

## POSTULADOS TÉCNICOS PARA EL BARRILETE PLANO

### Parte Nº 02 "Teorías Aerodinámicas aplicables al Barrilete"

“¿Cómo se comportan los fluidos en movimiento? Los fluidos en movimiento se comportan en líneas generales con la misma sencillez que los sólidos. El estudio de la fluidez dinámica que es muy importante, fácilmente ha de advertirse con solo pensar que esta basado nada menos que en el vuelo de los aviones.

En estos últimos años se avanzó mucho en el estudio de esta parte de la física, y en la lucha por superar ese límite, la velocidad del sonido, se han hecho descubrimientos sumamente curiosos sobre el comportamiento del aire, cuando un cuerpo se desplaza por el a una velocidad cercana a la del sonido.

Una de las consecuencias de esa diferencia en el comportamiento, según la velocidad del aeromodelo cuando es cercana a la del sonido, se traduce en que la línea de los aviones destinados a vuelos supersónicos sea muy distinta a la de los aviones comunes, sobre todo **en el ángulo de las alas y en la altura de la cola**”.- tomado de los Profesores de Física **Alberto P. Maiztegui – Jorge A. Sábato**

#### Dinámica de los Fluidos

Caudal de sustentación

Q = caudal

VF = Volumen de fluido que pasa por una Sección (S)

t = tiempo

$$Q = VF / t$$

Distancia de recorrido el fluido

D = distancia

v = velocidad con que se mueve el fluido

$$D = v * t$$

Sección de circulación del fluido

S = se mide en cm<sup>2</sup>

Ejemplo:

Por un tubo de Sección S = 12 cm<sup>3</sup> circula una corriente de fluido a una velocidad de 5 m/s. ¿Que cantidad de fluido atraviesa la Sección en 10 segundos?

$$VF = S*v*t$$

$$\begin{aligned} VF &= 12 \text{ cm}^2 * 5 \text{ m/s} * 10 \text{ s} = \\ &= 12 \text{ cm}^2 * 500 \text{ cm/s} * 10 \text{ s} = \\ &= 6.000 \text{ cm}^3/\text{s} * 10 \text{ s} = \\ &= 6.000 \text{ cm}^3 / \text{s} * 10 \text{ s} = \end{aligned}$$

$= 60.000 \text{ cm}^3$
-------------------------

## Teorema de Daniel Bernoulli

Teorema de Bernoulli, Daniel Matemático suizo. Nació en Groninga (Suiza - Holandés) en 1700; falleció en Basilea en 1782. Escritor del *Tratado de hidráulica*.

Expresa:

**“La diferencia de presión hidrodinámica entre dos puntos de un fluido en movimiento estacionario, separados por un desnivel (h), es igual al producto del peso específico (q) por el desnivel (h)”.-**

$$P_1 - P = h * q$$

Las presiones  $P_1$  y  $P$  son las soportadas en la Sección A, B y  $A'$ ,  $B'$

a) Si  $h = 0$  (cero)  $\Rightarrow P_1 = P$

Los puntos situados en el mismo nivel tienen la misma presión del fluido de sustentación.-

b) Si  $v_1 = v = 0$  (cero)

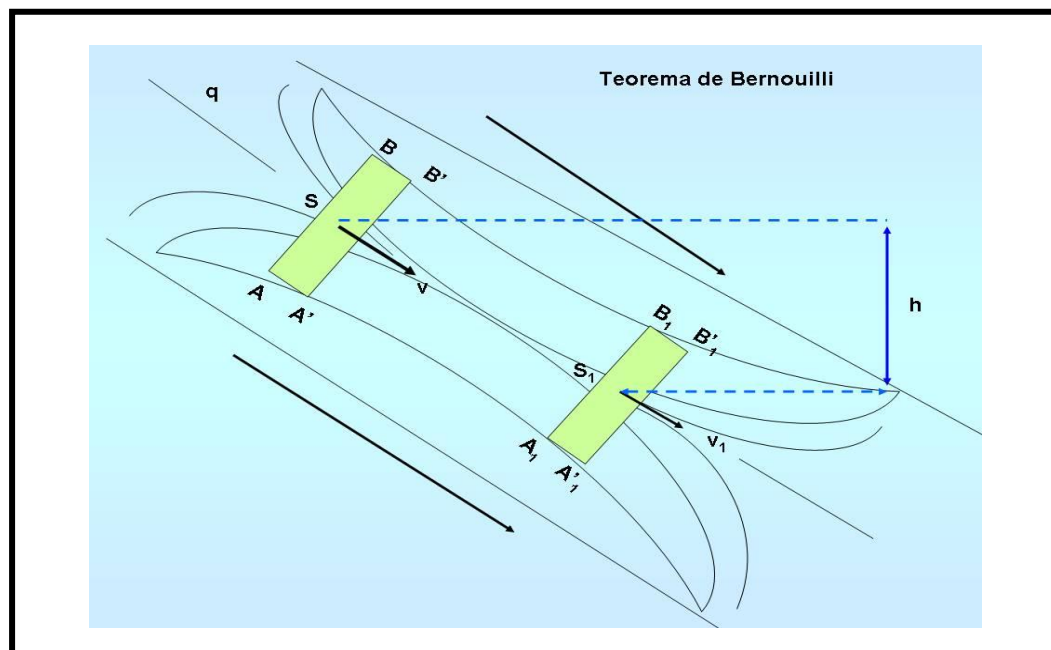
El fluido está en reposo  $\Rightarrow P_1 - P = h * q$

c) ¿Cuál es la velocidad de escape del fluido, este problema fue estudiado por primera vez por Torricelli y responde a la fórmula:

$$v = \sqrt{2 * g * h}$$

$g = 9.8 \text{ m/s}^2$

### Cuadro Nº: 1



## Teoría de Nikolai Igorovich Zhukovsky

Nikolai Igorovich Zhukovsky, nació 1847 fallecido 1921, profesor de Mecánica Analítica de la Universidad de Moscú.

En 1911 Zhukovsky escribió:

***“El campo de los fenómenos hidrodinámicos que pueden ser explorados con el análisis exacto es cada vez más abundante y en aumento”.***

Zhukovsky se preocupa tanto de la parte teórica como la experimental. Su trabajo teórico se concentró en la observación de la **alta velocidad aerodinámica, la teoría del vórtice, longitudinal y transversal respecto de la estabilidad del objeto estudiado**, pero este trabajo complementa con las observaciones experimentales para todos los casos. Con este doble enfoque se convirtió en el primer ruso en estudiar ambos aspectos de la aviación. Él logro establecer un laboratorio de aerodinámica y dictar cursos para enseñar a sus teorías de la aerodinámica:

***Sus conferencias en la Escuela Técnica Moscú sobre la base teórica de la aeronáutica (1911-12) fue el primer curso sistemático de la aviación y la teoría se basa en gran medida en su propia investigación teórica y en experimentos realizados en laboratorios que había establecido.***

En matemáticas hoy se llama la transformación de Zhukovsky (Joukowski).

*“... un medio de diseñar aerofoils utilizando la ecuación para las transformaciones y las técnicas de variables complejas. Los Joukowski aerofoils han sido realmente utilizados en algunos aviones, cometas, parapentes y en la actualidad estas técnicas proporcionan una matemática rigurosa para la solución de los problemas referidos.*

Durante la Primera Guerra Mundial Zhukovsky impartió un curso especial para los pilotos y fue la primera persona en Rusia para estudiar la teoría del bombardeo de aviones en 1915.

En 1918 organizó el Instituto Central Aero Hidrodinámica - Aerohydrodynamic y se convirtió en su primer Director; mas tarde el Instituto pasó a denominarse “Zhukovsky Academia Militar y de Ingeniería Aeronáutica” en 1922 tras su muerte.

### **Teoría aplicada a una superficie plana:**

Tomada una superficie plana, sin espesor, sin peso y rígida, de ancho (a) e infinitamente larga, sometida a una corriente de aire laminar de velocidad (v), y con un ángulo de ataque  $\alpha$  muy pequeño tenemos:

1) La velocidad del aire (v) sobre la superficie, tendrá una expresión:

$$V = V * [1 + (\alpha * x / 180 * \text{RAIZ}^2 a - x / x )]$$

$\alpha$  = Angulo del objeto sometido al viento.-

$x$  = Distancia al borde de ataque (altura figura geométrica (h)).-

a = Ancho del barrilete.-

+ = Para conocer velocidad del aire sobre la superficie superior.-

- = Para conocer velocidad del aire sobre la superficie inferior.-

**Las velocidades sobre la cara superior de la superficie resultarán mayores (>) y menores (<) bajo la cara inferior.-**

2) La resultante de las fuerzas aerodinámicas por unidad de longitud aplicadas en el centro de presión (cp) es perpendicular a la dirección del viento.-

$$F_a = \frac{\pi^2 \alpha}{180} * \rho * a * v^2$$

Fa = Fuerza aerodinámica, la corriente de aire (l) se llama sustentación y la paralela resistencia (r); de la composición de ambas la resultante es (Fa) fuerza aerodinámica.-

P = Densidad del aire.-

V = Velocidad del viento.-

$\alpha$  = Angulo del objeto sometido al viento.-

a = Ancho del barrilete.-

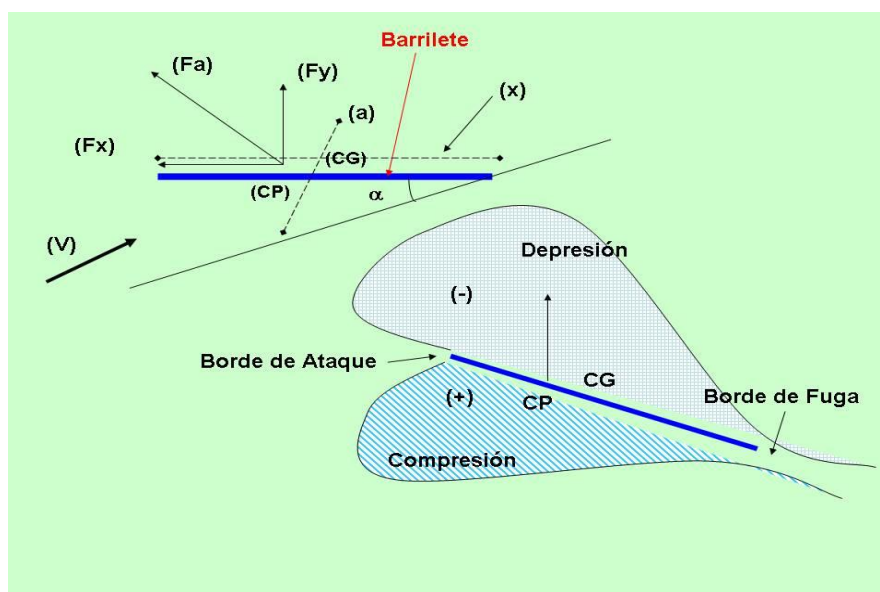
La (Fa) se descompone en:

Fy = perpendicular a la superficie (resultante de la presión dinámica).-

Fx = paralela a la superficie (fuerza en dirección al borde de ataque debida a los altas velocidades de la corriente del aire que genera).-

***Según los postulados de Zhukovsky para ángulos  $\alpha$  comprendidos entre 0º y 20º la posición del (CP) no varia y se localiza a ¼ (0,25) de la altura (x) del objeto (barrilete).-***

**Cuadro Nº: 2**



### **Fuerza sobre la superficie de un aeromodelo producido por el viento**

¿Qué es el viento? El aire se compone de oxígeno 21%, de nitrógeno en un 78 % y de gases raros 1 %; estos gases son expuestos a las radiaciones solares que hacen variar su composición, y la temperatura de la tierra, los que no son iguales en todos sus puntos. Esto implica que las temperaturas no sean iguales, al calentarse en forma desigual.

Las partículas de aire de mayor presión tienden a dirigirse a zonas de menor presión provocando un movimiento al que denominamos viento, estas velocidades son medidas con instrumento que se denomina "Anemómetro".

Los objetos que vuelan y en particular los aeromodelos (barriletes) que son nuestro tema, se afectan por estas fuerzas y necesitamos conocer cómo influyen a nuestros aeromodelos para estudiar la utilización de materiales apropiados y lograr vuelos estables y seguros. En particular para el uso de hilos y piolines adecuados, según su resistencia. Ver capítulo 3.

### **Fuerza en kg sobre la superficie de un aeromodelo utilizada para navegar**

$$F \text{ (kg)} = 0,13 * A \text{ (m}^2\text{)} * V^2 \text{ (m/s)} * \text{sen } a$$

F(kg) = Fuerza en kilogramos sobre la superficie

0,13 = Factor de rendimiento.

A (m<sup>2</sup>) = Área en m<sup>2</sup> de la superficie Barrilete

V<sup>2</sup> (m/s) = Velocidad del viento en metros/segundo

Sen a = seno del ángulo de incidencia

**Formula Genérica aplicada por la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (ASCE sigla en inglés); basada en el código de ética.**

$$F = A * P * C_d$$

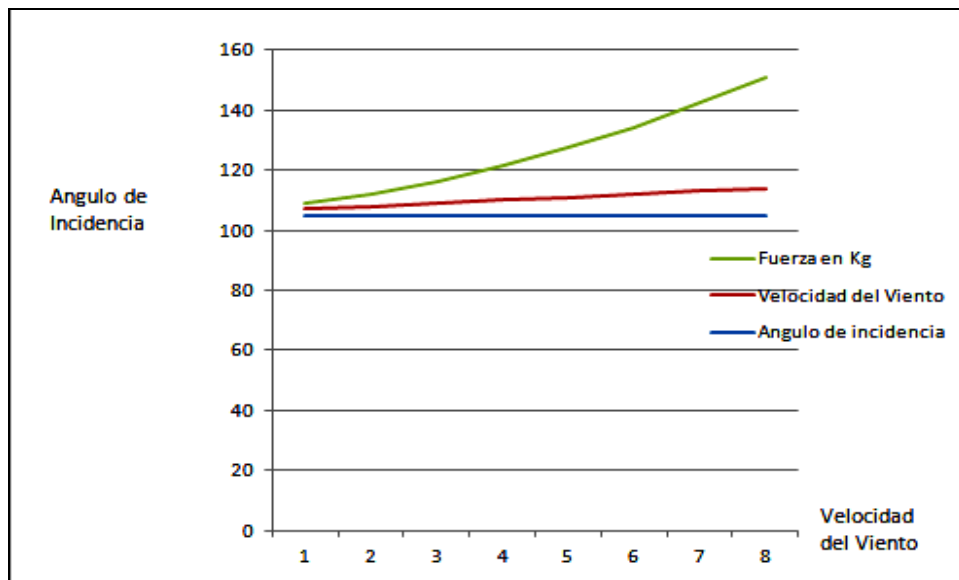
La fórmula genérica para la carga del viento es  $F = A \times P \times C_d$ , en donde F es la fuerza o la carga del viento, A es el área proyectada del objeto, P es la presión del viento y  $C_d$  es el coeficiente de arrastre. (2) Esta ecuación sirve para calcular la carga del viento sobre un objeto específico, pero no reúne los requerimientos del código de construcción para la planificación de una nueva construcción.

**Formula desarrollada por la Alianza de Industrias Electrónicas.**

La fórmula para la carga del viento es  $F = A \times P \times C_d \times K_z \times G_h$ , donde A es el área proyectada, P es la presión del viento,  $C_d$  es el coeficiente de arrastre,  $K_z$  es el coeficiente de exposición y  $G_h$  es el factor de respuesta de ráfaga. Esta fórmula requiere algunos parámetros más para la carga del viento. Por lo general, esta fórmula sirve para calcular la carga del del viento en las antenas.

$$F = A * P * C_d * K_z * G_h$$





**Autor y compilador: Daniel Orellano**

### **Bibliografía:**

Diccionario Enciclopédico Hispano-... (vol. 3, págs. 535-536 - editado: 14-11-2007) BERNOUILLI, matemáticos suizos (biografía) © TORRE DE BABEL EDICIONES - Nota sobre la edición y Aviso Legal.-  
 Física I - Alberto P. Maiztegui – Jorge A. Sábato Edit. Kapelusz – 1951  
 Síntesis de Física - Jorge Juan Bianchi – Editado por el Autor.-  
 Servicio Meteorológico Nacional Argentino – [www.meteofa.com](http://www.meteofa.com)  
 “Aclarint Conceptes” (Aclarando Conceptos) Xavier Soret , artículos publicados en Boletín L’Estel – Barcelona Estels Club. Barcelona España –  
 “Aspectos Físicos elementales del Vuelo de las Cometas” - Juan Miguel Suay Belenguer – Al Final del Hilo – España  
 Kite Launch and Flight – “Barriletes Lanzamiento y Vuelo” - Glenn Research Center – NASA – USA (NASA Glenn Learning Technologies).-  
 Mapas de Altura: Generalidades - Manuel Palomares Calderón - Instituto Nacional de Meteorología – Madrid - España - [macalderon@mi.madritel.es](mailto:macalderon@mi.madritel.es)  
 Diccionario de Arquitectura y Construcción – *Definiciones y traducciones* [www.parro.com.ar](http://www.parro.com.ar)  
 Manual de Vuelo “Principios Básicos” M. A. Muñoz [www.manualvuelo.com](http://www.manualvuelo.com) M.A. Muñoz  
 Club de Ciencias Presidente Derqui – [www.ccpd.com.ar](http://www.ccpd.com.ar) – [ccpd77@yahoo.com.ar](mailto:ccpd77@yahoo.com.ar); [oao1955@hotmail.com](mailto:oao1955@hotmail.com).-  
 Consultas Web: Formula Genérica aplicada por la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (ASCE sigla en inglés); basada en el código de ética.  
 Formula desarrollada por la Alianza de Industrias Electrónicas.  
 Fórmula del UBC de 1997 - Código de Construcción Uniforme (UBC, por su sigla en inglés).  
 Fuerza en kg sobre la superficie de un aeromodelo producido por el viento (Formula empleada para la navegación de buques).-  
 El Viento Moderno – Lic. Alejandro Stero Sellarés – Revista Guardacostas Nº136 Editorial Guardacostas – (Vela Barrilete “MS Beluga” (10.000 Toneladas)- Beluga Projects).  
<https://www.youtube.com/watch?v=FgvfTkf7uNo> Beluga Projects



Grabado Aleluyas siglo XVIII -