



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
Facultad de Ingeniería en Mecánica



**"Guia para Diseño de Generadores
Eólicos Verticales Tipo Savonius"**

TESIS DE GRADO

Previa a la Obtención del Título de:

INGENIERO MECANICO

Presentado por:

José Fabricio Correa Delgado



Guayaquil

**Año
1996**

Ecuador



AGRADECIMIENTO



Es mi deber agradecer a Mario Patiño, Philippe Poutissou y Marcela Minchala por el apoyo mostrado a esta tesis en sus distintas etapas y sin cuya colaboración y aportaciones no hubiera podido darle forma y culminarla.

DEDICATORIA

A mi padre que ya no está entre nosotros, pero siempre anheló este momento y estoy seguro lo disfrutará desde la eternidad...

A mi madre que con su esfuerzo y sacrificio y sobretodo con su ejemplo de perseverancia en la búsqueda de la excelencia me enseñó a salir adelante y a terminar las tareas emprendidas...

A mi esposa y mis hijos que con cariño y paciencia han apoyado esta obra, que por priorizar la tarea de amarlos se ha visto dilatada...

A todos ellos dedico esta tesis.

DECLARACION EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado,
me corresponden exclusivamente; y el patrimonio
intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR
POLITECNICA DEL LITORAL”

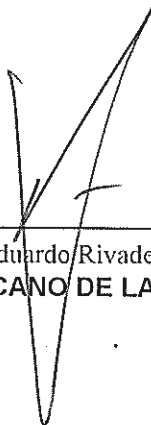
(Reglamento de Graduación de la ESPOL)



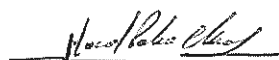
Handwritten signature of José Fabricio Correa Delgado, with the name 'CORREA' clearly visible in the script.

José Fabricio Correa Delgado

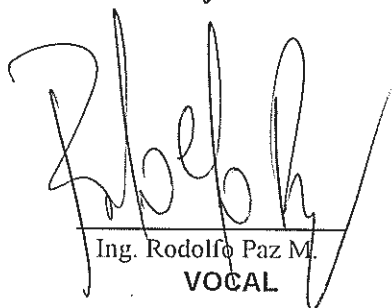
TRIBUNAL DE GRADUACION



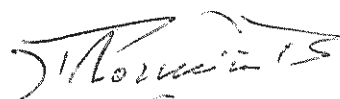
Ing. Eduardo Rivadeneira P.
DECANO DE LA FIM



Ing. Mario Patiño Aroca
DIRECTOR DE TESIS



Ing. Rodolfo Paz M.
VOCAL



Ing. Marco Pazmiño
VOCAL

RESUMEN

El presente trabajo determina la configuración del mejor tipo de generador Savonius para las condiciones dadas en nuestro medio, tomando en consideración factores tales como eficiencia y torque máximos, facilidad y economía de construcción y tipo de viento disponible.

La metodología utilizada es de tipo experimental, para lo cual se construyó un banco de pruebas en el que se analizaron diferentes disposiciones y formas de perfiles para condiciones igualmente variables de velocidad de viento. Se utilizó un generador de tamaño natural para lograr la perfecta semejanza dimensional y dinámica del prototipo.

Se llega a la conclusión que este tipo de generador tiene un gran potencial de desarrollo en nuestro medio, para lo cual se sugieren varias aplicaciones prácticas como el accionamiento de bombas y calentadores de agua para uso doméstico y el desarrollo de aireadores para tratamiento de agua, los cuales encuentran su aplicación especialmente en la oxigenación de piscinas camaroneras de nuestro país.

ÍNDICE GENERAL

Pág.

RESUMEN	VI
INDICE GENERAL.....	VII
INDICE DE TABLAS	VIII
INDICE DE GRÁFICOS.....	IX
NOMENCLATURA.....	X
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. IIMPORTANCIA DEL TEMA

1.1.1. INFORMACION SOBRE EL TEMA	3
1.1.2. INVESTIGACIONES ANTERIORES.....	7
1.1.3. INVESTIGACION PRESENTE.....	8

1.2. FUNDAMENTOS TEORICOS

1.2.1. AERODINAMICA.....	10
1.2.2. EL VIENTO.....	11
1.2.3. SEMEJANZA DE MODELOS.....	15
1.2.4. CURVAS CARACTERISTICAS PARA TURBOMAQUINAS.....	17

1.2.5. APARATOS DE MEDICION.:	19
CAPITULO II	
TUNEL DE VIENTO	
2.1. SELECCION Y CALCULO	
2.1.1. CARACTERISTICAS DEL TUNEL.....	22
2.1.2. CALCULOS PARA LAS PRUEBAS.....	24
2.2. DISEÑO Y CONSTRUCCION	
2.2.1. VERSATILIDAD DEL CONJUNTO.....	26
2.2.2. EQUIPOS DE MEDICION	27
CAPITULO III	
EXPERIMENTOS EN ROTORES TIPO SAVONIUS	
3.1. PERFILES SEMICIRCUNFERENCIALES	32
3.2. PERFILES PARABÓLICOS	34
3.3. OTROS PERFILES	
3.3.1. FORMAS ESPECIALES	36
3.3.2. CON DIFERENTE EMPATE AL EJE	38
CAPITULO IV	
PROCESAMIENTO DE DATOS	
4.1. TABULACION DE DATOS	43
4.2. PRESENTACION DE RESULTADOS	
4.2.1. TABLAS DE RESULTADOS	43
4.2.2. GRAFICOS	
4.2.2.1. INDIVIDUALES	44
4.2.2.2. COMPARATIVOS	51

CAPITULO V

ANÁLISIS DE DATOS Y RESULTADOS

5.1. INCIDENCIA DE LAS VARIABLES

5.1.1. RELACION VELOCIDAD DE VIENTO/VELOCIDAD DE ROTACIÓN..... 56

5.1.2. PERFIL DE LAS ASPAS 58

5.1.3. NUMERO DE ASPAS 59

5.2. POSIBLES APLICACIONES

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....63

BIBLIOGRAFIA 66

ANEXOS 67

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág
GRÁFICO 1. ROTOR TIPO PROPULSOR	4
GRÁFICO 2. ROTOR TIPO DARRIEUS.....	5
GRÁFICO 3. GENERADOR TIPO SAVONIUS	6
GRÁFICO 4. DISEÑO ORIGINAL DE GENERADOR TIPO SAVONIUS	7
GRÁFICO 5. RENDIMIENTOS TIPOICOS DE MAQUINAS DE VIENTO	14
GRÁFICO.6 TORQUE RELATIVO INICIAL VS U	15
GRÁFICO.7 CURVAS CARACTERISTICAS $H = f_1(Q)$, $P_a = f_2(Q)$ y $\eta = f_3(Q)$ de una bomba para $n = 1.000$ rpm.....	18
GRÁFICO 8. CURVAS EN CONCHA O COLINA DE RENDÍMIENTOS DE UNA BOMBA CENTRIFUGA	19
GRÁFICO 9. DIVERSOS TIPOS DE TUBOS DE PITOT Y PRANDTL	20
GRÁFICO 10. FOTOGRAFIA DEL TUNEL DE PRUEBAS	23
GRÁFICO 11. ESQUEMA DEL TUNEL DE PRUEBAS Y SUS PARTES	24
GRÁFICO 12. AREA DE UN GENERADOR TIPO SAVONIUS	25
GRÁFICO 13. LAMINAS UTILIZADAS PARA DAR FORMA A LOS PERFILES.....	27
GRÁFICO 14. EQUIPO DE MEDICION MARCA SOLOMAT	28
GRÁFICO 15. DINAMOMETRO FRENO DE PRONY	31
GRÁFICO 16. DISTRIBUCION Y DENOMINACION DE PERFILES SEMICILINDRICOS PARA 2, 3, 4 Y 5 ASPAS	33

GRÁFICO 17.	DISTRIBUCION Y DENOMINACION DE PERFILES PARABOLICOS	
	PARA 2, Y 3 ASPAS, TIPO F	34
GRÁFICO 18.	DISTRIBUCION Y DENOMINACION DE PERFILES PARABOLICOS	
	PARA 2, Y 3 ASPAS, TIPO G	35
GRÁFICO 19.	DISTRIBUCION Y DENOMINACION DE PERFILES SEMIELIPTICOS	
	PARA 2 Y 3 ASPAS, TIPO D	36
GRÁFICO 20.	DISTRIBUCION Y DENOMINACION DE PERFILES SEMIELIPTICOS	
	PARA 2, Y 3 ASPAS, TIPO E	37
GRÁFICO 21.	DISTRIBUCION Y DENOMINACION DE PERFILES ESPECIALES TIPOS	
	H, I	38
GRÁFICO 22.	DISTRIBUCION Y DENOMINACION DE PERFILES SEMICILINDRICOS	
	CON DIFERENTE EMPATE AL EJE	39
GRÁFICO 23.	EFICIENCIA VS U PARA PERFILES SEMICILINDRICOS CON 2 ASPAS	
	EMPATE AL EJE TIPO A.	44
GRÁFICO 24.	EFICIENCIA VS U PARA PERFILES SEMICILINDRICOS CON 3 ASPAS	
	EMPATE AL EJE TIPO A.	44
GRÁFICO 25.	EFICIENCIA VS U PARA PERFILES SEMIELIPTICOS CON 4 ASPAS	
	EMPATE AL EJE TIPO A.	45
GRÁFICO 26.	EFICIENCIA VS U PARA PERFILES SEMICILINDRICOS CON 2 ASPAS	
	EMPATE AL EJE TIPO B.	45
GRÁFICO 27.	EFICIENCIA VS U PARA PERFILES SEMICILINDRICOS CON 3 ASPAS	
	EMPATE AL EJE TIPO B.	46

GRÁFICO 28.	EFICIENCIA VS U PARA PERFILES SEMICILINDRICOS CON 2 ASPAS	
	EMPATE AL EJE TIPO C.	46
GRÁFICO 29.	EFICIENCIA VS U PARA PERFILES SEMICILINDRICOS CON 3 ASPAS	
	EMPATE AL EJE TIPO C.	47
GRÁFICO 30.	EFICIENCIA VS U PARA PERFILES SEMICILINDRICOS CON 2 ASPAS	
	EMPATE AL EJE TIPO J.	47
GRÁFICO 31.	EFICIENCIA VS U PARA PERFILES SEMIELIPTICOS CON 3 ASPAS	
	TIPO E.	48
GRÁFICO 32.	EFICIENCIA VS U PARA PERFILES PARABOLICOS CON 2 ASPAS	
	TIPO F.	48
GRÁFICO 33.	EFICIENCIA VS U PARA PERFILES PARABOLICOS CON 3 ASPAS	
	TIPO F.	49
GRÁFICO 34.	EFICIENCIA VS U PARA PERFILES ESPECIALES CON 2 ASPAS	
	TIPO H.	49
GRÁFICO 35.	EFICIENCIA VS U PARA PERFILES ESPECIALES CON 3 ASPAS	
	TIPO H.	50
GRÁFICO 36.	EFICIENCIA VS U PARA PERFILES ESPECIALES CON 2 ASPAS	
	TIPO I.	50
GRÁFICO 37.	INFLUENCIA DEL NUMERO DE ASPAS EN LA EFICIENCIA Y TORQUE	
	PERFIL CONSIDERADO: SEMICILINDRICO (VELOCIDAD 3)	51
GRÁFICO 38.	INFLUENCIA DEL NUMERO DE ASPAS EN LA EFICIENCIA Y TORQUE	
	MAXIMOS	51

GRÁFICO 39. COMPARACION EFICIENCIA MAXIMA VS U PARA LOS DIFERENTES TIPOS DE PERFILES	52
GRÁFICO 40. COMPARACION TORQUE MAXIMO VS U PARA LOS DIFERENTES TIPOS DE PERFILES	52
GRÁFICO 41. INFLUENCIA DEL PARAMETRO A (CURVATURA) EN LA EFICIENCIA Y TORQUE PARA PERFILES SEMIELIPTICOS (VELOCIDAD 3)	53
GRÁFICO 42. INFLUENCIA DEL PARAMETRO A (CURVATURA) EN LA EFICIENCIA Y TORQUE PARA PERFILES PARABOLICOS (VELOCIDAD 3)	53
GRÁFICO 43. INFLUENCIA DEL PARAMETRO A (CURVATURA) EN LA EFICIENCIA Y TORQUE PARA PERFILES ESPECIALES (VELOCIDAD 3)	54
GRÁFICO 44. INFLUENCIA DEL TIPO DE EMPATE AL EJE EN LA EFICIENCIA Y TORQUE PERFIL CONSIDERADO: SEMICILINDRICO 2 ASPAS (VELOCIDAD 3)	55
GRÁFICO 45. INFLUENCIA DEL TIPO DE EMPATE AL EJE EN LA EFICIENCIA Y TORQUE MAXIMOS	55

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
TABLA 1. OPCIONES DE EQUIPOS SOLOMAT PARA MEDIR VELOCIDADES DE FLUJO	28
TABLA 2. RESUMEN DENOMINACION DE LOS DIVERSOS TIPOS DE PERFILES..	41
TABLA 3. INFLUENCIA DE LA RELACION VELOCIDAD DE ROTACION /VELOCIDAD DEL VIENTO EN LA EFICIENCIA Y TORQUE MAXIMOS	57

NOMENCLATURA

ω	Velocidad angular
u	Velocidad Periférica adimensional
WECS	Sistema de Conversión de Energía Eólica
Cp	Coeficiente de potencia del rotor
N	Revoluciones por minuto
V	velocidad del viento
R	radio del rotor
E	Número de Euler
F	Número de Froude
R	Número de Reynolds
M	Número de Mach
W	Número de Weber
m	modelo
p	prototipo
Q	caudal
H	cabezal
η	Eficiencia
T	Torque
f_2	fuerza final
f_1	fuerza inicial
r_d	radio del dinamómetro

INTRODUCCION

El autor fue uno de los primeros en nuestro país en tratar de oxigenar piscinas camaroneras para incrementar la productividad, encontrándose con el problema -generalizado en el Ecuador rural- de la ausencia de redes de energía eléctrica.

Tecnologías de generación no convencionales y amigables al ambiente como la solar y la eólica se estudiaron descartándose la primera por onerosa y la gran mayoría de las segundas por requerir vientos fuertes y constantes, que no son característicos en el Ecuador.

Así llegamos a la percepción de que en el generador eólico tipo Savonius, de alto torque a bajas velocidades de rotación y de viento, y por otra parte de fácil construcción -ideal para las zonas rurales- había una solución.

Al desarrollar un prototipo de oxigenador nos encontramos con que había muy poca información al respecto, lo que dio origen al presente trabajo, para lo cual tuvimos que recurrir a un análisis experimental del generador en un banco de pruebas construido específicamente para este fin, ya que no existen modelos matemáticos que describan el funcionamiento del generador.

Dentro de la selección de pruebas a realizarse se determinó que las velocidades correspondan aproximadamente a las de nuestro medio. Asimismo, se construyó el generador de tamaño natural para conseguir la perfecta semejanza dimensional y dinámica.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. IMPORTANCIA DEL TEMA

1.1.1. INFORMACIÓN SOBRE EL TEMA

El viento representa una forma de energía barata, renovable y fácilmente accesible. Este recurso está disponible más o menos constantemente, aunque su distribución varía mucho según el tiempo y el lugar. Estudios realizados en Japón y Holanda indican que aproximadamente del 10 al 20% del consumo actual de energía podría cubrirse con energía eólica. Uno de los problemas principales que produce el generar este tipo de energía es el espacio que

requiere, aunque en todo caso este problema es muy inferior al que representan los paneles solares.

Para convertir la potencia del viento en energía útil se utilizan diversos tipos de generadores de viento , dos de los cuales (Darrieus y el tipo Propulsor)se muestran en las figuras 1 y 2.

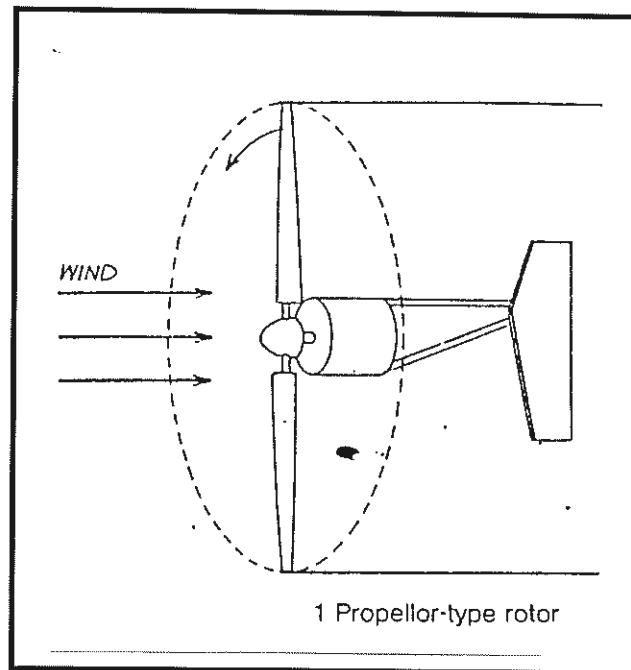


GRÁFICO 1. ROTOR TIPO PROPULSOR

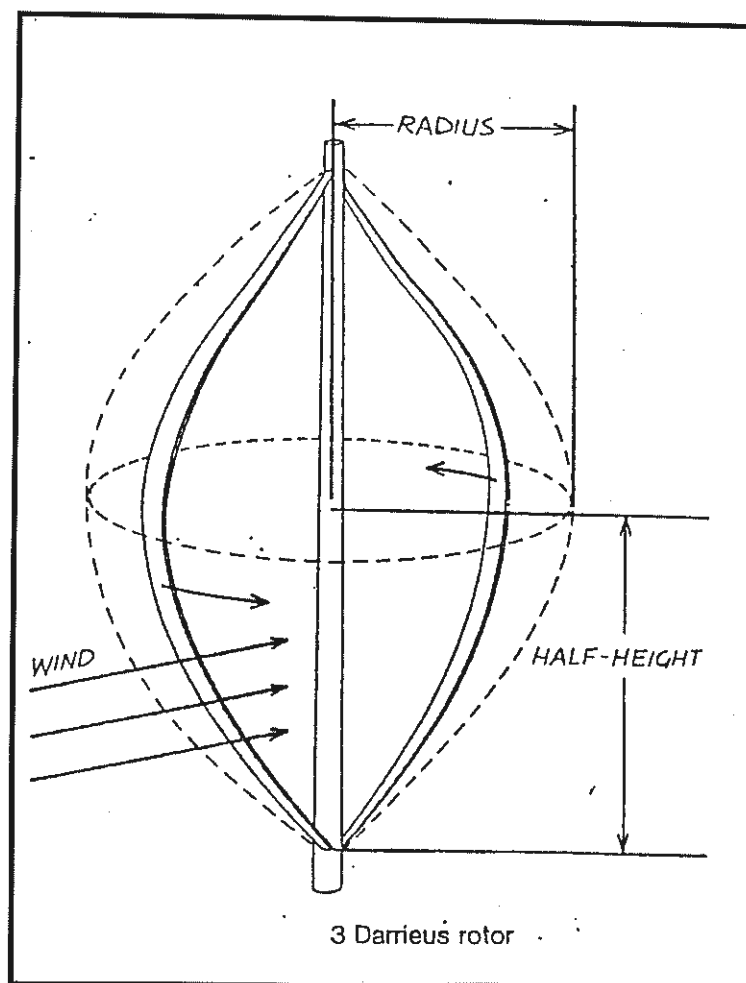
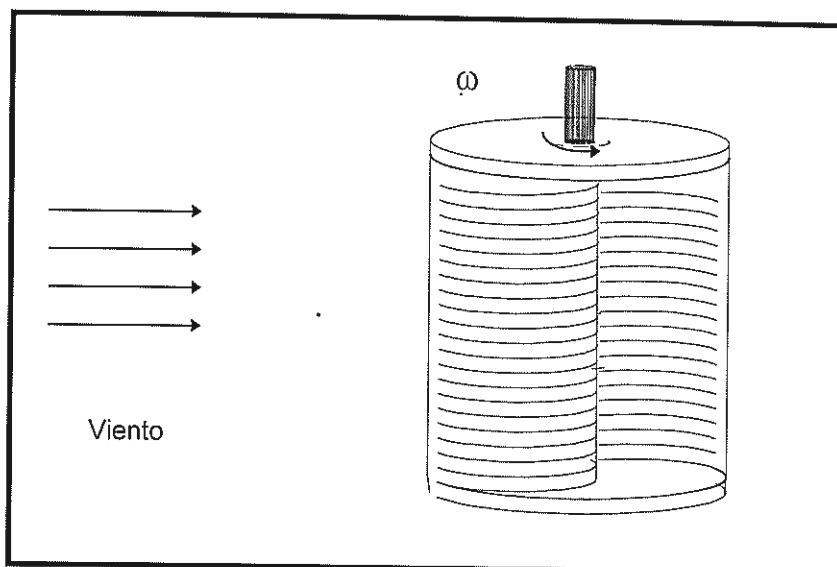


GRÁFICO 2. ROTOR TIPO DARRIEUS

El generador de tipo Savonius fue inventado en 1924 por el ingeniero finlandés Sigmund Savonius y patentado por él en 1929. Este generador consiste de dos aspas, de forma semi-cilíndrica, montadas entre dos discos para que un aspa presente una superficie cóncava al viento y la otra una superficie convexa.

GRÁFICO 3. GENERADOR TIPO SAVONIUS



Los generadores tipo Savonius no han demostrado ser muy útiles para la generación de grandes cantidades de potencia eléctrica, ni son muy eficientes comparados con otros tipos de generadores de viento. De cualquier manera, su utilidad proviene de tener un diseño muy sencillo y fácil de construir y de que este tipo de generador puede ser útil en aplicaciones donde es necesario sacar un torque directamente del eje.

En lugar de operar por la fuerza de sustentación como los generadores a hélice, el giro de un generador Savonius se produce por diferencia de arrastre entre el aspa cóncava y la convexa. Lo que resulta es que el generador Savonius tiene la propiedad de que su velocidad es auto-regulante. Cuando sube la velocidad angular del rotor, las velocidades relativas entre las aspas y el viento cambian, por consiguiente, la diferencia en arrastre entre los dos aspas baja hasta que se encuentra un equilibrio para cierta velocidad. Esa velocidad de giro representa también el punto de eficiencia máxima del generador.

1.1.2. INVESTIGACIONES ANTERIORES

Dos estudios previos de generadores Savonius han determinado que este punto de máxima velocidad y eficiencia cae en un rango de 0.9-1.0:

1. Le Gouvriere, D. WIND POWER PLANTS(1982)
2. Sheldahl, Blackwell, & Feltz, "WIND TUNNEL PERFORMANCE FOR 2 & 3 BUCKET SAVONIUS ROTORS", (1978)

Los generadores Savonius probados en estos experimentos eran similares al diseño original propuesto por Savonius en el cual las dos aspas se empatan en el centro de modo que el flujo del aspa que presenta la superficie convexa al viento pueda derramarse a la otra aspa proporcionando un torque adicional a la otra aspa. Se ha encontrado que el empate de las dos aspas es de gran importancia en la determinación del la eficiencia y del torque máximo.

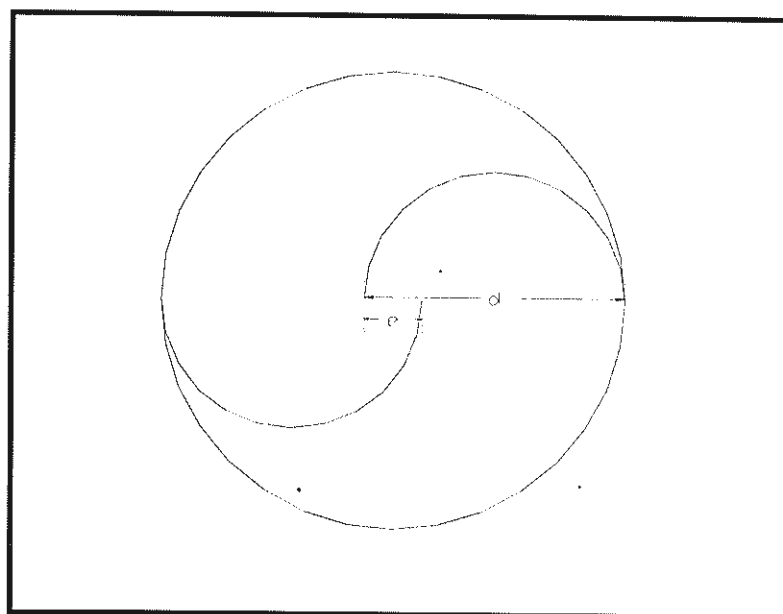


GRÁFICO 4. DISEÑO ORIGINAL DE GENERADOR SAVONIUS

Le Gouviere encontró eficiencia máxima para $e/d = 0.1$ to 0.15

Sheldahl, Blackwell & Feltz encontraron eficiencias máximas de :

0.27 para $e/d = 0$; 0.30 para $e/d = 0.167$; 0.28 para $e/d = 0.25$ y disminuye para valores mayores de relación e/d .

Este estudio también encontró que el torque máximo se producía para valores de velocidad periférica adimensional u (velocidad de rotación/velocidad de viento) iguales a 0.4

Dentro de estos estudios también se investigaron los torques iniciales y sugirieron maneras de reducir la variación del torque inicial con la posición de las aspas.

Otras sugerencias realizadas en estos estudios se anotan a continuación:

-La eficiencia del rotor mejora cuando la relación de su altura para el diámetro se incrementa. Esto es el resultado de la disminución del efecto de las pérdidas en las extremidades del rotor.

-En una de las investigaciones se anota que la forma de las aspas no hace una gran diferencia en la eficiencia, y, en los dos casos los estudios se concentraron solo en perfiles semicilíndricos debido a la facilidad de su manufactura.

1.1.3. INVESTIGACIÓN PRESENTE

La investigación presente trata de definir los parámetros que afectan el rendimiento de un generador Savonius y determinar en base a esto las consideraciones que deben tenerse en cuenta para su diseño.

Los factores más importantes a considerar son:

- a) Número de aspas.
- b) Perfil de las aspas (forma)
- c) Unión de las aspas con el eje.

Se podría también comprobar el efecto del tamaño de las aspas, pero teórica y experimentalmente la escala no crea diferencias en la eficiencia y realmente cualquier diferencia que exista entre rotores pequeños y grandes se daría por pérdidas. Como las pérdidas son específicas para cada caso se podría solamente suponer que las pérdidas son menos importantes en los generadores más grandes.

Para cada prueba se hará una investigación en un túnel construido específicamente para eso. Con condiciones iguales se medirá la velocidad de aire, torque en el eje y velocidad de giro para cada modificación del generador, así se podrán comparar los datos obtenidos.

Debido a que en este tipo de rotor el flujo de aire de un aspa incide sobre la otra, se infiere que la forma y el tamaño del eje central influyen en la eficiencia del Rotor. Para estudiar el efecto que esta disposición podría tener se probarán diversas formas de empate al eje de las aspas.

La dirección del viento no se considera un parámetro de importancia, ya que al tratarse de velocidades bajas la dirección preferencial que éste tome no influirá en forma tangible en el comportamiento del generador.

1.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1.2.1. AERODINÁMICA

La fuerza neta que experimenta un cuerpo cuando existe movimiento relativo entre éste y el fluido en el que se encuentra sumergido puede descomponerse en dos componentes: Una paralela a la dirección del movimiento (Fuerza de arrastre), y otra perpendicular a la dirección del movimiento (Fuerza de sustentación).

A menos que el cuerpo sumergido sea una placa plana se producirá un gradiente de presión. El gradiente de presión tiene un efecto pronunciado en el comportamiento del flujo. Un gradiente de presión adverso es condición necesaria para que ocurra separación o desprendimiento del flujo alrededor de la superficie del cuerpo. El fenómeno de separación ocurre antes cuando el flujo es laminar, lo que genera una estela mayor y por lo tanto mayores coeficientes de arrastre.

Las superficies aerodinámicas (semejantes a la dirección de las líneas de flujo) son utilizadas para reducir los efectos que causa esta separación o desprendimiento del flujo detrás de los cuerpos sumergidos. Su objetivo principal es reducir el gradiente de presión adversa que se presenta detrás del punto de máximo espesor del cuerpo, lo cual permite retrasar la separación de la capa límite y por lo tanto, reducir el efecto del arrastre debido a la presión.

Las formas óptimas de dichos perfiles son estudiadas en base a datos experimentales o a pruebas sobre modelos en túneles de viento.

1.2.2. EL VIENTO

La cantidad total de energía que puede ser extraída del viento se relaciona con su velocidad y con el tiempo que cada velocidad de viento existe en el sitio considerado. El recurso de viento disponible se analiza en variaciones anuales, mensuales y diarias del promedio. Los datos anuales de la velocidad del viento constituyen la unidad básica para controlar el diseño del tamaño de un Sistema de conversión de energía eólica (WECS por sus siglas en inglés) para entregar una cantidad de energía en una base anual.

El análisis de la información anual de velocidad del viento lleva a la elaboración de varias curvas tales como las **curvas de distribución de velocidad de viento o curvas de frecuencia** (que indican el número de horas que una velocidad de viento dada ocurre); la **curva de duración de velocidad** (que se obtiene invirtiendo las coordenadas de la curva anterior); y la **curva de duración de potencia** (que es el resultado de graficar la potencia por unidad de área).

Usando las **curvas de frecuencia de velocidad y de potencia característica** (potencia/unidad de área) se generan las **curvas de distribución de energía**, las cuales finalmente indicarán cuáles velocidades de viento son más importantes en la producción de energía en un lugar determinado. La energía del viento en ese lugar se calcula multiplicando la potencia en una banda de velocidades (incrementos de 1 mph) por la duración en horas de dicha banda de velocidades.

Estos datos dan indicaciones del periodo del tiempo en que ciertas velocidades de viento están disponibles, pero no indican cuándo lo están. Los datos mensuales y anuales de la distribución de velocidad del viento dan indicaciones en cuanto a la disponibilidad.

La energía total del viento en un sitio no está totalmente disponible para el usuario final debido a limitaciones impuestas al sistema por los elementos que lo componen y por la consideraciones de diseño en base a esfuerzo del rotor y su estructura.

El uso típico de la potencia producida en el eje por el rotor es la operación de bombas o generadores eléctricos. Estos componentes operan a una eficiencia pico a una RPM dada del rotor. El sistema se diseña generalmente para mantener al elemento que utilizará la energía proporcionada por el WECS operando a una eficiencia pico y a su consumo de potencia de diseño o nivel de salida. Esto mantiene al rotor del WECS protegido de sobrecargas cuando la velocidad del viento proporcione energías muy superiores a la capacidad a la que está diseñado el componente.

Las curvas de distribución de energía demuestran que se puede extraer muy poca energía de las velocidades de viento altas, lo que hace poco práctico diseñar un sistema que opere a velocidades mayores que una cierta velocidad de viento máxima. Esta velocidad es generalmente el punto donde el sistema cesa de operar y el rotor se detiene para protegerse de las altas velocidades.

Las curvas de potencia características demuestran que es posible seleccionar un diámetro de rotor que proporcione la potencia deseada a cualquier velocidad de viento. Mientras menor es la velocidad de diseño, mayor deberá ser el diámetro del rotor necesario para entregar una potencia específica, pero el costo se incrementará a medida que este diámetro aumente. Tampoco es conveniente diseñar un WECS para velocidades de viento muy bajas, ya que las curvas de distribución de energía muestran que es poca la energía que se puede extraer de ellos.

EFICIENCIA DEL ROTOR

La eficiencia del rotor se denomina el coeficiente de potencia del rotor (C_p)

La aerodinámica introdujo el uso de los números adimensionales para describir los parámetros de diseño asociados al flujo de aire. Este análisis es similar a los números adimensionales asociados al flujo de fluidos. Uno de los parámetros comunes en el análisis aerodinámico el TIP SPEED RATIO o factor de velocidad periférica adimensional (u)

$$(u) = \frac{\omega R}{V} = \frac{2 \pi N R}{60 V}$$

ω = Velocidad angular en rad/seg

N = Revoluciones por minuto

V = Velocidad del viento en pies/seg o m/seg

R = Radio del rotor en pies o m

Con el uso del Factor adimensional de velocidad periférica (u) se puede ignorar la velocidad de rotación y diámetro del generador y analizar la eficiencia del rotor en forma más general.

El gráfico da una comparación del rendimiento de los diversos tipos de rotores que han sido contruídos:



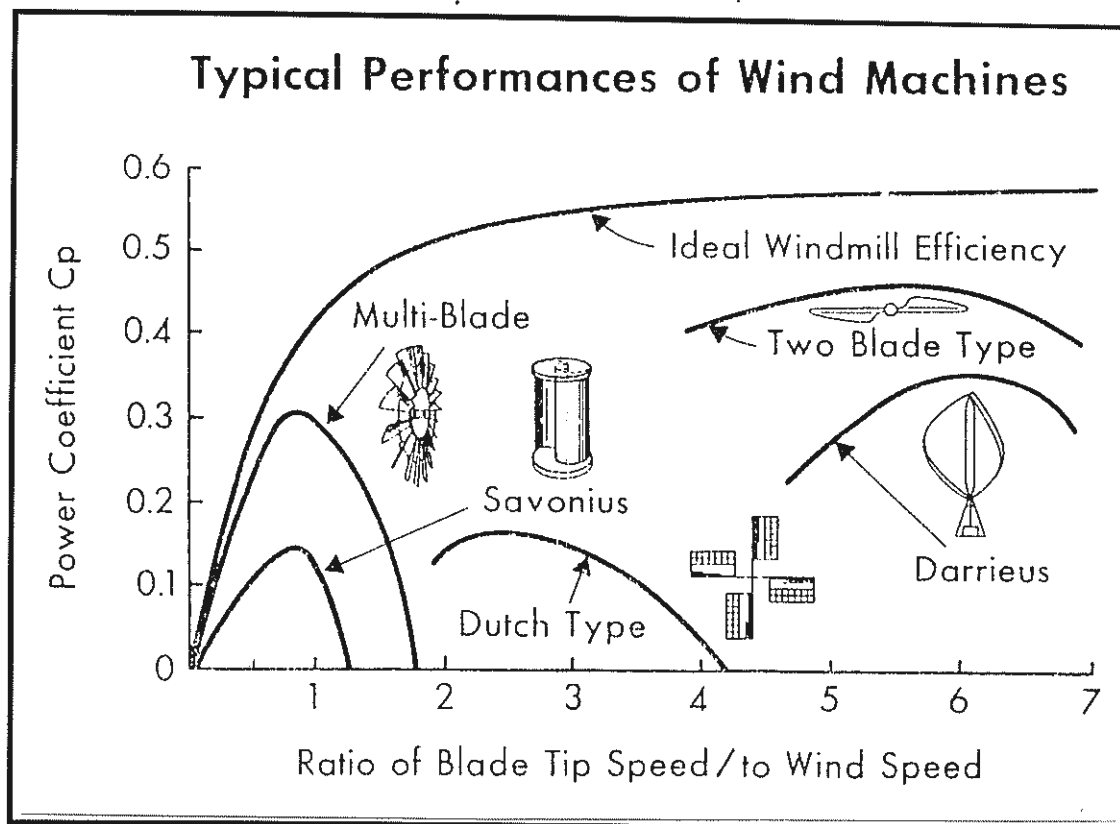


GRÁFICO 5. RENDIMIENTOS TÍPICOS DE MÁQUINAS DE VIENTO

TORQUE

La energía obtenida de un WECS se manifiesta como torque en el eje del rotor sobre el resto del sistema.

Los generadores de viento que tienen los valores de u más pequeños son los que tienen los valores de torque más altos. Esto los hace particularmente recomendables para aplicaciones que requieran un torque inicial bastante alto, como es el caso de sistemas de bombeo o generación eléctrica. En el caso de las bombas son especialmente útiles porque éstas no

requieren velocidades de giro (rpm) altas del rotor, ya que generalmente es mejor bombear grandes cantidades de agua en forma lenta que pequeñas cantidades en forma rápida.

La figura muestra los torques relativos iniciales de varios generadores de viento como función de u .

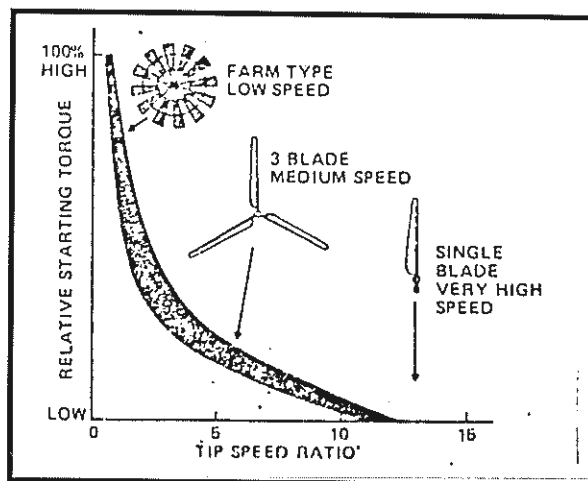


GRÁFICO 6. TORQUE RELATIVO INICIAL VS U

1.2.3. SEMEJANZA DE MODELOS

Aunque el avance de la tecnología ha contribuido a resolver muchos problemas en el campo de la mecánica de fluidos, todavía existen otros que no se ajustan a modelos matemáticos y requieren para su análisis de la experimentación.

En la práctica se utilizan modelos reducidos a escala del prototipo, y se reduce el número de variables a ensayar con el uso de parámetros adimensionales, quedando en la mayor parte de los casos una variable dependiente y otra independiente.

Para poder predecir el comportamiento del prototipo a partir de los resultados obtenidos experimentalmente en un modelo a escala se deben considerar las siguientes condiciones:

a) El modelo ha de ser geoméricamente semejante al prototipo, lo cual es evidente, ya que de otra forma sería imposible la comparación entre modelo y prototipo.

b) El modelo ha de ser dinamicamente semejante al prototipo.

Para que los fenómenos en el modelo y en el prototipo sean comparables no basta que los modelos de estructuras o máquinas hidráulicas sean geoméricamente semejantes a los prototipos sino que también los flujos, o sea las líneas de corriente, han de ser semejantes. Para ello es necesario que las velocidades, aceleraciones, fuerzas, etc se hallen también en relaciones bien determinadas.

Estas relaciones son:

Número de Euler (E): Semejanza dinámica con predominio gradiente de presiones

Número de Froude (F): Semejanza dinámica con predominio de la gravedad

Número de Reynolds (R): Semejanza dinámica con predominio de la viscosidad

Número de Mach (M): Semejanza dinámica con predominio de la elasticidad

Número de Weber (W): Semejanza dinámica con predominio de la tensión superficial.

Para perfecta semejanza dinámica se deberían cumplir simultáneamente las cinco ecuaciones siguientes:

$$E_m = E_p$$

$$F_m = F_p$$

$$R_m = R_p$$

$$M_m = M_p$$

$$W_m = W_p (*)$$

(*) m: modelo

p: prototipo

El cumplimiento simultáneo de estas cinco ecuaciones es imposible en el ensayo de modelos reducidos, porque dichas ecuaciones pueden cumplirse de esa manera solo en el caso de que la escala sea 1 a 1. Por eso de ordinario se escoge de ellas una sola, la que más se ajuste al fenómeno.

En los ensayos aerodinámicos realizados en túneles de viento así como en los ensayos de máquinas hidráulicas la fuerza preponderante es la viscosidad. Por lo tanto el modelo y el prototipo además de ser geoméricamente semejantes deberían ensayarse a igual número de Reynolds para conservar la semejanza dinámica. En la práctica esto resulta imposible, por lo que según práctica universal en los ensayos de máquinas hidráulicas se hace la hipótesis de que la semejanza geométrica implica la semejanza mecánica.

Esto equivale a suponer que la viscosidad no entra en juego y por tanto que los rendimientos del modelo y del prototipo son iguales. Aunque en realidad no sucede así, la hipótesis anterior ha conducido a excelentes resultados. Más aún, utilizando fórmulas empíricas se puede también predecir a base de los rendimientos del modelo obtenidos en el ensayo los rendimientos del prototipo.

1.2.4. CURVAS CARACTERÍSTICAS PARA TURBOMÁQUINAS

Para determinar las características de una máquina cuando se cambia una de las variables no se pueden utilizar las fórmulas de semejanza, ya que éstas se basan en la hipótesis de que el rendimiento se mantiene constante, por lo que los resultados serán

tanto menos aproximados cuanto más diferentes sean las condiciones de funcionamiento.

En este caso debe recurrirse a la elaboración de curvas características, que son experimentales y se obtienen fácilmente en un banco de pruebas. Así por ejemplo en la figura se muestran curvas características de una bomba que se han obtenido al mantener constante el número de revoluciones.

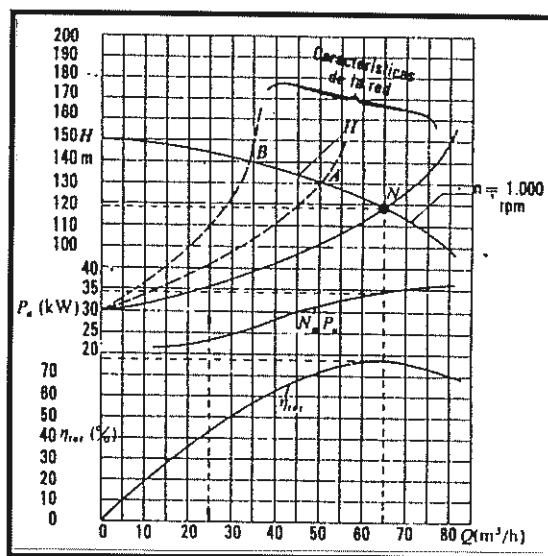
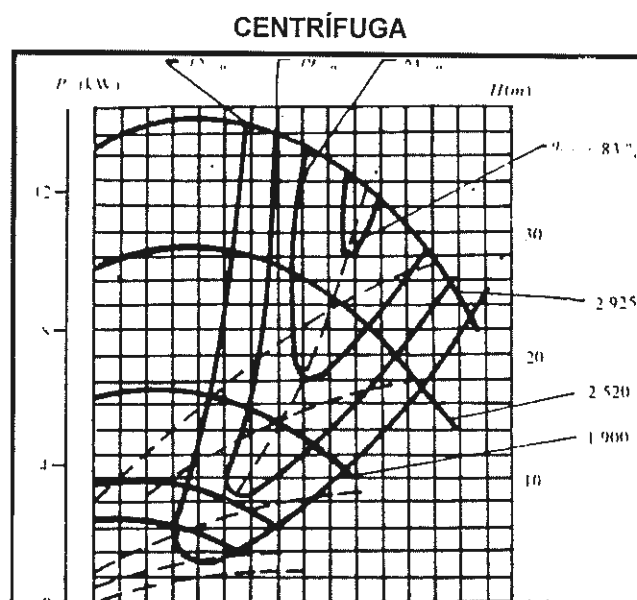


GRÁFICO 7. CURVAS CARACTERÍSTICAS $H = f_1(Q)$, $P_a = f_2(Q)$ y $\eta = f_3(Q)$ de una bomba para $n = 1.000$ rpm.

El ensayo completo de una bomba es un conjunto de ensayos elementales, caracterizado cada uno por un número de revoluciones distinto: consta de varias (cinco a ocho) curvas $Q - H_m$ y de varias curvas de $\eta_t = C$

En la figura se muestran el ensayo completo de una bomba centrífuga cuyo $\eta_{m\acute{a}x}$ es 83% para las condiciones de diseño.

GRÁFICO 8. CURVAS EN CONCHA O COLINA DE RENDIMIENTOS DE UNA BOMBA



Las curvas de igual rendimiento son equivalentes a las curvas de nivel en un plano topográfico. El plano $Q-H_m$ es como el terreno en planta. El tercer eje en un sistema cartesiano espacial es el eje de los rendimientos h_t . Y las curvas de igual rendimiento de la figura son las proyecciones en el plano $Q-H_m$ de las intersecciones de la superficie de ecuación $h_t = f(Q, H_m)$ con planos horizontales trazados en la figura a alturas $h_t = 0,75, 0,79, 0,81$ y $0,83$. Estas curvas, que van siendo cada vez más interiores a medida que el rendimiento crece, se llaman *curvas en concha*, y a su conjunto se le llama también *colina de rendimientos*.

1.2.5. APARATOS DE MEDICION

Los principales aparatos o instrumentos desarrollados para medir la velocidad de en flujo cerrado de gases son los siguientes:

TUBO DE PRANDTL

Se fundamenta en la ecuación de Bernoulli y combina un tubo de Pitot para medir la presión total, el tubo piezométrico para medir la presión estática y el Tubo de Prandtl que mide la presión dinámica (diferencia entre las dos anteriores)

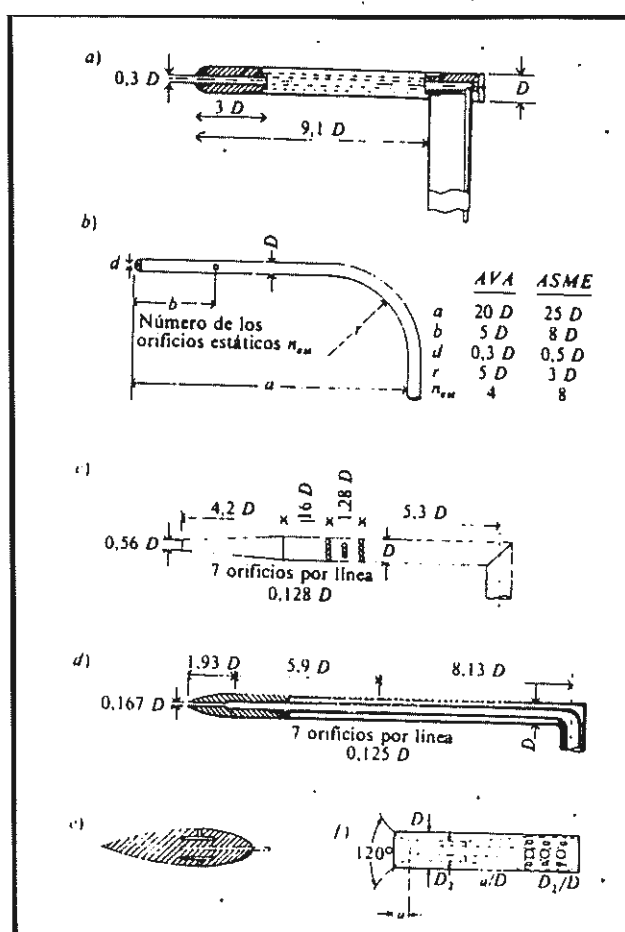


GRÁFICO 9. DIVERSOS TIPOS DE TUBOS DE PITOT Y PRANDTL

ANEMÓMETROS:

- a) De eje Vertical: Consiste en cuatro casquetes esféricos dispuestos en los extremos e una cruceta que puede girar libremente, de manera que las caras cóncavas en el mismo bazo miren en direcciones opuestas. La velocidad del viento es aproximadamente proporcional al número de revoluciones de la cruceta.
- b) De eje Horizontal: O de paletas, el cual es una turbina de hélice accionada por el viento que puede girar libremente en el interior de una caja cilíndrica. La velocidad del viento es función del número de revoluciones.
- c) De Hilo Caliente: Se basa en que la resistencia de los conductores eléctricos es función de la temperatura. Esencialmente consiste de un conductor de metal inerte soldado a dos electrodos. El conductor se introduce en la corriente de fluido y se calienta mediante una resistencia eléctrica. La variación de resistencia debido a la influencia del fluido determinará la velocidad del flujo.

CAPÍTULO II

TÚNEL DE VIENTO

2.1. SELECCIÓN Y CÁLCULO

2.1.1. CARACTERÍSTICAS DEL TÚNEL

El túnel de viento fue construido especialmente para hacer estas pruebas. La fuente de viento es un ventilador doméstico a tres velocidades, el cual se coloca a la entrada del túnel.

La sección del túnel, que empieza con el diámetro del ventilador se abre hasta una sección rectangular de 760 x 150 mm. Después vienen dos entradas al túnel que permiten medir la velocidad del aire que incide en el generador. Luego de esto sigue la sección de pruebas donde va el generador.

Una pared de esta sección tiene una ventana de acrílico que permite ver y da acceso a la sección de pruebas. En el centro de la ventana hay un agujero para el eje del generador. Opuesto a este agujero está soldado el cono de los rulimanes del generador. El aire sale del túnel a la atmósfera.

El generador de viento consiste de aspas de lámina metálica pegadas entre dos discos de acrílico de 500 mm de diámetro y unidos por un eje central de 28 mm de diámetro. De un lado del eje está pegada la pista del rulimán que coge uno de los discos con tornillos, y el otro lado es libre.

FIGURA 10. FOTOGRAFÍA DEL TÚNEL DE PRUEBAS



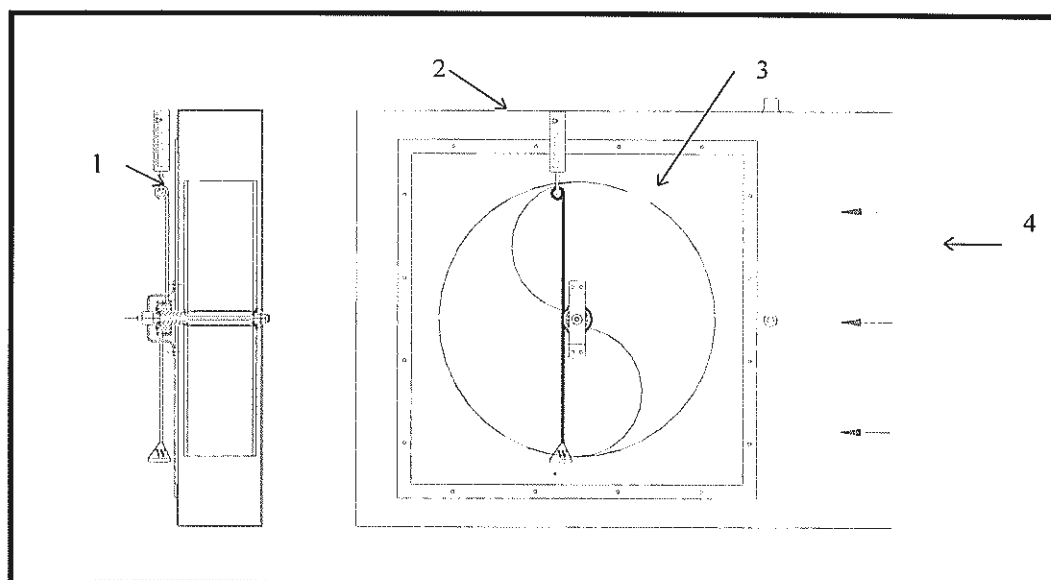


GRÁFICO 11. ESQUEMA DEL TÚNEL DE PRUEBAS Y SUS PARTES

1. Freno de Prony
2. Túnel de Pruebas
3. Generador
4. Entrada del túnel

2.1.1. CÁLCULOS PARA LAS PRUEBAS

La potencia que existe en el viento puede ser calculada con la fórmula

Ecuación 1 $P = \frac{1}{2} \rho Q v^2$.

donde: **P** = Potencia

ρ = densidad del aire

Q = caudal

v = velocidad promedio del viento

En el caso de un generador de viento que ocupe un area, A , en el flujo de viento, la potencia disponible es

Ecuación 2 $P_v = \frac{1}{2} \rho A v^3$

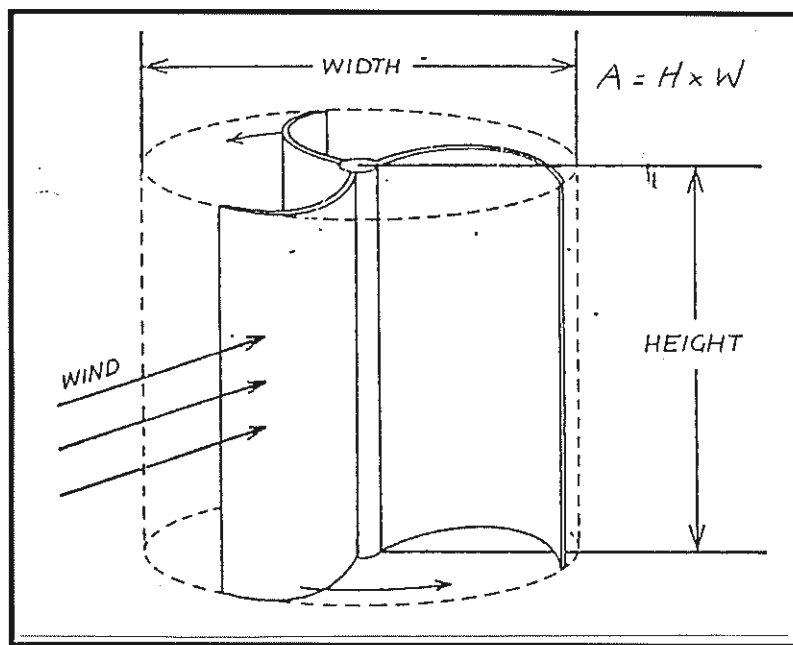


GRÁFICO 12. ÁREA DE UN GENERADOR TIPO SAVONIUS

Cuando gira el generador, la potencia que esta convertida hasta el eje es de

Ecuación 3 $P_g = T \omega$

donde T = Torque en el eje

ω = velocidad angular del generador

La eficiencia del generador, η , viene del porcentaje de potencia en el viento convertido al eje

Ecuación 4 $\eta = P_g / P_v$

La velocidad adimensional periférica u es:

Ecuación 5 $u = \omega r / v$

r = radio del generador

2.2. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

2.2.1 VERSATILIDAD DEL CONJUNTO

El tipo de pruebas a realizarse requieren que el conjunto sea muy versátil. Esto se ha logrado fabricando las aspas en lámina metálica, lo que les proporciona a su vez rigidez y maleabilidad para lograr los perfiles deseados.

Estas láminas se recortan en rectángulos de 140 x S mm (donde S es el largo del arco). Se hacen dobleces de 10 mm como se muestra en la ilustración, los mismos que servirán para pegar el aspa al disco. Esto se lo hace con cinta, siguiendo los perfiles que deberán dibujarse previamente en los discos.

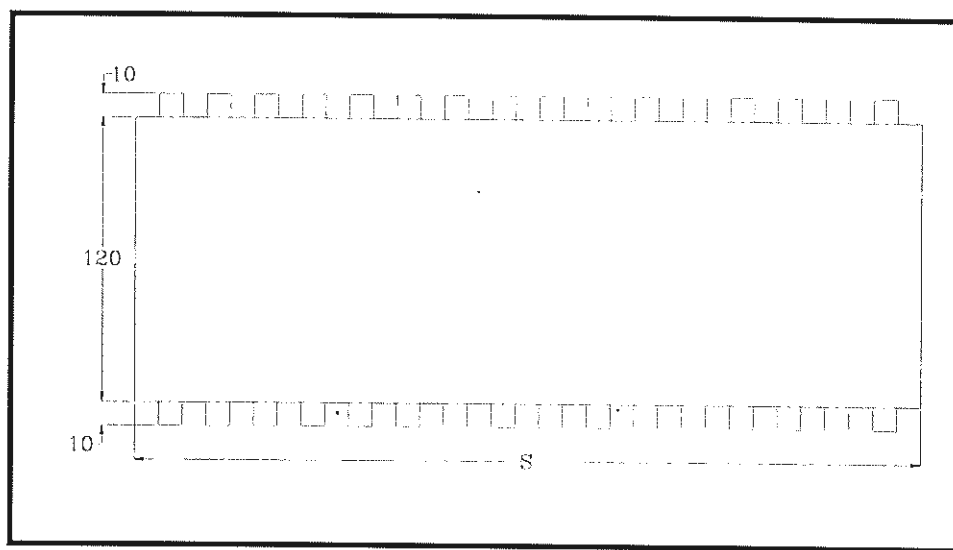


GRÁFICO 13. LÁMINAS UTILIZADAS PARA DAR FORMA A LOS PERFILES

2.2.2. EQUIPOS DE MEDICION

Para la realización de estas pruebas se cuenta con un equipo de medición marca Solomat, el cual proporciona un amplio rango de instrumentos para monitoreo del propiedades del aire tanto en ambientes exteriores, como interiores.

FIGURA 14. EQUIPO DE MEDICIÓN MARCA SOLOMAT

**VELOCIDAD DEL VIENTO**

Para la medición de velocidad del viento, se proporcionaron las siguientes alternativas:

TABLA 1 OPCIONES DE EQUIPOS SOLOMAT PARA MEDIR VELOCIDAD DE FLUJO

PARAMETRO A MEDIR	PRUEBA RECOMENDADA	RANGO DE MEDICION
Velocidad del aire	228 MSX Vane anemometer	0.05/40.00 m/s 100/8000 ft/min
Pitot/Presión	229 MS Pitot Tube	2.00 a 100 m/s 300 a 20000 ft/min

De acuerdo a pruebas preliminares, los rangos de velocidades de viento utilizados en las pruebas son de 100 a 800 ft/min (0,508/4 m/s), por lo que se seleccionó el anemómetro.

Descripción:

El anemómetro tipo 228MS/GN usa un propulsor que gira libremente al incidir el flujo de aire. La velocidad es sensada y calibrada electrónicamente, luego de lo cual se muestra en la pantalla. El anemómetro tipo 228MSX además del mango telescópico del 228 MS incorpora una construcción rugosa con rodamientos especiales para baja fricción. Este anemómetro es sensible a la dirección del flujo, por lo cual este debe ir en la misma dirección que indica la flecha en la cabeza del instrumento.

VELOCIDAD DE GIRO:

La velocidad de giro del eje se puede medir fácilmente sin llegar a tocarlo. El tacómetro tipo 327 MS emite un haz de luz que se refleja en un punto del eje, y dicha reflexión es capturada por un detector de luz en el aparato. El instrumento mide el periodo de tiempo entre las reflexiones, calcula la frecuencia y la muestra en RPM o HZ. Para operar correctamente el tacómetro se debe establecer un punto de reflexión en el eje. Aunque el instrumento puede medir marcas negras en el eje, es más fácil aplicar un pequeño cuadrado (aprox. 1cm x 25 cm o 3/8"x 1") de cinta reflectiva en el mismo (6" de dicha cinta vienen junto con el instrumento). La longitud de onda emitida por el tacómetro es de 940 nm.

La máxima distancia entre el instrumento y el eje debe ser aproximadamente 80 cm (2.6 ft).

TORQUE:

El torque provocado en el eje se medirá por medio de un dinamómetro tipo Freno de Prony. Este consiste de una polea que sale del eje del generador y se soporta en la abrasadera empernada del centro de la ventana del túnel. Alrededor de esa polea (que gira con el eje) se enrolla una cuerda lubricada. Una extremidad de la cuerda se ata a un dinamómetro o un resorte y en el otro extremo se suspenden masas.

Con el dinamómetro se miden las fuerzas provocadas cuando la polea está girando y cuando está parada, la diferencia entre estas fuerzas multiplicada por el radio de la polea (hasta el centro del cable) darán como resultado el torque en el eje.

$$T = (f_2 - f_1) r_D \quad \text{para la velocidad } w_D$$

r_D : radio del dinamómetro

FIGURA 15. DINAMÓMETRO FRENO DE PRONY



CAPÍTULO III

EXPERIMENTOS EN ROTORES TIPO SAVONIUS

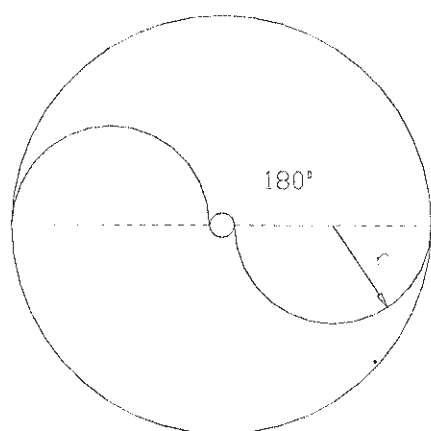
3.1. PERFILES SEMICIRCUNFERENCIALES

En el caso de perfiles semicircunferenciales, se realizarán pruebas para 2, 3, 4 y 5
aspas

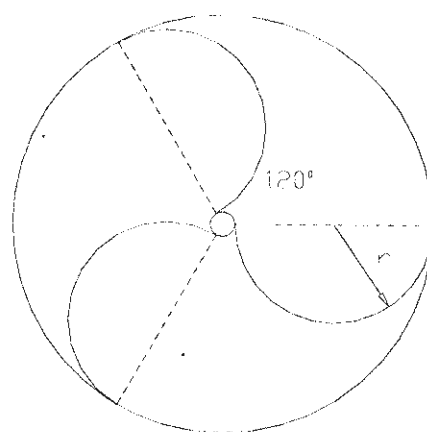
TIPO A:

$r = 118 \text{ mm}$

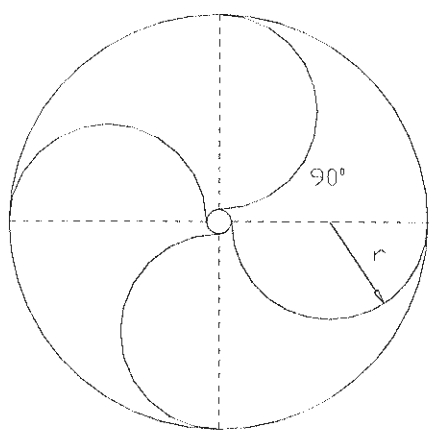
$s = 371 \text{ mm}$



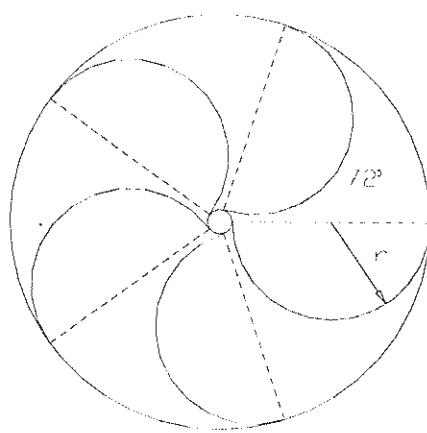
SC-A2



SC-A3



SC-A4



SC-A5

**GRÁFICO 16. DISTRIBUCIÓN Y DENOMINACIÓN DE PERFILES SEMICILÍNDRICOS
PARA 2, 3, 4 Y 5 ASPAS**

3.2. PERFILES PARABÓLICOS

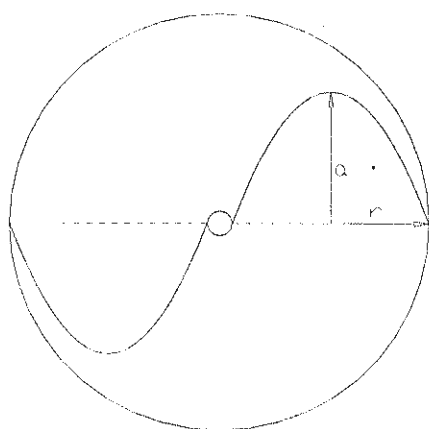
TIPO F

Para $a = 4/3 \times r$

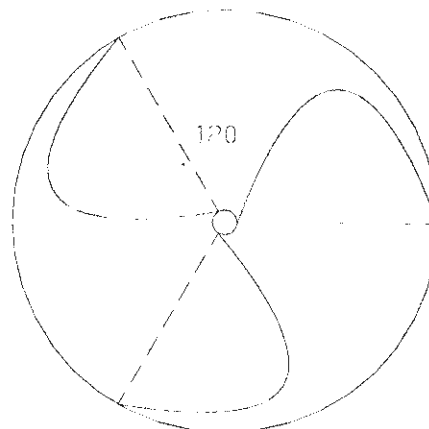
con $r = 118 \text{ mm}$

$a = 157 \text{ mm}$

$s = 413 \text{ mm}$



P-F2



P-F3

**GRÁFICO 17. DISTRIBUCIÓN Y DENOMINACIÓN DE PERFILES PARABÓLICOS PARA
2, Y 3 ASPAS, TIPO F**

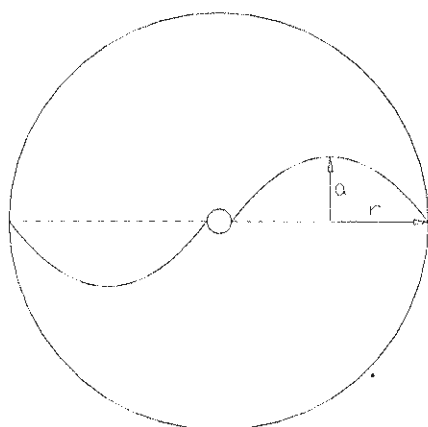
TIPO G

Para $a = \frac{2}{3} \times r$

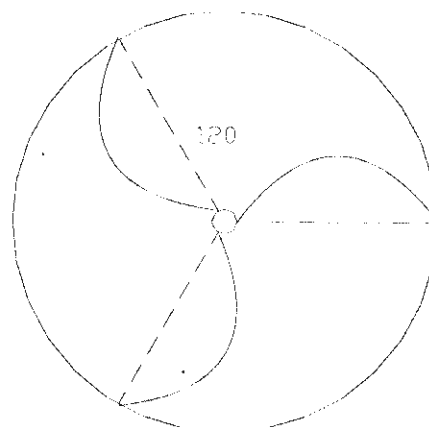
con $r = 118 \text{ mm}$

$a = 79 \text{ mm}$

$s = 294 \text{ mm}$



P-G2



P-G3

**GRÁFICO 18. DISTRIBUCIÓN Y DENOMINACIÓN DE PERFILES PARABOLICÓS PARA
2, Y 3 ASPAS, TIPO G**

3.3. OTROS PERFILES

3.3.1. FORMAS ESPECIALES

PERFILES SEMIELÍPTICOS:

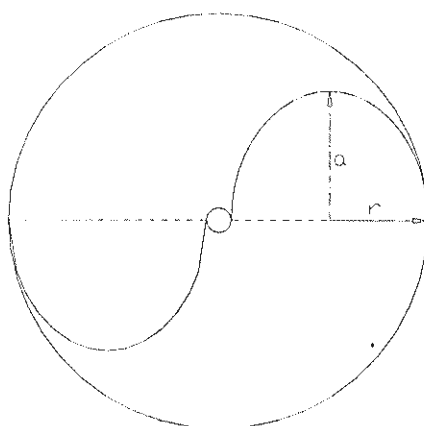
TIPO D

Para $a = 4/3 \times r$

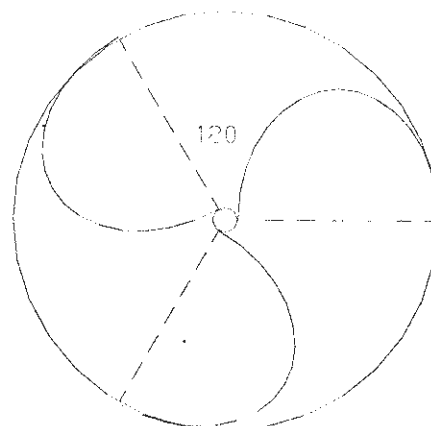
con $r = 118 \text{ mm}$

$a = 157 \text{ mm}$

$s = 438 \text{ mm}$



SE-D2



SE-D3

**GRÁFICO 19. DISTRIBUCIÓN Y DENOMINACIÓN DE PERFILES SEMIELÍPTICOS PARA
2, Y 3 ASPAS, TIPO D**

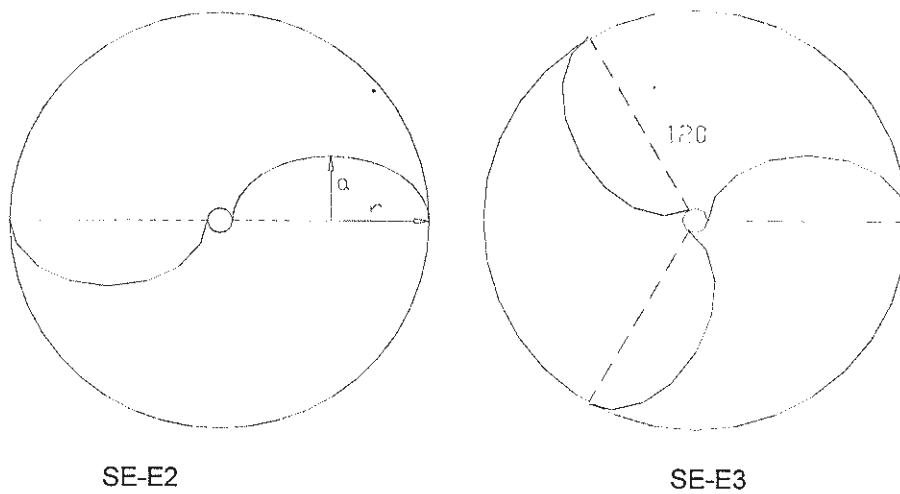
TIPO E

Para $a = 2/3 \times r$

con $r = 118 \text{ mm}$

$a = 79 \text{ mm}$

$s = 315 \text{ mm}$



**GRÁFICO 20. DISTRIBUCIÓN Y DENOMINACIÓN DE PERFILES SEMIELÍPTICOS PARA
2, Y 3 ASPAS, TIPO E**

OTROS PERFILES

TIPOS H, I

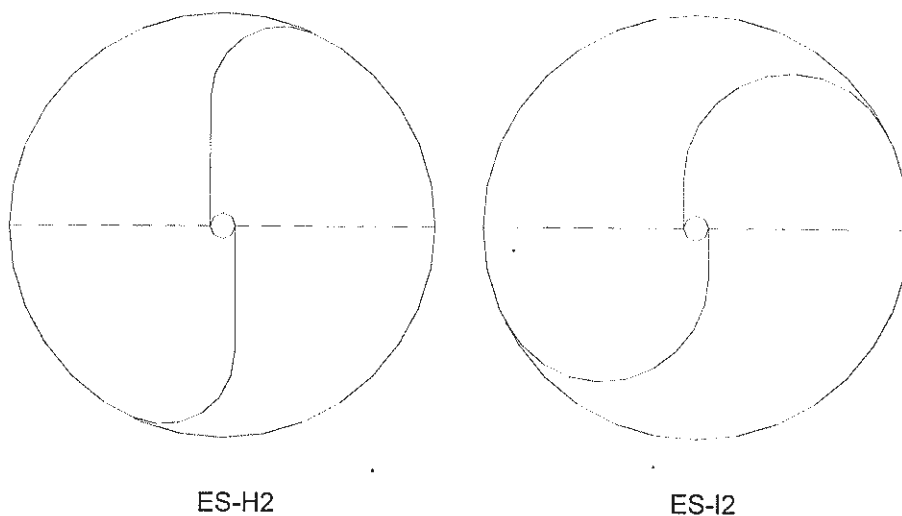


GRÁFICO 21. DISTRIBUCIÓN Y DENOMINACIÓN DE PERFILES ESPECIALES

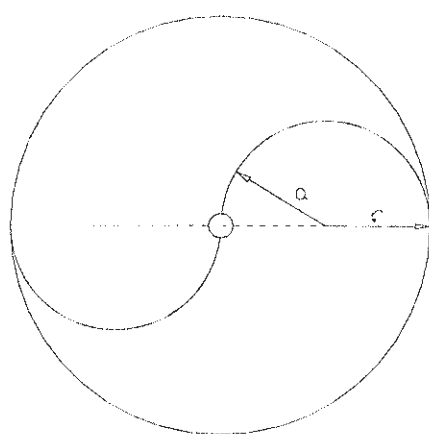
TIPOS H, I

3.3.2. CON DIFERENTE EMPATE AL EJE

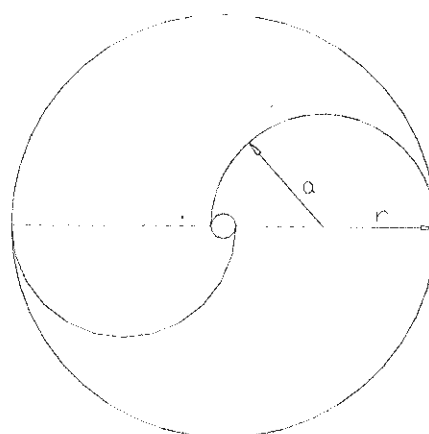
TIPOS B, C Y J

Para $r = 125 \text{ mm}$

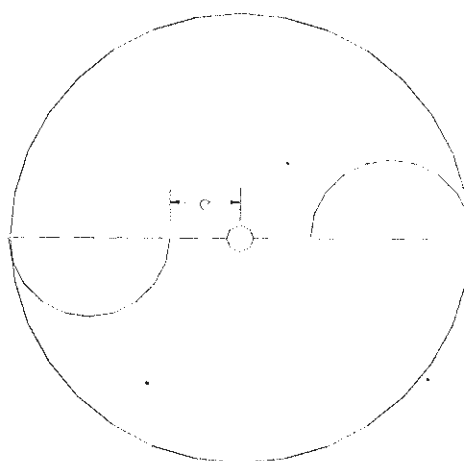
$s = 378 \text{ mm}$



SC-B2



SC-C2



SC-J2

**GRÁFICO 22. DISTRIBUCIÓN Y DENOMINACIÓN DE PERFILES SEMICILÍNDRICOS CON
DIFERENTE EMPATE AL EJE**

TABLA 2 : RESUMEN DENOMINACIÓN DE LOS DIVERSOS TIPOS DE PERFILES

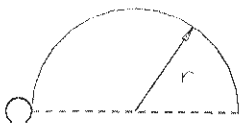
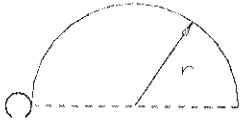
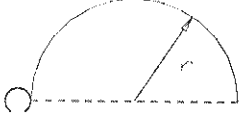
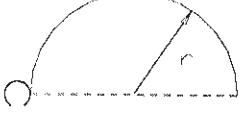
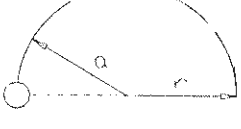
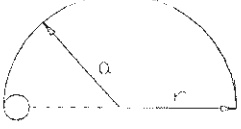
DESCRIPCION PERFIL	DENOMINACION	// ASPAS	FORMA
PERFIL SEMICILÍNDRICO EMPATE AL EJE TIPO A	SC-A2	2	
PERFIL SEMICILÍNDRICO EMPATE AL EJE TIPO A	SC-A3	3	
PERFIL SEMICILÍNDRICO EMPATE AL EJE TIPO A	SC-A4	4	
PERFIL SEMICILÍNDRICO EMPATE AL EJE TIPO A	SC-A5	5	
PERFIL SEMICILÍNDRICO EMPATE AL EJE TIPO B	SC-B2	2	
PERFIL SEMICILÍNDRICO EMPATE AL EJE TIPO B	SC-B3	3	
PERFIL SEMICILÍNDRICO EMPATE AL EJE TIPO C	SC-C2	2	
PERFIL SEMICILÍNDRICO EMPATE AL EJE TIPO C	SC-C3	3	

TABLA 2 CONTINUACIÓN

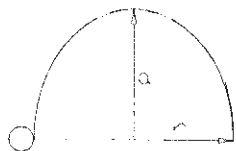
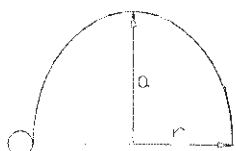
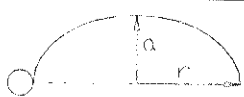
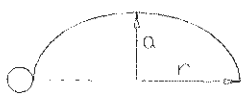
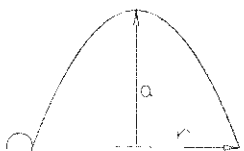
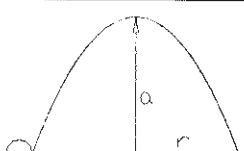
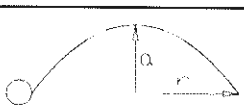
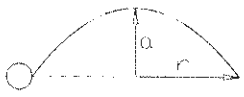
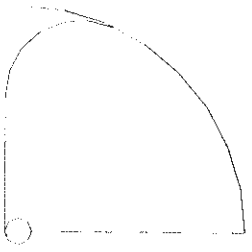
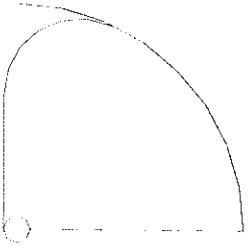
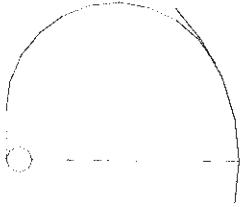
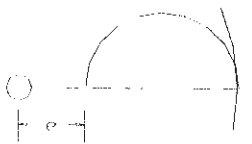
PERFIL SEMIELÍPTICO CURVATURA TIPO D	SE-D2	2	
PERFIL SEMIELÍPTICO CURVATURA TIPO D	SE-D3	3	
PERFIL SEMIELÍPTICO CURVATURA TIPO E	SE-E2	2	
PERFIL SEMIELÍPTICO CURVATURA TIPO E	SE-E3	3	
PERFIL PARABÓLICO CURVATURA TIPO F	P-F2	2	
PERFIL PARABÓLICO CURVATURA TIPO F	P-F3	3	
PERFIL PARABÓLICO CURVATURA TIPO G	P-G2	2	
PERFIL PARABÓLICO CURVATURA TIPO G	P-G3	3	

TABLA 2 CONTINUACIÓN

PERFIL ESPECIAL CURVATURA TIPO H	ES-H2	2	
PERFIL ESPECIAL CURVATURA TIPO H	ES-H3	3	
PERFIL ESPECIAL CURVATURA TIPO I	ES-I2	2	
PERFIL SEMICILÍNDRICO EMPATE AL EJE TIPO J	SC-J2	2	

CAPÍTULO IV

PROCESAMIENTO DE DATOS

4.1. TABULACIÓN DE DATOS

Las tablas que contienen los datos de las pruebas se encuentran en el anexo 1.

4.2. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.2.1. TABLAS DE RESULTADOS

Las tablas que contienen los resultados de las pruebas se encuentran en el anexo 2.

4.2.2. GRÁFICOS

4.2.2.1 INDIVIDUALES

FIGURA 23. EFICIENCIA VS u (VELOCIDAD PERIFERICA ADIMENSIONAL) PARA PERFILES SEMICILÍNDRICOS CON 2 ASPAS EMPATE AL EJE TIPO A.

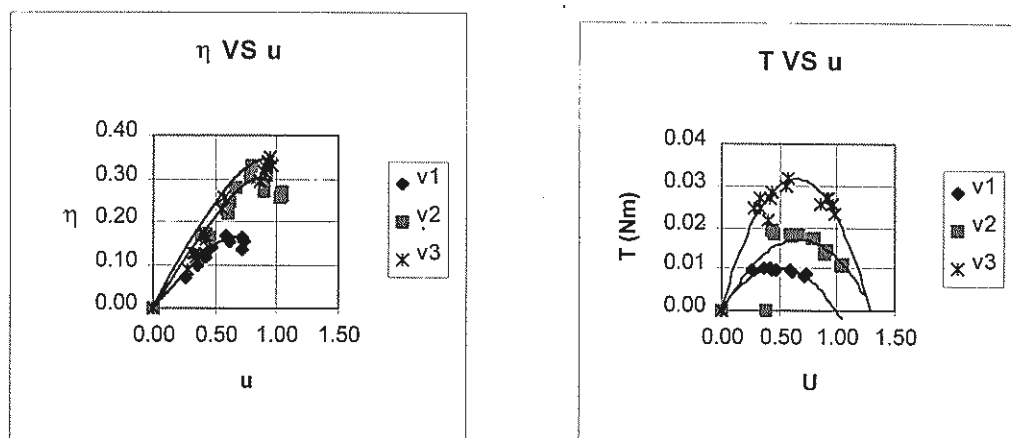


FIGURA 24. EFICIENCIA VS u (VELOCIDAD PERIFERICA ADIMENSIONAL) PARA PERFILES SEMICILÍNDRICOS CON 3 ASPAS EMPATE AL EJE TIPO A.

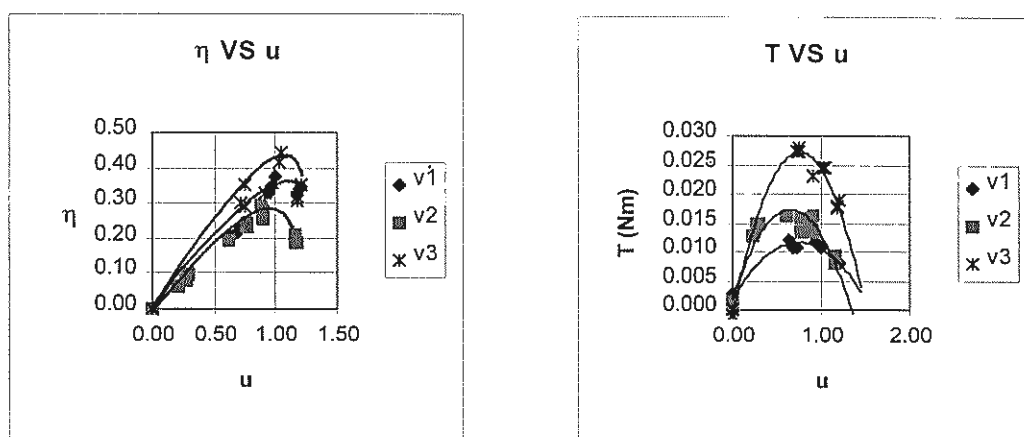


FIGURA 25. EFICIENCIA VS u (VELOCIDAD PERIFERICA ADIMENSIONAL) PARA PERFILES SEMICILÍNDRICOS CON 4 ASPAS EMPATE AL EJE TIPO A.

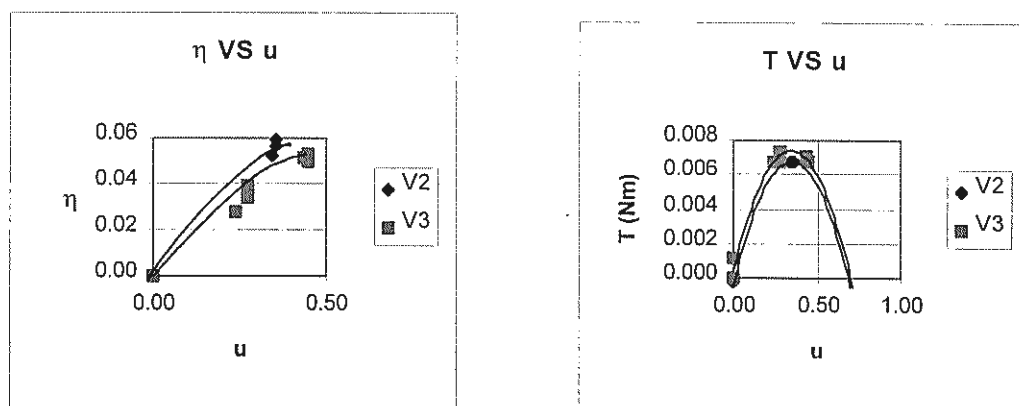


FIGURA 26. EFICIENCIA VS u (VELOCIDAD PERIFERICA ADIMENSIONAL) PARA PERFILES SEMICILÍNDRICOS CON 2 ASPAS EMPATE AL EJE TIPO B.

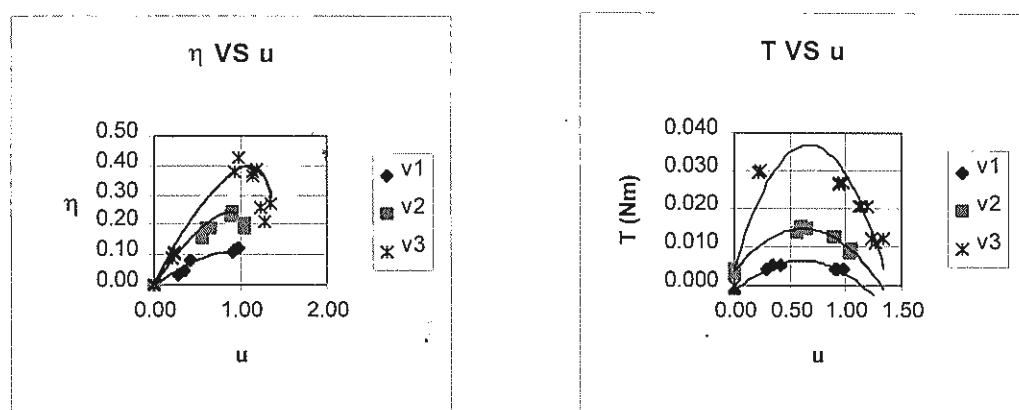


FIGURA 27. EFICIENCIA VS u (VELOCIDAD PERIFERICA ADIMENSIONAL) PARA
PERFILES SEMICILÍNDRICOS CON 3 ASPAS
EMPATE AL EJE TIPO B.

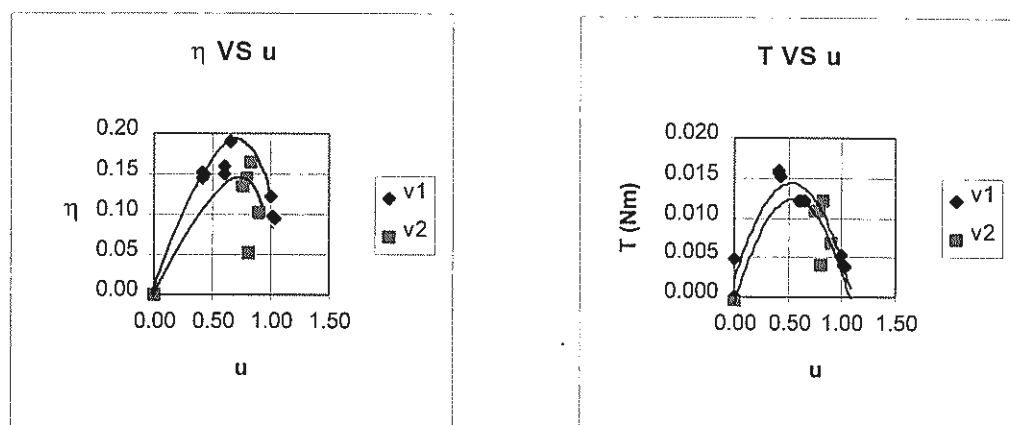


FIGURA 28. EFICIENCIA VS u (VELOCIDAD PERIFERICA ADIMENSIONAL) PARA
PERFILES SEMICILÍNDRICOS CON 2 ASPAS
EMPATE AL EJE TIPO C.

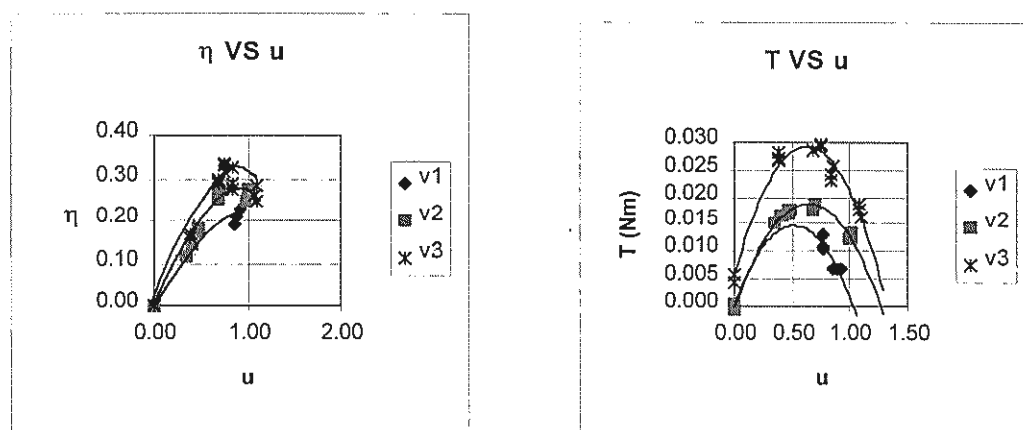


FIGURA 29. EFICIENCIA VS u (VELOCIDAD PERIFERICA ADIMENSIONAL) PARA PERFILES SEMICILÍNDRICOS CON 3 ASPAS EMPATE AL EJE TIPO C.

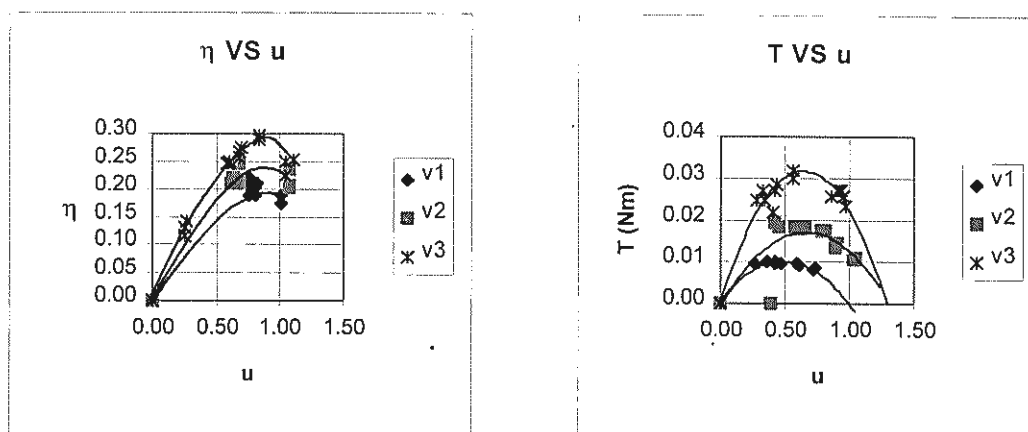


FIGURA 30. EFICIENCIA VS u (VELOCIDAD PERIFERICA ADIMENSIONAL) PARA PERFILES SEMICILÍNDRICOS CON 2 ASPAS EMPATE AL EJE TIPO J.

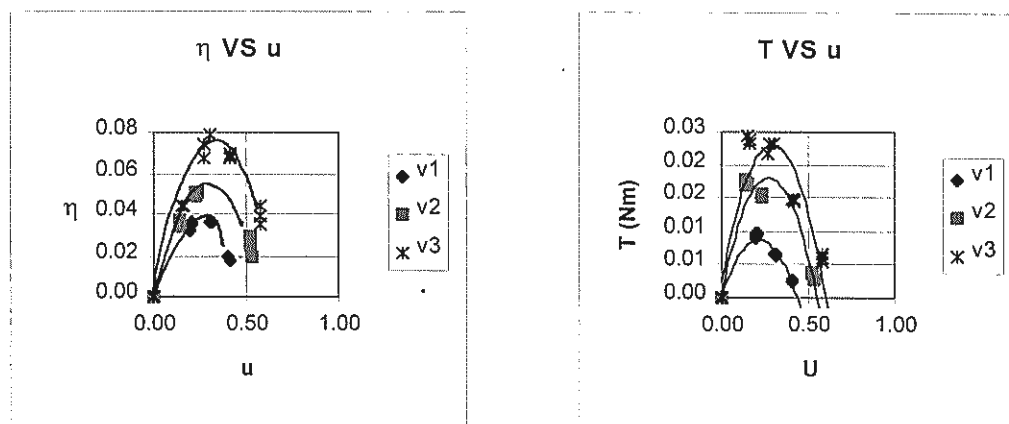


FIGURA 31. EFICIENCIA VS u (VELOCIDAD PERIFERICA ADIMENSIONAL) PARA PERFILES SEMIELÍPTICOS CON 3 ASPAS TIPO E.

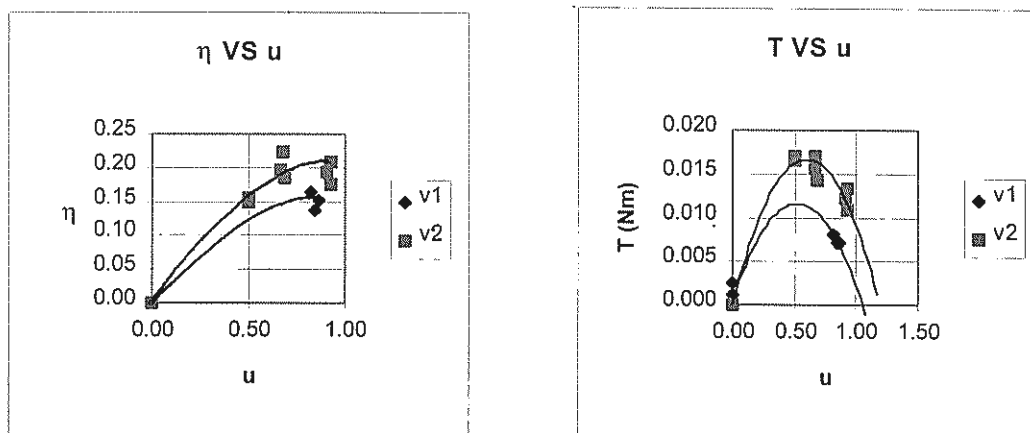


FIGURA 32. EFICIENCIA VS u (VELOCIDAD PERIFERICA ADIMENSIONAL) PARA PERFILES PARABÓLICOS CON 2 ASPAS TIPO F.

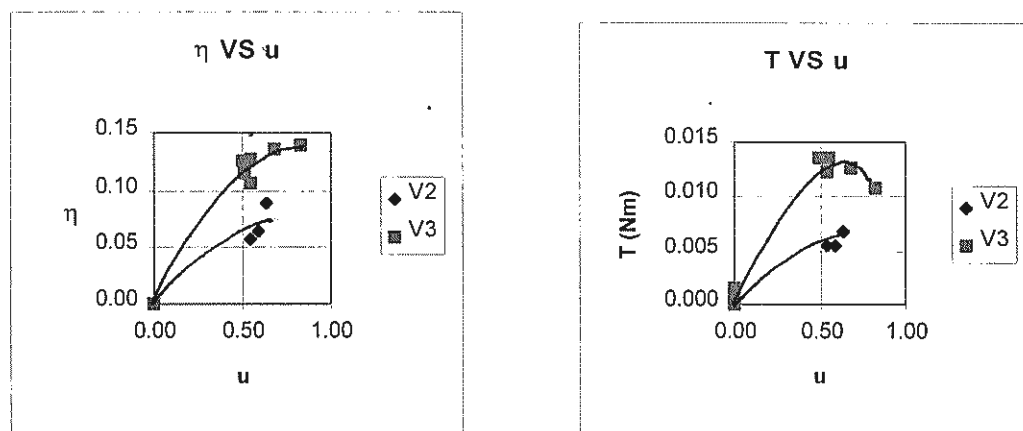


FIGURA 33. EFICIENCIA VS u (VELOCIDAD PERIFERICA ADIMENSIONAL) PARA PERFILES PARABÓLICOS CON 3 ASPAS TIPO F.

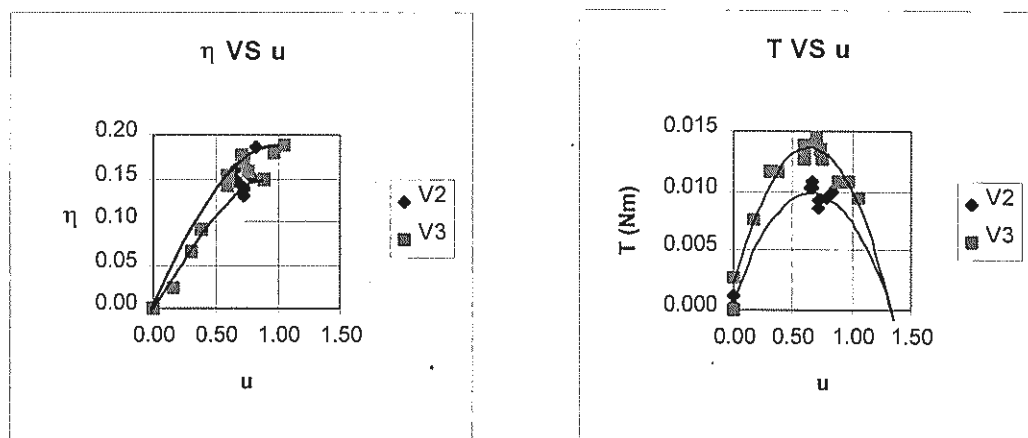


FIGURA 34. EFICIENCIA VS u (VELOCIDAD PERIFERICA ADIMENSIONAL) PARA PERFILES ESPECIALES CON 2 ASPAS TIPO H.

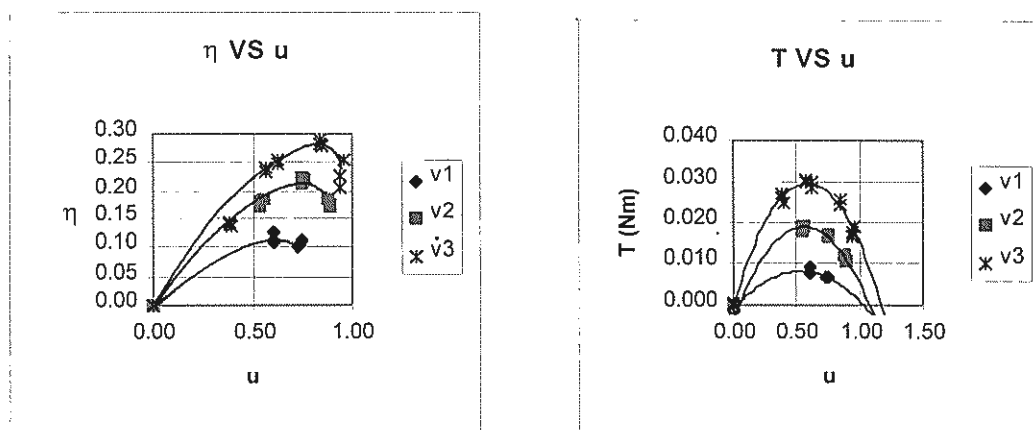


FIGURA 35. EFICIENCIA VS u (VELOCIDAD PERIFERICA ADIMENSIONAL) PARA PERFILES ESPECIALES CON 3 ASPAS TIPO H.

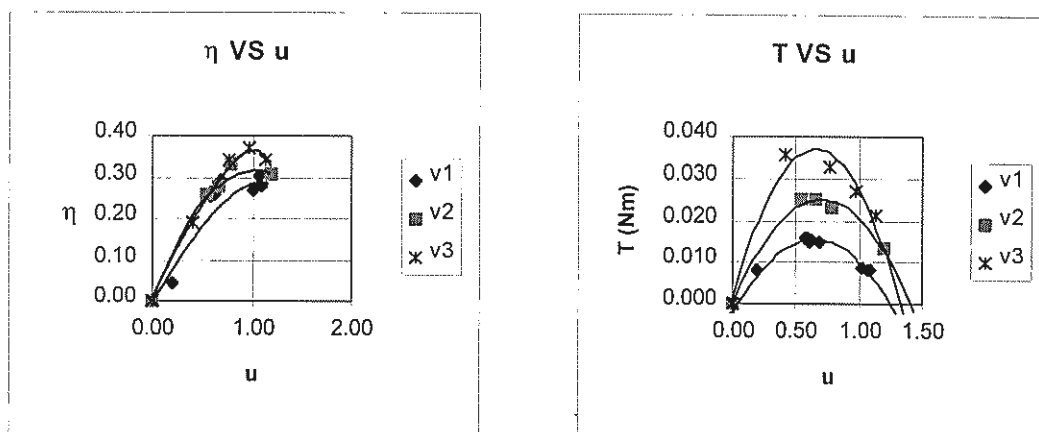
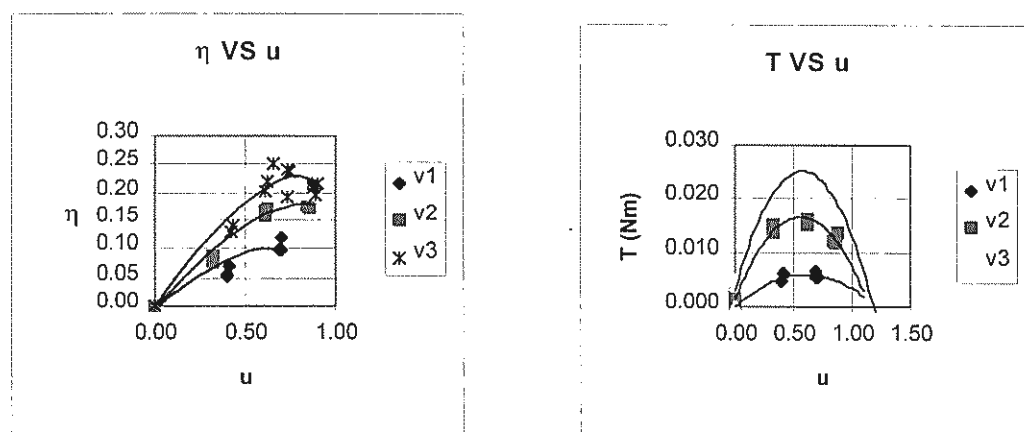


FIGURA 36. EFICIENCIA VS u (VELOCIDAD PERIFERICA ADIMENSIONAL) PARA PERFILES ESPECIALES CON 2 ASPAS TIPO I.



4.2.2.2 COMPARATIVOS

a) Número de aspas

FIGURA 37. INFLUENCIA DEL NUMERO DE ASPAS EN LA EFICIENCIA Y TORQUE
PERFIL CONSIDERADO: SEMICILINDRICO (VELOCIDAD 3)

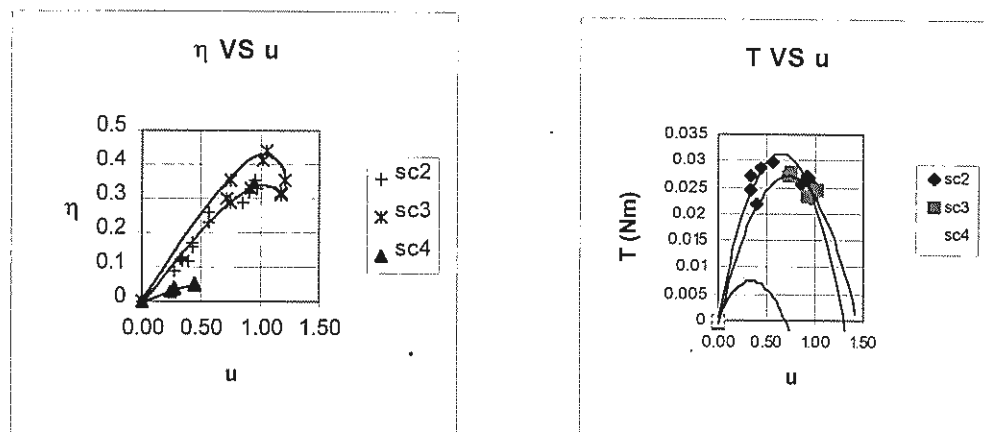
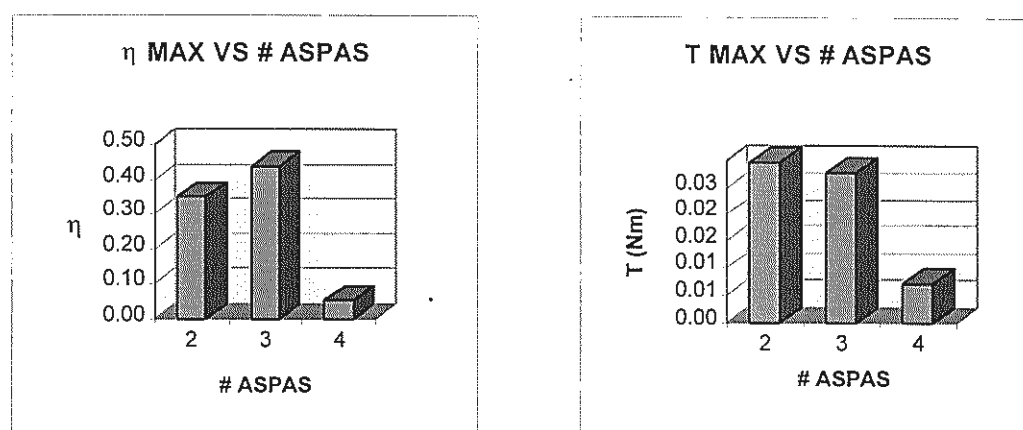


GRAFICO 38. INFLUENCIA DEL NUMERO DE ASPAS EN LA EFICIENCIA Y TORQUE
MAXIMOS

PEFIL CONSIDERADO: SEMICILINDRICO (VELOCIDAD 3)



b) Tipo de perfil

GRAFICO 39. COMPARACION EFICIENCIA MAXIMA VS u (VELOCIDAD PERIFERICA ADIMENSIONAL) PARA LOS DIFERENTES TIPOS DE PERFILES

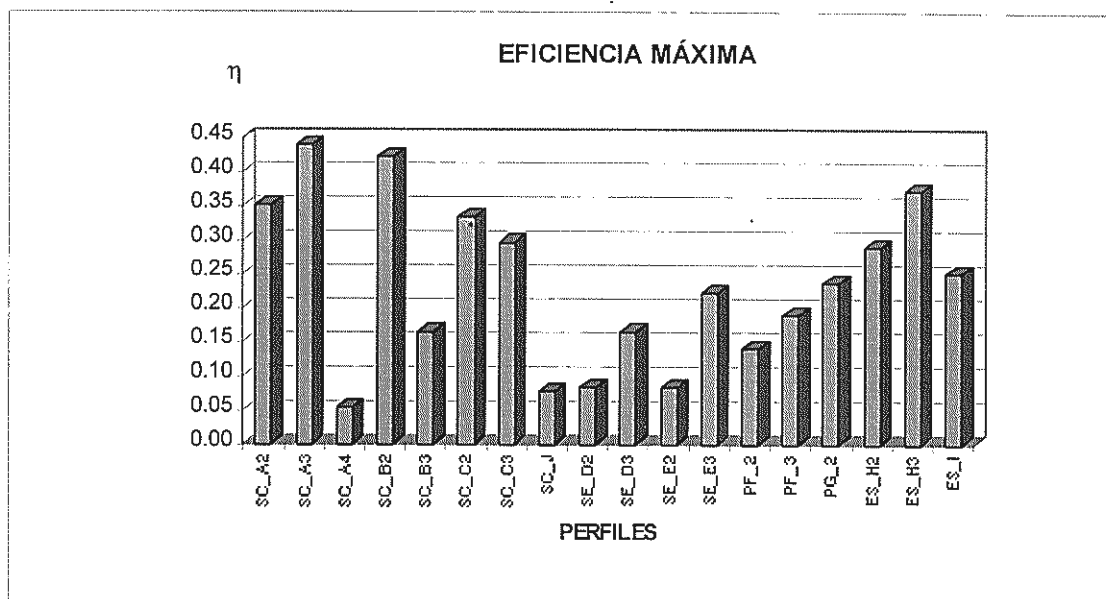


GRAFICO 40. COMPARACION TORQUE MAXIMO VS u (VELOCIDAD PERIFERICA ADIMENSIONAL) PARA LOS DIFERENTES TIPOS DE PERFILES

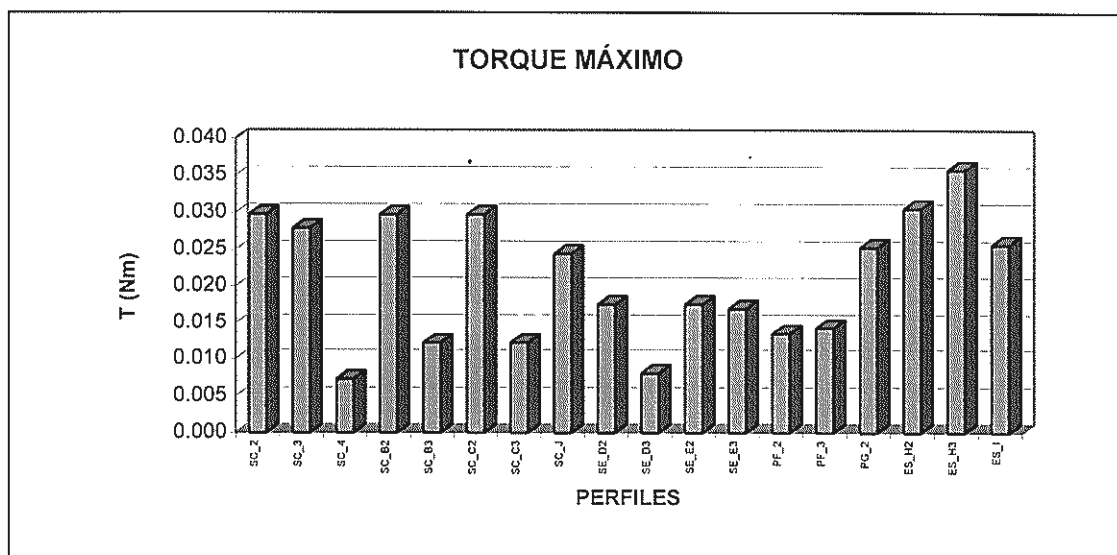


GRÁFICO 41. INFLUENCIA DEL PARÁMETRO A (CURVATURA) EN LA EFICIENCIA Y TORQUE PARA PERFILES SEMIELÍPTICOS (VELOCIDAD 3)

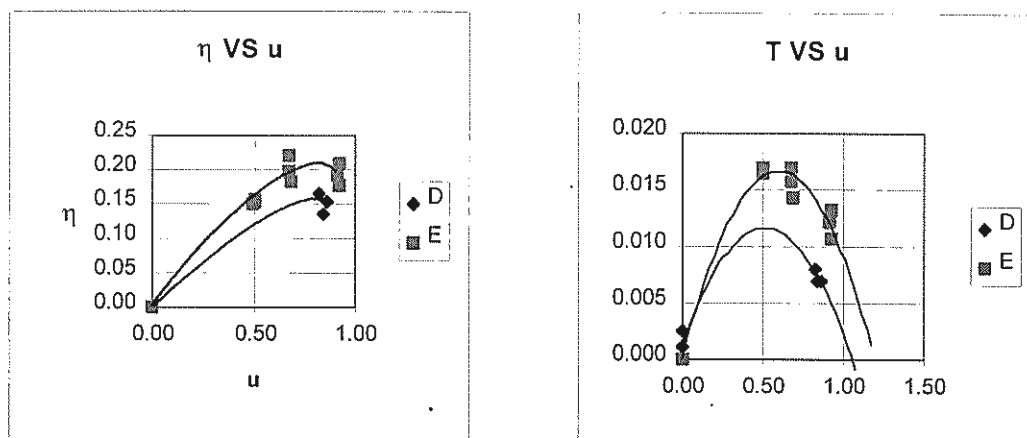


GRÁFICO 42. INFLUENCIA DEL PARÁMETRO A (CURVATURA) EN LA EFICIENCIA Y TORQUE PARA PERFILES PARABÓLICOS (VELOCIDAD 3)

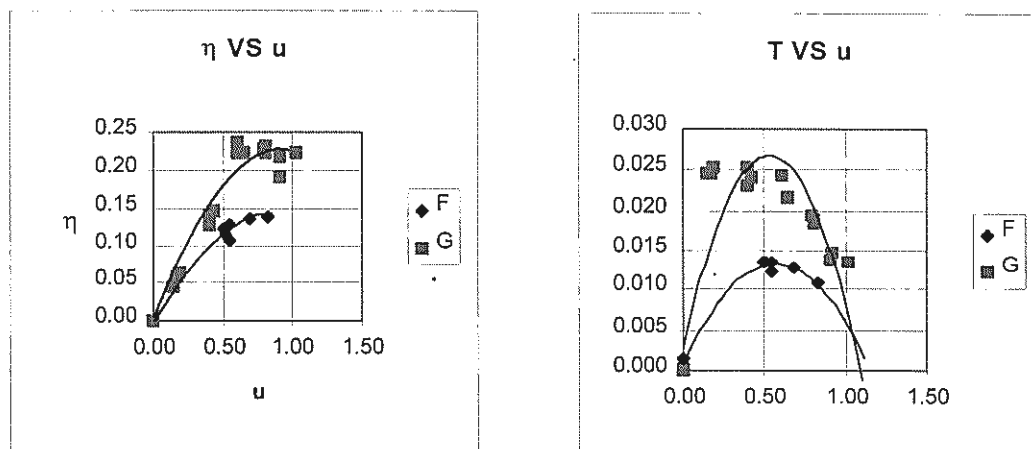
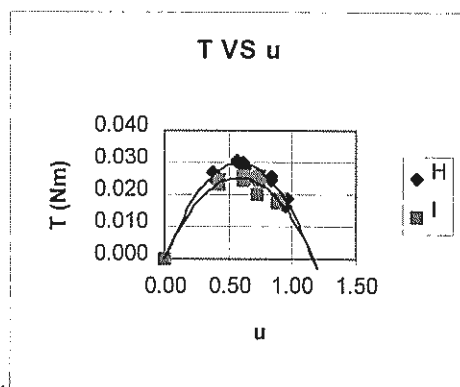
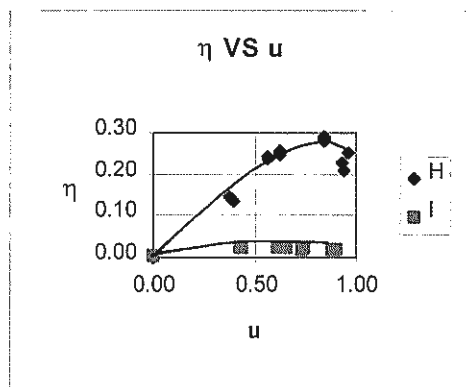


GRÁFICO 43. INFLUENCIA DEL PARÁMETRO A (CURVATURA) EN LA EFICIENCIA Y TORQUE PARA PERFILES ESPECIALES (VELOCIDAD 3)



C) Empate al eje

GRÁFICO 44. INFLUENCIA DEL TIPO DE EMPATE AL EJE EN LA EFICIENCIA Y TORQUE. PERFIL CONSIDERADO: SEMICILINDRICO 2 ASPAS (VELOCIDAD 3)

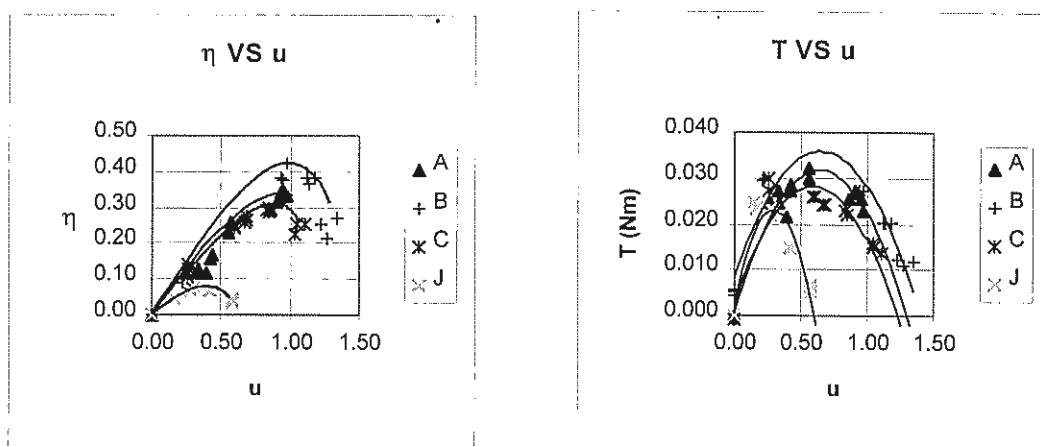
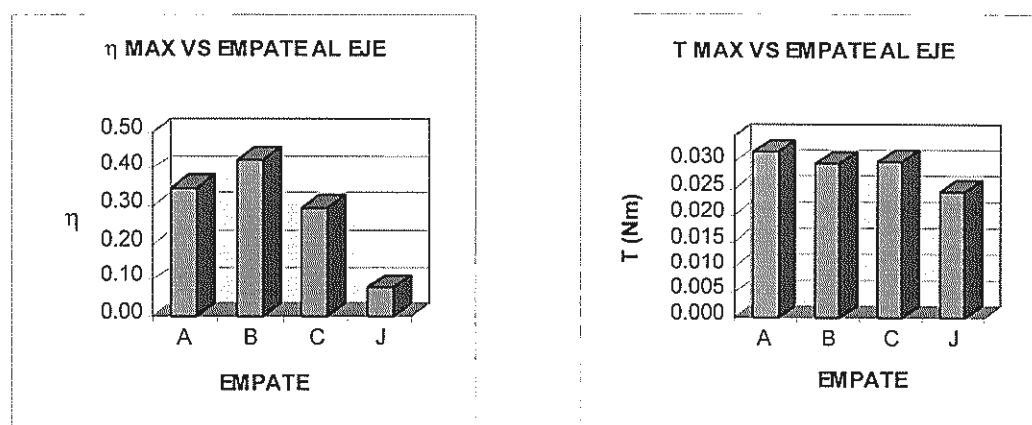


GRÁFICO 45. INFLUENCIA DEL TIPO DE EMPATE AL EJE EN LA EFICIENCIA Y TORQUE MÁXIMOS

PERFIL CONSIDERADO: SEMICILINDRICO 2 ASPAS (VELOCIDAD 3)



CAPÍTULO V

ANÁLISIS DE DATOS Y RESULTADOS

5.1. INCIDENCIA DE LAS VARIABLES

5.1.1. RELACIÓN VELOCIDAD DE ROTACIÓN/VELOCIDAD DEL VIENTO

Los valores de la relación velocidad de rotación/velocidad del viento (parámetro adimensional u) para los que se dan las máximas eficiencias del generador se mantienen en un rango de 0.7 a 1 en la mayoría de los perfiles analizados, excepto en aquellos cuyas eficiencias son demasiado bajas (Tipos SC-J2, SE-D3, SC-C4)

**TABLA 3: INFLUENCIA DE LA RELACIÓN VELOCIDAD DE ROTACIÓN/VELOCIDAD
DEL VIENTO EN LA EFICIENCIA Y TORQUE MÁXIMOS**

TIPO DE PERFIL	VALOR DE u PARA N MAX	VALOR DE u PARA T MAX
SC-C2	0.9	0.5
SC-A3	1.0	0.7
SC-A4	0.5	0.25
SC-B2	0.9	0.55
SC-B3	0.8	0.5
SC-C2	0.8	0.55
SC-C3	1	0.55
SE-D2	0.8	0.55
SE-D3	0.6	0.4
SE-E2-	0.75	0.5
SE-E3	0.9	0.6
P-F2	0.8	0.5
P-F3	1	0.6
P-G2	0.8	0.5
ES-H2	0.8	0.6
ES-H3	1	0.55

TIPO DE PERFIL	VALOR DE u PARA N_{MAX}	VALOR DE u PARA T_{MAX}
ES-I2	0.7	0.6
SC-J2	0.25	0.25

El torque máximo en cambio se da para valores de u dentro de un rango de 0.4 a 0.6, a excepción de los mismos perfiles citados en el párrafo anterior.

El parámetro u permitirá diseñar el tamaño del generador para el tipo de viento disponible y la aplicación requerida, ajustando el diámetro del rotor a la relación encontrada en este trabajo. Para el caso del perfil más eficiente (SC-A3) el valor u para máxima eficiencia es aproximadamente 1, para una velocidad de viento de 2.5 m/seg (aproximadamente 9 km/h) y una velocidad angular de 100 rpm, lo cual se ajusta a las condiciones existentes en la ciudad de Guayaquil, Ecuador (vientos promedio de 8 km/h).

5.1.2. PERFIL DE LAS ASPAS

Los mejores perfiles tanto en eficiencia como en torque máximos resultaron ser los semicilíndricos.

Los perfiles especiales dieron valores aceptables de eficiencia, con la particularidad que el perfil Tipo H dio el valor más alto de torque de todos los perfiles analizados.

Tanto los perfiles elípticos como los parabólicos dieron valores bajos de eficiencia y torque, lo que unido a la dificultad que presentaría su construcción hace que sean descartados como alternativas para usos prácticos.

En cuanto al efecto de la curvatura los tres tipos de perfiles analizados (semielípticos, parabólicos y especiales) indican que la eficiencia cae bruscamente cuando ésta se incrementa ($a=4/3 r$), mientras que decrece en forma menos pronunciada cuando la curvatura se reduce ($a=2/3 r$). En todo caso, la curvatura ideal se da para $a=r$ (perfil semicilíndrico) como ya se mencionó al inicio del análisis.

5.1.3. NÚMERO DE ASPAS

La influencia del número de aspas varía en los perfiles considerados.

En primer lugar, se puede ver fácilmente que la eficiencia cae bruscamente al usar 4 aspas, e incluso, el generador no funcionó con 5 aspas debido a que era demasiado pesado, por lo que no pudo realizarse la prueba proyectada. Esto indica que no es aconsejable usar más de 3 aspas en este tipo de generadores.

La mayoría de los perfiles presentaron un mejor funcionamiento con 2 aspas, aunque la diferencia entre el desempeño de los dos números de aspas no es muy pronunciada. Los perfiles que tienen diferente empate al eje son considerados aparte.

La excepción al caso anterior es el perfil semicilíndrico con tres aspas (SC-A3), que es el que mejor combinación eficiencia-torque máximo presenta de todos los considerados.

TIPO DE EMPATE AL EJE

Los resultados de las pruebas indican que los mejores empates son el tipo A y B en los cuales la relación e/d está entre 0 y 0.27, demostrándose que es totalmente inadecuado usar tipos de empate que superen esta relación (empate tipo J con $e/d = 0.3$). Asimismo, para estos casos la utilización de más de 2 aspas causa un decremento considerable en la eficiencia, lo que hace que se descarte esta configuración de generador.

5.2. POSIBLES APLICACIONES



La cantidad de energía aprovechable del mejor generador probado (SC-C3) equivale a 0.26 W (0.00035 HP) en su punto de máxima eficiencia. Al construir un generador de tamaño promedio (2 metros de altura x 1 metro de ancho) se conseguirían 8.7 W (0.012 HP).

Esta energía podría ser aprovechada en sectores rurales para accionamiento de bombas de agua para consumo doméstico pudiéndose obtener en promedio 2 galones/minuto con una eficiencia de bombeo del 70%, para velocidades de viento de 9 km/h.

Otra aplicación interesante son los calentadores de agua. Esa energía sería suficiente para elevar 30 grados la temperatura de 20 galones de agua en una hora, considerando una eficiencia de conversión de energía mecánica a térmica del 30%.

La tercera aplicación es el tratamiento del agua por medio de aireadores. Esta aplicación ha sido ampliamente desarrollada por el autor de esta tesis teniendo gran acogida sobre todo en el sector camaronero del país. El diseño del producto desarrollado corresponde al del perfil

H, seleccionado porque es el que mayor torque inicial otorga, lo que garantiza que esté en continuo funcionamiento, condición más importante para esta aplicación. Adicionalmente, combina las características del mejor generador determinado en esta prueba (Perfil semicilíndrico en el extremo y 3 aspas) y su tamaño es de un 1 metro de diámetro por 2 metros de altura.

FIGURA 46. AIREADOR EOLICO OD-101 DESARROLLADO Y COMERCIALIZADO

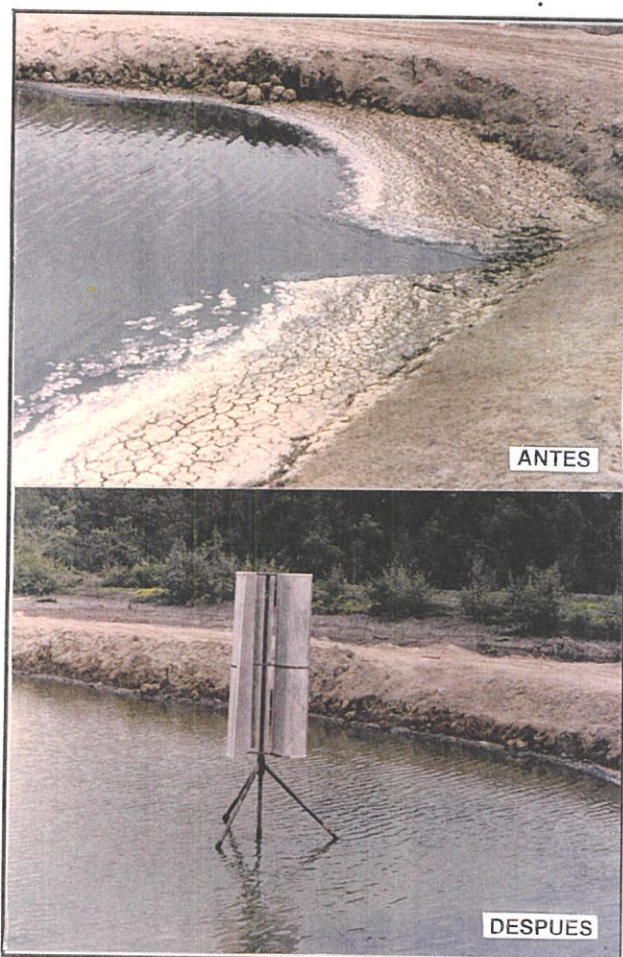
POR EL AUTOR

HAGA QUE EL VIENTO TRABAJE PARA UD.

OXIGENADOR DESESTRATIFICADOR

OD-101

- OPTIMIZA LA ALIMENTACION
- DISMINUYE EL BOMBEO
- INCORPORA AREAS MUERTAS DE PISCINAS
- INOFENSIVO PARA EL CAMARON
- FUNCIONAMIENTO CONTINUO
- GASTOS DE OPERACION NULOS
- GASTOS DE MANTENIMIENTO MINIMOS
- BAJISIMO COSTO INICIAL



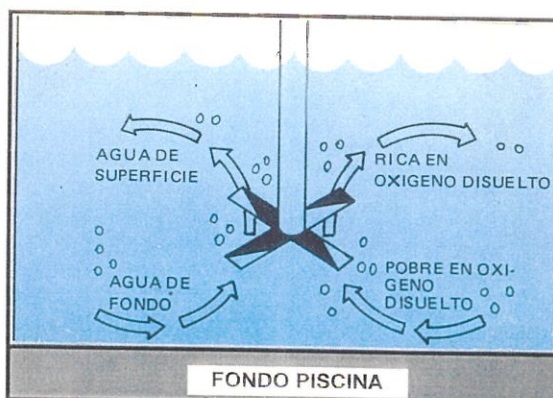
OTRO PRODUCTO
DESARROLLADO POR:



OFICINAS Y PLANTA: KM 2 VIA DURAN TAMBO
TELF: (593)(4)809845-55; FAX: 800825, CASILLA 09-04-117-P
GUAYAQUIL-ECUADOR

EL OD-101 ENTREGA 1 KG DE OXIGENO DISUELTO
POR HORA Y BOMBEA 50 Lt/s CUANDO GIRA A
50 r.p.m (CON VIENTOS DE 8 Km/h)

Area al Viento	2 m ²
Aspas	3 Aspas ϕ 1000 mm
Hélice	4 Aspas ϕ 500 mm
Materiales	Plástico y acero
Cajera	A Rodamientos y sellada
Eje	Tubular
Protección	Brea Epóxica
Soporte	Por 3 patas desmontables Por Flotadores
Viento Mínimo	3 km/h



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Efectivamente nuestra intuición fue correcta al estudiar este tipo de generador ya que los resultados nos demuestran que se puede obtener niveles aceptables de eficiencia y torque para velocidades de viento bajas del viento que son las que predominan en Guayaquil, Ecuador, lo cual resuelve el problema planteado al inicio de este trabajo.
2. Consideramos un aporte importante el haber profundizado el análisis de este tipo de generadores, que ha recibido muy poca atención de otros investigadores, lo cual se debió probablemente a que los datos de eficiencia proporcionados en textos relacionados al tema son bastante bajos (al rededor de 0.13). En este trabajo se ha logrado superar con mucho las eficiencias dadas por ellos llegando a alcanzar valores superiores a 0.4, los

que están más en concordancia con los obtenidos en estudios más recientes como los citados en esta misma tesis.

3. Desde el punto de vista constructivo a pesar de que traslapar las aspas del generador generaría un mayor torque, es muy complicado balancear un generador con esta configuración y la diferencia obtenida entre este y el mejor perfil encontrado en esta prueba sería tan pequeña que no justificaría cambiar el diseño actual. Por lo tanto, el mejor tipo de generador, considerando en conjunto los tres factores: facilidad de construcción, economía, eficiencia máxima y torque es el **semicilíndrico con 3 aspas**.
4. Finalmente podemos concluir que este tipo de generador sería de gran utilidad en los sectores rurales de nuestro país donde hay escasa o ninguna disposición de energía eléctrica, para el accionamiento de bombas y calentadores de agua y oxigenadores. Otra aplicación interesante sería la publicitaria, donde se los podría utilizar para hacer girar vallas de caras múltiples.

Finalmente, recomendamos;

1. Construir prototipos de las aplicaciones sugeridas en esta tesis y desarrollar otras **que lleguen al usuario final** ya sea comercialmente o como asesorías a la población marginal, ya que su beneficio es grande y la inversión inicial y tecnología que requieren son pocas, y sobretodo su costo operativo es nulo y de cero impacto ambiental. Esto es particularmente importante en nuestro país que continuamente atravieza crisis energéticas.

2. Dirigir cada vez más los temas tratados en las Tesis de Grado a proyectos de aplicación práctica como el desarrollado en el presente trabajo, cuyo resultado ya ha sido materializado y se encuentra en el mercado desde 1.983.
3. Complementar el trabajo realizado en esta tesis efectuando pruebas del prototipo con diversos tipos de materiales de manera que puedan seleccionarse los más idóneos para las aplicaciones planteadas.

BIBLIOGRAFIA

1. LE GOUVRIERE, D: WIND POWER PLANTS, Pergammon 1.982
2. SHELDAHL, BLACKWELL & FELTZ: WIND TUNNEL PERFORMANCE FOR 2 & 3
BUCKET SAVONIUS ROTORS, Journal of energy, vol 2 y 3, 1.978
3. MATAIX: MECANICA DE FLUIDOS Y MAQUINAS HIDRAULICAS, México 1.982.
4. WIND ENERGY FUNDAMENTALS

ANEXOS



ANEXO 1

TABLAS DE DATOS

GENERADOR semicilíndrico SC-A2	VEL. VENTIL	VELOCIDAD VIENTO V (M/SEG)							EXT. RESORTE GIRANDO	VELOCIDAD DE GIRO
PESOS(Gr)	#	pto 1	pto 2	pto 3	pto 4	pto 5	pto 6	pto 7	F1 (N)	RPM
0	1	1.91	1.66	1.93	2.13	2.75	2.21	2.61	0.3	60
0		1.98	1.85	2	2.26	2.56	1.88	2.33	0.32	60
0		1.83	1.82	1.78	1.83	2.19	2.22	2.3	0.31	54.54
2	1	1.81	1.52	1.48	1.78	2.44	1.98	2.32	0.37	42.86
2		1.77	1.64	1.64	1.62	2.39	2.25	2.42	0.35	46.15
2		1.93	1.77	1.54	1.85	2.19	2.15	2.31	0.35	46.15
4		1.66	1.8	1.55	1.97	2.34	1.79	2.42	0.41	31.5
4		1.66	1.83	1.74	1.81	2.17	1.69	2.39	0.4	34.45
4		1.7	1.81	1.73	1.99	2.21	1.83	2.45	0.4	32.05
5	1	1.81	1.87	1.67	1.8	2.2	2.43	2.5	0.42	28.57
5		1.69	1.74	1.57	1.9	2.36	1.8	2.49	0.4	19.35
5		1.83	1.57	1.67	1.87	2.36	1.8	2.4	0.4	0
0	2	1.8	1.92	1.73	2.17	2.79	2.72	2.07	0.4	85.71
0		1.91	1.89	1.8	2.08	2.45	2.2	2.76	0.41	85.71
0		2.02	2.03	1.91	1.96	2.68	2.2	2.28	0.4	85.71
2	2	2.04	1.83	2.23	2.15	2.79	2.11	2.19	0.55	75
2		2.07	1.85	1.99	2.27	2.72	2.15	2.03	0.55	75
2		2.06	1.96	1.94	2.24	2.76	2.06	2.42	0.52	75
5	2	2.13	2.02	2.18	2.3	2.61	2.2	2.16	0.7	66.67
5		2.01	2.04	1.96	2.16	2.67	2.1	2.21	0.7	66.67
5		2.04	2.1	1.96	2.19	2.6	2	2.25	0.7	66.67
10	2	2.08	2.04	2.02	2.14	2.41	2.01	2.41	0.77	54.54
10		2.07	2.27	1.83	2.2	2.59	2.19	2.52	0.77	50
10		2.15	2.21	1.94	2.13	2.4	2.27	2.36	0.76	52.17
15	2	2.08	2.26	2.13	2.28	2.61	2.33	2.65	0.82	40
15		2.17	2.1	1.95	2.3	2.55	2.45	2.48	0.8	52.17
15		2.25	2.23	2.07	2.32	2.64	2.22	2.32	0.86	37.5
20	2	2.06	2.05	2.07	2.33	2.51	2.3	2.57	0.96	33.33
25		2.15	2.13	2.18	2.5	2.97	2.91	3.29	0.55	0
25		2.12	2.18	2.18	2.47	3.05	2.89	3.2	0.5	0
25		2.14	2.2	2.17	2.51	3.1	2.95	3.2	0.5	0
5	3	2.56	2.36	2.57	2.59	2.98	2.95	3.23	1	100
5		2.64	2.36	2.42	3.28	3.18	2.99	3.21	1	94.23
5		2.49	2.44	2.49	2.39	3.06	2.83	3.22	0.9	100
10	3	2.45	2.32	2.79	2.63	3.12	3.14	3.24	1.09	100
10		2.3	2.45	3.01	2.49	3.24	3.08	3.47	1.1	100
10		2.43	2.62	2.95	2.6	3.21	3.2	3.28	1.1	100
20	3	2.33	2.54	2.81	2.37	2.92	2.76	3.63	1.38	60
20		2.39	2.49	2.87	2.37	2.82	3.16	3.59	1	42.86
20		2.59	2.17	3.02	2.44	3.12	2.84	3.51	1.3	60
25	3	2.43	2.39	2.71	2.29	3.03	2.98	3.78	1.3	46.15
25		2.41	2.51	2.92	2.2	3.03	2.98	3.84	1.15	30
25		2.42	2.45	2.86	2.33	2.91	3.15	3.72	1.25	46.15
30	3	2.18	2.47	2.64	2.65	3.32	2.96	3.38	1.3	35.15
30		2.24	2.47	2.75	2.6	3.22	2.84	3.23	1.2	35.55
30		2.19	2.41	2.76	2.61	3.3	2.96	3.31	1.3	35.75
37	3	2.21	2.53	3	2.42	3.32	3.04	3.65	0	0
37		2.18	2.1	2.6	2.43	2.88	3	3.41	0	0
37		2.19	2.28	2.91	2.41	2.9	2.87	3.3	0	0

GENERADOR semicilíndrico SC-A3	VEL. VENTIL	VELOCIDAD VIENTO V (M/SEG)							EXT. RESORTE GIRANDO	VEL. DE GIRO
PESOS(Gr)	#	pto 1	pto 2	pto 3	pto 4	pto 5	pto 6	pto 7	F1(N)	W(RPM)
0	1	1.34	1.54	1.84	1.71	2.07	1.66	2.07	0.3	80
0		1.39	1.46	1.81	1.81	2.07	1.68	2.07	0.3	79.83
0		1.38	1.61	1.83	1.81	2.11	1.66	2.07	0.3	79.86
5	1	1.23	1.43	1.86	1.74	2.16	1.72	2.24	0.45	67.33
5		1.51	1.55	1.81	1.64	2.21	1.96	2.27	0.47	67.66
5		1.67	1.79	1.81	1.65	2.1	1.87	2.37	0.48	68
10	1	1.52	1.74	2.08	1.45	2.1	2.08	2.48	0.5	50.03
10		1.66	1.78	1.92	1.51	2.47	2.04	2.68	0.54	48.8
10		1.6	1.71	1.7	1.55	2	2.03	2.94	0.5	52.97
15	1	1.81	1.72	1.56	1.74	2.12	2.18	2.68	0.25	0
15		1.4	1.54	1.46	1.63	2.27	2.17	2.55	0.2	0
15		1.51	1.6	1.55	1.59	2.29	2.15	2.51	0.2	0
0	2	1.61	2	2.26	2.05	2.67	2.78	3.22	0.35	104.63
0		1.63	1.7	2.21	2.06	2.82	2.7	3.15	0.3	103.9
0		1.61	1.89	2.3	2.01	2.65	2.7	3.2	0.3	103.97
5	2	1.52	1.79	2.22	1.93	2.5	2.72	3.2	0.55	78.37
5		1.54	1.75	2.08	1.72	2.4	2.5	3.02	0.55	62.87
5		1.84	1.69	1.99	1.76	2.6	2.33	3.12	0.6	73.7
10	2	2.02	1.92	2.12	2.11	2.52	2.65	3.2	0.7	55.9
10		2.11	2.01	2.36	2.06	2.43	2.49	3.32	0.69	70.77
10		2.06	2.06	2.27	1.98	2.61	2.48	3.25	0.7	81.9
20	2	1.89	2.06	2.11	1.7	2.12	2.13	3.32	0.75	24.37
20		1.93	2.07	2.41	1.59	2.46	2.37	3.39	0.75	24.13
20		1.71	2	2.28	1.75	2.23	2.37	3.26	0.67	18.63
25	2	1.65	1.99	1.7	1.69	2.65	2.22	3.22	0.25	0
25		1.7	1.89	1.61	1.73	2.7	2.12	3.3	0.3	0
25		1.67	1.86	1.69	1.76	2.78	2.11	3.19	0.25	0
0	3	1.71	2.13	2.64	2.48	3.25	2.92	3.66	0.65	120.17
0		1.61	2.23	2.64	2.38	3.28	2.81	3.6	0.7	121.9
0		1.7	2.21	2.69	2.43	3.2	2.99	3.61	0.67	120.3
10	3	1.67	2.16	2.32	2.08	2.89	2.8	3.65	1	100.77
10		1.73	2.27	2.71	2.42	3.3	2.5	2.98	1	100.23
10		1.73	2.33	2.74	2.36	3.1	2.81	3.49	0.96	93.13
20	3	2.24	2.3	2.65	2.12	2.99	2.92	4.02	1.2	78.2
20		2.07	2.14	2.9	2.16	2.92	2.52	3.84	1.2	73.03
20		2.1	2.19	2.72	2	2.71	2.38	3.67	1.23	72.57
30	3	2.41	1.91	2.63	2.01	2.84	2.52	3.67	0.25	0
30		2.49	1.9	2.65	2.1	2.87	2.51	3.6	0.3	0
30		2.31	1.95	2.6	2.03	2.91	2.49	3.49	0.25	0

TABLAS DE DATOS

[illegible]

TABLAS DE DATOS

[illegible]

TABLAS DE DATOS

[illegible]

TABLAS DE DATOS

GENERADOR semicilindrico SC-C2	VEL. VENTIL	VELOCIDAD VIENTO V (M/SEG)							EXT RESORTE GIRANDO	VELOC DE GIRO
PESOS(Gr)	#	pto 1	pto 2	pto 3	pto 4	pto 5	pto 6	pto 7	F1(N)	W (RPM)
0	1	1.49	1.68	1.57	1.86	2.25	1.77	2.16	0.25	59.95
0		1.42	1.64	1.58	1.5	2.17	1.66	2.09	0.25	60.5
0		1.42	1.7	1.61	1.73	2.13	1.72	2.18	0.26	60.25
1	1	1.48	1.76	1.68	1.82	2.04	1.73	2.14	0.49	52.65
1		1.46	1.67	1.63	1.79	2.07	1.76	2.16	0.4	52.75
1		1.45	1.69	1.61	1.77	2.07	1.81	2.19	0.41	52.65
2	1	1.48	1.76	1.68	1.82	2.04	1.73	2.14	0.05	0
2		1.48	1.78	1.63	1.83	2.1	1.71	2.16	0.05	0
2		1.5	1.75	1.6	1.8	2.1	1.73	2.15	0.06	0
0	2	1.84	2.05	2.18	2.26	2.73	2.37	2.76	0.45	88.25
0		1.8	2.14	2.18	2.37	2.76	2.25	2.75	0.46	88.95
0		1.81	2.14	2.15	2.32	2.74	2.23	2.76	0.5	88.7
5	2	1.65	2.18	2.15	2.24	2.68	2.26	2.59	0.75	60.15
5		1.85	2.19	2.13	2.28	2.65	2.17	2.71	0.7	59.7
5		1.76	2.15	2.1	2.27	2.64	2.2	2.69	0.75	59.55
10	2	1.76	2.14	2.13	2.25	2.64	2.26	2.64	0.75	40.95
10		1.77	2.17	2.18	2.21	2.64	2.28	2.63	0.73	41.2
10		1.73	2.13	2.1	2.26	2.67	2.27	2.62	0.76	41.4
19	2	1.72	2.14	2.15	2.23	2.67	2.21	2.66	0.8	35.2
19		1.77	2.07	2.06	2.2	2.64	2.26	2.65	0.8	35.5
19		1.77	2.1	2.17	2.21	2.61	2.2	2.59	0.75	30.05
25	2	1.67	2.01	2.12	2.23	2.69	2.28	2.59	0.26	0
25		1.79	2.1	2.13	2.24	2.7	2.21	2.61	0.2	0
25		1.69	2.01	2.1	2.2	2.61	2.24	2.58	0.23	0
0	3	2.59	2.58	2.73	2.61	3.2	2.72	3.18	0.6	117.2
0		2.61	2.61	2.71	2.7	3.19	2.79	3.16	0.65	117.05
0		2.57	2.7	2.71	2.66	3.11	2.73	3.19	0.7	117
5	3	2.46	2.67	2.75	2.58	3.06	2.68	3.06	0.95	87.1
5		2.49	2.61	2.8	2.6	3.01	2.65	3.07	0.9	87.2
5		2.35	2.63	2.61	2.54	3	2.59	3.04	1	86.6
10	3	2.47	2.61	2.65	2.62	3.02	2.61	2.98	1.2	78.45
10		2.45	2.61	2.6	2.58	2.98	2.6	3.01	1.18	77.3
10		2.46	2.67	2.6	2.69	3.05	2.61	3.05	1.18	77.7
20	3	2.42	2.64	2.58	2.62	3.04	2.58	3.05	1.25	70.65
20		2.46	2.58	2.6	2.57	3.03	2.58	2.97	1.25	70.35
20		2.4	2.54	2.64	2.61	3.03	2.57	3.03	1.26	70.6
30	3	2.43	2.52	2.57	2.62	3.01	2.62	2.99	1.3	39.55
30		2.44	2.52	2.59	2.58	3.08	2.6	2.95	1.29	39.85
30		2.45	2.51	2.58	2.61	3	2.62	2.95	1.34	39.75
40	3	2.09	2.23	2.48	2.1	2.22	2.55	3.06	0.6	0
40		2.13	2.16	2.38	2.12	2.27	2.49	2.98	0.6	0
40		2.13	2.21	2.38	2.15	2.3	2.47	2.99	0.55	0

TABLAS DE DATOS

O	GENERADOR semicilíndrico SC-C3	VEL. VENTIL	VELOCIDAD VIENTO V (M/SEG)							EXT RESORTE GIRANDO	VELOC. DE GIRO
	PESOS(Gr)	#	pto 1	pto 2	pto 3	pto 4	pto 5	pto 6	pto 7	F1 (N)	W (RPM)
	0	1	1.79	1.87	1.83	1.99	2.13	1.99	2.17	0.25	75.4
	0		1.71	1.86	1.87	1.97	2.12	1.94	2.15	0.24	74.9
	0		1.71	1.83	1.85	1.91	2.18	1.95	2.11	0.22	75.06
	2	1	1.75	1.79	1.81	1.71	2.07	1.74	2.05	0.29	56.73
	2		1.71	1.85	1.84	1.76	2.04	1.66	2.03	0.32	57.26
	2		1.7	1.81	1.86	1.72	2.01	1.71	2.04	0.31	56.6
	5	1	1.75	1.79	1.87	1.84	2.13	1.89	2.14	0.4	54.06
	5		1.75	1.79	1.89	1.77	2.07	1.76	2.07	0.4	53.93
	5		1.77	1.81	1.83	1.79	2.1	1.75	2.06	0.35	54.03
	7	1	1.71	1.82	1.8	1.59	1.97	1.64	2.02	0.05	0
	7		1.67	1.74	0.178	1.67	2.01	1.66	2.04	0.07	0
	7		1.66	1.79	1.83	1.51	2	1.67	2.01	0.06	0
	0	2	2.05	2.19	2.2	2.29	2.71	2.2	2.62	0.4	95.37
	0		2.03	2.21	2.22	2.25	2.69	2.19	2.63	0.35	95.57
	0		2.03	2.24	2.19	2.27	2.7	2.26	2.63	0.35	95.77
	5	2	2.03	2.16	2.21	2.2	2.67	2.25	2.54	0.7	59.53
	5		1.76	2.25	2.23	2.24	2.72	2.25	2.58	0.62	59.23
	5		2.01	2.23	2.21	2.23	2.71	2.21	2.59	0.62	59.43
	10	2	2	2.21	2.2	2.17	2.7	2.21	2.53	0.71	54.7
	10		2.05	2.23	2.26	2.13	2.63	2.17	2.59	0.73	54.97
	10		2.03	2.19	2.21	2.19	2.65	2.23	2.54	0.7	54.34
	15	2	2.01	2.1	2.14	2.08	2.46	2.2	2.5	0.15	0
	15		1.98	2.08	2.16	2	2.44	2.2	2.49	0.1	0
	15		1.95	2.14	2.14	2.1	2.39	2.21	2.53	0.15	0
	0	3	2.21	2.44	2.49	2.81	3.13	2.7	3.03	0.59	107.37
	0		2.21	2.5	2.47	2.79	3.01	2.75	2.02	0.5	107.57
	0		2.23	2.49	2.47	2.83	3.14	2.83	3.09	0.55	108.07
	5	3	2.19	2.48	2.49	2.67	3.02	2.81	3.06	0.9	84.9
	5		2.2	2.36	2.44	2.64	3.05	2.75	3.12	0.9	84.9
	5		2.14	2.38	2.51	2.53	3.07	2.7	3.1	0.86	84.6
	10	3	2.13	2.36	2.34	2.49	3.04	2.65	3.04	1	67.7
	10		2.16	2.46	2.29	2.58	3.02	2.61	3.04	1	67.27
	10		2.17	2.8	2.34	2.5	3.01	2.55	3.06	1	67.8
	15	3	2.17	2.46	2.38	2.63	3.03	2.55	3.03	1.1	59.7
	15		2.26	2.5	2.41	2.48	3	2.5	3.04	1.1	58.67
	15		2.19	2.43	2.4	2.47	3.05	2.54	3.05	1.1	59.37
	20	3	2.1	2.42	2.37	2.55	2.92	2.45	3	1.95	25.03
	20		2.11	2.2	2.29	2.25	3.02	2.35	3.07	1.9	24.93
	20		2.21	2.44	2.3	2.45	3.04	2.41	3.05	1.2	25.27
	29	3	2.1	2.19	2.29	2.29	3	2.5	3.08	0.25	0
	29		2.1	2.15	2.28	2.26	2.97	2.5	3	0.21	0
	29		2.09	2.15	2.332	2.3	3.05	2.47	3	0.25	0

TABLAS DE DATOS

O	GENERADOR	VEL.	VELOCIDAD VIENTO							EXT RESORTE	VELOC.
	especial ES-H2	VENTIL	V (M/SEG)							GIRANDO	DE GIRO
	PESOS(Gr)	#	pto 1	pto 2	pto 3	pto 4	pto 5	pto 6	pto 7	F1 (N)	W (RPM)
	0	1	2.03	2.12	2.23	2.19	2.39	2.26	2.81	0.25	63.6
	0		2	2.09	2.06	2.01	2.42	2.15	2.79	0.25	63.45
	0		2.01	2.13	2.1	2.11	2.5	2.24	2.71	0.25	63.55
	2	1	1.76	1.99	1.92	2.17	2.48	2.1	2.64	0.35	49.55
	2		1.78	1.98	1.84	2.07	2.37	2.16	2.69	0.3	48.9
	2		1.7	1.97	1.87	2.09	2.47	2.1	2.65	0.3	49.1
	5	1	1.53	1.85	1.91	1.39	1.41	2.21	2.51	0	0
	5		1.7	1.73	1.92	1.22	1.33	1.8	2.21	0	0
	5		1.55	1.8	1.9	1.3	1.31	1.91	2.39	0	0
	0	2	2.2	2.28	2.39	2.29	2.81	2.68	2.86	0.45	83.55
	0		2.12	2.31	2.22	2.39	2.71	2.68	2.81	0.4	83.7
	0		2.11	2.33	2.3	2.31	2.73	2.61	2.8	0.4	83.45
	5	2	2.08	2.26	2.37	2.51	2.84	2.6	2.76	0.65	71.4
	5		2.09	2.31	2.27	2.29	2.87	2.58	2.87	0.65	71.4
	5		2.08	2.3	2.35	2.31	2.71	2.68	2.89	0.67	70.95
	10	2	2.12	2.36	2.31	2.28	2.74	2.69	2.82	0.8	52.45
	10		2.07	2.31	2.27	2.21	2.8	2.63	2.89	0.75	50.25
	10		2.02	2.34	2.29	2.3	2.84	2.61	2.82	0.8	50.55
	15	2	2.03	2.01	2.18	1.7	2.84	2.64	2.75	0	0
	15		2.07	2.04	2.12	1.79	2.81	2.59	2.82	0	0
	15		2.01	2.03	2.15	1.71	2.82	2.65	2.8	0	0
	0	3	2.59	2.66	2.71	2.68	3.11	2.8	3.21	0.6	101.35
	0		2.44	2.67	2.73	2.54	3.15	2.81	3.19	0.7	102.45
	0		2.5	2.69	2.72	2.61	3.14	2.8	3.21	0.65	100.4
	5	3	2.56	2.73	2.82	2.52	3.18	2.75	3.21	0.95	91.05
	5		2.61	2.67	2.85	2.65	3.12	2.79	3.39	1	92
	5		2.57	2.74	2.83	2.61	3.17	2.7	3.27	1	91.3
	10	3	2.45	2.76	2.75	2.7	3.01	2.67	3.29	1.2	66.7
	10		2.44	2.69	2.64	2.61	3.17	2.7	3.27	1.15	66.65
	10		2.4	2.67	2.69	2.73	3.12	2.68	3.21	1.15	66.85
	15	3	2.41	2.64	2.7	2.58	3.14	2.62	3.16	1.25	59.6
	15		2.33	2.7	2.73	2.71	3.18	2.69	3.19	1.25	60.45
	15		2.4	2.73	2.71	2.69	3.1	2.71	3.21	1.28	60.7
	20	3	2.48	2.71	2.77	2.6	3.04	2.79	3.18	1.2	40.55
	20		2.34	2.71	2.7	2.6	3.05	2.61	3.28	1.1	41.6
	20		2.43	2.73	2.79	2.69	3.1	2.71	3.21	1.16	41.55
	25	3	2.31	2.37	2.57	2.05	2.5	2.52	3.01	0.26	0
	25		2.37	2.27	2.61	1.87	2.49	2.2	2.99	0.25	0
	25		2.33	2.34	2.67	2	2.45	2.41	3.01	0.25	0

TABLAS DE DATOS

[illegible]

TABLAS DE DATOS

[illegible]

TABLAS DE DATOS

O	GENERADOR semicilíndrico SC-J2	VEL. VENTIL	VELOCIDAD VIENTO V (M/SEG)							EXT RESORTE GIRANDO	VELOC. DE GIRO
	PESOS(Gr)	#	pto 1	pto 2	pto 3	pto 4	pto 5	pto 6	pto 7	F1 (N)	W (RPM)
	0	1	2.22	2.32	2.26	2.41	2.93	2.37	2.94	0.09	38.95
	0		2.15	2.31	2.34	2.37	2.94	2.44	2.82	0.1	38.15
	0		2.2	2.32	2.29	2.34	2.93	2.41	2.9	0.1	38.5
	5	1	2.07	2.27	2.28	2.33	2.91	2.38	2.83	0.28	29.25
	5		2.21	2.31	2.26	2.39	2.9	2.5	2.86	0.3	28.8
	5		2.2	2.29	2.21	2.31	2.91	2.43	2.92	0.29	29.05
	10	1	2.13	2.29	2.32	2.35	2.78	2.48	2.73	0.45	18.8
	10		2.14	2.21	2.3	2.31	2.82	2.45	2.74	0.45	18.95
	10		2.1	2.27	2.33	2.3	2.81	2.49	2.79	0.43	18.45
	15	1	1.98	2.27	2.1	1.88	2.79	2.47	2.71	0.1	0
	15		2.03	2.26	2.03	1.78	2.74	2.33	2.55	0.15	0
	15		2.01	2.29	2.14	1.79	2.71	2.43	2.59	0.12	0
	0	2	2.57	2.79	2.73	2.6	3.18	2.75	3.14	0.13	56.6
	0		2.57	2.69	2.76	2.73	3.07	2.64	3.08	0.1	56.7
	0		2.6	2.73	2.74	2.71	3.14	2.69	3.14	0.15	56.75
	15	2	2.58	2.77	2.67	2.67	3.11	2.67	3.09	0.73	24.9
	15		2.51	2.74	2.64	2.6	3.04	2.65	3.18	0.71	24.75
	15		2.59	2.73	2.61	2.64	3.14	2.69	3.11	0.7	24.85
	20	2	2.54	2.74	2.7	2.66	3.02	2.68	3.04	0.82	15.3
	20		2.45	2.71	2.69	2.56	3.04	2.65	3.06	0.85	15
	20		2.49	2.76	2.74	2.64	3.01	2.63	3.07	0.83	15.45
	26	2	2.44	2.59	2.55	2.38	2.92	2.61	2.99	0.15	0
	26		2.45	2.01	2.51	2.47	2.86	2.49	3	0.17	0
	26		2.41	2.57	2.53	2.48	2.89	2.64	3.01	0.14	0
	0	3	2.87	3.02	3.06	3.01	3.34	3.04	3.37	0.25	68.55
	0		2.87	3.08	3.04	3.02	3.41	3.06	3.36	0.2	68.65
	0		2.88	3.03	3.07	3	3.39	3.03	3.31	0.22	68.55
	10	3	2.87	3.06	3.07	3.05	3.32	3.08	3.36	0.65	49
	10		2.84	3.07	3.06	3.03	3.37	3.05	3.39	0.65	49.4
	10		2.88	3.04	3.09	3.07	3.31	3.03	3.35	0.63	49.6
	20	3	2.9	3.1	3.07	3.03	3.25	3.02	3.28	1	32.2
	20		2.82	3.06	3.02	3.01	3.26	3.06	3.31	1.06	32.45
	20		2.87	3.04	3.03	3.02	3.29	3.05	3.34	1.05	35.55
	30	3	2.83	2.99	3.04	2.97	3.27	3.09	3.31	1.2	18.35
	30		2.83	2.91	2.98	2.91	3.29	3.06	3.3	1.15	18.6
	30		2.87	2.96	2.99	2.98	3.32	3.04	3.27	1.18	18.65
	34	3	2.75	2.95	2.97	2.99	3.23	2.98	3.28	0.2	0
	34		2.71	2.97	2.96	3.03	3.29	2.94	3.23	0.2	0
	34		2.76	2.99	2.91	2.97	3.25	2.98	3.29	0.15	0

TABLAS DE DATOS

[illegible]

TABLAS DE DATOS

[illegible]

TABLAS DE DATOS

[illegible]

TABLAS DE DATOS

[illegible]

TABLAS DE DATOS

[illegible]

TABLAS DE DATOS

O	GENERADOR	VEL.	VELOCIDAD VIENTO							EXT RESORTE	VELOC.
	parabólico	VENTIL	V (M/SEG)							GIRANDO	DE GIRO
	P-G2										
	PESOS(Gr)	#	pto 1	pto 2	pto 3	pto 4	pto 5	pto 6	pto 7	F1	W
	0	1	1.68	1.81	1.98	1.98	2.45	2.12	2.42	0.18	77.65
	0		1.82	1.98	2.1	1.9	2.29	1.84	2.35	0.16	77.85
	0		1.67	1.79	2.13	1.89	2.2	1.91	2.33	0.15	77.45
	5	1	1.54	1.8	1.97	1.96	2.32	1.89	2.11	0.3	62
	5		1.66	1.68	2.12	1.87	2.22	2.03	2.23	0.3	60.3
	5		1.78	1.78	1.88	1.9	2.22	1.82	2.04	0.35	60.5
	10	1	1.69	1.82	2.09	2	2.2	2.03	2.64	0.48	35.1
	10		1.62	1.74	1.91	2.01	2.25	1.98	2.23	0.49	38.4
	10		1.85	1.77	1.96	1.98	2.22	2.19	2.35	0.48	35.4
	12	1	1.83	1.79	2.04	2.07	2.28	2.06	2.39	0.52	33.2
	12		2.09	1.91	1.9	2.01	2.15	2.14	2.28	0.53	31
	12		1.8	1.84	2.06	2.08	2.17	2.05	2.1	0.52	31.1
	15	1	1.66	1.54	2.12	1.24	1.74	1.72	2.16	0.3	0
	15		1.77	1.78	2.24	2.04	2.24	2.13	2.58	0.25	0
	15		1.81	1.94	2.22	1.96	2.44	1.97	2.3	0.27	0
	0	2	1.76	2.08	2.01	2.32	2.88	2.53	2.8	0.47	79.35
	0		1.5	1.99	2.1	2.25	2.75	2.17	2.9	0.3	89.65
	0		1.83	2.04	1.98	2.23	2.71	2.52	2.73	0.48	76.75
	5	2	2	2.18	2.3	2.47	2.8	2.64	2.68	0.65	61.55
	5		2.03	1.99	2.12	2.24	2.66	2.2	2.69	0.65	58.9
	5		2.01	2.13	2.17	2.24	2.53	2.49	2.67	0.63	59.75
	10	2	1.95	2.12	2.32	2.25	2.56	2.51	2.96	0.71	51.1
	10		2.09	2.18	2.54	2.39	2.65	2.72	2.93	0.71	50.95
	10		2.02	2.2	2.51	2.25	2.72	2.59	2.68	0.72	53.25
	15	2	2.02	2.18	2.25	2.26	2.72	2.59	2.68	0.83	36.35
	15		2.14	2.24	2.34	2.35	2.69	2.66	2.94	0.82	40.3
	15		2.18	2.08	2.36	2.23	2.65	2.63	2.83	0.83	38.5
	20	2	2.12	2.23	2.42	2.33	2.78	2.39	2.91	0.9	29.4
	20		2.11	2.44	2.52	2.3	2.76	2.42	2.65	0.9	28.9
	20		2.19	2.26	2.51	2.3	2.88	2.5	2.64	0.89	25.25
	29	2	1.82	2.21	2.17	1.36	2.01	2.28	2.95	0.49	0
	29		1.89	1.98	2.06	1.81	1.87	2.42	2.78	0.5	0
	29		1.98	1.84	2.16	1.6	1.77	2.59	2.88	0.48	0
	0	3	1.99	2.46	2.51	2.66	2.99	2.54	3.04	0.55	90.6
	0		2.09	2.58	2.56	2.64	2.97	2.67	2.99	0.51	91.2
	0		2.07	2.35	2.59	2.67	2.8	2.65	2.91	0.5	100.45
	10	3	2.35	2.57	2.73	2.57	3.12	2.58	2.98	0.82	81.35
	10		2.17	2.44	2.74	2.61	3	2.58	3.18	0.78	81.95
	10		2.24	2.4	2.47	2.62	3.08	2.86	3.08	0.8	82.4
	20	3	2.2	2.4	2.58	2.72	2.99	2.75	3.13	1.1	62.2
	20		2.24	2.29	2.48	2.7	2.94	2.83	2.88	1	65.2
	20		2.16	2.32	2.46	2.79	2.83	2.79	2.9	1.1	60.3
	30	3	1.99	2.37	2.79	2.72	3.31	2.87	3.43	1.23	42.45
	30		2.05	2.64	2.76	2.48	3.11	2.8	3.39	1.19	44.8
	30	2	2.61	2.66	2.76	3.2	2.83	3.4		1.15	42.55
	40	3	2.41	2.69	2.58	2.83	3	2.99	3.32	1.3	19
	40		2.49	2.75	2.75	2.73	3.26	3.04	3.47	1.3	16.15
	40		2.52	2.62	2.58	2.72	3.09	2.91	3.43	1.33	20.35
	45	3	2.08	2.19	2.23	1.68	2	2.46	2.74	0.79	0
	45		1.99	2.16	2.52	1.72	1.99	2.7	3.24	0.75	0
	45		2.04	2.1	2.26	1.8	2.09	2.33	3.02	0.75	0

ANEXO 2

TABLAS DE RESULTADOS

PERFIL SC-A2 VELOCIDAD	V m/s	Pv W	T Nm	W rad/s	Pe W	u	N
1	2.17	0.38	0.008	6.28	0.05	0.72	0.13
1	2.12	0.35	0.009	6.28	0.05	0.74	0.15
1	2.00	0.29	0.008	5.71	0.05	0.72	0.16
1	1.90	0.25	0.009	4.49	0.04	0.59	0.17
1	1.96	0.28	0.009	4.83	0.04	0.62	0.15
1	1.96	0.28	0.009	4.83	0.04	0.62	0.15
1	1.93	0.27	0.010	3.30	0.03	0.43	0.12
1	1.90	0.25	0.010	3.61	0.04	0.48	0.14
1	1.96	0.28	0.010	3.36	0.03	0.43	0.12
1	2.04	0.31	0.010	2.99	0.03	0.37	0.10
1	1.94	0.27	0.009	2.03	0.02	0.26	0.07
1	1.93	0.26	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.17	0.38	0.011	8.98	0.10	1.03	0.26
2	2.16	0.37	0.011	8.98	0.10	1.04	0.27
2	2.15	0.37	0.011	8.98	0.10	1.04	0.26
2	2.19	0.39	0.014	7.85	0.11	0.90	0.29
2	2.15	0.37	0.014	7.85	0.11	0.91	0.30
2	2.21	0.40	0.014	7.85	0.11	0.89	0.27
2	2.23	0.41	0.018	6.98	0.12	0.78	0.30
2	2.16	0.37	0.018	6.98	0.12	0.81	0.33
2	2.16	0.37	0.018	6.98	0.12	0.81	0.33
2	2.16	0.37	0.018	5.71	0.10	0.66	0.28
2	2.24	0.41	0.018	5.24	0.10	0.58	0.23
2	2.21	0.40	0.018	5.46	0.10	0.62	0.25
2	2.33	0.47	0.018	4.19	0.08	0.45	0.16
2	2.29	0.44	0.018	5.46	0.10	0.60	0.22
2	2.29	0.44	0.019	3.93	0.08	0.43	0.17
2	2.27	0.43	0.021	3.49	0.07	0.38	0.17
2	2.59	0.64	0.008	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.58	0.64	0.007	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.61	0.66	0.007	0.00	0.00	0.00	0.00
3	2.75	0.77	0.026	10.47	0.27	0.95	0.35
3	2.87	0.87	0.026	9.87	0.25	0.86	0.29
3	2.70	0.73	0.023	10.47	0.24	0.97	0.33
3	2.81	0.82	0.027	10.47	0.28	0.93	0.34
3	2.86	0.87	0.027	10.47	0.28	0.91	0.33
3	2.90	0.90	0.027	10.47	0.28	0.90	0.32
3	2.77	0.78	0.032	6.28	0.20	0.57	0.26
3	2.81	0.82	0.022	4.49	0.10	0.40	0.12
3	2.81	0.82	0.030	6.28	0.19	0.56	0.23
3	2.80	0.81	0.028	4.83	0.14	0.43	0.17
3	2.84	0.85	0.024	3.14	0.08	0.28	0.09
3	2.83	0.84	0.027	4.83	0.13	0.43	0.16
3	2.80	0.81	0.027	3.68	0.10	0.33	0.12
3	2.76	0.78	0.024	3.72	0.09	0.34	0.12
3	2.79	0.80	0.027	3.74	0.10	0.34	0.13
3	2.88	0.88	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
3	2.66	0.69	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
3	2.69	0.72	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00

TABLAS DE RESULTADOS

PERFIL SC-A3 VELOCIDAD	V m/s	Pv W	T Nm	W rad/s	Pe W	u	N
1	1.75	0.20	0.01	8.38	0.07	1.20	0.34
1	1.76	0.20	0.01	8.36	0.07	1.19	0.34
1	1.78	0.21	0.01	8.36	0.07	1.17	0.32
1	1.77	0.20	0.01	7.05	0.08	1.00	0.37
1	1.85	0.23	0.01	7.09	0.08	0.96	0.34
1	1.89	0.25	0.01	7.12	0.08	0.94	0.33
1	1.92	0.26	0.01	5.24	0.06	0.68	0.22
1	2.01	0.30	0.01	5.11	0.06	0.64	0.20
1	1.93	0.27	0.01	5.55	0.06	0.72	0.23
1	1.97	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	1.86	0.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	1.89	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.37	0.49	0.01	10.96	0.10	1.16	0.21
2	2.32	0.46	0.01	10.88	0.09	1.17	0.19
2	2.34	0.47	0.01	10.89	0.09	1.16	0.19
2	2.27	0.43	0.01	8.21	0.11	0.90	0.26
2	2.14	0.36	0.01	6.58	0.09	0.77	0.24
2	2.19	0.39	0.01	7.72	0.11	0.88	0.30
2	2.36	0.49	0.02	5.85	0.10	0.62	0.20
2	2.40	0.51	0.02	7.41	0.12	0.77	0.23
2	2.39	0.50	0.02	8.58	0.14	0.90	0.28
2	2.19	0.39	0.01	2.55	0.04	0.29	0.10
2	2.32	0.46	0.01	2.53	0.04	0.27	0.08
2	2.23	0.41	0.01	1.95	0.02	0.22	0.06
2	2.16	0.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.15	0.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.15	0.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	2.68	0.71	0.02	12.58	0.22	1.17	0.31
3	2.65	0.69	0.02	12.77	0.24	1.20	0.35
3	2.69	0.72	0.02	12.60	0.23	1.17	0.32
3	2.51	0.58	0.02	10.55	0.26	1.05	0.44
3	2.56	0.62	0.02	10.50	0.26	1.03	0.41
3	2.65	0.69	0.02	9.75	0.23	0.92	0.33
3	2.75	0.77	0.03	8.19	0.22	0.74	0.29
3	2.65	0.69	0.03	7.65	0.21	0.72	0.30
3	2.54	0.60	0.03	7.60	0.21	0.75	0.35
3	2.57	0.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	2.59	0.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	2.54	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

TABLAS DE RESULTADOS

PERFIL SC-A4 VELOCIDAD	V m/s	Pv W	T Nm	W rad/s	Pe W	u	N
2	2.19	0.39	0.01	2.99	0.02	0.34	0.05
2	2.13	0.36	0.01	3.00	0.02	0.35	0.06
2	2.10	0.34	0.01	3.00	0.02	0.36	0.06
2	2.03	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	1.91	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	1.99	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	2.54	0.60	0.01	4.42	0.03	0.44	0.05
3	2.57	0.63	0.01	4.60	0.03	0.45	0.05
3	2.48	0.56	0.01	4.42	0.03	0.45	0.05
3	2.44	0.53	0.01	2.68	0.02	0.27	0.03
3	2.52	0.59	0.01	2.41	0.02	0.24	0.03
3	2.37	0.49	0.01	2.61	0.02	0.28	0.04
3	2.45	0.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	2.34	0.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	2.35	0.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

TABLAS DE RESULTADOS

PERFIL SC-B2 VELOCIDAD	V m/s	Pv W	T Nm	W rad/s	Pe W	u	N
1	1.87	0.24	0.00	6.90	0.03	0.92	0.12
1	1.88	0.25	0.00	7.33	0.03	0.97	0.12
1	1.93	0.27	0.00	7.03	0.03	0.91	0.11
1	1.74	0.19	0.01	2.84	0.02	0.41	0.08
1	2.01	0.30	0.01	2.73	0.01	0.34	0.05
1	1.91	0.26	0.00	2.16	0.01	0.28	0.03
1	2.50	0.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	2.41	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	2.30	0.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.29	0.44	0.01	9.51	0.09	1.04	0.20
2	2.25	0.42	0.01	9.37	0.08	1.04	0.19
2	2.26	0.43	0.01	9.42	0.09	1.04	0.20
2	2.28	0.43	0.01	8.17	0.10	0.90	0.24
2	2.28	0.44	0.01	8.01	0.10	0.88	0.23
2	2.24	0.42	0.01	8.07	0.10	0.90	0.24
2	2.36	0.49	0.01	6.12	0.09	0.65	0.19
2	2.27	0.43	0.02	5.40	0.08	0.59	0.19
2	2.32	0.46	0.01	5.24	0.07	0.56	0.15
2	3.15	1.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.85	0.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.82	0.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.00					
3	2.52	0.59	0.01	12.34	0.15	1.23	0.25
3	2.53	0.60	0.01	13.60	0.16	1.34	0.27
3	2.65	0.69	0.01	13.47	0.15	1.27	0.21
3	2.55	0.61	0.02	11.52	0.23	1.13	0.38
3	2.61	0.66	0.02	12.38	0.25	1.18	0.38
3	2.61	0.65	0.02	11.87	0.24	1.14	0.37
3	2.60	0.65	0.03	10.10	0.27	0.97	0.42
3	2.67	0.70	0.03	10.03	0.27	0.94	0.38
3	2.69	0.71	0.03	10.07	0.27	0.94	0.38
3	2.62	0.67	0.03	2.44	0.07	0.23	0.11
3	2.77	0.79	0.03	2.41	0.07	0.22	0.09
3	2.67	0.70	0.03	2.45	0.07	0.23	0.10
3	2.78	0.79	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
3	2.77	0.79	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
3	2.83	0.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

TABLAS DE RESULTADOS

PERFILSC-B3 VELOCIDAD	V m/s	Pv W	T Nm	W rad/s	Pe W	u	N
2	2.15	0.37	0.00	8.72	0.04	1.01	0.10
2	2.18	0.38	0.01	8.74	0.05	1.00	0.12
2	2.12	0.35	0.00	8.71	0.03	1.03	0.09
2	2.25	0.42	0.01	5.50	0.07	0.61	0.16
2	2.29	0.44	0.01	5.47	0.07	0.60	0.15
2	2.12	0.35	0.01	5.48	0.07	0.65	0.19
2	2.16	0.37	0.02	3.60	0.06	0.42	0.15
2	2.15	0.37	0.02	3.66	0.06	0.43	0.15
2	2.21	0.40	0.02	3.64	0.06	0.41	0.15
2	2.19	0.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.30	0.45	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.27	0.43	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
3	2.55	0.61	0.01	9.13	0.06	0.90	0.10
3	2.53	0.60	0.01	9.13	0.06	0.90	0.10
3	2.59	0.64	0.00	8.41	0.03	0.81	0.05
3	2.57	0.63	0.01	8.49	0.10	0.82	0.16
3	2.56	0.62	0.01	7.77	0.08	0.76	0.14
3	2.54	0.61	0.01	8.10	0.09	0.80	0.14
3	2.50	0.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	2.53	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	2.50	0.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

TABLAS DE RESULTADOS

PERFIL SC-C2 VELOCIDAD	V m/s	Pv W	T Nm	W rad/s	Pe W	u	N
1	1.83	0.22	0.01	6.28	0.04	0.86	0.19
1	1.72	0.19	0.01	6.34	0.04	0.92	0.23
1	1.78	0.21	0.01	6.31	0.04	0.88	0.21
1	1.81	0.22	0.01	5.51	0.07	0.76	0.33
1	1.79	0.21	0.01	5.52	0.06	0.77	0.27
1	1.80	0.21	0.01	5.51	0.06	0.77	0.28
1	1.81	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	1.81	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	1.80	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.31	0.46	0.01	9.24	0.11	1.00	0.25
2	2.32	0.46	0.01	9.31	0.12	1.00	0.25
2	2.31	0.45	0.01	9.29	0.13	1.01	0.28
2	2.25	0.42	0.02	6.30	0.12	0.70	0.28
2	2.28	0.44	0.02	6.25	0.11	0.68	0.25
2	2.26	0.43	0.02	6.24	0.12	0.69	0.28
2	2.26	0.43	0.02	4.29	0.08	0.47	0.18
2	2.27	0.43	0.02	4.31	0.07	0.48	0.17
2	2.25	0.42	0.02	4.34	0.08	0.48	0.18
2	2.25	0.42	0.02	3.69	0.06	0.41	0.14
2	2.24	0.41	0.02	3.72	0.06	0.42	0.15
2	2.24	0.41	0.02	3.15	0.05	0.35	0.12
2	2.23	0.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.25	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.20	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	2.80	0.81	0.02	12.27	0.20	1.10	0.25
3	2.82	0.83	0.02	12.26	0.22	1.09	0.26
3	2.81	0.82	0.02	12.25	0.23	1.09	0.28
3	2.75	0.77	0.02	9.12	0.22	0.83	0.29
3	2.75	0.77	0.02	9.13	0.21	0.83	0.27
3	2.68	0.71	0.03	9.07	0.23	0.85	0.33
3	2.71	0.73	0.03	8.22	0.24	0.76	0.33
3	2.69	0.72	0.03	8.09	0.24	0.75	0.33
3	2.73	0.75	0.03	8.14	0.24	0.74	0.32
3	2.70	0.73	0.03	7.40	0.21	0.68	0.29
3	2.68	0.71	0.03	7.37	0.21	0.69	0.29
3	2.69	0.72	0.03	7.39	0.21	0.69	0.30
3	2.68	0.71	0.03	4.14	0.11	0.39	0.16
3	2.68	0.71	0.03	4.17	0.11	0.39	0.16
3	2.67	0.71	0.03	4.16	0.12	0.39	0.17
3	2.39	0.50	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
3	2.36	0.49	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
3	2.38	0.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

TABLAS DE RESULTADOS

PERFIL SC-C3 VELOCIDAD	V m/s	Pv W	T Nm	W rad/s	Pe W	u	N
1	1.97	0.28	0.01	7.90	0.05	1.00	0.19
1	1.95	0.27	0.01	7.84	0.05	1.01	0.19
1	1.93	0.27	0.01	7.86	0.05	1.02	0.17
1	1.85	0.23	0.01	5.94	0.04	0.80	0.19
1	1.84	0.23	0.01	6.00	0.05	0.81	0.21
1	1.84	0.23	0.01	5.93	0.05	0.81	0.20
1	1.92	0.26	0.01	5.66	0.05	0.74	0.21
1	1.87	0.24	0.01	5.65	0.05	0.75	0.22
1	1.87	0.24	0.01	5.66	0.05	0.76	0.19
1	1.79	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	1.57	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	1.78	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.32	0.46	0.01	9.99	0.11	1.07	0.23
2	2.32	0.46	0.01	10.01	0.09	1.08	0.21
2	2.33	0.47	0.01	10.03	0.09	1.08	0.20
2	2.29	0.45	0.02	6.23	0.11	0.68	0.25
2	2.29	0.44	0.02	6.20	0.10	0.68	0.22
2	2.31	0.46	0.02	6.22	0.10	0.67	0.21
2	2.29	0.44	0.02	5.73	0.09	0.63	0.21
2	2.29	0.45	0.02	5.76	0.10	0.63	0.22
2	2.29	0.44	0.02	5.69	0.09	0.62	0.21
2	2.21	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.19	0.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.21	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.00					
3	2.69	0.72	0.02	11.24	0.18	1.05	0.25
3	2.54	0.60	0.01	11.26	0.15	1.11	0.25
3	2.73	0.75	0.01	11.32	0.17	1.04	0.22
3	2.67	0.71	0.02	8.89	0.20	0.83	0.29
3	2.65	0.69	0.02	8.89	0.20	0.84	0.30
3	2.63	0.67	0.02	8.86	0.19	0.84	0.29
3	2.58	0.63	0.02	7.09	0.17	0.69	0.27
3	2.59	0.64	0.02	7.04	0.17	0.68	0.27
3	2.63	0.67	0.02	7.10	0.17	0.67	0.26
3	2.61	0.65	0.03	6.25	0.16	0.60	0.25
3	2.60	0.65	0.03	6.14	0.16	0.59	0.24
3	2.59	0.64	0.03	6.22	0.16	0.60	0.25
3	2.54	0.61	0.03	2.62	0.08	0.26	0.13
3	2.47	0.56	0.03	2.61	0.08	0.26	0.14
3	2.56	0.62	0.03	2.65	0.07	0.26	0.12
3	2.49	0.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	2.47	0.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	2.48	0.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

TABLAS DE RESULTADOS

PERFIL ES-H2 VELOCIDAD	V m/s	Pv W	T Nm	W rad/s	Pe W	u	N
1	2.29	0.44	0.01	6.66	0.04	0.73	0.10
1	2.22	0.40	0.01	6.64	0.04	0.75	0.11
1	2.26	0.42	0.01	6.65	0.04	0.74	0.11
1	2.15	0.37	0.01	5.19	0.05	0.60	0.13
1	2.13	0.36	0.01	5.12	0.04	0.60	0.11
1	2.12	0.35	0.01	5.14	0.04	0.61	0.11
1	1.83	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	1.70	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	1.74	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.50	0.58	0.01	8.75	0.11	0.87	0.18
2	2.46	0.55	0.01	8.77	0.09	0.89	0.17
2	2.46	0.55	0.01	8.74	0.09	0.89	0.17
2	2.49	0.57	0.02	7.48	0.12	0.75	0.21
2	2.47	0.56	0.02	7.48	0.12	0.76	0.22
2	2.47	0.56	0.02	7.43	0.12	0.75	0.22
2	2.47	0.56	0.02	5.49	0.10	0.55	0.19
2	2.45	0.55	0.02	5.26	0.09	0.54	0.17
2	2.46	0.55	0.02	5.29	0.10	0.54	0.18
2	2.31	0.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.32	0.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.31	0.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	2.82	0.83	0.02	10.61	0.17	0.94	0.21
3	2.79	0.80	0.02	10.73	0.20	0.96	0.25
3	2.81	0.82	0.02	10.51	0.18	0.94	0.23
3	2.82	0.83	0.02	9.53	0.23	0.84	0.28
3	2.87	0.87	0.03	9.63	0.25	0.84	0.28
3	2.84	0.85	0.03	9.56	0.25	0.84	0.29
3	2.80	0.81	0.03	6.98	0.21	0.62	0.26
3	2.79	0.80	0.03	6.98	0.20	0.63	0.25
3	2.79	0.80	0.03	7.00	0.20	0.63	0.25
3	2.75	0.77	0.03	6.24	0.19	0.57	0.24
3	2.79	0.80	0.03	6.33	0.19	0.57	0.24
3	2.79	0.80	0.03	6.36	0.19	0.57	0.24
3	2.80	0.81	0.03	4.25	0.12	0.38	0.14
3	2.76	0.77	0.02	4.36	0.11	0.40	0.14
3	2.81	0.82	0.03	4.35	0.11	0.39	0.14
3	2.48	0.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	2.40	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	2.46	0.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

TABLAS DE RESULTADOS

[illegible]

TABLAS DE RESULTADOS

PERFIL ES-I2 VELOCIDAD	V m/s	Pv W	T Nm	W rad/s	Pe W	u	N
1	2.04	0.31	0.005	5.65	0.03	0.69	0.10
1	2.07	0.33	0.007	5.77	0.04	0.70	0.12
1	2.04	0.31	0.005	5.74	0.03	0.70	0.10
1	1.99	0.29	0.005	3.16	0.02	0.40	0.05
1	1.99	0.29	0.006	3.24	0.02	0.41	0.07
1	1.99	0.29	0.005	3.21	0.02	0.40	0.05
1	2.00	0.30	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
1	2.04	0.31	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
1	2.04	0.31	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.46	0.55	0.014	8.64	0.12	0.88	0.21
2	2.52	0.59	0.012	8.67	0.10	0.86	0.17
2	2.53	0.60	0.012	8.58	0.10	0.85	0.17
2	2.51	0.58	0.015	6.17	0.09	0.62	0.16
2	2.47	0.56	0.016	6.12	0.10	0.62	0.17
2	2.53	0.59	0.016	6.18	0.10	0.61	0.17
2	2.50	0.58	0.015	3.20	0.05	0.32	0.08
2	2.45	0.55	0.015	3.21	0.05	0.33	0.09
2	2.50	0.58	0.014	3.23	0.04	0.32	0.08
2	2.49	0.57	0.002	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.45	0.54	0.002	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.50	0.58	0.003	0.00	0.00	0.00	0.00
3	2.95	0.95	0.019	10.42	0.20	0.88	0.21
3	2.93	0.92	0.019	10.55	0.20	0.90	0.22
3	2.95	0.94	0.018	10.44	0.18	0.89	0.19
3	2.88	0.88	0.024	8.59	0.21	0.75	0.24
3	2.89	0.89	0.020	8.46	0.17	0.73	0.19
3	2.90	0.90	0.025	8.55	0.22	0.74	0.24
3	2.80	0.81	0.026	7.00	0.18	0.62	0.22
3	2.65	0.69	0.025	6.91	0.17	0.65	0.25
3	2.83	0.83	0.024	6.93	0.17	0.61	0.20
3	2.85	0.85	0.024	4.89	0.12	0.43	0.14
3	2.85	0.86	0.023	4.86	0.11	0.43	0.13
3	2.84	0.84	0.024	4.91	0.12	0.43	0.14
3	2.72	0.74	0.005	0.00	0.00	0.00	0.00
3	2.76	0.77	0.006	0.00	0.00	0.00	0.00
3	2.77	0.78	0.004	0.00	0.00	0.00	0.00

TABLAS DE RESULTADOS

PERFIL SC-J2	V	Pv	T	W	Pe	u	N
VELOCIDAD	m/s	W	Nm	rad/s	W		
1	2.49	0.57	0.002	4.08	0.01	0.41	0.02
1	2.48	0.56	0.003	4.00	0.01	0.40	0.02
1	2.48	0.57	0.003	4.03	0.01	0.41	0.02
1	2.44	0.54	0.006	3.06	0.02	0.31	0.04
1	2.49	0.57	0.007	3.02	0.02	0.30	0.04
1	2.47	0.55	0.007	3.04	0.02	0.31	0.04
1	2.44	0.54	0.010	1.97	0.02	0.20	0.03
1	2.42	0.53	0.010	1.98	0.02	0.20	0.04
1	2.44	0.54	0.009	1.93	0.02	0.20	0.03
1	2.31	0.46	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
1	2.25	0.42	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
1	2.28	0.44	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.82	0.83	0.004	5.93	0.02	0.52	0.03
2	2.79	0.80	0.003	5.94	0.02	0.53	0.02
2	2.82	0.83	0.004	5.94	0.02	0.53	0.03
2	2.79	0.81	0.016	2.61	0.04	0.23	0.05
2	2.77	0.78	0.015	2.59	0.04	0.23	0.05
2	2.79	0.80	0.015	2.60	0.04	0.23	0.05
2	2.77	0.78	0.017	1.60	0.03	0.14	0.03
2	2.74	0.76	0.018	1.57	0.03	0.14	0.04
2	2.76	0.78	0.017	1.62	0.03	0.15	0.04
2	2.64	0.68	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.54	0.61	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.65	0.68	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
3	3.10	1.10	0.007	7.18	0.05	0.58	0.04
3	3.12	1.12	0.005	7.19	0.04	0.58	0.03
3	3.10	1.10	0.006	7.18	0.04	0.58	0.04
3	3.12	1.12	0.015	5.13	0.08	0.41	0.07
3	3.12	1.12	0.015	5.17	0.08	0.42	0.07
3	3.11	1.11	0.014	5.19	0.07	0.42	0.07
3	3.09	1.09	0.022	3.37	0.07	0.27	0.07
3	3.08	1.08	0.023	3.40	0.08	0.28	0.07
3	3.09	1.09	0.023	3.72	0.09	0.30	0.08
3	3.07	1.07	0.024	1.92	0.05	0.16	0.04
3	3.04	1.04	0.023	1.95	0.05	0.16	0.04
3	3.06	1.06	0.024	1.95	0.05	0.16	0.04
3	3.02	1.02	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
3	3.02	1.01	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
3	3.02	1.02	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00

TABLAS DE RESULTADOS

PERFIL SE-D2 VELOCIDAD	V m/s	Pv W	T Nm	W rad/s	Pe W	u	N
3	2.57	0.63	0.005	9.15	0.05	0.89	0.08
3	2.62	0.66	0.006	9.30	0.05	0.89	0.08
3	2.58	0.64	0.006	9.09	0.06	0.88	0.09
3	2.59	0.64	0.008	8.80	0.07	0.85	0.10
3	2.59	0.64	0.009	8.86	0.08	0.85	0.12
3	2.60	0.65	0.008	8.89	0.07	0.86	0.11
3	2.61	0.66	0.012	8.22	0.10	0.79	0.15
3	2.60	0.65	0.011	8.05	0.09	0.77	0.14
3	2.57	0.63	0.010	7.89	0.08	0.77	0.12
3	2.51	0.58	0.014	5.06	0.07	0.50	0.12
3	2.50	0.57	0.014	5.02	0.07	0.50	0.12
3	2.53	0.60	0.014	5.04	0.07	0.50	0.12
3	2.25	0.42	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00
3	2.28	0.43	0.002	0.00	0.00	0.00	0.00
3	2.27	0.43	0.002	0.00	0.00	0.00	0.00

TABLAS DE RESULTADOS

PERFIL SE-D3 VELOCIDAD	V m/s	Pv W	T Nm	W rad/s	Pe W	u	N
2	2.65	0.70	0.009	6.29	0.05	0.59	0.08
2	2.64	0.69	0.008	6.21	0.05	0.59	0.07
2	2.61	0.66	0.009	6.03	0.05	0.58	0.08
2	2.05	0.32	0.004	5.17	0.02	0.63	0.06
2	1.92	0.26	0.004	5.09	0.02	0.66	0.07
2	2.12	0.36	0.005	5.15	0.02	0.61	0.07
2	1.99	0.30	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.03	0.31	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.01	0.30	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00

TABLAS DE RESULTADOS

VELOCIDAD	V m/s	Pv W	T Nm	W rad/s	Pe W	u	N
1	1.81	0.22	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
1	1.91	0.26	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
1	2.20	0.39	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.00					
2	2.50	0.58	0.005	6.62	0.04	0.66	0.06
2	2.40	0.51	0.004	7.11	0.03	0.74	0.06
2	2.40	0.51	0.005	8.16	0.04	0.85	0.08
2	2.59	0.64	0.011	7.61	0.08	0.73	0.13
2	2.50	0.58	0.011	5.55	0.06	0.56	0.11
2	2.46	0.55	0.011	5.41	0.06	0.55	0.11
2	2.67	0.71	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.60	0.65	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.53	0.60	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00
3	2.74	1.36	0.012	9.25	0.11	0.84	0.08
3	2.69	1.29	0.011	9.10	0.10	0.85	0.08
3	2.66	1.24	0.012	7.36	0.09	0.69	0.07
3	2.67	1.27	0.012	6.51	0.08	0.61	0.06
3	2.71	1.33	0.014	8.17	0.11	0.75	0.08
3	2.67	1.26	0.015	5.08	0.08	0.48	0.06
3	2.76	1.39	0.018	5.86	0.10	0.53	0.07
3	2.69	1.29	0.017	5.85	0.10	0.54	0.08
3	2.73	1.36	0.014	2.26	0.03	0.21	0.02
3	2.54	1.09	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
3	2.27	0.78	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00

TABLAS DE RESULTADOS

PERFIL SE_E3	V m/s	Pv W	T Nm	W rad/s	Pe W	u	N
2	2.17	0.38	0.007	7.33	0.05	0.84	0.14
2	2.09	0.34	0.008	6.85	0.06	0.82	0.16
2	2.07	0.33	0.007	7.14	0.05	0.86	0.15
2	2.05	0.32	0.002	0.00	0.00	0.00	0.00
2	1.92	0.26	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.12	0.35	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
2	1.99	0.29	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.03	0.31	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.01	0.30	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
3	2.52	0.59	0.013	9.29	0.12	0.92	0.21
3	2.48	0.56	0.011	9.18	0.10	0.92	0.18
3	2.50	0.57	0.012	9.09	0.11	0.91	0.19
3	2.41	0.52	0.014	6.62	0.09	0.69	0.18
3	2.36	0.49	0.017	6.36	0.11	0.67	0.22
3	2.40	0.51	0.016	6.44	0.10	0.67	0.20
3	2.45	0.54	0.016	4.88	0.08	0.50	0.15
3	2.45	0.54	0.017	4.95	0.08	0.50	0.15
3	2.44	0.54	0.017	4.89	0.08	0.50	0.15
3	2.23	0.41	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
3	2.29	0.44	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
3	2.27	0.43	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00

TABLAS DE RESULTADOS

PERFIL P-F2 VELOCIDAD	V m/s	Pv W	T Nm	W rad/s	Pe W	u	N
2	2.32	0.46	0.005	5.51	0.03	0.59	0.06
2	2.35	0.48	0.005	5.12	0.03	0.55	0.06
2	2.30	0.45	0.007	5.84	0.04	0.64	0.09
2	2.63	0.67	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00
3	2.63	0.67	0.011	8.68	0.09	0.83	0.14
3	2.42	0.52	0.014	4.81	0.06	0.50	0.12
3	2.63	0.67	0.013	7.21	0.09	0.69	0.14
3	2.59	0.64	0.012	5.60	0.07	0.54	0.11
3	2.56	0.62	0.014	5.25	0.07	0.51	0.12
3	2.51	0.58	0.014	5.52	0.07	0.55	0.13
3	2.50	0.58	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00
3	2.22	0.41	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00

TABLAS DE RESULTADOS

PERFIL P-F3 VELOCIDAD	V m/s	Pv W	T Nm	W rad/s	Pe W	u	N
2	2.30	0.45	0.009	7.20	0.07	0.78	0.15
2	2.20	0.39	0.010	7.30	0.07	0.83	0.19
2	2.28	0.44	0.009	6.58	0.06	0.72	0.14
2	2.27	0.43	0.009	6.54	0.06	0.72	0.14
2	2.28	0.44	0.009	6.57	0.06	0.72	0.13
2	2.24	0.41	0.010	5.86	0.06	0.66	0.15
2	2.20	0.39	0.011	5.84	0.06	0.66	0.16
2	2.22	0.40	0.010	5.87	0.06	0.66	0.15
2	2.03	0.31	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.10	0.34	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.30	0.45	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.18	0.38	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.32	0.46	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.28	0.44	0.001	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.00					
3	2.39	0.50	0.009	10.05	0.09	1.05	0.19
3	2.52	0.59	0.011	9.83	0.11	0.98	0.18
3	2.65	0.68	0.011	9.40	0.10	0.89	0.15
3	2.49	0.57	0.014	7.01	0.10	0.70	0.18
3	2.57	0.63	0.013	7.79	0.10	0.76	0.16
3	2.52	0.59	0.014	7.35	0.10	0.73	0.17
3	2.42	0.53	0.013	5.79	0.08	0.60	0.15
3	2.41	0.51	0.014	5.73	0.08	0.59	0.15
3	2.41	0.52	0.013	5.76	0.07	0.60	0.14
3	2.46	0.55	0.012	3.09	0.04	0.31	0.07
3	2.41	0.52	0.008	1.61	0.01	0.17	0.02
3	2.28	0.44	0.012	3.47	0.04	0.38	0.09
3	2.54	0.60	0.003	0.00	0.00	0.00	0.00
3	2.47	0.55	0.003	0.00	0.00	0.00	0.00
3	2.20	0.40	0.003	0.00	0.00	0.00	0.00

TABLAS DE RESULTADOS

VELOCIDAD	V m/s	Pv W	T Nm	W rad/s	Pe W	u	N
1	2.06	0.32	0.005	8.13	0.04	0.99	0.12
1	2.04	0.31	0.004	8.15	0.04	1.00	0.11
1	1.99	0.29	0.004	8.11	0.03	1.02	0.11
1	1.94	0.27	0.007	6.49	0.04	0.84	0.16
1	1.97	0.28	0.007	6.31	0.04	0.80	0.15
1	1.92	0.26	0.008	6.34	0.05	0.83	0.20
1	2.07	0.33	0.010	3.68	0.04	0.44	0.12
1	1.96	0.28	0.011	4.02	0.04	0.51	0.15
1	2.05	0.32	0.010	3.71	0.04	0.45	0.12
1	2.07	0.33	0.011	3.48	0.04	0.42	0.12
1	2.07	0.33	0.011	3.25	0.04	0.39	0.11
1	2.01	0.30	0.011	3.26	0.04	0.40	0.12
1	1.74	0.19	0.004	0.00	0.00	0.00	0.00
1	2.11	0.35	0.003	0.00	0.00	0.00	0.00
1	2.09	0.34	0.003	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.34	0.47	0.013	8.31	0.11	0.89	0.22
2	2.24	0.41	0.008	9.39	0.08	1.05	0.18
2	2.29	0.44	0.013	8.04	0.10	0.88	0.23
2	2.44	0.54	0.016	6.45	0.10	0.66	0.20
2	2.28	0.43	0.016	6.17	0.10	0.68	0.23
2	2.32	0.46	0.016	6.26	0.10	0.67	0.21
2	2.38	0.50	0.017	5.35	0.09	0.56	0.18
2	2.50	0.58	0.017	5.34	0.09	0.53	0.15
2	2.42	0.53	0.017	5.58	0.09	0.58	0.18
2	2.39	0.50	0.018	3.81	0.07	0.40	0.14
2	2.48	0.56	0.018	4.22	0.08	0.43	0.14
2	2.42	0.52	0.018	4.03	0.07	0.42	0.14
2	2.45	0.55	0.019	3.08	0.06	0.31	0.11
2	2.46	0.55	0.019	3.03	0.06	0.31	0.11
2	2.47	0.56	0.019	2.64	0.05	0.27	0.09
2	2.11	0.35	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.12	0.35	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.12	0.35	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
3	2.60	0.65	0.015	9.49	0.14	0.91	0.22
3	2.64	0.68	0.014	9.55	0.13	0.90	0.19
3	2.58	0.63	0.014	10.52	0.14	1.02	0.22
3	2.70	0.73	0.019	8.52	0.17	0.79	0.23
3	2.67	0.71	0.018	8.58	0.16	0.80	0.22
3	2.68	0.71	0.019	8.63	0.16	0.81	0.23
3	2.68	0.71	0.024	6.51	0.16	0.61	0.22
3	2.62	0.67	0.022	6.83	0.15	0.65	0.22
3	2.61	0.65	0.024	6.31	0.15	0.61	0.24
3	2.78	0.80	0.025	4.45	0.11	0.40	0.14
3	2.75	0.77	0.024	4.69	0.11	0.43	0.15
3	2.78	0.79	0.023	4.46	0.10	0.40	0.13
3	2.83	0.84	0.025	1.99	0.05	0.18	0.06
3	2.93	0.93	0.025	1.69	0.04	0.14	0.04
3	2.84	0.84	0.025	2.13	0.05	0.19	0.06
3	2.20	0.39	0.009	0.00	0.00	0.00	0.00
3	2.33	0.47	0.008	0.00	0.00	0.00	0.00
3	2.23	0.41	0.008	0.00	0.00	0.00	0.00