

# Muografía: la nueva tecnología que podría hacer “radiografía” a montañas

**TECNOLOGÍA.** La Universidad de Atacama impulsa su desarrollo en la región, con especial énfasis en su aplicación en prospecciones mineras, entre otros múltiples usos.

Ignacio Torres  
 cronista@diarioatacama.cl

Una radiografía es, ahora, una sofisticada tecnología médica que permite visualizar el interior del cuerpo. Pero en su momento constituyó una verdadera revolución científica y tecnológica, pues permitió ver desde fuera el esqueleto de las personas.

Una revolución similar es la que podría significar la muografía, una innovadora tecnología que conceptualmente es similar a las radiografías, pero a una escala mucho mayor: permite ver desde fuera el interior de volcanes y montañas.

En las radiografías, se utilizan rayos x o rayos gamma, que atraviesan el cuerpo humano y se estampan en una placa o película fotográfica. Pero la densidad de los huesos interrumpe, en parte, ese flujo de rayos x o gamma y esa interrupción es la que se refleja en la imagen radiográfica, con diferentes tonos dentro de una escala de grises.

La muografía busca hacer algo similar, pero con una envergadura mucho mayor. Para ello, se utilizan los muones, unas partículas elementales subatómicas descubiertas en 1936 cuyo origen está en los rayos cósmicos, la radiación que llega permanentemente a nuestro planeta desde el espacio exterior y que es capaz de penetrar grandes profundidades.

Así, a partir de un flujo conocido de muones se mide la atenuación del flujo, de allí se calcula la opacidad del material al paso de los muones y entonces puede inferirse la densidad media del material a lo largo de la trayectoria del muón. Disponiendo de un dispositivo que permita medir el flujo de muones proveniente de distintos sectores del objeto en estudio, es posible inferir la existencia de distintas estructuras internas a partir de los cambios



ARCHIVO AGENCIA UNO

LA MUOGRAFÍA PERMITIRÍA MEJORES PROSPECCIONES MINERAS EN LA REGIÓN Y DESDE LA UDA BUSCAN AVANZAR EN SU DESARROLLO.

en las densidades observadas en el muograma, lo que permite ubicar, por ejemplo, cavidades al interior de la montaña.

## DESARROLLO EN ATACAMA

Esta tecnología, que por momentos parece de ciencia ficción, busca desarrollarse en la Región de Atacama, de la mano de la Universidad de Atacama (UDA).

En noviembre del año pasado el doctor Giovanni Leone, académico del Instituto de Investigación en Astronomía y Ciencias Planetarias, participó en un artículo publicado en la prestigiosa revista Nature, en su edición Reviews Methods Primers, en la que investigadores de 12 universidades distintas abordaron los avances más recientes de la muografía.

Y en abril pasado, la UDA acogió la charla internacional “Más allá de los métodos tradicionales: muografía de rayos cósmicos en la exploración de minerales, la minería y la investigación planetaria”, dictada por el geólogo finlandés Marko Holma, quien además es CEO de la empresa Muon Solutions.

“Podemos obtener imágenes



UNIVERSIDAD DE ATACAMA

HAY PERSPECTIVAS DE ESTUDIO AL RESPECTO EN LA MINA ESCUELA UDA.

de montañas, dónde están las anomalías de contraste de densidad. También podemos monitorear los ángulos de pendiente en minas a cielo abierto, visualizar y monitorear las redes de túneles, y detectar fallas en rocas y caídas”, explicó el investigador europeo, quien agregó que esas aplicaciones pueden ser cruciales para equipos de rescate en territorios altamente sísmicos, como es el caso de Chile.

Por su parte, el doctor Karl Riveros, del Departamento de

Geología de la UDA, señaló que “efectivamente esta tecnología podría ser capaz de detectar cavidades en profundidad, por lo que sería útil para definir labores mineros antiguos o para caracterizar zonas de colapso como el socavón de Tierra Amarilla. Sin embargo, lo más importante, considerando nuestro contexto geológico y minero, es que esta técnica detecta contrastes de densidad entre las rocas, lo cual permite predecir la ocurrencia de cuerpos mineralizados en profundi-

dad, en otras palabras, encontrar yacimientos metálicos”, acotó el experto.

## EL CAMINO PARA SU APLICACIÓN

El project manager en Chile de Muon Solutions, Mario Arancibia aportó algunos antecedentes acerca de la aplicación de la muografía en condiciones reales: “es un método estadístico, por lo que necesitamos tiempo para recopilar estadísticas de muones”.

Sobre los costos de la tecnología, el ejecutivo afirmó: “Los detectores de muones son instrumentos delicados, pero requieren muy poco mantenimiento durante su operación. No consumen mucha energía, pero aun así se necesita algo. Si no hay electricidad disponible, podemos utilizar sistemas de baterías. También se necesitan algunos auxiliares adicionales, fáciles de adquirir. Los costos de realizar una muografía dependen del número de detectores utilizados y de nuestros costos, que para Chile aún no han sido definidos. Nuestra tarifa incluye el trabajo de análisis de datos, el cual puede ser exten-

“Esta técnica detecta contrastes de densidad entre las rocas, lo cual permite encontrar yacimientos metálicos”

Karl Riveros  
 Geología UDA

“Los detectores de muones son instrumentos delicados, pero requieren poco mantenimiento”

Mario Arancibia  
 Muon Solutions

so”, detalló Arancibia.

Por su parte, el académico del departamento de Ingeniería Civil en Minas de la UDA, Hugo Olmos, manifestó que: “considero que son impresionantes las potencialidades de la muografía, sin embargo nos falta mucho más por saber en torno a los resultados técnicos de esta innovación en el campo de la geofísica, además de los costos y los tiempos que involucra la operación de la tecnología en Chile. Nos gustaría generar este conocimiento en nuestra universidad, desde el impacto ambiental, pasando por costos y de paso aprender a usar la tecnología para poder compararla con los servicios que la industria tiene disponibles al día de hoy para realizar prospecciones y para detectar anomalías”.

Finalmente, Giovanni Leone planteó: “Espero que podamos traer un instrumento acá en Atacama, que lo necesitamos de verdad mucho. De hecho, hemos ya visitado la mina escuela de la Universidad de Atacama y es un lugar perfecto para empezar. Es un lugar protegido y que puede ser ocupado por estudiantes”.