

LANCÉ

Servicio Clima Espacial

Reporte Semanal

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



AEM
AGENCIA ESPACIAL MEXICANA



CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE
PREVENCIÓN DE DESASTRES

Reporte semanal: del 3 al 10 de febrero 2022

Se mantiene la tendencia del incremento en la actividad solar de los últimos meses.

CONDICIONES DEL SOL

Regiones Activas (RA): 4 (12939, 12940, 12941, 12942).

Hoyos coronales: 1.

Fulguraciones solares: Se registraron 22 eventos clase C.

Eyecciones de masa coronal: Se detectaron 13 eventos, ninguno fue tipo halo y dos eventos pasaron por el entorno de la Tierra.

CONDICIONES DEL MEDIO INTERPLANETARIO

Se registró el paso de dos EMC que generaron tormentas geomagnéticas menores (G1).

Se registró el paso de una región de interacción que no tuvo ningún efecto en el campo geomagnético.

CONDICIONES DE MAGNETÓSFERA

Índice K global: Se registró actividad geomagnética menor ($K_p=5$) el 4 de febrero y el 10 de febrero.

El índice Dst presentó también caídas leves con los eventos arriba mencionados (-68nT 4 feb) y (-50nT 10 feb)

CONDICIONES DE LA IONOSFERA

Se observaron perturbaciones en los índices TEC los días 3-5 y 8-9 de febrero.

CONDICIONES DE RAYOS CÓSMICOS SOBRE MÉXICO

No se detectaron cambios significativos en el flujo de partículas.

AFECTACIONES EN SISTEMAS TECNOLÓGICOS: Como consecuencia de los efectos de la tormenta geomagnética del 4 de febrero, se perdieron entre 40 y 49 satélites Starlink recientemente lanzados por la compañía SpaceX (<https://www.nytimes.com/2022/02/09/science/spacex-satellites-storm.html>)

PRONÓSTICOS

Viento solar:

- Arribo de corrientes de viento solar con velocidades de hasta 400 km/s para los días siguientes. Se pronostica el arribo de una EMC en las próximas horas.

Fulguraciones solares:

- Si se mantiene la presencia de regiones activas, se esperan la ocurrencia de fulguraciones tipo C o mayores.

Tormentas ionosféricas:

- Si se mantiene la presencia de regiones activas, se esperan la ocurrencia de perturbaciones ionosféricas en los próximos días.

Tormentas geomagnéticas:

- Si se mantiene la presencia de regiones activas, se esperan la ocurrencia de perturbaciones geomagnéticas en los próximos días.

Tormentas de radiación solar:

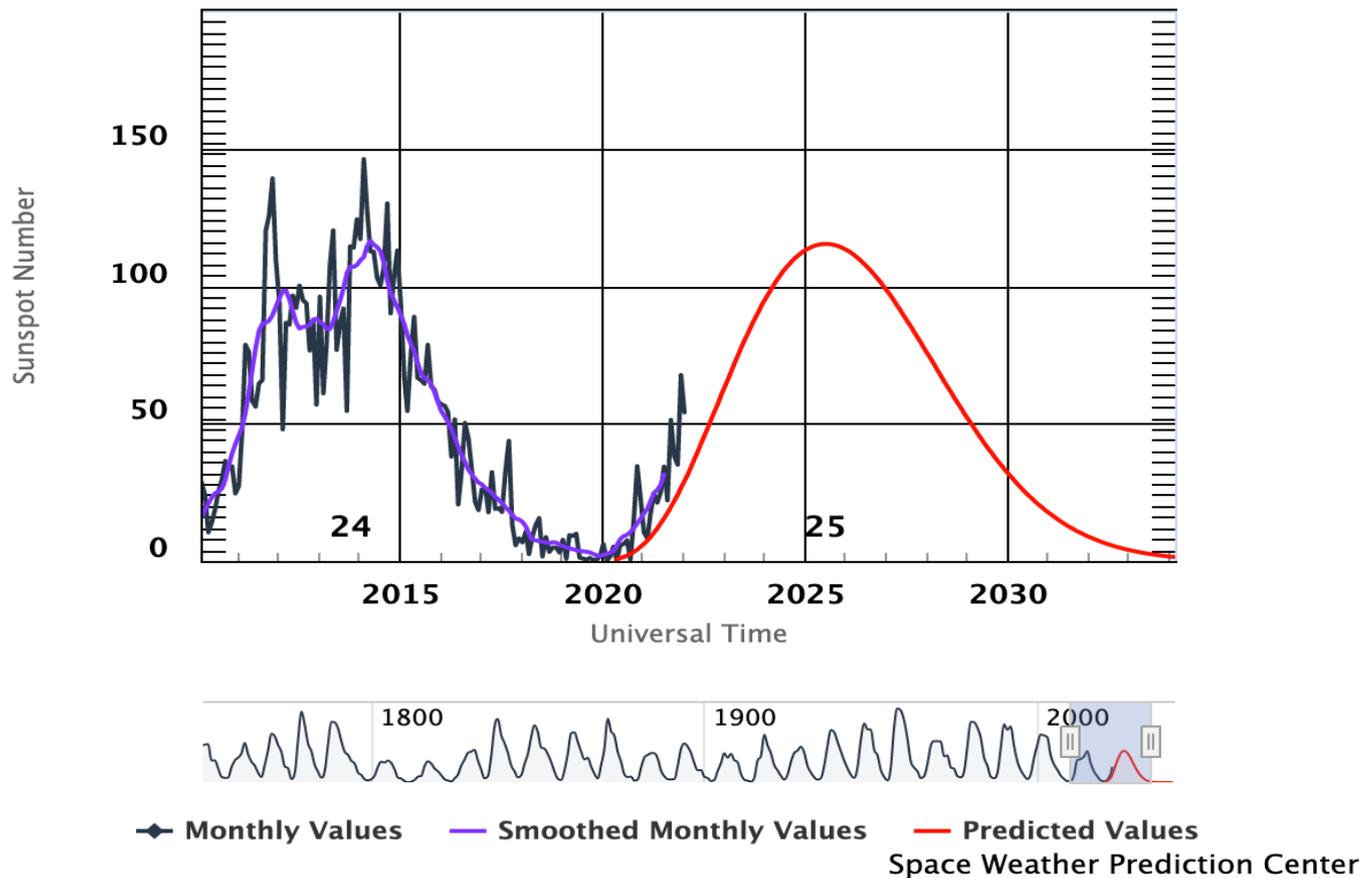
- Si se mantiene la presencia de regiones activas, se esperan la ocurrencia de tormentas en la próxima semana.

Eventos de partículas energéticas:

- No se pronostican variaciones significativas en la próxima semana.

Ciclo de manchas solares y la actividad solar

ISES Solar Cycle Sunspot Number Progression



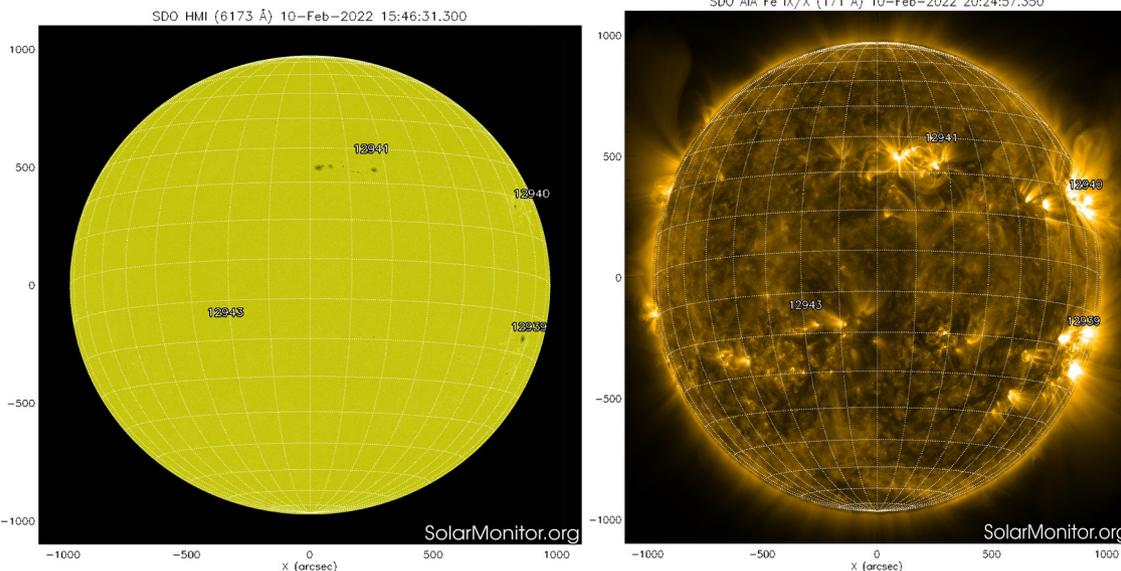
La figura muestra el conteo del número de manchas solares desde 2010, cubriendo la mayor parte del ciclo solar 24 y la predicción de cómo se espera el ciclo 25.

Entre más manchas solares presente el Sol, es mayor la posibilidad de que ocurra una tormenta solar.

Estamos iniciando la fase ascendente del ciclo solar 25. Las observaciones de los últimos meses muestran, consistentemente, un número mayor de manchas que las predichas por el modelo de la NOAA. Esto puede indicar que vamos a tener un ciclo solar mas intenso de lo que originalmente esperábamos

<https://www.swpc.noaa.gov/products/solar-cycle-progression>

Atmósfera solar y las capas solares



(a)

(b)

Imágenes del satélite SDO. (a) 4 regiones de manchas solares en la fotosfera (12939, 12940, 12941, 12942). (b) 4 regiones activas (zonas brillantes) en la corona. Las regiones activas están asociadas con las manchas solares.

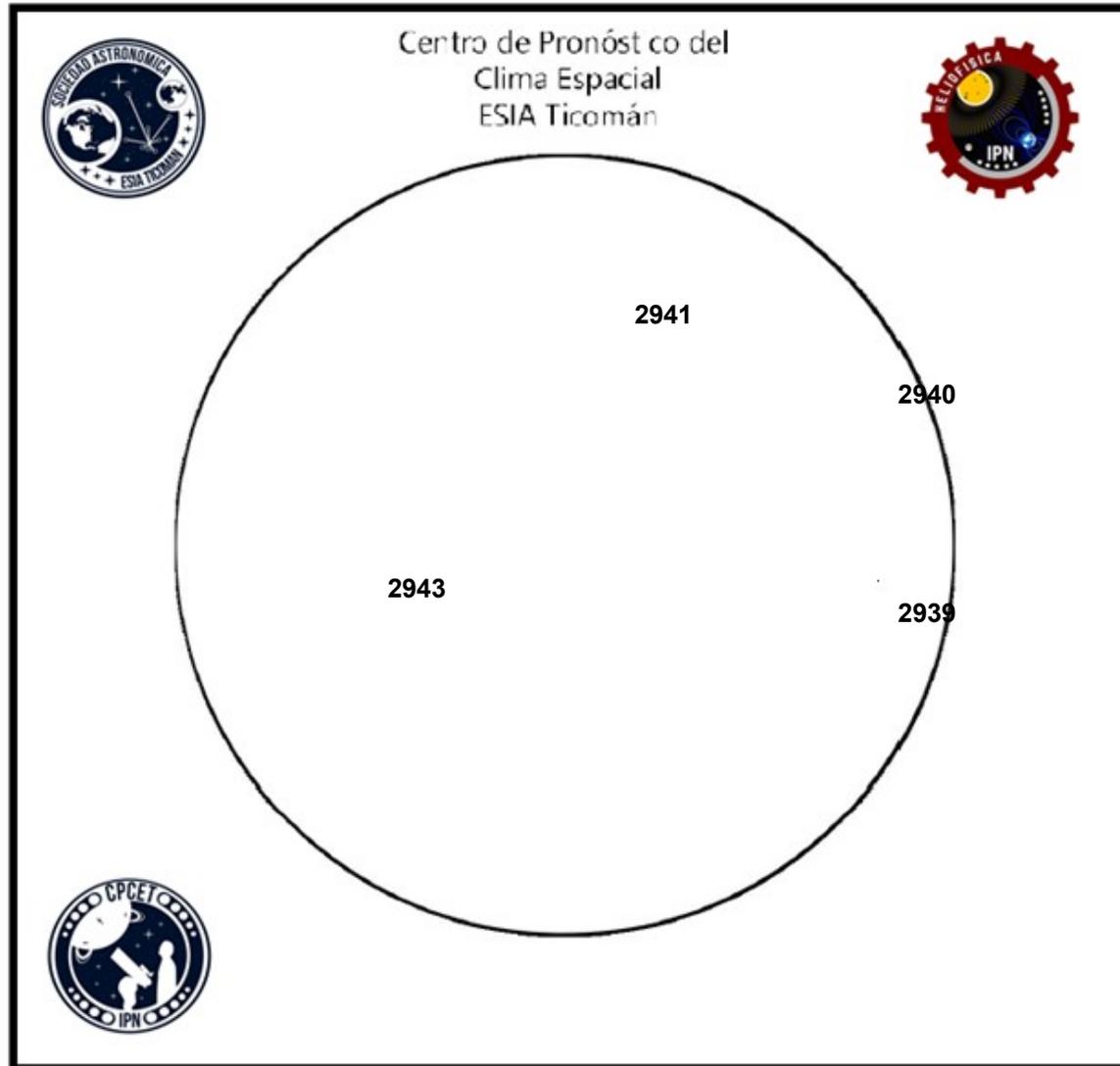
Imágenes del Sol (10 de febrero) en dos longitudes de onda que muestran la fotosfera y la corona.

(a) La fotosfera es la zona “superficial” del Sol, donde aparecen las manchas solares. Regiones oscuras formadas por material mas frío que sus alrededores y que contienen intensos campos magnéticos.

(b) El Sol en rayos X suaves (171 Å). La emisión de Fe IX/X revela la estructura magnética en la alta corona que se encuentra a un temperatura de 1,000,000 K.

<https://solarmonitor.org/index.php>

Número de Wolf



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.

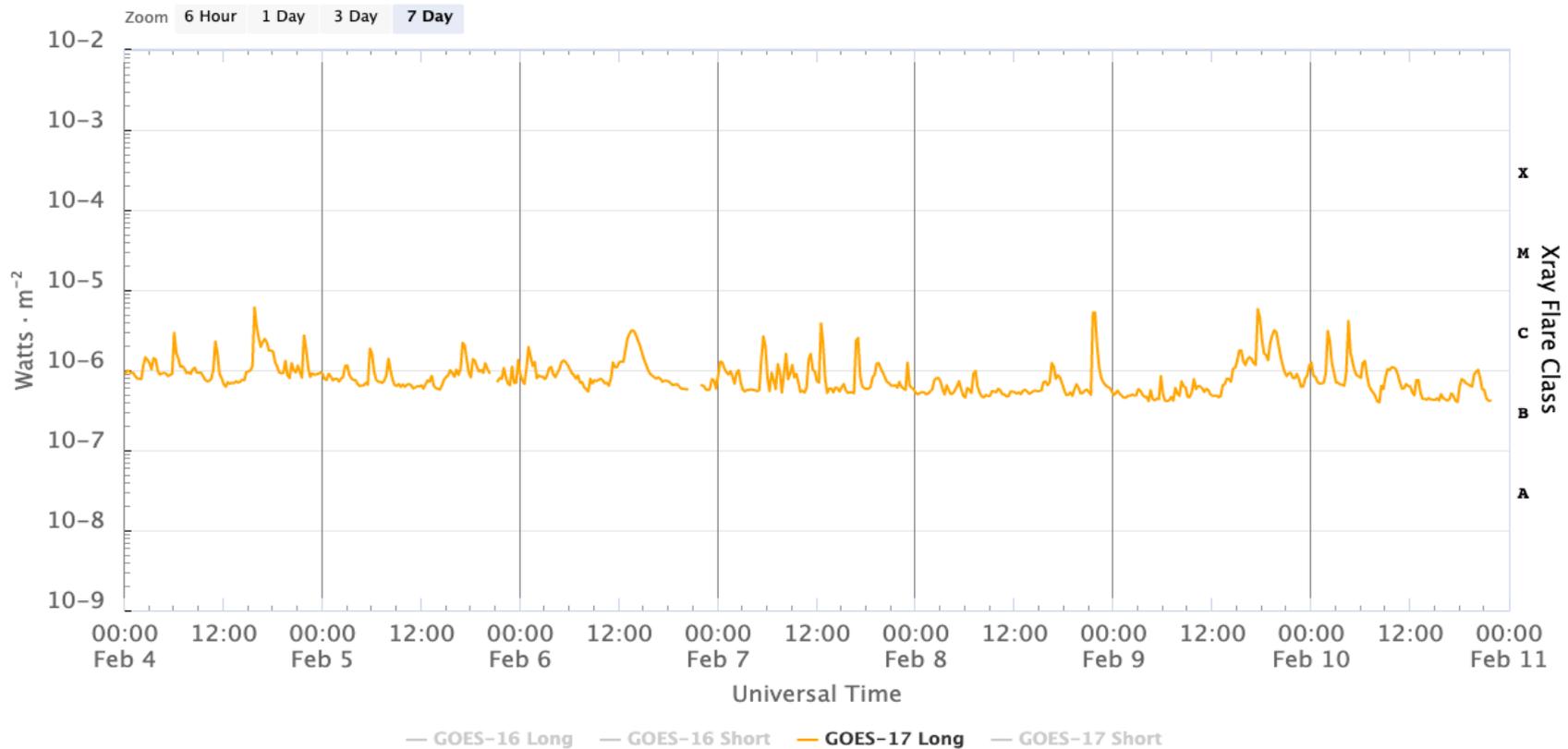
G= Cantidad de grupos manchas solares visibles sobre el disco solar.

Número de Wolf máximo esta semana: **117**

Durante esta semana se pudieron observar cuatro regiones activas en la superficie del Sol. Estas fueron la 2939, 2940, 2941 y 2943. Con coordenadas S18W70, N16W70, N24W15 y S18E23 respectivamente.

Actividad solar: Fulguraciones solares

GOES X-Ray Flux (1-minute data)



Updated 2022-02-10 21:46 UTC

Space Weather Prediction Center

Flujo de rayos X solares detectado por el satélite GOES-17 de la NOAA. Durante la semana se registraron 22 fulguraciones clase C. No hubo eventos clase M ni X.

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

Actividad solar: Eyecciones de Masa Coronal

Se registraron 13 EMC.
Ninguna fue tipo halo.

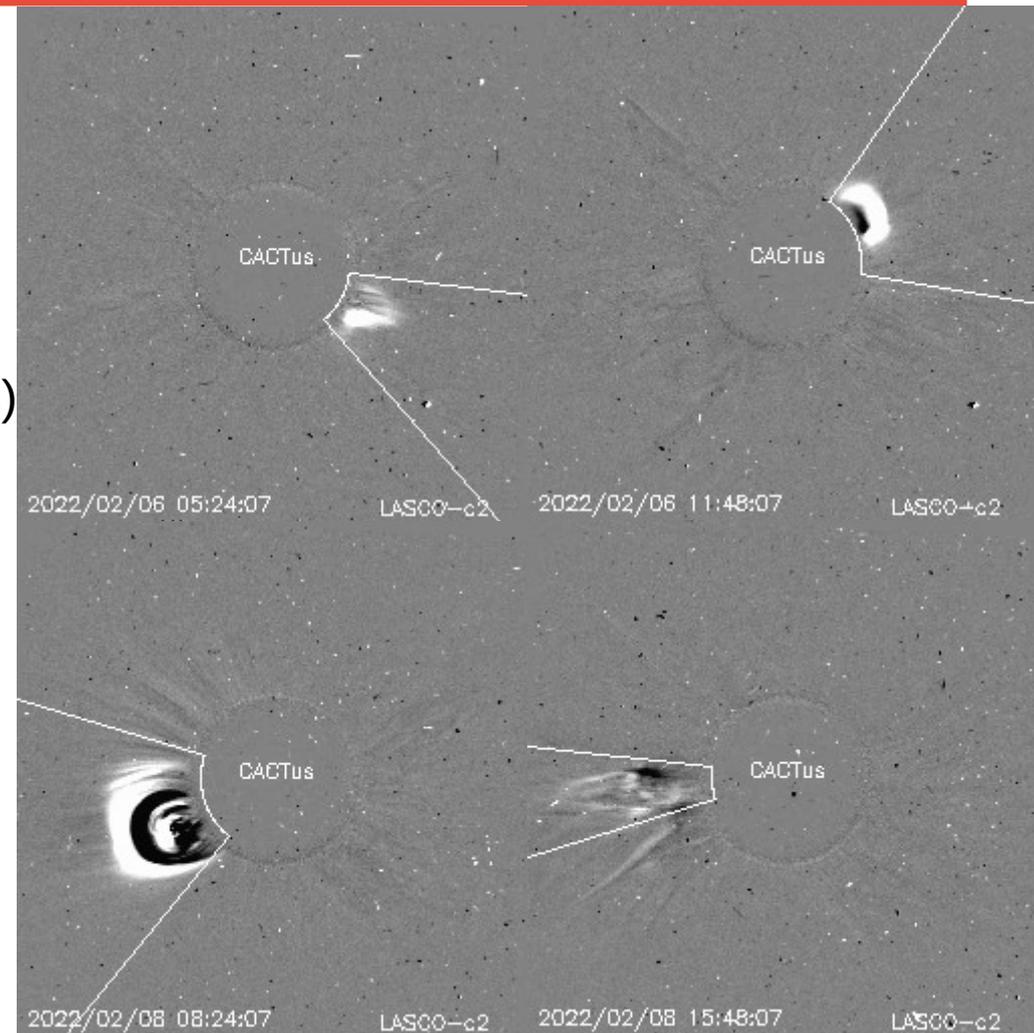
Mediciones de salida de EMC de mayor
dimensión y velocidad de esta semana:

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

2022/02/06	05:00	516
2022/02/06	11:36	408
2022/02/08	06:24	315
2022/02/08	14:48	450

-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 10 de febrero de 2022, el modelo pronostica el arribo de corrientes de viento solar promedio con velocidades de aproximadamente 400 km/s para los días siguientes. Además pronosticó el arribo de in choque a las 20 UT del 09 de febrero, producido por la EMC del día 06 de febrero generada por una fulguración C3.0 en la región activa 12939.

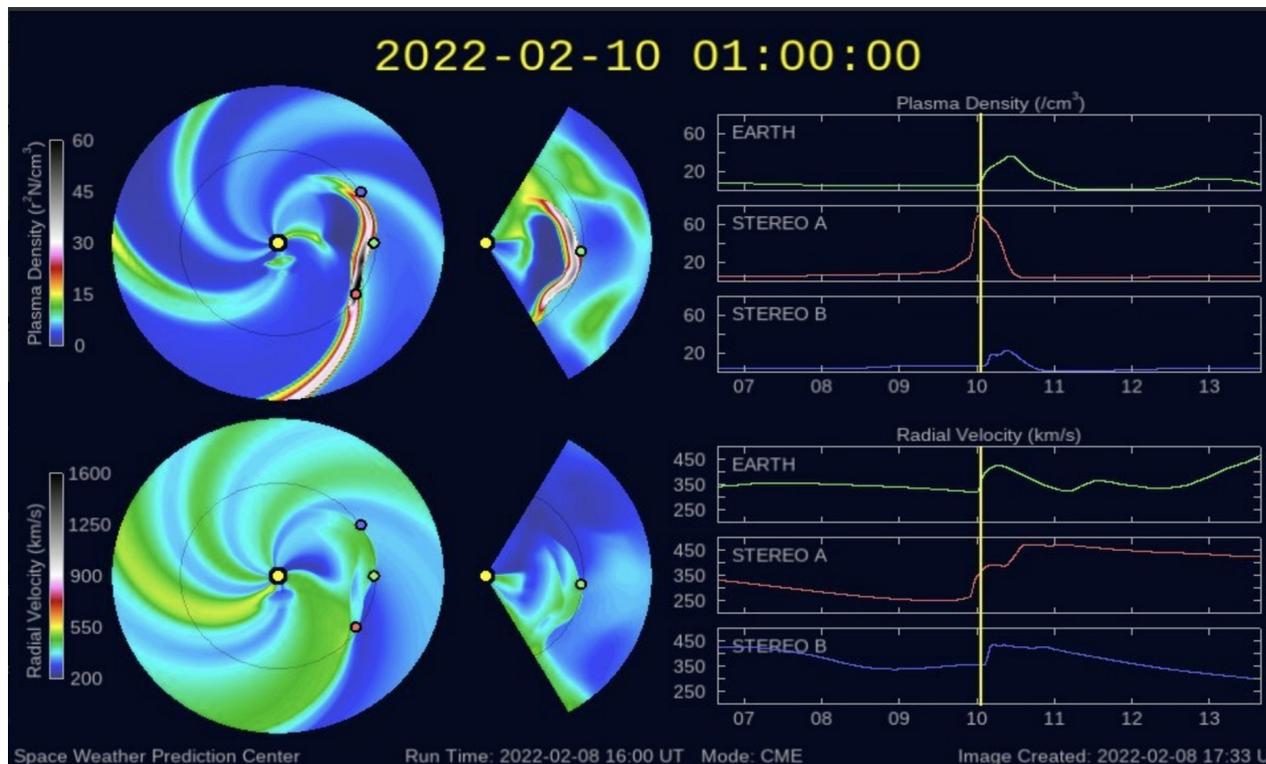


Imagen: <http://www.swpc.noaa.gov/products/wsa-enlil-solar-wind-prediction>

Medio interplanetario: Región de interacción de viento solar

Esta semana se registró una región de interacción (RI) y dos eyecciones de masa coronal (ver áreas sombreadas en gris y amarillo, respectivamente en imagen 2). El origen del viento solar rápido que generó a la RI es un hoyo coronal localizado en latitudes bajas, mientras que la eyección de masa coronal 2 se generó en la región activa 2939 (ver imagen 1) después de una fulguración clase C3.1. Ambas eyecciones generaron actividad geomagnética: $K_p=5$ y $Dst=-69$ nT, así como $K_p=5$ y $Dst=-70$ nT.

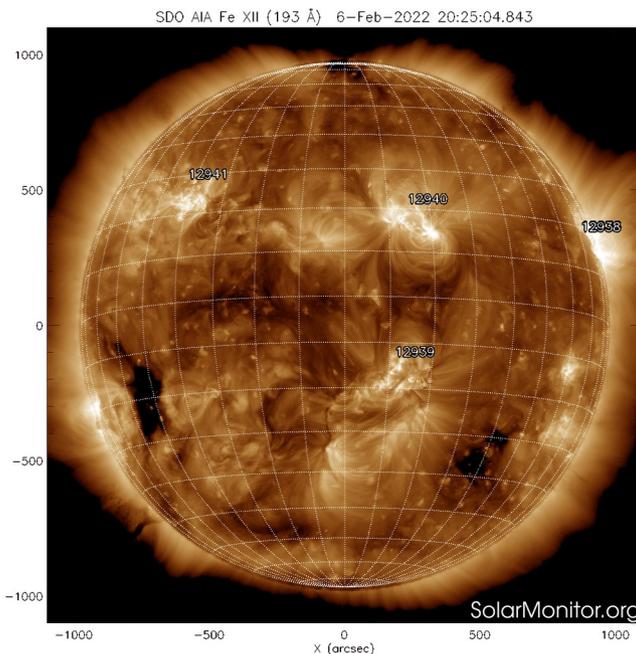


Imagen 1: <https://www.spaceweatherlive.com/>

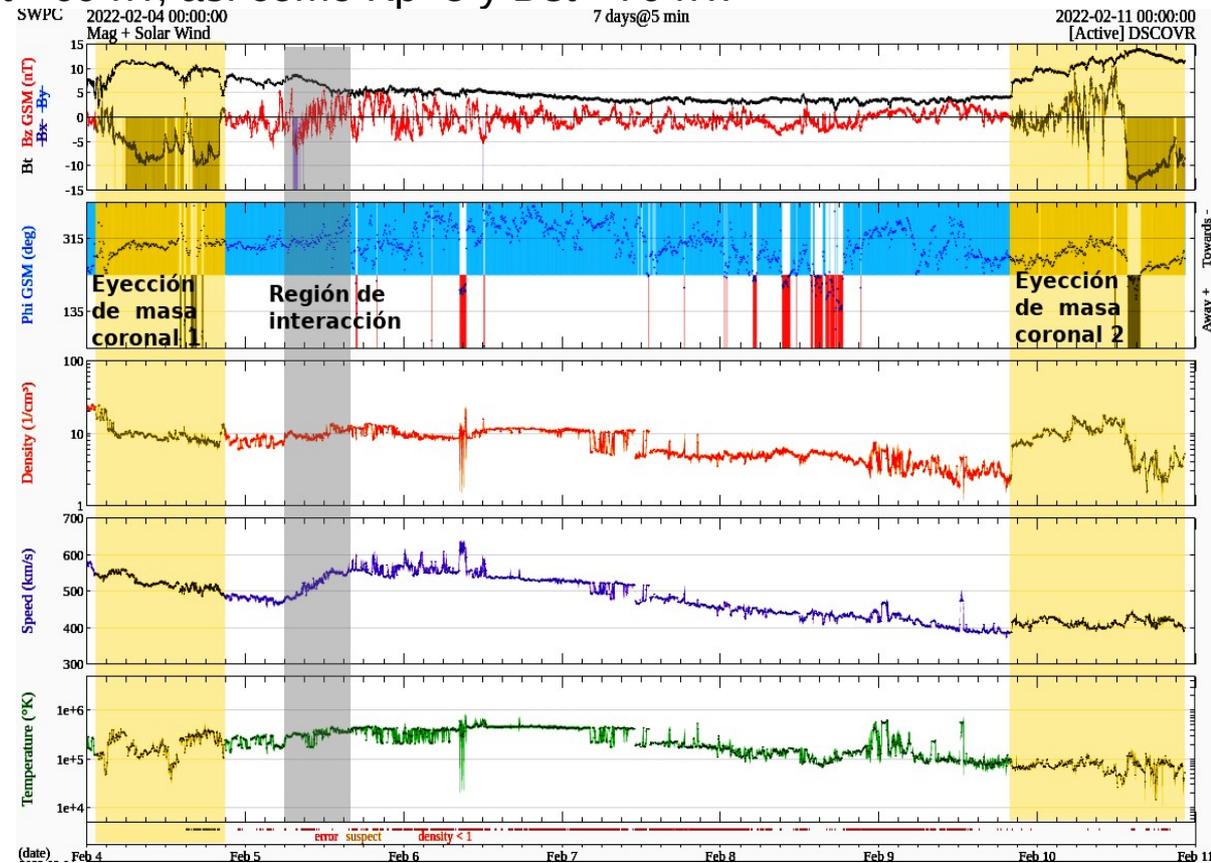
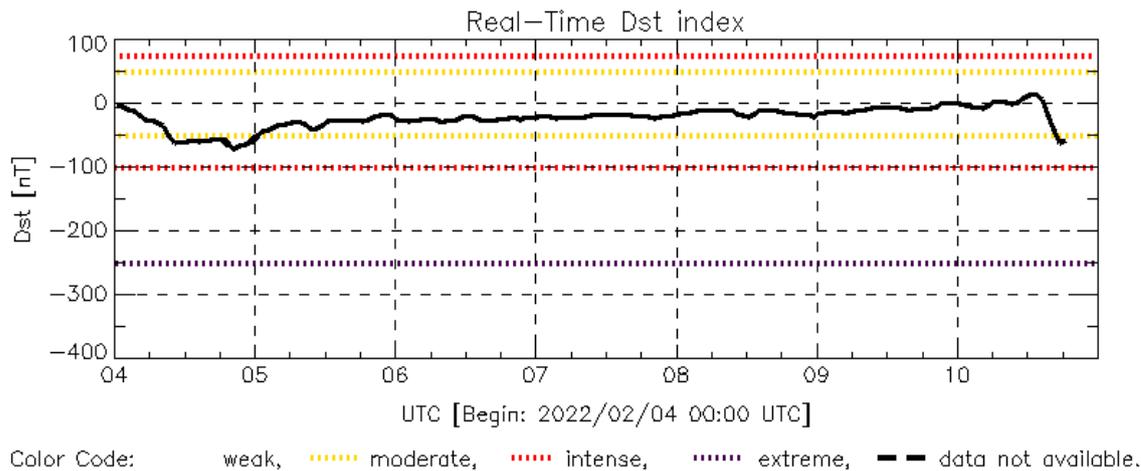


Imagen 2: <http://www.swpc.noaa.gov/products/real-time-solar-wind>

Perturbaciones geomagnéticas: Índice Dst y ΔH

Se registraron perturbaciones geomagnéticas moderadas durante el 4 y 10 de febrero. Estas se debieron a al arribo de una estructura magnética en el viento solar de componente Bz sur a la órbita de la Tierra.

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



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

Updated: 2022/02/10-18:59 UTC

El índice Dst mide las variaciones temporales de la componente horizontal del campo geomagnético a escala planetaria.

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

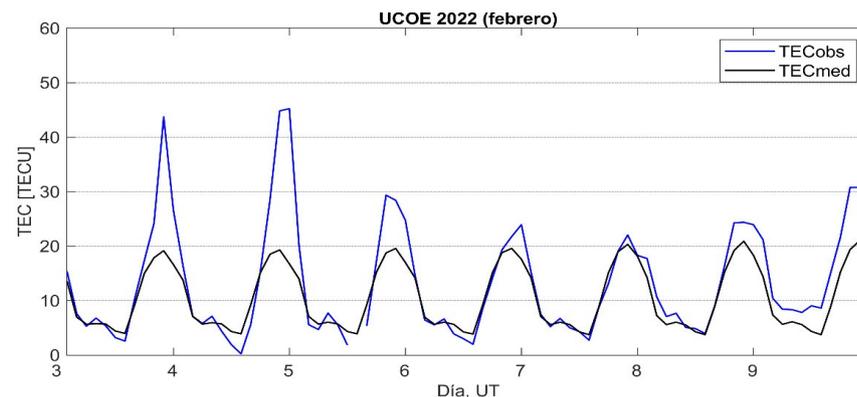
Ionósfera sobre México: TEC en el centro del país

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

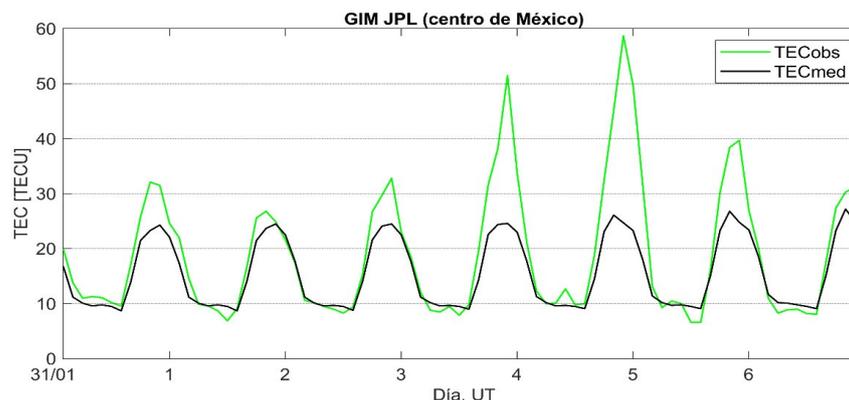
Series temporales de los valores de TEC (TECobs) con referencia a su valor mediano (TECmed) obtenidas de:

(1) Estación local UCOE (TLALOCNet, UNAVCO) ubicada en las instalaciones del MEXART

El cálculo se realiza en base del software "TayAbsTEC" del Instituto de Física Solar-Terrestre, SB RAS. Referencia: Yasyukevich et al., 2015, doi: 10.1134/S001679321506016X.

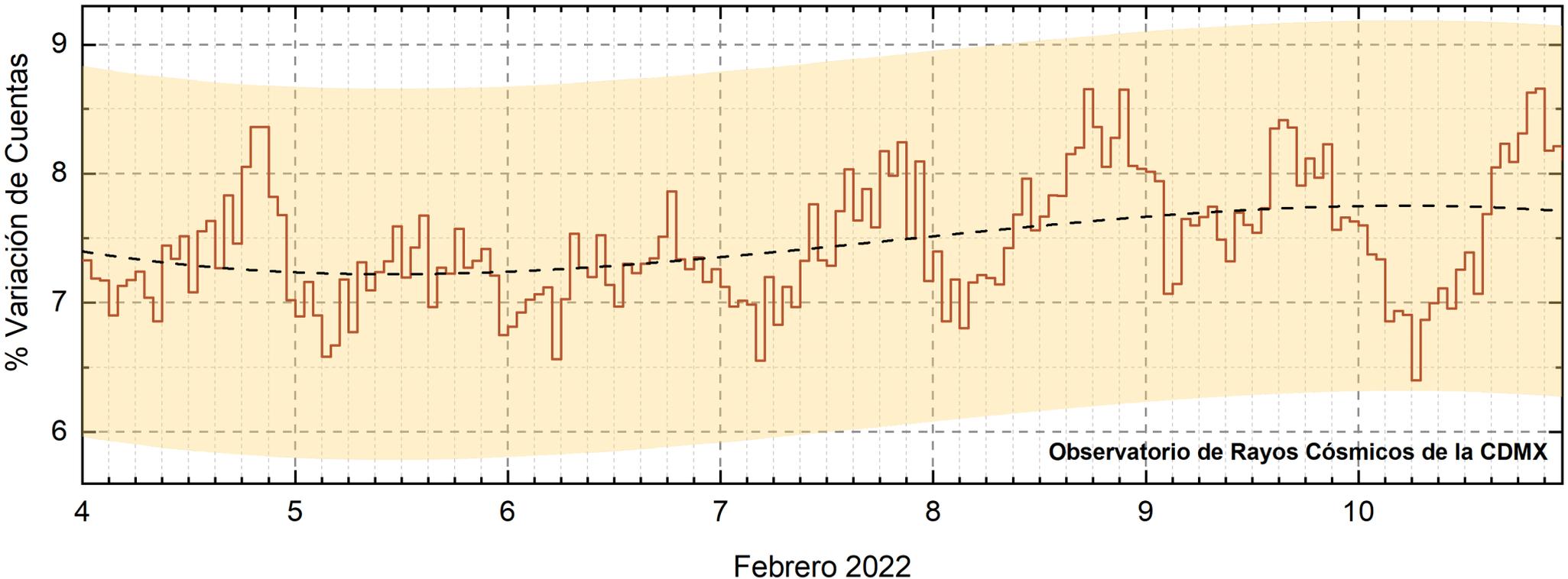


(2) Mapas ionosféricos globales (GIM JPL)



Según los datos locales, se observaron perturbaciones de TEC los días 3-5 y 8-9 de febrero. Los datos globales disponibles confirman este comportamiento.

Rayos Cósmicos:



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

Datos registrados por el Observatorio de Rayos Cósmicos de la Ciudad de México. La curva discontinua negra representa el promedio de los datos registrados, el área coloreada en amarillo representa la significación de los datos ($\pm 3\sigma$). Cuando se registran variaciones que salen del área, es probable que éstas sean atribuidas a efectos de emisiones solares en el flujo de rayos cósmicos.

Del 4 al 10 de febrero de 2022, no se detectaron variaciones significativas ($\pm 3\sigma$) en las cuentas de rayos cósmicos.

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 a todos los responsables y colaboradores de instrumentos del LANCE y a las redes de estaciones GPS del Servicio Sismológico Nacional y TalocNET 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: <ftp://cddis.gsfc.nasa.gov/pub/gps/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 evento de radio solares.

UNAM/LANCE/SCIEMEX

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

Dr. Víctor José Gatica Acevedo

M.C. Angela Melgarejo Morales

Isaac David Orrala Legorreta

UNAM ENES-Morelia

Dr. Mario Rodríguez Martínez

UNAM/PCT

Lic. Elizandro Huipe Domratheva

M.C. Elsa Sánchez García

M.C. Carlos Arturo Pérez Alanís

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

CPCET/SAET-IPN

Ing. Julio C. Villagrán Orihuela

Ing. Reynaldo Vite Sánchez

Alain Mirón Velázquez

Ángel A. Valdovinos Córdoba

Mariana Y. Ortiz Hernández

Valeria García Miguel

Pablo Romero Minchaca

Elaboración: J. Américo González Esparza

Revisión: Ernesto Aguilar Rodríguez

Créditos

Datos

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

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

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

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/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>