostrativo de 10 Mw posibilitan fijar un objetivo de tener una capacidad instalada de al menos 100 Mw con aerogeneradores entre 200 kw y 500 kw.

El costo del proyecto, con precios de aerogeneradores de

US\$ 750/kw y costo de generación eléctrica de US\$ 0.04/kwh,  
es de US\$ 107'000000.

El desarrollo del proyecto de desagregación tecnológica y la negociación en la adquisición de los equipos permiten que la industria nacional pueda fabricar algunos de sus componentes y la totalidad de la construcción de la infraestructura (30 % del costo).

La ejecución de los programas de capacitación del personal de operación, mantenimiento y del equipo de investigadores como apoyo a la planta eólica, permiten que la operación y mantenimiento sean realizados casi en su totalidad por personal nacional.

Sin embargo, se hace necesario continuar con un programa de formación de personal especializado, intercambio de expertos e investigación puntual para resolver problemas específicos y de apoyo a los productores nacionales involucrados. El costo total del programa es de US\$ 1'000000.

#### 9.2.2 Sistemas híbridos eólico - diesel.

El mayor conocimiento del régimen de vientos con fines energéticos en el país, la reducción de los costos de los equipos y la experiencia obtenida en la operación de los proyectos híbridos eólico - diesel desarrollados anteriormente, permiten su amplia difusión.

Se propone la instalación de 20 sistemas en lugares que cuenten con buenos vientos y estén en sitios apartados de la red eléctrica nacional.

El costo del proyecto es de US\$ 2'000'000

#### 9.2.3 Producción comercial consolidada de aerogeneradores de baja potencia (hasta 50 kw) y de aerobombas.

La confianza ganada por el consumidor en el uso de la tecnología eólica, junto a un excelente servicio posventa y a los incentivos gubernamentales favoreciendo su adquisición, posibilitan la difusión y uso masivo de estas máquinas.

Se debe continuar prestando el apoyo de los centros de investigación a los productores con el fin de mejorar el diseño y calidad del producto para aumentar la confiabilidad del sistema y bajar costos.

El costo del proyecto de apoyo a la producción es de  
US\$ 500000

#### 9.2.4 Investigación aplicada.

Los trabajos realizados en los centros de investigación y universidades debe ser permanente. La tendencia de los desarrollos tecnológicos en el campo de la energía eólica es dinámica e innovadora.

Los programas de capacitación, especialización, intercambio de expertos y asistencia a eventos especializados debe ser continua.

El apoyo a las áreas de investigación enunciadas en los proyectos a corto plazo deben continuar, sin exclusión de nuevos proyectos que resulten de la dinámica de las mismas investigaciones y de las tendencias internacionales.

Tomando como base el presupuesto presentado en el numeral 9.1.5.2, se propone una cantidad de US\$ 5'000000

EL COSTO TOTAL DE LOS PROYECTOS DESARROLLADOS PARA ALCANZAR

LOS OBJETIVOS A MEDIANO PLAZO ES DE US\$ 113'500000

#### 10. CERTIFICACION Y CONTROL DE CALIDAD

La certificación de la calidad de las máquinas eólicas es fundamental para los usuarios y productores. Esta certificación se otorga después de haber sido sometida la máquina a pruebas en un lugar adecuado llamado campo de pruebas.

En la actualidad no hay acuerdo a nivel internacional de los estándares técnicos para la construcción de las turbinas eólicas, por lo que varios países tienen sus propios requerimientos y certificaciones, que no siempre son aceptados entre ellos.

Sin embargo, existe un interés de lograr un acuerdo, a nivel internacional, de estandarizar las turbinas de viento. Estas acciones se están dando a través de la IEC (International Electrotechnical Committee); quien ha formado un Comité Técnico que, de común acuerdo con la ISO. (International Standard Organization) ha producido un documento (TC 88) que está en discusión.

Existen al menos 12 países que cuentan con campos de pruebas (anexo) cubriendo los siguientes tópicos:



- Características de la Potencia: Producción anual de energía, curva de potencia, eficiencia aerodinámica, fluctuaciones de potencia, características del control, optimización del sistema y ahorro de combustible.

- Mediciones mecánicas: Esfuerzos mecánicos, fuerzas axiales del rotor, asunciones de diseño.

- Análisis de vibración: Frecuencias libres de vibración, fenómeno de resonancia, desbalanceo del rotor.

- Mediciones de ruido.

- Determinación de la geometría del perfil y del aspa.

- Pruebas de aceptabilidad: Sistemas de seguridad, de control y especificaciones.

- Determinación de las características eléctricas: Distorsión de los armónicos, potencia reactiva y fenómeno de arranque (cut-in).

- Mediciones de aplicación: Características de carga, entrega de energía, manejo de la carga y caudal (para aerobombas).

- Mediciones del régimen de vientos.

Por las condiciones climáticas particulares del país, se hace necesario contar con un campo de pruebas en el que se certifique la calidad y características de las turbinas eólicas producidas nacionalmente.

Para las máquinas eólicas importadas, se debe solicitar la certificación expedida por un organismo competente y en el caso de que no se tenga, se deben hacer los ensayos correspondientes en el campo de pruebas del país.

Reforzando estas acciones, y como actividad precedente, los productores nacionales deben incorporar un programa de calidad dentro de las estrategias de su empresa para enfrentar la competencia dentro y fuera del país.

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC), está promoviendo la utilización, por parte de los productores nacionales, de la norma ICONTEC-ISO serie 9 000, relacionada con la gestión y el aseguramiento de la calidad. Las referencias son:

- ICONTEC-ISO 9 001. Sistemas de calidad. Modelo de aseguramiento de la calidad aplicable al diseño, desarrollo, la

fabricación, la instalación y el servicio.

- ICONTEC-ISO 9 002. Sistemas de calidad. Modelo de aseguramiento de la calidad aplicable a la fabricación e instalación.

- ICONTEC-ISO 9 003. Sistemas de calidad. Modelo de aseguramiento de la calidad aplicable a la inspección y ensayos finales.

- ICONTEC-ISO 9 004. Gestión de calidad y elementos del sistema de calidad. Lineamientos.

El apoyo a los productores de turbinas eólicas en la incorporación en la gestión de sus empresas de la calidad, por medio de las normas ICONTEC mencionadas, fortalece al sector volviéndolo competitivo.

Por las condiciones climáticas excepcionales y habiéndose ya iniciado la construcción de un campo de pruebas de máquinas eólicas, se propone el fortalecimiento del campo de pruebas de la Guajira, situado a las afueras de la ciudad de Riohacha, en predios del SENA.

El interés mostrado por el SENA en desarrollar el proyecto,

la participación de la UNIVERSIDAD NACIONAL y el interés de la UNIVERSIDAD DE LOS ANDES en vincularse a él, hacen que el campo de pruebas de la Guajira tenga grandes posibilidades de acción.

El costo del proyecto, que incluye la adquisición de la instrumentación necesaria, la capacitación de los profesionales que operan el campo y el personal de apoyo es de US\$ 400.000 para los primeros cinco años y US\$ 200000 para los cinco años restantes.

#### 11. MEDIDAS INSTITUCIONALES

En el presente numeral se hacen planteamientos sobre la implementación de medidas jurídicas y de incentivos para garantizar la difusión y el mercado de la energía eólica a nivel nacional. Estas acciones deben ser parte de unas medidas generales que

abarquen las Fuentes Nuevas y Renovables de Energía e integradas a una política institucional para el sector energético del país.

Sin desconocer que la actual política del gobierno es seguir el modelo de la apertura económica, libre mercado y la

privatización en todos los niveles de la economía colombiana; la experiencia a nivel mundial en el campo de la energía eólica ha demostrado y ratificado que la intervención cuidadosa, selectiva y no permanente del estado a través de incentivos, es vital para su implantación y difusión exitosa.

La política de desarrollar un programa que equilibre la estimulación del mercado con una I & D consolidada, es la mejor opción.

Para la implementación de la energía eólica en el área rural, el encuentro de expertos (productores, investigadores y organizaciones privadas y gubernamentales) a nivel internacional, WERA 91, realizado en Holanda, ratifica lo anteriormente dicho cuando expresa: " Las instituciones gubernamentales deben ser alentadas a buscar el balance correcto entre el empuje tecnológico y el arrastre de la demanda. Estas instituciones deben apoyar la energía del viento con políticas apropiadas comprometiendo descuentos a inversiones iniciales, préstamos blandos, reducción de impuestos, depreciación acelerada, apoyo a la I & D y a los

productores, pruebas y certificaciones, entrenamiento e incentivos para los productores."

Las principales acciones a seguir son las siguientes:

- Las energías nuevas y renovables, por su característica de ser energéticamente limpias al medio ambiente, deben ser consideradas de interés público a través de una ley de la República. Esto permitirá el que se aprueben las normas y decretos que se mencionan más adelante.

- Las empresas del sector eléctrico deben destinar una partida importante en su presupuesto para I & D en energía eólica.

- Los proyectos demostrativos propuestos en el numeral 9 (parque eólico y sistemas eólico diesel) deben ser financiados por las organizaciones del sector eléctrico con cooperación internacional.

- Financiar, conjuntamente con los Departamentos que así lo deseen, los estudios de prefactibilidad técnico - económico para la instalación de plantas eólicas (parques eólicos, sistemas híbridos).

- Incentivar la instalación de plantas eólicas privadas o de consorcios mixtos a través de subvenciones. Para plantas menores de 1 Mw dirigidas al sector rural, la subvención será hasta de un 80 % del costo de la electrificación. Para plantas eoloenergéticas mayores de 1 Mw para interconexión eléctrica, la subvención podrá ser entre un 30% y un 50%. El monto de la



subvención dependerá de si la planta es o no demostrativa.

- El costo de producción de la electricidad debe ser, en un principio subsidiada, previa certificación de la implementación de un plan de optimización de los equipos a mediano plazo, por parte del vendedor de la energía. Presentado de otra forma, el subsidio es un costo externo que beneficia a las energías limpias.

- Las empresas del sector eléctrico deben comprometerse en comprar la energía proveniente de las plantas eólicas, siempre y cuando se garantice la calidad y potencia firme estipuladas. El precio de compra de la electricidad será nivelado progresivamente con el producido por las plantas convencionales. El tiempo de nivelación será de 10 años.

- Los productores nacionales de equipos eólicos tendrán acceso a subsidios por investigación y préstamos blandos para producción y comercialización. Los subsidios y préstamos estarán sujetos a un programa de mejoramiento de la calidad y estandarización.

- No habrá impuesto del IVA en la compra de equipos eólicos ni para los componentes.

- La I & D realizada en las universidades y organizaciones serán totalmente financiadas por el estado, con cooperación internacional.

12. REFERENCIAS

- Ambrosini.G,Foli.U,y otros. The wind energy research and demonstration programme in Italy. Proceedings EWEC'91. Holanda.1991
- Rodríguez.H. Generación de energía eléctrica en la Costa Atlántica con aerogeneradores. Revista Energética No 7. Universidad Nacional. Medellín. 1991.
- Galante.M,Castro.J y otro. Determinación de mapas de energía eólica en países iberoamericanos.Memorias del VI Congreso Latinoamericano y III Iberoamericano de energía solar. Cartagena. Colombia. 1989.
- Luken.E, Bruijne. R. The Netherlands wind energy stimulation programme: The success of a continuous effort. Proceedings EWEC'91. Holanda.1991
- ECN. Netherlands Energy Research Foundation. Wind Turbine Field Measurements. La Haya.

Van Meel, J., Oldenkamp, H. Field testing by CFD of water pumping windmills. Proceedings European Wind Energy Conference, F.R. Germany, 1984.

Gustafsson, A.L. IEA recommended practices for wind turbine testing and evaluation. Proceedings European Wind Energy Conference, F.R. Germany, 1984.

Van Beek, A. Framework for standardization and certification of wind turbines. Proceedings EWEC'91. Holanda, 1991.

ICONTEC. Aseguramiento de la Calidad, serie 7 000. Publicaciones ICONTEC, Bogotá, 1991.

Mann, P., Stump, N y otros. The 250 Mw wind energy programme in Germany. Proceedings EWEC'91. Holanda, 1991.

De Jong, J.A. Exchange of experiences on training, need assessment and effects. Proceedings EWEC'91. Holanda, 1991.

Cross, Bruce. Editor. European directory of Renewable Energy. Suppliers and Services 1991. Ed. James & James, Londres

13. ANEXOS.

13.1 PRODUCTORES INTERNACIONALES

B. Productores de aerobombas

F. Productores de aerogeneradores



**EN ADARO B, E**

Doctor Esquerdo 138, Madrid, Spain 28007  
 Tel. +34 1 55 29 900. FAX. +34 1 43 35 916.  
 TELEX. 42083-Geo-e  
 CONTACT: J Siguenza Amichis  
 Geothermal Energy, wind, biomass, solar heating,  
 mining, hydro-geology, geology energy

**ADECO SA B, E**

Avenue de l'Oree 25, Brussels, Belgium 1050  
 Tel. +32 2 648 1842  
 CONTACT: Tinou Dutry  
 Suppliers of windmills and aerogenerators with  
 horizontal and vertical axis and more than 4 vanes

**AERODYN WIND TURBINES - E**

PO Box 2, Wellington, UK TA21 0AW  
 Tel. +44 82 3666177  
 CONTACT: John Share  
 Manufacture small-scale Aerodyn wind turbines

**AEROE ENERGIKONTOR - E**

Brogade 18, Aeroeskoebing, Denmark 5970  
 Tel. +45 62 52 15 37  
 CONTACT: Ide Seidelin  
 Information, guided tours, local planning on  
 island, locus system, windfarms

**AEROGENERADORES CANARIOS SA - E**

Dr Apolinario Macias 35, Las Palmas de Gran  
 Canaria, Spain 35011  
 Tel. +34 28 257701. FAX. +34 28 250588  
 CONTACT: P M M O'Shanahan  
 Stall and pitch regulated wind turbines up to 225  
 kW

**AEROSTAR DENMARK A/S E-B**

Birkevej 2, Spjald, Denmark 6971  
 Tel. +45 97 38 19 33. FAX. +45 55 48 10 37  
 Manufacturers of windmills

**ALF JARL THUROE, DANE MILL - E**

40 St Kongensgade, PO Box 9003, Copenhagen  
 K, Denmark 1264  
 Tel. +45 33 93 25 90. FAX. +45 33 93 25 80.  
 TELEX. 19191 THUROE DK  
 CONTACT: Leif Jarl Thuroe  
 Wind turbine 1kW, 10kW, 25kW, 150kW, 300kW,  
 400kW

**AIOLOS WINDMOLENGROEP - E**

Einsteinstraat 8A, Sneek, Netherlands 8606 JR  
 Tel. +31 5150 12079. TELEX. 75029  
 Mainly interested in small, independently  
 operating energy systems

**ALPHA REAL AG - E, B**

Energy Systems & Engineering, Feldeggstrasse  
 89, Zurich, Switzerland 8008  
 Tel. +41 1 383 02 08. FAX. +41 1 383 18 95  
 CONTACT: Markus Real  
 Wind and Solar Energy Systems and  
 Engineering

**AWP, PLANTAS EOLICAS SA - E**

Avda Carlos V 20, Sevilla, Spain 41004  
 Tel. +34 5 4410 149. FAX. +34 5 4411 352  
 Marketing, manufacturing, operation and  
 maintenance of windplants

**BALAZUC SA - E, B**

Route de St Ambroix, Saint Martin de Valgalgues,  
 France 30520  
 Tel. +33 66 30 26 49. FAX. +33 66 30 26 07.  
 TELEX. 490193  
 CONTACT: Mr Balazuc  
 Manufacturers of windmills

**BBC BROWN BOVERI - E**

Brown Boveri Nederland BV, PO Box 301,  
 Rotterdam, Netherlands 3000 AH  
 Tel. +31 10 4178911. FAX. +31 10 4181222.  
 TELEX. 21539 bbc nl  
 Active in the field of electrical energy.  
 Supplies electrical equipment for windmills

**BOHEMEN ENERGY SYSTEMS BV (BOHES) - E**

PO Box 50, Rheden, Netherlands 6990 AB  
 Tel. +31 8309 8225. FAX. +31 8309 8911.  
 TELEX. 45764  
 Has developed wind turbines with variable  
 hydraulic transmission and synchronous generator  
 (17-45m, 100-1000 kW)

**BONUS ENERGY A/S - E**

Fabriksvej 4, Brande, Denmark 7330  
 Tel. +45 97 18 11 22. FAX. +45 97 18 30 86.  
 TELEX. 60606 DANBON DK

CONTACT: Exp.Man. Henning Kruse  
1600 turbines manufactured (100-450 kW), company  
with 11 years experience

**J BORNAY - AEROGENERADORES - E, B**  
Avda. de Ibi 76/78, Castalla, Alicante, Spain 03420  
Tel. +34 6 556 00 25. FAX. +34 6 556 07 52  
CONTACT: Juan Bornay Rico  
Aerogeneradores, aerobombas para produccion de  
electricidad y extraccion de agua

**BRUMMER KG, HERMANN - E**  
Muhlenstrasse 8, Bad Karlshafen 2, Germany 3522  
Tel. +49 5672 8 20  
CONTACT: Hermann Brummer  
Manufacturers of wind turbines and generators,  
horizontal axis, and parallel to the wind multiple  
wings

**CARRETERO SA - E, B**  
Grandeza Espanola 39, Madrid, Spain 28000  
Tel. +34 91 463 0108. FAX. +34 91 464 7428.  
TELEX. 45017  
CONTACT: A Carretero Garrigos  
Supplier of equipment for renewable energy  
systems

**CEB (COMPTOIR ELECTRIQUE BISONIN) - E, B**  
BP 1989, Rue A Jouchoux, Besancon, France 25020  
Tel. +33 81 53 52 55. FAX. +33 81 88 73 88.  
TELEX. 361632  
CONTACT: Charles Reboul  
Suppliers of renewable energy equipment

**CGE DISTRIBUTION - E, B**  
BP 652, 15-17 Bld du General de Gaulle, Montrouge,  
France 92542  
Tel. +33 1 40 92 58 58. FAX. +33 1 40 92 59 99  
TELEX. 632551  
CONTACT: Roland Mattatia  
Suppliers of renewable energy equipment

**CIG ENERGIETECHNIK CONSULTANTS U. ING. - E, B  
GmbH**  
Schumannstrasse 84, Dusseldorf, Germany 4000  
Tel. +49 211 66 60 02  
CONTACT: D Christiansen

**CMCA MAURET (ETS) - E, B**  
BP 45, ZI Route de Bordeaux, Aire-sur-L'Adour,  
France 40800  
Tel. +33 58 71 62 22  
CONTACT: Michel Mauret  
Manufacturers of windmills

**COMATRA - E, B**  
Marlet, Serrieres, France 07340  
Tel. +33 75 34 09 75  
CONTACT: Richard Midera  
Manufacturers of windmills

**SJA DALE & SON LTD - B**  
Riverdane Road, Eaton Bank Industrial Estate,  
Congleton, UK CW12 1PN  
Tel. +44 260 275255. FAX. +44 260 270111.  
TELEX. 665028  
CONTACT: J C Dale  
Manufacturers and exporters of windmill pumps

**DANISH POWER CONSULT A/S - E**  
Lautruphoj 7, Ballerup, Denmark 2750  
Tel. +45 44 68 08 33. FAX. +45 42 97 99 83.  
TELEX. 37599  
Renewable energy projects include wind farms,  
turbines, combined heat/power plants fuelled by  
waste etc

**DANISH WINDPOWER PRODUCTION A/S - E, B**  
Kauslundvej 65, Middelfart, Denmark 5500  
Tel. +45 64 40 30 75. FAX. +45 64 40 34 04  
Manufacturers of windmills

**DATATREND/SOLARTREND - E**  
Zettachring 10a, Stuttgart 60, Germany 7000  
Tel. +49 711 7 28 73 80. FAX. +49 711 7 28 71 49  
CONTACT: Anneliese Holzwarth  
Manufacturers of combined sun and wind power  
plants and equipment

**DE PRETTO - ESCHER WYSS SRL - E**  
Via Daniele Manni 16/18, Schio VI, Italy 36015  
Tel. +39 445 691 511. FAX. +39 445 511 138.  
TELEX. 480 138  
CONTACT: Dr Giovanni Bertollo  
Manufacturers of Pelton Wheel hydro-electric  
power plants, and horizontal axis wind turbines

**DUYVEJONCK-SCHLOSSER - E, B**

Zuidkaai 32, Izegem, Belgium 8700  
Tel. +32 51 30 45 23  
Construction engineers and manufacturers of  
windmills and aerogenerators

**DWP A/S - E**

Kauslundvej 65, Middelfart, Denmark 5500  
Tel. +45 64 40 30 75. FAX. +45 64 40 34 04  
CONTACT: H Ullersted  
Manufacturers of wind turbines 150-300 kW

**EB ENERGI A/S - E**

Postboks 214, Okern, Oslo 5. Norway 0510  
Tel. +47 2 72 95 00. FAX. +47 2 64 27 52.  
TELEX. 71265  
CONTACT: Oystein Sorensen  
Manufacturers of wind power plants

**ECOTERMICA - E**

Via Marsala 173, Trapani, Italy 91100  
Tel. +39 923 47043. TELEX. 910 279  
CONTACT: Andrea Di Giovanni  
Manufacturers of methane production plants and  
wind turbines with vertical axis

**ECOWATT (StTE) - E**

Beysnac, Marmande, France 47200  
Tel. +33 53 64 24 48. FAX. +33 53 20 86 52.  
TELEX. 571156  
CONTACT: Michele Creuzet  
Manufacturers of wind turbines (horizontal and  
vertical axis)

**ELECTRICAL & MECHANICAL SYSTEMS LTD - B**

84 Dunderum Road, Newcastle, Nr Down Patrick, UK  
BT33 0SH  
Tel. +44 39 67 24926. FAX. +44 39 67 22029  
CONTACT: R McChesney  
Manufacturers of pumps for windmill drives

**ELMEKANO I LULEA AB - E**

Fabriksv 3, Lulea, Sweden 951 62  
Tel. +46 920 277 70  
CONTACT: Torvald Sandberg  
Manufacturers of equipment for wind power plants

**ENAG - E, B**

Route de L'Aeroport, Pluguffan, France 29000  
Tel. +33 98 52 58 58. FAX. +33 98 52 59 46.  
TELEX. 941242  
CONTACT: Jean Roussel  
Manufacturers of wind turbines

**EV FARSTRUP A/S - E, B**

Transformervej 9, Herlev, Denmark 2730  
Tel. +45 42 94 81 77. FAX. +45 44 92 28 07.  
TELEX. 35306  
Manufacturers of small generators for wind & water  
power systems - up to 30kW

**GUARNERIO & MANTELLI SRL - E, B**

Via Piranesi 22, Milano, Italy 20137  
Tel. +39 2 761 10 309. FAX. +39 2 740 621.  
TELEX. 311297  
Suppliers of windmills

**HARBARTH - E, B**

Hecheln 32, Muhligen, Germany 7769  
Tel. +49 7775 1215  
DIY requirements for small wind plants, building  
guidance, generators, wings, catalogue for 4-DM

**HERWI-SOLAR - E**

Kollfelder Strasse 17, Rollbach, Germany 8761  
Tel. +49 9372 15 54  
Manufacturers of combined sun and wind plants  
and equipment

**HMZ BELGIUM NV - E**

Rellestraat 3, Sint-Truiden, Belgium 3800  
Tel. +32 11 68 06 66. FAX. +32 11 68 13 07.  
TELEX. 39231  
CONTACT: Michel Ardoullie  
Optimised design of windfarms for companies  
worldwide

**HOLEC NEDERLAND BV - E**

PO Box 474, Amersfoort, Netherlands 5800 AL  
Tel. +31 33 753400. FAX. +31 33 637171.  
TELEX. 44059 hlec nl  
Small scale decentralised power generation  
projects include wind energy systems and thermal  
power stations

**INDUSTRICOM SA - E, B**

Ave de la Couronne 504, Brussels, Belgium 1050  
Tel. +32 2 647 6925. TELEX. 25834  
CONTACT: B van Damme  
Construction and installation engineers, produces  
a wide range of windmills and aerogenerators

**IRATI - E, B**

26 Route de Behobie, Hendaye, France 64700  
Tel. +33 59 20 03 82. FAX. +33 59 20 46 39.  
TELEX. 541415  
CONTACT: Jean-Pierre Erbin  
Suppliers of renewable energy equipment

**IVO INTERNATIONAL LTD - E, B**

PO Box 112, Vantaa, Finland 01601  
Tel. +358 0 5081. FAX. +358 0 508 3408.  
TELEX. 124608  
CONTACT: Sune Norrback  
Consultants for design planning, construction and  
management of energy systems

**JACOBSEN & WIDMARK AB**

Stjärnv 2, Lidings, Sweden 181 63  
Tel. +46 8 731 2000. FAX. +46 8 767 6229.  
TELEX. 17184  
CONTACT: Bengt Levin  
General renewable energy consultants

**LAUKHUFF GmbH & CO - E**

PF 80, Weikersheim, Germany 6992  
Tel. +49 7934 611. FAX. +49 7934 616.  
TELEX. 74205  
CONTACT: Hans Erich Laukhuff  
Manufacturers of wind turbines, horizontal and  
vertical axis

**LENZI SpA - E**

Via Enrico Fermi 54, Trento, Italy 38100  
Tel. +39 461 920087. FAX. +39 461 931564.  
TELEX. 400554  
CONTACT: Vilmo R Chiarotti  
Manufacturers of wind motors

**LOW ENERGY SUPPLY SYSTEMS - E, B**

84 Colston Street, Bristol, UK BS1 5BB  
Tel. +44 272 272530  
CONTACT: Richard St George  
Manufacturers of small-scale renewable energy  
equipment, solar, wind and micro hydro plants

**MAN B&W NORGE A/S - E**

Toil Bugata 24, Oslo 1, Norway 0157  
Tel. +47 2 11 18 39. FAX. +47 2 41 02 40  
TELEX. 78042  
CONTACT: Harald Fondenaer  
Manufacturers of wind power plants

**MICON A/S - E**

Milskovvej 8, Helstrup, Randers, Denmark 6900  
Tel. +45 86 46 76 00. FAX. +45 86 46 77 13  
CONTACT: Bent G Knuyberg  
Micon A/S specialises in wind energy

**MMEW LTD - E**

North Tay Centre, 48 Loons Road, Dundee.  
UK DD3 6AQ  
Tel. +44 382 642132  
CONTACT: D J T McKenzie  
Manufacturers of wind generators

**MOTHERWELL BRIDGE SPECIAL PRODUCTS - B**

Unit 4D, Wellheads Ind. Estate, Dyce, Aberdeen, UK  
AB2 0BG  
Tel. +44 224 723434. FAX. +44 224 771082  
TELEX. 739452  
CONTACT: T Burnett  
Manufacturers of windmill driven pumps

**NESTE ADVANCED POWER SYSTEMS - E**

Raisitie 7, Vantaa, Finland 01510  
Tel. +358 0 870 1611. FAX. +358 0 826 301.  
TELEX. 126048 naps sf  
CONTACT: Heikki Tikkanen, Gen.Mgr  
Neste Advanced Power Systems is a systems house  
specializing in renewable energy systems. 'Naps'  
product range encompasses solar and wind power  
systems and their combinations with or without  
diesel backup. The systems are developed both for  
industrial applications and the individual  
consumer

**NORDEX ENERGY A/S - E**

Svindbaek, Give, Denmark 7323  
Tel. +45 75 73 44 00. FAX. +45 75 73 41 47  
CONTACT: Jens Pedersen  
Nordex produces wind turbines from 150kW to 250  
kW



**NORDTANK ENERGY GROUP - E**

Nyballevej 8, Balle, Denmark 8444  
Tel. +45 86 33 72 00. FAX. +45 86 33 73 74.  
TELEX. 63405 NTMILL DK  
Grid connected wind turbines, 65 kW to 500 kW  
turnkey systems

**OEHNINGER, JEAN. ING. - E**

193 Route de Lausanne, Villette (Lavaux) VD,  
Switzerland 1096  
Tel. +41 21 99 16 97  
Manufacturers of wind power plants

**PERRIN INDUSTRIE - E, B**

21 Chemin des Vignes, Garches, France 92380  
Tel. +33 1 39 53 81 67. TELEX. 631411  
CONTACT: Vincent Garreta  
Manufacturers of wind turbines

**PONCELET (ETS) - E, B**

Rue Plaine D'Aviation 49A, Brussels, Belgium 1140  
Tel. +32 2 215 2947  
CONTACT: Roger Poncelet  
Manufacturers of windmills and aerogenerators

**PONCELET ET CIE - E, B**

BP 12, Plancy l'Abbaye, France 10380  
Tel. +33 25 37 40 15. FAX. +33 25 37 43 72  
CONTACT: Bernard Poncelet  
Manufacturers of wind turbines

**PROENGIN - E, B**

3 Rue de l'Industrie, Saint-Cyr-L'Ecole, France 78210  
Tel. +33 1 30 58 47 34. FAX. +33 1 30 58 93 51.  
TELEX. 697113  
CONTACT: Pierre Clausin  
Manufacturers of windmills and aerogenerators  
with vertical axis with controlled or uncontrolled  
circulation

**PROVEN ENGINEERING PRODUCTS LTD - E, B**

Moorfields Industrial Estate, Kilmarnock,  
UK KA2 0BA  
Tel. +44 563 43020, FAX. +44 563 39119  
CONTACT: Mr G Proven  
Specialists in wind engineering

**PUMPING SERVICES (GB) LTD - B**

Whitehouse Street, Hunslet, Leeds. UK LS10 1AD  
Tel. +44 532 446111. FAX. +44 532 465649.  
TELEX. 557 445  
CONTACT: K Fox  
Suppliers of windmill driven pumps

**PUMPING SERVICES (GB) LTD - B**

Unit 16 Northumberland Park Ind. Est., 76  
Willoughby Lane, Tottenham. UK N17 0YW  
Tel. +44 81 885 2433. FAX. +44 81 801 4108  
CONTACT: B J Rockell  
Suppliers of windmill driven pumps

**REMOTE POWER SYSTEMS - E**

53 Eastwick Drive, Great Bookham, Surrey. UK  
KT23 3PU  
Tel. +44 372 454617. FAX. +44 372 457946  
CONTACT: G Rowlandson  
Designers, suppliers and installers of  
Solar Heating, wind power or hybrid systems

**RIVA CALZONI SpA. - E**

Via Emilia Ponente 72, Bologna, Italy 40133  
Tel. +39 51 52 75 11. FAX. +39 51 65 74 655.  
TELEX. 510 156  
CONTACT: Guido Ucelli  
Manufacturers and exporters of small/large  
horizontal axis wind turbines and hydro electric  
power plants

**ROHEICO A/S - E**

Bogensevej 76, Arup, Denmark 5560  
Tel. +45 64 43 17 20. FAX. +45 64 43 18 99.  
TELEX. 50397  
Manufacturers of windmills 1.5-3 kW for stand  
alone systems in remote areas

**SACEM (SARDA COSTRUZIONE E MONTAGGI) - E**

Via Ariosto 3, Porto Torres, Italy 07046  
Tel. +39 79 503 165. FAX. +39 79 503 406.  
TELEX. 791125  
CONTACT: Luigi Giuffrida  
Construction and installation of renewable energy  
systems including, biogas, geothermal, hydro and  
wind energy systems

**SANE (SOCIETE DES APPLICATIONS NOUVELLES DE L'ENERGIE) - E**

1 Route de Laure, Chateauneuf les Martigues.  
France 13220  
Tel. +33 42 76 20 03. FAX. +33 42 76 17 95  
CONTACT: Jacques Euvrie  
Manufacturers of a range of vertical and horizontal axis wind turbines

**SIEMENS - ALBIS AG - E**

Albisriederstrasse 245, Zurich, Switzerland 8047  
Tel. +41 1 495 3111. TELEX. 558911  
CONTACT: M Nagel  
Manufacturers of wind power plants

**SOIMI COSTRUTTORI SpA - E, B**

Via Fratelli Bandiera 55, Marghera, Venezia.  
Italy 30175  
Tel. +39 41 983 877. FAX. +39 41 935 118,  
TELEX. 410 262  
CONTACT: Luigi Giuffrida  
Manufacturers of biogas, geothermal, hydro and wind energy systems

**SUDWIND GmbH WINDKRAFTANLAGEN - E, B**

Kopenicker Strasse 145, Berlin 36, Germany 1000  
Tel. +49 30 611 85 14. FAX. +49 30 618 50 17  
CONTACT: Roland Nagel  
Consulting engineering, manufacturing maintenance of WEC

**SULZER ANLAGEN UND GEBAUDETECHNIK GmbH - E**

PF 10 42 51, Stuttgart 10, Germany 7000  
Tel. +49 711 64 84 0. FAX. +49 711 64 84 248.  
TELEX. 723 630  
CONTACT: Siegfried Lange  
Manufacturers of combined sun and wind power plants

**STORK FDO-WES BV - E**

Po Box 379, Amsterdam, Netherlands 1000 AJ  
Tel. +31 20 262011. TELEX. 16107 fdo nl  
Specialists in power production systems - medium/large scale turbines (vertical & horizontal axis)

**SURGCASST DEVELOPMENTS LTD - E**

Roundway Mill, London Road, Devizes. UK  
SN10 2EA  
Tel. +44 380 3402. FAX. +44 380 729063.  
TELEX. 44859  
CONTACT: P Bradbury  
Manufacturers of pumps for windmills

**JM TORRENS S. COOP - E, B**

G Via Carlos III, 61 bis, Barcelona, Spain 08028  
Tel. +34 93 339 94 62  
CONTACT: Jose Maria Torrens Rasal  
Suppliers of renewable energy equipment

**TRAMONTANA - E**

78 Quai de la Loire, Paris, France 75019  
Tel. +33 1 42 41 07 82. FAX. +33 1 42 41 33 47  
CONTACT: Jean Michel Germa  
Manufacturers of grid connected wind systems.  
Consultants for wind energy

**TRASCO ENERGY SYSTEMS PRODUCTION BV - E**

PO Box 1252, Nieuwegein, Netherlands 3430 BE  
Tel. +31 3402 61020. TELEX. 73008 Rjass nl  
Prominent air turbine manufacturers responsible for developing TW5 175 windmill

**VENTILATOREN STORK HENGLO BV - E**

Postbus 2071, Hengelo, Netherlands 750 CB  
Tel. +31 74 454321 X 2990. FAX. +31 74 433725.  
TELEX. 44324  
Develops and manufactures industrial fans and rotor blades for wind turbines

**VESTAS-DANISH WIND TECHNOLOGY - E**

Smed Hansens Vej 27, Lem, Denmark 6940  
Tel. +45 97 34 11 88. FAX. +45 97 34 14 84  
CONTACT: Anne Kjems Rasmussen  
Vestas/DWT offers wind turbines from 100kW to 400kW

**VESTAS DEUTSCHLAND GmbH - E**

Otto-Hahn-Strasse 2, Husum/Nordsee, Germany 2250  
Tel. +49 4841 71005. FAX. +49 4841 71007  
Manufacturers of Vestas wind power plants V27-225 kW



**VILLAS WIND TECHNOLOGY GmbH - E, B**  
Industriestrasse 18, Furnitz/Villach, Austria 9586  
Tel. +43 4257 22410. FAX. +43 4257 4421325  
Manufacturers of wind energy converters

**WINCON WIND ENERGY APS - E**  
Hagenstrupvej 38, Ulstrup, Denmark 8860  
Tel. +45 6 46 33 22. FAX. +45 6 46 44 34.  
TELEX. dk 65120  
CONTACT: Mr. Jan Haahr, Director  
Provides extensive experience in modern wind  
energy technology, including windmills, windparks,  
conversion systems etc

**WIND ENERGY GROUP LTD - E**  
Alpha House, Westmount Centre, Delamere Road,  
Hayes, UK UB4 0HD  
Tel. +44 81 561 5533. FAX. +44 81 569 1101.  
TELEX. 888968  
CONTACT: Peter Hinson  
Specialists in wind turbine, design, installation  
and operation 200-300 kW.

**WIND WORLD A/S - E**  
Buttervej 60, Skagen, Denmark 9990  
Tel. +45 98 44 40 11. FAX. +45 98 44 57 56.  
TELEX. 9387180 WWGM DK  
CONTACT: Leif Andersen  
Production and sales of wind turbines from 100 kW  
to 500 kW

**WIND AND SUN - E.**  
The Howe, Watlington, Oxford, UK OX19 5EX  
Tel. +44 491 613859  
Specializes in small wind and solar installations

**WINDHARVESTER LTD - E**  
Colwell, Hexham, Northumberland, UK NE46 4TN  
Tel. +44 434 681808. FAX. +44 434 681603  
Manufacturers of wind powered electrical  
generators for grid connected or stand alone  
systems

**WINDKRAFT-ZENTRALE - E**  
Broderstey, Germany 2343  
Tel. +49 4644 12 74  
CONTACT: H Frees  
Manufacturers of wind turbines (horizontal axis)  
parallel to the wind multiple wings

**WINSUND ENERGY SYSTEMS LTD - E**  
Unit 3, Industrial Estate, Spott Road, Dunbar, East  
Lothian, UK EH42 1RS  
Tel. +44 368 63981. FAX. +44 368 63981  
CONTACT: Charles M Peterson  
Winsund design, engineer, supply and install  
wind/solar/standby based natural energy power  
system. Winsund design and manufacture control  
systems

**ZEPHYR ENERGY AB - E**  
Box 219, Falkenberg, Sweden 311 23  
Tel. +46 346 142 55. FAX. +46 346 126 70 -  
CONTACT: Lennart Nilsson  
Zephyr Energy offers a consultancy service,  
develops and manufactures wind power, plants and  
other sources

1.1. Waterlifting windmills

<u>Supplier</u>	<u>Available Trademark(s)</u>
* Abachem Eng. Ltd. Northern Road Newark, Notts. NG 24 2EH ENGLAND (ph. 0636 76483)	Abachem
* Aeromotor Water Systems P.O. Box 1364 Conway, Arkansas 72032 USA (ph. 501-329-9811)	Aeromotor (Aeromotor)
* Aero-Aids 27, Shrunagar shopping centre Mahatma Gandhi Road, Bangalore 560001 INDIA (ph. 563006)	Agro
* Akrohaatti: see Finergia	
* Ateliers et Chantiers Navals Mithon - Atlantique Neyrtec P. 103, 71103 Chalon-sur-Saône FRANCE	Neyrtec
Alston: see Windspinner	
* P. Andrag & Sons Pty. Ltd. 19 Modderdam Road, P.O. Box 364 Belleville, Cape Province SOUTH AFRICA	Aeromotor
* Auto Spare Industries/ Wind Machines Division C-7 Industrial Estate Pondicherry 605 004 INDIA	DW-Windmachines
* Baker: see Heller - Aller	
* Baldi y Ucelli: see Enermecanica	
* Bean Hill: see Pembrokeshire Eng.	
* Beaver Meadow Industries P.O. Box 21, Silverdale NEW ZEALAND (ph. HBC7244)	BH
* Bharat Heavy Electricals Ltd. Co. RAD Division - Vikas Nagar Hyderabad 500593 INDIA (ph. 260091 to 94)	Bharat

Supplier

Available Trademark(s)

* Bobs Harries Eng. Ltd. Karamaini Estate P.O. Box 40, Thika KENYA (ph. Thika 47234/47250)	Kijito
* Bosman Waterbeheersing en Milieuverbetering B.V. P.O. Box 3701, Steegjesdijk 4 3265 ZG Piershil THE NETHERLANDS (ph. 01869-1022)	Bosman
* Bowjon 2829 Burton Ave Burbank, Ca 91504 USA	Bowjon (incl. Rancher)
* Briau S.A. B.P. 43 37007 Tours Cedex FRANCE (ph. 47613817)	Mistral
* Chapman & Saunders Pty., Ltd. P.O. Box 819, 25 Crouch Street South Mount Gambier, S.A. 5290 AUSTRALIA (ph. 259566)	Varcoe
* Climax Windmills (Pty.) Ltd. P.O. Box 74 1930 Vereeniging SOUTH AFRICA	Climax
* Climax/Stewarts & Lloyds Ltd. Box 784 Harare ZIMBABWE	Climax
* Comet: see Sydney Williams	
* Dempster Industries Inc. 711 South Sixth Street, P.O. Box 348 Beatrice, Nebraska 68310 USA (ph. 402-223-4026)	Dempster
* DW-Windmachines: see Auto Spare Ind.	
* ECEBE: see Hidrotor	
* Elektrowatt: see Watt	
* Enermecanica Zona Industrial Lte. 4 Hzna 252 Apartado 375 Piura PERU (ph. 32-7282)	Enermecanica (Baldi y Ucelli)

Supplier	Available Trademark(s)
* FIASA (Fabrica de Implementos Agricolas) Hortiguera 1890 1406 Buenos Aires ARGENTINA (ph. 923-1085)	FIASA
* Finergia (Oy) AB SF 14810 Tohjoinen FINLAND	
* Las Gaviotas Caseo Bolivar No. 20-90 Socata COLOMBIA (ph. 241 9967)	Gaviotas
* Gjellerup Smed (F. Sørensen) Kirkevaenge 3 7400 Herning DENMARK (ph. 07-116073)	Gjellerup
* Guanaco Int. Mipu 325 1000 Buenos Aires ARGENTINA (ph. 45-9686)	Guanaco
* Harries: see Bobs Harries	
* El Hayat: see Onamhyd	
* Hayes, Ernest (N.Z.), Ltd. P.O. Box 23, 789 Main South Rd. 042 Christchurch NEW ZEALAND (ph. 496-089)	Hayes
* Heller-Aller Co. Corner of Oakwood & Perry Str. S, P.O. Box 29 Napoleon, OH 43545 USA (ph. 419-592-1856)	Baker
* Hertog Polderbemalingen Julianastraat 10-14 2751 GD Moerkapelle THE NETHERLANDS (ph. 01793-1329)	Hertog
* Hidrotor Empresa Constructora de Equipos de Bombeo Eólicos Jiron Puerto 713-715 Puno PERU	Hidrotor

Supplier	Available Trademark(s)
* Humblot (Eoliennes) 8 Rue d'Alger Coussey, 88300 Neufchateau FRANCE (ph. 09-3329069362)	Humblot
* IERT (Institute of Engineering and Rural Technology) (polytechnic) National Wind Energy R & D Centre Allahabad, 211002 UP INDIA	12 PU-series
* IVEL - Sr. Elfas Levi Rue Montevideo Campina Grande, Paraiba BRASIL	IVEL
* Jolly Windmill Co. P.O. Box 57101 Auckland NEW ZEALAND	Jolly
* Kijito: see Bobs Harries	
* KMP - Manufacturing Co. P.O. Box 441 Earth, Texas 79031 USA (ph. 806-257-3411)	Parish
* Lubing Maschinenfabrik Postfach 110, D-2847 Barnstorf W. GERMANY (ph. 05442-625)	Lubing
* MAPEL (Mecanização Agricola & Perfuracoes Ltda) Edificio Cidade de Ilheus, conjunto 805/806 Avenida Estados Unidos No. 10 Salvador, Bahia BRASIL (ph. 242-1130)	MAPEL
* M.B.P. (S.A.) Pty. Ltd. Salvado Road Wembley, West. Austr. 6014 AUSTRALIA	Hettlers
* Minuano Industrias Mecánicas Rua Arlindo Nobrega de Almeida 400 Vila Sao Luiz BRASIL (ph. 482-5128)	Minuano

Supplier	Available Trademark(s)
<p>Arin Ltd. Dada Chambers, M.A. Jinnah Road Karachi 2 PAKISTAN (ph. 231332/233595/221783)</p> <p>Hellers: see M.B.P.</p>	<p>WEU-design &amp; 7.3 m-design (see Kijito)</p>
<p>Mission Catholique Segou REP. DU MALI</p>	<p>Sahores</p>
<p>Mistral: see Briaud</p>	
<p>Mono Pumps Mono House 118-148 Lower Dandenong Rd Mordialloc, Vict. 3195 AUSTRALIA</p>	<p>Mono Pump</p>
<p>W.D. Moore &amp; Co. 3, Keegan Street, O'Connor W. AUSTRALIA 6163</p>	<p>Aermotor</p>
<p>Naesjberg Maskincenter Kirkediget 8, Naesjberg DK-8800 Varde DENMARK (ph. 05-267111)</p>	<p>Sparco</p>
<p>Rewart: see Wakes &amp; Lamb</p>	
<p>Neyrtec: see Ateliers et Chantiers Navals</p>	
<p>Oasis: see Poncelet &amp; Cie.</p>	
<p>Onamhyd Office National du Materiel Hydraulique Unit "El Hayat", B.P. 30 Laghouat ALGERIA (ph. 725907/724388)</p>	<p>El Hayat</p>
<p>Oy Finergia: see Finergia</p>	
<p>Parish: see KMP</p>	
<p>PEL-Products P.O. Box 9533-Hamilton NEW ZEALAND (ph. 78058/57)</p>	<p>PEL</p>
<p>Pembrokeshire Eng. Services Ltd. Keeston House, Keeston Haverfordwest, Pembs. ENGLAND (pg. Camrose 348)</p>	<p>Bean Hill</p>

Supplier	Available Trademark(s)
<p>* Poncelet &amp; Cie. Boite Postale No. 12, Place de la Victoire 10380 Plancy l'Abbaye FRANCE (ph. 25-374015)</p>	<p>Oasis</p>
<p>* 12 PU-windmills: see IERT, WORTH</p>	
<p>* PumpOmat: see Windpumpen-Zentrale</p>	
<p>* Pwani Fabricators P.O. Box 33381, Mwabundu Road Industrial Area, Mombasa KENYA (ph. 24991)</p>	<p>Pwani</p>
<p>* Rancher: see Bowjon</p>	
<p>* Reymill Steel Products Sta. Rosa Nueva Ecija PHILIPPINES (ph. 641)</p>	<p>Reymill</p>
<p>* Sahores: see Mission Cath. Segou</p>	
<p>* Sanit: see Thai U-SA</p>	
<p>* Sheet Metal Kraft 14 Coventry Street, L.I.S. Belmont P.O. Box 1840, Bulawayo ZIMBABWE (ph. 74100/74106)</p>	<p>SMK (Sheet Metal Kraft)</p>
<p>* Sjørslev Maskinforretning Sjørslev DK-8620 Kjellerup DENMARK</p>	<p>Unimax</p>
<p>* Sydney Williams &amp; Co. Ltd. Williams Parade, P.O. Box 22 Dulwich Hill N.S.W. AUSTRALIA 2203 (ph. 560-4000)</p>	<p>Cumet</p>
<p>* Southern Cross: see Toowoomba Southern Cross</p>	
<p>* Southern Cross P.O. Box 1343 Palmerston North NEW ZEALAND</p>	<p>Southern Cross</p>
<p>* Southern Cross Windmill and Engine Co. Nuffield Street Bloemfontein SOUTH AFRICA</p>	<p>Southern Cross</p>





<u>Supplier (electr. gen. windmills)</u>	<u>Available Trademark(s)</u>
* Bergey 2001 Priestly Ave. Norman, OK 73069 USA (ph. 405-364-4212)	Bergey
* Berewoud energie Generatorstraat 15 3903 LH Veenendaal THE NETHERLANDS (ph. 08385-14151)	Windvang
* Bertola: see Aesthetic Energy Systems	
* Bircher Machine, Inc. P.O. Box 97 Kanopolis, KS 67454 USA (ph. 913-472-4413)	Bircher
* Bonus: see Danregn and Makon	
* Bouma B.V. Stevinstraat 11 1740 KN Heerhugowaard THE NETHERLANDS (ph. 02207-17905)	Bouma
* Bowjon Inc. 2829 Burton Ave Burbank, CA 91504 USA	Soma
* Brucmer Windkraftanlagen KG Mühlenstrasse 1-8 3522 Bad Karlshafen 2 Helmarshausen W. GERMANY (ph. 05672-820)	Brucmer
* Böwe Maschinenfabrik GmbH Haunstätter Str. 112 8900 Augsburg 1 W. GERMANY	Wimo
* Le Carbone Lorraine Nederland B.V. Zomerhofstraat 58 3032 CM Rotterdam THE NETHERLANDS (ph. 010-653433)	AeroWatt
* Carter Wind Systems Route 1, Box 405-A Burkburnett, TX 76354 USA (ph. 817-569-2238)	Carter

<u>Supplier (electr. gen. windmills)</u>	<u>Available Trademark(s)</u>
* Catgluz Simoes Dias, Sergipe BRASIL	Catgluz
* Chalk Wind Systems P.O. Box 446 St. Cloud, FL 32769 USA (ph. 305-892-7338)	Chalk
* A. Colijn Industrieterrein, Postbus 10 0690 AA Gendt THE NETHERLANDS (ph. 08812-1607)	Colijn
* DAF Indal Ltd. 3570 Hawkestone Road Mississauga, Ontario CANADA L5C 2V8 (ph. 416-275-5300)	DAF-Indal
Danish Wind Technology (DWT) Marsk Stigsvej 4 DK 8800 Viborg DENMARK (ph. 456623499)	DWT
* Danregn Vindkraft a/s 7330 Brande DENMARK (ph. 07-181570)	Bonus
* Dansk Vindkraft Industrie aps (DVI) Vendevej 6 Buresø, 3550 Slangerup DENMARK (ph. DK 03183439)	Dansk Vindkraft (DVI) (Circumil)
* Dansk Vindmøllefabrik ApS (O. Rasmussen) Strandholtvej 24, Skellerup 9500 Hobro DENMARK (ph. 08-555222)	Dansk Vindmølle
* Dragonfly Wind Electric P.O. Box 57-M Albion, Ca 95410 USA (ph. 707-937-4710)	Dragonfly
* Dunlite Electrical Products Co. 28 Orsmond St., P.O. Box 100 Hindmarsh, S.A. 5007 AUSTRALIA (ph. 46-3832)	Dunlite



<u>Supplier (electr. gen. windmills)</u>	<u>Available Trademark(s)</u>
* DWT: see Danish Wind Technology	
* Ecowatt (Eoliennes) Beysac 47200 Marmande FRANCE	Ecowatt
* Egenjergård (O & K Hansen) Tammel Gang 2, Kongsted 4293 Dianalund DENMARK (ph. 03-560213)	Kongsted
* Elektro GmbH St. Gallerstrasse 27 CH 8400 Winterthur SWITZERLAND	Elektro
* Elektromat (Windpumpen Zentrale) D-2341 Brodersby/Kappein GERMANY (ph. 4644-1274)	Elektromat, Wind-Power (S.J.)
* Elektrowatt: see Watt	
* Elin Co. Chippinhook Rd. Wallingford, VT 05773 USA (ph. 802 446-2575)	Elfin
* Enag S.A. Route de Pont l'Abbé 29000 Quimper FRANCE (ph. 16-98-954425)	Enag
* Energy Sciences Inc. (ESI) 900 28th Street P.O. Box 3009 Boulder, CO 80303 USA (ph. 303-449-3559)	ESI
* Enertech Corporation P.O. Box 420 Norwich, VT 05055 USA (ph. 802-649-1145)	Enertech, Dunlite

<u>Supplier (electr. gen. windmills)</u>	<u>Available Trademark(s)</u>
* Environmental Energies Inc. P.O. Box 73, Front Street Copenish, MI 49645 USA (ph. 616-378-2921)	HWT
* Eolec/SARL Chemin du Raisin 84310 Morieres-les-Avignon FRANCE (ph. 90-839055)	Gyrowatt
* ESI - see Energy Sciences Inc.	
* Extrawatt P.O. Box 15, B.P. Hamel St. Jean de la Lande Que. G0M 1E0 CANADA	Extrawatt
* Fayette Manufacturing Corp. P.O. Box 1149 Tracy, CA 95376 USA (ph. 415-443-2936)	Winway
* Fel-Pro Energy P.O. Box 27 Lake Geneva, WI 53147 USA (ph. 414-248-6672)	Fel-Pro
* FIASA (Fabrica Implementos Agrícolas) Hortiguera 1890 1406 Buenos Aires ARGENTINA	FIASA
* FIAT/SES Via Cuneo 20 10152 Torino ITALY	FIAT
* Flowind Corp. 21414, 68th Ave South Kent, Washington 98031 USA (ph. 206-872-8500)	Flowind
* Forces Motrices Neuchateloises (FMN) Panensa S.A., Les Vernets Ch - 2035 Corcelles SWITZERLAND (ph. 038 30 11 11)	FMN

Supplier (electr. gen. windmills)	Available Trademark(s)
* Frances & Lewis Ltd. The Runnings Kingsditch Estate, Glos. ENGLAND GL51 0NJ	Dunlite
* Fuji Electric Co. Ltd. 1-1 Tanabe - Shinden KAWASAKI-KU, Kawasaki-shi JAPAN	Fuji
* Gieromill: see also Dansk Vindkraft a.o.	
* Gieromill Nederland B.V. Liljeveeg 4 6115 AA Zwolle THE NETHERLANDS (ph. 038-652175)	Gieromill (DVI)
* Graft Königs Döwelsstrasse 55 D-3000 Hannover 1 GERMANY (ph. 05-11-814425)	Aerovelle
* GSS-Power Hills Aps Bastervade 55 1300 Frederikshavn DENMARK (08-430200)	GSS (see under Windpower S.J.)
* Gyrowatt: see Eolec	
* Handelcompagnie B.V. Laanweg 5, P.O. Box 484 1200 AL Spijkensisse THE NETHERLANDS (ph. 01880-20388)	Sonebjerg
* Jensen (Jørgen) København 182, 3tv Denmark 40 DENMARK (ph. 09-103350)	Kramsberg
* Hawker Siddeley Power Plant UNITED KINGDOM	North Wind
* Helius: see Windstream/Thermax	

Supplier (electr. gen. windmills)	Available Trademark(s)
* H-Energiesystemen B.V. Rouwkooplaan 14 2251 AP Voorschoten THE NETHERLANDS (ph. 01717-7405)	HE
* Hinton Research 417 Kensington Salt Lake City, UT 84115 USA (ph. 801-487-3896)	Hinton
* HHZ Rellestraat 2 3500 Sint Truiden BELGIUM (ph. 32-11-08-06-06)	Wind Master
* Hoebee (Scheepswerf B.V.) Postbus 293, Hervevestraat 56 3300 AG Dordrecht THE NETHERLANDS (ph. 078-130088)	Proengin
* Humblot 8 rue d'Alger Coussey 88300 Neufchateau FRANCE (ph. 16-29-069362)	Humblot
* Hummingbird 12306 Rip van Winkle Houston, TX 77024 USA	Hummingbird
* HWT: see Environmental energies	
* Innoventic: see VPF	
* Intransit De Hondert Margen 6, P.O. Box 87 2678 ZH De Lier THE NETHERLANDS (ph. 01745-4141)	Vestas
* Jacobs Wind Electric Co., Inc. 2720 Fernbrook Lane Minneapolis, MN 55441 USA (ph. 612-559-9361)	Jacobs

Supplier (electr. gen. windmills)	Available Trademark(s)
* Japan Wind Power Generator Co. Sudo BLDG. 1-4-2 Nakameguro Meguro-Ku, Tokyo 153 JAPAN (ph. 710-0121)	JWP
* Jydsk Vindkraft ApS Kalvhavevej 30 DK - 8763 Rask Mølle DENMARK (ph. 05-678928)	Jydsk
* Jyoti Ltd. (Energy Division) Tandalja, Vadodara 391410 INDIA (ph. 59518/59618)	Jyoti
* JSL (Søndergaard) Batum Hedevej 16 8800 Viborg DENMARK (ph. 06-651098)	JSL
Kongsted: see Egebjerggård	
Krumsberg: see Hansen (Jørgen)	
* Kuriant Alfred Christensen Industriarealet 54-60 DK. 6990 Ulfborg DENMARK (ph. 07-491666)	Kuriant
* Lagerwey, Van de Loenhorst Garderbroekerweg 175 3774 JD Kootwijkerbroek THE NETHERLANDS (ph. 03423-2265)	Lagerwey v.d. Loenhorst
* LMW (Dolf Haavecost) Zuidesch 5 9304 TW Lieveren THE NETHERLANDS (ph. 05908-16100)	LMW
* Lubing Maschinenfabrik Postfach 110 2847 Barnstorf W-GERMANY (ph. 05442-625)	Lubing
* LWT: see Lebest	

Supplier (electr. gen. windmills)	Available Trademark(s)
* Magnus 3500 Devon Avenue Chicago, IL 60659 USA (ph. 312-679-0070)	Bergev (BWC)
* Makon Windenergie Nijverheidsweg 19 3471 CZ Kamerik THE NETHERLANDS (ph. 03-81-1873)	Bonus
* MAN - Dept. EA P.O. Box 500620 D-8000 München 50 W. GERMANY	Aeroman
* Megatech Corp. 29 Cook Street Billerica, MA 01866 USA (ph. 617-273-1900)	Megatech
* Millville Hawaii Windmills Inc. 3033 North Nimitz Highway Honolulu 96819 HAWAII/USA (ph. 808-836-1180)	Millville
* Moerup DENMARK	Moerup
* Moerup/Micon California USA	Moerup
* Multimetaal Constructie B.V. Nijverheidsweg 3c 1785 AA Den Helder THE NETHERLANDS (ph. 02230-13679)	Multimetaal
* Nedergie B.V. Lijnbaan 1, P.O. Box 54 4250 DA Leerdam THE NETHERLANDS (ph. 01835-3854)	Ecowatt, Kuriant, a.o.
* Neyrtec: see Alstom-Atlantique	
* NLH B.V. - Afd. Service Postbus 39 7200 AA Zutphen THE NETHERLANDS (ph. 05750-10947)	Windpaq

<u>Supplier (electr. gen. windmills)</u>	<u>Available Trademark(s)</u>
* Noah Energie Systeme GmbH Grielsdorferstrasse 16 D-5300 Bonn 1 Messdorf W-GERMANY (ph. 02242-2543-613712)	Noah
* Nordtank - Jydsk Tankwagen Ind. 1444 Balle DENMARK	Nordtank
* Nordvestsjaellands Energigivaerksted Ringstedvej 189 4300 Holbaek DENMARK (ph. 03-479135)	Nordvestsjaelland
* North Wind Power cp. P.O. Box 556 Baretown, VT 05660 USA (ph. 802-496-2955)	North Wind
* Panensa: see FMN	
* Raques B.V. T. De Boerstraat 11, Postbus 52 3560 AB Balk THE NETHERLANDS (ph. 05140-3441) (sales via NLH)	Windpaq
* Pembrokeshire: see J.I.	
* P.I. Specialist Engineers Ltd. The Dean Alresford Hants ENGLAND (ph. 096273-4262)	P.I.
* PH-Windpower P.O. Box 89 Mentor, OH 44060 USA (ph. 216-255-3437)	PH
* Polenko B.V. Kruiswerven 9 3911 TZ Rhenen THE NETHERLANDS (ph. 08376-9008)	Polenko
* Polymarin B.V. Nijverheidsweg 7 1671 GC Medemblik THE NETHERLANDS (ph. 02274-3044)	Polymarin

<u>Supplier (electr. gen. windmills)</u>	<u>Available Trademark(s)</u>
* Poncelet, Etablissements 49A-51 Rue Plaine d'Aviation 1140 Bruxelles BELGIUM (ph. 02-215-29-47)	Poncelet
* Poulsen, see VPF	
* Proengin 3 Avenue du Colilichet 78290 Croissy-sur-Seine FRANCE (ph. 976-23-14/29-56)	Proengin
* Reinke: see American Energy Savers	
* Rietschoten (Van) & Houwens Sluisjesdijk 155, P.O. Box 5054 3008 AB Rotterdam THE NETHERLANDS (ph. 010-871911)	Wind Master
* Oxholm Møllecenter ApS Øland DK-9560 Brovst DENMARK (ph. 08-236005)	Rissager
* Rollo B.V. P.O. Box 275 2501 CG Den Haag THE NETHERLANDS (ph. 070-469711)	Aeroman
* Sancken Wind Electric, Inc. 4140 Skylark Kingman, AZ 86401 USA (ph. 602-757-2526)	Sancken
* Static Advice Anholtvej 3A Fredericia DENMARK (ph. 05-926073)	Static Advice (see also Windpower S.J.)
* Selectromarine/Ralph Howe Marketing Ltd. New Orchard and High Street Poole, Dorset ENGLAND	Ampair, Aerocharger

Supplier (electr. gen. windmills)	Available Trademark(s)
Sencenbaugh Wind electric 172, Box 11174, 253 Polaris Avenue Palo Alto, Ca 94306 USA (ph. 415-964-1593)	Sencenbaugh
TEPEG-Société Française de Diffusion de Machines et de Générateurs 1, rue de Lasbordes Nanterre, 11150 Bram FRANCE	Tornado
Siemens-NE 17, Oudestraat 1 2608A, 2606B 2518 Den Haag NETHERLANDS (ph. 070-782570)	Siemens
De Holland Koningin Wilhelminaweg 10 1118 CA Gouda NETHERLANDS (ph. 01820-14851/19855)	Wincharger
Windmaster Forening Lindøvej 83 2650 Lyngby DENMARK (ph. 09-141330)	Smedemester
Windmills Ltd. Box 94 1991 NEW ZEALAND	Soma
Sonebjerg Maskinfabrik a/s Sonebjerg, DK 6000 Kolding DENMARK (ph. 05-522799)	Sonebjerg
Other Masters: see Wind Power Systems	
Windsor Ltd. 8, Mill Road, Woodmansey Barnby, N. Humberside HU 17 0TH ENGLAND (ph. 0482-885950)	Airlite
Thermax Co. One Mill Street Burlington, VT 05401 USA (ph. 802-658-1098)	Windstream

Supplier (electr. gen. windmills)	Available Trademark(s)
* Thermax Co. 39 Main Street Vankleek Hill, Ont. K0B 1R0 CANADA (ph. 513-675-3322)	Windstream
* Tornado Wind Generators 75 Benslow Lane Hitchin, Herts SG49RA ENGLAND (ph. 0462-59457)	Tornado, Trimblemill
* Trimble Windmills NEI Clarke Chapman Ltd., Victoria Works Gateshead, Tyne & Waer NE 8 3HS ENGLAND	Trimblemill, Tornado
* Tumac Industries 650 Ford Street Colorado Springs, Co 80915 USA (ph. 303-596-4400)	Tumac
* UNICUM S.A. 35 Rue de la Bienfaisance 75008 Paris FRANCE (ph. 562-15-64)	Uniwatt
* Uniwatt: see Unicum	
* US Windpower 160 Wheeler Rd. Burlington, MA 01803 USA (ph. 617-273-4502)	US Windpower
* Vedana Vindmøller ApS Dag Hammarskjølds Alle 23 2100 Copenhagen DENMARK (ph. 01-388622)	Vedana
* Vendelbo Trapper - Arne Brogaard Gølstrop Hede 33 9480 Løkken DENMARK (ph. 08-996244)	Vendelbo

Supplier (electr. gen. windmills)	Available Trademark(s)
* Verbakel J & A, B.V. Veilingweg 9 2675 BR Honselersdijk THE NETHERLANDS (ph. 01740-28444)	Risager
* Vestas-Møllefabrik Jernbanegade DK 6940 Lem DENMARK (ph. 07-341188)	Vestas
* Vestjysk Alt. Energi P.O. Box 11 6920 Videbaek DENMARK (ph. 07-172611)	Elektromat (see under Windpower S.J.)
* Voest-Alpine NL B.V. Hartogstraat 12 2514 EP Den Haag THE NETHERLANDS (ph. 070-653909/10/11)	
Voith Windenergy Converter Alexanderstrasse 2 D-7920 Heidenheim W-GERMANY (ph. 07321-3291)	Voith
Valund: see Danish Wind Technology	(DWT)
* VPP-Maskinfabrik Kongstedvej 10 4200 Slagelse DENMARK (03-523325)	Poulsen, Innoventic
* Watt Hydro Electric Systems, Inc. Lot 1, Block 1, St. Joseph Road Almanga, Las Pinas Metro Manila THE PHILIPPINES	ElektroWatt
* WECS-Tech. Corp. 1505 Mahalo Place Compton, CA 90220 USA (ph. 213-604-1518)	WECS-Tech
* Wesco-Wind Energy Supply Comp. Ltd. Iroko House, Bolney Avenue Peacehaven, Sussex ENGLAND (ph. 07914-5051)	Wesco

Supplier (electr. gen. windmills)	Available Trademark(s)
* WhirlWind Power coup. 207 1/2 East Superior Duluth, MN 55802 USA (ph. 218-722-1492)	WhirlWind
* Wimo: see "Aadee" and "Böve"	
* Wincharger: see Winco	
* Winco, Div. of Dyna Technology 7850 Metro Parkway Minneapolis, MN 55420 USA (ph. 612-853-8400)	Wincharger
* Windane: see DWT, Alphen	
* Wind Electric Systems, Inc. P.O. Box 473 Santa Clara, Ca 95052 USA (ph. 408-243-0241)	Aero Polyblade
* Wind Energie Zeeland Fransjesweg 11 4434 NA Kwadendam THE NETHERLANDS (ph. 01194-366)	Smedemester
* Windfos Nordvestvej 4 9000 Aalborg DENMARK (ph. 08-139215)	Windfos
* Windkraft-Zentrale D-2341 Brodersby/Kappeln W-GERMANY (Ph. 04644-1274)	Wind-Power S.J.
* Wind Master 106 K Street, Suite 200 Sacramento, California 95814 USA (ph. 916-443-0511)	Wind Master
* Wind-Matic Industrivej Nord 15, Birk DK 7400 Herning DENMARK (ph. 07-127700)	Wind-Matic
* Wind Mule: see American Freedom Fuel	



Supplier (electr. gen. windmills)

Available Trademark(s)

- \* Windpaq: see Paques
- \* Wind-Power, S.J. See Elektromatt and others. For informatio see sheet on Wind-Power S.J.
- \* Wind Power Systems, Inc.  
8610 Production Avenue, P.O. Box 17123  
San Diego, CA 92121  
USA (ph. 714-566-1806)
- \* Windstream: see Thermax
- \* Windtech, Inc.  
P.O. Box 837  
Glastonbury, CT 06033  
USA (ph. 203-659-3786)
- \* Windworks, Inc.  
Route 1, Box 44A  
Bukwonago, WI 53149  
USA (ph. 414-363-4088)
- \* Windvang: see Berewoud
- \* Winpower Corp.  
P.O. Box 99  
Newton, IA 50208  
USA (ph. 515-792-1301)
- \* Winway: see Fayette
- \* Yamada Toyomenka  
Chicago Branch Mach.  
9740 West Foster Avenue  
Rosemont, IL 60018  
USA (ph. 312 992-2326)

Storm Master

Windtech

Windworker

Winpower

Yamada

Suppliers of windmills for electricity generation with outputs larger than 100 kW

Of the suppliers mentioned previously in this catalogue following suppliers also supply windmills with capacities of more than 100 kW or are involved in the development of such installations.

- \* Carter, USA
- \* ESI, USA
- \* Mehrkam, USA
- \* Polenko, The Netherlands
- \* Siemens, W. Germany
- \* Sunflower, USA
- \* VOITH, W-Germany
- \* Vølund, Denmark

Other suppliers:

- \* The Bendix Corp.  
Bendix Center, P.O. Box 5060  
southfield, Michigan 48037  
USA (ph. 313-827-5000)
- \* FDO - Wind energy Systems  
P.O. Box 379  
1000 AJ Amsterdam  
THE NETHERLANDS (ph. 020-262011)
- \* Hamilton Standard  
Div. of United Technologies  
Windsor Locks, CT 06096  
USA (ph. 203-623-1621)
- \* Sir Henry Lawson-Tancred, Sons & Co. Ltd.  
Aldbrough Manor  
Boroughbridge, North Yorks YO5 9EP  
ENGLAND (ph. 09-12-3223 or 2716)
- \* IGW Thyssen  
Südstrasse 111  
4690 Herne 1  
WEST-GERMANY
- \* Westinghouse Electr. Corp.  
P.O. Box 10864  
Pittsburg PA 15236  
USA (ph. 412-892-5600 and 653-6197)
- \* Wind Turbines Generators (WTG) Inc.  
251 Elm Street  
Buffalo N.Y. 14203  
USA (ph. 716856-4300)

13.1

PRODUCTORES NACIONALES

Nombre	Dirección	B	E
Gaviotas	Paseo Bolívar 20-27 Tel 2862876/3429784 Santafé de Bogotá	X	
Jober Ltda	Calle 20 No 28-84 Tel 603887 Duitama	X	
Melódicas Indusierra	Carrera 640 No 6-12 Tel 2603043 Santafé de Bogotá	X	
Arrotador Ltda	Cali	X	
Molinos de Viento Ltda Comercializadores	Calle 12H No 4N-17 Tel, Fax 673209 Cali	X	X

13.2 CAMPOS DE PRUEBAS PARA TURBINAS EOLICAS

13.3

CATALOGOS

Year after year  
the biggest windfarm  
in Europe.

Each year European electricity companies are building bigger and more complex windfarms and each time again they take advantage of the products, the know-how and the experience of HMZ.

In ten years time HMZ has earned an impressive international reputation in constructing windfarms. With good reason, as day after day HMZ proves to be a partner you can rely on. Whatever the challenges are.

INDUSTRIEZONE V • BELLESCOMBE 1 • 33001 LA BIÈVRE  
TEL +32 11 68 06 66 • FAX +32 11 23 13 07 • TELEX 32021

INDUSTRIAL MARKETING SYSTEMS 9205



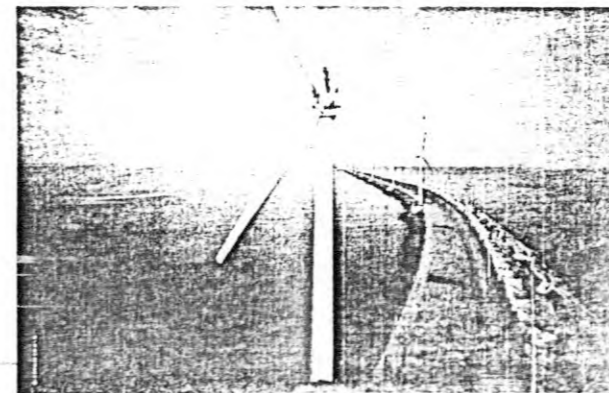
# Windfarming

WindMaster has been active in the field of modern wind energy conversion technology since 1978, especially in windfarms for public utility companies. Whilst many of our colleagues concentrated on water-pumping or one-off designs for farmers, lighthouses or remote-controlled operations, WindMaster focused on the public utility sector. Today, WindMaster has a market share of over 20%. This wide customer base has imposed tough quality standards on WindMaster's product range.

WindMaster customers selected the company's products primarily for its collaboration with the world's technological leaders in the manufacture of blades, gearboxes, generators and computers.

But the hardware only accounts for a fraction of the company's success. And WindMaster has now become the standard supplier of multiple MW windfarms across the world, providing:

- the first and only off-shore windfarm in the world operating at 99% availability and generating over 4 MW in Zeebrugge, Belgium
- the only farm at an altitude of 1600 m (-30 °C) on Monte Catria, Italy
- the largest European windfarm in Urk, the Netherland (15 MW)
- 4.8% of Altamont's (California, USA) nominal earthquake resistant windfarm capacity producing 10% of the farm's power output (PG&E 1987)
- the first and only economical wind-diesel system operating at 100% of diesel group capacity in Kenya
- a typhoon resistant windfarm in Pingtang, China
- the Enkhuizen farm in the Netherlands, for years the top performer in terms of blade surface (over 800 kWh per m<sup>2</sup> rotorsurface)



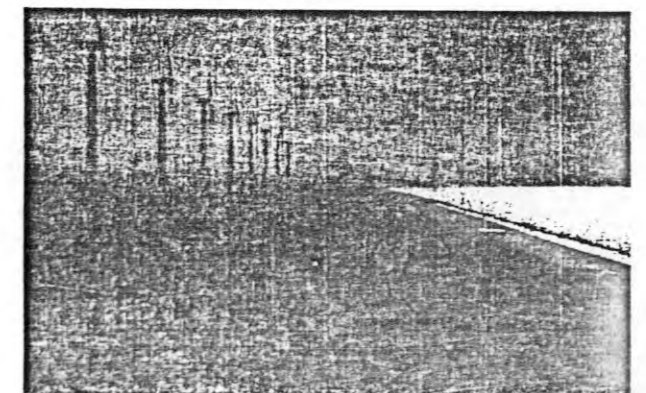
WindMaster has attained this leading position because of its "software" expertise in windfarm management (the company runs its own windfarm). WindMaster's guarantee of minimal investment and maintenance costs per kW produced is due to:

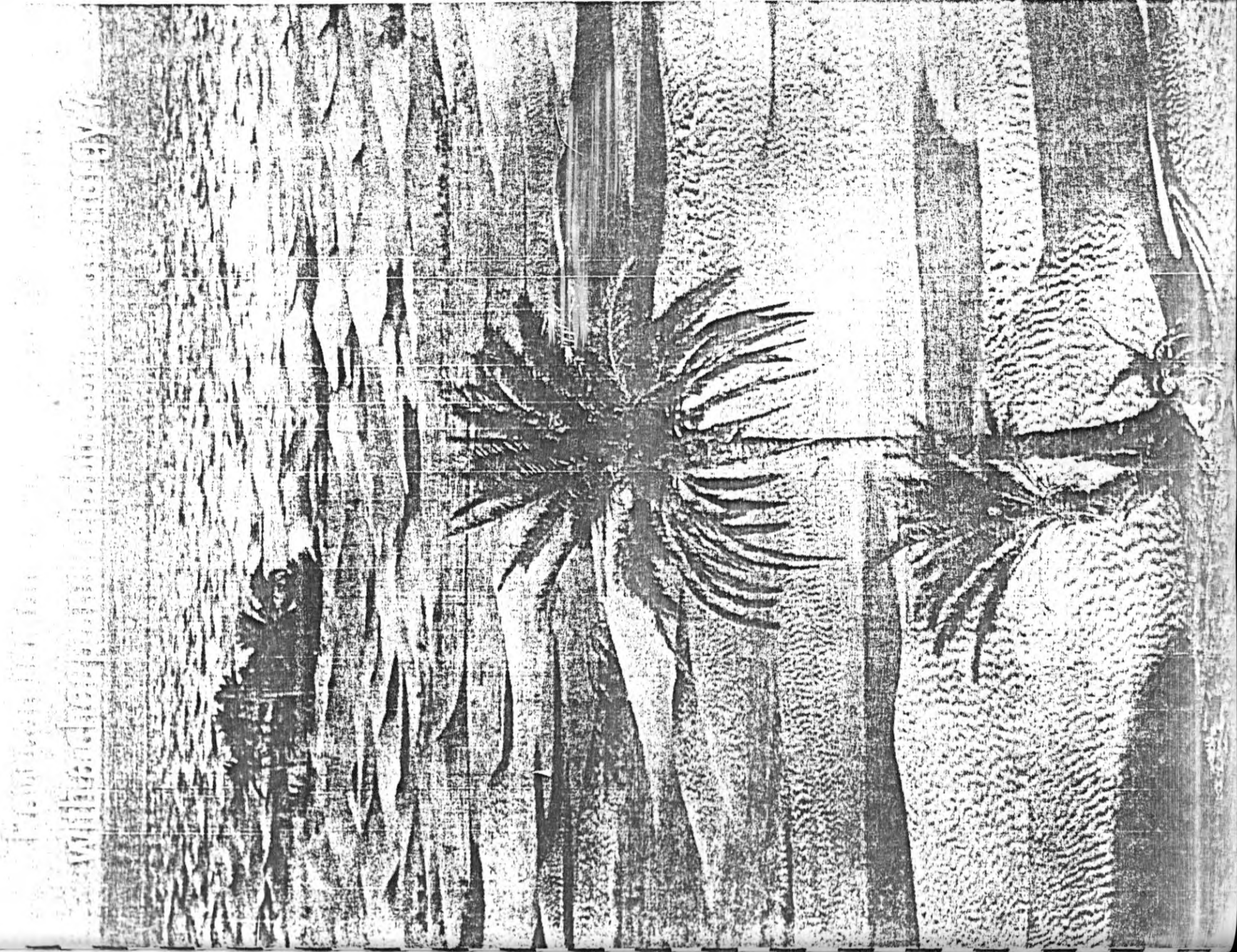
- the extreme sophistication of its computer software, perfected over 10 years of operation in public utility windfarms
- the optimisation of farm's productivity and associated diesel powerplants (where applicable), ensuring a clean power supply to the grid
- the remote operation of the farm over standard telephone lines, which reduces maintenance but safeguards components against overload and fatigue.

WindMaster's expertise in windfarms guarantees professional

- lobbying of bodies responsible for energy supplies (subsidies, tax benefits, soft loans)
- analysis of sites for wind energy development
- negotiation of power purchase agreements and land leases
- micro-siting with minimal site disruption and expense
- design and manufacture of wind energy conversion systems
- assembly of units and supervision during start-up
- operation and maintenance of sites
- performance monitoring, power sales administration, cash flow management.

Invest now in wind energy and secure a major return on your investment in the future.



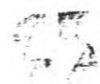






Ein Unternehmen  
der G+S Gruppe

Ventis 20-100



Spain	Jose J. Lopez Martinez	Centro de Estudios de la Energia Agustin de Foxa, 29 Madrid 16 Spain  Phone 733 1608 Telex 42885 CEEI E
Sweden	Cesar Briozzo Svante von Zwegbergk	Chalmers University of Technology Dept. of Electric Machinery Fack, S-412 96 Göteborg Sweden (031) -810100 810200
United Kingdom	N.H. Lipman	Rutherford Appleton Laboratory Chilton, Didcot Oxfordshire OX11 0QX England  Phone Abingdon (0235) 21900 ext. 5302  Telex 83159
	P. Musgrove	Department of Engineering Reading University Reading RG6 2AY
U.S.A.	A.R. Trenka	Rocky Flats Plant Energy Systems Group P.O. Box 464 Golden Colorado 80401 U.S.A.  Phone (303) 497.7000
W. Germany	J.P. Molly	Deutsche Forschungs- und Ver- suchsanstalt für Luft und Raumfahrt, DFVLR Pfaffenwaldring 38-40 D-7000 Stuttgart 80  Phone (07 11) 6862 ext. 216 Telex 07 255 689 (dfvs d)
	S. Fries G. Petersen	Forschungszentrum Geesthacht Postfach 1160 D-2054 Geesthacht  Phone (04152) 121 Telex 02 18 712 ckssg

The Netherlands

N. van der Kleij  
J. Beurskens  
F. van HullenNetherlands Energy  
Research Foundation. ECM  
P.O. Box 1  
1755 ZG Petten  
The Netherlands  
Phone (0) 2246 6262  
Telex 57211 REACP NL

H. van der Spek

Eindhoven University  
of Technology  
Department of Physics  
P.O. Box 513  
5600 MB Eindhoven  
The Netherlands  
Ph: 040 -472160

W. Janssen

DMV Consulting Engineers  
SWD Postbus 85  
3800 AB Amersfoort  
The Netherlands  
(033) 689111  
Telex 79348 dhv nl

Ireland

Eamonn Kinsella

National Board for Science  
and Technology  
Shelbourne Road  
Dublin 4  
Phone (01) 683311  
Telex 30327 NBST EI

Italy

Ezio Sesto

ENEL-CREL  
Bastioni di Porta Volta 10  
Milano, Italia 20121  
Telex 310496 enelmi

Antonio Ricci

Comitato Nazionale  
per l'energia Nucleare  
c/o ENEA-CRE CASACCIA  
Div. FARE-IST  
S.P. ANGUILLARESE Km 1+300  
Post-box 2400  
00100 ROMA A.D.  
Italia  
Phone 69481  
Telex 614206 CNEUCA I

RISO NATIONAL LABORATORY  
 The test plant for small windmills  
 DK - 4000 Roskilde, Denmark  
 Phone +45 2 371212 ext.- 5570  
 Telex 43116

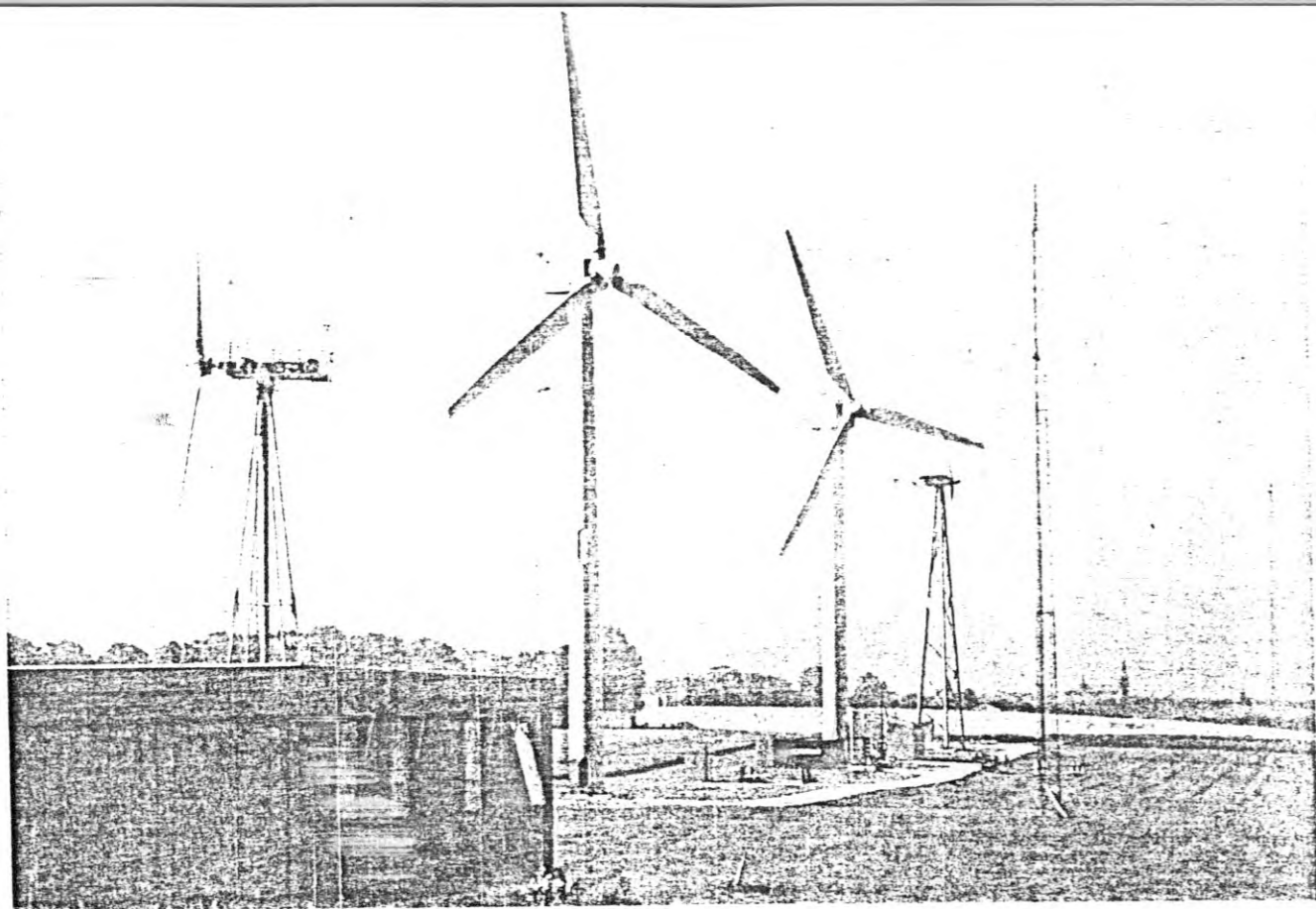


## MAILING LIST

for the cooperation between test stations for wind turbines

<u>COUNTRY</u>	<u>NAME</u>	<u>AFFILIATION</u>
Belgium	Ch. Hirsch W. Decleyre	Vrij Univerisiteit van Brussel VUB, Dienst Stromingsmechanica Pleinlaan 2, B-1050 Brussel, Belgium
Canada	Malcolm A. Lodge Ray Richards	<u>Atlantic Wind Test Site</u> North Cape Prince Edwards Island COB 280 Canada (902) 882-2746
	Marc Chappell	National Research Council Montreal Road Ottawa, Ontario, KIA 0R6 Canada
Denmark	C.J. Christensen Per Lundsager Helge Petersen	Riso National Laboratory Postbox 49 DK-4000 Roskilde Denmark Phone (02) 371212 Telex 43116
France	Jaques Wolf	Institut Universitaire de Technologie de Lannion B.P. 150 Avenue de la Resistance 22302 Lannion France Tel. (96) 37.43.34
	Gérard Chaumain	Centre National d'Essais Folliens de Lannion, CNEEL Route de Trégastel 22300 Lannion Phone (96) 43.82.33





The Test Station with the certification office in front.

## The Certification System

Wind energy in Denmark being an established industry with mature products implies that more comprehensive requirements for the certification now can be honored. Based on a general consensus between manufacturers, investors and the authorities efforts since the beginning of 1988 have been made to establish the new certification system. A new law giving the legal basis for the new certification system passed the Parliament 1990 and the new certification system started in May 1991. It is the objective that the new system shall comprise a verification of both the design (type approval), the quality assurance system for the manufacturing, the installation, the operation and maintenance. The type approval is based on a firm set of regulations, preferable based on internationally accepted standards and codes of practices. The basic requirements are given in "The Technical Basis for Type approval and Certification of Wind Turbines in Denmark". Furthermore, the system elements is applicable in the project certification of Danish and international wind turbine projects. Certificates from international classification companies can be integrated as a part of the documentation of the wind turbine for the type approval and finally the certificates of the quality assurance systems can be accepted as documentation of the manufacturing and installation processes.

## Type approval

The objective of the type approval is to ensure the quality of the documentation of the safety and performance

by evaluating the calculations, measurements, drawings, quality control, procedures etc. on which the production, the installation and the operation and maintenance of a given wind turbine design/ type will be based. The new system will offer certificates for both the total wind turbine type as well as for the main components such as blades or gearboxes.

## Manufacturing and Installation

**Certificate** The objective of the certification of the manufacturing process is to ensure the quality of the individual produced wind turbines by certifying the quality assurance systems for the manufacturing and the installation against ISO 9002 and some wind turbine specific requirements. The manufacturing certificate requires the existence of a valid design certificate.

## How to get further information

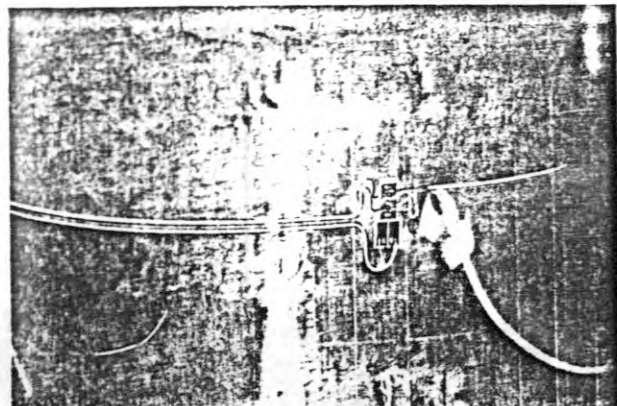
The technical rules for the Danish certification system are described in details in a Danish and English "The basis for typeapproval on certification of Wind Turbines in Denmark".

The Danish Energy Agency is responsible for the certification rules, which are issued by The Test Station. A subscription including prospective corrections is possible by sending the amount on 1500 DKr. to The Test Station for Wind Turbines. The subscription must be renewed each year.

For further information please contact The Test Station.

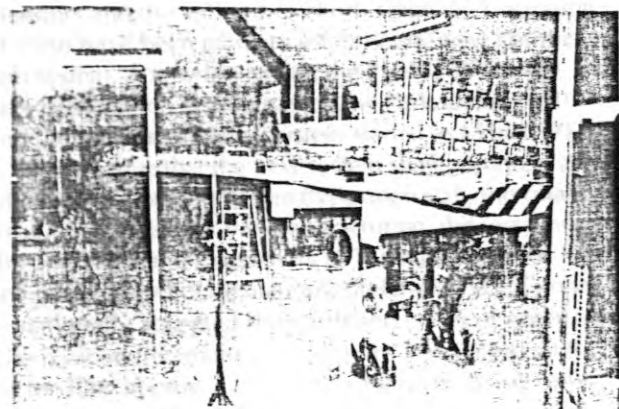


The local flow around the blade in the boundary layer is visualized using microtubes and a rotating video camera mounted on a rotating beam system. The system is mounted in the back of the nacelle and is synchronized with the rotor speed enabling studies of the flow and separations on the suction side of the blade to be made on an upwind rotor.



Measurement equipment (straingauges) on a blade root.

The flow visualization and measurements of the aerodynamic load distributions show the importance of accounting for three-dimensional effects. Measurements are carried out using a special blade mounted with independent and instrumented segments in order to measure the differential forces on the blade. The wind flow vector acting on the segment is measured using a wind velocity pitot-tube probe in front of the segment. The project, which is partly funded by the CEC, provides new information on several aspects concerning the aerodynamics.



Blade test in the workshop

Computer models to predict the local flow around a blade profile as well as the global flow in front of an in the wake of a turbine have been developed. The predictions are utilized in interpreting the experimental results.

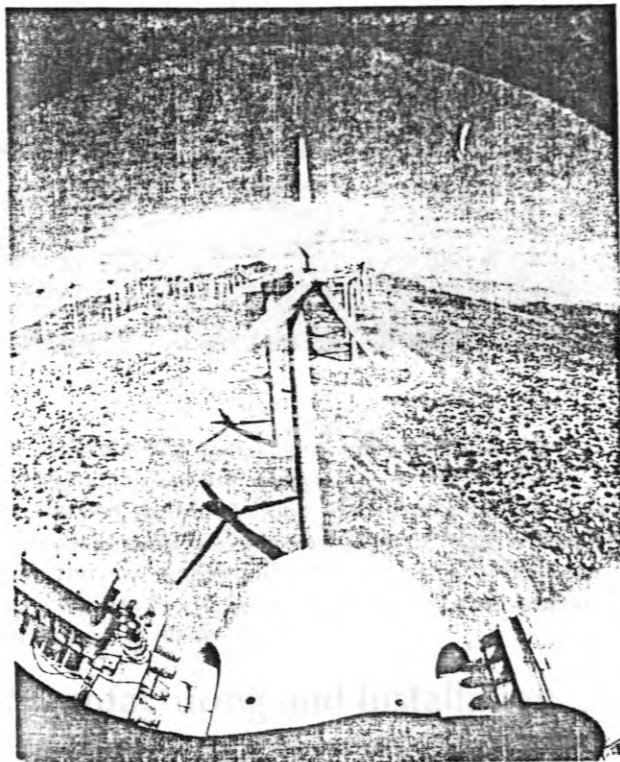
The structural dynamics are important concerning the aeroelastic interaction. Much effort is put into optimization through dynamic tuning, which means that a vibrational loads can be reduced by proper choice of natural frequencies. The aerodynamic flow can be altered in various ways through the use of airfoils on the common wind turbine, and the use of airfoils on the tower.

## Wind Turbine Testing

More than ten years of experience in wind turbine testing on more than forty types of wind turbines is the basis for the test programs carried out on The Test Station on modern wind turbines today.

The Test Group at the Test Station has mostly carried on the wind turbine testing for Danish conditions at Riso but has recently experienced full scale field testing of wind turbines in complex terrain in the USA.

Full scale testing involves verification of a range of characteristics of a wind turbine including power performance, safety and loads on blades, rotor shaft, nacelle and tower etc.



Wind turbines in Alta Mesa California, where measurements in complex terrain were carried out.

Most measurements apply to national or international standards or recommended practices. But high quality of test results is mostly guaranteed in testing experience in relation to wind turbine verification and wind energy research.

Riso has a long tradition in development of instruments for measurements in the meteorological boundary layer and on wind turbines. The wind turbine test group is having an ongoing dialogue with the Electronic Department to improve accuracy and response of the instruments, which again improve the accuracy of the wind turbine measurements.

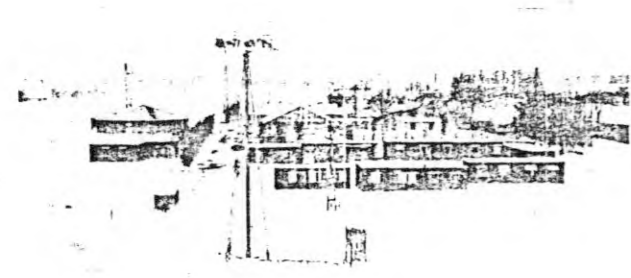
The Test Group is about to be accredited to carry out measurements on wind turbines after the European Standard EN 15001 for testing laboratories. This will ensure independence of the Test Group and international traceability of its measurement calibration. The Test Group can therefore guarantee cost-effectively and high quality of measurements on wind turbines.



## The Test Station for Wind Turbines

The Test Station for Wind Turbines was established in 1978, financed by the Danish Ministry of Energy and located at Riso National Laboratory.

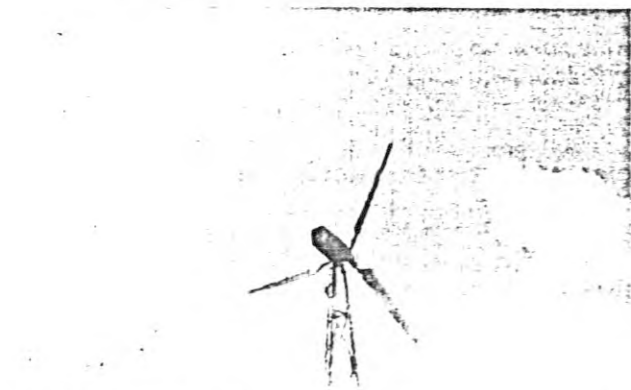
The objectives of The Test Station for Wind Turbines are to contribute to the development of wind power technology, to evaluate and certify the safety, performance, and new developments (concepts) of wind turbines, and to be a center of wind power technology expertise. The Test Station directs itself to the wind turbine industry, the public authorities or agencies, and to the users of the technology.



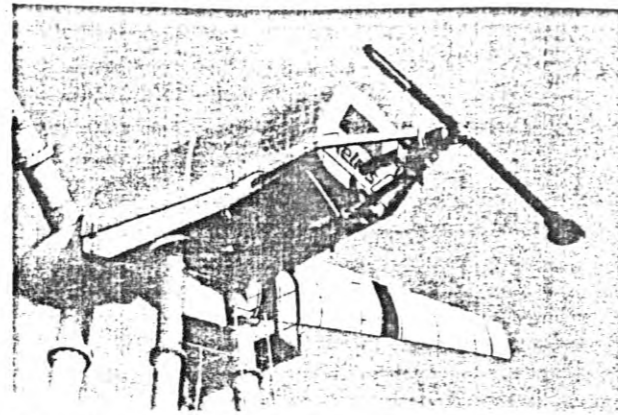
*The buildings at the Test Station winter 1991, with a two bladed research turbine in the front.*

In accordance with the objectives the activities fall within four categories:

1. Basic and applied research in order to acquire new knowledge relevant to wind energy and wind turbine technology and develop the theoretical tools needed to advance the art.
2. Certification of wind turbines with the aim of ensuring the safety and quality and assisting in the dissemination of information to the industry including recent R&D results.
3. Testing of wind turbines and major components for both research and certification purposes.
4. International cooperation, standardisation work and consultancy assistance to authorities, governments agencies, electrical utilities, and other planners and users of wind power.



*The Tellus wind turbine with a spoke camera mounted on one of the blades.*

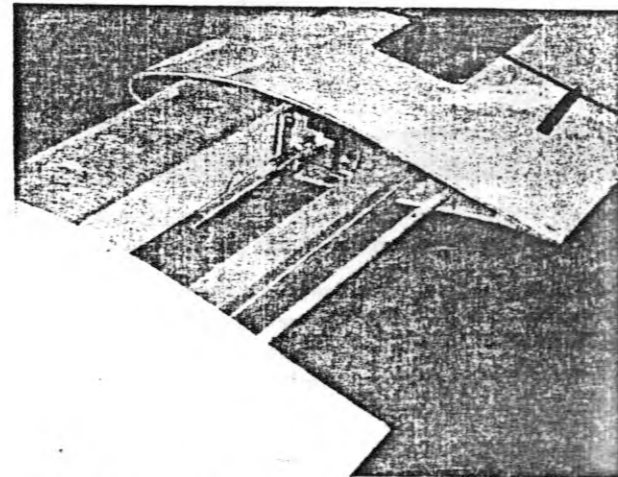


*The Tellus wind turbine with the moving camera arm behind the nacelle.*

The broad range of activities at The Test Station for Wind Turbines requires that the technical background of the staff covers several scientific and engineering disciplines. These disciplines range from wind loading, aerodynamics and fluid mechanics, structural mechanics, and dynamics to machine design, electrical power systems, and control and measuring techniques. Aerodynamics and dynamics of flexible structures are especially treated as long-term basic research areas.

## Research and Development

Emphasis is placed on research in aerodynamics and structural dynamics analysis, the goal being to obtain a general optimization of wind turbines and to develop reliable and safe machines with improved performance. The close connection between the theoretical work and experimental verification is a forte of the Test Station.



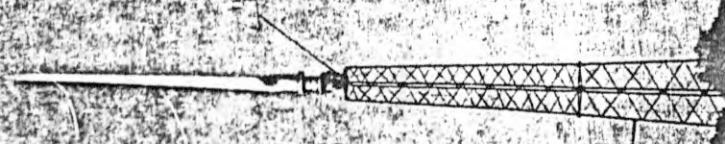
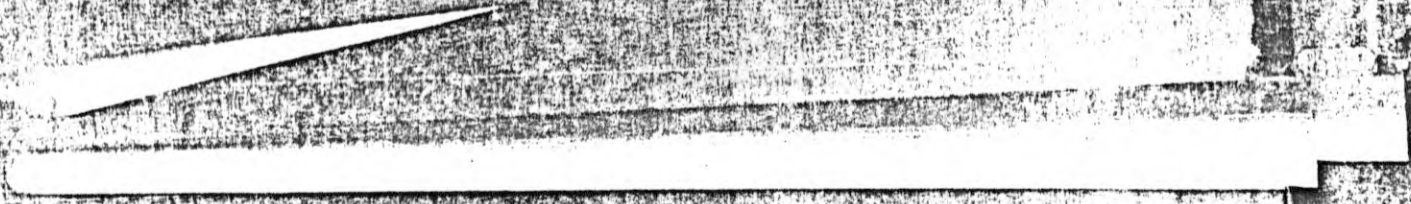
*A blade from the Tellus wind turbine with a blade section for loads measurements*

The study of wind turbine aerodynamics follows several approaches. Thus, the work on basic flow studies as various flow visualization techniques, both on the global flow through and around the rotor as well as on the boundary layer at the wind turbine blades. One technique is to make the global flow through the rotor visible using smoke. In this way, the vortex system, i.e. the main flow, as well as the secondary flow, is visualized. In addition, the individual blades are tested in a wind tunnel.

TRISO

The Test Station for

Wind Turbines



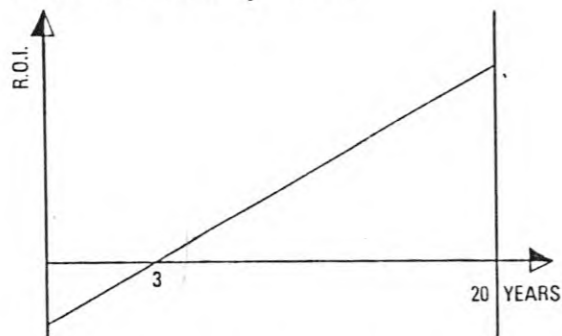
TRISO National Laboratory  
10000 E. 1st Avenue  
Denver, Colorado 80231  
Phone: 303-733-0000





## GridMaster pays for itself in 3 years

The economics of GridMaster at Marsabit are fabulous. Although the wind turbine does not always operate at full capacity, due to a lack of demand during certain periods of the day, it produces an average of 40,000 kW per month, thus paying for itself in just 3 years.

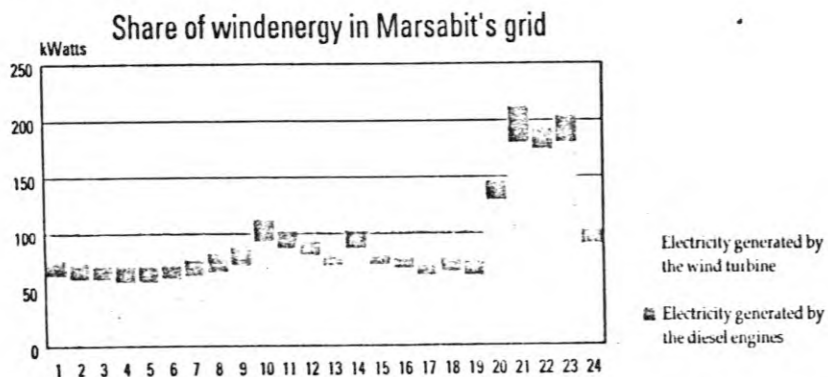


## A constant power supply from a variable power source

As you can see on the chart, 80% of Marsabit's electricity is generated by the wind turbine. The other 20% is generated by the diesel engines. GridMaster's computerised system controls both the automatic regulation of the power combustion engine (whether it is run on diesel, hydrogen or methanol) and the power output of the wind turbine. It does this on the basis of the anticipated load on

the grid, making the whole system fully automatic.

The software also ensures that the conventional engines operate regularly under optimal conditions, so that glazing of the bores can be avoided. The reduced high capacity running time will extend the lifetime of the conventional electric generators and also lower maintenance costs.



**HMZ** Belgium N.V.

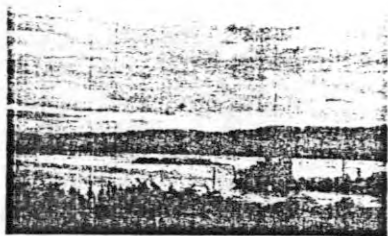
For more information, call a WindMaster representative in your country or contact Michel Ardoullie at WindMaster's headquarters in Belgium.

HMZ BELGIUM • RELLESTRAAT 3 • B-3800 ST-TRUIDEN (BELGIUM) • TEL +32 11 68 06 66 • FAX +32 11 68 13 07 • TELEX 39231





## The GridMaster at Marsabit shows the way

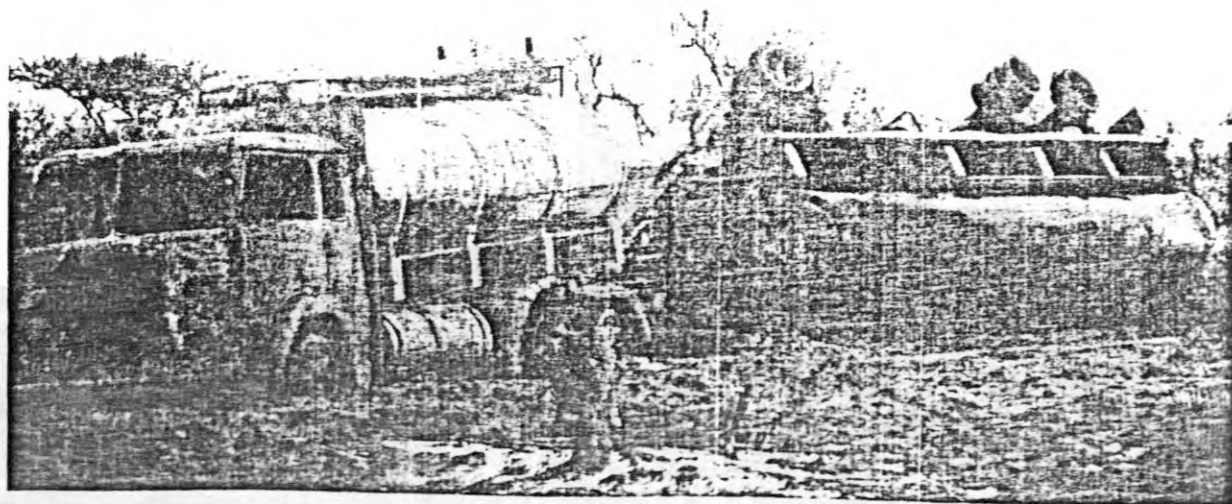


*In most remote areas, the local availability of energy is important for industrial development, agricultural expansion, tourism, transport, health care and housing. It raises the standard of living and helps curb migration to the cities for the advantages on offer there.*

### Local energy supply : an efficient solution...

Remote areas are, by definition, located far from the national grid. Consequently, it is more economical to generate power within those areas than to connect them to the grid. So that is precisely what the Kenyan Power and Lighting Company (KPLC) attempted to do in Marsabit, Northern Kenya - in the middle of the desert - by installing diesel engines running on fuel oil.

However, to reach the Marsabit engines, the fuel oil had to be transported over 650 km of track infested with Somali guerillas and plagued by rain storms which made the track impassable during the equatorial rainy season.



Energía eólica contrato no.09-21-91 segundo  
informe Instituto de Asuntos Nucleares; Julio  
Mario Rodríguez Devis

333.92 I597e Ej.1

CATALOGADO POR: HELP FILE LTDA

FECHA	PRESTADO A	FECHA
-------	------------	-------