



INTERNATIONAL MINES RESCUE BODY
conference
colombia
2019



CLOMA



Tecnología en Refugios Móviles y Fijos para Minería Subterránea.

MBA & Ing. Daniel Coloma
Director de Desarrollo de Negocios - Cloma Ingeniería

- Introducción
- Regulaciones y Estándares Internacionales
- Refugios Mineros Subterráneos Móviles y Fijos
- Recomendaciones para la Implementación de un Refugio Minero Móvil y/o Fijo
- Diseño e Instalación de Refugio Minero Fijo para 260 personas
- Preguntas

Introducción

Planes de Emergencia

En un ambiente de trabajo subterráneo los mineros se exponen a muchos peligros potenciales con presencia de gases tóxicos, por lo tanto toda mina subterránea debe contar con un plan de emergencia y dentro de este se debe considerar un correcta identificación de peligros y análisis de riesgo en caso de incendio y/o emanación de gases nocivos.



Introducción

Planes de Emergencia



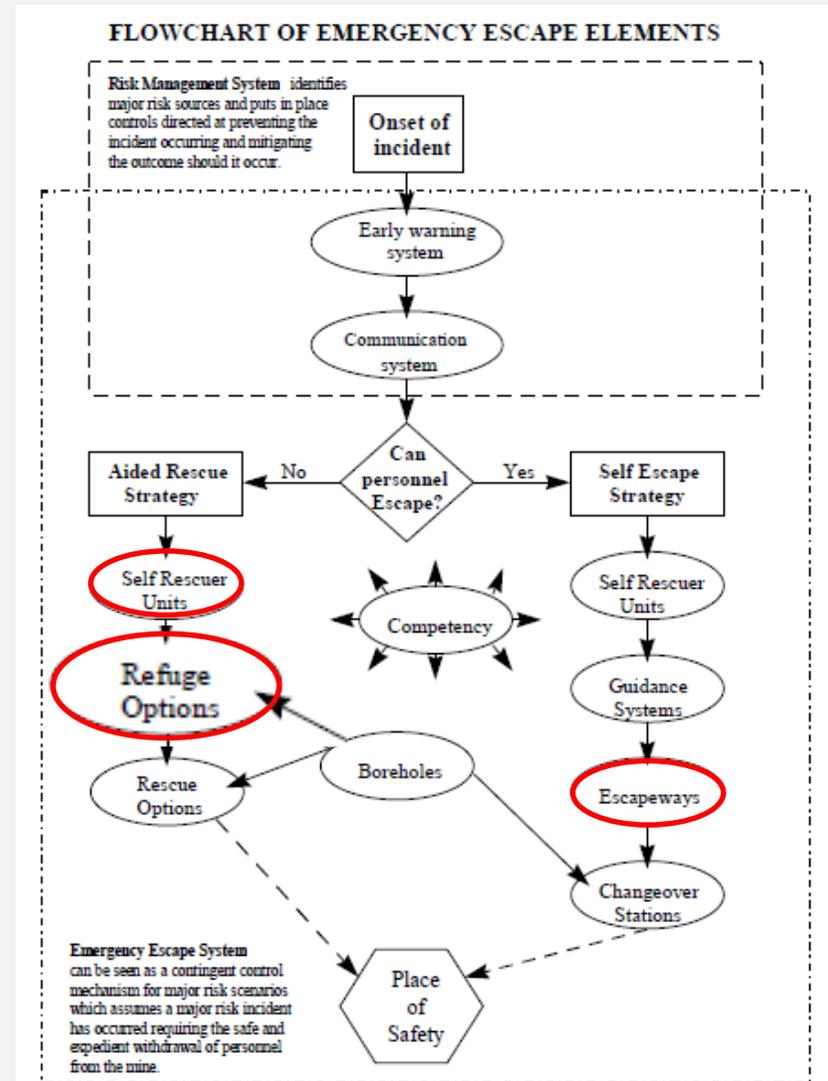
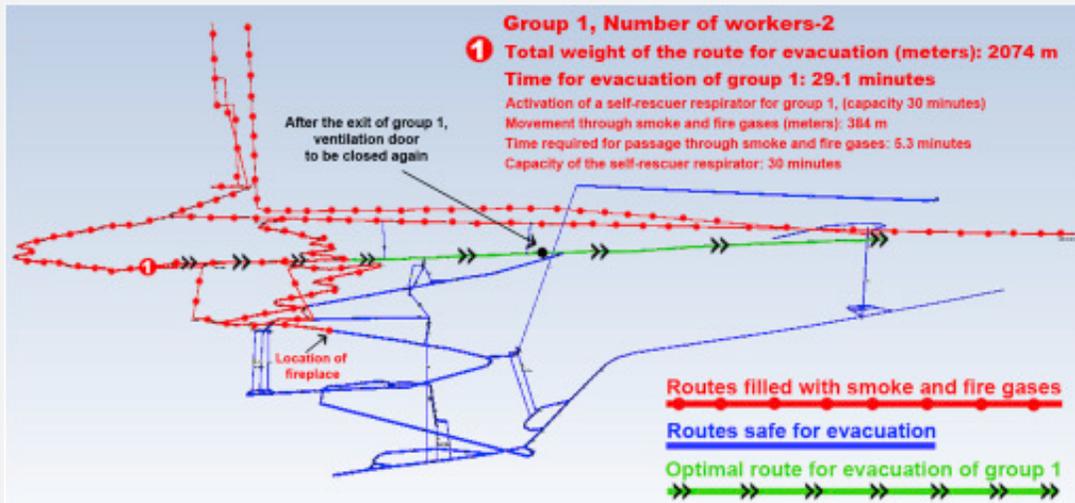
Año	Lugar	Nº de muertes y accidentados	Tipo de accidente
1928	Hollinger Consolidadtd Mine, Canadá	39 Muertos	Incendio interior mina Muertes por inhalación de CO
1945	Codelco El Teniente, Chile	355 Muertos 747 Lesionados	Incendio interior mina Muertes por inhalación de CO
1958	Codelco El Teniente, Chile	103 Lesionados	Intoxicación por gases de polvorazo
1972	Sunshine Mine en Idaho, USA	92 Muertos	Incendio interior mina Muertes por inhalación de CO
1973	Minera Los Bronces, Chile	3 Muertos	Incendio interior mina
1977	Minera Los Bronces, Chile	2 Lesionados	Incendio interior mina
1990	Ruttan Mine Northern Manitoba, Canadá	38 Rescatados	Incendio interior Mina
1990	Ontario, Canadá	27 Rescatados	Incendio interior mina

Introducción

Planes de Emergencia

Dentro del flujograma de un plan de emergencia se debe incorporar:

- Implementación de vías de escape rápidas, seguras y bien señalizadas
- Sistemas de autoescape para salir de la mina o a un refugio minero
- **Refugios mineros móviles y/o fijos**



Introducción

Planes de Emergencia

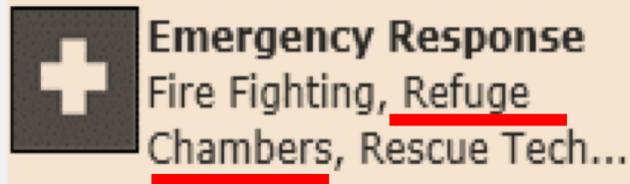


Debido a que la habilitación e instalación de refugios mineros subterráneos fijo y/o móviles es un tema de seguridad fundamental que busca asegurar que todas las personas cuenten con un lugar que les permita mantenerse a salvo de intoxicaciones se recomienda utilizarán criterios orientados a resolver dicha problemática tomando en cuenta el peor escenario.



30 CFR § 57.11050

«Every mine shall have two or more separate, properly maintained escapeways to the surface from the lowest levels», «refuges must be positioned so that the employee can reach one of them within 30 minutes from the time he leaves his workplace»



Center for Disease Control and Prevention - USA

Mining Safety & Health Topics (All Topics)

Diesel & Dust Controls Diesel Exhaust, Respirable Dust, Respiratory Diseases	Electrical & Machine Safety Electrical Safety, Proximity Detection...
Emergency Response Fire Fighting, Refuge Chambers, Rescue Tech...	Fires & Explosions Explosions, Rock Dusting, Inertization Tech...
Ground Control Pillar Design, Roof Support, Horizontal Stress...	Hearing Loss Prevention Overview
Human Factors/Ergonomics Ergonomics and MSD Prevention, Illumination	Ventilation Ventilation/Gas, Methane Detection, Seal Design



Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería
Decreto Supremo N° 055-2010-EM y Decreto Supremo N° 024-2016-EM, Anexo 19

“En toda mina subterránea se **construirá estaciones de refugio** para que, en caso de siniestro, el personal tenga dónde aislarse y quede provisto de aire, agua potable -en una cantidad mínima de consumo para setenta y dos **(72) horas**”.



Norma Oficial Mexicana NOM-023-STPS-2012, Condiciones de Seguridad y Salud en el Trabajo - Minas Subterráneas y Minas a Cielo Abierto

“El tamaño de los refugios, su cantidad y ubicación en el interior de las minas subterráneas se deberá determinar con base en:

- a) El **análisis que se realice para identificar los peligros y el control de los riesgos** en forma anual;
- b) La **probabilidad de ocurrencia de incendios** o derrumbes, y
- c) El avance de las frentes de Trabajo”



Reglamento De Seguridad Minera
Decreto Supremo N° 132
Artículo 100

“**Toda mina dispondrá de refugios en su interior**, los que deberán estar provistos de los elementos indispensables que garanticen la sobrevivencia de las personas afectadas por algún siniestro, por un período mínimo de cuarenta y ocho **(48) horas**”.



Reglamento de Seguridad en las Labores Mineras Subterráneas
Decreto Minero Colombiano N° 1886

“Artículo 29. Plan de emergencias. Toda empresa que realice labores mineras subterráneas **debe elaborar un Plan de Emergencias** conforme a lo establecido en el numeral 18 del artículo 11 de la Resolución 1016 de 1989 de los Ministerios de Trabajo y Seguridad Social y de Salud, o las normas que la modifiquen, adicionen o sustituyan”



**Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería
Decreto Supremo N° 055-2010-EM y Decreto Supremo N° 024-2016-EM, Anexo 19**

“Estos refugios deben estar ubicados de tal forma **que los trabajadores puedan llegar a uno de ellos dentro de treinta (30) minutos** desde el momento que dejaron su lugar de trabajo”

“El número y ubicación de las estaciones de refugio será determinado **de acuerdo a un estudio de riesgos** de la unidad minera”

“Estarán en función del avance de los frentes de trabajo y a una **distancia no mayor a 500 metros de dichos frentes**”



Norma Oficial Mexicana NOM-023-STPS-2012, Condiciones de Seguridad y Salud en el Trabajo - Minas Subterráneas y Minas a Cielo Abierto

“Los refugios deberán estar provistos de los elementos indispensables, de tal manera que garanticen la sobrevivencia de los trabajadores en su interior, por un periodo de al menos **96 horas**”.



**Reglamento De Seguridad Minera
Decreto Supremo N° 132
Artículo 100**

“La ubicación de los refugios, estará **en función del avance** de los frentes de trabajo, siendo en lo posible, transportables”



**Reglamento de Seguridad en las Labores Mineras Subterráneas
Decreto Minero Colombiano N° 1886**

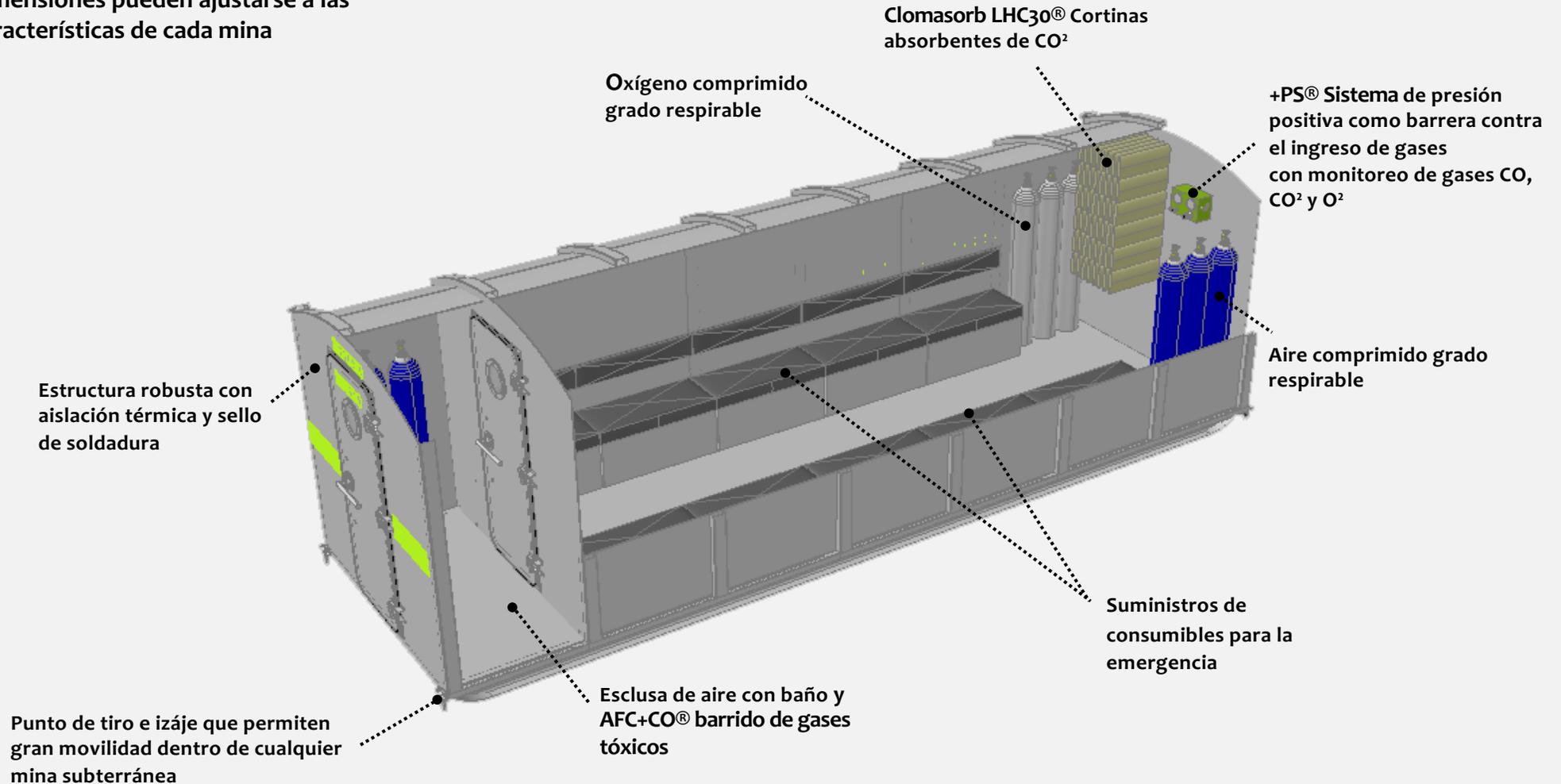
“Parágrafo. **Toda mina debe disponer de refugio(s) de seguridad en su interior**, los cuales deben estar provistos de los elementos indispensables que garanticen la supervivencia de las personas afectadas por algún siniestro, para la adecuación de los mismos tendrá un plazo de un año a partir de la publicación de presente Reglamento”

Refugios Mineros Subterráneos Móviles

Soluciones para Minería de Carbón



*Estructura referencial. El diseño y dimensiones pueden ajustarse a las características de cada mina

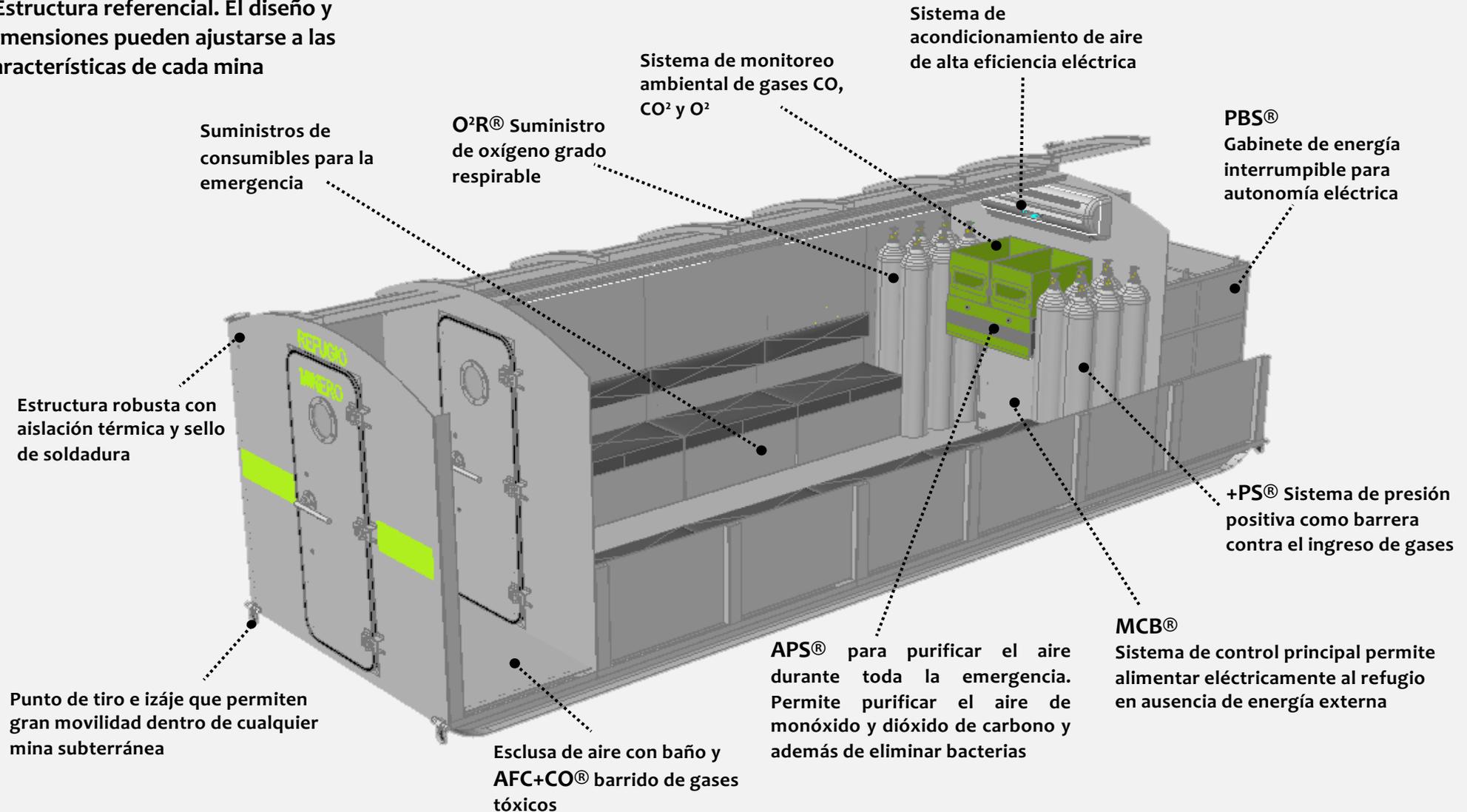


Refugios Mineros Subterráneos Móviles

Soluciones para Minería de Metálica y No Metálica

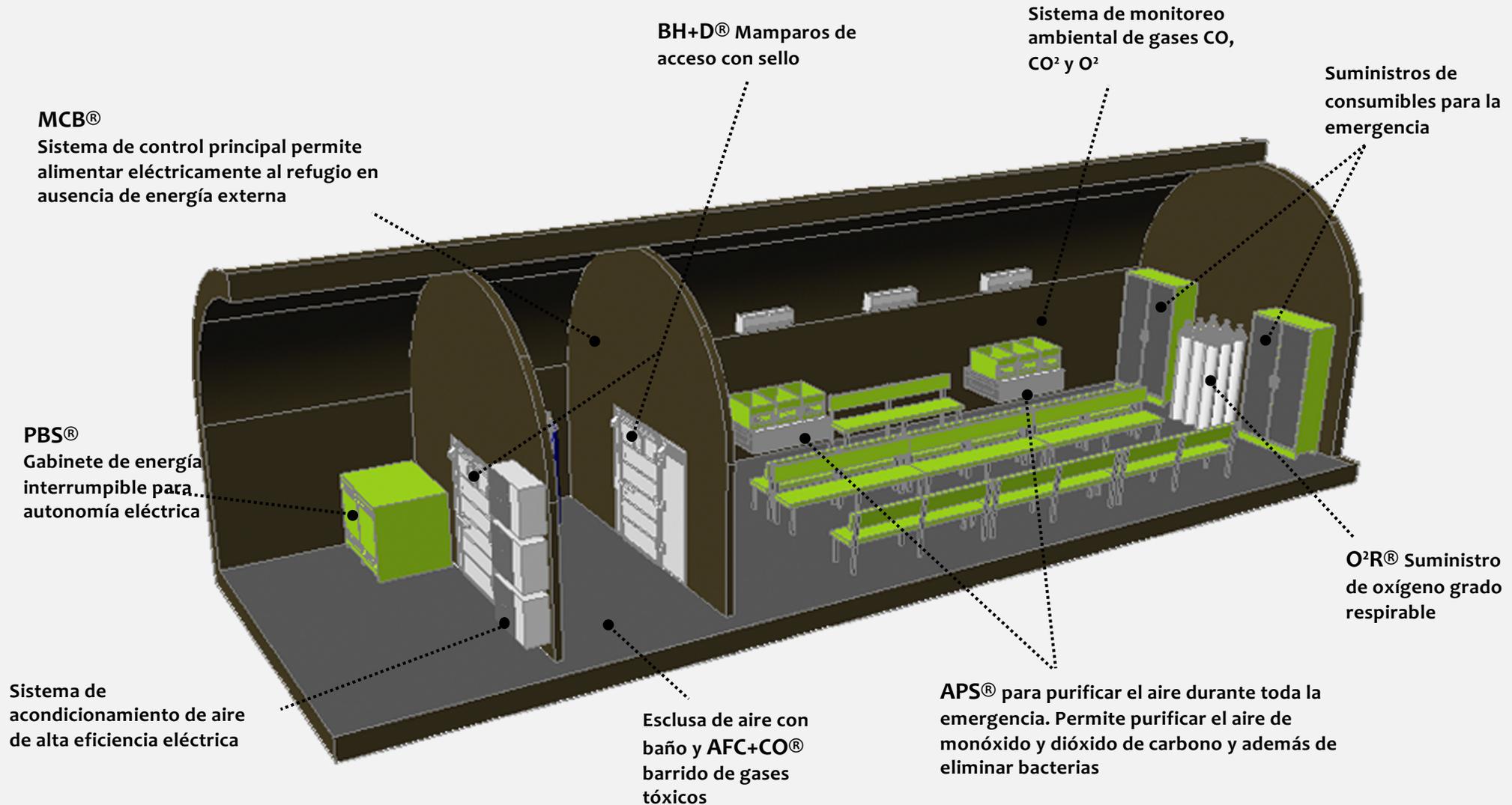


*Estructura referencial. El diseño y dimensiones pueden ajustarse a las características de cada mina



Refugios Mineros Subterráneos Fijos

Soluciones para Minería de Carbón, Metálica y No Metálica



Recomendaciones para la Implementación de un Refugio Minero Móvil y/o Fijo

CRITERIOS PARA DETERMINAR SISTEMA DE AUTOESCAPATE “VELOCIDAD DE EVACUACIÓN”



La velocidad de evacuación promedio estimada para las personas en cualquier nivel es de 75 [m/min] en condiciones normales (considera que una persona camina a 4,5 km/hr).

Recomendaciones para la Implementación de un Refugio Minero Móvil y/o Fijo



CRITERIOS PARA DETERMINAR SISTEMA DE AUTOESCATE “VELOCIDAD DE EVACUACIÓN”



En el caso de un incendio, debido a la pérdida de visibilidad producto de humos, gases tóxicos, temperaturas, descoordinación, pendiente, estrés entre otros, la velocidad de evacuación disminuye, considerando como criterio una velocidad promedio de 25 [m/min]. (66% menos de velocidad)

Recomendaciones para la Implementación de un Refugio Minero Móvil y/o Fijo



CRITERIOS PARA DETERMINAR SISTEMA DE AUTORESCATE “VELOCIDAD DE EVACUACIÓN”



La evacuación también se realiza por chimeneas auxiliares, siendo el desplazamiento más lento, producto de complejidad del ascenso o descenso y los factores nocivos que genera un incendio. Dado estos factores, la velocidad de evacuación promedio estimada para las personas en desplazamiento por chimeneas auxiliares escaleras (con descansos) durante una emergencia se estima de 3 [m/min.] dependiendo de la longitud de las chimeneas.

Recomendaciones para la Implementación de un Refugio Minero Móvil y/o Fijo



CRITERIOS PARA DETERMINAR SISTEMA DE AUTOESCATE “DISTANCIA CRÍTICA”



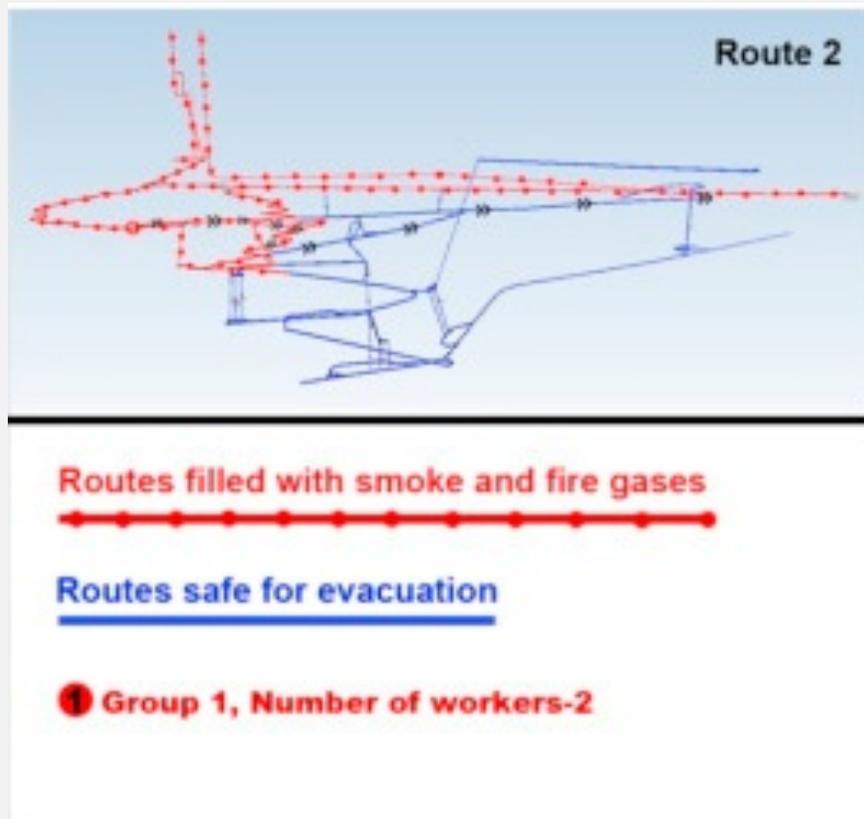
La distancia crítica se refiere a al máximo tramo factible de recorrer en planta, utilizando el autorescatador desde el momento de obtener la señal de alarma de incendio.

Los autorrescatadores utilizados normalmente son del tipo “circuito abierto”, tienen una duración de 60 [minutos]. Sin embargo, sólo otorgan protección contra monóxido de carbono y no deben ser utilizados en atmósferas que contengan menos de 19,5% de oxígeno en el aire o que contengan otros gases tóxicos. Como criterio general se considera un factor de seguridad de 50% con lo cual se estima una duración máxima de 30 minutos.

Estimando la velocidad crítica, el tiempo de duración del autorrescatador y considerando el factor de seguridad, la distancia crítica en planta alcanza los 750 [m] y a través de chimeneas 90 [m].

Recomendaciones para la Implementación de un Refugio Minero Móvil y/o Fijo

DISTRIBUCIÓN DE REFUGIOS MINEROS “ZONA SEGURA / ZONA CRÍTICA”



Zona segura: Se considera zona segura aquéllas en que, en caso de incendio, el personal en presencia de aire fresco, se encuentra a salvo de los humos y gases tóxicos que puedan provocar intoxicaciones, como por ejemplo, las galerías de inyección de aire fresco cuando son transitadas en dirección hacia la superficie.

Zona crítica: Serán zonas críticas todas aquellas áreas alejadas de la zona segura y que la distancia de evacuación supera las distancias críticas definidas (750 y 90 [m]), además todas aquellas áreas que tengan sólo un acceso y que pudiera obstruirse en caso de algún siniestro.

Recomendaciones para la Implementación de un Refugio Minero Móvil y/o Fijo

DISTRIBUCIÓN DE REFUGIOS MINEROS “ZONA SEGURA / ZONA CRÍTICA”



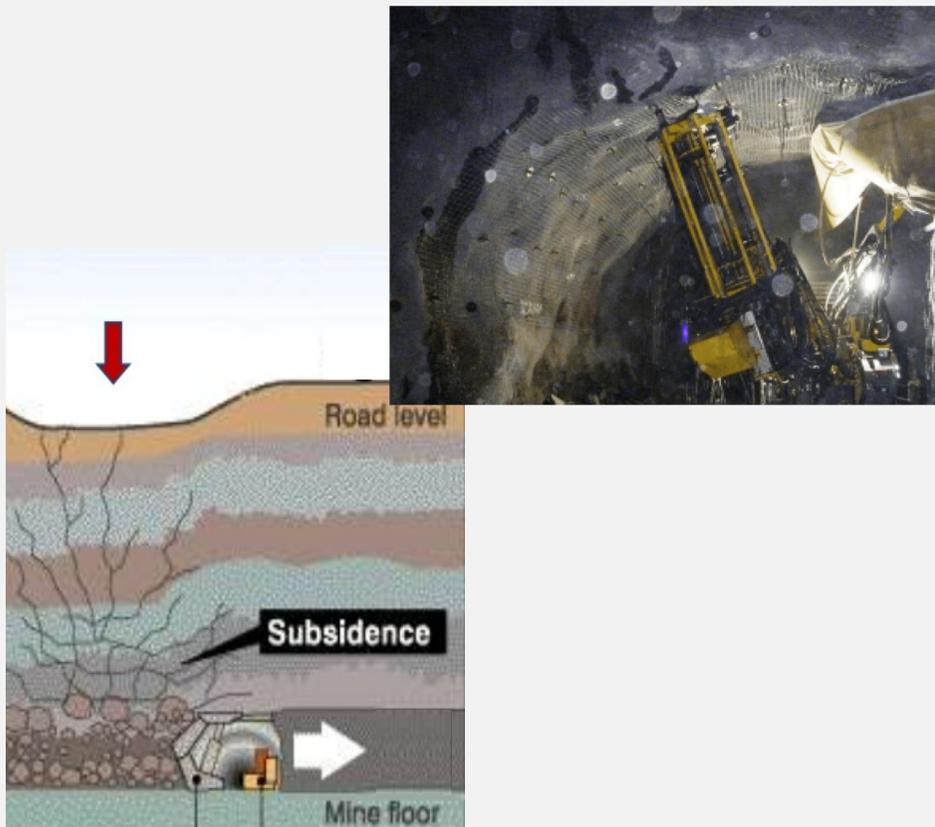
Otro de los factores que se considera como zona crítica, es la cantidad de personal que trabaja o se encuentre ubicadas en el área afectada y producto de un incendio las salidas de emergencia existente en el sector son insuficientes, por ejemplo chimeneas auxiliares.

Dado estos criterios se considerarán la necesidad de **instalar refugios mineros** en todas aquellas zonas críticas en las que se proyecte personal trabajando o transitando.

Recomendaciones para la Implementación de un Refugio Minero Móvil y/o Fijo



DISTRIBUCIÓN DE REFUGIOS MINEROS “UBICACIÓN DE REFUGIOS MINEROS”



Como principal criterio de la ubicación de refugios mineros es necesario que estos se ubiquen en un sector de fácil acceso, de preferencia en accesos principales o de tránsito y que garanticen una fácil visibilidad del personal que requiera su servicio.

Con el propósito de maximizar la vida útil del refugio minero estos deberán estar ubicados fuera de cualquier posibilidad de ser alcanzados por tronaduras, deformación por subsidencia "abutment stress", tráfico de equipos o posibilidad de inundación. De preferencia deberán ser ubicados en sectores que exista roca competente y debidamente fortificada, tanto el sector donde se ubicaran, como sus accesos.

Recomendaciones para la Implementación de un Refugio Minero Móvil y/o Fijo

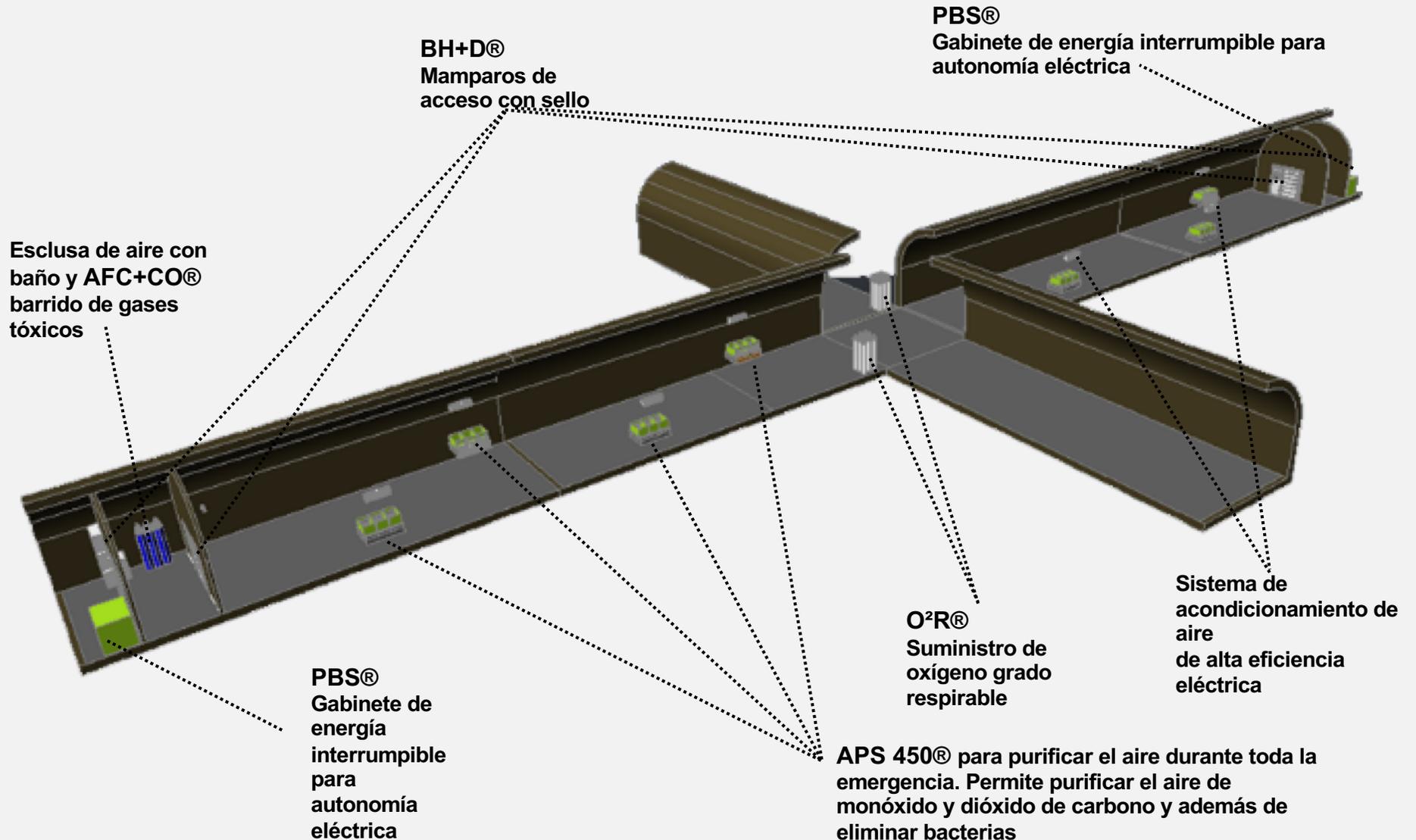
DISTRIBUCIÓN DE REFUGIOS MINEROS “RESTRICCIONES”



En lo posible, no se considera la ubicación de refugios en barrios cívicos, a menos que éstos constituyan zonas críticas, es decir, se encuentren a una distancia de zona segura mayor a la distancias mínimas donde debiera ubicarse un refugio de los puntos considerados como focos de incendios. La distancia segura de áreas con condición de riesgos son las siguientes:

- Distante mínimo 60 metros de polvorines o recintos de almacenamiento de explosivos.
- Distante mínimo 15 metros de transformadores eléctrico de capacidad superior a 5kVA.
- Distante mínimo 20 metros de correas trasportadoras.
- Distante mínima 60 metros de talleres.
- Distante mínimo 60 metros de almacenamiento de combustible.
- La distancia de ubicación de refugios mineros de frentes en desarrollo, debe estar entre 350 – 600 [m], no linealmente en dirección de las ondas expansivas (caverna lateral).

Diseño e Instalación de Refugio Minero Fijo para 260 personas - PERSPECTIVA



Diseño e Instalación de Refugio Minero Fijo para 260 personas



Diseño e Instalación de Refugio Minero Fijo para 260 personas



Diseño e Instalación de Refugio Minero Fijo para 260 personas



Diseño e Instalación de Refugio Minero Fijo para 260 personas



Muchas gracias por su atención!



Preguntas?

MBA & Ing. Daniel Coloma

Director de Desarrollo de Negocios - Cloma Ingeniería

info@cloma.cl

+56 9 78990181

www.cloma.cl

