

LANCÉ

Servicio Clima Espacial

Reporte Especial de Clima Espacial



AEM
AGENCIA ESPACIAL MEXICANA



CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE
PREVENCIÓN DE DESASTRES

Reporte Especial: 28 de noviembre de 2023



Resumen:

El 28 de noviembre a las 13:18 [hora central de MX] se registró una fulguración solar clase M9.82 en la región activa 13500 cercana al centro del disco solar [S20W06].

Posteriormente, a través de observaciones de los coronógrafos del instrumento LASCO ubicado en el satélite artificial SOHO, fue posible detectar la expulsión de una eyección de masa coronal (EMC) a las 14:12 [hora central de MX]. El sistema de detección automática CATUS reportó una velocidad inicial máxima de 650 km/s para la EMC.

Las condiciones iniciales de la EMC sugieren que el evento podría impactar a la Tierra el 1° de diciembre, la onda de choque arribando en la madrugada y la EMC alrededor del medio día. Dada la orientación inicial de la estructura magnética asociada a la EMC es probable que el evento provoque una tormenta geomagnética con índices $DST \geq -200$ nT y $Kp \leq 8$.

Pronósticos:

SCIESMEX/LANCE: El arribo de la EMC se espera para el próximo 1 de diciembre de 2023 a las 17:40 \pm 11 hrs TU (11:00 hora central de MX). Mientras que el arribo de la onda de choque se espera para el 1 de diciembre a las 7:00 \pm 15 hrs TU (1:00 hora central de MX).

[<https://www.sciesmex.unam.mx/productos-y-servicios/experimentales/spartos/>]

SWPC/NOAA: De acuerdo a las simulaciones del modelo WSA-ENLIL, la onda de choque arribará al ambiente terrestre el próximo 1 de diciembre a las 6:00 TU (1:00 hora central de MX) y la EMC a las 9:00 TU (3:00 hora central de MX) del mismo día..

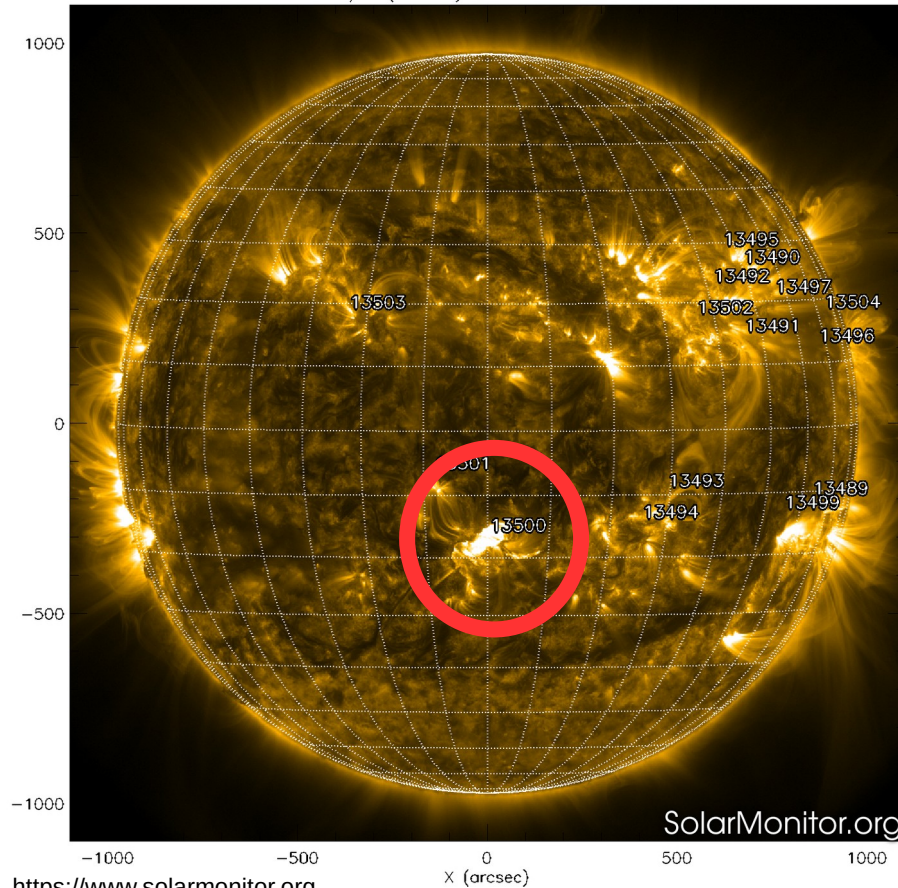
[<https://www.swpc.noaa.gov/products/wsa-enlil-solar-wind-prediction>]

Fecha de elaboración: 10:18 hora de MX, 30 de noviembre 2023

Región Activa

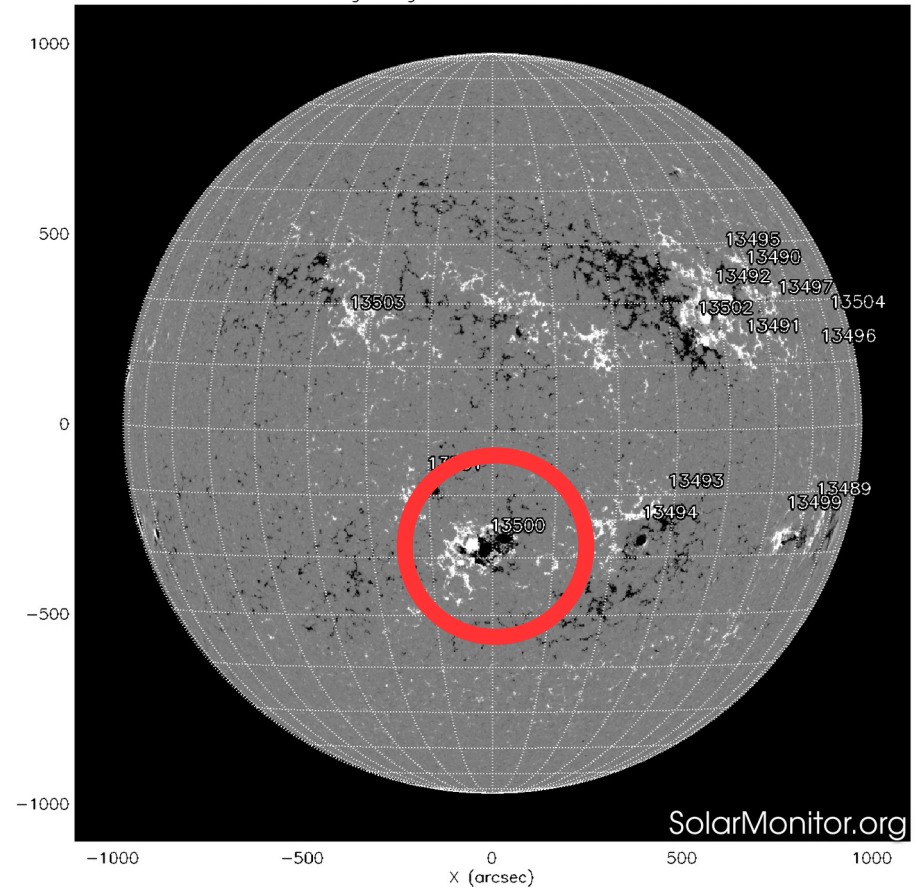


SDO AIA Fe IX/X (171 Å) 28-Nov-2023 20:25:21.354



<https://www.solarmonitor.org>

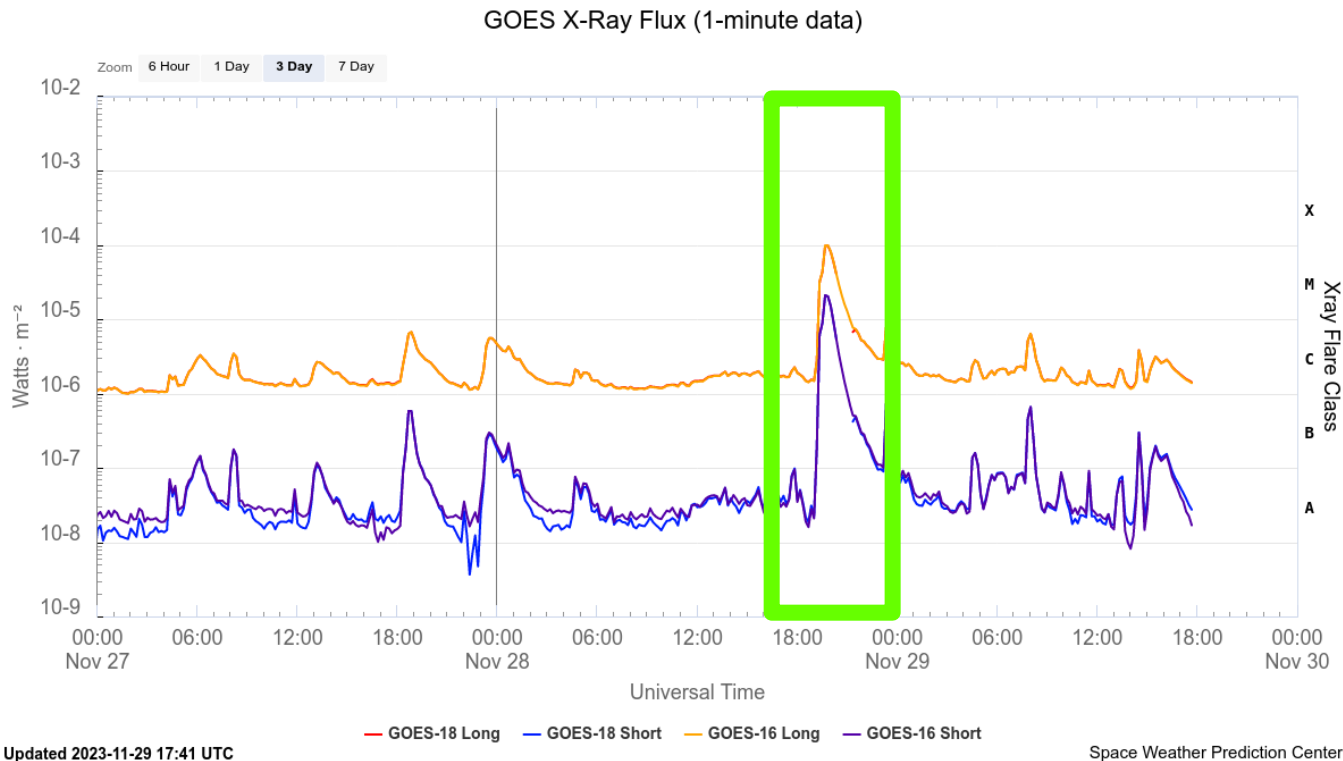
SDO HMI Magnetogram 28-Nov-2023 17:58:31.200



SolarMonitor.org

La región activa donde se presentó la fulguración se resalta con una circunferencia roja. La imagen del lado izquierdo se observa la estructura magnética de las regiones activas y la del lado derecho el magnetograma del disco solar.

Fulguración

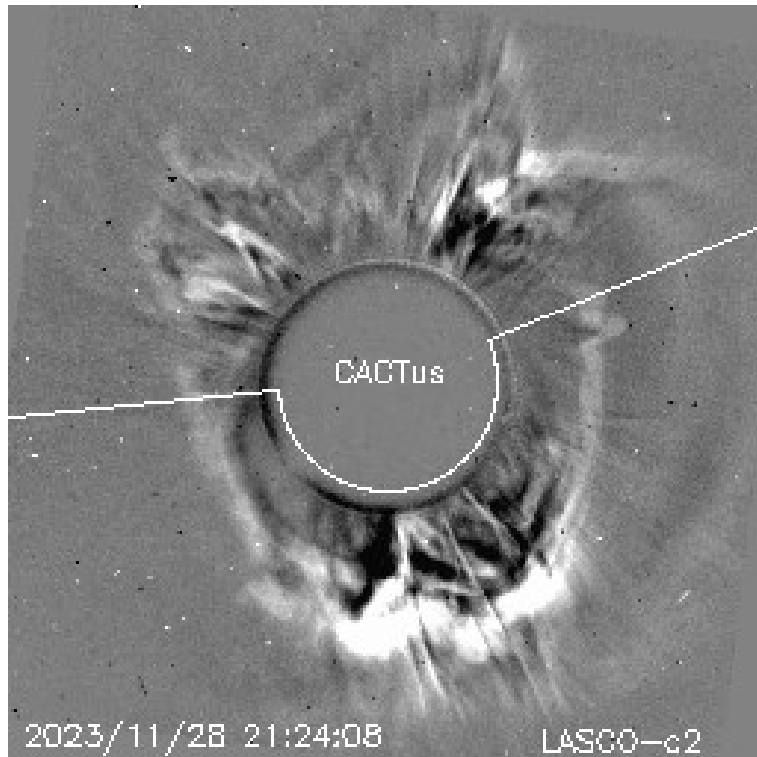


<https://www.swpc.noaa.gov/products/goes-x-ray-flux>

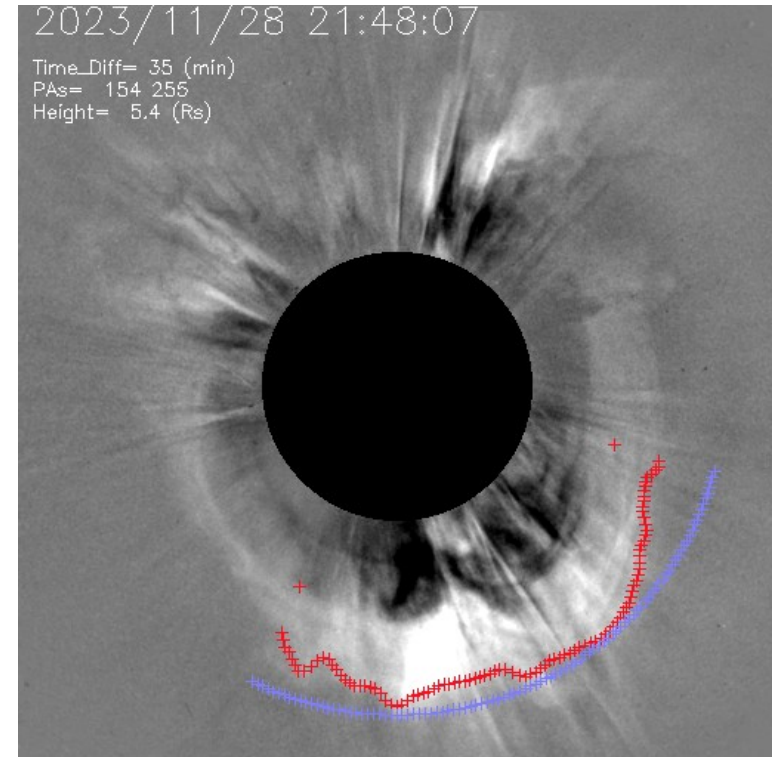
Flujo de rayos X medido por los satélites GOES y reportado por el SWPC/NOAA.

La imagen muestra el flujo de rayos X medidos en la órbita de la Tierra en función del tiempo. La fulguración se observa como un incremento súbito en el flujo de rayos X y se señala con un rectángulo verde.

Detección de EMC por coronógrafo



<https://www.sidc.be/cactus/>



<http://spaceweather.gmu.edu/seeds/>

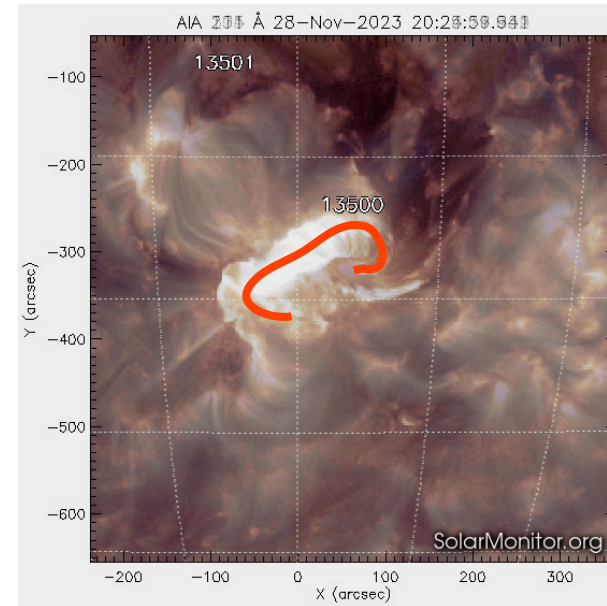
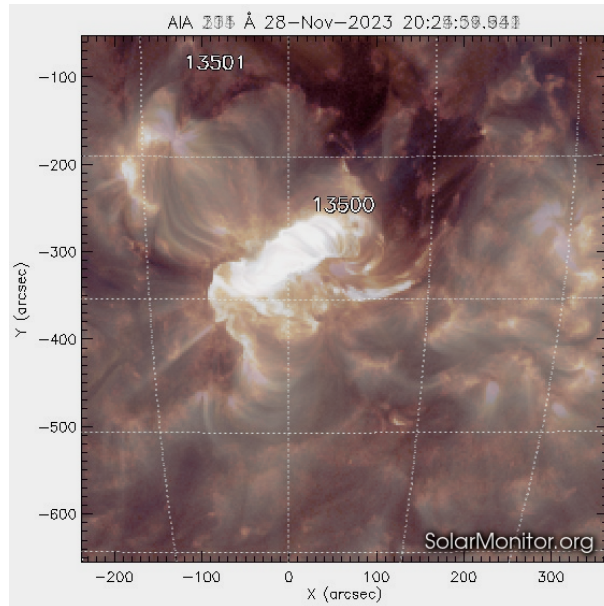
Detección automática de la eyección de masa coronal (EMC) a través de observaciones del coronógrafo LASCO C2 del satélite SOHO/NASA.

Del lado izquierdo imagen del sistema CACTUS y del lado derecho del sistema SEEDS.

Estructura magnética asociada a la EMC



<https://www.solarmonitor.org/>



Estructura magnética asociada a la EMC.

Composición de observaciones del instrumento AIA en el satélite artificial SDO. La imagen izquierda muestra una composición de observaciones de la región activa 13500. En la imagen se observa un sección cilíndrica con forma de media dona, la cual es la estructura magnética asociada al evento. En el lado derecho se resalta dicha estructura a través de una línea roja. El eje principal de la estructura está parcialmente alineado con el ecuador solar.

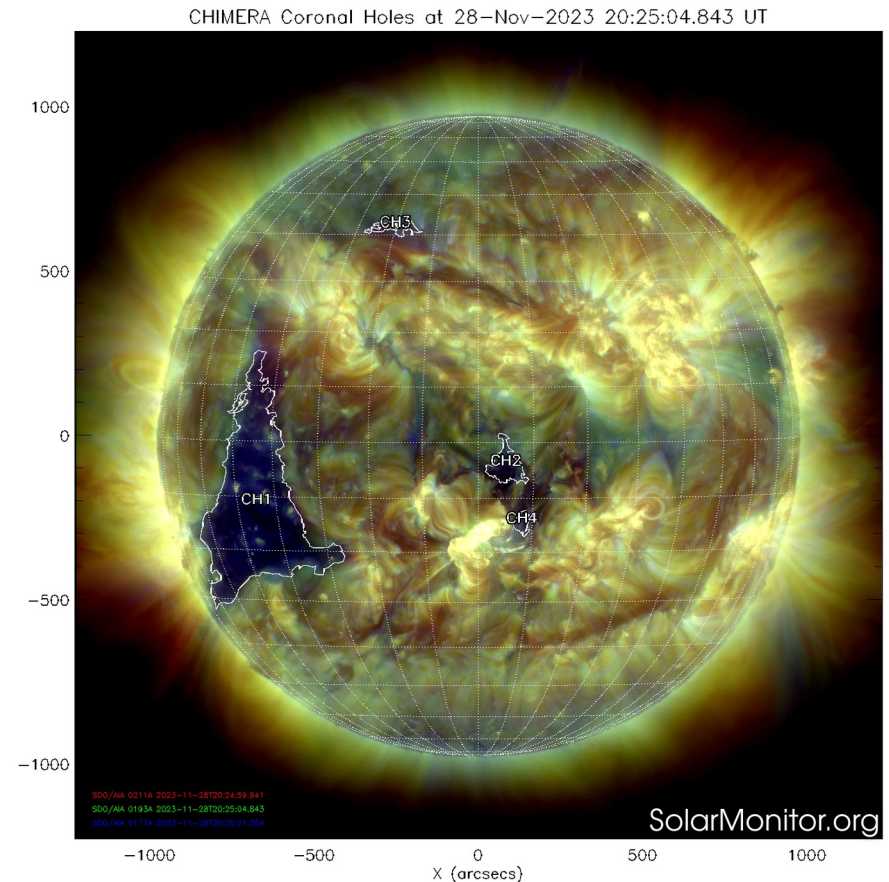
Medio interplanetario



El disco solar presenta cuatro hoyos coronales. Tres de superficie pequeña, uno en la región polar y otros dos cercanos a la región fuente del evento. El cuarto hoyo coronal, de tamaño significativo, está emergiendo por el este del disco solar y está angularmente distante de la región fuente del evento.

Debido a sus características, los hoyos coronales no afectarán la propagación del evento.

Por lo tanto, en términos generales, el evento se propagará a través de viento solar estándar.

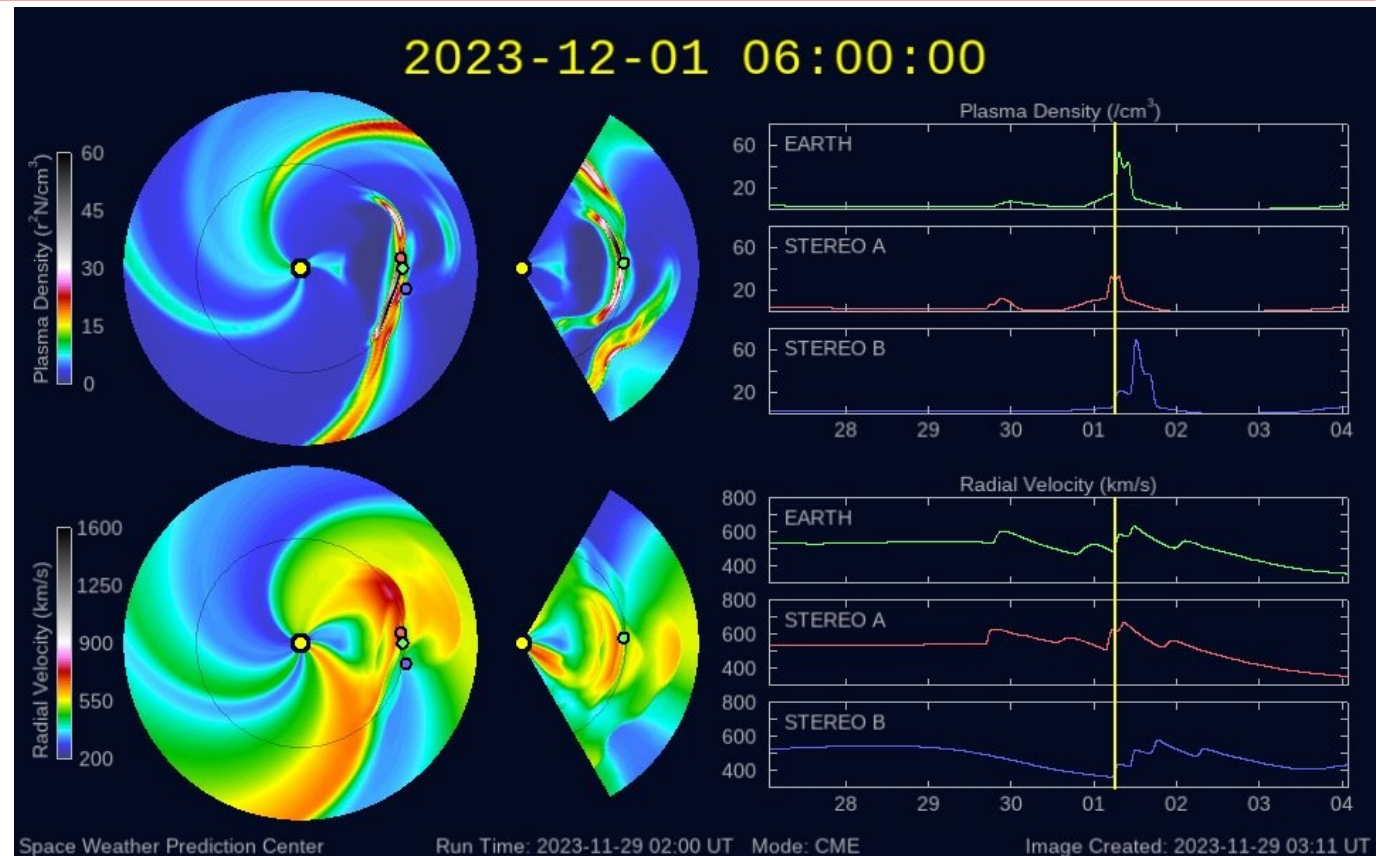


Propagación de la EMC



De acuerdo a las predicciones del modelo WSA-ENLIL, el viento solar que dominará el medio interplanetario los próximos días será viento solar con velocidad de 400 km/s.

La simulación del evento predice el arribo al ambiente terrestre el 1 de dic. a las 6:00 TU (1:00 central de MX).



<https://www.swpc.noaa.gov/products/wsa-enlil-solar-wind-prediction>

Es importante señalar que es probable que la región frontal de la EMC y onda de choque impacten a la Tierra.

UNAM/LANCE/SCIESMEX

Dr. J. Américo González Esparza

Dr. Pedro Corona Romero

Dra. Maria Sergeeva

Dr. Julio C. Mejía Ambriz

Dr. Luis Xavier González Méndez

Ing. Ernesto Andrade Mascote

M.C. Pablo Villanueva Hernández

Dr. Ernesto Aguilar-Rodríguez

Dr. Víctor José Gatica Acevedo

Dra. Angela Melgarejo Morales

M.C. Carlos Isaac Castellanos Velasco

Isaac David Orrala Legorreta

UNAM ENES-Morelia

Dr. Mario Rodríguez Martínez

Dr. José Juan González Avilés

M.C. Raúl Gutiérrez Zalapa

Ing. Ariana Varela Mendez

Mateo Peralta Mondragón

Jaquelin Mejía Orozco

Grace Diane Jiménez González

UNAM/PCT

Dra. Elsa Sánchez García

Dr. Carlos Arturo Pérez Alanís

M.C. Isaac Castellanos Velasco

UANL/LANCE

Dr. Eduardo Pérez Tijerina

Dra. Esmeralda Romero Hernández

Dr. José Enrique Pérez León

Ing. Iván Antonio Peralta Mendoza

Roel Aramis Olivera López

Fís. Rogelio Aguirre Gutiérrez

M.C. Adolfo Garza Salazar

UNAM/IGF/RAYOS CÓSMICOS

Dr. José Francisco Valdés Galicia

Fis. Alejandro Hurtado Pizano

Ing. Octavio Musalem Clemente

SERVICIO MAGNÉTICO

M.C. Esteban Hernández Quintero

M.C. Gerardo Cifuentes Nava

Dra. Ana Caccavari Garza

GPCEET/SAET-IPN

Ing. Julio César Villagrán Orihuela

Miguel Daniel González Arias

Carlos Escamilla León

Pablo Romero Minchaca

Alfonso Iván Verduzco Torres

Claudia López Martínez

Ana María Ramírez Reyes

Emiliano Campos Castañeda

Elaboración: Pedro Corona Romero

Agradecimientos

El Laboratorio Nacional de Clima Espacial (LANCE) es parcialmente financiado por: el programa Cátedras CONACYT Proyecto 1045 y el Fondo Sectorial AEM-CONACYT proyecto 2014-01-247722. Agradecemos al proyecto Conacyt – Repositorio Institucional de Clima Espacial 268273. Agradecemos al proyecto AEM-2018-01-A3-S-63804 del Fondo Sectorial CONACYT-AEM. Agradecemos a todos los responsables y colaboradores de instrumentos del LANCE y a las redes de estaciones GPS del Servicio Sismológico Nacional y TlalocNET por facilitar sus datos. Agradecemos a Gerardo Cifuentes, Esteban Hernández y Ana Caccavari por los datos del Observatorio Magnético de Teoloyucan. De igual forma, agradecemos los servicios de IGS (International GNSS Service) por permitirnos usar los datos IONEX disponibles en: <https://cddis.nasa.gov/archive/gnss/products/ionex>. Los valores de TEC fueron obtenidos a partir de observaciones de las redes GPS del Servicio Sismológico Nacional (SSN), SSN-TLALOCNet y TLALOCNet del Servicio de Geodesia Satelital (SGS). Agradecemos al personal del SSN y del SGS por el mantenimiento de estaciones, la adquisición de datos y el soporte de IT de estas redes. Las operaciones de la red TLALOCNet y SSN-TLALOCNet GPS han sido apoyadas por The National Science Foundation bajo el proyecto EAR-1338091 a UNAVCO Inc., los proyectos CONACyT 253760 y 256012 y los proyectos UNAM-PAPIIT IN109315-3 y IN104818-3 de E. Cabral-Cano y el proyecto UNAM-PAPIIT IN111509 de R. Pérez. De igual forma, agradecemos a los proyectos de infraestructura del CONACyT: 253691 y del PAPIIT-DGAPA: IA107116 para el fortalecimiento de equipos como la estación fija de GPS, que forman parte del LACIGE-UNAM, de la ENES unidad Morelia a cargo de M. Rodríguez-Martínez, El cálculo de TEC se realiza: 1) utilizando el software US-TEC que es un producto de operación del Space Weather Prediction Center (SWPC), desarrollado a través de una colaboración entre National Geodetic Survey, National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) y el Cooperative Institute for Research in Environmental Sciences of the University of Boulder, Colorado, 2) con base en el software TayAbsTEC del Instituto de Física Solar-Terrestre, sección Siberiana de la Academia de Ciencias Rusa. Parte del procesamiento de datos se lleva a cabo dentro del centro de Supercómputo de Clima Espacial (CESCOM) del LANCE. Así mismo agradecemos al Space Weather Forecasting Center for Astrophysics & Space Research de la University of California in San Diego y al Korean Space Weather Center por los datos de pronóstico para los modelos WSA-ENLIL y los mapas tomográficos por IPS. Agradecemos a la red e-callisto por los datos proporcionados de espectros electromagnéticos dinámicos de la red internacional de registro de eventos de radio solares.

Datos

Imágenes de coronógrafo, flujo de rayos X y modelo WSA-ENLIL:

<http://www.swpc.noaa.gov/products>

<http://iswa.ccmc.gsfc.nasa.gov/IswaSystemWebApp/>

Imágenes de coronógrafo:

<http://sohowww.nascom.nasa.gov/data/>

Imágenes del disco solar y de la fulguración:

<http://www.solarmonitor.org/>

Detección y caracterización de EMCs:

<http://www.sidc.oma.be/cactus/out/latestCMEs.html>

<http://spaceweather.gmu.edu/seeds/>

ISES:

<http://www.spaceweather.org/>

International Network of Solar Radio Spectrometers (e-callisto):

<http://www.e-callisto.org/>

German Research Center For Geosciences Potsdam:

<http://www.gfz-potsdam.de/en/sektion/erdmagnetfeld/daten-dienst/e/kp-index/>

Data Analysis Center for Geomagnetism and Space Magnetism, Kyoto University:

<http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/index.html>

UNAVCO:

<http://www.unavco.org>

SSN:

<http://www.sismologico.unam.mx/>

SOHO Spacecraft NASA:

<http://sohowww.nascom.nasa.gov/>

SDO Spacecraft NASA:

<http://sdo.gsfc.nasa.gov/>

Space Weather Prediction Center NOAA:

<http://www.swpc.noaa.gov>

GOES Spacecraft NOAA:

<http://www.ngdc.noaa.gov/stp/satellite/goes/index.html>

ACE Spacecraft NOAA

<http://www.srl.caltech.edu/ACE/ASC/index.html>