Claro empresas

Actividades Solares

¿Qué son?
¿Que hacemos?
Los efectos sobre los satélites

Gerencia de la Dinámica Orbital

Março 2025

Introducción

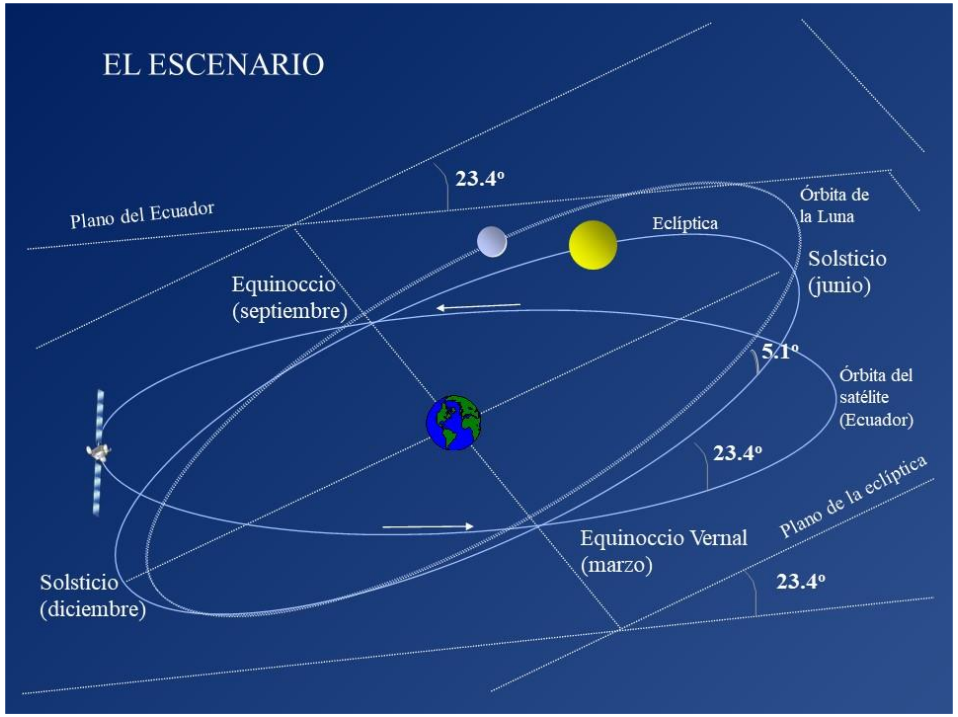
El Sol es una estrella con alta producción de energía y actividad magnética. Además de los efectos gravitacionales, las energías térmica y magnética generadas por el Sol pueden afectar a los sistemas de telecomunicaciones, incluidos los satélites. Llamamos viento solar al flujo de partículas que emite constantemente el Sol. La intensidad de los vientos solares varía periódicamente. La actividad magnética solar también varía y cuando es muy intensa puede generar erupciones (o explosiones) solares, generando un mayor flujo de partículas altamente energéticas.

El Sol recorre una trayectoria aparente alrededor de la Tierra con una inclinación de 23,4° con respecto al plano del ecuador, y lo atraviesa dos veces al año, mientras que los satélites geoestacionarios orbitan la Tierra en el plano del ecuador, pero a una distancia de aproximadamente a 36 mil kilómetros sobre la superficie terrestre.

Dentro de este escenario, el Sol interfiere con los sistemas de comunicación por satélite de dos maneras:

- cuando está alineado con la Tierra y el satélite, generando interferencia solar.
- como resultado de su actividad magnética a través de erupciones solares.

A continuación, comprenderemos mejor estos dos tipos de fenómenos



Interferencia solar

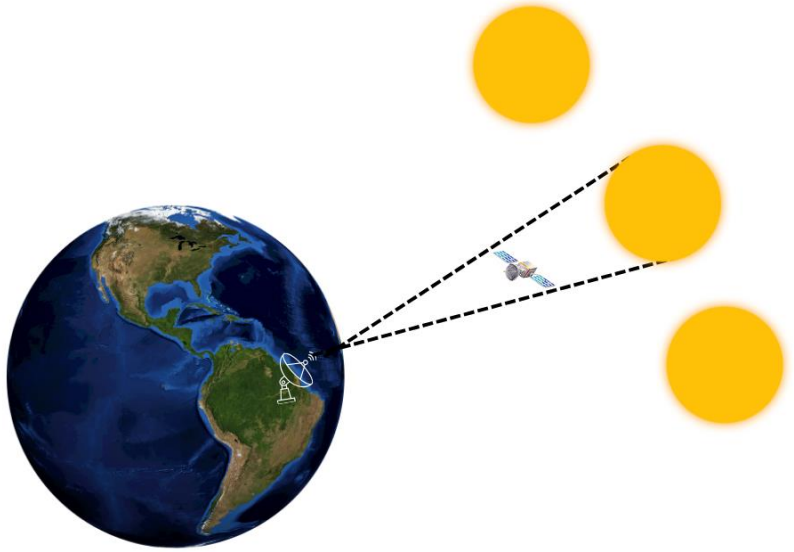
En su movimiento aparente, el Sol ocasionalmente se alinea con la estación terrestre y el satélite. Durante esta alineación, la energía emitida por el Sol interfiere con la señal de comunicación entre el satélite y la estación. A este fenómeno lo llamamos **interferencia solar en las estaciones terrestres**.

Esta interferencia se produce porque, debido a la alineación Tierra-satélite-Sol, la estación terrena no puede distinguir la señal emitida por el satélite de la energía emitida por el Sol.

Sin embargo, son fenómenos predecibles y de corta duración. Ocurren en dos periodos al año (alrededor de los equinoccios de marzo y septiembre) y varían según la posición de cada estación.

En nuestro SITIO WEB podrás consultar la previsión y duración de cada evento por semestre.

Estos eventos no varían con la actividad magnética solar, ya que dependen únicamente de la posición aparente del Sol.



Cuando hay un alineamiento Estación-Satélite-Sol, la señal del satélite se interrumpe momentáneamente en las estaciones terrenas.

Actividad magnética solar

El Sol está en constante actividad magnética, pero la intensidad varía en ciclos de aproximadamente once años.

Se pueden ver manchas oscuras en la superficie del Sol. Estas son regiones donde la actividad magnética es más intensa. Cuando aumenta la actividad solar, también aumenta el número de manchas. Cuando la actividad solar es intensa, pueden producirse erupciones, emitiendo un gran flujo de partículas energizadas. Este fenómeno, también llamado tormenta solar, puede provocar algunos efectos como auroras boreales, perturbaciones en satélites, redes eléctricas, sistemas de comunicaciones, etc.

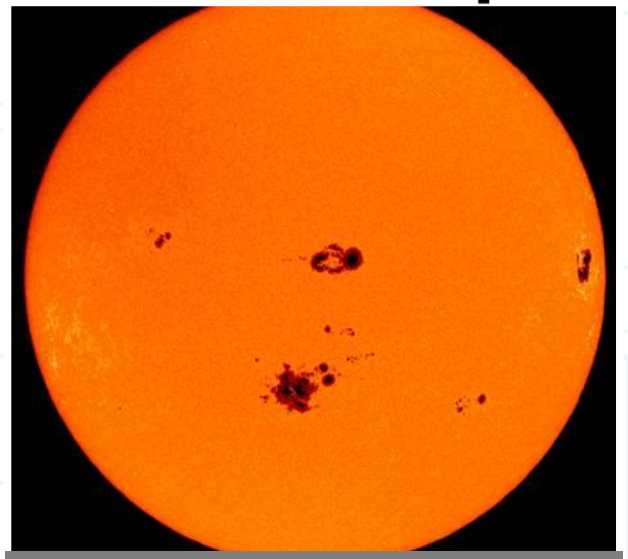
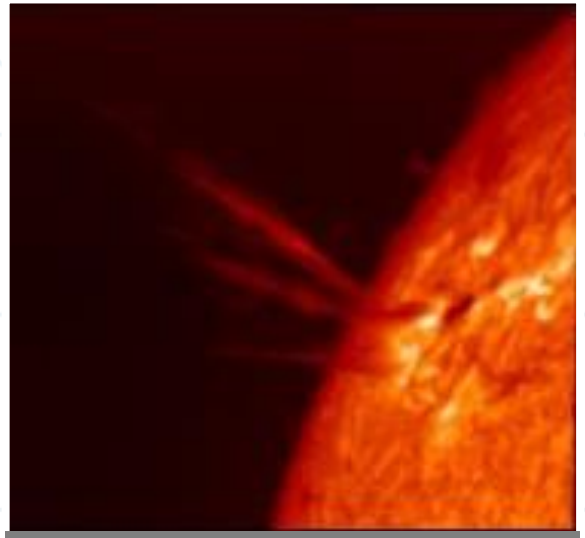


Foto de la superficie del Sol con manchas solares. Fuente: NASA

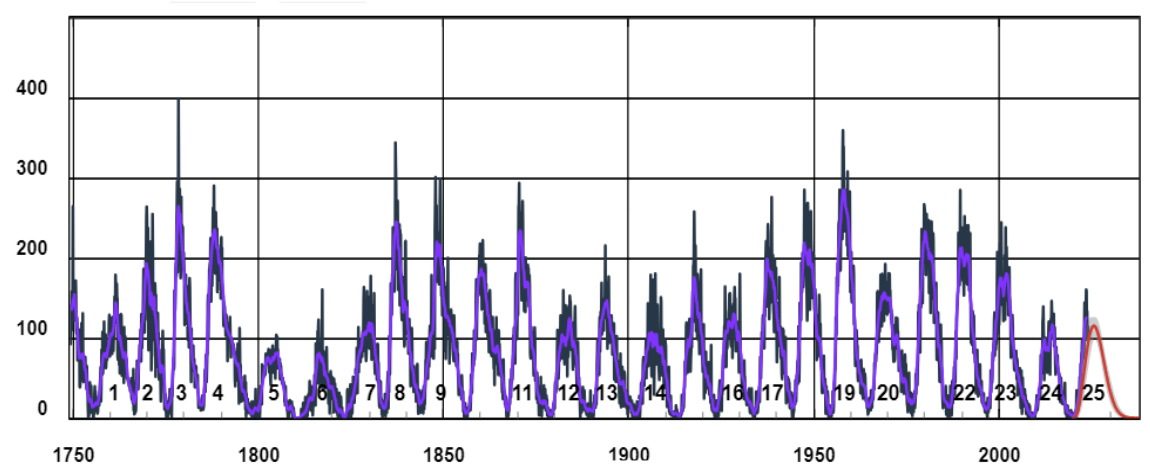


Explosión solar registrada por la NASA

Actualmente se monitorean los ciclos de actividad solar y existen agencias capaces de predecir la intensidad y duración de los próximos eventos. Desde 1749 ha habido 24 ciclos completos. Estamos atravesando el ciclo número 25 y se espera que la actividad máxima se produzca en la segunda mitad de 2024.

Durante el pico de actividad magnética, los efectos de las erupciones solares serán más intensos.

Actividad magnética solar (2)



Monitorización y previsión de la actividad solar. El ciclo 25, que comenzó en 2019, alcanzará su punto máximo en 2024. La línea roja indica el pronóstico para el próximo ciclo. Se puede observar que no será el más intenso de todos los tiempos. Fuente: NOAA

De manera similar a la meteorología, existe un sistema de pronóstico de la actividad solar llamado Clima Espacial. Los observatorios dedicados registran el número de manchas y sus tamaños.

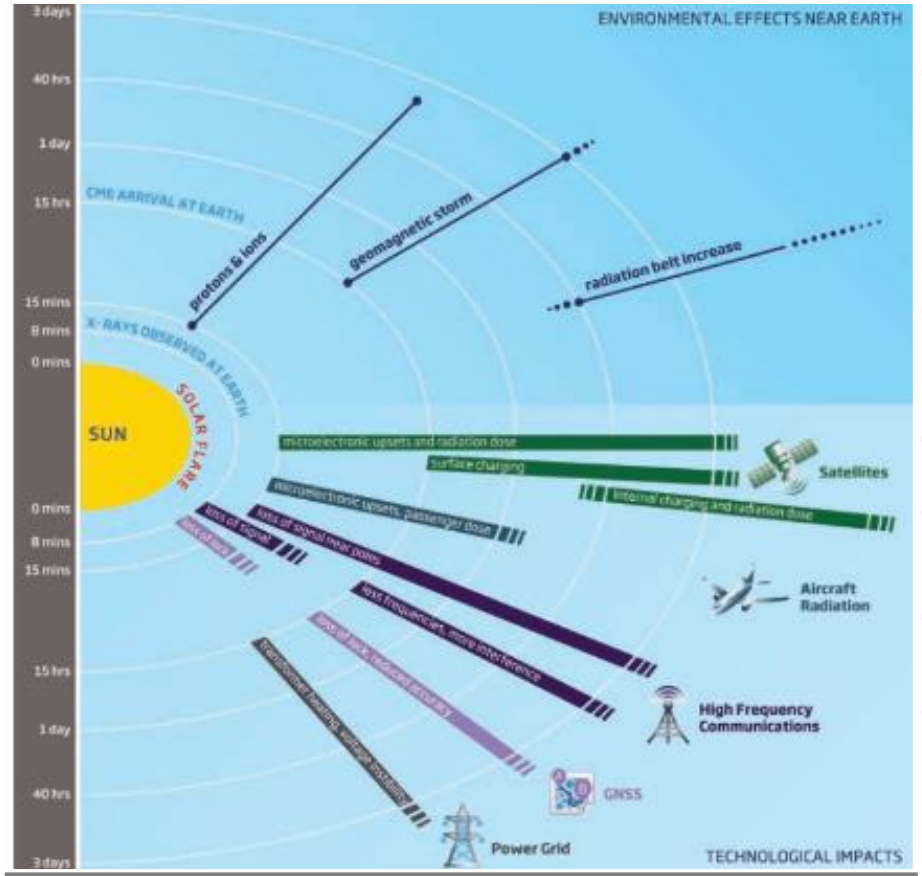
Con modelos basados en datos históricos es posible predecir la intensidad de cada evento. Aunque cada ciclo dura aproximadamente once años, dentro de ellos ocurren eventos con diferentes intensidades, los cuales se denominan tormentas y erupciones solares.

Es importante resaltar que los eventos potenciales de riesgos más graves ocurren con baja frecuencia. Se estima que los eventos severos ocurren una vez por ciclo de actividad solar, y aquellos con impacto mínimo alrededor de 50 veces por ciclo, es decir, menos de cinco veces por año.

Las tormentas y erupciones solares pueden afectar principalmente a los sistemas GPS, redes de transmisión eléctrica, redes de radiocomunicaciones y satélites.

Fuente: NOAA/NASA

Impactos de las erupciones solares en los satélites



Estimación de los efectos de una erupción solar realizada por la Royal Academy of Engineering em 2012

Los satélites pueden verse afectados por erupciones solares de diferentes maneras. Las partículas energéticas emitidas por el sol pueden alcanzar los satélites en el espacio y dañar los componentes electrónicos, causando fallas de microcomponentes o descarga de panel solar.

Las descargas electrostáticas pueden ocurrir en la superficie de los satélites. Y los satélites pueden degradarse por la acumulación de radiación en sus superficies.

La señal puede sufrir degradación debido a la intensificación del centelleo ionosférico*. La comunicación puede verse afectada por la variación de polarización cruzada.

Los satélites en baja órbita (altitud inferior a 2000 km) pueden desviarse de sus posiciones por el flujo de partículas que interactúan en la atmósfera de la Tierra y con el campo magnético del planeta.

(*) El centelleo ionosférico es un fenómeno que ocurre en la ionosfera terrestre, debido a variaciones magnéticas en esa región que altera la amplitud de la señal de radio que pasa por ella.

¿Que hacemos?

- Actualmente, hay redes para monitorear y pronosticar la actividad solar. Es posible recibir boletines de alerta con clasificación de riesgos para cada área que pueda verse afectada. El principal es ofrecido por NOAA y está abierto al público.

- Para la interferencia causada por la posición aparente de la interferencia solar, calculamos el tiempo y la duración de cada evento por temporada y ponemos los datos a disposición de nuestros clientes.

- Para proteger nuestros satélites de los efectos de las erupciones solares, Embratel especifica que todos sus satélites se fabrican con blindaje para resistir un evento del doble de la intensidad de la erupción solar más grande jamás registrada.

- Además, utilizamos un modelo de cálculo de transmisión de señal con márgenes para compensar los efectos de las explosiones y las manchas solares sobre la polarización cruzada (efecto Faraday), considerando los picos más grandes jamás registrados. Con la adopción de estos márgenes que implementamos, no tenemos registro de interrupciones en nuestras comunicaciones satelitales resultantes de la actividad magnética solar.

Referencias:
NOAA SPACE WEATHER PREDICTION CENTER
Extreme space weather: impacts on engineered systems and infrastructure
NOAA Weather Service