

LANCE

Laboratorio Nacional
de Clima Espacial



Reporte Semanal de Clima Espacial

<https://www.sciesmex.unam.mx/blog/category/reporte-semanal-de-clima-espacial/>



AEM AGENCIA
ESPACIAL
MEXICANA



CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE
PREVENCIÓN DE DESASTRES



ISES
International Space
Environment Service

Reporte semanal: del 23 al 30 de noviembre de 2023

LANCE

Laboratorio Nacional
de Clima Espacial

CONDICIONES DEL SOL

Regiones activas (RA): 16.

Fulguraciones solares: 1 de clase M9 el día 28/11/2023, ninguna de clase X.

Eyecciones de masa coronal (EMCs): 51, 4 de tipo halo (ancho > 90°).

Estallidos de radio: 27 Tipo III, 1 Tipo II, 2 Tipo VI, 1 RBR y 4 CTM (Tipo I).

CONDICIONES DEL MEDIO INTERPLANETARIO

Se registró un flanco de EMC.

CONDICIONES DE MAGNETÓSFERA

Se registró actividad geomagnética intensa.

CONDICIONES DE LA IONOSFERA

Se registraron valores incrementados de TEC para el 25/11/2023.

CONDICIONES DE RAYOS CÓSMICOS

Se registró un decrecimiento de Forbush.

APÉNDICE CON REPORTE ESPECIAL DE CLIMA ESPACIAL PARA EL DÍA 28/11/2023 (pp. 20)

Reporte semanal: Pronóstico del 1 al 7 de diciembre de 2023

PRONÓSTICOS*

Viento solar:

Al día de hoy 30 de noviembre de 2023, el modelo pronostica el arribo del choque producido por una EMC para el día de mañana 01 de diciembre a las 00:45 hora del centro de México. Tal EMC está asociada con una fulguración clase M9.8 producida en la AR 3500.

Fulguraciones solares:

Probabilidad alta de fulguraciones de clase M y/o X.

Tormentas geomagnéticas:

Alta probabilidad de perturbaciones geomagnéticas moderadas.

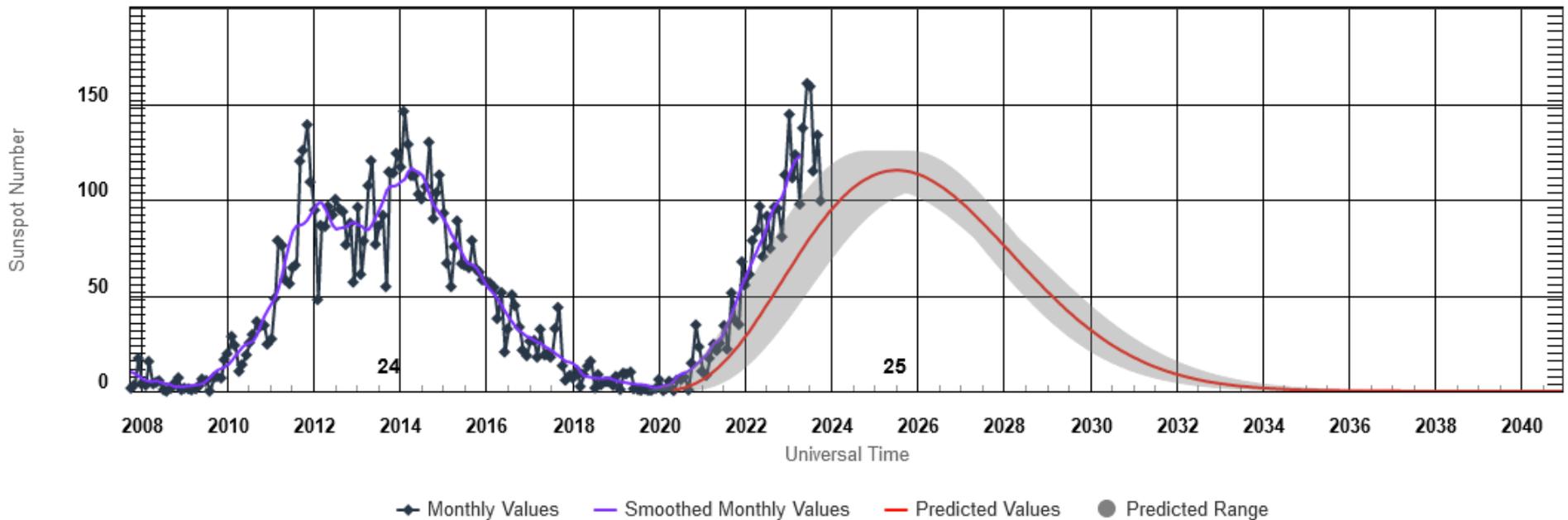
Tormentas ionosféricas:

Alta probabilidad de perturbaciones ionosféricas moderadas.

*NOTA: Perturbaciones de Clima Espacial pueden ser provocadas por eventos solares rápidos los cuales no se pueden pronosticar definitivamente con una anticipación de varios días.

Ciclo de manchas solares y actividad solar

ISES Solar Cycle Sunspot Number Progression



Space Weather Prediction Center

Imagen: www.swpc.noaa.gov/products/solar-cycle-progression

Estamos en el ciclo solar 25. Es una época de actividad solar creciente. La figura muestra el conteo del número de manchas solares desde enero del 2008. Entre más manchas solares presente el Sol, mayor es la posibilidad de que ocurra una tormenta solar.

Número de Wolf



REPORTE DE LA ACTIVIDAD SOLAR DIARIA

Día: 29 Mes: 11 Año: 2023

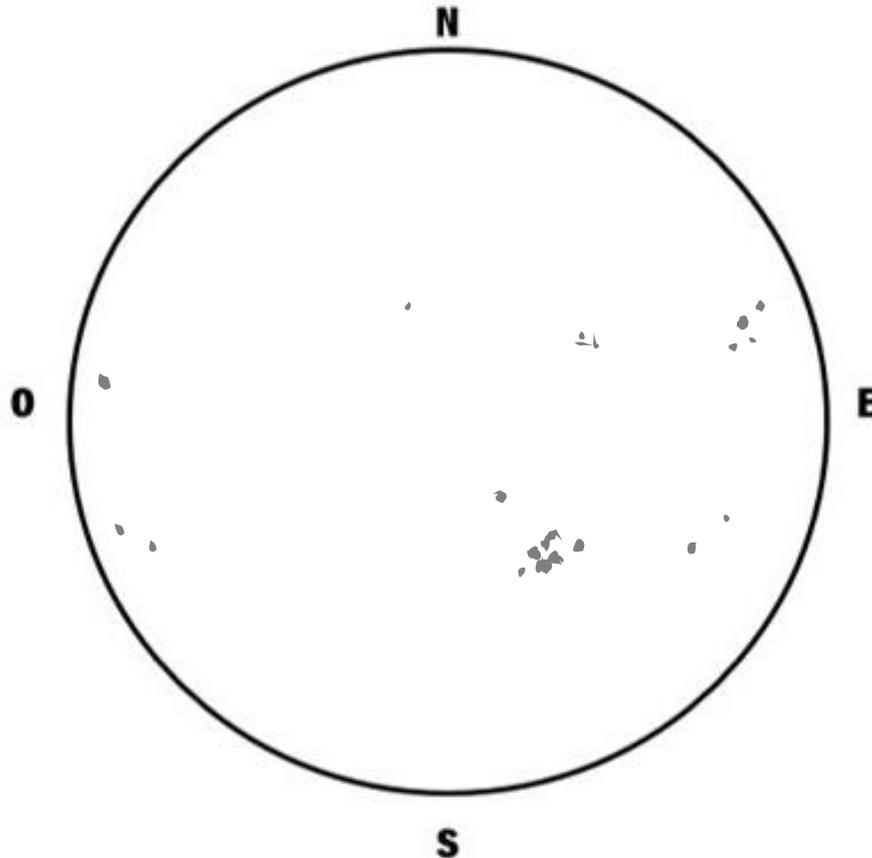
Instrumentos utilizados: Celestron NexStar 8E

Oculares: 9,12mm 12mm 32mm Otros oculares: _____ Filtro: Luz natural

Método utilizado: Observación directa. Comienzo: 12:00 hrs Finalización: 13:00 hrs



No. de Wolf: 310



El número de Wolf es un valor que permite evaluar numéricamente la actividad solar mediante el conteo de manchas solares ubicadas sobre la superficie del Sol. Este se calcula a partir de la fórmula desarrollada por Rudolf Wolf en 1849:

$$W=k(10*G+F)$$

Donde:

K= Es un factor de corrección que depende de cada observatorio.

F= Cantidad total de manchas solares visibles sobre el disco solar.

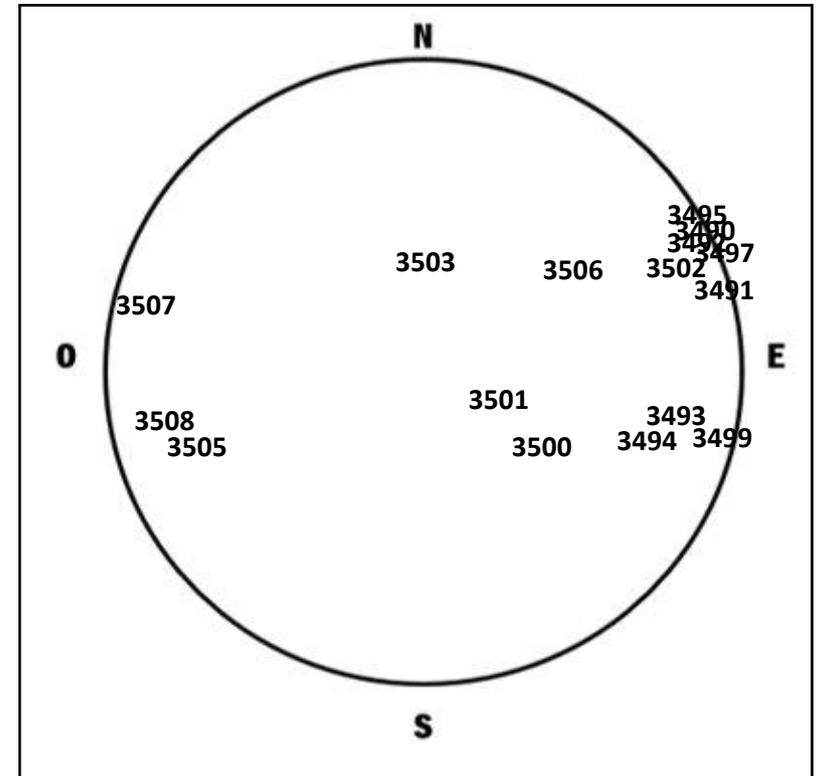
G= Cantidad de grupos manchas solares visibles sobre el disco solar.

Número de Wolf

Fecha	Grupos	Focos	Wolf
24/11/23	13	128	258
25/11/23	14	111	251
26/11/23	14	116	256
27/11/23	14	112	252
28/11/23	12	125	245
29/11/23	12	117	237
30/11/23	11	115	225

Número de Wolf máximo esta semana: **258**

Durante esta semana se pudieron observar dieciséis regiones activas en la superficie del Sol. Estas fueron la 3490, 3491, 3492, 3493, 3494, 3495, 3497, 3499, 3500, 3501, 3502, 3503, 3505, 3506, 3507 y 3508 con coordenadas N22W73, N11W69, N19W63, S13W53, S17W46, N25W69, N17W80, S17W76, S18W21, S09W12, N14W54, N15E01, S18E52, N15W27, N08E67 y S14E62 respectivamente.



Coordenadas del lugar:

Lat: 19°30'27.8" Lon: 99°07'54.0"

ESIA Unidad Ticomán

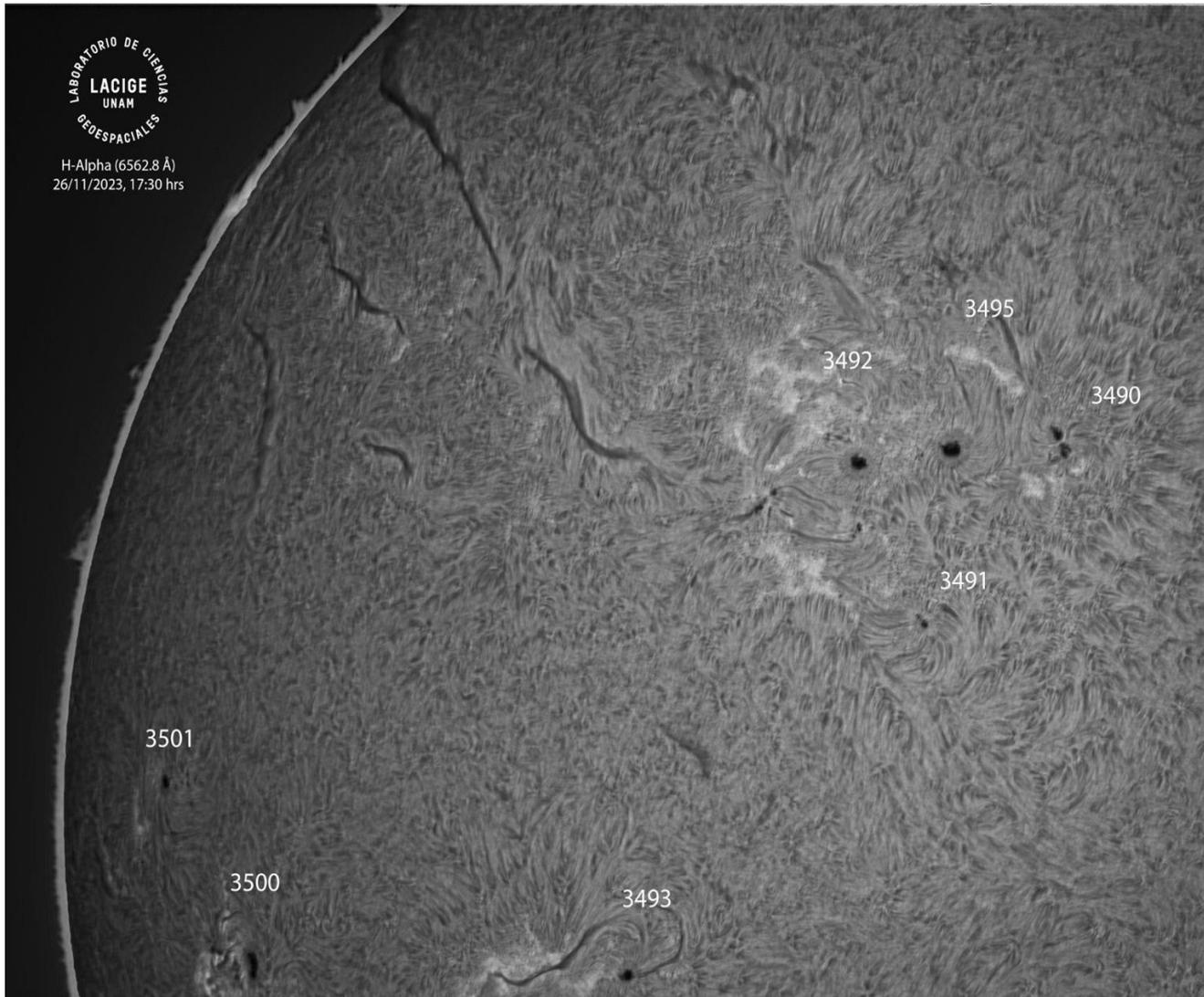


Imagen de la cromosfera solar en .H-Alpha (6562.8 Å) para el día 26/11/2023, 17:30 hrs UT

La imagen muestra un acercamiento a las regiones activas 3490, 3491, 3492, 3493, 3495, 3500 y 3501 observadas para esta fecha en el disco solar.

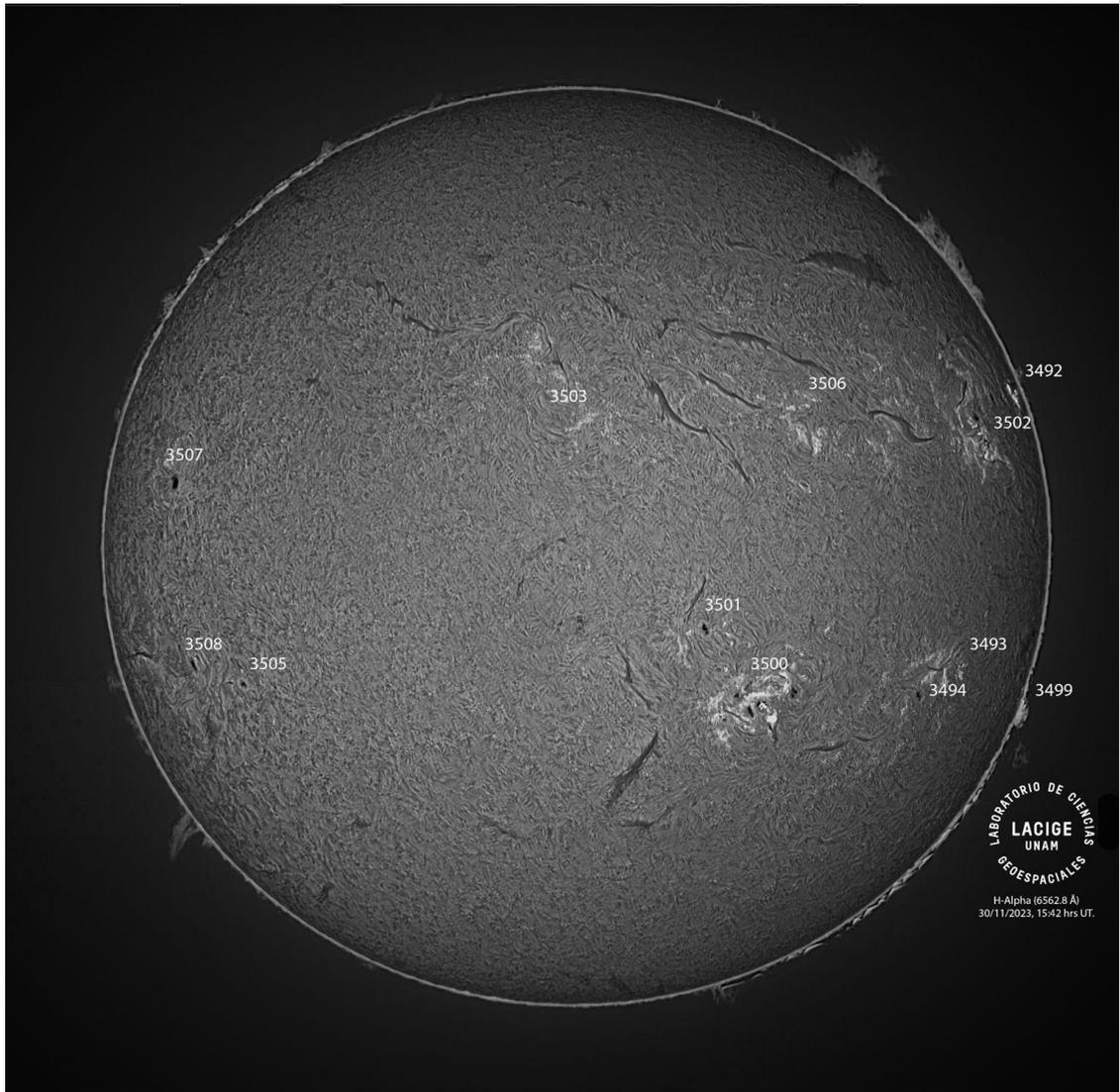
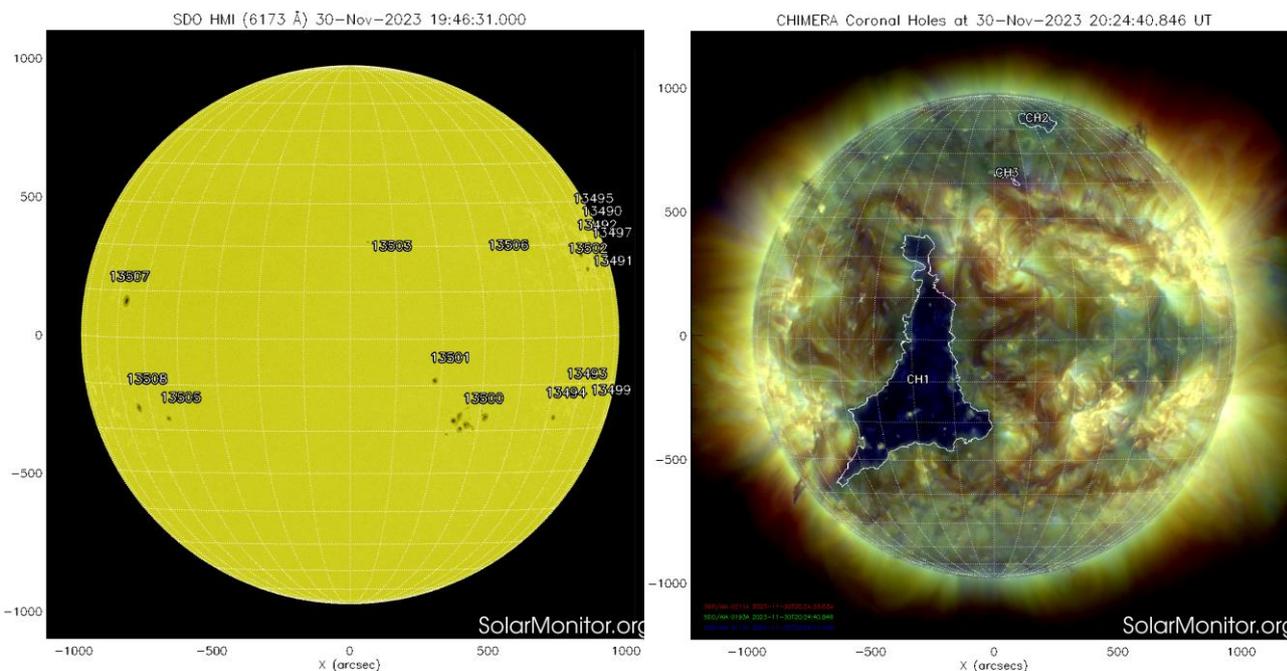


Imagen de la cromosfera solar en .H-Alpha (6562.8 \AA) para el día 30/11/2023, 15:42 hrs UT

La imagen muestra un acercamiento a las regiones activas 3493, 3494, 3499, 3500, 3501, 3502, 3502, 3503, 3505, 3506, 3507 y 3508 observadas para esta fecha en el disco solar.



Imágenes: <https://solarmonitor.org>

Las imágenes más recientes (del 30 de noviembre de 2023) del satélite artificial SDO muestran 16 regiones activas y tres hoyos coronales (distribuidos entre el hemisferio norte (CH2, CH3) y el hemisferio sur (CH1)).

El Sol, visto en distintas longitudes de onda que muestran diferentes capas solares.

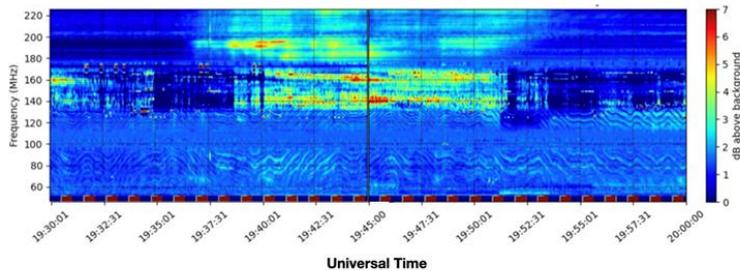
A la izquierda: La fotosfera, zona “superficial” del Sol donde aparecen las manchas solares. Regiones oscuras (manchas solares) formadas por material más frío que sus alrededores y que contienen intensos campos magnéticos. Las manchas solares están relacionadas con la actividad solar.

A la derecha: Imagen del disco solar compuesta por diferentes longitudes de onda. La imagen facilita la identificación de hoyos coronales (regiones azul oscuro). Los hoyos coronales son regiones de campo magnético solar localmente abierto. Son fuente de corrientes de viento solar rápido.

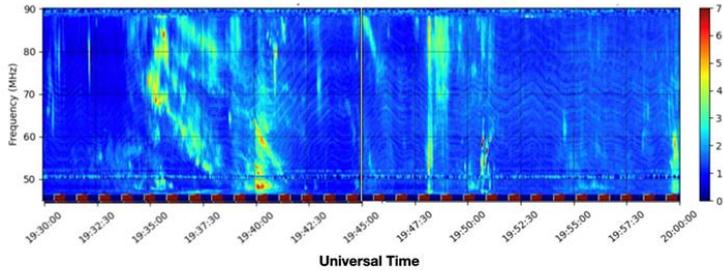
Estallidos de radio solares: Observaciones de la REC-Mx

En esta semana la Red de Espectrómetros Callisto de México (REC-Mx) detectó 27 estallidos de radio Tipo III, uno Tipo II, dos Tipo VI, un RBR y 4 CTM (Tipo I).

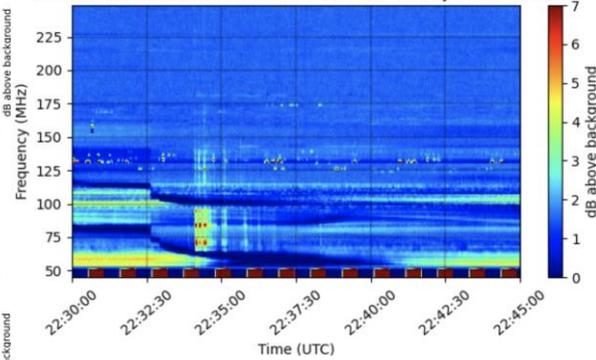
MEXART Radio Flux Density 2023-11-28



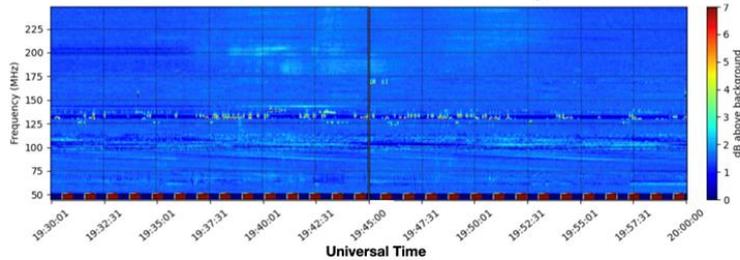
MEXICO-LANCE-A Radio Flux Density 2023-11-28



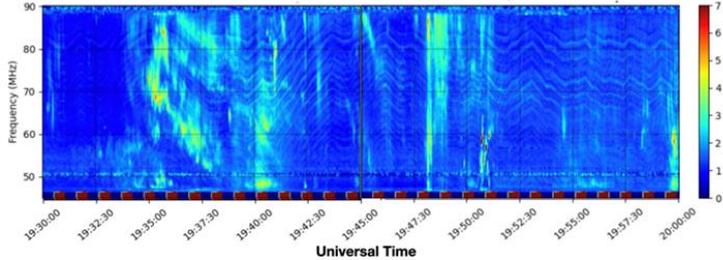
CALLISTO MEXICO-FCFM-UANL Radio Flux Density 2023-11-28



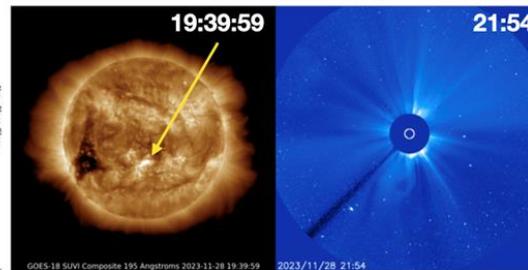
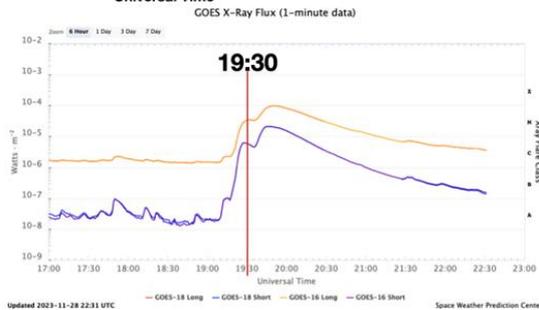
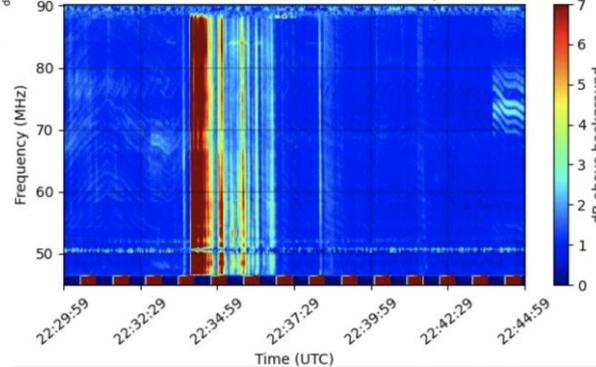
MEXICO-FCFM-UANL Radio Flux Density 2023-11-28



MEXICO-LANCE-B Radio Flux Density 2023-11-28



CALLISTO MEXICO-LANCE-A Radio Flux Density 2023-11-28



Actividad solar: Eyecciones de Masa Coronal

Se registraron 51 EMCs.
4 tipo halo (ancho > 90°).

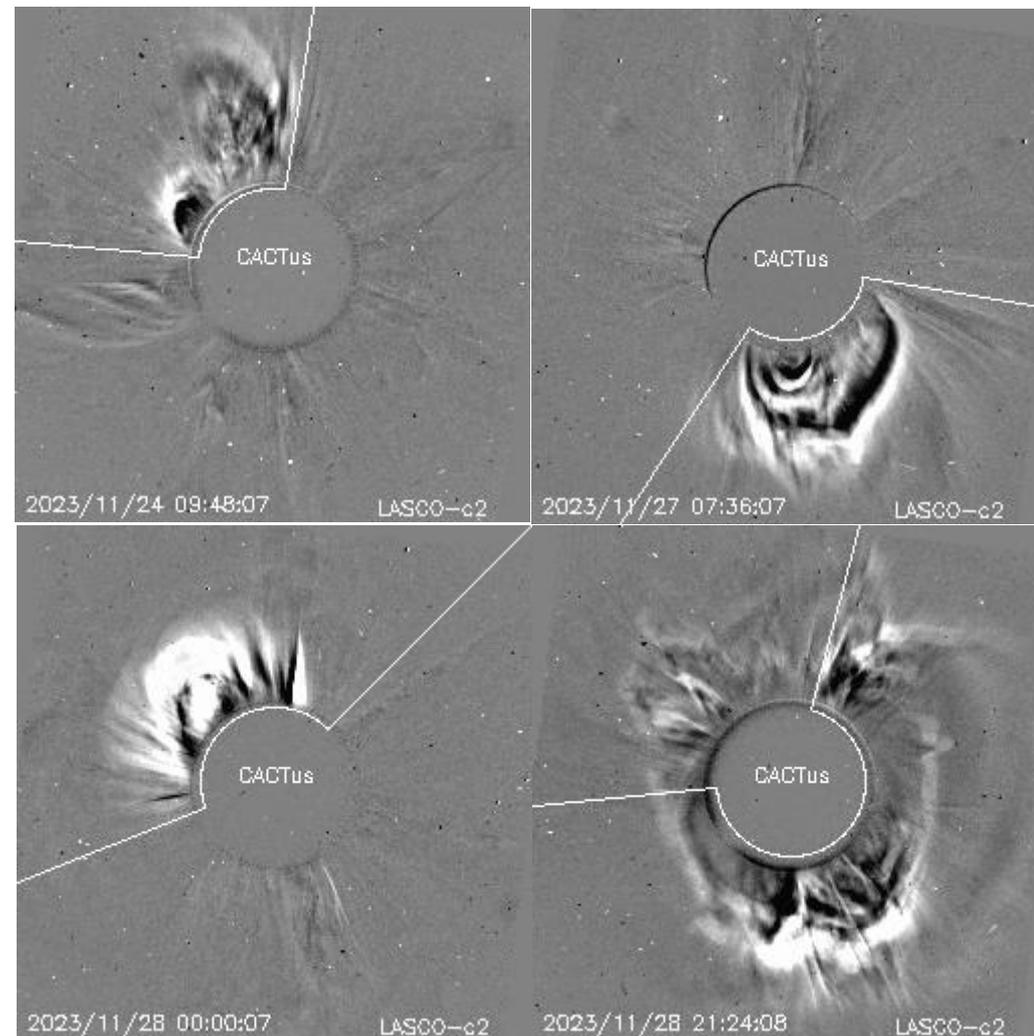
Mediciones de salida de EMC de mayor
dimensión o velocidad de esta semana:

Fecha, tiempo inicial, velocidad promedio (km/s)

2023/11/24	06:36	214
2023/11/27	06:12	405
2023/11/27	23:48	679
2023/11/28	20:12	434

-Eyecciones observadas por SOHO/LASCO con
cálculos del sitio CACTUS.

Crédito de imágenes y valores estimados:
SOHO, the SOLAR & Heliospheric Observatory
<https://wwwbis.sidc.be/cactus/>



Medio interplanetario: El viento solar cercano a la Tierra

Modelo numérico WSA-ENLIL.

Al día de hoy 30 de noviembre de 2023, el modelo pronostica el arribo del choque producido por una EMC para el día de mañana 01 de diciembre a las 00:45 hora del centro de México. Tal EMC está asociada con una fulguración clase M9.8 producida en la AR 3500.

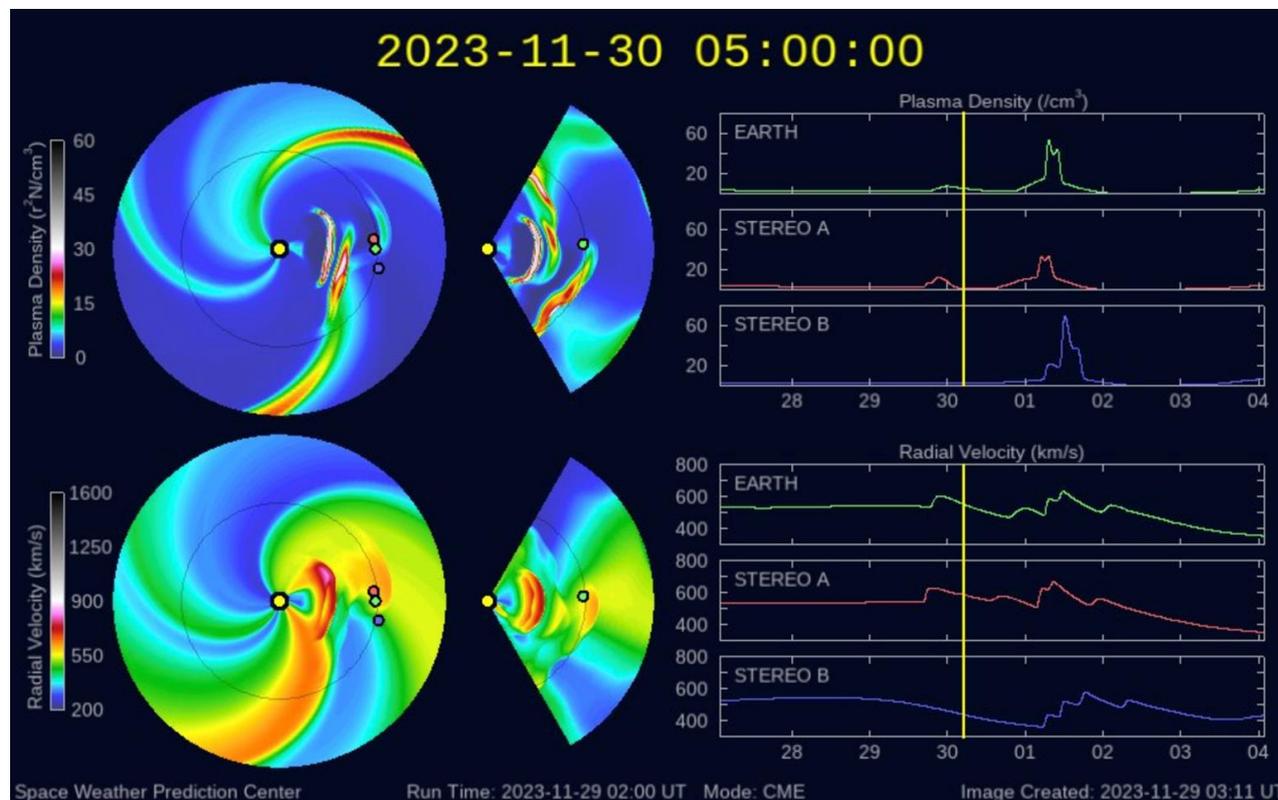


Imagen: <http://www.swpc.noaa.gov/products/wsa-enlil-solar-wind-prediction>

Medio interplanetario: Centelleo ionosférico

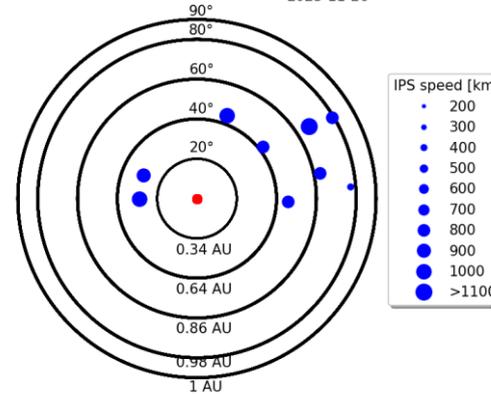
Magnitud de velocidades de viento solar registradas por MEXART.

Se muestra con círculos azules la posición aparente de fuentes de centelleo vistas desde la Tierra, su dimensión representa la rapidez del viento solar. Al centro el Sol (círculo rojo). Los círculos concéntricos marcan la elongación o distancia heliocéntrica, en grados o unidades astronómicas, al Sol.

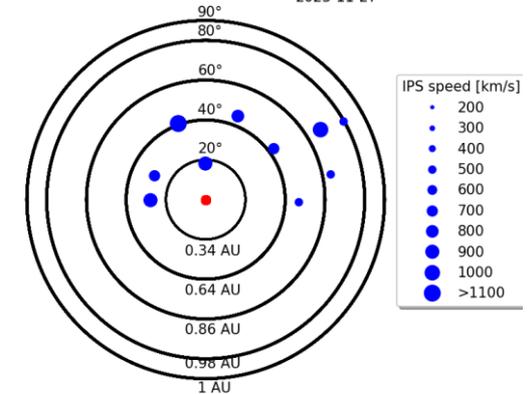
Mapas correspondientes a los últimos días con velocidades que en su mayoría van de 400 a 700 km/s.

Los velocidad calculada hasta ahora es experimental.

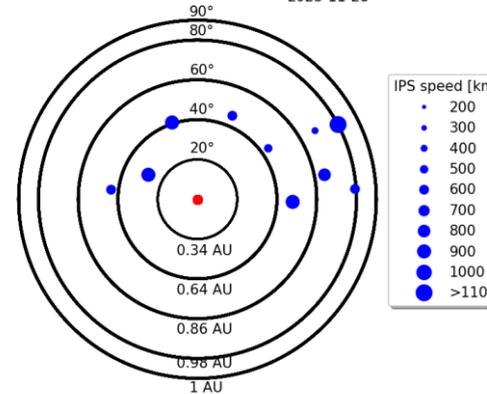
Apparent position of sources in the sky
2023-11-26



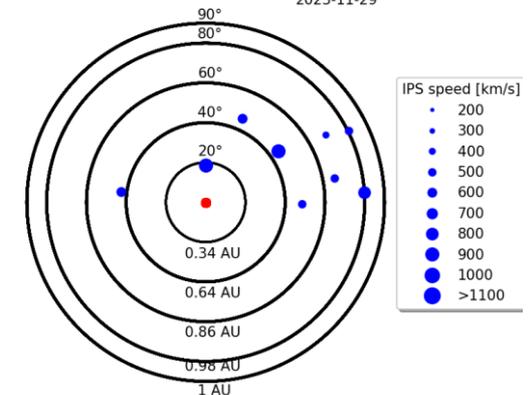
Apparent position of sources in the sky
2023-11-27



Apparent position of sources in the sky
2023-11-28



Apparent position of sources in the sky
2023-11-29



Medio interplanetario: Región de interacción de viento solar

Esta semana se registró una estructura compleja RIC+EMC (ver región sombreada en imagen 2). La EMC se generó después del rompimiento de un filamento en el hemisferio sur (ver región delimitada en imagen 1). Dicha estructura generó actividad geomagnética: $K_p=6$ y $Dst=-99$ nT.

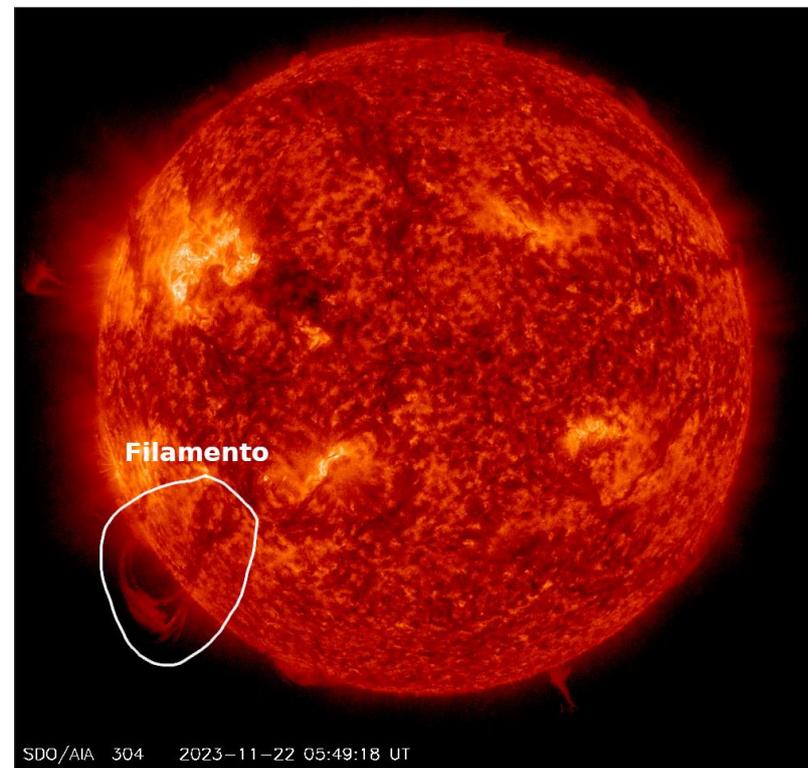


Imagen 1: <https://sdo.gsfc.nasa.gov/>

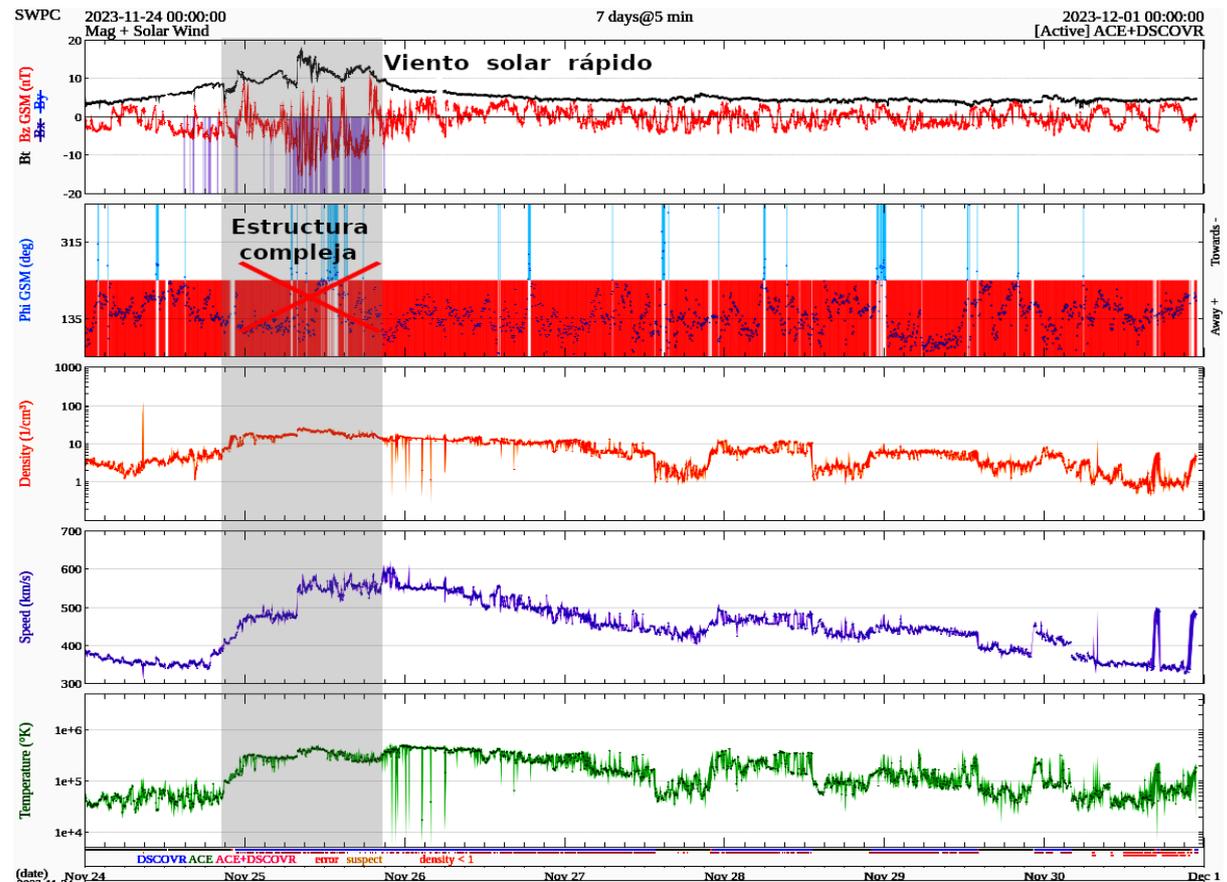


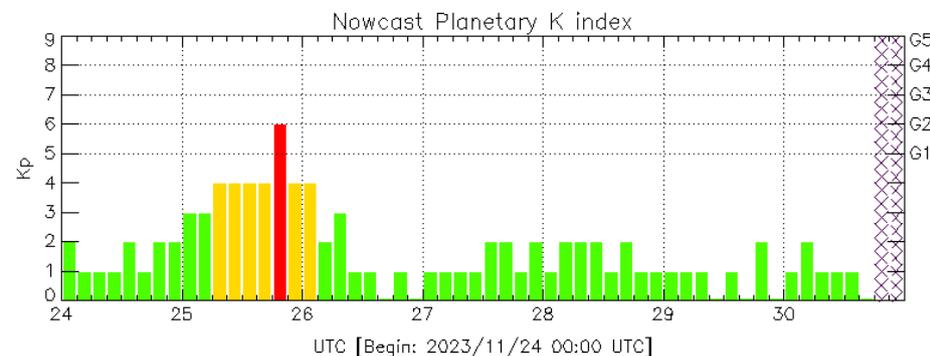
Imagen 2: <http://www.swpc.noaa.gov/products/real-time-solar-wind>

Perturbaciones geomagnéticas: Índices geomagnéticos Kp y Kmex

Se registraron valores de tormenta geomagnética G1 (Kp=5) y G2 (K=6) en los índices Kp y Kmex respectivamente, del 25 de noviembre. La actividad geomagnética fue provocada por corrientes de viento solar con componente Bz sur intermitente que impactaron el ambiente terrestre el 25 de noviembre.

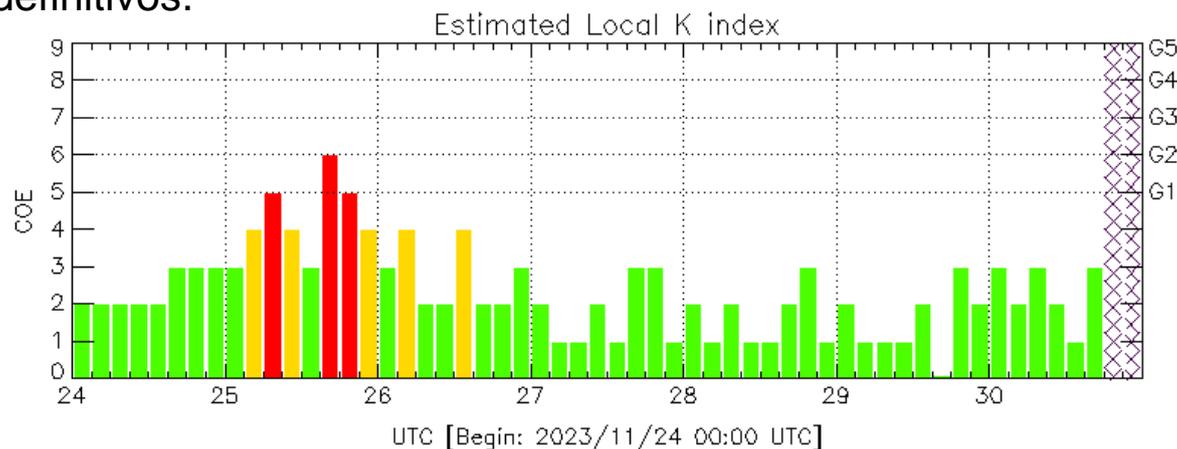
NOTA: El cálculo del índice Kmex se realiza por la estación geomagnética de Coeneo, Mich. Los datos son experimentales y no se deben de tomar como definitivos.

Datos: www.gfz-potsdam.de/en/kp-index/



Kp: by GFZ German Research Center for Geosciences
<https://www.gfz-potsdam.de/en/kp-index/>

Updated: 2023/11/30-16:59 UTC



COE: Coeneo Geomagnetic Station (LAT 19.81, LON -101.69)
LANCE/SCIESMEX - Morelia, Mich., MX

Updated: 2023/11/30-16:59 UTC

El índice K indica la intensidad de las variaciones del campo magnético terrestre en intervalos de 3 horas.

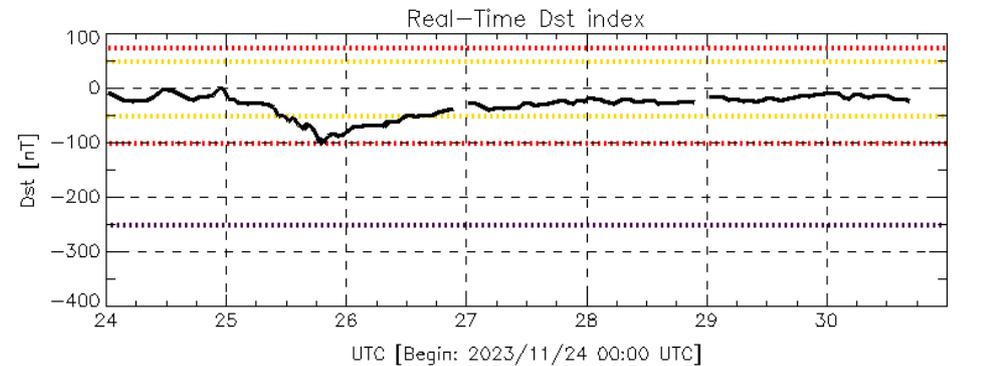
El índice Kp lo expresa a escala planetaria, mientras que el Kmex lo hace para el territorio mexicano.

Perturbaciones geomagnéticas: Índice Dst y ΔH

Se registró actividad geomagnética intensa en los índices Dst y ΔH , el 25 de noviembre. La actividad geomagnética fue provocada por corrientes en el viento solar con componente B_z sur intermitente que impactaron el ambiente terrestre el 25 de noviembre.

NOTA: El cálculo del índice ΔH se realiza por la estación geomagnética de Coeneo, Mich. Los datos son experimentales y no se deben de tomar como definitivos.

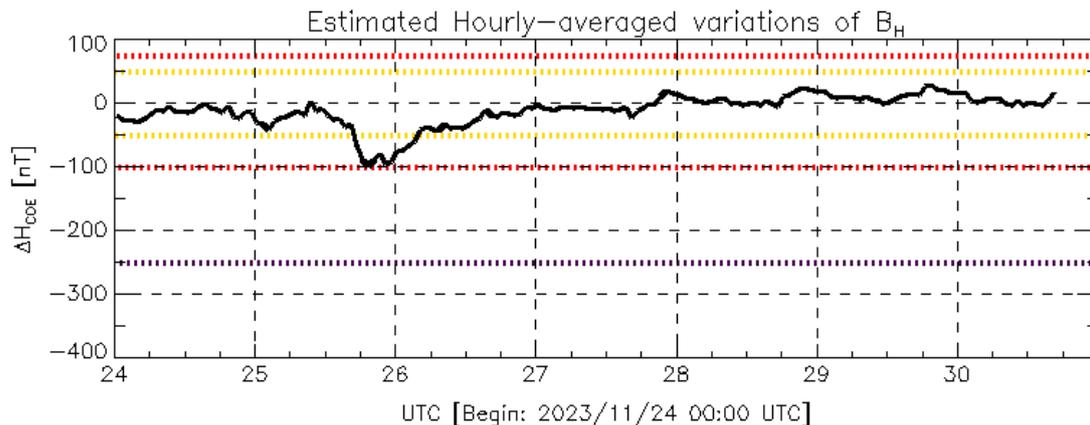
Datos: wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/dst_realtime/



Color Code: weak, moderate, intense, extreme, data not available.

Dst: by World Data Center for Geomagnetism, Kyoto
http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/dst_realtime/

Updated: 2023/11/30-16:59 UTC



Color Code: weak, moderate, intense, extreme, data not available.

COE: Coeneo Geomagnetic Station (LAT 19.81, LON -101.69)
LANCE/SCIESMEX - Morelia, Mich., MX

Updated: 2023/11/30-16:59 UTC

Los índices Dst y ΔH miden las variaciones temporales de la componente horizontal del campo geomagnético, el primero a escala planetaria y el segundo para México.

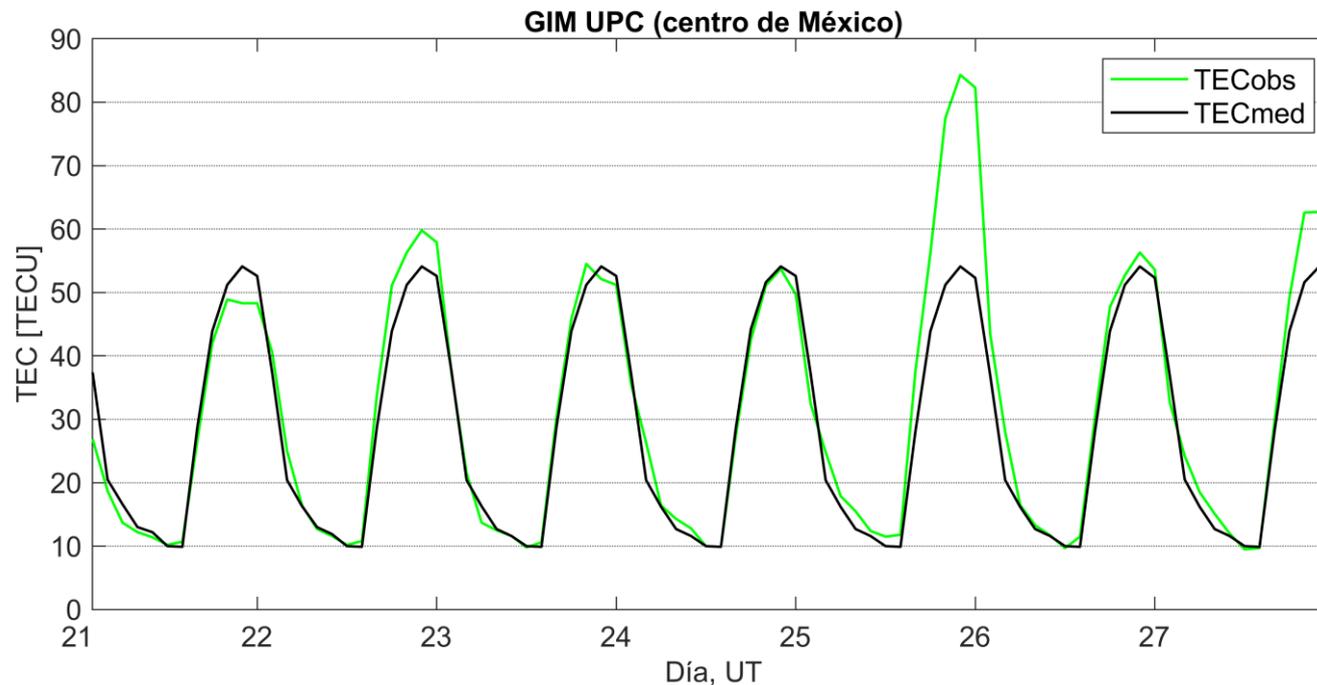
Estas variaciones, en general, se deben al ingreso de partículas cargadas, provenientes del espacio exterior, al ambiente espacial terrestre.

Ionósfera sobre México: TEC en el centro del país

El contenido total de electrones (TEC) es un parámetro que sirve para caracterizar el estado de la ionosfera de la Tierra.

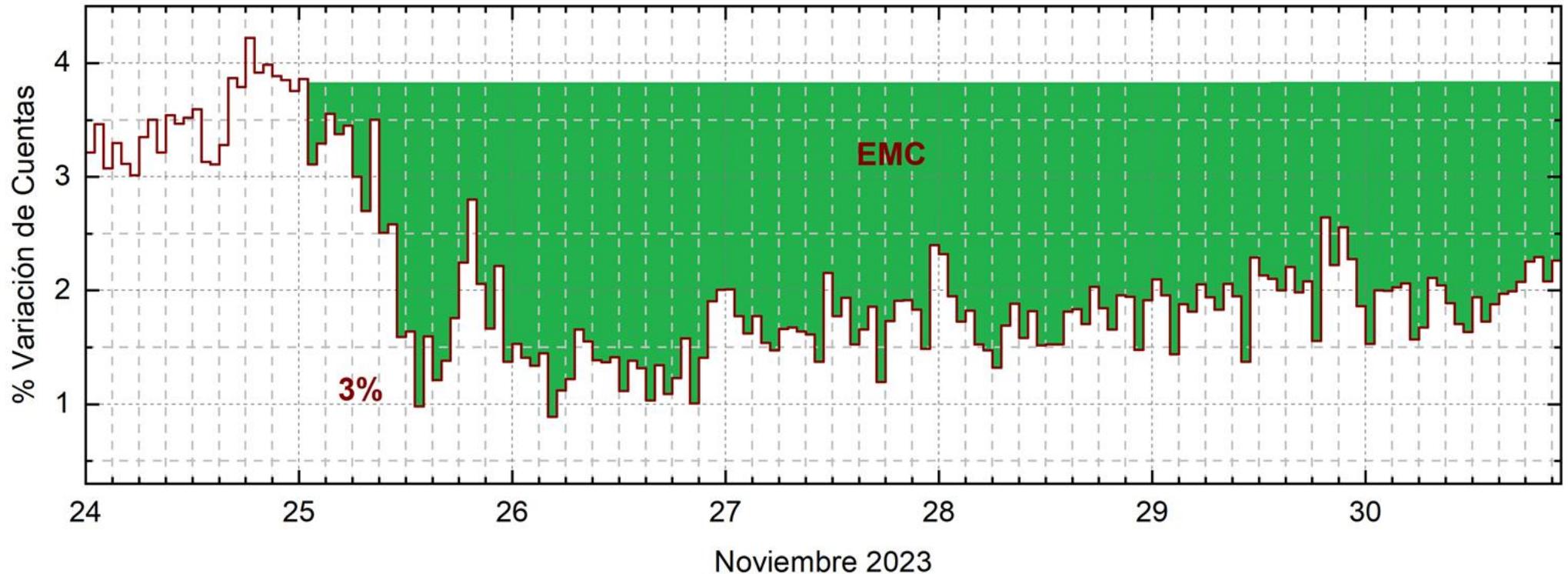
Series temporales de los valores de TEC (TECobs) con referencia a su valor mediano (TECmed) obtenidas de:

Mapas ionosféricos globales (GIM UPC)



Se observaron valores incrementados de TEC el 25 de noviembre.

Rayos Cósmicos:



Datos registrados por el Observatorio de Rayos Cósmicos de la Ciudad de México. Del 24 al 30 de noviembre se detectó un decrecimiento Forbush (dF) debido al impacto de dos EMC. El dF inició el 25 a las 3 hrs TU y hasta las 22 hrs TU del 30 de noviembre aún se registra la etapa de afectación y en proceso gradual de recuperación en las cuentas detectadas. El área coloreada en verde representa la caída en las cuentas de rayos cósmicos detectados en la CDMX, que alcanzó 3%.

Reporte Especial: 28 de noviembre de 2023

LANCÉ

Laboratorio Nacional
de Clima Espacial

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).

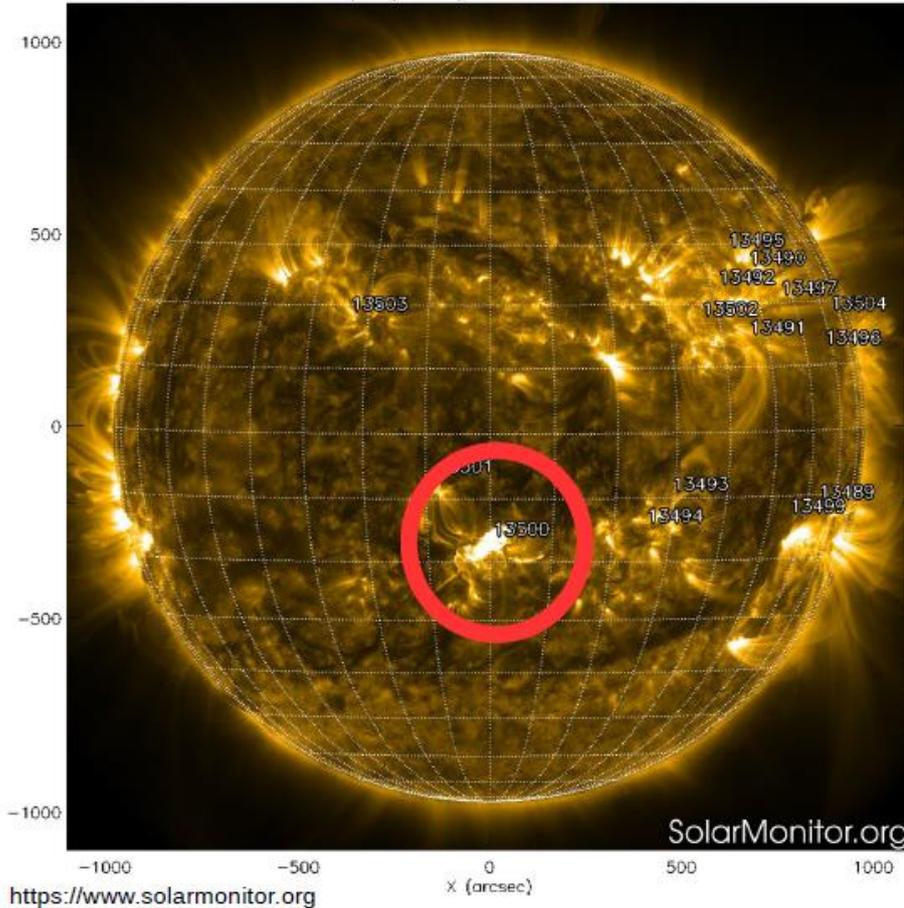
[<https://www.sciesmex.unam.mx/productos-y-servicios/experimentales/spartos/>]

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..

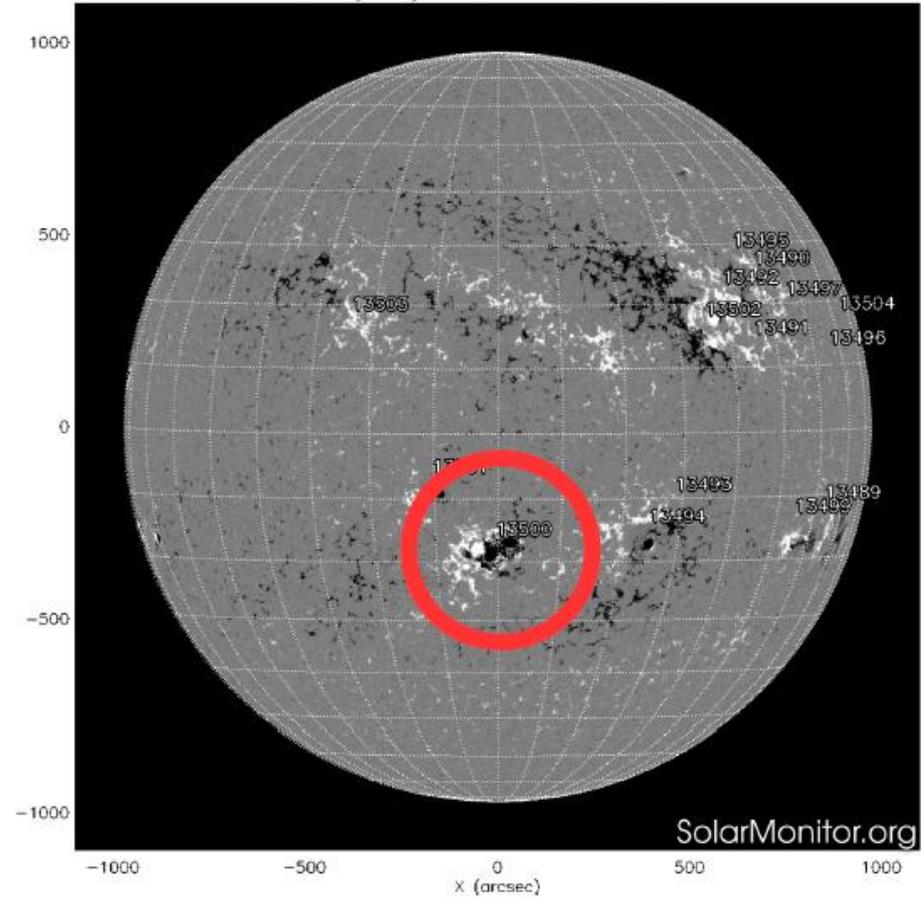
[<https://www.swpc.noaa.gov/products/wsa-enlil-solar-wind-prediction>]

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

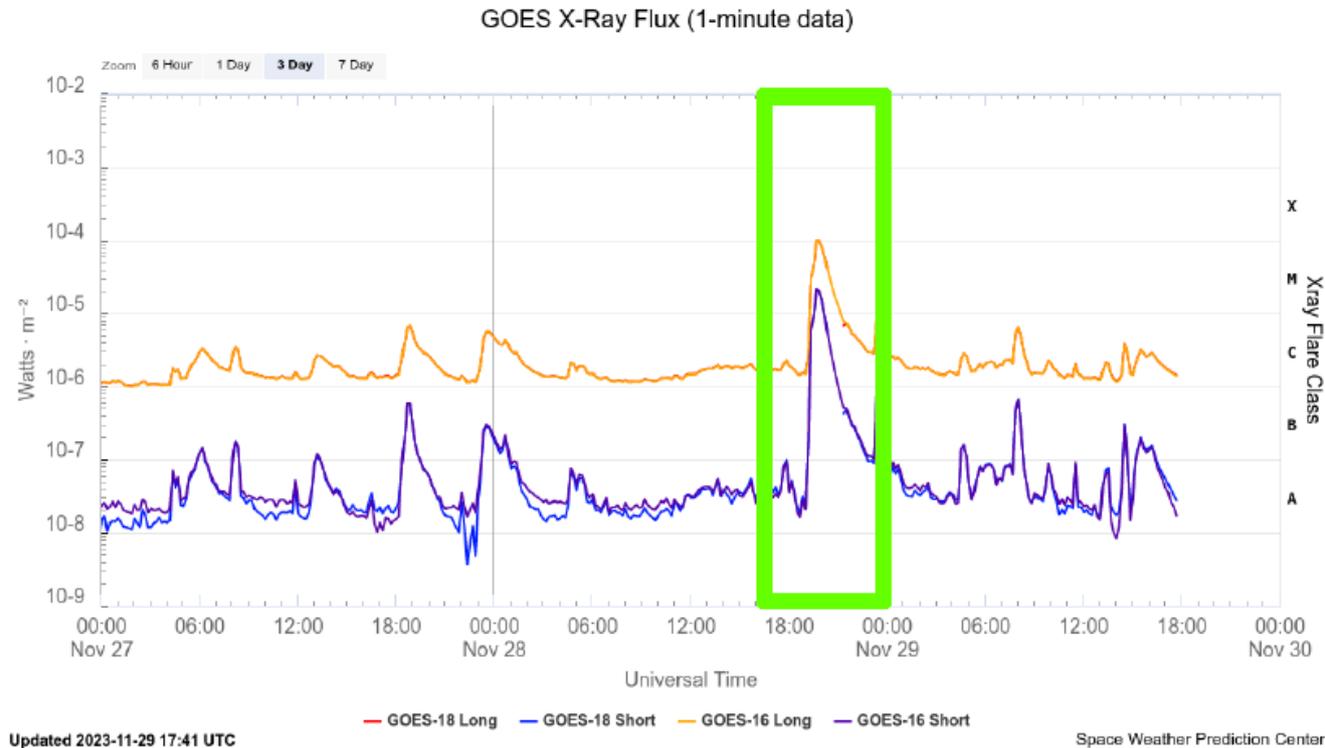
SDO AIA Fe IX/X (171 Å) 28-Nov-2023 20:25:21.354



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



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.



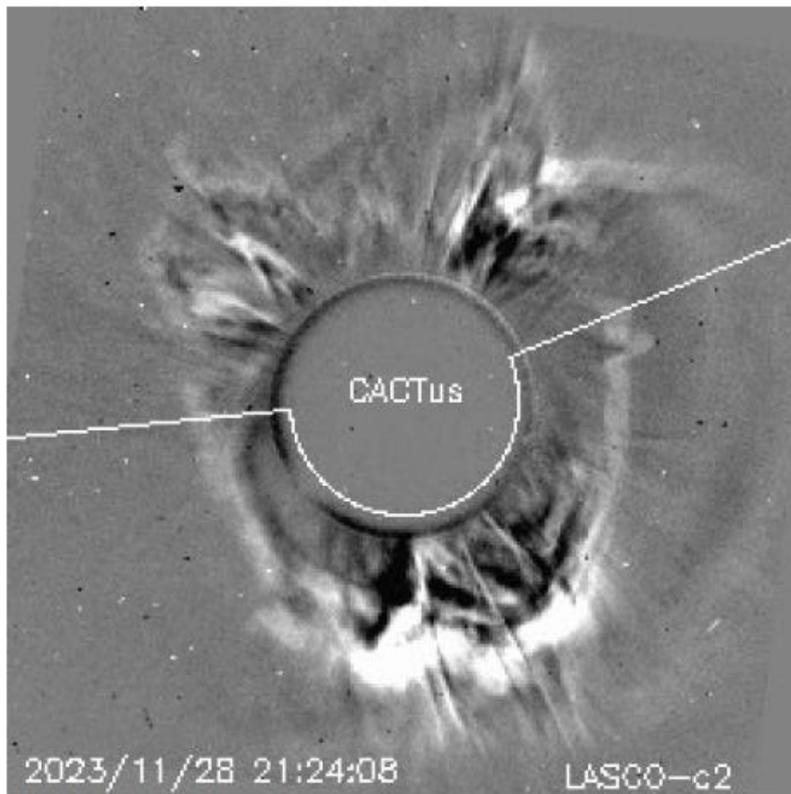
Updated 2023-11-29 17:41 UTC

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

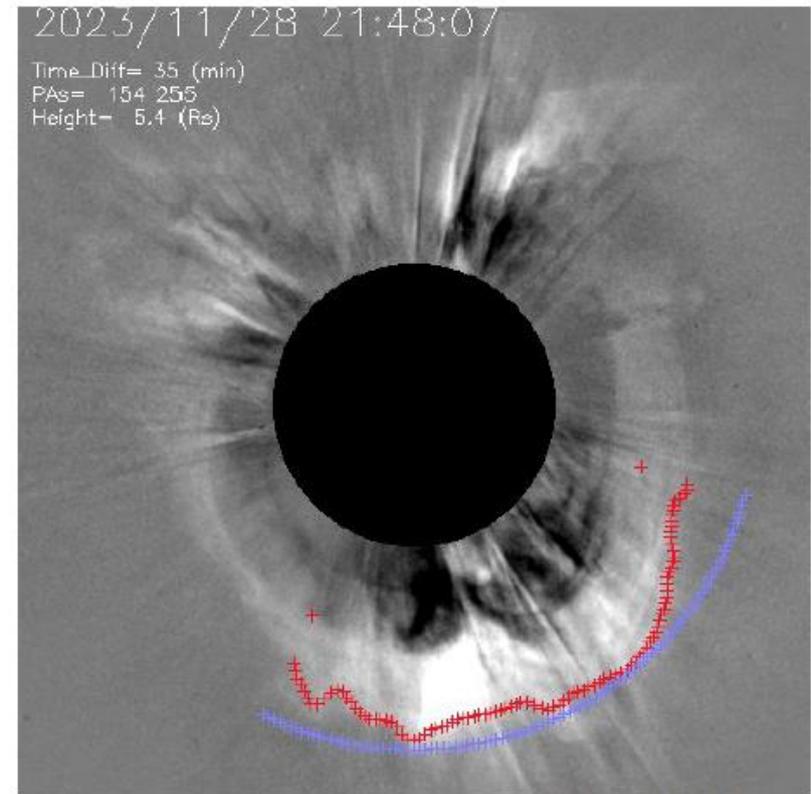
Flujo de rayos X medido por los satélites GOES y reportado por el SWPC/NOAA.

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/>



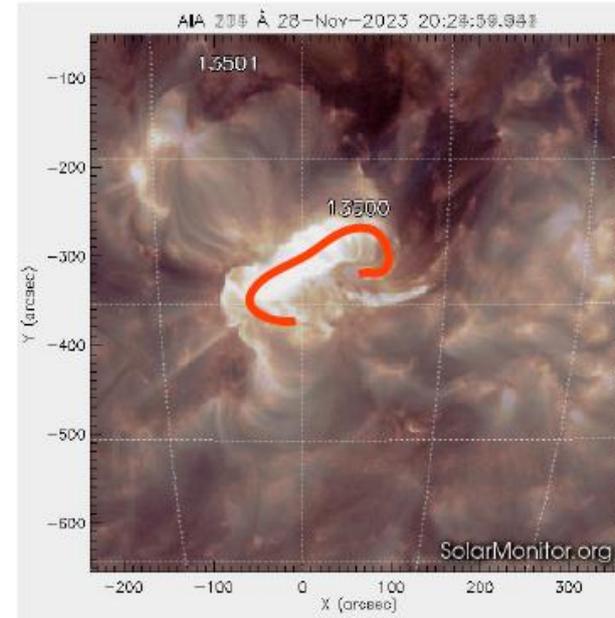
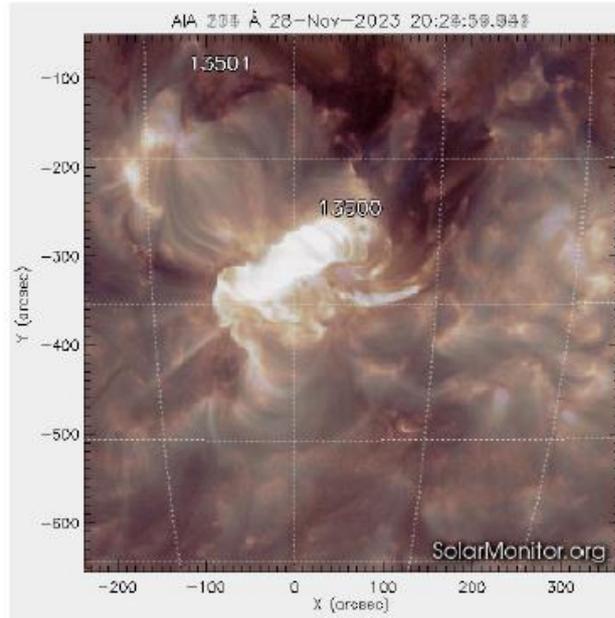
<http://spaceweather.gmu.edu/seeds/>

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/>



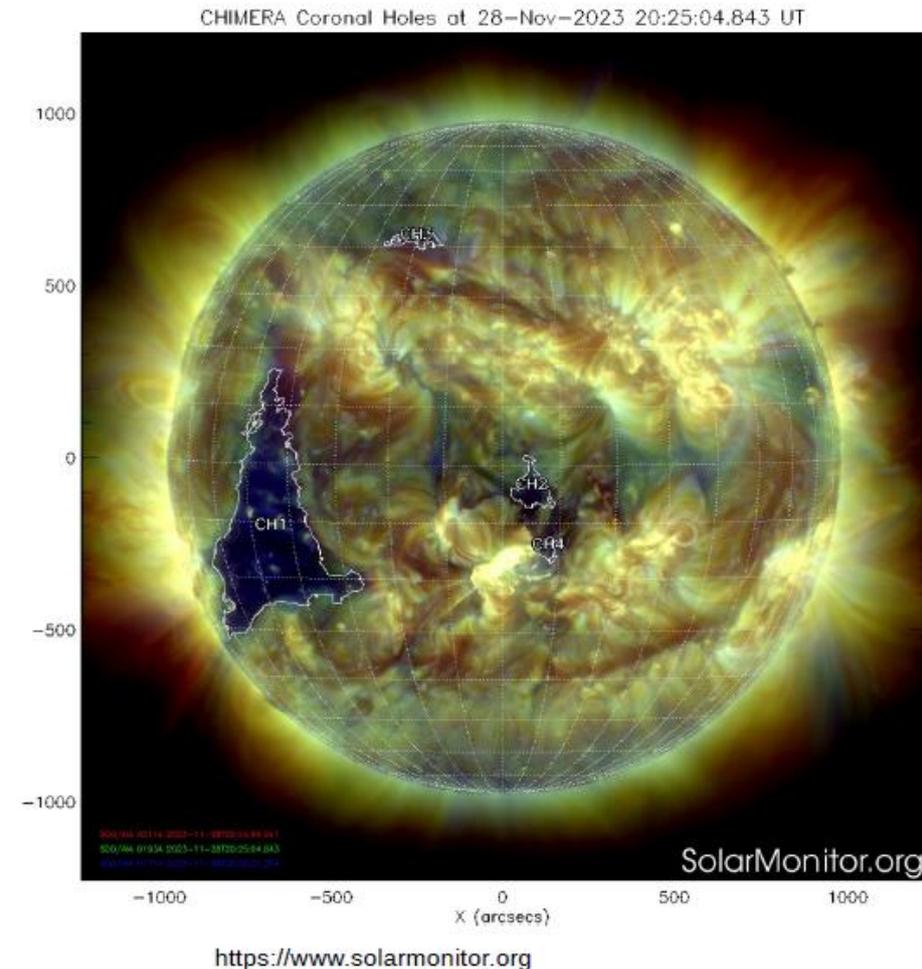
Estructura magnética asociada a la EMC.

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.

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.

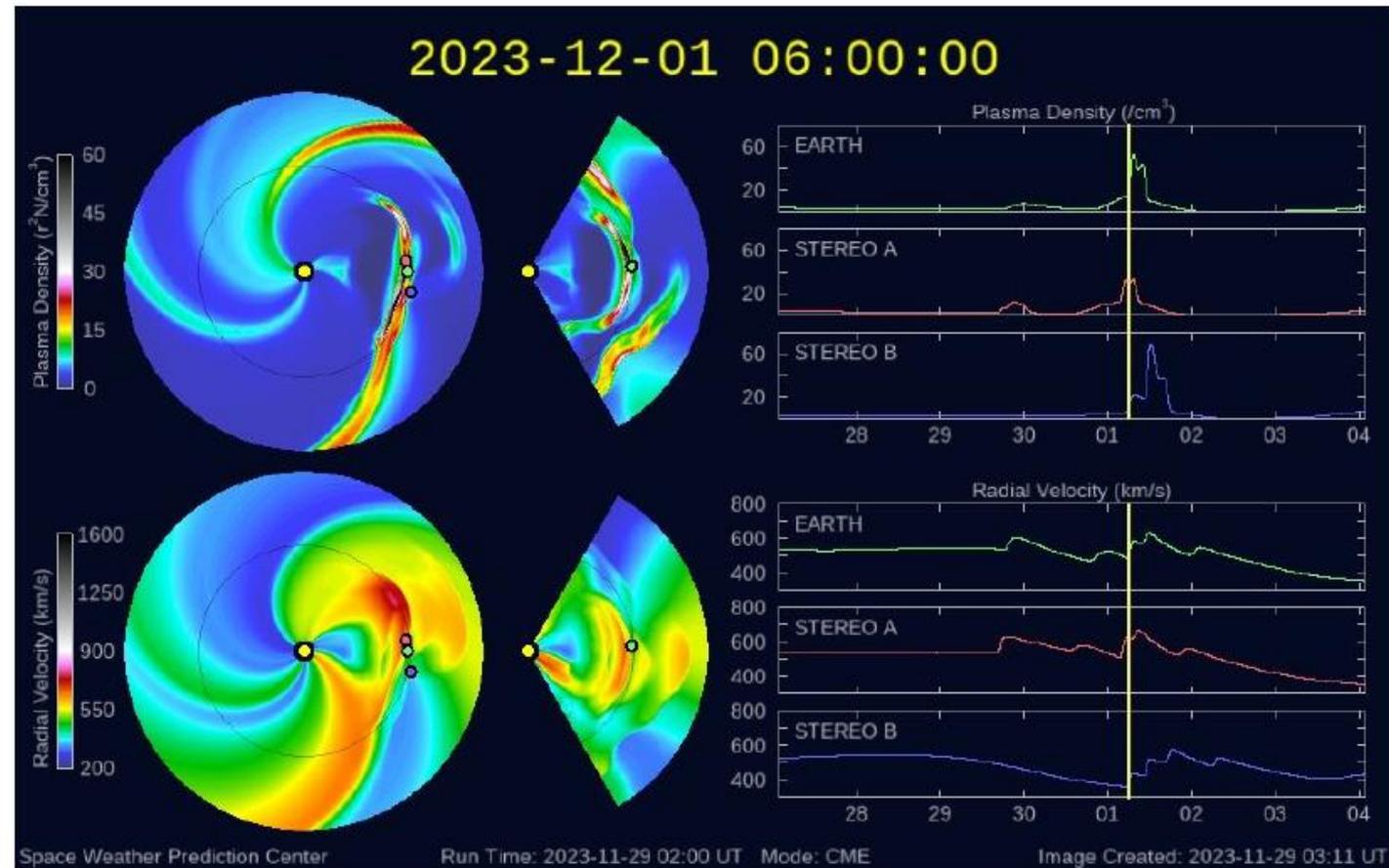
Por lo tanto, en términos generales, el evento se propagará a través de viento solar estándar.



Propagación de la EMC

De acuerdo a las predicciones del modelo WSA-ENLIL, el viento solar ambiente 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

Dr. José Juan González Avilés

Ing. Ernesto Andrade Mascote

M.C. Pablo Villanueva Hernández

Dr. Ernesto Aguilar-Rodríguez

Dra. Verónica Ontiveros

Dra. Tania Oyuki Chang Martínez

Dr. Víctor José Gatica Acevedo

Dra. Angela Melgarejo Morales

Isaac David Orrala Legorreta

Elaboración: Angela Melgarejo Morales

Elaboración Reporte Especial: Pedro Corona Romero

Revisión: Víctor José Gatica Acevedo

UNAM ENES-Morelia

Dr. Mario Rodríguez Martínez

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

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

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 Postdam:

<http://www.gfz-potsdam.de/en/sektion/erdmagnetfeld/daten-dienste/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>