



CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL

**POLITÉCNICA**

"Ingeniamos el futuro"

# Universidad Politécnica de Madrid

## **SEGURIDAD E HIGIENE EN MINERÍA. FUEGO EN MINA**

**Juan Herrera Herbert**

**Department of Mining and Underground Excavations.  
Madrid School of Mines  
Technical University of Madrid**

Nov - 2013







CAMPUS  
DE EXCELENCIA



Universidad Politécnica de Madrid



POLITÉ

"Ingeniam





## Fuego en mina

- El término de fuego de mina es un término amplio que recoge:
  - Los fuegos declarados con manifestaciones de llama.
  - Los fuegos ocultos cuyas manifestaciones no siempre son claras y cuya detección y evolución es preciso valorar por la medida de los gases que, por su existencia, enrarecen el aire.
  
- Además de los propios efectos destructores del fuego, el fuerte desprendimiento de gases unidos a él pone en peligro al personal que trabaja en la dirección del flujo del aire, amenazando en determinadas circunstancias a toda la mina.
  
- Como en el resto de los riesgos de accidente las medidas a adoptar se pueden clasificar en dos grupos:
  - Medidas preventivas
  - Medidas correctivas

## Causas

- Las estadísticas europeas marcan las siguientes cifras en tanto por ciento:
  - Autocombustión (74 %)
  - Rozamientos o marcha caliente de medios técnicos de transporte (10 %)
  - Cortocircuitos y sobrecargas (9 %)
  - Voladuras (4 %).
  - Otros (3 %).

## Rozamientos o marcha caliente de medios técnicos de transporte

- Las medidas preventivas más importantes en este campo serían:
  - Detectores de deslizamiento de banda. En este sentido se utilizan normalmente rodillos tacométricos.
  - Utilización de banda antillama.
  - Utilización de aceites de difícil inflamabilidad.

## Cortocircuitos y sobrecargas

- Las medidas preventivas más importantes en este campo serían:
  - Dimensionado correcto de los cables eléctricos.
  - Dispositivos de protección contra cortocircuitos.
  - Dispositivos de protección contra sobrecargas.
  - Control de aislamiento de la red.
  - Utilización de cables antillama.

## Voladuras

- Las medidas preventivas más importantes en este campo serían:
  - Buen retacado de los barrenos
  - Utilización de material incombustible en el retacado de los barrenos.
  - Eliminación de material combustible de las proximidades del lugar de la voladura.

## Medidas correctivas

- Independientemente de las medidas correctivas que se puedan adoptar para todos los fuegos incluyendo la autocombustión, es necesario analizar en todas las instalaciones los puntos de posible aparición de fuegos y colocar estratégicamente los extintores adecuados en cada caso y que estos estén perfectamente señalizados, con instrucciones claras sobre su utilización.
- Es importante también disponer de tomas apropiadas en las instalaciones de conducción de agua si bien debe de ser conocido por todo el personal que dicho elemento no puede ser utilizado en casos de fuegos de origen eléctrico si previamente no se ha cortado la fuente de alimentación.

## El proceso de autocombustión

- Los procesos de autocombustión han dado lugar a fuegos de distinto tipo según el lugar de su aparición.
- Se estima que:
  - El 40 % de los fuegos de autocombustión se producen en macizos vírgenes, fundamentalmente en los paramentos de galerías o labores mineras.
  - El 45 % en las zonas hundidas o rellenas en tajos en explotación o en desmonte
  - El 15 % en trabajos o labores-antiguas ya abandonadas.
- Para todas ellas se evidencia combustión espontánea necesita la conjugación de seis factores de los que dos son factores dinámicos de duración limitada.

## Factores

### ■ Factores estáticos:

- **Susceptibilidad del carbón:** está ligada al tenor de pirita o marcasita y a la existencia de condiciones que favorezca una transformación de la pirita en sulfato ferroso. Condiciones que favorecen esta transformación parecen ser la existencia de iones suficientes de Ca y K y un mínimo de humedad. Sin embargo también capas no piritosas han sido susceptibles de autocombustión.
- **Infiltraciones de aire:** Algunas condiciones locales favorecen la penetración de aire en la masa de carbón. Todos los fuegos se han presentado en una de estas condiciones:
  - La masa de carbón representa un obstáculo sobre un circuito de ventilación primaria o sobre un circuito de fugas.
  - Se encuentra junto a una salida de ventilación secundaria.
  - Se encuentra como separación de dos labores paralelas.

- **Fijación de la humedad del aire:** Se ha comprobado que el autocalentamiento se produce como resultado de la fijación de la humedad del aire: en un medio adiabático, la absorción de un 1 % de humedad aumenta la temperatura del carbón en 22° y a partir de temperaturas de 80° ó 90° la reacción de oxidación se acelera independientemente del tipo de carbón, humedad del aire y caudal.
- Se han encontrado ciertas condiciones de capa que aumentan las probabilidades de autocombustión. Estas son:
  - Fuerte espesor de capa, fundamentalmente a partir de 4 metros.
  - Techos resistentes.
- En cuanto al método de explotación, las explotaciones con hundimiento han dado lugar a mayor número de fuegos.



- **Presencia de una falla:** En el 80 % de los fuegos se ha constatado la presencia de una falla en las proximidades y en el 20 % restante la existencia de anomalías tectónicas en la potencia de las capas.

## ■ Factores dinámicos:

- **Desarrollo de la fisuración:** En los focos de autocombustión se ha producido previamente una fisuración rápida e intensa no solamente debida a la fiabilidad del carbón sino sobrepresiones o depresiones rápidas e intensas.
- **Variaciones del caudal de infiltración de aire y las modificaciones de la resistencia de los circuitos:** Las condiciones más peligrosas son las de alternancia de aumentos y disminuciones. Un claro ejemplo está en el gran número de fuegos que aparecen en una explotación durante el desmantelamiento de la instalación.



POLITÉCNICA

CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL



Universidad Politécnica de Madrid





POLITÉCNICA

"Ingeniamos el futuro"

CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL



Universidad Politécnica de Madrid



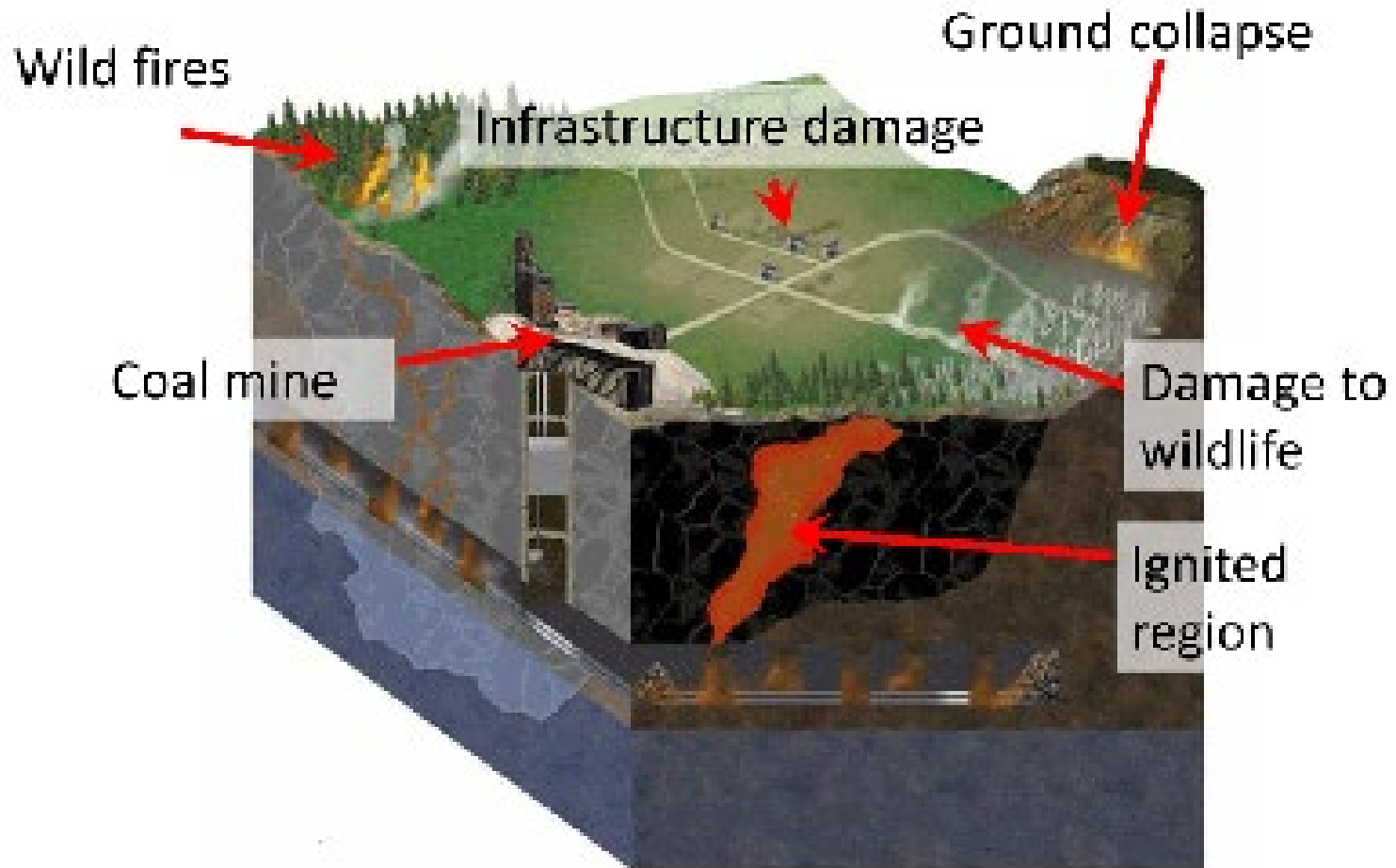
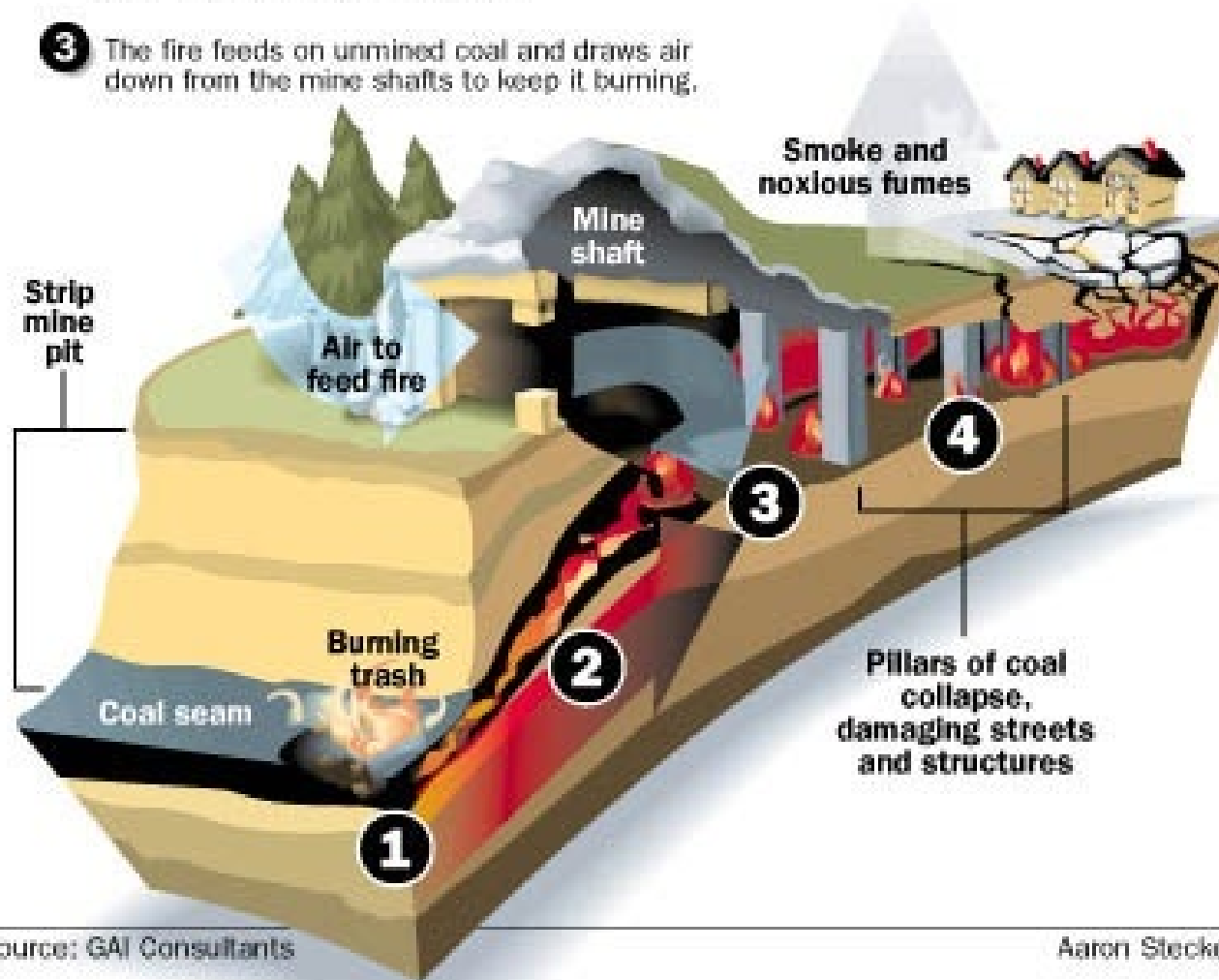


Illustration by Rori Haden and Guillermo Rein, University of Edinburgh

# Anatomy of a mine fire

- 1** Most mine fires are started by people burning trash in pits where the coal seam is close to the surface.
- 2** The fire catches on to the coal seam below ground and makes its way into the mine. Bituminous coal, found in western Pennsylvania, ignites at around 150 degrees; anthracite ignites at around 225.
- 3** The fire feeds on unmined coal and draws air down from the mine shafts to keep it burning.
- 4** Smoke and noxious fumes such as carbon monoxide waft up through cracks in the earth, killing vegetation and causing serious health hazards. Land subsidence may occur, as the fire burns thick pillars of coal left from past mining operations.





POLITÉCNICA

"Ingeniamos el futuro"

CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL



Universidad Politécnica de Madrid



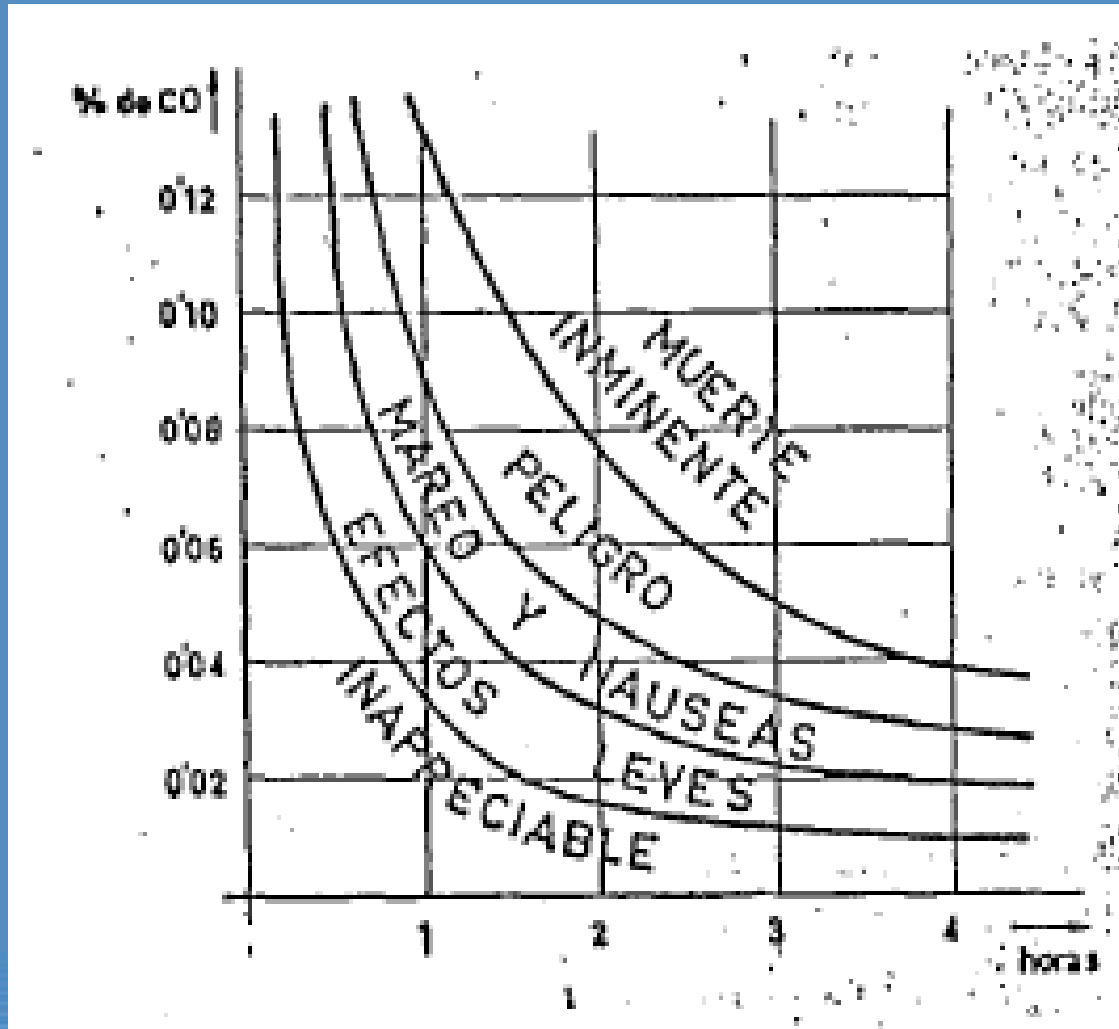


## Medidas preventivas

- En cuanto a las medidas preventivas en el diseño de las labores cabe destacar:
  - Esquemas de mina que permitan un rápido aislamiento del fuego si éste se produjera.
  - Evitar zonas de estrangulamiento y ensanche.
  - Procurar un deshullamiento lo más completo posible saneando las zonas de fallas.
  - Evitar concentraciones de presiones en macizos pequeños que darían lugar a fisuraciones intensas.
  - Hacer los circuitos de ventilación simples y ascendentes procurando evitar circuitos paralelos próximos a depresiones diferentes.

## Organización de la vigilancia

- La combustión espontánea son fenómenos autoacelerados cuyo desarrollo al principio lento se hará más y más rápido a medida que la temperatura se eleva.
- El tiempo necesario para que en un proceso de combustión espontánea la temperatura del carbón pase de la temperatura normal de los terrenos a una temperatura donde aparecen los primeros signos perceptibles de combustión (olores, vahos) es mucho mayor que el que separa este último estado del de la incandescencia del carbón.
- Aproximadamente el tiempo necesario para pasar de 120° a 400° es veinte veces superior al que se necesita para pasar de 25° a 120°C). De aquí el interés por detectar un proceso de autocombustión lo más rápidamente posible.



## ■ Medida del CO:

- La reacción de oxidación del carbón dá lugar a la formación de CO.
- Estos gases aparecen ya a baja temperatura y su cantidad aumenta con ella.
- Además como consecuencia de la elevación de temperatura y presiones parciales se producen fenómenos de eliminación o transformación química de otros tales como, hidrógeno, gases contenidos en el carbón, etileno, propileno, que también pueden ser objeto para la detección de fuegos.
- El tenor de CO se hace importante desde los primeros estados de combustión.
- El tenor de CO en función de la temperatura es muy superior al de los otros gases.



POLITÉCNICA

"Ingeniamos el futuro"

CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL



Universidad Politécnica de Madrid



# Dudas y preguntas

