

EL SKAO SE PONE EN MARCHA

El concepto original del Square Kilometre Array nació hace aproximadamente tres décadas, a principios de los años noventa. Surgió de la necesidad de desarrollar un radiointerferómetro de nueva generación capaz de detectar el hidrógeno neutro en la Época de la Reionización. Tras décadas de planificación científica, desarrollo tecnológico y coordinación internacional, el observatorio entró formalmente en fase de construcción en diciembre de 2022, cuando se celebraron las ceremonias inaugurales en los emplazamientos de Sudáfrica y Australia.



Theresa Wiegert
twiegert@iaa.es

Marcos Villaverde
mva@iaa.es

Lourdes Verdes-Montenegro
lourdes@iaa.es

Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-CSIC)

El marco organizativo también evolucionó significativamente. En 2021, el SKAO se convirtió en una organización intergubernamental, tratándose de la segunda organización astronómica de este tipo después del Observatorio Europeo Austral (ESO). Durante los últimos años, el SKAO ha pasado de ser una iniciativa de planificación a largo plazo a convertirse en un observatorio en su fase de puesta en marcha. El despliegue de antenas sobre el terreno continúa, las primeras observaciones técnicas ya se están realizando y los hitos iniciales de la fase de puesta en marcha están demostrando el enorme potencial científico de la infraestructura.

El mes pasado, en abril de 2026, el disco de la undécima antena parabólica de SKA-Mid del Observatorio SKA (SKAO) fue montado sobre su pedestal. Estas operaciones, tal y como muestra la fotografía, son procesos complejos, siendo la de abril la cuarta realizada este año.

Actualmente hay 19 antenas de las 197 con las que contará SKA Mid, en distintas fases de ensamblaje, pruebas y puesta en marcha. En julio de 2025, SKA-Mid alcanzó uno de sus hitos más importantes cuando se detectó con éxito la línea de emisión de 21 cm del hidrógeno neutro con la primera antena que se ensambló. Esta línea espectral de HI es central para muchos de los objetivos científicos del SKAO, especialmente aquellos relacionados con la evolución de las galaxias y la historia cósmica del hidrógeno neutro.

Mientras tanto, en Australia, SKA-Low cuenta ya con 70 estaciones en proceso de verificación técnica y la verificación científica comenzará ya el próximo año. Las antenas dipolo, con forma de árbol, que componen las estaciones de SKA-Low son considerablemente más rápidas y sencillas de ensamblar que las antenas parabólicas de SKA-Mid, aunque también serán muchas más (131.072). SKA-Low lleva ventaja en el calendario de construcción: se espera que finalice - con posibilidades de expansión en el futuro - dos años antes que SKA-Mid, iniciándose así el Ciclo 0 de observación en 2030.

Paralelamente, la comunidad española, junto con la internacional, se está preparando para el inicio de las operaciones científicas, desarrollando simulaciones, preparando la infraestructura computacional que

analizará los datos, participando en los SKA Data Challenges o proponiendo casos científicos para el nuevo libro científico del SKAO.

PRIMEROS HITOS DE LA FASE DE PUESTA EN MARCHA

En marzo de 2025, se realizaron observaciones de un área de aproximadamente 25 grados cuadrados con las cuatro primeras estaciones de SKA-Low. Incluso con esta fase tan temprana del radiointerferómetro, las observaciones detectaron claramente las galaxias más brillantes del campo, superando

las expectativas que se tenían para una fracción tan pequeña del conjunto final.

Actualmente, SKA-Low opera con cuatro estaciones verificadas, cada una compuesta por 256 antenas, constituyendo así la primera configuración operativa del telescopio. En marzo de 2026 se habían entregado aproximadamente 30.000 antenas - cerca de una cuarta parte del total previsto - correspondientes a 117 estaciones, de las cuales 69 ya estaban instaladas y pendientes de verificación.

Figura 1. Instalación de la undécima antena parabólica de SKA-Mid el pasado abril, con la presencia del Director General, el profesor Philip Diamond (a la derecha). Crédito: SKAO.



La construcción de SKA-Mid en Sudáfrica también progresa de manera constante. La primera antena de SKA-Mid fue ensamblada en julio de 2024 y el conjunto cuenta ya con 19 antenas en distintas fases de progreso, obteniéndose las primeras franjas interferométricas en enero de 2026. Las perspectivas científicas de SKA-Mid están basadas en los resultados que está proporcionando MeerKAT, el conjunto precursor ubicado en el mismo emplazamiento. MeerKAT es actualmente uno de los radiointerferómetros más sensibles en funcionamiento y sus 64 antenas pasarán a formar parte del núcleo central de SKA-Mid.

OBJETIVOS CIENTÍFICOS

El objetivo científico original del SKAO era el estudio del hidrógeno neutro a lo largo de la historia cósmica. La sensibilidad sin precedentes del observatorio permitirá rastrear el hidrógeno desde el universo cercano hasta la Época de Reionización, cuando las primeras estructuras luminosas ionizaron el medio intergaláctico primordial.

Más allá de ese objetivo original, el observatorio abordará una amplia variedad de cuestiones astrofísicas

fundamentales. Los grandes cartografiados en continuo y en línea espectral permitirán estudiar la evolución de las galaxias, la acreción de gas, los campos magnéticos y los procesos de formación estelar en distintos entornos cósmicos. Las observaciones cosmológicas ayudarán a restringir la naturaleza de la materia oscura y a investigar la evolución de la energía oscura.

El SKAO también se convertirá en una infraestructura clave para la astrofísica de fenómenos transitorios y en el dominio temporal, desempeñando un papel fundamental en la comprensión de las ráfagas rápidas de radio, los objetos compactos y los entornos de agujeros negros. Las observaciones de púlsares también contribuirán a los estudios de ondas gravitacionales de baja frecuencia.

Otros programas científicos incluyen el estudio de la formación planetaria, las atmósferas de exoplanetas o la búsqueda de señales de tecnología extraterrestre dentro de investigaciones relacionadas con SETI.

Estos objetivos se están materializando en el nuevo libro científico del SKAO, que actualmente se encuentra

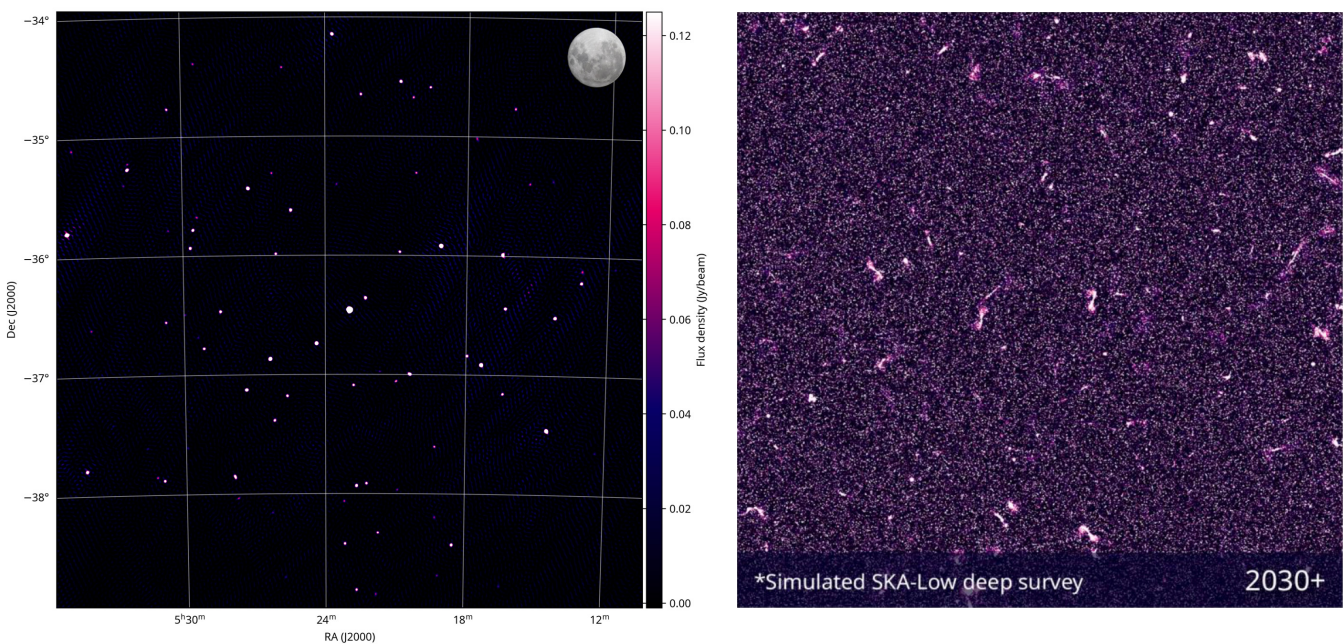


Figura 2. (Izquierda) observación de SKA-Low en marzo 2025 obtenida con 4 estaciones en la que se ven 85 galaxias en un campo de 25 grados cuadrados, se muestra el tamaño de la Luna llena a efectos comparativos. (Derecha) simulación de una imagen profunda de la misma región observada con la instalación final de SKA-Low, se espera detectar más de 600.000 galaxias en el mismo campo. Crédito: SKAO.



Figura 3. Las antenas dipolo SKA-Low se asemejan a árboles de Navidad metálicos, tanto en apariencia como en tamaño. En la imagen Lourdes Verdes-Montenegro, coordinadora de la participación española en SKA, construye una antena SKA-Low durante una visita al emplazamiento en noviembre de 2025. Crédito: L. Verdes-Montenegro.

en edición. Este libro es una actualización del libro de 2015, e incorpora nuevos temas científicos (algunos de los grupos de trabajo científicos aún no existían), detalles técnicos y herramientas que reflejan adecuadamente las capacidades de los telescopios.

UN NUEVO PARADIGMA PARA LA ASTRONOMÍA INTENSIVA EN DATOS

Uno de los principales desafíos del SKAO es el volumen sin precedentes de datos que generará el observatorio. Las tasas de datos previstas son tan elevadas que no será posible almacenar todos los datos brutos, lo que obliga a adoptar un enfoque completamente nuevo para el procesamiento y acceso a los datos astronómicos.

Para afrontar este reto, el SKAO ha desarrollado un sistema distribuido de centros regionales de datos ubicados en los países miembros. En conjunto, estos centros forman SRCNet, una infraestructura globalmente conectada que proporciona almacenamiento, recursos computacionales, entornos de software y soporte a usuarios.

SRCNet se está convirtiendo en uno de los componentes científicos centrales del ecosistema SKAO. Su primera versión estable, SRCNet v0.1, entró en funcionamiento en 2025.

La iniciativa española de centro regional, espSRC, alojada en el Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-

CSIC), fue el primer centro del mundo en desplegar todos los servicios necesarios para participar en esta primera versión de SRCNet. Actualmente, la infraestructura está siendo probada utilizando datos de instalaciones ya existentes y simulaciones a gran escala, ayudando a preparar tanto los sistemas técnicos como a la comunidad científica para la era del SKAO.

España también se ha convertido en un actor relevante en los esfuerzos relacionados con ciencia abierta y reproducibilidad dentro del observatorio. Estos principios forman parte de los fundamentos del SKAO y actualmente se están implementando operativamente a través de SRCNet, donde el esp-SRC es un referente en prácticas de ciencia abierta y sostenibilidad.

Uno de los ejercicios que se están realizando en este contexto son los Desafíos de Datos de SKA, cuya tercera edición, dedicada al tema de la Época de la Reionización, se celebró en 2024/2025. En ella, equipos de los países miembros utilizaron las instalaciones informáticas de los centros de datos que se están desarrollando para gestionar los datos de SKA, con el fin de desarrollar una metodología reproducible, siguiendo los principios de la Ciencia Abierta, para el manejo de conjuntos de datos y tareas de SKA.

ESPAÑA Y EL SKAO

Los objetivos científicos del SKAO corresponden estrechamente con los intereses de la comunidad astronómica española. Por ello, España ha participado en el proyecto desde sus primeras etapas. Desde 2011, el IAA-CSIC, con el apoyo del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, coordina la participación científica y tecnológica española en el proyecto SKA.

La participación española ha crecido considerablemente en los últimos años. En 2018, aproximadamente 25 investigadores e investigadoras de 10 instituciones españolas participaban en los SKA Science Working Groups. Actualmente, nuestra comunidad cuenta con 87 miembros procedentes de 24 instituciones en 13 de los 14 grupos científicos del SKAO.

Desde 2018, la comunidad española se articula en torno a RedSKA, una red nacional de colaboración

«La comunidad española se ha posicionado en los grupos científicos y en la SRCNet, así como con la industria en la fase de construcción. Este posicionamiento es clave para la explotación de un observatorio que se encuentra en plena fase de construcción y con la primera verificación científica a las puertas.»

creada para coordinar equipos interdisciplinarios involucrados en actividades relacionadas con el SKA. Desde la coordinación nacional del SKA, y en colaboración con esta red y otros miembros interesados de la comunidad, se está gestando la organización de reuniones temáticas especializadas de cara a la preparación para las primeras oportunidades científicas del SKAO. Estas reuniones comenzarán este mismo año y se extenderán en el futuro.

Este interés y compromiso creciente de nuestra comunidad contribuyó directamente a que España se incorporara al SKAO en 2023, siendo el noveno de los 13 estados que son actualmente miembros de dicha organización intergubernamental.

Además de la participación científica, España contribuye directamente a la construcción y operaciones del observatorio. Varias empresas españolas han obtenido contratos para componentes clave del SKAO, incluyendo la electrónica de control de la banda 1, los reflectores secundarios de las antenas de SKA-Mid o sistemas de sincronización para SKA-Mid y SKA-Low, así como un contrato competitivo para la construcción de una cámara de reverberación necesaria para estudiar el comportamiento de los componentes electrónicos.

PERSPECTIVAS

Desde que en 2018 España entró en la SKA Organisation, entidad antecesora al observatorio, la comunidad española se ha posicionado en los grupos científicos y en la SRCNet, así como con la industria en la fase de construcción. Este posicionamiento es clave para la explotación de un observatorio que se encuentra en plena fase de construcción y con la primera verificación científica a las puertas. Se trata de una oportunidad que debemos aprovechar, ya que el SKAO no solo permitirá abordar algunas de las grandes preguntas sin respuesta de la astrofísica, sino también realizar descubrimientos sorprendentes gracias al nuevo espacio observacional que está abriendo.



Figura 4. Cuatro estaciones completas y otras en construcción a mediados de 2025. Actualmente (primavera de 2026), hay 19 estaciones listas y en fase de pruebas para su inclusión en la red. Crédito: SKAO.