

PRÁCTICA 5 - CTE I 2020

EYECCIONES DE MASA CORONAL

OBJETIVOS GENERALES

- Familiarizarse con el manejo de bases de datos de misiones espaciales disponibles en la red.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudiar características de una eyección de masa coronal (CME): velocidad, aceleración, y tamaño.
- Estudiar la frecuencia de ocurrencia de estos eventos.

I) INTRODUCCION

1. EYECCION DE MASA CORONAL

La capa más externa del Sol es llamada corona (Figura 1). La corona es una capa con mucha variación que consiste en filamentos y bucles de material que se mantienen por acción de los campos magnéticos presentes. Por su temperatura, está compuesta de plasma caliente, pero es muy difícil de observar debido a que se ve opacada por el brillo del propio Sol. A veces estos filamentos son expulsados del Sol, convirtiéndose en una eyección de masa coronal (CME por sus siglas en inglés). Estas CME pueden ser muy perjudiciales para la humanidad puesto que transportan material magnetizado que, si llegara a la Tierra, podría provocar un colapso de todas las transmisiones eléctricas, como pasó en 1859 en el denominado evento Carrington, donde una CME muy intensa llegó a la Tierra provocando auroras boreales que llegaron a verse hasta en el norte de Colombia y sobrecargas en varias líneas de telégrafo.

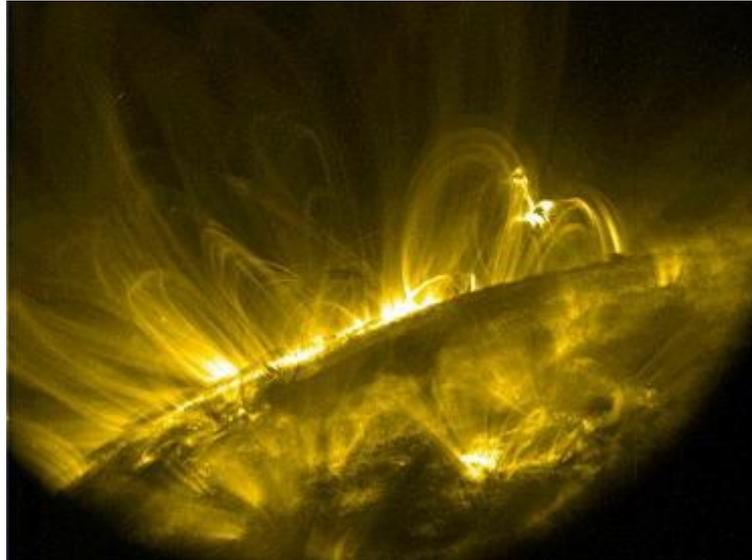


Figura 1: Imagen de la corona solar.

2. MISIONES SOHO Y STEREO

Los datos que serán utilizados para esta práctica provienen de dos misiones distintas. Una de éstas es la SOHO (Solar and Heliospheric Observatory). Esta misión surgió como una colaboración entre la NASA y la ESA (Agencia Espacial Europea), y fue lanzada en 1995 para estudiar la estructura del Sol, la heliósfera y el viento solar. La nave está alineada entre el Sol y la Tierra en una posición llamada L1. La otra es la STEREO (Solar Terrestrial Relations Observatory), lanzada por la NASA en el 2006. Consta de 2 naves idénticas, denominadas A y B, que orbitan alrededor del Sol a la misma distancia que la Tierra pero en distintas posiciones dentro de la órbita. Estas dos naves permiten realizar una triangulación de las eyecciones de masa coronal para obtener información de su estructura en 3 dimensiones. Ambos instrumentos utilizan un coronógrafo, o sea, un dispositivo que se coloca por delante del detector que bloquea la luz proveniente directamente desde el Sol, similar a un eclipse, que permite observar fenómenos que ocurren en la corona. Además, cada uno de los observatorios cuenta con varios instrumentos de distinta resolución.

II) MATERIALES

- Imágenes de eyecciones de masa coronal obtenidas por las misiones SOHO y STEREO. Las mismas están disponibles junto al software para su tratamiento en: <https://ccmc.gsfc.nasa.gov/analysis/stereo> (STEREO CME Analysis Tool).
- Datos de todas las CME ocurridas durante el 2012, extraídos de https://cdaw.gsfc.nasa.gov/CME_list/.

III) PROCEDIMIENTO

La práctica se divide en dos partes: la primera consistirá en analizar las características de dos CME, utilizando el StereoCat, con el objetivo de estimar velocidad y aceleración; en la segunda parte se buscará reproducir la curva definida por la clasificación SCORE de las CME, utilizando los datos de todas las eyecciones ocurridas en 2012.

1) Análisis del tamaño y velocidad de una CME

El StereoCat permite analizar imágenes del Sol obtenidas con distintos instrumentos en cierto periodo de tiempo y con ellas reconstruir su estructura en tres dimensiones. Las Figuras 2 y 3 muestran las dos pestañas del programa que se utilizarán (*Image Choice* y *Measurements*), y los detalles principales de las mismas.

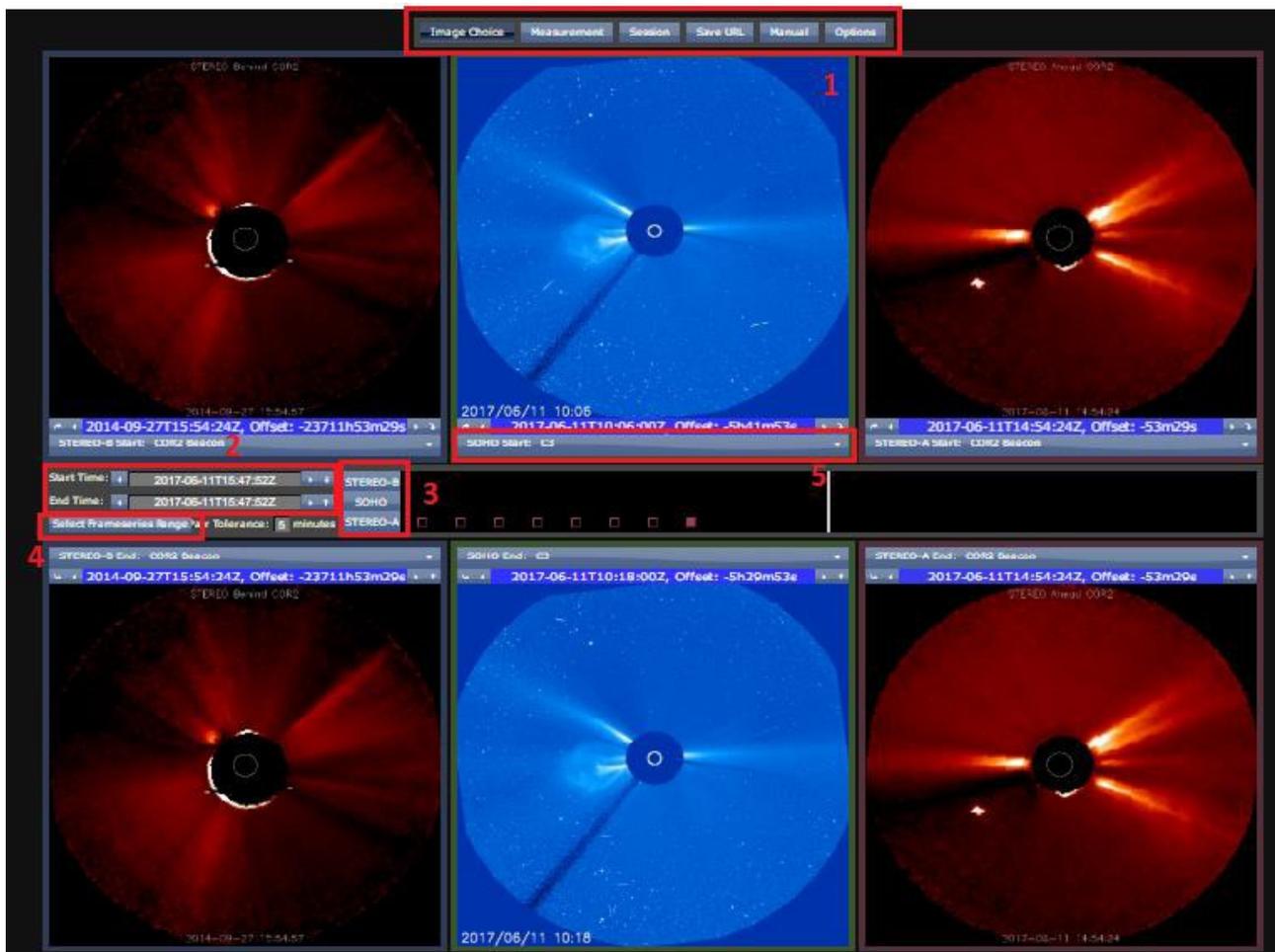


Figura 2: Interface gráfica inicial del StereoCat. 1) Lista de pestañas. 2) Cuadro de selección del periodo de tiempo. 3) Cuadro de selección de misiones a analizar. 4) Botón de activación del modo *Frameseries*. 5) Cuadro de selección del instrumento de cada observatorio a utilizar.

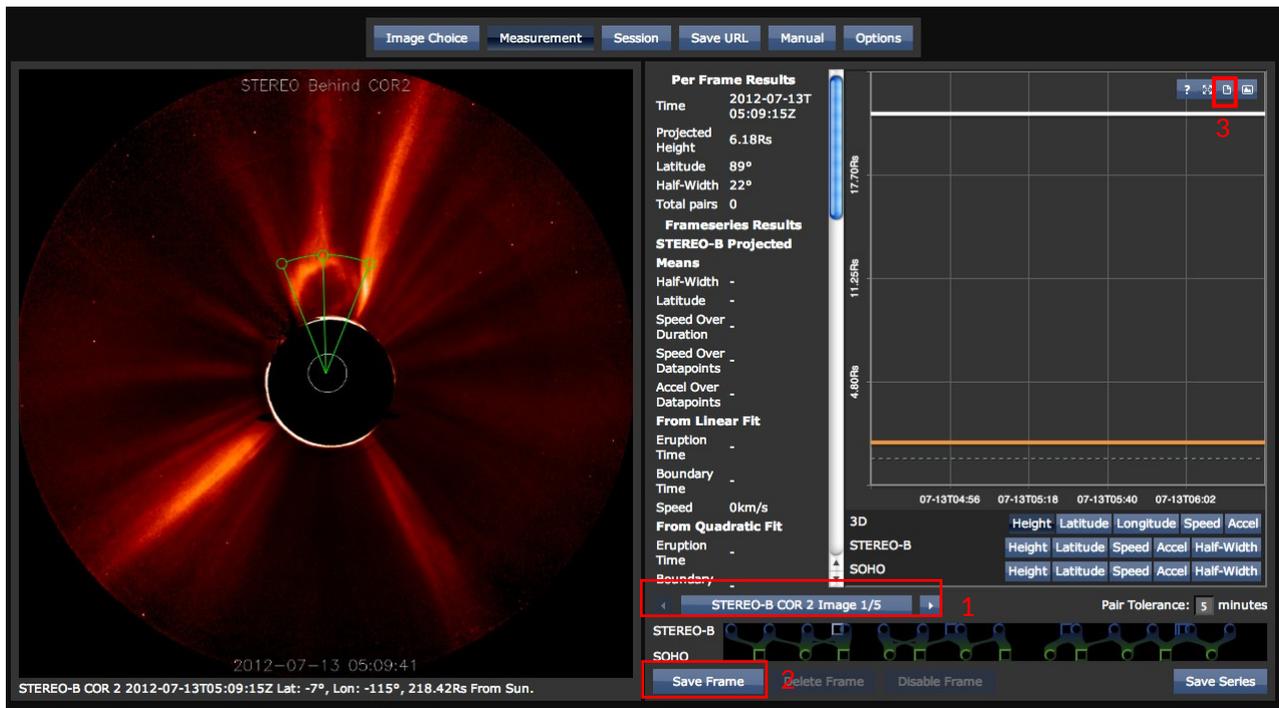


Figura 3: Pestaña *Measurements*. Se debe medir el tamaño de la CME usando los 3 círculos verdes de la imagen de la izquierda: los 2 de los extremos para elegir su ancho, y el central para fijar la distancia desde el Sol, que se expresara en radios solares (Rs). 1) Cuadro que muestra el total de las imágenes a analizar para la misión y el instrumento seleccionados (con los botones de los extremos se puede pasar de una imagen a la siguiente). 2) Botón para almacenar la medición hecha. 3) Botón “Download CVS File”, para descargar los datos del gráfico.

El procedimiento en el StereoCat será el siguiente:

- Seleccionar las imágenes capturadas entre el 13/07/2012 a las 03:54:00 y el 13/07/2012 a las 09:09:00 por los instrumentos SOHO y STEREO A y B en el modo *Frameseries* (botón 3 de Figura 2), obtenidas con los instrumentos COR2 Science Data para STEREO y C3 para SOHO. *Nota:* antes de pasar a *Measurements*, elegir que se muestren las imágenes de todas las misiones (cuadro 3 de la Figura 2).
- Pasar a la pestaña *Measurements* y medir el tamaño de la CME en todas las imágenes seleccionadas: fijar con los 3 círculos verdes el ancho y la altura de la CME para una imagen, y luego hacer click en “Save Frames” (botón 2 de la Figura 3). Antes de empezar la medición, hacer un reconocimiento visual de todas las imágenes para identificar un patrón (usar los botones del cuadro 1 de la Figura 3).
- Descargar los datos de distancia al Sol triangulada con varios instrumentos (con el botón “Download CVS File”).

- Cargar el archivo de texto a Matlab y extraer de él los datos de altura con respecto al Sol y el tiempo. *Sugerencia:* usar el comando `textscan`.
- Graficar altura en función del tiempo y ajustar la curva obtenida por un polinomio de orden 2. Hallar aceleración, fecha de la eyección y velocidad a una altura de 20 Rs.
- Comparar los valores calculados con los datos del catálogo.
- Repetir todo el procedimiento anterior para la CME ocurrida el 23 de Julio de 2012.

2) Clasificación de las CME

Evans et al. (2013) plantearon una escala para clasificar a las CME de acuerdo con su velocidad media en el tiempo en que está visible para las distintas misiones. En base a esto, se definen 5 tipos de CME como se muestra en la Figura 4.

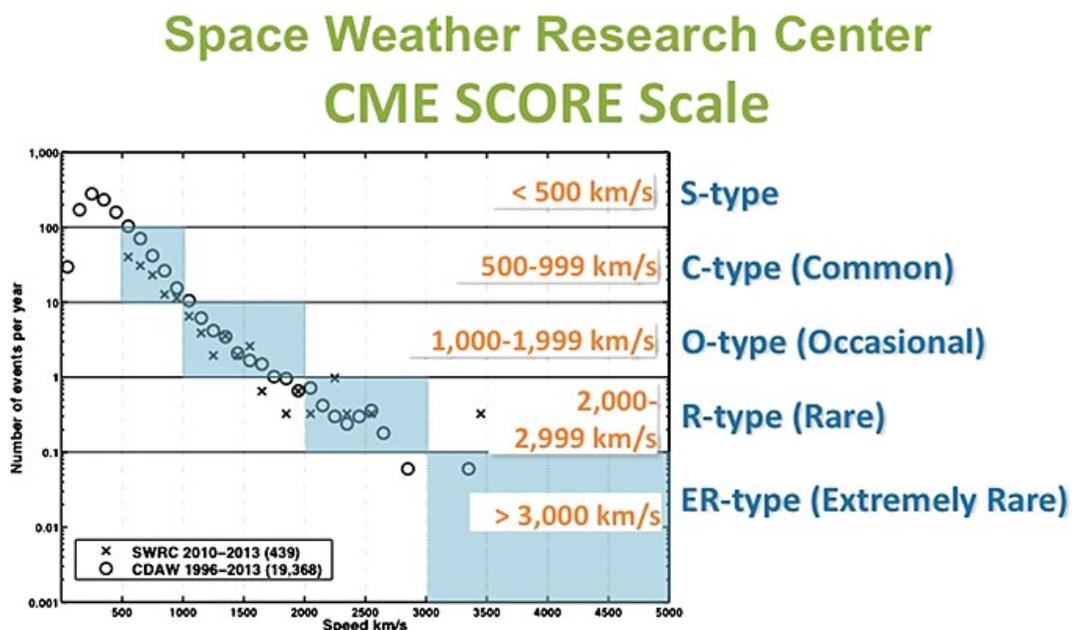


Figura 4: Clasificación SCORE de la CME, donde se puede ver la relación entre su velocidad y la probabilidad de ocurrencia.

Para reproducir esta curva, se utilizarán archivos de texto con datos sobre todas las CME ocurridas en el año 2012 captadas por la misión SOHO. Los mismos se encuentran en el archivo "SOHO_2012.zip", disponible en el EVA.

- Cargar los archivos en Matlab utilizando la función `leerSOHO.m`.

- Graficar número de eventos en función de la velocidad.
- Comparar con la de la Figura 4: ¿de qué tipo es cada una de las CME estudiadas en la parte 1? y ¿cuántas CME de cada tipo ocurrieron en el 2012? ¿Coincide esto con lo previsto por la clasificación?

IV) DISCUSIÓN

1. Características dinámicas

¿Qué fuerzas pueden estar influyendo en el movimiento de una CME? ¿Se mantendrá su aceleración a lo largo del recorrido?

2. Interacción con la Tierra

Estimar el tiempo que demorarán las CME estudiadas en la parte 1 en alcanzar una distancia de 1 ua, suponiendo aceleración constante.

¿Qué datos adicionales se deben conocer para poder estimar si una CME llegará a la órbita terrestre? ¿Y para saber si llegará a la Tierra?