



*Seminario Civico Militar de Canarias*  
*Ciclo Cuarto*

Tema General:

*Energias Alternativas y Ahorro Energetico*

Primera Ponencia

*“Energía Cólica”*

*Santa Cruz de Tenerife, 1.984*



# COMPOSICION DE LA 1ª PONENCIA

## PRESIDENCIA CIVIL

- D. MIGUEL MARTINEZ MELGAREJO, Director Técnico de Unión Eléctrica de Canarias S.A. y Catedrático de Máquinas Eléctricas de la E.T.S.I.I. de Las Palmas.

## PRESIDENCIA MILITAR

- D. SANTIAGO FAJARDO GOMEZ DE TRAVECEDO, Coronel de Artillería D.E.M., Jefe de Estado Mayor de la 2ª Jefatura de Tropas de Canarias y Jefatura de Tropas de Las Palmas.

## SECRETARIA

- D. JOSE BESTEIRO ALVAREZ, Teniente Coronel Infantería y D.E.M. Jefe de la 3ª Sección del Estado Mayor de la 2ª Jefatura de Tropas de Canarias y Jefatura de Tropas de Las Palmas.

## VOCALES CIVILES

- D. CLAUDIO ALEMAN HENRIQUEZ, Ingeniero Aeronáutico del Servicio Nacional de Meteorología de Las Palmas y Profesor de la E.T.S.-I.I. de Las Palmas.
- D. JOSE MARIA LARRUCEA URTIAGA, Ingeniero de Proyectos y Obras de Unión Eléctrica de Canarias S.A. y Profesor de la E.T.S.I.I. de Las Palmas.
- D. RICARDO MELCHOR NAVARRO, Ingeniero de Nuevas Energías de Unión Eléctrica de Canarias S.A.
- D. MANUEL RIOS NAVARRO, Ingeniero Industrial, Director General de Industria, Agua y Energía del Gobierno Autónomo de Canarias y Profesor de la E.T.S.I.I. de Las Palmas.
- D. RAMON RODRIGUEZ TOMAS, Ingeniero Jefe de la Dirección Técnica de Unión Eléctrica de Canarias S.E. y Profesor de la E.T.S.-I.I. de Las Palmas.
- D. JUAN VAZQUEZ GUTIERREZ, Licenciado en Ciencias Físicas Profesor del Instituto "PEREZ GALDOS".



## VOCALES MILITARES

- D. ARTURO ARAGONES CLEMENTE, Comandante Ingeniero del CIAC., de la U.S.T. y M. del RAMIX. 94.
- D. ARTURO VILLAR DOVAL, Capitán Médico del Hospital Militar de Las Palmas.
- D. RAFAEL ARMINGOL RELANCIO, Teniente de Infantería del RI. Canarias 50.
- D. JOAQUIN FLORES PORTO, Teniente de Sanidad Militar del -- Hospital Militar' de Las Palmas.
- D. ALVARO CARNICERO PRIETO, Alférez de Fragata Ingeniero Na val del Arsenal de Las Palmas.



# IV CICLO

## PRIMERA PONENCIA

# ENERGIA EOLICA

- 0.- INTRODUCCION
  - 1.- EVOLUCION HISTORICA
  - 2.- FUNDAMENTOS DE LA ENERGIA EOLICA. PARAMETROS Y CARACTERISTICAS
  - 3.- TECNOLOGIAS DE APROVECHAMIENTO
  - 4.- SITUACION ACTUAL; PROYECTOS EN EJECUCION Y DESARROLLO
  - 5.- POTENCIAS EXISTENTES EN CANARIAS
  - 6.- FACILIDADES Y OBSTACULOS PARA LA UTILIZACION DE LA ENERGIA EOLICA EN LAS ISLAS CANARIAS
  - 7.- APLICACIONES POSIBLES EN LAS ISLAS CANARIAS
  - 8.- MEDIDAS ADMINISTRATIVAS ORIENTADAS AL DESARROLLO DE LA ENERGIA EOLICA
  - 9.- CONCLUSIONES
- ANEXO I  
ANEXO II  
BIBLIOGRAFIA



# INDICE

<u>Punto</u>	<u>Materia</u>	<u>Página</u>
<b>0.-</b>	<b>INTRODUCCION</b>	1
<b>1.-</b>	<b>EVOLUCION HISTORICA</b>	5
1.1.-	<u>EVOLUCION HASTA EL SIGLO XIX</u> .....	6
1.2.-	<u>SEGLO XX</u> .....	7
1.2.1.-	Nuevos tipos de máquinas eólicas .....	8
1.2.1.1.-	Darrieus .....	8
1.2.1.2.-	Fletther .....	8
1.2.1.3.-	Savonius .....	9
1.2.2.-	Evolución por países .....	9
-	Figura nº 1 .....	14
-	Figura nº 2 .....	15
-	Figura nº 3 .....	16
-	Figura nº 4 .....	17
-	Figura nº 5 .....	18
-	Figura nº 6 .....	19
-	Figura nº 7 .....	20
<b>2.-</b>	<b>FUNDAMENTOS DE LA ENERGIA EOLICA</b>	21
2.1.-	<u>EL VIENTO</u> .....	22
2.2.-	<u>PRINCIPIOS BASICOS</u> .....	22
2.3.-	<u>PARAMETROS</u> .....	23
2.4.-	<u>COMPONENTES DE UN AEROGENERADOR</u> .....	27
2.4.1.-	La torre .....	27
2.4.2.-	El rotor .....	27
2.4.3.-	La transmisión mecánica .....	27
2.4.4.-	Sistema de regulación .....	28
-	Figura nº 8 .....	34
-	Figura nº 9 .....	35
-	Figura nº 10 .....	36



<u>Punto</u>	<u>Materia</u>	<u>Página</u>
<b>3.-</b>	<b>TECNOLOGIAS DE APROVECHAMIENTO</b>	<b>40</b>
3.1.-	<u>INTRODUCCION AL PUNTO</u> .....	41
3.2.-	<u>EXTRACCION DE AGUAS</u> .....	41
3.3.-	<u>PARA BOMBEO DE AGUA Y RIEGO</u> .....	41
3.4.-	<u>COMPRESION DE FLUIDOS</u> .....	42
3.5.-	<u>ENERGIA TERMICA</u> .....	43
3.6.-	<u>ENERGIA ELECTRICA</u> .....	44
3.6.1.-	Corriente continúa .....	44
3.6.2.-	Corriente alterna .....	45
3.7.-	<u>GENERADORES ASINCRONOS O DE INDUCCION</u> .....	47
<b>4.-</b>	<b>SITUACION ACTUAL : PROYECTOS EN EJECUCION Y DESARROLLO</b>	<b>52</b>
4.1.-	<u>ANTECEDENTES</u> .....	53
4.2.-	<u>RELACION DE EMPRESAS QUE FABRICAN Y COMERCIALIZAN AEROGENERADORES</u> .....	53
4.3.-	<u>EE.UU.</u> .....	53
4.4.-	<u>REPUBLICA FEDERAL DE ALEMANIA</u> .....	56
4.5.-	<u>SUECIA</u> .....	56
4.6.-	<u>DINAMARCA</u> .....	57
4.7.-	<u>REINO UNIDO</u> .....	57
4.8.-	<u>HOLANDA</u> .....	57
4.9.-	<u>CANADA</u> .....	58
4.10.-	<u>U.R.S.S.</u> .....	58
4.11.-	<u>FRANCIA</u> .....	58
4.12.-	<u>ESPAÑA</u> .....	58
<b>5.-</b>	<b>POTENCIAS EXISTENTES EN CANARIAS</b>	<b>62</b>
5.1.-	<u>CONSIDERACIONES PRELIMINARES: EL ALISTO DE NE.</u> .....	63
5.2.-	<u>DATOS DEL VIENTO</u> .....	63



<u>Punto</u>	<u>Materia</u>	<u>Página</u>
5.2.1.-	Fuentes de datos del viento .....	63
5.2.2.-	Datos del viento .....	65
5.2.2.1.-	Tenerife .....	65
5.2.2.2.-	Gran Canaria .....	66
5.2.2.3.-	La Palma .....	67
5.2.2.4.-	Lanzarote .....	68
5.2.2.5.-	Fuerteventura .....	69
5.2.2.6.-	Gomera y Hierro .....	70
5.3.-	<u>ENCUESTA</u> .....	71
<b>6.-</b>	<b>FACILIDADES Y OBSTACULOS PARA LA UTILIZACION DE LA ENERGIA EOLICA EN LAS ISLAS CANARIAS</b>	<b>72</b>
6.1.-	<u>FACILIDADES Y OBSTACULOS</u> .....	73
-	Figura nº 11 .....	75
-	Figura nº 12 .....	76
<b>7.-</b>	<b>APLICACIONES POSIBLES EN LAS ISLAS CANARIAS</b>	<b>77</b>
7.1.-	<u>SELECCION DE APLICACIONES</u> .....	78
7.1.1.-	Bombeo para elevación del agua .....	78
7.1.2.-	Bombeo para extracción de agua de pozos .....	79
	I.- Métodos, ventajas, inconvenientes .....	79
	II.- Características del pozo .....	80
7.1.3.-	Desalinización o potabilización .....	82
7.1.3.1.-	Procesos con membranas .....	82
7.1.4.-	Suministro de Energía Eléctrica de origen eólico para la agricultura y pequeñas comunidades .....	84
7.1.5.-	Suministro de Energía Eléctrica de origen eólico para instalaciones radioeléctricas aisladas.....	85
<b>8.-</b>	<b>MEDIDAS ADMINISTRATIVAS ORIENTADAS AL DESARROLLO DE LA ENERGIA EOLICA</b>	<b>86</b>
8.1.-	<u>SITUACION GENERAL</u> .....	87
8.1.1.-	Vías de solución .....	87
8.2.-	<u>MEDIDAS ADMINISTRATIVAS</u> .....	87



<u>Punto</u>	<u>Materia</u>	<u>Página</u>
8.2.1.-	Medidas de carácter general para la ordenación y - promoción del sector aéreo.....	87
8.2.2.-	Medidas de carácter concreto a considerar para el desarrollo de la Energía Eólica.....	88
<b>9.-</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>89</b>
	<b>ANEXO I</b>	<b>92</b>
1.-	Distribución en zonas.....	93
2.-	Cuestionario.....	95
3.-	Resultados de la encuesta en la Zona VI de Gran Canaria (San Nicolás de Tolentino).....	102
	<b>ANEXO II</b>	<b>130</b>
1.-	Ley 82/1980 de 30 de Diciembre, sobre conservación de la naturaleza.....	131
2.-	Ley 82/1980, Título Segundo, resumen de beneficios...	133
3.-	Real Decreto 872/1982, de 5 de Marzo sobre tramitación de expedientes de solicitud de beneficios creados por la Ley 82/1980 de 30 de Diciembre sobre conservación - de energía.....	135
	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>138</b>



## 0.- INTRODUCCION



En nuestra ciudad y en este marco único e inigualable del Gabinete Literario, corresponde a nuestra ponencia abrir el Ciclo de SESIONES PLENARIAS de este cuarto año consecutivo en el que se viene desarrollando el ya sedimentado, Seminario Cívico-Militar.

Se decidió por la Superioridad desarrollar este año el Tema General "ENERGIAS ALTERNATIVAS Y AHORRO ENERGETICO", tema dividido en cuatro ponencias, en las que, respectivamente, se tratarán (Transparencia A):

- . La energía eólica.
- . La energía solar.
- . La energía geotérmica y otras.
- . El ahorro energético.

Queremos comenzar nuestro trabajo, presentando la ponencia, constituida como es costumbre por civiles y militares, que hemos desarrollado nuestro trabajo en íntimo contacto, con la más sincera y desprendida colaboración, y con la esperanza y el deseo de que el trabajo sea de interés para quienes nos hacen el honor de escucharnos.

Para desarrollarlo, se ha articulado, en esta introducción, ocho apartados y unas conclusiones (Transparencia B) que a continuación se van a exponer por los componentes de la ponencia.

Para no cansarles con repetidos cambios, la exposición -- además del presidente militar que les habla y del civil que les hará las conclusiones deducidas del trabajo, la van a llevar a cabo cuatro vocales, que en ocasiones si bien se ha realizado en equipo por toda la ponencia, puede que no sean los que en detalle lo han desarrollado, por lo que no les extrañará si durante el coloquio, no es el expositor el que les conteste.

De todos es conocido el consumo cada vez mayor de energía en la industria, en los diferentes aspectos de la vida diaria y en nuestros propios hogares, pero también de todos es sabida la falta dada día mayor, la necesidad de buscar fuentes energéticas y la oposición no siempre bien intencionada al desarrollo de determinadas fuentes como es la nuclear.

Si bien es verdad que salvo ésta, ninguna de las otras formas de manifestarse pueden ser resolutivas, también lo es que no se debe despreciar ninguna de ellas, ya que si con pequeñas cantidades de una y otra se van cubriendo huecos, es posible que en casos de emergencia puedan resolverse al menos situaciones extremas.



Como decimos, son múltiples las manifestaciones energéticas en el mundo que nos rodea, por todas partes surgen ante nosotros en formas por completo diversas, el calor, la luz, el sonido, el magnetismo, la gravedad, los movimientos o las funciones vitales. La energía está en todas partes y lo que es más importante en cantidades tan inmensas que a pesar de que lleguemos a usar las tecnologías más avanzadas, nunca nos será posible capitalizarla y utilizarla por completo.

Como ejemplo digamos que:

- La fuerza del agua en movimiento es tan grande, que los cursos de agua de la Tierra arrastran anualmente a los océanos cerca de 3 millones de toneladas de rocas y sin embargo apenas se aprovecha esta tremenda energía.
- Por otra parte, tan sólo en Norteamérica, se acumulan al año 3.000 toneladas de desperdicios, la mayor parte de ellos son desechos agrícolas, con los que sería posible producir gas metano para reemplazar una proporción importante de las necesidades de combustible.
- En cuanto al tema de nuestra ponencia, la energía eólica, se estima que en los lugares favorables del mundo, hay un potencial de energía del viento, de aproximadamente veinte millones de megavatios, lo que equivale a unas sesenta veces la capacidad actual de generación de energía eléctrica de todas las centrales de E.E.U.U.

Parece pues irónico el hecho de que a pesar de la abundancia de energía con que nos ha dotado la naturaleza, tengamos tanta escasez de ese bien tan esencial. No obstante, lo que falta no es energía sino los conocimientos que nos permitan aprovecharla en mayores cantidades y mejores condiciones. Hasta ahora solo hemos aprendido a producir cantidades apreciables de energía de una fuente, la de los combustibles sólidos. Y estos no constituyen ni con mucho la fuente ideal.

El sol es antes que nada la mayor fuente de energía. La energía solar que se descarga tan sólo en la parte continental de los Estados Unidos podría proporcionar 500 veces la energía que se estima necesaria en el año 2.000, siempre y cuando supiéramos captarla.

Precisamente, una transformación de la energía solar es nuestro protagonista de hoy: EL VIENTO y por ello creo que merece la pena, dedicarle unos momentos antes de abordar de lleno el estudio de su energía.

El sol calienta las zonas ecuatoriales y polares de la superficie terrestre, de una manera muy desigual, (transparencia C),



con lo que en la atmósfera, se originan masas de aire que se encuentran a temperaturas y por tanto, presiones distintas. Los vientos a escala planetaria se generan, principalmente por las corrientes que se establecen entre estas masas de aire a diferentes presiones. La rotación de la Tierra influye de una manera fundamental en la dirección de estas grandes corrientes de aire, como también, las perturbaciones atmosféricas al comportamiento de estas corrientes.

Asimismo, a escala local hay una gran cantidad de factores que influyen en las características del viento.

Por otra parte, los fenómenos térmicos de ciclo diario - (Transparencia D) (diferencias de temperatura entre la tierra y el mar en las costas y entre los valles y las montañas tierra adentro), originan las conocidas brisas, terrales y vientos de ladera.

También el rozamiento del aire con la superficie terrestre (Transparencia E) origina una zona en la que la velocidad del viento aumenta considerablemente con la altura. Si bien, esta variación depende fundamentalmente de las características de la superficie - (mar, vegetación, edificación, etc.), habiéndose determinado experimentalmente en muchos casos; de la misma forma que la topografía -- del terreno también afecta de una manera muy importante a la velocidad y a la turbulencia del viento.

De aquí pues, el gran interés de todos los países, en la -- búsqueda de unas fuentes alternativas de energía que permitan la independencia energética de cada nación respecto de aquellos países que en cada momento sean dueños de los yacimientos de energía convencionales. España, debe ser plenamente consciente de su actual dependencia energética, dependencia que a título de ejemplo llega a -- provocar la grave paradoja de que la capacidad de movimiento de nuestros medios acorazados o motorizados, dependa casi totalmente de -- unos bienes naturales en posible posesión de un potencial posiblemente enemigo, situación que se agrava de forma extrema en las Islas Canarias dada su ya tan reiteradamente expuesta condición de insularidad.



# I.- EVOLUCION HISTORICA



## 1.1. EVOLUCION HASTA EL SIGLO XIX

Al hablar de la historia del aprovechamiento de la energía del aire en movimiento hay que hacer una distinción: Su aprovechamiento y utilización en la mar y en tierra firme. Hasta el siglo pasado la única energía utilizada en alta mar que no fueran los brazos de los remeros era la energía eólica y su perfeccionamiento no avanzó ni mucho menos en paralelo con el realizado en tierra firme, siendo notable el hecho de que dado su éxito en alta mar, la fuerza eólica haya sido olvidada por tanto tiempo por los científicos de cada época en tierra.

La primera referencia histórica de la utilización del viento como fuente de energía data del año 2.500 antes de Cristo fecha en que los egipcios ya impulsaban sus barcos hasta cuarenta metros de eslora mediante velas. Esta técnica fué perfeccionándose hasta el siglo pasado en el que un barco Cliper, el *Sovereign of the seas*, en 1.853 navegó 485 millas en un sólo día promediando más de 20 millas por hora, 20 nudos, velocidad no igualada en muchos barcos impulsados por motores en la actualidad.

En cuanto a su aplicación en tierra, las primeras noticias datan del año 1.700 antes de Cristo, siendo los babilonios los pioneros al utilizar molinos de viento para bombear agua con la idea de regar sus desérticos campos. Existen también referencias sobre la utilización por los chinos de máquinas de viento de eje vertical utilizando velas en lugar de aspas, sistema del que ya se han encontrado vestigios en Persia que datan del siglo V de nuestra era, y que fueron posiblemente copiados por los chinos.

La primera descripción técnica fue dada por el científico griego Heron cuando escribió acerca de un "órgano de viento", operado por una rueda con paletas como remos.

En el siglo VII de nuestra era y durante el reinado del Califa Omar I se extendieron por el Islam gran cantidad de molinos de viento que se extendían a lo largo de todos los dominios musulmanes.

Hasta el siglo XII no se conocía el molino de viento en la Europa Occidental, en donde alcanzó tal desarrollo que llegó incluso a usarse como frenos de aire para descolgar cargas pesadas. El país europeo donde más auge llegaron a adquirir los molinos de viento fué Holanda, donde los molinos fueron de vital importancia en la lucha por ganarle terreno al mar. Por esta misma razón, no es sorprendente que considerando el linaje de los --



primeros colonizadores de Nueva York, la ciudad haya mostrado - alguna vez hileras de molinos de viento holandeses cubriendo la Isla de Manhattan, y no hace cincuenta años que se quemó el último.

Mucho antes de que los neoyorkinos operaran sus molinos de viento, la primera máquina norteamericana se había construido en Windmill Point, no lejos de Janostown, Virginia. Por lo tanto, el molino de viento tiene una ascendencia de casi cuatro siglos de aplicación útil en los Estados Unidos. A mediados del siglo diecinueve, el viejo molino de viento transplantado a América por los holandeses, sufrió un cambio radical. Un constructor de molinos llamado Danid Holladay instaló un molino de viento autogobernado inventado por él en su taller de Conecticut. - Esto inspiró una serie de inventos posteriores y condujo a la producción de millones de molinos de viento en una auténtica revolución industrial. Entre el medio siglo que abarcan los años 1.880 y 1.930, estuvieron en uso en los Estados Unidos aproximadamente seis millones y medio de molinos de viento y como dato baste decir que hace ciento veinticinco años, había tantos molinos de viento girando en los Estados Unidos, que producían 1'5 billones de Caballos fuerza, equivalente a casi doce millones de toneladas de Carbón. Hacia 1.870, la energía eólica había disminuido casi a la mitad, al empezar a competir las máquinas de vapor en el mercado de la energía, llegando su total ocaso en los Estados Unidos cuando en los años treinta Franklin D. Roosevelt, creó la vendición de la electricidad barata y disponible por medio de la Rural Electrificación Administración, condenando de esta manera el molino de viento para bombeo y generación de energía, a pequeña escala.

Durante los siglos XVII y XIX toda la historia del molino de viento se limita practicamente a los Estados Unidos y es a partir de la entrada del siglo XX cuando los países europeos se enganchan a la aventura de la energía eólica. Como dato anecdótico hay que señalar, que un europeo, el explorador noruego - Fridtjon Nansen, en 1.894, al acercarse al siglo XX, construyó el mismo una dinamo impulsada por el viento en el Artico, teniendo luz eléctrica en aquellas latitudes incluso antes que en algunas grandes ciudades del mundo por aquel entonces civilizado.

## 1.2. SIGLO XX

El desarrollo de las máquinas eólicas durante el presente siglo, está caracterizado por un desarrollo espectacular, --



plagado de brillantes ideas, hasta mediados los años cincuenta, desarrollo basado principalmente en la fe de los investigadores en utilizar el viento como generador de energía eléctrica pues su antiguo uso para bombear agua, moler grano, etc., resultaba completamente obsoleto en los países desarrollados al estar la red eléctrica ampliamente extendida. Veamos en primer lugar tres nuevos tipos de rotor que nacieron con el siglo.

### 1.2.1. Nuevos tipos de máquinas eólicas

#### 1.2.1.1. Darrieus

El rendimiento del modelo de máquina eólica horizontal con hélices de tipo vela está limitado por el hecho de que la velocidad periférica del rotor no puede ser mayor que la del viento. En un tipo de molino horizontal inventado por el francés Darrieus en 1927, este problema se solucionó colocando aspas finas con sección de ala de avión, de modo que el rotor se moviera mediante el empuje aerodinámico sobre estas aspas en lugar de dejar que el viento las empujara directamente. Los estudios de R. South y R.S. Roengi, en el National Aeronautical Establishment de Canadá, han mostrado que las máquinas construidas según el principio de Daniens pueden tener un gran futuro en cuanto al rendimiento y bajo coste de construcción.

Una versión más moderna, que incorpora un ingenioso mecanismo de cigüeñal para alinear sus tres hojas verticales con sección similar a la de ala de avión, fué la máquina inventada y construida por J.C. Donaldson en Florida durante los años 40. (Fig. 1).

#### 1.2.1.2. Fletther

Otro tipo totalmente nuevo de máquina para energía eólica fué construido por primera vez por el inventor alemán Fletther en los años veinte. Se llamó al "rotor Fletther", y utilizaba el llamado efecto de Magnus. Si un cilindro se hace girar sobre su eje a bastante velocidad, la fricción entre la superficie del cilindro y el aire que lo rodea acaba creando una vela o aspa bastante eficaz. Si el rotor giratorio se sitúa vertical en el viento, se creará una fuerza lateral sobre el rotor que forma un ángulo con la dirección del viento. Fletther utilizó su rotor originariamente como vela para barcos. El Baden-Baden, cruzó el Atlántico en 1926 ante la sor-



presa incrédula de todos cuantos la vieron. El barco era - una goleta transformada con dos cilindros altos y delgados de metal sobre la cubierta, que giraban mediante pequeños motores en lugar de mástiles y velas normales. Un rotor empleado de este modo tiene la ventaja de que no es necesario colocarlo continuamente frente al viento como sucede - con las velas normales, ya que es igual por todos los lados; el barco de Fletther podía navegar hacia atrás tan -- fácilmente como hacia delante cambiando simplemente la dirección de la rotación.

Para que el efecto Magnus sea útil, el rotor debe tener una velocidad superficial de por lo menos 3'5 veces la del viento.

El mismo Fletther fundó la Compañía Windturbine en 1.925 y construyó una rueda de viento con rotores en los - cuatro brazos y con un diámetro total de 20 m. en Benrath (Alemania). La rueda se montó en un plano vertical, sobre una torre, igual que se montan las aspas de un molino convencional. Su compañía tenía en proyecto la construcción de ruedas gigantes de 90 m. de diámetro. (Fig. 2 ).

#### 1.2.1.3. savonius

Para dar fin a este breve recuento de diferentes - tipos de máquinas eólicas, debemos mencionar el motor horizontal, diseñado por Capitán Sigurd Savonius en Finlandia, asimismo también del molino de vela con la utilización parcial del efecto Magnus. Se puede entender el diseño imaginando un cilindro vertical hueco partido en dos mitades -- por un plano vertical y con las dos mitades ligeramente -- desplazadas. El aire penetra por la mitad que presenta su lado abierto cóncavo contra el viento, mientras que el lado contrario, convexo ofrece menos resistencia al viento. Es esencial que el aire tenga libre paso entre las dos mitades, puesto que, al pasar, el aire ejerce presión sobre las dos alas en direcciones contrarias alrededor del eje central. Al mismo tiempo el efecto Magnus actúa sobre los bordes exteriores del conjunto giratorio. (Fig. 3 ).

#### 1.2.2. Evolución por países

Los molinos de viento proporcionaron una considerable porción de las necesidades de Dinamarca a principios de siglo.



Coincidiendo con esta explosión, algunos de los primeros trabajos sobre producción de electricidad por medio de molinos de viento se realizaron en Dinamarca bajo la dirección del profesor P. la Cour. Se construyeron en esa época máquinas de 30 Kw. de capacidad (para fines comparativos, las máquinas pequeñas que se habían utilizado ampliamente en Norteamérica con anterioridad tenían una capacidad entre 1 y 3 Kw.), y Dinamarca ha seguido utilizando generadores de electricidad eólicos, sobre todo durante las dos Guerras Mundiales, cuando había escasez de carbón y de otros combustibles. Durante la Segunda Guerra Mundial había unas 88 centrales eléctricas eólicas funcionando con capacidad de hasta 70 Kw. El mismo profesor Paul la Cour utilizó la electricidad generada por el viento para producir hidrógeno y oxígeno y después quemó los dos gases combustibles para producir un sistema de iluminación para una escuela superior donde daba clases (1.980).

En 1.957 los daneses comenzaron a operar con aerogenerador de 24 metros de diámetro instalado en Gedser, con una torre de 30 metros de alto, produciendo cerca de 200 K2. en un viento de 6 en la escala de Beaufort (alrededor de las 30 millas por hora de velocidad). (Fig. 4).

También los rusos intervinieron en este campo, y en 1.931 construyeron en Balaclava, cerca de Yalta, en el mar Negro, un molino de viento experimental de 30 m. de diámetros que hacía funcionar un generador de energía de 100 Kw. con una velocidad de viento de alrededor de 25 millas por hora. La energía producida por esta máquina se suministraba a una turbina de vapor convencional de Sebastopol a 30 Km. de distancia. Se dice que en un solo año generó 279.000 Kw. hora de electricidad. El proyecto está patrocinado por el Instituto Central de Energía Eólica de Moscú, que se creó después de la Revolución siguiendo la nueva política de electrificación rural, y que produjo planos para varias Unidades bastante más grandes de diferentes diseños, ninguna de las cuales ha sido, al parecer construida.

En la Alemania de Hitler se realizaron algunos diseños para aerogeneradores de hasta 20.000 Kw. de capacidad, esquemas calificados en algunos momentos como ilusorios. En 1.949, un instituto dedicado al estudio de la energía eólica, el "Studiengesellschaft Windraft", se estableció en Stuttgart, con la intención de hacer estudios de viento en Alemania y de diseñar y construir una máquina de prototipo de 100 Kw. Final



mente se construyó una turbina de viento muy sofisticada en Stotten en los años cincuenta, usando un propulsor de 34 metros de diámetro, produciendo los 100 Kw. con vientos de 18 millas por hora.

En Francia en esa misma época se hizo un estudio -- bastante completo por todo el país y se investigaron unos - 140 lugares apropiados para obtener energía eólica.

En Inglaterra, el interés por los molinos de viento a gran escala duró hasta los años cincuenta. En las Islas - Orkney se construyó uno de 100 Kw., con una velocidad media anual del viento en ese lugar de casi 50 Km. por hora. En - St. Albans (Hertfordshire), se construyó durante los primeros años de la década de los cincuenta otro generador eólico. Este molino, el generador Enfield-Andréau, que producía también 100 Kw., se construyó según un ingenioso diseño del inventor francés Andreau y utilizaba hélices huecas para introducir el aire a través de una tobera de sustentación tubular, y para hacer funcionar una turbina con esta corriente de aire dentro de la torre a ras del suelo.

En los Estados Unidos más de medio centenar de empresas fabricaban molinos de viento a principio de siglo -- con destino a ganaderos y granjeros para bombeo de agua o molienda de grano. La empresa Hacabs empezó la construcción de generadores eléctricos operados con viento en 1.925. Al iniciarse al esfuerzo de diseño, la forma estandarizó el -- propulsor de tres paletas en vez de dos, ya que rendía una operación más uniforme cuando el aspa trasera del molino -- cambiaba la dirección del propulsor durante las variaciones del viento. (Fig. 5).

Hablemos ahora del molino de viento más grande que se ha construido en el mundo. Fue el diseñado por Palmer -- C. Putna, y financiado por la S. Morgan Smith Company. Putna, fué un ingeniero que se interesó vivisimamente por el viento en 1.934, trató de encontrar un género de viento adecuado para producir electricidad en su casa de Cape Cod. Su interés viró de las aplicaciones domésticas del molino de viento a la idea de construir una máquina gigantesca que pudiera alimentar cantidades comerciales de electricidad en una red de Servicio público. Tuvo la habilidad de convencer a la S. Morgan Smith Company de que ellos deberían construir este molino de viento y también le vendió a la Central Vermont Public Service Corporation la perspectiva de usar elec-



tricidad generada por el viento para respaldar su planta de -  
energía hidroeléctrica en el manejo de las cargas punta.

Putnam eligió como ubicación más adecuada para la ---  
gran máquina, una colina cerca de Rutland llamada Grandpa's  
Knob. Tenía cerca de unos 700 metros de altura, lo suficiente  
mente alta para recibir un viento bueno, y sin embargo lo ---  
bastante baja para resistir severas condiciones de helada. En  
tre aquellos que actuaron como consejeros destacan el Dr. Van  
sevar Bush, mejor conocido por sus trabajos en radar y en la  
bomba atómica en tiempo de guerra y el gran teórico de la ---  
aerodinámica Theodore Von Karman. Se contó asimismo con la --  
colaboración del vicepresidente de la General Electric, Tho--  
mas Knight que consiguió la ayuda del Instituto Tecnológico -  
de Massachuset.

El diseño de Putnam está considerado como excelente.  
Las grandes aspas eran de revestimiento de acero inoxidable -  
sobre costillas del mismo material. El ángulo de ataque del -  
aspa podía cambiarse durante la operación para diversas velo-  
cidades del viento y ambas aspas podían ser puestas perpendi-  
culares al viento o ajustadas directamente cuando este era --  
demasiado fuerte. La Budd Company, famosa por sus trenes aero-  
dinámicos construyó el propulsor y la American Bridge Company  
estuvo a cargo de la construcción de la torre de 40 metros de  
altura.

Después de muchas semanas de cuidadosas pruebas, el -  
gran aerogenerador empezó a producir electricidad para alimen-  
tar las líneas del servicio público el 19 de Octubre de 1.941  
Durante tres años y medio operaría a una velocidad de hasta -  
70 millas por hora. Las aspas en posición perpendicular sopor-  
tarían vendavales de 115 millas por hora. Fue diseñado para  
un rendimiento máximo de 1'25 Megavatios y en ocasiones lle-  
gó a producir 1'5 Megavatios. Cada aspa pesaba ocho toneladas  
y las cargas dinámicas de rotación eran muy elevadas. El pro-  
yecto tenía un defecto de nacimiento provocado por las prio-  
ridades de la guerra: Las perchas de las aspas no eran lo su-  
ficientemente fuertes, por lo que el proyecto hechó a andar -  
en una base de riesgo calculado. Tres años y medio más tarde,  
el 26 de Marzo de 1.945, una de las aspas del propulsor falló  
de pronto y se proyectó a unos 250 metros de la base del aero-  
generador. El experimento había demostrado que un molino de -



viento podría alimentar electricidad en las líneas de los servicios públicos, pero la viabilidad económica no se había demostrado. (Fig. 6).

En los años que siguieron a los brillantes logros de Putnam, la Federal Power Comisión, que tenía a su cargo la localización de nuevas fuentes de energía, encomendó al ingeniero Percy Thomas la tarea de investigar el viento como una alternativa de las fuentes convencionales. Durante 10 años el equipo de Putnam redactó cuatro estudios sobre la energía eólica y como colofón a su labor diseñó una planta eléctrica de energía eólica para producir 7'5 megavatios y la cual pensaba se podría construir por 69 dólares el Kilovatio, después de realizar un amplio estudio sobre los vientos de los Estados Unidos (Fig. 7).

El proyecto nunca se llevó a cabo. En la década de los cincuenta, no sólo en los Estados Unidos, preocupados y concentrados en su guerra de Corea, sino en todo el mundo, la energía eólica dejó de tener todo tipo de apoyos. Se consideró que no era confiable ni rentable al compararla con los todavía muy económicos combustibles como el carbón, el petróleo y el gas natural. La energía nuclear se aclamó como la respuesta a todas las necesidades de energía presentes y futuras.

Se produce un vacío total hasta el año 1.972-1.973, donde la crisis energética fuerza a los gobiernos a subvencionar la investigación de la energía eólica. Y es a partir de este momento cuando empieza la génesis de los que son hoy día los diferentes planes nacionales de aprovechamiento de la energía del viento.

Motor de viento horizontal  
construido por J.C.  
Donaldson en Cocoa,  
Florida en los años 1940.

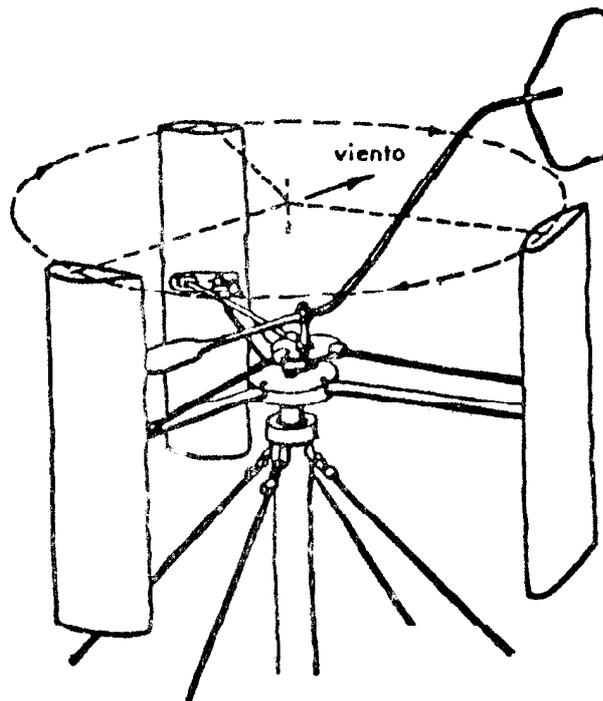


FIG. 1

Máquina de viento con aspas de rotor tipo Flettner construída por la Flettner Windturbine Company en Bannath, (Alemania) en 1925. El diámetro de toda la rueda era de 20 metros, y cada rotor individual tenía casi 5 metros de longitud; estaban construídos de aleación de aluminio y movidos por motores de corriente alterna montados dentro del caparazón de los rotores. De Anton Flettner, The Story of The Rotor, Nueva York, 1926, p.98, fig. 59

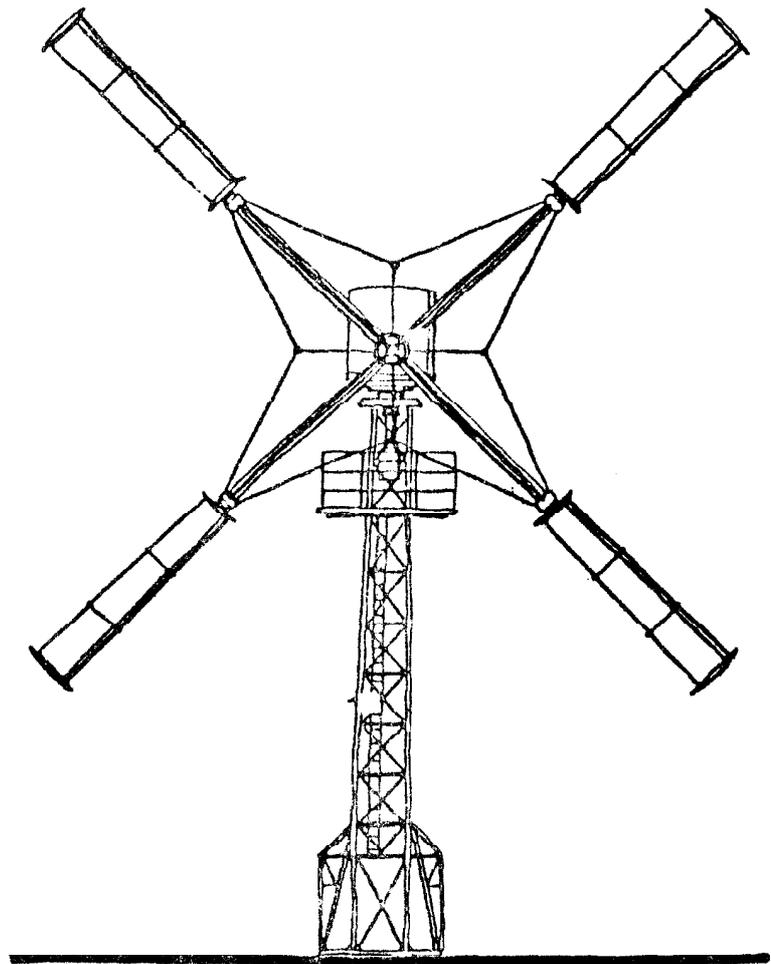


FIG. 2

Motor de viento del capitán Savonius construido en Helsinki en 1924, con un diagrama del funcionamiento del rotor. Adaptado de G. Bathe, *Horizontal Windmills, Draft Mills and Similar Airflow Engines*, Allen, Lane and Scott, Filadelfia, 1948, lámina XVII

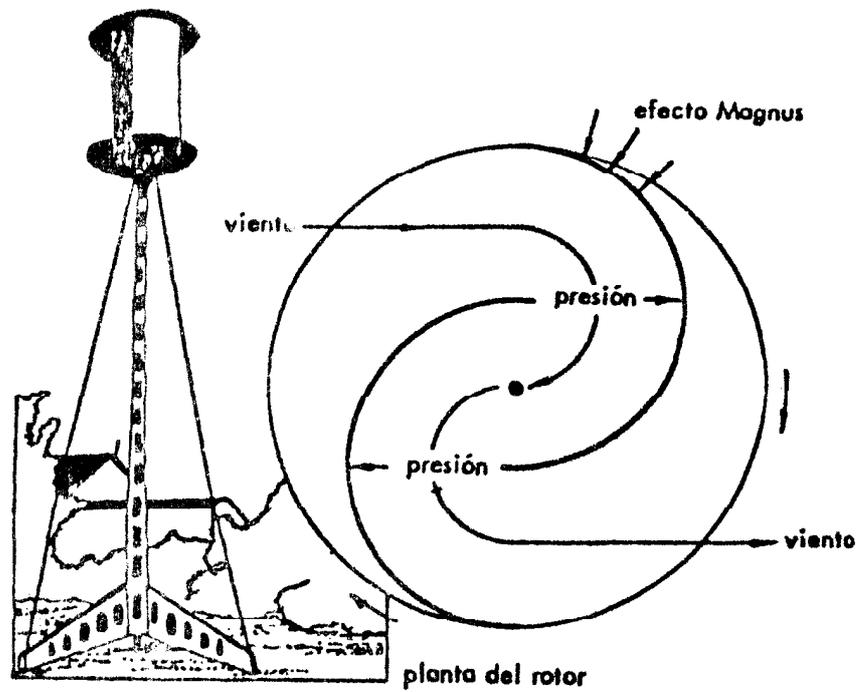


FIG. 3

Turbina eólica de 23 metros de Gødsbøl, Dinamarca, en funcionamiento desde 1957. El motor de 200kW produce unos 400.000kWh por año, aproximadamente un tercio de la producción de la turbina Smith-Putnam. De J. McCull, "Windmills", Environment, enero/febrero 1973, p.8

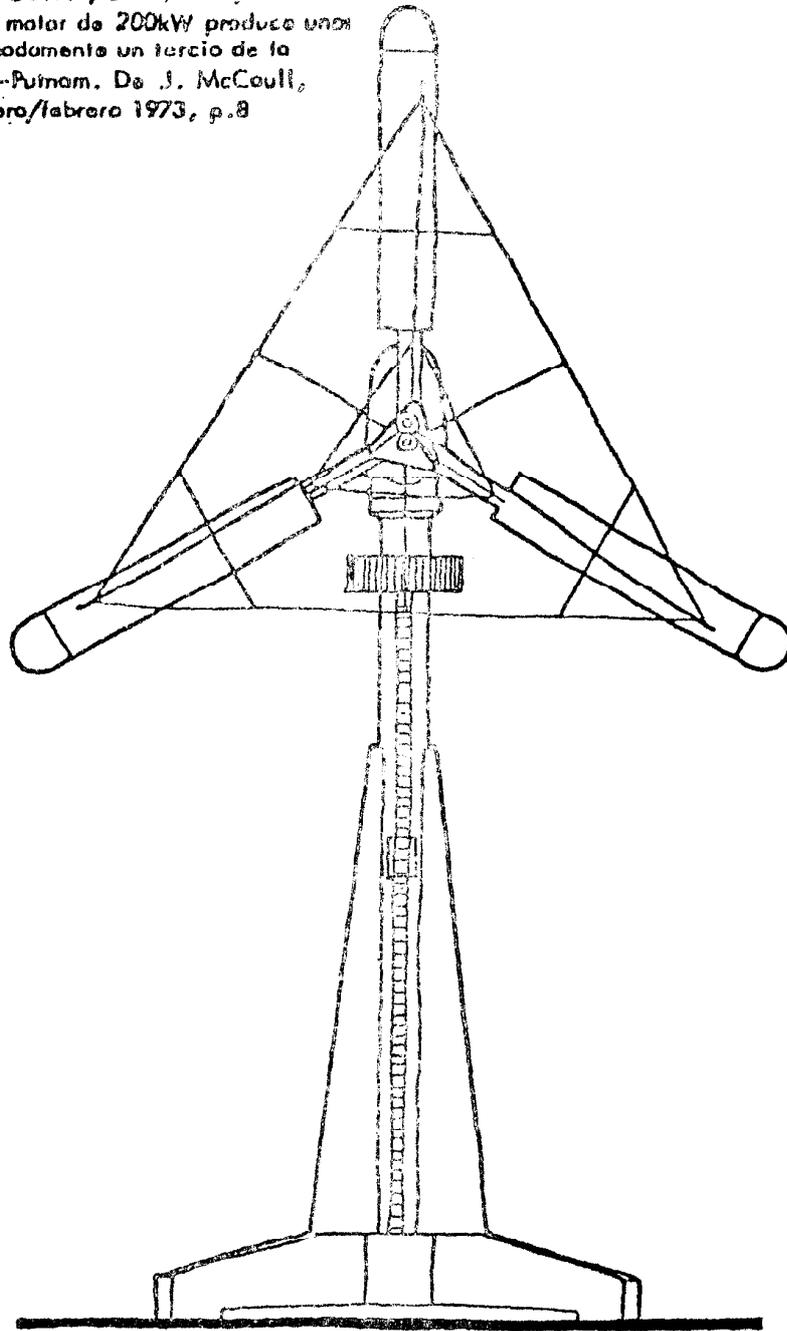


FIG. 4

Molino de viento para bombear agua de varias aspas, corriente en el Middle West agrícola de EEUU. Adaptado de VITA, "Two Plans for a fan Bladed Turbine Type Windmill, with Applications", Plano 11133.3, Mt.Rainier, Maryland, fig.25

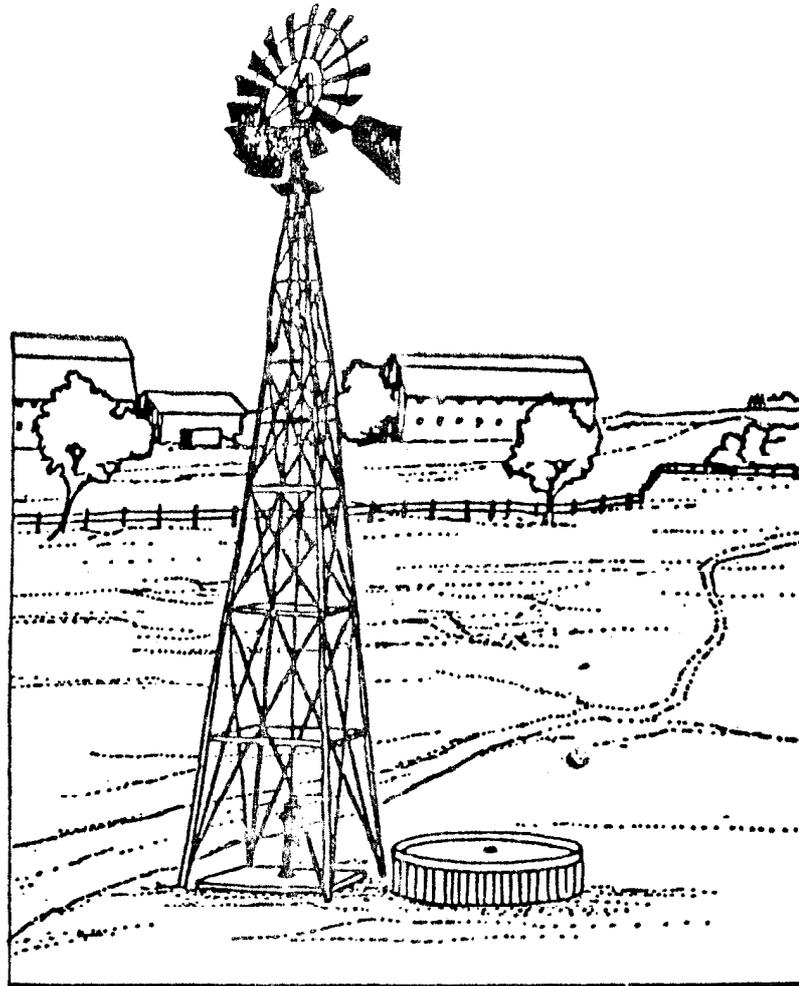


FIG. 5

Molino de Smith-Putnam de 1.250kW, construido en Grandpale Knob, Rutland (Vermont) en 1941. Observen la escala de las figuras humanas en la base de la torre.

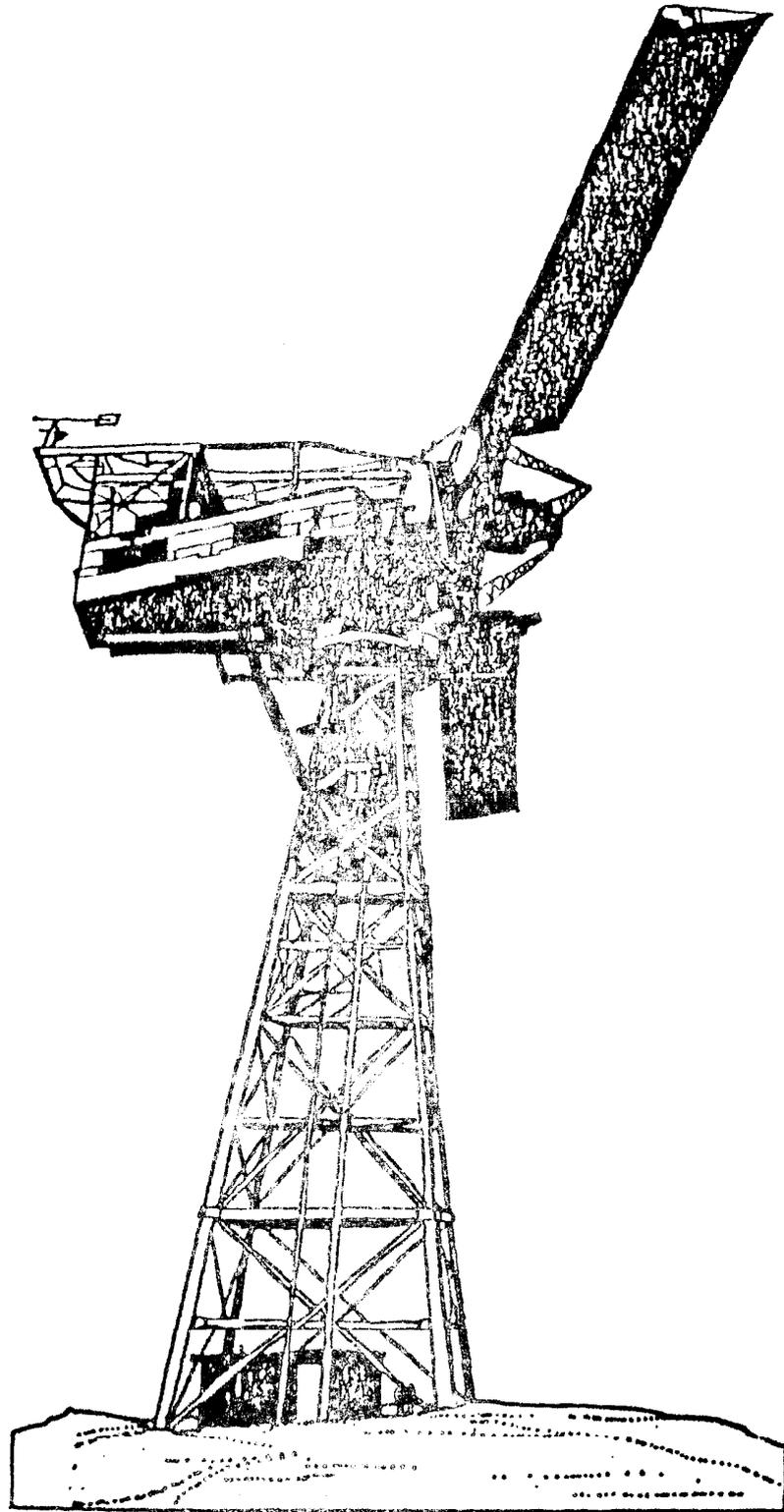
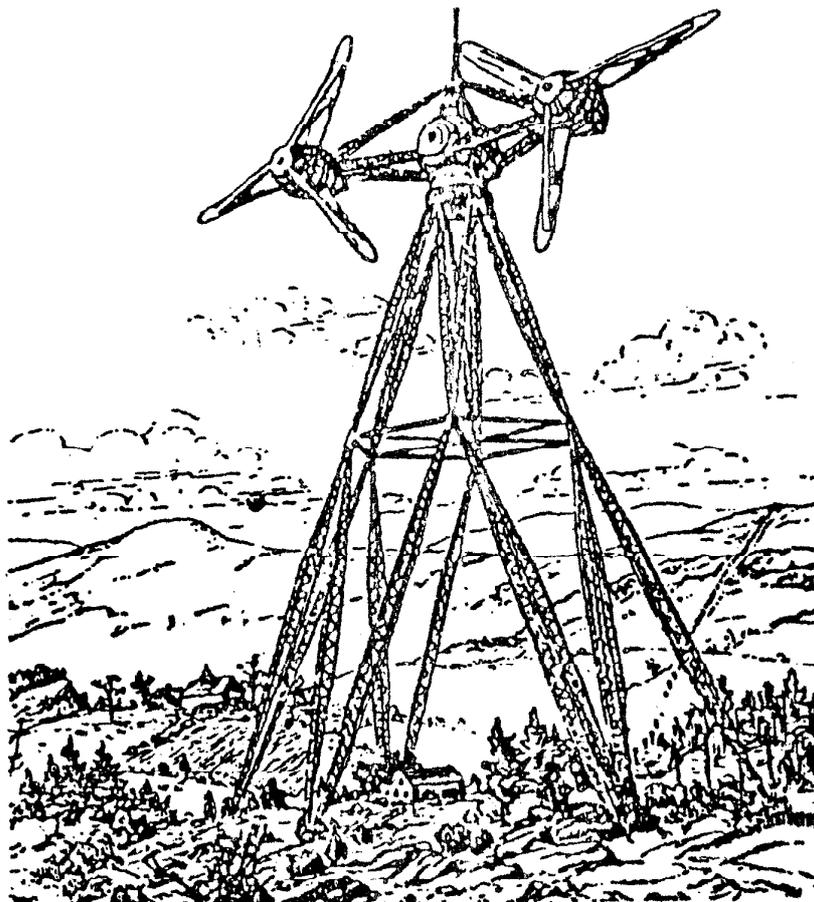


FIG. 6



Diseño de Percy Thomas de un molino montado a cientos de pies en el aire. NASA

FIG. 7



## 2.- FUNDAMENTOS DE LA ENERGIA EOLICA : PARAMETROS Y CARAC- TERISTICAS



## 2.1. EL VIENTO

Ya que el objetivo es obtener energía de las masas de aire en movimiento, el primer punto a estudiar será el valor de esta energía cinética y por tanto los valores de su masa y su velocidad. Las masas las estudiamos en función de la densidad del aire la que se adopta el valor de  $\rho = 1'292 \text{ Kgr/m}^3$  al nivel del mar, con las correcciones necesarias en caso de ubicación de altitud considerable.

El estudio verdaderamente importante es el de variación de las velocidades, dado lo aleatorio de este parámetro y su enorme influencia, como veremos después, en la potencia obtenida.

## 2.2. PRINCIPIOS BASICOS

Se trabaja sobre la curva anual de las velocidades del viento, dado éste, que no siempre conocemos y de ahí la importancia del recientemente acometido Mapa Eólico Nacional. Por medio de la curva anual de velocidades obtenemos también las curvas de potencia disponibles sobre el lugar de ubicación, ya que la potencia del viento para un tubo ideal de sección  $S$  y velocidad  $V$  será:

$$P = \frac{1}{2} \rho S V^3 \quad (2'1).$$

donde  $V$  se mide en m/seg.,  $S$  en  $\text{m}^2$ ,  $\rho = 1'292 \text{ Kgr/m}^3$  y  $P$  en Watts.

Pero desafortunadamente no toda esta energía es utilizable por nuestro posible aeromotor. El no arrancará hasta una velocidad dada (según los modelos), y también lo hemos de parar para grandes ráfagas con lo que solo una parte de la energía que pasa a través de él, es lo que disponemos, que sería la comprendida en la curva entre los márgenes de velocidades en los que hagamos trabajar a la máquina.

Betz en 1.928 expuso su teoría de que teóricamente sólo es posible utilizar el 59% de la energía que atraviesa un aerogenerador, basándose en Teoremas de observación y dado que aprovechar el 100% supondría dejar al viento con velocidad cero ---- (!Una interesante posibilidad!), pero será un obstáculo para las moléculas que lleguen a continuación.



Modernamente se está trabajando sobre sistemas capaces de extraer la energía utilizando el calor latente del aire húmedo. - Esta idea alberga grandes posibilidades ya que el calor latente - es más importante que la energía cinética para un volumen de aire dado. De este método solo existe una planta de experimentación en Canadá.

### 2.3. PARAMETROS

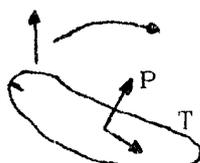
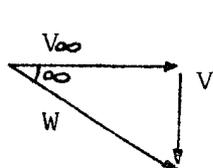
En la ecuación (2'1) de la potencia teórica se introduce un término  $C_p$  llamado "factor de conversión" ó "coeficiente de potencia", cuando hablamos de la potencia recuperada (tería de Betz) y obtenemos:

$$P_R = 0'5 C_p \rho S v^3 \quad (2'2)$$

lógicamente  $C_p$  es un coeficiente sin dimensiones que va a tener - distintos valores según la velocidad de giro.

Los aeromotores aún en todas sus variedades los podemos - considerar en dos grandes grupos: los movidos por las fuerzas llama- das de "Sustentación y de Resistencia"; P y T.

Al girar las aspas, no están sujetas a la velocidad del - viento sino al llamado "viento relativo" W.



sentido de desplazamiento.

La "Sustentación" P es la componente de la fuerza eficaz en el plano de la sección recta de un perfil perpendicular al --- viento relativo W. La fuerza T que se opone al movimiento de perfil es la llamada "Resistencia". Lógicamente estas fuerzas dependerán de  $\rho S$  y W y resulta práctico expresarlas en función de --- unos coeficientes sin dimensiones  $C_z$  y  $C_x$  llamados coeficientes - de "Sustentación" y de "Resistencia" que son función del ángulo - de ataque  $\alpha$ . Sus expresiones son:

$$P = \frac{1}{2} \rho S C_z W^2 \quad (2'3) \quad \text{y} \quad T = \frac{1}{2} \rho S C_x W^2 \quad (2'4')$$

Los captadores de "Resistencia", son los más simples y -- primitivos y son los movidos por lapresión positiva de un fluido en movimiento sobre una superficie. Su principa! conveniente es - que su velocidad de desplazamiento no puede ser nunca superior a



la del viento y proporcionan unos factores de conversión muy bajos.

El gran acierto en los captadores fué el paso a la modalidad de hélice que supuso la aplicación de la aerodinámica teórica a estos problemas. Colocando la hélice perpendicular a la dirección del viento se tiene el captador movido por la fuerza de "Sustentac" y en estos se pueden obtener cien veces más potencia por unidad de superficie que en los movidos por la "Resistencia".

Todos los aeromotores se construyen perpendiculares al viento en dos modalidades: los de eje horizontal y vertical, según sea el eje de su rotor.

Se define un nuevo parámetro llamado "coeficiente de plenitud" (que generalmente se expresa en %), como el cociente entre la superficie de las palas y la superficie barrida por ellas; es decir:

$$S (\%) = \frac{B R c}{\pi R^2} \cdot 100 \quad (2'5)$$

donde B es el número de palas c la anchura media de ellas y R su radio.

Ligado a este coeficiente tenemos el llamado "parámetro de funcionamiento" que es la relación entre la velocidad de la punta de la pala y la velocidad del viento incidente. Es decir:

$$\lambda = \frac{V_p}{V_x} = \frac{\omega R}{V_\infty} = \frac{2 R n R}{V_\infty} \quad (2'6)$$

donde n es el número de revoluciones por segundo,  $\omega$  la velocidad angular del rotory R el radio de la superficie barrida.

Los mayores valores del "coeficiente de potencia", se obtienen para altos valores del "parámetro de funcionamiento". Los aeromotores de bajos parámetros de funcionamiento tienen una velocidad de rotación lenta, pequeños coeficientes de potencia y grandes momentos de arranques. Todas estas características hacen útiles estas máquinas para aplicaciones mecánicas como el bombeo de agua de los que tenemos muchos ejemplares en nuestra región mientras que las máquinas de un alto parámetro de funcionamiento



son más idóneas para la producción de corriente eléctrica en -- que son necesarias mayores velocidades de giro.

El hecho de aumentar el coeficiente de plenitud, disminuye el parámetro de funcionamiento y aumenta el momento de arranque.

En la gráfica de la figura 8 se observan las variaciones del coeficiente de potencia respecto al parámetro de funcionamiento para los modelos más conocidos, y en la gráfica de la figura 9 la relación entre el coeficiente de plenitud y el parámetro de funcionamiento.

También para cada caso de potencia se define un "coeficiente de momento" ó "coeficiente de par"  $C_m$  que por razones de definición de la potencia vendrá dado como:

$$c_p = c_m \lambda \quad (2'7)$$

De esta forma se llega a la representación de las curvas de variación del momento y de la potencia en función de la velocidad de rotación que nos servirá para conocer la potencia disponible por nuestra máquina.

Para la producción de electricidad que es hacia donde se dirigen las modernas investigaciones hemos visto que son necesarios rotores rápidos; y las máximas velocidades se consiguen dando a las palas un perfil aerodinámico de ala de aviación. Con esto se llega a una mayor penetración en el aire para lo cual y debido a que al aumentar el radio aumenta la velocidad lineal de cada punto, ha de tener dicho perfil una estructura alabeada.

El tipo de perfil utilizado dependerá lógicamente de la velocidad relativa del viento al que se ha de enfrentar, es decir la velocidad de giro del rotor para que sea máxima la relación "Sustentac./Resisten"  $P/T$  y que según la gráfica de la Fig. 10 ha de ser  $> 80$  para un  $\lambda$  cercano al 8. Dicha figura se ha obtenido suponiendo una relación lineal entre  $P/T$  y el coeficiente de sustentación del perfil cuyos valores ideales serán los más próximos a la unidad.

El siguiente paso en el estudio será el nº de palas del diseño, llegándose a la conclusión de que a partir de tres palas la influencia en las actuaciones de la aeroturbina es mínima, prevaleciendo entonces el criterio económico y el de facilidad de arranque que dicho sea de paso son contrapuestos. En los aero



generadores de fabricación pequeña y menos cuidada, se opta por las tres palas, que amortiguan mejor los fallos de desequilibrio. En cambio los grandes modelos se fabrican bi-palos porque se disminuyen los costes (los palos pueden suponer un 50%), y en los prototipos se estudian las frecuencias de vibración, resonancia, etc.

Entre las publicaciones de la NASA en esta materia se encuentran los llamados perfiles NACA muchos de los cuales son apropiados para el diseño de las palas de las aeroturbinas. Están calculadas mediante ordenadores incluyendo la teoría turbilhonaria de Glanert adaptada al caso por los investigadores de la Universidad D'AMHERST (Massachussets, U.S.A.), y se considera no sólo la rotación del fluido al atravesar la hélice sino los torbellinos en las puntas. Estos programas publicados en lenguaje FORTRAN IV, son los utilizados para todos los modelos tanto comerciales como de experimentación.

Optimizar el diseño de una pala puede suponer un aumento del 25% de la energía captada.

Una vez conocidos los principales parámetros que intervienen en el diseño, es necesario elegirlos de acuerdo con las características eólicas del lugar del emplazamiento, así como con la utilización prevista, por lo que habrá de recurrir como dijimos anteriormente a conocer el potencial eólico del lugar de ubicación, por medio de la curva de "velocidad acumulada" que proporciona el número de horas en que la velocidad del viento es igual o superior a un valor dado.

La velocidad del viento varía con la altura en un lugar dado debido a la capa límite terrestre más conocida como "cortadura del viento", por lo que la posición en altura de la aeroturbina influirá en sus actuaciones y por ello en la energía obtenida. Los meteorólogos aceptan la ecuación:

$$\frac{V}{V_0} = \left( \frac{H}{H_0} \right)^n$$

donde V y V<sub>0</sub> son velocidades y H y H<sub>0</sub> alturas y n un coeficiente que varía entre 0'1 y 0'4 (los valores más débiles corresponden a regiones de vientos fuertes y las mayores a zonas de intensidades débiles). Como la energía depende del cubo de la velocidad será:



$$\frac{E}{E_0} = \left( \frac{H}{H_0} \right)^{3n} \quad \text{siendo } 0.3 < 3n < 1.2.$$

## 2.4. COMPONENTES DE UN AEROGENERADOR

### 2.4.1. La Torre

Acabamos de ver que la altura sobre la que se coloque la aeroturbina nos va a limitar concretamente sus parámetros de funcionamiento. Además es necesario colocarla en una zona libre de las turbulencias que se originan próximas al suelo, por lo que conviene elevarla lo más posible. Generalmente se usan torres de celosía que se van levantando sobre el anclaje o bien se construyen en el suelo y posteriormente se levantan. Ultimamente se han construido algunas unidades de hormigón y en el interior llevan una escalera. Se recomienda siempre que haya al menos 10 m. de altura del suelo a la extremidad inferior de la pala. En lo referente a la ubicación, aunque el viento al bordear los obstáculos aumenta su velocidad y las colinas suelen ser los lugares preferentes, no siempre ha de ser el punto más alto de ésta, pues podemos quedar en una zona de vacío.

### 2.4.2. El rotor

Es el captador de energía. Los modernos de alta velocidad se fabrican de madera, aluminio y principalmente con poliéster reforzado con fibra de vidrio, que soportan perfectamente los esfuerzos axiales, centrífugos y giroscopios cíclicos a que están sometidos.

En los modelos de eje horizontal el rotor se coloca ante el viento o tras el viento. En esta última posición son considerables los efectos de sombra de la torre sobre todo en el caso de ser de cemento cuando la pala pasa detrás de ella.

### 2.4.3. La transmisión mecánica

Enlaza la energía del rotor al convertidor. En los generadores eléctricos que necesitan un alto número de revoluciones esta consiste en un sistema de engranajes que se adapte a las características del generador.

En algunos de los grandes modelos, se les ha diseñado



un generador de baja velocidad, con lo cual tienen una transmisión directa del rotor al generador y se eliminan las pérdidas de la caja de engranajes.

#### 2.4.4. Sistemas de regulación

Son los distintos accesorios para lograr el perfecto funcionamiento de la aeroturbina que ha de estar siempre sincronizada con las características del viento.

La primera regulación es que el rotor se oriente correctamente con la dirección del viento. En las máquinas pequeñas esto se consigue por medio de una veleta de cola, pero al aumentar el tamaño del rotor se necesitaría una veleta muy grande y larga, pues lógicamente orienta por estar fuera de la zona de torbellinos que produce el rotor. Esta dificultad se resuelve colocando las aspas "tras el viento" con un ángulo - conveniente llamado de Koning.

La siguiente regulación sería el número de revoluciones de la máquina. En los modelos pequeños esta regulación se lleva a cabo mediante unas masas que al actuar en forma centrífuga, producen un giro de las palas del rotor con lo que éstas entran en pérdidas y disminuyen su velocidad. En los antiguos molinos de bombeo de agua la regulación se producía girando el plano del rotor de su perpendicularidad al viento. En las modernas unidades el mismo alternador al superar su velocidad de sincronismo empieza a actuar como freno (generador asincrónico). Es necesario también un freno para el caso de avería del generador o de falta del suministro eléctrico, en el caso de conexión a la red, para que no exista un embalamiento de la máquina que provocaría su rotura.

Las velocidades del viento a las cuales la máquina -- arranca, tiene su sincronismo y se para, depende de sus propias características y de las del lugar de ubicación, como veremos más adelante para el caso de nuestras islas, si bien todas tienen algún sistema auxiliar de freno para casos de reparaciones, mantenimiento, vendavales, etc.

Todos estos sistemas de regulación están ultimamente siendo sustituidos por sistemas electrónicos, que dotados de sensores, actúan analizando las distintas variables y mandando la señal convenida a los servosistemas para orientar, regular, conectar e incluso registrar información de dichos parámetros sobre la unidad.



Pasando a estudiar los distintos modelos, además de -- los parámetros descritos anteriormente y que se consideran generales para cualquier máquina, es necesario conocer el coeficiente de potencia local (sobre todo en las máquinas de eje horizontal), dado por:

$$C_p = \frac{dP}{\rho_n r dr v^3}$$

donde dP es la potencia susceptible de ser extraída de la vena fluida elemental que atraviesa el rotor entre los círculos de radios r y r + dr, es decir:

$$dP = \omega dM = \rho_n r^3 dr \omega^2 v, (1 + K) (h-1).$$

donde V, es la velocidad anterior del rotor, K el factor de -- multiplicación que transforma a V, en la velocidad detrás del rotor y h el factor de multiplicación para la velocidad de la vena con relación a las palas. Sustituyendo tendremos:

$$C_p = \frac{\omega^2 r^2}{v^2} (1+K) (h-1) = \lambda^2 (1+K) (h-1).$$

que expresando h en función de k nos dará ya que:

$$\lambda^2 = \frac{1 - k^2}{h^2 - 1}$$

$$C_p = \lambda^2 (1+k) \left( \sqrt{1 + \frac{1 - k^2}{\lambda^2}} - 1 \right)$$

El  $C_p$  pasará por un máximo para un valor de  $\lambda$  dado cuando:

$$dC_p/dK = 0$$

El cálculo de esta derivada muestra que dicho máximo se obtiene si:

$$\lambda^2 = \frac{1-3K + 4K^3}{3K-1}$$

o también si:

$$4K^3 - 3K (\lambda^2+1) + \lambda^2 + 1 = 0$$



y si hacemos  $K = \sqrt{\lambda^2 + 1} \cos \theta$  tendremos:

$$4 \cos^3 \theta - 3 \cos \theta + \frac{1}{\lambda^2 + 1} = 0$$

es decir:

$$4 \cos^3 \theta - 3 \cos \theta = \cos 3\theta$$

ya que:

$$\cos 3\theta = \frac{1}{\sqrt{\lambda^2 + 1}} \Rightarrow \cos (3\theta - \pi) = \frac{1}{\sqrt{\lambda^2 + 1}}$$

y por tanto:

$$\theta = \frac{1}{3} \arccos \left( \frac{1}{\sqrt{\lambda^2 + 1}} \right) + \frac{\pi}{3} = \frac{1}{3} \arctg \lambda + \frac{\pi}{3}$$

luego para cada valor de  $\lambda$ , se puede calcular el ángulo  $\theta$  correspondiente y en consecuencia el valor máximo posible al  $C_p$ .

En los rotores de eje vertical tipo Savonius y Darriens los rendimientos son muy dispares si bien el Savonius ha subido últimamente a 0,3 lo que le hace competitivo si bien sólo en pequeñas unidades debido a su geometría. Se hace que la relación entre el espacio que escapa el aire y el diámetro de los semicilindros sea de 1/6. En estas condiciones las potencias máximas se obtienen cuando el parámetro de funcionamiento  $\lambda$  está comprendido entre 0,9 y 1. Entonces será:

$$P = 0,18 S V^3$$

siendo:  $S = h (2d - e) = hD$

Como ya vimos, conocer  $C_p$  implica conocer  $C_m$  y por tanto el momento motor que será:

$$M = \frac{1}{2} C_m R S V^2$$

El estudio teórico del rotor Darriens de palas parabólicas ha sido realizado por R.J. Templin, director del Laboratorio de Aeronáutica de Ottawa, pero su estudio se puede extender a rotores de todas las formas de palas: oblicuas, rectilíneas verticales, esféricas, etc., sin más que pasar a las coordenadas apropiadas.

Tomando coordenadas intrínsecas las componentes de la velocidad son:

$$W_r = V \sin \theta \quad W_t = W_f + v \cos \theta \quad W_z = 0 \quad W_u = \sqrt{W_r^2 + W_t^2}$$



El ángulo de incidencia vendrá dado por:

$$\operatorname{tg} i = \frac{V \operatorname{sen} \theta \cos \delta}{\omega r + V \cos \theta}$$

donde  $\cos \delta$  es el coseno director.

Designado por "q" la presión dinámica  $q = \frac{1}{2} \rho W_u^2$  por "1", la longitud de la cuerda del perfil utilizado y siendo  $C_n$  y  $C_t$  los coeficientes aerodinámicos de Lilienthal del perfil (en la dirección de la cuerda y perpendicular a ella) será:

$$C_t = C_z \operatorname{sen} i - C_x \cos i$$

$$C_n = C_x \cos i + C_z \operatorname{sen} i$$

Los componentes de la fuerza aerodinámica serán:

$$dN = C_n q l ds = C_n q l \frac{dz}{\cos \delta}$$

$$dT = C_t q l ds = C_t q l \frac{dz}{\cos \delta}$$

Proyectemos estas componentes sobre la dirección general de la velocidad del viento y calculemos la resultante aerodinámica de la fuerza ejercida por el viento sobre el rotor siguiendo esta dirección y será:

$$dF = dN \cos \delta \operatorname{sen} \theta - dT \cos \theta = q l \left( C_n \operatorname{sen} \theta - C_t \frac{\cos \theta}{\cos \delta} \right) dz$$

Para cada pala, la fuerza elemental varía cuando la pala da una vuelta completa. Es necesario pues, calcular el valor medio, con lo que:

$$F = \frac{p}{2\pi} \int_{-H}^{+H} \int_0^{2\pi} q \left( C_n \operatorname{sen} \theta - C_t \frac{\cos \theta}{\cos \delta} \right) d\theta dz$$

Por tanto el momento y la potencia serán:

$$dM = \frac{C_t q l}{\cos \delta} r dz \Rightarrow M = \frac{p}{2\pi} \int_{-H}^{+H} \int_0^{2\pi} \frac{C_t q r}{\cos \delta} d\theta dz$$

y para la potencia:

$$P = M \omega = \frac{p}{2\pi} \int_{-H}^{+H} \int_0^{2\pi} \frac{C_t q r \omega}{\cos \delta} d\theta dz$$

con lo que el coeficiente de potencia vendrá dado por:

$$c_p = \frac{2p}{\rho S V^3} = \frac{p}{2\pi S} \int_{-H}^{+H} \int_0^{2\pi} C_t \frac{W_u^2 \omega r}{V^3 \cos \delta} d\theta dz$$

Conociendo el coeficiente de potencia se conoce inmediatamente el coeficiente de momento.



Templin ha constatado que los resultados teóricos así obtenidos se corresponden muy exactamente con los experimentales.

Los rotores tipo Darriens usan siempre perfiles simétricos derivados del modelo NACA 0012; y ya existen dos modelos de 4 y 6 Kw comercializados por la Dominión Aluminium de USA que debido a su estructura son muy competitivos respecto a los de eje horizontal.

Estos modelos pueden llevar el equipo eléctrico en el suelo, por lo que no necesitan de una torre muy resistente ya que se disminuyen sensiblemente los esfuerzos.

Para cualquier tipo de rotor se han de estudiar todos los esfuerzos a los que está sometido. La fatiga de flexión y las cargas debidas a las fuerzas centrífugas en marcha normal es algo que depende de los materiales usados en cada caso. Estos esfuerzos se compensan con la disposición de las palas formando un diedro del que hablamos al referirnos a la orientación en caso de no llevar veleta de cola.

El cambio de orientación en su encaramiento al viento hace que aparezcan esfuerzos de tipo giroscópicos. Para calcularlos hemos de conocer en cada caso particular el momento de inercia  $I$  de la pala respecto al eje de rotación y las velocidades de rotación  $\omega$  y de orientación  $\pi$  para formar el tensor:

$$\begin{bmatrix} I & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & I \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \omega \\ \pi \sin \sigma \\ \pi \cos \sigma \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I \omega \\ 0 \\ I \pi \cos \sigma \end{bmatrix}$$

Los efectos giroscópicos crecen con el tamaño de las palas.

El aumento de la fatiga es tanto mayor cuanto menor sea el parámetro de funcionamiento.

Entre las causas de aumento de fatiga es necesario citar las vibraciones que tienen orígenes diversos, como:

- La no perfecta alineación con la dirección del viento.
- La desigual velocidad del viento sobre la superficie barrida por la hélice (variación del viento con la altura).
- El paso de las palas delante o detrás del soporte de la instalación.
- Las variaciones instantáneas de la velocidad del viento.



- La acción de la gravedad respecto al eje de la pala varía en cada rotación.

Por todas estas razones las vibraciones no pueden evitarse y han de existir siempre. Es necesario entonces conocerlas para que su nivel no disminuya la seguridad de la instalación y sobre todo para evitar los fenómenos de resonancia que producirían graves daños si la frecuencia de rotación o un múltiplo entero de ella coincidieran con las propias de las palas y la torre.

Otra modalidad en la conversión de la energía son las llamadas torres ciclónicas en sus varias modalidades y que a efectos de parámetros técnicos puede considerarse como un generador de eje vertical. Se trata de calentar el aire en la base de una chimenea para hacerlo subir o bien ayudarlo en la citada chimenea, creando un vértice que aumentará enormemente su velocidad y por tanto después la potencia obtenida. Se trata pues de una nueva teoría llamada "acrodinámica turbillonaria". Ensayos realizados en túneles de viento han corroborado la teoría de que la capa límite del vértice potencial presenta una única solicitud cortante en la última interfaz antes del núcleo, de sentido opuesto a la fuerza tangencial en la última trayectoria circular previa al núcleo ya que se ha de mantener constante el momento cinético. La fuerza potencial por unidad de masa crece si  $r \rightarrow 1$ , alcanzando su máxima si  $r=1$  pues por debajo de dicho valor el flujo es irrotacional.

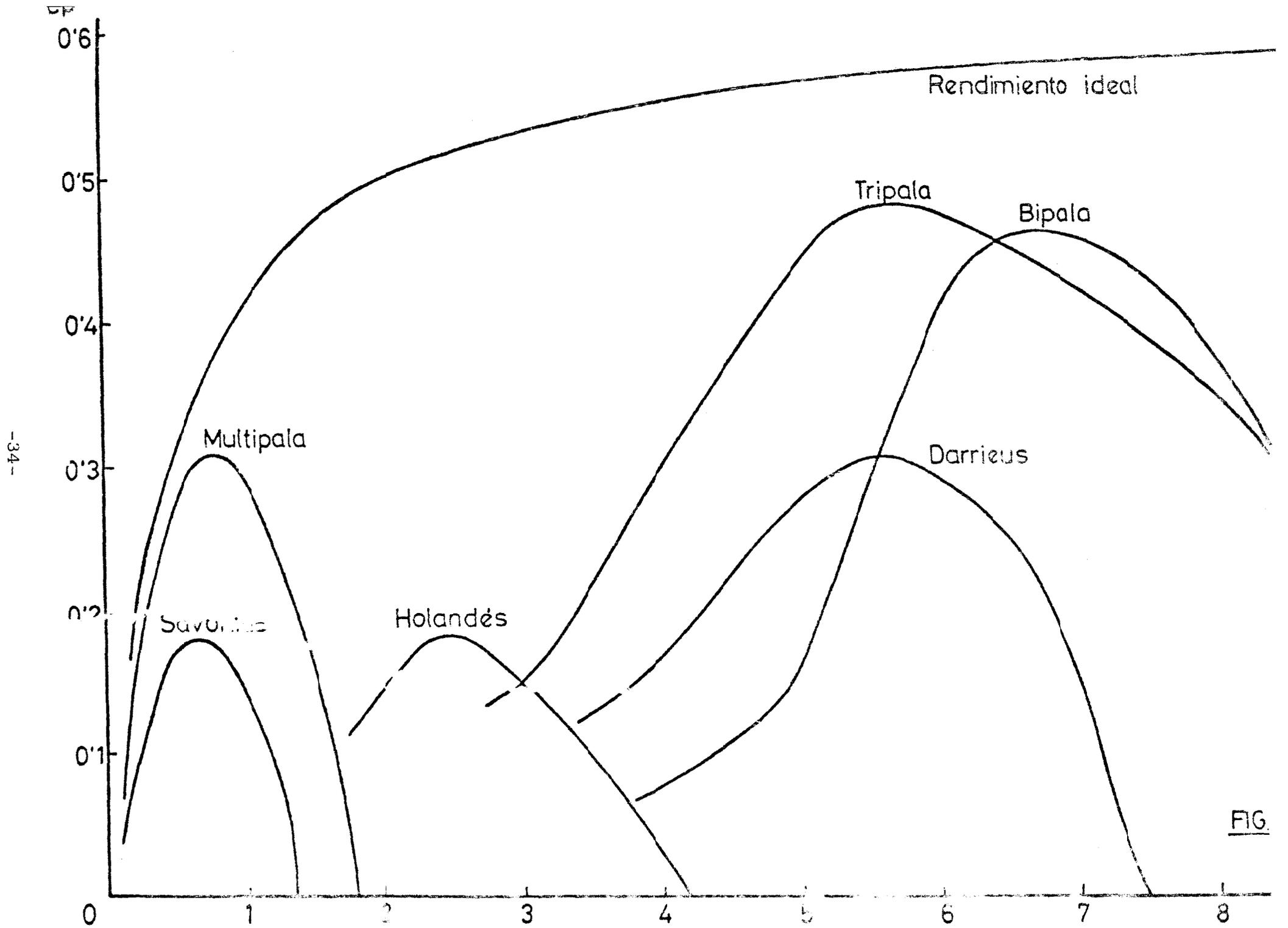
Se cumple siempre que:

$$C_p = \frac{r_e^2}{R H}$$

siendo R y H las medidas externas y  $r_e$  el radio del núcleo. Como  $R/r_e = \sqrt{2}$

El  $C_p$  es una función en diámetro de la altura de la torre y de su diámetro de captación. La determinación del valor de la  $C_p$  vendrá dada por la resolución del problema de determinación del flujo máximo de transporte del conducto vertical determinado para la relación  $R/r_e$  constante y la altura máxima posible para un diámetro de captación dado.

El rendimiento de estos captadores parece ser mayor que las hélices pasivas rápidas si bien las plantas en experimentación no han publicado los resultados obtenidos.



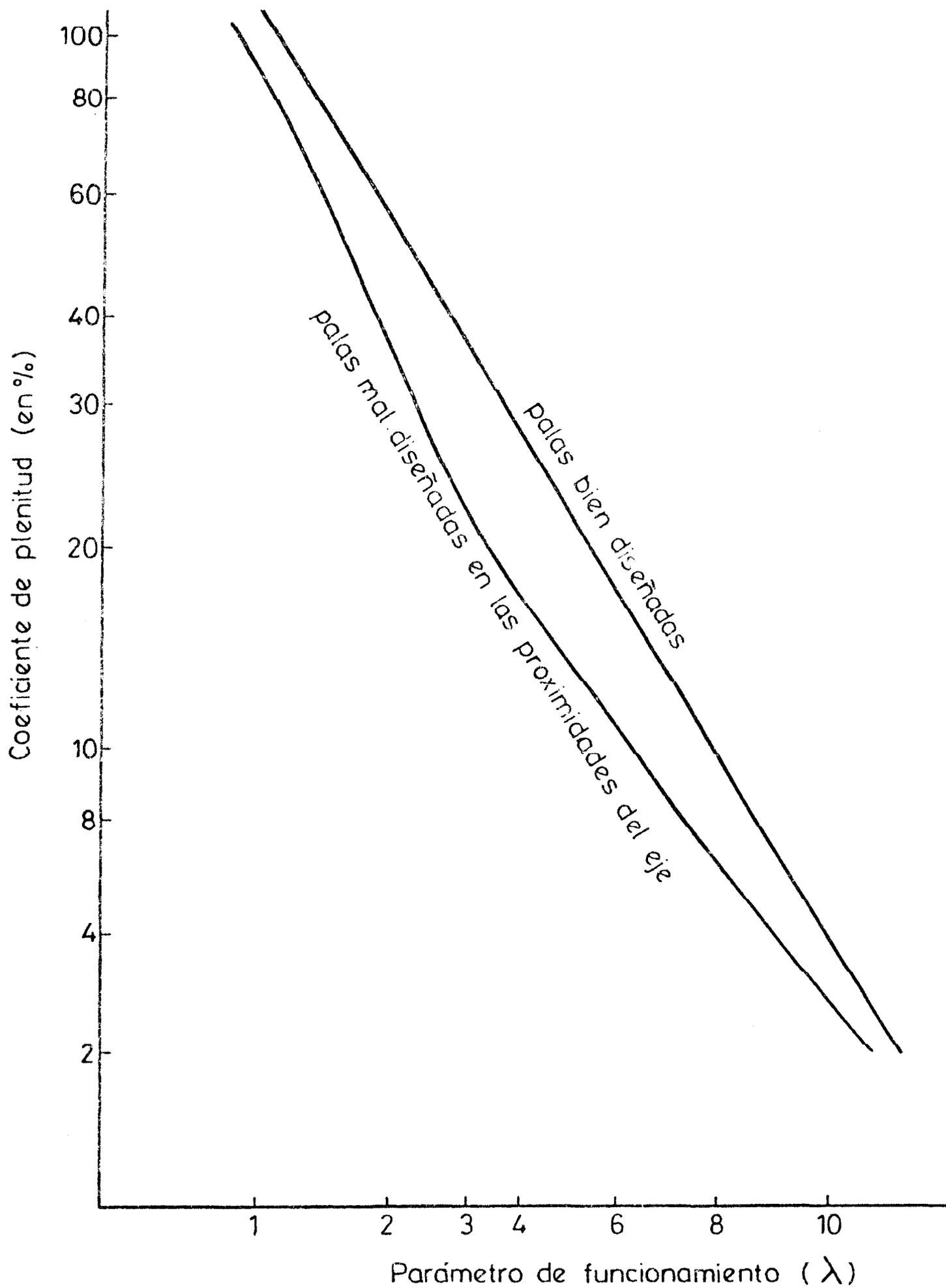
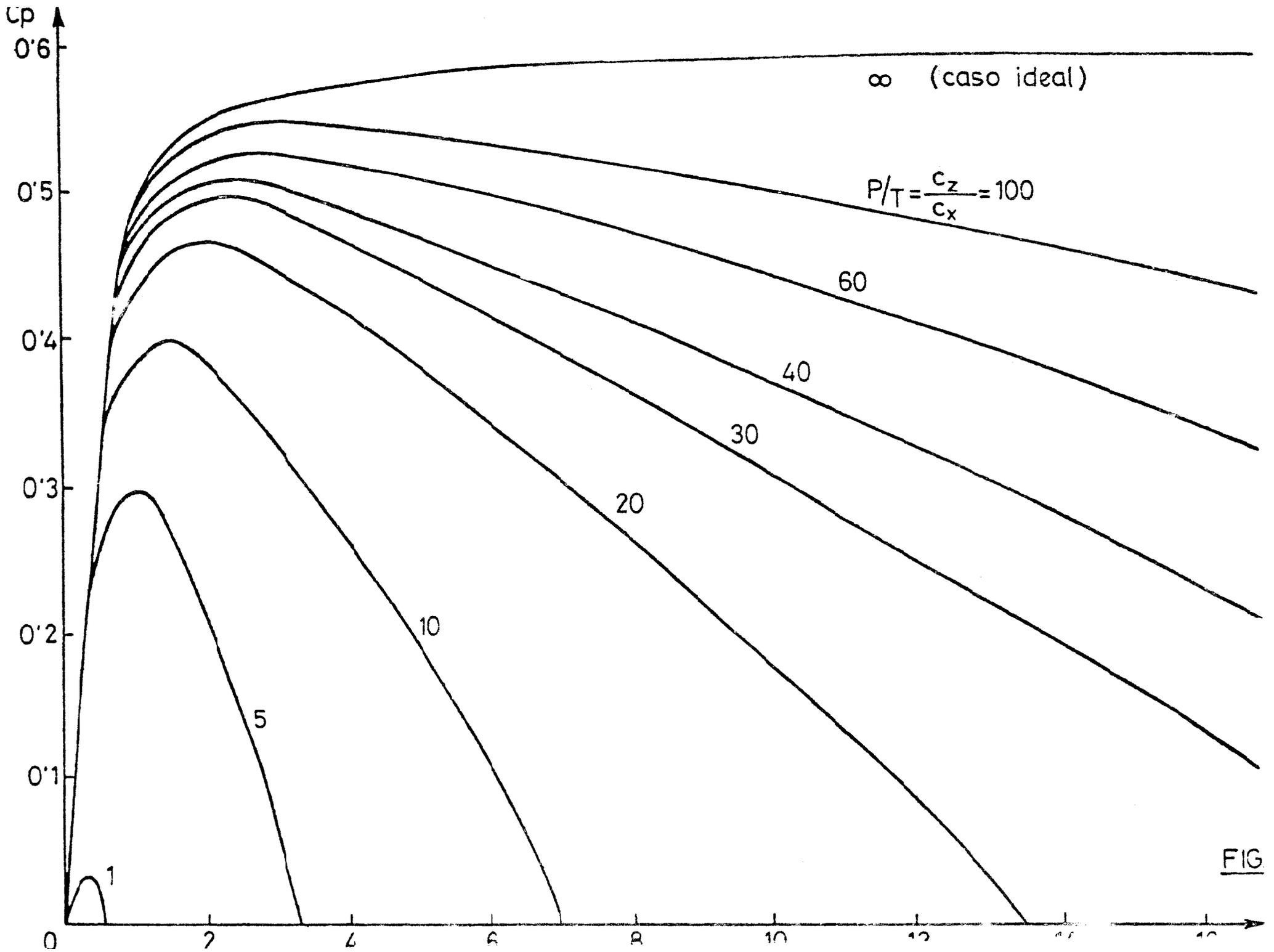


FIG 9



FIG



### 3.- TECNOLOGIAS DE APROVECHA- MIENTO



3.1. Si consideramos que ya se ha extraído la energía existente en el viento, mediante su conversión en energía mecánica en un eje, nos viene ahora la tecnología de la utilización de dicha energía.

Esta energía, que disponemos en un eje giratorio, puede ser utilizada en forma de energía mecánica, o transformándola en otras formas como la energía eléctrica o la térmica.

En forma de energía mecánica encuentra aplicación para extracción de agua, para bombeo, para comprimir fluidos, para desalinización del agua y para riego.

Su aplicación en forma de energía térmica es la producción de agua caliente.

La energía eléctrica generada por esta energía mecánica obtenida por la acción del viento podrá ser continua o alterna.

Pasemos a continuación a analizar todas y cada una de las distintas aplicaciones citadas.

### 3.2. EXTRACCION DE AGUAS.

Para la extracción de agua se utilizan bombas centrífugas multiescalonadas. La gran ventaja de este sistema radica en que no es necesario efectuar esta extracción en horas fijas, sino que su posibilidad de acumulación permite la utilización variable originada por las fluctuaciones de los vientos. La utilización de la energía eólica para la extracción de agua de pozo es la forma más utilizada para aprovechar la energía mecánica. El mayor inconveniente radica en que la situación del captador energético viene condicionado por la situación del pozo y no por los lugares de mayor potencial eólico.

### 3.3. PARA BOMBEO DE AGUA Y RIEGO.

El bombeo de agua es la aplicación más típica del molino multipala, generalmente a través de una transmisión mecánica que mueve una bomba de pistón.

Los llamados molinos lentos (Multipala y Savonius) son efectivamente adecuados para el bombeo, por sus características de un buen par de arranque y sencillez de la instalación, pero tienen algunas limitaciones.

Los de tipo multipala en concreto, son máquinas que, aunque de fácil arranque, dejan de funcionar por encima de



los 10 m/s. lo que puede suponer desaprovechar gran cantidad de energía en zonas de vientos altos. Además la altura de bombeo no sobrepasa normalmente los 50 m. de profundidad.

La utilización de molinos rápidos para bombeo, tiene la ventaja de poder alcanzar valores de  $C_p$  más altos. En tal caso es conveniente utilizar bombas centrífugas o helicoidales, de mayor velocidad de funcionamiento y menor par de arranque.

Uno de los problemas más importantes que hay que considerar en el riego con energía eólica es la posibilidad de que, debido a la intermitencia del viento, aparezcan periodos largos de calma, lo que hace necesario en muchos casos el almacenamiento de agua en balsas de regulación.

### 3.4. COMPRESION DE FLUIDOS.

La posibilidad de comprimir un fluido encuentra diversas aplicaciones tales como producción de energía a través de una turbina de gas, o para acondicionamiento de aire.

La producción de energía a través de una turbina de gas utiliza la compresión de aire usando como depósitos tanques o cavernas que se obtienen como resultado de inyectar agua a cierta temperatura en minas de sal, con lo que la sal es disuelta y extraída en el agua.

En Huntford (Alemania Federal) ha entrado en funcionamiento una instalación de este tipo. El aire se comprime a 70 at. en dos cuevas excavadas en una montaña de sal, dejándose expandir posteriormente a través de una turbina, habiéndole calentado previamente con un sistema de quemadores de gas natural. La Planta parece que funciona con costes inferiores a los del bombeo hidroeléctrico.

Para acondicionamiento de aire se utiliza, según las circunstancias, de tres formas. Para calefacción mediante energía mecánica, ciclo de Bryton con aire como fluido de trabajo y bomba de calor con Freon 12 como fluido. La velocidad de viento mínima calculada para los últimos métodos es de 4 m/s, mientras que el primero trabajaría a cualquier velocidad. De los tres se ha estimado que el más rentable sería el último.

La bomba de calor se diseñaría para funcionar con rendimiento aceptable sobre una amplia gama de velocidades. La aeroturbina movería el compresor del circuito, cuyo funciona--



miento consistiría simplemente en transferir calor de un depósito frío a otro caliente. Bastaría entonces con transferir calor de la estructura al depósito frío para refrigerar y del depósito caliente a la estructura para calentar. En cualquier caso sería conveniente que la estructura estuviese pensada para este tipo de acondicionamiento. En el futuro con los nuevos conocimientos en materiales aislantes y métodos de almacenamiento de calor (estudiados con profusión para la utilización de energía solar en calefacción, el sistema puede tener grandes posibilidades.

Otra excelente aplicación de la energía eólica en sitios aislados es la desalación de agua, ya que resulta económico almacenar el agua desalada y porque en los sistemas de desalación que consumen energía mecánica, tales como la compresión de vapor, congelación y ósmosis inversa, el consumo energético repercute en gran manera en el coste del  $m^3$  de agua desalada.

De los tres sistemas mencionados el que mejor se adapta a la energía eólica es la ósmosis inversa, por su naturaleza modular y por otras particularidades del funcionamiento de sus membranas.

### 3.5. ENERGIA TERMICA.

Para la conversión de energía mecánica en térmica utilizaremos sistemas que permitan su almacenamiento térmico.

Esta técnica de almacenamiento de energía sólo es posible en conjunción con centrales térmicas que funcionan según el ciclo de Rankine.

El almacenamiento de energía calorífica puede realizarse bajo la forma de calor sensible o de calor latente.

En el primer caso de fluido térmico puede ser vapor de agua saturado, aceites especiales o metales fundidos (típicamente el sodio). La ventaja de estos últimos es su menor tensión de vapor respecto al agua lo que representa un menor coste del depósito, pero plantea más problemas de manejo y tienen capacidades caloríficas menores.

En el caso de sales fundidas, la densidad de energía almacenada es mayor (del orden de unas cinco veces más que en el caso del agua el proceso de almacenamiento ocurre a la temperatura del cambio de fase, que es constante). En cambio estos materiales tienen poca conductividad calorífica y sufren variacioo



nes de volumen lo que provoca un notable encarecimiento del depósito.

### 3.6. ENERGIA ELECTRICA.

La energía eléctrica producida como transformación de la energía mecánica, puede ser en forma de corriente continua o alterna.

#### 3.6.1. Corriente continua.

La corriente continua precisa la utilización de dinamos que utilizan colector con escobillas que con el tiempo se desgastan y deben ser repuestos.

Necesitan regulador de voltaje, de intensidad y disyuntores, para evitar sobrecargas en las baterías o en el circuito de carga.

Pueden trabajar como motor, a condición de que la corriente inductora no sea excesiva para el cableado de la máquina. Esta característica puede ser una ventaja para utilizarla como motor de arranque.

Se utiliza la energía eléctrica directamente en esta forma, en los receptores en que ello sea posible (alumbrado con lámparas de incandescencia, resistencias, etc.). Para los aparatos que necesariamente deben ser alimentados en c.a., se prevé un inversor estático. El almacenamiento de energía tiene lugar en baterías, y para no sobredimensionar el sistema de almacenamiento se prevé un grupo auxiliar (gasolina o diesel), cuyo arranque está controlado por un detector de carga.

La utilización de una tensión de 12 V. c.c. permite reducir el tamaño y el coste del inversor estático, ya que para esta tensión hay un gran número de aparatos que se han desarrollado para su utilización en vehículos vacacionales (caravanas, etc.), una tensión tan reducida no es admisible para la transmisión de energía, de forma que es aplicable sólo para generación "in situ".

Los aerogeneradores de baja potencia vienen utilizando con frecuencia el sistema de almacenamiento por baterías. Las baterías, que generalmente se encuentran en el comercio, provienen del sector del automóvil y son las de plomo-ácido, o bien las de tipo alcalino a base de níquel-hierro o níquel-cadmio. Tanto las primeras como las segundas tienen rendimientos del orden de 60-70% y no soportan bien ciclos muy continuos de carga y descarga. En el caso de las de plomo su vida media es muy reducida (3-4 años) y aunque las alcalinas tienen un perio



do de vida 3 veces superior, son más voluminosas y más caras.

En los últimos años la Electric Power Research Institute ha venido desarrollando nuevos tipos de baterías de mejores características y más económicas. La batería de sodio-azufre, por ejemplo, ha dado muy buenos resultados.

Otro modo de utilizar y almacenar esta energía es mediante la producción de hidrógeno.

Esta forma de almacenamiento, que está gozando de un rápido desarrollo en la actualidad, utiliza la energía química como medio. Consiste en descomponer una sustancia que contiene hidrógeno mediante un proceso reversible. Entre estas sustancias se encuentran el agua, los ácidos clorhídricos y yodhídrico, o ciertos hidruros metálicos.

Refiriéndose en primer lugar al agua, existen diversos métodos para descomponerle que son:

- Electrólisis: clásica.
  - con tecnología avanzada.
  - con polímeros sólidos.
  - con electrolitos cerámicos a alta temperatura con fotoelectrólisis.
- Descomposición térmica a alta temperatura.

El almacenamiento se puede llevar a cabo bajo forma de gas a alta presión o bajo la forma de hidruros metálicos. En el primer caso se pueden utilizar cavernas subterráneas presurizadas construidas en minas de sal, como en el caso del aire comprimido.

La segunda posibilidad tiene la ventaja de ocupar un volumen menor. Los metales utilizados son aleaciones de hierro titanio, calcio-níquel, los principales problemas que se presentan se derivan de la posible contaminación del  $H_2$ , el coste elevado de las aleaciones y la reversibilidad y velocidad de las reacciones.

### 3.6.2. Corriente alterna.

Para la producción de corriente alterna se utilizan los sistemas de velocidad constante.

En estos sistemas es necesario disponer de un regulador de carga que, para velocidades superiores a las del diseño (a la cual corresponde la potencia nominal del generador), actúa sobre los mecanismos de regulación (cambio del paso de las pa--llas), para mantener constante el par mecánico suministrado por



la aeroturbina. El efecto de la regulación es limitar la característica natural de potencia, por encima de la velocidad de diseño, entre la velocidad mínima y la de diseño no es necesaria la actuación del regulador de par a menos que se trate de un sistema aislado y la carga eléctrica sea inferior a la potencia mecánica correspondiente de la turbina eólica para la velocidad considerada.

En estos sistemas se utilizan dos tipos de generadores, generadores síncronos y generadores asíncronos. En el generador síncrono la conversión de energía tiene lugar solamente a una velocidad determinada llamada velocidad de sincronismo  $n_s$ . En el generador asíncrono la conversión de energía tiene lugar para cualquier velocidad  $n$ , aunque para obtener un rendimiento elevado la diferencia  $n - n_s$  debe ser muy pequeña.

Un problema importante de diseño y que afecta a todos los tipos de generadores eléctricos, es la elección de su velocidad nominal  $E_s$  bien sabido que el coste de un generador de una potencia determinada, varía inversamente a su velocidad.

Normalmente se elige como velocidad del generador 750, 1000 ó 1500 rpm, lo que exige instalar un multiplicador de velocidad, cuyo coste y pérdidas asociadas es necesario hacer intervenir en el balance económico.

Los generadores síncronos necesitan alimentación de c.c. para las bobinas de excitación de los polos inductores. Los dos sistemas de excitación utilizados actualmente, responden a los dos conceptos siguientes:

- Autoexcitación estática, en la que las bobinas inductoras se alimentan de la propia energía eléctrica generada en c.a. previa rectificación (y transformación eventualmente).
- Excitación con diodos giratorios. La alimentación del circuito de excitación se realiza por un generador (excitadora) de c.a. (con polos inductores en el estator) accionada por el mismo eje que el alternador, y cuya salida es rectificadora por un puente de diodos situado en el eje común (diodos giratorios).

Las ventajas que se señalan a favor de la utilización de los generadores síncronos son:



- 1º En el funcionamiento en paralelo con la red, el sincronismo es mantenido gracias al par sincronizante con independencia de las variaciones bruscas de la potencia mecánica de la turbina eólica.
- 2º Los generadores síncronos pueden suministrar potencia reactiva regulable a la red.
- 3º Puede funcionar tanto en paralelo con la red como alimentando cargas aisladas.

### 3.7. GENERADORES ASINCRONOS O DE INDUCCION

Los generadores asíncronos, cuya constitución física es idéntica a la de los motores asíncronos de jaula de ardilla, presentan un gran atractivo en el caso de los aerogeneradores gracias a su robustez mecánica y gran simplicidad de utilización que compensan sobradamente las desventajas derivadas de su menor rendimiento.

Entre sus ventajas merecen destacarse:

- 1) Tienen un rotor de jaula de ardilla, de gran robustez, y no necesitan anillos ni escobillas (menor mantenimiento).
- 2) La potencia magnetizante necesaria es suministrada por la red a la que están conectados, no siendo necesarios, en consecuencia, el sistema de excitación ni el regulador de tensión. Si bien esto se traduce en que se comportan como consumidores inductivos, se puede disponer un banco regulable de condensadores de compensación.
- 3) El acoplamiento a la red se realiza con dispositivos muy simples; el grupo se lleva a una velocidad próxima a la de sincronismo (detección por relé tacométrico) y se conecta a la red por medio del interruptor automático (o contactor).

Hay que señalar, no obstante, que los generadores asíncronos están sometidos a unas sollicitaciones mecánicas y eléctricas más severas que las de los motores, por lo que el diseño debe ser más exigente que el de las máquinas de serie.

Las sollicitaciones más frecuentes son debidas a:

- Sobreintensidades transitorias de corta duración en el acoplamiento, especialmente si la detección de velocidad no es muy precisa.
- Embalamiento, con una velocidad determinada por la característica mecánica de la turbina eólica.



- Sobre tensiones, bien sean de origen atmosférico y transmisiones a través de las líneas aéreas o bien debidas a la desconexión de los condensadores de compensación.



## 4.- SITUACION ACTUAL: PROYECTOS EN EJECUCUCION Y DESARROLLO



#### 4.1. ANTECEDENTES

Actualmente ya se fabrican y comercializan gran cantidad y variedad de aeroturbinas para el aprovechamiento de la energía eólica, teniendo a corto plazo mayores posibilidades que las de los tipos multipalas, giromill, Darrieus y dos o tres palas. Las aeroturbinas multipalas de eje horizontal se utilizan casi exclusivamente para el bombeo de agua, debido a que su velocidad de rotación es relativamente baja. Los otros tipos enunciados se diferencian como ya sabemos en la posición horizontal o vertical del eje de giro de la aeroturbina y se utilizan para la generación de energía eléctrica.

En muchos países se realizaron desarrollos de aerogeneradores de pequeña potencia que más tarde se fueron abandonando. Con las perspectivas actuales se han vuelto a iniciar numerosos desarrollos con dos objetivos claros: alta fiabilidad y bajo coste. Es por ello que ya en 1.973, al iniciarse la actual crisis de energía se emprendieron programas de desarrollo de aerogeneradores de gran potencia en varios países.

Adjuntamos una relación de fabricantes que en la actualidad están comerciando la mayor cantidad de aerogeneradores en el mundo.

El futuro es de las grandes máquinas o sistemas en las cuales la tecnología está en fase experimental. Debido a que no ha habido suficiente tiempo de evaluación, existen gran número de cuestiones técnicas todavía no bien resueltas. Los ingenieros están aun debatiendo acerca del número de palas del rotor, del sistema de transmisión a adoptar, de si las torres deben ser una estructura rígida o parcialmente flexible, y, finalmente sobre la crítica cuestión de las clases de materiales a emplear en la construcción de las palas. A pesar de ello diversas Compañías Eléctricas y organismos de USA. y Europa consideran que existe suficiente información para iniciar planes los cuales y por países vamos a exponer.

#### 4.2. RELACION DE EMPRESAS QUE FABRICAN Y COMERCIALIZAN AEROGENERADORES

<u>EMPRESA</u>	<u>NACION</u>	<u>POTENCIAS</u>	<u>DIAMETROS</u>	<u>Nº PALAS</u>	<u>TIPO</u>
Aero-Bower	EE.UU.	1 kW.	1,8 m.	2	Hélice
Aerowatt	Francia	0,028	1	2	"
		0,13	2	2	"
		0,35	3,26	2	"



<u>EMPRESA</u>	<u>NACION</u>	<u>POTENCIAS</u>	<u>DIAMETROS</u>	<u>Nº PALAS</u>	<u>TIPO</u>
Aerowatt	FRANCIA	1,125	5	2	Hélice
		4,1	9,3	2	"
American wind Turbine	EE.UU	0,45	2,4	24	"
		0,9	3,6	36	"
		1,8	4,9	48	"
Aremenalt	EE.UU	1,5	2,4	24	"
		2,5	2,4	24	"
Domenico Sperandio y Ager	Italia	0,25			
		0,5			
		1,0			
Dominion Aluminium	Canada	2,0	4,5	2	Darrieus
		4,0	4,5	2	"
		6,0	6	2	"
		8,0	9,1	2	"
Dunlite electric	Australia	1	3,6	3	Hélice
		2	3,6	3	"
Elektro	Suiza	0,05	0,4	2	Savonius
		0,25	0,67	2	"
		0,6	2,5	2	Hélice
		1,2	3	2	"
		1,8	3,5	2	"
		2,5	3,8	3	"
		4	4,4	3	"
6	5	3	"		
Enag	Francia	0,4		2	Hélice
		1,2		3	"
		2,5		3	"
Jacobs	EE.UU.	3	4,2	3	"
		2,5	4,2	3	"
		2,8	4,2	3	"
		2	4,2	3	"
		1,8	4,2	3	"
Kedco	EE.UU.	1,2	3,6	3	"
Lubing	Francia		2,2	3	"
		0,4	2,2	6	"



<u>EMPRESA</u>	<u>NACION</u>	<u>POTENCIAS</u>	<u>DIAMETROS</u>	<u>Nº PALAS</u>	<u>TIPO</u>
Noah	Suiza	55	11		Bihélice
Sencenbaugh	EE.UU.	0,75	3,6	3	Hélice
Winco	EE.UU.	0,2	1,8	2	"
Wind Charger					
Windstream	EE.UU.	15	7,6	3	"
Zephir	EE.UU.	15	6,1	3	"
Gemz	España	0.3 1,2			" "
Humblet	Francia	1,1	4,2	2	"

#### 4.3. EE.UU.

El primer parque de aerogeneradores de USA está situado en New Hampshire y consta de 20 aeroturbinas de 30 kW. cada una siendo este el origen de su contrato con el Departamento de Recursos Hidráulicos de California, para un parque de 100 MW.

Según el "Wind Energy Program Overview" la programación de construcción y desarrollo de aerogeneradores bajo el patrocinio del Departamento de Energía es la que sigue:

#### PROTOTIPOS DE GRANDES MAQUINAS EOLICAS EN E.E.U.U.

<u>MODELO</u>	<u>DISEÑO</u>	<u>Nº de Palas</u>	<u>(1) D(m)</u>	<u>Potencia (kW)</u>	<u>Situación</u>
NASA/DOE MOD-0	Nasa	2	38	100	Operacional desde 1979
NASA/DOE MOD-GA/1	Westinghouse	2	38	200	Operacional desde 1979
NASA/DOE MOD-0A/2	Westinghouse	2	38	200	Operacional desde 1979
NASA/DOE MOD-0A/3	Westinghouse	2	38	200	Operacional desde 1980
NASA/DOE MOD-0A/4	Westinghouse	2	38	200	Operacional desde 1980
NASA/DOE MOD-1	Gral. Electric	2	61	2.000	Operacional desde 1979
NASA/DOE MOD-2	Boeing	2	91	2.500	Operacional desde 1980
NASA/DOE MOD-5A	GRAL. Electric	2	122	6.200	Fase diseño conceptual
NASA/DOE MOD-5B	Boeing	2	128	7.200	Fase diseño conceptual
NASA/DOE MOD-6H	-----		40	400	En estudio
WTS-4	Hamilton Stand- dard	2	78	4.000	En fabricación
	Bendix/Schle- chle	3	50	3.000	Operacional desde 1980



(1) D= Diametro de la aeroturbina.

Otros desarrollos que conviene destacar son:

Los de Aluminium Company of América basados fundamentalmente en el tipo Darrieus.

Como resultado de este programa se espera que los modelos más adecuados para el aprovechamiento económico de la energía eólica se comercialicen en la segunda mitad de esta década. General Electric ha hecho público sus planes de fabricación del modelo MOD-5A que aumentarán en dos Unidades por mes en 1.985 - a diez en 1.987 y a treinta en 1.989. Debido a la fuerte reducción del presupuesto dedicado por el Gobierno Estadounidense al programa de energía eólica (de 90 millones de dólares en 1.980 a 19 millones en 1.982) es posible que se originen retrasos importantes.

#### 4.4. REPUBLICA FEDERAL ALEMANIA

El programa alemán que comenzó en 1.976 es el más ambicioso de todos en cuanto a la potencia nominal de las máquinas a desarrollar y la configuración de las mismas. El prototipo -- GROWIAN I, de 2 MW. bate el record de potencia del MOD-2 disponiendo de un rotor bipala de 100 m. de diámetro. El proyecto de aerogeneradores de alta potencia más espectacular es sin duda - el GROWIAN II. Su potencia nominal es de 5 MW y consta de un rotor monopala con contrapeso de 145 m. de diámetro, (la NASA descartó anteriormente el rotor monopala por la cantidad de incertidumbres existentes en cuanto a su comportamiento dinámico), el primer contratista es Messerschmith-Bolkow-Blohm.

El importe total de este programa está cifrado en aproximadamente 4.028.400.000 Pesetas.

#### 4.5. SUECIA

El programa sueco de energía eólica comenzó en 1.975 habiéndose gastado hasta 1.981 aproximadamente 2.416.040.000 Pesetas.

Las experiencias realizadas con un prototipo de 60 kW. y un rotor de 18 m. de diámetro fabricado por Saab-Scania han servido de base para desarrollar prototipos de 2,2 y 3 MW. de rotores bipalas.

El programa Sueco se responsabiliza del National Swedish Board for Energy Source Development, estando también las dos más grandes empresas de electricidad suecas Statens Vatten



fallsverk y Sydkraft AB involucradas en el diseño de las turbinas, construcción, instalación, operación y mantenimiento.

#### 4.6. DINAMARCA

Dinamarca tiene una larga tradición en el uso de aeroturbinas para generar electricidad, los más antiguos diseños datan de 1.980. El programa danés actual comenzó en 1.976 cuando el Gobierno invitó a las empresas eléctricas a elaborar un gran programa de desarrollo eólico. Se han instalado dos prototipos de 650 kW. con rotores tripalas de 40 m. de diámetro. El coste total hasta la fecha del programa ha sido aproximadamente de -- 805.680.000 Pesetas.

En adición al programa gubernamental tenemos la turbina Tvind, tripala desarrollada por los estudiantes y profesores del Tvind College, asistidos por expertos de Institutos Tecnológicos de Copenhagen. Tiene palas de 54 m. y se obtiene una potencia de 2 MW.

#### 4.7. REINO UNIDO

El diseño de grandes aeroturbinas, comenzó en el Reino Unido en 1.977 mediante una colaboración entre el Departamento de Energía Británica, Taylor Woodrow Construction Ltd., British Aerospace Dynamics Group, the Electrical Research Association Ltd. y Cleveland Bridge and Engineering Co Ld en asociación con empresas eléctricas de Escocia. El fruto de esta colaboración ha sido una aeroturbina, de dos palas, 60 m. de diámetro y eje horizontal, capaz de producir 3.7 MW. El grupo ha estimado que la Costa Oeste de Escocia es el lugar idóneo para la instalación de dicha turbina.

#### 4.8. HOLANDA

Holanda ha sido un país que ha aprovechado tradicionalmente la energía eólica. El programa holandés comenzó en 1.976. El primer prototipo consiste en un rotor bipala de 25 m. de diámetro, eje horizontal y capaz de dar 300 kW. También tienen intención de acometer diseños Darrieus basados en la experiencia adquirida por Fokker con los pequeños Darrieus.

La inversión total en el programa, totalmente financiado por el Gobierno viene a ser de 1.007.100.000 Pesetas.



#### 4.9. CANADA

El programa canadiense comenzó en 1.973 basándose en el concepto Darrieus. El primer prototipo conectado a la red eléctrica fue el que instaló Hidro-Quebec en las islas Magdalena con una potencia nominal de 200 kW.

El siguiente paso del programa es la construcción de un aerogenerador capaz de dar megawatios de aproximadamente 90m de diámetro. Lo invertido hasta la fecha es del orden de 604.260.000 Pesetas, esperando que se gasten aproximadamente otros 604.260.000 Pesetas, por año durante tres o cuatro años más.

#### 4.10. U.R.S.S.

La URSS ha construido varios aerogeneradores de pequeña potencia de 2 ó 3 palas y por ahora no se conocen con exactitud sus programas de desarrollo.

#### 4.11. FRANCIA

En Francia el gran esfuerzo ha tenido lugar entre 1.955 y 1.965, las realizaciones han sido obra de Electricité de France, Neyrpic y Best. Ellas han permitido subsanar numerosos problemas tecnológicos. Actualmente no tiene programas establecidos de gran relevancia.

#### 4.12. ESPAÑA

En España el Centro de Estudios de la Energía ha financiado la construcción de un aerogenerador de 100 KW. de potencia con un rotor tripala de 17 m. de diámetro que se ha instalado en Tarifa (Cádiz). Este proyecto ha sido promovido por el INTA.

Es también interesante resaltar el programa que se está llevando a cabo en el INSTITUTO NACIONAL DE INDUSTRIA en relación con las posibilidades de utilización en España de la Energía eólica y aeroturbinas. Considerándose como primera aproximación que en España podría instalarse una potencia eléctrica de origen eólico de orden de 9.625 MW. la cual se considera suficiente para justificar un estudio profundo de esta fuente de energía renovable.



## 5.— POTENCIAS EXISTENTES EN CANARIAS



### 5.1. CONSIDERACIONES PRELIMINARES: EL ALISIO DE NE.

Los datos históricos sobre el potencial eólico nacional, dan como "preferente" a las Islas Canarias, no solo por su elevado potencial sino también por su gran regularidad a lo largo -- del año. La banda de altas presiones situado en el Ecuador, producen los vientos del Nordeste hacia el Ecuador denominados Alisios del NE, que se caracterizan por su regularidad y soplar con unas velocidades comprendidas entre 4 y 8,5 m/s. Su frecuencia máxima es en verano (entre el 90 y 95%) y la mínima en invierno (alrededor de un 50%), alcanzando en otoño y primavera valores intermedios. Canarias se encuentra situada en el seno de la región del alisio del NE. En determinadas zonas del archipiélago se alcanzan velocidades medias anuales superiores a los 10 m/s, con valores de potencia superior a 1 KW/m<sup>2</sup>.

### 5.2. DATOS DEL VIENTO

Los datos de vientos existentes en Canarias, a pesar de ser un número proporcionalmente más elevado que en cualquier otra región española, son insuficientes para elaborar un programa eficaz de aprovechamiento de la energía eólica. Por ello y dado el incuestionable interés que la utilización de esta importante fuente de energía renovable tiene para Canarias, se están instalando en la actualidad por parte de Organismos, Entidades y Empresas una serie de anemómetros en lugares previamente seleccionados por su interesante potencial eólico con el fin de elaborar el Mapa Eólico de Canarias.

#### 5.2.1. FUENTES DE DATOS DEL VIENTO

a) Instituto Nacional de Meteorología.

Se dispone de los datos de mediciones de vientos realizados en diversas estaciones distribuidas por las islas. Los datos de vientos estudiados por el INM. no han sido seleccionados por su potencial eólico, sino en general, en -- vista a posibles emplazamientos de eropuertos o como un factor más para conocer el clima de una zona determinada.

b) Comisión Nacional de Energías Especiales.

Se realizaron mediciones del viento en el archipiélago en las décadas del 50 y del 60, en lugares previamente seleccionados por su elevado potencial eólico. Estos datos fueron recopilados por el Instituto de Reforma y Desarrollo Agrario (IRYDA).



c) Mapa Eólico Nacional.

Se han comenzado a instalar ocho estaciones anemométricas autónomas en el archipiélago para la colaboración del mapa eólico de Canarias según convenio firmado entre la Dirección General de Innovación y Tecnológica, el Centro de Estudios de la Energía, el Instituto Nacional de Meteorología y ASINEL.

d) Instituto de Reforma y Desarrollo Agrario (IRYDA).

Ha instalado en los últimos meses del año 1.982, -- ocho estaciones anemométricas autónomas en zonas que siendo de interés agrícola poseen un elevado potencial eólico.

e) Unión Eléctrica de Canarias, S.A. (UNELCO)

Ha instalado una estación anemométrica autónoma en la isla de Fuerteventura y en breve instalará tres estaciones más, de características similares.

Ha realizado con personal propio y en cada una de las siete Islas Canarias, una encuesta en base a la escuela anemométrica de Beaufort con el objeto de evaluar el potencial eólico en las diferentes zonas en cada una de las Islas.

Paralelamente a ello, se han inventariado todos los convertidores eólicos existentes (en y fuera de servicio) en todas las Islas Canarias excepto en Gran Canaria, y todas las zonas (montañas, picos, lomas, barrancos, puntas, etc.) con denominación de vientos.

f) Otras fuentes.

La constituyen los datos provenientes de anemómetros y observaciones realizadas fundamentalmente por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias y Cabildos Insulares, así como por Particulares,



### 5.2.2. DATOS DEL VIENTO

#### 5.2.2.1. Tenerife

##### a) Mediciones

Nº	LUGAR	$\bar{V}$ (m/s)	PROCEDENCIA DATOS
1	Los Rodeos	4,2	Aeropuerto
2	Izaña	7,1	INM
3	Santa Cruz de Tenerife	3,5	INM
4	El Médano	7,7	Aeropuerto
5	Puerto de Güimar	6,1	INM
6	Valle Guerra	2,9	INIA
7	Punta Rasca	4,1	INM
8	Punta de Abona	10,3	IRYDA
9	Cerro San Roque	6,4	IRYDA
10	Montaña de Taco	7,7	IRYDA
11	Polígono de Granadilla	10,1	INM
12	Lomo de Ucento	12,5	Estimación UNELCO
13	Roque Marrubio	11,5	Estimación UNELCO
14	Punta de Teno	9,4	Anemómetro particular
15	Punta del Sordo	10,0	Estimación UNELCO

Cuadro nº 1

##### b) Inventario de Convertidores eólicos.

MUNICIPIO	UNIDADES
Santa Cruz de Tenerife	4
La Laguna	10
Güimar	6
Granadilla	5
Arico	2
Arona	2
Buenavista	3
Los Silos	3
Icod	3
San Juan de la Rambla	1
La Orotava	3
Arafo	3
Candelaria	1
TOTAL.....	46

Cuadro nº 2



### 5.2.2.2. Gran Canaria

#### a) Mediciones

Nº	LUGAR	$\bar{V}$ (m/s)	PROCEDENCIA DATOS
1	Las Palmas	4,7	INM
2	Los Moriscos	5,5	Servicio Agrícola
3	Gando	5,4	Aeropuerto
4	Montaña del Infierno	10,2	IRYDA
5	Montaña S. Francisco	10,4	IRYDA
6	La Cerruña	6,7	IRYDA
7	Montaña Arinaga	10,9	IRYDA
8	Punta de Tenife	8,0	IRYDA
9	Los Albarderos	8,0	Estimación UNELCO
10	Punta Sardina	7,5	Estimación UNELCO
11	Playa del Hombre	7,5	Estimacion UNELCO

Cuadro nº 3

#### b) Variaciones estacionales

GANDO	$\bar{V}$ (m/s)
Invierno	3,5
Primavera	5,0
Verano	6,2
Otoño	4,2
Media Anual .....	4,7

Cuadro nº 4



5.2.2.3. La Palma

a) Mediciones

Nº	LUGAR	$\bar{V}$ (m/s)	PROCEDENCIA DATOS
1	Buenavista	6,0	Aeropuerto
2	Mazo	7,0	Aeropuerto
3	Piedra Llana	8,0	Estimación UNELCO
4	Punta Cumplida	8,0	Estimación UNELCO
5	Punta Salinas	9,0	Estimación UNELCO
6	Montaña del Serradero	9,0	Estimación UNELCO
7	Montaña del Viento	10,0	Estimación UNELCO

Cuadro nº 5

b) Inventario de convertidores eólicos.

LUGAR	UNIDADES	UTILIDAD
Puntallana	1	Electricidad
Puntallana	2	Molienda
Barlovento	2	Molienda
Barlovento	2	Electricidad
Llano Negro	1	Molienda
Sto. Domingo	2	Molienda
Las Tricias	2	Molienda
S/C. de La Palma	1	Molienda
S/C. de La Palma	2	Electricidad
Pta. Gorda	3	Molienda
Pta. Gorda	1	Bombeo
Mazo	1	Molienda
Tigalete	2	Molienda
Breña Alta	1	Molienda

TOTAL..... 23

Cuadro nº 6



#### 5.2.2.4. Lanzarote

##### a) Mediciones

Nº	LUGAR	$\bar{V}$ (m/s)	PROCEDENCIA DATOS
1	Arrecife	6,7	Aeropuerto
2	Caleta de Teguise	7,7	IRYDA
3	Bateria del Rio	5,8	IRYDA
4	Cueva de la Paloma	6,2	IRYDA

Cuadro nº 7

##### b) Inventario de convertidores eólicos.

LUGAR	UNIDADES	UTILIDAD
Salinas del Janubio	6	Bombeo
Salinas Herruigo	2	Bombeo
Salinas Arrecife	8	Bombeo
Salinas Los Marnoles	4	Bombeo
Salinas Playa Bastián	4	Bombeo
Salinas Hotel Salinas	4	Bombeo
Salinas Los Agujeros	2	Bombeo
Salinas Pta. Mujeres	2	Bombeo
Salinas La Santa	2	Bombeo
Playa Blanca	1	Molienda
San Bartolomé	1	Molienda
Arrecife	1	Molienda
Arrecife	2	Electricidad
Guatisa	2	Molienda
Puerto del Carmen	3	Electricidad

TOTAL ..... 44

Cuadro nº 8



### 5.2.2.5., Fuerteventura

#### a) Mediciones

Nº	LUGAR	$\bar{V}$ (m/s)	PROCEDENCIA DATOS
1	Los Estancos	6,9	Aeropuerto
2	Puerto Rosario	5,5	Aeropuerto
3	Pozo Negro	6,4	IRYDA
4	Carralejo	6,5	IRYDA
5	El Cotillo	6,2	IRYDA
6	Punta de Gaviota	7,5	Estimación UNELCO
7	Laderas de la Manta	8,0	Estimacion UNELCO
8	Pico del Viento (Jandía)	10,5	Anemómetro particular

Cuadro nº 9

#### b) Inventario de convertidores eólicos

MUNICIPIO	UNIDADES
Antigua	122
Betancuria	65
La Oliva	23
Pájara	78
Pto. Rosario	41
Tineje	283
TOTAL .....	617

Cuadro nº 10



### 5.2.2.6: Gomera y Hierro

#### a) Mediciones

Nº	LUGAR	$\bar{V}$ (m/s)	PROCEDENCIA DATOS
1	Punta Gaviota (G)	4,7	INM
2	Barranco Infierno (G)	8,5	Estimación UNELCO
3	La Restinga' (Fe)	7,9	INM
4	Valverde (Fe)	7,8	IRYDA
5	Pico Tenerife (Fe)	6,7	IRYDA
6	La Caleta (Fe)	7,2	Aeropuerto
7	Punta de la Sal (Fe)	9,5	Estimación UNELCO
8	Punta de Ténijiraque (Fe)	8,5	Estimación UNELCO
9	Las Puntas (Fe)	9,0	Estimación UNELCO

Cuadro nº 11

#### b) Inventario de convertidores eólicos.

LUGAR	UNIDADES	UTILIDAD
San Sebastián (G)	1	Molienda
Playa Santiago (G)	1	Bombeo
Pico Tenerife (Fe)	1	Electricidad

TOTAL..... 3

Cuadro nº 12



### 5.3. ENCUESTA

Los datos históricos, los registrados por los anemómetros actualmente en servicio, las estimaciones realizadas y los datos que se irán obteniendo de las estaciones que próximamente entrarán en servicio, permitirán conocer con bastante precisión los vientos en aproximadamente 50 puntos del archipiélago. Sin embargo, dada la gran afluencia de la orografía del terreno y de otros efectos locales y puntuales sobre las características del viento en las diferentes zonas de cada isla, sería de gran interés realizar en todo el archipiélago, una amplia encuesta basada en la escala anemométrica de Beaufort. Ello permitiría conocer con mayor precisión la distribución de los vientos en el archipiélago y contribuiría a la obtención de los datos básicos para la posterior elaboración de un programa de aprovechamiento a gran escala de la energía del viento.

Esta ponencia ha elaborado un cuestionario basado en la escala de Beaufort. Así mismo se ha dividido cada una de las siete Islas en seis zonas de interés por su potencial eólico, con el fin de realizar en cada una de ellas un número que oscila entre 50 y 150 encuestas.

Con el fin de estimar la bondad, fiabilidad, significancia y eficacia del cuestionario elaborado, se ha realizado una prueba, para lo cual se eligió la zona de San Nicolás de Tolentino, zona VI de Gran Canaria. En dicha zona se realizaron cien encuestas, considerándose el resultado como altamente satisfactorio.

El cuestionario de la encuesta, las cuarenta y dos zonas propuestas y los resultados de la prueba realizada, se adjuntan a la presente ponencia.



## 6.- FACILIDADES Y OBSTACULOS PARA LA UTILIZACION DE LA ENERGIA EOLICA EN LAS ISLAS CANARIAS



6.1. Los tres inconvenientes básicos, que suelen señalarse para el aprovechamiento de la energía eólica son:

- a) Su intermitencia o irregularidad, que la harían depender de un sistema complementario de energía convencional o de los en general no menos costosos sistemas de almacenamiento.
- b) Su baja concentración para un aprovechamiento a gran escala.
- c) Su, en ocasiones, baja compatibilidad con los sistemas energéticos existentes; así como con la estructura del consumo energético.

La solución a estos inconvenientes básicos requiere lógicamente una mayor inversión y por lo tanto un mayor costo por KW eólico instalado. Ello implica que para la mayoría de los países y regiones el costo del KWh eólico supere considerablemente el costo del KWh convencional. Sin embargo, la importancia relativa de los inconvenientes básicos señalados, es considerablemente inferior a la del resto de los países del mundo. Ello es debido a las siguientes razones:

- 1) La actual demanda energética se cubre casi exclusivamente con energía fósil importada. Este desolador balance energético hace que Canarias sea completamente vulnerable a las crisis energéticas, vulnerabilidad que se incrementa con el carácter de insularidad. No existe además, una garantía de suministro de esta única fuente de energía utilizada en Canarias ante situaciones internacionales excepcionales (acciones de represalia política, conflictos armados en los países suministradores, etc.).
- 2) La baja concentración de la energía eólica hacen que esta fuente de energía sea especialmente apropiada para una estructura energética descentralizada. La condición de archipiélago de Canarias obliga necesariamente a dicho tipo de estructura energética.
- 3) La gran importancia que en el consumo energético interior de Canarias tiene el capítulo de desalación de agua de mar y salobres. Distintos procedimientos de desalación son compatibles con la utilización de convertidores eólicos para su accionamiento.



- 4) El empleo de aerogeneradores conectados a las redes eléctricas de los diferentes sistemas insulares, supone una penetración - mucho más importante que en las redes eléctricas peninsulares.
- 5) El relativamente elevado coeficiente de regularidad de los vientos en Canarias y sus altos valores de potencia, tal y como se indica en el Capítulo 5º de la presente ponencia.
- 6) Poseer las Islas Canarias el máximo coeficiente de altimetría - de España, tal y como indica el estudio E8-37 de la Comisaría - de la Energía y Recursos Minerales. Se parte por lo tanto de -- unas condiciones iniciales óptimas para la ubicación de centrales eólico-hidroeléctricas a un costo considerablemente inferior a otras regiones.
- 7) Por existir en Canarias otras fuentes de energía renovables, - tales como la geotérmica y la biomasa, en las que no se presen ta el inconveniente de la intermitencia. Ello permitiría desarrollar sistemas híbridos eólicos - geotérmicos o eólico biomasa s.

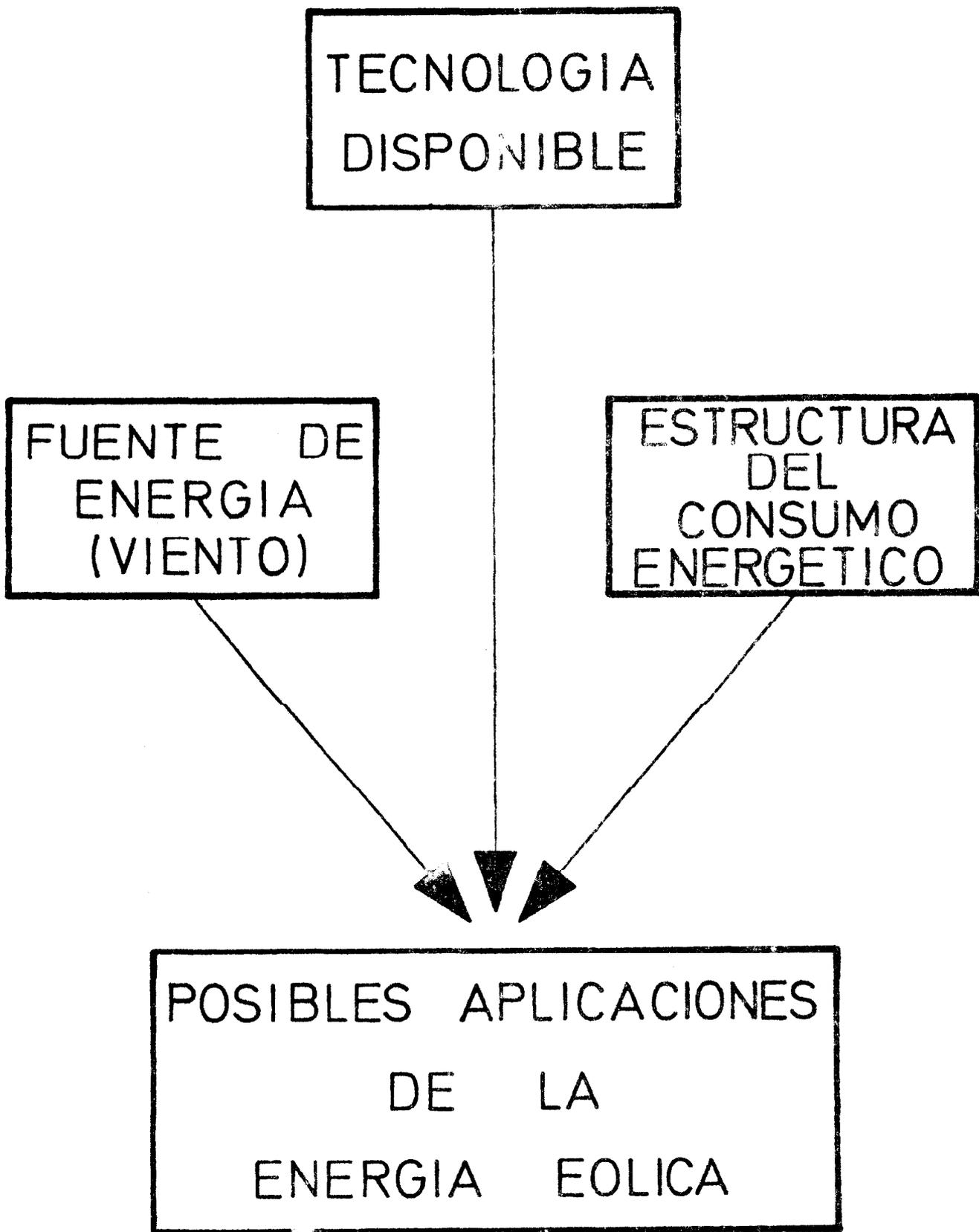


FIG. II

DISTRIBUCION del CONSUMO de ENERGIA  
EN TIERRA  
AÑO 1.980

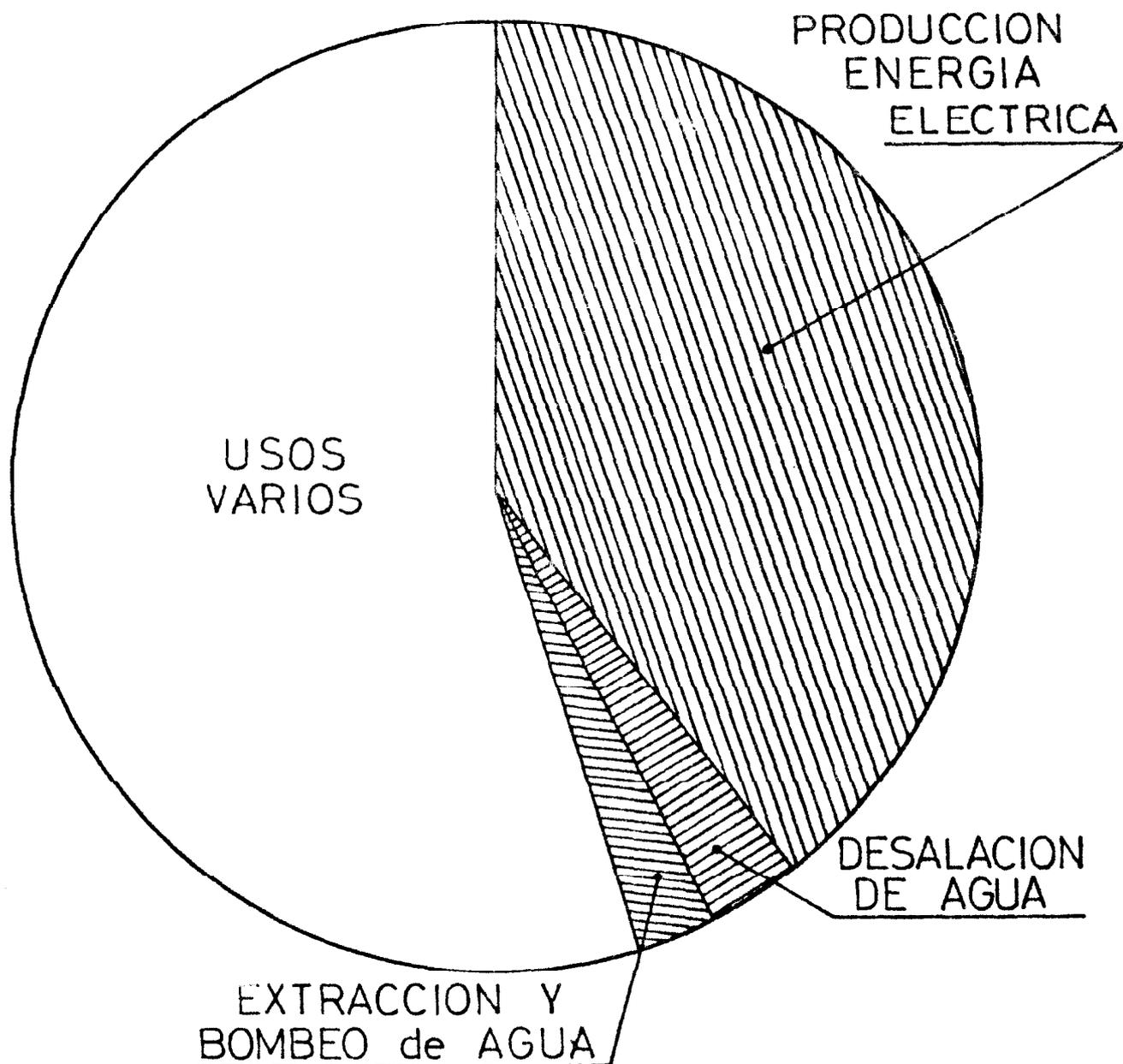


FIG.12



## 7.— APLICACIONES POSIBLES EN LAS ISLAS CANARIAS



## 7.1. SELECCION DE APLICACIONES

Consideramos que las aplicaciones más interesantes en Canarias, son:

- 1.- Bombeo para elevación del agua transportada a cotas superiores, y posterior retribución.
- 2.- Bombeo para extracción de agua de pozo.
- 3.- Desalinización y/o potabilización.
- 4.- Suministro de energía para instalaciones radioeléctricas aisladas (telefónicas, radio-ayudas, etc.).

### 7.1.1. Bombeo para elevación del agua.

A la vista de la grave situación planteada por la escasez de agua, se está planteando seriamente la posibilidad de -- transportar agua en buques petroleros o tanques, desde la Isla de Madeira, para lo cual se conciben tres zonas perfectamente diferenciadas: Sur de Gran Canaria, Ciudad de Las Palmas y Zona Agrícola del Noroeste. Este transporte se efectuaría en los mencionados buques hasta cierta distancia de la costa, a un costo ciertamente inferior a lo que resulta hoy día el agua extraída de los pozos, y con una calidad superior. Esta fase está prácticamente resuelta, pero falta planificar y concretar: Buque auxiliar, fondeado (para evitar estancias largas del buque -- transporte), tubería de impulsión hasta tierra y posterior elevación del orden de 120 metros del agua a depósitos ya existentes (en el caso de la zona del Noroeste), que sirvan de regulación y almacenamiento. En esta fase de conducción del agua a depósitos reguladores, es donde encontraremos posibilidad de -- aplicación de la Energía Eólica, como auxiliar de la energía eléctrica suministrada desde Las Palmas, ya que: a) la zona en cuestión recibe directamente la influencia de los alísios; b) una -- inversión mínima para instalar un aerogenerador; c) perfectamente absorbible en la inversión total de la infraestructura necesaria para posibilitar la conducción de agua, hasta los depósitos reguladores. Al ser el Sector Agrícola, el destinatario principal de este agua, el IRYDA podría prestar su colaboración para estas instalaciones.

En las otras dos Zonas mencionadas, la finalidad del agua transportada sería: En la zona de Maspalomas, el sector turístico en Las Palmas, el consumo de los habitantes de la Ciudad. Esta -- solución también se podría aplicar a otras Islas.



### 7.1.2. Bombeo para extracción de agua de pozos.

Para esta finalidad, ya ha sido utilizada la Energía Eólica, y aún pueden observarse aeromotores multipala en Zonas de la Isla de Fuerteventura, y en puntos aislados de Gran Canaria. Pero estas iniciativas, en su mayoría incontroladas, deberían enfocarse por un Organismo o Comisión Asesor, que plantease la instalación de los aeromotores desde las condiciones técnico-económicas que permitan un rendimiento óptimo de las inversiones efectuadas.

Para ello, habría que tener en cuenta:

- a) Métodos de instalación.
- b) Características del Pozo.
- c) Características del emplazamiento y de la instalación.

I.- METODOS	VENTAJAS	INCONVENIENTES
a) Aeromotor conectado directamente - al eje de la bomba, situado sobre el pozo directamente.	Simple Coste relativamente bajo. Equipos bastante experimentados.	La ubicación del pozo puede ser un lugar no idóneo para Energía Eólica.
b) El eje de transmisión del aeromotor distante del eje del pozo.	Permite alguna flexibilidad en el emplazamiento del aeromotor. Permite tomas secundarias de potencia para otras necesidades.	Coste elevado de los elementos de transmisión. Inseguridad del sistema de transmisión.
c) Bomba accionada por energía eléctrica, generada por el aeromotor.	Permite almacenamiento de energía (baterías, etc.). Electricidad disponible para otras necesidades. Rendimiento relativamente alto. Sistemas muy experimentados.	Pérdidas de energía en las líneas de conducción eléctrica. Alto coste relativo. Exigencia de cumplimiento de las normas de seguridad de las instalaciones eléctricas.



METODOS	VENTAJAS	INCOVENIENTES
	Permite mayor flexi- bilidad en el empla- zamiento del aeromo- tor.	
d) Sistema de trans- misión hidráulico- neumático de la Energía Eólica. El agua puede ser bom- beada directamente por bombas neumáti- cas.	Permite flexibili- dad en el emplaza- miento del aeromo- tor. Potencia hidráulica o aire comprimido - disponible para o- tras necesidades.	Pérdida de energía en las tuberías lar- gas. Consideraciones de seguridad de los - fluidos comprimidos Alto coste relativo.
e) Bomba de chorro engranada direc- tamente al aero- motor. Dos o tres tuberías van de- bajo de la torre a la bomba.	Flexibilidad en el emplazamiento. Bom- ba económica con - rendimiento relati- vamente alto. Evi- ta las pérdidas en generador y motor del sistema eléctri- co.	La mínima velocidad del viento necesaria para accionar el bom- beo, puede ser dema- siado elevada. La bomba deberá es- tar en la cima de la torre.

## II.- Características del pozo.

De acuerdo con las características de los pozos (véase informe del SPA-15), deberá seleccionarse no solamente los métodos de instalación del aeromotor, sino también, las características del emplazamiento y de la instalación. Para ello, en una primera aproximación, los clasificaremos en dos grandes -- grupos:

- Pozos de Profundidades inferiores a 100 metros, y
- Pozos de Profundidades superiores a 100 metros.

Para los pozos de profundidades inferiores a 100 metros, como ocurre con los de Fuerteventura y algunos de Gran Canaria, oscilando los caudales entre 1 y 3 litros por segundo en Fuerteventura y, de 5 a 20 litros por segundo en Gran Canaria, podemos estudiar las Tablas de Rendimiento facilitadas por las - distintas Casas Constructoras (DEPSDTER, HELLER-ALLER, AEROMOTOR, HMP FARISH, SPARCO), y así según la firma HELLER-ALLER -- BAKE, simplificando la Tabla facilitada, tenemos, para un viento de 27 Km/hora, (16 mph), y un diámetro de 3,60 metros:



<u>Elevación Total</u>	<u>Diámetro cilíndrico</u>	<u>Caudal horario</u>
7,5 m	15,24 cm.	9.084 l.
	12,7	6.150
22,5	11,43	5.394
30	10,16	4.258
37,5	7,62	2.271
45	6,35	1.987
60	6,35	1.987
75	5,08	1.230
90	4,445	757

En estas cifras, podemos comprobar que el método A, y con aeromotor multipala, el caudal máximo que podemos esperar, es de 2,52 litros/segundo, para profundidades de 7,5 metros; por tanto este método y este tipo de aeromotor, sólo será aplicable en Fuerteventura y en algún pozo aislado de Gran Canaria, con costes relativamente bajos, del orden de las 150 mil pesetas.

Para el resto de los pozos, bien por su caudal, bien por su profundidad, o por ambas circunstancias, simultáneamente, es evidente que tenemos que pensar en la utilización de aeromotores con el Método C., elevándose considerablemente la inversión inicial, según reflejamos a continuación. Teniendo presente que -- los motores que accionan las bombas de extracción, pueden tener una potencia de 70-105 Kw, vamos a incluir relación de potencias posibles, (régimen de viento de 18 pmh, que son 33 Kms/hora), - con aeromotores de eje vertical, según la firma ALCOA:

<u>Diámetro</u>	<u>Altura</u>	<u>Potencia</u>	<u>Coste</u>	<u>Coste/Kw/h.</u>
5,4	8,1	8 kw	1.200.000	7.8/10.4.
16,6	13,5	22 kw	2.600.000	5.2/7.8.
16,5	18,9	57 kw	5.200.000	3.9/7.5.
24,6	24,9	112 kw	9.750.000	3.9/6.5.
24,9	36,9	280 kw	20.800.000	3.9/6.5.
		500 kw	24.700.000	2.6/5.2.

.../...



### 7.1.3. Desalinización o potabilización.

#### Procesos existentes

Cuando se habla de desalinización o desalación del agua del mar o de las aguas salobres obtenidas de pozos, no nos estamos refiriendo a una determinada tecnología, sino más bien, podemos afirmar que existe una gama de posibilidades para lograr el fin último de separar las sales del agua del mar, obteniendo como producto agua potable. Estos procesos se pueden agrupar en dos grandes grupos: I) Destilación súbita multi-etapa, tubos -- sumergidos, compresión de vapor. II) Electrodialisis, ósmosis inversa.

De estos procesos, la destilación súbita multi-etapa, -- ocupa un papel primordial (un 75% del total de la capacidad -- total instalada), siguiéndole en importancia los tubos sumergidos y la compresión de vapor, procedimiento que ha sufrido una gran expansión en Canarias, gracias a la actividad del I/D/E, -- sustituyendo incluso, por ejemplo, en la planta potabilizadora de Puerto del Rosario, a la antigua instalación de destilación multi-etapa.

En aguas salobres, ha ocupado el primer lugar la electrodiálisis, siendo alcanzada últimamente por la ósmosis inversa, y así en la VI Symposium Internacional de Potabilización (Septiembre 1.978), se exponen los resultados obtenidos en la potabilización del agua del mar mediante la electrodialisis a temperaturas elevadas y, la ósmosis inversa (PERMASEPB-10), siendo -- estos procesos los que mejores perspectivas ofrecen para la utilización de la Energía Eólica, con o sin acumulación intermedia.

#### 7.1.3.1 Procesos con membranas

Dos de los procesos fundamentales que emplean membranas a saber, la electrodialisis y la ósmosis inversa.

- a) Se distinguen fundamentalmente en el tipo de fuerza impulsora que emplean para llevar a cabo la separación de sales; la electrodialisis emplea un potencial eléctrico, y la ósmosis inversa, un gradiente de presión, trabajando; en ambos casos, en condiciones esencialmente internas.



Al no existir cambios de fase, estos procesos no tienen pérdidas energéticas asociados a los mismos, por lo que, los consumos específicos de energía, son relativamente bajos.

En cuanto al consumo energético, es función de la cantidad de sales a eliminar, o sea, de la relación de concentraciones entre la alimentación y el producto; en realidad hay -- que hacer una optimización económica, ya que, a consumos muy bajos, corresponden mayores superficies de membranas, o sea, mayores inversiones.

Así para una Planta de Herakles de  $2.450 \text{ m}^3$ , agua bruta de  $4.650 \text{ ppm.}$ , recuperación del  $87\%$ , el consumo es de  $5.6 / \text{kwh/m}^3$ . Existen unos 500 plantas de este tipo instaladas en el mundo, para tratamiento de aguas salobres.

En 1.974-76, se han realizado experimentos para comprobar la posible influencia de la temperatura sobre el costo del agua obtenida, comprobándose así, que de un consumo de  $12,7 \text{ kwh/m}^3$  a  $25^\circ$ , el consumo de energía específica, baja a  $6.5 \text{ kwh/m}^3$  a  $75^\circ$ , para densidades de corrientes idénticas.

Por contrario con la OWHT (Office of Water Research and Tecnology), se ha desarrollado una Planta HTED por IONICS., terminada en Enero de 1.979, para una producción de  $379 \text{ m}^3/\text{día}$  consumo  $8 \text{ kwh/m}^3$ , siendo la temperatura de trabajo  $65^\circ \text{ C.}$ , -- temperatura alcanzada con elimentadores auxiliares.

En resumen, la electrodiálisis es de utilidad indudable, para aguas salobres y para agua de mar es una posibilidad muy prometedora.

- b) El principio de la ósmosis inversa, es también muy sencillo, -- como en la electrodiálisis y no supone cambio de fases como -- se indica; se debe someter a la solución salina a una presión igual o superior a la presión osmótica producida por las sales de la solución, con ello, se anula la tendencia natural que -- tiene la solución a diluirse, cuando se pone en cátodo con agua pura. A presiones suficientemente altas, siempre superiores a osmótica, se invierte el fenómeno natural, pasando agua de la solución concentrada en sales, a otra solución diluída en contacto con la primera. Para evitar la mezcla de ambas soluciones que deje pasar a través, las moléculas de agua, pero no las -- sales disueltas.

Los primeros descubrimientos, que se remontan a finales del siglo XIX, permitieron identificar los parámetros básicos de la presión asmótica, recibieron un gran avance cuando -- en 1.936, se descubrió que incluyendo una sal mineral (Perclor-



rito magnésico) en la fabricación de membranas de acetato de celulosa, éstas adquirieron la propiedad de desalinizar agua pero hasta el año 1.961 no apareció la primera unidad experimental de 10 m<sup>3</sup>/día, utilizando membranas lisas.

Luego numerosos compañeros han desarrollado tecnologías propias en membranas, con membranas de acetato de celulosa enrolladas en forma de tubo; otro diseño de membrana de acetato de celulosa en espiral, siendo mayor la relación área - membrana a volumen o en forma de fibras huecas de 90 micras de diámetro.

#### 7.1.4. Suministro de Energía eléctrica de origen Eólico para la Agricultura y pequeñas comunidades.

Entre las posibilidades de la Energía Eólica a la Agricultura y a las comunidades pequeñas, tenemos:

- 1.- Riego.
- 2.- Calefacción de edificios.
- 3.- Calentamiento de agua.
- 4.- Refrigeración de la leche.
- 5.- Acondicionamiento de los almacenes.
- 6.- Bombeo de agua.
- 7.- Eliminación de deshechos.
- 8.- Ventilación.
- 9.- Manipulación de cereales.
- 10.- Movimiento de ganado.
- 11.- Preparación de alimentos para los animales.
- 12.- Secado de cosechas.
- 13.- Incubadoras de pollos.
- 14.- Alumbrado y motores eléctricos diversos.

Nos limitaremos a fijar como más interesantes los puntos 1, 6 y 14.

En el punto 1) los sistemas de riego más utilizados, son por aspersión y por goteo. Para el riego por goteo tendremos que accionar bombas eléctricas de 5-6 kw de potencia para producir un flujo de 3/4 kg/cm<sup>2</sup> de presión y caudal de 5 litros por segundo para una hectárea de cultivo de plátanos.

Así en las plantaciones del Sur de Tenerife (entre Tenimar y Adeje), Sur de Gran Canaria (Mogán), y costas de Galdar y Santa María de Guía, donde la energía Eólica tiene intensidad y dirección casi constante durante largos períodos de tiempo, podría plantearse un sistema de Energía Eólica, auxiliar capaz de producir 6-8 kw, que permitiría una economía de 6-8 mil ptas/mes en los periodos de utilización de la E.E..



En los días de fallo de la Energía Eólica, se utilizaría la energía eléctrica procedente de la red general de energía.

El punto 6), lo hemos expuesto con más amplitud en apartados anteriores.

El punto 14), para el suministro de Energía Eólica a pequeñas comunidades y como fuente auxiliar de la red general de energía eléctrica, se debe plantear un estudio riguroso de aquellas zonas de mejores características eólicas, considerando modelos de aerogeneradores de potencia superiores a los 10 kw.

#### 7.1.5. Suministro de Energía eléctrica de origen Eólico para instalaciones radioeléctricas aisladas.

Las potencias necesarias, son relativamente pequeñas, - del orden de cientos de voltios, ó uno-dos Kilovatios, teniendo que preveer, por el aislamiento, sistemas de almacenamiento y alternativos que garanticen la continuidad del funcionamiento de la instalación, empleando baterías y otros sistemas de suministro (energía foto-voltaica), como el del repetidor de la -- C.T.N.E. en Montaña Rajada (Tenerife).



## 8.— MEDIDAS ADMINISTRATIVAS ORIENTADAS AL DESARROLLO DE LA ENERGIA EOLICA



## 8.1. SITUACION GENERAL

Se ha mencionado en innumerables tratos, los efectos negativos, que el crecimiento de los precios de los combustibles, tiene sobre las economías nacionales.

Canarias no es menos y si observamos que la dependencia energética es el 100% del exterior y que además su dependencia es muy vulnerable (depende en su totalidad del petróleo), deducimos que toda medida encaminada a reducir dicha dependencia es vital para el desarrollo económico y social de las Islas.

### 8.1.1. Vias de solución

Ante esta situación caben dos vías de solución. Una dirigida al desarrollo de una política de conservación y ahorro de la energía consumida en la actualidad, la cual tendrá sus frutos a corto plazo, otra encaminada al desarrollo de una política de apoyo de las energías alternativas, las cuales puedan a medio plazo reducir de forma sustancial la dependencia mencionada.

Es dentro de este segundo grupo donde caben desarrollar medidas administrativas tendentes a aprovechar la energía eólica.

Si bien hoy día existen medidas que favorecen, la situación de energías convencionales por energía eólica, (Ley de Conservación de la Energía 82/1.980 y Dcto. de Autogeneración), - hay que resaltar, que su interpretación y aplicación son tan confusas (dado que se engloban dentro de un contexto general de ahorro, conservación y sustitución de energía), que conviene en este Seminario destacar las medidas que en concreto podrían aplicarse para el desarrollo de la energía eólica en Canarias.

## 8.2. MEDIDAS ADMINISTRATIVAS

Entre las medidas administrativas que se proponen, cabrían clasificarse en dos grandes grupos, según sus objetivos.

### 8.2.1. Medidas de carácter general para la ordenación y promoción del sector eólico.

- a) Creación de una comisión en la que estén representados los diferentes organismos y entidades que investigan en el tema. Dicha comisión aunaría los esfuerzos que hoy día están desu



nificados y a través del mismo se canalizarían los diferentes proyectos de investigación que se realizan, según un programa previamente realizado.

- b) Confección y redacción de un mapa eólico de todas las Islas, suficientemente detallado como para evitar las incertidumbres de base de las investigaciones.
- c) Desarrollo de un marco institucional adecuado que englobe de forma especial y concreto para el Archipiélago Canario, todas las actuaciones y medidas tendentes al aprovechamiento de energías renovables en general y de la energía eólica en particular.

#### 8.2.2. Medidas de carácter concreto a considerar para el desarrollo de la energía eólica.

- a) Utilización de instrumentos de carácter fiscal a las empresas muy consumidoras de energía, eximiendo de su aplicación a aquellas que se comprometan con la Administración a utilizar sistemas que aprovechen la energía eólica y reduzcan el consumo propio de energías convencionales.
- b) Creación de vías de financiación y subvenciones especiales, para las inversiones destinadas al desarrollo y aplicación de la energía eólica.
- c) Reducción de impuestos y arbitrios insulares para aquellos equipos que se destinen al aprovechamiento de la energía eólica.
- d) Realización por parte de la Administración con ayuda de expertos, de un inventario de las instalaciones altamente consumidoras de energía, susceptibles de sustitución por energía eólica, clasificadas por sectores, ramas, etc.
- e) Consulta previa y obligatoria a la Administración, para la autorización de las instalaciones antes citadas.
- f) Promoción de toda clase de estudios de investigación, orientados a explotar cualquier posibilidad de sustitución.
- g) Sensibilización de los Empresarios y del Público en general mediante:
  - Promoción de operaciones de demostración de primeras aplicaciones.
  - Acciones gratuitas de asesoramiento.
  - Apoyos económicos a Empresas con instalaciones eólicas.



## 9.- CONCLUSIONES



A lo largo de los capítulos del trabajo, esta ponencia ha intentado presentar el estado actual y la evolución pasada y futura, de la tecnología y la utilización de la energía eólica con miras a su empleo en las Islas Canarias.

Como conclusión de esta ponencia, podemos indicar lo siguiente:

- 1.- La energía eólica, es de entre las energías renovables una de las más adecuadas para su utilización dado que su tecnología es en principio simple, siendo la prueba de lo anterior, el que a lo largo de la Historia, se ha empleado ampliamente en diferentes fines (tales como elevación de agua, molinos, propulsión de barcos, etc.).
- 2.- Es de destacar, que aún siendo en España el conocimiento actual de las características del viento insuficiente, para realizar estimaciones precisas del aprovechamiento de la energía eólica, se puede estimar a grosso modo, que en toda España la potencia a obtener de origen eólico se sitúa del orden de 9.625 MW.
- 3.- Lo anterior justifica suficientemente, el que se realicen estudios profundos y precisos para conocer todo lo relativo a la energía eólica.
- 4.- Dada la situación Geopolítica de las Islas Canarias, su insularidad, su estructura de consumo energético y su dependencia actual de fuentes energéticas externas, la posibilidad de contar con una fuente energética propia (como podría ser la eólica), creemos que es de vital importancia.
- 5.- Asimismo, se da un hecho peculiar y ventajoso en Canarias, que es el relativamente elevado coeficiente de regularidad de los vientos, teniendo estos altos valores de potencia.
- 6.- En base a los puntos anteriores, consideramos necesario realizar un esfuerzo tendente a evaluar el potencial energético de origen eólico de las Islas Canarias, para lo cual, es fundamental que se empiece por completar el mapa eólico de todas las islas.
- 7.- Con vistas al punto anterior, esta ponencia ha aportado un modelo de encuesta basada en la escala anemométrica de Beaufort, que completándose y realizándose con ayuda del Ejército (el cual ya ha prestado dicha ayuda para otros estudios y trabajos civiles



como por ejemplo el MAC 21), nos podría dar una idea más clara de potencial eólico de las islas. Su utilidad la hemos probado en la isla de Gran Canaria, y más concretamente en la zona de San Nicolás de Tolentino.

- 8.- Consideramos que de las formas de aprovechamiento posible de esta energía, las de más aplicación en las Islas Canarias son: Producción de energía eléctrica, potabilización y elevación de agua.
- 9.- Para el caso de producción de energía eléctrica, es ideal su utilización en sistemas eléctricos pequeños, en los que esta producción de energía eléctrica complementará a la producida con otros sistemas de generación. Actualmente Grupos de hasta 50 kW. ya están comercializados dentro del mercado nacional, estando resueltos casi completamente los problemas de estabilidad de la frecuencia.
- 10.- En el caso de producción de agua potable (esencial como sabemos para algunas de las Islas Canarias), el empleo de la energía eólica en combinación con los procesos de Osmosis inversa y Compresión de vapor, presenta unas perspectivas muy prometedoras sobre las cuales conviene investigar ampliamente.
- 11.- No comentamos la elevación de agua de pozos, ya que de antiguo se utilizan para este fin molinos en todas las Islas Canarias.
- 12.- Finalmente, queremos dar dds ideas que nuestro grupo de trabajo quiere resaltar y dejar en el ambiente con el fin de concienciar. La primera, consideramos, que para la utilización de la energía eólica en las Islas Canarias, es muy necesario que la Administración Central, Autonómica y Local, anime y aliente su uso, mediante la aplicación de medidas administrativas apropiadas. La segunda, nos preocupa que Canarias pierda el tren de la energía eólica y deje pasar la oportunidad de ser pionera en España, como nos ha ocurrido ya con la energía solar.



## ANEXO I

- 1.- Distribución en zonas.
- 2.- Cuestionario.
- 3.- Resultados de la encuesta en la zona VI de Gran Canaria (San Nicolás de Tolentino).



## 1.- DISTRIBUCION EN ZONAS

ISLA	ZONA N <sup>o</sup>	DENOMINACION ZONA
FUERTEVENTURA	I	El Cotillo
	II	Corralejo
	III	Puerto Rosario
	IV	Betancuria
	V	Pájara
	VI	Jandía
LA PALMA	I	Fuencaliente
	II	Mazo
	III	Puntallana
	IV	Barlovento
	V	Garafía
	VI	Puntagorda
TENERIFE	I	Anaga
	II	Santa María del Mar
	III	Abona
	IV	Los Abrigos
	V	Buenavista
	VI	Los Realejos
GRAN CANARIA	I	La Isleta
	II	Telde
	III	Arinaga
	IV	San Bartolomé de Tirajana
	V	Gáldar
	VI	San Nicolás de Tolentino
LA GOMERA	I	San Sebastián
	II	Playa Santiago
	III	Valle Gran Rey
	IV	Playa Alojera
	V	Vallehermoso
	VI	Hermigua



ISLAA	ZONA Nº	DENOMINACION ZONA
EL HIERRO	I	Mócanal-Punta Norte
	II	Valverde-Frontera
	III	Aeropuerto-La Restinga
	IV	El Julán
	V	La Dehesa
	VI	El Golfo
LANZAROTE	I	La Graciosa
	II	Haría
	III	Arrecife
	IV	Yaiza
	V	Timanfaya
	VI	Famara



2. CUESTIONARIO

ENCUESTA ENERGIA EOLICA

ISLA:

ZONA:

Fecha y hora de realización de la encuesta:

Año:

Mes:

Día:

Hora:

Opinión del encuestador sobre el viento, que en el momento de realizar la encuesta sopla en el lugar.

Cifra de Beaufort	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Viento: Fuerte  ; Moderado  ; Débil

Persistente

Racheado

Encuesta realizada por D.....

Dirección.....

Provincia.....

Tfno.....



1.- Los vientos son generalmente:

- Fuertes
- Moderados
- Débiles

2.- De donde vienen principalmente los vientos:

Fuertes		del Norte <input type="checkbox"/>	Moderados		del Norte <input type="checkbox"/>
		Este <input type="checkbox"/>			Este <input type="checkbox"/>
		Sur <input type="checkbox"/>			Sur <input type="checkbox"/>
		Oeste <input type="checkbox"/>			Oeste <input type="checkbox"/>
Débiles		del Norte <input type="checkbox"/>	Con Lluvia		del Norte <input type="checkbox"/>
		Este <input type="checkbox"/>			Este <input type="checkbox"/>
		Sur <input type="checkbox"/>			Sur <input type="checkbox"/>
		Oeste <input type="checkbox"/>			Oeste <input type="checkbox"/>

3.- Los vientos moderados y fuertes son:

- Racheados
- Persistentes

4.- Los períodos de tiempo con viento en calma o muy débil, que duración aproximada tienen:

- 1 día
- 1 semana
- 2 semanas
- 3 días
- 10 días
- 1 mes

5.- Explicar si hay alguna diferencia entre el viento durante el día y el viento durante la noche, tanto en la dirección como en la fuerza?

El viento durante el día es		más fuerte <input type="checkbox"/>		que durante la noche
		igual <input type="checkbox"/>		
		más flojo <input type="checkbox"/>		



6.- Indicar los cinco lugares más ventosos de la zona.

	NOMBRE	Montaña	Loma	Barranco	Punta	Otros
A						
B						
C						
D						
E						

7.- De los lugares bajo el punto 6 ¿cuáles son los tres donde el viento es más fuerte?

1	A	B	C	D	E
2	A	B	C	D	E
3	A	B	C	D	E

8.- De los lugares indicados bajo el punto 6, ¿cuáles son los tres con vientos más constantes?

1	A	B	C	D	E
2	A	B	C	D	E
3	A	B	C	D	E

9.- De los lugares indicados bajo el punto 6, ¿cuáles son los tres con vientos más racheados?

1	A	B	C	D	E
2	A	B	C	D	E
3	A	B	C	D	E



10.- De los cinco lugares más ventosos de la zona indicados bajo el punto 6, ¿cuáles son los tres con calmas más prolongadas?

1	A	B	C	D	E
2	A	B	C	D	E
3	A	B	C	D	E

11.- Si Vd. tuviese que instalar un molino de viento en uno de estos cinco lugares ¿en cuál de ellos lo instalaría?

A	B	C	D	E
---	---	---	---	---

12.- Opina Vd. que el viento que sopla en este momento es el

- habitual .....
- más fuerte que el habitual .....
- mucho más fuerte que el habitual .....
- más flojo que el habitual .....
- mucho más flojo que el habitual .....



13.- Exponga su opinión sobre los vientos en la zona durante el año.

	Primavera			Verano			Otoño			Invierno		
	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.
Los vientos son más fuertes en	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>
Los vientos son más débiles en	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>
Los vientos son más constantes en	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>
Los vientos son más racheados en	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>
Las calmas son más prolongadas en	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>
Los vientos con lluvia son en	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>
Las tormentas son generalmente en	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>



14.- Opina Vd. que los vientos en esta zona son:

- a) más fuertes que en la zona de ..... sí  no
- b) más constantes que en la zona de ..... sí  no
- c) más racheados que en la zona de ..... sí  no
- d) más fuertes que en la zona de ..... sí  no
- e) más constantes que en la zona de ..... sí  no
- f) más racheados que en la zona de ..... sí  no
- g) más fuertes que en la zona de ..... sí  no
- h) más constantes que en la zona de ..... sí  no
- i) más racheados que en la zona de ..... sí  no
- j) más fuertes que en la zona de ..... sí  no
- k) más constantes que en la zona de ..... sí  no
- l) más racheados que en la zona de ..... sí  no
- m) más fuertes que en la zona de ..... sí  no
- n) más constantes que en la zona de ..... sí  no
- o) más racheados que en la zona de ..... sí  no

15.- ¿Cuál es para Vd. la zona con más vientos fuertes de la Isla?

Zona I  Zona II  Zona III

Zona IV  Zona V  Zona VI

16.- ¿Cuál es para Vd. la zona con vientos más constantes de la Isla?

Zona I  Zona II  Zona III

Zona IV  Zona V  Zona VI

17.- ¿Cuál es para Vd. la zona con vientos más racheados de la Isla?

Zona I  Zona II  Zona III

Zona IV  Zona V  Zona VI



18.- ¿Cuál de estas seis zonas considera Vd. que es la menos ventosa?

Zona I  Zona II  Zona III

Zona IV  Zona V  Zona VI

19.- ¿Existen o han existido molinos de viento en la zona?

USOS DE LOS MOLINOS

	Moler grano	Bombear agua	Producción electricidad	Otros usos
EN FUNCIONAMIENTO				
FUERA DE SERVICIO (incluido ruinas)				

20.- ¿En qué lugar hay especialmente muchos molinos?



3.- RESULTADOS DE LA ENCUESTA EN LA ZONA VI DE GRAN CANARIA  
(SAN NICOLAS DE TOLENTINO).

ZONA VI

SUBZONAS	Nº DE ENCUESTAS REALIZADAS
MOGAN	6
VENEGUERA	8
TASARTE	14
LA ALDEA	57
EL RISCO	15
<hr/>	
Suma	100

1ª PREGUNTA

	FUERTE	MODERADO	DEBIL	SUMA
MOGAN	2	4	0	6
VENEGUERA	6	-	2	8
TASARTE	12	2	0	14
ALDEA	39	16	2	57
EL RISCO	-	6	9	15
<hr/>				
Suma	59	28	13	100



2ª PREGUNTA

VIENTOS FUERTES

	NORTE	ESTE	SUR	SO	NE	OESTE	SUMA
MOGAN	6	0	0			0	6
VENEGUERA	6	2	-			-	8
TASARTE	11	2	1			-	14
ALDEA	39	3	10	1	1	3	57
EL RISCO	6	-	9	-	-	-	15
Suma	68	7	20		1	3	100

VIENTOS MODERADOS

	NORTE	ESTE	SUR	OESTE	SE	NO	SO	SUMA
MOGAN	4	-	1	-	1	-	-	6
VENEGUERA	2	-	4	2	-	-	-	8
TASARTE	6	1	6	-	-	-	1	14
ALDEA	29	14	8	1	-	2	3	57
EL RISCO	14	1	-	-	-	-	-	15
Suma	55	16	19	3	1	2	4	100

VIENTOS DEBILES

	NORTE	ESTE	SUR	OESTE	NO	NE	SUMA
MOGAN	-	1	3	1	1	-	6
VENEGUERA	3	-	5	-	-	-	8
TASARTE	5	3	3	1	-	2	14
ALDEA	27	11	8	8	3	-	57
EL RISCO	3	12	-	-	-	-	15
Suma	38	27	19	10	4	2	100



VIENTOS CON LLUVIA

	NORTE	ESTE	SUR	OESTE	SO	NE	SUMA
MOGAN	2	1	1	-	2	-	6
VENEGUERA	-	-	4	-	4	-	8
TASARTE	4	-	8	2	-	-	14
ALDEA	10	3	41	2	-	1	57
EL RISCO	7	1	7	-	-	-	15
Suma	23	5	61	4	6	1	100

3ª PREGUNTA

	RACHEADOS	PERSISTENTES	SUMA
MOGAN	6	-	6
VENEGUERA	8	-	8
TASARTE	14	-	14
ALDEA	36	21	57
EL RISCO	15	-	15
Suma	79	21	100

4ª PREGUNTA

	1 DIA	3 DIAS	1 SEMANA	10 DIAS	2 SEMANAS	1 MES	SUMA
MOGAN	1	3	1	-	-	-	6
VENEGUERA	-	2	2	2	1	1	8
TASARTE	-	7	3	1	2	1	14
ALDEA	1	21	8	12	9	6	57
EL RISCO	-	4	7	4	-	-	15
Suma	2	37	21	19	12	9	100



5ª PREGUNTA

	MAS FUERTE	IGUAL	MAS FLOJO	SUMA
MOGAN	1	4	1	6
VENEGUERA	4	3	1	8
TASARTE	1	11	2	14
ALDEA	37	15	5	57
EL RISCO	5	6	4	15
Suma	48	39	13	100

6ª PREGUNTA

	MOGAN	VENEGUERA	TASARTE	ALDEA	EL RISCO	SUMA
DEGO. TASARTE	2	1	11	15	-	29
LAS BREÑAS	1	-	3	-	-	4
DEGO. VENEGUERA	3	2	3	-	-	8
LA SANDRA	3	-	-	-	-	3
CRUZ S. ANTONIO	2	-	-	-	-	2
LAS CASILLAS	2	-	-	-	-	2
DEGO. MOGAN	3	2	-	-	-	5
LOMITO CASILLAS	4	-	-	-	-	4
LLANO INCIENSO	3	-	-	-	-	3
PIE DE LA CUESTA	2	-	-	-	-	2
LOS MOLINOS	1	5	2	15	-	23
EL ROQUE	1	-	-	7	-	8
LA ALDEA	1	-	-	-	-	1
LA SALITRE	1	-	-	-	-	1
LA SALINETA	1	-	-	-	-	1
LOS SECOS	-	2	-	-	-	2
LA PUNTA SECOS	-	1	-	-	-	1
LOS TABAIBALES	-	8	1	-	15	24
LA PLAYA	-	4	-	-	-	4
P. PARADERO	-	1	1	-	-	1



	MOGAN	VENEGUERA	TASARTE	ALDEA	EL RISCO	SUMA
LAS CASAS	-	1	-	-	-	1
BCO. YAMITO	-	3	-	-	-	3
CASA VENEGUERA	-	1	-	-	-	1
TARAGUA	-	1	-	-	-	1
LA BOTERA	-	2	-	-	-	2
FORTALEZA (LA)	-	1	2	-	-	3
RISCO LA ESTERA	-	1	2	-	-	3
DEGO. HONDA	-	1	-	-	-	1
OJEDA	-	1	-	-	-	1
BCO. DEL SABA	-	-	5	-	-	5
EL PALILLO	-	-	2	-	-	2
POSTERAGUA	-	-	7	-	-	7
LA PLAYA	-	-	1	-	-	1
LA FINCA	-	-	1	-	-	1
GUGUY	-	-	1	-	-	1
DEGO. DEL CAMELLO	-	-	1	-	-	1
VALLECILLOS	-	-	2	-	-	2
MÑA. MOGARENE	-	-	1	-	-	1
MÑA. LA LOBA	-	-	1	-	-	1
LOMITO AGUA SALVAJE	-	-	1	-	-	1
BCO. OSCURO	-	-	1	-	-	1
LA SENEA	-	-	1	-	-	1
EL ARCO	-	-	6	-	-	6
LA CERA	-	-	3	-	-	3
BCO. EL CAÑON	-	-	2	-	-	2
CRUZ CHIQUITA	-	-	3	-	-	3
ALMAZICO	-	-	2	-	-	2
LOS LOMITOS	-	-	1	-	-	1
LA MONTANILLA	-	-	1	-	-	1
BCO. DE TASARTE	-	-	1	-	-	1



	MOGAN	VENEQUERA	TASARTE	ALDEA	EL RISCO	SUMA
HIGUERA PRIETA	-	-	4	-	-	4
HOYA HIGUERA	-	-	1	-	-	1
LAS TABLADAS	-	-	-	28	-	28
EL ALBERCON	-	-	-	27	-	27
LAS MARCIEGAS	-	-	-	47	-	47
CASTAÑEDA	-	-	2	2	-	2
LA LADERA	-	-	-	13	-	13
MEDERA	-	-	-	4	-	4
BCO. HONDO	-	-	-	10	-	10
EL HOYO	-	-	-	6	-	6
LA CARBONERA	-	-	-	1	-	1
LA PLAYA	-	-	-	18	-	18
EL PERCHER	-	-	-	6	-	6
LAS SERPINAS	-	-	-	6	-	6
EL PUENTE	-	-	-	2	-	2
LA PUNTA	-	-	-	15	-	15
LOS ESPINOS	-	-	-	6	-	6
CUERMEJAS	-	-	-	3	-	3
LAS TALLAS	-	-	-	7	-	7
LAS LOMAS	-	-	-	3	-	3
FUREL	-	-	-	2	-	2
CASERONES	-	-	-	1	-	1
MANANTIALES	-	-	-	3	-	3
EL PUERTO	-	-	-	1	-	1
CUEVAS NUEVAS	-	-	-	1	-	1
EL VISO	-	-	-	1	-	1
EL PUEBLO	-	-	-	4	-	4
MÑA. RUBOY	-	-	-	1	-	1
ANDEN VERDE	-	-	-	1	-	1
MÑA. CEDROS	-	-	-	2	-	2
MARCIEGAS ALTAS	-	-	-	2	-	2



	MOGAN	VENEGUERA	TASARTE	ALDEA	EL RISCO	SUMA
SARDINA DEL NORTE	-	-	-	1	-	3
LOMO QUEMADO	-	-	-	1	-	1
LOS CERCADILLOS	-	-	-	9	-	9
EL PINILLO	-	-	-	1	-	1
MÑA. DEL CARRIZO	-	-	-	1	-	1
BCO. DE TUCUMAN	-	-	-	1	-	1
CALVARIO	-	-	-	1	-	1
LAS ROZAS	-	-	-	1	-	1
EL CONGO	-	-	-	1	-	1
EL RIBANZO	-	-	-	1	-	1
CAIDIRO	-	-	-	1	-	1
CASCAJOS	-	-	-	1	-	1
LA PLAYA	-	-	-	-	12	12
EL PUENTE	-	-	-	-	9	9
LA LADERA	+	-	-	-	3	3
LA MONTAÑETA	-	-	-	-	15	15
VERDE SECA	-	-	-	-	8	8
LAS ARENAS	+	-	-	-	1	1
FANEQUE	-	-	-	-	5	5
LAS LANILLAS	-	-	-	-	2	2
LA TIRMA	-	-	-	-	1	1
EL PINAR..	-	-	-	-	4	4



7ª PREGUNTA

VIENTO MAS FUERTE

	MOGAN	TENEGUERA	TASARTE	ALDEA	EL RISCO	SUMA
DEGO. DE TASARTE	3	1	9	9	-	22
LAS BREÑAS	1	-	3	-	-	4
DEG. VENEGUERA	1	1	-	-	-	2
CRUZ S. ANTONIO	1	-	-	-	-	1
LAS CASILLAS	1	-	-	-	-	1
DEG. DE MOGAN	2	-	-	-	-	2
LOMITO CASILLAS	3	-	-	-	-	3
LLANO INCIENSO	1	-	-	-	-	1
PIE DE LA CUESTA	1	-	-	-	-	1
LOS MOLINOS	1	3	1	7	-	12
EL ROQUE	1	-	-	-	-	1
LA SANDRA	1	-	-	-	-	1
LA SALINETA	1	-	-	-	-	1
LOS SECOS	-	2	-	-	-	2
LA H. DE LOS SECOS	-	2	-	-	-	2
LOS TABAIBALES	-	3	-	-	12	15
LA PLAYA	-	1	-	-	-	1
LAS CASAS	-	1	-	-	-	1
CASA VENEGUERA	-	2	-	-	-	2
TARAGUA	-	1	-	-	-	1
LA FORTALEZA	-	1	-	-	-	1
DGO. HONDA	-	1	-	-	-	1
EL PALILLO	-	-	4	-	-	4
LA POSTERAGUA	-	-	4	-	-	4
LA PLAYA	-	-	6	-	-	6
GUGUY	-	-	1	-	-	1
DEGO. DEL CAMELLO	-	-	1	-	-	1
MÑA. MOGARENA	-	-	1	-	-	1
MÑA. LOBA	-	-	1	-	-	1



	MOGAN	TENEGUERA	TASARTE	ALDEA	EL RISCO	SUMA
LOMITO AGUA SALVAJE	-	-	1	-	-	1
EL RISCO	-	-	2	-	-	2
EL ARCO	-	-	3	-	-	3
LA CERA	-	-	2	-	-	2
ALMAZICO	-	-	1	-	-	1
HOYA HIGUERA	-	-	1	-	-	1
LAS TABLADAS	-	-	-	17	-	17
EL ALBERQUON	-	-	-	17	-	17
LAS MARCIEGAS	-	-	-	41	-	41
CASTAÑEDA	-	-	-	1	-	1
LA LADERA	-	-	-	6	-	6
BCO. HONDO	-	-	-	9	-	9
EL CRUCE	-	-	-	2	-	2
LA PLAYA	-	-	-	16	-	16
EL PERCHER	-	-	-	4	-	4
LAS SERPIÑAS	-	-	-	2	-	2
LA MOLINA	-	-	-	1	-	1
EL PUENTE	-	-	-	1	-	1
LA PUNTA	-	-	-	12	-	12
LOS ESPINOS	-	-	-	3	-	3
LAS TALLAS	-	-	-	3	-	3
LAS LOMAS	-	-	-	2	-	2
FUREL	-	-	-	1	-	1
CASERONES	-	-	-	1	-	1
LOS MANANTIALES	-	-	-	1	-	1
PUERTO	-	-	-	1	-	1
CUEVAS NUEVAS	-	-	-	1	-	1
EL ROQUE	-	-	-	-	11	11
LA PLAYA	-	-	-	-	1	1



	MOGAN	VENEGUERA	TASARTE	ALDEA	EL RISCO	SUMA
EL PUENTE	-	-	-	-	7	7
LA MONTAÑETA	-	-	-	-	7	7
VERDE SECA	-	-	-	-	4	4
PANEQUE	-	-	-	-	4	4
EL PINAR.	-	-	-	-	3	3



8ª PREGUNTA

VIENTO MAS CONSTANTE

	MOGAN	VENEGUERA	TASARTE	ALDEA	EL RISCO	SUMA
DGO. TASARTE	3	-	9	7	-	19
DGO. VENEGUERA	2	1	1	-	-	4
CRUZ S. ANTONIO	2	-	-	-	-	2
DGO. DE MOGAN	1	1	-	-	-	2
LOMITO CASILLAS	3	-	-	-	-	3
LLANO INCIENSO	1	-	-	-	-	1
PIE DE LA CUESTA	2	-	-	-	-	2
LOS MOLINOS	1	3	1	10	-	15
EL ROQUE	1	-	-	4	-	5
LA SANDRA	1	-	-	-	-	1
LA SALINETA	1	-	-	-	-	1
LOS SECOS	-	2	-	-	-	2
LA P. DE LOS SECOS	-	1	-	-	-	1
TABAIBALES	-	7	-	-	10	17
PLAYA	-	1	-	-	-	1
LAS CASAS	-	2	-	-	-	2
CASA VENEGUERA	-	2	-	-	-	2
LA GOTERA	-	1	-	-	-	1
LA FORTALEZA	-	1	-	-	-	1
DEG. HONDA	-	1	-	-	-	1
EL PALILLO	-	-	4	-	-	4
LA POSTERAGUA	-	-	2	-	-	2
LA PLAYA	-	-	6	-	-	6
GUGUI	-	-	1	-	-	1
DEG. DEL CAMELLO	-	-	1	-	-	1
MÑA. MOGARENA	-	-	1	-	-	1
MÑA. LOBA	-	-	1	-	-	1



	MOGAN	VENEGUERA	TASARTE	ALDEA	EL RISCO	SUMA
LOMITOS AGUA SALVAJE	-	-	1	-	-	1
EL RISCO	-	-	1	-	-	1
LAS TABLADAS	-	-	-	15	-	15
EL ALBERGON	-	-	-	17	-	17
LAS MARCIEGAS	-	-	-	35	-	35
CASTAÑEDA	-	-	-	1	-	1
LA LADERA	-	-	-	9	-	9
BCO. HONDO	-	-	-	7	-	7
EL HOYO	-	-	-	2	-	2
EL CRUCE	-	-	-	3	-	3
LA CARBONERA	-	-	-	1	-	1
LA FLAYA	-	-	-	10	-	10
EL PERCHER	-	-	-	4	-	4
LAS SERPINAS	-	-	-	3	-	3
LAS MOEDNAS	-	-	-	1	-	1
EL PUENTE	-	-	-	1	-	1
LA PUNTA	-	-	-	13	-	13
LOS ESPINOS	-	-	-	6	-	6
LAS TALLAS	-	-	-	2	-	2
LAS LOMAS	-	-	-	2	-	2
FUREL	-	-	-	1	-	1
CASERONES	-	-	-	1	-	1
LOS MANANTIALES	-	-	-	2	-	2
EL PUERTO	-	-	-	1	-	1
CUEVAS NUEVAS	-	-	-	1	-	1
EL PUEBLO	-	-	-	2	-	2
MÑA. RUBOY	-	-	-	1	-	1
ANDEN VERDE	-	-	-	1	-	1
MARCIEGAS ALTAS	-	-	-	1	-	1



	MOGAN	VENEGUERA	TASARTE	ALDEA	EL RISCO	SUMA
SARDINA DEL NORTE	-	-	-	1	-	1
LOS CERCADILLOS	-	-	-	2	-	2
EL PINILLO	-	-	-	1	-	1
BCO. TUCUMAN	-	-	-	1	-	1
LA ROZA	-	-	-	1	-	1
EL CONGO	-	-	-	1	-	1
LA PLAYA	-	-	-	-	11	11
EL PUENTE	-	-	-	-	2	2
LA LADERA	-	-	-	-	1	1
LA MONTAÑETA	-	-	-	-	7	7
VERDE SECA	-	-	-	-	7	7
PANEQUE	-	-	-	-	3	3
LAS LLANILLAS	-	-	-	-	1	1
LA TIRMA	-	-	-	-	1	1
EL PINAR	-	-	-	-	1	1



9ª PREGUNTA

VIENTO MAS RACHEADO

	MOGAN	VENEGUERA	TASARTE	ALDEA	EL RISCO	SUMA
DEG. DE TASARTE	2	1	8	-	-	11
DEG. VENEGUERA	1	1	1	-	-	3
CRUZ S. ANTONIO	2	-	-	-	-	2
LAS CASILLAS	1	-	-	-	-	1
DEG. DE MOGAN	2	-	-	-	-	2
LOMITO LAS CASILLAS	3	-	-	-	-	3
PIE DE LA CUESTA	1	-	-	-	-	1
LOS MOLINOS	1	3	1	8	-	13
LA SANDRA	2	-	-	-	-	2
LA ALDEA	1	-	-	-	-	1
LA SALITRE	1	-	-	-	-	1
LA SALINETA	1	-	-	-	-	1
LOS SECOS	-	2	-	-	-	2
P. LOS SECOS	-	1	-	-	-	1
LOS TABAIBALES	-	8	1	-	3	12
LA PLAYA	-	1	-	-	-	1
LAS CASAS	-	2	-	-	-	2
CASA VENEGUERA	-	1	-	-	-	1
LA FORTALEZA	-	2	-	-	-	2
DEG. HONDA	-	2	-	-	-	2
EL PALILLO	-	-	3	-	-	3
LA POSTERAGUA	-	-	1	-	-	1
LA PLAYA	-	-	5	-	-	5
LA FINCA	-	-	1	-	-	1
GUGUY	-	-	1	-	-	1
DEG. DEL CAMELLO	-	-	1	-	-	1
MÑA. LOBA	-	-	1	-	-	1



	MOGAN	VENEQUERA	TASARTE	ALDEA	EL RISCO	SUMA
LOMITO AGUA SALVAJE +	-	-	1	-	-	1
EL RISCO	-	-	1	-	-	1
EL ARCO	-	-	4	-	-	4
LA CERA	-	-	1	-	1	1
BCO. EL CAÑON	-	-	1	-	-	1
CRUZ CHIQUITA	-	-	2	-	-	2
ALMAZICO	-	-	2	-	-	2
MONTEANILLA	-	-	1	-	-	1
BCO. DE TASARTE	-	-	1	-	-	1
HIGUERA PRIETA	-	-	3	-	-	3
BREÑAS	-	-	1	-	-	1
TABLADAS	-	-	-	14	-	14
EL ALBERCON	-	-	-	18	-	18
DEGOLLADA DE TASARTE -	-	-	-	7	-	7
MARCIEGAS	-	-	-	36	-	36
CASTANEDA	-	-	-	1	-	1
LADERA	-	-	-	5	-	5
BCO. HONDO	-	-	-	5	-	5
EL HOYO	-	-	-	1	-	1
EL CRUCE	-	-	-	2	-	2
LA CARBONERA	-	-	-	1	-	1
LA PLATA	-	-	-	17	-	17
EL PERCHER	-	-	-	4	-	4
LAS SERPINAS	-	-	-	1	-	1
LA PUNTA	-	-	-	11	-	11
LOS ESPINOS	-	-	-	3	-	3
TALLAS	-	-	-	4	-	4
LAS LOMAS	-	-	-	2	-	2
FUREL	-	-	-	1	-	1
MANANTIALES	-	-	-	3	-	3



	MOGAN	VENEGUERA	TASARTE	ALDEA	EL RISCO	SUMA
CASA NUEVA	-	-	-	1	-	1
EL ROQUE	-	-	-	2	-	2
EL PUEBLO	-	-	-	3	-	3
MÑA. RUBOY	-	-	-	1	-	1
MÑA. OEDROS	-	-	-	3	-	3
LOMO QUEMADO	-	-	-	2	-	2
CERCADILLOS	-	-	-	4	-	4
BCO. TUCUMAN	-	-	-	1	-	1
MEDERA	-	-	-	1	-	1
ROZA	-	-	-	1	-	1
CONGO	-	-	-	1	-	1
CAEDIRO	-	-	-	1	-	1
PLAYA	-	-	-	3	-	3
LADERA	-	-	-	3	-	3
MONTAÑETA	-	-	-	11	-	11
VERDE SECA	-	-	-	5	-	5
LOS LLANILLOS	-	-	-	1	-	1
TIRMA	-	-	-	1	-	1
EL PINAR	-	-	-	3	-	3



## 10ª PREGUNTA

CALMA MAS PROLONGADA

	MOGAN	VENEGUERA	TASARTE	ALDEA	EL RISCO	SUMA
LAS BREÑAS	1	-	1	-	-	2
VENEGUERA	2	-	-	-	-	2
CRUZ S. ANTONIO	1	-	-	-	-	1
LAS CASILLAS	1	-	-	-	-	1
LOMITO LAS CASILLAS	3	-	-	-	-	3
LLANO INCIENSO	3	-	-	-	-	3
PIE DE LA CUESTA	2	-	-	-	-	2
LA SANDRA	2	-	-	-	-	2
LA ALDEA	1	-	-	-	-	1
LA SALITRE	1	-	-	-	-	1
LA SARDINETA	1	-	-	-	-	1
LOS SECOS	1	-	-	-	-	1
TABAIBALES	-	3	1	-	-	4
PLAYA	-	4	-	-	-	4
P. PARADERO	-	1	-	-	-	1
LAS CASAS	-	1	-	-	-	1
BCO. YAMITO	-	2	-	-	-	2
TARAGUA	-	1	-	-	-	1
LA BOTERA	-	1	-	-	-	1
LA FORTALEZA	-	1	-	-	-	1
LOS MOLINOS	-	1	-	-	-	1
BRISCO ESTERA	-	2	-	-	-	2
DEG. DE MOGAN	-	1	-	-	-	1
DEG. VENEGUERA	-	2	2	-	-	4
OJEDA	-	1	-	-	-	1
BCO. SAVA	-	2	-	-	-	2
EL ARCO	-	1	-	-	-	1
LA CERA	-	-	4	-	-	4
BCO. EL CAÑON	-	-	3	-	-	3
LA CRUZ CHIQUITA	-	-	2	-	-	2



	MOGAN	VENEGUERA	TASARTE	ALDEA	EL RISCO	SUMA
ALMAZICO	-	-	2	-	-	2
LOS LOMITOS	-	-	1	-	-	1
MONTAÑILLA	-	-	1	-	-	1
BCO. TASARTE	-	-	1	-	-	1
HIGUERA PRIETA	-	-	1	-	-	1
EL PALILLO	-	-	4	-	-	4
LA PLAYA	-	-	2	-	-	2
FINCAS	-	-	4	7	-	11
GUGUYS	-	-	1	-	-	1
DEG. DEL CAMELLO	-	-	1	-	-	1
VALLESILLOS	-	-	1	-	-	1
DEG. DE TASARTE	-	-	1	6	-	7
LOS MOLINOS	-	-	5	-	-	5
MÑA. MOGARENA	-	-	1	11	-	12
BCO. OSCURO	-	-	2	-	-	2
TABLADAS	-	-	-	17	-	17
EL ALBERCON	-	-	-	17	-	17
LAS MARCIEGAS	-	-	-	16	-	16
CASTANEDA	-	-	-	2	-	2
LADERA	-	-	-	12	-	12
BCO. HONDO	-	-	-	10	-	10
EL HOYO	-	-	-	6	-	6
EL CRUCE	-	-	-	2	-	2
LA CARBONERA	-	-	-	1	-	1
EL PERCHER	-	-	-	2	-	2
LAS SERPINAS	-	-	-	4	-	4
LA MOLINA	-	-	-	2	-	2
EL PUENTE	-	-	-	1	-	1
LA PUNTA	-	-	-	10	-	10
LOS ESPINOS	-	-	-	7	-	7
CUERMEJA	-	-	-	2	-	2
LAS LOMAS	-	-	-	3	-	3



	MOGAN	VENEGUERA	TASARTE	ALDEA	EL RISCO	SUMA
CASERONES	-	-	-	1	-	1
LOS MANATIALES	-	-	-	2	-	2
EL ROQUE	-	-	-	4	-	4
EL VISO	-	-	-	1	-	1
EL PUEBLO	-	-	-	4	-	4
MÑA. RUBOY	-	-	-	1	-	1
ANDEN VERDE	-	-	-	2	-	2
MARCIEGAS ALTAS	-	-	-	1	-	1
SARDINA DEL NORTE	-	-	-	1	-	1
LOMO QUEMADO	-	-	-	6	-	6
CERCADILLOS	-	-	-	1	-	1
BCO. TUCUMAN	-	-	-	1	-	1
CALVARIO	-	-	-	4	-	4
MEDERA	-	-	-	1	-	1
ROZA	-	-	-	1	-	1
CONGO	-	-	-	1	-	1
CASCAJOS	-	-	-	1	-	1
PLAYA	-	-	-	-	4	4
PUENTE	-	-	-	-	7	7
LA LADERA	-	-	-	-	3	3
TABAIBAL	-	-	-	-	7	7
LA MONTAÑITA	-	-	-	-	15	15
LA VERDE SECA	-	-	-	-	2	2
LAS ARENAS	-	-	-	-	1	1
FANEQUE	-	-	-	-	2	2
LAS LLANILLAS	-	-	-	-	1	1
LA TIRMA	-	-	-	-	1	1
EL PINAR	-	-	-	-	2	2



11ª PREGUNTA

¿DONDE INSTALARIA UN MOLINO?

	MOGAN	VENEGUERA	TASARTE	ALDEA	EL RISCO	SUMA
DEG. DE TASARTE	3	1	7	4	-	15
DEG. DE MOGAN	2	-	-	-	-	2
DEG. DE VENEGUERA	1	1	-	-	-	2
TABAIBALES	-	3	-	-	-	3
PLAYA (VENEGUERA)	-	1	-	-	-	1
CASAS	-	2	-	-	-	2
GUGUY	-	-	1	-	-	1
EL PALILLO	-	-	1	-	-	1
LOMITOS AGUA SALVAJE	-	-	1	-	-	1
EL RISCO	-	-	1	-	-	1
LA PLAYA (TASARTE)	-	-	1	-	-	1
LAS BRENIA	-	-	1	-	-	1
EL ARCO	-	-	1	-	-	1
LOS MOLINOS	-	-	-	5	-	5
LAS NARCIEGAS	-	-	-	24	-	24
LOS MANANTIALES	-	-	-	1	-	1
EL PUERTO	-	-	-	1	-	1
LA PLAYA	-	-	-	4	-	4
EL CRUCE	-	-	-	1	-	1
LAS LOMAS	-	-	-	1	-	1
EL KOMO QUEMADO	-	-	-	1	-	1
LOS CERCADILLOS	-	-	-	1	-	1
BCO. HONDO	-	-	-	2	-	2
EL ALBERCON	-	-	-	5	-	5
NARCIEGAS ALTAS	-	-	-	1	-	1
LAS TABLADAS	-	-	-	1	-	1
BCO. TUCUMAN	-	-	-	1	-	1
LA LADERA	-	-	-	1	-	1



	MOGAN	VENEGUERA	TASARTE	ALDEA	EL RISCO	SUMA
EL PERCHER	-	-	-	1	-	1
LA PUNTA	-	-	-	2	-	2
LA MONTAÑETA	-	-	-	-	2	2
LOS TABAIBALES	-	-	-	-	13	13
EL PUENTE	-	-	-	-	1	1



12ª PREGUNTA

	<u>OPINION DEL ENCUESTADOR</u>	<u>HABITUAL</u>	<u>MAS FUERTE QUE EL HABITUAL</u>	<u>MAS FLOJO</u>	<u>MUCHO MAS FLOJO</u>	SUMA
MOGAN	2,33	3	1	2	-	6
VENEGUERA	3	8	-	-	-	8
TASARTE	1,7	6	-	4	4	14
LA ALDEA	1,9	20	1	24	12	57
EL RISCO	1,4	11	-	4	-	15
Suma	10,33	48	2	34	16	100

13ª PREGUNTA

LOS VIENTOS SON MAS FUERTES EN

	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO	INVIERNO	SUMAN
MOGAN	1	-	1	4	6
VENEGUERA	1	1	2	4	8
TASARTE	7	-	1	6	14
LA ALDEA	19	30	3	5	57
EL RISCO	1	-	6	8	15
Suma	29	31	13	27	100

LOS VIENTOS SON MAS DEBILES EN:

	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO	INVIERNO	SUMAN
MOGAN	3	2	-	1	6
VENEGUERA	1	7	-	-	8
TASARTE	3	7	4	-	14
LA ALDEA	14	12	10	21	57
EL RISCO	8	6	1	-	15
Suma	29	34	15	22	100



VIENTOS CON LLUVIAS

	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO	INVIERNO	SUMA
MOGAN	1	-	-	5	6
VENEGUERA	1	-	1	6	8
TASARTE	1	-	-	13	14
LA ALDEA	11	-	5	41	57
EL RISCO	-	-	-	15	15
Suma	14	-	6	80	100

LAS TORMENTAS SON:

	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO	INVIERNO	SUMA
MOGAN	2	-	1	3	6
VENEGUERA	-	-	1	7	8
TASARTE	-	-	-	14	14
LACALBEA	7	3	5	42	57
EL RISCO	1	1	2	11	15
Suma	10	4	9	77	100

LOS VIENTOS SON MAS CONSTANTES

	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO	INVIERNO	SUMA
MOGAN	-	1	1	4	6
VENEGUERA	1	2	2	3	8
TASARTE	3	5	2	4	14
LA ALDEA	14	28	9	6	57
EL RISCO	2	3	5	5	15
Suma	20	39	19	22	100



LOS VIENTOS SON MAS RACHEADOS

	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO	INVIERNO	SUMA
MOGAN	-	2	2	2	6
VENEGUERA	1	-	-	7	8
TASARTE	1	2	-	11	14
LA ALDEA	17	22	7	11	57
EL RISCO	1	4	7	3	15
Suma	20	30	16	34	100

CALMAS MAS PROLONGADAS

	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO	INVIERNO	SUMA
MOGAN	2	3	-	1	6
VENEGUERA	-	8	-	-	8
TASARTE	2	10	1	1	14
LA ALDEA	11	12	15	19	57
EL RISCO	8	5	1	1	15
Suma	23	38	17	22	100

14ª PREGUNTA

VIENTOS MAS FUERTES

	LAS PALMAS	TELDE	ARINAGA	MOGAN	GUIA
MOGAN	6	3	-	3	4
VENEGUERA	4	-	2	3	3
TASARTE	12	1	5	7	5
LA ALDEA	51	31	5	39	52
EL RISCO	14	-	3	-	4
Suma	87	35	15	52	68



VIENTOS MAS CONSTANTES

	LAS PALMAS	TELDE	ARINAGA	MOGAN	GUIA
MOGAN	6	2	-	3	1
VENEGUERA	3	-	2	4	3
TASARTE	12	-	4	6	4
LA ALDEA	49	23	4	40	40
EL RISCO	14	-	3	-	4
Suma	84	25	13	53	52

VIENTOS MAS RACHEADOS

	LAS PALMAS	TELDE	ARINAGA	MOGAN	GUIA
MOGAN	6	2	-	3	2
VENEGUERA	4	1	3	5	4
TASARTE	12	2	5	7	4
LA ALDEA	43	27	6	39	37
EL RISCO	13	1	4	-	13
Suma	68	33	18	54	60

15ª PREGUNTA

MAS FUERTES

	1	2	3	4	5	6	SUMAN
MOGAN	-	-	6	-	-	-	6
VENEGUERA	-	5	2	1	-	-	8
TASARTE	-	3	5	2	2	2	14
LA ALDEA	-	4	45	1	-	7	57
EL RISCO	-	-	15	-	-	-	15
Suma	-	12	73	4	2	9	100



16ª PREGUNTA

MAS CONSTANTE

	1	2	3	4	5	6	SUMAN
MOGAN	-	-	6	-	-	-	6
VENEGUERA	-	5	2	1	-	-	8
TASARTE	-	2	5	2	2	2	14
LA ALDEA	-	5	42	2	-	8	57
EL RISCO	-	-	14	-	-	1	15
Suma	-	13	69	5	2	11	100

17ª PREGUNTA

MAS RACHEADOS

	1	2	3	4	5	6	SUMAN
MOGAN	-	-	6	-	-	-	6
VENEGUERA	-	3	1	2	-	2	8
TASARTE	1	4	2	4	1	2	14
LA ALDEA	1	3	36	5	-	12	57
EL RISCO	-	-	14	-	-	1	15
Suma	2	10	59	11	1	17	100

18ª PREGUNTA

MENOS VENTOSA

	1	2	3	4	5	6	SUMAN
MOGAN	1	-	-	5	-	-	6
VENEGUERA	1	-	-	3	-	4	8
TASARTE	7	-	-	4	-	3	14
LA ALDEA	2	1	1	41	11	1	57
EL RISCO	9	-	-	-	6	-	15
Suma	20	1	1	53	17	8	100



19ª PREGUNTA

	SI	NO	SUMAN
MOGAN	6	-	6
VENEGUERA	8	-	8
TASARTE	12	2	14
LA ALDEA	57	-	57
EL RISCO	-	15	15
<hr/>			
Suma	83	17	100

USO DE LOS MOLINOS

	MOLER GRANO	BOMBEAR AGUA	PRODUCCION ELECTRICIDAD	OTROS USOS
EN FUNCIONAMIENTO	7	56	-	-
FUERA SERVICIO	62	54	-	-

La respuesta está referida al nº de personas que contestaban positivamente, no al nº de molinos.



20ª PREGUNTA

	MOGAN	VENEGUERA	TASARTE	LA ALDEA	EL RISCO	SUMAN
LA ALDEA	3	5	13	-	-	21
MOLINO DE VIENTO	2	-	-	-	-	2
LLANO INCIENSO	1	-	-	-	-	1
PLAYA VENEGUERA	-	2	-	-	-	2
BCO. VENEGUERA	-	4	-	-	-	4
CASA VENEGUERA	-	1	-	-	-	1
PLAYA DE TASARTE	-	-	2	-	-	2
MARCIEGAS	-	-	-	32	-	32
LOS MOLINOS	-	-	-	15	-	15
EL BARRANQUILLO	-	-	-	11	-	11
LOS CERCADILLOS	-	-	-	1	-	1
EL ALBERGON	-	-	-	6	-	6
LAS SERPINAS	-	-	-	2	-	2

---



## ANEXO II

- 1.- Ley 82/1980 de 30 de Diciembre, sobre conservación de la naturaleza.
- 2.- Ley 82/1980, Título Segundo, resumen de beneficios.
- 3.- Real Decreto 872/1982, de 5 de Marzo sobre tramitación de expedientes de solicitud de beneficios creados por la Ley 82/1980 de 30 de Diciembre sobre conservación de energía.



LEY 82/1.980 DE 30 DE DICIEMBRE, SOBRE

CONSERVACION DE LA NATURALEZA.

ARTICULO PRIMERO

Uno. podrán acogerse a los beneficios que se contemplan en la presente Ley las personas físicas y jurídicas que acometan actividades comprendidas en alguno de los siguientes apartados del presente artículo:

- a) El desarrollo de un programa que incrementa el rendimiento de los procesos de transformación energética en empresas - con consumos anuales superiores a quinientas toneladas equivalentes de petróleo.
- b) La modificación o el montaje de nuevas instalaciones de transformación energética, en orden a sustituir el petróleo o sus derivados como fuente de energía utilizada, por otras fuentes de origen nacional o excepcionalmente importadas por motivos económicos de interés público.
- c) La realización de cambios en los métodos de producción industrial que supongan disminución en el uso de energía.
- d) El perfeccionamiento de las condiciones de aislamiento térmico de viviendas, edificios e instalaciones.
- e) El acondicionamiento o renovación de los equipos de agua caliente o climatización de viviendas, edificios e instalaciones.
- f) Establecer o ampliar instalaciones de autogeneración eléctrica.
- g) Efectuar aplicaciones industriales en sistemas de transformación energética que usen como fuente de energía las de tipo renovable.
- h) Realizar instalaciones de aprovechamiento de residuos agrarios para la obtención de bio-gas o combustibles sólidos.
- i) Instalar equipos de uso doméstico que utilicen energías renovables y especialmente la solar.
- j) Construir, ampliar o adaptar para su utilización instalaciones de producción hidroeléctrica con una potencia de hasta cinco mil KVA., ya se destine la energía producida a consumo propio o a su conexión con la red eléctrica.



- k) Cualquier otra aplicación que comporte la sustitución de un consumo energético de fuente procedente del petróleo por -- otra renovable.
- l) Modificar o realizar nuevas instalaciones de transformación energética para usos industriales, agrarios y de servicios que utilicen calores residuales procedentes de procesos de transformación energética.
- m) Promover la investigación y el desarrollo tecnológico dirigidos al logro de los fines de la presente Ley, y en especial:

Primero.- Crear y desarrollar la tecnología nacional de sistemas que utilicen fuentes de energía renovables.

Segundo.- Impulsar la investigación tecnológica relacionada con la mejora de la eficiencia en la transformación energética.

Tercero.- Desarrollar fuentes de energía de origen nacional y aquellas cuya importación se autorice excepcionalmente por motivos económicos de interés público, así como su utilización y nuevas formas de manipulación de las mismas.

Dos. Asimismo podrán acogerse al régimen de incentivos previstos en esta Ley aquellas asociaciones o agrupaciones de personas físicas o jurídicas que pretendan realizar un proyecto de inversión para la optimización energética de un conjunto de instalaciones próximas.



LEY 82/1.980

T I T U L O    S E G U N D O

RESUMEN    D E    BENEFICIOS

ARTICULO ONCE.

Con sujecion a los requisitos y condiciones previstos en esta disposici3n y en las normas que se dicten en desarrollo de la misma, podrn concederse los siguientes beneficios a las personas a que se refieren los artculos segundo y sexto:

Uno. Al amparo de lo dispuesto en el artculo sesenta y seis, tres, del texto refundido de la Ley y Tarifas de los Impuestos Generales sobre Sucesiones y sobre ~~Transmisiones~~ Patrimoniales y Actos Jurídicos Documentados, reducci3n del cincuenta por ciento de la base de los actos y contratos relativos a los empréstitos que emitan las empresas espaololas y los bancos e instituciones financieras, cuando los fondos as3 obtenidos se destinan a financiar inversiones reales nuevas con fines de ahorro energ3tico o de autogeneraci3n de electricidad.

Dos. Al amparo de lo dispuesto en el artculo veinticinco, c), uno de la Ley sesenta y uno/mil novecientos setenta y ocho, de veintisiete de Diciembre, del impuesto sobre Sociedades, bonificaci3n del noventa y cinco por ciento de la cuota que corresponda a los rendimientos de los empréstitos que emitan y de los préstamos que concierten con organismos internacionales o con bancos e instituciones financieras, cuando los fondos obtenidos se destinen a financiar exclusivamente inversiones con fines de ahorro energ3tico o de autogeneraci3n de electricidad.

Tres. Al amparo de lo previsto en el artculo diez f), dos, de la Ley sesenta y uno/mil novecientos setenta y ocho, de veintisiete de Diciembre, del Impuesto sobre Sociedades, se considerará que las amortizaciones de las instalaciones sustituidas ó de las pérdidas sufridas en su enajenaci3n, conforme a un plan libremente formulado por la empresa beneficiaria, cumplen el requisito de efectividad.

Cuatro. Las inversiones realizadas por las empresas incluidas en el artculo segundo y cuyos objetivos queden dentro de lo expuesto en el artculo primero de la presente Ley tendrn igual consideraci3n que las previstas en el artculo veintiseis de la Ley del Impuesto sobre sociedades en aquello que les sea aplicable. Esta deducci3n se ejecutará en todos los detalles de su aplicacion a la normativa de la Ley del Impuesto sobre Sociedades.



Cinco. Exención de la Licencia Fiscal del Impuesto Industrial a - que diera lugar la realización de actividades comprendidas en la presente Ley durante los cinco primeros años de devengo del tributo.



REAL DECRETO 872/1.982, DE 5 DE MARZO SOBRE TRAMITACION DE EXPEDIENTES DE SOLICITUD DE BENEFICIOS CREADOS POR LA LEY 82/1.980 - DE 30 de DICIEMBRE SOBRE CONSERVACION DE ENERGIA.

ARTICULO PRIMERO

Uno. Los beneficios que puedan concederse a las personas físicas o jurídicas que acometan alguna de las actividades que figuran en el artículo segundo de la Ley ochenta y dos/mil novecientos ochenta serán los siguientes:

A. Fiscales.

- a) Reducción del cincuenta por ciento de la base en los actos y contratos relativos a los empréstitos que emiten las Empresas españolas y los préstamos que las mismas concierten con Organismos internacionales o con Bancos o Instituciones financieras cuando los fondos así obtenidos se destinen a financiar inversiones reales nuevas con fines de ahorro energético o de autogeneración de electricidad.
- b) Al amparo de lo dispuesto en el artículo veinticinco, c) uno, de la Ley sesenta y uno/mil novecientos setenta y ocho, de veintisiete de Diciembre, del Impuesto sobre Sociedades, bonificación del noventa y cinco por ciento de la cuota que corresponde a los rendimientos de los empréstitos que emitan y de los préstamos que concierten con Organismos internacionales, o con Bancos e Instituciones financieras extranjeras que no tengan establecimiento permanente en España, las Empresas españolas cuando los fondos así obtenidos se destinen a financiar exclusivamente inversiones con fines de ahorro energético o de autogeneración de electricidad.
- c) Al amparo de lo previsto en el artículo trece, f), dos, de la Ley sesenta y uno/mil novecientos setenta y ocho, de veinticinco de Diciembre, de Impuestos sobre Sociedades, se considerará que las amortizaciones de las instalaciones sustituidas o de las pérdidas sufridas en su enajenación, conforme a un plan libremente formulado por la Empresa beneficiaria, -- cumplen el requisito de efectividad.



- d) Las inversiones realizadas por las Empresas incluidas en el artículo segundo de la Ley ochenta y dos/mil novecientos ochenta y cuyos objetivos queden dentro de lo expresado en el artículo primero de la citada ley, tendrán igual consideración que las previstas en el artículo veintiseis de la Ley del Impuesto sobre Sociedades en aquello que les sea aplicable. Esta deducción se ajustará en todos los detalles de su aplicación a la normativa de la Ley del Impuesto sobre Sociedades.
- e) Exención de la licencia fiscal del Impuesto industrial a que diera lugar la realización de actividades comprendidas en la Ley ochenta y dos/mil novecientos ochenta durante los primeros cinco años de devengo del tributo.
- f) Reducción de hasta el noventa y cinco por ciento del Impuesto General sobre tráfico de Empresas, derechos arancelarios e Impuesto de Compensación de Gravámenes interiores que graven la importación de bienes de equipo y utillajes necesarios para la realización de las instalaciones y actividades previstas en la Ley ochenta y dos/mil novecientos ochenta, previo informe del Ministerio de Industria y Energía en el que se acredite que tales bienes no se fabrican en España.

## B. Financieros

- a) Acceso preferente al crédito oficial, cuyo importe habrá de dedicarse exclusivamente a la financiación de las inversiones previstas en la Ley ochenta y dos/mil novecientos ochenta.
- b) Inclusión en el coeficiente de inversión obligatorio establecido en la disposición adicional cuarta de la Ley trece/mil novecientos setenta y uno, de diecinueve de junio, de los efectos representativos de créditos que concedan los Bancos para el establecimiento, ampliación o reforma de las instalaciones destinadas a la autogeneración de energía eléctrica, a la utilización de fuentes energéticas alternativas o a la reducción del consumo energético.



### C. Subvenciones

- a) Subvenciones de hasta un treinta por ciento de las inversiones que impliquen la realización de trabajos de investigación relacionados con los objetivos de la Ley ochenta y dos / mil novecientos ochenta, siempre que puedan generalizarse a otras industrias o Empresas y se garantice la difusión de los resultados obtenidos.
- b) Para los propietarios de instalaciones destinados al aprovechamiento de la energía solar para la obtención de agua caliente y climatización, subvenciones en función de la superficie de colectores solares, siempre que estén homologados por la Administración Pública y tengan una garantía mínima de tres años, y de acuerdo con las condiciones que para la concesión se fijen anualmente en la Ley de Presupuestos Generales del Estado.

### D. Expropiación Forzosa

Expropiación forzosa de los bienes y derechos necesarios para el establecimiento o ampliación de las instalaciones a que se refiere el artículo catorce de la Ley ochenta y dos/mil novecientos ochenta, a cuyo efecto se entenderá declarada la utilidad pública de la misma, según los casos, desde el momento de la suscripción del convenio con la Administración o la aprobación por esta última del correspondiente proyecto de instalación autogeneradora.

Dos. El régimen de beneficios sólo será aplicable en relación con aquellas instalaciones o parte de las mismas estrictamente indispensables para la autogeneración de electricidad, reducción de los consumos energéticos, utilización de fuentes energéticas alternativas y producción de energía hidroeléctrica con una potencia máxima de cinco mil KVA.



## BIBLIOGRAFIA



## B I B L I O G R A F I A

- 1.- "Aeromotores y Aerogeneradores" - Guy Cuntry - Ediciones Marzo 80, 1981 (castellano).
- 2.- "Energie Eolienne" - Desiré Le Gousieres - Eyrolles, 1982 (francés)
- 3.- "Le vent, Les eoliennes et l'habitat" - Le Chapellier - Eyrolles 1981 (francés).
- 4.- "Wind Energy" - L. Jarass - Springer Verlag. 1981 (ingles)
- 5.- "Energie vom Wind" - Deutsche Gesellschaft fuer Sounenenergie e.V. 1977 (alemán).
- 6.- "Semana del viento" - 1<sup>a</sup> Jornadas sobre Energía eólica - Junta de Canarias 1982. (castellano)
- 7.- "Wieman Windräder baut" - Felix von König - Udo Píriemer Verlag 1977 (alemán).
- 8.- "Nutzung der Windenergie" - BMFT - Umschan Verlag, 1.975 (alemán)
- 9.- Comparative investigations on the performance of small wind -- energy conversion systems" - GKSS -- Forschubsentrum Geesthacht GMBH. (inglés).
- 10.- "Wind Power Generation Dynamic Impacts on Electric Utility Systems" - EPRI AP - 1614, 1980 (inglés).
- 11.- "Wind power for Developing Nations" - Amir S.Mikhail - SERI 1981 (inglés).
- 12.- "The Generation Of electricity by wind power" - Golding E.W. - Editorial Cahpman and Hall E and FN. SPON.
- 13.- "Wind Power Equipment" - Warne, D.F. - Editorial: Chapman and - Hall E and FN. SPON.
- 14.- "Wind Engineering" - J.E. Cerman (2 volúmenes) - Editorial: Pergamon Press.
- 15.- "Wind power principles" - Calvert - Editorial: Griffin.



- 16.- "Wind power recent developments" - De Renzo - Editorial: Noyes.
- 17.- "Fundamentals of wind energy" - Nicholas P. Cheremesinoff - Editorial: Ann Arbor Science Michigan (U.S.A.).
- 18.- "Power from the Wind" - P.C. Putnam - Editorial: Van Nostrand Reinhold Company.
- 19.- "Electric power from the wind" - Clews, H. - Editorial: Solar Wind CO.
- 20.- "The 20 m. diameter wind turbine for Orkney" - Armstrong J.R.C., Ketley, G.R. and Cooper, B.J. (1981) - Procs. 3rd British Energy Wind Assoc. Conf. Granfield, UK. Mult-Science, London.
- 21.- "Wind Characteristics and the output of wind turbines" - Bossanyi, E.A., Whittle, G.E., Dunn, P.D., Lipman, N.H. and Musgrove P.J. -- (1979) - Procs. Conf., Granfields, UK. Mult-Science, London.
- 22.- "Development of large wind turbine generators" - Department of -- Energy (1979) - Report No. WPG 79/3 HMSO, London.
- 23.- "The current perspective on wind power based on recent US results" DIVONE L. (1980)a - Procs. 3rd Int. Symp. Wind Energy Systems, - Copenhagen. BHRA Granfields, UK.
- 24.- "The present estatus of wind power in the US" - Divone, L. (1980)b- Proc. 2nd British Wind Energy Assoc. Workshop. Mult-Science, London
- 25.- "Wind Turbine transmission systems" - Garrad, A.D. (1981) - Procs. 3rd British Wind Energy Assoc. Conf., Granfield, UK. To be Published
- 26.- "The aerodynamix Layout of wing blades of wind Turbines with higt tip speed ratio" - Hutter, U. (1961) - Proc. UN Conf. New Sources of Energy, Rome Unites Nations, published in 1964.
- 27.- "Large wind turbine desig characteristics and R&D requerements" - Hottler R.J. (ed) (1979) - NASA Conf. Publi. 2106.
- 28.- "The horizontal axis wind turbine projet on Orkney" - Lindley, D. and Stvenson, W. (1981) - Procs. 3rd British Wind Energy Assoc., Conf. Granfield UK. To be published.
- 29.- "The variable geometry vertical axis wind mill" - Musgrove, P.J. (1976) - Procs. 1st Int. Sump. Wind Energy Systems, Canbridge BHRA, Grandfield, UK.
- 30.- "Development of the variable geometry vertucal axis windmill" - Musgrove P.J. and Mays, I.D. (1978) - Proc. 2nd Int. Symp. Wind Energy Systems, Amsterdam, BHRA, Ganfield UK.



- 31.- "A wind tunnel investigation of a 14ft diameter vertical axis -- windmill" - South, P. and Rangi, R. (1972) - NRC Laboratory Technical Report LTR-LA-105.
- 32.- "Large wind turbine projects" - Thomas, R.L. and Robbins, W.R. -- (1979) - Proc. 4th Biennial Conf. and Workshop on Wind Energy -- Conversion Systems, Washinton DC, 75-97. JBF Scientific Corp.