

GREST: Primer paso hacia el Telescopio Solar Europeo

CON CUATRO METROS DE DIÁMETRO Y EQUIPADO CON INSTRUMENTACIÓN DE VANGUARDIA, EL TELESCOPIO SOLAR EUROPEO (EST) ESTUDIARÁ EL SOL CON UN NIVEL DE DETALLE SIN PRECEDENTES

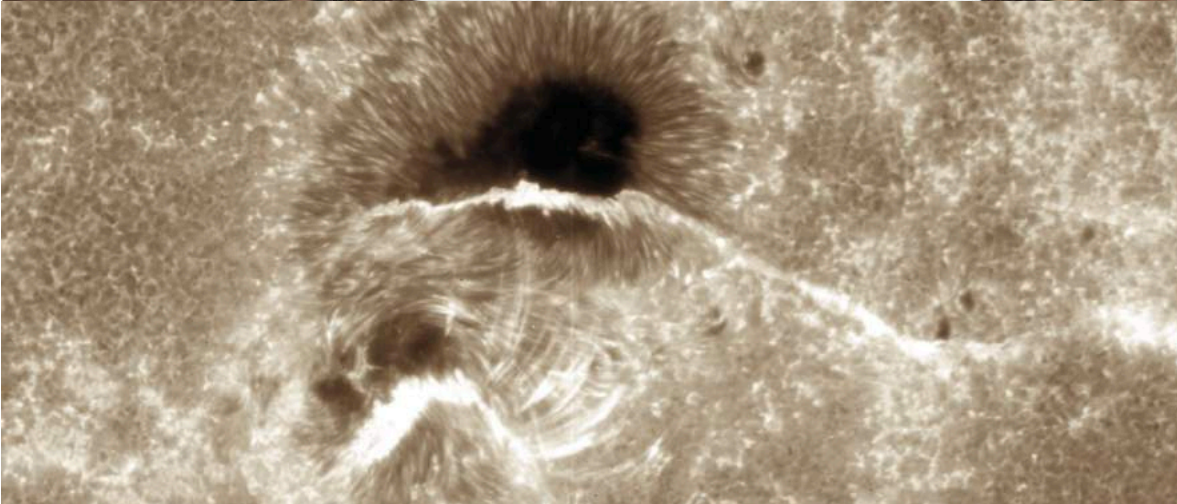
Por Francisco Javier Bailén (IAA-CSIC)

LOS ÉXITOS CONSEGUIDOS EN LOS ÚLTIMOS AÑOS Y LA EXPERIENCIA ADQUIRIDA POR LA COMUNIDAD CIENTÍFICA EUROPEA en el campo de la física solar con instrumentos como IMaX y SO/PHI, en los que ha habido una alta participación del Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-CSIC), nos indican que es momento de iniciar una búsqueda hacia nuevos retos tecnológicos que permitan estudiar el sol con mayor detalle. El futuro Telescopio Solar Europeo (EST en inglés) se enmarca dentro de este contexto como el instrumento científico en Europa más grande en el ámbito de los telescopios solares terrestres, compitiendo únicamente con el futuro DKIST, su rival estadounidense, y situando a la física europea en una posición de excelencia. El diámetro de su espejo primario será de cuatro metros, muy superior a los 1.5 metros de su predecesor alemán, GREGOR.

Inversión y beneficios tecnológicos y económicos

El EST se consolidará como el proyecto con mayor participación y esfuerzo invertido en la física solar europea hasta ahora. El EST, coordinado por el Instituto de Astrofísica de Canarias, forma parte del ESFRI Roadmap 2016 y cuenta con la mención de instalación científica estratégica con un presupuesto de más de doscientos millones de euros hasta su construcción y un coste de nueve millones de euros anuales durante su operación.

Dado que se construirá en las islas Canarias, no hace falta mencionar que la ciencia española se beneficiará de este proyecto, además de nuestra industria y nuestra economía. Se estima que creará un total de quinientos puestos de trabajo altamente técnicos durante la fase de construcción y de operación, por no hablar del retorno tecnológico e industrial que llevan asociadas las grandes infraestructuras científicas como esta debido a la oportunidad de la industria de beneficiarse de contratos en sectores tecnológicos de alto valor añadido y a la creación de puestos de trabajo estables. Tan solo la operación y el mantenimiento del telescopio generará un retorno económico directo a Canarias de más de siete millones de euros por año (unos doscientos millones de euros a lo largo de toda su vida).



Las fulguraciones solares representan las mayores explosiones del Sistema Solar. Se cree que se producen por lo que se conoce como reconexión magnética (una reconstrucción del campo magnético solar), pero aún no disponemos de pruebas observacionales de ello. El Telescopio Solar Europeo podrá obtenerlas. Fuente: *Hinode's Narrowband Filter Imager*.

Ciencia con el EST

El EST nos permitirá estudiar el Sol con una precisión sin precedentes. Merece la pena destacar que su gran tamaño se debe a la necesidad de captar suficientes fotones para medir pequeños cambios en las estructuras magnéticas solares con gran resolución espacial y con mucha sensibilidad, lo que permite detectar los campos magnéticos débiles que aparecen en la fotosfera del sol con tamaños del orden de tan solo diez kilómetros (equivalente a distinguir a una persona situada en Nueva York desde Granada).

Además, deberá hacerlo lo suficientemente rápido como para prevenir que los datos se vean afectados por la rápida evolución del plasma solar. También deberá ser capaz de disipar una enorme parte del calor que recibe del Sol para mantener la calidad de la

imagen y evitar deformaciones mecánicas en sus instrumentos y de minimizar la distorsión atmosférica mediante modernas técnicas de óptica adaptativa. Gracias a estas características, el EST nos proporcionará una mayor resolución espacial y espectral y una capacidad de captación de luz sin precedentes que nos permitirá estudiar los procesos físicos de corta duración que ocurren en la atmósfera solar, así como analizar las líneas espectrales débilmente polarizadas, de gran interés en la física solar actual.

En concreto, las preguntas fundamentales que se pretenden responder son las siguientes:

¿Qué nos puede enseñar el Sol sobre los procesos astrofísicos fundamentales?

Las observaciones del Sol realizadas hasta ahora revelan una alta complejidad en los patrones de los campos magnéticos y en los movimientos del plasma en la atmósfera solar muy relevantes en el plano físico.

¿Cuál es el responsable de los cambios solares a todas las escalas? El Sol cambia en un amplio rango de escalas espaciales y temporales. A día de hoy no entendemos completamente estos cambios y no somos capaces de predecir aspectos básicos de la variabilidad solar.

¿Cuál es el impacto de la actividad Solar sobre la vida en la Tierra? Las variaciones en la actividad magnética solar inducen cambios en la Tierra que pueden afectar a millones de personas en escalas de tiempo tanto cortas como largas. Necesitamos predecir los cambios en el entorno espacial que son inducidos por el Sol para entender sus conexiones con el clima terrestre.

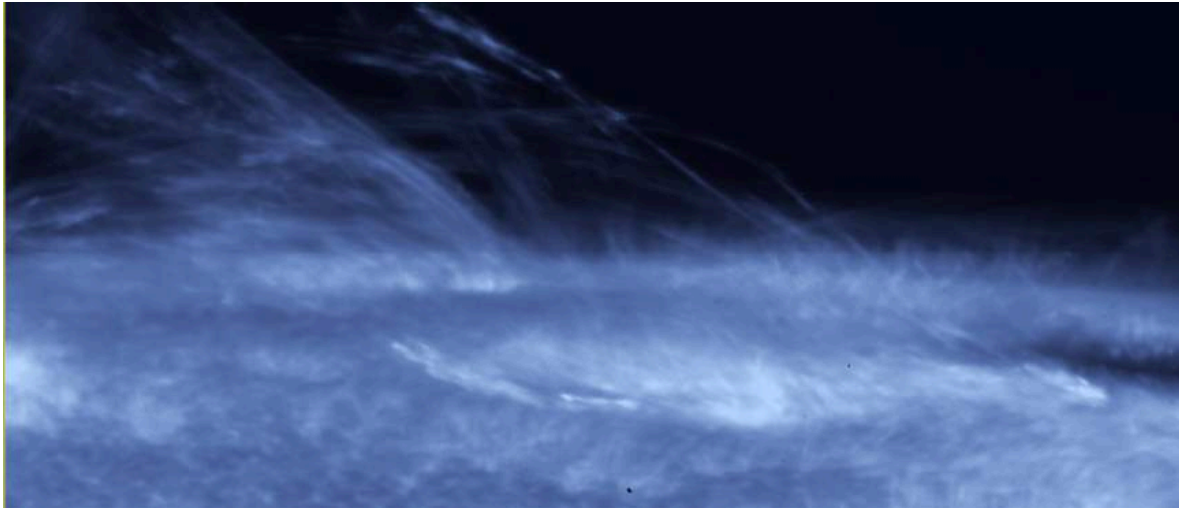
Entender estos procesos físicos es fundamental por varias razones: Hay una conexión directa entre la Tierra y el Sol. El Sol es de una importancia primordial porque mantiene la vida en la Tierra, y cualquier cambio en él podría tener consecuencias dramáticas para la biodiversidad terrestre. Entre esos cambios se incluyen la eyecciones de masa coronal, que ocurren cuando una gran cantidad de energía, almacenada en los campos magnéticos solares, se transfiere al plasma en escalas de tiempo muy cortas. El plasma, acelerado a velocidades del orden de treinta mil kilómetros por segundo, puede llegar a la Tierra y dar lugar a eventos tan fascinantes como las auroras boreales, pero también a otros fenómenos potencialmente peligrosos (daños en los satélites, sobrecarga de las líneas de transporte eléctrico, exceso de exposición a la radiación para los pasajeros de vuelos transoceánicos, etc).

El Sol es un laboratorio de física básico. La interacción entre el plasma y los campos magnéticos solo puede estudiarse en condiciones físicas extremas, como las que se dan en el Sol. Merece la pena destacar que entender estas interacciones es de vital importancia para el desarrollo de reactores de fusión nuclear, que aspiran a revolucionar el mercado energético en las próximas décadas ofreciendo una forma de obtener energía limpia, segura y prácticamente inagotable.

El Sol sirve como modelo básico para entender el resto del universo (¡todas las estrellas son soles!). El EST estudiará procesos solares fundamentales a escalas muy pequeñas, permitiéndonos analizar los fenómenos físicos que ocurren con el mayor detalle posible.

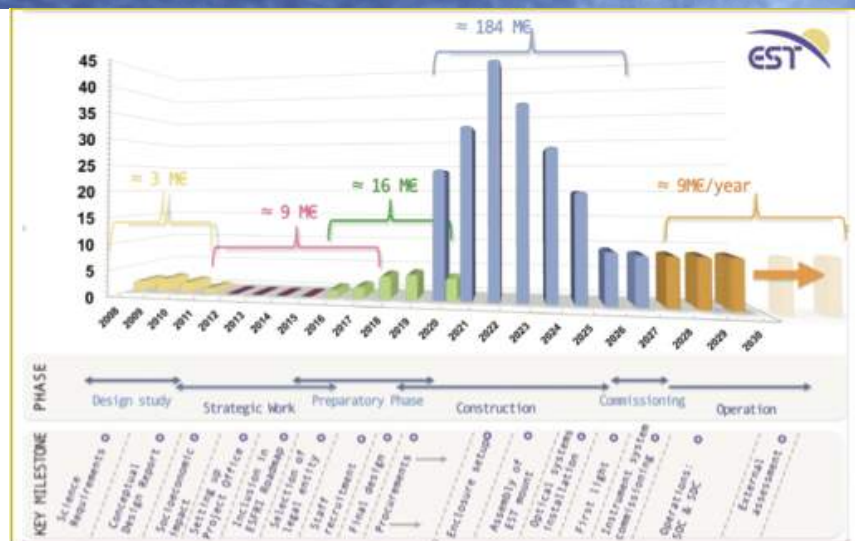
Gracias a sus especificaciones, el EST llenará un hueco que no se ha cubierto aún por ningún otro instrumento, ya sea un telescopio terrestre o una misión espacial: será capaz de estudiar la conexión entre la atmósfera solar, desde las capas más profundas de la fotosfera a las más altas de la cromosfera para revelar las propiedades térmicas, dinámicas y magnéticas del plasma solar. Para ello, el EST realizará medidas

de la polarización de la luz a diferentes longitudes de onda y de forma simultánea. Así, nos permitirá comprender mejor cómo emerge el campo magnético de la superficie solar, cómo interacciona con el plasma para transferirle energía y, finalmente, cómo lo emite en forma de calor o de eventos energéticos violentos.



Arriba: las prominencias solares son formaciones de plasma frío que aparecen suspendidas sobre la superficie del Sol durante días e incluso semanas. Las observaciones de alta precisión del EST permitirán determinar cómo se forman y desaparecen.
Fuente: *Hinode's Narrowband Filter Imager.*

Dcha: partidas presupuestarias en cada una de las fases del Telescopio Solar Europeo.



GREST

Para la construcción del EST es necesario llevar a cabo una serie de desarrollos tecnológicos altamente novedosos que nos aseguren cumplir los objetivos científicos. Es ahí donde entra en juego GREST (*Getting Ready for EST*), proyecto donde se abordarán los retos tecnológicos más importantes para asegurar el éxito del EST. Afortunadamente, la industria europea ha conseguido situarse en primera línea en cuanto a capacidades tecnológicas y conocimiento necesario para abordar estos retos. Tenemos un ejemplo claro en nuestro país, donde estamos a la vanguardia en el desarrollo y aplicación de retardadores ópticos de cristal líquido (ROCLIs), incluidos en un telescopio no terrestre por primera vez dentro de IMaX, instrumento desarrollado al 100% por instituciones españolas que voló en 2009 por primera vez y luego en 2013 sobre nuestra estratosfera a bordo de las misiones Sunrise I y II respectivamente. El desarrollo de IMaX nos ha permitido coliderar actualmente el instrumento SO/PHI, que

forma parte de la misión Solar Orbiter de la ESA y que se lanzará en 2018 para orbitar en torno al Sol fuera de la eclíptica (el plano que forma la órbita terrestre) permitiéndonos estudiar por primera vez el campo magnético de los polos del Sol.

El uso de ROCLIs está convirtiéndose en uno de los mayores y más importantes avances en polarimetría solar. Los ROCLIs están basados en el uso de cristales líquidos, materiales cuyas propiedades de birrefringencia dependen del voltaje eléctrico aplicado. Estos materiales usan señales eléctricas de bajo voltaje, evitando el problema de los retardadores ópticos convencionales, que usan motores. Los ROCLIs requieren, por tanto, de un consumo de potencia bajo y no introducen ruido mecánico asociado a vibraciones en el sistema. Además tienen una respuesta rápida, lo que los hace muy útiles para medir la polarización de la luz de forma rápida, y pesan muy poco, requisito imprescindible para misiones espaciales.

El papel de España en el desarrollo GREST es de importancia fundamental en el proyecto. Así, el IAA es el responsable de coordinar uno de sus mayores retos: el desarrollo de (ROCLIs) de gran formato. Los actuales ROCLIs tienen tamaños que apenas exceden los 2.5x2.5 centímetros. La llegada de una nueva generación de telescopios e instrumentos, especialmente los detectores de gran formato, junto a la necesidad de estudiar el Sol en el infrarrojo, hacen necesario el desarrollo de grandes celdas de cristal líquido. En concreto, necesitamos celdas de unos 15x15 centímetros (tamaño que en la fase del proyecto en la que nos encontramos ya hemos conseguido superar), unas seis veces mayor al actual, lo que requiere de un gran esfuerzo debido a la complejidad de su proceso de fabricación. Además necesitamos que tengan una buena calidad óptica y que permitan una modulación muy rápida de la señal para cumplir los objetivos del EST. El reto está servido

Francisco Javier BAILEN (IAA-CSIC)
Este artículo aparece en el número 52, julio 2017,
de la revista Información y Actualidad Astronómica,
del Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA_CSIC)