

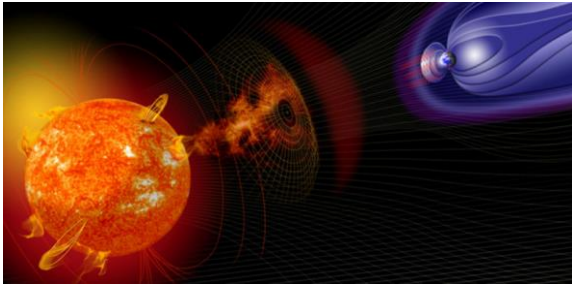
Teledetección con satélites

Aplicaciones espaciales



Lidia Cristina Escudero Fernández
lescudero@aemet.es
DIS-CTNDO

19-09-2023



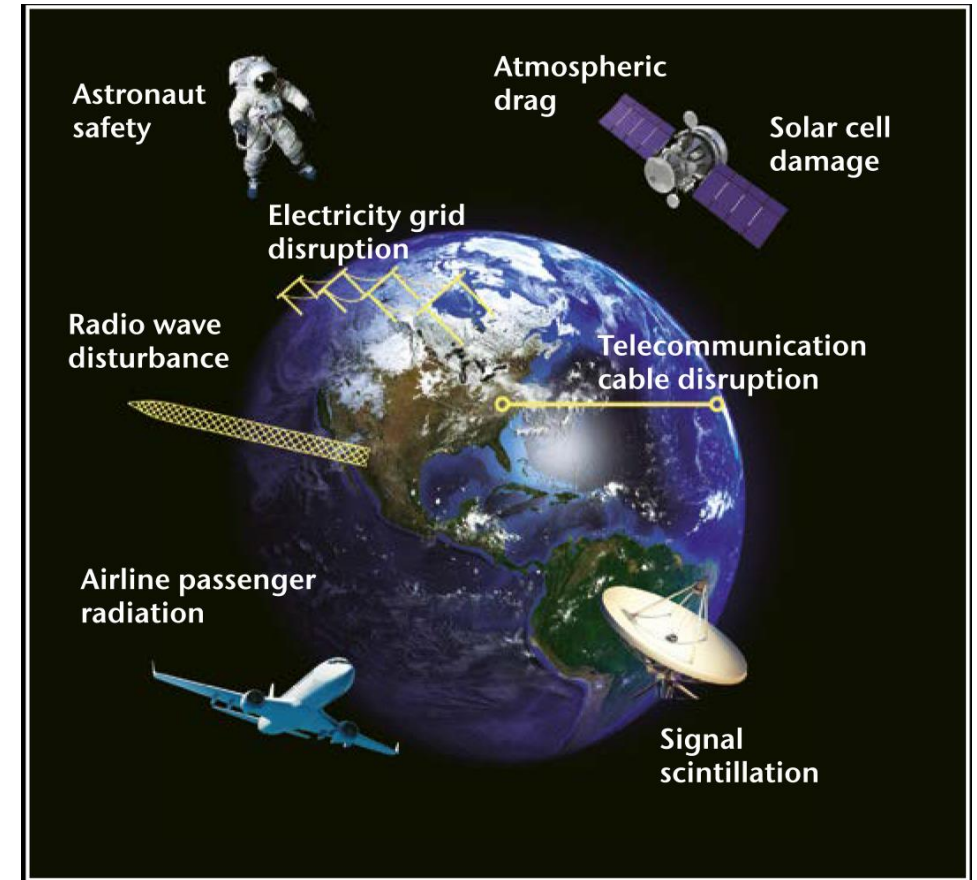
Tiempo espacial

- Fundamentos teóricos
- Disco solar
- Flujo de rayos X
- Campo magnético

Tiempo espacial: Fundamentos teóricos

La meteorología espacial estudia la interacción que se establece entre la Tierra, a través de su atmósfera y su magnetosfera, y el Sol, mediante la radiación electromagnética y las partículas cargadas que emite y su campo magnético. La OMM define el tiempo espacial como *"El estado físico y fenomenológico del entorno espacial natural, en particular el Sol y los entornos interplanetarios y planetarios"*

Los fenómenos generados asociados al tiempo espacial tienen un gran impacto en los sistemas tecnológicos de los que somos cada día más dependientes, ya que pueden llegar a afectar de forma importante a los instrumentos a bordo de satélites, interrupción de las señales del posicionamiento por satélite, cortes en las líneas de distribución energética, cortes en las comunicaciones de radio de alta frecuencia, mayor radiación a altitudes altas, afectación de la salud de los astronautas...



<https://www.metoffice.gov.uk/weather/learn-about/space-weather/impacts>

Tiempo espacial: Fundamentos teóricos



En los satélites GOES-R se encuentran instrumentos especialmente dedicados al tiempo espacial. Uno de ellos es el Generador de Imágenes Solares Ultravioleta (SUVI, Solar Ultraviolet Imager), un telescopio que monitoriza la radiación ultravioleta emitida por sol produciendo imágenes constantemente. Da estimación principalmente de la temperatura del plasma de la corona, de las emisiones y de las erupciones solares.

Solar UltraViolet Imager Spectral Channels

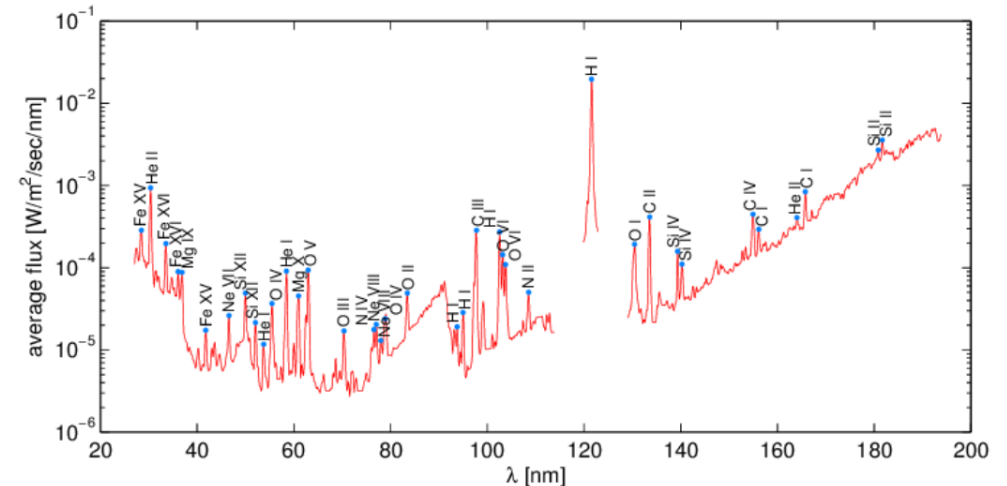
Peak wavelength (Å)	Notable solar features	Space weather impact
94	Active region solar flare	Thermospheric heating flare warnings fast solar wind
131	Solar flare quiet corona	Thermospheric heating flare warnings
171	Transition region quiet corona	Thermospheric heating active region complexity
195	Active region solar flare coronal hole	Thermospheric heating active region complexity fast solar wind
284	Active region	Thermospheric heating flare warning
304	Chromosphere prominences filament active region	CME warning filament eruption CME forecasting

<https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1029/2022SW003044>

Tiempo espacial: Fundamentos teóricos

Otro de los instrumentos especialmente dedicados al tiempo espacial a bordo de GOES-R es EXIS (Extreme Ultraviolet and X-ray Irradiance Sensors). Posee dos sensores:

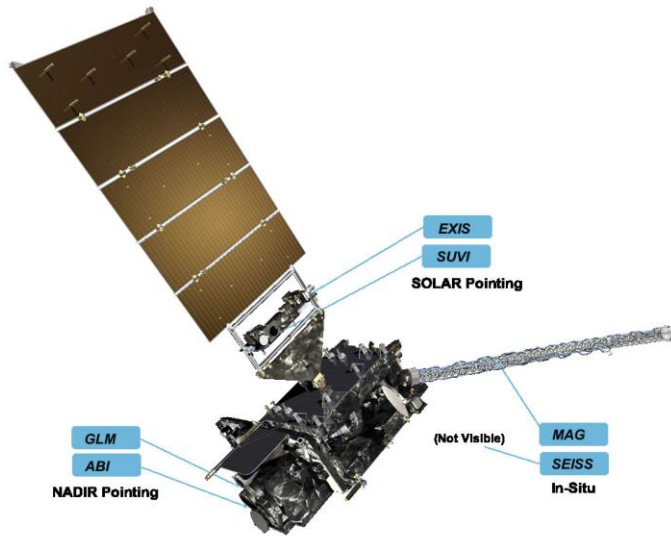
- El Sensor de rayos X (XRS) mide el flujo de rayos-X blandos en 2 bandas, 0.05-0.4 nm y 0.1-0.8 nm. Controla fulguraciones solares que pueden interrumpir comunicaciones y degradar la precisión de la navegación, afectando así a los satélites, viajes espaciales, vuelos de aerolínea de latitudes altas y al rendimiento de redes eléctricas.
- El Sensor de Ultravioleta Extremo (EUV) detecta la irradiancia en 5 canales en el rango entre 5 y 127 nm (ultravioleta extremo, incluye Fe-XV a 28.4 nm, He-II a 30.4 nm y H-Lyman-alpha a 121.6 nm). Este tipo de radiación tiene un fuerte impacto en la ionosfera, pudiendo su exceso provocar apagones en las comunicaciones de radio de alta frecuencia en latitudes bajas. Además, llamaradas de esta energía que se depositen en la termosfera aumenta la resistencia aerodinámica en los satélites de órbita baja.



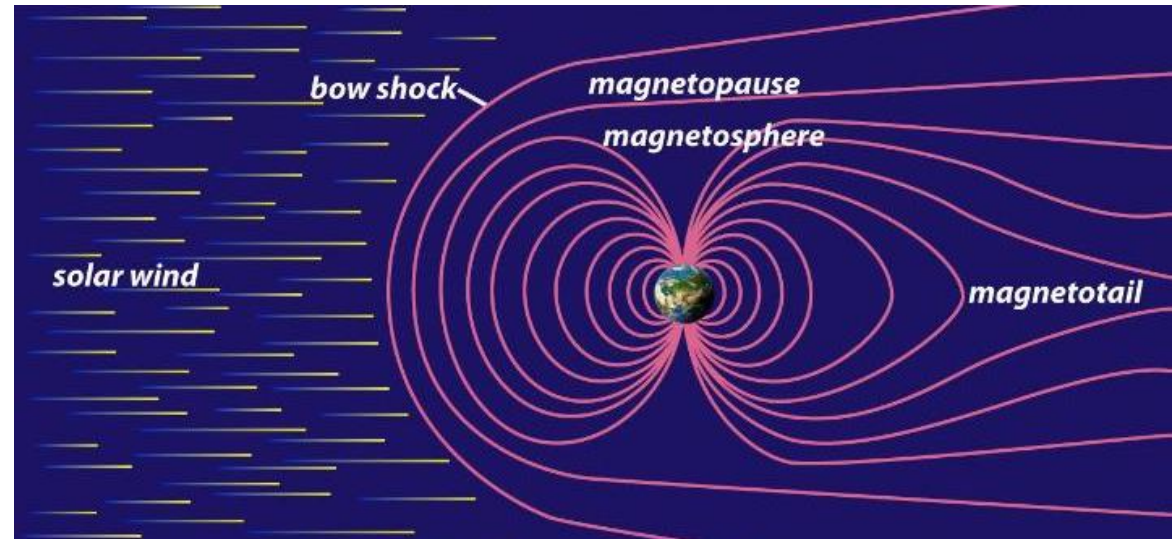
https://www.researchgate.net/figure/Time-averaged-EUV-spectrum-from-the-EGS-instrument-The-38-strong-spectral-lines-are_fig2_29614428

Tiempo espacial: Fundamentos teóricos

Otro de los instrumentos especialmente dedicados al tiempo espacial a bordo de GOES-R es un magnetómetro que mide el campo magnético y la dinámica de partículas cargadas en la región exterior de la magnetósfera. La actividad de la magnetosfera puede afectar a la operación de los satélites y a la resistencia aerodinámica de los satélites de órbita baja, así como a las comunicaciones y los sistemas de navegación. El magnetómetro mide tres componentes del campo geomagnético con una resolución de 0,016 nT y una frecuencia de respuesta de 2,5 Hz.



<https://www.goes-r.gov/spacesegment/instruments.html>



<https://study.com/learn/lesson/magnetosphere-function-facts-what-is-the-magnetosphere.html>

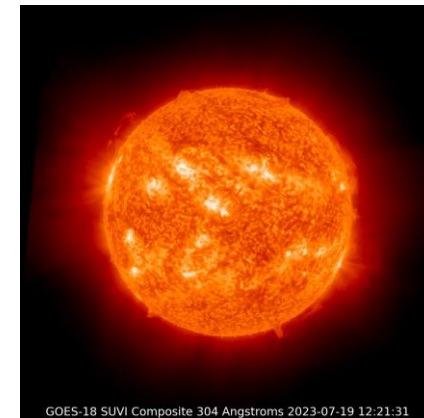
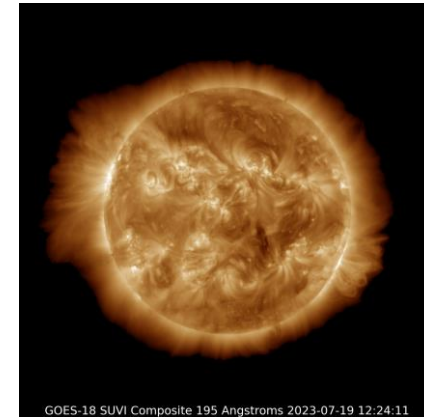
Disco solar (SUVI)

El **canal de 195 Å** realza la atmósfera externa solar, llamada corona, así como las fulguraciones de plasma caliente. Tanto las regiones activas, como las fulguraciones y las eyecciones coronales de masa aparecen como brillantes. Las regiones oscuras (agujeros coronales) son zonas donde se emite poca radiación y son las principales fuentes de las partículas del viento solar.

Qué se observa: Corona y fulguraciones de plasma caliente

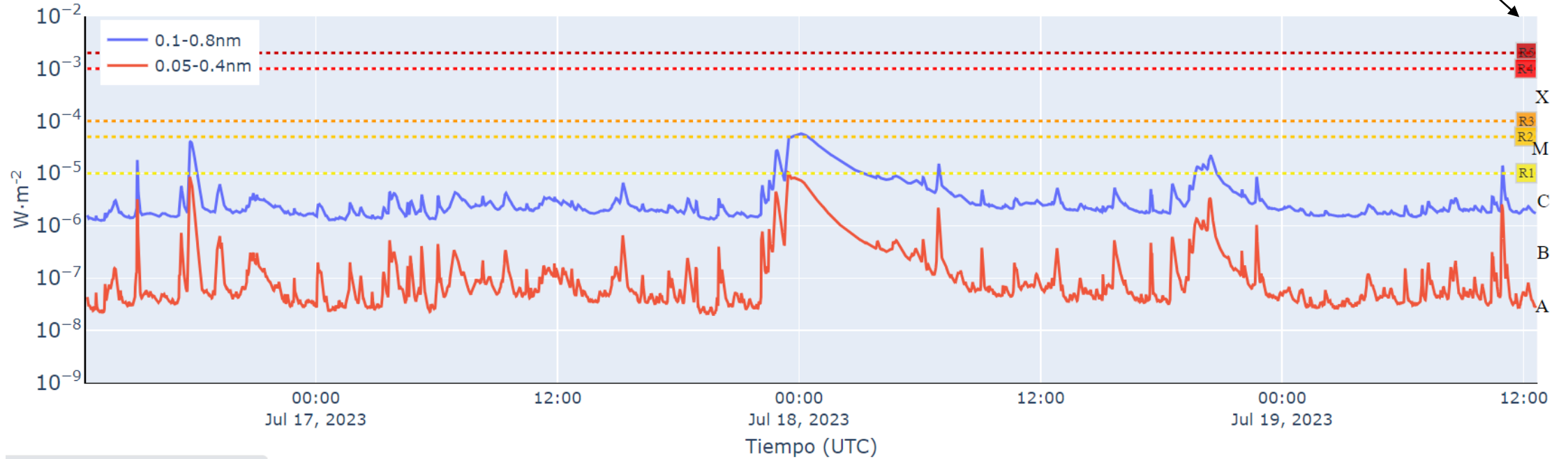
En el **canal de 304 Å** se pueden apreciar las zonas donde las columnas de plasma más frías y densas (filamentos y prominencias) se encuentran por encima de la superficie visible del Sol. Las áreas brillantes muestran lugares donde el plasma tiene una densidad alta.

Qué se observa: Cromosfera alta y zona de transición baja



Flujo de rayos X (XRS)

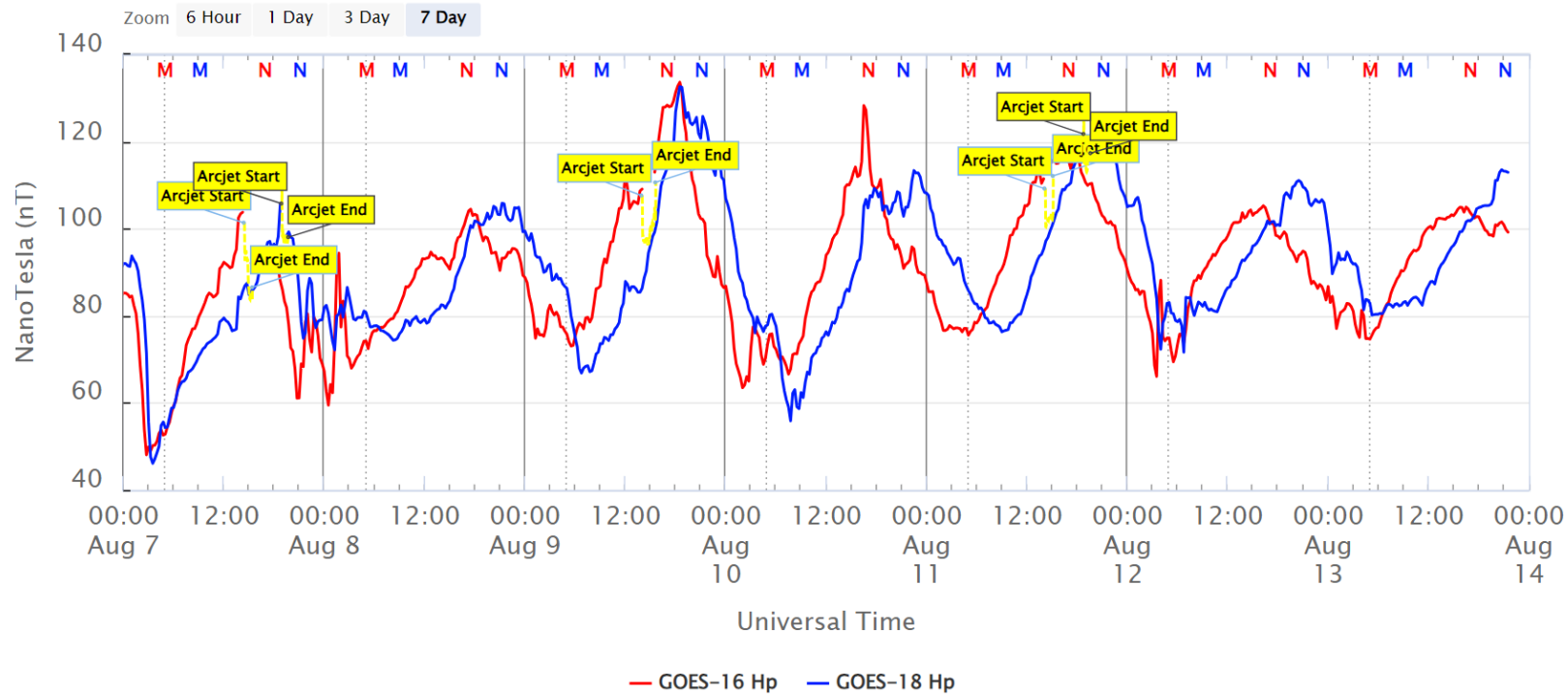
Niveles R1, R2, R3, R4 y R5 de la escala de tiempo espacial de NOAA relativa a radiobloqueos (https://www.swpc.noaa.gov/sites/default/files/images/NOAA_scales.pdf), así como su clasificación según su intensidad (A, B, C, M, X) (<https://spaceweather.com/glossary/flareclasses.html>).



Campo magnético

Componente norte promedio de 1 minuto del campo magnético (Hp) medido con el magnetómetro a bordo del GOES-16 (75°W) y del GOES-18 (137°W).

GOES Magnetometers (1-minute data)



Ejercicios



- 1 - Abre la página del Space Weather Prediction Center de NOAA: <https://www.swpc.noaa.gov/>
- 2 - Visualiza la imagen más reciente del Sol tomada por SUVI para el canal de 195 y 304 A.
- 3 - Busca en la página el flujo de rayos X y visualiza la gráfica de manera que puedas ver los ultimo 7 días ¿Se ha producido algún radiobloqueo de nivel R4 (Severo, 10^{-3} W/m²)*?
- 4 - ¿Cuántas alertas se han enviado por superar el nivel de 5×10^{-5} Watts/m² (nivel de radiobloqueo moderado, R2) en las últimas 24h*?
**Nos fijamos en la banda larga de 0.1-0.8 nm*
- 5 - Busca en la página el gráfico que muestre los datos obtenidos con el magnetómetro a bordo del GOES-R. Visualiza únicamente la gráfica para GOES-18 para los últimos 3 días. ¿Entre que valores oscila el campo magnético medido?

Gracias por vuestra atención!

Lidia Cristina Escudero Fernández
lescudero@aemet.es

DIS-CTNDO

19-09-2023