



# Incendios en túneles: ¿Son los túneles seguros?

**Pedro Soria García-Ramos**  
ITSEMAP Servicios Tecnológicos MAPFRE

El desarrollo de las áreas metropolitanas de las grandes ciudades, de trazados de alta velocidad de ferrocarril y de redes de autopistas, unido a la mejora de la eficiencia de las técnicas de perforación, están suponiendo un notable crecimiento en el volumen de recorridos subterráneos de vías de comunicación.

Ello supone, sin que pueda argumentarse en contra, un incremento de la calidad en el transporte, tanto en lo que se refiere a tiempos de desplazamiento como en lo que respecta a seguridad en la propia circulación.

No obstante, sucesos como el acaecido en el túnel del Mont Blanc en marzo de 1999 o el del funicular de Austria en noviembre de 2000 ponen sobre la mesa las consecuencias que pueden derivarse de un incendio en un túnel.

En incendios de cierto grado de desarrollo, también es relevante la pérdida de beneficios, no sólo de la propia compañía explotadora del túnel, sino también de aquellas subsidiarias o dependientes del funcionamiento de éste (establecimientos de hostelería, transportes, etc.).

A este respecto destaca el incendio ocurrido en el Eurotunnel en 1996, que supuso un cese de actividad de varios meses, además del impacto en la opinión pública en lo que se refiere a la confianza en la seguridad del mismo.

Como ejemplo se muestran a continuación datos de incendios relevantes en túneles en los últimos años:

Lugar	Fecha	Tipo de túnel	Víctimas
Baku (Azerbaijan)	1995	Metropolitano	270
Mont Blanc (Francia-Italia)	1999	Carretero	26
Kitzsteinhorn (Austria)	2000	Funicular alta montaña	159

## SINGULARIDADES DEL RIESGO DE INCENDIO EN TÚNELES

El riesgo de incendio en túneles presenta las siguientes peculiaridades, las cuales a su vez pueden ser específicas de un uso concreto:

### Materiales combustibles

Hasta ahora, el incendio de un vehículo ligero en un túnel no ha sido causa de una catástrofe. No obstante, en túneles de carretera y de ferrocarril interurbanos el transporte de mercancías peligrosas se presenta como elemento crítico.

Para el caso de transporte ferroviario de pasajeros, si bien se están realizando esfuerzos importantes en lo que se refiere a la combustibilidad de materiales (aislamientos eléctricos, estructurales y de revestimiento), su comportamiento se analiza sobre muestras a pequeña escala, y se carece de ensayos a escala real en condiciones de funcionamiento.

### Confinamiento

El interior de un túnel constituye un espacio confinado en el que se dificulta no sólo la evacuación del calor, el humo y los gases generados en un incendio sino también el acceso para la extinción y rescate del personal afectado.

### Condiciones físicas de evacuación

Al problema de elevadas distancias de evacuación se unen otros tales como:

- Deficientes condiciones de iluminación, bien por su ausencia en el diseño bien por la presencia de humo generado en el incendio.
- Deficientes condiciones del suelo en el caso de túneles ferroviarios.
- A ello habría que añadir, para el caso de túneles ferroviarios metropolitanos, el hecho de que deben ser evacuados en un entorno para el que no han sido diseñados (ausencia de andén).

### Gestión de la emergencia

Lo habitual es que el personal que se ve envuelto en un incendio sea ajeno a la organización que gestiona el túnel, de manera que resulta difícil conseguir el grado necesario de concienciación, formación e información del personal usuario.

Consecuencia de ello, y característica común de todos los grandes siniestros, es la falta de comunicación eficiente en ambos sentidos entre el punto del incendio y el Centro de Control de Emergencias, en caso de que existiera.

## TENDENCIAS EN LA GESTIÓN DEL RIESGO DE INCENDIO EN TÚNELES

La experiencia acumulada y el impulso normativo desarrollado por los países más directamente afectados por catástrofes de este tipo están llevando al análisis e implementación de medidas en diferentes ámbitos con el fin de prevenir accidentes de este tipo.

Lógicamente los requisitos y las tendencias son más exigentes en túneles de nueva construcción que en túneles ya en explotación.



### Análisis del riesgo

El análisis del riesgo consistiría en la estimación de la frecuencia y las víctimas esperadas como consecuencia de un accidente de este tipo sobre la base de las medidas técnicas previstas o posibles, de manera que puedan extraerse conclusiones tanto respecto de la idoneidad de las medidas como, en su caso, respecto de la «aceptabilidad» del riesgo.

Como herramienta clave en este análisis figura la aplicación de técnicas de cálculo numérico de dinámica de fluidos (CFD, siglas de **Computational Fluid Dynamics**), que permiten evaluar la evolución espacio-temporal de las variables dañinas consecuencia de un incendio (temperatura, concentración de humos y de gases tóxicos, etc.).

### Mercancías peligrosas

A este respecto es práctica ya implantada la limitación de la circulación de vehículos de este tipo en jornadas de mayor tráfico. Además se tiende al análisis del riesgo comparado con el de rutas alternativas para determinar la obligatoriedad del uso de estas últimas.

Finalmente procedería la adecuación de los túneles, de manera que, mediante pendientes en el pavimento y redes de drenaje adecuadas, pueda reducirse una posible catástrofe a un incidente.

### Construcción de material móvil (ferrocarriles metropolitanos)

En este punto es relevante el empleo de materiales de construcción, de revestimientos y de servicios que supongan bajas carga de fuego y limitadas combustibilidad y generación de gases o humos. No obstante, el conjunto de materiales ya montados que forman el tren carecería de programas de ensayos a escala real, por la elevada repercusión en el coste de desarrollo y construcción del material móvil, y por la incertidumbre del crecimiento de un incendio en condiciones reales, a veces no previsible (equipajes, vandalismo en diferentes grados, etc.).

Algunas compañías están implantando sistemas de extinción de incendios para el recinto de

viajeros y cabina del conductor de manera que los incendios en estos recintos pueden ser controlados en su principio.

Asimismo se están desarrollando medios que permitan, en la medida de lo razonable, la salida del personal del material móvil al túnel en condiciones de seguridad y rapidez (escalas practicables).

### Vías de evacuación

La disposición de vías de evacuación, junto con el mantenimiento de las condiciones adecuadas en las mismas durante un incendio, constituye una de las claves del éxito en caso de incendio en un túnel. No obstante, ello puede llevar aparejadas importantes inversiones en infraestructura e instalaciones y el posterior mantenimiento de las mismas.

Los medios que se materializan en este apartado son:

- Salidas de evacuación del túnel a intervalos «razonables», ya sea en función de la tipología de construcción, ya directamente al exterior o a otro túnel (la experiencia en la utilización de «refugios» hace que esta posibilidad esté dejando de ser considerada una solución a este respecto).
- Ventilación, aplicando corrientes de aire de manera que el calor, el humo y los gases de combustión fluyan en sentido contrario al de la evacuación.
- Iluminación y señalización de emergencia, pudiendo esta última ser «fija» o variable, de manera que pueda dirigirse la evacuación según proceda.
- En el caso de túneles ferroviarios se trabaja además con la disposición de la solera de hormigón o con los pasillos laterales, de manera que se solventa la dificultad añadida que suponían las traviesas.

### Gestión de emergencias

La gestión de emergencias, una vez ocurrido un incidente, es la última carta que queda por jugar para sacar el máximo provecho de los medios técnicos señalados anteriormente.

Para afrontar este punto con éxito, aunque sea relativo, se está trabajando en:

- **Medios para la detección de incidentes y comunicación con el punto de emergencia.**

Una rápida detección de incidentes permitiría actuar de manera inmediata y con medios adecuados al incidente. Así, en túneles carreteros se están implantando, además de los tradicionales «postes SOS» (carreteras) o teléfonos 'tren-tierra' (ferrocarriles) sistemas inteligentes de detección de incidentes por videovigilancia, mientras que en ferrocarriles se tiende al uso de sistemas de detección precoz de incendios tanto en el interior del tren como en exterior del mismo (tracción y túnel).

- **Procedimientos de respuesta.**

La experiencia ha demostrado que la improvisación es un aliado de las catástrofes, por lo que se trabaja profusamente en la elaboración de protocolos de respuesta teniendo en cuenta no sólo las características del incidente, sino también aspectos **a priori** circunstanciales (horario con relación a la ocupación, condiciones de ventilación existentes, situación del incidente respecto de las salidas y la ventilación, disponibilidad de personal de la empresa explotadora, etc.).

La complejidad de las circunstancias posibles, unida al volumen de información que hay que tratar, hacen imprescindible contar con aplicaciones informáticas al efecto.

### CONSIDERACIONES FINALES

La repercusión en los medios de comunicación de los accidentes catastróficos acaecidos en túneles y de las circunstancias de los mismos, puede hacer que socialmente prevalezca el denominado riesgo «percibido» sobre el riesgo «real».

Sobre este último la experiencia ha demostrado que, en términos globales, el transporte ferroviario subterráneo obtiene registros de seguridad mejores que cualquier tipo de transporte por carretera, mientras que los túneles carreteros pueden considerarse tan seguros, si no más, como las carreteras «a cielo abierto».

Por otro lado, en los niveles de seguridad actuales, los costes de reducción de potenciales víctimas hacen que las inversiones en la mejora sean justificadas desde un punto de vista de «riesgo social». ■