

Cálculo de Estabilidad

Estabilidad es la habilidad de un cohete para mantener su trayectoria de vuelo en línea recta contraria a la fuerza de empuje del motor.

La diferencia entre un modelo estable y uno inestable, puede significar la diferencia entre un cohete seguro y uno inseguro en su vuelo.

Las dos variables que determinan la estabilidad de un cohete son: la ubicación del Centro de Gravedad (**CG**), y la del Centro de Presión (**CP**). La relación entre estos dos centros, determina la estabilidad de un cohete.

La regla básica determina que: **El Centro de Gravedad (CG) debe estar por delante del Centro de Presión (CP).**

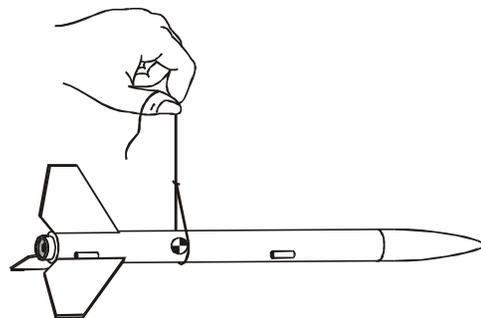
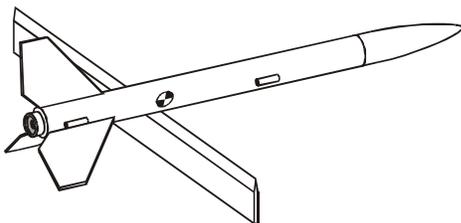
● Símbolo del CP

◐ Símbolo del CG

Centro de Gravedad:

Es el lugar donde se concentra el peso del modelo, o punto de equilibrio, es decir donde el cohete se balanceará, y también donde el cohete girará libremente si se lo permitimos. Una forma sencilla de hallar el **CG** de nuestro modelo, es balancearlo sobre el filo de una regla hasta que permanezca en equilibrio, o bien hacer un lazo con un hilo e ir desplazando el modelo hasta que quede en posición horizontal. Para realizar esto el cohete debe estar completo en las mismas condiciones para el lanzamiento, motor incluido.

Luego de hallar el **CG**, marque el mismo sobre el cohete.



Centro de Presión:

Es el lugar donde todas las fuerzas aerodinámicas se concentran, lo que significa que la suma de todas las fuerzas aerodinámicas que actúan por delante de este punto es igual a la suma de las que actúan por detrás.

Todo cohete en movimiento por el aire, posee un **CP**.

Los métodos para calcular el lugar exacto del **CP** son por medio de fórmulas matemáticas, ensayos en túneles de viento o existen también, varios programas para computadora que permiten calcular el **CP** de un cohete, pero como cualquiera de los métodos nombrados no está al alcance de

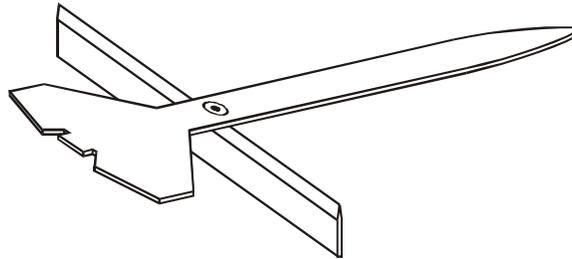


Nota técnica: CE-1

todo modelista, describiremos un método de cálculo aproximado para la rápida determinación de la ubicación del **CP** en nuestro modelo.

Siendo que el **CP** es función de la forma de nuestro cohete modelo, el siguiente método para la determinación de su ubicación, resolverá el uso de una larga serie de cálculos matemáticos:

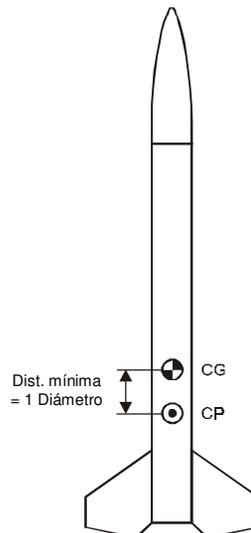
- 1- Trace el perfil de su modelo en tamaño natural, sobre una plancha de cartón.
- 2- Corte este perfil de su modelo.
- 3- Coloque el perfil de cartón sobre el filo de una regla y establezca su balanceo.
- 4- Marque el punto de equilibrio, y traslade este punto sobre su cohete.



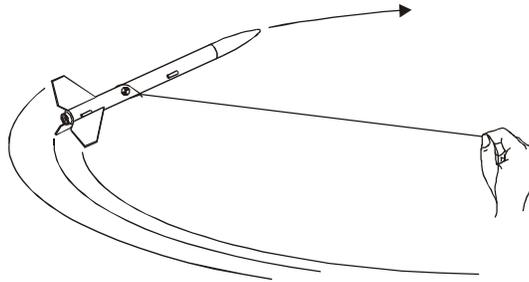
Si bien este método no es exacto, le dará un punto inicial de ubicación del **CP** que es suficientemente seguro para volar su modelo.

Una vez que ha encontrado el **CG** y el **CP** de su modelo de cohete, realice las siguientes comparaciones para determinar cuan estable es el modelo:

- 1- Observe si el **CG** esta por delante del **CP** en el sentido de avance del cohete en vuelo. (es decir más cerca de la ojiva o nariz del modelo)
- 2- Mida la distancia que separa el **CG** del **CP**.
- 3- Debido a que el método de cálculo del **CP** con su perfil de cartón no es exacto, debemos tomar un margen de seguridad, y determinar que un modelo es estable si la distancia entre el **CG** por delante del **CP** es igual o mayor a **1 diámetro** del cuerpo del modelo. Cuanto mayor esta distancia, más estable es el cohete.



Un método práctico de verificar la estabilidad del modelo, es atar un hilo al mismo exactamente en su **CG**, y hacer girar el modelo en círculos alrededor de uno (parecido a los aviones de vuelo circular). Si el modelo gira con su cono hacia delante, el modelo será estable en vuelo.



Nota: si el cohete no es simétrico, para trazar el perfil de cartón utilice la vista que presente mayor superficie vista de frente.

Soluciones:

En caso de que su modelo no sea estable, hay dos caminos para hacer que el mismo logre la estabilidad:

- 1- Trate de quitarle peso a la parte trasera del modelo y desplace la misma hacia el frente, colocando por ejemplo un contrapeso en el cono del modelo. Recuerde que siempre que agrega peso a su modelo, la altura de vuelo del mismo disminuirá, y tal vez deba revisar la potencia del motor utilizado. También puede alargar el fuselaje del modelo para desplazar el **CG** hacia delante. (Una regla general determina que el largo del fuselaje debe ser por lo menos 10 veces el diámetro del mismo).
- 2- Trabajar sobre las aletas estabilizadoras, para desplazar el **CP** hacia atrás; mediante las siguientes alternativas:
 - a) Desplazarlas lo mas atrás posible.
 - b) Cambiar la forma de las aletas de modo de agregar mayor superficie a estas, o bien para que su superficie se desplace mas atrás que en el diseño original.

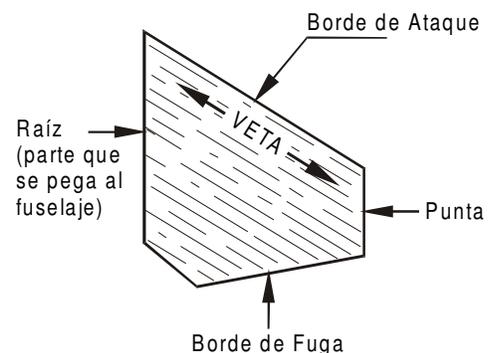
Aletas de Madera Balsa

Las aletas son utilizadas para guiar aerodinámicamente el cohete durante su vuelo ascendente.

Uno de los materiales mas utilizados para cohetes modelos son las planchas de madera balsa.

Para construir aletas sobre planchas de madera balsa siga los siguientes pasos:

- 1- Dibuje el diseño en papel.
- 2- Construya una plantilla de cartón,
- 3- Trace con lápiz o tinta tipo gel (para que no se corra debido a la porosidad de la madera); teniendo especial cuidado que las vetas de la madera, corran paralelas al borde de ataque de la

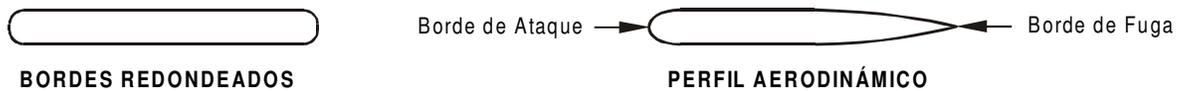




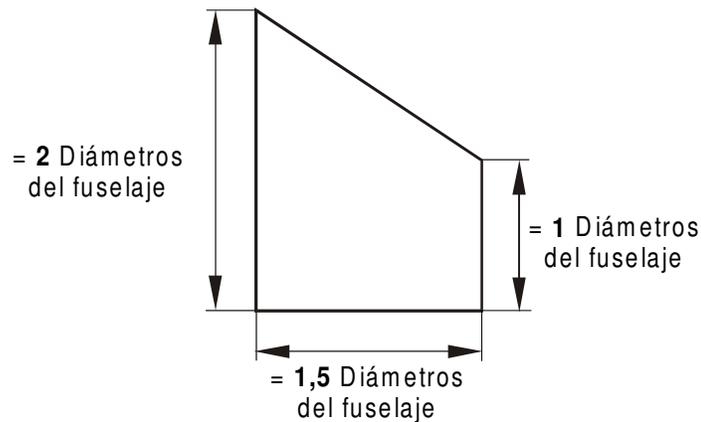
Nota técnica: CE-1

aleta. Esto dará mayor resistencia a las aletas.

- 4- Corte las aletas por medio de un cutter bien afilado, y guiándose con una regla metálica sobre la línea trazada.
- 5- Luego de cortadas se deben lijar, y redondear sus bordes de ataque y fuga, para disminuir la resistencia al avance en vuelo.



Una forma fácil de calcular las aletas para sus modelos, que den suficiente estabilidad es respetar las siguientes medidas mínimas:



Notas:

- 1- En los días con viento, las aletas harán que el modelo vuele en dirección contraria al viento.
- 2- Para agregar estabilidad, se pueden pegar las aletas sobre el fuselaje con una inclinación de 3 grados sobre la vertical, todas en el mismo sentido para provocar un efecto de giro del modelo sobre su eje longitudinal, aumentando la estabilidad.
- 3- Si aumenta mucho la superficie de las aletas, aumentara la resistencia y disminuirá en consecuencia la velocidad y altura que alcance su modelo.