

Investigadores USM obtienen fondo Quimal para construir observatorio de rayos gamma

Un equipo de investigadores de la Universidad Técnica Federico Santa María (USM) se adjudicó el fondo Quimal 2025 de la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID) para avanzar en la construcción del primer observatorio de rayos gamma a mayor altitud del mundo.

La iniciativa, denominada CONDOR (Compact Network of Detectors with Orbital Range), fue una de las tres propuestas seleccionadas a nivel nacional y contempla un financiamiento de \$242 millones por un período de tres años, destinados al desarrollo de nuevas tecnologías para la observación astronómica desde el cerro Toco, en el Parque Astronómico Atacama.

Desde 2022, USM trabaja en este desarrollo, principalmente a través del Centro Científico Tecnológico de Valparaíso (CCTVal), con la participación de investigadores, ingenieros, técnicos y estudiantes.

El Dr. Nicolás Viaux, director del proyecto, profesor del Departamento de Física de la USM e investigador del Instituto Milenio Saphir, destacó el nivel de preparación científica y tecnológica que sustenta la propuesta. “CONDOR demuestra que en Chile existe una formación sólida de capital humano avanzado comparable con lo que se hace en Europa o en Estados Unidos”.

Por su parte, el Dr. Sebastián Tapia, subdirector del proyecto y responsable del diseño del hardware del observatorio, valoró la adjudicación del fondo. “Estamos muy contentos con este logro, que refleja el esfuerzo de un equipo interdisciplinario que ha trabajado con convicción en este desafío. En la USM contamos con una larga trayectoria en física experimental de partículas —incluyendo desarrollos para experimentos del CERN y Jefferson Lab—, lo que nos ha proporcionado capacidades de frontera para abordar esta iniciativa que conecta física de altas energías con la astronomía”, indicó.

Liderazgo chileno, colaboración internacional

El proyecto CONDOR también cuenta con colaboradores en el extranjero como el Dr. Miguel Arratia, magíster en física de la USM y profesor de la Universidad de California, Riverside, quien comentó que “es muy valioso que Chile participe en grandes colaboraciones internacionales y en experimentos que se desarrollan en el extranjero. Sin embargo, aún faltan experimentos concebidos, desarrollados y operados en territorio chileno, y liderados por científicos chilenos. Cuando se lidera un proyecto es posible definir los objetivos científicos, desarrollar tecnología propia y decidir estratégicamente hacia dónde orientar la investigación. CONDOR aspira a ser un ejemplo de eso y a contribuir al fortalecimiento del ecosistema científico chileno”.

Funcionamiento y valor científico

A diferencia de otros instrumentos que utilizan espejos o antenas para observar el universo —como ALMA o Paranal—, CONDOR operará con 4 mil módulos de detección de partículas, distribuidos en 100 m². Cada unidad contará con centelleadores, multiplicadores de fotones

de silicio (SiPM) y un sistema de sincronización temporal basado en la tecnología White Rabbit del CERN, que permitirá coordinar las señales entre los distintos módulos con precisión de subnanosegundos. Los datos se transmitirán inalámbricamente hacia una estación de control, un enfoque completamente innovador en experimentos de este tipo. Con el financiamiento, se construirán al menos diez de estos prototipos y se realizarán pruebas en terreno para validar su funcionamiento.

Gracias a su altitud, CONDOR otorgará información clave sobre la emisión de rayos gamma de baja energía, un rango energético poco explorado a nivel mundial. Estas mediciones contribuirán al estudio de fenómenos extremos del universo, como supernovas, núcleos galácticos activos, agujeros negros, la dinámica del campo magnético del Sol y, quizás, otros procesos astrofísicos desconocidos hasta ahora, explicó el profesor Viaux.

Simulaciones y machine learning para el análisis de datos

Además del desarrollo instrumental (hardware y electrónica), a cargo principalmente del equipo de ingenieros y técnicos del CCTVal, CONDOR contempla una etapa fundamental de simulaciones físicas y análisis avanzado de datos, que permite caracterizar el comportamiento del observatorio y preparar las herramientas necesarias para interpretar las señales que se generarán durante su operación.

“Nuestro trabajo se ha centrado en el análisis de datos simulados de cascadas de partículas (extensive air showers, EAS) producidas por rayos cósmicos de alta energía que interactúan con los detectores. Para ello utilizamos técnicas de deep learning que permiten reconstruir estas cascadas, estimando su dirección de llegada, el tipo de partícula y su energía, incluso en escenarios complejos y con altos niveles de ruido. Además, estamos desarrollando métodos que permiten interpretar los resultados y asegurar que los modelos aprendan representaciones físicamente significativas”, explicó la Dra. Raquel Pezoa, investigadora del CCTVal y académica del Departamento de Informática de la USM.

La investigadora destacó, además, la participación de estudiantes de pre y posgrado en el desarrollo de estas metodologías, a través de trabajos de tesis vinculados al análisis de datos, lo que ha permitido preparar y validar las herramientas que se utilizarán para interpretar las señales del observatorio una vez que entre en funcionamiento.

En este trabajo han participado estudiantes de diversas carreras de la USM, entre otros, Constanza Valdivieso, Bárbara Gutiérrez, Gonzalo Muñoz y Luis Navarro.

Desafíos técnicos

El observatorio CONDOR operará a cielo abierto y bajo condiciones extremas de frío, nieve, viento y variaciones atmosféricas, lo que exige innovaciones en la selección de materiales, estabilidad mecánica y control térmico, además de nivelar cada módulo según la topografía del terreno.

“Si bien la experiencia del CCTVal ofrece una base sólida, el proyecto requerirá construir, probar, identificar dificultades y ajustar continuamente las soluciones para alcanzar la

Investigadores USM obtienen fondo Quimal para construir observatorio de rayos gamma

robustez que demanda el entorno”, finalizó Tapia.

Investigación y desarrollo de frontera

Tras cuatro años de trabajo —que han incluido el desarrollo de hardware, software, simulaciones y métodos avanzados de análisis de datos, junto con la publicación del primer artículo científico de CONDOR—, este instrumento consolida a Chile en la investigación y desarrollo tecnológico de frontera, abriendo nuevas oportunidades para explorar el universo desde el hemisferio sur.

y tú, ¿qué opinas?

Anuncio Patrocinado