

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 09 al 17 de marzo de 2022

CONDICIONES DEL SOL

Regiones Activas (RA): 5 – 12965, 12967, 12968, 12969, 12970

Hoyos coronales: 4, que están principalmente localizados en el disco solar y los polos.

Fulguraciones solares: 4 clase M y múltiples clase C.

Eyecciones de masa coronal: se registraron 22 EMCs, de las cuales 4 tipo fueron tipo halo.

CONDICIONES DEL MEDIO INTERPLANETARIO

Esta semana se registró una eyección de masa coronal (EMC). Dicha EMC generó actividad geomagnética: $K_p=6$ y $Dst=-84$ nT.

CONDICIONES DE MAGNETÓSFERA

Índice K local y global: Se registró una tormenta geomagnética clase G1 durante la semana. Esta se debió a la llegada de una onda de choque y el viento solar comprimido por ésta a la órbita de la Tierra.

Índice Dst y DH: Se registró una perturbación geomagnética moderada durante la semana. Esta fue provocada por una onda de choque que atravesó la órbita de la Tierra.

CONDICIONES DE LA IONOSFERA

Se observaron valores aumentados del TEC durante toda la semana. Los días 13 y 14 de marzo se presentaron las mayores desviaciones respecto a su valor regular.

Reporte semanal: del 09 al 17 de marzo de 2022

CONDICIONES DE RAYOS CÓSMICOS SOBRE MÉXICO

En la semana del 11 al 17 de marzo se registró un “*decrecimiento Forbush*” asociado con la tormenta solar que impactó la Tierra el 13 de marzo.

ESTALLIDOS DE RADIO

Callisto-MEXART detectó un estallido de radio tipo II el 14 de marzo a las 17:21 en tiempo universal.

PRONÓSTICOS

Viento solar:

ENLIL pronostica corrientes de viento solar promedio con velocidades de aproximadamente 500 km/s para los próximos días.

Fulguraciones solares:

Debido a la actividad de la AR 12965, es probable que se puedan presentar fulguraciones clase C y hasta clase M en los próximos días.

Tormentas ionosféricas:

Baja probabilidad de perturbaciones ionosféricas severas.

Tormentas geomagnéticas:

Baja probabilidad de perturbaciones geomagnéticas significativas.

Tormentas de radiación solar:

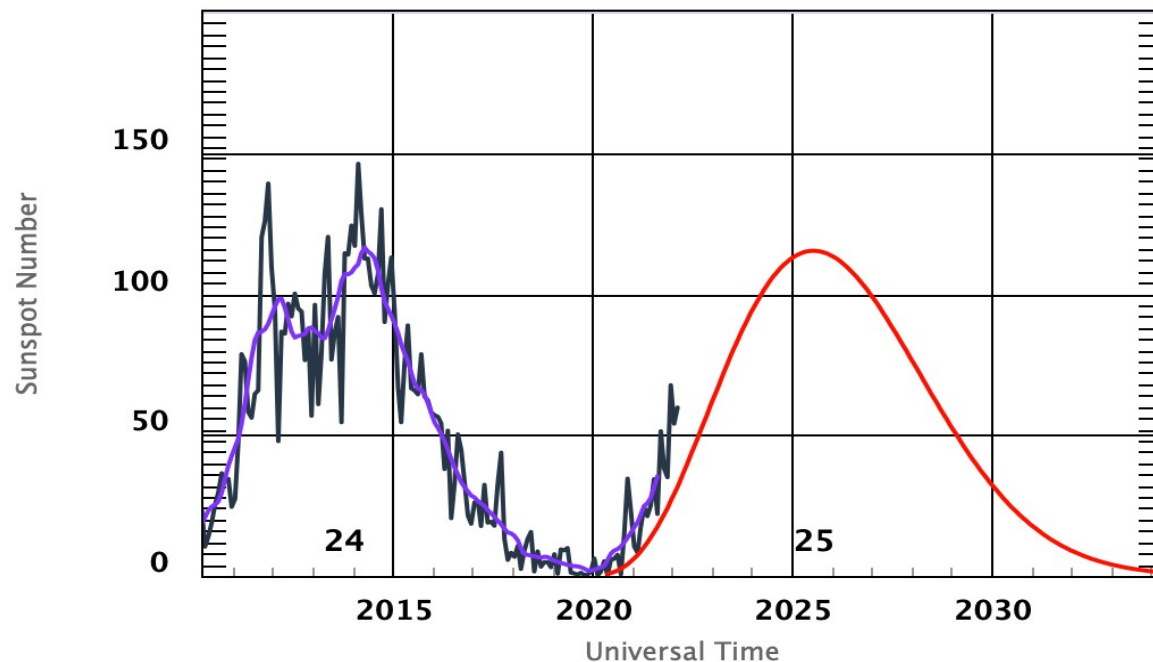
Baja probabilidad de tormentas de radiación severas.

Eventos de partículas energéticas:

Baja probabilidad de presentarse eventos de partículas energéticas significativos.

Ciclo de manchas solares y la actividad solar

ISES Solar Cycle Sunspot Number Progression



◆ Monthly Values — Smoothed Monthly Values — Predicted Values
Space Weather Prediction Center

La figura muestra el conteo del número de manchas solares desde 2009, cubriendo el 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.

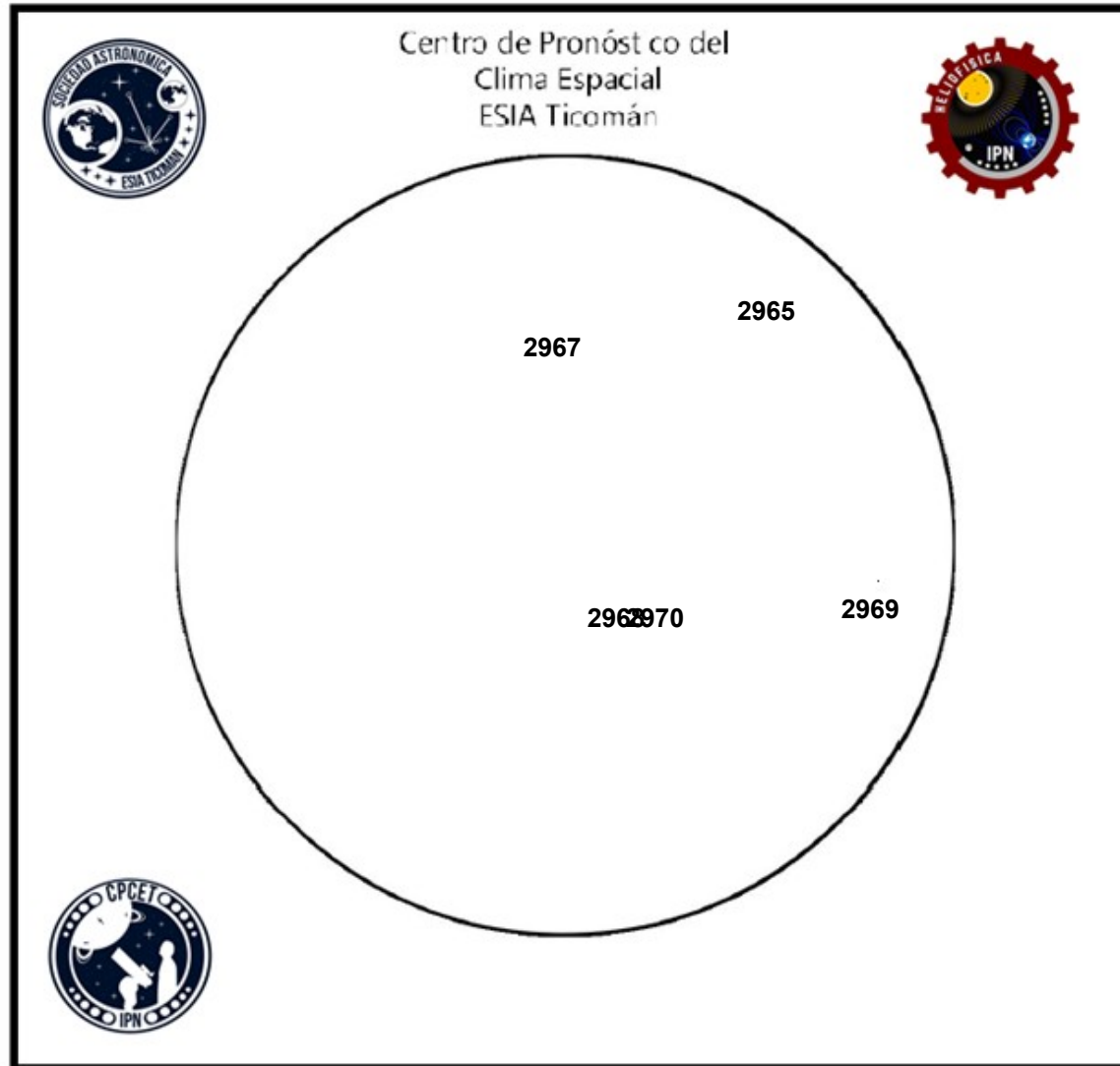
Estamos iniciando la fase ascendente del nuevo ciclo solar 25.

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

Número de Wolf

LANCÉ

Laboratorio Nacional
de Clima Espacial



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:

$$W=k(10 \cdot G+F)$$

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.

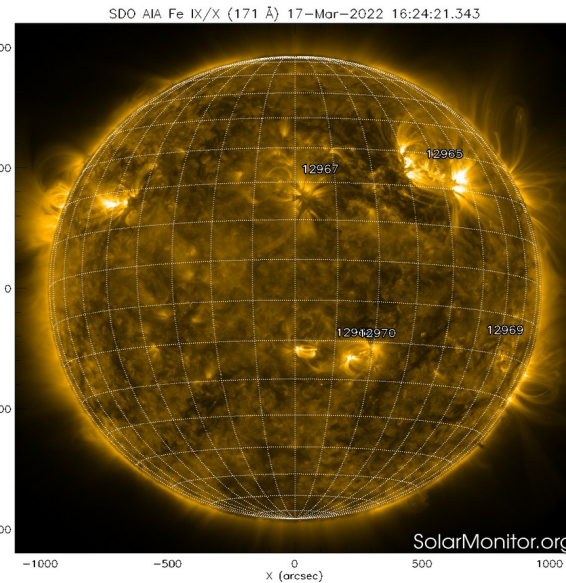
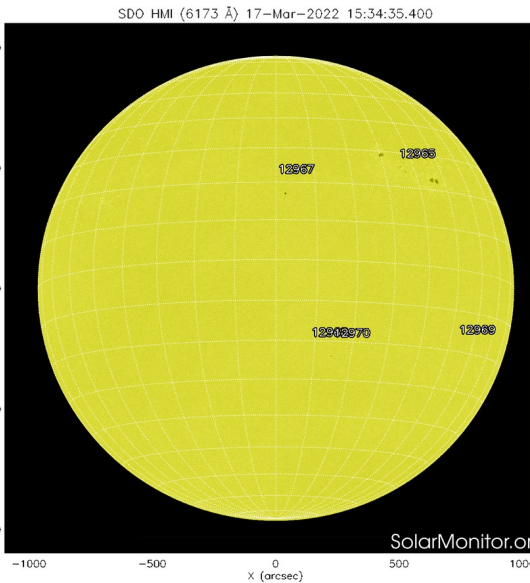
Número de Wolf máximo esta semana: **109**

Durante esta semana se pudieron observar cinco regiones activas en la superficie del Sol. Estas fueron la 2965, 2967, 2968, 2969 y 2970. Con coordenadas N24W33, N18E02, S23W07, S19W55 y S23W13 respectivamente.

Atmósfera solar y las capas solares

El Sol hoy visto en dos longitudes de onda que muestran la fotosfera y la corona.

A la izquierda: La fotosfera es la zona “superficial” del Sol, donde aparecen las manchas solares. Regiones oscuras 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: 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 1,000,000 K. Los hoyos coronales (regiones oscuras) son regiones de campo magnético solar localmente abierto. Son fuente de las corrientes de viento solar rápido.

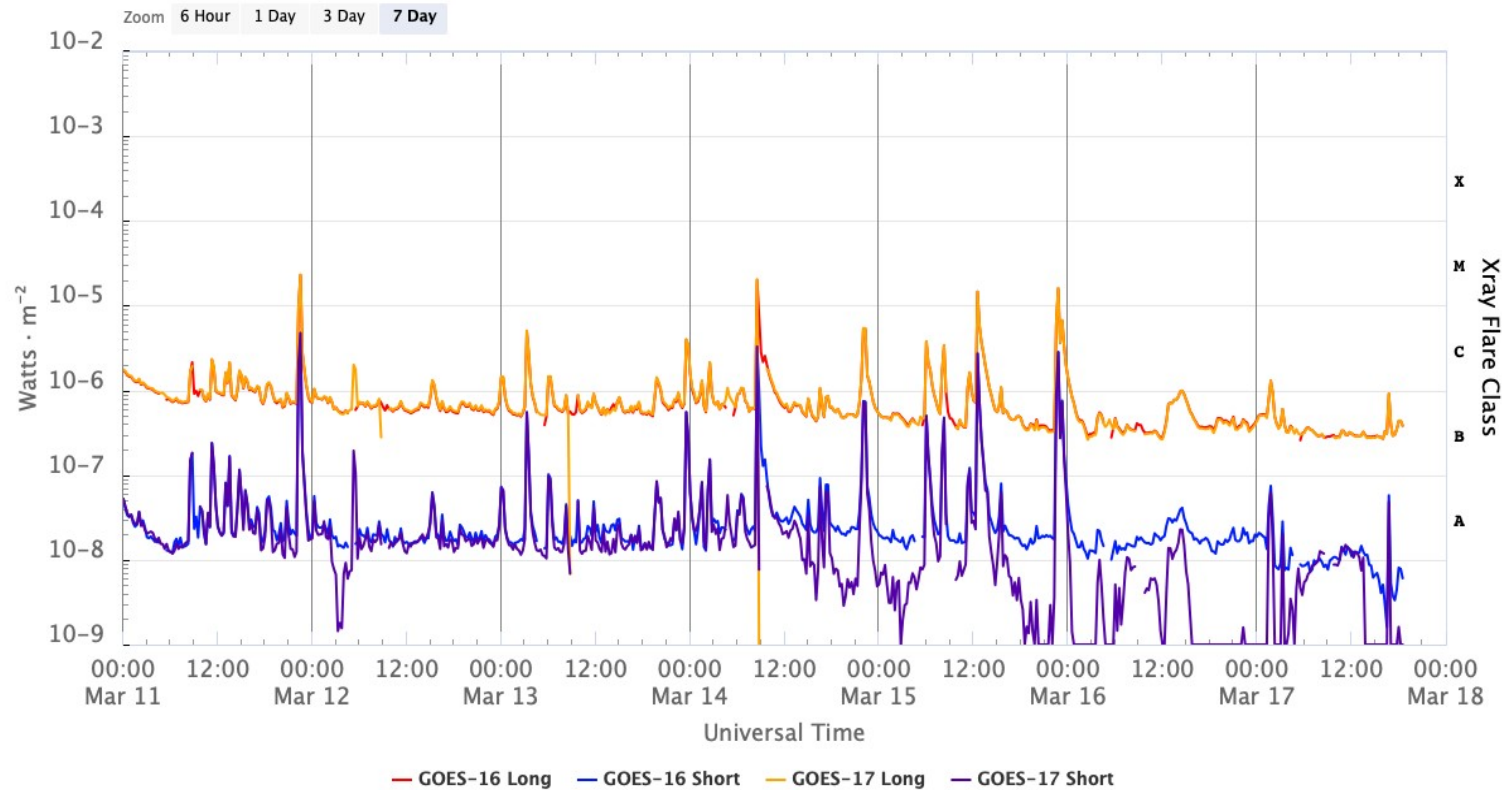


Las imágenes del satélite SDO muestran regiones de manchas solares, las cuales tiene asociadas cinco regiones activas: 12965, 12967, 12968, 12869 y 12970. Además, en la imagen de rayos X suaves, se observan zonas brillantes asociadas a las regiones activas mencionadas anteriormente.

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

Actividad solar: Fulguraciones solares

GOES X-Ray Flux (1-minute data)



Flujo de rayos X solares detectado por los satélites GOES de la NOAA. Durante la semana se registró actividad moderada con la presencia de cuatro fulguraciones clase M y múltiples clase C.

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

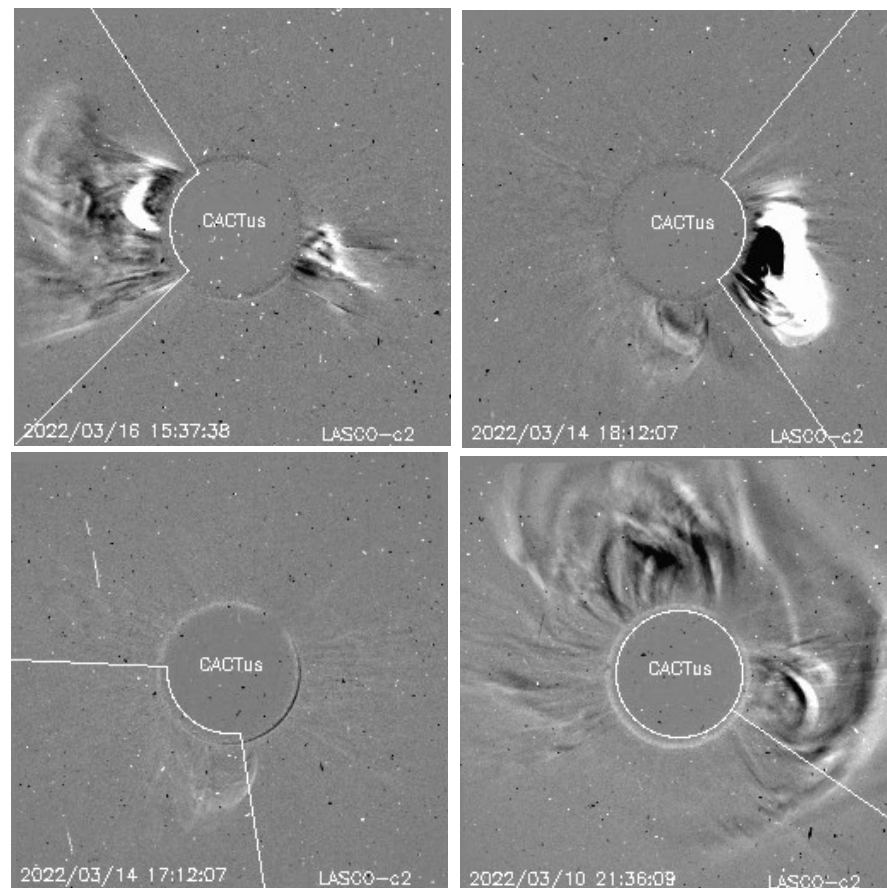
Actividad solar: Eyecciones de Masa Coronal

Se registraron 22 EMCs.
4 tipo halo.

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

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

2022/03/16	13:36	374
2022/03/14	17:36	600
2022/03/14	12:12	112
2022/03/10	19:48	484



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

Credito imagenes 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 17 de marzo de 2022, el modelo pronostica el arribo de corrientes de viento solar promedio con velocidades de aproximadamente 500 km/s para los días siguientes. Además, pronostica el arribo del choque producido por una EMC para el día 20 de marzo a las 00:14 TU.

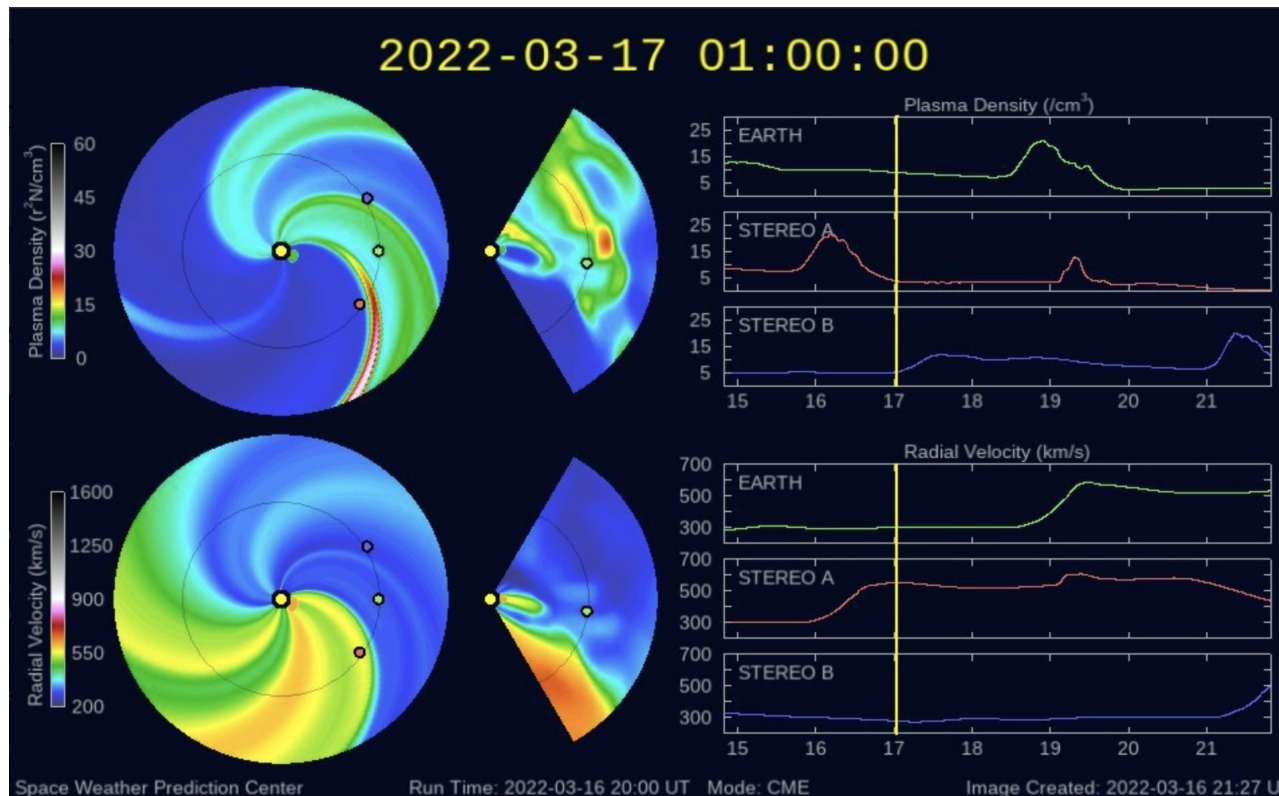


Imagen: <http://www.swpc.noaa.gov/products/wsa-enlil-solar-wind-prediction>

Medio interplanetario: Región de interacción de viento solar

Esta semana se registró una eyección de masa coronal (EMC) (ver área sombreada en amarillo en imagen 2). La EMC se generó en la región activa 12962 (ver imagen 1) después de una fulguración clase C2. Dicha EMC generó actividad geomagnética: $K_p=6$ y $Dst=-84$ nT.

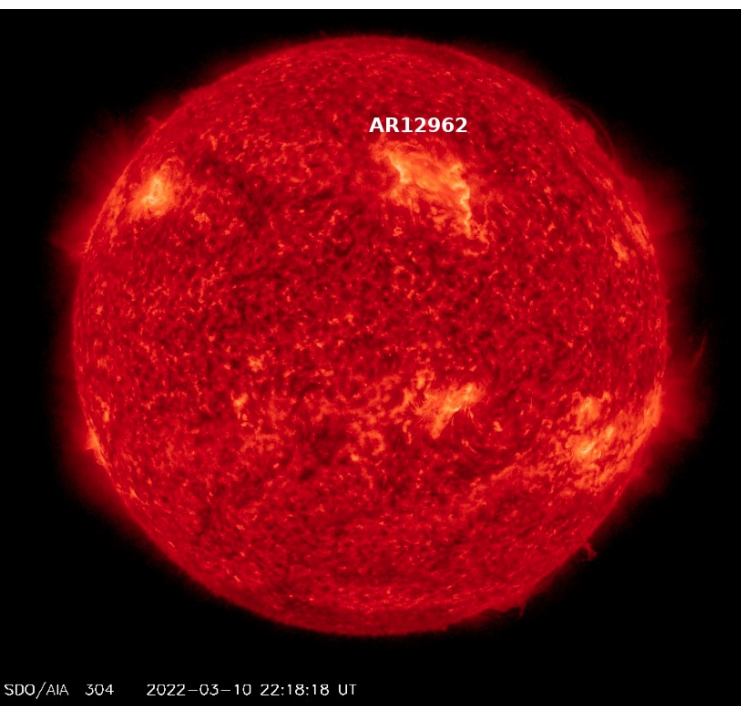


Imagen 1: <https://sdo.gsfc.nasa.gov/data>

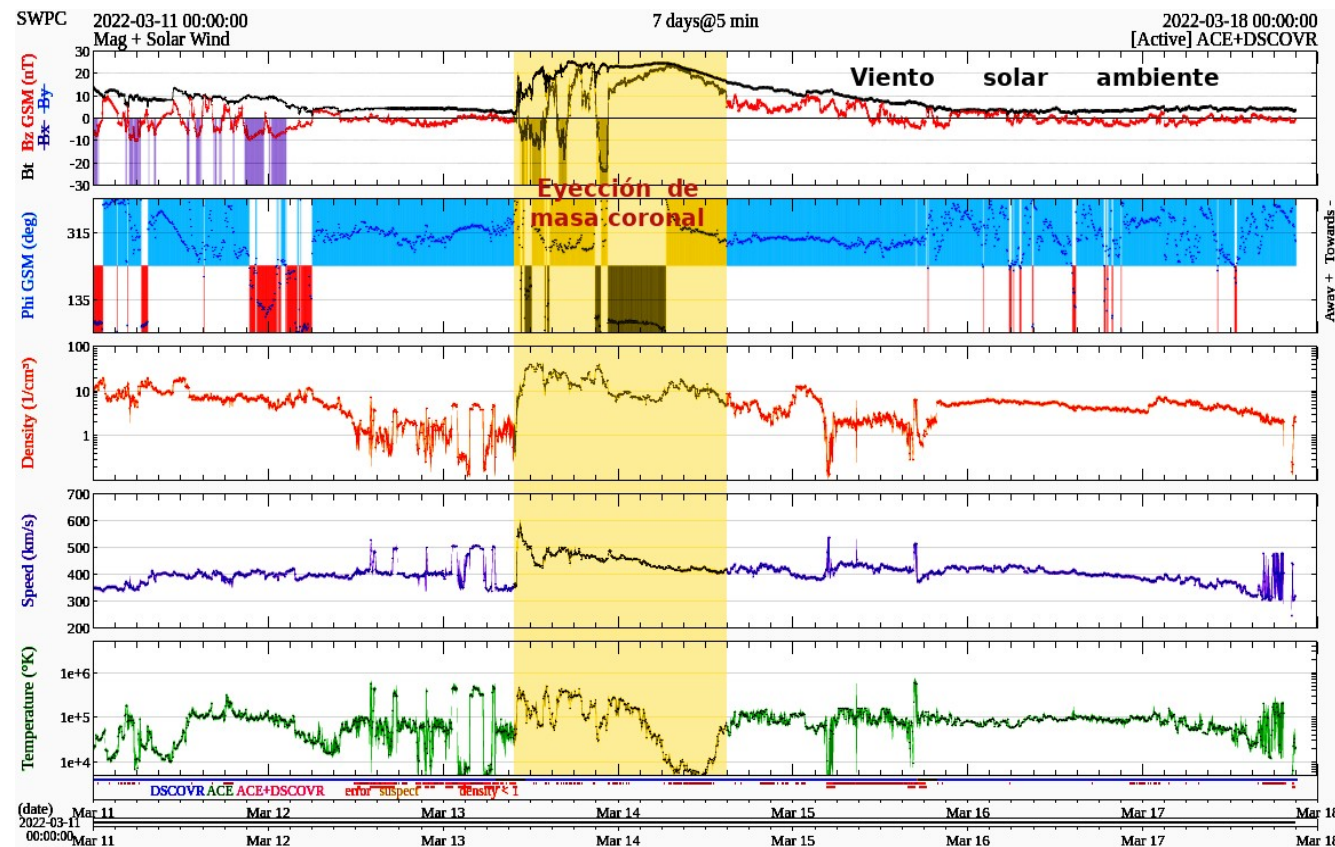


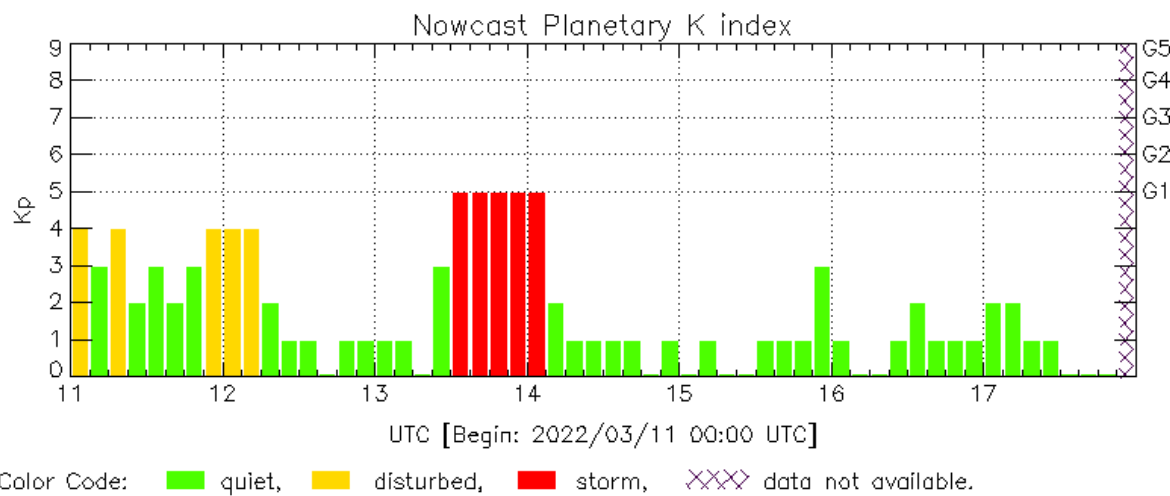
Imagen 2: <http://www.swpc.noaa.gov/products/real-time-solar-wind>

Perturbaciones geomagnéticas: Índices geomagnéticos Kp y Kmex

Se registró una tormenta geomagnética clase G1 durante la semana. Esta se debió a la llegada de una onda de choque y el viento solar comprimido por ésta a la órbita de la Tierra.

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

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.



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.

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

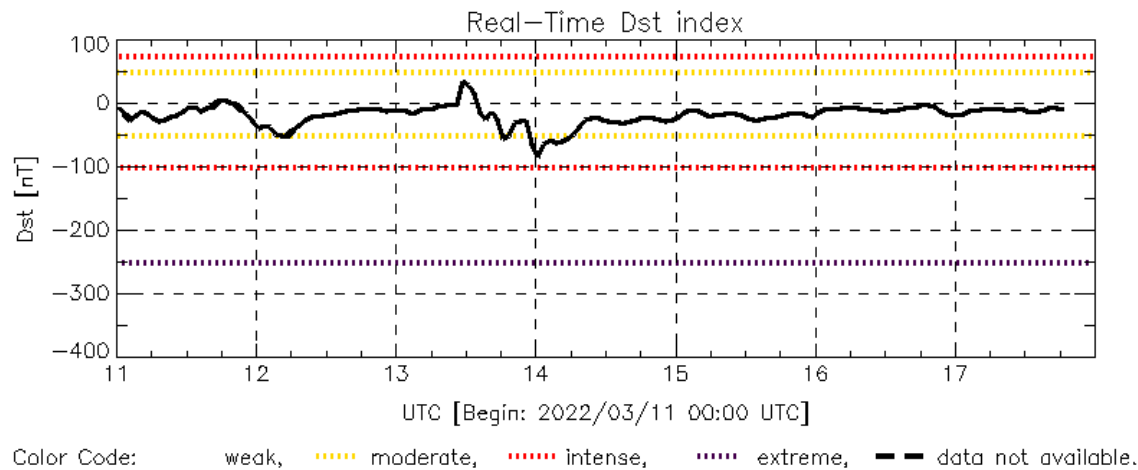
Updated: 2022/03/17-18:59 UTC

Perturbaciones geomagnéticas: Índice Dst y ΔH

Se registró una perturbación geomagnética moderada durante la semana. Esta fue provocada por una onda de choque que atravesó la órbita de la Tierra.

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

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.



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

Updated: 2022/03/17-18:59 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.

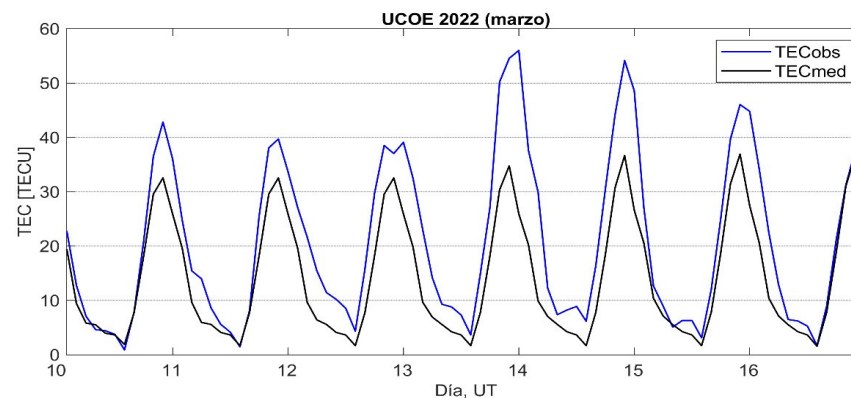
Ionósfera sobre México: TEC en el centro del país

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

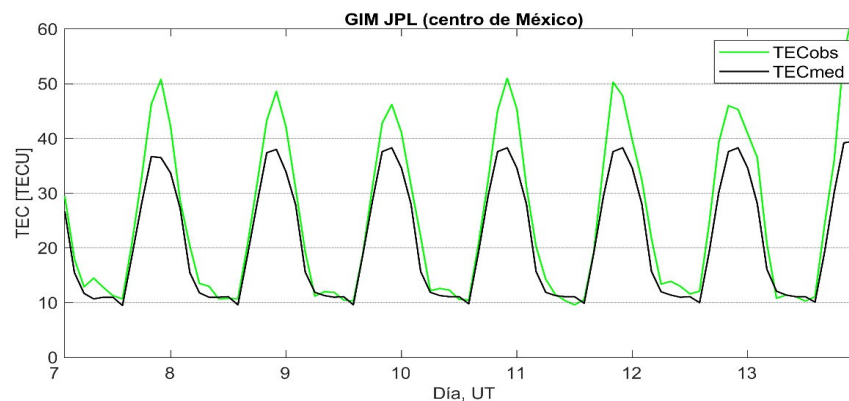
Series temporales de los valores de TEC (TECobs) con referencia a su valor mediano (TECmed) obtenidas de:

(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.



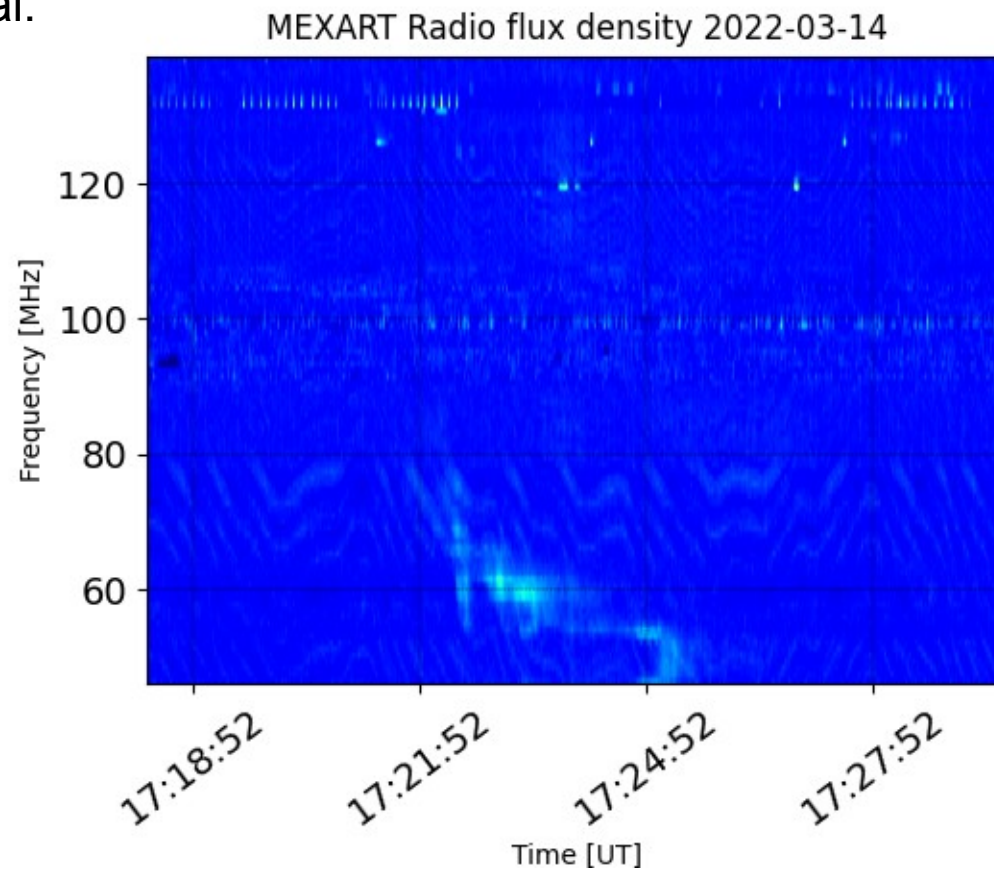
(2) Mapas ionosféricos globales (GIM JPL)



Se observaron valores aumentados del TEC durante toda la semana. Los días 13 y 14 de marzo se presentaron las mayores desviaciones respecto a su valor regular.

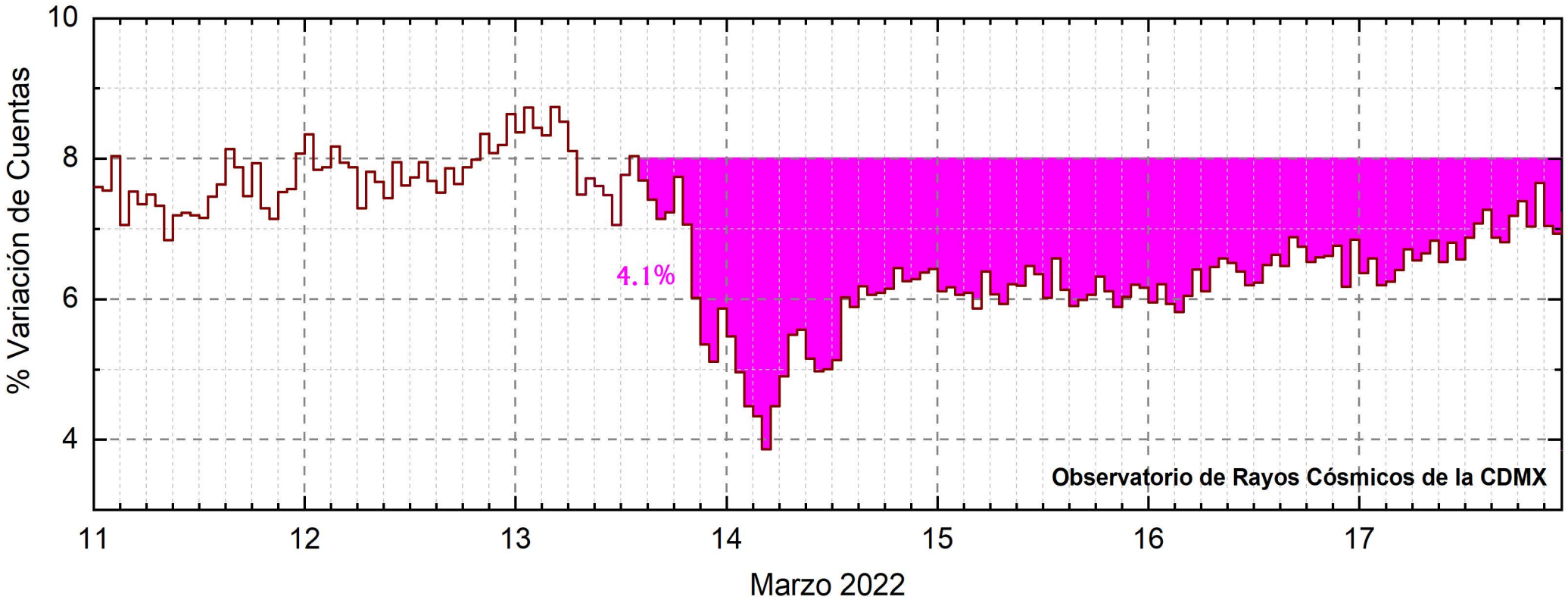
Estallidos de radio solares: Observaciones de Callisto-MEXART

Callisto-MEXART detectó un estallido de radio tipo II el 14 de marzo a las 17:21 en tiempo universal.



<http://www.rice.unam.mx/callisto/>

Rayos Cósmicos:



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

Datos registrados por el Observatorio de Rayos Cósmicos de la Ciudad de México. En la semana del 11 al 17 de marzo se registró un “**decrecimiento Forbush**” asociado con la tormenta solar que impactó la Tierra el 13 de marzo. El área coloreada en magenta representa la afectación por el impacto de la tormenta solar. La caída en el flujo de rayos cósmicos fue del 4.1% y, hasta las 23 hrs TU del 17 de marzo, aún se detecta la fase de afectación gradual y en proceso de recuperación de las cuentas de rayos cósmicos.

Rayos C3smicos:

Un decrecimiento Forbush es una intensa ca3da en las cuentas de rayos c3smicos gal3cticos registrados por los observatorios en Tierra. Este fen3meno se produce porque los rayos c3smicos son desviados por las l3neas de campo magn3tico asociadas a la tormenta solar.

Como los rayos c3smicos son, en su inmensa mayor3a, part3culas cargadas, siguen y giran alrededor de estas l3neas de campo magn3tico en funci3n a su energ3a y son desviados de su trayectoria original. De este modo, los menos energ3ticos no llegan a la Tierra, provocando una r3pida ca3da en el flujo detectado por los observatorios y con una recuperaci3n gradual en funci3n a los par3metros f3sicos de la tormenta solar.

Se observa que el inicio del decrecimiento Forbush se present3 a las 14 hrs TU del 13 de marzo y la etapa de mayor afectaci3n coincide con la tormenta geomagn3tica registrada por la estaci3n geomagn3tica en Coeneo Michoac3n.

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
Ing. Adan Espinosa Jiménez
Ing. Juan Luis Godoy Hernández
Dr. Ernesto Aguilar-Rodríguez
Dra. Verónica Ontiveros
Dra. Tania Oyuki Chang Martínez
Dr. Víctor José Gatica Acevedo
M.C. Angela Melgarejo Morales
Isaac David Orrala Legorreta

UNAM ENES-Morelia

Dr. Mario Rodríguez Martínez
M.C. Raúl Gutiérrez Zalapa
Rafael Zavala Molina

UNAM/PCT

Lic. Elizandro Huipe Domratcheva
M.C. Elsa Sánchez García
M.C. Carlos Arturo Pérez Alanis

UANL/LANCE

Dr. Eduardo Pérez Tijerina
Dr. Enrique Pérez León
Dr. Carlos de Meneses Junior
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
Miguel Daniel González Arias
Carlos Escamilla León
Jessica Juárez Velarde
Pablo Romero Minchaca
Eric Bañuelos Gordillo
Alfonso Iván Verduzco Torres
Alain Mirón Velázquez
Christian Armando Ayala López
Katia Lisset Ibarra Sánchez
Ángel A. Valdovinos Córdoba

Elaboración: José Juan González Avilés y equipo
SCIesmex

Revisión: Ernesto Aguilar Rodríguez

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-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>