

El LSC culmina con éxito la campaña de test de implosión para el telescopio internacional Hyper-Kamiokande

El LSC completa exitosamente la campaña de test de implosión, en colaboración con el SOCIB, para la validación de cubiertas protectoras de los fotosensores del telescopio internacional de neutrinos Hyper-Kamiokande

El Laboratorio Subterráneo de Canfranc (ICTS LSC) ha contado una vez más con la colaboración del Sistema de Observación y Predicción Costero de las Illes Balears (ICTS SOCIB) en sus campañas de test de implosión, dirigidas a validar las cubiertas protectoras de los fotosensores del futuro telescopio de neutrinos Hyper-Kamiokande. Esta es una parte de la contribución española a la construcción de Hyper-Kamiokande con participación española de grupos de investigación del LSC, Donostia International Physics Center y Universidad de Girona. Otras contribuciones incluyen componentes electrónicos, diseños del sistema de compensación geomagnética y del sistema de provisión de aire libre de radón y sistemas de almacenamiento para la introducción de procesos de inteligencia artificial desarrolladas por el LSC, y por las Universidades de Oviedo, Santiago de Compostela y Politécnica de Valencia. La cooperación con el SOCIB ha sido fundamental para el éxito de la campaña, gracias a las capacidades del Buque Oceanográfico B/O SOCIB. Esta colaboración entre ambas instituciones subraya el papel clave de las Infraestructuras Científicas y Técnicas Singulares (ICTS) en el desarrollo de proyectos científicos de vanguardia.

Hyper-Kamiokande (HK) es un experimento de oscilaciones de neutrinos cuyo objetivo principal es determinar si el neutrino y su antipartícula, el antineutrino, se propagan de la misma manera en el espacio. Esta característica es fundamental para entender por qué en el universo hay más materia que antimateria. Además, el experimento proporcionará información clave sobre fenómenos astrofísicos, como las supernovas y los procesos nucleares que se dan en estrellas como el Sol.

Los neutrinos son una pieza clave para comprender qué ocurrió en el primer segundo después del Big Bang. A pesar de ser la segunda partícula más abundante en la naturaleza, su detección es extremadamente difícil debido a la ausencia de carga eléctrica. Tienen una masa casi nula y no pueden observarse de forma directa, por lo que se les conoce como la “partícula fantasma”. El experimento HK, actualmente en construcción, estará ubicado a 600 metros de profundidad en los alrededores de Kamioka y contará con un detector de agua ultrapura de 68 metros de diámetro y 71 metros de altura, diseñado para captar neutrinos provenientes de cualquier parte de nuestra galaxia, incluidos los generados en el acelerador J-PARC, ubicado a unos 300 km.

El detector estará equipado con aproximadamente 20.000 fotosensores ultrasensibles, capaces de captar un fenómeno físico denominado “luz de



Cherenkov”, que se produce cuando los neutrinos interactúan con la materia, concretamente con los átomos de las moléculas de agua. La protección de los ojos de HK es, actualmente, el principal objetivo de la participación española en HK.

La necesidad de estas cubiertas protectoras (compuestas por un cuerpo cónico de acero de 6 milímetros de grosor y una cúpula de acrílico de 13 milímetros de grosor que envuelve el fotosensor) quedó en evidencia tras el accidente ocurrido en el predecesor de HK, Super-Kamiokande, experimento que dio lugar al descubrimiento de las oscilaciones de neutrinos (T. Kajita, Premio Nobel en Física 2015). En aquel incidente, la implosión de un solo fotosensor generó una onda expansiva que provocó la ruptura en cadena de miles de ellos. HK es ocho veces mayor y los requisitos de seguridad son aún superiores.

Liderado por el LSC, como coordinador de la participación española en HK, un equipo de 15 personas se trasladó durante casi un mes a las instalaciones del SOCIB en la Bahía de Palma. En esta campaña participaron ingenieros y físicos del LSC, el Centro Internacional de Física de Donostia (DIPC), la Universidad de Girona (UdG), responsables del diseño y las Universidades de Keio, Osaka y Tokio y el Instituto de Investigación de Rayos Cósmicos (ICRR) en Japón; así como el personal de la ICTS SOCIB y la tripulación de la empresa TRACSA.

Durante estas pruebas, realizadas a bordo del buque oceanográfico B/O SOCIB, el equipo evaluó el comportamiento de las cubiertas ante una implosión, en condiciones similares a Hyper-Kamiokande. Para ello, las cubiertas fueron sometidas a ondas de choque de 50 bares en inmersiones a profundidades de 80 metros en el mar Mediterráneo. Se llevaron a cabo un total de seis pruebas, que confirmaron que el prototipo de cubierta es capaz de contener la implosión en caso de un accidente similar al de Super-Kamiokande. Esta validación representa un paso más hacia la seguridad de los 22.000 “ojos” de Hyper-Kamiokande.

Tras el éxito de la campaña, hoy se anuncia en Japón la validación de estas cubiertas protectoras, desarrolladas en colaboración con la industria española para su producción. Este hito marca un importante avance en la contribución de la investigación y la industria española al proyecto y permitirá progresar hacia la fabricación a gran escala de los componentes clave del telescopio, cuya puesta en marcha está prevista para 2027.

Colaboración internacional

Con la participación de más de 600 investigadores de 20 países en seis continentes, Hyper-Kamiokande es un ejemplo de cooperación científica a nivel global. En este contexto, *"la colaboración entre SOCIB y LSC refuerza la proyección internacional de la investigación española y subraya la importancia de la cooperación interdisciplinar en el desarrollo de nuevas infraestructuras científicas"*, destaca Carlos Peña, director de la ICTS LSC. Asimismo, *"esta iniciativa pone en valor el papel de las ICTS en la comunidad científica, promoviendo el acceso a sus servicios y capacidades. Además, evidencia el potencial del mapa de infraestructuras desarrollado en las últimas dos décadas, facilitando sinergias estratégicas entre disciplinas, centros de investigación*



y el sector privado. Todo ello contribuye a la competitividad de la industria europea, plenamente en línea con el Informe Draghi de la Comisión Europea de 2024, que resalta el papel clave de las infraestructuras de investigación para la competitividad de Europa", señala Joaquín Tintoré, director de la ICTS SOCIB.

Innovación tecnológica en el desarrollo de sensores e impacto en la industria española

Peña destaca los avances logrados en colaboración con diversas instituciones españolas e internacionales: *"Los grupos españoles de los centros de investigación LSC, UdG y DIPC, en colaboración con las Universidades de Keio, Osaka y Tokio, el ICRR y la industria española, hemos desarrollado múltiples innovaciones tecnológicas. Destacan las mejoras en el diseño y fabricación de las cubiertas protectoras de los sensores, basadas en acero y acrílico UVT; un sistema de fijación del sensor al protector; y un sistema de detección submarino que ha permitido validar la resistencia de estos componentes ante variaciones bruscas de presión"*. La validación en aguas profundas ha sido clave para confirmar la efectividad de estas innovaciones, según Peña: *"El Buque SOCIB nos ha permitido realizar pruebas diarias en una zona cercana a la bahía de Palma, con profundidades superiores a 100 metros. La experiencia y equipamiento del equipo técnico de SOCIB y la tripulación han sido esenciales para superar las inherentes dificultades de ejecución de los experimentos"*.

Estas pruebas han permitido confirmar que el sistema de protección de los detectores, diseñado por los grupos españoles y fabricado por la industria nacional, garantiza la seguridad del detector ante la rotura de alguno de sus 20.000 sensores. *"Hemos observado por primera vez que, al forzar la generación de una onda expansiva en el medio, el sistema de protección atenúa la reacción en cadena, evitando el riesgo de incidente catastrófico"*, añade Peña. La validación exitosa ha permitido avanzar a la fase de preproducción, con la fabricación de 12.400 unidades financiadas por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (MICIU) con fondos del Mecanismo de Recuperación y Resiliencia (MRR). *"Esperamos que la demostración de la gran calidad de la producción industrial nacional a nivel internacional abra nuevas oportunidades en mercados emergentes"*, explica Peña.

El proyecto Hyper-Kamiokande está financiado por el MICIU y por la Unión Europea "Next Generation EU/PRTR".

[Acceder a recursos audiovisuales ICTS LSC](#)

