

# Seguridad contra incendios en el transporte de pasajeros por ferrocarril

JOSE MIGUEL LACOSTA BERNA  
*Jefe de Laboratorio de Calidad  
Construcciones y Auxiliar  
de Ferrocarriles, S. A., (CAF).*

**S**l el transporte en general, y el ferrocarril en particular, es un medio para conseguir un fin, siendo éste precisamente el del cambio de objetos o personas en el espacio y tiempo y eso en las condiciones más próximas posibles a las deseadas por el usuario, es claro que palabras como SEGURIDAD, VELOCIDAD y CONFORT son factores de calidad en los servicios que ofrecen las Redes Ferroviarias y que resumen la idea que tenemos del ferrocarril.

La seguridad contra incendios en una red ferroviaria se consigue mediante una mezcla de planificación adecuada, operación del material, equipos, procedimientos y subsistemas que se integran para garantizar unas condiciones óptimas de protección de la vida y la propiedad contra los efectos del fuego. A partir de este enunciado podemos ver que abarca una multitud de aspectos, no sólo por el incendio en sí mismo, sino también por los lugares, cosas y personas afectadas y situaciones donde puede producirse.

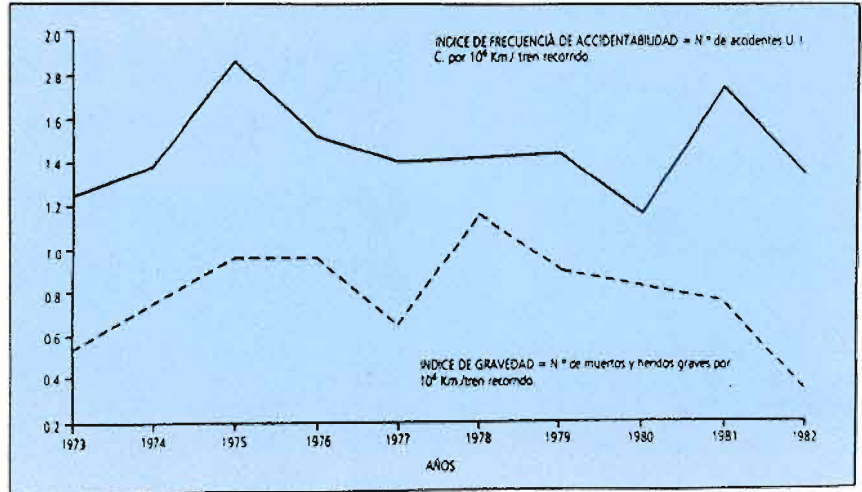
Buena muestra de las dificultades que el tema plantea es el caso de los vehículos ferroviarios; el material motor y el remolcado presentan problemáticas iguales y distintas simultáneamente. Idéntico fenómeno se da en el material móvil para mercancías o para pasajeros, y aun dentro de este último hay diferencias entre los coches de empleo convencional y los de ferrocarriles metropolitanos, de servicio subterráneo mayormente.

## ACTUALIDAD E IMPORTANCIA DE LA SEGURIDAD FERROVIARIA

El Informe de 28 de junio de 1984, emitido por la Comisión para el estudio de los ferrocarriles españoles, decía, entre otros puntos relacionados con la Seguridad:



Como promedio, la relación de los índices de frecuencia de accidentabilidad con víctimas entre el ferrocarril y la carretera, está en proporción de 1/10, a favor del transporte ferroviario.



CUADRO 23\*

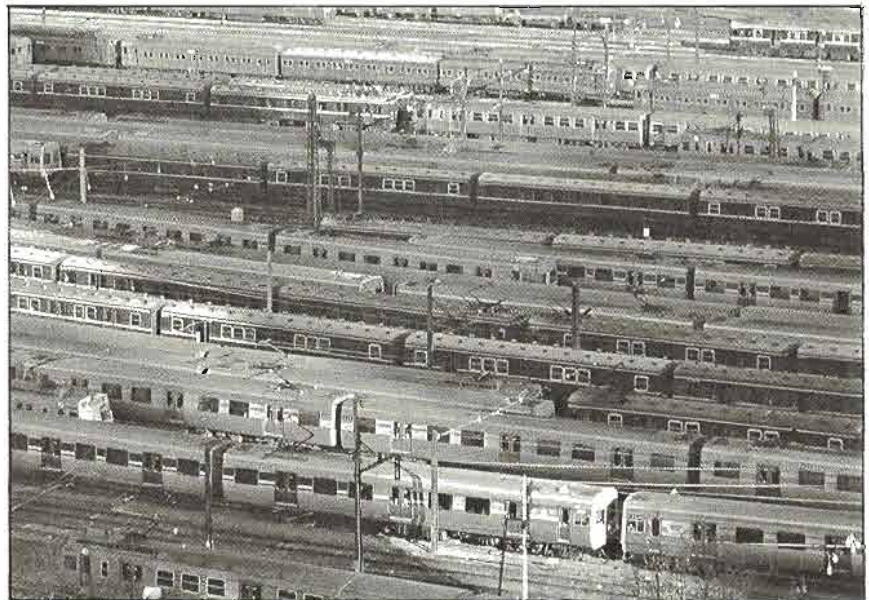
ACCIDENTES U. I. C. = Son accidentes con muertos o heridos graves (más de catorce días de duración), o daños materiales superiores a 5.000 francos U. I. C. (186.000 pesetas)

«127. Entre los puntos fuertes del ferrocarril aparece su mejor comportamiento, respecto de otros transportes terrestres, en materia de seguridad. Como promedio, la relación de los índices de frecuencia de accidentabilidad con víctimas, entre el ferrocarril y la carretera, está la proporción 1/10, a favor del transporte ferroviario. A pesar de esta posición comparativa, tan ventajosa, la situación no puede considerarse totalmente satisfactoria. Habida cuenta de que la seguridad es un factor primordial en la configuración de la calidad del servicio, las acciones en este campo deben situarse en un lugar prioritario.

129. Por el nivel y procedencia de la accidentalidad, por la situación comparativa respecto de las redes europeas más avanzadas en esta materia y, en última instancia, por entender que la mejora de la seguridad es un objetivo básico que, con carácter permanente, debe estar presente en la actividad del ferrocarril, la Comisión juzga conveniente que las empresas ferroviarias elaboren un plan de mejora de la seguridad, con un enfoque preventivo de la accidentalidad.»

Conozcamos la importancia del tema. La red ferroviaria mayor de España, pero no la única, la de RENFE, posee una longitud de vía de unos 13.500 kilómetros, cuenta con 69.000 agentes y el año 1984 transportó 15.574 millones de viajeros-kilómetro y 11.353 millones de toneladas-kilómetro de mercancías de todo tipo.

En relación con la seguridad, el Contrato-Programa Estado-RENFE,



válido para el bienio 84-86, decía en su Memoria:

«La seguridad constituye un punto fuerte del ferrocarril, cuya tasa de siniestralidad es muy inferior a la de la carretera. La evolución del índice de frecuencia de accidentes en la red, se ha mantenido sensiblemente estable en el último decenio. El índice de gravedad ha experimentado una tendencia ligeramente decreciente en el mismo período (cuadro 23).»

En valores absolutos, el número de personas muertas en accidentes ferroviarios alcanzó un máximo de 97 en 1978, decreciendo a partir de entonces.

Afortunadamente, en España no se han dado casos recientes de accidentes graves ni de catástrofes ferroviarias relacionadas con incendios. Pero la amplitud y posibilidad

de un accidente no está relacionado únicamente con la extensión de la Red. La Compañía del Metropolitano de Madrid cuenta con 105 kilómetros de red que incluyen 115 estaciones. Otro ferrocarril metropolitano, el de Barcelona, transportó en 1984 un total de 236 millones de viajeros. Es claro, además, que el número de personas y cosas potencialmente afectadas por un incendio ferroviario puede ser muy grande, ya que según el lugar donde ocurra puede haber muchos más damnificados que los propios agentes y viajeros.

## EL FUEGO Y LOS VEHICULOS FERROVIARIOS

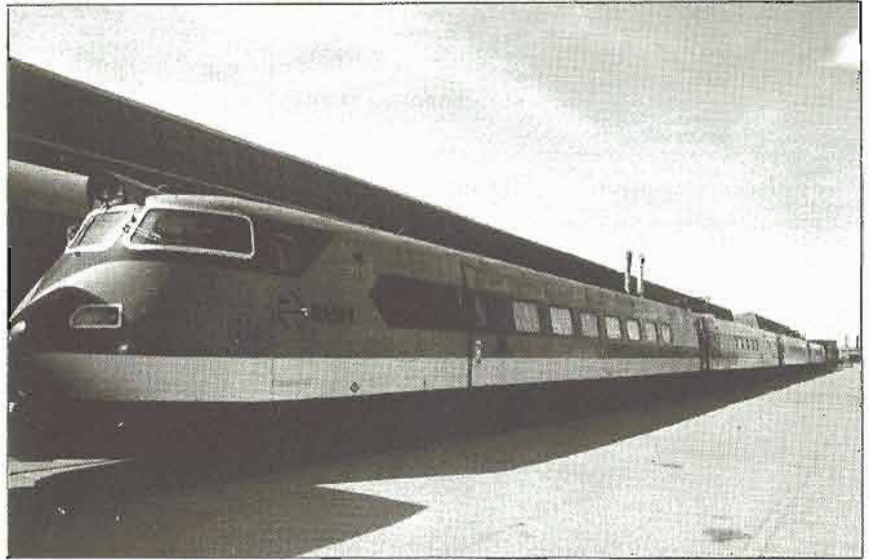
Los vehículos ferroviarios actualmente en servicio están construidos

Indicadores de accidentabilidad y de gravedad en RENFE (clasificación según norma UIC).

Fuente: Contrato-programa Estado-RENFE.

*Seguridad, velocidad y confort, resumen la idea que tenemos del tren.*

Tren Basculante construido por CAF para RENFE.



de acuerdo con el estado de la técnica en el momento de su aparición. Cumplen con un gran número de diversas exigencias en una relación equilibrada. En su construcción y equipamiento se han cumplido, en lo que se refiere a la seguridad contra incendios, las normas vigentes y, asimismo, se han utilizado los materiales disponibles más adecuados en el momento de su puesta en servicio. Y este último dato es importante porque en teoría, por lo menos, los coches construidos en 1986 deben seguir funcionando en el año 2016.

Pero el riesgo de incendio en los vehículos ferroviarios no viene determinado únicamente por el diseño o por los materiales del interior, sino también por las condiciones de operación, es decir, del servicio que prestan. Por ejemplo, un tren de cercanías que para cada pocos minutos y en el que los pasajeros están bajo control casi constante tiene un nivel de riesgo distinto del de un coche-cama en un tren de largo recorrido. Mientras que los bomberos y las asistencias pueden llegar al lugar del hecho en unos pocos minutos, caso del transporte metropolitano; en los viajes de larga distancia tienen que ser combatidos con el equipo que llevan de dotación. La evacuación de los coches requiere mucho más tiempo y frecuentemente es más difícil por túneles, puentes, etcétera.

Los coches motores sufren la mayoría de los incendios. Las causas principales suelen ser exceso de grasa y aceite mezclado con suciedad y polvo encendidos por una chispa procedente de un cojinete

sobrecalentado, explosiones de interruptores, disyuntores y conmutadores de A.T. Debido a su alto punto de inflamación, el gas-oil raramente prende. Incluso si hay numerosas fuentes potenciales de incendio en unidades motoras Diesel o en locomotoras, uno de los frecuentes suele ser el goteo de combustible procedente de soldaduras rotas en los tubos de combustible encima de partes calientes o con movimientos. Tales fuegos son normalmente localizados y muy raramente ocasionan daños si son detectados y combatidos por personal entrenado en una etapa inicial. Limpieza e inspección regular son las más efectivas precauciones contra incendios en este terreno.

El riesgo de incendio por cortocircuito es relativamente bajo en los coches de pasajeros, cuyas instalaciones están habitualmente bien

protegidas por fusibles o interruptores automáticos.

Otro tema es el riesgo inducido por los viajeros. Cerillas, cigarrillos, etcétera, arrojados con descuido son todavía causas comunes de incendio, en particular en recorridos urbanos o de cercanías. Pequeños orificios, rincones y aberturas de todo tipo en trampillas, tapas de armario, etcétera, son medios atractivos de librarse de las colillas. Alimentado por las corrientes de aire, basuras, polvo y papeles, un incendio puede permanecer latente y sólo avivarse después de varias horas.

#### CARACTERÍSTICAS DE LOS INCENDIOS DE TRENES

Los incendios pueden considerarse como desastres sociales que se producen en cualquier parte donde se desarrolle la actividad humana y





Considerado como fenómeno de combustión, el incendio de un vehículo ferroviario no presenta rasgos extraordinarios.

La investigación de los restos siniestrados es importante para la adopción de futuras medidas.

cuando se encuentren reunidos sus tres elementos básicos: el oxígeno, una fuente de calor y un material combustible. Considerado exclusivamente como fenómeno de combustión un incendio ferroviario no presenta ningún rasgo extraordinario, pero desde el punto de vista de la Prevención de Incendios se singulariza por varias características:

#### Forma:

Los vehículos ferroviarios son más largos que anchos o altos. La relación es variable y oscila desde unas seis veces para un coche tipo Metropolitano hasta diez veces para un vehículo UIC tipo X.

Además, lo encontramos formando composiciones más o menos largas, lo que añade un riesgo adicional en cuanto a su propagación.

#### Movilidad

Los trenes circulan por una vía propia de características especiales. Sin embargo, las condiciones en las que discurre esa vía son variables: puede estar situada en la estación de una gran ciudad, sobre un viaducto o un puente, en el campo o en un túnel. Según donde se declare el incendio se presentan diversas posibilidades para la evacuación de los viajeros y la extinción del mismo.

Por otro lado, se desplazan con velocidad variable, pero, en general, alta dentro de comburente por excelencia: el aire, lo que ocasiona un tiro natural.

#### Materiales:

Los elementos estructuralmente resistentes son metálicos; pero un coche de viajeros contiene un volu-

men importante de materiales de decoración, así como de equipos e instalaciones de servicio. Contiene también una cantidad mal conocida de elementos potencialmente combustibles: los equipajes de los viajeros.

Todos estos elementos componen la carga térmica a calcular. La norma UNE 23-026 la define como: «la energía calorífica de la totalidad de los materiales combustibles contenidos en un recinto, incluyendo los revestimientos de muros, suelos, tabiques y techos». En sentido estricto, el concepto que más se utiliza, y que se suele confundir con el anterior, es el de densidad de carga térmica, que se refiere a la unidad de superficie.

El valor calculado para vehículos ferroviarios de pasajeros oscila entre 100 y 120 Mcal/m<sup>2</sup>, y se encuentra repartido por el interior de modo muy homogéneo. A veces la carga térmica se expresa en términos de un valor conocido, en ese caso los valores citados equivalen a 25 y 30 kilogramos de madera por metro cuadrado respectivamente.

#### Viajeros:

Los vehículos ferroviarios transportan gran número de viajeros. El coche UIC tipo X admite 88 plazas sentadas y una unidad de Metropolitano un total de 250 personas. Además, en todos tendremos personal de la Compañía, bien sea de conducción o de servicio.

#### Consecuencias:

Contrariamente a otros accidentes que producen efectos inmediatos, en un incendio ferroviario la

gravedad de las consecuencias depende, en gran parte, de las medidas tomadas por el personal en esas circunstancias; desde la detección y las primeras reacciones hasta el control de la propagación del fuego, así como el salvamento y evacuación de los viajeros.

#### Del propio incendio:

Un incendio en vehículos ferroviarios de pasajeros puede asimilarse al de un local de pública concurrencia, tanto por la ocupación prevista como por el tipo de materiales que se emplean.

El fuego es de tipo A (según UNE 23-010), es decir: fuego de materiales sólidos, en general de naturaleza orgánica, donde la combustión se realiza normalmente con formación de brasas. Además, un riesgo adicional de origen eléctrico.

La observación de temperaturas en el curso del incendio resulta difícil dada la movilidad del vehículo. Exámenes posteriores que hemos realizado nos muestran que los objetos de aluminio aparecen fundidos; los de vidrio, rotos, y los orgánicos han desaparecido; lo que indica que la temperatura ha sobrepasado los 700° centígrados. Los conductores eléctricos llevan el aislamiento destruido pero el conductor de cobre suele encontrarse intacto o quemado sólo superficialmente, lo que denota que no se han alcanzado los 1.200° centígrados. Este último valor lo confirman, por elevación, los objetos de acero, que permanecen intactos pero que presentan un estado de fuerte oxidación.

## EXPERIENCIAS DE ANALISIS

De las experiencias obtenidas en diversos ferrocarriles europeos se pueden establecer las siguientes afirmaciones:

— El fuego originado en los propios equipos del vehículo no se convierte, salvo excepciones, en un incendio. Las zonas del coche en las que pueden producirse altas temperaturas son sobradamente conocidas y consecuentemente diseñadas. Un incendio bajo bastidor no suele propagarse por encima del mismo y viceversa.

— Los vehículos son puestos en situación de peligro sobre todo por acciones incendiarias intencionadas, que tienen lugar en la zona destinada a viajeros. Pequeños focos de incendio, como cigarrillos, no conducen, salvo casos excepcionales, a un incendio.

— Un incendio en el departamento o zona de viajeros que no sea autoextinguible «per se» tiene casi siempre como consecuencia la pérdida de todo el vehículo, si no se apaga entre los tres y cinco primeros minutos a partir de su inicio. Después de ese tiempo no son, normalmente, suficientes los medios de extinción presentes en el propio vehículo.

— Hasta la llegada de los bomberos el incendio se habrá extendido tanto que para combatirlo será necesario el agua. Pero hasta que se dispone de agua para la extinción pasa un tiempo elevado y entonces suele quedar poco que salvar en el vehículo incendiado.

## ACTUACIONES PREVENTIVAS:

La definición clásica de *prevención de incendios* se refiere al conjunto de medidas que podemos tomar antes de que se inicie el fuego.

Asimismo al hablar del Tetraedro del Fuego se dice que son necesarios la presencia simultánea, en espacio y tiempo, de los factores que lo componen para que se inicie el incendio. Volviendo la frase por pasiva, la Prevención comprenderá todo aquello que evite, precisamente, esa reunión.

Como se verá más adelante, anticipamos que se puede actuar muy poco sobre los elementos resistentes o estructurales; mayores posibi-

*El incendio en vehículos ferroviarios de pasajeros puede asimilarse al de un local de pública concurrencia, tanto por la ocupación prevista como por el tipo de materiales que se emplean.*

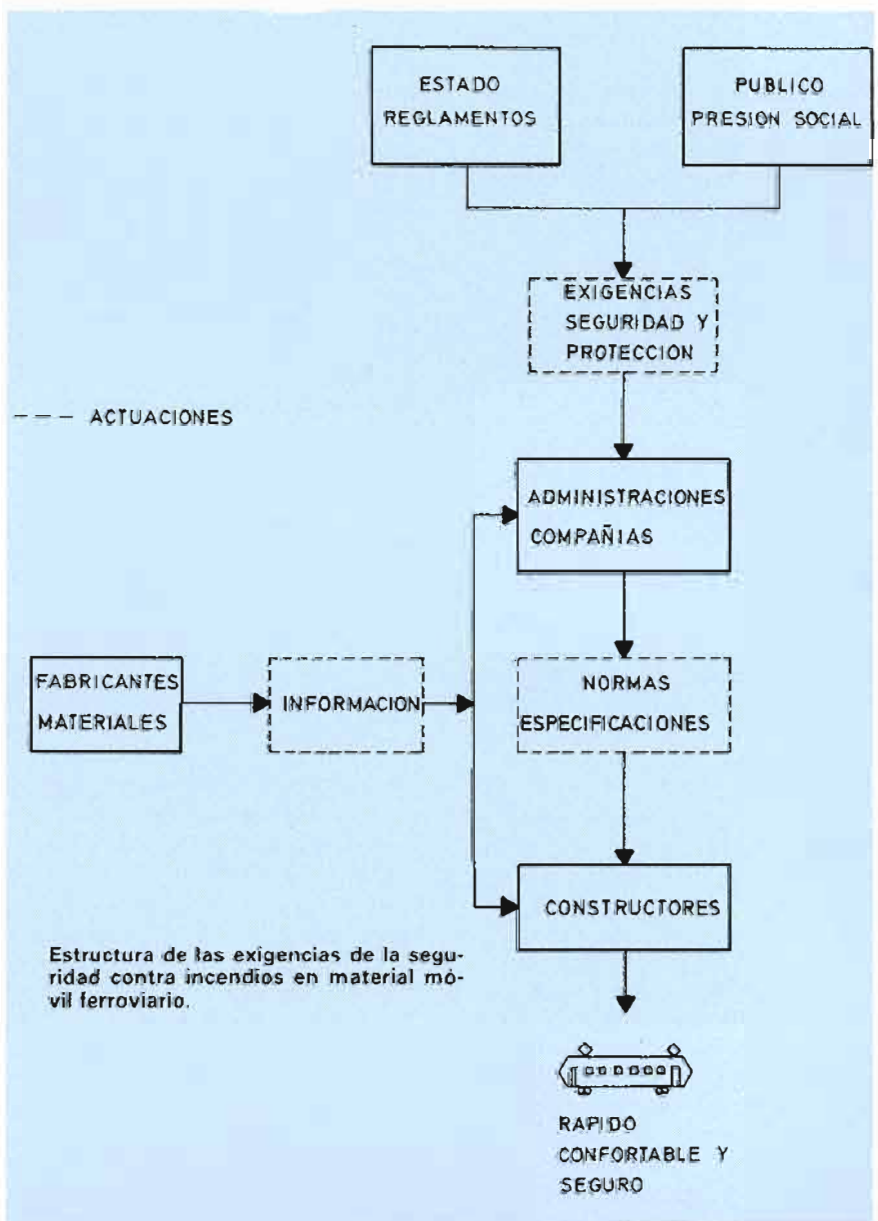
lidades se presentan en el uso y disposición correctas de los materiales de interior.

Las medidas de Prevención comprenderán actuar sobre los factores del Tetraedro del Fuego; actuación que queda expresada gráficamente en la siguiente relación:

## FACTOR PELIGRO ACTUACION

**Combustible.** Peligrosidad del combustible. Reducción de la cantidad de materiales combustibles, caso de no ser posible evitar los elementos de fácil ignición y de rápida velocidad de propagación, tóxicos, fumígenos y corrosivos.

**Foco de ignición.** Peligro de activación. En el caso del material ferroviario coincide con las causas



habituales: electricidad, fricciones, chispas, superficies calientes, etcétera, son el porcentaje mayor. Su eliminación o reducción es posible mediante un diseño, dimensionamiento, montaje y, sobre todo, mantenimiento y control posterior lo más cuidadoso posibles. Tampoco hay que desdeñar agresiones de carácter humano: vandalismo y gamberrismo, muy difícilmente controlables y totalmente imprevisibles, de gran y creciente importancia.

**Reacción en cadena.** Peligro de propagación. Disminución de huecos, conseguir la máxima estanqueidad posible, empleo de cristales resistentes al calor, modificaciones en algunas instalaciones, como las de aire acondicionado y en el límite ignifugar físicamente para disminuir la velocidad de propagación.

**Comburente.** Sobre este factor poco podemos hacer al movernos dentro de él.

### Sobre los materiales:

Como dice el refrán: «La función hace al órgano»; así, el servicio que va a dar cada parte o zona del vehículo condiciona los materiales que se van a emplear en los mismos. Materiales que se dividen en dos grandes grupos:

- Estructurales.
- De interior.

**I. Estructurales.** Como idea base los materiales estructurales deben tener la suficiente resistencia al fuego en el interior del vehículo de un fuego exterior durante un período de tiempo tal que permita la evacuación segura de la totalidad de los viajeros.

La protección estructural, que comprende los materiales empleados en bastidor, cubierta, costados y testeros, si bien es posible, es limitada en peso y volumen por razón de la propia morfología del vehículo. También viene condicionada por el destino del coche: tipo salón, donde la propagación del incendio puede efectuarse sin dificultad y hay que actuar necesariamente sobre los materiales de interior; o de departamentos, en los que frente a mayores problemas de evacuación es posible, en cambio, sectorizar el

fuego por medio de elementos retardadores (tabiques cortafuegos).

En el límite, la unidad de riesgo debe coincidir con el máximo sector de incendios, que es, en definitiva, el coche completo; por lo que hay que hacer todo lo posible para limitar el siniestro y evitar su extensión a otros coches de la composición. Esto nos obliga a reforzar los testeros del vehículo; esos elementos, que ya tienen una función estructural muy importante en el caso de choque o descarrilamiento, deben adecuarse para evitar la transmisión del incendio y actuar como elementos *corta-fuegos* o, al menos, *para-llamas*.

**II. Materiales de interior.** Como idea base los materiales y acabados instalados en los vehículos tendrán la suficiente resistencia a la propagación (reacción al fuego) por el interior de los mismos de un incendio interior durante un tiempo que permita la evacuación segura de la totalidad de los viajeros.

La aplicación de medidas preventivas sobre ese tipo de materiales viene dificultada por el añadido de otras nuevas condiciones funcionales y de servicio a las ya existentes:

- económicos en la construcción;

- de peso reducido para disminuir las necesidades energéticas;

- buenas características de resistencia en el tiempo a la suciedad, desgaste, a la luz, etcétera, combinado con los mayores plazos de mantenimiento;

- aplicables a una decoración más variada y con mayor confort;

El empleo de estos materiales se centra en:

- tabiques interiores;
- piso;
- asientos;
- aislamientos no-eléctricos;
- revestimientos de techo
- revestimientos de costados;
- acristalamientos;

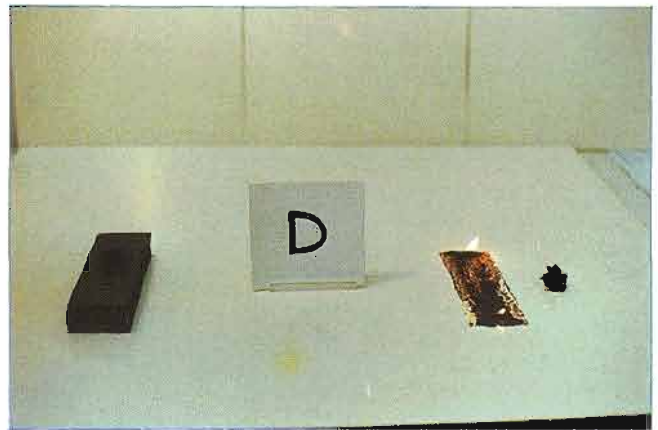
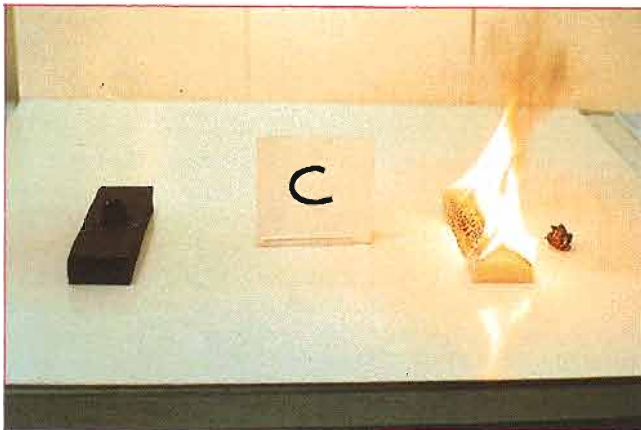
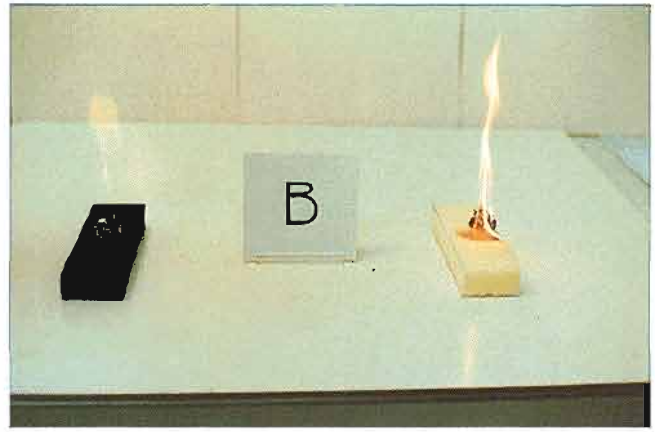
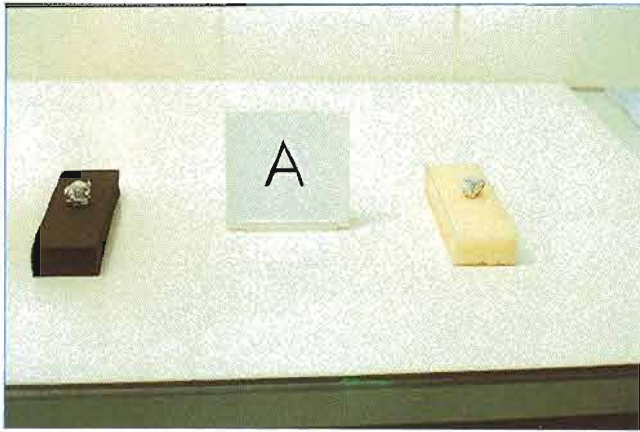
La validez del comportamiento de estos materiales se verifica por medio de ensayos. Además de los propios de cada red ferroviaria, existen otros de carácter internacional. La UIC (Union Internationale des Chemins de Fer), creada en 1922 agrupa a más de 64 Administraciones pertenecientes a los cinco continentes. El conjunto de esas redes representa cerca de 450.000 kilómetros de líneas. Su misión es organi-

*El comportamiento de los materiales utilizados en interiores, se verifica internacionalmente por la UIC (Unión Internationale des Chemins de Fer), creada en 1922 y que agrupa a 64 administraciones de todo el mundo. El conjunto de estas redes ferroviarias representa cerca de 450.000 km. de líneas.*

zar la colaboración entre Redes ferroviarias en los problemas de interés común y sobre todo la de unificar y mejorar las condiciones del tráfico internacional. En concreto una oficina especializada, la ORE (Office de Recherches et d'Essais), se ocupa de la normalización ferroviaria y en particular el Comité B 106 y su Grupo de Trabajo GT B 106-2, que se encarga de los ensayos de reacción al fuego, ha establecido ya unos métodos de ensayo para los materiales de interior.

### Sobre las instalaciones fijas

**I. Estaciones.** La actual legislación española que rige las Condiciones de Protección contra Incendios (NBE-CPI 82) no cita el caso de las instalaciones ferroviarias; ni las definiciones de sus Anexos, por otro lado todavía no en vigor, parecen que, en principio, les sean aplicables. Además conviene destacar que si, en general, en los edificios que reciben público, los usuarios se agrupan con vistas a asistir a un espectáculo, una conferencia o un curso, etcétera, en los edificios para viajeros de las estaciones la perma-



nencia es muy limitada, siendo la función básica de estos locales el tránsito.

Caso especial presentan las estaciones ferroviarias subterráneas, ya que las dimensiones de éstas están relacionadas con la longitud de los trenes que las van a servir. De este modo los andenes de estaciones de extrarradio, con baja densidad de utilización, serán similares a los de una estación de zona céntrica o comercial. Consecuentemente, la capacidad de ocupación de las estaciones subterráneas, basada en una situación de emergencia que requiera la evacuación de las mismas, desde el punto de vista de la Seguridad, es una función de la capacidad de transporte de los trenes antes que de la superficie de los andenes, catalogados como *locales de pública concurrencia*; y en este caso, el túnel puede ser considerado como una salida auxiliar de la estación en ciertos fuegos.

En los incendios el humo impide no sólo la evacuación de los ocupantes, sino que entorpece la intervención de los bomberos. En muchas estaciones con varios niveles, por imperativos de explotación no

**Los ensayos de los materiales deben servir para orientarnos en su utilización. Duración total del ensayo de las fotos: noventa segundos.**

es posible prever niveles completamente aislados unos de otros; así por ejemplo, las escaleras fijas y mecánicas ponen en comunicación directa a los mismos a fin de facilitar la circulación de los viajeros.

En este caso se debe disponer de instalaciones de extracción de humos, que permitan en caso de incendio:

- poner el nivel siniestrado en depresión, mediante el funcionamiento de los dispositivos de extracción;

- poner los otros niveles en sobrepresión, mediante el funcionamiento de los dispositivos de impulsión;

Esta solución evita la difusión del humo a los niveles no afectados.

**II. Túneles.** La importancia del tema ha hecho que el XV Simposium del CTIF (Comité Técnico Internacional de Prevención y Extinción del Fuego), celebrado en Austria, en julio del pasado año, centrara sus trabajos en el fuego y otros accidentes

graves en las infraestructuras subterráneas de transporte, singularmente en ferrocarriles y metropolitanos.

Desde luego hay que indicar que la probabilidad de un accidente serio en un túnel no es demasiado grande, pero de lo que no cabe duda es de que, los túneles ferroviarios, de los que tenemos abundantes muestras en España, presentan una especial problemática relacionada con las actuaciones en caso de incendio, como por ejemplo:

1. Dificultades de acceso en la mayoría de los casos.

2. Calor, humo y pobre visibilidad bajo deficientes condiciones de ventilación que dificultan el trabajo de los equipos de intervención.

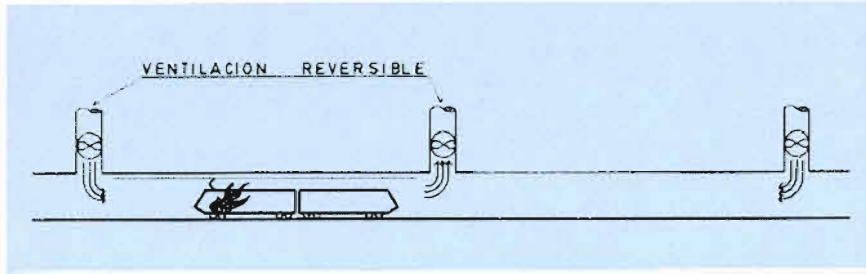
3. Intensificación del incendio por condiciones anormales de ventilación (tiro, aspiración, etcétera).

4. Cansancio, agotamiento de los equipos de intervención como consecuencia del calor confinado y del trabajo duro.

5. Dificultades de comunicación.

6. Falta de alumbrado adecuado.

7. Peligro de electricidad, que además es un riesgo no unificado; tanto en la tensión de servicio, que



La ventilación forzada de los túneles es un instrumento útil en caso de incendio.

oscila entre 600 y 3.000 vatios; como en la toma de corriente, bien por catenaria o por tercer carril.

8. Dificultades de conocer el riesgo presente en cada momento.

Experimentos hechos a escala natural en Glasgow, por la Fire Research Station, en un túnel de 5,2 metros de alto por 7,6 de ancho y 620 de longitud, abierto por los dos extremos, han mostrado que la velocidad de avance registrada por el frente de humo fue 1 m/s. En ese avance influyó poco la magnitud del fuego, pero con fuegos mayores el humo era más denso y más espeso y los gases más calientes. También se conoce que cualquier túnel de longitud mayor a 450 metros presenta problemas de iluminación durante el día o la noche, incluso en las condiciones más favorables.

Sin embargo, si el ideal teórico de los técnicos de incendios: compartimentación, instalaciones de detección y extinción automáticas, es de aplicación prácticamente imposible en un túnel ferroviario y en el material que por él circula, sí pueden servir los túneles como soportes de una infraestructura muy interesante. Por ejemplo: los del Metropolitano de Estocolmo (SL: Storstockholms Lokaltrafik) están dotados de tuberías de agua con tomas para mangueras cada treinta metros, y el Metropolitano de Nueva York (NYCTA: New York City Transit Authority), en los 13 túneles bajo el agua con que cuenta el sistema dispone de una red de tuberías de agua con tomas cada 60 metros y en cada toma 30 metros de manguera con lanzas de agua pulverizada.

Análogamente al caso de las estaciones, la ventilación forzada de túneles es un instrumento útil en caso de incendio, siempre que se pueda actuar sobre ella; es decir, se pueda invertir el flujo, se conozca la situación real en el momento, se protejan los otros ramales, etcétera.

## OTRAS ACTUACIONES COMPLEMENTARIAS

Es evidente que la prevención contra incendios no es alcanzable al cien por cien; bien por pura imposibilidad técnica, bien por conocimiento incompleto de los riesgos o bien, y es lo más frecuente, porque a partir de un determinado nivel el costo de las medidas a adoptar se dispara hacia arriba, no habiendo proporción visible entre el riesgo probable y el precio que se paga. Queda, pues, un segmento de riesgo no cubierto por las medidas preventivas.

Para esos casos hemos diseñado e instalado sistemas de detección y extinción automática de incendios para protección de armarios eléctricos. Características como: alta sensibilidad y fiabilidad, bajo mantenimiento, gran estabilidad y correcta eficacia, garantizan la anulación instantánea del incendio en su origen y, por lo tanto, su no propagación fuera del recinto protegido. También seguimos atentamente las pruebas realizadas por Redes europeas sobre sistemas de extinción por medio de cabezas rociadoras (*sprinkler*) a fin de poder incorporar sistemas similares a nuestros vehículos.

Y no sólo nos preocupa la seguridad intrínseca de los vehículos y de los viajeros que los ocupan, sino que avanzando más en el tema pensamos en auténticos trenes de extinción y salvamento como un paso más para la actuación en túneles o zonas de difícil acceso.

## CONCLUSIONES

Los riesgos no van a disminuir; al contrario, aumentarían debido a una serie de circunstancias que enumeramos a continuación:

— La electrificación continuará: tensiones de 25 Kv se utilizan ya.

— Los equipos serán cada vez más complejos y sofisticados.

— La automatización complica los sistemas y elimina personal.

— Se preve un fuerte aumento del número de viajeros que planteará exigencias mayores de seguridad.

Para analizar los incendios de trenes, así como las situaciones que provocan, es muy apropiada la aplicación de conceptos basados en la Gestión de Riesgos (RISK MANAGEMENT): Planes de Prevención y Transferencia, de Emergencia y de Recuperación; así como la utilización de algún método de evaluación del riesgo. El tema del transporte ferroviario debe incorporarse a la formación de los técnicos de incendios.

Se trata, fundamentalmente, de garantizar la evacuación de los viajeros en buenas condiciones, lo que ya hemos visto no depende sólo del material móvil. Debe asegurarse que pueda hacerse en un tiempo no superior a diez minutos; esto obliga a una importante actuación preventiva a nivel de diseño y de empleo de materiales.

Insistiendo en lo que decía al principio de este trabajo, de seguridad en la red como suma de seguridades de cada parte que la compone; este es un caso en el que como ningún otro, deben realizarse unas actuaciones integrales, no sólo en material móvil, sino también en instalaciones fijas y además tener en cuenta las características locales y de explotación, tales como:

- Distancia entre estaciones.
- Longitud de los trayectos en túneles. Iluminación.
- Zonas de seguridad y salidas de emergencia.
- Posibilidad de extinción a lo largo de la vía.
- Modos de circulación y de funcionamiento del freno de emergencia.
- Ideas de los bomberos sobre salvamento y rescate. ■