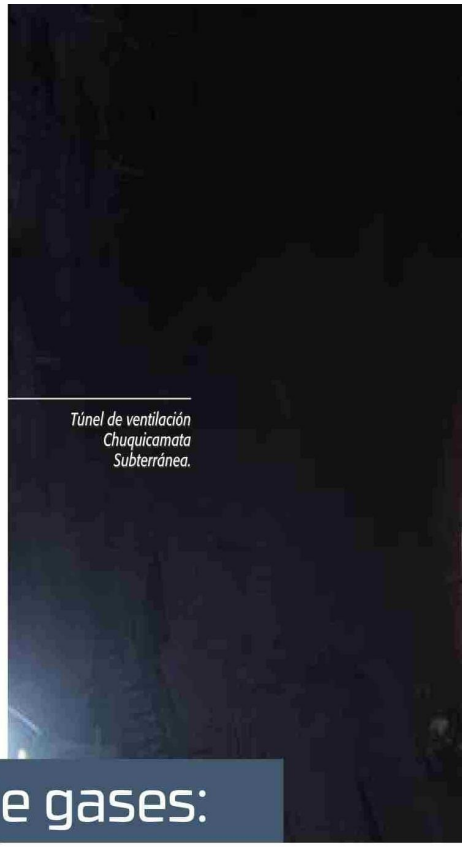
LITORALPRESS

Fecha: 18-07-2025
Medio: Revista Minería Chilena
Supl. : Revista Minería Chilena
Tipo: Noticia general
Título: Tecnología y estrategia para una operacion mas segura y eficiente

Pág. : 76
Cm2: 522,0

Tiraje: Sin Datos
Lectoría: Sin Datos
Favorabilidad: No Definida

Informe Técnico



Túnel de ventilación Chuquicamata Subterránea.

Ventilación y control de gases:

Tecnología y estrategia operación más segura y

A medida que las faenas mineras subterráneas profundizan su alcance, también se intensifican los desafíos en ventilación y control de gases. La gestión del aire no solo resguarda la salud de los trabajadores, sino que incide directamente en la productividad y la vida útil de los equipos. Por ello, se vuelve esencial una estrategia integral que combine diseño, monitoreo y reacción oportuna.

Expertos coinciden en que los sistemas actuales deben enfrentar gases tóxicos, material particulado y riesgos como incendios o explosiones. Frente a ello, tecnologías inteligentes, sensorización y software de simulación permiten optimizar recursos y anticiparse a emergencias. Todo ello sin olvidar el rol clave de la ingeniería especializada en la continuidad operacional.

Desde la academia, Juan Pablo Hurtado, director del Departamento de Ingeniería en Minas de la Universidad de Santiago de Chile (Usach), plantea que "la minería subterránea no puede desarrollarse si no hay un sistema de ventilación que la soporte; básicamente, es el pulmón de la mina. Incluso en la pequeña minería o minería artesanal se necesita un sistema de ventilación, aunque sea natural".

Además, el académico enfatiza que "la ventilación garantiza las condiciones de seguridad y salud ocupacional necesarias para desarrollar el trabajo en condiciones adecuadas y conforme a la legislación local de cada país".

Complementando esa visión, Jorge Rivera, jefe de Proyectos de Syntec, sostiene que "un adecuado sistema de ventilación es crucial, pues asegura una calidad de aire óptima, aportando un nivel correcto de oxígeno, minimizando la concentración de material particulado, eliminando gases peligrosos y controlando la temperatura".

Rivera añade que este aspecto no solo debe abordarse desde una perspectiva de higiene laboral como se podría pensar: "también influye directamente a nivel productivo. El que los equipos operen a una temperatura adecuada y con concentraciones correctas de oxígeno y material particulado afecta directamente la tasa de desgaste de estos, y por ende, el tiempo entre mantenciones y fallas no programadas, aumentando la disponibilidad".

En la misma línea, Angelo Ramírez, gerente de Ventas y Servicios de HCA Minería, apunta que "un buen sistema de ventilación reduce los gastos operativos y permite mejorar la productividad, ya que garantiza buenas condiciones en cada uno de los frentes de trabajo, además de prolongar la disponibilidad mecánica de los distintos equipos motorizados en las labores".

Riesgos

Respecto a los principales agentes de riesgo, los entrevistados destacan que en las operaciones subterráneas deben considerarse especialmente el monóxido de carbono, los gases nitrosos, la sílice cristalizada en el polvo en suspensión y el material particulado diésel (DPM), siendo este último uno de los menos controlados y más cancerígenos a largo plazo, en niveles comparables al asbesto.

Frente a este desafío, Daniel Cristi, Business and Project Developer en Zitrón, aclara que "en operaciones subterráneas es muy complicado captar y eliminar todos estos contaminantes, por lo que la principal forma de controlarlos es a través de la dilución, llevándolos a un nivel en que estos no afecten la salud de los trabajadores mediante la

Frente a la presencia de gases tóxicos, polvo y riesgos operacionales, **la ventilación se posiciona como un sistema vital en minería subterránea. Nuevas soluciones digitales permiten monitoreo** en tiempo real, control de emergencias y mayor disponibilidad de equipos.

LITORALPRESS

Fecha: 18-07-2025
Medio: Revista Minería Chilena
Supl. : Revista Minería Chilena
Tipo: Noticia general
Título: **Tecnología y estrategia para una operacion mas segura y eficiente**

Pág. : 77
Cm2: 556,5

Tiraje: Sin Datos
Lectoría: Sin Datos
Favorabilidad: No Definida

Foto: Gentileza Codelco.

para una eficiente

Foto: Gentileza de Syntec.

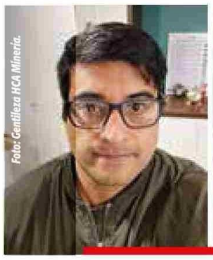


Foto: Gentileza HCA Minería.

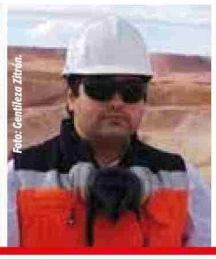


Foto: Gentileza Zitrón.

Foto: Gentileza Usach.

inyección de aire fresco 'libre' de dichos contaminantes".

Desde la perspectiva de Syntec, los principales riesgos asociados a la ventilación están vinculados a gases tóxicos, polvo, niveles de oxígeno, temperatura y humedad. "Lo anterior puede generar riesgo de exposición humana a estos agentes y/o condiciones, además de riesgos de otra índole, como explosiones y un potencial derrumbe a causa de estos", explican.

En este sentido, Jorge Rivera profundiza que "una correcta ventilación global es esencial para controlar estos riesgos, no solo determinando la cantidad total de aire, que es la parte sencilla, sino cómo éste se distribuye en la intrincada red de galerías, eliminando cualquier zona de aire estancado que pueda generar acumulación de agentes de riesgo, y sacando rápidamente del sistema aire viciado cercano a un punto de emisión de polvo, por ejemplo. Además, los sistemas de ventilación locales son muy importantes para el control de riesgos, ya que se encargan de gases y polvo antes de que sean transportados por la ventilación global".

A su vez, Hurtado advierte que "los gases provenientes de diferentes procesos mineros, como la tronadura o los equipos diésel, representan un peligro alto si no se consideran condiciones de ventilación adecuadas para evacuar estos humos y gases desde la

De Izq. a Der.: Jorge Rivera, jefe de Proyectos de Syntec.

Angelo Ramírez, gerente de Ventas y Servicios de HCA Minería.

Daniel Cristi, Business and Project Developer de Zitrón.

Juan Pablo Hurtado, director del Departamento de Ingeniería en Minas de la Universidad de Santiago de Chile (Usach).

LITORALPRESS

Fecha: 18-07-2025
Medio: Revista Minería Chilena
Supl. : Revista Minería Chilena
Tipo: Noticia general
Título: **Tecnología y estrategia para una operacion mas segura y eficiente**

Pág. : 79
Cm2: 475,0

Tiraje: Sin Datos
Lectoría: Sin Datos
Favorabilidad: No Definida

mina, o al menos diluirlos a niveles no peligrosos".

Respecto al polvo en suspensión, el académico agrega que "la inhalación de polvo tiene riesgo, pero no es tan elevado como los anteriores, pues sus efectos se manifiestan tras años de contacto permanente con polvo en condiciones ambientales inadecuadas o sin los elementos de protección personal adecuados".

Mejorar la eficiencia de la ventilación

Frente a estos riesgos, surge la necesidad de contar con herramientas que permitan reaccionar rápidamente ante eventos críticos como incendios, explosiones o derrumbes, cuya ocurrencia hace muy compleja la generación de un plan específico para cada lugar de la mina.

Sobre ello, el profesional de Syntec comenta que "la sensorización, el monitoreo y contar con un modelo global que responda rápidamente ante estas emergencias es vital para tomar decisiones rápidas. Esto permite una actualización continua de las condiciones al interior, así como conocer el comportamiento de la ventilación ante distintas acciones, como la apertura o cierre de puertas, activación de jet fans, etc.".

En tanto, Angelo Ramírez expone que si bien hay tecnología disponible, su adopción aún es limitada: "Existen software como Ventsim Design que ayudan a diseñar y simular escenarios de ventilación, incendios y otros, pero requieren un modelo calibrado para funcionar. Un paso importante y necesario sería avanzar con el monitoreo de las condiciones ambientales. La tecnología actual permite acceder a sistemas de monitoreo de bajo costo y alta confiabilidad, como la línea de equipos para monitoreo de gases y parámetros ambientales de la marca Maestro Digital Mine, que no requieren PLCs ni fibra óptica para el monitoreo hasta la superficie, lo cual se traduce en importantes ahorros de inversión".

Complementando esta visión, el entrevistado de Zitrón expresa que "existen muchas tecnologías enfocadas en mejorar la eficiencia de la ventilación, entre las cuales están los programas de simulación en 3D, que permiten planificar de manera más precisa el sistema de ventilación tanto a corto como a largo plazo, disminuyendo costos y minimizando riesgos en la operación. Otra tecnología muy utilizada son los llamados sistemas de ventilación inteligente, que permiten, a través de una infraestructura de conectividad, controlar los elementos de ventilación (ventiladores, puertas, reguladores, etc.) según las necesidades de la operación, optimizando así el flujo de aire fresco al interior de la mina".

Hurtado concluye que, más allá de la tecnología, el factor humano sigue siendo determinante: "La principal tecnología que se debe utilizar para un buen sistema de ventilación es la preparación de los ingenieros y operarios, contando con un ingeniero o ingeniera de ventilación de manera permanente, para estar involucrados en la ventilación activa de la mina y en los planes de emergencia. Esto garantiza un piso mínimo sobre el cual construir un sistema adecuado de ventilación". mch

Foto: Gentileza HCA Minería.

Métodos y planeación de ventilación de minas subterráneas.

Foto: Gentileza Zitrón.

Ventilador Minero.

Juan Pablo Hurtado: "La minería subterránea **no puede desarrollarse si no hay un sistema de ventilación** que la soporte".