



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50<sup>th</sup> anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

## FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

## CONTACT

Please contact [publications@unido.org](mailto:publications@unido.org) for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at [www.unido.org](http://www.unido.org)

RESERVADA

17004

DP/ID/SER.A/1040  
22 julio 1988  
ESPAÑOL/INGLES

APLICACION DE LA ENERGIA EOLICA

DP/URU/87/028

URUGUAY

Informe técnico: Aplicación de la Energía Eólica en el Uruguay\*

Preparado para el Gobierno del Uruguay  
por la Organización de las Naciones Unidas para  
el Desarrollo Industrial

Basado en el trabajo del Sr. Vicente R. Barros  
Experto en Energía Eólica

Oficial encargado: J. Fürkus, Subdivisión de Industrias Mecánicas

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial  
Viena

---

\* El presente documento no ha pasado por los servicios de edición de la Secretaría de la ONUDI.

V.88-27091

I N D I C E

Abstract . . . . .	1
1. Introducción . . . . .	2
2. Análisis de la información existente sobre aplicación de energía eólica en Uruguay y revisión de los resultados y recomendaciones del proyecto WMO/URU/82/012 . . . . .	2
3. Visita a la zona de estudio del proyecto . . . . .	3
4. Preparación de un programa de medición y evaluación del recurso. Especificaciones técnicas de los equipos necesarios . . . . .	3
5. Recomendaciones . . . . .	4
6. Anexo I: Programa para la evaluación del recurso eólico en la Cuchilla Grande (zona sur) . . . . .	6 - 20
7. Anexo II: Especificaciones y posibles proveedores de equipos, en español e inglés . . . . .	21 - 33
8. Anexo III: Banco de datos de viento del Uruguay . . . . .	34

## ABSTRACT

This report refers to the first mission of the Consultant at the Dirección Nacional de Energía under the project UNIDO/URU/87/028/11-01, which was initiated on January 25 and ended on February 5, 1988.

The Consultant reviewed the final report and recommendations of the project WMO/URU/82/012. This report contains a review of the existing information on wind power application in Uruguay, and a description of wind data sources. The remaining data from the 60's experiences were analyzed during the mission.

A site visit was rendered to the southern part of the Cuchilla Grande, one of possible location of wind energy conversion systems. During this visit some places were provisionally selected to take wind measurements. Further studies with a interpolation model are going to be done prior to the final selection.

A wind measurement programme was prepared and is adjoined as Appendix I of the report. Specifications of the required equipment for this measurement programme have also been prepared.

A number of meetings was held with representatives of the Dirección Nacional de Energía, the Dirección Nacional de Meteorología and the Faculty of Engineering of the University to discuss the measurement and resource study programme.

## 1. INTRODUCCION

Este informe corresponde a la primera misión del Consultor dentro del Proyecto para ayudar al Uruguay a desarrollar capacidad propia para la instalación de sistemas eólicos de conversión de energía.

La misión se realizó desde el 25 de enero al 5 de febrero de 1988 en la Dirección Nacional de Energía (DNE) en la ciudad de Montevideo y en la zona de la Cuchilla Grande durante el día 2 de febrero de 1988.

Durante la misión se hizo una revisión de la información existente y compilada durante el proyecto WMO/URU/1982. Se obtuvo información de la Dirección Nacional de Meteorología sobre la actualización del banco de datos de viento y se accedió a la información original remanente de las experiencias de la década del 60.

Se precisó con detalle un plan de evaluación del recurso eólico en las zonas de las cuchillas de acuerdo con los lineamientos del proyecto WMO/URU/82.

Se realizó una visita de un día a la zona de trabajo del proyecto en su primera fase y de acuerdo con ello se elaboró un plan tentativo de instalación de equipos de medición en esa zona.

El programa de evaluación del recurso fue motivo de dos reuniones de información y consulta con funcionarios de la Administración Nacional de Usinas y Transmisiones del Estado (UTE), de la Dirección Nacional de Meteorología (DNM) y de la Facultad de Ingeniería (FI), dado que estas instituciones participarían junto con la DNE en la ejecución de este programa.

Finalmente se elaboró este programa y especificaciones técnicas de los equipos necesarios para la concreción del programa.

El Consultor desea destacar la eficaz colaboración de los ingenieros R. Cosentino y M. Olagüe quienes facilitaron con su acción la realización de la misión. Las autoridades de la DNE, con su apoyo y comprensión, han hecho posible el buen éxito de la misión.

## 2. ANALISIS DE LA INFORMACION EXISTENTE SOBRE APLICACION DE ENERGIA EOLICA EN URUGUAY Y REVISION DE LOS RESULTADOS Y RECOMENDACIONES DEL PROYECTO WMO/URU/82/012

El informe final del proyecto PNUD/OMM/URU/82/021 incluye un documento "El recurso eólico en Uruguay" que, entre otros temas, historia los antecedentes sobre la materia en Uruguay, así como el estado y la disponibilidad de los datos de viento. La tabla 1 de ese documento detalla los lugares donde la DNM ha medido vientos, cambios de ubicación y el tipo de instrumental. En resumen, se trata de 23 estaciones, y muy pocas de ellas están en zonas de interés para el aprovechamiento energético del viento.

La tabla 2 ilustra sobre otras 11 localidades donde se realizaron mediciones específicas orientadas al estudio del recurso eólico en la década del 60.

La tabla 3 describe la existencia de información procesada en la DNM para 19 estaciones. Se trata de valores medios mensuales.

La tabla 4 describe el banco de datos en noviembre de 1986.

Durante el desarrollo de la presente misión la DNM entregó al Consultor un estado actualizado del banco de datos. Un extracto del mismo se incluye como Anexo III del presente informe.

Los datos obtenidos en el estudio de la década del 60 fueron analizados por el Consultor durante la presente misión. Para ello se trabajó en el Instituto de Mecánica de los Fluidos, de la Facultad de Ingeniería, con la ayuda del Ing. R. Cosentino. Debido a los múltiples traslados y al tiempo transcurrido, desgraciadamente queda muy poca información original y casi ninguna documentación que permita juzgar sobre la calibración de los equipos y otros detalles necesarios para evaluar convenientemente el valor de los datos. Solo una fracción muy pequeña del total está disponible. Se trata de datos de 1963 de tres localidades: Piriápolis, Bañados de Medina y Paysandú (Escuela de Agronomía). Lo exiguo de estos datos, que abarcan unos pocos meses en cada caso, y la falta de mayor detalle sobre los mismos, no permitirá su utilización en el estudio futuro del recurso.

Los lineamientos del plan de trabajo esbozado en el informe final del proyecto WMO/URU/82/012 fueron tenidos en cuenta en la elaboración del programa para el estudio del recurso eólico en las zonas de las cuchillas, que se describe en el punto 4 y el anexo I del presente informe.

### 3. VISITA A LA ZONA DE ESTUDIO DEL PROYECTO

Junto con los ingenieros Olagüe y Cosentino se realizó un viaje en automóvil a la zona sur de la Cuchilla Grande. Se inspeccionaron potenciales lugares de medición evaluándose tanto la posible localización para la generación de energía eólica como la accesibilidad y la posibilidad de atención por vecinos o funcionarios policiales, y otros aspectos logísticos. Durante el viaje se comprobó además el estado de los caminos para evaluar el acceso a las diferentes localizaciones.

En función de este trabajo se determinó tentativamente la localización de los equipos de medición, figura 1 del Anexo I.

La localización definitiva dependerá de un análisis más detallado por realizar a partir de la digitalización del terreno y su inspección ocular en una pantalla de video, utilizando una rutina de graficado tridimensional (energraphics) que permite la visualización desde diversos puntos y ángulos de mira (tanto en acimut como en altura). Otro elemento de juicio para la localización definitiva será la respuesta del terreno a los vientos predominantes, que serán analizados en función de un programa de interpolación objetiva (tarea 3 del Anexo I).

### 4. PREPARACION DE UN PROGRAMA DE MEDICION Y EVALUACION DEL RECURSO. ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LOS EQUIPOS NECESARIOS

El Consultor preparó un borrador de programa de trabajo que fue discutido en primer lugar con los técnicos de la DNE, Ing. Olagüe y Cosentino, y en ciertos aspectos con el director y el subdirector de la DNE, Ing. Altmann e Ing. R. Pou. Posteriormente se mantuvo dos reuniones con representantes de la DNE, la DNM, la UTE y la Facultad de Ingeniería.

En la primera se presentó el programa de trabajo y se señaló la participación de cada institución en el mismo.

En la segunda reunión se discutió con mayor detalle la participación de cada institución y las posibilidades y limitaciones existentes.

Como resultado de estas reuniones se ajustó el programa definitivo elaborado durante la misión por el Consultor. El mismo se adjunta en este documento como Anexo I.

Las necesidades de equipamiento detalladas en el Anexo I, dieron lugar a la elaboración por parte del Consultor de las especificaciones de los equipos por adquirir. Las mismas se han hecho en función tanto de las necesidades del trabajo programado como de las características de la oferta existente en el mercado. Con el fin de que ésta no se limitara a los países de habla hispana, el Consultor preparó una versión inglesa de las características técnicas. Se suministró además a la DNE una lista de potenciales proveedores de Uruguay, Argentina, EE.UU. y Europa, en un número total de 13. El Anexo II incluye las especificaciones y los posibles proveedores, con una versión en español y otra en inglés.

## 5. RECOMENDACIONES

Para estudiar el recurso eólico de las cuchillas Grande y de Haedo, se RECOMIENDA seguir el procedimiento descrito en el Anexo I para el sur de la Cuchilla Grande. Como se menciona en ese Anexo, al cabo de ese programa, el resto del estudio se podrá hacer sin ayuda internacional, al haberse logrado la capacitación del personal y adquirido el instrumental necesario.

Para la optimización de los recursos humanos y físicos que pueden dedicarse al estudio del recurso, se RECOMIENDA la integración de un grupo interdisciplinario e interinstitucional integrado por la DNE, la DNM, la UTE y la Facultad de Ingeniería.

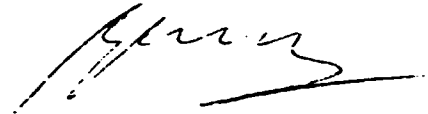
Se recomienda igualmente la realización de un corto curso de entrenamiento (20 días) por parte de técnicos de la DNE y la DNM en la Argentina, con el siguiente temario :

1. Experiencia argentina en materia de Energía eólica. Campos de prueba de equipos.
2. Experiencia en el montaje, operación y vigilancia de los equipos de medición del viento.
3. Experiencia en materia de procesamiento y análisis de los datos de viento.
4. Trabajos de aplicación de modelos al análisis de flujos sobre terreno complejo.

Se recomienda que para 1989 se prevea la capacitación de al menos un ingenie

rc de la DNE en un centro de pruebas y análisis de equipos eólicos. Se RECOMIEN-  
DA a tal fin el Alternative Energy Institute, de la Universidad de Texas.

Montevideo, 22 de marzo de 1988

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Vicente R. Barros', with a long horizontal flourish extending to the right.

Vicente R. Barros



PROGRAMA PARA LA EVALUACION DEL RECURSO EOLICO  
EN LA CUCHILLA GRANDE (ZONA SUR)

1. MARCO INSTITUCIONAL
2. OBJETIVOS
3. METODOLOGIA
  - 3.1. Antecedentes
  - 3.2. Interpolación espacial del viento
  - 3.3. Necesidad de extrapolación en el tiempo
  - 3.4. Procedimiento a utilizar
    - 3.4.1. Mediciones
    - 3.4.2. Esquema interactivo de medición y análisis
    - 3.4.3. Extensión de las series
    - 3.4.4. Utilización de la evaluación del recurso para el análisis técnico y económico
4. DESCRIPCION DE TAREAS
5. CAPACITACION DE PERSONAL
6. CRONOGRAMA
7. NECESIDADES
  - 7.1 Consultor externo
  - 7.2 Acciones de capacitación
  - 7.3 Instrumental y bibliografía
  - 7.4 Personal
  - 7.5 Vehículo y combustible
  - 7.6 Viáticos
  - 7.7 Materiales accesorios
  - 7.8 Computación
  - 7.9 Publicaciones
  - 7.10 Contrataciones especiales
8. REFERENCIAS

## 1.- MARCO INSTITUCIONAL

El programa se realizará como una primera fase del proyecto del PNUD URU/87/028/A/01/37 que tiene como organismo de ejecución del Gobierno Uruguayo al Ministerio de Industria y Energía, Dirección Nacional de Energía y como organismo de las Naciones Unidas a la ONUDI. Este tiene como objetivo la evaluación técnico-económica del potencial eólico para generación de energía eléctrica, con referencia fundamental a las zonas de la Cuchilla Grande y de la Cuchilla de Haedo.

El plan aquí descripto se aplicará a la zona de la Cuchilla Grande desde el paralelo 33°30' hacia el sur. El estudio de la parte restante podrá ser realizado a posteriori en forma similar en la parte norte de la Cuchilla Grande y en la Cuchilla Haedo, utilizando el mismo instrumental y equipamiento que en esta primera fase. Asimismo, el entrenamiento y capacitación del personal uruguayo a concretar en esta etapa permitirá realizar estos dos programas posteriores sin necesidad de asesoramiento internacional.

Para la realización de este plan se recomienda la integración de un grupo interinstitucional integrado por personal de la Dirección Nacional de Energía (D.N.E.), la Dirección Nacional de Meteorología (D.N.M.), la Facultad de Ingeniería (F.I.) y la Administración Nacional de Usinas y Transmisiones Eléctricas del Estado (U.T.E.).

## 2.- OBJETIVOS

Objetivo Nº 1: Hacer la evaluación del recurso eólico en la zona sur de la Cuchilla Grande. Esta evaluación comprenderá:

- a) Información estadística apropiada para el análisis del viento como recurso energético.
- b) Determinación de los sitios y o zonas más apropiados para la generación de energía eólica.
- c) Cálculo del potencial eólico de la región, discriminando las zonas de distinta calidad en función de la potencia del recurso.
- d) Establecimiento de costos orientadores de la generación de energía eólica para cada una de las zonas discriminadas según c) y para diferentes condiciones hipotéticas del recurso.

Objetivo Nº 2: Conformar un equipo multidisciplinario e interinstitucional capaz de repetir el programa sobre el resto de las zonas con topografía compleja del Uruguay. Este grupo profesional deberá además quedar preparado para avanzar con autonomía en la preparación de los próximos pasos en materia de aprovechamiento energético del viento en Uruguay.

## 3.- METODOLOGIA

### 3.1. Antecedentes

Durante el proyecto PNUD/OMM/URU/82/021 se completó el estudio del recurso eólico en las planicies uruguayas. Por falta de suficiente información el mismo no se extendió a las zonas de las cuchillas, sin embargo las pocas mediciones realizadas

durante la década del 60 (Cambilargiu, 1963) y los resultados sobre las planicies permiten suponer la existencia de condiciones favorables para la explotación del recurso.

### 3.2. Interpolación espacial del viento.

En zona de topografía compleja, la variabilidad espacial del viento es muy grande debido a los efectos de aceleración y bloqueo del flujo originados por el relieve. En esas condiciones la interpolación horizontal de los campos de vientos a partir de ciertos puntos de medición carece de representatividad a menos que dicha interpolación incluya las leyes físicas que gobiernan el flujo. En este último caso la interpolación se realiza utilizando un modelo que generalmente utiliza las leyes físicas de forma simplificada.

Los modelos más completos que se basan en los principios de conservación del momento, energía y masa, requieren datos que son de muy costosa adquisición y procesamiento cuando deben considerarse períodos prolongados y en general no producen resultados significativamente superiores a los modelos más sencillos basados en el principio de conservación de la masa. Entre estos últimos hay una variedad que ajusta el flujo al relieve y a las observaciones utilizando un análisis variacional e incluyendo otros datos físicos como la aproximación hidrostática, y la variación de los perfiles verticales del viento en función de las condiciones de estabilidad de la atmósfera. Este tipo de modelos con distintas modificaciones y mejoras se basan en un trabajo inicial de Sherman, 1978. Uno de ellos el NOABL de Traci y Philips, presenta un software muy completo que permite el análisis bajo hipótesis cambiantes. Una versión del NOABL que explota la linealidad de las ecuaciones en que se basa se halla operativa en Puerto Madryn, Argentina, desarrollada por un grupo de trabajo que dirige el Consultor, (Frumento y López, 1987).

En principio, se utilizará esta versión (F y L) del NOABL para la interpolación espacial de los datos de vientos de la zona en estudio.

El margen de error que este procedimiento puede ocasionar en los puntos interpolados puede ser evaluado si se cuenta con mediciones adicionales independientes que no hayan sido utilizadas por el modelo.

En líneas generales el procedimiento a seguir cubre los siguientes pasos:

19. Se hace una serie de mediciones instantáneas. (en realidad se trata de promedios de 10 minutos) con una frecuencia horaria y por un período de unos pocos meses (Ver la fundamentación de esto último en el 3.3.)
20. Se aplica la versión FYL del NOABL a cada uno de los casos horarios, lo que no es muy costoso computacionalmente debido al máximo aprovechamiento de la linealidad que se tiene en la versión FYL. Para ello se separan los datos en dos conjuntos: uno que ingresa al modelo y otro que es utilizado para la verificación de resultados.

39. Generación (para cada punto de resolución del modelo) de las series producidas por los resultados del mismo con los márgenes de error estimados.

### 3.3. Extrapolación en el tiempo de las estadísticas.

En Uruguay el viento presenta variaciones estacionales en sus características estadísticas, aunque no son tan pronunciadas como en el hemisferio norte. Por otra parte la variabilidad interanual es mucho mas importante en Uruguay y Argentina que en el hemisferio norte (Barros, 1986). Por esta razón la medición de un año no aporta el mismo caudal informativo que en el caso del hemisferio norte. La medición por varios años (3 a 5), tornaría impráctico un estudio y demoraría innecesariamente el desarrollo de planes de aprovechamiento del recurso. Existe una serie de métodos para hacer la estimación de ciertas estadísticas del viento en base a cortos períodos de medición. Una variedad de métodos fue analizada por Barchett y Davis (1983) entre ellos uno elaborado por el Consultor, mostrando que se pueden obtener estimaciones de las estadísticas de largo plazo a partir de muy pocos meses. Todas estas técnicas se basan en la correlación espacial con una o varias series largas ya existentes. Los datos simultáneos de estas y de la de los nuevos lugares de medición permiten la extrapolación de las nuevas series. En la Dirección Nacional de Meteorología del Uruguay (D.N.M.), hay un banco de datos de vientos de sus estaciones, que convenientemente actualizado, durante el mismo período en que se realizarán las mediciones en la zona en estudio, permitirá la aplicación de las técnicas mencionadas.

### 3.4. Procedimiento a utilizar

#### 3.4.1. Mediciones

Las mediciones se realizarán con la doble finalidad de obtener la información puntual del lugar de medición y de servir para el esquema de interpolación espacial (Modelo NOABL). Esto último ya sea para ingresar al modelo o para ser utilizadas en la verificación del mismo.

Los datos a ingresar al modelo deben ajustarse lo más aproximadamente posible a la naturaleza vectorial del viento y las mediciones deben incluir la dirección y la intensidad del mismo.

Para la verificación, se puede utilizar solo sensores de velocidad lo que permitiría debido a los menores costos aumentar considerablemente el número de sitios de medición.

Finalmente se deberá contar en la región en estudio con al menos una estación meteorológica completa que incluya además del viento mediciones de presión, temperatura, humedad, precipitación y radiación global tanto para la caracterización de ciertos parámetros del modelo NOABL (o eventualmente de otros) como para cualquier otro tipo de análisis de los datos del viento.

En consecuencia se prevee el siguiente esquema de medición:

a) Estaciones de medición con grabación en memoria de

estado sólido de promedios de 10 minutos en cada hora, de la dirección e intensidad vectorial del viento y del promedio escalar de la intensidad del viento (Y. Mori, 1986). De aquí en adelante estación tipo A.

Número de estaciones: 9

Se utilizarán para medición puntual del recurso, ingreso de datos a modelos y verificación de resultados de modelos.

- b) Estaciones de medición con grabaciones en memoria de estado sólido de promedios de 10 minutos cada hora de la intensidad escalar del viento. De aquí en adelante estación tipo B.

Número de estaciones: 7

Se utilizarán para la medición puntual del recurso y para la verificación de resultados del modelo.

- c) Anemómetro totalizador del recorrido de viento. Permiten el cómputo de velocidades medias entre lecturas que pueden ser varias veces al día, diarias o semanales. Estos equipos son de muy bajo costo y pueden agregar información si se cuenta con ayuda en ciertos puntos como escuelas, destacamentos policiales, etc. De aquí en adelante estación tipo C.

Número de estaciones: 7

Se utilizarán para la medición puntual del recurso y para la verificación sobre promedios estadísticos de los resultados del modelo.

- d) Estación automática meteorológica con grabación en estado sólido, programable parcialmente y para medir, dirección e intensidad del viento, temperatura, humedad, presión, precipitación y radiación global. De aquí en adelante estación tipo D.

Número de estaciones: 1

Finalidad explicada anteriormente.

Las especificaciones de estos equipos se encuentran en el anexo 2 de este documento. La cantidad a adquirir debe ser algo mayor a los efectos de posibilitar el reemplazo rápido en caso de desperfectos y roturas. Se estima necesario el siguiente número total:

Estación tipo A	12
Estación tipo B	10
Estación tipo C	10
Estación tipo D	1

La ubicación tentativa está representada en la Fig. 1. Sin embargo, la ubicación definitiva se hará luego de la digitalización de la topografía, (ver punto 4 y 5, tareas y cronograma), lo que permitirá, mediante los programas del paquete EnerGraphics disponible en la Dirección Nacional de Energía, un análisis cuidadoso de las condiciones del relieve.

### 3.4.2 Esquema interactivo de medición y análisis

En una primera etapa de tres meses, una vez instalados los equipos, se registran observaciones. A este conjunto de datos se aplica el modelo y se realiza una primera verificación. De los resultados del modelo, pueden surgir algunos puntos o zonas indicativas de condiciones muy favorables para la utilización de la energía eólica, donde no fueron instalados equipos en la primera etapa de medición. En función de ello, se reestructura la red de medición para medir específicamente en esas localizaciones en otra etapa de tres meses. Sin embargo, la mayor parte de las localizaciones de equipos permanecerá sin cambio.

Finalmente con seis meses de datos se realiza la verificación del modelo y el mismo provee series y estadísticas en cada uno de los puntos de resolución del mismo (del orden de 1 Km).

### 3.4.3 Extensión de las series

Inicialmente y con los datos de la D.N.M. se estudiará el grado de error que se comete al estimar la velocidad media, los parámetros de la distribución y la potencia meteorológica al realizar la extensión de las series (Barros y Estevan, 1983). Para ello, se hará la extensión de series a 5 años usando períodos cortos de pocos meses y se verificará los resultados con los datos reales.

Como segundo paso se hará la extensión de las series medidas y generadas por el modelo, determinándose los parámetros de la distribución estadística, y la potencia meteorológica para toda la región.

### 3.4.4. Utilización de la evaluación del recurso para el análisis técnico y económico.

Los resultados finales de 3.4.3. pueden ser aplicados a diferentes máquinas obteniéndose el número esperado de kWh a generar cada año en diferentes puntos y zonas de potencial interés. En función de los costos de capital de los equipos, de su instalación, mantenimiento y de los cargos financieros se pueden calcular costos orientadores de la electricidad a producir bajo diferentes circunstancias.

Finalmente se completará el estudio con el análisis para varias opciones de producción en los sitios más favorables estudiándose en particular los casos de granjas eólicas y sistemas aislados complementados con usinas térmicas.

En estos casos se analizará la demanda diaria y estacional y su proyección futura, las infraestructuras de obras civiles, la proximidad de líneas de transmisión, la probable penetración máxima de la energía eólica, etc.

#### 4.- DESCRIPCION DE TAREAS

Entre paréntesis figura quienes tentativamente realizarán la actividad.

1. Definición de las especificaciones del instrumental de medición (Consultor)
2. Digitalización y graboverificación de altura de la región (D.N.E.)
3. Definición definitiva de la ubicación de estaciones (Consultor, D.N.E., D.N.M.)
4. Recomendaciones para la adquisición del instrumental (D.N.E., Consultor)
5. Calibración de instrumental (viento-F.I., otros-D.N.M.)
6. Definición de especificaciones de materiales accesorios (D.N.M., D.N.E.)
7. Compra y elaboración de materiales accesorios (D.N.E., D.N.M.)
8. Instalación de las estaciones (D.N.M., D.N.E., Consultor)
9. Vigilancia y mantenimiento de red de observación (D.N.E., D.N.M.)
10. Generación de archivo de datos (D.N.E., D.N.M.)
11. Preparación de archivos de series de estaciones meteorológicas (D.N.M.)
12. Aplicación del modelo NOABL, versión FYL a datos del archivo (10). (D.N.E., D.N.M., Consultor)
13. Análisis de resultados del modelo y 1a. verificación (D.N.E., D.N.M., Consultor)
14. Reformulación de red de medición (Consultor, D.N.E., D.N.M.)
15. Vigilancia y mantenimiento de la red de observación (D.N.E., D.N.M.)
16. Análisis de resultados y verificación final del modelo (Consultor, D.N.E., D.N.M.)
17. Estudio de errores en la extensión de series (Consultor, D.N.M., D.N.E.)
18. Extensión de series (Consultor, D.N.M., D.N.E.)
19. Aplicación de paquetes estadísticos existentes en la computadora de la D.N.M. al estudio del recurso (D.N.M., D.N.E., F.I.)
20. Mapas de los parámetros de la distribución estadística del viento, velocidades medias y potencias. Clasificación en zonas (Consultor, D.N.E., D.N.M.)
21. Obtención de información sobre máquinas, características técnicas y costos, (D.N.E., F.I., Consultor)
22. Análisis de rendimientos de las máquinas eólicas para diversas zonas (D.N.E., F.I., Consultor)
23. Evaluación global del recurso en función de la tecnología actual (Consultor, D.N.E., F.I.)
24. Análisis de costos orientadores por zonas y sitios de especial interés para diferentes máquinas (D.N.E., Consultor, UTE)
25. Análisis de alternativas de producción en función de demanda, variación estacional y diseño, tendencias, instalaciones existentes, etc (UTE, D.N.E., Consultor)
26. Generación de recomendaciones (Consultor)
27. Preparación de la publicación del proyecto (Consultor, D.N.E.)
28. Edición y publicación del informe final del proyecto (D.N.E.)
29. Desmonte de estaciones (D.N.M., D.N.E.)

## 5.- CAPACITACION DEL PERSONAL

### 5.1 Curso introductorio

Objetivo: dar los elementos de Meteorología mínimos para comprender las características del recurso, los métodos de su estudio y las bases para la aplicación de los programas estadísticos que se encuentran en el centro de cómputos de la D.N.M. (Barros 1986).

Incluye: a) Meteorología general (para ingenieros)  
b) Aspectos meteorológicos de la energía eólica  
c) Paquetes estadísticos de evaluación del recurso  
d) Métodos de medición del recurso eólico

El curso a cargo del consultor durará unas dos semanas y se realizará en Montevideo con la asistencia del personal de las instituciones participantes. Mes probable: Marzo 1988

### 5.2 Entrenamiento en Argentina

Objetivos: visión general de la experiencia argentina, particularmente en lo referente al estudio del recurso y manejo del modelo NOABL, versión FYL.

Incluye: a) Aspectos de la instalación y medición del viento en Puerto Madryn y en la zona de Comodoro Rivadavia (Chubut)  
b) Visita al Centro Regional de Energía Eólica de Argentina (C.R.E.E.) y a sus campos de prueba de generadores eólicos en Rawson y Comodoro Rivadavia (Chubut)  
c) Fundamentos y usos del código del NOABL y paquetes de subrutinas y extensión de series (Chubut, Buenos Aires)

Número de participantes máximo: 4.

Duración: una semana en Chubut con sede en el Centro Nacional Patagónico del Conicet y otras dos semanas en Buenos Aires en el Departamento de Meteorología de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad de Buenos Aires.

Mes tentativo: Julio 1988, los participantes trabajarán con un conjunto de datos de experiencias de Chubut y deberán llevar la digitalización de la topografía de la Cuchilla Grande para realizar algunos experimentos sobre esta región.

### 5.3 Curso sobre modelos de flujos sobre terrenos complejos.

Objetivo: Dar un marco de referencia actualizado al estudio en realización y facilitar el inicio de la tarea investigativa en el desarrollo de este tipo de modelos.

A cargo del Consultor, se realizará en Montevideo con asistencia de las instituciones participantes.

Duración: una semana. Mes tentativo: Octubre 1988.



#### 5.4 Beca de formación post-grado

Objetivo: Capacitar en la elaboración de planes de utilización del recurso, y análisis y testeo de máquinas eólicas.

Duración: 6 meses.

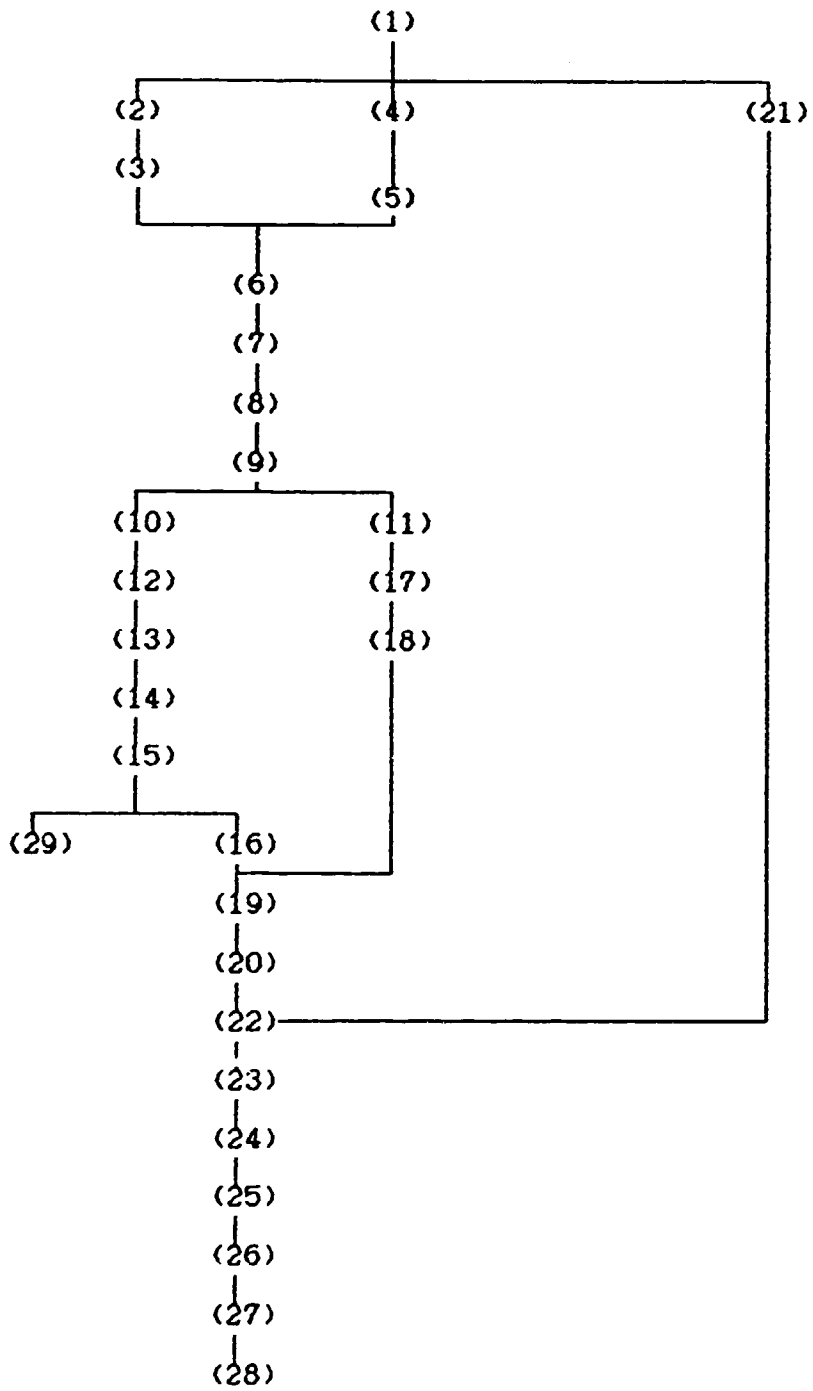
Lugar: Alternative Energy Institute de la Universidad de Texas

Temas: Cursos sobre energía eólica y trabajos de campo en el análisis de máquinas eólicas en el parque de ensayos del Instituto. Participación en programas de desarrollo de energía eólica.

Condiciones: Preferentemente, ingenieros de la D.N.E.  
Meses tentativos: Junio-Diciembre 1989



Camino Crítico



7.- NECESIDADES

7.1 Consultor externo

Enero/Febrero 1988 12 días  
 Marzo 1988 13 días  
 Octubre 1988 21 días  
 Enero 1989 21 días  
 Abril/Mayo 1989 21 días

7.2 Acciones de capacitación en el exterior.

4 participantes. Destino : Buenos Aires y Trelew.  
 Julio 1988.  
 1 participante. Destino : Universidad de Texas.  
 Julio-Diciembre 1989.

7.3 Instrumental y bibliografía.

Especificaciones en anexo I		Costo estimado
1	Estación meteorológica automática	U\$S 14000
12	Estación de viento, dirección y fuerza	U\$S 17000
10	Estación de viento	U\$S 6000
10	Anemómetros totalizadores	U\$S 1500
		<hr/>
Suscripciones y libros		U\$S 37500
Programa del atlas dinamarqués		U\$S 1300
		U\$S 1200
		<hr/>
TOTAL		U\$S 40000

7.4 Personal

Para digitalizar y graboverificar la topografía, dos técnicos durante dos meses.

7.5 Vehículo y combustible

Vehículo tipo utilitario, con tracción en las 4 ruedas.  
 Uso exclusivo del vehículo en los meses de instalación, reubicación y desmantelamiento de las estaciones y 50% de tiempo en el resto

MES		KM	CCOMBUSTIBLE	USO
OCTUBRE	88	2800	560 LTS	EXCLUSIVO
NOVIEMBRE	88	2000	400 LTS	
DICIEMBRE	88	2000	400 LTS	50%
ENERO	89	2800	560 LTS	50%
FEBRERO	89	2000	400 LTS	EXCLUSIVO
MARZO	89	2000	400 LTS	50%
ABRIL	89	2800	560 LTS	50%
				EXCLUSIVO
SUB TOTAL		17200	3280 LTS	
IMPREVISTOS			220 LTS	
TOTAL			3500 LTS	

### 7.6. Viáticos

Para la realización de las instalaciones, reubicación y desmantelamiento se requieren al menos 3 semanas y para la vigilancia 2.

MES		DIAS	DIAS/HOMBRE
OCTUBRE	88	18	51
NOVIEMBRE	88	6	12
DICIEMBRE	88	6	12
ENERO	89	9	24
FEBRERO	89	6	12
MARZO	89	6	12
ABRIL	89	18	51
SUB TOTAL		69	174
IMPREVISTOS			26
TOTAL			200

### 7.7. Materiales accesorios

- Cables de aluminio de 3 pulgadas para armar 22 torres de 10 m
- Materiales para el anclaje de las torres cables, tensores, cemento, etc.
- Herramientas para el trabajo de instalación, de albañilería y mecánica.
- Elementos para el sostén del instrumental en torres: tornillos, pernos, planchas y brazos.
- Material fotográfico color y revelado, en diapositiva y cartón: 150 de cada uno.
- 50 diskettes para P.C.
- Material de librería para la confección de carpetas de cada lugar de medición (22) y para el dibujo de mapas.
- Brújula y altímetro.

### 7.8. Computación

Las facilidades de la D.N.E., la D.N.M. y la F.I. son suficientes, se utilizarán intensivamente durante los meses de octubre de 1988, enero y abril de 1989.

### 7.9. Publicación de informe

Se estima unas 300 copias de 200 páginas.

### 7.10. Contratos especiales

Se puede requerir el contrato especial de alguna persona que suba a una torre de 30 m para la instalación, reparación y desmonte de algún par de equipos que se ubiquen en esa altura. Se estima un trabajo máximo de 10 días. Será conveniente que la persona contratada disponga del material de seguridad (arneses) necesario y de los seguros correspondientes.

## 8.- REFERENCIAS

- Cambilargiu 1963 - Primer mapa isoviento del Uruguay. Revista de Ingeniería Nº8 pp 345-380.
- Sherman C. 1978. A mass consistant model for wind fields over complex terrain. J. Appl. Meteorology, Vol 17 312 - 327.
- Traci, R., Philips, G. y Patnaik P. Developing a site selection methodology for wind energy conversion U.S. Department of Energy, 1978.
- Frumento O. y M. López 1988. Sobre algunos aspectos de la linealidad del NOABL y su verificación en una experiencia observacional. Preprints del II Congreso Interamericano de Meteorología.
- Barros V. 1986 El recurso eólico en Uruguay. Informe del proyecto PNUD/OMM/URU/82/021
- Barchett and Davis 1983. Estimating long-term mean wind from short-term wind data. Rep 4785 Battelle PNL 21
- Mori Y. 1986. Evaluation of several single-pass estimations of the mean and the standard deviation of wind direction. Journal of Climate and Applied Meteorology, 25, 1387-1397.
- Barros V. y E. Estevan 1983. On the evaluation of wind power from short wind records. Journal of Climate and Applied Meteorology, 22, 1116-1123.



## ANEMOMETRO TOTALIZADOR

- Anemómetro a molinete para medir recorrido de viento con un contador de por lo menos 6 cifras. Indicación preferiblemente en kilómetros (eventualmente puede ser aceptable en millas) con un valor máximo de acumulación de por lo menos 99999,9 km.

- El indicador o "display" deberá poder ubicarse alejado del anemómetro hasta por lo menos 10 metros.

- Error menor o igual a 0,5 m/s en el rango de velocidad comprendido entre 2,5 y 25 m/s.

- Preparado para su montaje sobre un mastil o sobre una superficie plana.

- Instrumento elaborado y concebido para su uso a la intemperie.

- Alimentación, 220V 50Hz o baterías. En este último caso se deben suministrar baterías para 8 meses de operación.

- Deberá entregarse con los cables, conexiones y accesorios para su funcionamiento.

Cantidad: 10

Posibles proveedores

1. SIAP TELEMET S.A.

Calle 31 No 472

La Plata - Argentina

tel: 021249596

021243101

2. FORESTRY SUPPLIERS INC.

205 WEST RANKIN STREET

P.O. BOX 8397

JACKSON

MS 39204-0397

U.S.A.

tel: 6013543565

Pedir el modelo 89037 WIND SPEED ODOMETER DE WEATHER WISE INSTRUMENTS

3. COASIN (EN MONTEVIDEO)

4. MAXIMUM INC

42 SOUTH AVENUE

NATICK MA 01760 U.S.A.

tel: 617 653-3820



## SISTEMA DE MEDICION Y GRABACION DE INTENSIDAD DE VIENTO

- Sistema autónomo de medición y registro de intensidad de viento con memoria en estado sólido.
- Rango de medición: 0 a 50 m/s,  
Umbral: 0,5 m/s  
Error: 0,2 m/s o 2% cualquiera fuera mayor
- Deberá tomar por lo menos una medición de la velocidad cada diez segundos. Presentación visual de la última velocidad medida.
- Deberá realizar el promedio de las mediciones durante un lapso que podrá ser cambiado según la voluntad del usuario. En este sentido, al menos deberá presentar la opción de que el tiempo de promedio pueda tener dos alternativas: 1 hora o 10 minutos.
- El promedio del lapso prefijado será almacenado en memoria. En el caso de que el lapso de promedio sea 10 minutos o cualquier otro tiempo inferior a la hora solo se requiere el almacenado de un dato por hora.
- Capacidad de almacenamiento mínima de un mes con los datos expresados en m/s y un decimal.
- El funcionamiento deberá estar garantizado entre 0 y 50°C y el equipo deberá incluir protección a la radiación solar de sus componentes electrónicos de forma de permitir su uso a la intemperie.
- Funcionamiento autónomo con baterías durante al menos 30 días permitiendo que los datos se conserven al menos por otro período de 30 días sin destruirse.
- Deberá proveerse con baterías para al menos 8 meses de operación.  
Los datos deberán poder recogerse y ser volcados a una salida RS 232-C de una computadora del tipo IBM PC o compatible. Deberá ser fácilmente identificable la fecha y hora de cada dato y el número de código de cada estación.
- La unidad de lectura de las estaciones, si fuera necesaria, deberá tener capacidad para almacenar la información de por lo menos 20 estaciones. Esta unidad deberá ser autónoma, estar accionada por baterías y ser en su conjunto portátil.
- En todo caso el equipo deberá ser entregado con todos los sensores, accesorios, aparatos, cables y conectores que permitan la medición del viento a 10 m de altura y la operación y lectura a 1,5 m, y el volcado de los datos a una terminal RS 232-C de una computador personal tipo IBM PC o compatible. No se incluye entre estos accesorios torre, mástil u otro elemento de sostén.
- Cantidad de equipos: 10
- Posibles proveedores

1. BUENOS AIRES PRECISION TECNOLOGICA S.A.  
Gavilan 4850/2  
1419 Buenos Aires  
Argentina  
tel: 571-5109  
572-7040
2. MUSELTRONICK  
Lemoine, Thaler, Wrona u.a.  
GNEISENAUSTR.2 1000 Berlin 61  
R.F. Alemana  
tel: 030-691-3095
3. COASIN (EN MONTEVIDEO)
4. NRG SYSTEMS INC.  
1955 Church Hill Road  
Charlotte Vermont 05445 U.S.A.  
802 425 3468  
telex 65031 34621
5. R.M. YOUNG COMPANY  
2801 AEROPARK DRIVE  
TRAVERSE CITY  
MICHIGAN 49684  
U.S.A.  
tel: 816 946 3980  
telex: 810 291-3368

## SISTEMA DE MEDICION Y GRABACION DE INTENSIDAD Y DIRECCION DE VIENTO

- Sistema autónomo de medición y registro de intensidad y dirección de viento en estado sólido.
- Rango de medición: en velocidad, 0 a 50 m/s en dirección 0 a 360°.  
Umbral: 0,5 m/s en ambos sensores  
Error: 0,2 m/s o 2% cualquiera fuera mayor en velocidad y 3° en dirección.
- Deberá tomar por lo menos una medición de ambos sensores cada diez segundos. Presentación visual de los últimos datos medidos.
- Deberá realizar el promedio escalar de las velocidades y el promedio vectorial de las mediciones del viento durante un lapso que podrá ser cambiado según la voluntad del usuario. En este sentido, al menos deberá presentar la opción de que el tiempo de promedio pueda tener dos alternativas: 1 hora o 10 minutos.
- El promedio escalar de la velocidad del viento, la intensidad del vector medio y la dirección del vector medio serán almacenados en memoria. En el caso de que el lapso de promedio sea 10 minutos o cualquier otro tiempo inferior a la hora, solo se requiere el almacenado de un dato por hora.
- Capacidad de almacenamiento mínima de un mes con los datos expresados para las intensidades de las velocidades medias vectorial y escalar en m/s con un decimal y para la dirección en grados.
- El funcionamiento deberá estar garantizado entre 0 y 50°C y el equipo deberá incluir protección a la radiación solar de sus componentes electrónicos de forma de permitir su uso a la intemperie.
- Funcionamiento autónomo con baterías durante al menos 30 días permitiendo que los datos se conserven al menos por otro período de 30 días sin destruirse.
- Deberá proveerse con baterías para al menos 8 meses de operación.  
Los datos deberán poder recogerse y ser volcados a una salida RS 232-C de una computadora del tipo IBM PC o compatible. Deberá ser fácilmente identificable la fecha y hora de cada dato y el número de código de cada estación.
- La unidad de lectura de las estaciones, si fuera necesaria, deberá tener capacidad para almacenar la información de por lo menos 20 estaciones. Esta unidad deberá ser autónoma, estar accionada por baterías y ser en su conjunto portátil.
- En todo caso el equipo deberá ser entregado con todos los sensores, accesorios, aparatos, cables y conectores que permitan la medición del viento a 10 m de altura y la

operación y lectura a 1,5 m y el volcado de los datos a una terminal RS 232-C de una computadora personal IBM PC o compatible. No se incluye entre estos accesorios torre, mastil u otro elemento de sostén.

- Cantidad de equipos: mínimo 4, máximo 12

- Posibles proveedores

1. BUENOS AIRES PRECISION TECNOLOGICA S.A.  
Gavilan 4850/2  
1419 Buenos Aires  
Argentina  
tel: 571-5109  
572-7040
2. NUSELTRONICK  
Lemoine, Thaler, Wrona u.a.  
GNEISENAUSTR.2 1000 Berlin 61  
R.F. Alemana  
tel: 030-691-3095
3. COASIN (EN MONTEVIDEO)
4. NRG SYSTEMS INC.  
1955 Church Hill Road  
Charlotte Vermont 05445 U.S.A.  
802 425 3468  
telex 65031 34621
5. R.M. YOUNG COMPANY  
2801 AEROPARK DRIVE  
TRAVERSE CITY  
MICHIGAN 49684  
U.S.A.  
tel: 816 946 3980  
telex: 810 291-3368

## ESTACION METEOROLOGICA AUTOMATICA

- Sistema automático de medición y registro de parámetros ambientales.
- El número mínimo que deberá aceptar es de 8 sensores que podrán ingresar información digital o analógica.
- Se deberá proveer con sensores para los siguientes parámetros.

### Velocidad de viento

Rango de medición: 0-50 m/s

Umbral: 0,5 m/s

Exactitud: debajo de 10 m/s,  $\pm 0,2$  m/s; de 10 a 50 m/s, 2%.

### Dirección de viento

Rango de medición: 0-360°

Umbral: 0,5 m/s

Exactitud: 3°

### Temperatura

Tipo de sensor: resistor

Rango de medición - 50°C a 70°C

Exactitud: 0,15°C

Diseño resistente a la intemperie con protección a la radiación y a la precipitación.

### Humedad

Tipo de sensor: humicap

Rango de medición: 0-100 % de humedad relativa

Exactitud:  $\pm 3\%$

Tiempo de respuesta: 5 segundos, 90% de respuesta

Iguals condiciones de resistencia y protección que en el caso de la temperatura

### Presión

Rango 900 a 1050 mb

Exactitud:  $\pm 0,3$  mb en el rango de temperatura 5°C a 50°C y  $\pm 0,5$  mb de -20°C a 5°C

### Precipitación

Tipo de sensor: pluviómetro a cangilones

Sensibilidad: 0,1 mm

Precisión:  $\pm 0,5\%$  para 50 mm/hora

### Radiación solar global

Piranómetro clase 1 según definiciones de la Organización Meteorológica Mundial de 1965, Kipp and Zonen CM 11.

Se requiere este sensor para mantener la homogeneidad de la red solarimétrica de la Dirección de Meteorología del Uruguay.

- La estación incluirá un microprocesador con operación en tiempo real. Cómputo de punto flotante. Reloj de tiempo real.
- Deberá permitir la programación de la toma de muestras a intervalos variables a partir de 2 segundos. Igualmente se deberá poder programar a elección el intervalo en el que se realizarán promedios o sumas y se retendrá el valor máximo y mínimo de cada parámetro medido. Estos valores serán almacenados en memoria.

- Memoria no volátil de datos que permita almacenar al menos 3 meses de información proveniente de los sensores anteriormente descritos sobre la base de 4 parámetros por cada uno de ellos.
- Los datos deberán poder recogerse y ser volcados a una salida RS 232-C de una computadora tipo IBM PC compatible. Deberá ser fácilmente identificable la fecha y hora de cada dato y el respectivo sensor así como el número de código de la estación, se deberán proveer los instrumentos, accesorios y software necesarios para transferir los datos a la computadora mencionada. Si se debiera transportar al lugar de la estación algún instrumento, este deberá ser fácilmente transportable y si requiriese energía deberá utilizar baterías de forma de asegurar la autonomía de la operación.
- La estación deberá por su configuración básica, aceptar alimentación de red 220 V/50 Hz aunque no se requieren los accesorios para tal fin. La estación deberá ser alimentada por paneles solares y deberá incluir baterías y paneles, como para suplir una semana sin radiación directa.
- Todo el sistema deberá operar sin daño entre -40°C y 55°C. Deberá estar protegido de la radiación para evitar que sus partes sensibles se expongan a altas temperaturas. El cerramiento de la estación será hermético a fin de evitar el ingreso de polvo y agua. Se deberá proveer con un pararrayos.
- Se deberá proveer con un mástil de 10 m de aluminio con tramos no mayores de 5 m.
- El sistema deberá incluir todos los accesorios, cables, brazos y conectores que permitan la medición a 10 m de altura de viento y de las otras variables a 1,5 m de acuerdo a las normas de medición de la Organización Meteorológica Mundial.

Cantidad: 1 (una)

Firmas proveedoras posibles

- SCANNING S.A.  
Del Carmen 716 9o B  
1019 Buenos Aires Argentina  
tel. 44 40 30  
Es representante de CLIMATRONICS
- CLIMATRONICS CORP  
140 Wilbur Place  
Airport International Plaza Bohemia  
N.Y. 11716  
U.S.A.  
Tel. (516) 567-7300  
FAX (516) 567-7585  
TELEX 510-100-7669
- RET CORPORATION  
512 F Herndon - Parkway  
Herndon, 22070 VA  
U.S.A  
Tel. 703-689-2320/2320/21/22/23/24/25  
TELEX 697-1721 RETCORP  
440088 RETCOR

- COASIN (en Montevideo)

- VAISALA S.A.  
CAMPICHUELO 6302  
1405 Buenos Aires  
Argentina  
Tel. 982 8253  
983 3561  
Telex 17727 VSSUD - AR

- VAISALA OY  
PL 26  
SF-00421 HELSINKI 42  
Finlandia  
Tel. 358089491  
Telex 122332 VSALA SF

### WIND SPEED ODOMETER

- Wind-run cup anemometer with a counter of at least six digits. Display in kilometers (eventually can be accepted in miles) maximum value of at least 9999,9 km.
- Display able of being as far apart as 10 meters from the anemometer.
- Accuracy: 0.5 m/s in the range between 0.5 m/s and 25 m/s.
- Prepared to be mounted on a mast or in a plane surface. Weather resistant design.
- Power supply: 220V/50 Hz or batteries. In this case, batteries must be provided for eighth months continuous operation.
- It must include wires, conexions and everything needed for its normal operation  
Quantity: 10 (ten)



## WIND SPEED MEASURING AND RECORDING SYSTEM

- Wind speed measuring and data logger system
- Range: 0-50 m/s, threshold: 0.5 m/s, accuracy: 0,2 m/s or 2% whatever were the higher
- Speed measurements should be taken with a frequency of at least 10 seconds. Display of the last measurement
- Average windspeed time period should be selected. At least averaging periods of 10 and 60 minutes must be available.
- Average windspeed will be stored in memory. If the averaging period were less than an hour, the storage of only one data per hour will be required.
- Minimum storage capacity of one month when data is recorded in m/s with one decimal figure.
- Operation must be guaranteed between 0°C and 50°C. The system must include shield protection against solar radiation of its electronic components if necessary for operation in field.
- Unmanned operation with batteries during at least 30 days. Data in memory must be preserved for at least another 30 days.
- Should be provided with batteries for at least eight months of continuous operation.
- Data must be transferred to a RS232-C I/O of a IBM PC compatible computer type. It will be easily recognizable the date and time of each datum and the identification of the station.
- If it were necessary an additional portable unit for the transferring of data to the computer, it will have storage capacity for at least one month of twenty stations. This unit must be easy to handle and should require power from batteries.
- The system must be completed with all the sensors, devices wires, connections, software and everything required for the measuring of wind speed at 10 meters height and operation and transferring of data at 1.5 m.  
It is not required the mast or other similar accessory  
Quantity: 10 (ten)

## WIND SPEED AND DIRECTION MEASURING AND RECORDING SYSTEM

- Wind speed and direction measuring and data logger system.
- Range: speed 0-50 m/s; direction 0-360°.
- Threshold: 0.5 m/s in both sensors.
- Exactitude: speed 0.2 m/s or 2% whatever were the higher; direction  $\pm 3^\circ$ .
- Measurements of both sensors must be taken with a frequency of at least 10 seconds. Display of the last measurement.
- It must perform the scalar wind speed average and the vectorial wind average for a period of time which may be selected. At least, averaging periods of 10 and 60 minutes must be available.
- Scalar mean wind speed, vector mean wind speed and vector mean wind direction must be stored in memory. If the averaging period were less than an hour, the storage of only one data per hour will be required.
- Minimum storage capacity of one month when data is recorded in m/s with one decimal figure in the mean speeds case and in degrees for the direction.
- Operation must be guaranteed between 0°C and 50°C. The system must include shield protection against solar radiation of its electronic components if necessary for operation in field.
- Unmanned operation with batteries during at least 30 days. Data in memory must be preserved for at least another 30 days.
- Should be provided with batteries for at least eighth months of continuous operation.
- Data must be transferred to a RS232-C i/o of a IBM PC compatible computer type. It will be easily recognizable the date and time of each datum and the identification of the station.
- If it were necessary an additional portable unit for the transferring of data to the computer, it will have storage capacity for at least one month of twenty stations. This unit must be easy to handle and should require power from batteries.
- The system must be complete with all the sensors, devices wires, connections, software and everything required for the measuring of wind speed at 10 meters height and operation and transferring of data at 1.5 m. It is not required the mast or other similar accessory.  
Quantity: Minimum 4, maximum 12.

## AUTOMATIC WEATHER STATION

- Automatic measuring, collecting and processing environmental data system.
- It must be able to accept at least eight sensors with digital or analog signal.
- It will be provided with the sensors meeting the following specification.

### Wind speed

Range: 0-50 m/s; threshold: 0.5 m/s;  
Accuracy below 10 m/s:  $\pm 0.1$  m/s;  
Accuracy from 10 to 75 m/s:  $\pm 2\%$

### Wind direction

Range: 0-360°; Threshold: 0.5m/s;  
Accuracy: 3°.

### Temperature

Sensor type: resistance  
Range: -50°C to 70°C  
Weather resistant design with protection to solar radiation and precipitation

### Humidity

Sensor type: humicap  
Range: 0 - 100% of relative humidity  
Accuracy:  $\pm 3\%$   
Response time: 5 seconds, 90% response  
Same conditions of resistant design and weather protection as in the temperature case

### Pressure

Range 900 - 1050 mb  
Accuracy:  $\pm 0.3$  mb in the temperature range of 5°C - 50°C  
and  $\pm 0.5$  mb between - 2°C and 5°C

### PRECIPITATION

Sensor type: tipping bucket rain gauge  
Precision:  $\pm 0.5\%$  for 50 mm/hour  
Sensitivity: 0.1 mm

### GLOBAL SOLAR RADIATION

Kipp and Zonen CM 11 pyranometer class 1 as defined by the World Meteorological Organization in 1965.

This sensor is required to maintain homogeneity with the solar network of the Uruguayan Meteorological Service.

- The station will include a microprocessor with real time operation. Floating point computing. Real time clock.
- It can be possible to program the acquisition frequency of data from at least two seconds. Also, it will allow to chose the period of time for performing averages or sums, and retaining

the maximum and minimum value of each measured parameter. These values will be stored in memory.

- Non volatile memory with capacity for storing at least three months of data in the case of four derived parameter for each of the already described sensors.
- It should be possible to transfer data to a RS 232-C I/O of a IBM PC compatible computer. Easy identification of each datum, date, time, parameter as well as station name or number. It will be provided any device, instrument, accessory and software required for transferring data to the computer. If some of them would be necessary to be transported to the station site, it must be easily transportable and if it requires power, it should be provided with batteries to secure autonomous operation.
- The basic configuration of the station should allow power supply from the line 220V/50 Hz though it is not required the accessories for that purpose. The power supply will be solar cells and the system must include the batteries and solar cells required to operate a whole week without direct solar radiation.
- The system will be able of operation without damage between -40 °C and 55 °C. It should be shielded from solar radiation to protect electronic components.
- The equipment container should be weatherproof. It will also be provided with lightning protection.
- The system will include a 10 meters aluminium tiltable mast with elements not longer of 5 meters each.
- The system will include all the required accessories, wires, arms and conexions to allow the measurement of wind at 10 meters and the other variables at 1.5 m according to W.M.O norms.  
Quantity: 1 (one).

INFORME DEL BANCO NACIONAL DE  
DATOS CLIMATOLOGICOS

Numero 1 Noviembre 1987

<u>Nombre de Estación</u>	<u>Caracter de la información</u>	<u>Período de grabación</u>
Artigas	Verificada	01ENE79 - 31DIC84
Cabo Polonio	Verificada	01JUL84 - 31JUN85
Carrasco	Verificada	01ENE79 - 31DIC84
Colonia	Verificada	01ENE79 - 31DIC84
Durazno	Verificada	01ENE82 - 31DIC83
Melo	Verificada	01ENE79 - 31DIC84
Mercedes	Verificada	01ENE82 - 31DIC83
Paso de los Toros	Verificada	01ENE79 - 31DIC84
Paysandú	Verificada	01ENE82 - 31DIC83
Prado	Verificada	01ENE82 - 31DIC84
Punta del Este	Verificada	01ENE79 - 31DIC84
Rivera	Verificada	01ENE82 - 31DIC84
Rocha	Verificada	01ENE82 - 31DIC84
Salto	Verificada	01ENE79 - 31DIC84
Treinta y Tres	Verificada	01ENE79 - 31DIC84

Elaborado por el Departamento Centro Nacional de Datos y Aplicaciones Climáticas, Dirección de Climatología y Documentación.