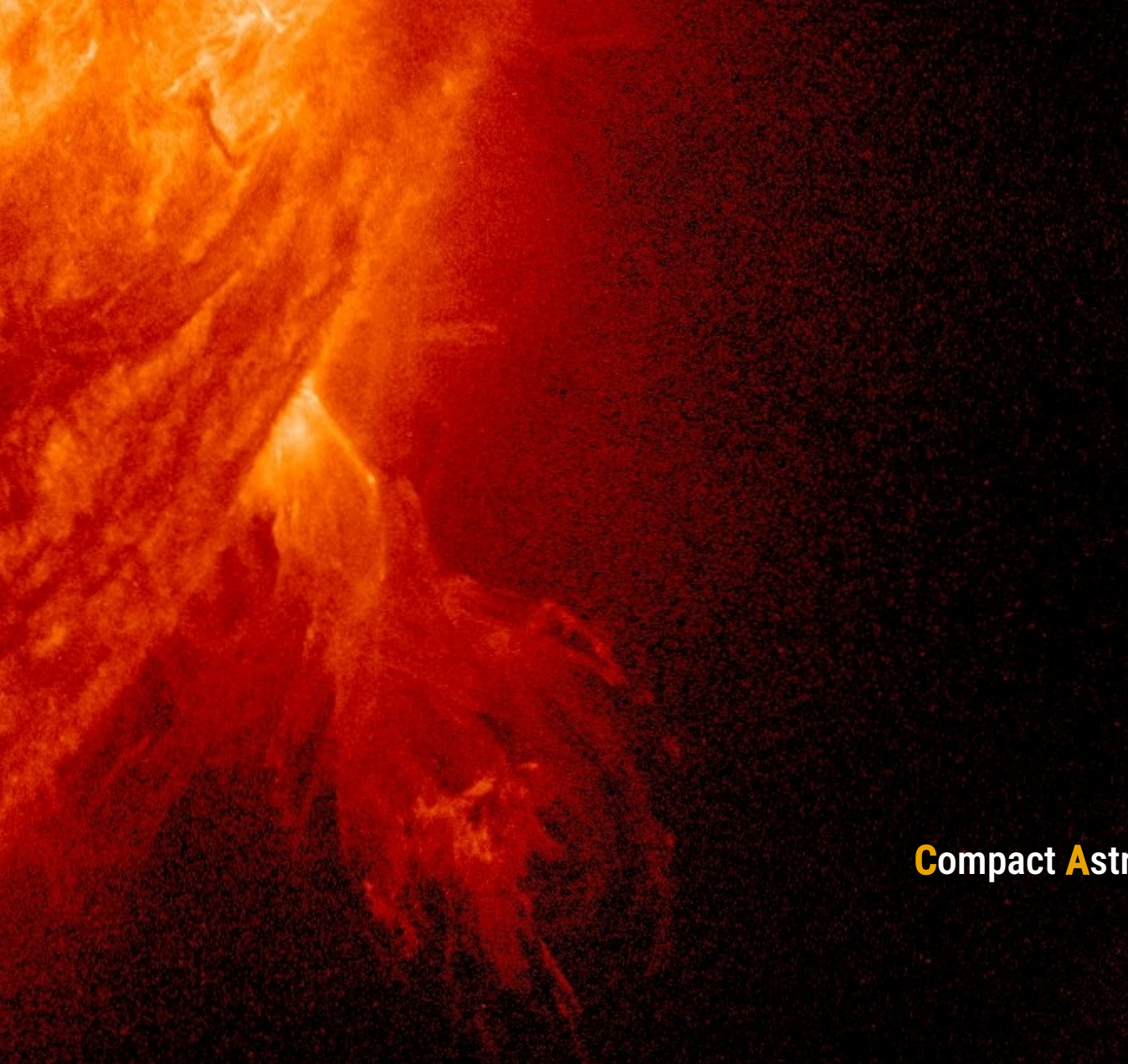
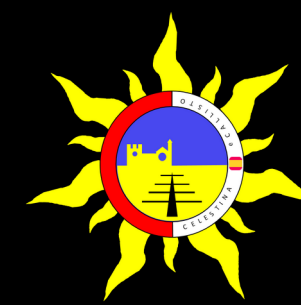




Compact **A**stronomical **L**ow-frequency **L**ow-cost **I**nstrument for **S**pectroscopy and **T**ransportable **O**bservatory



Proyecto CELESTINA

SBPLY/19/180501/000237, financiado por:
Junta de Comunidades de Castilla – La Mancha
Unión Europea



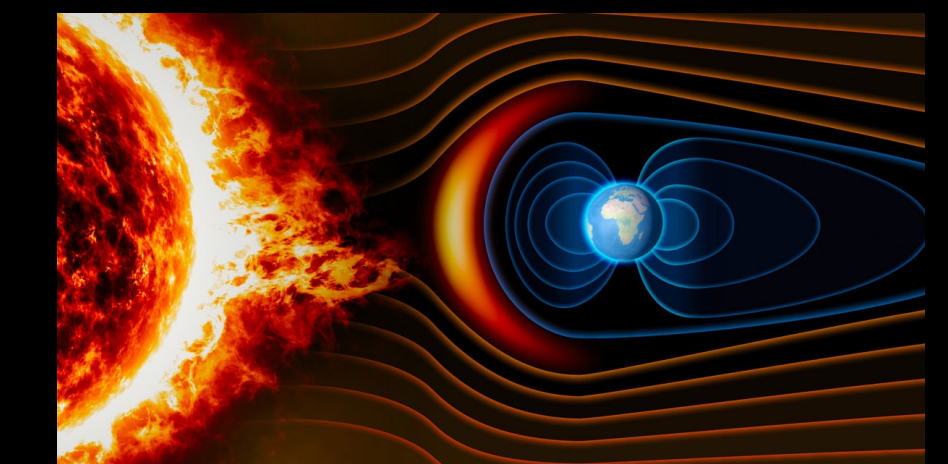
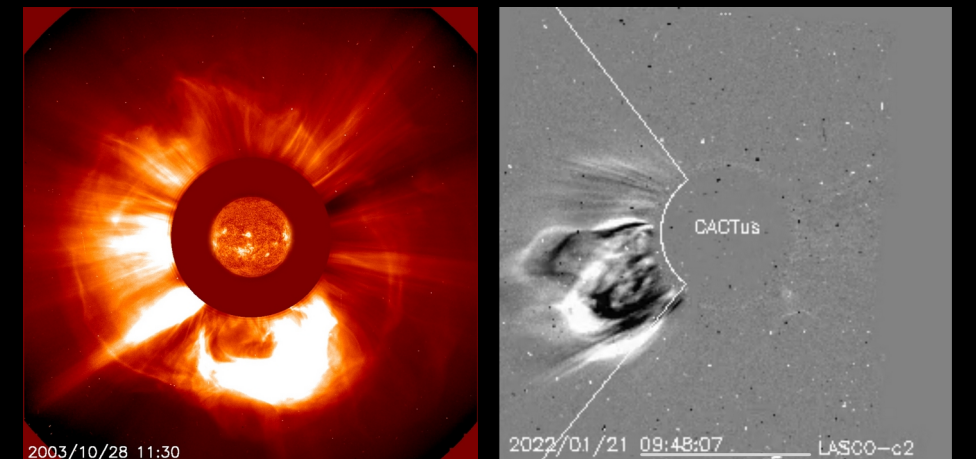
Imágenes: SOHO, A. Krivenyshev, Naeblys,
C. Monstein, e-Callisto, N. Gopalswamy.

TORMENTAS SOLARES – MISIÓN DE VIGILANCIA

El Sol concentra el 99.8% de la masa de todo el sistema solar. La presión en su núcleo es tal que lleva al hidrógeno a su fusión termonuclear, generando cantidades ingentes de energía y partículas con carga eléctrica (**viento solar**) capaces de inducir corrientes eléctricas y campos magnéticos tremendos. Además de un régimen de emisión estable e inofensiva de radiación y viento solar, el Sol posee un ciclo de actividad magnética variable con episodios violentos de emisión de radiación (**fulguraciones**) y de partículas (**eyecciones de masa coronal, CME**): son las tormentas solares.

La Tierra, merced a su **escudo magnetosférico**, está protegida contra el viento solar pero cuando éste se torna huracanado y la nube de partículas solares ultra-energéticas llega con una determinada polaridad, su impacto (**tormenta geomagnética**) puede tener graves consecuencias: deformación y penetración del escudo magnético, inducción de enormes corrientes en todo circuito o superficie conductora y cambios en la densidad atmosférica. Los efectos son especialmente dañinos en todo instrumento o persona embarcada en satélite o avión, en transmisión de datos, telecomunicaciones y líneas de alta tensión.

Por ello la comunidad científica explora toda pista que permita anticipar estos fenómenos: cambios en manchas solares, agujeros de salida en la corona solar, centelleo interplanetario, **radio-erupciones solares**. Esta última técnica se beneficia de que la radiación que acompaña a una eyección de masa coronal viaja más rápido y llega a la Tierra con horas o días de anticipación. Una imponente red global de radio-vigilancia de erupciones solares ha nacido: **e-CALLISTO**.

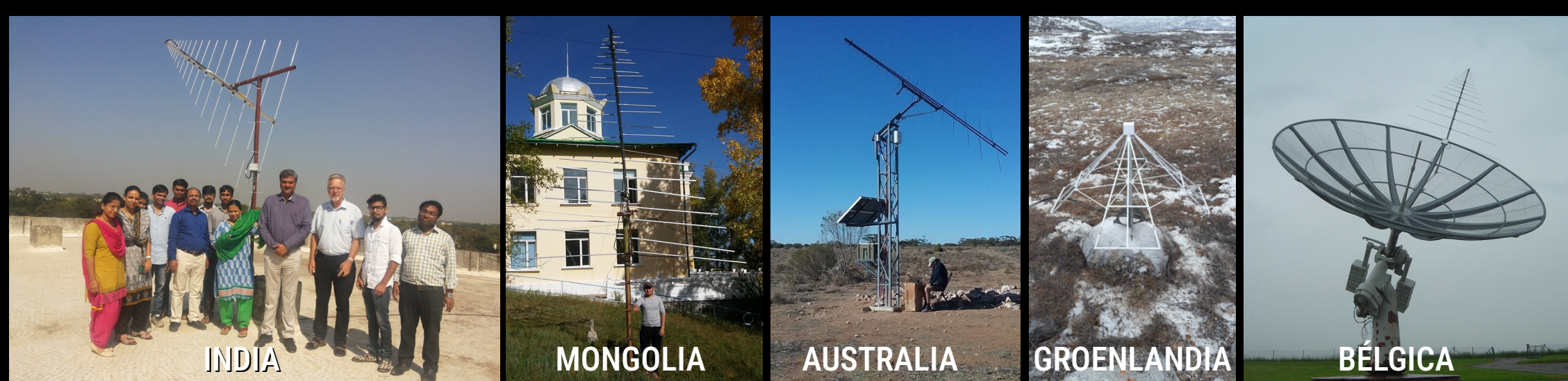
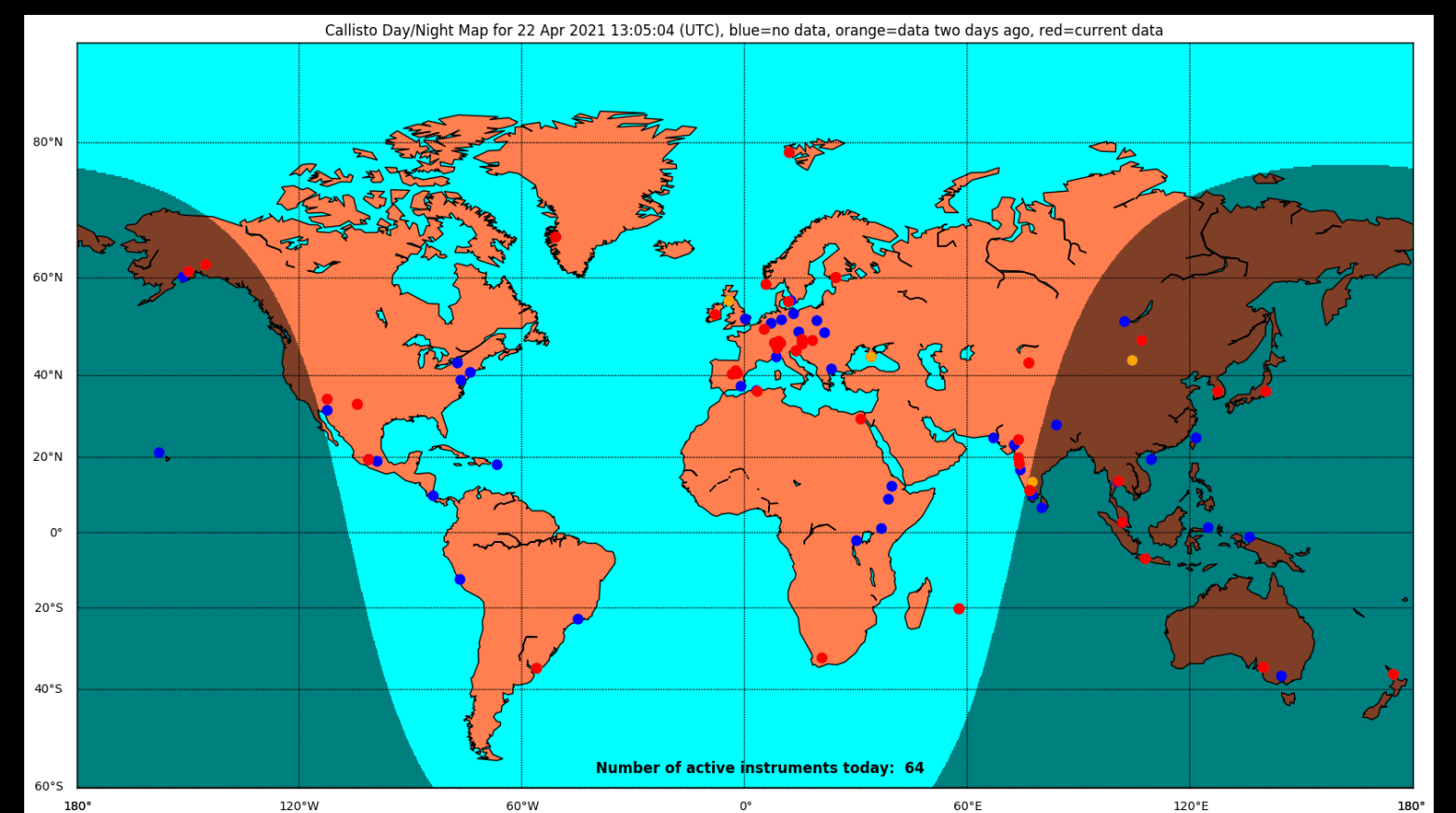


LA RED INTERNACIONAL DE RADIOANTENAS SOLARES e-CALLISTO

Con esta misión se crea un programa de cooperación internacional liderado por Naciones Unidas (**International Space Weather Initiative, ISWI**): se forman redes mundiales de pequeños instrumentos (magnetómetros, radio-antenas, receptores GPS, cámaras *all-sky*, detectores de partículas) que proporcionan, en tiempo real, datos de todo tipo de fenómenos de interacción Sol-Tierra. La red de radioantenas e-CALLISTO está liderada por el Profesor Christian Monstein (ETH-Zürich e IRSOL-Locarno) y cuenta con más de sesenta nodos activos.

GEO-COBERTURA: un centenar de instrumentos repartidos por todo el mundo para poder seguir el sol las 24 horas del día (cuando el sol se pone en un observatorio, siempre hay otros en guardia más al oeste) y tener varias vistas del mismo fenómeno (geo-redundancia).

PORTABLE & LOW-COST: sistema fácil de instalar y barato para poder reproducirlo en muchas localizaciones sin necesidad de grandes instalaciones y proporcionar capacidad de desarrollo tecnológico y científico hasta en los lugares más desfavorecidos del planeta.



ANTENA: generalmente de varillas en disposición triangular (Log-Periodic Dipole Antenna) o en pajarita (Long-Wavelength Antenna); la longitud del mayor elemento determina la frecuencia más baja a la que se puede sintonizar: una varilla de 3 metros permite bajar hasta los 50 MHz.

- Rango típico de frecuencias solares escuchadas: 20 MHz – 870 MHz.
- Interferencias a vencer en esta banda: radio FM comercial (87.5 – 108 MHz), radio y TV digital (DAB, DTTV), servicios de policía, defensa y emergencias (TETRA), telefonía móvil.



ESPECTRÓMETRO CALLISTO: permite hacer un barrido ágil (4 cada segundo) de todas las frecuencias (200) detectadas por la antena y registrar los datos para su posterior análisis en forma de espectrogramas 3D: tiempo (eje horizontal), frecuencia (eje vertical) e intensidad (código de colores).

VIGILANCIA POR TIERRA Y SATÉLITE

Para tener una visión completa del fenómeno, es necesario combinar:

- observaciones hechas desde Tierra con las de misiones espaciales en diferentes puntos del espacio interplanetario (SOHO, Wind, GOES, STEREO, Solar Orbiter)
- detección de radiaciones de diferentes frecuencias con detección de partículas de diferentes especies (electrones, protones, iones)
- medidas realizadas con diferentes técnicas: observación directa de la corona solar por eclipse artificial del disco solar (coronografía, panel izquierdo), espectrometría de ondas de radio (lo que hacen e-Callisto o Wind/WAVES, panel central), detección de rayos X por incidencia rasante (panel derecho), etc.

... ¡ un apasionante reto científico de coordinación multi-disciplinar e internacional !

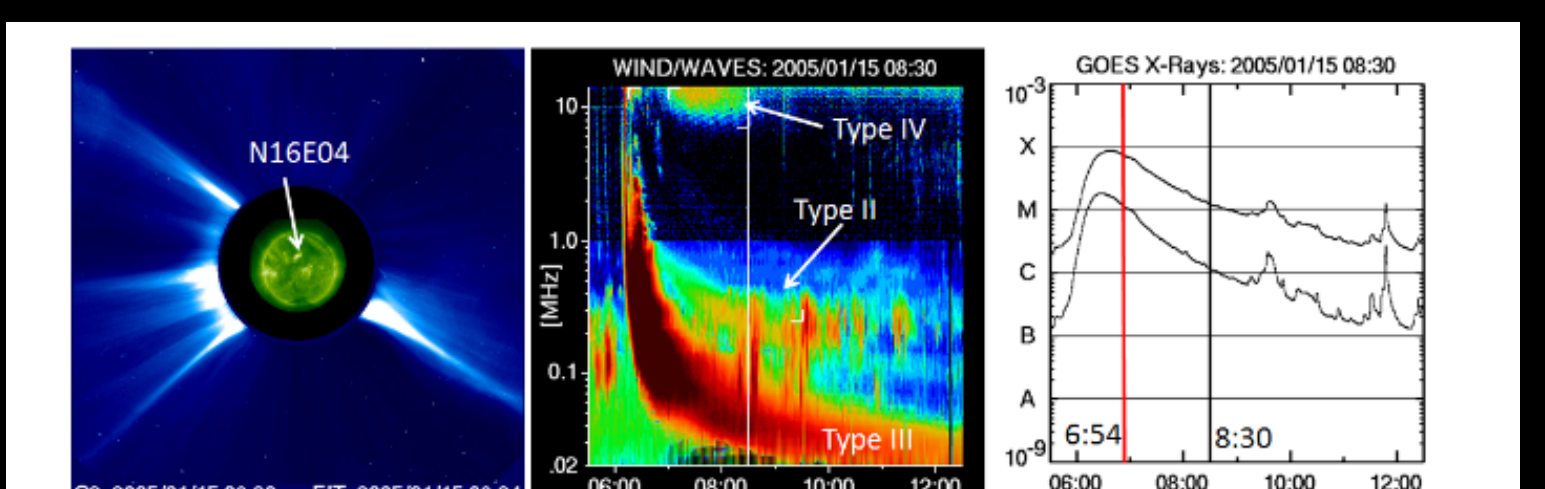


Fig.1. (left) Source location of the 2005 January 15 type IV burst (N16E04) from SOHO. (middle) Radio dynamic spectra from Wind/WAVES showing the type IV burst, accompanied by type III and type II bursts. (right) GOES soft X-ray light curves in the 1-8 Å (upper curve) and 0.5-4 Å (lower curve) channels. The vertical red and black lines mark the onset (6:54 UT) and end (8:30 UT) of the type IV burst at ~14 MHz.