

UNIDAD 5: INCENDIOS Y EXPLOSIONES



✓ **Objetivo específico de la unidad**

Los integrantes de las cuadrillas de rescate entenderán las técnicas y procedimientos para combatir y controlar un incendio que se presente en una mina subterránea.

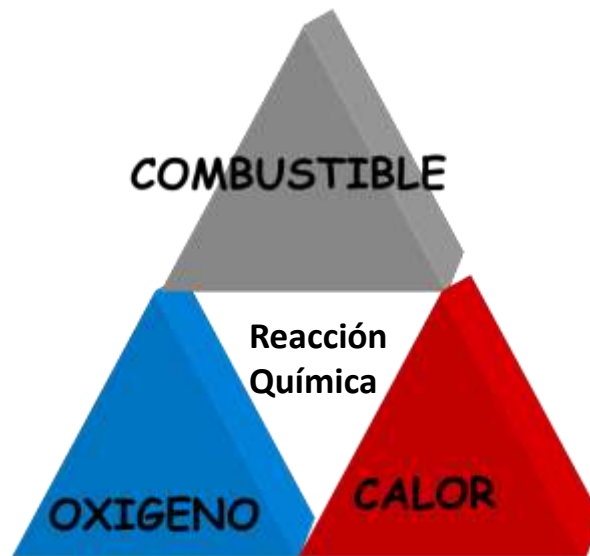
✓ **Introducción**

Combatir un incendio en una mina puede ser una de las actividades más frecuentes que los integrantes de las cuadrillas desarrollen. Los incendios en minas subterráneas son particularmente riesgosos, no solamente porque producen gases tóxicos, calor y humo, el cual representa el riesgo de una posible explosión que crea una atmósfera deficiente de oxígeno.

✓ **Incendios**

La mayoría de los incendios son el resultado de una reacción química entre el combustible y el oxígeno en el aire iniciada por una fuente de calor, materiales tales como madera, gas, aceite, grasa y muchos plásticos arderán cuando se enciendan en la presencia del aire; en cada caso tres elementos son necesarios al mismo tiempo para que ocurra un incendio: combustible, oxígeno, calor (el cual es en un principio proveído por la fuente de ignición) y por último, la reacción química de los materiales que se estén quemando.

El triángulo del fuego está formado por: combustible, oxígeno y calor, estos tres elementos deben estar presentes al mismo tiempo para que el incendio ocurra, además de la reacción química de acuerdo al material que esté involucrado en el incendio. El tetraedro del fuego en un incendio involucra los tres elementos antes mencionados y además la reacción química en cadena.



Si cualquiera de estos elementos es removido del incendio este se apagará, y es más importante considerar que si uno de estos elementos falta el incendio no se iniciará. Es por eso que para extinguir un incendio es necesario remover un elemento.

El combatir un incendio con agua remueve el calor, sellar el área de un incendio es otra forma de combatir un incendio al eliminar el oxígeno y retirando los materiales calientes del área de incendio se elimina el combustible.

Otra forma de extinguir un incendio es deteniendo la reacción química entre el combustible y el oxígeno, los extintores de polvo químicos secos operan sobre este principio, inhabilitan químicamente la oxidación del combustible.

Para eliminar o combatir un incendio, es necesario conocer qué tipo de materiales se están quemando. También es necesaria una buena exploración de mina para evaluar la condición del incendio a fin de tomar la decisión de cómo combatirlo.

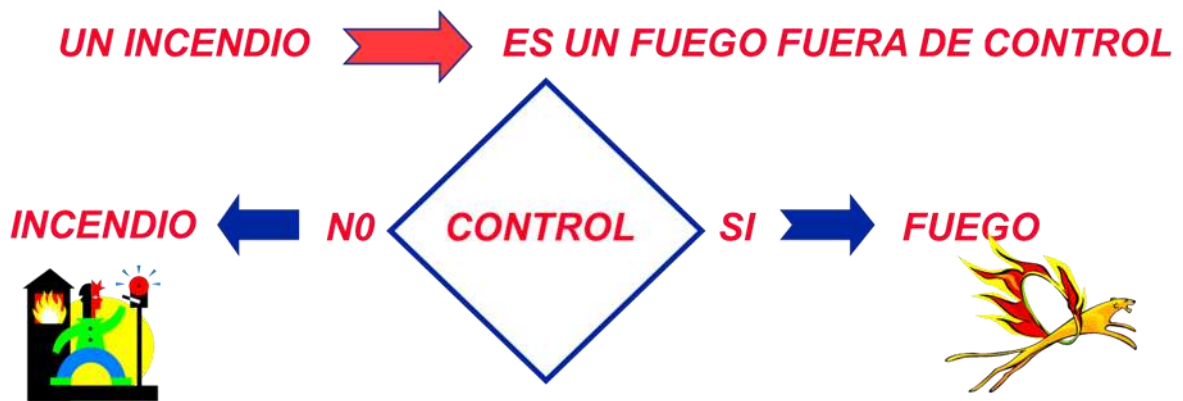
✓ ¿Qué es el fuego?

ES UNA REACCIÓN QUÍMICA, QUE CONSISTE EN:

**UN PROCESO DE
OXIDACIÓN RÁPIDA QUE
ORIGINA LA
COMBUSTIÓN INTENSA
DE LOS MATERIALES**



¿Que es un incendio?



SE CONSIDERA FUEGO: CUANDO SE PRODUCE O SE MANEJA DENTRO DE CIERTOS LIMITES QUE PERMITEN SU CONTROL

✓ **Clasificación de Incendios:**

Tipo y Símbolo

Descripción



Los incendios de la clase A involucran materiales combustibles ordinarios como la madera, el carbón, papel, plásticos, tela y textiles. La mejor manera de extinguir este tipo de incendios es enfriándolos con agua, o cubrirlos con polvo químico seco. Estos incendios de la clase A dejan ceniza.



Los incendios de la clase B involucran líquidos combustibles o inflamables como la gasolina, diésel, querosina o grasa, estos incendios pueden ocurrir cuando los líquidos inflamables de equipo mecánico se derraman. La mejor manera de extinguir incendios de la clase B es excluyendo el aire o usar químicos de bióxido de carbono .



Los incendios de la clase C son incendios eléctricos que típicamente involucran motores eléctricos, cables, baterías, transformadores y circuitos eléctricos en general. La mejor manera de extinguir los incendios de la clase C es usar los agentes extintores de bióxido de carbono, o en su caso de polvo químico seco, no utilizar agua.



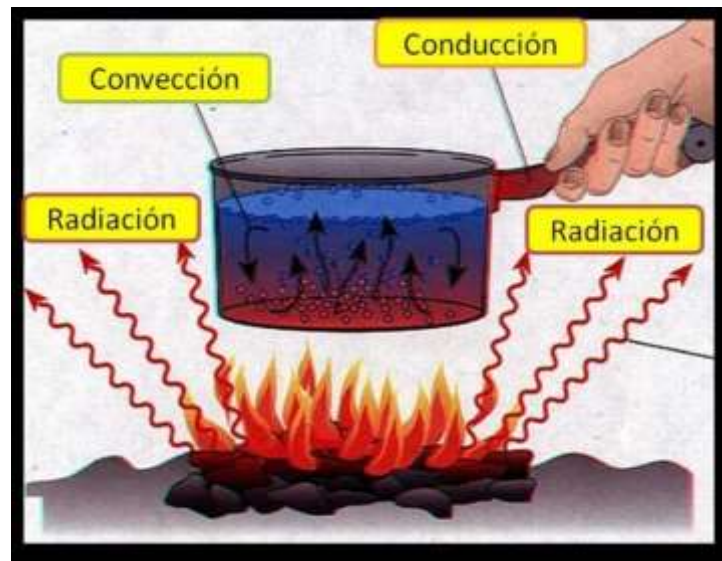
Los incendios de la clase D involucran, metales combustibles como: magnesio, titanio y potasio. Para extinguir estos incendios, no se utilizan los extintores normales, pues los empeoran. Sin embargo, la posibilidad de que un incendio de este tipo ocurra es escasa. Estos incendios se combaten con extintores de cloruro de sodio.



Los incendios tipo K son aquellos producidos por los aceites usados en las cocinas de Restaurantes (aceites y grasa animal o vegetal). La mejor manera de atacar este tipo de incendios es con extintores tipo "K" de acetato de potasio.

✓ **Formas de conducción del calor:**

De los elementos que conforman el tetraedro del fuego, dos de éstos es imprescindible su presencia, como son el oxígeno que está presente en la atmósfera y el combustible que se encuentra en diferentes formas. Por esta razón es importante mantener el control de la energía calorífica, como son las fuentes de calor. Existen tres formas de conducción de calor: **radiación, convección y conducción.**



Radiación.- Es el calor emitido por un cuerpo debido a su temperatura, la radiación hace que por existir un cuerpo sólido o líquido de temperatura mayor que otro, se produzca inmediatamente una transferencia de calor de uno al otro. El fenómeno es a través de la transmisión de ondas electromagnéticas, emanadas por los cuerpos, cuanto mayor sea la temperatura, entonces mayor será la intensidad estas ondas.

Eso es lo que explica que la radiación solo puede producirse, en tanto, los cuerpos están a una temperatura especialmente elevada. A continuación, un grupo de ejemplos en donde se produce la radiación:

- a) La transmisión de ondas electromagnéticas en un horno microondas.
- b) El calor emitido por un radiador.
- c) La luz emitida por una lámpara incandescente.

El calor irradiado de un incendio es capaz de calentar los materiales expuestos hasta su temperatura de desprendimiento de vapores y hacerlos estallar en llamas.

Convección.- Es la transferencia del calor por el movimiento del aire o de los líquidos, regularmente está es hacia arriba (en algunos casos puede cambiar

su rumbo conforme a la dirección del viento) por tal razón, este efecto es la causa de que en los edificios se prendan los pisos superiores, ya que los gases al calentarse se expanden por el techo y suben por los ductos, elevadores, pasillos, escaleras, paredes, etc., hasta encontrar un techo y ahí se acumula creando una atmósfera altamente inflamable, en ocasiones la producción de humos es tan densa que crea una presión en el aire que se encuentra en la parte superior del local, provocando que el humo se mantenga en un nivel antes de llegar al techo, a éste fenómeno se le conoce como estratificación. Algunos ejemplos:

- a) La transferencia de calor de una estufa.
- b) Los globos aerostáticos, que se mantienen en el aire por medio del aire caliente. Si se enfría, inmediatamente el globo comienza a caer.
- c) Cuando el vapor de agua empaña los vidrios de un baño, por la temperatura del agua caliente al bañarse.
- d) El secador de manos o de pelo, que transmiten calor por convección forzada.

Conducción.- Es la transmisión de calor de un lugar a otro por conducto de un cuerpo. Hay materiales con una gran capacidad de transmitir calor, como los metales, el acero, aluminio, cobre, etc. Otros con menor capacidad como, la madera, la tela, el papel, etc.

Los líquidos y gases son pobres conductores de calor por el movimiento de sus moléculas. El aire es relativamente un pobre conductor, y lo vemos en las puertas de doble pared, que se utilizan para retardar el paso del calor de un área ardiendo a otra que no está. Algunos ejemplos a continuación:

- a) Lo largo de los instrumentos para manipular carbón o leña, u otros objetos potencialmente muy calientes. Si su extensión fuera más corta, la transferencia de calor sería más rápida y no se podría tocar ninguno de los extremos.
- b) El hielo en una tasa de agua caliente se derrite por medio de la conducción.
- c) Al hervir agua, la llama conduce el calor al recipiente y al cabo de un tiempo permite calentar el agua.
- d) El calor que tiene una cuchara al dejarla en un recipiente que contiene una sopa extremadamente caliente.

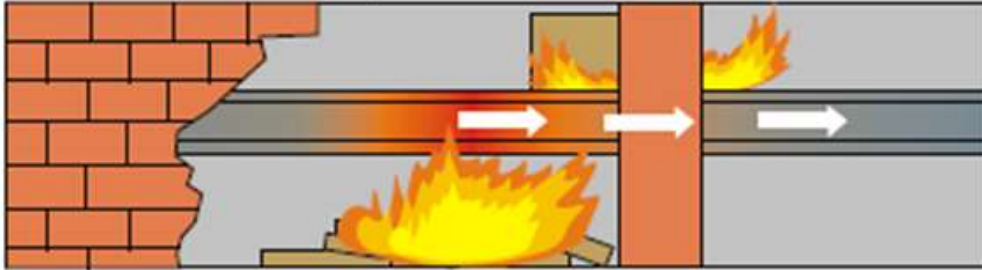
Conducción: (conductividad) existen de dos formas:

- 1.- Por contacto directo entre los materiales.
- 2.- A través de un material intermedio llamado Conductor.

Los materiales pueden ser:

Buenos Conductores : Metales

Malos Conductores : Materiales fibrosos (madera, tela, papel), gases y líquidos.



Convección: movimiento de gases/líquidos entre dos superficies a diferentes temperaturas, el fluido caliente se dilata y eleva, ingresando fluido frío abajo.



Radiación: las ondas caloríficas viajan en el espacio desde el cuerpo emisor, hasta alcanzar al cuerpo receptor.



PRODUCTOS DE LA COMBUSTIÓN

Los productos que se presentan en un incendio son: las llamas, el calor, los gases y el humo. El fuego consume el oxígeno existente en el ambiente y como consecuencia se produce el agotamiento de oxígeno; es muy peligroso especialmente en espacios cerrados.

LLAMAS

Son potencialmente peligrosas, ya que pueden producir quemaduras y actuar como fuentes de ignición (incendio) por contacto o por convección y radiación. Las llamas permiten la localización de los incendios.

CALOR

El calor producido en un incendio causa que otros materiales combustibles se enciendan y por consiguiente se difunda el incendio. El fuego calienta el aire de los alrededores, exponerse a tal aire puede producir fatiga, problemas respiratorios e incluso la muerte.

GASES

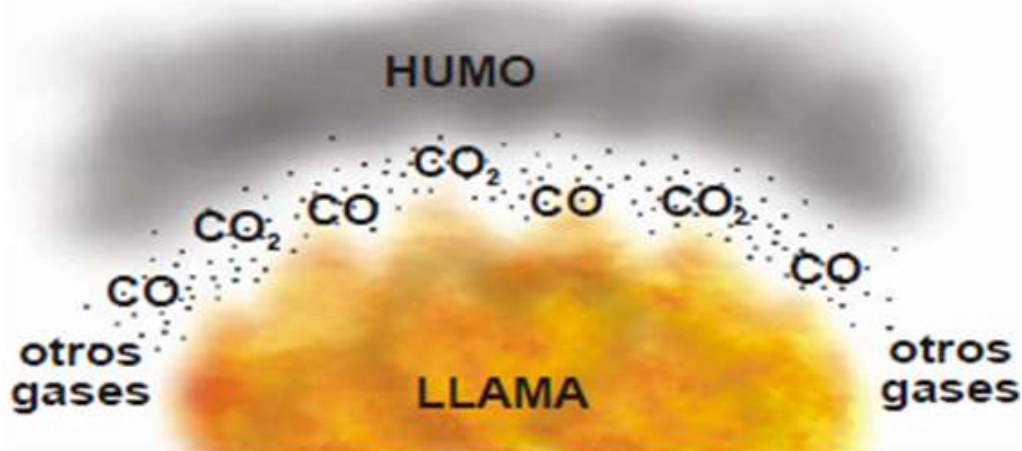
Son formados como resultado del incendio. Estos incluyen el dióxido de carbono (CO_2) monóxido de carbono (CO), siendo ambos gases muy peligrosos, pues son los que más muertes han causado.

"Las llamas o el calor no causan directamente la mayoría de las muertes, a menudo las causas directas son los gases".

HUMO

Forma de gas proveniente de los combustibles tales como madera, tela, plásticos, carbón, aceites, grasas, etc.. Pequeñas gotas líquidas, partículas en suspensión y carbono usualmente acompañan a los gases y son conocidos como humos. El humo tiende a imposibilitar la visión y crea un riesgo para la salud.

Además el humo puede absorber los gases y convertirse en tóxico.



✓ Fases del fuego

Fase incipiente

En esta primera fase: El contenido del oxígeno no ha sido reducido considerablemente, el calor arriba de la flama, será aproximadamente de unos 537

°C, habrá un ligero desprendimiento de vapor de agua (H₂O), bióxido de carbono (CO₂), pequeñas cantidades de bióxido de azufre (SO₂), monóxido de carbono (CO) y algunos otros gases no relevantes.

Fase de combustión libre

En ésta segunda fase: El aire rico en oxígeno entra al fuego por las partes bajas de éste, mientras el calor y los gases suben a las partes altas en forma de convección, acumulando grandes cantidades de calor, humo y gases calientes, que se expanden horizontalmente en toda el nivel de la mina, subiendo a los niveles superiores por medio de cualquier contrapozo, tiro, ductos de tuberías, etc. que le sirva como chimenea, en este momento la temperatura puede encontrarse en el orden de 700 °C.

Conforme se va incrementando la temperatura, hace que los demás materiales entren en la fase de desprendimiento de vapores, estallando simultáneamente en llamas. Este fenómeno llamado **combustión súbita generalizada** (flash over) puede ser dramático.

Fase latente o de brasas

En ésta tercera fase: Se le conoce también como fase de arder sin llamas. Si el área está cerrada, las llamas dejarán de existir cuando baje la concentración de oxígeno a menos de un 16%, sin embargo el fuego continua como brasas, provocando que se acumulen los vapores y los gases que no fueron combustionados creando una presión dentro del lugar, en éste momento la temperatura será alrededor de 537 °C, el intenso calor tenderá a vaporizar las fracciones ligeras de los combustibles como el hidrógeno y metano los cuales se incrementarán a los ya existentes producidos por el fuego, ésta condición crea una atmósfera de alto riesgo, pues una corriente de aire fresco puede causar un retroceso de flama o explosión por flujo reverso (blackdraft).

Esta situación nos presenta algunas características que nos avisan de la condición prevaleciente, tales como: humo denso con color amarillo grisáceo, se escucha el respirar del fuego y expulsa fumarolas por las hendiduras, se escucha el tronar de las brasas, al abrir un pequeño orificio hay una rápida entrada de aire, entre otras. Al presentarse éstas condiciones, hay que extremar precauciones en caso de tener que entrar al lugar.

✓ Equipos contra incendio

Generalmente, los integrantes de las cuadrillas de rescate de minas están muy familiarizados con el uso de extintores de polvo químico seco, los cuales contienen fosfato mono amonio, porque son efectivos en incendios clases A, B y C. En

consecuencia, teniendo extintores de este tipo, elimina la necesidad de contar con extintores para cada clase de incendio que pueda ser encontrado durante la exploración.

Las unidades mineras básicamente manejan tres tamaños en los extintores portátiles de polvo químico seco: de 4.5, 6 y 9 kgs.

También se cuenta con extintores sobre ruedas generalmente de 35, 50 y 70 kgs.

LOS EXTINTORES

***SON EQUIPOS
AUTONOMOS QUE
CONTIENEN UN “ AGENTE
EXTINTOR “ QUE SE
UTILIZA CON EL
PROPOSITO DE
COMBATIR EL INCENDIO
EN SU INICIO***



Extintores portátiles tipo ABC (Tamaños disponibles: 1, 2, 4.5, 6, 9 y 12 kgs.)



Extintores portátiles tipo ABC sobre ruedas (Tamaños disponibles: 35, 50 y 70 kgs.)



Extintor portátil de agua a presión para incendios clase A (Tamaño disponible 9.5 lts.), tienen un alcance de 16.50 mts.



Extintor portátil de espuma AFFF para incendios clase A y B (Tamaño disponible 6 y 9.5 lbs.), ideal para traerse en vehículos de emergencia y de primeros auxilios.



Extintores de bióxido de carbono para incendios clase B y C (Tamaños disponibles: 2.2, 4.5, 6.8 y 9 kgs.)

Antes de usar cualquier tipo de extintor manual, se debe revisar la etiqueta y la carátula del indicador de presión para asegurarse que el extintor es el adecuado y está en buenas condiciones para el combate del conato o incendio. El uso de un tipo de extintor equivocado o en malas condiciones, podría resultar en una propagación del incendio y pérdida de tiempo en extinguirlo.



En la etiqueta del extintor está la información en relación a la distancia al incendio, donde el extintor es efectivo. La mayoría de los extintores de polvo químico seco son efectivos a una distancia máxima de 3.0 mts., la cual va disminuyendo conforme se va controlando el incendio, es decir, el cuadrillero va descargando el extintor y se va acercando a la base del fuego hasta el control del mismo o término del polvo químico del extintor.

La descarga del polvo químico seco del extintor es efectiva al descargarse entre 10 y 12 cms. adelante de la orilla de la flama.

El tiempo de descarga de los extintores portátiles varía de 15 a 25 segundos, dependiendo del tamaño y tipo de extintor. Por ejemplo, un extintor de 9 kg. dura normalmente de 20 y 25 segundos y uno de 6 kg. entre 17 y 20 segundos.

✓ **Como se extingue el fuego**

TIPO DE AGENTE	FORMA DE SUPRIMIR EL FUEGO	EJEMPLOS DE AGENTES Y EQUIPOS
ENFRIADORES	<ul style="list-style-type: none"> > ABSORBEN Y SUPRIMEN CALOR > BAJA LA TEMPERATURA A TAL GRADO QUE IMPIDE LA VAPORIZACIÓN DEL MATERIAL COMBUSTIBLE > ES LA FORMA MÁS COMUN DE EXTINGUIR FUEGO 	<ul style="list-style-type: none"> > EL AGUA > EXTINTORES DE SODA – ACIDO, AGUA LIGERA > HIDRANTES Y MANGUERAS > ROCIADORES AUTOMATICOS
SOFOCANTES	<ul style="list-style-type: none"> > SUPRIMEN EL OXIGENO > SE SUSTITUYE EL OXIGENO POR UN GAS INERTE > EL FUEGO SE ARROPA CON UNA CAPA DE AGENTE EXTINTOR, ASI SE EVITA QUE EL MATERIAL COMBUSTIBLE DESPRENDA VAPORES 	<p>EXTINTORES DE:</p> <ul style="list-style-type: none"> > BIOXIDO DE CARBONO > POLVO QUIMICO SECO > ESPUMA

Agua

El agua comúnmente es usada para apagar incendios, ya que esta actúa enfriando el incendio, es decir elimina el calor del triángulo del fuego. El agua es un agente extintor efectivo en incendios clase A.

En la mayoría de las minas, el agua que se requiere para combatir algún incendio es provista por medio de líneas de agua.

Líneas de agua

Las líneas de agua son usadas en la mayoría de las minas y están disponibles para propósitos de algún combate de incendio. En las ventanillas de los tiros o talleres mecánicos, debe haber líneas para toma de agua para combate de incendio.

La mejor forma de combatir un incendio con agua, es apuntar el chorro del agua directamente al material en llamas, se debe estar moviendo este chorro de lado a lado para mojar completamente la superficie en llamas cuando sea posible, hay que esperarse hasta extinguir cualquier braza remanente.

Espuma de alta expansión

La espuma de alta expansión es usada principalmente para contener y controlar un fuego eliminando el oxígeno y calor del triángulo del fuego. El tremendo volumen de espuma actúa suavizando y enfriando el incendio al mismo tiempo.

La espuma es útil solamente en el combate de incendios clase A y B. Debido a que la espuma es ligera y elástica, puede viajar grandes distancias sin romperse. La espuma es muy efectiva al usarse en controlar incendios persistentes a los que no se les puede acercar la cuadrilla por exceso de calor, caídos de roca o porque el fuego se está extendiendo muy rápido. Esta espuma es efectiva hasta una distancia de 150 mts.

La espuma de alta expansión es normalmente usada solo para controlar un incendio. Una vez que las condiciones lo permiten, las cuadrillas son usualmente enviadas a combatir el incendio más directamente.

- **Localizando y controlando un incendio en minas subterráneas.**

Dos de los principales objetivos del trabajo de exploración durante un incendio de mina son: **Localizar el incendio y evaluar las condiciones** dentro y cerca del área de incendio.

Una vez que se conocen las condiciones y son reportadas de la base de aire fresco al centro de mando, ahí pueden decidir cómo deberá ser combatido el incendio.

Antes de entrar a la mina, en ocasiones ya se tiene información acerca de dónde está el incendio y qué se está quemando. Estos reportes pueden ayudar a conocer la ubicación del incendio y a determinar la magnitud del mismo.

El monóxido de carbono o el humo saliendo del ventilador principal o de la salida de aire son obviamente indicaciones de que un incendio existe.

Las cuadrillas pueden señalar vagamente dónde está el incendio y evaluar la magnitud, de acuerdo a que tan denso es el humo y la temperatura de las mamparas o puertas que se van encontrando.

Si ustedes se encuentran con un incendio pequeño (controlable) durante la exploración de la mina, éste debe extinguirse por combate directo, es decir, deben de extinguirlo inmediatamente utilizando extintores portátiles o agua de una línea si está cerca. Tratar con incendios más grandes (incontrolables), estos requieren controlarse indirectamente con otro método.

Durante el combate directo de un incendio, hay ciertos riesgos de los cuales la cuadrilla debe estar consciente, los cuales pueden ser: altas temperaturas, electrocución, gases tóxicos y asfixiantes, deficiencia de oxígeno, gases explosivos, calor, humo y caída de rocas de cielo y tablas.

✓ **Combate indirecto de un incendio**

Cuando el combate directo de un incendio no es posible debido a los riesgos comentados en el párrafo anterior, en estos casos es necesario combatir a distancia o “indirectamente” sellando el área del incendio o llenándolo de agua. Los métodos indirectos excluyen el oxígeno del fuego y el agua enfría el incendio.

Estos métodos indirectos permiten a las cuadrillas de rescate permanecer a una distancia segura del incendio, sin exponerse a los riesgos ya comentados.

✓ **Sellado de un incendio incontrolable**

El propósito de sellar un incendio de mina es contener en fuego en un área específica y excluir el oxígeno del fuego y con esto sofocarlo. El sellado puede también ser hecho para aislar el fuego de las demás áreas operativas de la mina y así, se pueda continuar operando normalmente.

Hay dos tipos de sellos: temporal y permanente. Los temporales son frecuentemente contruidos antes que los permanentes, se colocan en un área de incendio tan rápidamente como sea posible. Después de 72 horas que se

construyó un sello temporal, se puede construir un sello permanente para asegurar más efectivamente el lugar.



Los sellos temporales son construidos para que resistan el flujo del aire que circula por las secciones mineras, generalmente son construidos con madera, cortinas de hule o lona y bloques de concreto.

Los sellos permanentes se construyen para ser más resistentes al flujo del aire que los temporales. Son empotrados en el cielo, tablas y piso de la sección minera para que puedan aguantar la fuerza de una explosión, si es que la hay.

Los sellos permanentes son construidos con bloques de concreto, ladrillo, madera y concreto vaciado.



El centro de mando decidirá qué tipo de sello se debe construir en base a toda la información que se tenga en relación con el incendio

La cuadrilla debe seleccionar un lugar para la construcción de los sellos temporales, el cual debe tener buenas condiciones del cielo, tablas y piso.

Si en el único lugar disponible para construir un sello se encuentran en malas condiciones el cielo y tablas, pueden tener que amacizar y colocar anclaje split-set o soportes de madera antes de empezar a construir el sello.

Cuando se construyen sellos temporales la cuadrilla debe considerar los tubos para muestras de aire en alguno de los sellos para recolectar las muestras de aire del interior del área sellada. Son tubos de cobre de media pulgada con una válvula para descarga. Puede ser colocado en cualquier lugar del sello y su longitud puede variar de 12 a 30 mts.

Los sellos permanentes deben tener también tubos para recolectar las muestras de aire del interior del área sellada, al igual que los sellos temporales.

Los tubos para el muestreo del aire de los sellos temporales, pueden seguir utilizándose para los sellos permanentes, solamente será necesario extender los tubos y válvulas hasta el sello permanente.

✓ **Ventilación**

Al construir los sellos temporales, una de las cosas más importantes de considerar es la ventilación. La cuadrilla debe ser muy cuidadosa en asegurarse de que no haya cambios abruptos en la ventilación sobre el área del incendio, un flujo de aire estable debe de moverse continuamente sobre el fuego para alejar los gases explosivos, el calor y humo.

Al sellar o taponear un incendio, se debe mantener algo de aire fluyendo para evitar la acumulación de gases, es decir se debe de dejar un regulador en la entrada y otro en la salida del aire del incendio. Estos reguladores deben ser de una sección pequeña (se recomienda de 20 x 20 centímetros o menor).

Los tapones para sellar un incendio se construyen lo suficientemente retirados del incendio para que el calor y la presión en el área no los afecte.