



**CONACYT**

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



**IGUM**

INSTITUTO de GEOFÍSICA  
Unidad Michoacán



# Reporte Semanal de Clima Espacial **SCIESMEX**

Servicio de Clima Espacial- México

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

**AEM**

AGENCIA  
ESPACIAL  
MEXICANA



**ISES**  
International Space  
Environment Service

Centro  
Regional de  
Alertas (RWC)

Síguenos en



/sciesmex



@sciesmex

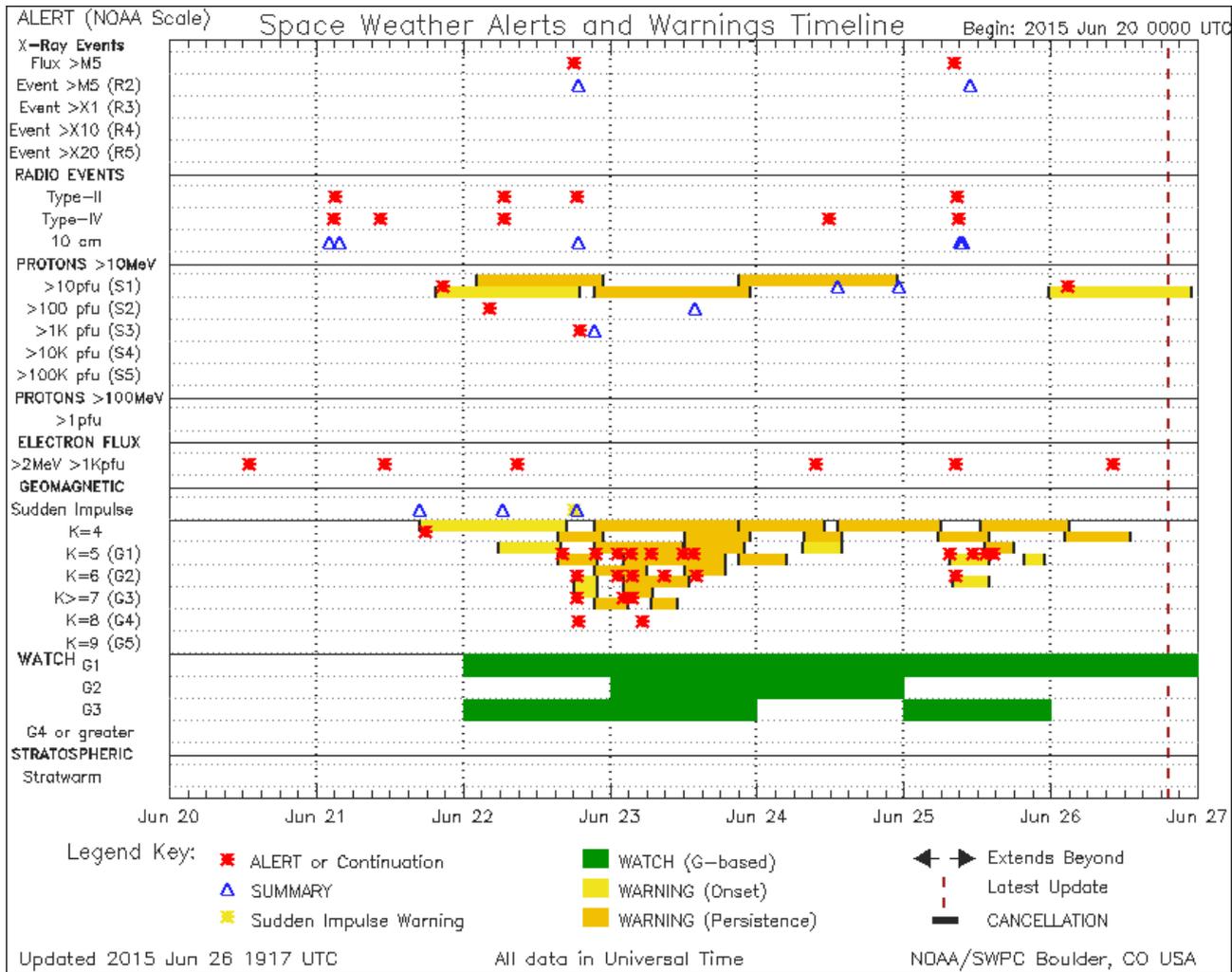
# Reporte de Clima Espacial

## 20 - 26 / 06 / 2015



- Producto: **Resumen de la Actividad de Clima Espacial.**
- Preparado por: Dr. Victor De la Luz.
- Fecha: 26/6/2015 (Tiempo Local México Central).
- Preparado por: SCiESMEX.Servicio de Clima Espacial – México / IGUM UNAM / Conacyt, en colaboración con ISES SWPC/NOAA.
- Número de Publicación: 3.
- Red de Instrumentación de Clima Espacial:
  - MEXART - COENEO.
  - NEUTRONES - CU
  - MAGNETICO - TEOLOYUCAN.
  - RAYOS COSMICOS - CU
  - CALLISTO - COENEO.

# Resumen SWPC/NOAA



Se registraron:

- 2 fulguraciones mayores a M5: el 22 (M6.5) y el 25 de Junio (M7.9).
- 9 estallidos de radio.
- 4 eventos de protones.
- 5 eventos de electrones.
- 2 tormentas geomagneticas k=8 entre el 22 y 24 de Junio.

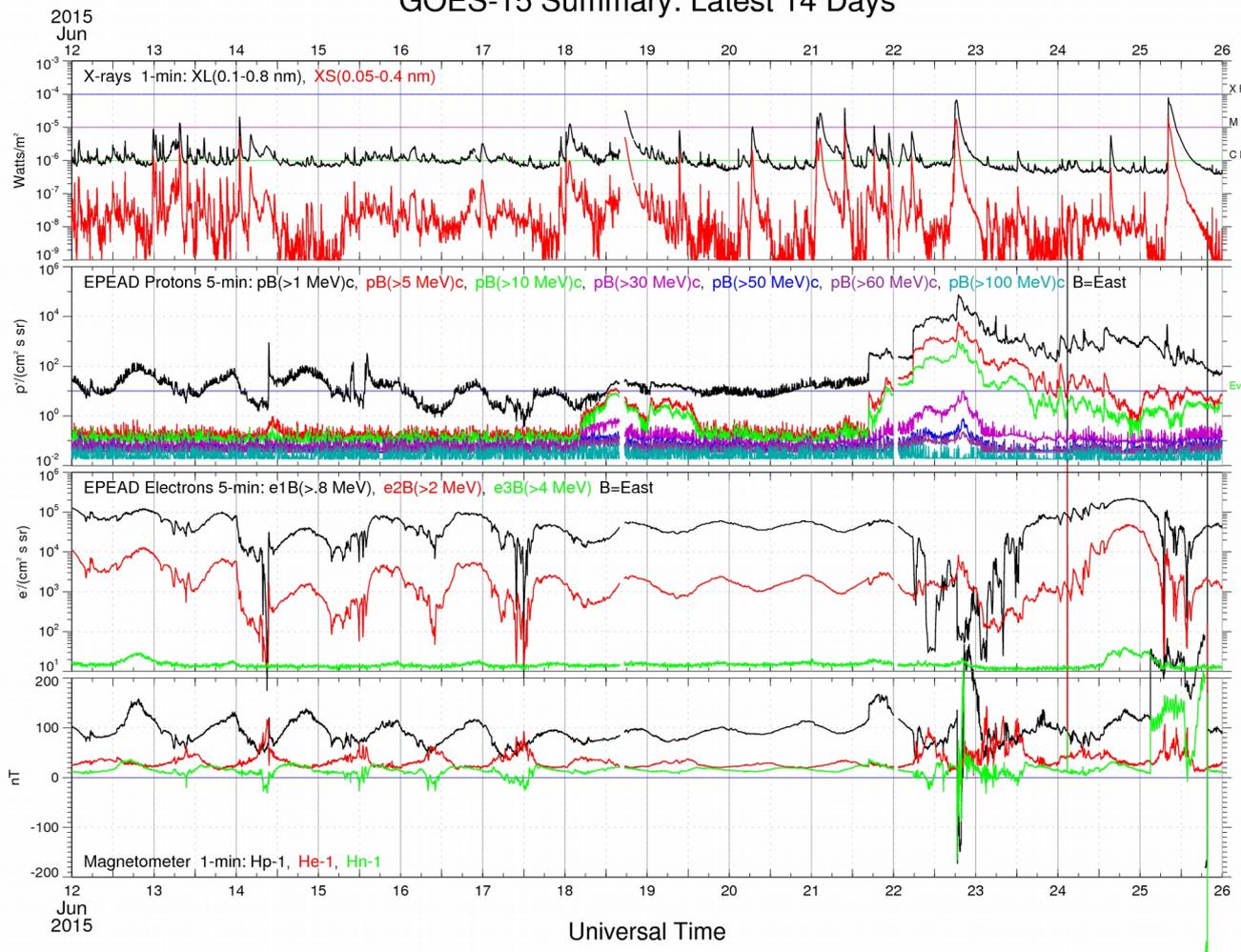
Para una explicación mas detallada de las tormentas geomagnéticas revisar los reportes individuales de dichos eventos en la página del SCiESMEX.

Fuente: SWPC/NOAA Referencia: <http://services.swpc.noaa.gov/images/notifications-timeline.png>

# Resumen del Satélite GOES



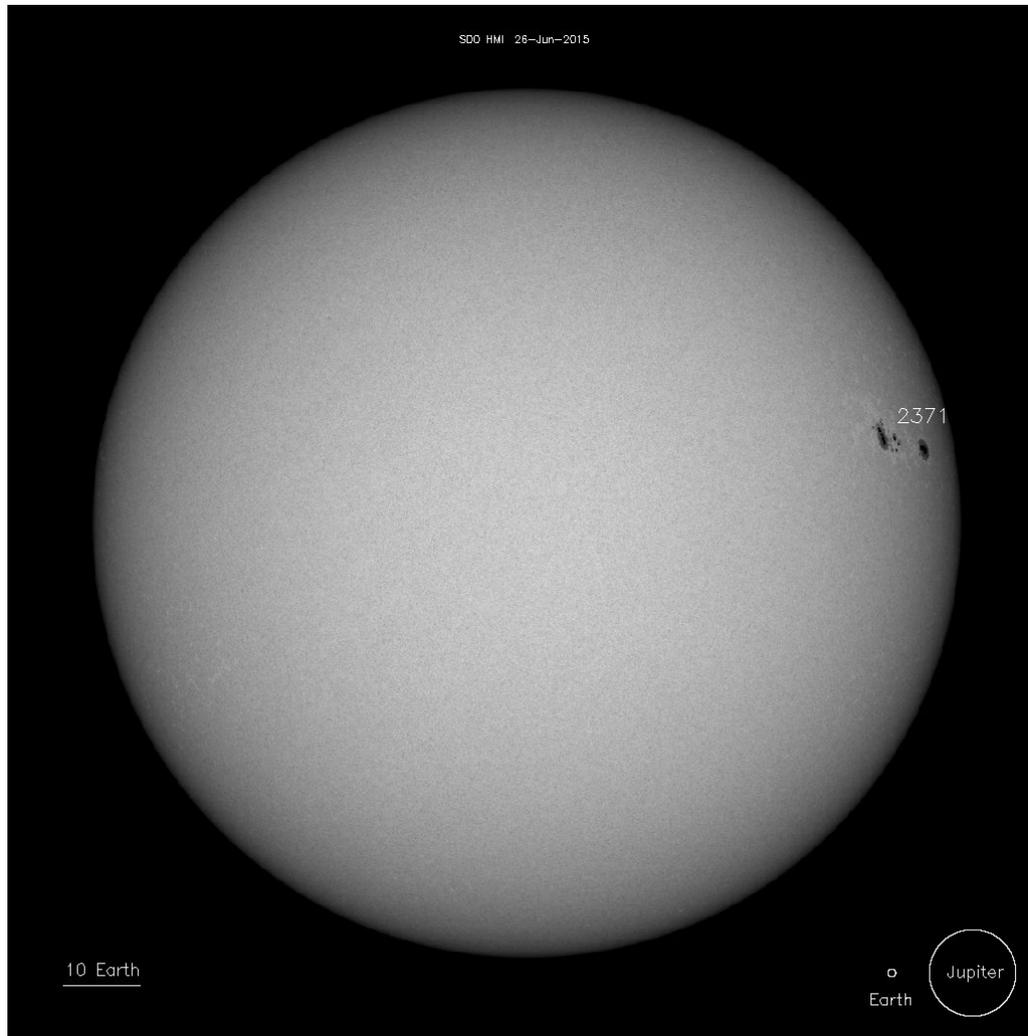
GOES-15 Summary: Latest 14 Days



Flujo de Rayos-X, Protones, Electrones y Campo Magnético provenientes del Satélite GOES-15. Se puede observar la tormenta geomagnética de finales del 22 de Junio la cual no esta asociada con la fulguración ocurrida el mismo día a la misma hora.

Referencia: [http://satdat.ngdc.noaa.gov/sem/goes/data/new\\_plots/latest/goes15/g15\\_summary\\_latest14days.jpg](http://satdat.ngdc.noaa.gov/sem/goes/data/new_plots/latest/goes15/g15_summary_latest14days.jpg)

# Manchas Solares (SOHO)

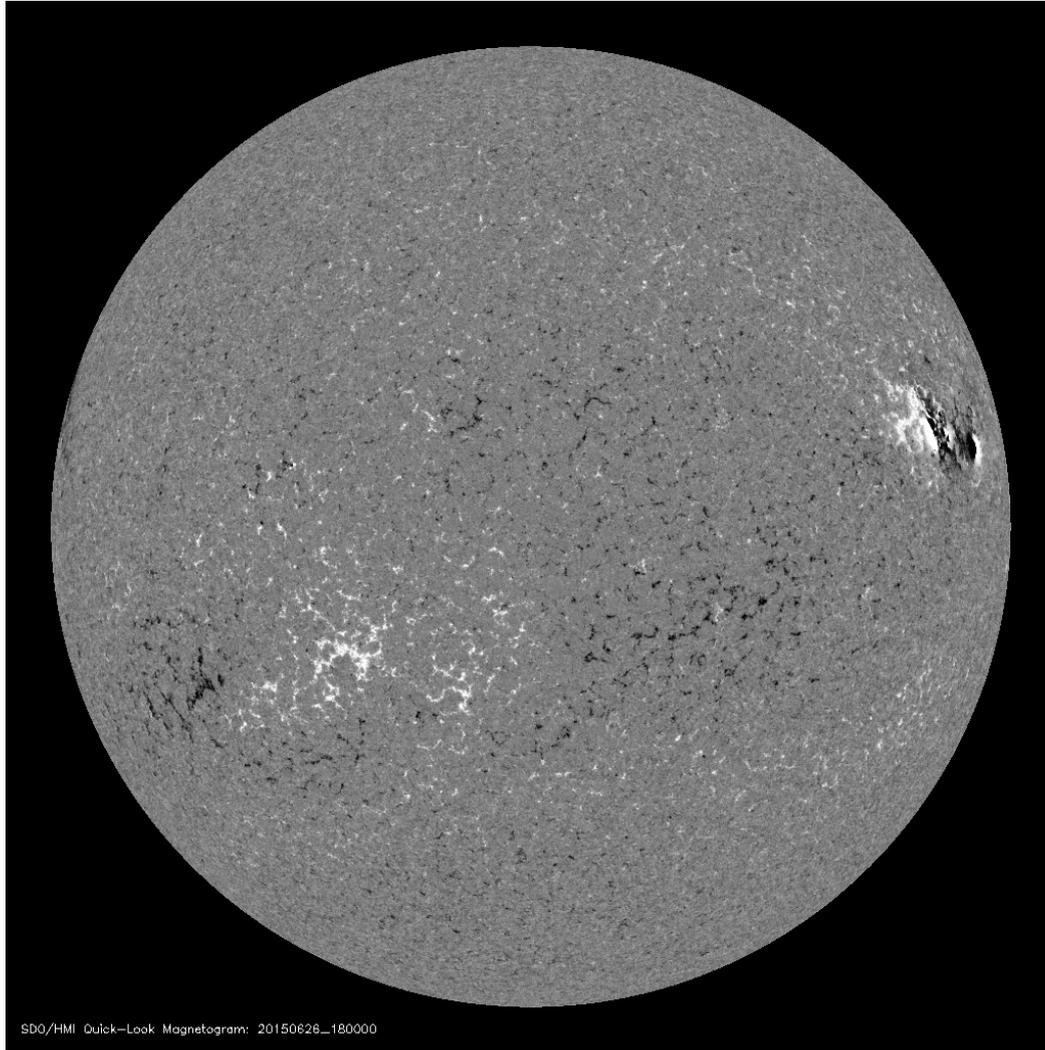


El número de manchas solares nos muestran las concentraciones de campo magnético superficial solar de mediana escala y están asociadas a los eventos eruptivos (fulguraciones y Eyecciones de Masa Coronal).

A la derecha de la imagen (oeste solar) podemos observar la mancha 2371, responsable de la actividad de ésta semana. Esta región está a punto de desaparecer.

Referencia: [http://sohowww.nascom.nasa.gov/data/synoptic/sunspots\\_earth/mdi\\_sunspots\\_1024.jpg](http://sohowww.nascom.nasa.gov/data/synoptic/sunspots_earth/mdi_sunspots_1024.jpg)

# Magnetógrafo (SOHO)

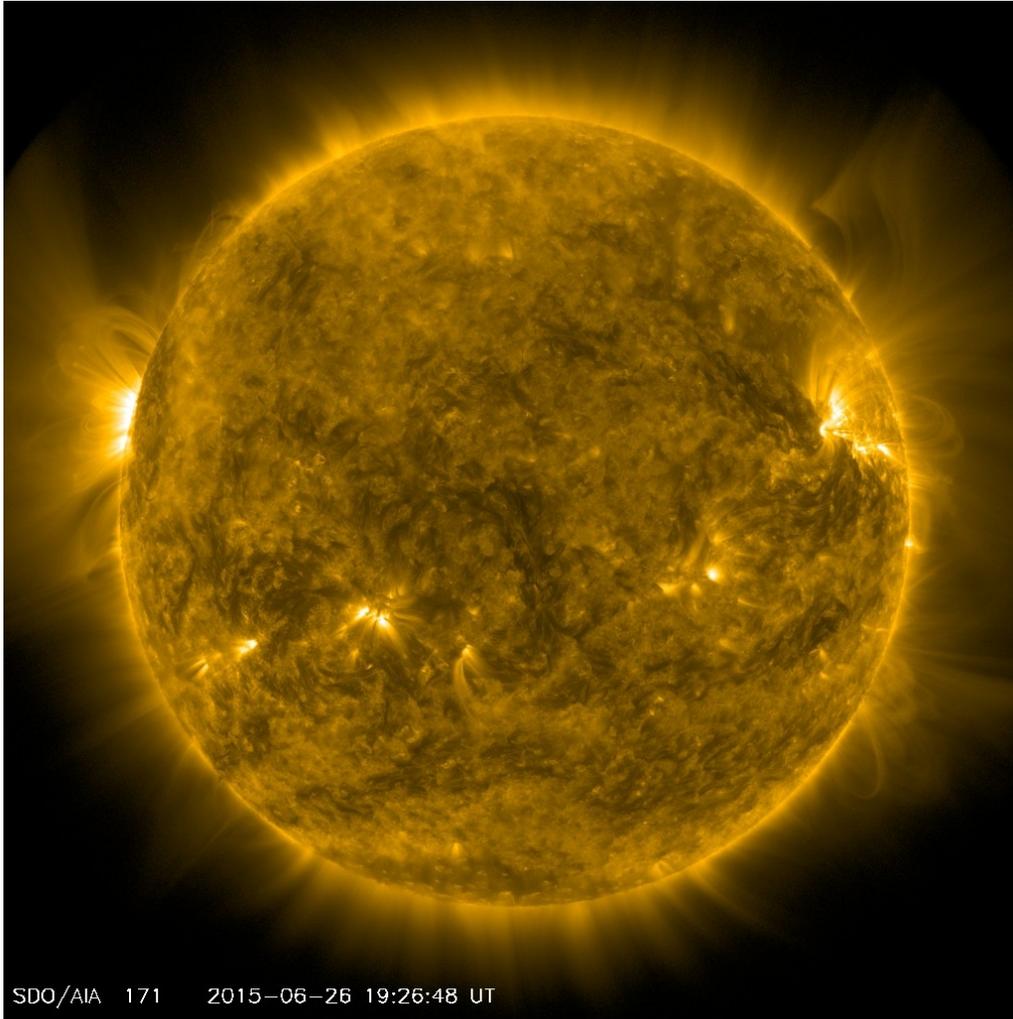


La imagen de campo magnético superficial muestra la estructura magnética que existen detrás de las manchas solares. Claramente se observa la polaridad del campo (una positiva y otra negativa).

La región 2371 a la derecha de la imagen a punto de salir por el horizonte oeste del Sol.

Referencia: [http://sohowww.nascom.nasa.gov/data/realtime/hmi\\_mag/1024/latest.jpg](http://sohowww.nascom.nasa.gov/data/realtime/hmi_mag/1024/latest.jpg)

# FeIX 171 A (SDO)

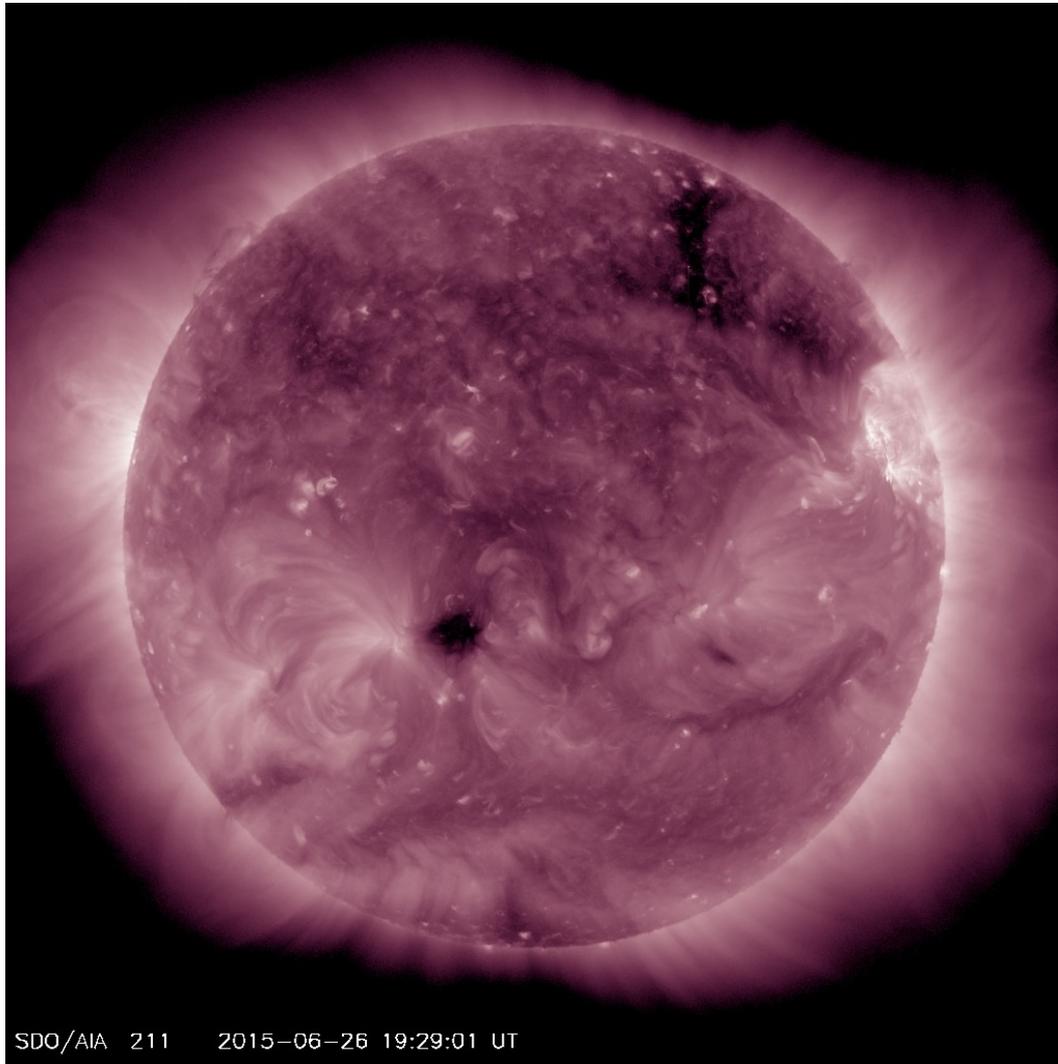


La imagen del Sol a 171 A, proviene del especie FeIX y muestra las regiones de la superficie solar a una temperatura de  $6.3e5$  K que corresponden a la región de transición y a la corona quieta.

En la imagen podemos observar que a la izquierda (Este solar) se aproxima una región activa intensa. Posiblemente generé actividad solar la próxima semana.

Referencia: [http://sdo.gsfc.nasa.gov/assets/img/latest/latest\\_1024\\_0171.jpg](http://sdo.gsfc.nasa.gov/assets/img/latest/latest_1024_0171.jpg)

# FeXIV 211 A (SDO)



La imagen del Sol a 211 A, proviene de la especie FeXIV y muestra las regiones de la superficie solar a una temperatura de  $2 \times 10^6$  K que corresponden a la región de la corona activa. Esta imagen permite reconocer los agujeros coronales, los cuales están asociados a viento solar rápido en el medio interplanetario.

En la imagen encontramos un agujero coronal que en las próximas horas apuntará a la Tierra, sin embargo la trayectoria del viento rápido no es recta..

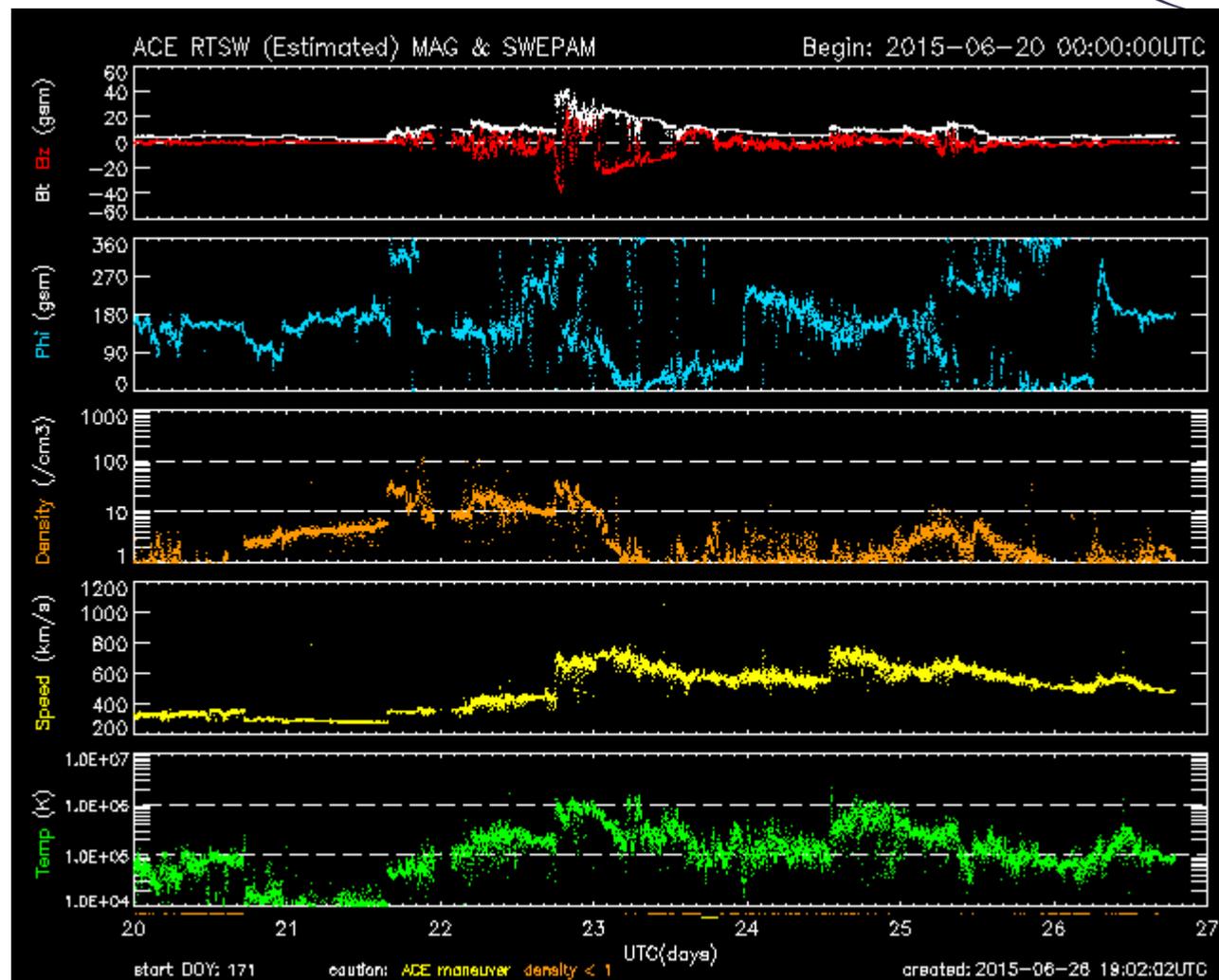
Referencia: [http://sdo.gsfc.nasa.gov/assets/img/latest/latest\\_1024\\_0211.jpg](http://sdo.gsfc.nasa.gov/assets/img/latest/latest_1024_0211.jpg)

# Mediciones In Situ (ACE)



El Satélite ACE permite conocer las condiciones físicas del viento solar in situ que se podrían considerar justo alrededor de la Tierra

En la imagen podemos apreciar un cambio de polaridad en el campo magnético (línea roja), un aumento de la velocidad (línea amarilla) y temperatura (verde) así como una disminución de la densidad producida por la llegada de una EMC al final del 22 de Junio.



Referencia: <http://services.swpc.noaa.gov/images/ace-mag-swepam-7-day.gif>

# Eyecciones de Masa Coronal EMC (Cactus)



Detección automática de EMC proveniente de las imágenes de los coronógrafos del satélite SOHO. Las EMC que podrían impactar a la Tierra son las Halo (IV)

Cactus no detectó ninguna CME tipo halo (IV).

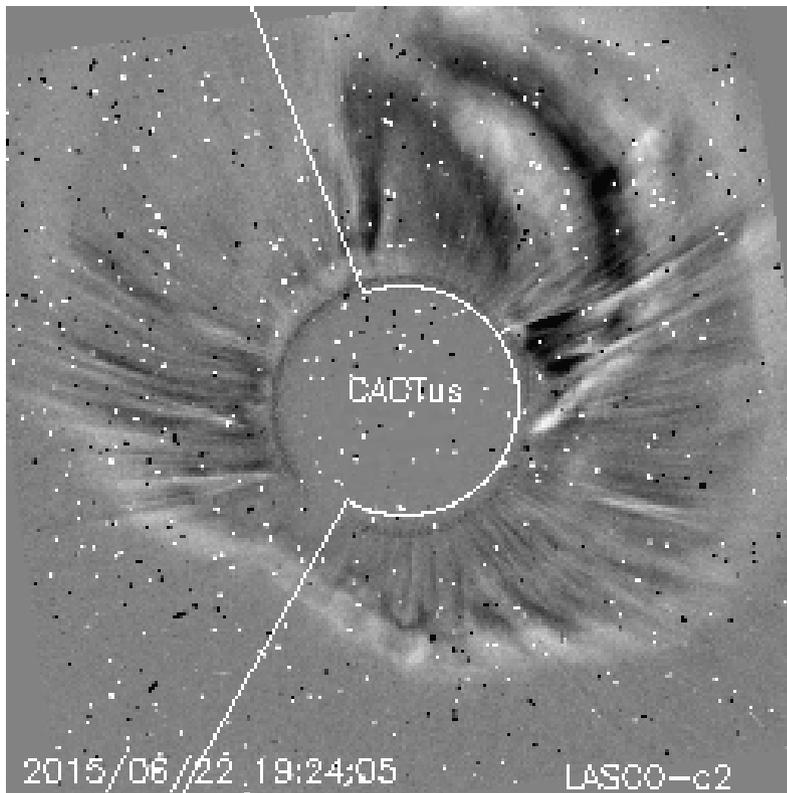
Referencia: <http://www.sidc.oma.be/cactus/out/detectionmap.png>

# EMC Tipo Halo



## Detección de EMCs Halo IV por CACTUS

```
# CME |      t0      | dt0| pa | da | v  | dv | minv| maxv| halo?  
0006|2015/06/22 18:36| 03 | 266| 230| 0791| 0320| 0176| 1735| III
```



El coronógrafo LASCO-C2 del satélite SOHO permite observar las EMC. Cactus es un programa automatizado para detectar la dirección y velocidad de propagación de las EMC en casi tiempo real.

Aun cuando la EMC 0006 ocurre prácticamente al mismo tiempo que la tormenta geomagnética, ésta no es la precursora de la tormenta de ese día.

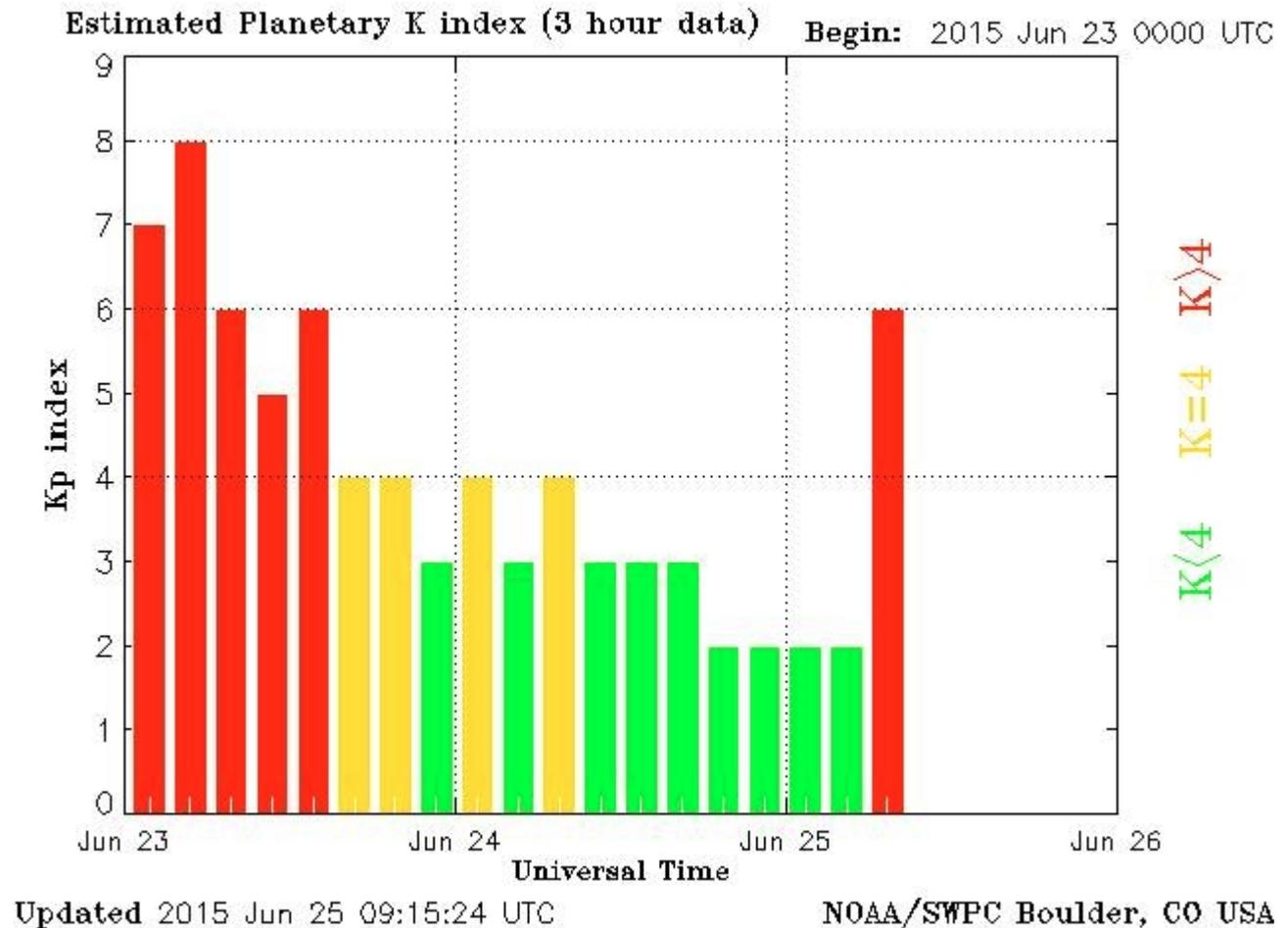
Referencia: Cactus, LASCO/SOHO/NASA

# Índice Kp (Postdam)



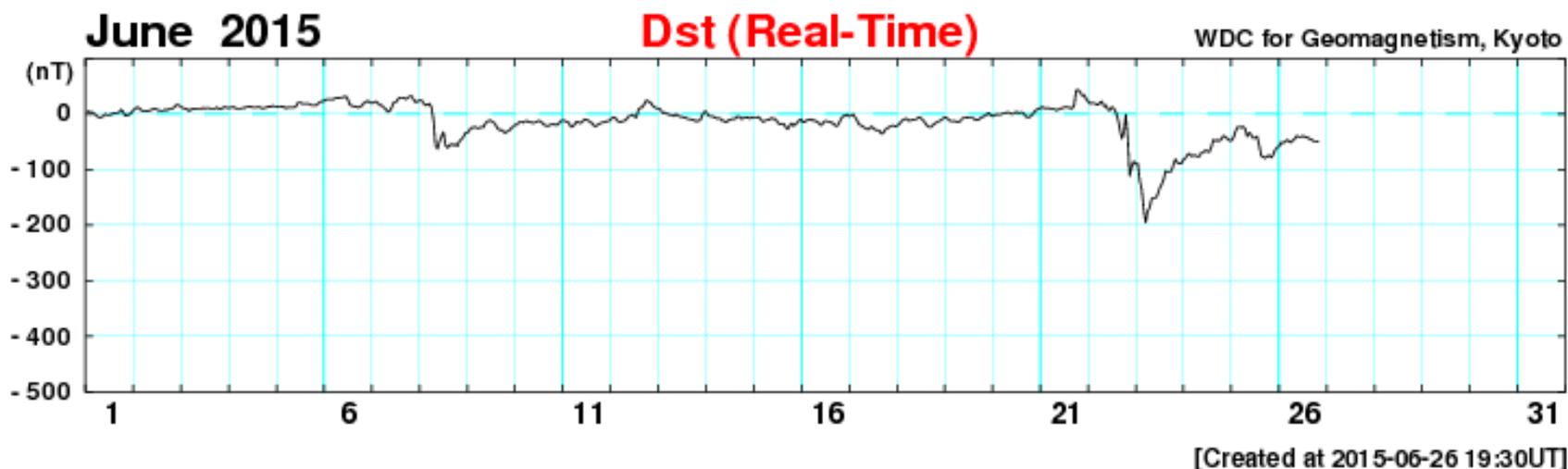
El índice K-planetario o Kp indica perturbaciones en la componente horizontal del campo magnético en todo el planeta. Es un índice que permite identificar tormentas geomagnéticas. En la gráfica las barras rojas indican una tormenta geomagnética severa.

El 22 y 23 Junio se observó un par de tormentas geomagnéticas severas (k=8) de las más intensas que se hayan observado en éste ciclo solar.



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

# Indice Dst (Kyoto)

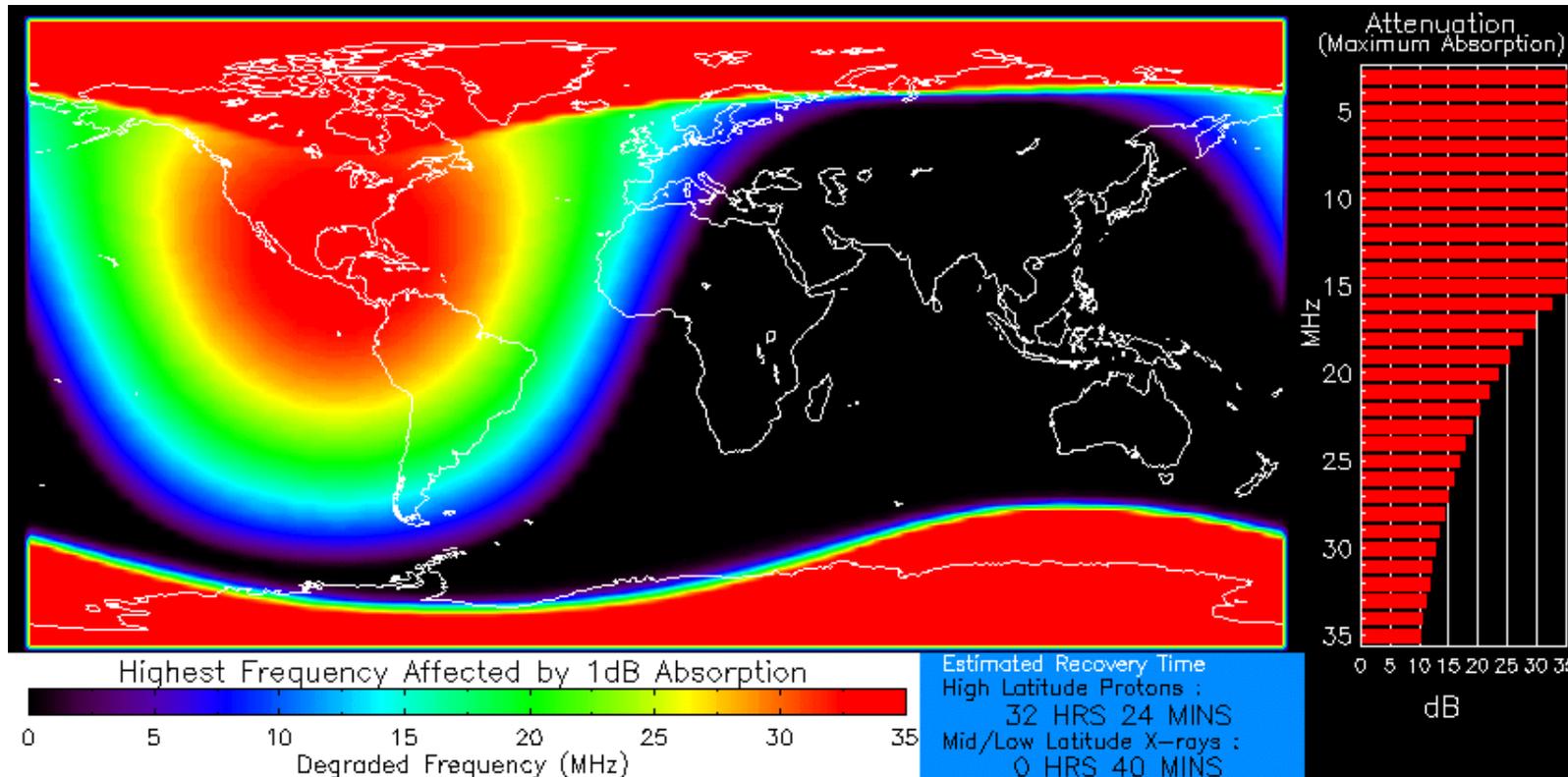


El índice Dst nos indica cambios en la intensidad del campo geomagnético. Valores negativos indican una posible tormenta geomagnética y positivos una compresión del campo geomagnético.

Esta semana se observó una caída del índice Dst de -200 nT y al 26 de Junio el índice Dst no había recuperado sus valores normales.

Referencia: [http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/dst\\_realtime/presentmonth/dst1506.png](http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/dst_realtime/presentmonth/dst1506.png)

# Radio interferencia



Las perturbaciones en la ionosfera producen interferencias en las radiocomunicaciones a bajas frecuencias, en la imagen se muestra las regiones y las frecuencias afectadas ante un evento solar.

México fue la región mas afectada por la fulguración y la llegada de una EMC el 22 de Junio.

Minor X-ray flux  
Product Valid At : 2015-06-22 18:00 UTC

Moderate Proton Flux  
NOAA/SWPC Boulder, CO USA

Referencia: [http://services.swpc.noaa.gov/images/animations/drap\\_global/latest.png](http://services.swpc.noaa.gov/images/animations/drap_global/latest.png)

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

# Instrumentación México



A continuación mostramos los registros de la instrumentación mexicana integrada en la Red de Instrumentación de Clima Espacial de la UNAM:

- MEXART-COENEO.
- CALLISTO-COENEO
- RAYOS-COSMICOS-CU.
- NEUTRONES-MEXICODF.
- MAGNETICO-TEOLOYUCAN.

# Radio Telescopio de Centello Interplanetario MEXART



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

La antena del MEXART consiste en un arreglo de 4096 (64x64) antenas (tipo dipolo) cubriendo un área física total de 9500 metros cuadrados.

El MEXART esta localizado en la ciénega de Zacapu, Michoacán, México: latitud 19° 48' 49" norte, longitud 101° 41' 39" oeste, y altura de 1964 m (SNM).

**Características:**

Frecuencia central de operación: 139.65 MHz

Ancho de banda: 2.0 MHz.

Elemento básico: dipolo de onda completa

No. de elementos: 4096

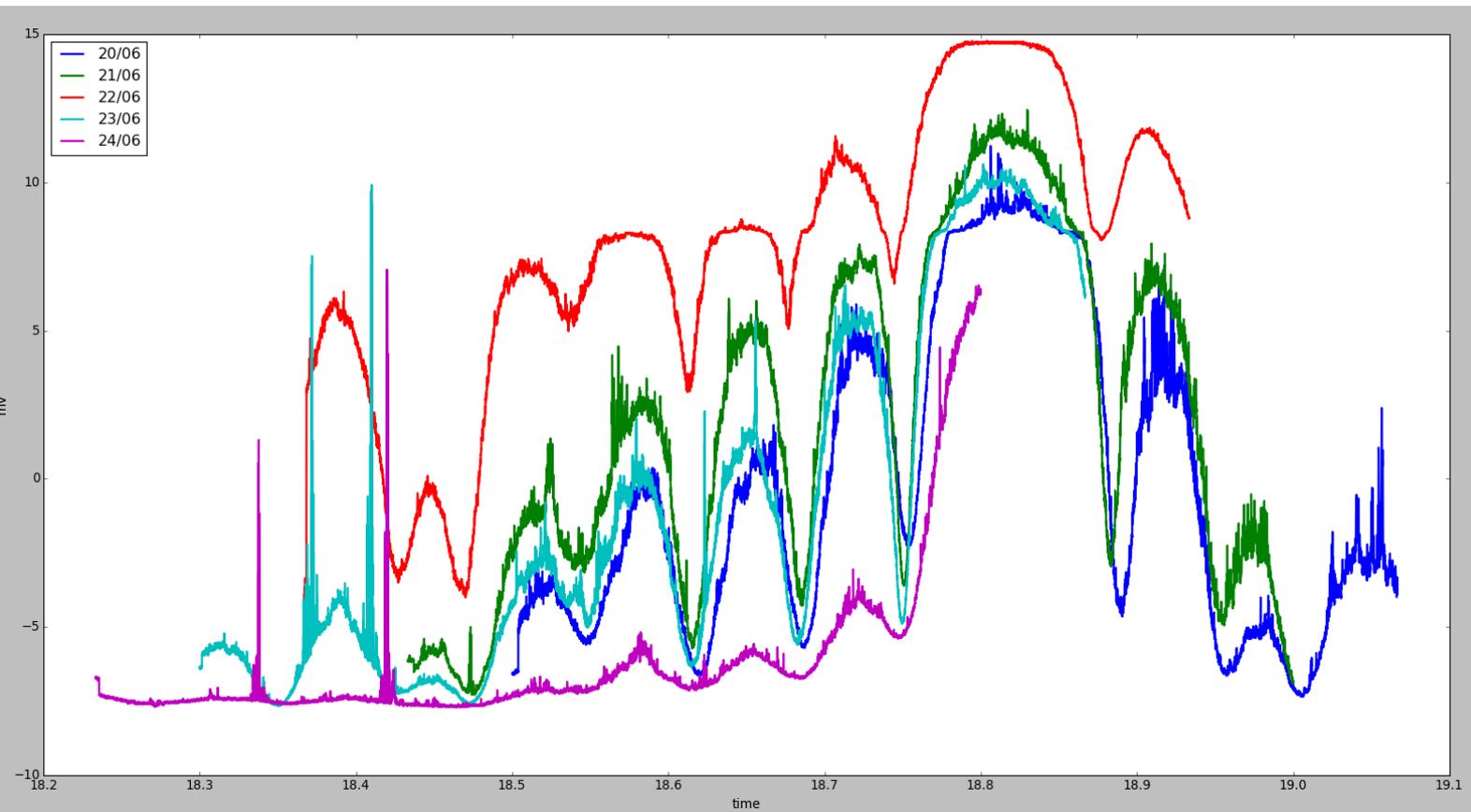
No. de líneas E-O: 64, cada línea con 64 dipolos

No. de receptores: 1-2

No. de matrices de Butler: 2, de 32 puertos cada una

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

# Transito Solar a 140 MHz (MEXART)



Los tránsitos solares permiten conocer el flujo del Sol cuando esta pasando por el punto mas cercano al cenit. A 140 MHz estamos observando la corona solar.

En la imagen reportamos 5 tránsitos observados por el mismo patrón de antena, la linea roja corresponde a la fulguración del 22 de Junio..

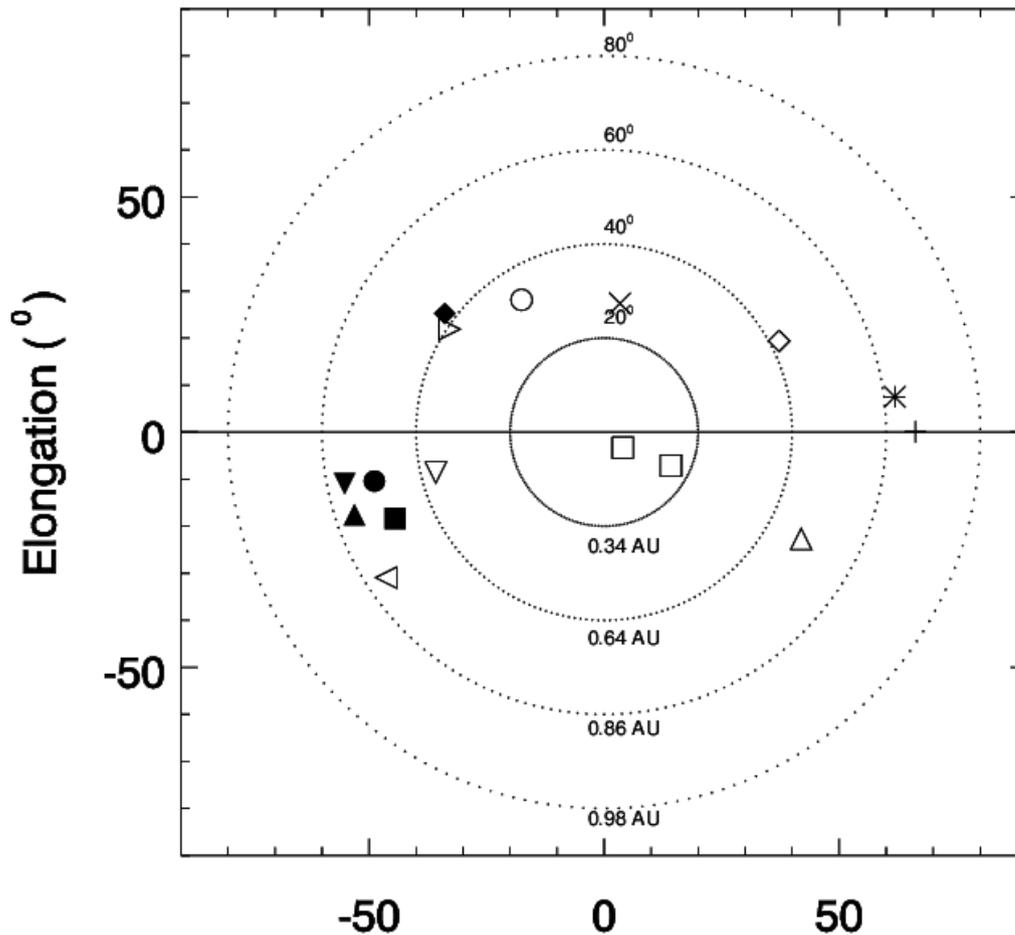
Referencia: [http://www.mexart.unam.mx/real\\_time.php](http://www.mexart.unam.mx/real_time.php)

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

# Fuentes de Centelleo (MEXART)



IPS radiosources position



- 3C43 +
- 3C48 \*
- 3C84 ◇
- 3C89 △
- 3C138 □
- 3C147 ×
- 3C152 □
- 3C196 ○
- 3C208 ▽
- 3C216 ▷
- 3C218 ◁
- 3C219 ◆
- 3C225 ■
- 3C226 ●
- 3C230 ▲
- 3C237 ▾

Fuentes de centelleo interplanetario registradas por el MEXART. El centelleo nos permite conocer las condiciones del medio interplanetario (velocidad y densidad del plasma).

Referencia: [http://www.mexart.unam.mx/real\\_time.php](http://www.mexart.unam.mx/real_time.php)

# Callisto (Estación MEXART)



<http://www.veso.unam.mx/radio-telescopio-callisto/>

El Radio Telescopio Callisto lo conforma una antena yagi, un amplificador de bajo ruido y el receptor Callisto, puede operar en una banda ancha sintonizable entre 50 y 800 MHz.

Este instrumento fue instalado en el mismo sitio del MEXART en Enero del 2015 y comenzó a operar con regularidad a partir de Junio del mismo año. Actualmente los datos se envían a la red internacional de medición solar e-callisto bajo el código de MEXART.

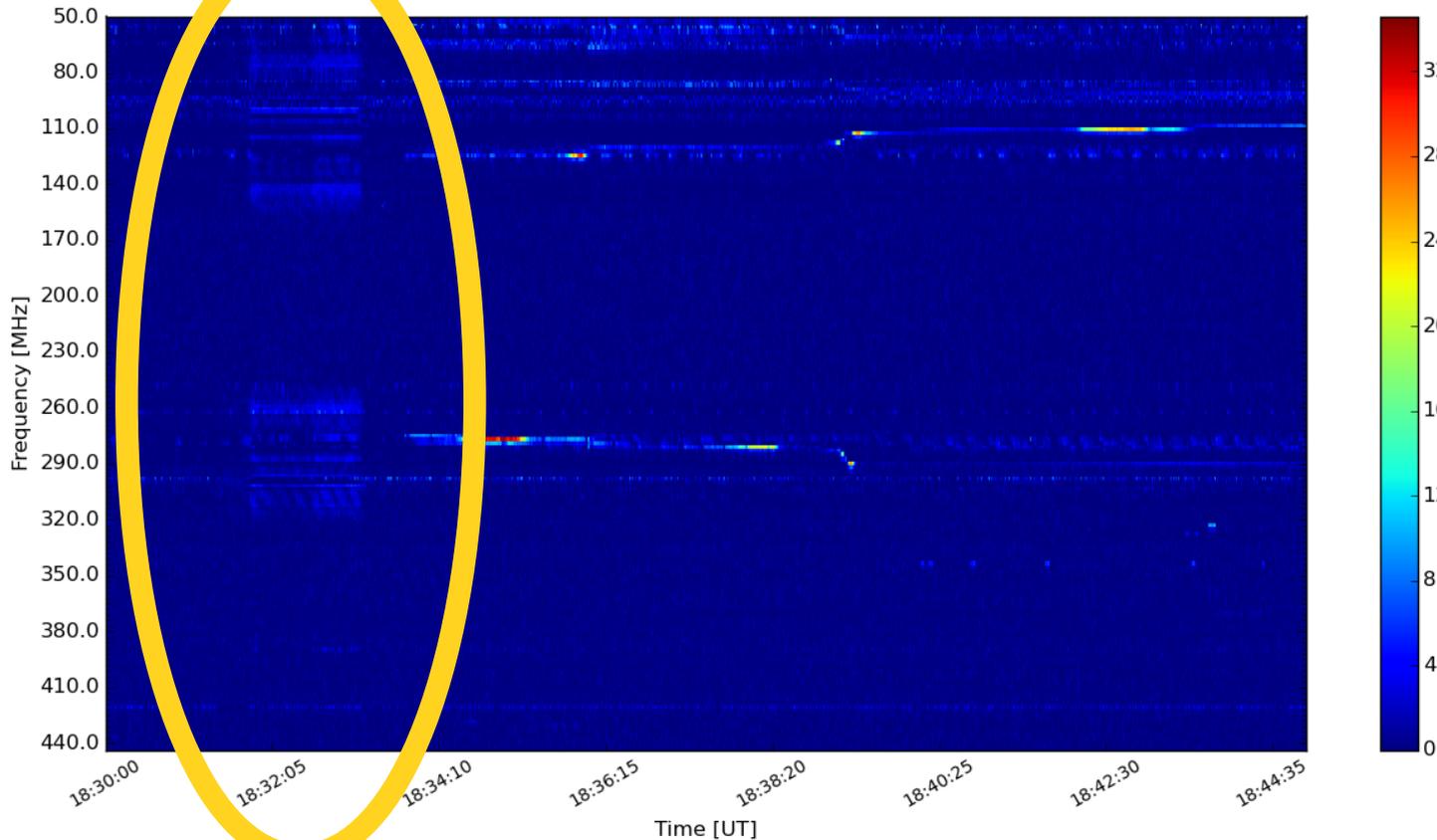
Con Callisto realizamos estudios de estallidos de radio tipo III y IV, así como interferencia en radiocomunicaciones entre 50 y 450 MHz.

A partir del 24 de Junio está operando con una línea de dipolos del MEXART.

# Callisto (Estación MEXART)



22 Jun 2015 Radio flux density (MEXART)



Los datos de Callisto muestran emisión en toda la banda observada durante el estallido de radio tipo II reportada por la SWPC de la NOAA. Ésta es la primera evidencia de un registro de estallido de radio por la estación callisto del Mexart.

Referencia: <http://www.veso.unam.mx/radio-telescopio-callisto/>

# Observatorio de Rayos Cósmicos de CU



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

X

La Estación ubicada en Ciudad Universitaria de la UNAM en el DF, México, cuenta con un Monitor de Neutrones 6NM64 y un sistema multidireccional de telescopios de mesones. Su funcionamiento ha sido continuo desde 1990. Éste Monitor detecta la parte media del espectro de Rayos Cósmicos a partir de los 8.5 GV, que es la energía umbral de la Ciudad de México, este instrumento permite conocer el estado de perturbaciones del medio interplanetario y del entorno magnético de la Tierra, lo que es de suma importancia en la determinación de la incidencia de radiación cósmica tanto en la alta atmósfera como a nivel de la superficie.

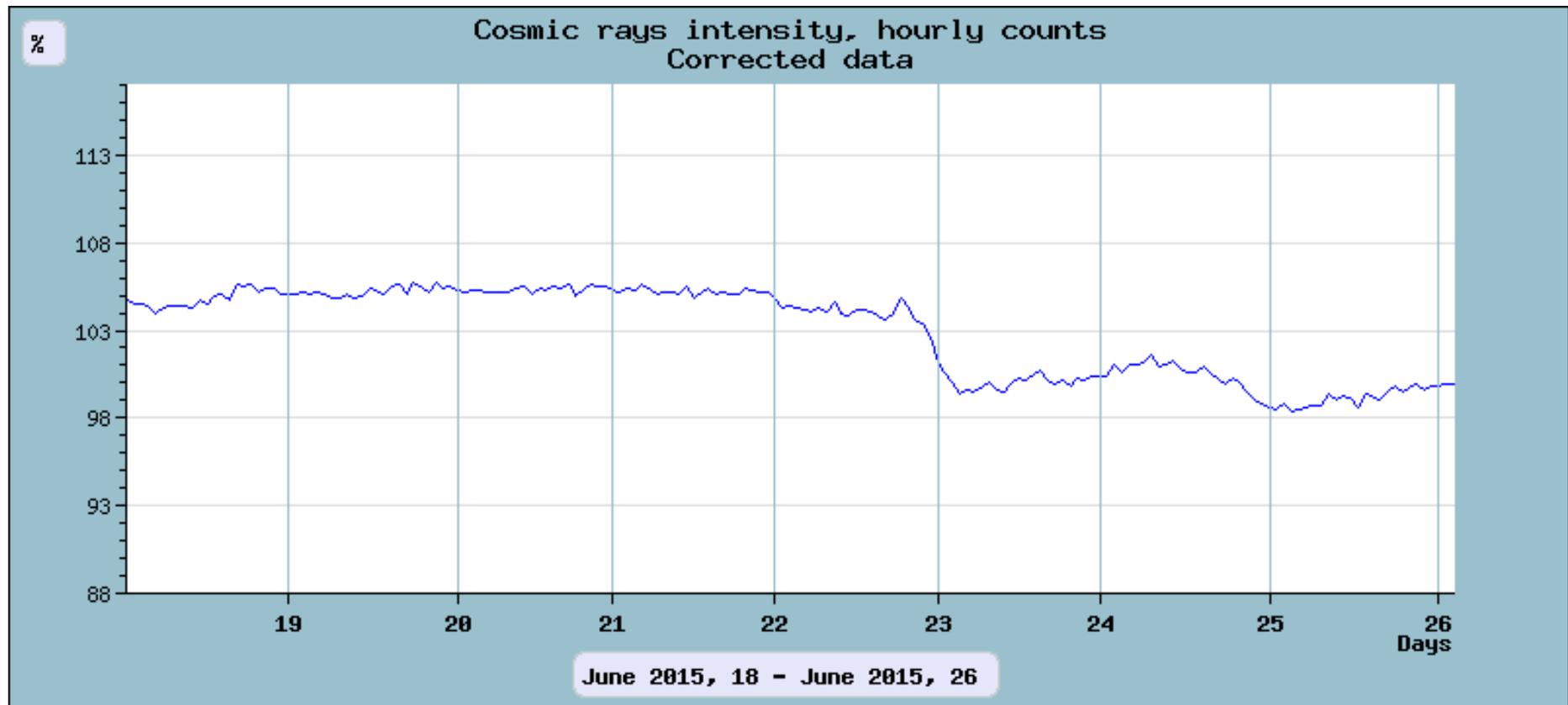


<http://www.sciesmex.unam.mx>

# Observatorio de Rayos C3smicos CU (8.5 GV)



El 23 de Junio se observa una ca3da en el flujo de rayos c3smicos producido por la llegada de la EMC que produjo la tormenta geomagn3tica de esos d3as observadas en el 3ndice Kp.



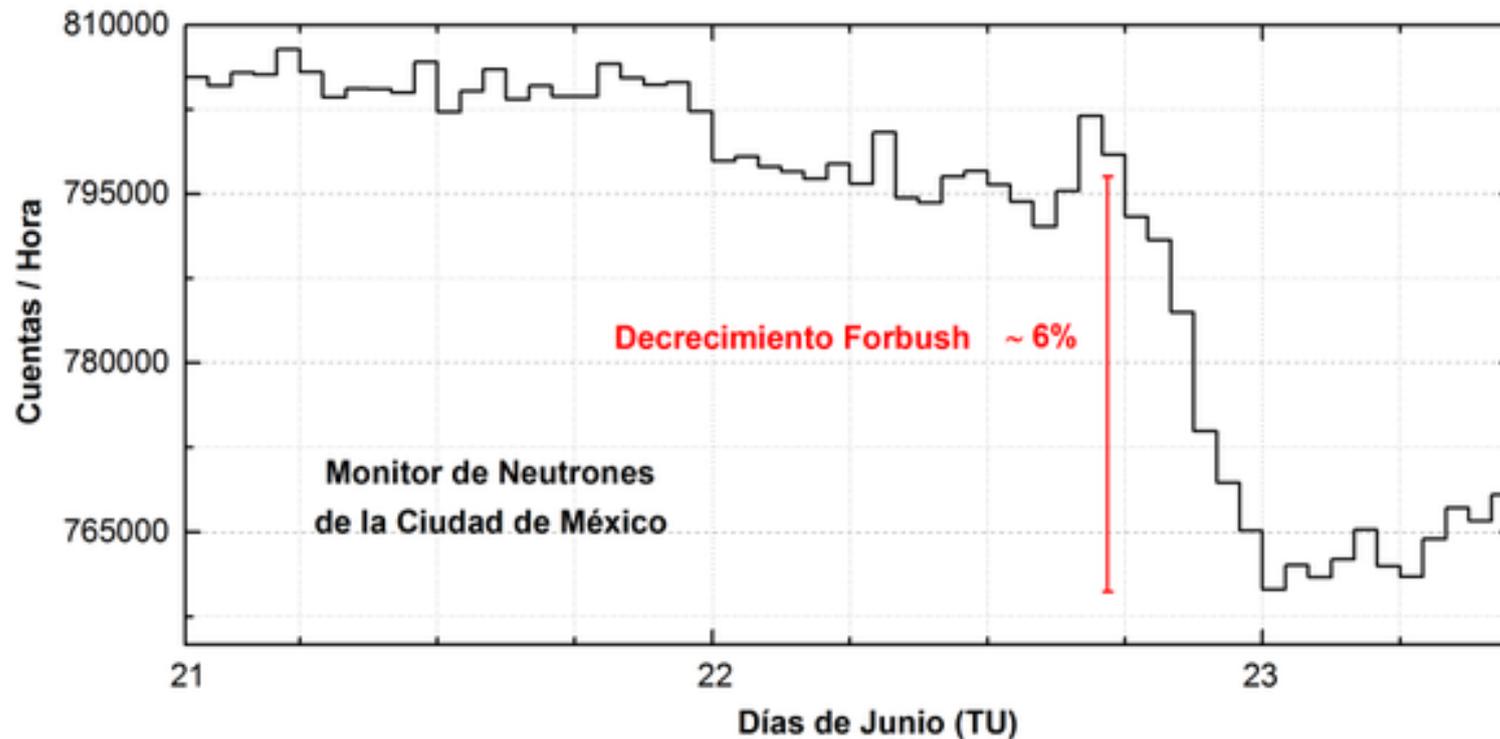
Referencia: [http://www.cosmicrays.unam.mx/grafica\\_hora.php?opc=default](http://www.cosmicrays.unam.mx/grafica_hora.php?opc=default)

# Observatorio de Rayos Cósmicos CU (Neutrones)



La caída en el flujo de neutrones indican un fenómeno conocido como Decrecimiento Forbush

Se registro un evento forbush a finales del 22 de Junio, cuya recuperación sigue en proceso.



Referencia: [http://www.cosmicrays.unam.mx/grafica\\_hora.php?opc=default](http://www.cosmicrays.unam.mx/grafica_hora.php?opc=default)

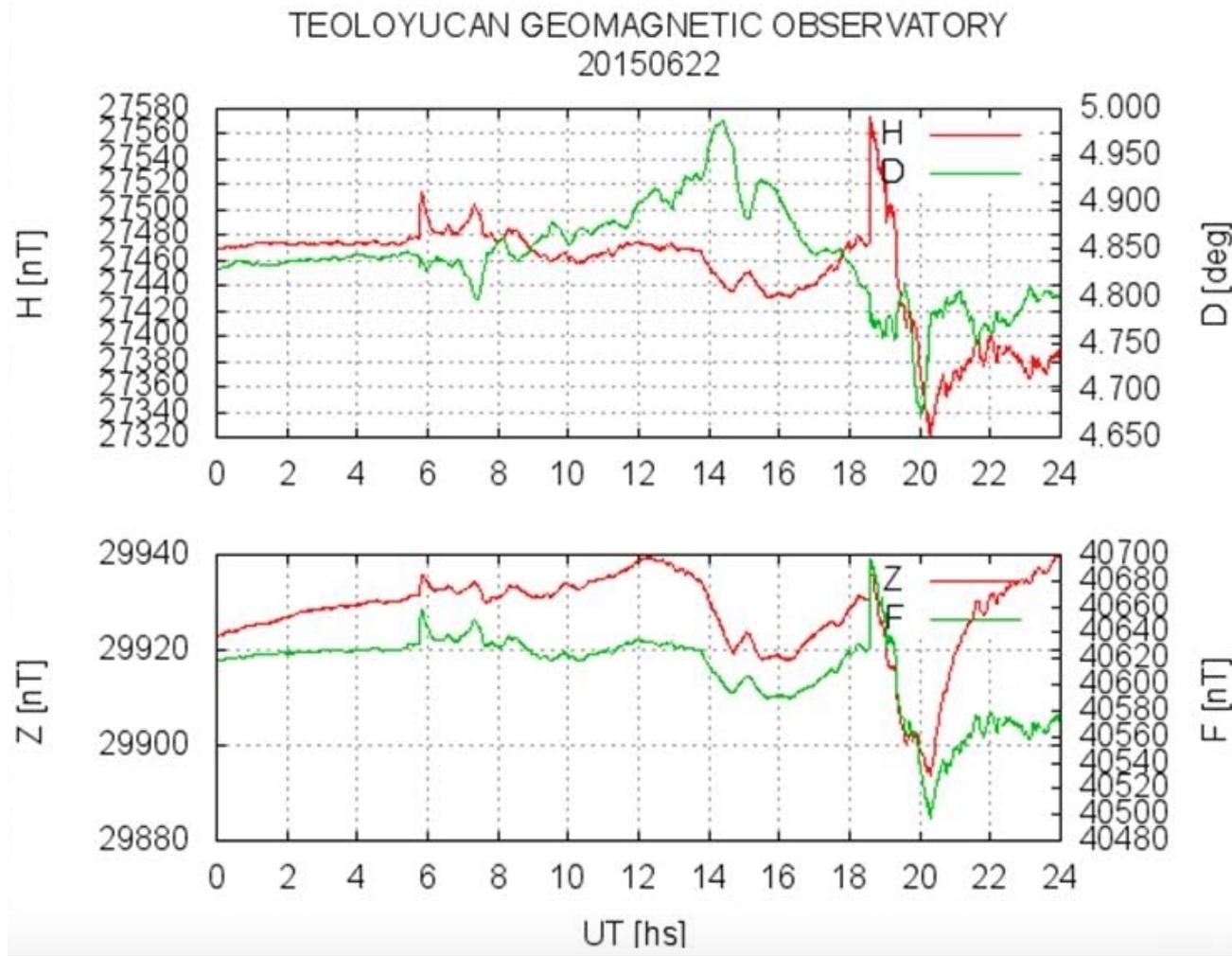
# Observatorio Geomagnético Teoyucan



El Observatorio Geomagnético de Teoyucan opera desde 1914 en el poblado de Teoyucan, Edo. de México, observando el comportamiento vectorial del campo geomagnético en forma continua. Actualmente opera con instrumentos de última tecnología, como variógrafos fluxgate de 3 componentes, magnetómetros Overhauser de intensidad total y magnetómetros de declinación e inclinación magnética. Además forma parte de la red mundial de observatorios magnéticos y del proyecto internacional INTERMAGNET ([www.intermagnet.org](http://www.intermagnet.org)) que integra y reporta datos de 102 observatorios en el mundo en tiempo real o casi real con altos estándares de calidad.



# Observatorio Geomagnético Teoloyucan



El observatorio detecta variaciones de campo magnético horizontal y vertical en el sitio de Teoloyucan. Estos datos son similares al índice Kp, pero local.

El observatorio detectó una clara perturbación del campo magnético el 20 de Junio tanto en la componente horizontal (H) como en la vertical (Z).

Referencia: <http://geomaglinux.geofisica.unam.mx/t2pafter.png>

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

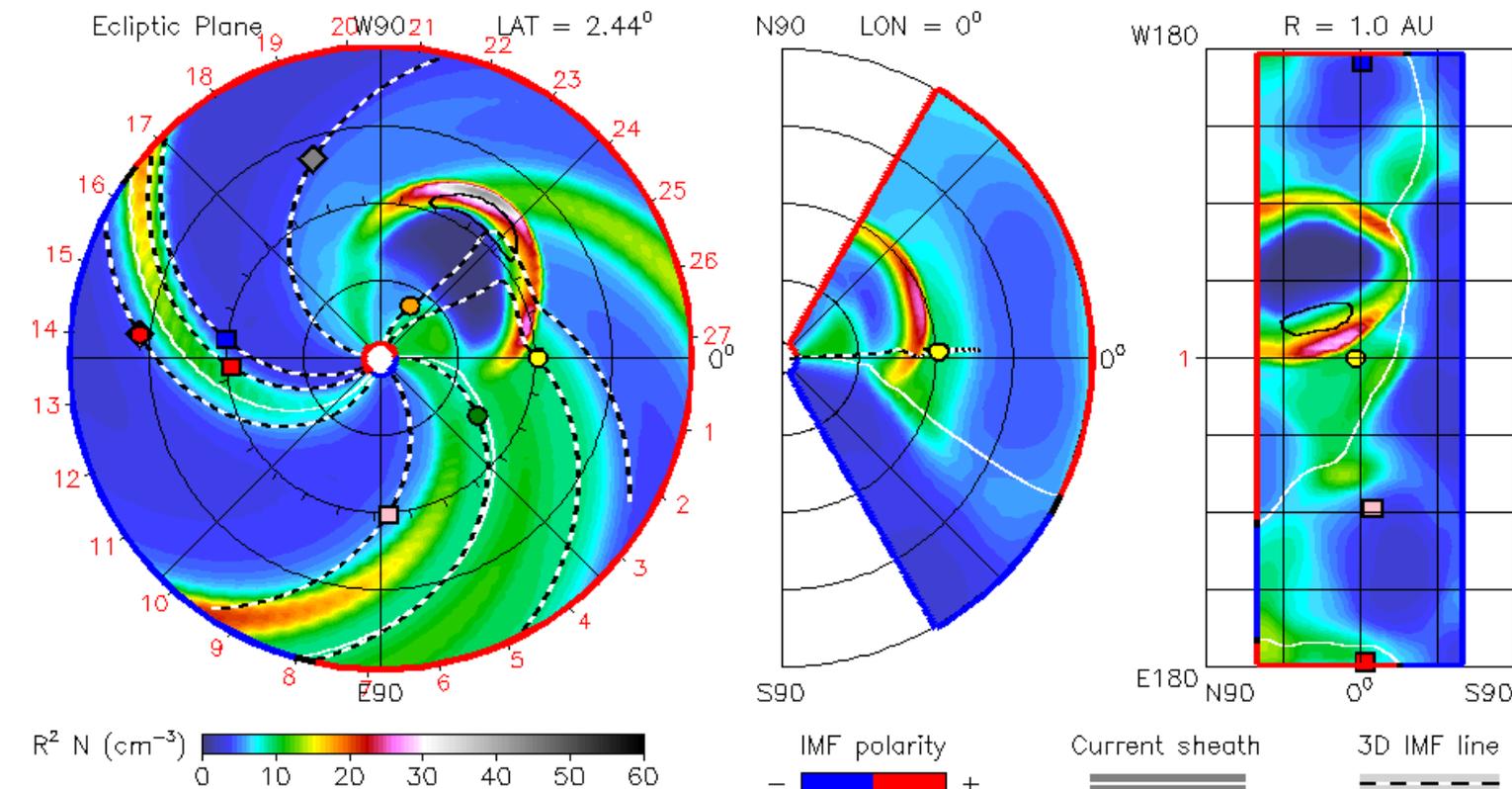
# Proyecciones para la semana del 27/6 al 3/7 (ENLI SWPC NOAA).



2015-06-27T18:00

2015-06-24T00 +3.75 days

● Earth    ● Mars    ● Mercury    ● Venus    ◆ Maven    ◆ Rosetta    ■ Spitzer    ■ Stereo\_A  
■ Stereo\_B



ENLIL-2.7 lowres-2165-a4b1 WSA\_V2.2 GONG-2165 UNIQUE0825120033/256x30x90x1.2165-a4b1.32-mep1umn1ed-1,q53q5d2.gong-2015-06-24T00 2015-06-25

ENLI es una simulación MHD que realiza proyecciones del Clima Espacial.

Se espera que el 27 de Junio una parte de la CME del 25/6 interactue con la Tierra.

# Resumen



La semana del 20 al 26 de Junio del 2015 tuvo 2 fulguraciones mayores a M5 y dos tormentas geomagnéticas, la primera inicio el 22 de Junio y la segunda el 25 de Junio.

La tormenta del  $K_p=8$  del 22 de Junio coincidió con la fulguración M6.5 de ese mismo día, sin embargo no están relacionadas.

La combinación de ambos eventos afectaron principalmente los polos terrestres y **todo el territorio nacional**.

Por primera vez, reportamos de manera coordinada las observaciones de la Red de Instrumentación de Clima Espacial mexicana, la cual claramente detectó el evento del 22 de Junio del 2015. Lo que demuestra las capacidades de observación de clima espacial en México.

# Créditos



## **UNAM SCiESMEX**

Dr. Americo Gonzalez

Dr. Victor De la Luz

Dr. Pedro Corona

Dr. Julio Mejia

Dr. Xavier Gonzalez

## **UNAM IGUM**

Dr. Ernesto Aguilar

## **UNAM ENES Michoacán**

Dr. Mario Rodriguez

## **UNAM CU**

Dra. Blanca Mendoza.

Dr. Jose Valdez.

## **MEXART**

Dr. Americo Gonzalez

Dr. Julio Mejia

Dr. Armando Carrillo

MsC Ernesto Andrade

MsC Pablo Villanueva

Ing. Pablo Sierra.

Ing. Samuel Vazquez

## **CALLISTO**

Dr. Victor De la Luz

MsC Ernesto Andrade

MsC Pablo Villanueva

Ing. Pablo Sierra.

Ing. Samuel Vazquez

## **RAYOS CÓSMICOS**

Dr. Xavier Gonzalez

Dr. Jose Valdez

Fis. Alejandro Hurtado

Ing. Octavio Musalem

## **GEOMAGNETICO**

Dr. Esteban Hernandez

MsC Gerardo Cifuentes

# Créditos



## ISES

<http://www.spaceweather.org/>

Space Weather Prediction Center NOAA.

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

GOES Spacecraft NOAA.

<http://www.ngdc.noaa.gov/stp/satellite/goes/index.html>

SOHO Spacecraft NASA.

<http://sohowww.nascom.nasa.gov/>

SDO Spacecraft NASA.

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

ACE Spacecraft NOAA.

<http://www.srl.caltech.edu/ACE/ASC/index.html>

German Research Center For Geosciences Postdam.

<http://www.gfz-potsdam.de/en/sektion/erdmagnetfeld/daten-dienste/kp-index/>

Data Analysis Center for Geomagnetism and Space Magnetism, Kyoto University.

<http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/index.html>

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