

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: 2, AR 12811 y AR 12812.

Hoyos coronales: 4, de los cuales, los de mayor extensión se localizan sobre el disco solar.

Eyecciones de masa coronal: 3 eyecciones lentas y de corto ancho angular sin efectos esperado sobre el ambiente geomagnético terrestre.

CONDICIONES DEL MEDIO INTERPLANETARIO

Se registró una región de compresión debida a viento solar rápido generado en un hoyo coronal localizado en latitudes bajas. Dicha región de compresión no generó actividad geomagnética.

CONDICIONES DE MAGNETÓSFERA

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

Índice Dst: Se registró actividad geomagnética moderada durante la semana. La actividad se debió al tránsito por el ambiente terrestre de una corriente de viento solar rápido.

CONDICIONES DE LA IONOSFERA

Se observaron valores incrementados del TEC durante las horas diurnas en los días 25, 26 y 27 de marzo. El día 31 de marzo se observó una perturbación moderada.

PRONÓSTICOS

Viento solar:

- Se pronostica la posible llegada de corrientes de viento solar promedio con velocidades de aproximadamente 300 km/s a 500 km/s.

Fulguraciones solares:

- Debido a que se observan dos regiones activas, es probable que se generen fulguraciones hasta de clase C la próxima semana.

Tormentas ionosféricas:

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

Tormentas geomagnéticas:

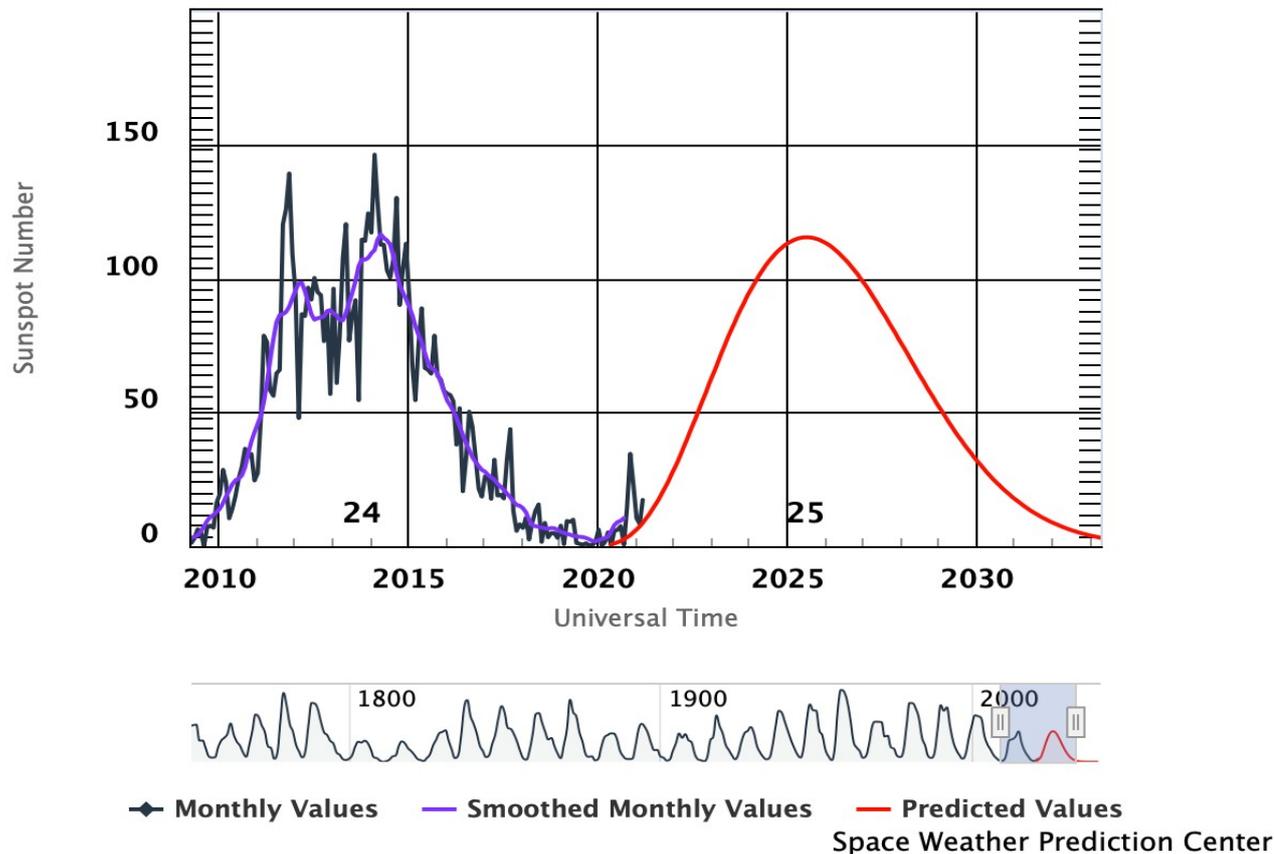
- No se pronostican tormentas geomagnéticas significativas.

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



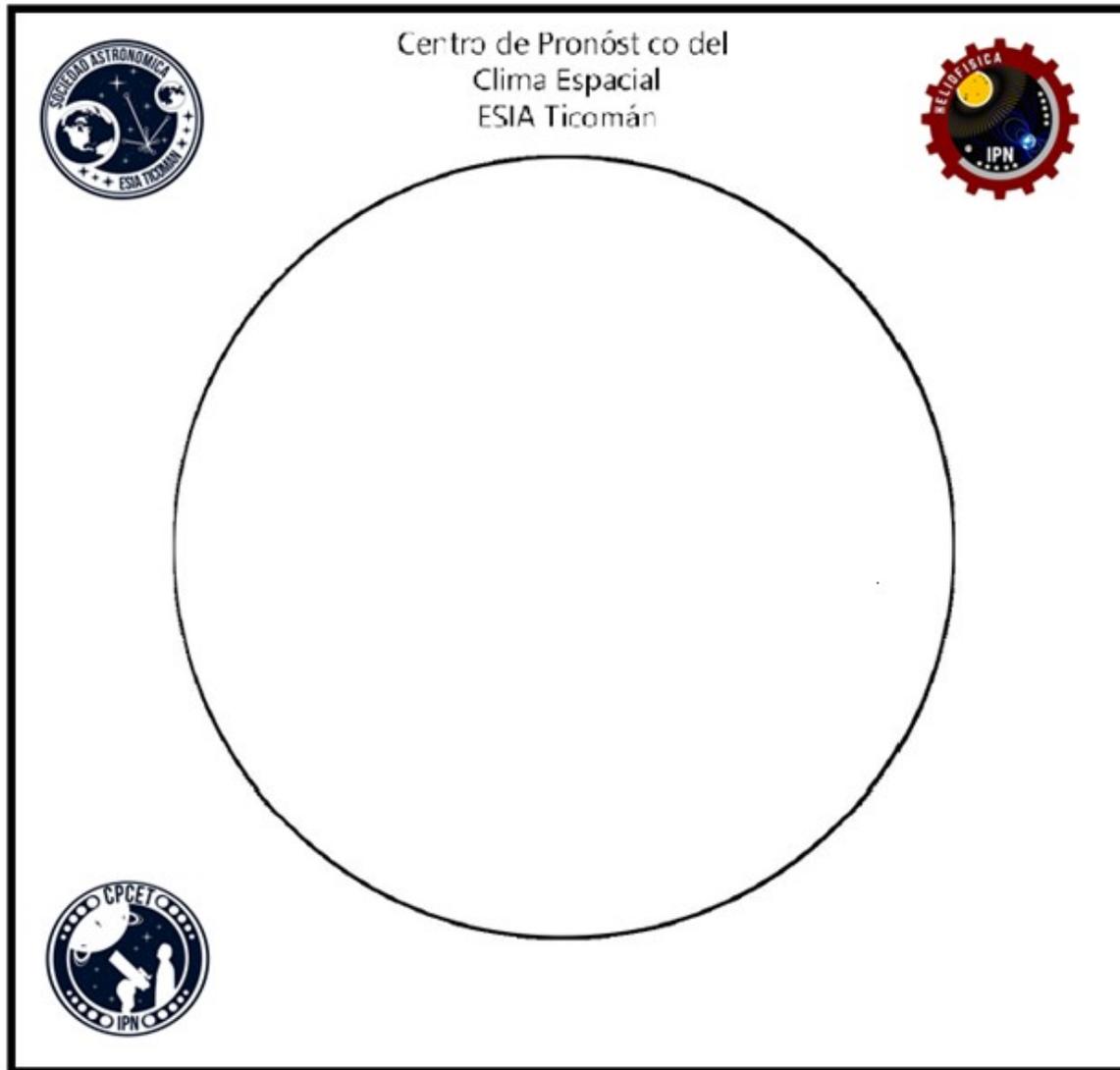
La figura muestra el conteo del número de manchas solares desde enero del 2008.

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. Sin embargo ya se ha mostrado cierta actividad en semanas anteriores.

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

Ciclo de manchas solares y la actividad solar



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:

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

Donde:

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

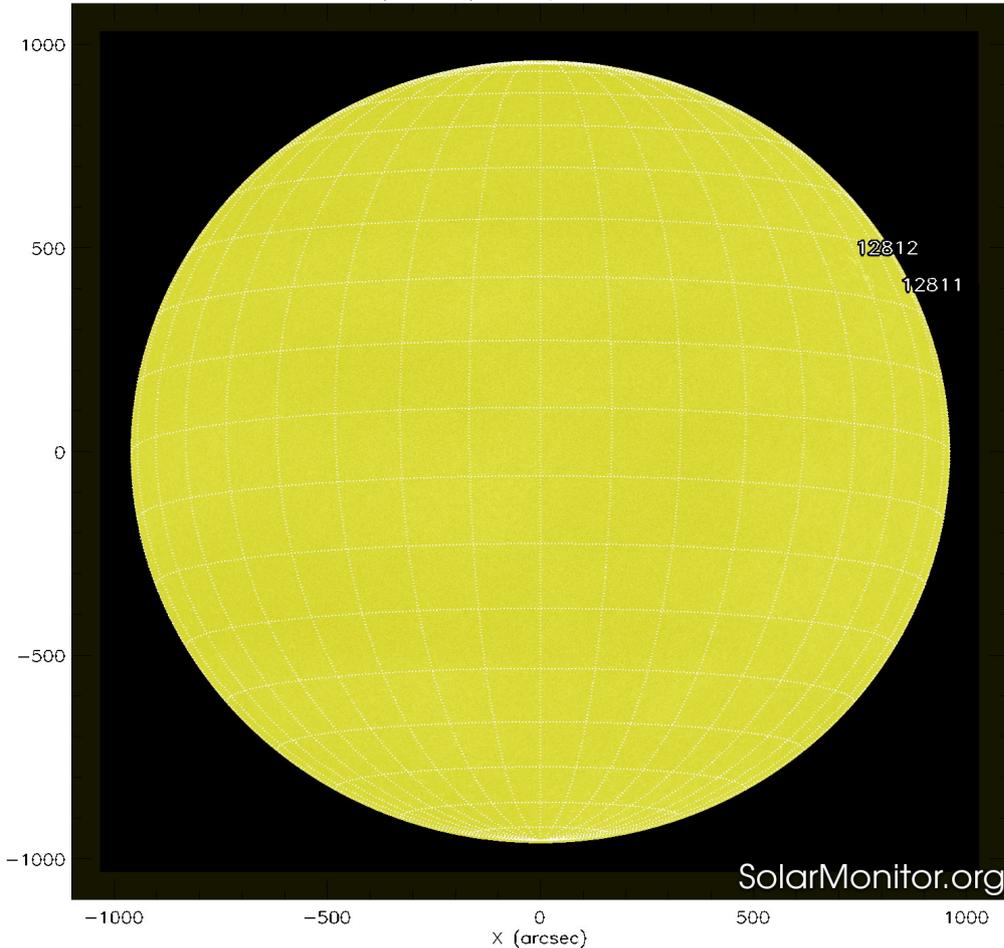
F= Cantidad total de manchas solares visibles sobre el disco solar.

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

Número de Wolf máximo esta semana: **25**

Durante esta semana se pudieron observar dos regiones activas en la superficie del Sol. Estas fueron la 2811 y 2812 con coordenadas N20W85 y N23W59 respectivamente.

SDO HMI (6173 Å) 1-Apr-2021 22:46:37.700



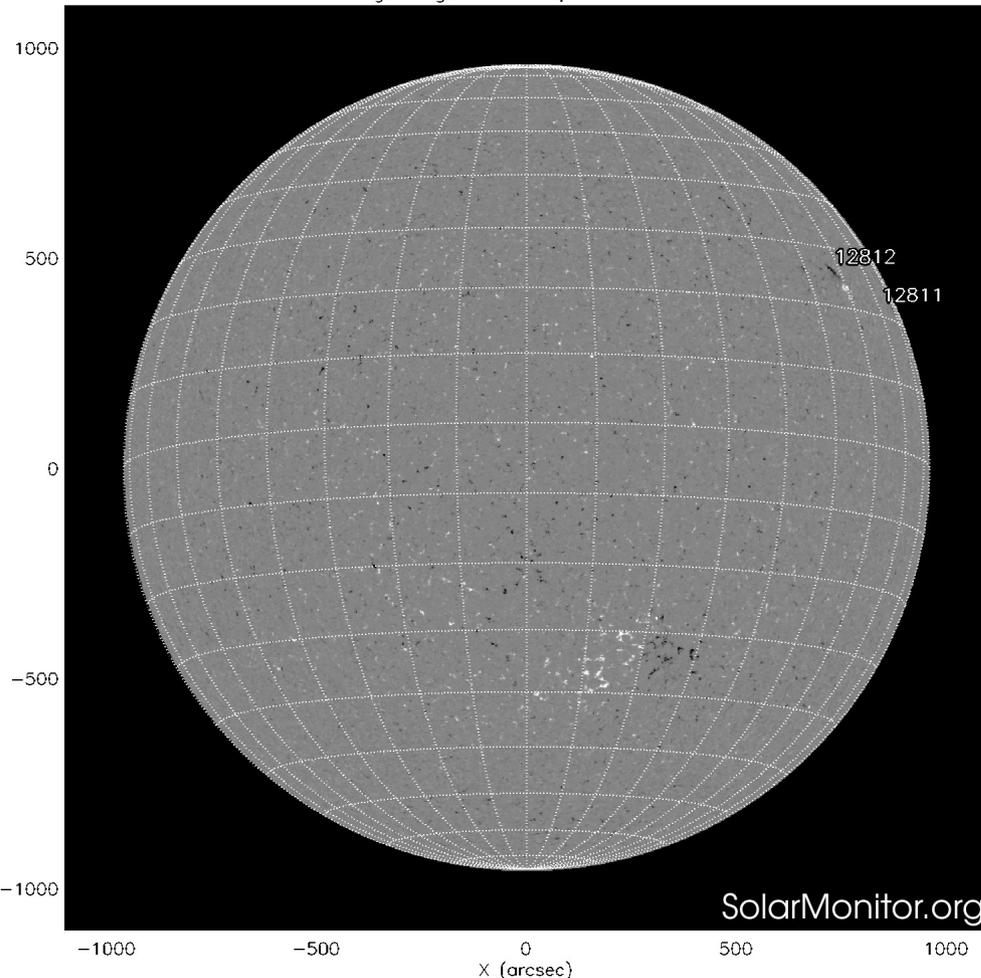
La fotosfera es la zona “superficial” del Sol, donde aparecen las manchas solares. Regiones oscuras formadas por material más frío que sus alrededores y que contienen intensos campos magnéticos. Las manchas solares están relacionadas con la actividad solar.

El Sol al 01 de abril de 2021:

En la imagen reciente de la fotosfera no se observa ninguna mancha solar. Sin embargo se pueden apreciar dos regiones activas 12811 y 12812.

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

SDO HMI Magnetogram 1-Apr-2021 21:58:37.700



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).

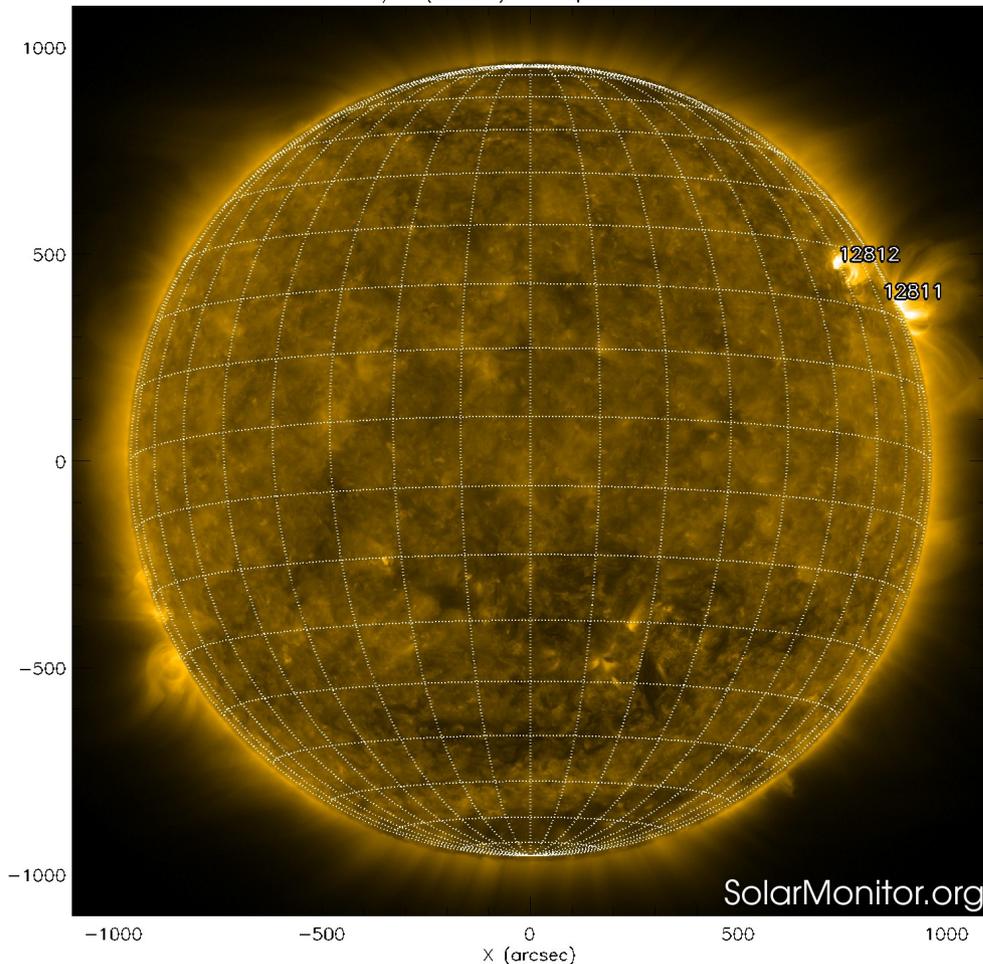
El Sol al 01 de abril de 2021:

El magnetograma actual muestra algunas regiones dipolares asociadas a las regiones activas 12811 y 12812.

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

Atmósfera solar y regiones activas

SDO AIA Fe IX/X (171 Å) 1-Apr-2021 23:24:21.347



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.

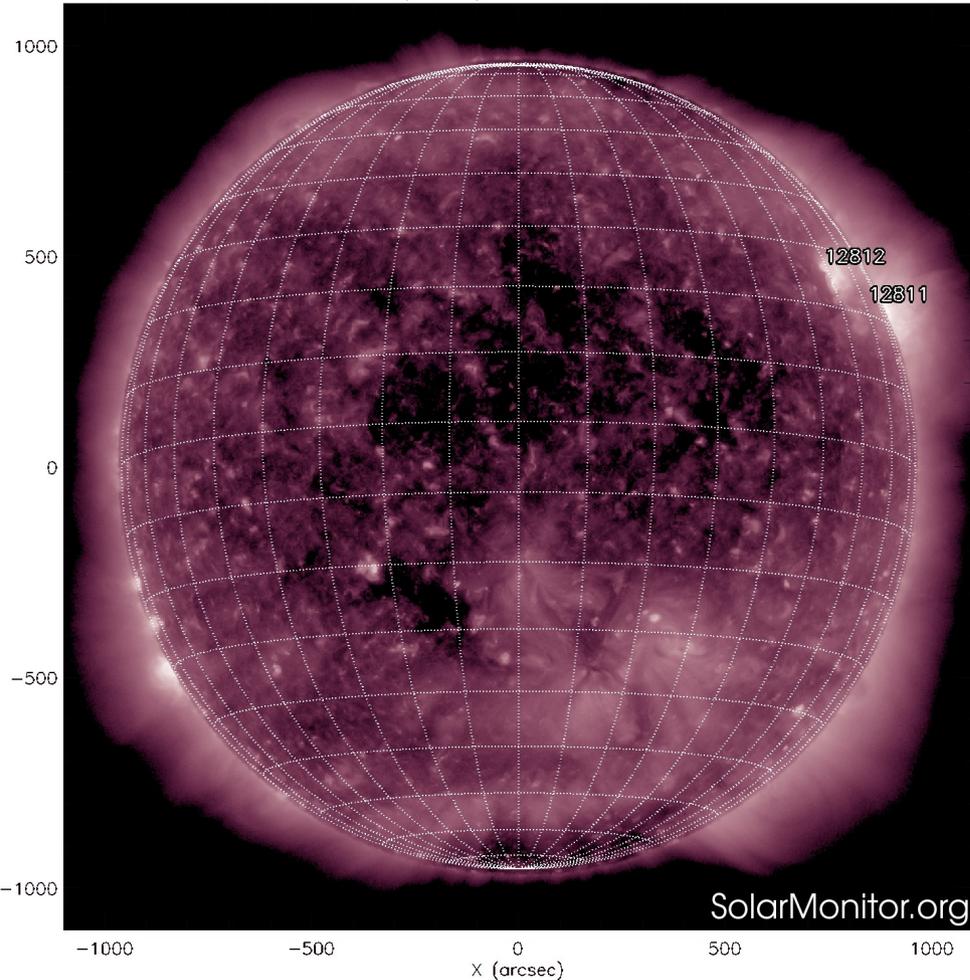
Las regiones activas (zonas claras) son los lugares donde se presentan los fenómenos de actividad solar más importantes. Las regiones activas están regularmente asociadas a las manchas solares.

El Sol al 01 de abril de 2021:

Al día de hoy se observan dos regiones activas 12811 y 12812 localizadas en la parte noreste del disco solar.

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

SDO AIA Fe XII (211 Å) 1-Apr-2021 23:27:21.626



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 al 01 de abril de 2021:

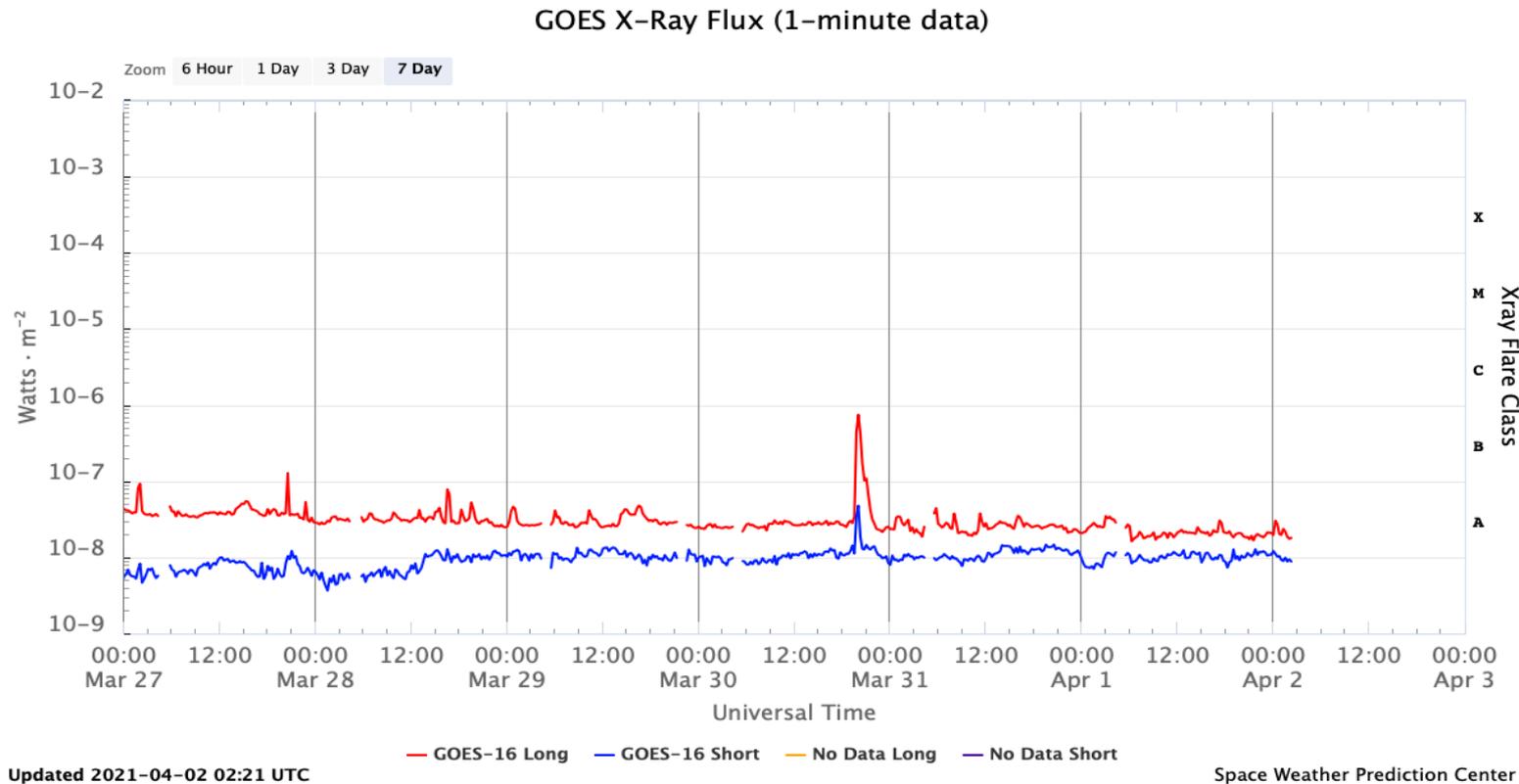
Se observan varios hoyos coronales, de los cuales el de mayor extensión se sobre el disco solar.

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

Actividad solar: Fulguraciones solares

Flujo de rayos X solares detectado por los satélites GOES.

Durante la semana no se registró actividad importante, por lo tanto solamente se registraron fulguraciones clase A y B.



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

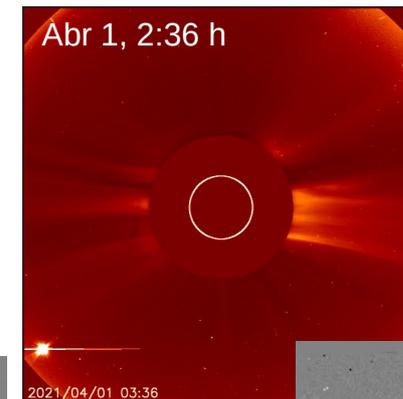
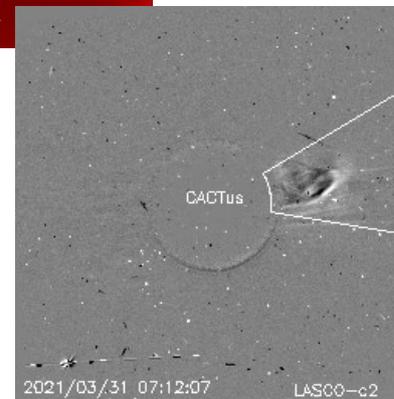
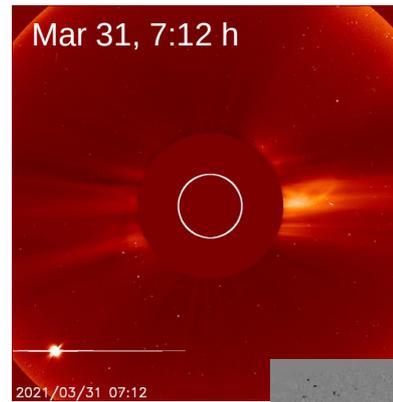
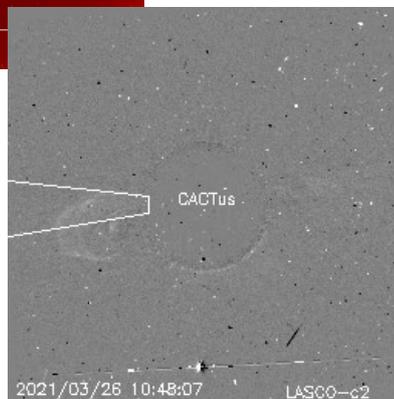
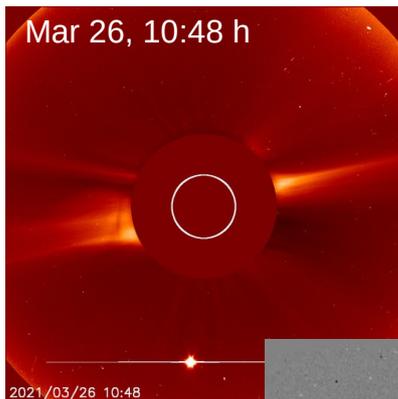
Eyecciones de Masa Coronal (EMCs): *observación de coronógrafos*

3 Eyecciones observadas por SOHO/LASCO C2 y C3

- Eyecciones lentas de corto ancho angular.
- No se esperan consecuencias severas en el entorno geomagnético.

	26/03	31/03	1/04
Velocidad* (km/s)	108	202	292
Posición angular*	91°	281°	283°
Ancho angular*	16°	40	20°

(*)Valores estimados sobre la proyección en el plano del cielo.



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 varían entre 350 km/s y 500 km/s. La densidad del viento solar medido en la Tierra no presentará variaciones significativas. No se pronostica el arribo de ninguna EMC en los próximos días.

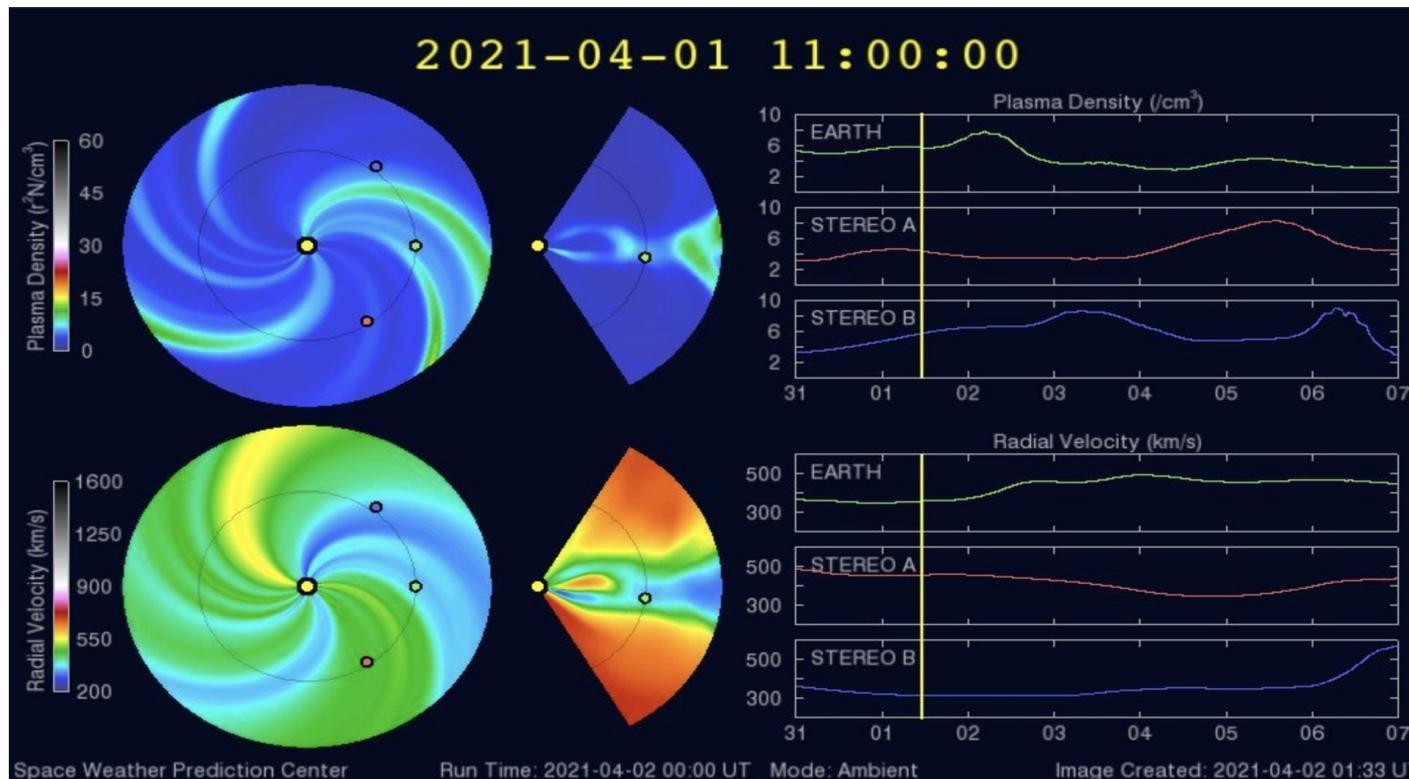


Imagen: <http://www.swpc.noaa.gov/products/wsa-enlil-solar-wind-prediction>

Medio interplanetario: Región de interacción de viento solar

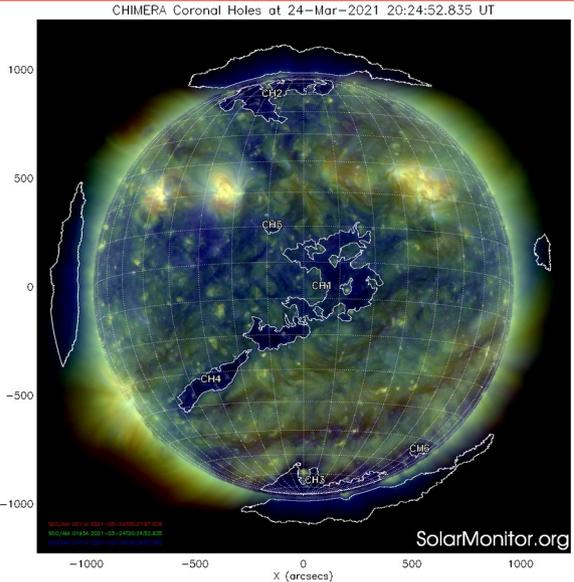


Imagen 1: <https://solarmonitor.org/chimera.php>

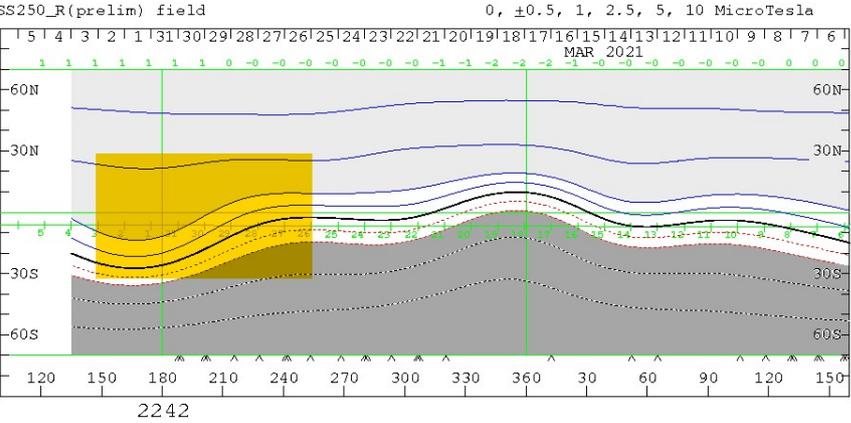


Imagen 2: <http://wso.stanford.edu/SYNOP/>

Esta semana se registró una región de compresión (área sombreada en imagen 3). El origen del viento solar rápido es un hoyo coronal localizado en latitudes bajas (CH1 en imagen 1). Dicha región de compresión no generó actividad geomagnética. En la imagen 2 (área sombreada en amarillo) vemos la hoja de corriente heliosférica por abajo del plano de la eclíptica.

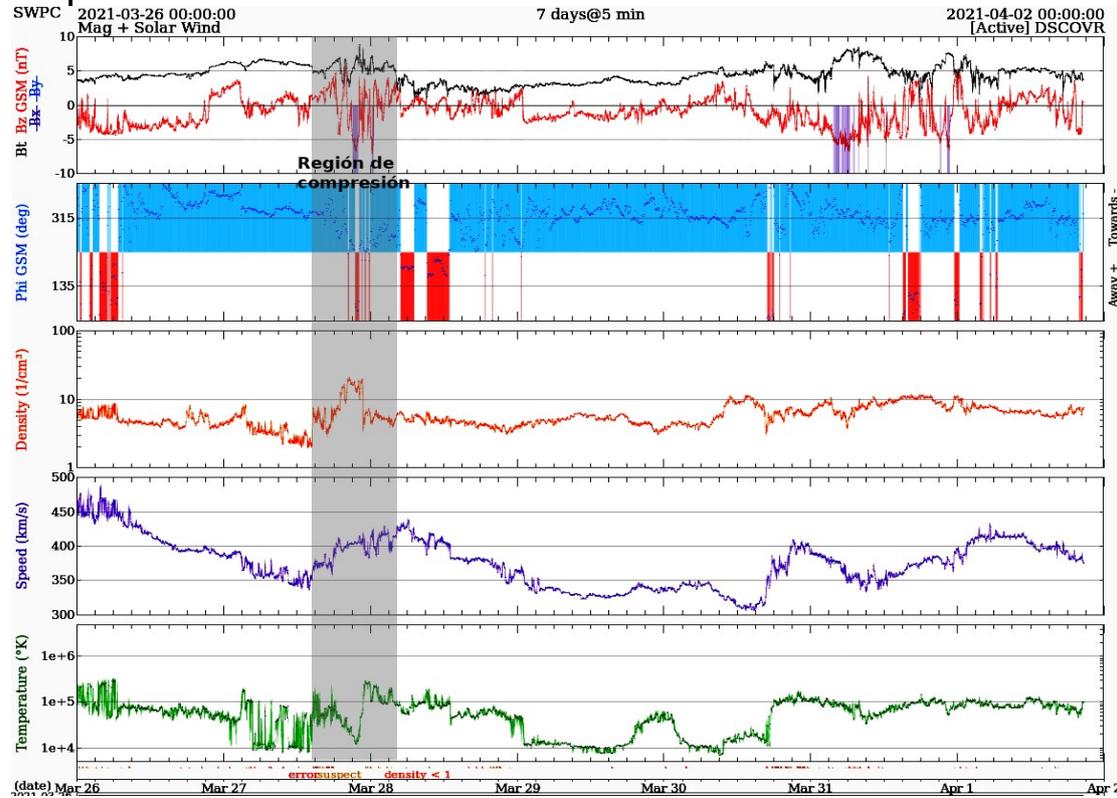


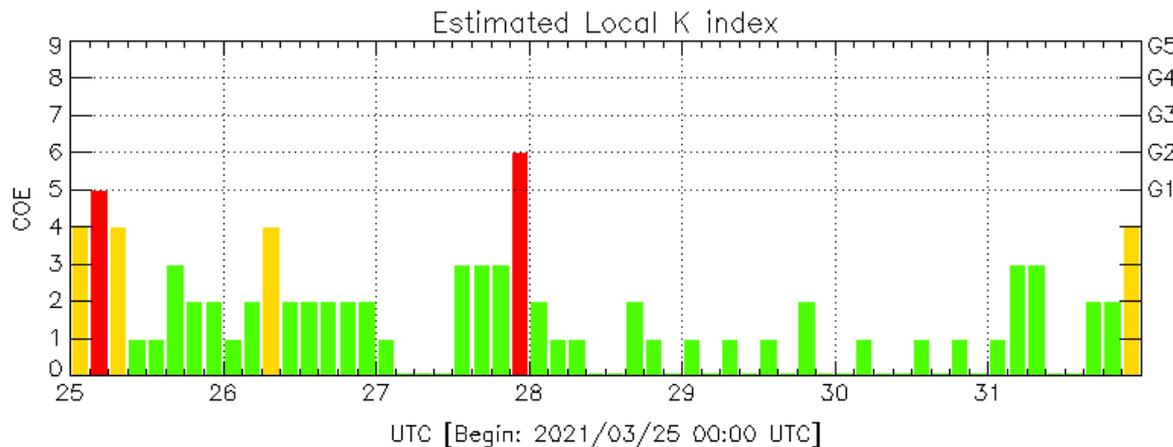
Imagen 3: <http://www.swpc.noaa.gov/products/real-time-solar-wind>

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.

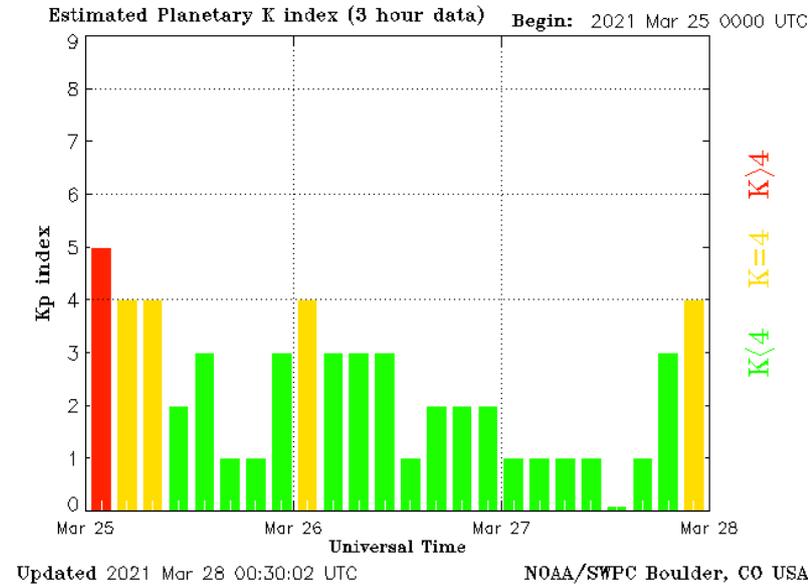
NOTA: El cálculo del índice Kmex se realiza por la estación geomagnética de Coeneo, Mich. Los datos son experimentales y no se deben de tomar como definitivos.



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: 2021/04/01-21:23 UTC



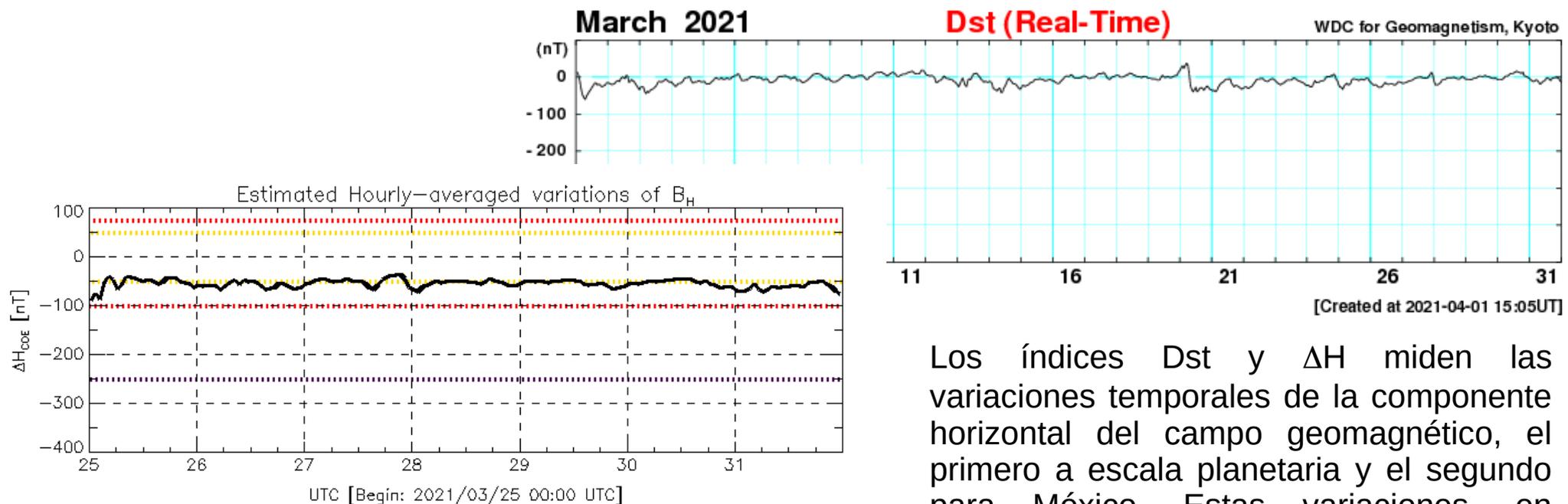
El índice K indica la intensidad de las variaciones del campo magnético terrestre en intervalos de 3 horas. El índice Kp lo expresa a escala planetaria, mientras que el Kmex lo hace para el territorio mexicano.

Perturbaciones geomagnéticas: Índice Dst y ΔH

Se registró actividad geomagnética moderada en los índices Dst y ΔH 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 ΔH 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



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: 2021/04/01-21:23 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 anómalas al ambiente espacial terrestre.

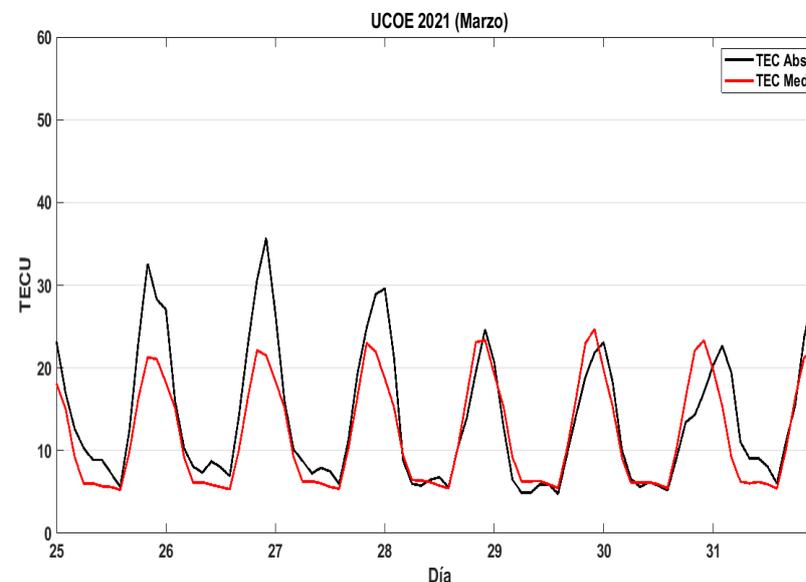
Ionósfera sobre México: TEC en el centro del país (datos locales)

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 25.03-31.03.2021 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 durante las horas diurnas en los días 25, 26 y 27 de marzo. El día 31 de marzo se observó una perturbación moderada.

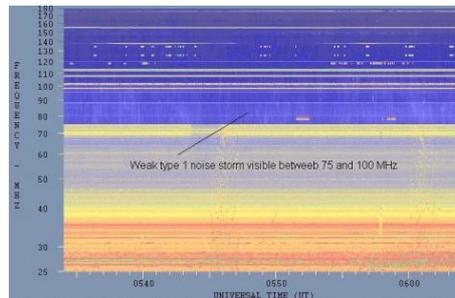


El cálculo se realiza en base de TayAbsTEC software del Instituto de Física Solar-Terrestre, Sección Siberiana de la Academia de Ciencias de Rusia. Referencia: Yasyukevich et al., Influence of GPS/GLONASS Differential Code Biases on the Determination Accuracy of the Absolute Total Electron Content in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

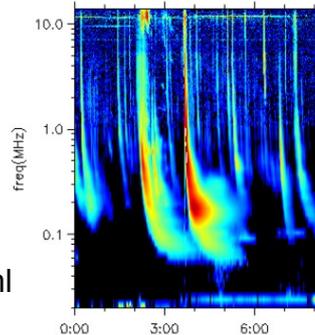
Se asocian con regiones activas, fulguraciones y protuberancias eruptivas



spaceacademy.net.au/env/sol/solradp/solradp.htm

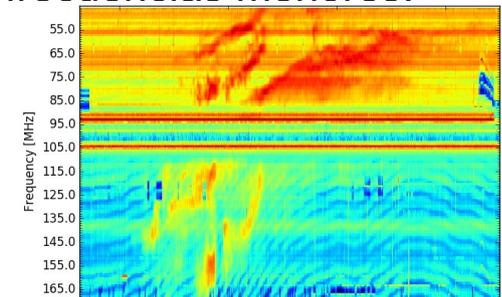
Tipo III: Estallidos de deriva rápida, con duración de pocos segundos en el rango métrico. Tienen anchos de emisión amplios. Son producidos en fulguraciones donde son expulsados a velocidades relativistas.

Se pueden presentar también como tormentas de estallidos.



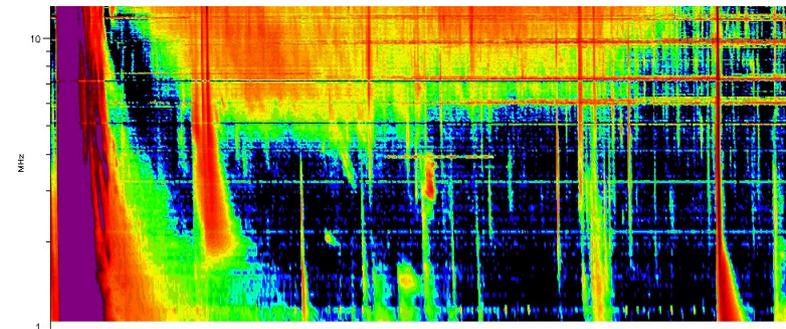
ssed.gsfc.nasa.gov/waves/data_products.html

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

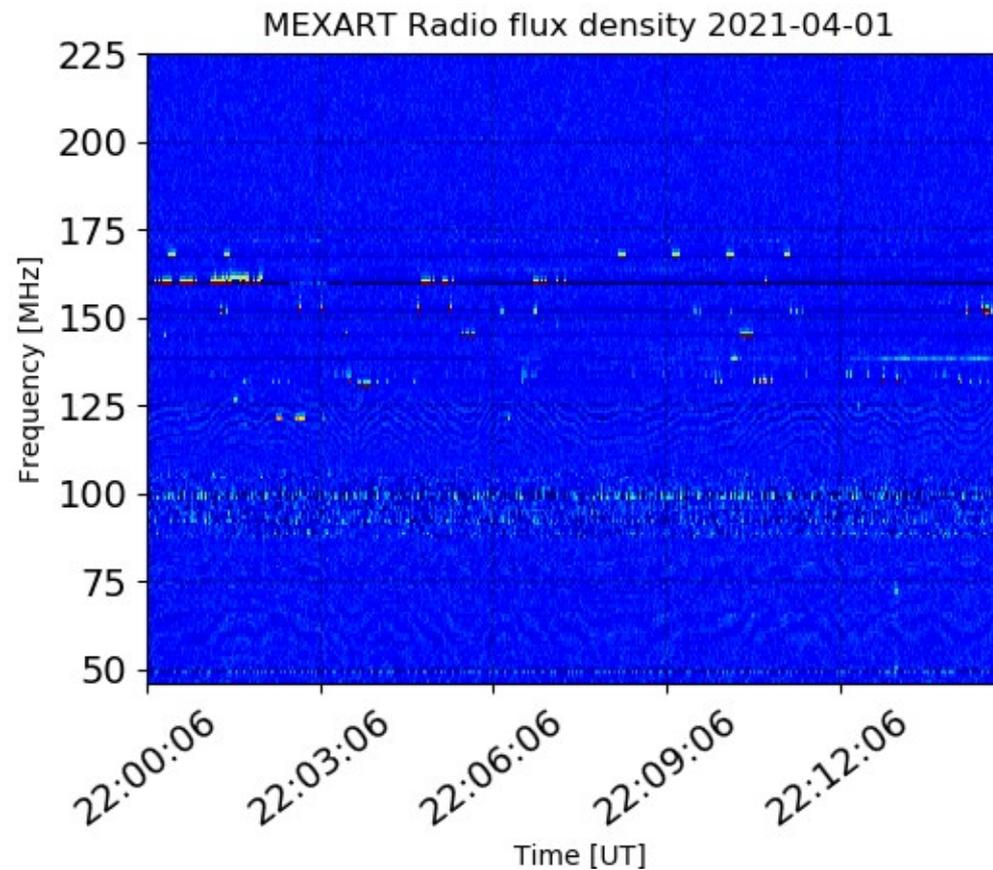
Tipo IV: Se relacionan con fulguraciones, tienen anchos de banda amplios y pueden durar horas.



https://ssed.gsfc.nasa.gov/waves/data_products.html

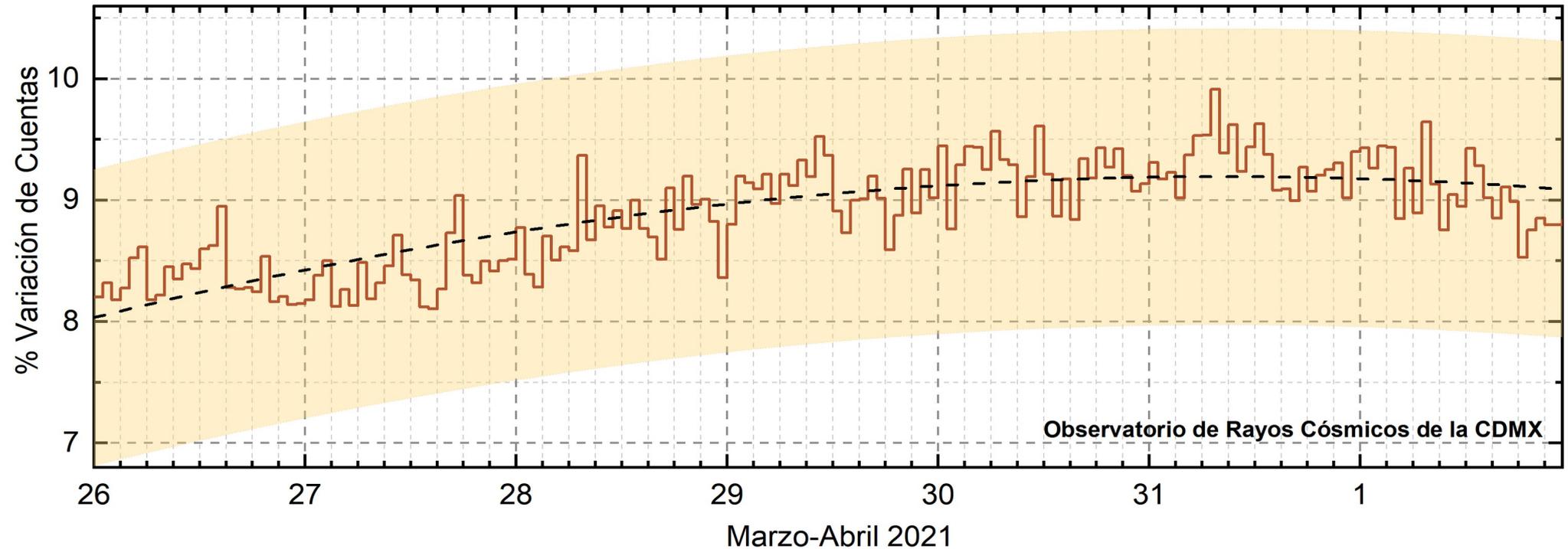
Estallidos de radio solares: Observaciones de Callisto-MEXART

Callisto-MEXART no detectó estallidos de radio esta semana.



- <http://www.rice.unam.mx/callisto/lightcurve/2021/04>

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 26 de marzo al 01 de abril 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-Rodriguez
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 Domratcheva
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
Dr. Gerardo Cifuentes Nava
Dra. Ana Caccavari Garza

Elaboración: José Juan González Avilés

Revisión: Ernesto Aguilar Rodríguez

Ing. Julio Cesar Villagran Orihuela

Ing. Reynaldo Vite Sánchez

Miguel Daniel González Arias

Carlos Escamilla León

Jessica Juárez Velarde

Pablo Romero Minchaca

Eric Bañuelos Gordillo

Alfonso Iván Verduzco Torres

Katia Lisset Ibarra Sánchez

Ángel Alfonso Valdovinos Córdoba

Claudia Patricia López Martínez

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.