

# Informe de Tormentas Geomagnéticas

**Tormenta del 12 de noviembre de 2025**

**Área de Geomagnetismo**



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRANSPORTES  
Y MOVILIDAD SOSTENIBLE

INSTITUTO  
GEOGRÁFICO  
NACIONAL





# Informe de Tormentas Geomagnéticas

---

---

**Tormenta del 12 de noviembre de  
2025**

---

---

Área de Geomagnetismo



# Índice

---

---

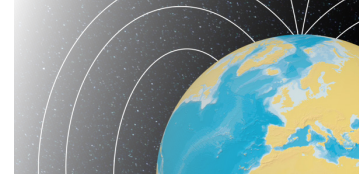
<b>1. Introducción .....</b>	<b>7</b>
<b>2. Resumen de la tormenta .....</b>	<b>8</b>
<b>3. Actividad solar .....</b>	<b>9</b>
<b>4. Monitorización de neutrones .....</b>	<b>11</b>
<b>5. Actividad geomagnética .....</b>	<b>16</b>
<b>6. Actividad geoelectrica .....</b>	<b>18</b>

---

---



# 1. Introducción



Una tormenta geomagnética consiste en la perturbación del campo magnético terrestre producida por un aumento brusco de partículas emitidas en las erupciones que tienen lugar en las capas más externas del Sol. Estas partículas conforman el viento solar, que en condiciones de normalidad es desviado por la magnetosfera. Sin embargo, una magnitud lo suficientemente grande de estas erupciones junto con su orientación hacia la Tierra produce una variación significativa de la densidad y velocidad del viento solar, que al llegar a la Tierra deforma las líneas del campo geomagnético, produciéndose la tormenta. La ocurrencia de las erupciones solares está ligada a la actividad cíclica del Sol en periodos de 11 años (ciclo solar).

El Área de Geomagnetismo del Instituto Geográfico Nacional (IGN) realiza una monitorización continua de distintos parámetros geofísicos con objeto de detectar la ocurrencia de tormentas geomagnéticas y cuantificar su magnitud. En los Observatorios Geomagnéticos del IGN, situados en la Península Ibérica y las Islas Canarias (ver figura 1), se lleva a cabo el registro permanente de las componentes del campo geomagnético y del campo geoelectrico. Dada la sensibilidad de ambos campos a la llegada de las tormentas geomagnéticas, su medición continua permite identificar claramente el inicio de estos eventos. A partir de las mediciones geomagnéticas en observatorio, el IGN realiza la determinación del índice trihorario K en el emplazamiento, que permite cuantificar el tamaño de la tormenta.

Este informe presenta los registros geomagnéticos y geoelectricos adquiridos en los observatorios geomagnéticos del IGN durante la tormenta objeto del presente informe. El alcance local que tiene el campo geomagnético observado por el IGN, así como el índice K derivado de estas medidas, se complementa en el presente documento con la evolución temporal de índice K planetario (Kp) durante la tormenta. Este índice se encuentra disponible en el repositorio gestionado por el GFZ Helmholtz Centre for Geosciences (<https://kp.gfz-potsdam.de/en/>).

Adicionalmente, el informe realiza una revisión básica de la actividad solar relacionada con la tormenta, a partir de la variación temporal de los valores del campo magnético interplanetario y las propiedades del viento solar. Los datos empleados con tal fin se han tomado de la base de datos OMNIWeb ([https://omniweb.gsfc.nasa.gov/ow\\_min.html](https://omniweb.gsfc.nasa.gov/ow_min.html)), gestionada por el Goddard Space Flight Center (NASA). Por otra parte, se presenta la variación temporal del flujo de neutrones generados por la interacción de los rayos cósmicos con la atmósfera para el periodo en estudio, a partir del registro del monitor CaLMA, operado por la Universidad de Alcalá (UAH) e integrado en la red mundial NMDB ([nmdb.eu/nest/](http://nmdb.eu/nest/)).

El informe que se presenta se encuentra accesible por medio de la página web institucional del IGN, sección de Geomagnetismo (<https://www.ign.es/web/ign/portal/gmt-area-geomagnetismo>).

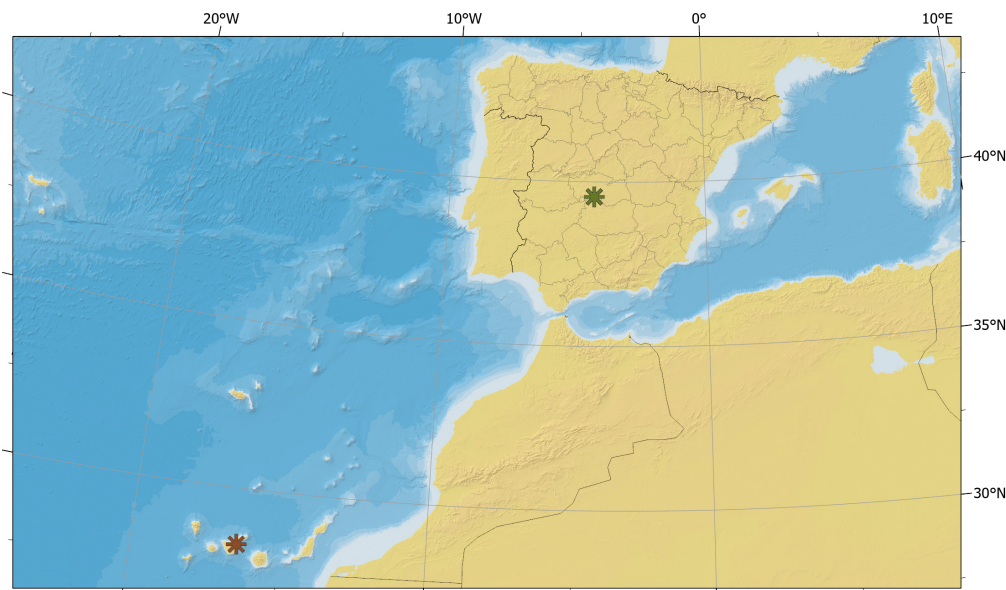
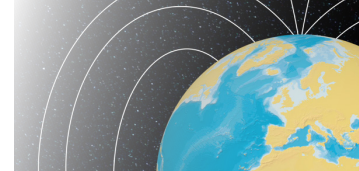


Figura 1: Observatorios geomagnéticos del IGN

## 2. Resumen de la tormenta



Con objeto de caracterizar la tormenta estudiada en este informe, se presenta primeramente la relación de valores máximos detectados en los parámetros descriptivos de la actividad solar, tanto en los relativos al campo magnético interplanetario como en los relacionados con el viento solar (capítulo 3). Igualmente, se indica la amplitud de caída (Forbush Decrease) en la variación temporal del flujo de neutrones registrada en tierra por medio del monitor de neutrones CaLMa (capítulo 4).

En relación con la actividad geomagnética, se relacionan los valores máximos obtenidos para los índices K calculados en los Observatorios Geomagnéticos del IGN, así como el valor pico correspondiente al índice Kp de ámbito planetario. Adicionalmente, se señalan las amplitudes máximas alcanzadas por la componente horizontal (H) del campo magnético terrestre registrada en los citados Observatorios (capítulo 6). En cuanto a la actividad geoelectrica, se indican los valores medios del campo eléctrico local registrado de forma continua (capítulo 7) en el Observatorio Geomagnético de San Pablo-Toledo (SPT).

**Tabla resumen de actividad solar**

Máx. amplitud del campo interplanetario		Máxima densidad de protones	Máxima temperatura	Máxima velocidad
Bt	Bz			
61,4 nT	32,8 nT	97,0 cm <sup>-3</sup>	976.298 K	984,3 km/s

**Tablas resumen de actividad geomagnética**

Máximo índice Kp	Máximo índice K	
	SPT	GUI
8,7	9	9

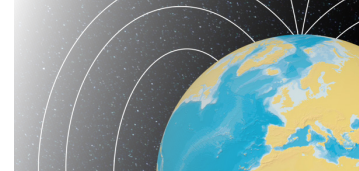
Máxima amplitud de la componente horizontal del campo magnético (H)			
SPT		GUI	
12/11/2025 00:53	26421,15 nT	12/11/2025 00:53	28072,76 nT

**Tabla resumen de actividad geoelectrica (SPT)**

Sección N-S		Sección E-W	
Valor medio	-110,7 mV/km	Valor medio	144,3 mV/km



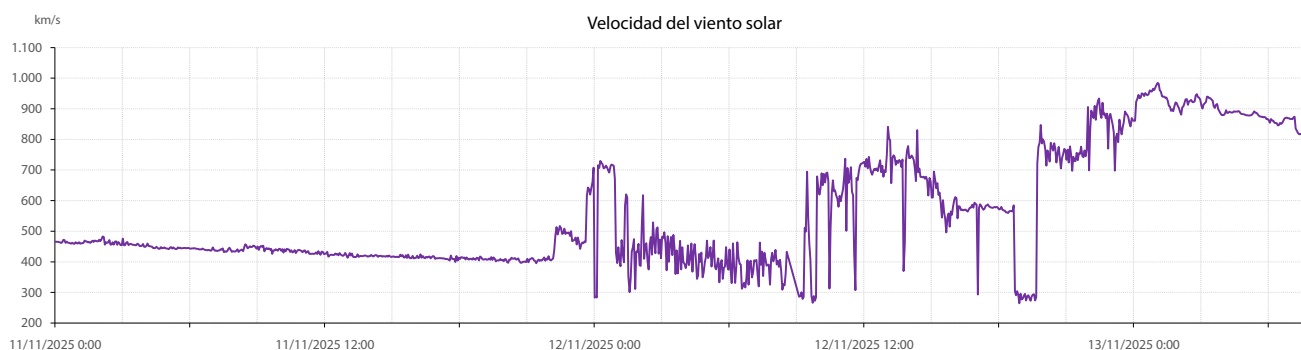
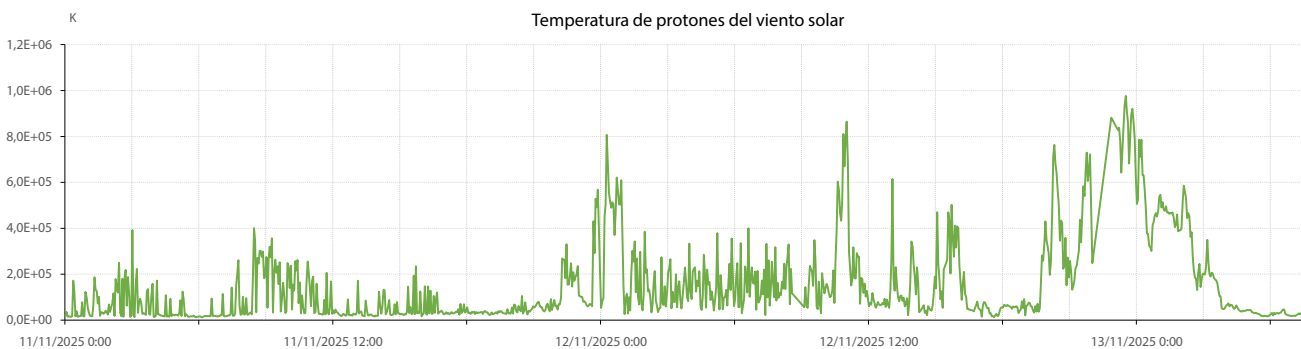
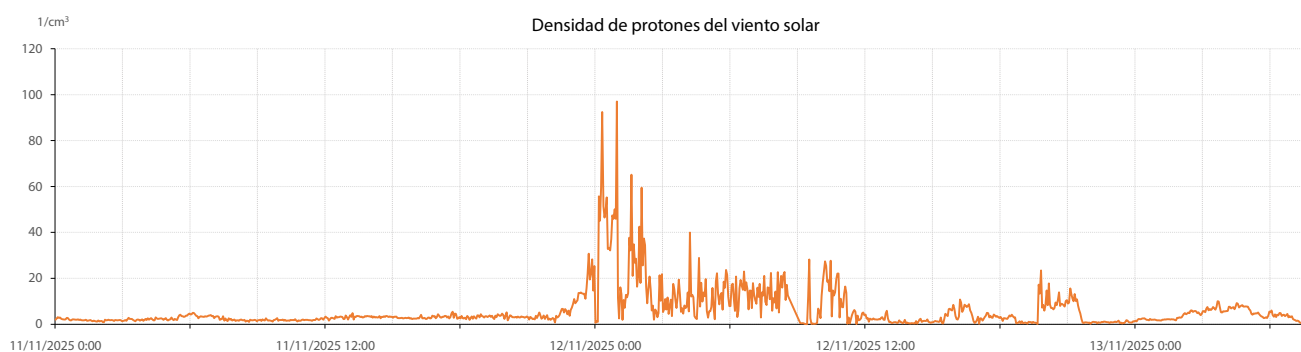
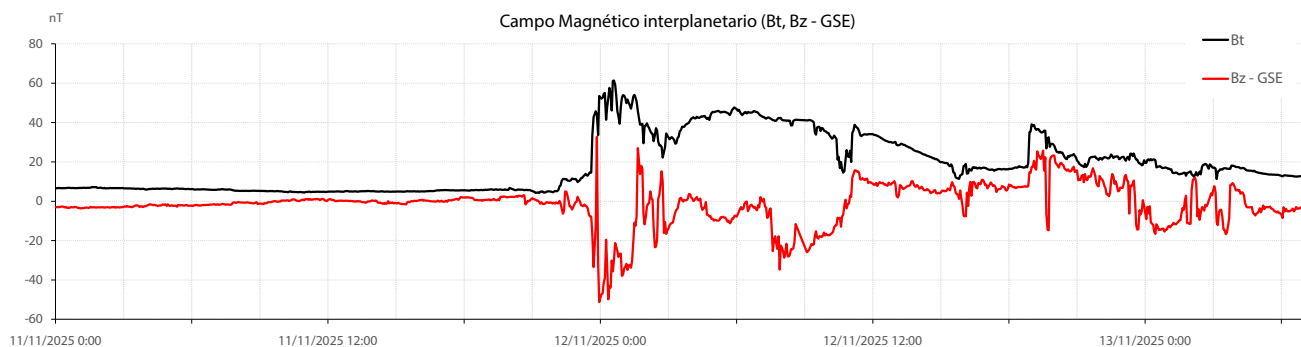
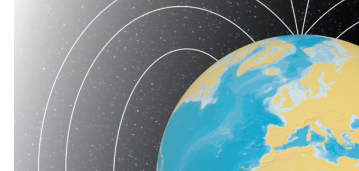
### 3. Actividad solar



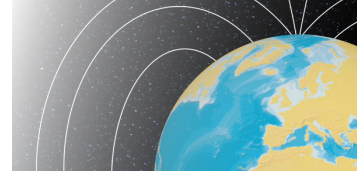
En relación con la actividad solar, se presenta la evolución del campo magnético interplanetario (Interplanetary Magnetic Field, IMF) y de los parámetros del viento solar en la ventana temporal de estudio. Los datos de IMF y viento solar han sido obtenidos a partir de la base de datos OMNIWeb ([https://omniweb.gsfc.nasa.gov/ow\\_min.html](https://omniweb.gsfc.nasa.gov/ow_min.html)), gestionada por el Goddard Space Flight Center (dependiente de la National Aeronautics and Space Administration, NASA), a través de su división Space Physics Data Facility (SPDF). Esta base de datos comprende medidas de IMF y parámetros del viento solar adquiridos a bordo de satélites que, en su mayoría, están situados en el punto Lagrange 1 (situado aproximadamente a 1,5 millones de kilómetros en la dirección Sol-Tierra). No obstante, los datos se encuentran proyectados en tiempos al punto correspondiente al bow shock nose (punto donde se genera una onda de choque a consecuencia del impacto del viento solar contra la magnetosfera terrestre).

Como se puede ver en las gráficas, se representa el IMF en términos de las componentes  $B_t$ ,  $B_z$  (sistema Geocentric Solar Ecliptic, GSE), durante los días en los que se inicia y desarrolla la tormenta, hasta su fin. Los parámetros del viento solar comprenden, para el mismo periodo, la densidad de protones, la temperatura de protones y la velocidad de flujo.

# 3. Actividad solar



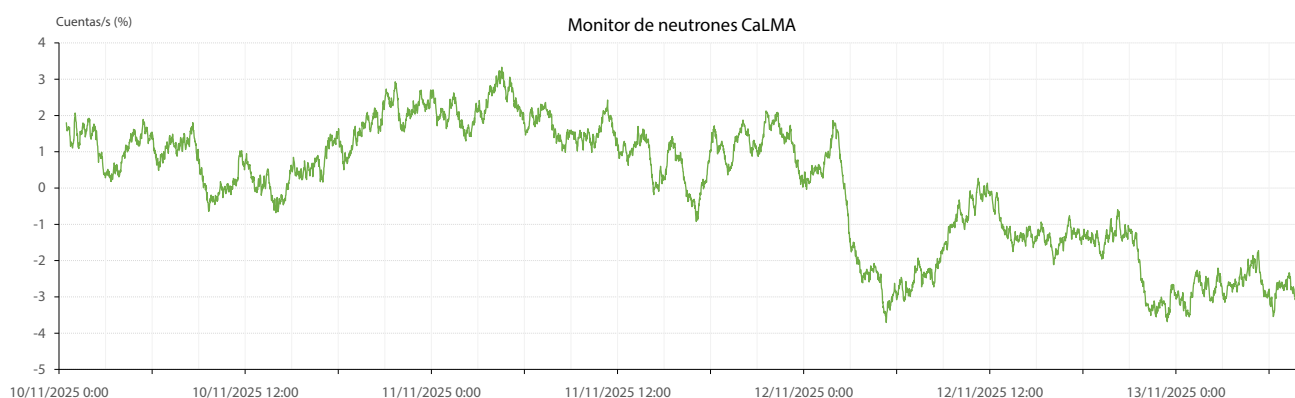
## 4. Monitorización de neutrones

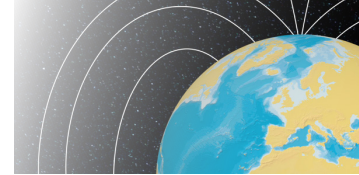


La monitorización de neutrones consiste en la detección y registro continuos, a nivel de suelo, de los neutrones (partículas subatómicas neutras, con masa, pero sin carga eléctrica) generados por la interacción de los rayos cósmicos con la alta atmósfera terrestre. Los rayos cósmicos están constituidos por partículas cargadas eléctricamente y con alta energía, que se propagan en el universo a velocidades cercanas a la velocidad de la luz. El choque de estos rayos con las capas atmosféricas más externas genera distintas partículas secundarias, entre las que se encuentran los neutrones objeto de estudio.

El registro de neutrones representa la variación temporal del flujo de estas partículas que alcanza la superficie. El flujo de neutrones se encuentra corregido por presión y eficiencia, y es expresado en porcentaje de cuentas por segundo (%). Este dato se considera un buen precursor de las tormentas geomagnéticas, debido al menor tiempo empleado por los rayos cósmicos en alcanzar la Tierra, en comparación con las perturbaciones magnéticas que transporta el viento solar. La interacción de los rayos cósmicos con el plasma solar produce el bloqueo parcial de los rayos y en consecuencia el descenso del flujo de neutrones detectados a nivel de suelo. Este descenso (Forbush Decrease) es un parámetro que se correlaciona con las perturbaciones geomagnéticas relacionadas con la llegada de la tormenta.

En relación con la tormenta objeto de este informe, se presenta la variación temporal del flujo de neutrones detectada en el Monitor de Neutrones de Castilla-La Mancha (CaLMA), el cual está situado en la ciudad de Guadalajara (España), y es operado por el Space Research Group de la Universidad de Alcalá (SRG-UAH). El monitor CaLMA se encuentra integrado en la red NMDB (Neutron Monitor Database). Los datos de CaLMA empleados en el informe son accesibles al público, y han sido descargados desde el repositorio de datos de NMDB: <https://www.nmdb.eu/nest/>





# 5. Actividad geomagnética

## 5.1. Índices Kp.

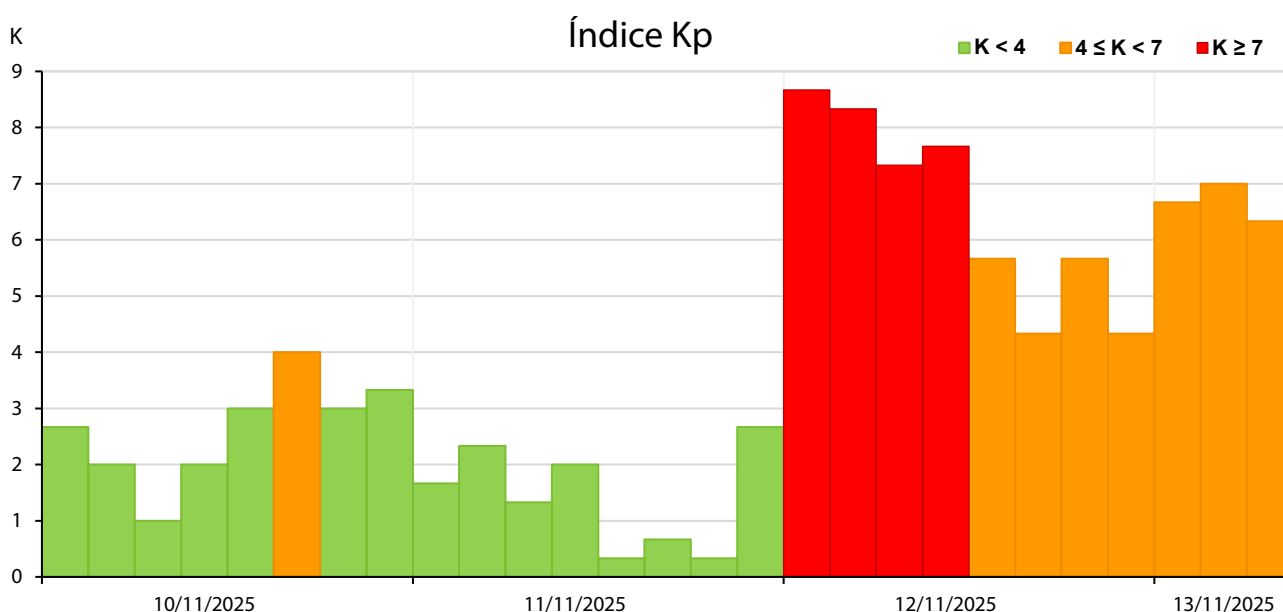
El índice geomagnético Kp es un índice de carácter planetario que indica la intensidad de la actividad geomagnética como consecuencia de la radiación corpuscular del Sol. Es uno de los índices más ampliamente utilizado, estando disponibles sus valores calculados desde el año 1932.

El índice Kp se calcula en intervalos de tres horas del día en tiempo universal (TU), de modo que cada día se obtienen ocho valores del mismo. Este índice se obtiene como la media aritmética de los valores de los índices K obtenidos en una red de 13 observatorios geomagnéticos distribuidos a lo largo del globo terráqueo: Eyrewell (Nueva Zelanda); Canberra (Australia); Uppsala (Suecia); Brorfelde (Dinamarca); Wingst (Alemania); Niemegk (Alemania); Lerwick (Reino Unido); Eskdalemuir (Reino Unido); Hartland (Reino Unido); Ottawa (Canadá); Fredericksburg (Estados Unidos); Meanook (Canadá); Sitka (Estados Unidos).

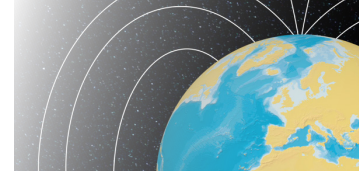
El valor del índice Kp se representa en una escala de tercios, siguiendo habitualmente la notación simbólica  $K_p = 0_0, 0_+, 1_-, 1_0, 1_+, \dots, 9_-, 9_0$ , donde 0, + y - representan el número entero (0), más un tercio (+) y menos un tercio (-), respectivamente.

Los valores del índice Kp son calculados por el Helmholtz Centre for Geosciences (GFZ) y accesibles a través de su página web: <https://kp.gfz-potsdam.de/en/>

Para la tormenta geomagnética objeto del presente informe se han obtenido los siguientes valores del índice Kp:



## 5. Actividad geomagnética



### 5.2. Índices K de los observatorios de San Pablo (SPT) y Güímar (GUI).

El índice K es un índice local casi logarítmico que mide la actividad magnética registrada en un observatorio geomagnético en cada intervalo de 3 horas del día en tiempo universal (TU). Para ello se miden las fluctuaciones máximas de las componentes horizontales del campo geomagnético (X e Y) respecto de un día tranquilo durante el intervalo de tres horas.

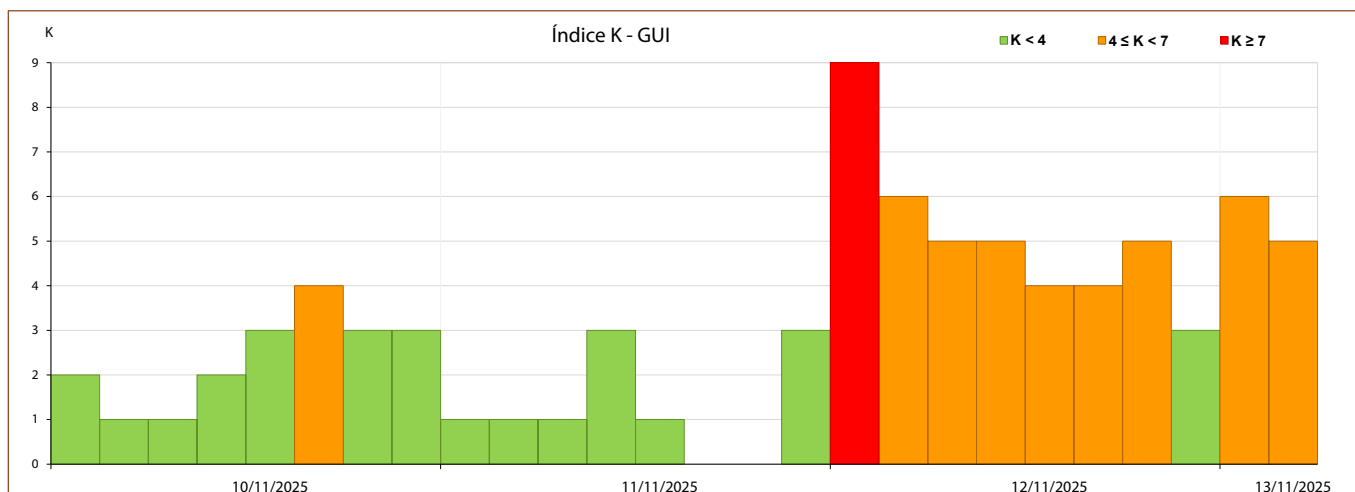
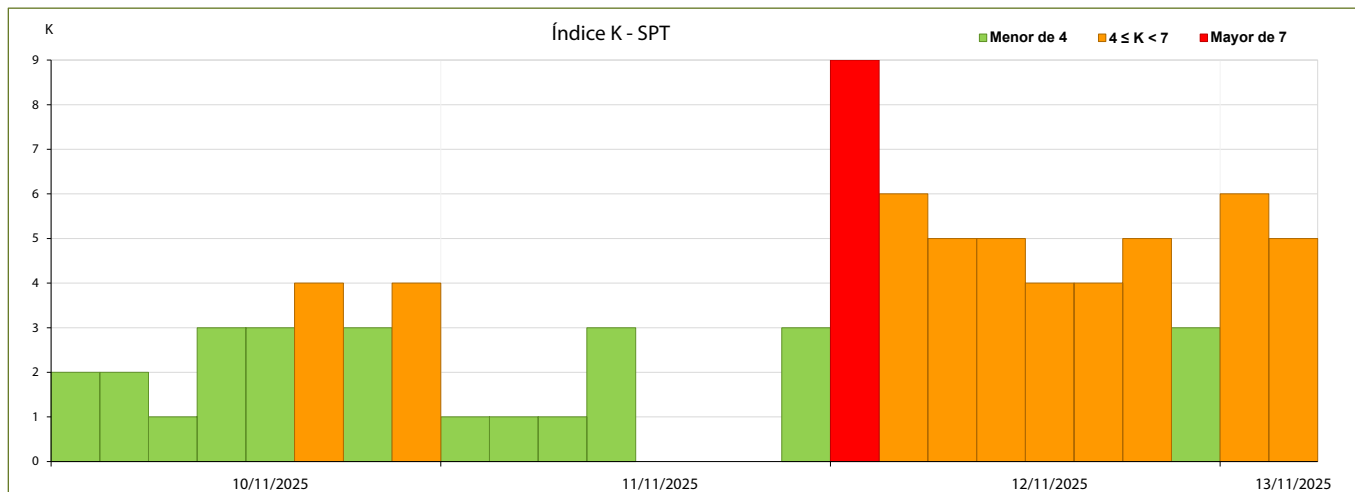
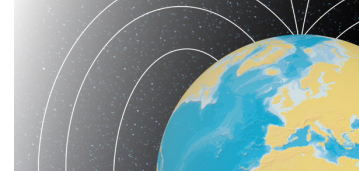
El índice K se expresa mediante un número entero en el rango de 0 a 9 para cada intervalo de tres horas. Estos valores se traducen en los siguientes significados:

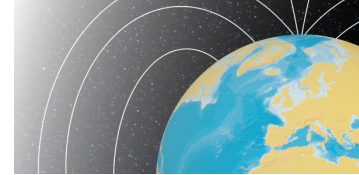
Valor del Índice K	Significado
0	Campo geomagnético inactivo
1	Campo geomagnético muy tranquilo
2	Campo geomagnético tranquilo
3	Campo geomagnético intranquilo
4	Campo geomagnético activo
5	Tormenta solar menor
6	Tormenta solar mayor
7	Tormenta solar severa
8	Tormenta solar muy severa
9	Tormenta solar extremadamente severa

El límite que define el valor del índice K=9 es distinto para cada observatorio geomagnético en función de su latitud geomagnética, de modo que la caracterización de las perturbaciones geomagnéticas no dependa significativamente de la ubicación de un observatorio subauroral, de latitud media o baja. Su valor puede variar desde 300 nT para observatorios próximos al ecuador magnético, hasta 2000 nT en observatorios en zonas aurorales. Para los observatorios del IGN el límite que define el valor de K=9 es de 350 nT para el Observatorio de San Pablo de los Montes y de 300 nT para el Observatorio de Güímar.

Para la tormenta geomagnética objeto del presente informe se han obtenido los siguientes valores del índice K en los observatorios del IGN:

## 5. Actividad geomagnética





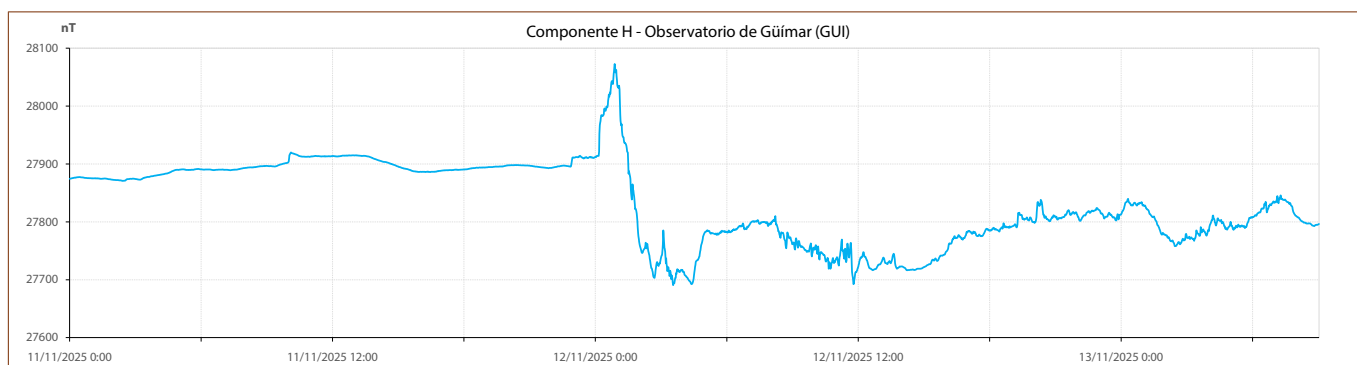
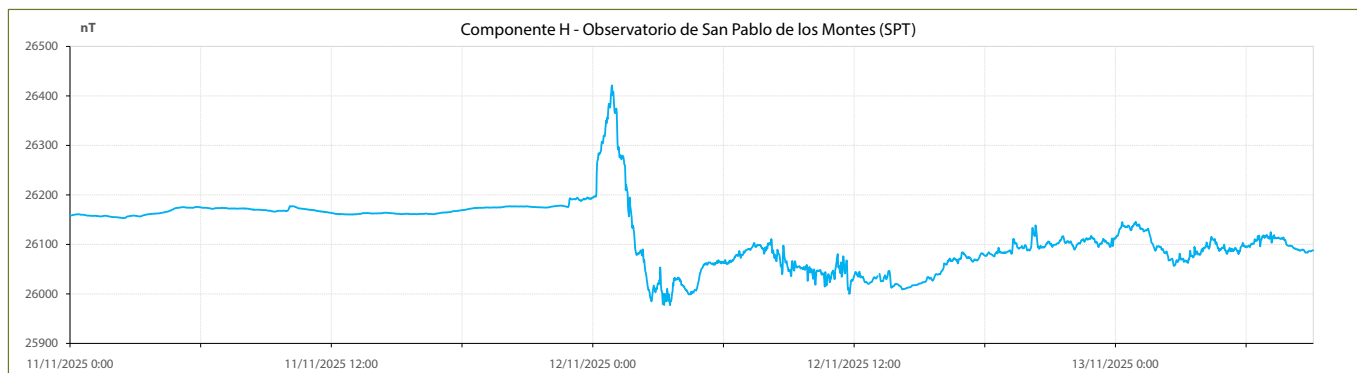
## 5. Actividad geomagnética

### 5.3. Gráficas de la componente horizontal (H) del campo magnético terrestre registrada en los observatorios de San Pablo (SPT) y Güímar (GUI).

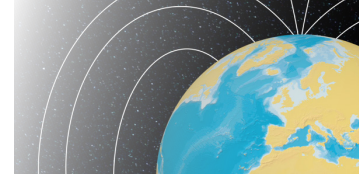
La componente horizontal del campo magnético terrestre es la que mejor nos permite ver cómo se ha registrado una tormenta geomagnética en los observatorios, ya que es la componente que registra mayores amplitudes de la perturbación.

Normalmente las tormentas geomagnéticas tienen un principio brusco designado como ssc (storm sudden commencement) que es registrado simultáneamente en todos los observatorios geomagnéticos. A continuación, es posible distinguir tres fases de la tormenta. En la primera, de pocas horas de duración, se puede apreciar un valor alto mantenido de la H. En la segunda fase, de unas decenas de horas, el valor de H desciende por debajo del valor normal, produciéndose variaciones de amplitud grandes e irregulares. La tercera fase, conocida como postperturbación, consiste en la recuperación del valor normal de una manera lenta y poco definida, pudiendo llegar a durar varios días.

Para la tormenta geomagnética objeto del presente informe se han obtenido los siguientes registros de la componente H en los observatorios del IGN:



## 5. Actividad geomagnética



### 5.4. Gráficas de la componente horizontal (H) del campo magnético terrestre de los observatorios de San Pablo (SPT) y Güímar (GUI) corregida por variación solar en día tranquilo ( $S_q$ ).

Con el fin de mejorar la interpretación de la perturbación registrada en los observatorios durante la tormenta geomagnética, se aplica a los datos de la componente horizontal (H) la corrección por variación solar en día tranquilo (variación  $S_q$ ). Esta corrección consiste en retirar del valor registrado de la componente H en cada minuto, en nT, un determinado valor promedio de H, que es calculado únicamente en los días de menor actividad geomagnética de una ventana temporal que abarca la duración de la tormenta, y que es previamente seleccionada.

Se han utilizado como valores de partida los datos provisionales, con resolución temporal de 1 minuto, registrados en nT en cada uno de los observatorios, en componentes X, Y, Z, F. La ventana temporal de estos datos es de un mes centrado en el día de comienzo de la tormenta. La ventana empieza 15 días antes y termina 15 días después de esta fecha.

El primer paso consiste en calcular, para cada observatorio y para cada día de la ventana temporal, la componente H en cada minuto, a partir de la composición de los valores observados de las componentes geomagnéticas X e Y. Esta serie temporal se llama  $H(t)$ , siendo t el tiempo.

En segundo lugar, se precisa elegir los cinco días geomagnéticamente más tranquilos del periodo en cada observatorio. Estos cinco días serán los de K de observatorio más baja (en valor provisional). A continuación, se toman las cinco series temporales de H, en valores por minuto, correspondientes a los cinco días seleccionados, y se hace un promedio de H para cada minuto. Se obtendrá de esta forma una serie de valores medios de H, por minuto, que se llamará  $H_q(t)$ .

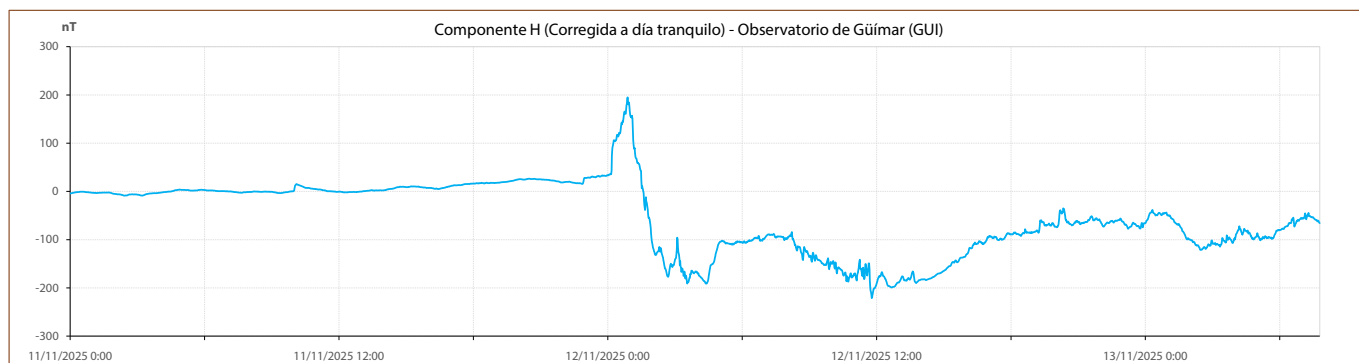
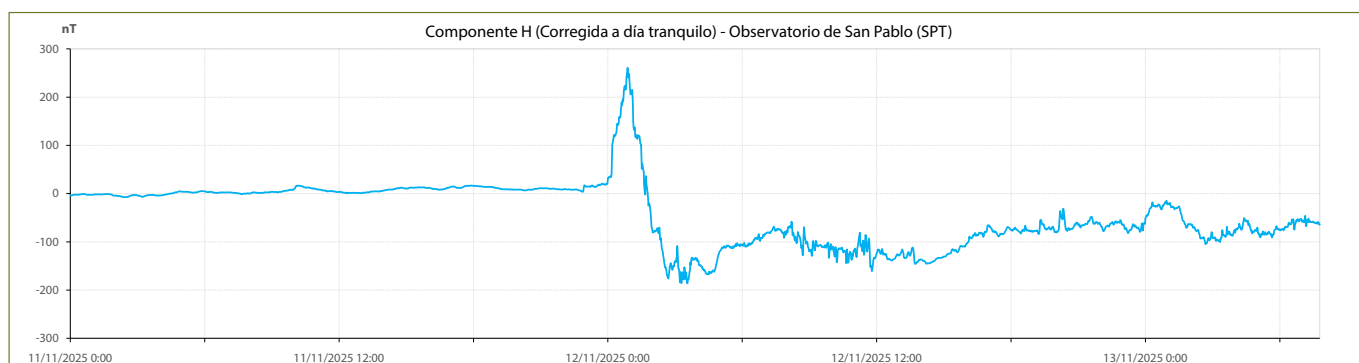
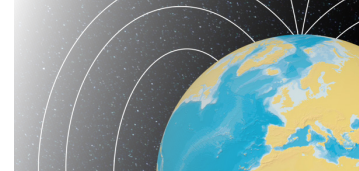
El tercer y último paso consiste en calcular la diferencia  $H(t) - H_q(t)$  para cada observatorio, que es la componente H corregida por variación  $S_q$ . El valor corregido de H representa la diferencia que existe entre la componente H registrada en el observatorio durante cada día y el valor de H de un día tranquilo promedio.

En el caso de que se observen saltos incoherentes, o espurios, en el valor  $H(t) - H_q(t)$  en la transición de un día al siguiente, se debe recalculer el promedio de H bajo un enfoque alternativo. En particular, se calculará el valor medio de H para cada uno de los cinco días tranquilos escogidos en cada observatorio, y seguidamente se calculará la media de estos cinco valores medios de H, que se llamará  $H_0$ . Por último, se calculará, para cada observatorio y para cada día, la diferencia  $H(t) - H_0$ .

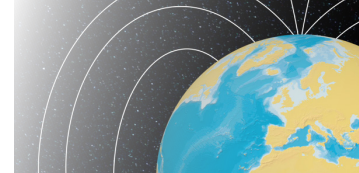
Como se puede ver en las gráficas correspondientes a los observatorios SPT y GUI, se representa la evolución temporal de la H corregida por variación  $S_q$  durante los días en los que se inicia y desarrolla la tormenta, hasta su fin.



## 5. Actividad geomagnética



# 6. Actividad geoeléctrica

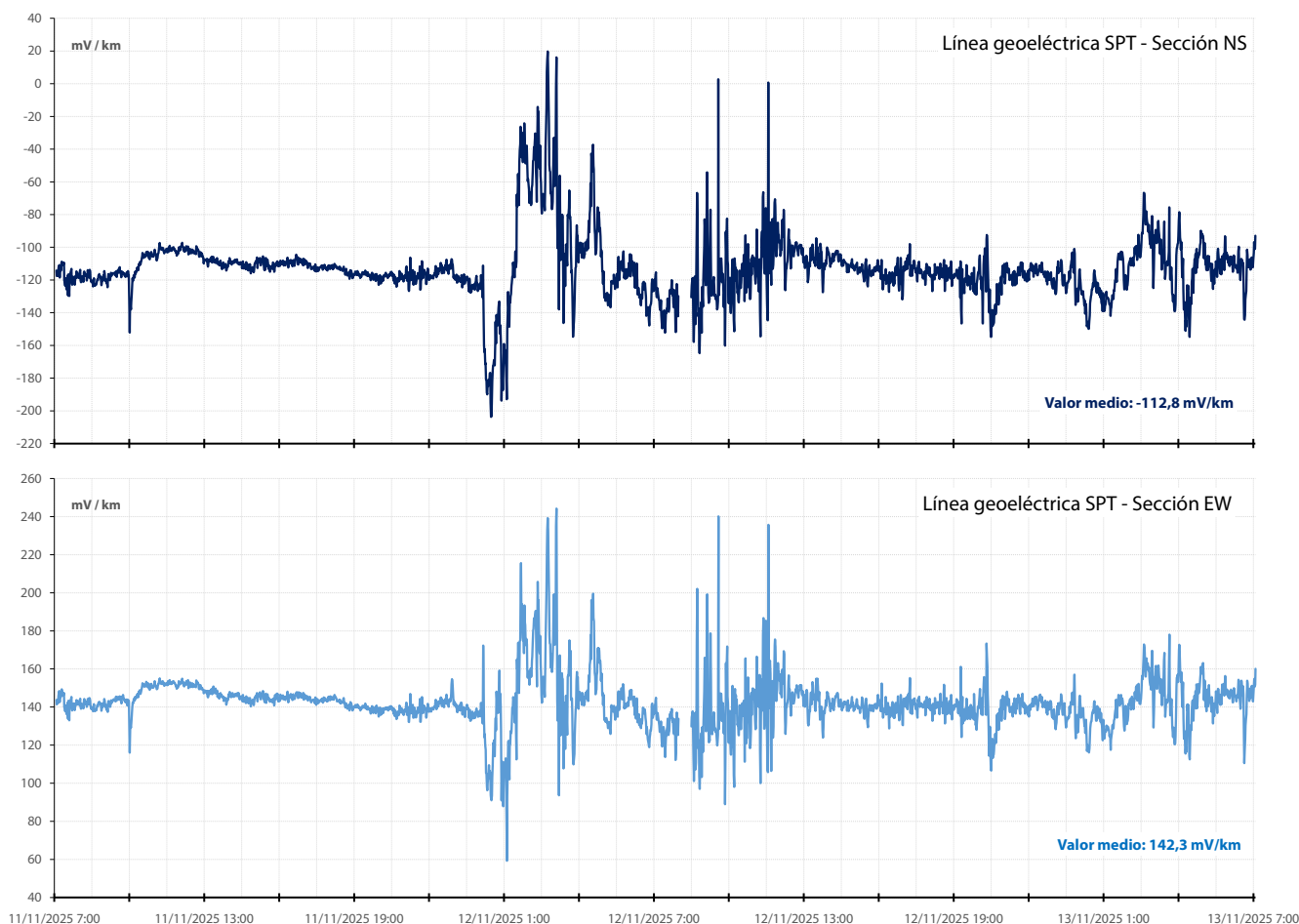


## Datos de la línea geoeléctrica del observatorio de San Pablo (SPT).

El campo geoeléctrico local en un emplazamiento determinado, como el de un observatorio geomagnético, puede ser registrado de forma continua por medio de la instalación de una línea geoeléctrica o de geopotencial. Este dispositivo consta de un par de electrodos impolarizables de Cu-CuSO<sub>4</sub>, separados a una determinada distancia y enterrados a una profundidad somera, que permite medir la diferencia de potencial eléctrico existente entre los dos electrodos (potencial espontáneo o self-potential), y como consecuencia el campo eléctrico resultante de esta diferencia.

En el observatorio geomagnético de San Pablo, el IGN opera una estación geoeléctrica consistente en dos parejas de electrodos de Cu-CuSO<sub>4</sub> dispuestas en los extremos de dos líneas o brazos, con direcciones N-S y E-W, siendo la longitud de cada uno de 65 m aproximadamente. Cada electrodo está enterrado en un agujero de profundidad de 1 m, que se ha rellenado con una mezcla de bentonita y CuSO<sub>4</sub>, con el fin de garantizar la correcta transferencia de las corrientes eléctricas.

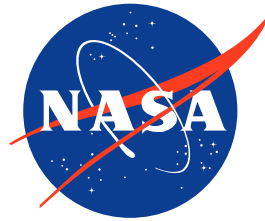
Por tanto, en el observatorio de San Pablo se registra de forma continua la diferencia de potencial y, a partir de la distancia entre electrodos, el campo eléctrico en el emplazamiento, en las direcciones N-S y E-W. Se presentan a continuación las gráficas de la variación temporal del campo en ambas direcciones, en los días de inicio y desarrollo de la tormenta objeto de este informe.



# Agradecimientos



GFZ Helmholtz Centre for Geosciences: Datos de índice geomagnético Kp  
(<https://kp.gfz-potsdam.de/en/>).



Goddard Space Flight Center (NASA): Base de datos OMNIWeb de campo magnético interplanetario  
y viento solar  
([https://omniweb.gsfc.nasa.gov/ow\\_min.html](https://omniweb.gsfc.nasa.gov/ow_min.html)).



Universidad  
de Alcalá

Universidad de Alcalá: Datos del monitor de neutrones CaLMa, integrado en la red mundial NMDB  
([nmdb.eu/nest/](http://nmdb.eu/nest/))