

ENERGIA APROVECHABLE DEL RECURSO EOLICO PARA USO AGROPECUARIO EN EL VALLE DE CATAMARCA

J.C.Marchioli, A.Iriarte*, J.Sequi y S.B.de Biagi
INENCO", Unidad de Investigación Catamarca**
Facultad de Ciencias Agrarias-UNCa.
C.C.189 - 4700 Catamarca

C.Manzoni, A.de Orce y J.Sanchez
Vialidad Provincial Catamarca

RESUMEN

El diseño racional de cualquier sistema de aprovechamiento eólico, requiere determinar previamente la energía disponible, su variación estacional y las influencias de las calmas, razón por lo cual, se explicita un método para procesar los datos y obtener las curvas de frecuencia de vientos, velocidades clasificadas y calmas clasificadas, a partir de datos discretos, primero en forma global y en un segundo análisis, separando en horas diurnas y nocturnas, para evaluar la posible complementación con sistemas solares.

Se incorpora en el trabajo un diagrama sencillo para el procesamiento de datos horarios, de velocidades del viento, aportados por el Servicio Meteorológico Nacional, mediante el cual en una computadora se evaluó un período de cinco años

En las conclusiones, se analizan las nuevas líneas de acción, que a nuestro criterio deben desarrollarse en la investigación de las aplicaciones eólicas.

INTRODUCCION

Es conocida la carencia de energías tradicionales que presenta la Provincia de Catamarca, más concretamente en sus zonas rurales, de allí que resulta interesante estudiar la factibilidad de utilizar recursos no convencionales que suplan dichas deficiencias.

Una fuente de energía no convencional que está siendo estudiada con interés en muchas regiones del mundo, es la proveniente del recurso eólico. Si bien en los estudios realizados en el Valle central de la Provincia de Catamarca (1), aparentemente la energía eólica disponible no es significativa, consideramos que es necesario realizar una evaluación más detenida a fin de confirmar o desechar dichas afirmaciones y tener un parámetro real de disponibilidad de vientos mensual y su variación estacional, que nos permita

por otra parte, si es interesante el recurso, encarar el estudio y aplicación de los sistemas eólicos como fuente de energía.

Para diseñar cualquier sistema de aprovechamiento, por pequeño que sea, es necesario previamente realizar un estudio pormenorizado de las características del viento, tales como la potencia disponible en épocas distintas del año, las influencias de las calmas en dicho período (2) y eventualmente su posible complementación con sistemas solares, que permita detectar un desarrollo económicamente rentable en zonas deficientes de energías.

Centrado nuestro interés en las áreas rurales, resulta interesante comparar la energía disponible con la distribución anual de las precipitaciones pluviales, a fin de vislumbrar la conveniencia del recurso eólico en el bombeo de agua para uso agropecuario.

En razón de que la potencia mecánica del viento por metro cuadrado de superficie vertical expuesta, es función del cubo de la velocidad, no pueden determinarse sus características energéticas con el solo conocimiento de la velocidad media, por consiguiente para una determinación precisa debe partirse de los registros anemográficos. Si los datos se agrupan mensualmente se obtienen las variaciones estacionales y finalmente el comportamiento a lo largo del año, resultando conveniente el procesamiento para lograr las siguientes conformaciones de resultados:

Con el fin de ordenar los datos de velocidad, para obtener la fracción de tiempo en que está presente un determinado rango de las mismas construimos un histograma para el período en consideración mensual o anual, llamado curva de frecuencia de vientos, para su trazado se selecciona un incremento constante de velocidad $2\Delta v$ centrado en un valor v_i de la velocidad del viento que se representa como abscisa, siendo la ordenada correspondiente, el cociente entre el tiempo en que la velocidad se encuentra comprendida en el intervalo $v_i + \Delta v$, dividido por el incremento $2\Delta v$, determinando los resultados, calculando el área bajo la curva en el rango de velocidad seleccionado.

Para precisar la fracción de tiempo anual o men

* Miembro de la carrera de Investigador del CONICET

** Instituto UNSa-CONICET

** Unidad de Investigación del INENCO en Catamarca-UNCa-UNSa-CONICET

... Convenio UNCa-Vialidad Provincial Catamarca

sual, en que el viento supera una dada velocidad se traza la curva de velocidades clasificadas; se construye para el período en estudio, representando en abscisas el tiempo en que la velocidad del viento supera un determinado valor que se lleva como ordenada, obteniendo los resultados por simple lectura.

Un gráfico de fundamental importancia, ya que su integración determina la energía del viento en el período considerado y por consiguiente permite calcular la potencia media, es el denominado curva de potencias clasificadas. La misma se obtiene cubicando los valores de las ordenadas, de las curvas de velocidades clasificadas y multiplicándolos por la constante de proporcionalidad de potencia $K = \rho/2$, donde ρ es la densidad del aire, con lo cual se obtiene la densidad de potencia del viento, en función de su duración.

Considerando que los molinos no arrancan por debajo de cierta velocidad característica de cada máquina, a fin de contar con información básica para el diseño de los reservorios asociados cuando se requiere continuidad en la prestación del servicio, es necesario determinar las curvas de calmas clasificadas, esto se logra trazando una familia de líneas, donde se toma como parámetro la velocidad, por ejemplo: 1,2,3,4,5,6, m/s, re presentando en ordenada el número de períodos, de una dada duración (valor de la abscisa), en que la velocidad del viento se mantuvo inferior al valor tomado como parámetro. Por simple lectura se contabiliza la cantidad de períodos de una dada duración en que la velocidad del viento es inferior al valor indicado para cada curva.

DESCRIPCION DEL METODO

Con lecturas horarias de la velocidad del viento, valor medio de los últimos diez minutos, registro usual en los Observatorios Meteorológicos, utilizamos los datos de un período de cinco años relevados por la Estación N° 222 del Servicio Meteorológico Nacional dependiente de la Fuerza Aérea Argentina ubicada en el Aeropuerto Catarman, situado en el valle central de esta provincia, con una latitud Sur de 28° 36', una longitud Oeste de 65° 46' y una altura sobre el nivel del mar de 454 m, posicionadas las cucharillas del anemómetro a una altura de 10 m sobre el nivel del terreno natural.

En la configuración discreta que presentan los datos, nuestro intervalo de muestreo está definido, $\Delta t = 1$ hora. Si pudiésemos acceder a los registros anemográficos o implementar nuestro propio sistema de relevamiento, la elección de Δt merece una consideración particular. Corresponde entonces determinar el valor de Δv más apropiado, partiendo de la premisa que cuanto menor sea este incremento más nos aproximaremos a la función de distribución, nuestro límite será una cota superior, es natural pensar que nos resulta conveniente desde el punto de vista de la información (fig. 1) tomar Δv igual a la apreciación, en nuestro caso $\Delta v = 0,5$ nudos, veremos

lo fructífero de ésta elección y consideremos además una banda de velocidad igual a $2 \Delta v$ centrada en v_i , siendo t_A y t_B los instantes en que la función continúa corta la banda. Es decir:

$$t_B = t_i + K \Delta v \cdot t - \Delta v \cdot t + E_2$$

$$t_A = t_i - \Delta v \cdot t + E_1$$

$$0 < E_1 < \Delta v \cdot t; \quad 0 < E_2 < \Delta v \cdot t$$

$$t_B - t_A = K \cdot \Delta v \cdot t + E_2 - E_1$$

$$\text{luego } t_B - t_A = K \cdot \Delta v \cdot t \pm \Delta v \cdot t$$

donde:

t_i = tiempo en que la velocidad toma el valor v_i

E_1 = error de la determinación de t_A

E_2 = error de la determinación de t_B

Pero $t_B - t_A$ es el tiempo en que la velocidad tiene el valor $v_i \pm \Delta v$ por consiguiente v_i es una abscisa de la curva de frecuencia de vientos y $\frac{K \cdot \Delta v}{2}$ es la ordenada correspondiente, siendo K el número de lecturas dentro de la banda y $\frac{\Delta v}{2}$ el error del método.

Por otra parte, con un razonamiento similar, si tenemos p lecturas por encima de la banda ($p \cdot \Delta v$) será el tiempo en que la velocidad es mayor que v_i con lo cual ($p \cdot \Delta v$) es la abscisa de la curva de velocidades clasificadas (fig. 3) y v_i la ordenada correspondiente.

Con respecto a la clasificación diurna y nocturna, se recurre a la determinación de la salida y puesta del sol, media mensual y se compara con la hora en que fue relevado cada dato.

Por último los períodos de calma se obtuvieron, para cada velocidad parámetro, contando la cantidad de velocidades contiguas con ese valor, lo cual determina la duración en horas del período. El procesamiento de los datos se realizó en una computadora con un diagrama sencillo mostrado en la figura 2.

ANALISIS DE LOS RESULTADOS

Dado el cúmulo de información que se obtiene de los datos procesados la evaluación total de los resultados, se publicó en un trabajo interno (3) del cual tomamos las conclusiones destacadas, transcritas a continuación:

1.- Observando las curvas de velocidades y potencias clasificadas (fig. 3 y 4) puede verse que

el mes de Junio es el de menor energía, creciendo ésta paulatinamente hasta el mes de Octubre que corresponde al máximo del año, decreciendo posteriormente de Octubre a Junio, advirtiéndose que los meses interiores de este último periodo no se encuentran entre estas curvas, la variación estacional de la energía se explicita en la figura 7.

II.- Se muestran en la figura 5, curvas de calmas clasificadas correspondiente al mes de Setiembre promedio de cinco años por ser sus resultados aplicables al dimensionamiento de los reservorios, no merecen mayores comentarios.

III.- De las curvas de frecuencia promedio mensual de vientos, constituida con los datos horarios del periodo 1979-1983, representada en la figura 6, se puede inducir, que la velocidad más probable es del orden de los 5 nudos, una conclusión importante, se aprecia en el rango de velocidades de 10 a 22 nudos, donde predominan los vientos nocturnos de lo cual se desprende la factible complementación con los equipos fotovoltaicos.

IV.- Comparando la variación estacional de la energía eólica, con las precipitaciones medias pluviales, se observa (fig. 7) que para uso agropecuario, en particular para ganadería, los molinos serán de utilización más conveniente en el periodo Agosto-Diciembre sobre todo si pensamos que el déficit hídrico se debe desplazar hacia delante en el tiempo. Otra particularidad destacada es que la energía nocturna a lo largo del año tiene muy poca variación.

V.- En la tabla 1 se explicita la variación mensual de la energía eólica.

CONCLUSIONES

A partir de éste trabajo entendemos que se pueden abrir nuevas líneas de investigación tales como:

- Desarrollar una eólica lenta de alto rendimiento.
- Determinar un modelo matemático para áreas cercanas a la estación meteorológica caracterizando el viento.
- Diseñar una red de relevamientos de velocidades del viento para cuantificar la energía.

AGRADECIMIENTO

- Al Suboficial Mayor Gerardo Alaniz, Jefe del Aeropuerto Catamarca y Jefe de Meteorología de dicho Aeropuerto, dependiente de la Fuerza Aérea Argentina.
- Al Servicio Meteorológico Nacional, dependiente de la Fuerza Aérea Argentina.

REFERENCIAS

- (1) A.B. Brizuela "Evaluación preliminar del re-

curso eólico en Argentina". Publicación Red Solarimétrica - 1982.

(2) LE GOURIERES DESIRE: "Energía Eólica", Ed. Masson S.A. 1983

(3) Publicación interna del INENCO - Unidad de Investigación Catamarca

TABLA 1

Energía media mensual en Kw-H

MES	DIURNA	NOCTURNA	TOTAL
ENE	228,8	109,7	338,5
FEB	152	102,9	254,9
MAR	189,6	111,3	300,9
ABR	99,8	82,9	182,7
MAY	89	73,7	162,7
JUN	41,4	33,7	75,1
JUL	85,2	82,1	167,3
AGO	106,7	92,9	199,6
SEP	195,8	103,6	299,4
OCT	260,3	141,1	401,4
NOV	201,2	129,7	330,9
DIC	206,5	102,1	308,6

Fig. 1

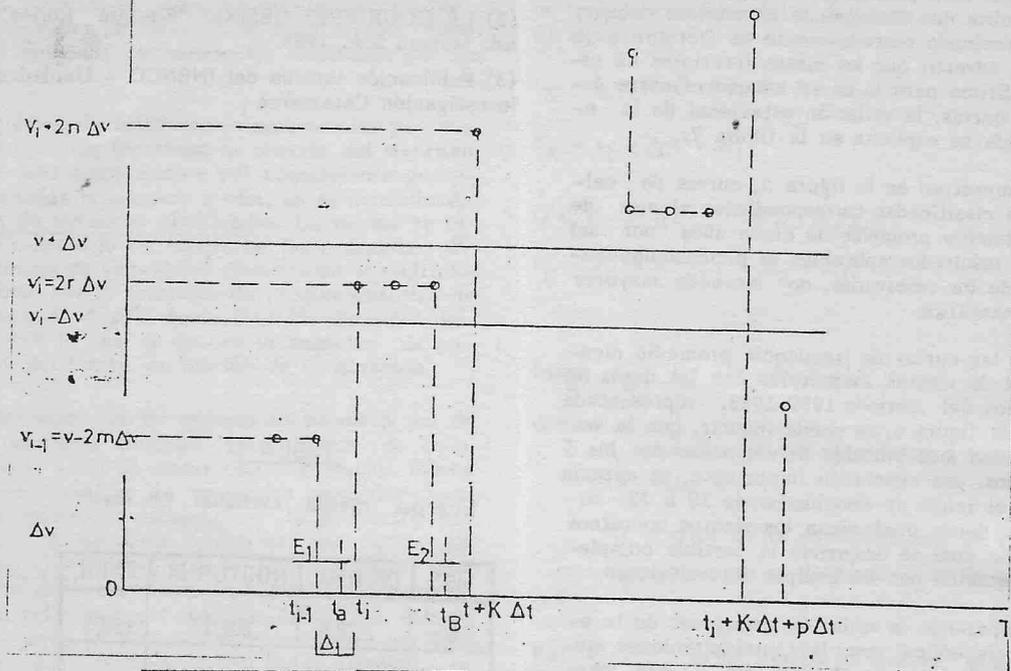
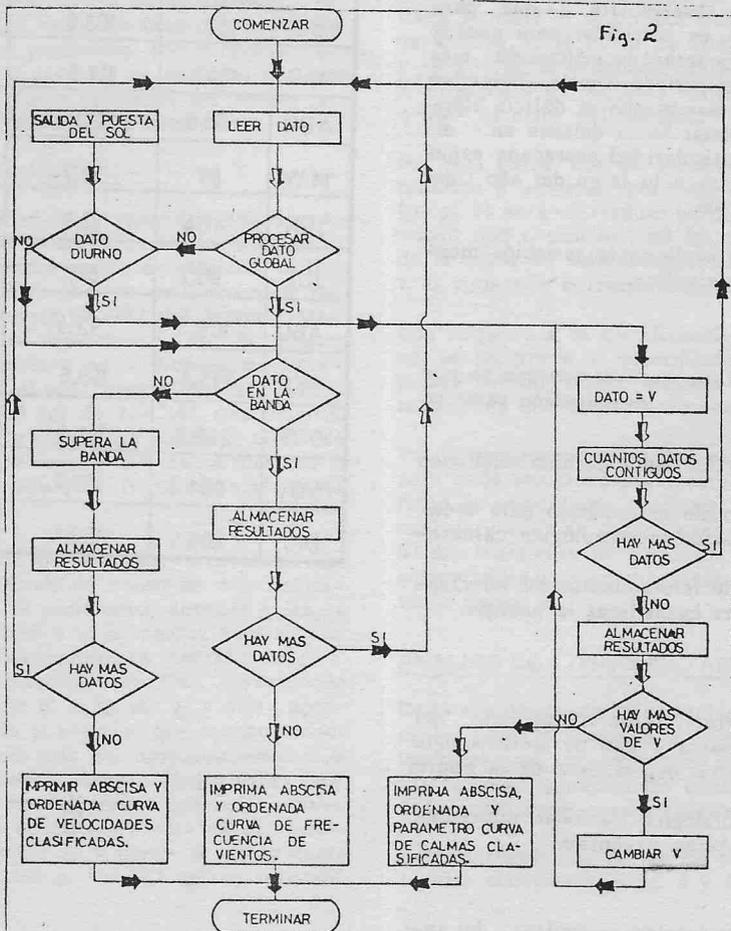
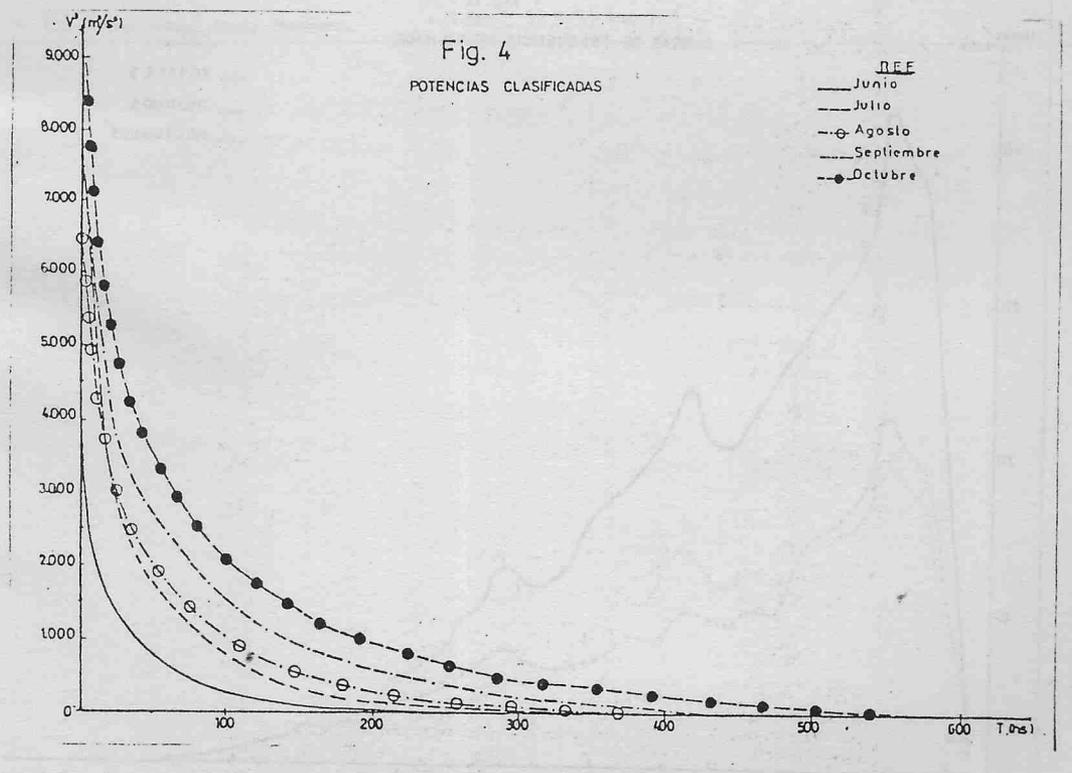
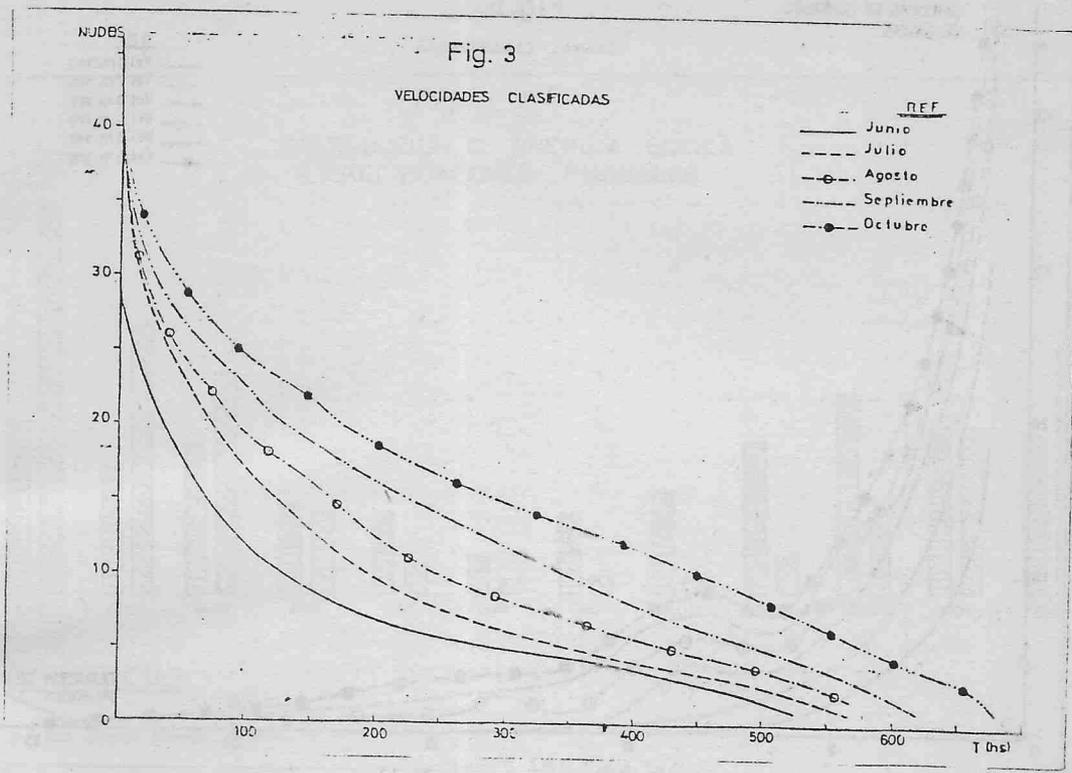


Fig. 2





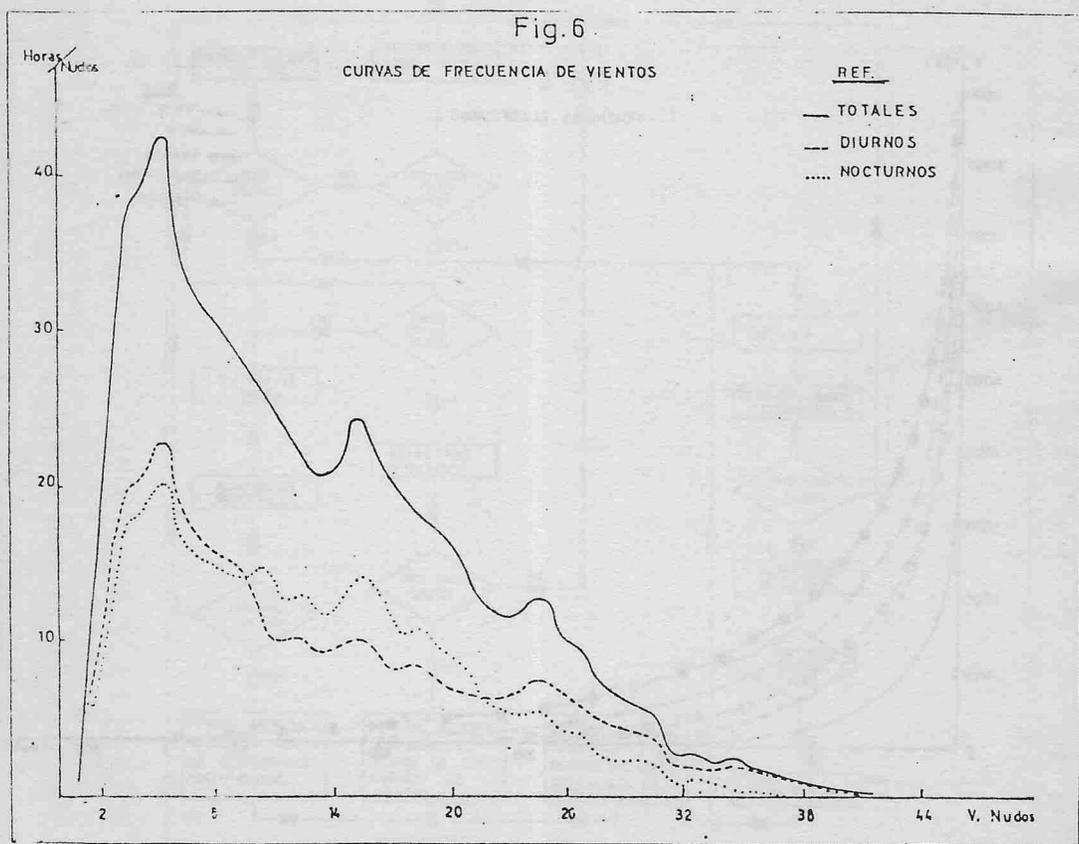
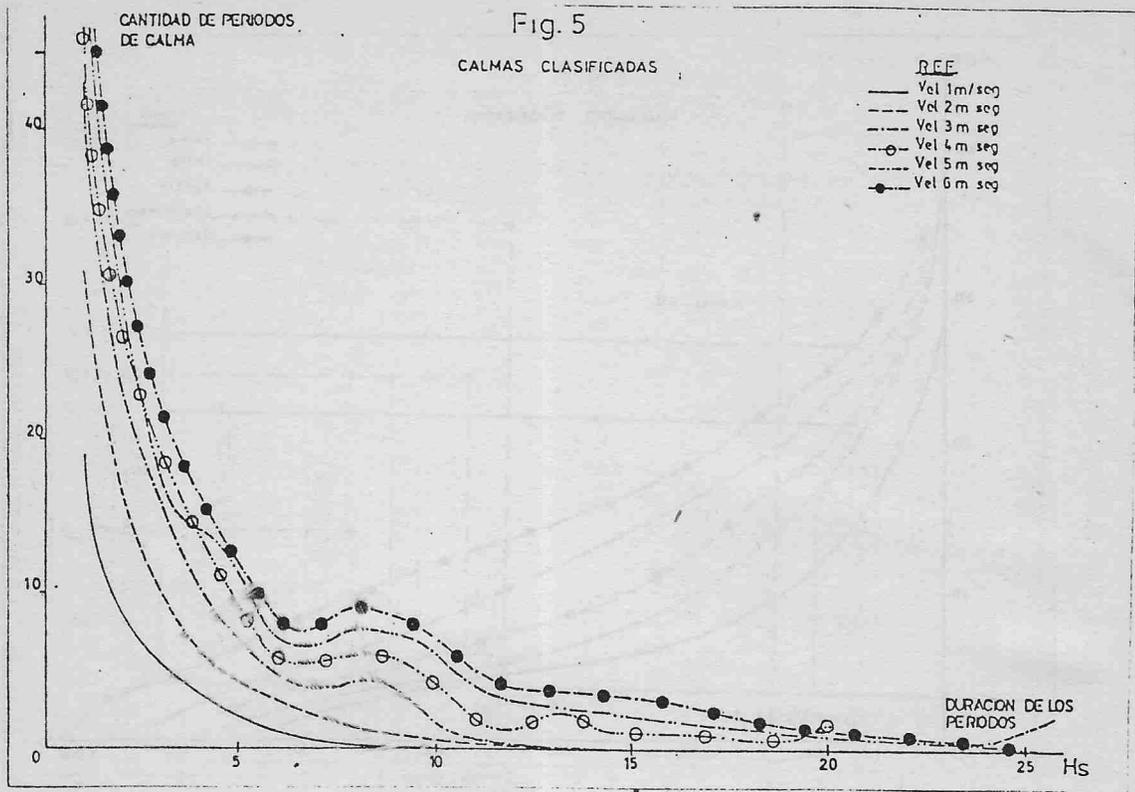
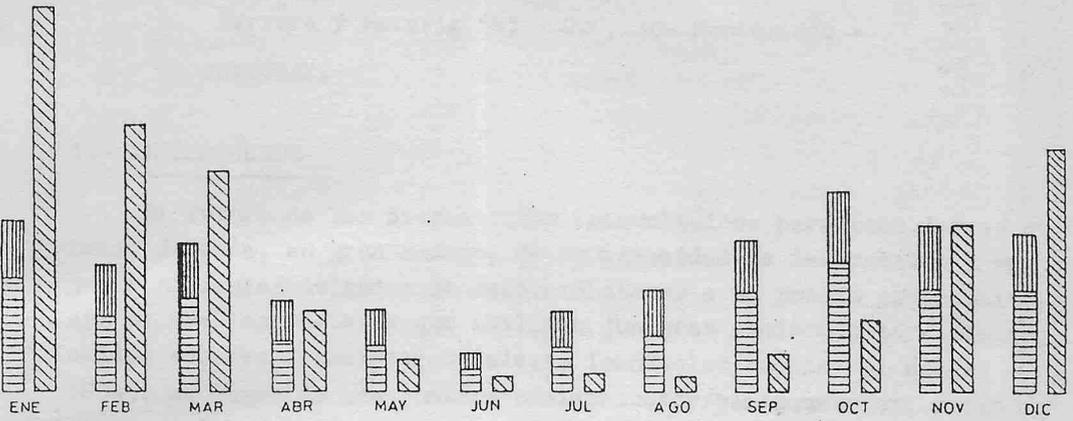


Fig. 7

DISTRIBUCION DE ENERGÍA EÓLICA
Y PRECIPITACIONES PLUVIALES



REFERENCIAS:

☐ Energía Mensual... (Día) •

☐ Energía Mensual... (Noche) •

▨ Precipitaciones Media Pluviales...

• 1 cm = 15,68 m.h (agua)

• 1 cm = 123,52 kw.h/m²