

# LANCE

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 9 de marzo 2023

## CONDICIONES DEL SOL

**Regiones Activas (RA):** 12 (13238, 39, 40,...,49).

**Hoyos coronales:** 1 hoyo coronal en latitud media.

**Fulguraciones solares:** Más de 10 fulguraciones clase M, 1 clase X2.

**Eyecciones de masa coronal:** 52 eyecciones de masa coronal, 5 de ellas tipo halo.

**Estallidos de radio solares:** La REC-Mx detectó 9 estallidos de radio Tipo III, 2 tipo II y 4 Tipo IV.

## CONDICIONES DEL MEDIO INTERPLANETARIO

Viento solar rápido y el flanco de una eyección de masa coronal el día 9 de marzo.

## CONDICIONES DE MAGNETÓSFERA

Índice K global: Perturbación geomagnética leve ( $K_p = 4$ ) intermitente durante toda la semana.

Índice Dst global: Perturbación moderada el día 9 (índice Dst = -51 nT).

## CONDICIONES DE LA IONOSFERA

Valores de TEC aumentados.

## CONDICIONES DE RAYOS CÓSMICOS SOBRE MÉXICO

La caída de rayos cósmicos (evento Forbush) que inició el 15 de febrero terminó el 6 de marzo.

## PRONÓSTICOS

### **Viento solar:**

- Arribo de corrientes de viento solar lento con velocidades que varían entre los 300 km/s y los 500 km/s. No pronostica el arribo de ninguna EMC para los próximos 4 días.

### **Fulguraciones solares:**

- Se esperan fulguraciones clase C y M.

### **Tormentas ionosféricas:**

- No se esperan perturbaciones ionosféricas significativas en los próximos días.

### **Tormentas geomagnéticas:**

- No se esperan perturbaciones geomagnéticas intensas en los próximos días.

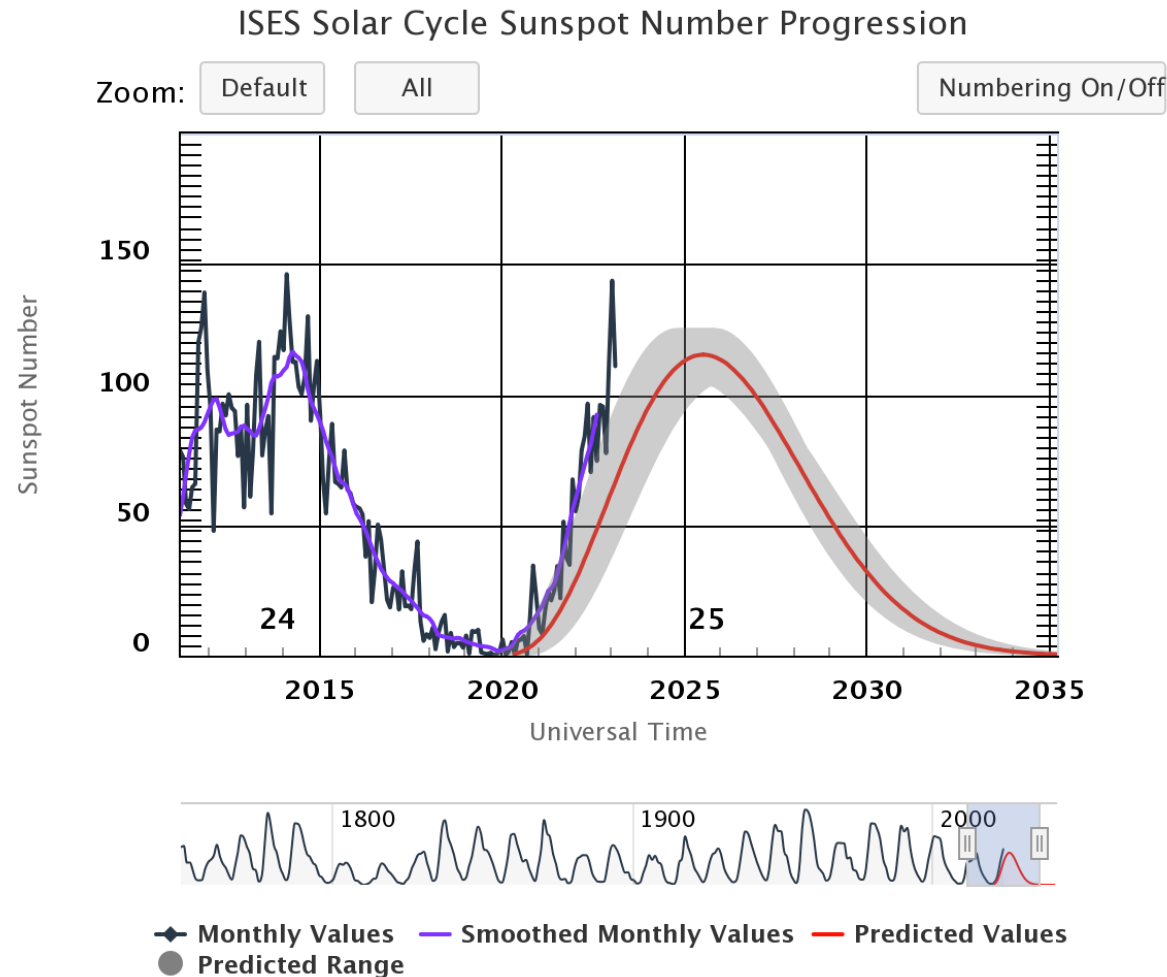
### **Tormentas de radiación solar:**

- No se esperan tormentas significativas 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



Space Weather Prediction Center

La figura muestra el conteo del número de manchas solares desde 2011, cubriendo la mayor parte del Ciclo Solar 24 y la predicción de cómo se espera el ciclo 25.

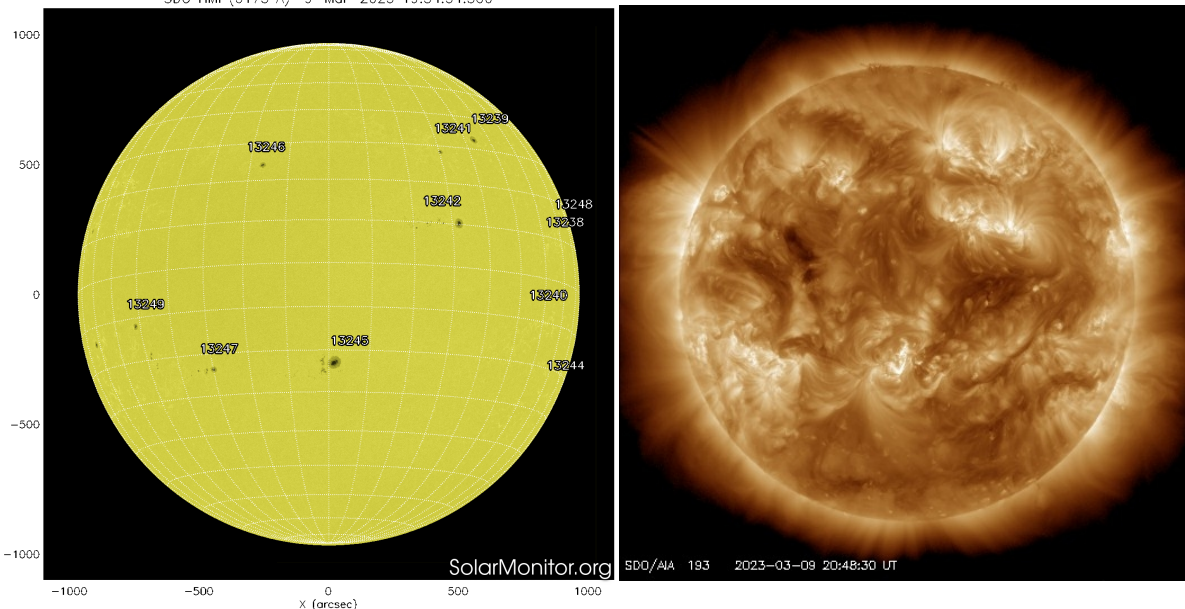
Entre más manchas solares presente el Sol, es mayor la posibilidad de que ocurra una tormenta solar.

Estamos en la fase ascendente del nuevo Ciclo Solar 25.

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

# Atmósfera solar y las capas solares

SDO/HMI (6173 Å) 9-Mar-2023 19:34:34.300



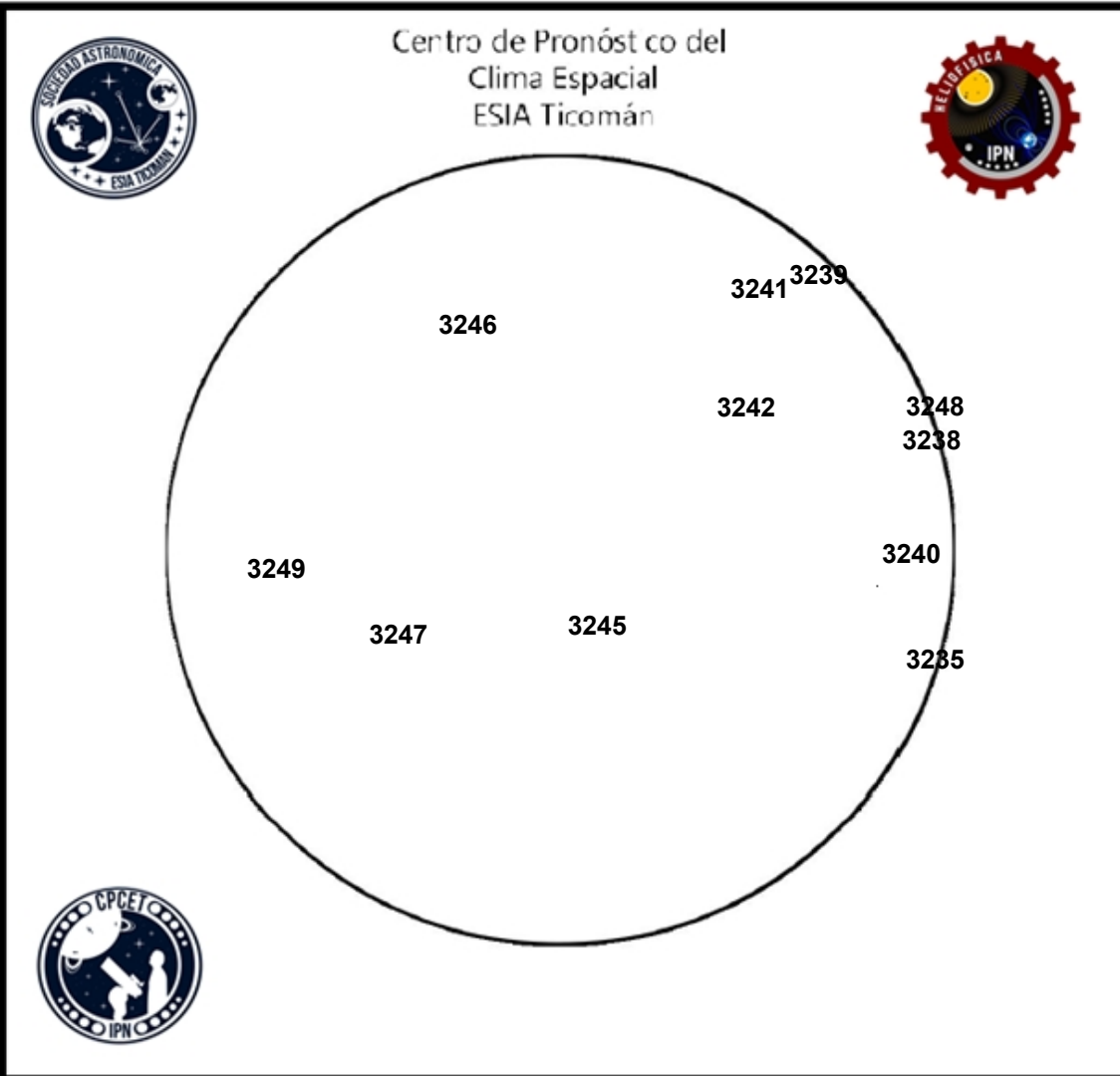
Se muestran 11 regiones de manchas solares (13238, 39, 40,...,49) en la fotosfera. En la imagen que muestra la corona, se observan zonas brillantes que corresponden a las regiones activas y están asociadas con las manchas solares.

El Sol al 9 de marzo, visto en dos longitudes de onda, muestran la fotosfera y la corona.

A la izquierda: La fotosfera es la zona “superficial” del Sol, donde aparecen las manchas solares. Son regiones oscuras formadas por material mas frío que sus alrededores y que contienen intensos campos magnéticos. Las manchas solares están relacionadas con la actividad solar. A la derecha: La corona solar en rayos X (193 Å). La emisión de Fe XII es la corona a  $10^6$  grados y también hay emisión Fe XXIV (regiones brillantes) de  $2 \times 10^7$  grados. Los hoyos coronales (regiones oscuras) son regiones de campo magnético abierto. Éstas son fuente de las corrientes de viento solar rápido.

<https://solarmonitor.org/index.php>  
<https://sdo.gsfc.nasa.gov/>

# 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.

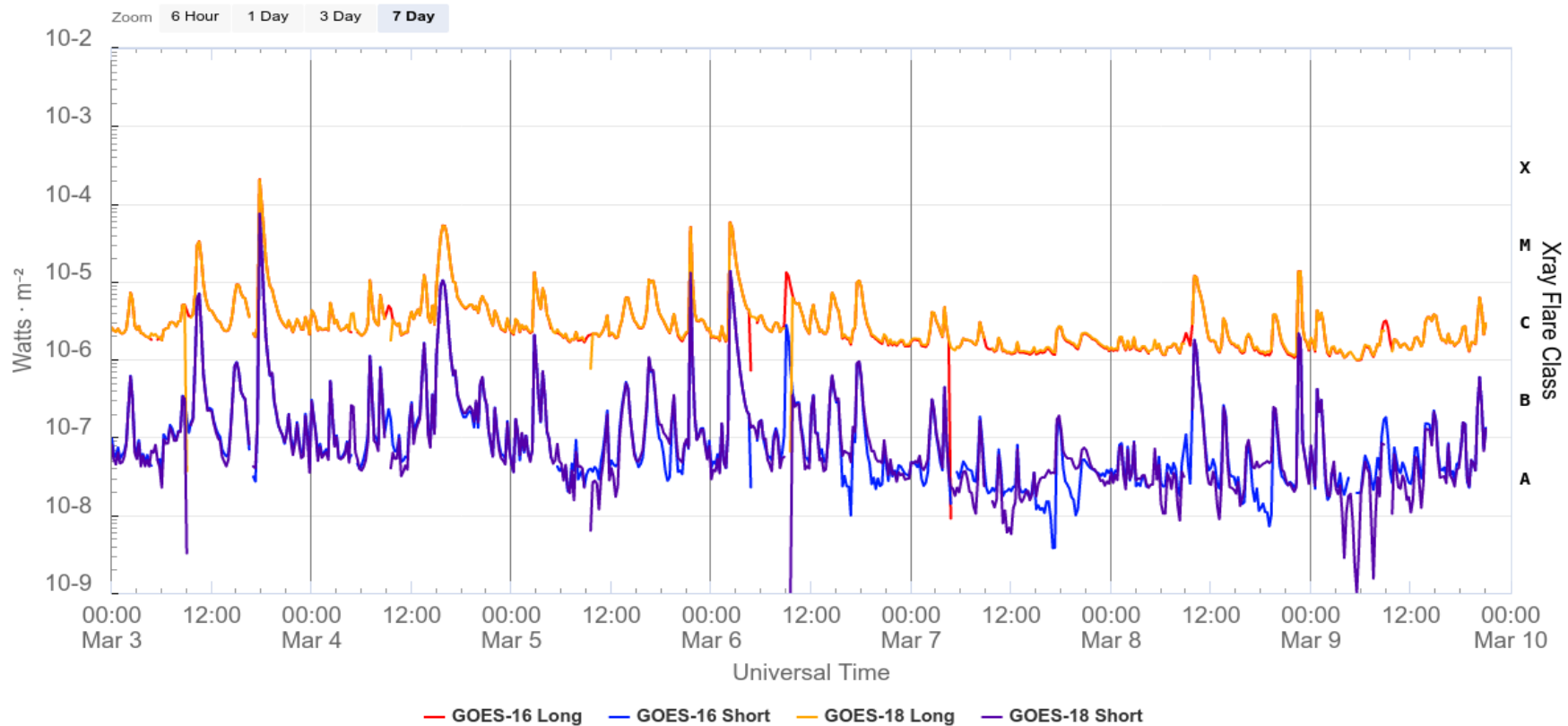
G = Cantidad de grupos manchas solares visibles sobre el disco solar.

Número de Wolf máximo esta semana: **272**

Durante esta semana se pudieron observar doce regiones activas en la superficie del Sol. En la imagen están 3238, 3239, 3240, 3241, 3242, 3244, 3245, 3246, 3247, 3248 y 3249 con coordenadas N09W70, N33W49, S09W61, N29W34, N10W27, S22W91, S23W05, N23E16, S24E29 y S12E49 respectivamente.

# Actividad solar: Fulguraciones solares

GOES X-Ray Flux (1-minute data)



Flujo de rayos X solares detectado por los satélites GOES de la NOAA. Se detectaron más de 10 fulguraciones clase M a lo largo de la semana y la más intensa fue una clase X2 el día 3.

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

# Actividad solar: Eyecciones de Masa Coronal

Se registraron 52 EMCs.  
5 tipo halo (ancho > 90°).

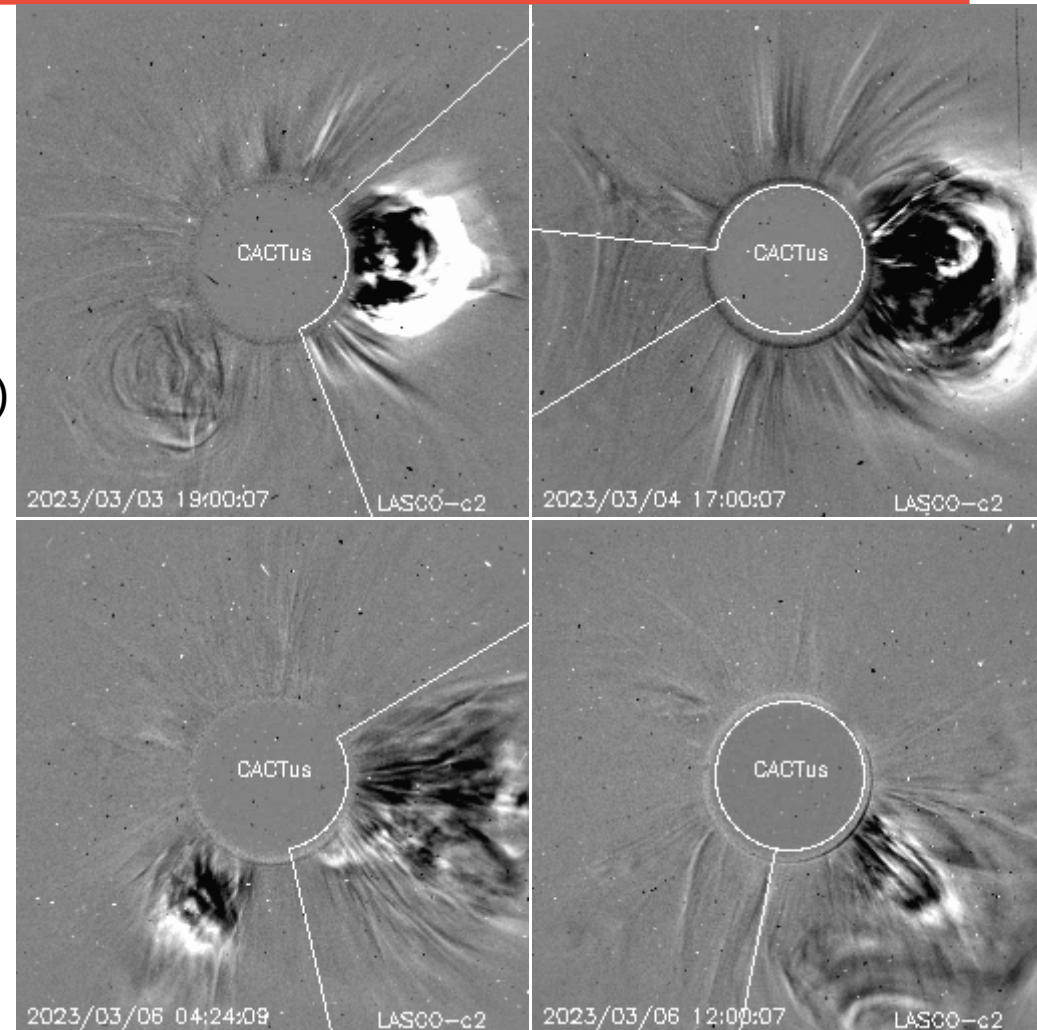
Mediciones de salida de EMCs de mayor  
dimensión o velocidad de esta semana:

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

2023/03/03	18:24	718
2023/03/04	15:48	771
2023/03/06	03:12	710
2023/03/06	10:36	1736

-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 09 de marzo de 2023, el modelo pronostica el arribo de corrientes de viento solar lento con velocidades que varían entre los 300 km/s y los 500 km/s, aproximadamente. No pronostica el arribo de ninguna EMC para los próximos 4 días.

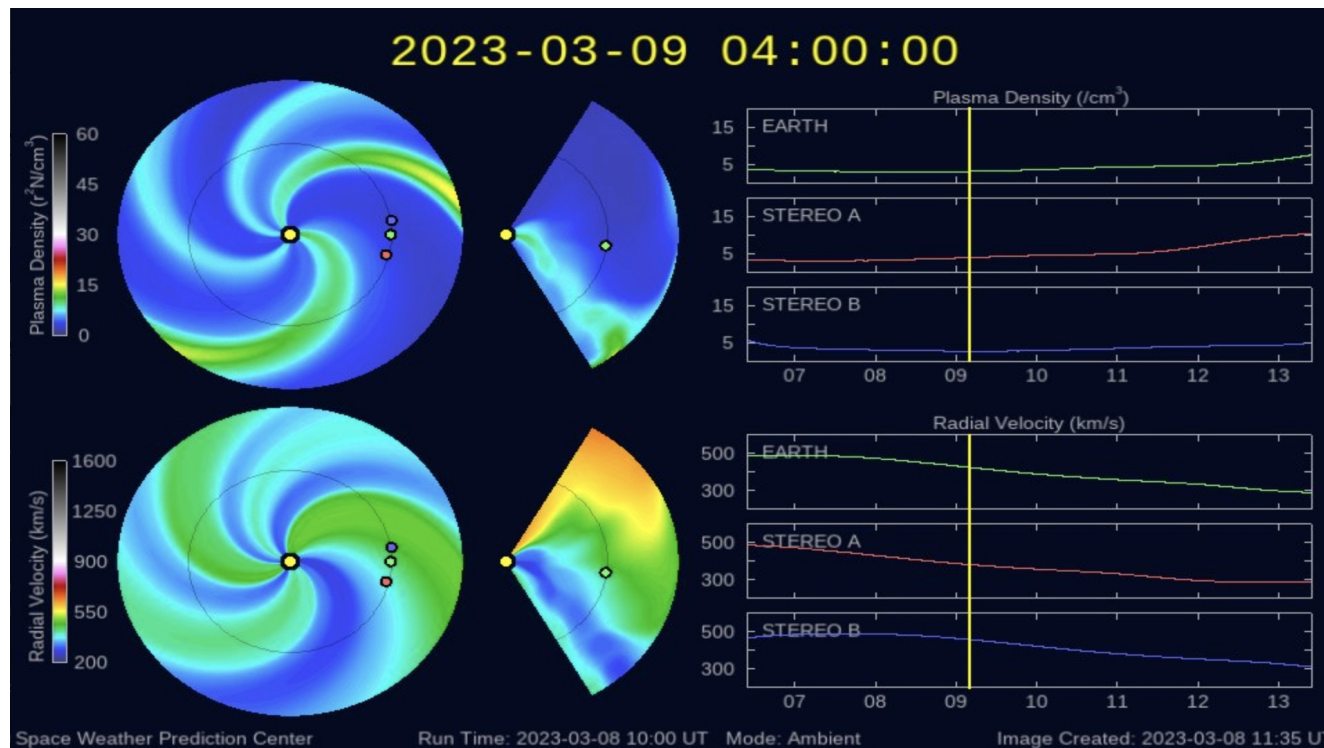


Imagen: <http://www.swpc.noaa.gov/products/wsa-enlil-solar-wind-prediction>

# Medio interplanetario: Región de interacción de viento solar

Esta semana se registró un viento solar rápido y el flanco de una eyección de masa coronal (ver área sombreada en amarillo en imagen 2). La EMC se generó en la región activa AR13243 y el viento solar rápido se originó en el hoyo coronal localizado al lado de AR13243 (ver 13243 y la región oscura, respectivamente en imagen 1). El flanco de EMC generó actividad geomagnética según el índice Dst=-51 nT.

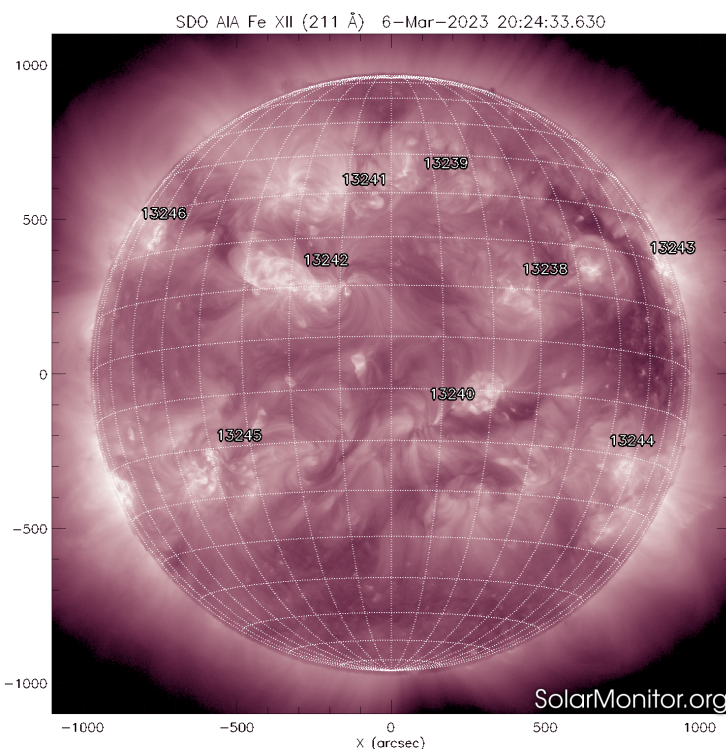


Imagen 1: <https://sdo.gsfc.nasa.gov/>

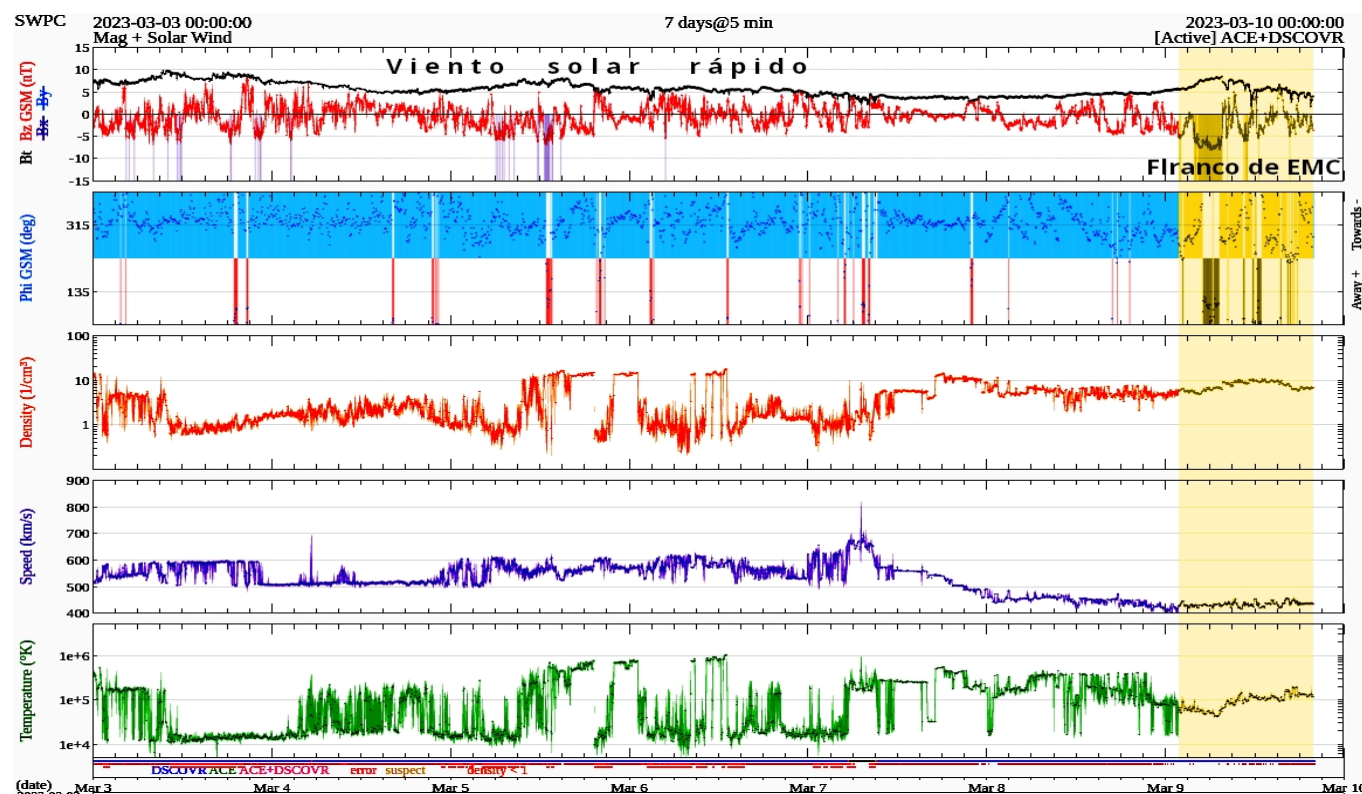
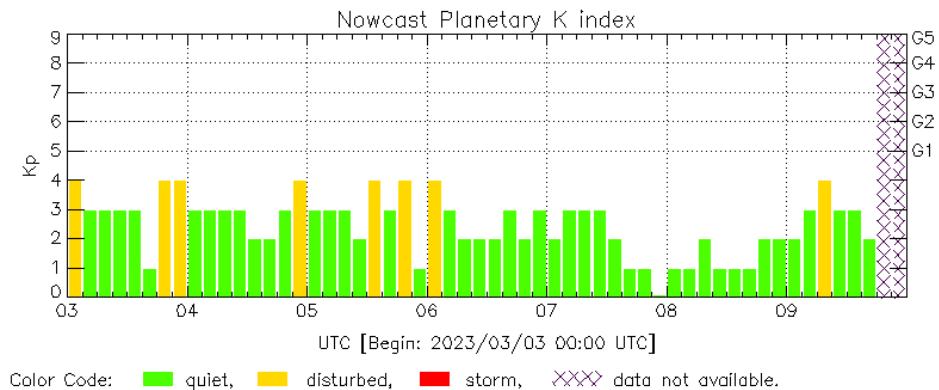


Imagen 2: <http://www.swpc.noaa.gov/products/real-time-solar-wind>

# Perturbaciones geomagnéticas: Índices geomagnéticos Kp y Kmex

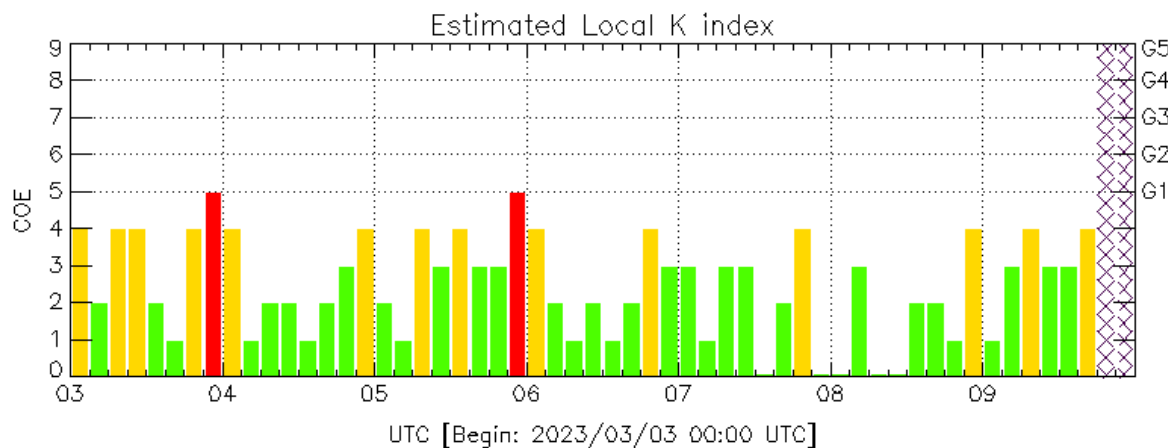
Se registró perturbación geomagnética (K=4) en el periodo entre el 3 y el 9 de marzo. La perturbación geomagnética fue provocada por regiones en el viento solar con componente Bz sur intermitente que impactó el ambiente terrestre entre el 3 y el 9 de marzo.

Datps: [www.gfz-potsdam.de/en/kp-index/](http://www.gfz-potsdam.de/en/kp-index/)



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

Updated: 2023/03/09-17:59 UTC



Color Code: ■ quiet, ■ disturbed, ■ storm, XXXX data not available.

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

Updated: 2023/03/09-17:59 UTC

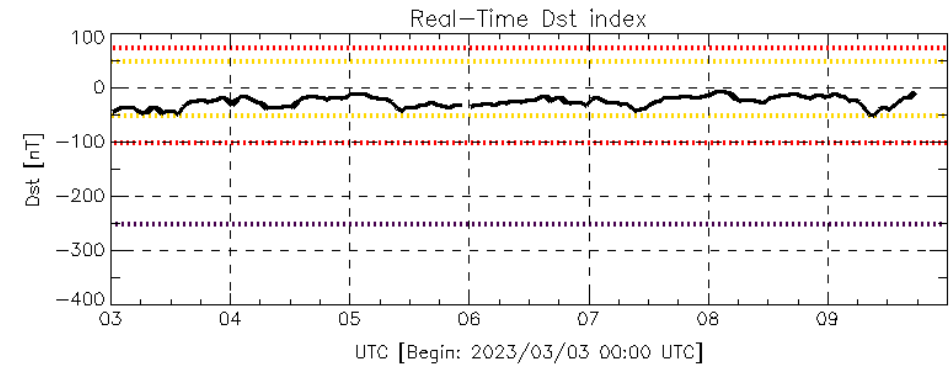
El índice K indica la intensidad de las variaciones del campo magnético terrestre en intervalos de 3 horas.

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

# Perturbaciones geomagnéticas: Índice Dst y $\Delta H$

Se registró actividad geomagnética débil en los índices DH y Dst respectivamente entre los días 3 y 9 de marzo. La actividad geomagnética fue provocada por una regiones de interacción en el viento solar con componente Bz sur intermitente que impactó el ambiente terrestre desde el 3 de marzo.

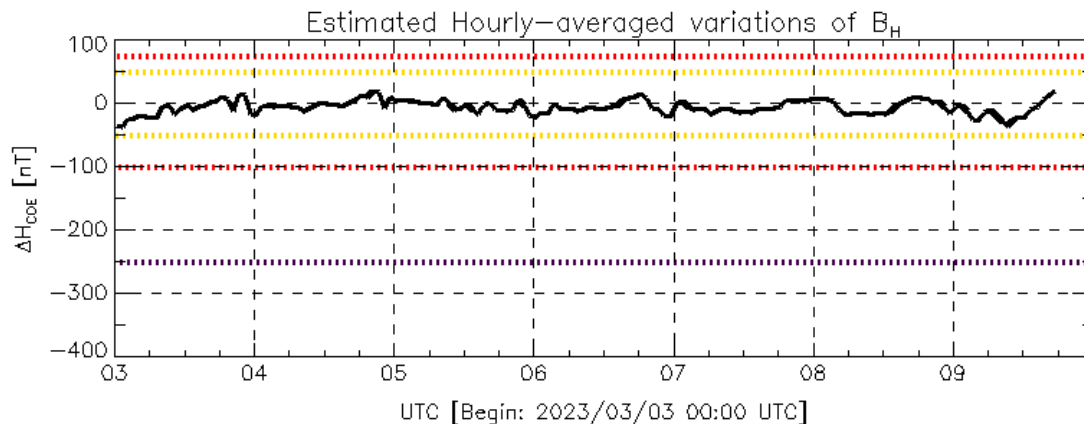
Datos: [wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/dst\\_realtime/](http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/dst_realtime/)



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/](http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/dst_realtime/)

Updated: 2023/03/09-17:59 UTC



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

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

Updated: 2023/03/09-17:59 UTC

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

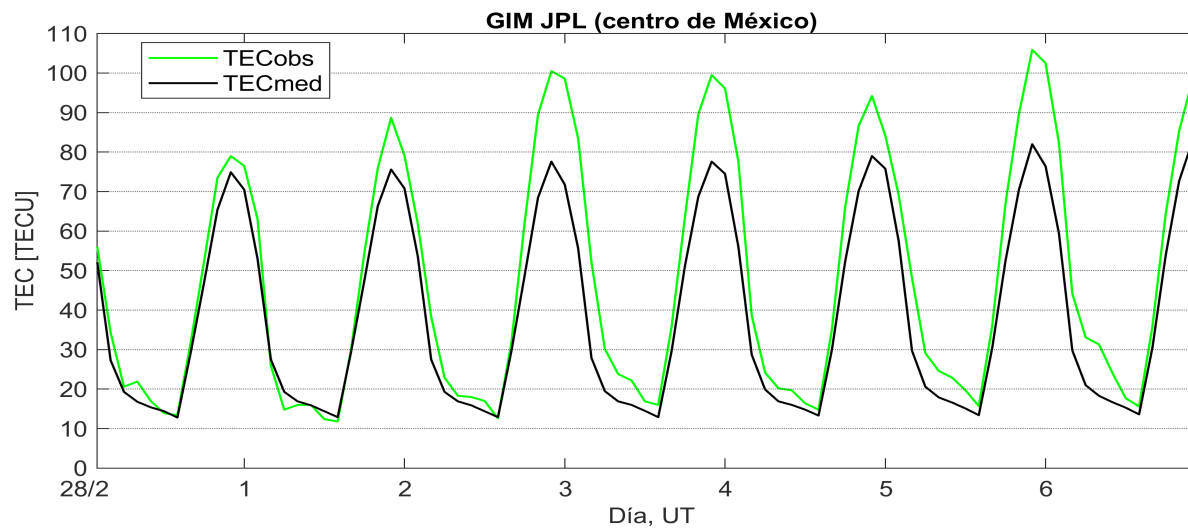
Estas variaciones, en general, se deben al ingreso de partículas cargadas, provenientes del espacio exterior, al ambiente espacial terrestre.

# 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 JPL)

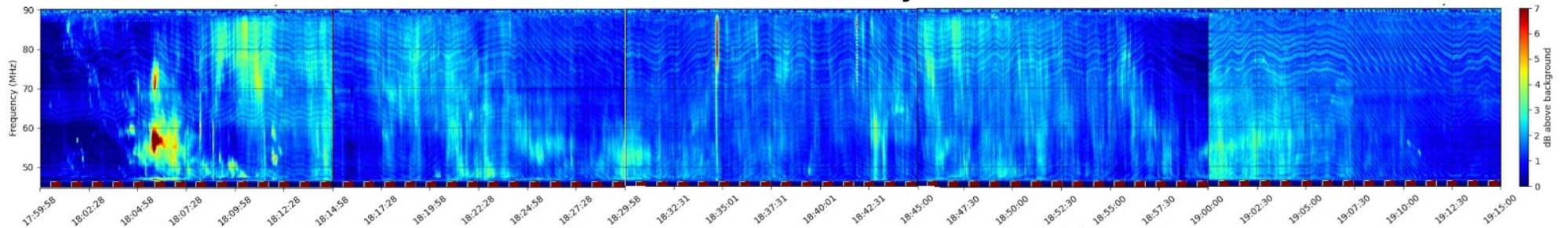


Esta semana se observaron valores de TEC aumentados.

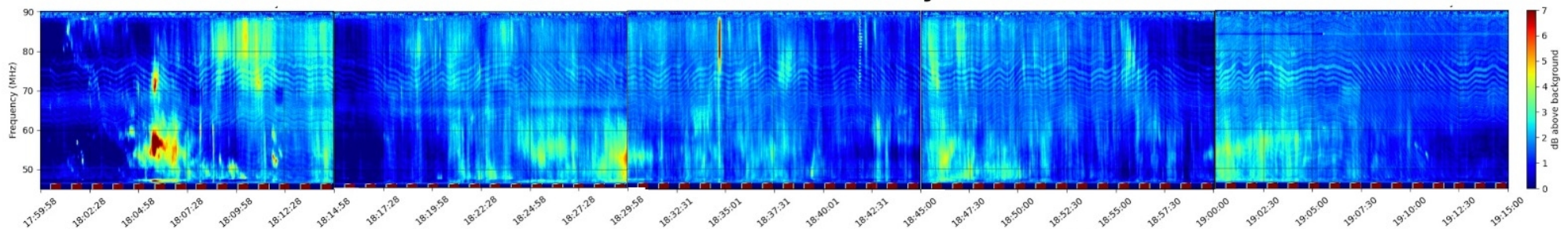
# Estallidos de radio solares: Observaciones de la REC-Mx

En esta semana la Red de Espectrómetros Callisto de México (REC-Mx) detectó 9 estallidos de radio Tipo III, 2 tipo II y 4 Tipo IV.

**MEXICO LANCE-B Radio Flux Density 2023-03-03**

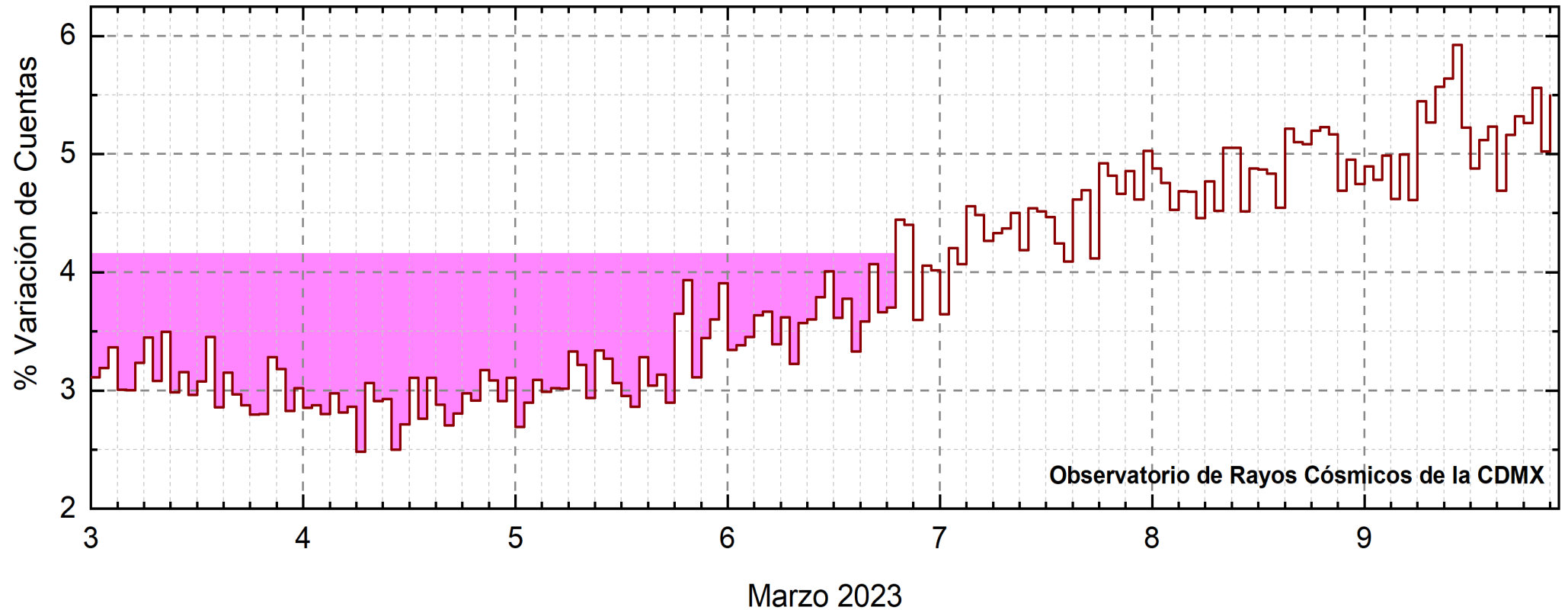


**MEXICO LANCE-A Radio Flux Density 2023-03-03**



Time (UTC)

# Rayos Cósmicos:



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

Datos registrados por el Observatorio de Rayos Cósmicos de la Ciudad de México. Del 3 al 9 de marzo continuó el registro del decrecimiento Forbush que inició el 15 de febrero y terminó el 6 de marzo a las 19 hrs TU. El flanco de una una EMC afectó el medio interplanetario durante la semana de análisis. El área coloreada en rosa representa la caída en las cuentas de rayos cósmicos detectados en la CDMX.

# Rayos Cósmicos:

Un decrecimiento Forbush es una intensa caída en las cuentas de rayos cósmicos galácticos registrados por los observatorios en Tierra. Este fenómeno se produce porque los rayos cósmicos son desviados por las líneas de campo magnético asociadas a la tormenta solar.

Como los rayos cósmicos son, en su inmensa mayoría, partículas cargadas, siguen y giran alrededor de estas líneas de campo magnético en función a su energía y son desviados de su trayectoria original. De este modo, los menos energéticos no llegan a la Tierra, provocando una rápida caída en el flujo detectado por los observatorios y con una recuperación gradual en función a los parámetros físicos de la tormenta solar.



## UNAM/LANCE/SCiESMEX

Dr. J. Américo González Esparza

Dr. Pedro Corona Romero

Dra. María 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

## UNAM ENES-Morelia

Dr. Mario Rodríguez Martínez

M.C. Raúl Gutiérrez Zalapa

Lic. Rafael Zavala Molina

## UNAM/PCT

Dra. Elsa Sánchez García

M.C. 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

**Elaboración:** Julio César Mejía Ambriz

**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 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>