

Sistemas de protección contra avalanchas

Seguridad a toda prueba

Alfredo Saavedra L.

PERIODISTA CONSTRUCCIÓN MINERA

» Las avalanchas son uno de los tantos riesgos a los que se ven expuestas las faenas mineras de alta montaña. Para salvaguardarse de sus efectos hay diversos sistemas de protección, los que pueden clasificarse como pasivos o activos.

» Los sistemas de defensa pasivos no pretenden intervenir en la generación de las avalanchas, sino más bien funcionar durante su ocurrencia para quitarles energía, desviarlas o detenerlas, evitando que causen daños.

» Los sistemas activos, en tanto, tienen por objeto impedir la generación o iniciación de la avalancha en su zona de origen. Dentro de las más utilizadas se encuentran las terrazas o banquetas.

LAS FAENAS MINERAS en alta montaña deben lidiar con una serie de elementos que dificultan su tarea, como es la gran altitud a la que se encuentran y el clima adverso que en cualquier momento puede jugarles malas pasadas. Pero además de eso, hay un riesgo latente que de no ser controlado puede conllevar un gran peligro tanto para las instalaciones como para la seguridad de los trabajadores: nos referimos a las avalanchas de nieve. Para protegerse de estos eventos de gran poder destructivo es fundamental que se integren medidas de control que mitiguen sus posibles efectos.

Cabe mencionar que, por avalancha, se entiende al escurrimiento de nieve que desciende por la ladera de una montaña y que en la medida que avanza va aumentando progresivamente su velocidad, con un gran efecto destructor como consecuencia. Las avalanchas se desencadenan por la pérdida de estabilidad del manto nival en la denominada zona de origen, para luego descender a través de la zona de recorrido y finalmente detener su energía cinética por fricción en la zona de depósito.

De acuerdo al manual, "Los riesgos del trabajo en alta montaña", de la Asociación Chilena de Seguridad, ACHS, el riesgo de que ocurran depende de parámetros fijos y variables, dentro de los cuales se puede mencionar la pendiente de la ladera, que determina la estabilidad básica del manto de nieve. En el texto, se indica que "si es menor de 15°, es poco probable que haya riesgo. La nieve se acumula y permanece en su sitio. Si la pendiente está comprendida entre 15° y 27°, la nieve acumulada puede ponerse en movimiento por la acción de otros agentes. Entre

27° y 50° la nieve se acumula inicialmente, pero una vez que los cristales modifican su forma, debido a cambios en las condiciones atmosféricas, la nieve se pone en movimiento espontáneamente, sin requerir estímulo exterior. Si es mayor que 50° no puede acumularse y cae al valle a medida que se deposita".

Otro parámetro a considerar es la rugosidad del suelo, donde la aspereza del terreno crea obstáculos naturales que permitirán mayores alturas de acumulación, siempre que la capa de nieve sea homogénea y cohesionada. También influye la altitud de las zonas de acumulación, por razones de la temperatura imperante, la ubicación geográfica y la estructura de la nieve.

Para hacer frente a estos riesgos se desarrollan distintos sistemas de seguridad, cuyas finalidades son las de proteger ciertos elementos vulnerables frente a la peligrosidad asociada a dicho suceso. Así, un proyecto minero o constructivo en general, debe considerar como variables del entorno la existencia u ocurrencia de episodios de avalanchas y la peligrosidad de estos (evaluada según magnitud y frecuencia de los eventos). También debe tomar en cuenta la presencia de elementos vulnerables, tales como personas, infraestructuras y/o edificaciones, que califiquen la zona con un cierto riesgo no asumible.

CONTROL DE AVALANCHAS

Para desarrollar proyectos de defensa contra avalanchas se deben considerar varios puntos, como la situación y estado de la peligrosidad, es decir, el registro histórico de la zona, tipología de avalanchas (tamaño, tipo de nieve), evaluación del riesgo según exposición de elementos vulnerables, así



GENTILEZA PRODALAM

como el análisis de la problemática derivada a la avalancha, los objetivos de la protección y el riesgo aceptable. De acuerdo a Paul Büntemeyer, Product Manager Minería y Riesgos Naturales de Prodalam, también es necesario tomar en cuenta el área, tráfico y objetos aislados de las zonas potencialmente perjudicadas, así como estudiar los diferentes métodos de mitigación y condiciones del entorno. “No solo debe considerarse la dinámica de la avalancha, sino también los costes de construcción de los sistemas de protección (evaluación del costo, reducción del riesgo, costo de mantenimiento y relación costo total-beneficios producidos) y el tiempo y viabilidad del mismo, en cuanto a evaluación de los permisos administrativos, accesibilidad a la zona, dificultad técnica en la colocación y construcción de los diferentes elementos de protección”, señala el profesional.

DEFENSAS PASIVAS CONTRA AVALANCHAS

Una vez determinados los lugares en que se pueden producir avalanchas, es necesario adoptar las medidas pertinentes para prevenir pérdidas humanas y/o materiales. Para esto las defensas pueden clasificarse como pasivas o activas. Las primeras no pretenden intervenir en la generación de las avalanchas, sino más bien funcionar durante su ocurrencia para quitarles energía, desviarlas o detenerlas, evitando que causen daños. Dentro de las defensas pasivas se pueden mencionar los montículos de frenado, los

Los sistemas de protección buscan salvaguardar los elementos vulnerables frente a la peligrosidad de las avalanchas.



muros deflectores y los muros de captación.

Los montículos de frenado o “braking mounds” corresponden a las primeras estructuras que se enfrentan a las avalanchas y están ubicadas en la parte alta de la zona de recorrido. Si bien estos montículos permiten detener los deslizamientos menores de nieve, su función principal es la de disipar la energía de una avalancha. “Su efecto disipador depende en gran medida de la fluidez de la masa deslizante, siendo más efectivos para avalanchas de nieve densa. Pese a ello su efecto disipador en general no es considerado para el diseño del resto de las estructuras del sistema de defensa contra avalanchas ubicadas más abajo”, explica Rodrigo Ossandon, subgerente del departamento de Ingeniería de la empresa Tierra Armada Chile S.A., compañía que trabaja con una tecnología de muros llamada GeoTrel®. “Esta tecnología posee una mayor capacidad de disipación energética que los sistemas tradicionales de muros TEM (o muros de tierra estabilizada mecánicamente) debido a su paramento flexible conformado por módulos de acero electrosoldados y su sistema de refuerzos geosintéticos. Así se logra un sistema de contención que mantiene la facilidad constructiva de un muro Tierra Armada tradicional, en el cual las labores de montaje utilizan materiales livianos y versátiles, fácilmente transportables a lugares remotos e instalables en terreno sin la necesidad de una grúa”, explica Ossandon, agregando además que su diseño estructural involucra un análisis de estabili-



Los montículos de frenado corresponden a las primeras estructuras que se enfrentan a las avalanchas y están ubicadas en la parte alta de la zona de recorrido. Su función principal es la de disipar energía de una avalancha.



zados conforme a EN 1461; Malla Omega, galvanizado clase A según EN 10244-2)", agrega el experto.

Las estructuras rígidas por su parte, son similares a las anteriores en su concepto, pero se emplean vigas de madera, acero o perfiles laminados en su construcción. También están los deflectores de viento que tienen por objeto, alterar las corrientes de aire para evitar así que arrastren la nieve hacia la zona de generación de avalanchas y la depositen en lugares donde no provoquen riesgos. También se incluyen en este grupo las estructuras de paso que permiten la pasada de la avalancha por encima de las instalaciones y toman la forma de cobertizos, galerías y rampas. Algunos ejemplos de estas estructuras de estabilización de manto nival son los denominados puentes o snow bridges, formados por un conjunto de largueros dispuestos horizontalmente, los que unidos a montantes verticales conforman la superficie de contacto con la nieve. Van unidos al terreno mediante soportes y su inclinación respecto a un plano normal al terreno debe situarse cercana a 15° aguas abajo, para así generar una mejor redistribución de esfuerzos. "Otros ejemplos de este tipo de estructuras son los Wood logs o wooden piles, así como estructuras anti acumulación de nieve por acción del viento, tales como snow drift fence o wind baffles", señala Büntemeyer.

Para estos sistemas, en general, la mantención se relaciona con la revisión de la fundamentación, los anclajes, barreras dinámicas, el desgaste por impacto, las estructuras de madera (estabilización del manto nival) y la corrosión de los elementos metálicos, entre otras.



Las estructuras flexibles están constituidas por redes de alturas de entre 3 y 5 metros, generalmente de cable de acero con mallas triangulares o rectangulares, instaladas perpendicularmente a la pendiente en las zonas de generación de la avalancha.



MEDIDAS TEMPORALES PARA EL CONTROL DE AVALANCHAS

Existen una serie de medidas temporales para el control de avalanchas, las que incluyen aquellas técnicas destinadas a provocar artificialmente avalanchas no destructivas, algo que se logra aplicando un estímulo artificial externo al manto de nieve cada vez que se haya acumulado un pequeño espesor, provocando avalanchas menores de efectos reducidos. El sistema más usado y de mayor factibilidad consiste en el uso de explosivos que pueden aplicarse por lanzamiento, por envío o por colocación previa.

Adicionalmente a los sistemas revisados, hay otras metodologías que ayudan a la prevención de avalanchas como la elaboración de boletines de previsión y cuantificación del riesgo, elaboración de planes de emergencia y evacuación y de cartografías de peligrosidad y catastros de avalanchas. "Dichas cartografías se elaboran mediante análisis histórico, testimonios, fotointerpretación, trabajo de campo y simulación numérica", detalla Büntemeyer.

Las avalanchas son un peligro siempre presente en faenas de alta montaña, por lo que para controlarlas es importante elegir medidas acordes a cada lugar y circunstancia, recurriendo en ocasiones a más de un sistema de control para que actúen complementariamente. //