

# LANCÉ

Servicio Clima Espacial

# Reporte Semanal

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



**AEM**  
AGENCIA ESPACIAL MEXICANA



**CENAPRED**  
CENTRO NACIONAL DE  
PREVENCIÓN DE DESASTRES

## **CONDICIONES DEL SOL**

Regiones activas: 3 regiones activas (12812, 12811 y 12810)

Fulguraciones: 3 fulguraciones nivel B. Se consideran eventos menores.

Eyecciones de masa coronal: 6 eventos lentos. No se esperan consecuencias en el entorno terrestre.

## **CONDICIONES DEL MEDIO INTERPLANETARIO**

Se registraron dos regiones de compresión que generaron dos tormentas geomagnéticas clase moderada y menor. El origen del viento solar rápido es un hoyo coronal localizado en latitudes bajas.

## **CONDICIONES DE MAGNETÓSFERA**

Índice Kp: Se generaron dos tormentas clase G2 y G1 (Kp=6 y 5) durante la semana. Las TG estuvieron asociadas a una corriente de viento solar rápido.

Índice Kmex: Se registró actividad geomagnética moderada durante la semana.

Índice Dst: Se generó una actividad geomagnética moderada durante la semana.

## **CONDICIONES DE LA IONOSFERA**

Se observaron valores incrementados del TEC en los días 20, 21 y 23 de marzo. Estas variaciones no son significativas.

## **CONDICIONES PARTÍCULAS ENERGÉTICAS**

No se detectaron incrementos significativos en las cuentas de rayos cósmicos.

# Reporte semanal: del 19 al 25 de marzo de 2021

## PRONÓSTICOS

### Viento solar:

- Se pronostica un ambiente solar terrestre dominado por corrientes de viento solar promedio con velocidades que decrecen desde los 500 km/s hasta los 400 km/s en los próximos días. Se pronostica el arribo de una EMC para el día de hoy o inicios del día de mañana.

### Fulguraciones solares:

- La presencia de las regiones activas 12812 y 1281 en el centro del disco solar puede producir algunas fulguraciones en los próximos días.

### Tormentas ionosféricas:

- No se esperan perturbaciones ionosféricas significativas para la próxima semana.

### Tormentas geomagnéticas:

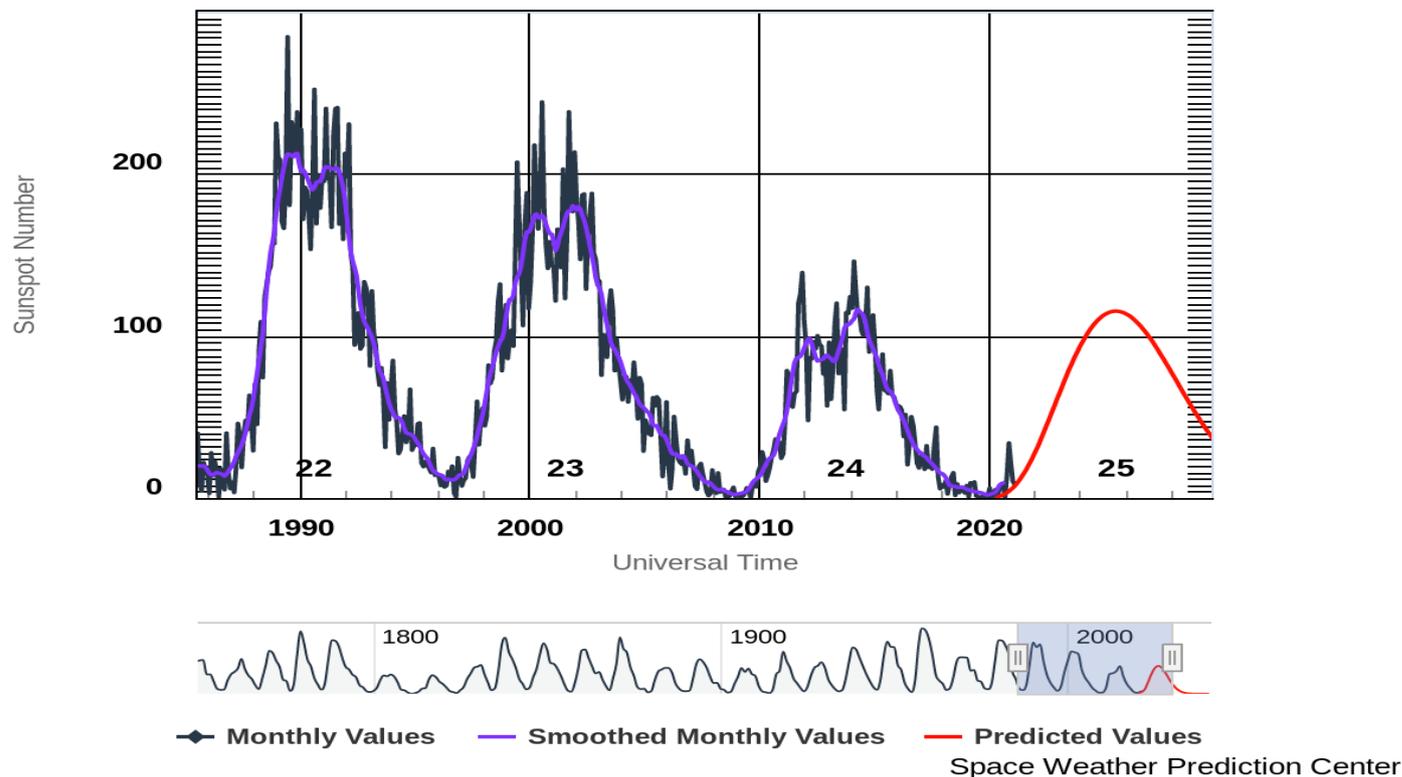
- No se pronostican tormentas geomagnéticas significativas.

### Tormentas de radiación solar:

- No se esperan tormentas significativas para la próxima semana.

# Ciclo de manchas solares y la actividad solar

ISES Solar Cycle Sunspot Number Progression



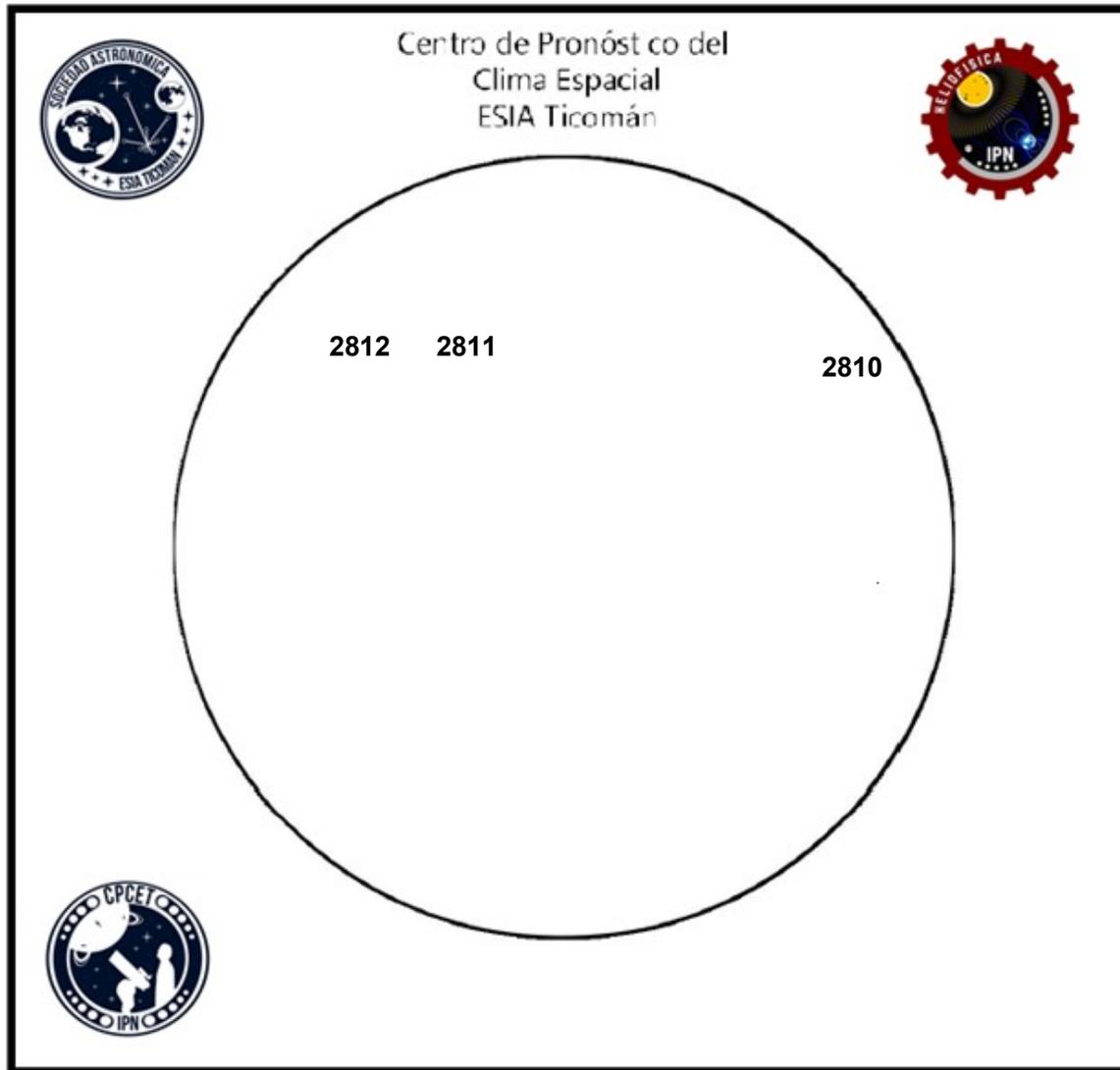
La figura muestra el conteo del número de manchas solares desde febrero del 1986, mostrando la evolución de los últimos tres ciclos (22-24) y la predicción del actual (25).

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

Estamos en el inicio del ciclo solar 25, alrededor del mínimo solar. Sin embargo, ya se ha mostrado actividad en las últimas semanas.

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

# 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:

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

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.

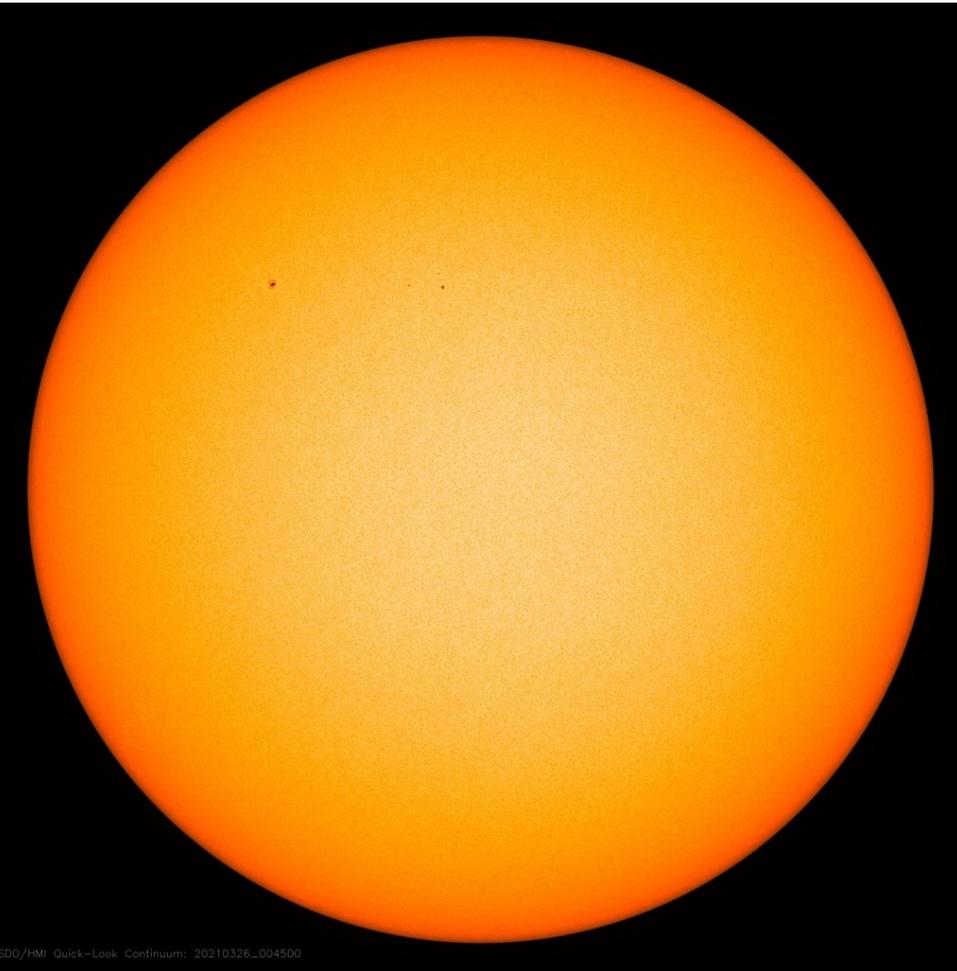
Número de Wolf máximo esta semana: **26**

Durante esta semana se pudieron observar tres regiones activas en la superficie del Sol. Estas fueron la 2810, 2811 y 2812 con coordenadas N18W50, N20E14 y N21E34 respectivamente.

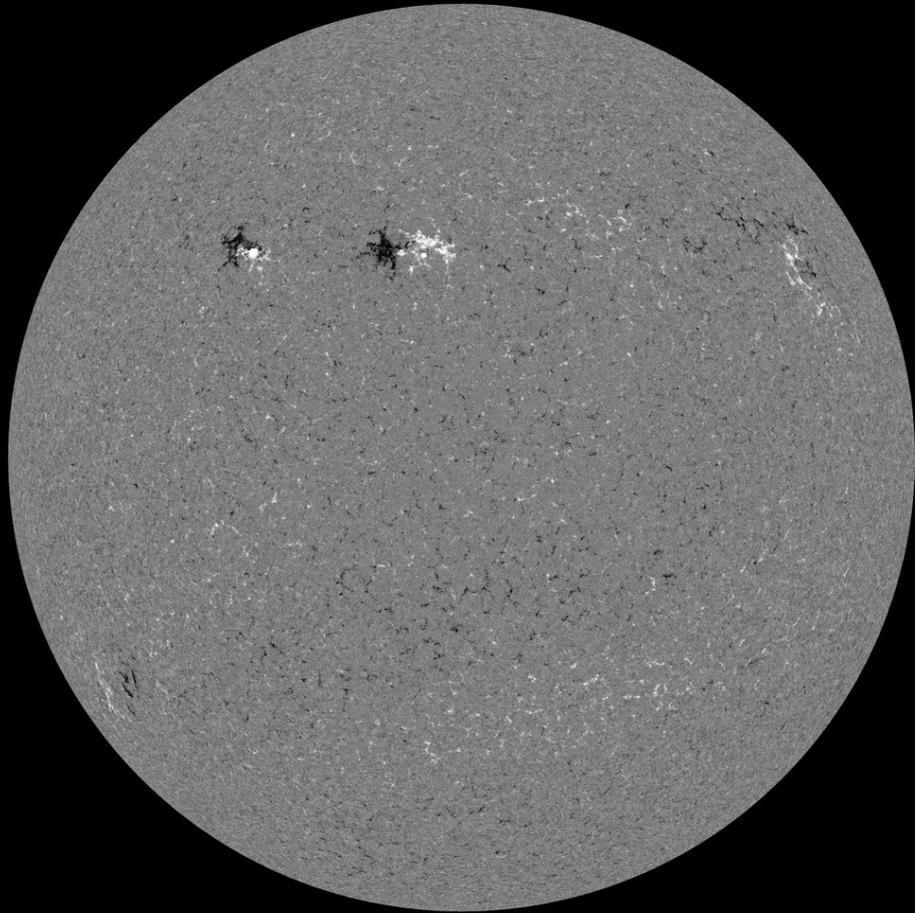
La fotosfera es la zona “superficial” del Sol, donde aparecen las manchas solares. Regiones oscuras formadas por material más frío que sus alrededores y que contienen intensos campos magnéticos. Las manchas solares están relacionadas con la actividad solar.

El Sol hoy 25 de marzo de 2021:

En la imagen reciente de la fotosfera se observan tres regiones activas: 12812 y 12811 en el centro del disco solar y la 12810 en el limbo oeste.



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



Un magnetograma solar permite identificar las regiones de intensos campos magnéticos solares. En general, estos campos magnéticos están asociados a manchas solares.

Las regiones de color blanco (negro) son zonas por donde salen (entran) líneas de campo magnético, correspondientes a polaridad positiva (negativa).

El Sol hoy 25 de marzo de 2021:

El magnetograma muestra dos regiones dipolares claras las cuales están asociadas con las regiones activas 12812 y 12811.

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

# Atmósfera solar y regiones activas

LANCÉ

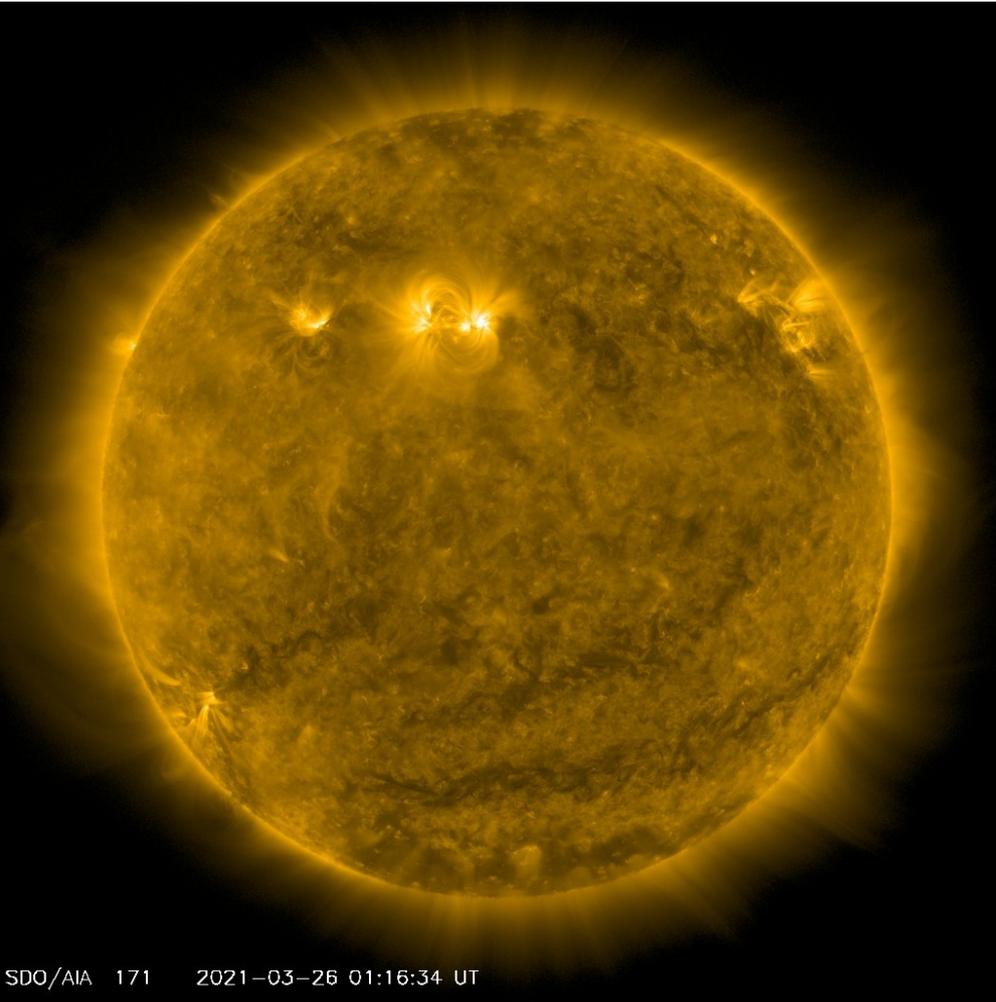
Servicio Clima Espacial

El Sol en rayos X suaves (171 Å). La emisión de Fe IX y X revela la estructura magnética en la región de la atmósfera solar llamada corona solar que se encuentra a 630,000 K.

Las regiones activas (zonas claras) son los lugares donde se presentan los fenómenos de actividad solar más importantes. Las regiones activas están regularmente asociadas a las manchas solares.

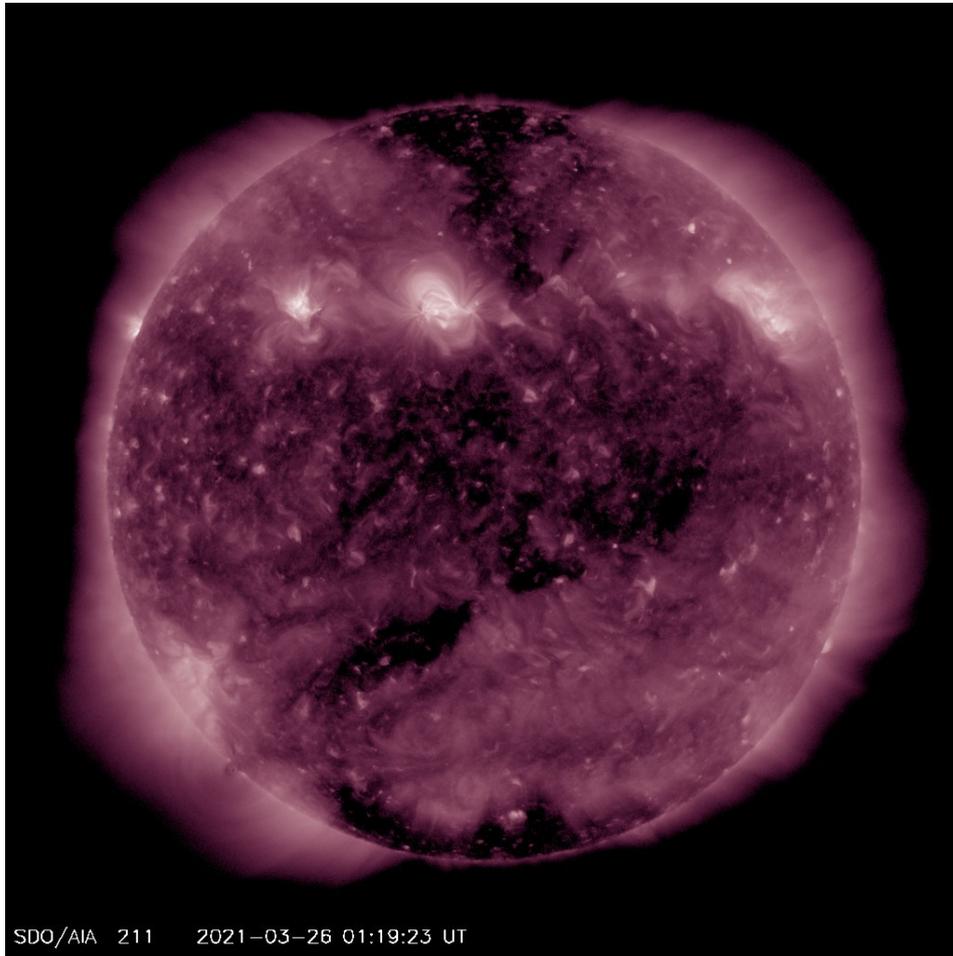
El Sol hoy 25 de marzo de 2021:

Se observan tres regiones activas claras: 12812 y 12811 en el centro del disco solar y la región 12810 en el limbo oeste y 12810 en el limbo oeste. Las regiones activas 12812 y 12811 podría producir actividad en los próximos días.



SDO/AIA 171 2021-03-26 01:16:34 UT

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



El Sol en rayos X suaves (211 Å). La emisión de Fe XIV revela la estructura magnética en la alta corona que se encuentra a 2,000,000 K.

Los hoyos coronales (regiones oscuras) son regiones de campo magnético solar localmente abierto. Los hoyos coronales son fuente de las corrientes de viento solar rápido.

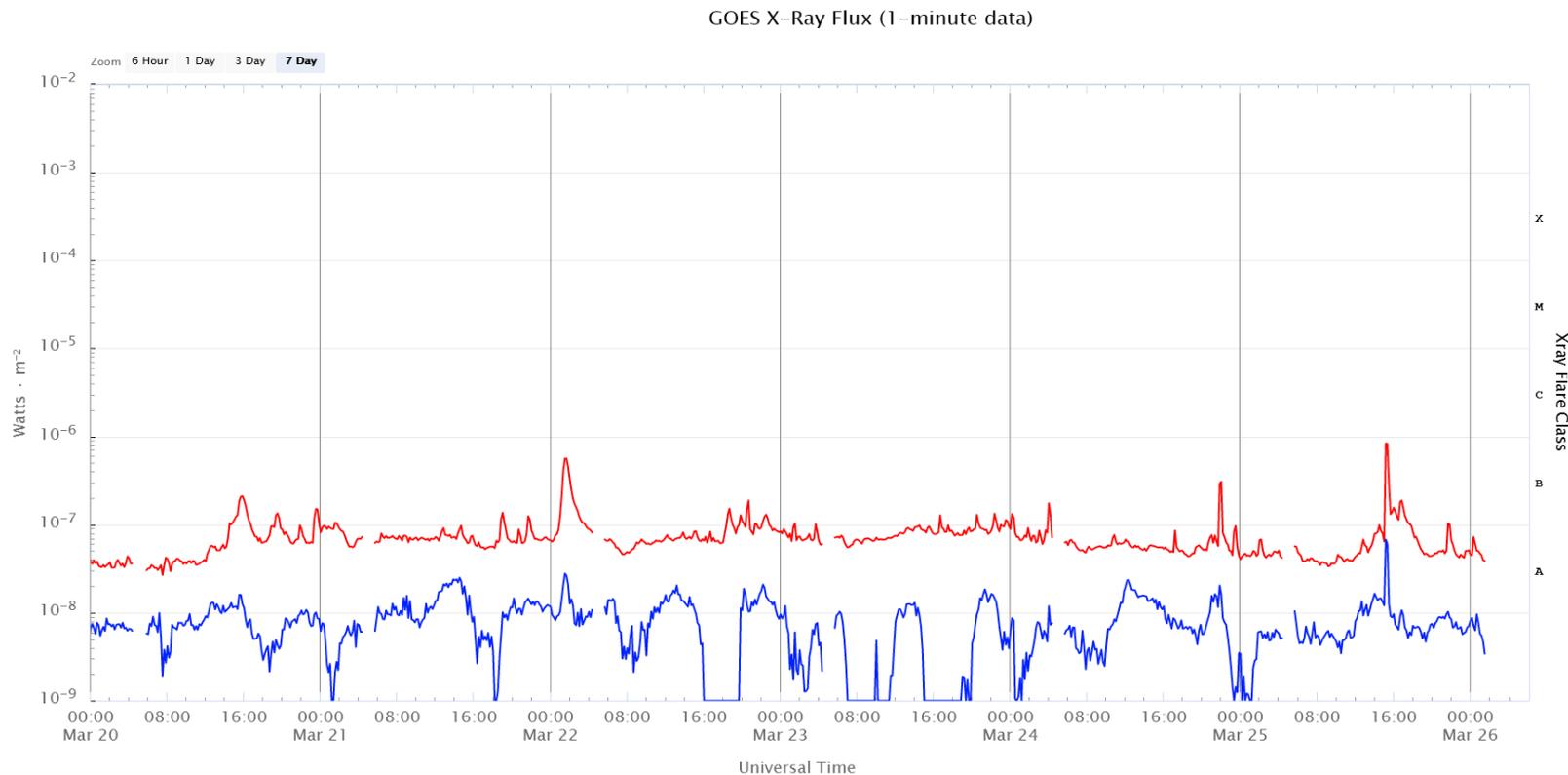
El Sol hoy 25 de marzo de 2021:

Se observan varios hoyos coronales que se extienden a lo largo del disco solar.

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

# Actividad solar: Fulguraciones solares

Flujo de rayos X solares detectado por los satélites GOES.  
A lo largo de la semana se presentaron tres fulguraciones clase B, los días 22, 24 y 25 de marzo, respectivamente. Estas fulguraciones son eventos leves que no generan afectaciones importantes.



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

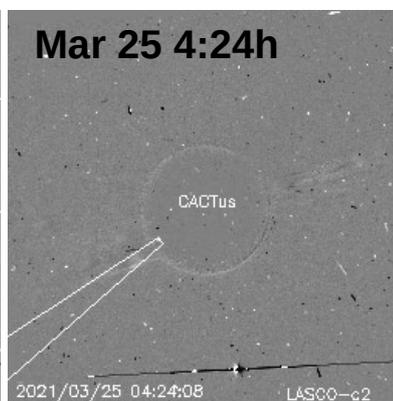
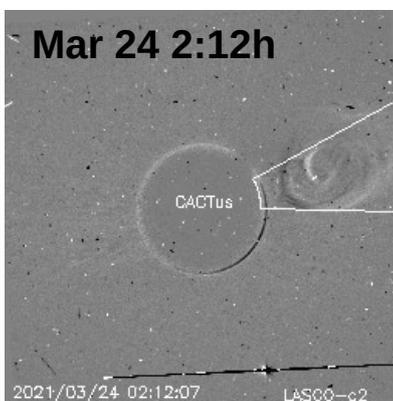
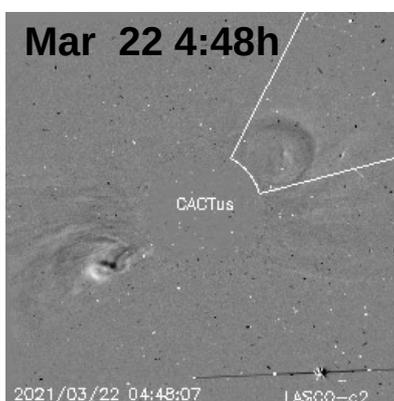
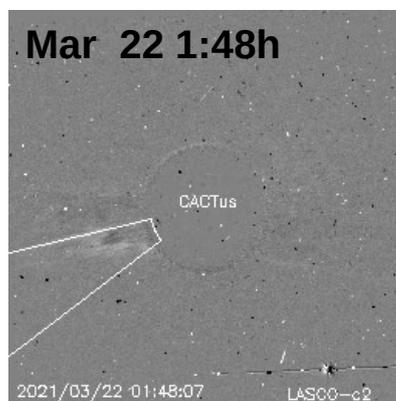
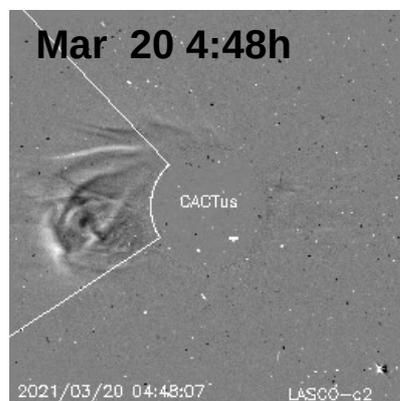
# Eyecciones de Masa Coronal (EMCs): *observación de coronógrafos*

- Seis Eyecciones de Masa Coronal observadas por SOHO/LASCO C2 y C3.
- Las 6 son eyecciones lentas y 3 de ellas son colimadas.
- No se esperan consecuencias severas en el entorno geomagnético



	19/03	20/03	22/03-1	22/03-2	24/03	25/03
Velocidad* (km/s)	132	233	261	135	144	278
Posición angular*	96°	83°	115°	308°	284°	127°
Ancho angular*	10°	80°	24°	48°	30°	8°

(\*)Valores estimados sobre la proyección en el plano del cielo y no en la dirección Sol-Tierra



Crédito imágenes y valores estimados:  
SOHO, the Solar & Heliospheric Observatory

CACTus CME catalog. SIDC at the Royal Observatory of Belgium

# Medio interplanetario: El viento solar cercano a la Tierra

## Modelo numérico WSA-ENLIL.

El modelo pronostica un ambiente solar terrestre dominado por corrientes de viento solar promedio con velocidades que decrecen desde los 500 km/s hasta los 400 km/s en los próximos días. La densidad presentará variaciones debido a que se pronostica el arribo de una EMC para el día de hoy o inicios del día de mañana.

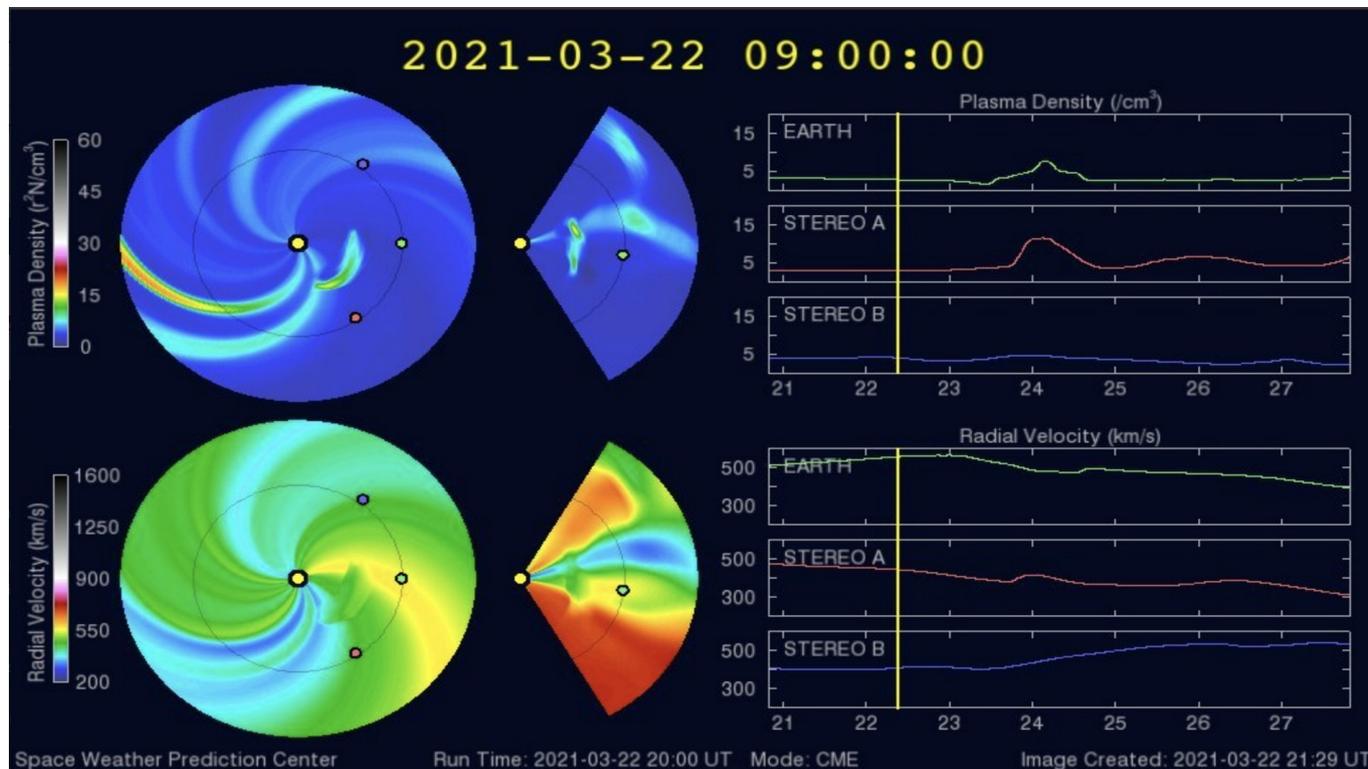
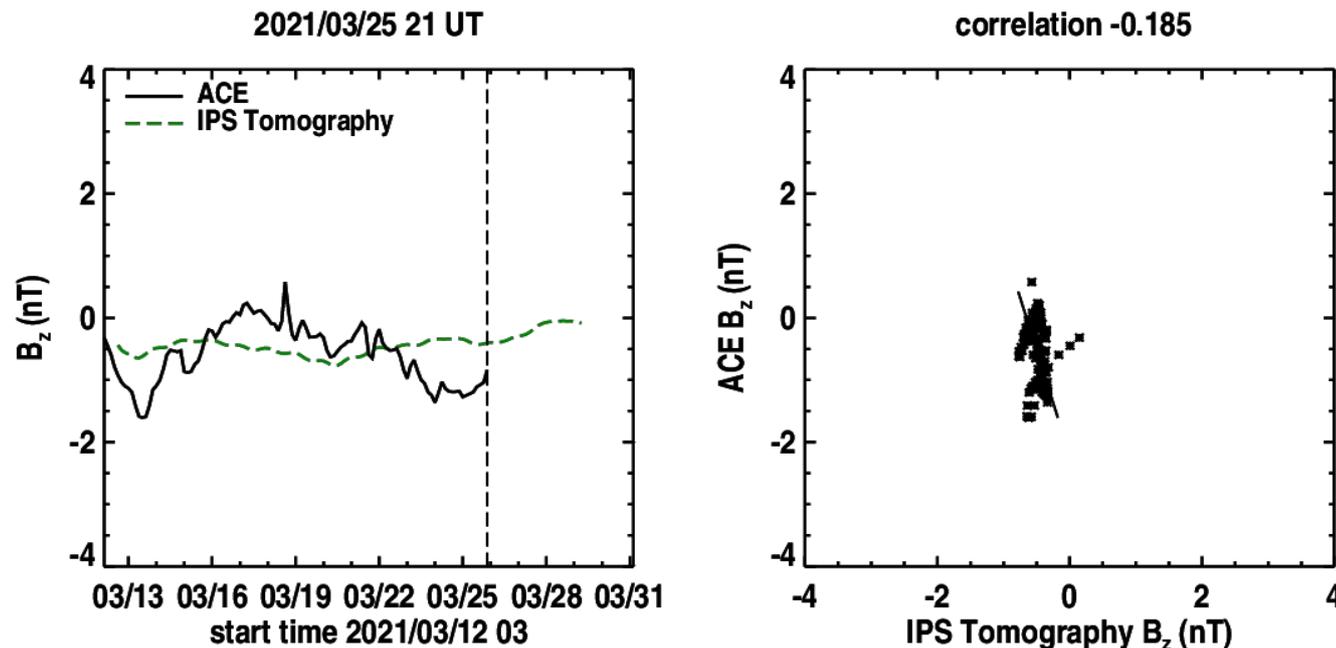


Imagen: <http://www.swpc.noaa.gov/products/wsa-enlil-solar-wind-prediction>

# Medio interplanetario: El viento solar cercano a la Tierra

Pronóstico de la componente  $B_z$  del viento solar cercano a la Tierra usando la tomografía con datos IPS.



**(Izquierda)** Se pronostica una componente  $B_z$  que tiende a cero. **(Derecha)** La comparación con las observaciones del Advanced Composition Explorer (ACE) no indican una correlación con el último pronóstico.

Imagen: [http://ips.ucsd.edu/high\\_resolution\\_predictions](http://ips.ucsd.edu/high_resolution_predictions)

# Medio interplanetario: Región de interacción de viento solar

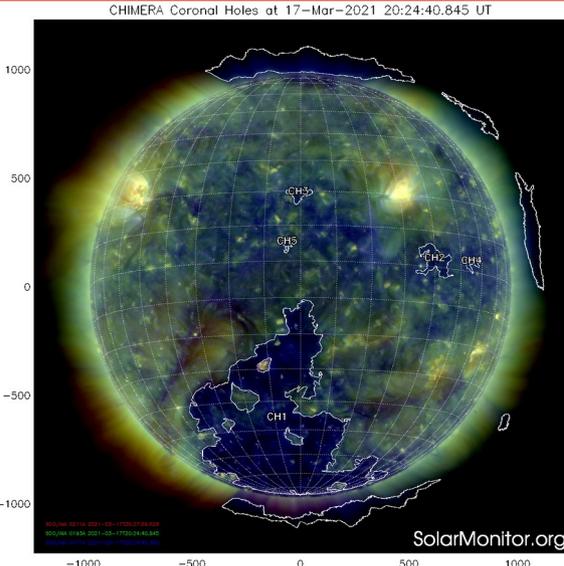


Imagen 1: <https://solarmonitor.org/chimera.php>

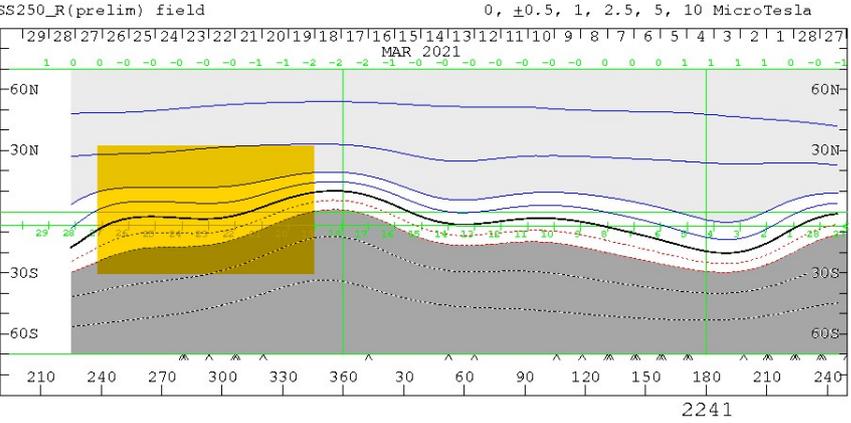


Imagen 2: <http://wso.stanford.edu/SYNOP/>

Esta semana se registraron dos regiones de compresión (áreas sombreadas en imagen 3). El origen del viento solar rápido es un hoyo coronal localizado en latitudes bajas (CH1 en imagen 1). Dichas regiones de compresión generaron una tormenta geomagnética clase moderada y menor, respectivamente. En la imagen 2 (área sombreada en amarillo) vemos la hoja de corriente heliosférica por abajo del plano de la eclíptica.

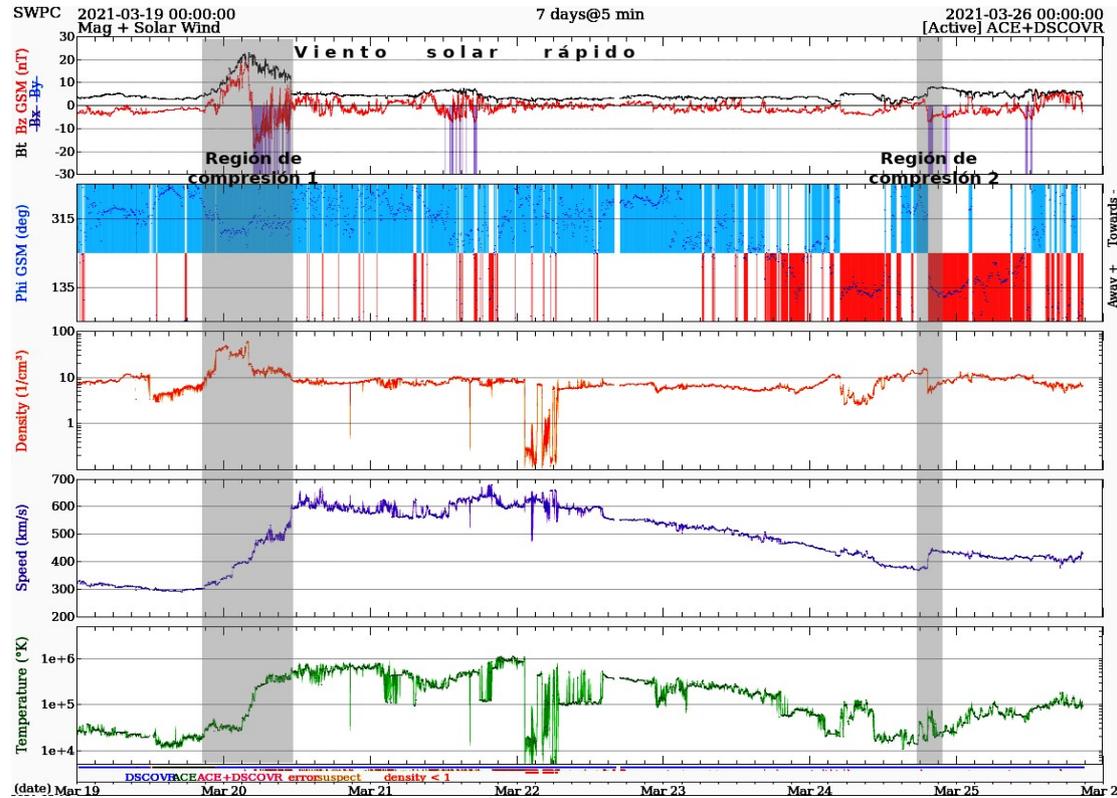


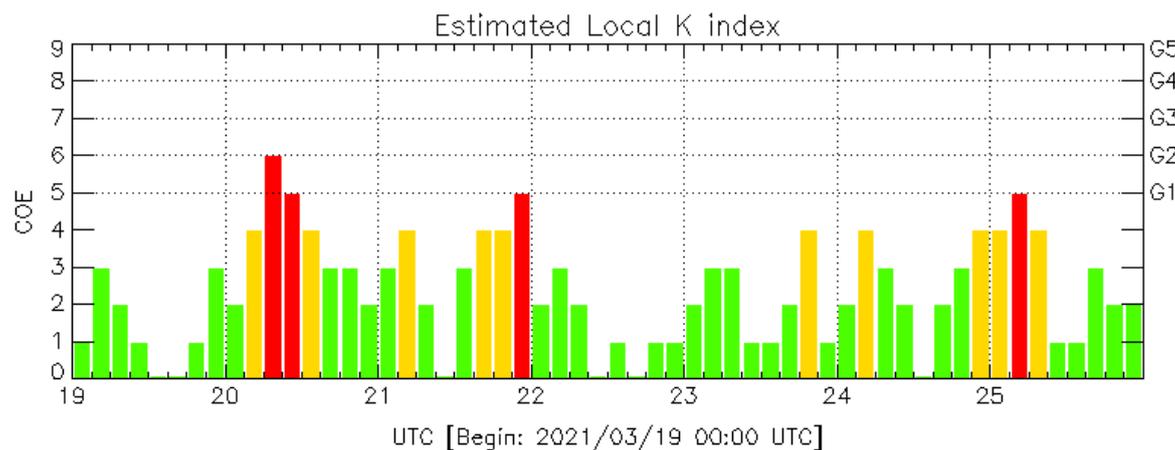
Imagen 3: <http://www.swpc.noaa.gov/products/real-time-solar-wind>

# Perturbaciones geomagnéticas: Índices geomagnéticos Kp y Kmex

Imagen: <http://services.swpc.noaa.gov/images/planetary-k-index.gif>

Se registraron tormentas clase G2 y G1 (Kp=6 y 5) durante la semana. Las tormentas estuvieron asociadas al tránsito por el ambiente terrestre de una corriente de viento solar rápido.

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.

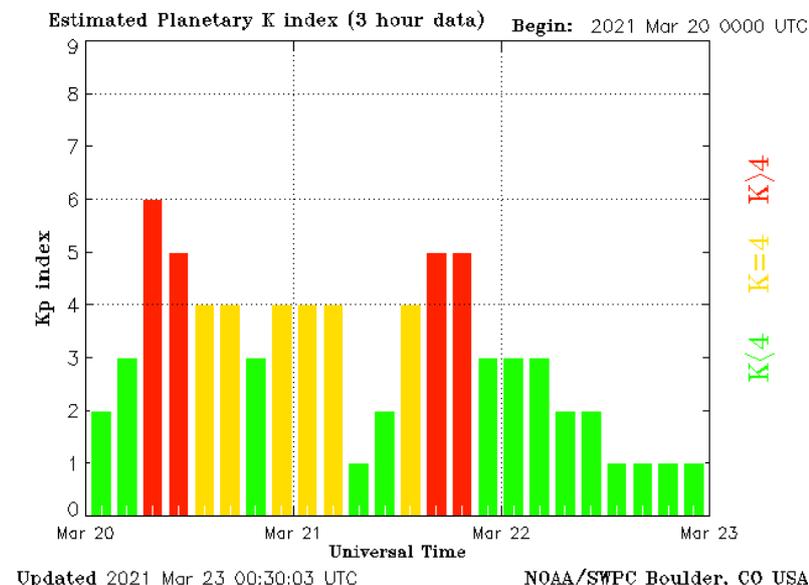


Color Code: ■ quiet, ■ disturbed, ■ storm, XXXX data not available.

COE: Coeneo Geomagnetic Station (LAT 19.81, LON -101.69)

LANC/SCIESMEX - Morelia, Mich., MX

Updated: 2021/03/26-01:18 UTC



Updated 2021 Mar 23 00:30:03 UTC

NOAA/SWPC Boulder, CO USA

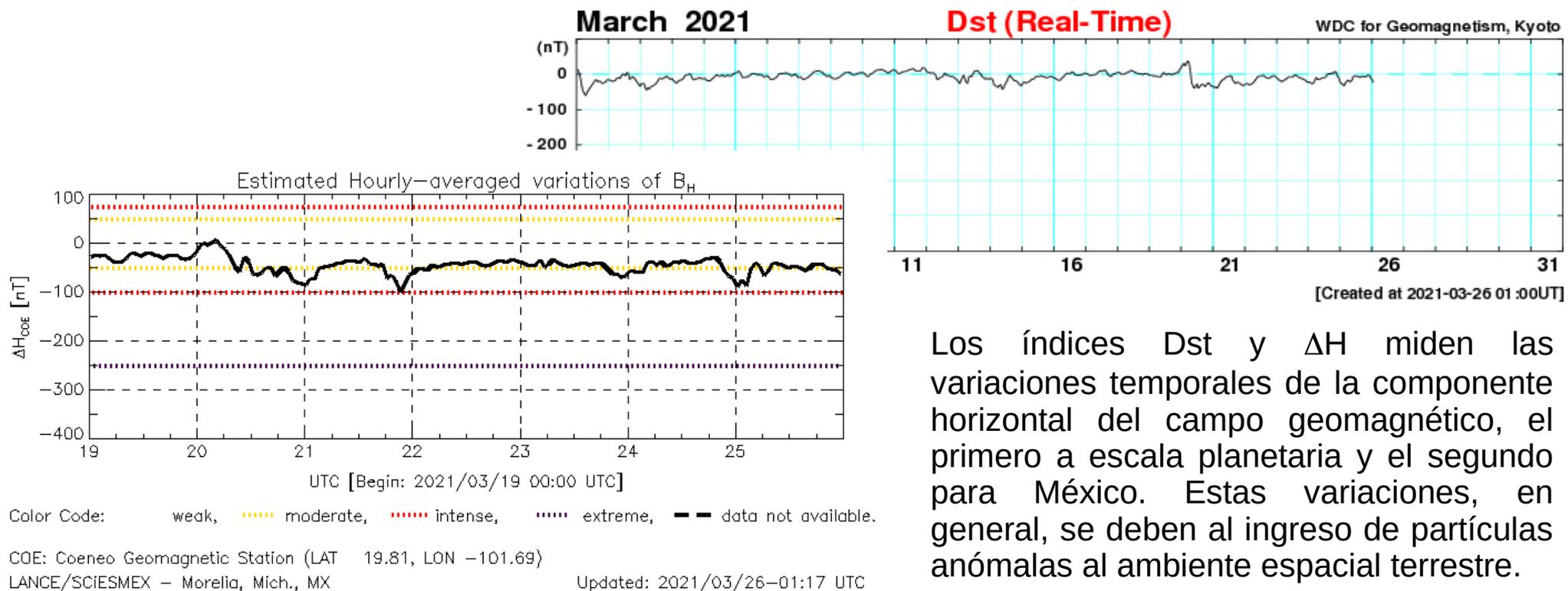
El índice K indica la intensidad de las variaciones del campo magnético terrestre en intervalos de 3 horas. El índice Kp lo expresa a escala planetaria, mientras que el Kmex lo hace para el territorio mexicano.

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

Se registró actividad geomagnética moderada en los índices Dst y  $\Delta H$  durante la semana. La actividad se debió al tránsito por el ambiente terrestre de una corriente de viento solar rápido.

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

Imagen: [http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/dst\\_realtime/presentmonth/index.html](http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/dst_realtime/presentmonth/index.html)



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 anómalas al ambiente espacial terrestre.

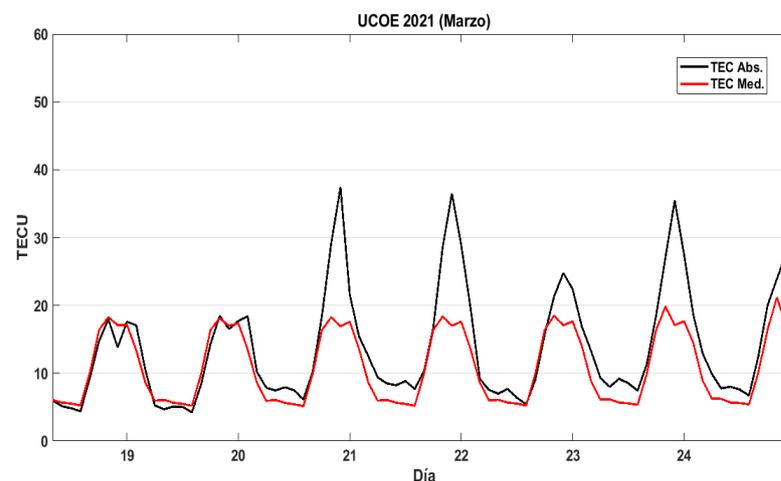
# Ionósfera sobre México: TEC en el centro del país (datos locales)

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

Serie temporal de los valores de TEC (negro) con referencia a su valor mediano (rojo) durante 18.03-24.03.2021 con base en los datos de la estación local UCOE (TLALOCNet, UNAVCO) en las instalaciones del MEXART.

Desviación de TEC de su mediana de los 27 días anteriores al día de observación con base en los datos de la misma estación.

Según los datos locales, se observaron valores incrementados del TEC en los días 20, 21 y 23 de marzo. Estas variaciones no son significativas.

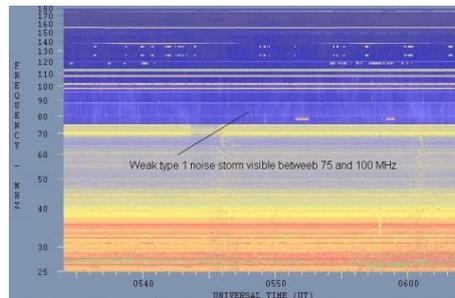


El cálculo se realiza en base de TayAbsTEC software del Instituto de Física Solar-Terrestre, Sección Siberiana de la Academia de Ciencias de Rusia. Referencia: Yasyukevich et al., Influence of GPS/GLONASS Differential Code Biases on the Determination Accuracy of the Absolute Total Electron Content in the Ionosphere, Geomagn. and Aeron., ISSN 0016\_7932, 2015.

# Tipos de estallidos de radio solares

**Tipo I:** Estallidos cortos y banda de emisión estrecha. Ocurren en un gran número sobre un continuo de emisión. Duración de 1 s y en tormenta de horas a días.

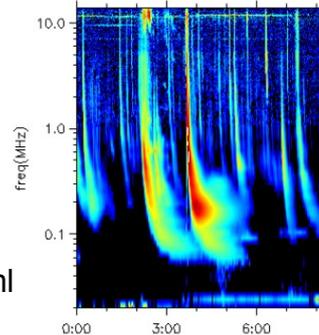
Se asocian con regiones activas, fulguraciones y protuberancias eruptivas



[spaceacademy.net.au/env/sol/solradp/solradp.htm](http://spaceacademy.net.au/env/sol/solradp/solradp.htm)

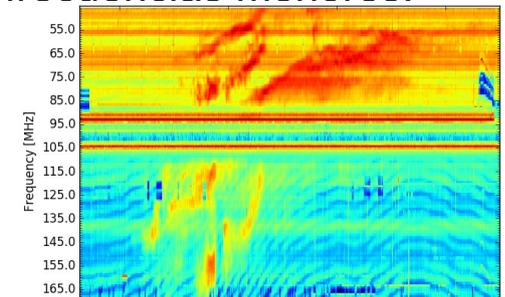
**Tipo III:** Estallidos de deriva rápida, con duración de pocos segundos en el rango métrico. Tienen anchos de emisión amplios. Son producidos en fulguraciones donde son expulsados a velocidades relativistas.

Se pueden presentar también como tormentas de estallidos.



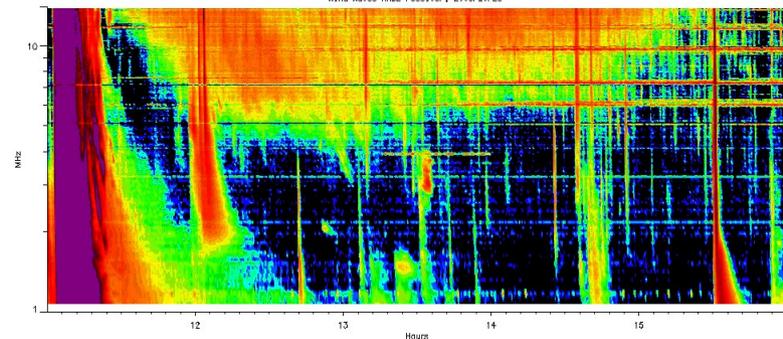
[ssed.gsfc.nasa.gov/waves/data\\_products.html](http://ssed.gsfc.nasa.gov/waves/data_products.html)

**Tipo II:** Estallidos de deriva lenta. Son la firma de ondas de choque, producidas por fulguraciones o EMCs, que se propagan cerca del Sol y medio interplanetario. Presentan anchos de de emisión estrechos que derivan a frecuencias menores.



[www.rice.unam.mx/callisto](http://www.rice.unam.mx/callisto)

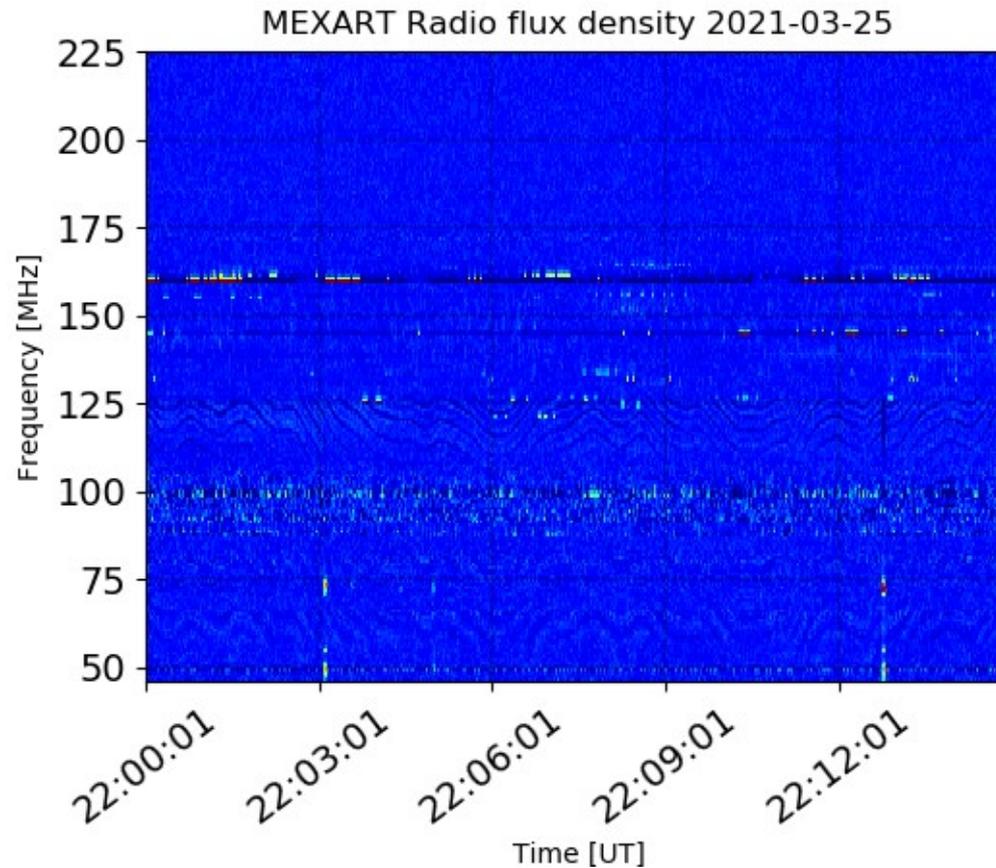
**Tipo IV:** Se relacionan con fulguraciones, tienen anchos de banda amplios y pueden durar horas.



[https://ssed.gsfc.nasa.gov/waves/data\\_products.html](https://ssed.gsfc.nasa.gov/waves/data_products.html)

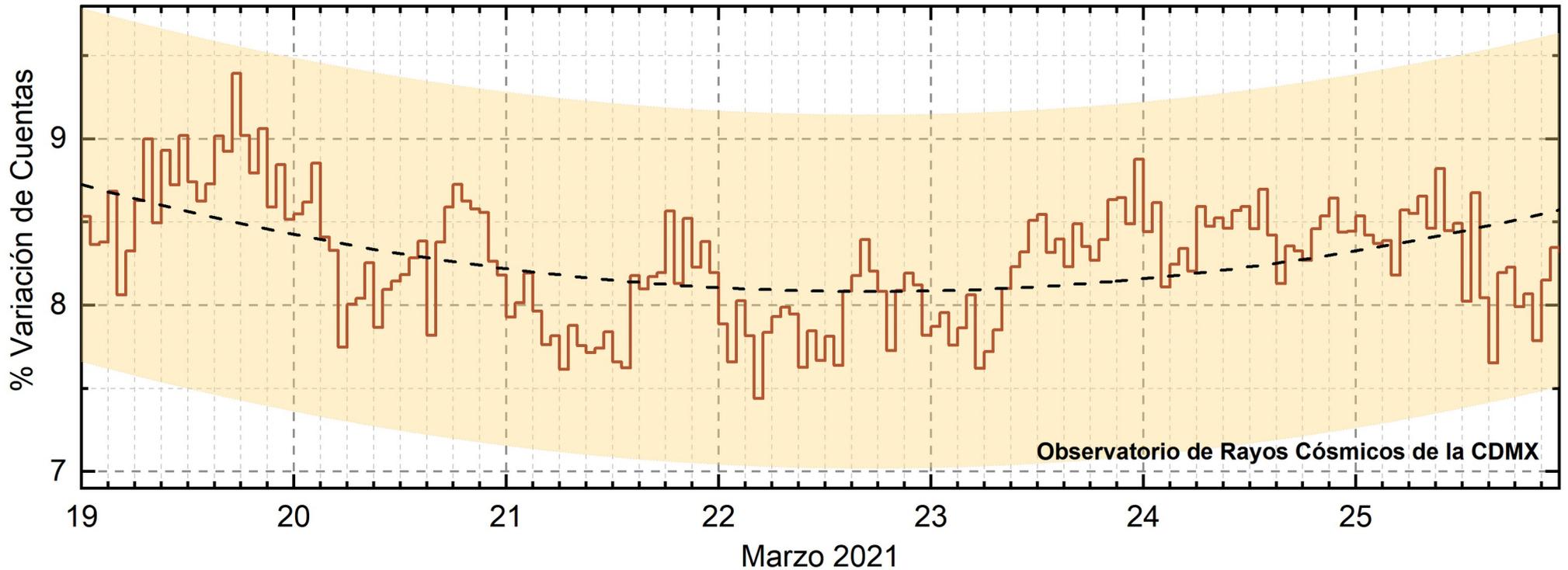
# Estallidos de radio solares: Observaciones de Callisto-MEXART

Callisto-MEXART no detectó estallidos en esta semana.



- <http://www.rice.unam.mx/callisto/lightcurve/2021/03>

# 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 19 al 25 de marzo de 2021, no se detectaron incrementos significativos ( $>3\sigma$ ) en las cuentas de rayos cósmicos.

## 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  
M.C. Juan José D'Aquino  
Dr. Víctor José Gatica Acevedo

## UNAM ENES-Morelia

Dr. Mario Rodríguez Martínez  
Dr. Víctor De la Luz Rodríguez  
Lic. Shaden Saray Hernández Anaya  
M.C. Raúl Gutiérrez Zalapa  
Rafael Zavala Molina  
Vanessa Arriaga Contreras

## UNAM/PCT

Lic. Elizandro Huipe Domratheva  
M.C. Víctor Hugo Méndez Bedolla  
M.C. Elsa Sánchez García

## 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

**Elaboración:** Equipo SCiESMEX

**Revisión:** Ernesto Aguilar Rodríguez

Ing. Julio César 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

Angel Alfonso Valdovinos Córdoba

## 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: <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 eventos de radio solares.