cherenkov telescope array

TECNOLOGÍA

El observatorio terrestre de rayos gamma más avanzado del mundo

Crédito: Gabriel Pérez Díaz, IAC

Algunos datos sobre la tecnología utilizada en CTA:

CTA empleará 118 telescopios localizados en los hemisferios norte y sur para explorar todo el cielo.

Los tres tamaños de telescopios que se utilizarán en CTA cubrirán un rango de energía del espectro electromagnético entre diez mil millones y cien billones de veces más energético que el rango de la luz visible (de 20 GeV a 300 TeV).

Las estructuras de los telescopios medirán entre 8 y 45 metros de alto y pesarán entre 8 y 100 toneladas. A pesar del peso y tamaño de los telescopios más grandes, estos serán capaces de apuntar rápidamente a los objetos celestes en unas pocas decenas de segundos gracias a sus estructuras de fibra de carbono ultraligeras.

CTA empleará más de 6500 espejos individuales altamente reflectantes (de entre 90 cm a 2 m de diámetro cada uno) para focalizar la luz en la cámara de los telescopios.

Las cámaras de CTA utilizarán 200.000 tubos fotomultiplicadores (PMTs) y fotomultiplicadores de silicio (SiPMs) como sensores de luz ultrarrápidos.

Se espera que el observatorio genere del orden de 100 petabytes (PB) de datos en los primeros cinco años de funcionamiento (1 PB = 1 millón de GB).

Co-funded by the Horizon 2020 Framework Programme of the European Union

La siguiente generación de detectores de rayos gamma de muy alta energía

CTA constituye la nueva generación de observatorios terrestres para la astronomía de rayos gamma de muy alta energía. Con más de 100 telescopios distribuidos entre los hemisferios norte y sur, CTA detectará radiación gamma de muy alta energía con una precisión sin precedentes y una sensibilidad que es aproximadamente 10 veces mayor que la de los instrumentos actuales.

CTA se basará en la tecnología empleada en la actual generación de detectores de rayos gamma terrestres (H.E.S.S., MAGIC y VERITAS), con la expectativa de multiplicar por 10 el número de objetos celestes conocidos que emiten rayos gamma, detectando más de 1000 nuevos objetos.

Más de 1400 miembros de 31 países están involucrados en el desarrollo científico y tecnológico de CTA. El diseño y la implementación del observatorio serán llevados a cabo por CTAO gGmbH, que se rige por una lista creciente de accionistas.

El proyecto de construcción de CTA se encuentra en estado avanzado: existen prototipos funcionales para todos los diseños de telescopios propuestos y se ha llevado a cabo una parte importante de las tareas de caracterización y diseño de las zonas de obra. El emplazamiento del hemisferio sur está localizado cerca de las instalaciones del Observatorio Europeo Austral en Paranal, Chile. El emplazamiento norte está en el observatorio astronómico del Roque de los Muchachos en la isla de La Palma en España. Se espera que la construcción comience en 2020.

Saupfercheckweg 1
69117 Heidelberg
Germany

+49-6221-516471
cta-observatory.org

facebook.com/ctaobservatory
@CTA_Observatory

Cómo funciona CTA

Los rayos gamma que observa CTA no alcanzan la superficie de la Tierra. Cuando llegan a la atmósfera, interaccionan con ella produciendo una cascada de partículas subatómicas y un destello azulado denominado luz Cherenkov. Estas cascadas son tan raras que CTA empleará 118 telescopios cubriendo una gran extensión de terreno en dos emplazamientos (19 telescopios en el norte y 99 en el sur) para maximizar la capacidad de capturar rayos gamma.

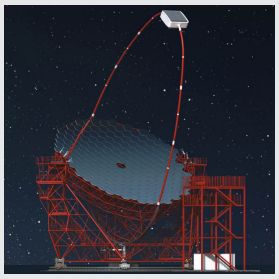
Son necesarios tres tipos de telescopios para cubrir el rango de energía completo donde CTA operará (de 20 GeV a 300 TeV). Para el rango intermedio (de 150 GeV a 5 TeV), CTA empleará 40 telescopios medianos distribuidos entre los hemisferios norte y sur. Ocho telescopios de los más grandes y 70 del tamaño más pequeño se usarán para extender el rango de energía por debajo de los 150 GeV y por encima de los 5 TeV, respectivamente.

Una vez que los espejos de los telescopios reflejan la luz Cherenkov, las cámaras de CTA la capturan y la digitalizan. Cada telescopio emplea su propio tipo de cámara, pero el diseño de todas ellas viene determinado por el brillo y la corta duración de los pulsos de luz Cherenkov.

Un pulso de luz Cherenkov dura del orden de mil millonésimas de segundo y son extremadamente débiles. Las cámaras son sensibles a esta luz y utilizan electrónica y exposiciones muy rápidas para capturarla. Se emplean tubos fotomultiplicadores (PMTs) o fotomultiplicadores de silicio (SiPMs) para registrar y convertir la luz en una señal eléctrica, que es así digitalizada y transmitida para grabar las imágenes de las cascadas.

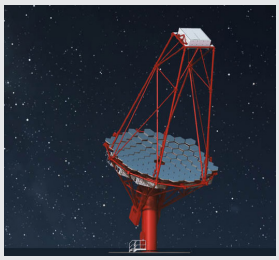
Tipos de telescopios en CTA

Large-Sized Telescope (LST)

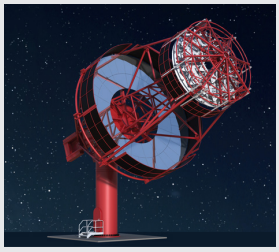


Dado que los rayos gamma de más baja energía producen muy poca luz Cherenkov, son necesarios telescopios con una gran área de espejos para capturar las imágenes. El espejo del LST tendrá un diámetro de 23 metros y forma parabólica. Su cámara estará formada por PMTs con un campo de visión total de 4.5 grados. La estructura pesará unas 100 toneladas pero será extremadamente ágil, con el objetivo de que pueda reposicionarse en 20 segundos.

Medium-Sized Telescope (MST)



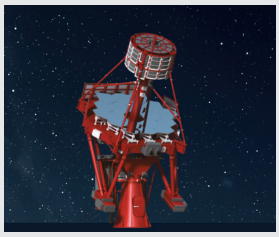
Este telescopio será el “caballo de batalla” de CTA. El MST tendrá un espejo con un diámetro de 12 metros y contará con dos diseños de cámara diferentes que emplearán PMTs. Su amplio campo de visión de aproximadamente 7.6 grados, le permitirá al MST realizar barridos del cielo de rayos gamma rápidamente.



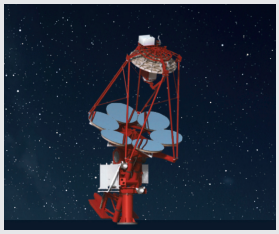
Hay dos diseños propuestos para los telescopios medianos - el MST (imagen 1) y una versión con doble espejo, el Telescopio Schwarzschild-Couder (SCT, imagen 2), con el que se espera mayor detalle de imagen y mejor detección de fuentes débiles.

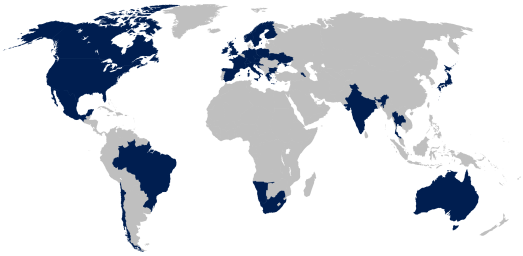
Small-Sized Telescope (SST)

Los SSTs serán los telescopios de CTA más numerosos y se extenderán a lo largo de varios kilómetros cuadrados en el observatorio del hemisferio sur. Esto se debe a que las cascadas iniciadas por rayos gamma de muy alta energía producen grandes cantidades de luz Cherenkov y el SST es sensible a los rayos gamma de mayor energía. Los espejos del SST tendrán aproximadamente 4 metros de diámetro y un gran campo de visión de 8-10 grados. Hay tres versiones del prototipo del SST en fase de producción y prueba:



SST-1M (imagen 1): es un diseño de espejo único con una cámara de SiPMs y una versión reducida de la montura que se usará en el MST.



SST-2M ASTRI (imagen 2) y SST-2M GCT (imagen 3): los dos emplean un sistema de dos espejos que permite capturar imágenes excelentes en todo el campo de visión con una distancia focal muy corta. Las cámaras son muy compactas y emplean SiPMs.

El Consorcio CTA incluye más de 1400 miembros de 200 instituciones en 31 países.