

OpenRocket

Guía de uso.



Introducción

[OpenRocket](#) es un proyecto de Código Abierto (Open source) bajo licencia GNU GPL. Esto quiere decir que la aplicación es de descarga y utilización gratuita. El código fuente también está disponible de forma gratuita para estudiantes y desarrolladores de software.

[OpenRocket](#) consiste en un programa de diseño de cohetes y simulación del vuelo. Es una aplicación realizada en Java[®]TM que está en constante evolución. Con frecuencia se publican nuevas versiones en las que se introducen nuevas mejoras y características con el objeto de ofrecer una potente herramienta de diseño a todos los aficionados al [Modelismo espacial](#).

En la página web oficial de [OpenRocket](#) encontrará abundante [información técnica](#) utilizada en la programación del código, un [apartado Wiki](#) en el que encontrará información adicional sobre el uso de este programa, el [apartado de distribución](#) de traducciones y versiones beta, así como algunos diseños realizados por algunos usuarios de [OpenRocket](#) y otros diseños importados desde [Rocksims](#).

Esta guía NO es un Manual de instrucciones completo de la aplicación, sino una pequeña guía de iniciación que le enseñará a utilizar OpenRocket, y sacar buen provecho de algunas de las funcionalidades y características de la aplicación.

Esta guía está basada concretamente en la versión OpenRocket 14.05 que salió publicada en Mayo de 2014.

Dado que esta aplicación está en constante evolución, es posible que esta guía quede obsoleta en muy poco tiempo. Sin embargo, desde la primera versión hasta la más actual se mantiene siempre la misma filosofía de funcionamiento y de manejo de la aplicación, con una interfaz de usuario bastante intuitiva y amigable.

Espero que disfrute de esta magnífica herramienta que nada tiene que envidiar a otras ya existentes en el mercado.

Índice

- 1 La ventana de inicio de OpenRocket.
- 2 La barra de menú de OpenRocket.
 - 2.1 El menú “Archivo”.
 - 2.2 El menú “Edición”.
 - 2.3 El menú “Analizar”.
 - 2.4 El menú “Ayuda”.
- 3 Diseño rápido de un cohete básico.
 - 3.1 Poniendo nombre al cohete.
 - 3.2 Instalando una ojiva.
 - 3.3 Instalando un cuerpo.
 - 3.4 Instalando las aletas.
 - 3.5 Instalando el tubo porta-motor.
 - 3.6 Instalando los anillos de centrado.
 - 3.7 Instalando un paracaídas.
 - 3.8 Completando el diseño.
 - 3.9 Editar y modificar los componentes del cohete.
- 4 Configuraciones de motor y recuperación.
 - 4.1 Qué es una configuración de motor y para qué sirve.
 - 4.2 Seleccionar e instalar un motor.
 - 4.3 Configurando el despliegue del paracaídas.
- 5 Simulación del vuelo.
 - 5.1 Configurando la simulación del vuelo.
 - 5.2 Ejecutando la simulación del vuelo.
 - 5.3 Obteniendo las gráficas del vuelo.
- 6 Archivos en formato RockSim.
 - 6.1 Abrir/Importar un archivo .rkt
 - 6.2 Características del diseño importado.
 - 6.3 Guardar un diseño importado de RockSim.
- 7 Diseño avanzado.
 - 7.1 Definir diferentes configuraciones de motor.
 - 7.2 Simulaciones de vuelo con diferentes motores.
 - 7.3 ¿Cómo configuro el doble despliegue de paracaídas?
 - 7.4 El motor que quiero usar no está en la lista.
 - 7.5 Analizar y mejorar el diseño de mi cohete.
 - 7.6 ¿Cómo aplico texturas y pegatinas para la vista de acabado en 3D?
 - 7.7 Configurar un cluster de motores.
 - 7.8 Diseñar un cohete de varias etapas.
 - 7.9 Diseñar un cohete con boosters adosados al cuerpo.
 - 7.10 Imprimir plantillas de los componentes.

1 La ventana de inicio de OpenRocket.

Al iniciar el programa OpenRocket se abre la ventana que se muestra en la figura 1, que corresponde a la pestaña "*Diseño del cohete*". En esta ventana disponemos de todos los componentes necesarios para confeccionar el diseño de un cohete. En ella distinguimos los siguientes elementos y áreas de trabajo:

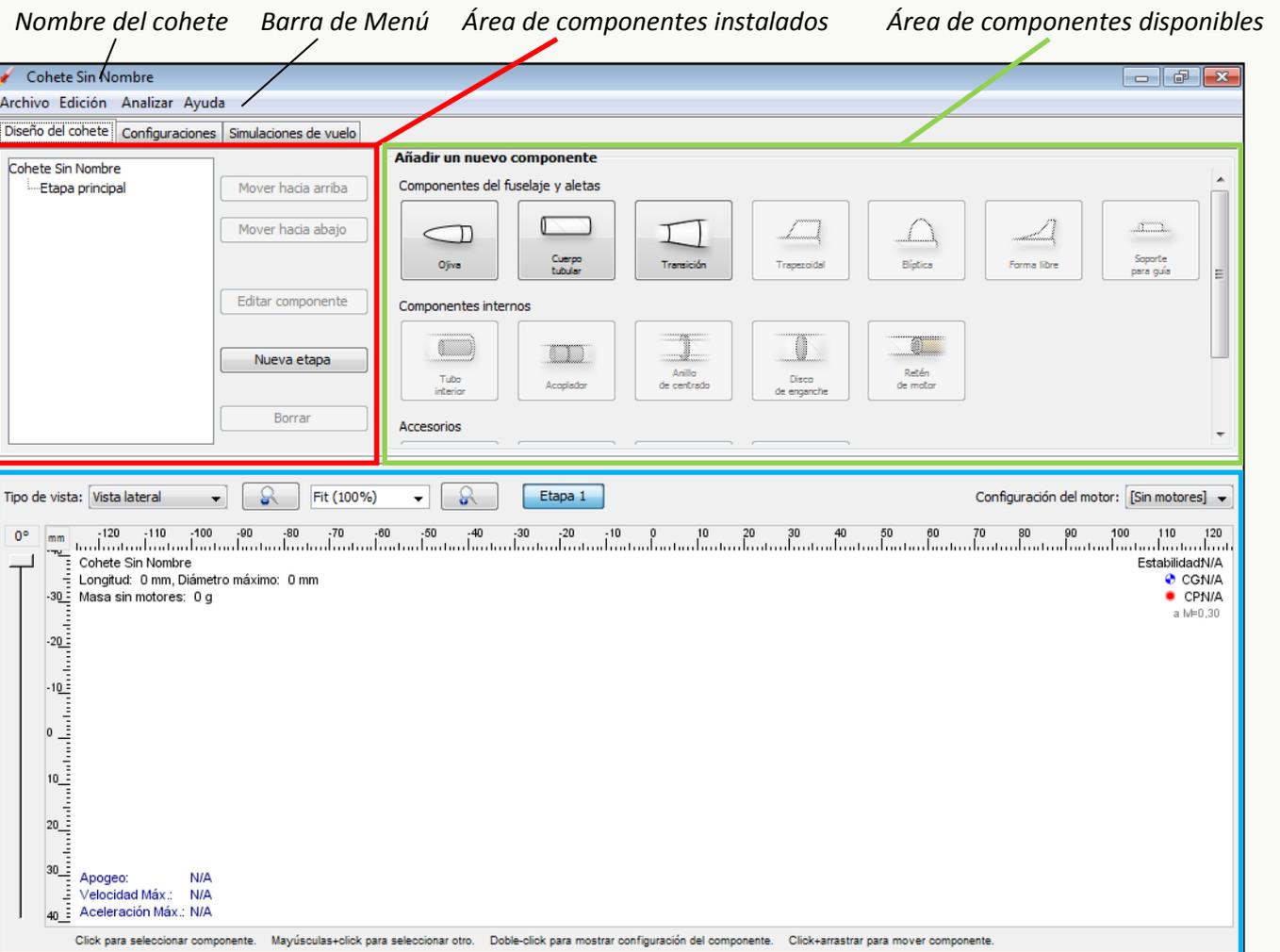


Figura 1

Área de dibujo del diseño

2 El menú principal de OpenRocket.

2.1 El menú "Archivo"



Figura 2

Opción “Nuevo”

Abre una nueva sesión de OpenRocket. Si ya hay un diseño de cohete en la sesión actual, al hacer click en esta opción se iniciará la nueva sesión en una ventana nueva.

Opción “Abrir”

Abre la carpeta donde guardamos el último diseño realizado. Si ya hay un diseño de cohete en la sesión actual, al hacer click en esta opción, se abrirá una nueva ventana de OpenRocket.

Opción “Abrir reciente”

Despliega una lista de los nueve últimos diseños que se han abierto en sesiones anteriores. Si ya hay un diseño de cohete en la sesión actual, al hacer click en uno de los diseños de la lista, se abrirá una nueva ventana de OpenRocket con el diseño seleccionado. Si la ubicación del diseño seleccionado no existe, aparecerá un aviso de error emergente.

Opción “Abrir ejemplo”

Despliega una lista de diferentes diseños elaborados por el autor de OpenRocket a modo de ejemplos. Si ya hay un diseño de cohete en la sesión actual, al hacer click en uno de los diseños de la lista, se abrirá una nueva ventana de OpenRocket con el diseño de ejemplo seleccionado.

Opción “Guardar”

Si se trata de un nuevo diseño que no ha sido guardado anteriormente, abrirá una ventana con la carpeta donde guardamos el último diseño realizado. En este caso al tratarse de un nuevo diseño, habrá que indicar un nombre de archivo.

Si se trata de un diseño que ya fue guardado anteriormente, entonces el diseño actual **se guardará directamente** en la carpeta donde se encuentra la versión anterior del mismo.

Opción “Guardar como...”

Se abrirá una ventana con la carpeta donde guardamos el último diseño realizado. En este caso podemos darle otro nombre al archivo. El diseño actual se guardará en un nuevo archivo con el nuevo nombre que le hayamos dado, mientras que el original se mantendrá con el nombre que tuviera.

Opción “Exportar Calco”

Si en el diseño actual se han incorporado calcos para la imagen en 3D, esta opción nos permite extraerlos y guardarlos en diferentes archivos con extensión .png

Opción “Imprimir o Guardar en PDF”

Imprime el diseño/proyecto actual por la impresora que se designe. Si tenemos instalado Adobe® Acrobat, por defecto se usará la impresora virtual de Acrobat para generar un archivo PDF.

Opción “Cerrar”

Cierra la ventana del diseño actual.

Opción “Salir”

Cierra la ventana del diseño actual.

2.2 El menú "Edición".



Figura 3

Opción "Deshacer"

Devuelve el diseño al estado anterior a la última acción realizada sobre el mismo.

Opción "Rehacer"

Devuelve el diseño al estado posterior a la última acción "Deshacer" realizada sobre el mismo.

Opción "Cortar"

Copia el elemento seleccionado en el diseño al portapapeles (memoria), y lo elimina de su emplazamiento original al "Pegar" en otro emplazamiento diferente.

Opción "Copiar"

Copia el elemento seleccionado en el diseño al portapapeles (memoria), y crea un duplicado al "Pegar" en otro emplazamiento diferente o en el mismo.

Opción "Pegar"

Vuelca el elemento copiado/cortado desde el portapapeles (memoria), al nuevo emplazamiento seleccionado en el árbol de componentes instalados.

Opción "Borrar"

Elimina el elemento seleccionado en el árbol de componentes instalados.

Opción "Dimensionar"

Esta opción sirve para redimensionar el diseño actual completo, o sólo un elemento concreto del mismo.

Opción "Preferencias"

Esta opción sirve para configurar las preferencias de uso de OpenRocket, y contiene las siguientes pestañas:

- "Unidades"

Muestra las unidades de medida de los diferentes componentes instalados en el diseño conforme al sistema de medición seleccionado. Podemos modificar las unidades de medida mediante los desplegados. Después de hacer click en el botón "Cerrar" estos cambios se establecerán inmediatamente sobre el diseño actual y quedarán establecidos para los posteriores diseños que se abran.

- **“Materiales”**
Muestra una lista de los materiales disponibles en OpenRocket. Desde esta ventana podemos agregar un nuevo tipo de material, o editar los valores del material seleccionado en la lista. Sólo se podrán eliminar los materiales nuevos introducidos por el usuario. Después de hacer click en el botón **“Cerrar”**, los valores establecidos para los materiales se aplicarán de forma inmediata sobre el diseño actual. Dichos valores sólo se aplicarán al diseño actual y no afectarán a otros diseños ya guardados.
- **“Opciones”**
En esta pestaña podemos cambiar el idioma de la interfaz de OpenRocket. El cambio de idioma no se establece inmediatamente, sino que se aplicará al abrir nuevamente OpenRocket. Podemos cambiar la forma en la que, por defecto, OpenRocket incorpora un nuevo elemento del fuselaje en el diseño. Podemos establecer la forma en la que se podrán borrar las simulaciones ya realizadas. A parte de la ubicación por defecto de los archivos RASP (.eng) de motores de contenidos en la base de datos de OpenRocket, podemos **“Agregar”** la ubicación de nuestros propios archivos RASP (.eng) de motores. Para restablecer la ubicación de motores por defecto de OpenRocket, haremos click en el botón **“Reiniciar”**.
- **“Gráficos”**
En esta pestaña podemos especificar de qué forma se van a editar los gráficos en el diseño. Podemos utilizar el editor de gráficos que tengamos establecido por defecto en nuestro Sistema Operativo del PC, o bien especificar la ubicación de un editor de gráficos que tengamos instalado, activando la opción **“Línea de comando”**. Podemos activar o desactivar la opción de que se muestren los gráficos del diseño en formato 3D, Activar o desactivar el *Antialiasing* de los gráficos 3D, o utilizar el modo de *Rendering off-screen*. Los cambios realizados en esta pestaña no se establecen inmediatamente, sino que se aplicarán cuando se vuelva a abrir OpenRocket.

2.3 El menú **“Analizar”**.



Figura 4

Opción “Análisis de los componentes”

Abre una ventana en la que podemos observar los valores de diferentes aspectos relacionados con la aerodinámica del cohete como son: Coeficientes relacionados con la estabilidad, Características del arrastre aerodinámico de las diferentes partes del cohete, y Dinámica de rotación en el caso de disponer de aletas giratorias que hagan rotar al cohete alrededor de su eje longitudinal.

Opción “Optimización del diseño”

Normalmente esta herramienta se utiliza para mejorar el diseño que hemos realizado. Abre una ventana en la que podemos seleccionar uno o varios atributos de los componentes instalados en el diseño actual para optimizar su valor. Se trata pues de una potente herramienta de cálculo cuyo objetivo es la de rectificar el diseño actual del cohete para mejorar alguno de los aspectos del vuelo en las simulaciones. Tras ejecutar la optimización haciendo click en el botón **“Iniciar optimización”**, tendremos la opción de **“Aplicar”** la optimización resultante al diseño actual si así lo deseamos.

Opción “*Expresiones personalizadas*”

Sólo para programadores, se trata de un constructor de expresiones (fórmulas) personalizadas para los cálculos internos que realiza OpenRocket en las simulaciones del vuelo. Haciendo click sobre “*Nueva expresión*”, aparecerá la ventana del “*Constructor de expresiones*”, y en ella crearemos la nueva expresión que más adelante podremos incluir en los cálculos de la simulación del vuelo. También podemos “*Importar*” una expresión que se haya incluido en otro diseño diferente que tengamos guardado en el PC.

Opción “*Photo Studio*”

Esta opción sirve para obtener una impresionante imagen 3D de nuestro cohete con efectos especiales, y sobre un fondo panorámico que podemos rotar en todas direcciones.

2.4 El menú “*Ayuda*”.

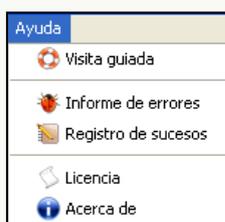


Figura 5

Opción “*Visita guiada*”

Ofrece una visita guiada por las diferentes características de la aplicación OpenRocket.

Opción “*Informe de errores*”

Ofrece la posibilidad de enviar un informe detallado de errores sobre el funcionamiento de la aplicación.

Opción “*Registro de sucesos*”

Muestra una lista de eventos que se han ido produciendo durante la ejecución de OpenRocket en la sesión actual, a título informativo.

Opción “*Licencia*”

Muestra el contenido de la licencia de uso de OpenRocket.

Opción “*Acerca de*”

Muestra la versión actual de OpenRocket que se está utilizando.

3 Diseño rápido de un cohete básico.

3.1 Poniendo nombre al cohete.

Empezamos poniendo un nombre al diseño del cohete, haciendo doble click sobre el componente-raíz “*Cohete Sin Nombre*” que aparece en el área de componentes instalados.

En la ventana emergente (figura 6) pondremos nombre al diseño de nuestro cohete junto con otros datos complementarios que sean de interés para el diseñador. No es obligatorio realizar esta tarea, ni completar todos los datos, pero sería una buena forma de empezar el diseño de un cohete.

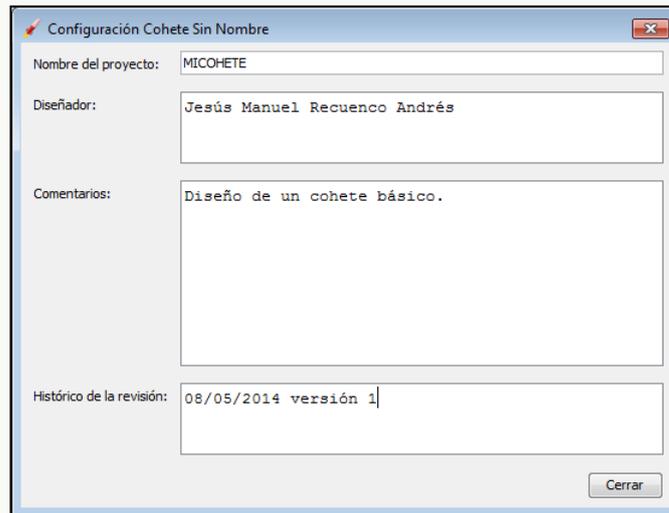


Figura 6 Nombre del diseño.

3.2 Instalando una ojiva.

El cono o la ojiva del cohete es la parte del modelo que abre camino durante el ascenso, y es la que produce el mayor arrastre aerodinámico. Para incorporar este componente al diseño hacemos un sólo click sobre el icono "Ojiva", que está disponible (activo) en la lista superior derecha.

Se abrirá la ventana de configuración de la ojiva (figura 7). En este instante, el componente se ha añadido al árbol de componentes instalados, y también aparece su trazado en el área de dibujo en la parte inferior de la ventana de diseño.

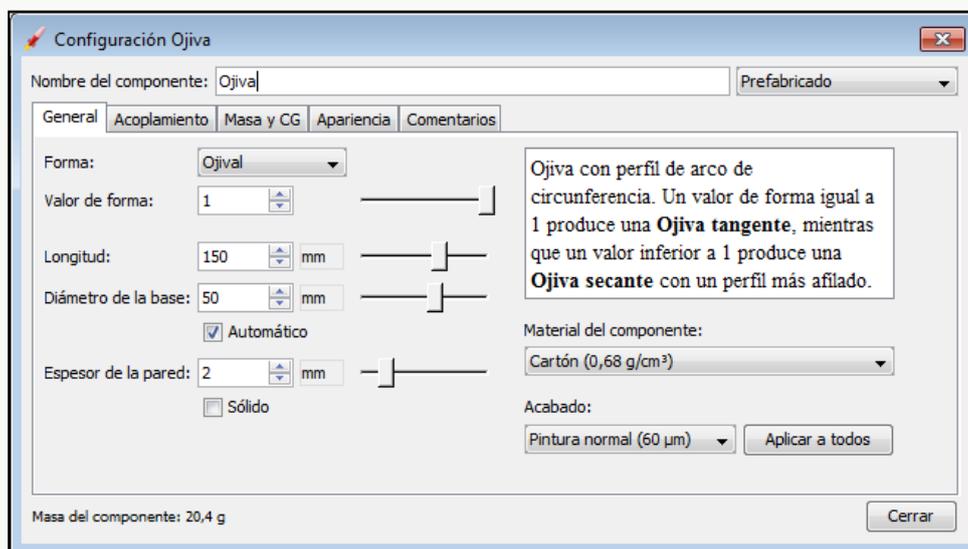


Figura 7 Configuración de la ojiva.

En esta ventana indicaremos nombre del componente, las medidas que deseamos, la forma de la ojiva, etc. Aparte de la pestaña "General", hay otras en las que se pueden definir más características de éste componente como por ejemplo:

- El acople del componente al cuerpo, en la pestaña "Acoplamiento".
- Indicar una masa y un CG del componente diferente a la predefinida, pestaña "Masa y CG".
- El color y la textura del componente, en la pestaña "Apariencia".
- Poner un comentario en la pestaña "Comentarios".

3.3 Instalando un cuerpo.

El cuerpo del cohete tiene forma de tubo, es la parte del modelo que contiene en su interior el sistema de recuperación y el motor, en el exterior se pondrán las aletas y el tubo para la guía de lanzamiento. Para incorporar este componente hacemos un sólo click sobre el icono “Cuerpo”, que está disponible (activo) en la lista superior derecha.

Se abrirá la ventana de configuración del cuerpo (figura 8). En este instante, el componente se ha añadido al árbol de componentes instalados, y también aparece su trazado en el área de dibujo en la parte inferior de la ventana de diseño.

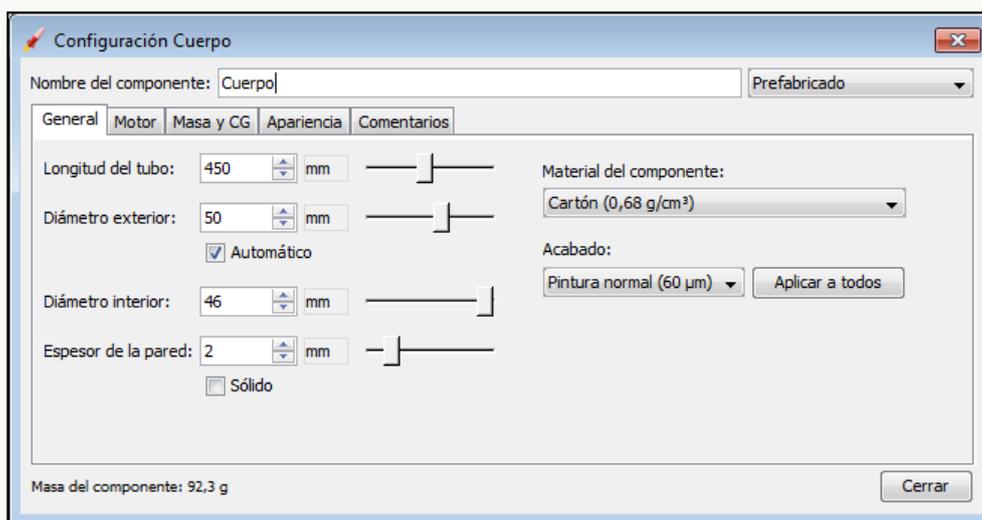


Figura 8 Configuración del cuerpo tubular.

En esta ventana indicaremos nombre del componente, las medidas que deseamos, etc.

Aparte de la pestaña “General”, hay otras en las que se pueden definir más características de éste componente como por ejemplo:

- Indicar si este componente es un tubo porta-motor o no, en la pestaña “Motor”. En este componente no lo indicaremos.
- Indicar una masa y un CG del componente diferente a la predefinida, pestaña “Masa y CG”.
- El color y la textura del componente, en la pestaña “Apariencia”.
- Poner un comentario en la pestaña “Comentarios”.

3.4 Instalando las aletas.

Las aletas del cohete pueden ser de muchas formas, pero todas son superficies planas que proporcionan estabilidad al cohete durante el vuelo. Las aletas normalmente se colocan en la parte trasera del cuerpo. Para incorporar este componente hacemos un sólo click sobre el icono “Aletas trapezoidales”, que está disponible (activo) en la lista superior derecha.

Se abrirá la ventana de configuración de Aletas trapezoidales (figura 9). En este instante, el componente se ha añadido al árbol de componentes instalados, y también aparece su trazado en el área de dibujo en la parte inferior de la ventana de diseño.

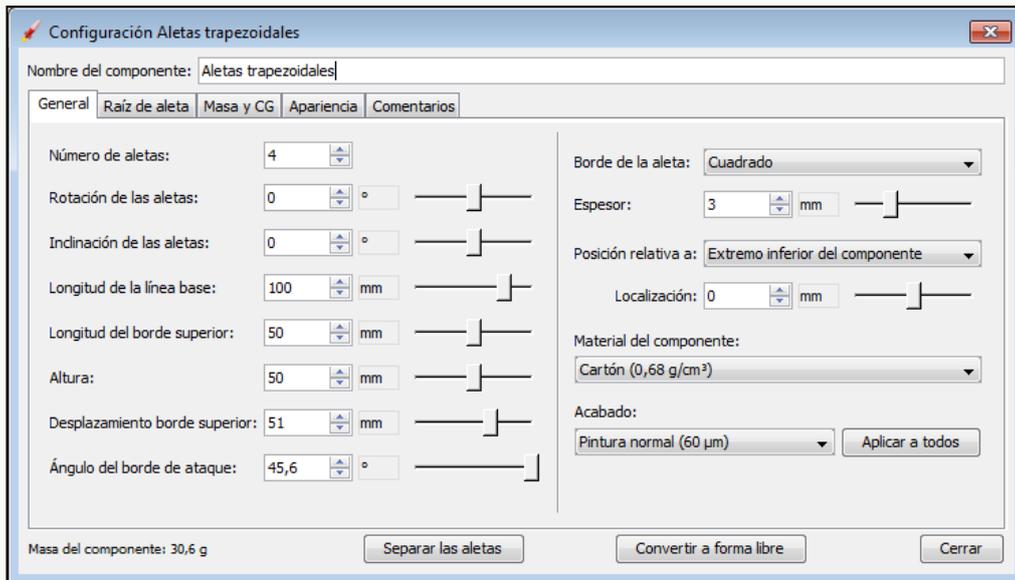


Figura 9 Configuración de las aletas trapezoidales.

En esta ventana indicaremos nombre del componente, las medidas que deseamos, etc.

Aparte de la pestaña "General", hay otras en las que se pueden definir más características de éste componente como por ejemplo:

- Indicar la raíz de la aleta, que es la parte que penetra en el cuerpo, pestaña "Raíz de aleta".
- Indicar una masa y un CG del componente diferente a la predefinida, pestaña "Masa y CG".
- El color y la textura del componente, en la pestaña "Apariencia".
- Poner un comentario en la pestaña "Comentarios".

3.5 Instalando el tubo porta-motor.

El tubo porta-motor es un componente interno del cuerpo en el cual se insertará el motor del cohete. Para incorporar un tubo porta-motor primero seleccionamos el componente cuerpo en el árbol de la parte superior izquierda de la ventana, y luego hacemos un sólo click sobre el icono "Tubo interior", que aparecerá disponible (activo) en la lista superior derecha.

Se abrirá la ventana de configuración del tubo interior (figura 10). En este instante, el componente se ha añadido al árbol de componentes instalados, y también aparece su trazado en el área de dibujo en la parte inferior de la ventana de diseño.

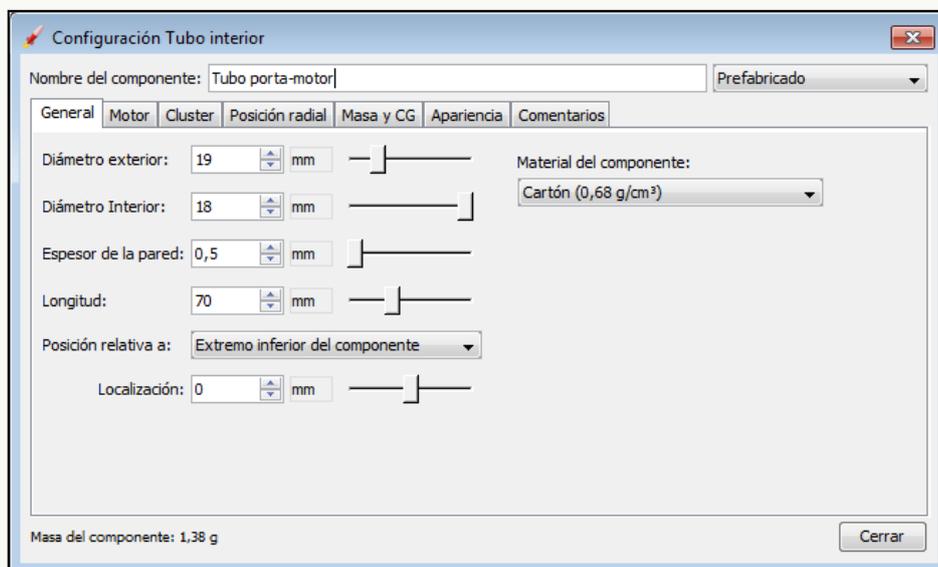


Figura 10 Configuración del tubo interior.

En esta ventana indicaremos nombre del componente, las medidas que deseamos, etc. **En la pestaña “Motor” marcamos que este componente es un tubo porta-motor.**

Aparte de la pestaña “General”, hay otras en las que se pueden definir más características de éste componente como por ejemplo:

- Indicar si este componente es un tubo porta-motor o no, en la pestaña “Motor”. En esta caso indicaremos que Sí. Para ello hacemos click en la pestaña y marcamos el casillero etiquetado “Este componente es un porta-motor”.
- Podemos definir una agrupación de tubos porta-motores, en la pestaña “Cluster”.
- Indicar la posición dentro del cuerpo respecto al eje central, “Posición radial”.
- Indicar una masa y un CG del componente diferente a la predefinida, pestaña “Masa y CG”.
- El color y la textura del componente, en la pestaña “Apariencia”.
- Poner un comentario en la pestaña “Comentarios”.

3.6 Instalando los anillos de centrado.

Las arandelas o anillos de centrado se instalan en el interior del cuerpo para mantener el tubo porta-motor centrado en el eje longitudinal del cuerpo. Para incorporar un anillo de centrado primero seleccionamos el componente cuerpo, en el árbol de la parte superior izquierda de la ventana, y luego hacemos un sólo click sobre el icono “Anillo de centrado”, que aparecerá disponible (activo) en la lista superior derecha.

Se abrirá la ventana de configuración de la aleta trapezoidal (figura 11). En este instante, el componente se ha añadido al árbol de componentes instalados, y también aparece su trazado en el área de dibujo en la parte inferior de la ventana de diseño.

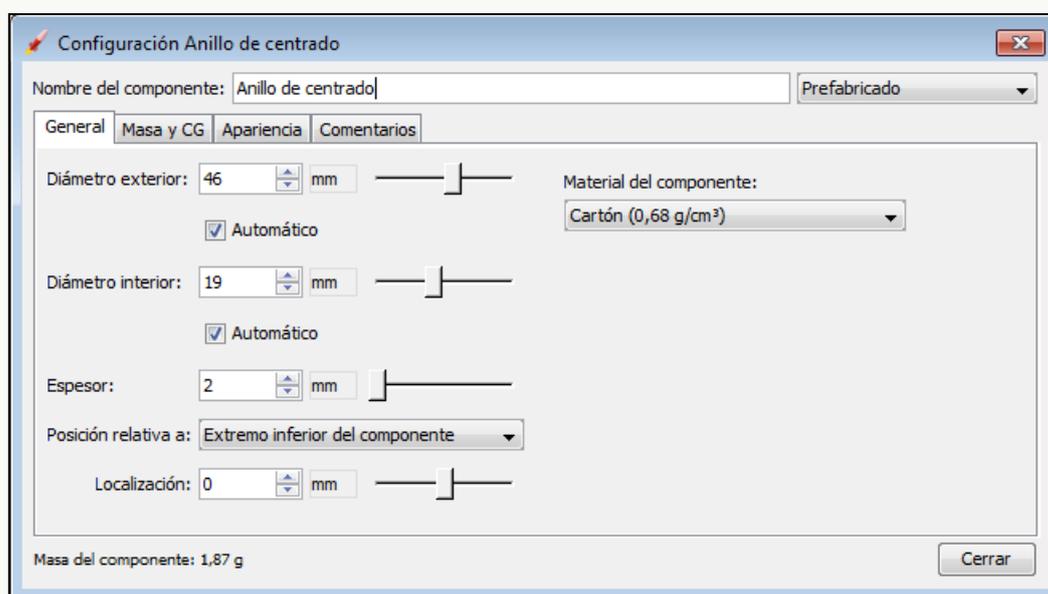


Figura 11 Configuración del anillo de centrado.

En esta ventana indicaremos nombre del componente, las medidas que deseamos, etc.

Aparte de la pestaña “General”, hay otras en las que se pueden definir más características de éste componente como por ejemplo:

- Indicar una masa y un CG del componente diferente a la predefinida, pestaña “Masa y CG”.
- El color y la textura del componente, en la pestaña “Apariencia”.
- Poner un comentario en la pestaña “Comentarios”.

Para instalar un segundo anillo de centrado repetimos el mismo procedimiento desde el principio, o bien seleccionamos el anillo ya instalado en el árbol, luego vamos al menú superior "Edición" y hacemos click en la opción "Copiar", seguidamente volvemos al menú "Edición" y hacemos click en la opción "Pegar".

Para editar la configuración de este segundo anillo de centrado, hacemos doble click sobre éste componente instalado en el árbol. Cambiamos su "Localización" para ajustar su posición dentro del cuerpo.

3.7 Instalando un paracaídas.

El paracaídas es el sistema de recuperación por excelencia, todo modelo de cohete debe estar dotado de un sistema de recuperación. El paracaídas deberá tener unas dimensiones acordes con el peso del cohete para garantizar un descenso suave. Este componente se instala en el interior del cuerpo, entre la ojiva y el motor. Para incorporar el paracaídas al diseño primero seleccionamos el componente cuerpo, en el árbol de la parte superior izquierda de la ventana, y luego hacemos un sólo click sobre el icono "Paracaídas", que aparecerá disponible (activo) en la lista superior derecha.

Se abrirá la ventana de configuración del paracaídas (figura 12). En este instante, el componente se ha añadido al árbol de componentes instalados, y también aparece su trazado en el área de dibujo en la parte inferior de la ventana de diseño.

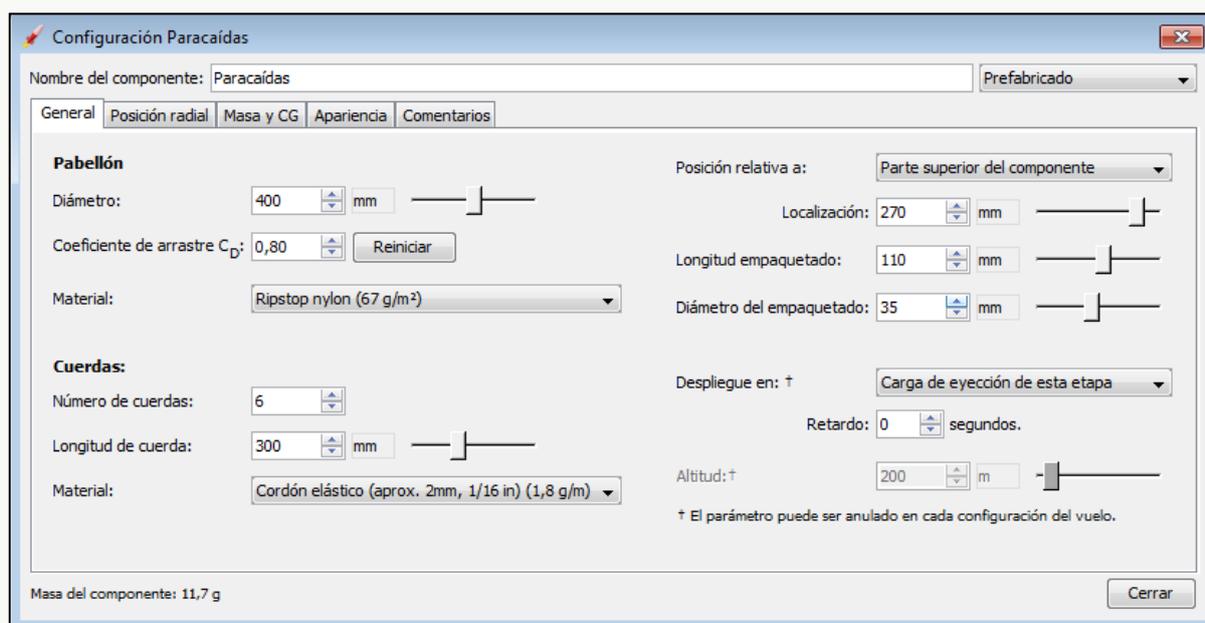


Figura 12 Configuración del paracaídas.

En esta ventana indicaremos nombre del componente, las medidas que deseamos, etc.

Aparte de la pestaña "General", hay otras en las que se pueden definir más características de éste componente como por ejemplo:

- Indicar la posición dentro del cuerpo respecto al eje central, "Posición radial".
- Indicar una masa y un CG del componente diferente a la predefinida, pestaña "Masa y CG".
- El color y la textura del componente, en la pestaña "Apariencia".
- Poner un comentario en la pestaña "Comentarios".

3.8 Completando el diseño.

El diseño, tal como está ahora, es válido para realizar los siguientes pasos que serían: Instalar un motor, y ejecutar la simulación del vuelo. Pero para conseguir que la simulación sea lo más exacta posible, antes tenemos que revisar el diseño y completarlo con otros componentes que llevará el cohete real como son:

- El tubo para la guía de lanzamiento (icono "Soporte para guía").
- El tirante de sujeción o "shock-cord" (icono "Tirante de sujeción").
- El retén del motor (icono "Retén de motor").
- Otros pequeños objetos como: Clips, horquillas, etc. (icono "Componente Masa").

Si ha seguido en orden todos estos pasos, su cohete debería parecerse al que se muestra en la figura 13.

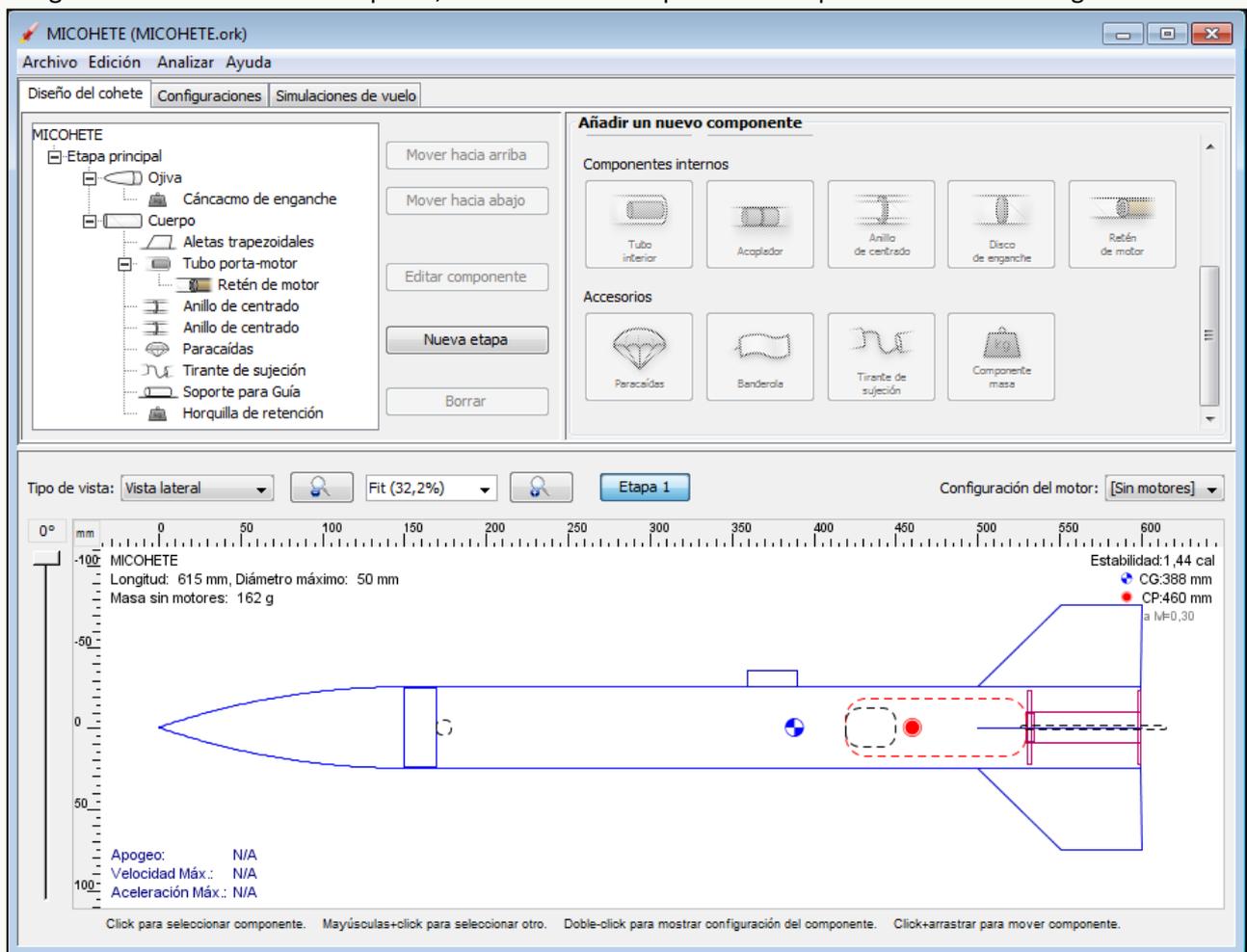


Figura 13 Diseño terminado.

3.9 Editar y modificar los componentes del cohete.

Para editar y modificar las características de los componentes del diseño, podemos hacerlo de cuatro formas:

- a) En el árbol de componentes instalados, hacemos doble click sobre el componente que queremos editar.
- b) En el árbol de componentes instalados, seleccionamos el componente que queremos editar, y hacemos click en el botón "Editar componente".
- c) En el área de dibujo, hacemos doble click sobre el componente que queremos editar.
- d) En el área de dibujo, seleccionamos el componente que queremos editar, y hacemos click en el botón "Editar componente".

En cualquiera de los métodos indicados se abrirá la ventana de configuración del componente.

4 Configuraciones de motor y recuperación.

4.1 Qué es una configuración de motor y para qué sirve.

Si queremos ejecutar alguna simulación en nuestro diseño de cohete, hay que definir **al menos una configuración de motor**. Cuando creamos un nuevo diseño, o lo importamos de RockSim, no tendrá ninguna configuración de motor definida por lo que tendremos que crearla. La configuración de motor se aplica al componente seleccionado como tubo porta-motor, y posteriormente en esta configuración será donde instalaremos el motor con el que queremos realizar la simulación del vuelo.

El primer paso es acudir a la pestaña "Configuraciones" y marcar el componente designado como tubo porta-motor. Seguidamente creamos una nueva configuración de motor haciendo click en el botón "Nueva configuración" (figura 14).

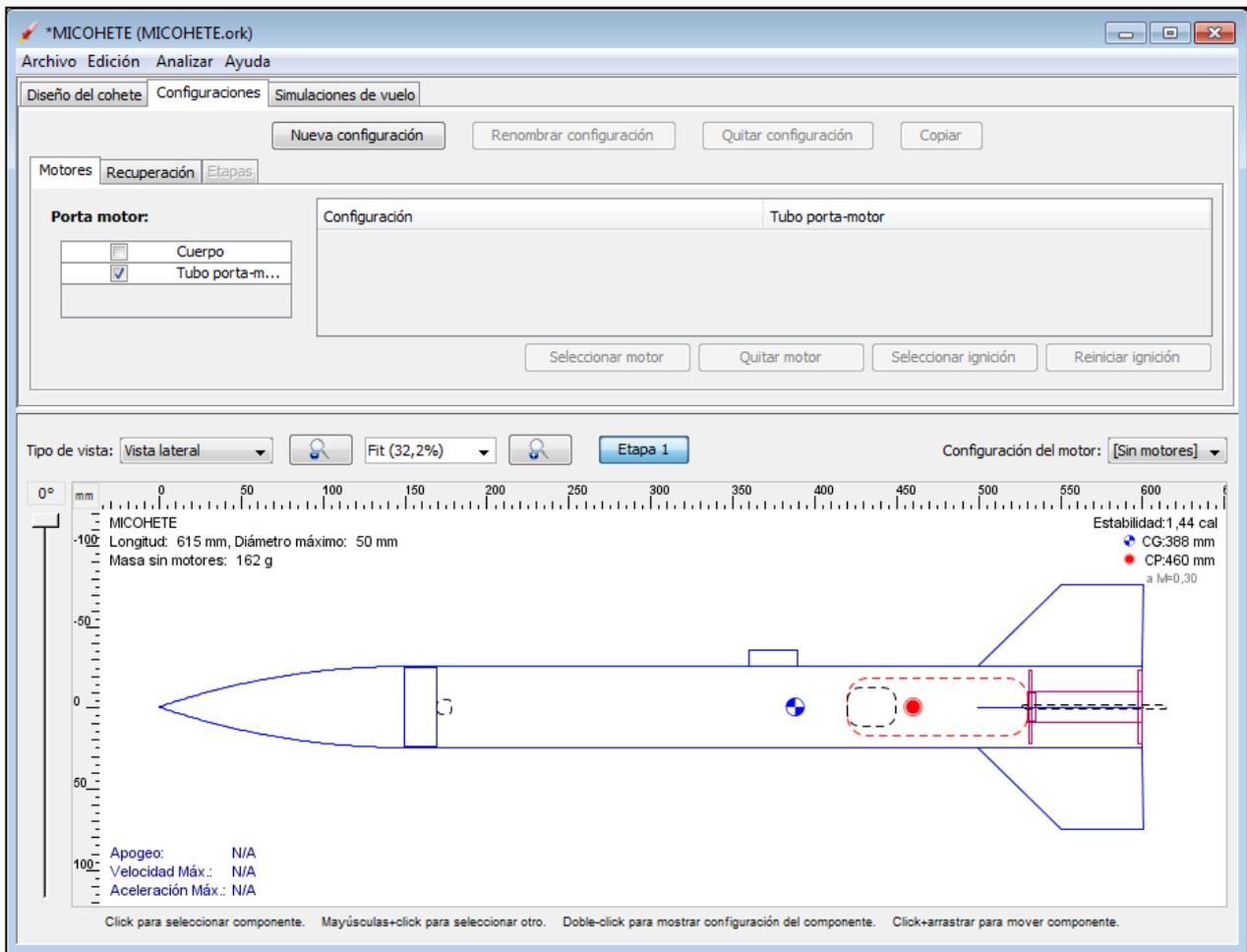


Figura 14 Ventana de "Configuraciones" de motor.

Una vez que dispongamos de una configuración de motor, podemos renombrarla como queramos haciendo click en el botón "Renombrar configuración". Conviene poner un nombre alusivo al motor que vayamos a instalar.

AVISO: En cada configuración de motor sólo se puede tener instalado un único tipo de motor, pero podemos disponer de varias configuraciones de motor diferentes para el mismo tubo porta-motor (ver apartado 7.1)

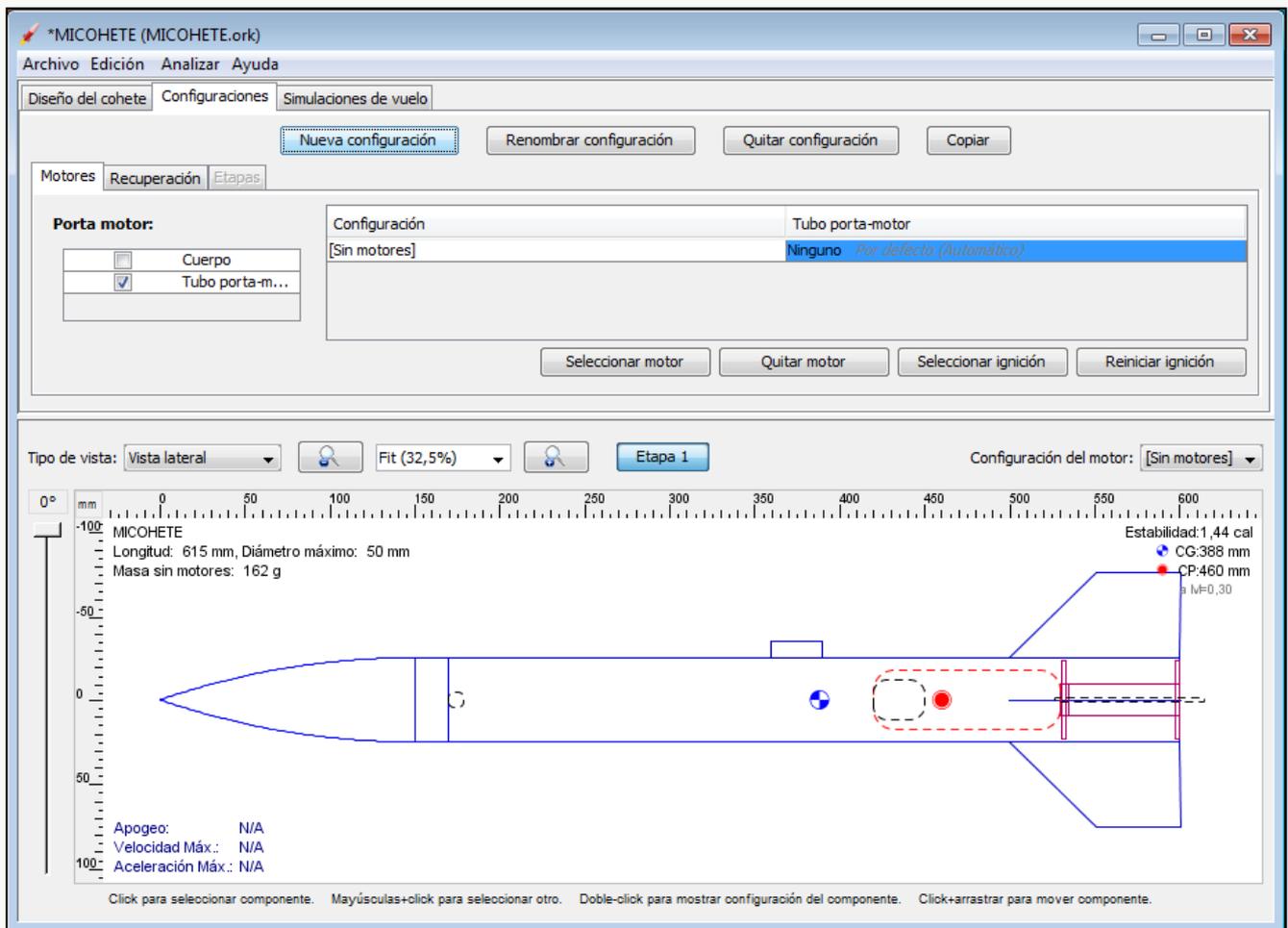


Figura 15 Nueva configuración aún [Sin motores].

4.2 Seleccionar e instalar un motor.

Una vez creada la nueva configuración de motor, ya podemos instalar un motor. En la columna derecha de la Configuración seleccionamos con el ratón la etiqueta "Ninguno" (si es que no está ya seleccionada). El botón "Seleccionar motor" se mostrará activo.

Seguidamente hacemos click en el botón "Seleccionar motor" y aparecerá la ventana de motores disponibles, en la que distinguimos en el lado izquierdo una lista de todos los motores disponibles en la base de datos que OpenRocket tiene definida por defecto, mientras que en el lado derecho disponemos de dos pestañas.

La pestaña "Filtrar motores" nos sirve para reducir la búsqueda del motor que deseamos instalar en función de sus características y de las características del tubo porta-motor, y en la pestaña "Mostrar detalles" podemos ver la curva de empuje del motor que tengamos seleccionado en la lista. También podemos ordenar la lista haciendo click sobre el título de una de las columnas, figura 16.

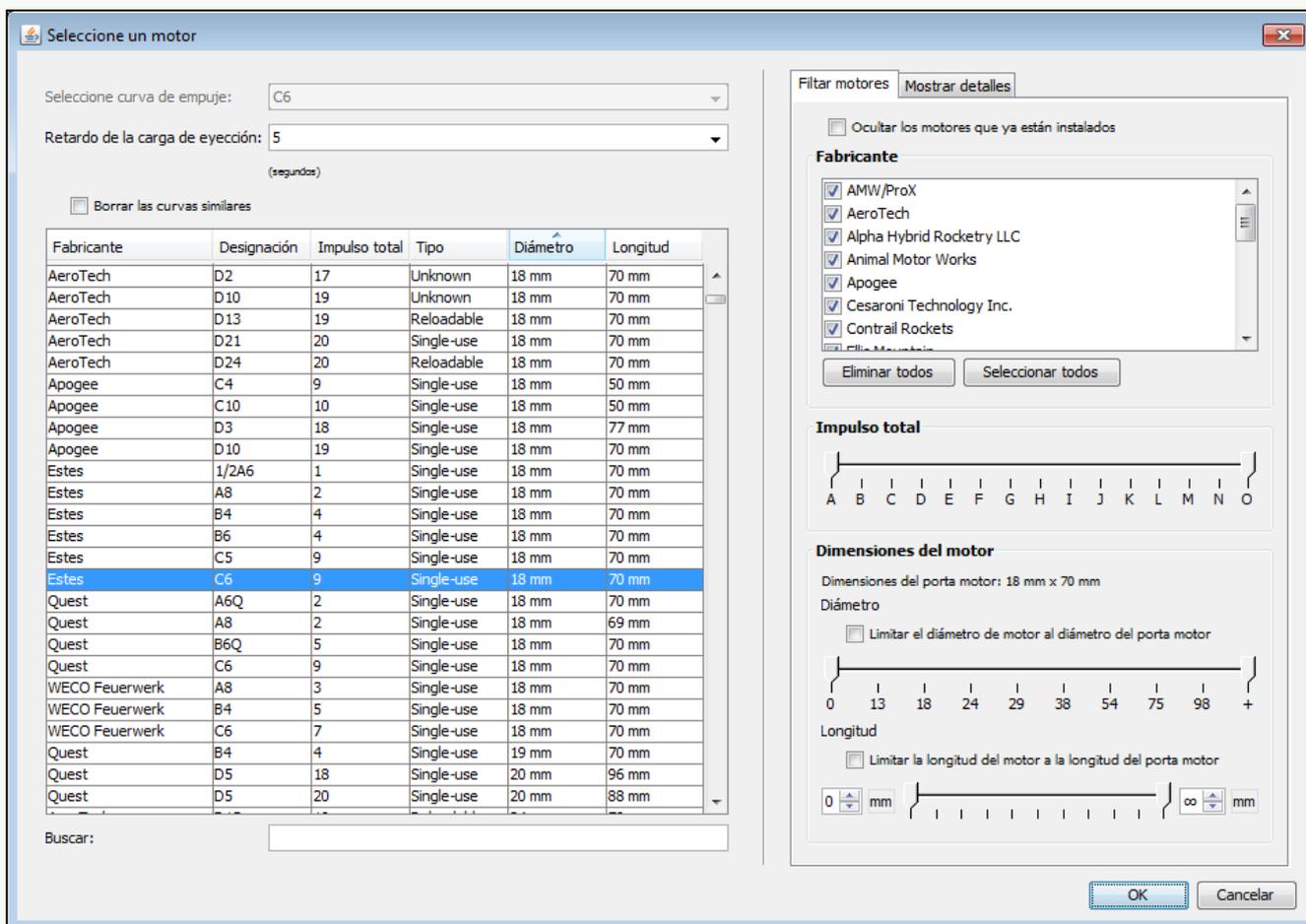


Figura 16 Ventana de selección del motor.

En esta ventana localizamos y seleccionamos el motor deseado. Si el motor utiliza algún retardo para la carga de eyección, indicaremos el tiempo de retardo en el casillero superior etiquetado "Retardo de la carga de eyección", en segundos. Finalmente hacemos click en el botón "Ok". En este instante, OpenRocket ya ha realizado una simulación previa del vuelo del cohete cuyos resultados podemos ver en la zona inferior donde aparece el dibujo del cohete.

AVISO: Si sólo disponemos de una única **configuración de motor**, cada vez que queramos ejecutar la simulación con otro tipo de motor diferente tendremos que repetir este proceso de selección. Para evitarnos este inconveniente recomendamos disponer de varias configuraciones de motor, cada una con su propio motor (ver apartado 7.1).

4.3 Configurando el despliegue del paracaídas.

En la pestaña "Recuperación" podemos indicar el instante en el que se desplegará el sistema de recuperación. Para la configuración que hemos creado vemos que disponemos de un paracaídas cuyo evento de eyección aparece etiquetado por defecto como "Carga de eyección". Esto quiere decir que la expulsión del paracaídas se realizará con la carga de eyección del propio motor, figura 17.

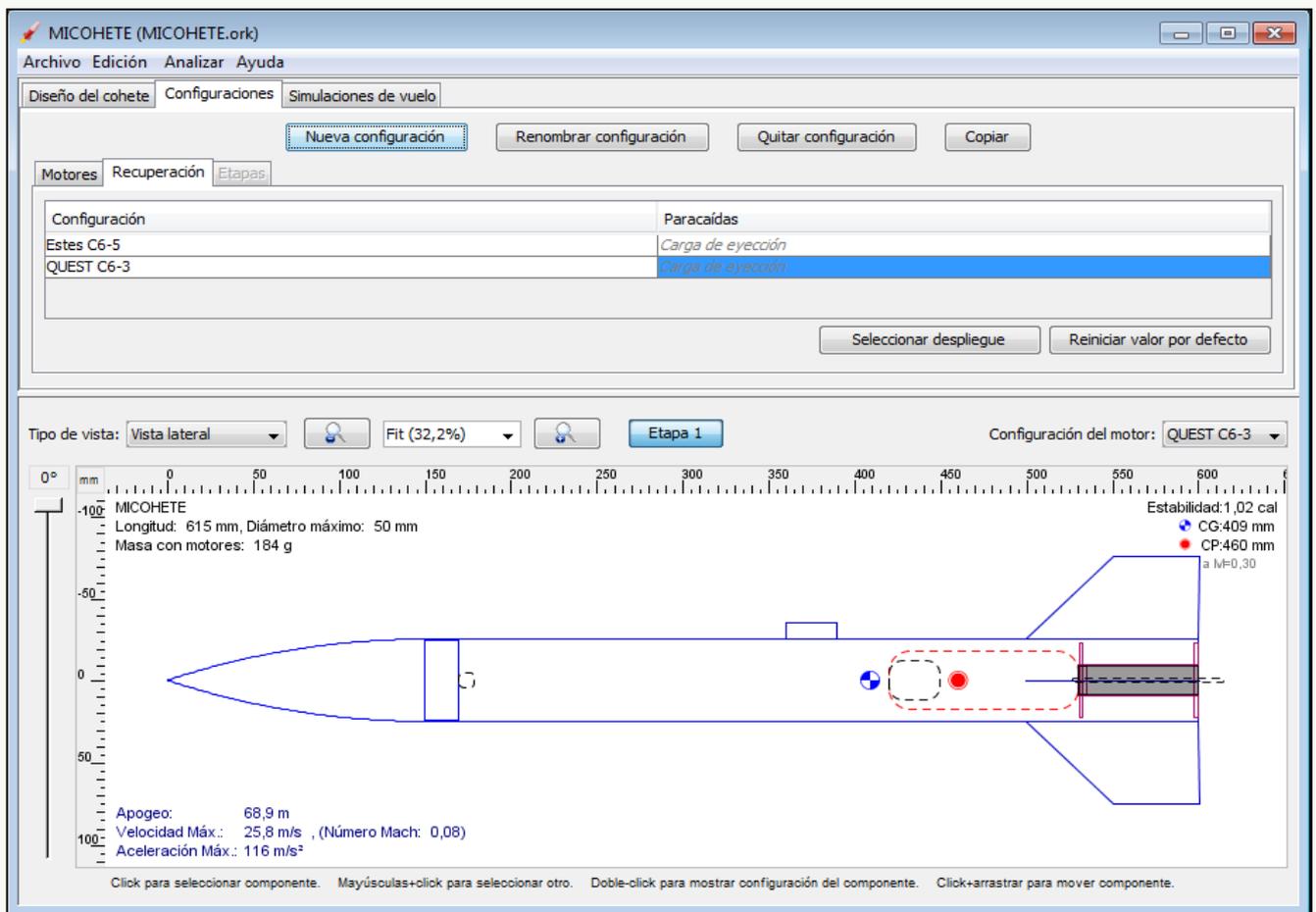


Figura 17 Ventana de configuración de la recuperación.

Para indicar que la expulsión se realice en otro evento diferente, seleccionamos la etiqueta "Carga de eyección", y hacemos click en el botón "Seleccionar despliegue". Se abrirá la ventana para configurar el despliegue del paracaídas, figura 18.

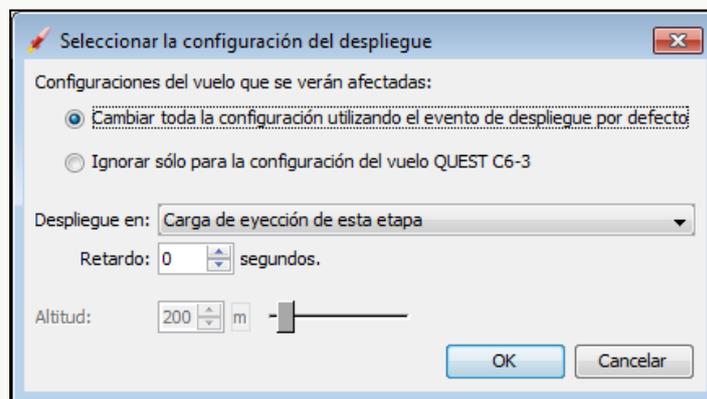


Figura 18 Ventana de configuración del despliegue.

AVISO: Si indicamos "Retardo" en la ventana "Seleccionar la configuración del despliegue", y decidimos que el despliegue se realice con la "Carga de eyección de esta etapa", éste tiempo se sumará al retardo que ya tengamos definido en el propio motor.

Otra forma de definir la eyección del paracaídas, independientemente de la configuración de motor que tengamos activa, es configurar este evento en el propio componente paracaídas. Para ello regresamos a la ventana "Diseño del cohete" y editamos la configuración del paracaídas que corresponda. En la pestaña "General" abrimos el desplegable etiquetado como "Despliegue en:" y seleccionamos el evento, figura 19.

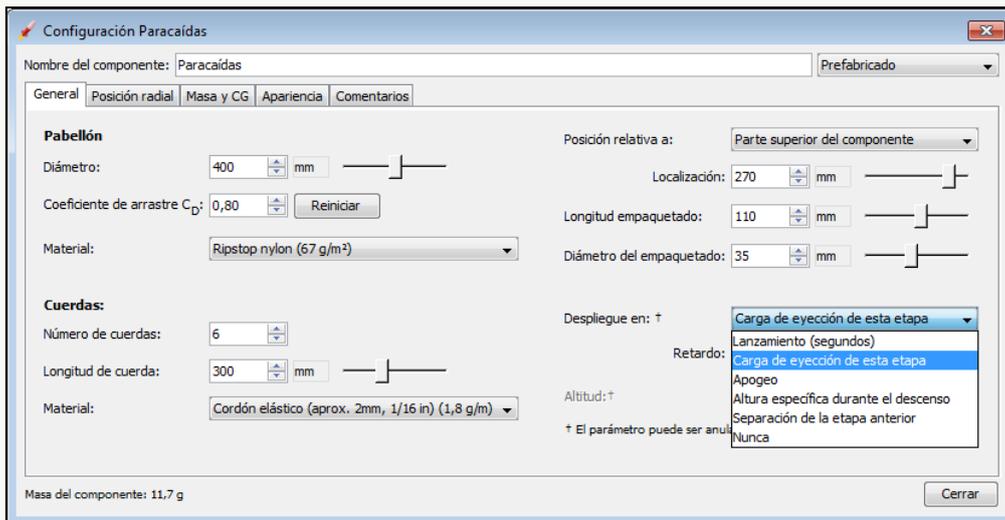


Figura 19 Configurar el despliegue del paracaídas en el componente.

5 La simulación del vuelo.

5.1 Configurando la simulación del vuelo.

La última etapa del diseño es la simulación del vuelo del cohete. En la parte superior de la ventana hacemos click sobre la pestaña "Simulaciones de vuelo". En esta ventana podemos ver que OpenRocket ha creado una simulación inicial "Simulación 1" que aún no ha sido ejecutada, figura 20.

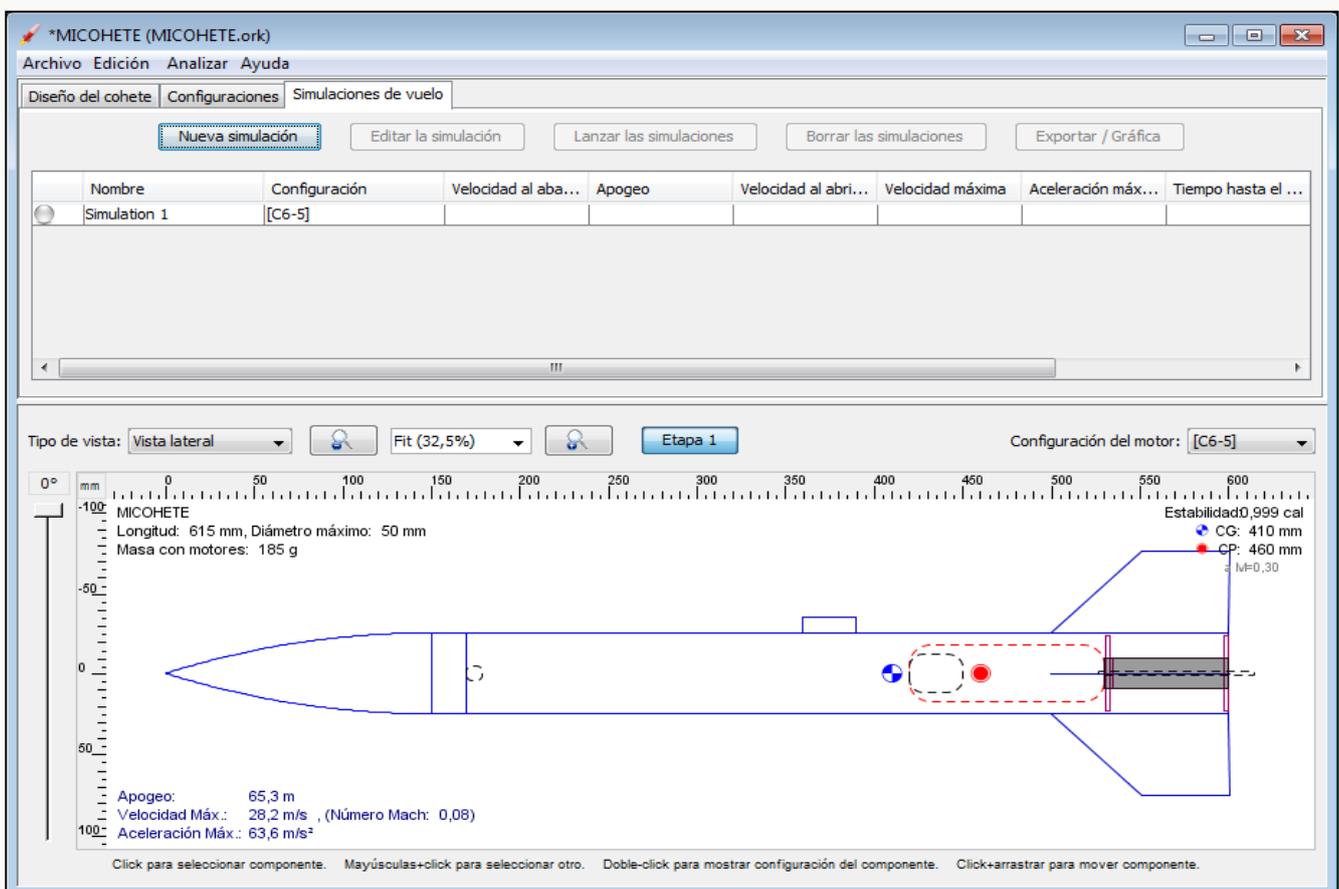


Figura 20 Ventana de las simulaciones de vuelo.

El marcador que aparece a la izquierda de la línea de la simulación indica el estado actual de dicha simulación, de forma que:

- Gris: Indica que la simulación aún no ha sido ejecutada. Es la que se genera automáticamente cuando se crea una nueva **configuración de motor**.
- Verde: Indica que la simulación se ha ejecutado en la sesión actual de OpenRocket y con el diseño actual sin modificar.
- Amarillo: Indica que la simulación no está actualizada. Esto sucede cuando se hace alguna modificación en el diseño después de haber lanzado esta simulación con anterioridad, por lo que los datos del vuelo ya no corresponderían al diseño actual modificado.
- Rojo: Indica que la simulación no está actualizada y además es obsoleta. Esto sucede cuando la simulación se lanzó días atrás, o cuando se han realizado cambios en la configuración de motor.

Si seleccionamos la etiqueta "*Simulación 1*" aparecerá activo el botón "*Editar la simulación*" y podremos definir algunos parámetros relativos a las condiciones del entorno y características de la plataforma de lanzamiento, poner un nombre a la simulación, o seleccionar una configuración de motor diferente, figura 21.

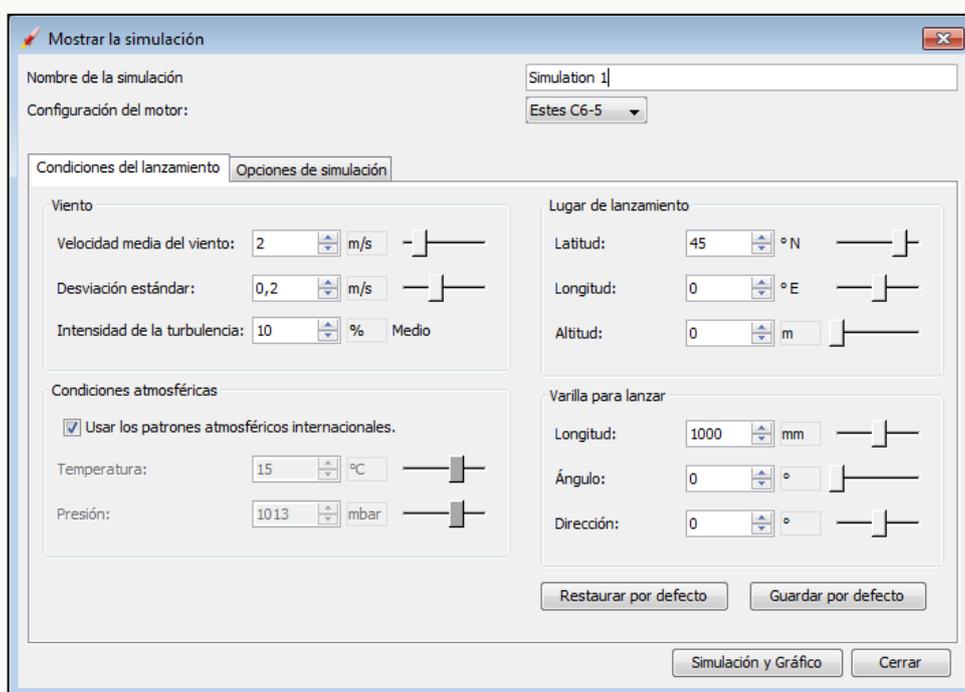


Figura 21 Ventana de edición de la simulación.

5.2 Ejecutando la simulación del vuelo.

Para ejecutar la "*Simulación 1*", primero seleccionamos la línea y después hacemos click en el botón "*Lanzar las simulaciones*". En este instante aparecerán los datos del vuelo reflejados en la línea de la simulación.

En caso de que haya ocurrido algún hecho destacable en la ejecución de la simulación, aparecerá un símbolo junto al marcador. Si el símbolo es de color rojo quiere decir que hay una ALERTA que nos advierte de que hay algo que debemos observar o tener en cuenta. Para leer esta alerta basta con pasar el puntero del ratón por encima del símbolo rojo. Si todo ha ido perfecto, aparecerá una marca de OK en color verde, figura 22.

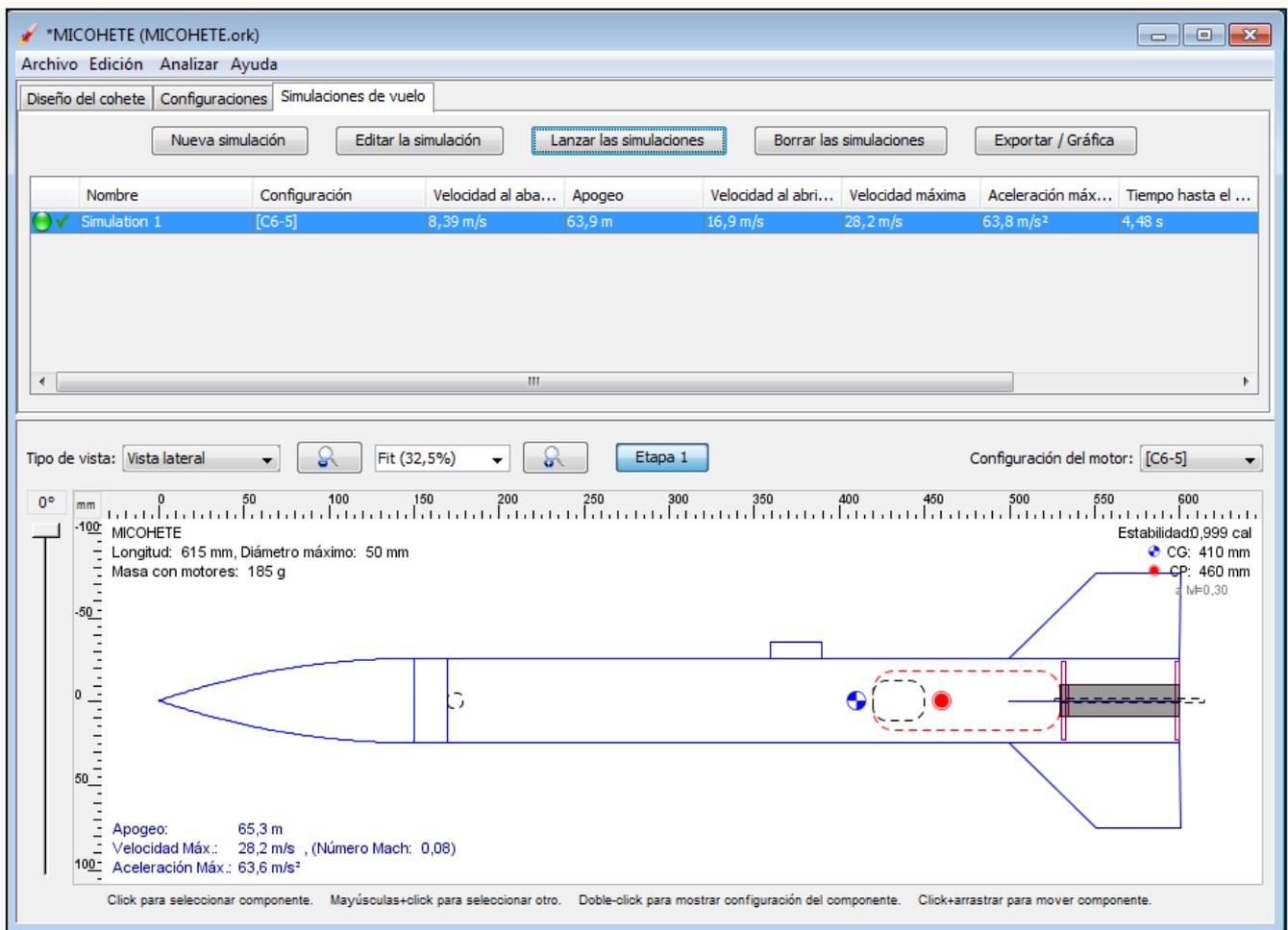


Figura 22 Lanzamiento de la simulación.

Para actualizar las simulaciones obsoletas (marcador en rojo) o anteriores a la modificación del diseño (marcador en amarillo), simplemente seleccionamos las líneas correspondientes y hacemos click en el botón "Lanzar las simulaciones".

5.3 Obteniendo las gráficas del vuelo.

Los numerosos datos obtenidos por la simulación pueden visualizarse en forma de gráfico o curva en un sistema de ejes X,Y cuyos parámetros podemos configurar para que los datos se muestren de diferentes formas o seleccionar los parámetros que queremos que se representen.

Para obtener estos gráficos hacemos click en el botón "Exportar/Gráfica". Aparecerá la ventana "Mostrar la simulación". En esta ventana podemos configurar los parámetros del vuelo que queremos que se muestren en forma de curva gráfica, figura 23. Podemos agregar un nuevo parámetro en el eje Y haciendo click en el botón "Añadir nuevo eje Y en la gráfica" , o bien podemos eliminar alguno de los parámetros del eje Y haciendo click sobre el botón circular rojo correspondiente.

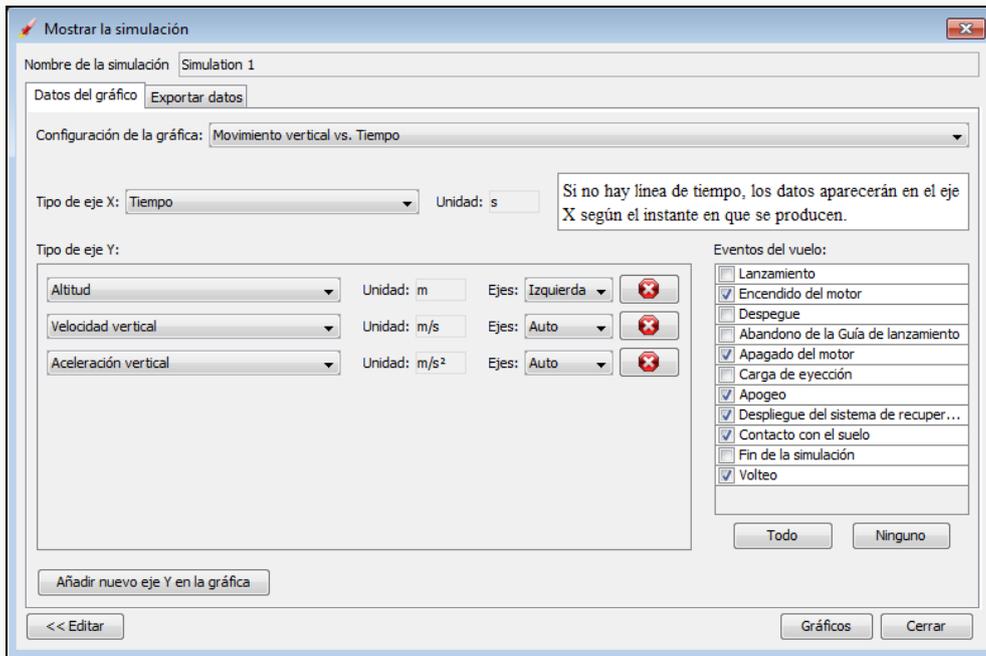


Figura 23 Ventana de configuración de las gráficas del vuelo.

Para visualizar los gráficos, hacemos click en el botón “Gráficos”, figura24.

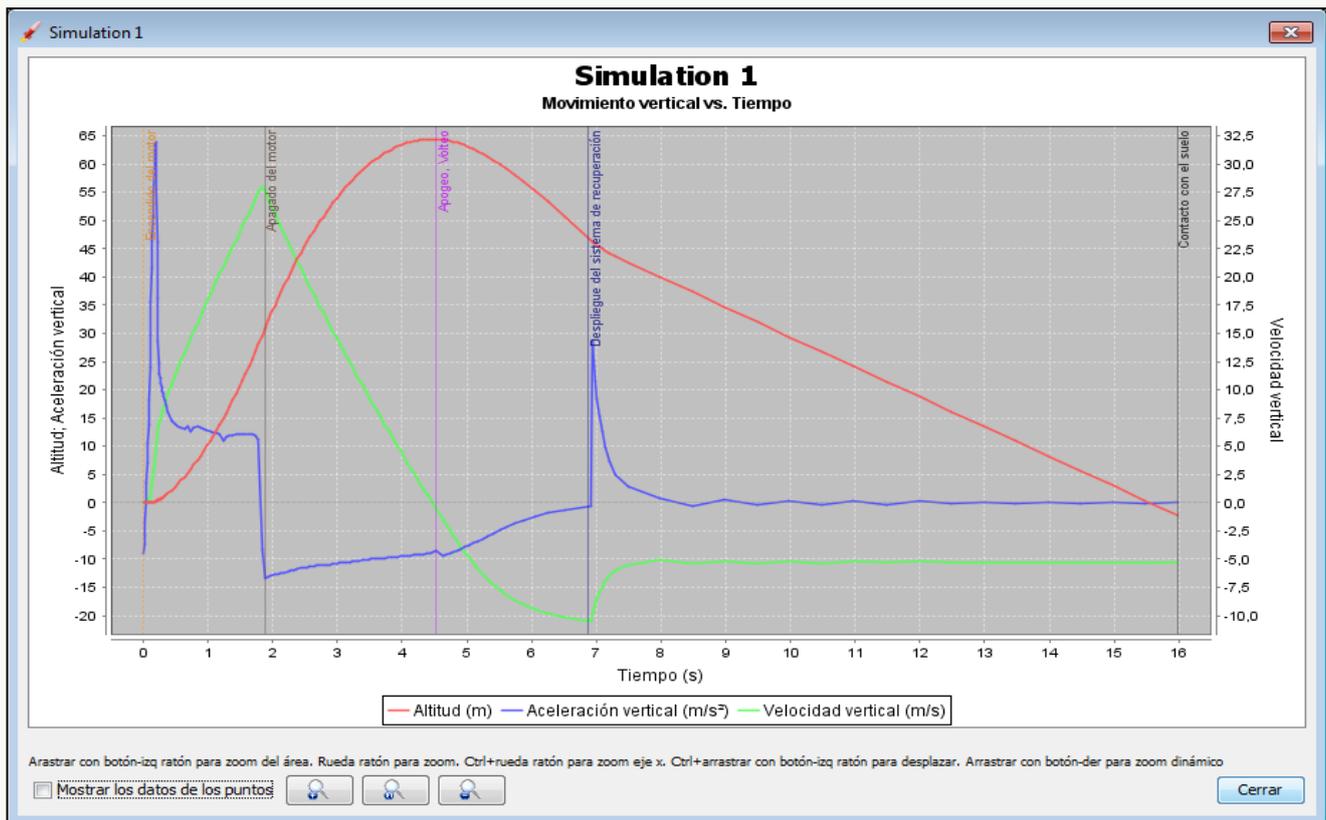


Figura 24 Gráficos de la simulación del vuelo.

En estos gráficos podemos comprobar fácilmente si la eyección del paracaídas se ha realizado en el momento apropiado, podemos ver el progreso de la velocidad del cohete en cada fase del vuelo, su aceleración, la altitud, etc.

6 Archivos en formato RockSim.

Los diseños de cohetes realizados con la aplicación RockSim, se guardan en archivos con extensión .rkt que es exclusiva de ésta aplicación. Sin embargo, las últimas versiones de OpenRocket ya son capaces de “importar” estos archivos e interpretar la mayoría de las características de los componentes en el diseño RockSim.

6.1 Abrir/Importar un archivo .rkt

Para importar un archivo de diseño RockSim hacemos click en el menú “*Archivo*” y luego en la opción “*Abrir*”. Aparecerá un cuadro de diálogo en el que localizamos y seleccionamos el archivo .rkt que queremos importar. Al hacer click en el botón “*Abrir*”, es muy posible que aparezca un mensaje de aviso que nos indique que algunos componentes (figura 25), o alguna característica de éstos (figura 26), no se han podido importar ya que OpenRocket no las contempla. Simplemente obviamos este mensaje haciendo click en el botón “*Aceptar*” o cerrando el mensaje.

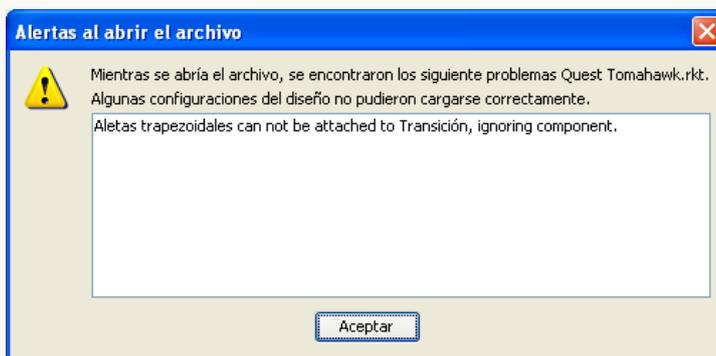


Figura 25

En la figura 25, el diseño Rocksim que se quiere importar tiene un juego de aletas que están montadas sobre una transición cónica. OpenRocket no contempla esta posibilidad, por lo que este set de aletas no se importa. En OpenRocket, las alteas que caen en la parte de la transición cónica de un diseño, deben estar montadas sobre un cuerpo tubular y desplazadas hacia la transición cónica.



Figura 26

En la figura 26 el diseño Rocksim que se quiere importar tiene un paracaídas con orificio. El orificio “*Spill*” del paracaídas es una característica que no se contempla en OpenRocket.

6.2 Características del diseño importado.

OpenRocket interpreta correctamente las características de cada componente del diseño importado de RockSim. Sin embargo tenemos que revisarlo todo, y completar el diseño con los componentes o las características ignoradas que falten.

En la mayoría de los diseños de RockSim poco “trabajados”, los componentes no tienen definido un color o una textura para la visualización en 3D, incluso en diseños con muchos componentes del mismo tipo resulta complicado distinguir cual es cual por su nombre ya que se denominan igual, figura 27.

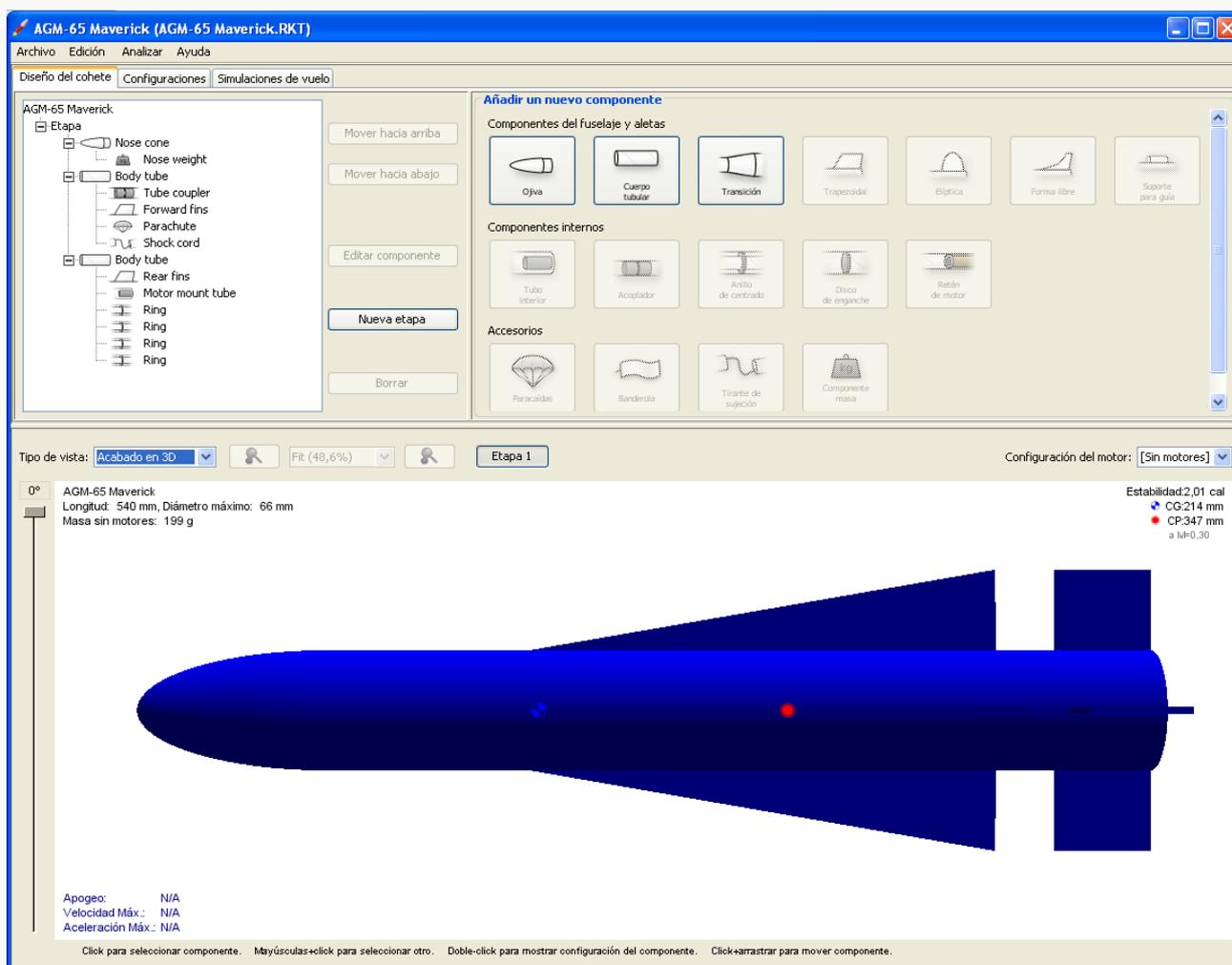


Figura 27 Diseño importado de RockSim.

Finalmente hay que señalar que OpenRocket NO importa las simulaciones realizadas en RockSim, ni los motores utilizados en éstas simulaciones. Por tanto habrá que definir una nueva **Configuración de motor** y ejecutar las simulaciones para el diseño importado. En el capítulo 5 indicamos cómo hacerlo.

6.3 Guardar un diseño importado de RockSim.

Podemos volver a guardar el diseño importado como archivo compatible con RockSim (.rkt) o guardarlo como un nuevo archivo OpenRocket (.ork), manteniendo el original de RockSim.

Para ello hacemos click en el menú “Archivo” y luego en la opción “Guardar como...”, renombrando y seleccionando el tipo de archivo que se desea guardar.

AVISO: Si decidimos guardar el diseño en formato compatible RockSim (archivo con extensión .rkt), las simulaciones que hayamos realizado en OpenRocket NO se guardarán y por tanto se perderán.

7 Diseño avanzado.

7.1 Definir diferentes configuraciones de motor.

En la pestaña "Configuraciones" podemos disponer de una única **configuración de motor** para el componente tubo porta-motor designado, e instalar un tipo de motor concreto. El inconveniente de disponer de una única configuración es que, para ejecutar la simulación con otro tipo de motor diferente, hay que volver a "Seleccionar motor" para esta configuración.

Sin embargo en OpenRocket podemos disponer de diferentes tipos de motor a utilizar para el componente tubo porta-motor designado. Esto lo hacemos creando distintas configuraciones que posteriormente podemos seleccionar cuando queramos, sin necesidad de tener que volver a seleccionar un motor en la lista cada vez que queramos ejecutar las simulaciones con otro de tipo de motor.

Para añadir una segunda configuración de motor para el tubo porta-motor, hacemos click en el botón "Nueva configuración", seguidamente hacemos click en el botón "Seleccionar motor" e instalamos otro tipo de motor diferente, figura 28.

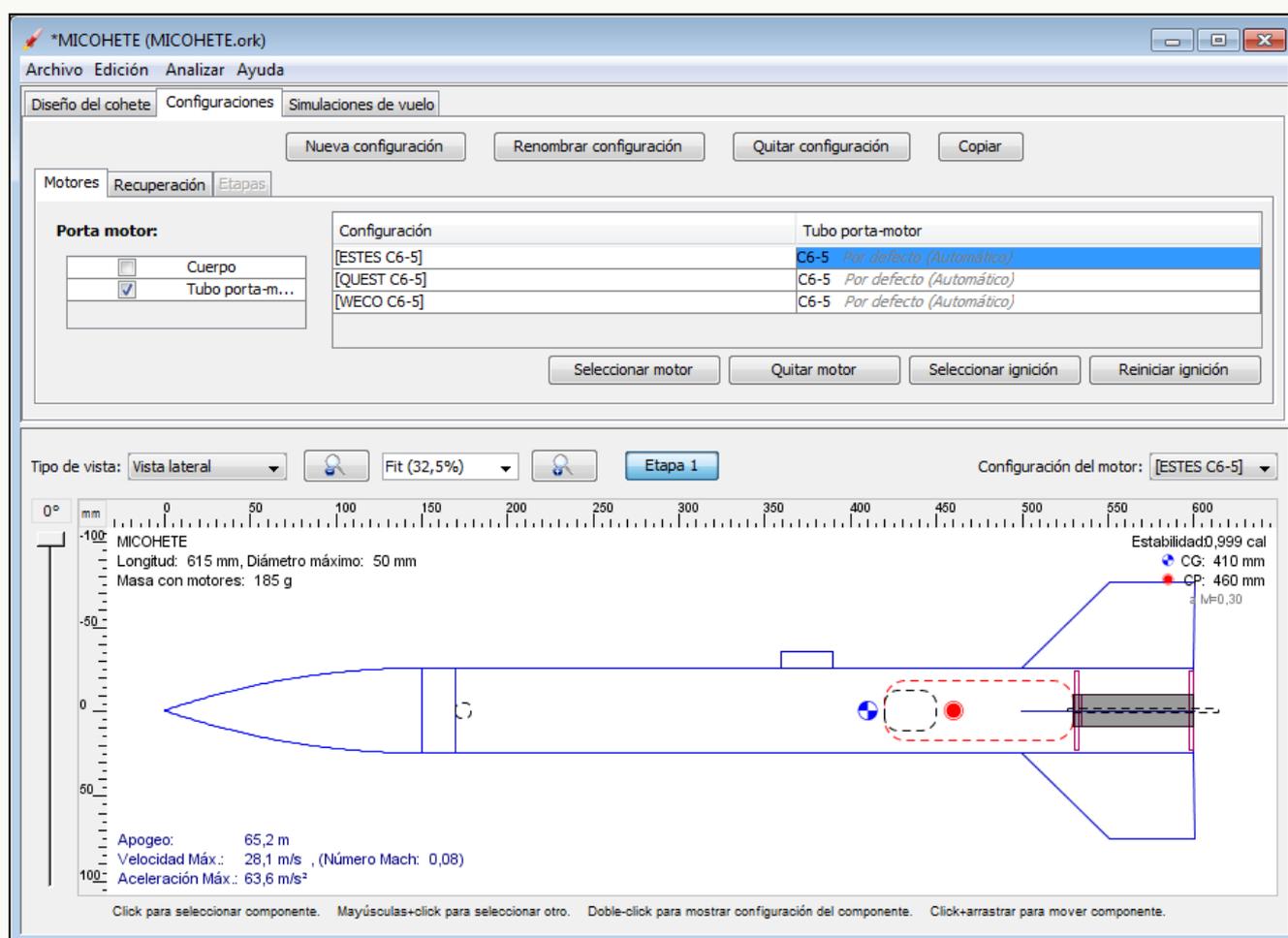


Figura 28 Varias configuraciones de motor para el mismo componente porta-motor.

Para indicar cuál es la configuración que se está utilizando actualmente, abrimos el desplegable "Configuración del motor:" que está situado en la parte superior derecha del dibujo del diseño, y seleccionamos la que queramos utilizar, o bien seleccionamos la configuración en la lista superior.

7.2 Simulaciones de vuelo con diferentes motores.

Si disponemos de diferentes configuraciones de lanzador previamente definidas, y una única simulación en la pestaña "Simulaciones de vuelo", seleccionamos esta simulación y hacemos click en el botón "Editar la simulación". En esta ventana podemos seleccionar la configuración deseada para ejecutar esta simulación. Finalmente hacemos click en "Lanzar las simulaciones", figura 29.

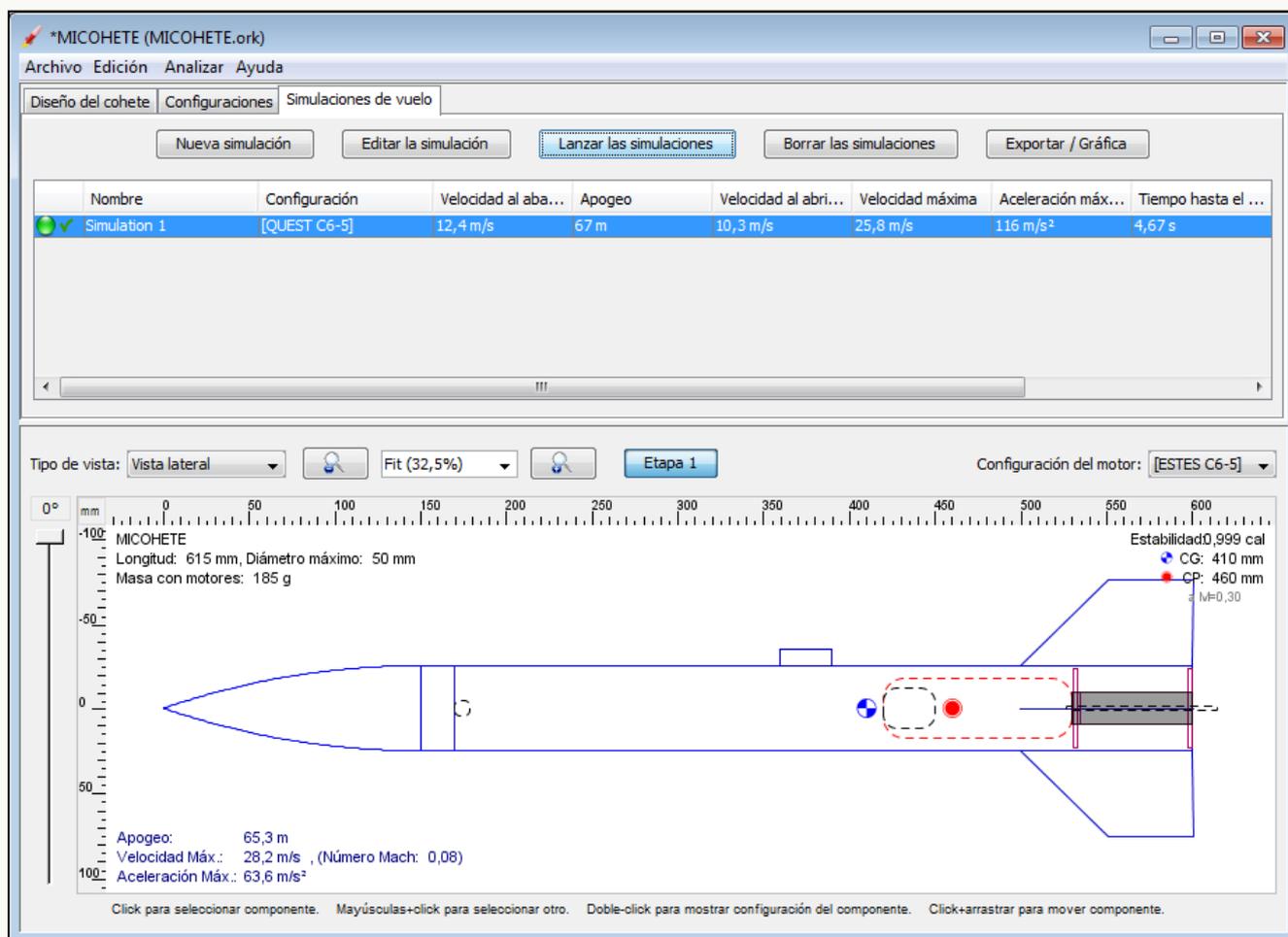


Figura 29 Ejecutando la simulación con otro tipo de motor diferente.

Si queremos conservar esta simulación y crear una nueva, hacemos click en el botón "Nueva simulación", y en esta ventana seleccionaremos la configuración deseada en el desplegable "Configuración del motor:". Finalmente hacemos click en el botón "Lanzar las simulaciones".

Cuando tengamos varias simulaciones, por ejemplo; cada una con un tipo de motor diferente, podemos volver a ejecutarlas de una en una o varias a la vez. Para lanzar varias simulaciones a la vez podemos seleccionarlas de forma contigua manteniendo pulsada la tecla Mayúsculas y haciendo click con el ratón, o seleccionarlas de forma alterna manteniendo pulsada la tecla Control y haciendo click con el ratón, y finalmente hacemos click en el botón "Lanzar las simulaciones", figura 30.

Para eliminar una o varias simulaciones, las seleccionamos y seguidamente hacemos click en el botón "Borrar las simulaciones".

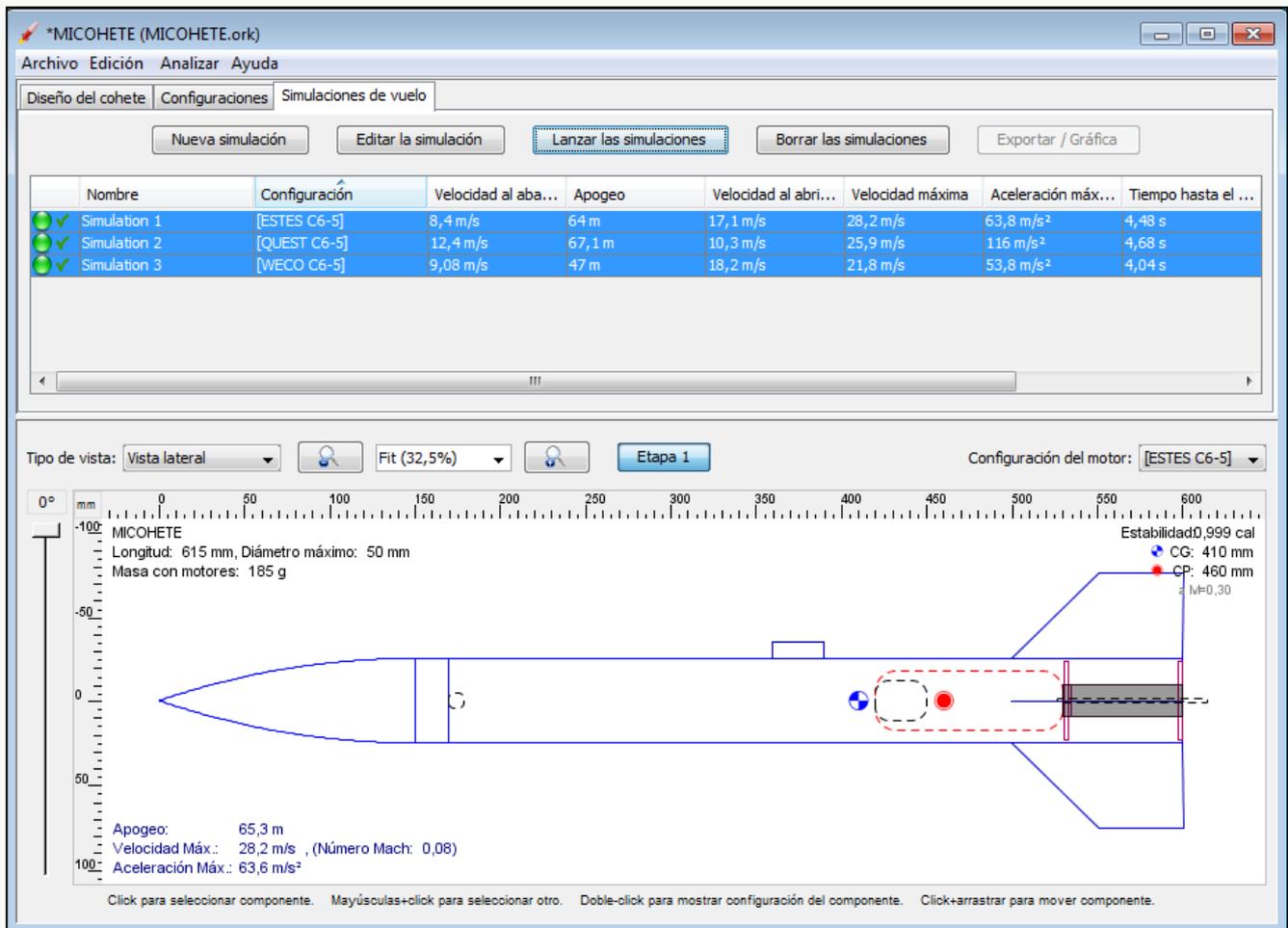


Figura 30 Lanzando todas las simulaciones con diferentes configuraciones de motor.

7.3 ¿Cómo configuro el doble despliegue de paracaídas?

Si disponemos de dos o más paracaídas en el diseño, podemos configurar eventos de eyección diferentes para cada uno de ellos, esto lo podemos hacer de dos formas:

- Desde la ventana "Diseño del cohete", abrimos la configuración del paracaídas, y en la pestaña "General", desplegable "Despliegue en:" indicamos el evento de eyección. Aplicaríamos el mismo proceso en los demás paracaídas.
- Desde la pestaña "Configuraciones" y "Recuperación". En la columna correspondiente a uno de los paracaídas, seleccionamos la etiqueta del evento y hacemos click en el botón "Seleccionar despliegue" y le indicamos el evento de eyección. Realizaremos el mismo proceso para el resto de los paracaídas.

7.4 El motor que quiero usar no está en la lista.

Normalmente cada vez que aparece disponible una nueva versión de OpenRocket, ésta incluye la última actualización de curvas de motor de la web de [Thrustcurves](http://thrustcurves.com). No obstante, si el motor que busca para su diseño no aparece en la lista, y dispone del archivo de su curva de potencia en formato RASP (archivos con extensión .eng) puede indicarle a OpenRocket en qué carpeta de su PC se encuentra.

Los archivos RASP también los puede confeccionar usted mismo utilizando un editor de texto como por ejemplo el NOTEPAD (Block de notas) de Windows. Luego sólo hay que cambiar la extensión .txt por .eng

Los datos contenidos en un archivo RASP siguen un determinado patrón (disposición de los datos) que hay que seguir a conciencia para que sean reconocidos como curvas de motor. En internet hay mucha información que le puede servir de ayuda a la hora de confeccionar un archivo RASP.

Un ejemplo de archivo RASP. Se trata de un motor experimental "candi" de Nitrato potásico con Dextrosa realizado por Richard Nakka. Si nos fijamos, vemos que los comentarios van precedidos de ";". En la cuarta línea vemos que su denominación es "K260-DX", el diámetro de la carcasa es "54" mm, su longitud es "600" mm, los retardos posibles son "0, 4, 6, 14" seg, el peso del combustible es "1.5" Kg, el peso total del motor es "3.307" Kg, y la marca del fabricante es "KappaDX".

Las siguientes líneas son los datos de la curva de empuje, en primer lugar el instante de tiempo en segundos, luego el empuje en Newtons, separados ambos por un TAB (tecla tabulación). El último dato **siempre** debe acabar en cero Newtons.

```
; Motor experimental diseñado por Richard Nakka
; Archivo RASP por Jesús Manuel Recuenco 2010
; Aplicación utilizada Tracer-1.0.exe
K260-DX 54 600 0-4-6-14 1.5 3.307 KappaDX
0.03509 40
0.07018 159
0.10527 225
0.14036 256
0.17545 267
0.21054 276
0.24563 286
0.28072 296
0.31581 300
0.3509 307
0.38599 310
0.42108 315
0.45617 320
0.49126 320
0.52635 323
0.56144 327
0.59653 330
0.63162 332
0.66671 336
0.7018 340
0.73689 342
0.77198 345
0.80707 347
0.84216 349
0.87725 351
0.91234 352
0.94743 353
0.98252 353
1.01761 351
1.0527 351
1.08779 347
1.12288 342
1.15797 340
1.19306 338
1.22815 331
1.26324 325
1.29833 316
1.33342 298
1.36851 265
1.4036 221
1.43869 172
1.47378 115
1.50887 84
1.54396 55
1.57905 44
1.61414 27
1.64923 13
1.68432 4
1.71941 0
```

Para incluir estos motores en la lista de motores de OpenRocket, vamos al menú "Edición", opción "Preferencias". En la pestaña "Opciones", encontramos en el centro un casillero etiquetado "Curvas de potencia definidas por el usuario:". El directorio que aparece por defecto es el que OpenRocket le ofrece para que guarde allí sus archivos RASP. Si ha copiado sus archivos de motor en esta carpeta no tenemos que hacer nada más, sus motores aparecerán en la lista cuando vuelva a abrir OpenRocket. En el caso de que sus motores se encuentren en distinta carpeta, puede indicar el camino completo a la carpeta donde se encuentran, entonces haremos click en el botón "Agregar", seleccionamos la carpeta, y la próxima vez que abramos OpenRocket ya los tendremos disponibles en la lista de motores, figura 32.

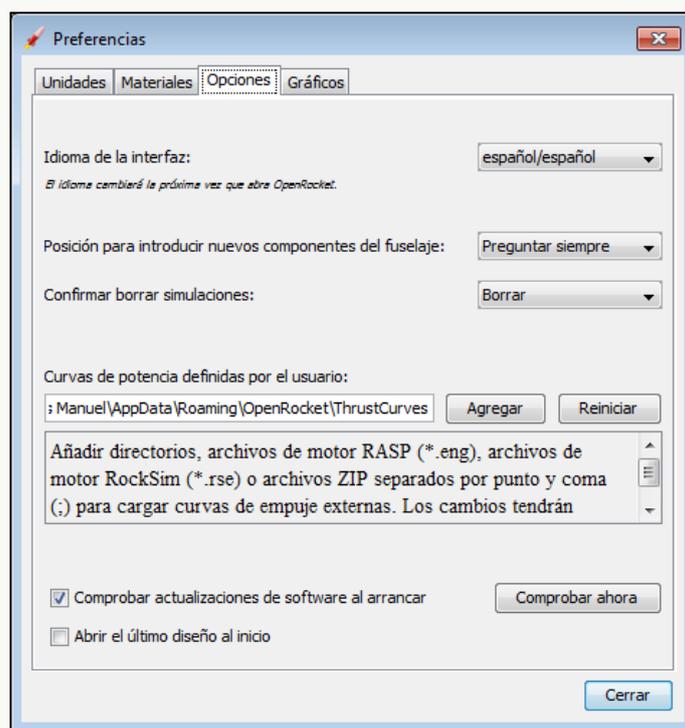


Figura 32 Agregar motores definidos por el usuario.

7.5 Analizar y mejorar el diseño de mi cohete.

Desde el menú "Analizar", opción "Análisis de los componentes", podemos ver los coeficientes de arrastre de cada componente, junto con otras características aerodinámicas del cohete, figura 33.

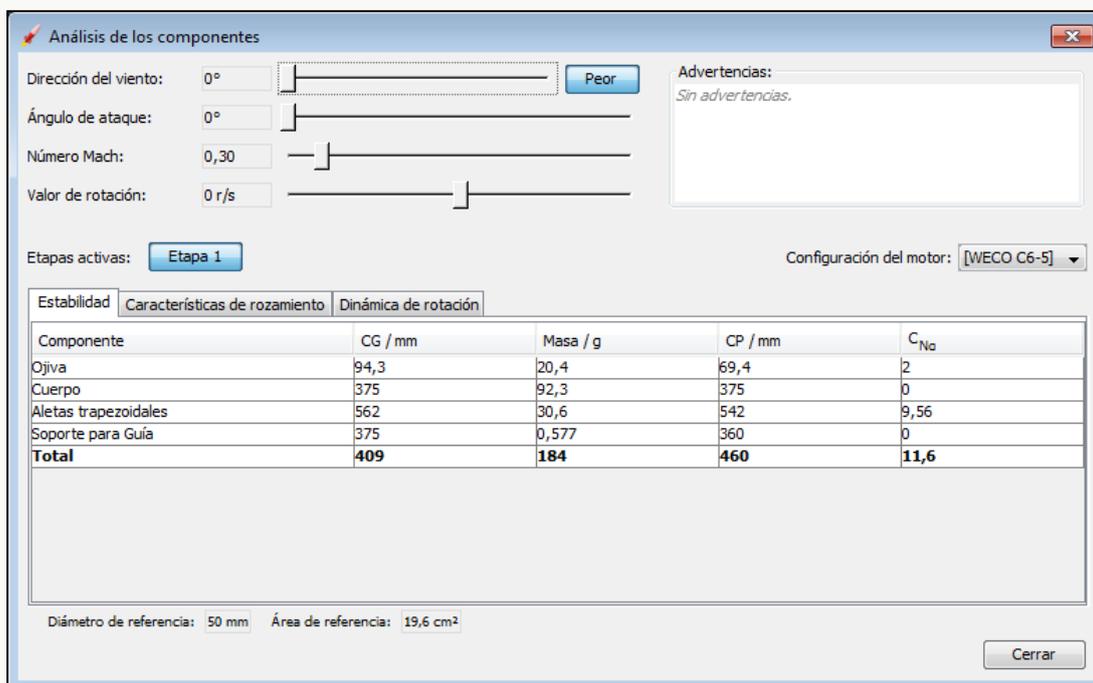


Figura 33 Ventana "Análisis de los componentes"

En el mismo menú "Analizar", encontramos la opción "Optimización del diseño" que nos abre una ventana desde la cual podemos mejorar el diseño con el objeto de obtener un valor máximo o mínimo en alguno de los aspectos del vuelo, por ejemplo: Maximizar el valor de la altitud en apogeo.

Para ello, primero seleccionamos aquellos atributos del componente que queremos que OpenRocket mejore en nuestro diseño. Por ejemplo, si queremos que OpenRocket mejore la altura, el borde superior, y la línea base de la aleta, seleccionamos estas características del componente en el árbol de la derecha y hacemos click en el botón "<- Agregar", figura 34.

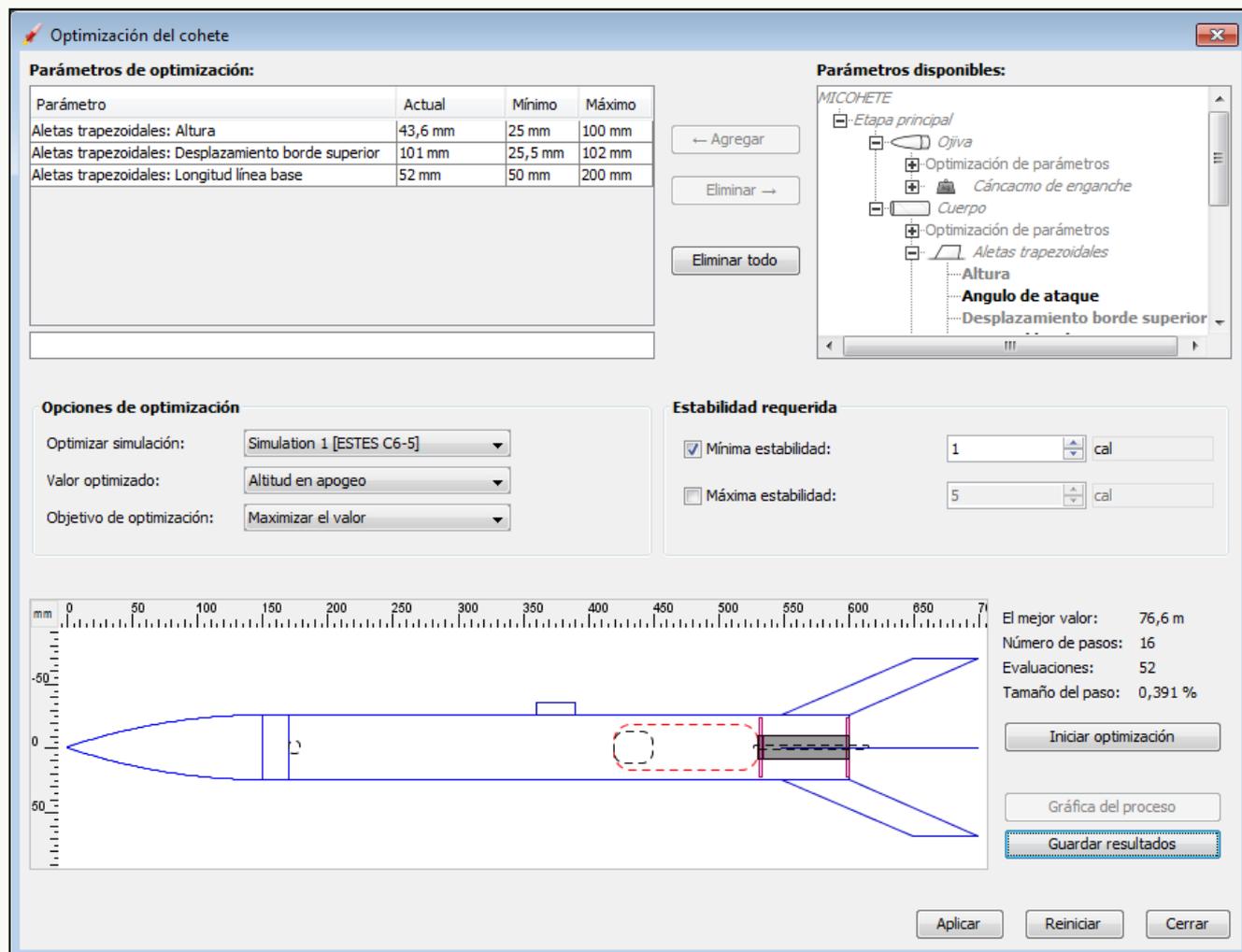


Figura 34 Ventana "Optimización del cohete", mejorando el aspecto de las aletas para maximizar el valor de la altitud en apogeo.

Al hacer click en el botón "Iniciar optimización", podemos ver cómo OpenRocket va modificando el aspecto de las aletas hasta que concluye con un valor máximo calculado para la altitud en apogeo. Una vez finalizada la optimización, si nos gusta podemos optar por aplicarla al diseño actual haciendo click en el botón "Aplicar", o por el contrario descartar la optimización haciendo click directamente en el botón "Cerrar".

AVISO: Si selecciona TODAS las características de un componente como por ejemplo de la aleta, al incluir el desplazamiento o localización de la aleta sobre el fuselaje es muy posible que el resultado de la optimización no sea coherente y el diseño se desvirtúe.

7.6 ¿Cómo aplico texturas y pegatinas para la vista de acabado en 3D?

En OpenRocket, además de poder aplicar un color sólido a la superficie del componente, también podemos aplicar una textura o un calco creado por el usuario en formato .png, .jpg, o .bmp

Para ello, lo primero que debe saber es que **cada componente** tendrá su propia textura o calco. Dicha textura o calco consiste en una imagen o fotografía que cubre la superficie externa del componente. Por tanto debemos procurar que la textura o calco que hagamos con nuestro programa preferido de tratamiento de imágenes, guarde proporción con las dimensiones de la superficie del componente.

Por ejemplo, para el diseño del misil aire-aire AIM-54C Phoenix, hemos confeccionado esta textura (figura 35) que hemos guardado en un archivo llamado **AIM-54C Phoenix-S1.bmp**. Esta imagen guarda las proporciones con el perímetro y longitud del componente cuerpo denominado "Seccion main" en el diseño.

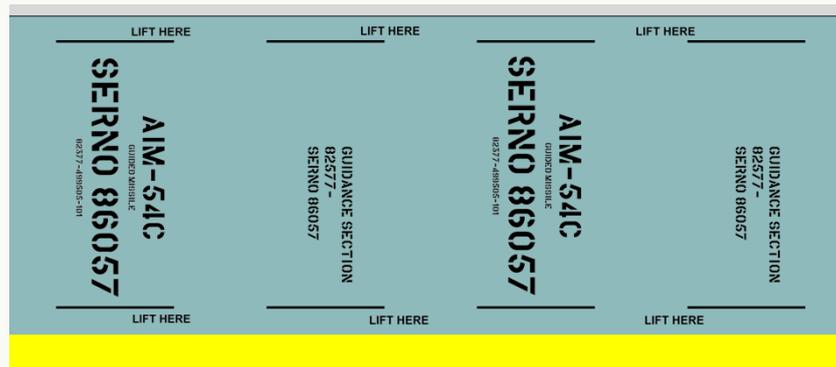


Figura 35 Imagen que vamos a poner como textura del componente "Seccion main".

Abrimos la ventana de configuración del componente "Seccion main" en el diseño, en la pestaña "Apariencia" abrimos el desplegable etiquetado "Textura/Calco:", y hacemos click en la opción "Importar desde archivo...", figura 36.

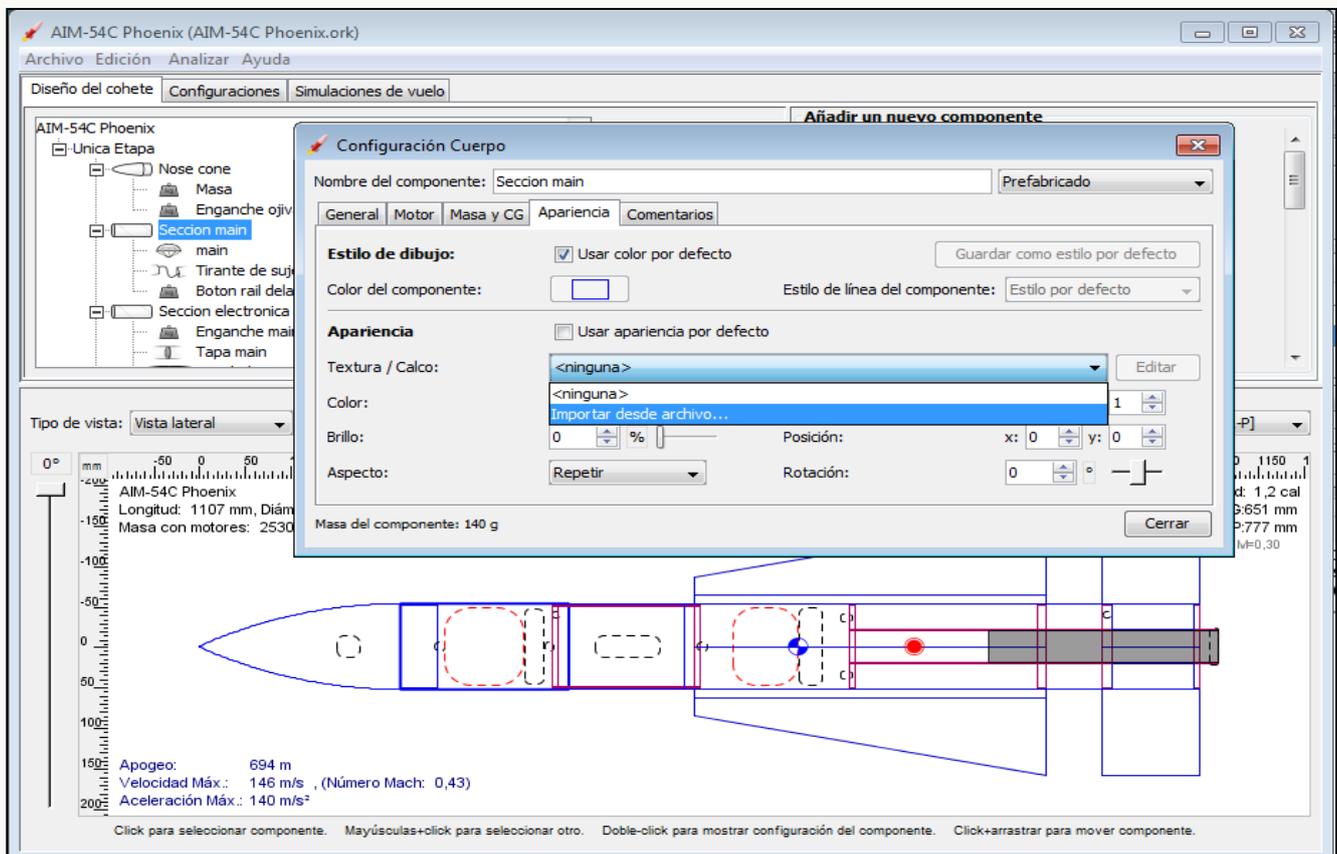


Figura 36 Importamos la imagen desde la pestaña "Apariencia" del componente "Seccion main".

En el cuadro de diálogo que aparece, localizamos el archivo de imagen que hemos preparado para este componente **AIM-54C Phoenix-S1.bmp**. Una vez importada la imagen, ésta se mostrará en el componente en la vista de "Acabado en 3D", figura 37.

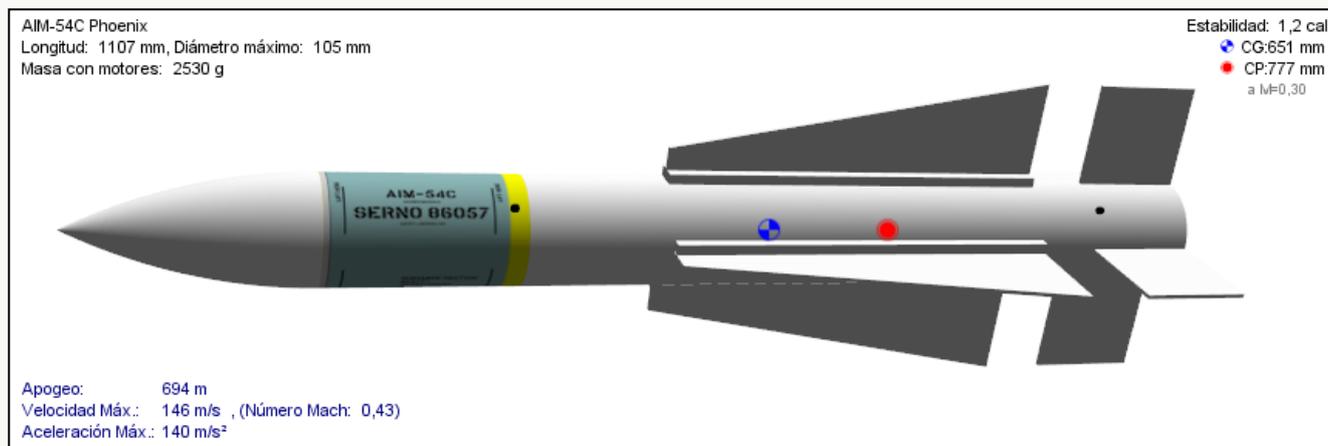


Figura 37 Vista "Acabado en 3D" del diseño con la textura incorporada.

El resultado final, después de importar diferentes archivos de imágenes para cada componente, puede verse en la figura 38.

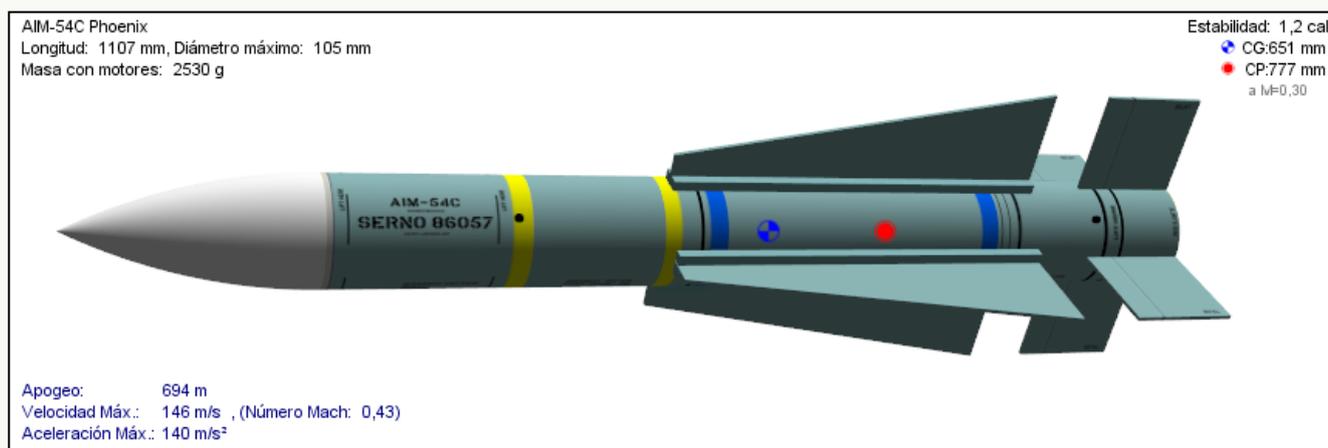


Figura 38 Acabado del diseño en 3D.

7.7 Configurar un cluster de motores.

El término inglés "Cluster" se utiliza para designar una agrupación o conjunto de motores instalados en una misma etapa del cohete. Un cluster de motores puede constar de dos o más tubos porta-motor. Para configurar un cluster de motores en el diseño, abrimos la ventana de configuración del componente tubo porta-motor, y vamos a la pestaña "Cluster", figura 39.

En esta ventana seleccionamos el tipo de cluster que queremos poner, indicar la separación entre tubos y la rotación de todo el conjunto de tubos porta-motor. Opcionalmente, podemos hacer click en el botón "Separar tubos" si queremos tratar a cada uno de los tubos porta-motor como un componente individual separado de los demás.

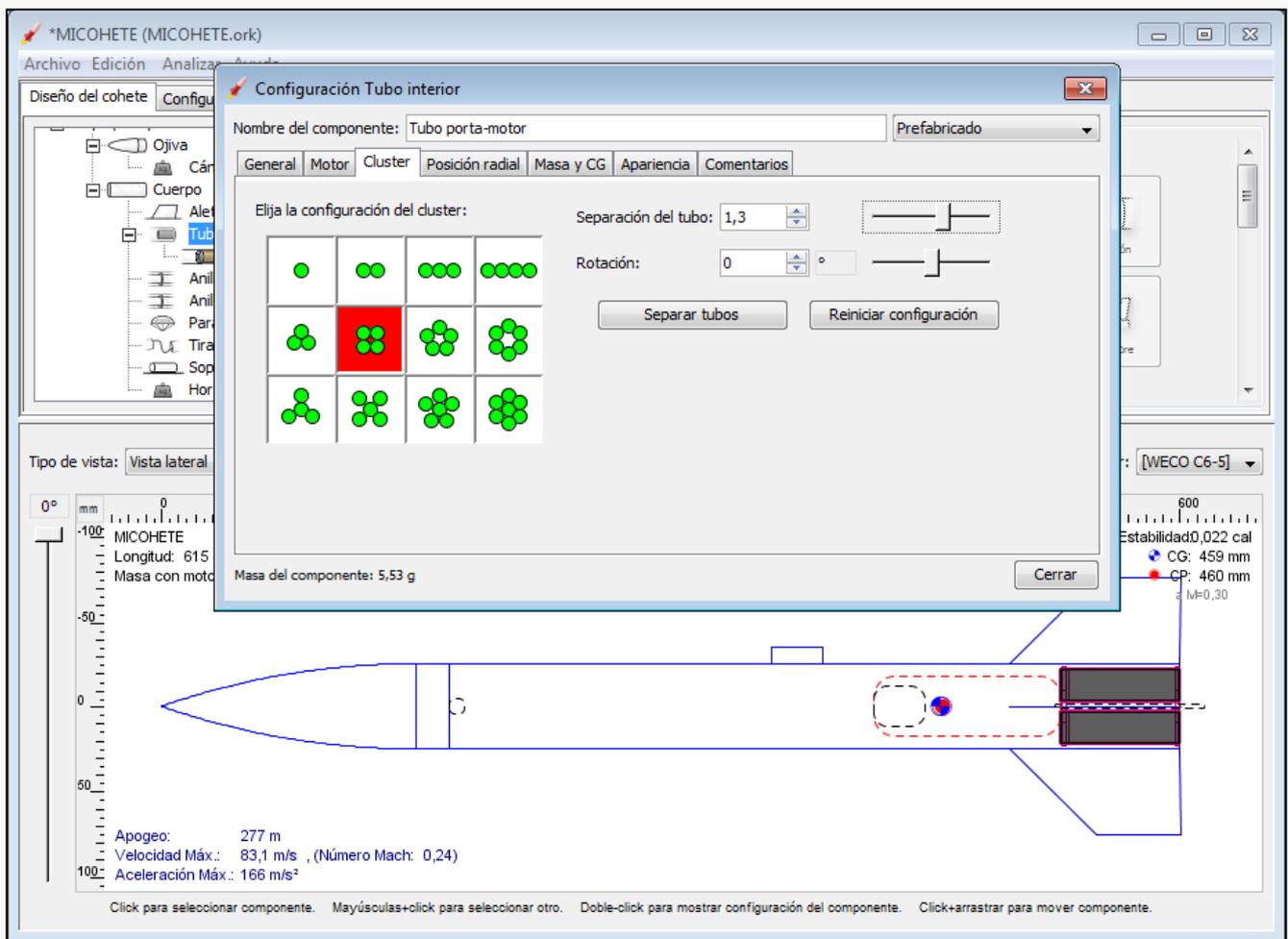


Figura 39 Configuración de un cluster de motores.

Si los tubos porta-motor en el cluster están agrupados (sin separar), las configuraciones de motor en todos los tubos porta-motor tendrán los mismos motores instalados y el encendido de los motores será simultáneo.

Si el cluster está formado por tubos porta-motor independientes (separados), cada uno podrá tener su propia configuración de motor, pudiendo en este caso instalarse diferentes motores y configurar el encendido de los mismos de forma independiente.

7.8 Diseñar un cohete de varias etapas.

Para agregar una segunda etapa en el diseño del cohete, vamos a la pestaña “*Diseño del cohete*” y hacemos click en el botón “*Nueva etapa*”. Se abrirá la ventana de configuración de la etapa donde, entre otras cosas, podemos indicar el momento de la separación. Indicaremos que se produzca en el instante en el que se apaga el motor de la etapa actual, figura 40.

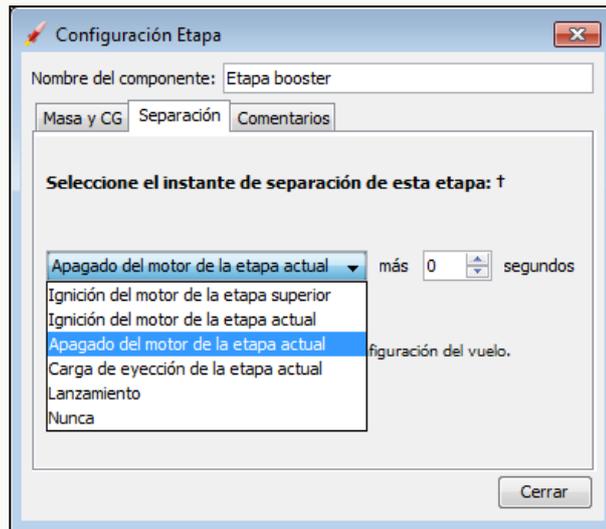


Figura 40 Configuración del evento de separación de la etapa booster.

La nueva etapa se sitúa a la cola del diseño actual, es decir, que será la primera en quemarse ("Etapa booster"), y la segunda etapa que corresponde al diseño original pasa a convertirse en "sustainer" o última en quemarse. En esta nueva etapa "booster" se instalarán los componentes al igual que hicimos en el "sustainer", es decir, pondremos un juego de aletas, el paracaídas, discos de centrado, tubos porta-motor, etc. **excepto la ojiva**, figura 41.

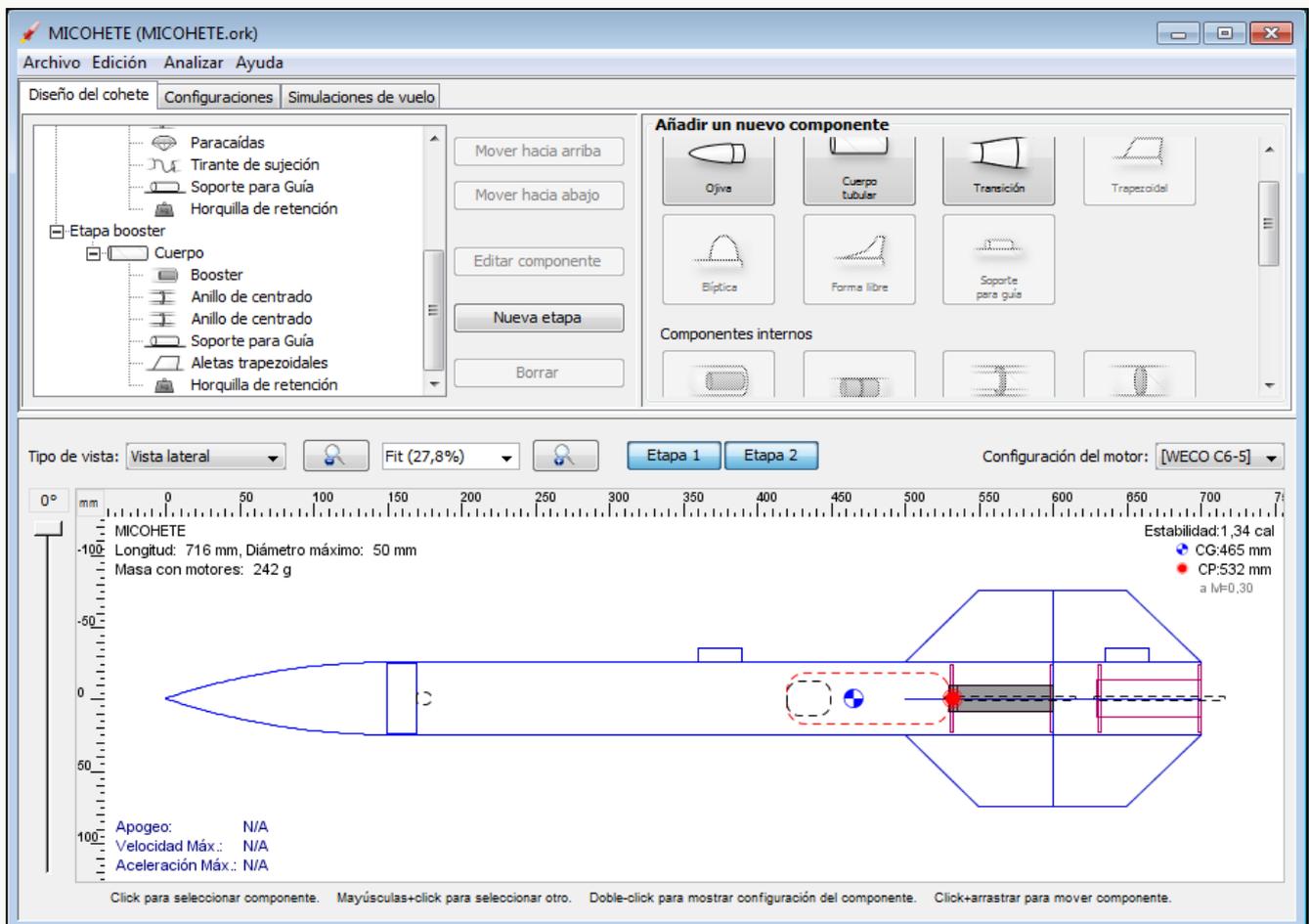


Figura 41 Diseño de un cohete con dos etapas.

Haciendo click sobre los botones "Etapa 1" o "Etapa 2", alternamos la vista del dibujo del diseño.

En la pestaña "Configuraciones", instalaremos el motor para esta nueva etapa. Para ello seleccionamos la etiqueta "Ninguno" en la columna de esta etapa, y seguidamente seleccionamos el motor. figura 42.

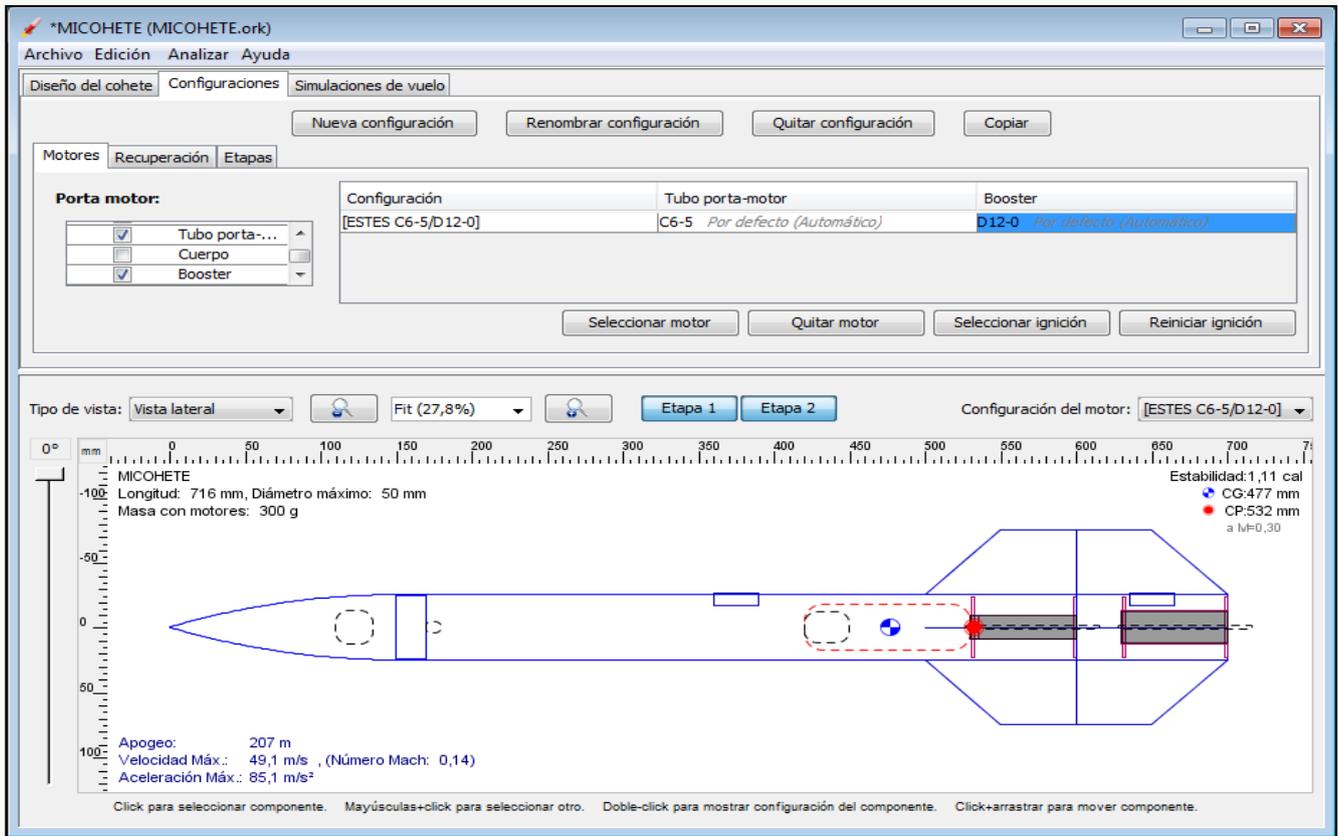


Figura 42 Diseño y configuración de la Etapa booster con motor de retardo 0 segundos.

En el diseño del ejemplo hemos tenido que instalar una "Masa" en la ojiva para desplazar el CG y así obtener un margen de estabilidad de algo más de un calibre. Después de ejecutar la simulación, obtendríamos la siguiente gráfica del vuelo, figura 43:

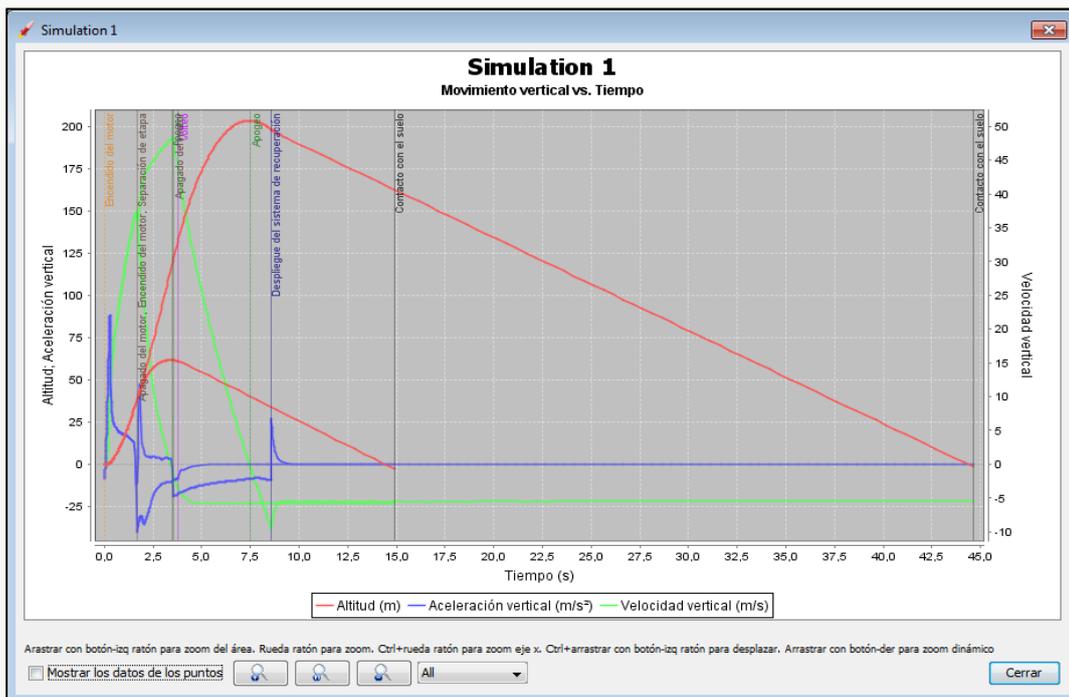


Figura 43 Gráfica del vuelo de un cohete de dos etapas.

7.9 Diseñar un cohete con boosters adosados al cuerpo.

En OpenRocket es posible diseñar un cohete con boosters adosados al fuselaje, aunque ello requiere una buena dosis de imaginación y mucho trabajo. El resultado final del diseño no es muy realista, ya que los boosters consisten en tubos interiores que están desplazados hasta quedar fuera del fuselaje a los que no se les puede instalar una ojiva.

Por otro lado, el resultado de la simulación puede no ser acorde con la realidad, dado que en los componentes booster no se les puede indicar un Coeficiente de arrastre aerodinámico concreto (como si tuvieran ojiva). OpenRocket simplemente considera que se trata de un tubo interior que "asoma" fuera del fuselaje y le aplica el CD que le corresponda como tal tubo.

En esta guía no explicaremos con detalle cómo realizar el diseño de un cohete con boosters adosados, porque para ello habría que confeccionar un extenso manual dedicado en exclusivo a este tema. Tan sólo diré que Sí es posible diseñar un cohete con boosters adosados al fuselaje (figura 44), e incluso realizar una simulación con separación de los mismos (figura 45).

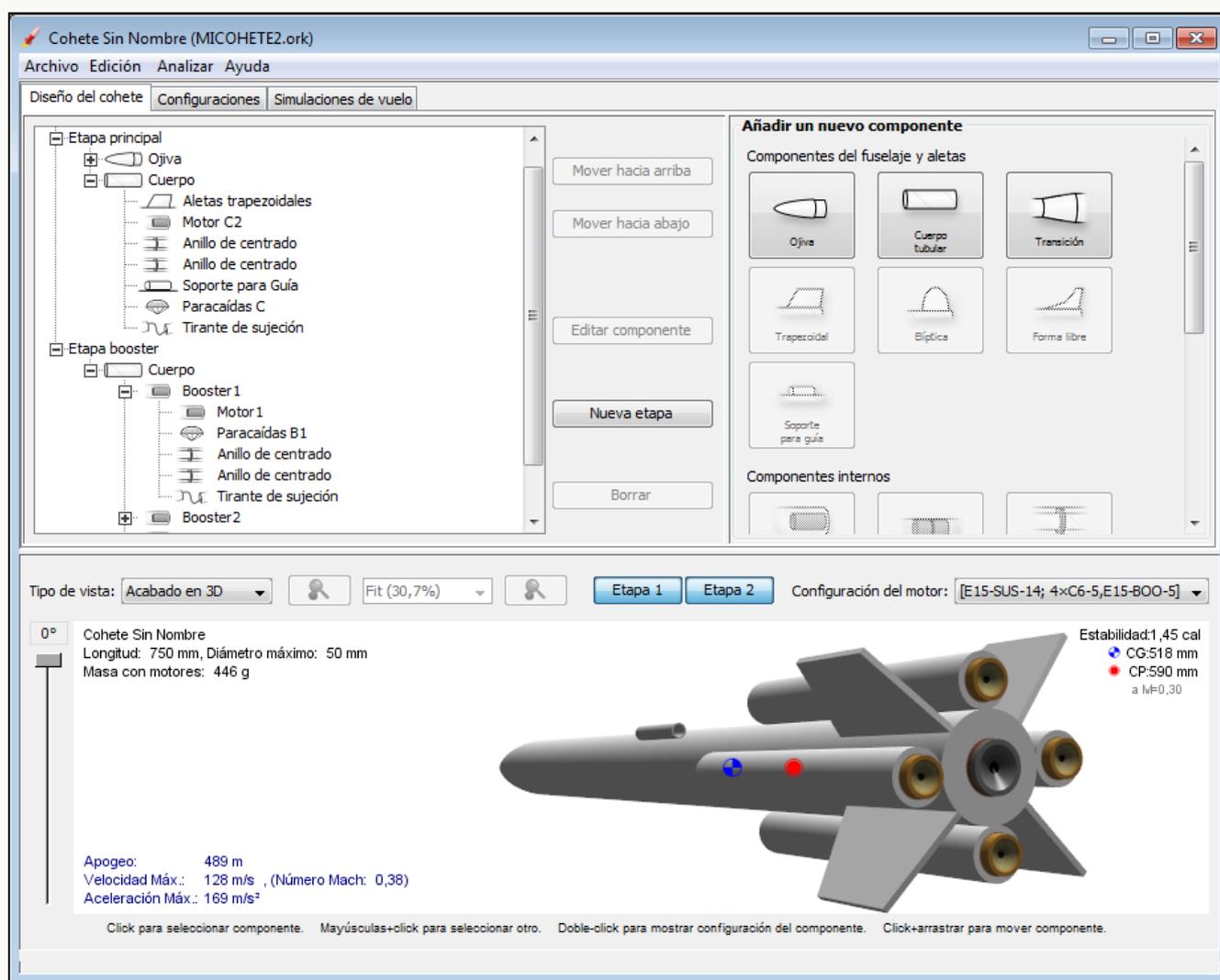


Figura 44 Diseño de un cohete con boosters exteriores.

En realidad es un cohete de dos etapas en el que la etapa booster consiste en un "falso" cuerpo que incluye cinco tubos porta-motor. Los cinco motores se encienden a la vez, pero como el tiempo de quemado del motor central es mayor que el de los boosters hay que "cortar" la curva de empuje de éste motor central. Para ello hay que crear dos archivos RASP (dos motores). El que se instala en la etapa booster corresponderá a la primera parte de la curva de empuje del motor original, y el otro se instalará en la etapa sustainer y corresponderá al resto de la curva de empuje del motor original. El "corte" de la curva de empuje de éste motor central viene marcado por el tiempo de quemado de los boosters exteriores.

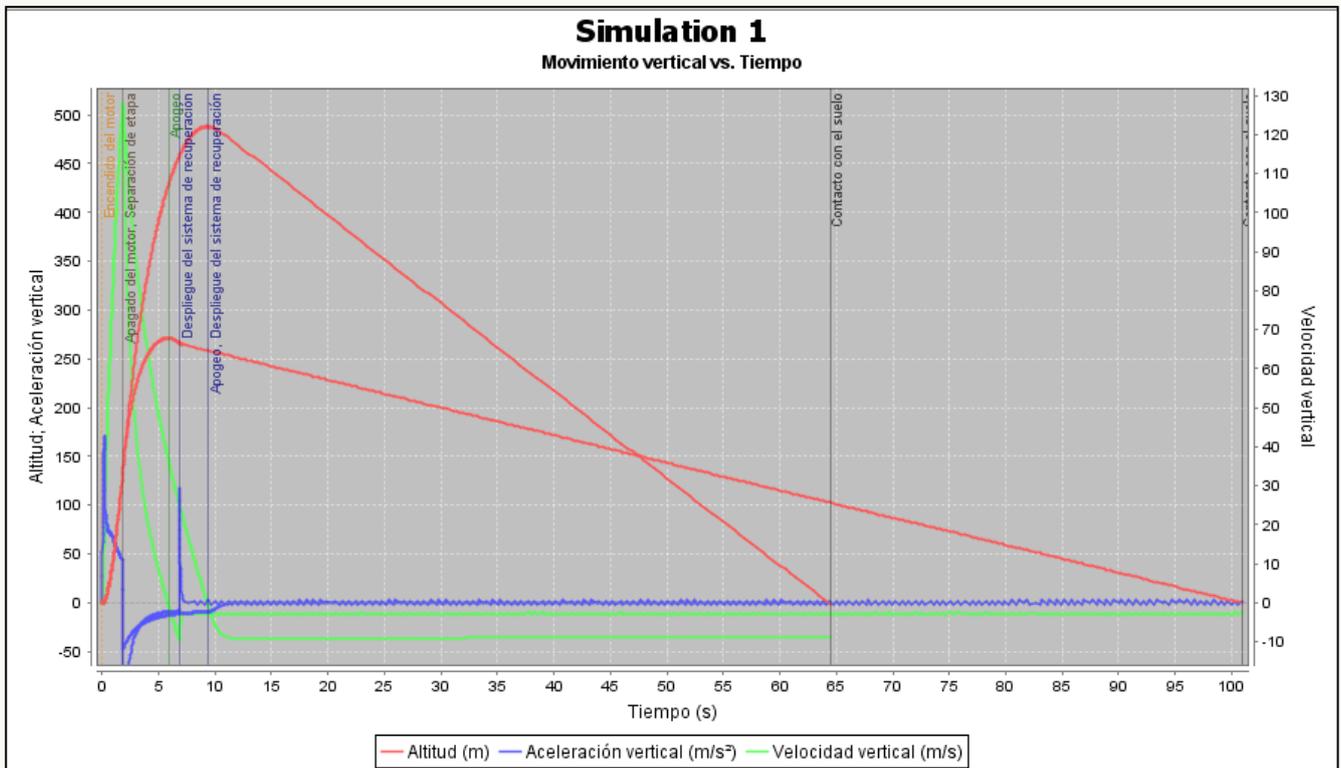


Figura 45 Gráficos de los resultados de la simulación del vuelo, con separación de los boosters exteriores.

7.10 Imprimir plantillas de los componentes.

Para facilitarnos las tareas de construcción del cohete, OpenRocket nos ofrece la posibilidad de imprimir las plantillas de algunos componentes, Para obtener dichas plantillas vamos al menú "Archivo" y seleccionamos la opción "Imprimir o guardar en PDF", figura 46,



Figura 46 Imprimir plantillas,

Aparecerá la ventana de imprimir o exportar, figura 47, En esta ventana marcaremos las informaciones que deseamos imprimir, La impresión se realiza en la impresora virtual de Adobe Acrobat que genera la salida en un documento en formato ,PDF que luego podemos imprimir en una impresora real,



Figura 47 Ventana Imprimir/exportar datos del diseño,

Podemos generar (exportar) directamente el archivo ,PDF haciendo click en el botón “*Guardar como PDF*”, o bien podemos visualizar el archivo ,PDF e imprimirlo en una impresora real haciendo click en el botón “*Vista previa e Imprimir*”.