

MEDIDAS DE PREVENCIÓN INCENDIO EN TÚNELES

Un siniestro en un túnel requiere de medidas de prevención particulares porque presenta diferencias importantes en relación a un incendio convencional. La principal distinción consiste en la geometría de la estructura del corredor que impide la disipación de humos y temperatura hacia el ambiente, afectando incluso a las personas que se encuentran alejadas del foco del siniestro, algo que no ocurre en un incendio convencional.

ORELVIS GONZÁLEZ
JEFE DE SECCIÓN ÁREA INGENIERÍA
DE PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO (IPF),
DICTUC

ASÍ COMO analizamos las innovaciones (página 22) y la prevención de riesgos (página 62), resulta sumamente interesante abordar los incendios en túneles. Éstos ocurren con cierta regularidad, basta recordar los últimos casos como Great Belt Tunnel (Dinamarca, 1994), Channel Tunnel (Reino Unido-Francia, 1996), Mont Blanc (Italia-Francia, 1999), Tauern (Austria, 1999), Kaprun (Austria, 2000) y Gotthard (Italia-Suiza, 2001).

La característica común de estos siniestros radica en la altísima pérdida económica que generan, no tanto por los daños directos en la estructura, sino por los largos períodos de paralización del túnel durante su reparación.

Adicionalmente, estos casos plantean un nivel de complejidad radicalmente distinto a los incendios “convencionales”, por lo que las medidas de seguridad aumentan considerablemente.

¿Por que un incendio en un túnel es distinto a uno “convencional” en instalaciones no confinadas?

La principal diferencia se encuentra en que la geometría de la estructura impide la disipación de humos y temperatura hacia el ambiente. En un siniestro convencional no confinado los flujos de calor provienen principalmente de las mismas llamas, y las temperaturas en la zona de incendio son mayores mientras más cerca se esté de las llamas. Esto ocurre precisamente porque buena parte del calor se disipa al ambiente (Figura 1).

En cambio, la geometría del túnel, al impedir esa disipación ambiental de la energía, permite que las temperaturas en las zonas en altura lleguen a ser significativamente altas, y por lo mismo los flujos de calor (en este caso específico, re-radiación tanto de las paredes del túnel como del mismo humo) tienen distintas fuentes, acelerando la propagación del incendio. Estas altas temperaturas provocan hasta el encendido del asfalto (Figura 2).

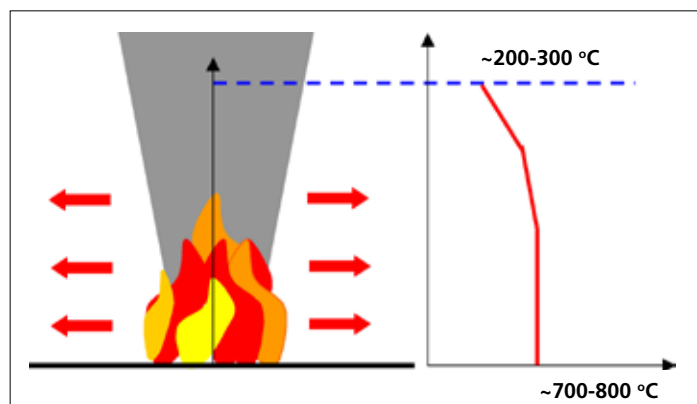
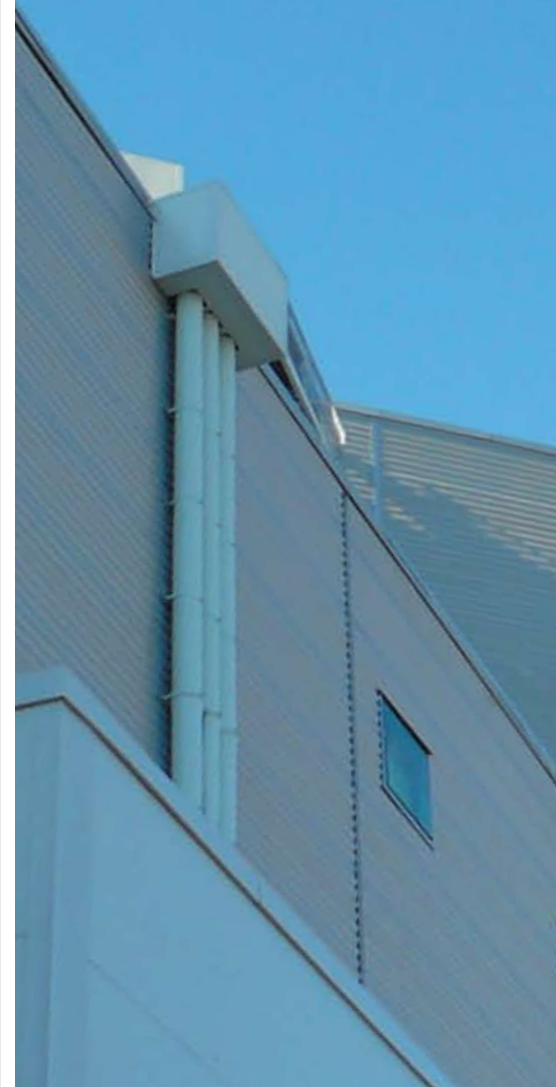


FIGURA 1.
Incendio convencional en instalaciones no confinadas.



Productos Destacados H Wall y Super Wall liso
Obra Mall Manquehue

meTECNO



Av. Nueva Industria 200, Quilicura, Santiago - Chile
Teléfono: 438 7575 Fax: 438 7590
e-mail: info@metecno.cl www.metecno.cl

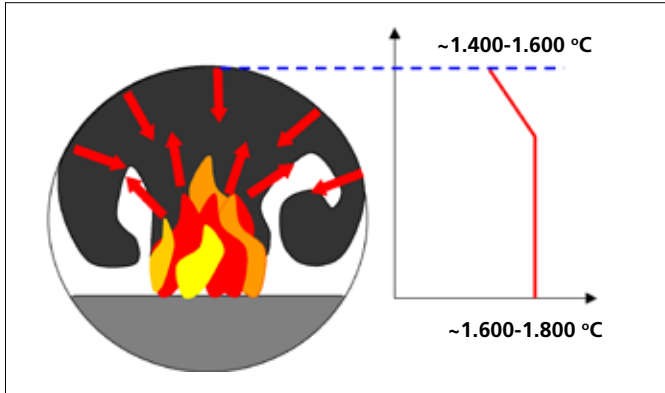


FIGURA 2.
Incendio
en un túnel.

El tema del control del humo tiene particulares complejidades, la geometría del túnel (tanto diseño, tamaño y pendiente) afecta la forma y tamaño de las llamas que se producen y el modo de propagación de los humos. Además, el efecto de los sistemas de ventilación y/o extracción de humos requiere de una rigurosa metodología de diseño y cálculo. Existen experiencias donde los sistemas de ventilación y extracción estimulan el desarrollo del incendio en vez de controlarlo. La correlación entre la generación de humos y los sistemas de ventilación/extracción es sumamente compleja, siendo relevante tener en cuenta que las llamas se deforman con la ventilación y que ciertos niveles las alargan de una manera importante. (Figuras 3 y 4)

La geometría del túnel, particularmente su pendiente, influyen en la forma que toman las llamas. Dependiendo de ella (y de la ventilación), la forma de las llamas puede inducir una propagación mucho más rápida.

El llamado "efecto trinchera" que se produce en determinadas condiciones de pen-

diente y ventilación, se caracteriza por que el tamaño de las llamas parece pequeño (como en el caso inclinado de la Figura 5). Sin embargo, la extensión total de éstas es grande, generándose una falsa sensación de seguridad al parecer un "incendio pequeño", induciendo a errores a los cuerpos de bomberos. Este fenómeno se registró en el incendio de la estación de tren subterráneo King's Cross (Londres, 1987, 31 fallecidos) (Figura 5).

En resumen, la geometría característica de los túneles afecta:

- La propagación del incendio.
- El manejo de humo
- Los materiales de construcción.
- La evacuación
- La efectividad de los bomberos.

Por último, en túneles extensos las distancias de evacuación aumentan, y es poco razonable suponer que las personas al interior alcancen a salir, más aún considerando la rápida propagación. Resulta conveniente la habilitación de zonas de refugio, y la existencia de vías de evacuación paralelas.

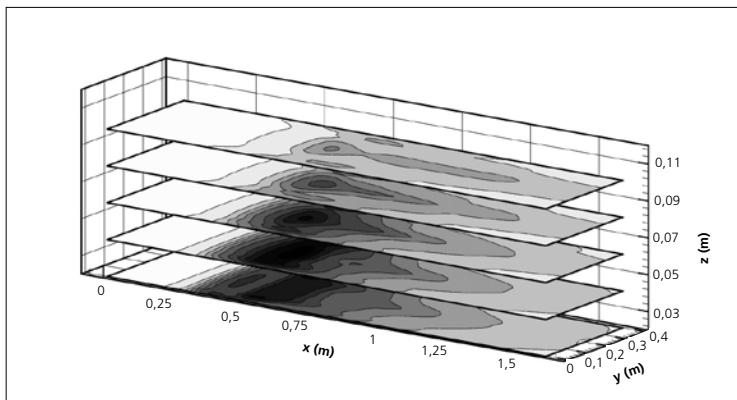


FIGURA 3:
Cortes
de llama
bajo cierta
ventilación.

FIGURA 4. Variación de longitud de llamas bajo distintas ventilaciones.

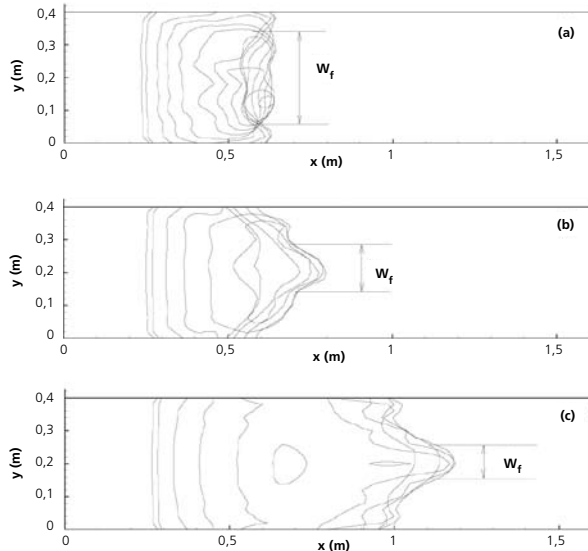
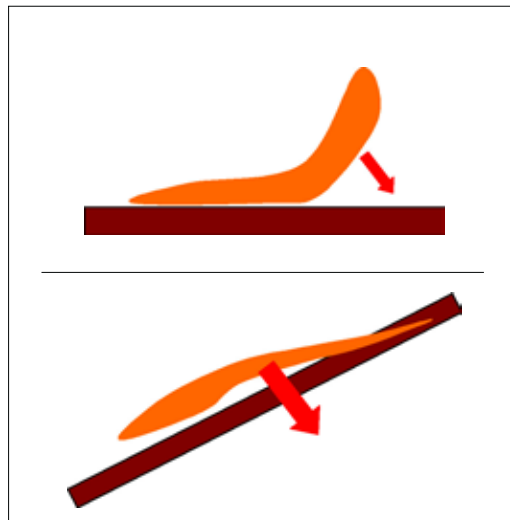


FIGURA 5. Incidencia de la pendiente del túnel en la forma de las llamas (efecto trinchera).



¿Qué es lo que interesa proteger en los túneles?

Las personas. Se debe disponer de sistemas de alarma, que permitan detectar el incendio tempranamente para impedir el acceso al interior del túnel. Adicionalmente se requieren medidas para las personas que queden dentro de la estructura, lo cual es especialmente importante en túneles de gran extensión, donde la evacuación se torna más difícil. La presencia de humos y la falta de visión contribuyen a desorientar a las personas, provocando que sean mayores los requerimientos sobre la efectividad de la señalización. Además, se necesita la presencia de vías de evacuación paralelas o refugios, de modo de separar, al menos temporalmente, a los ocupantes del incendio

El control de humos. Como se mencionó, actualmente éste es el tema más complejo a resolver, debido a que las particularidades de las condiciones de cada túnel condicionan a la eficiencia de estos sistemas. Se requiere que éstos sean calculados y diseñados para los requerimientos específicos de cada caso, dado que las soluciones "aceptables" en un caso pueden volverse desastrosas en otros.

La estructura. Generalmente, se intenta proteger las capas de revestimiento del efecto de la temperatura. Sin embargo, estas altas temperaturas suelen generar un alto gradiente térmico en estos revestimientos, lo cual induce elevadas tensiones internas que gatilla

el fenómeno conocido como spalling ("desconche"). Este efecto termina por afectar gravemente a este revestimiento, pudiendo producirse incluso la falla estructural.

Un caso: Túnel Mont Blanc

El Túnel Mont Blanc une a Italia y Francia, fue inaugurado el año 1965 y tiene un largo de 11,6 km. El 24 de marzo de 1999, se declaró un incendio que sólo pudo ser controlado después de más de 50 horas de trabajo, ocasionando 39 muertos y un alto grado de destrucción. El túnel fue reabierto tras 30 meses de trabajo, en septiembre de 2001.

El incendio se originó en un camión con margarina y harina, cuyo conductor detuvo el vehículo a mitad del túnel al observar las llamas. Los accesos se cerraron apenas dos minutos después de que se activaran los sistemas de detección, sin embargo, una alta cantidad de vehículos quedaron dentro del túnel. El túnel contaba con refugios de seguridad instalados cada corta distancia, sin embargo, su efectividad fue nula considerando que el incendio duró más de 50 horas.

Algunas de las conclusiones obtenidas tras una minuciosa investigación fueron:

- Tanto la pendiente del túnel (7%), como el tamaño que alcanzó el incendio, favorecieron que la propagación fuese muy rápida.
- Las decisiones relacionadas al control de ventilación (direccionamiento de los ventiladores) fueron inadecuadas, el humo fue en-

viado en la dirección de los bomberos, dificultando las labores de extinción.

- Las medidas de protección (refugios) resultaron absolutamente inefectivas y desproporcionadas al incendio producido (no hay refugio que sirva para un incendio de 50 horas de duración).

Tendencias actuales

Las lecciones aprendidas del incendio en el Mont Blanc permiten definir una serie de medidas tipo que actualmente forman parte del estado del arte en la construcción de túneles de gran extensión, entre ellas:

- Tener vías de evacuación paralelas conectadas por puertas contra fuego.
- Presurización de las vías de evacuación.
- Las vías de evacuación sirven para dar acceso a los bomberos a puntos intermedios en el túnel.

En los últimos años, ha existido un fuerte desarrollo y mejora de los materiales de construcción, las vías de evacuación y las herramientas disponibles para bomberos. Sin embargo, uno de los temas críticos, sigue siendo el manejo de los humos y la ventilación, por desgracia es imposible establecer sistemas únicos que funcionen adecuadamente en todos los casos. La complejidad de la interacción entre la geometría del túnel, los sistemas de ventilación y el incendio hace que cada túnel deba ser evaluado en forma única. ■

www.dictuc.cl

acero**cap**
su origen es garantía de seguridad



En Chile, el acero tiene marca

PRODUCTOS



SIEMPRE CON CHILE

Construyamos ese proyecto
que tienes en mente

Comercio



Minería



Industria



Transporte



Ahora Varco Pruden es

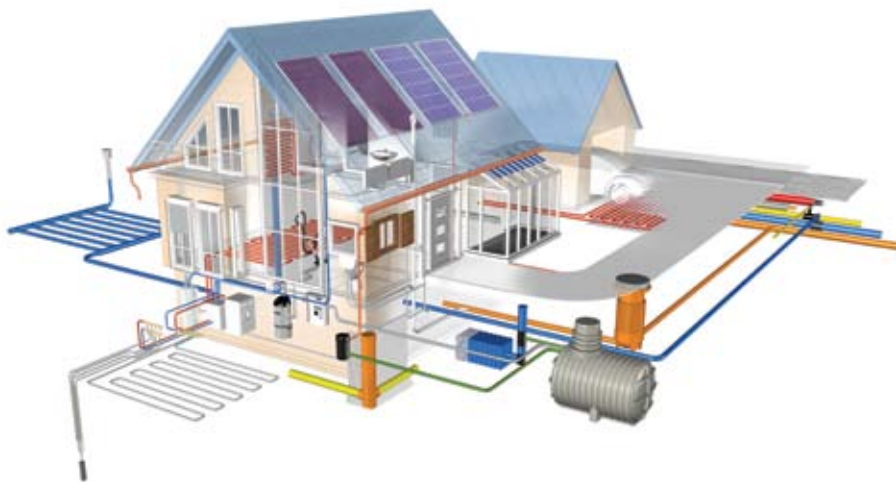


www.vpchile.cl



RAZONES PARA ELEGIR REHAU

SOLUCIONES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA SISTEMAS DEL FUTURO



1. Perfiles de ventanas de PVC
2. Calefacción y refrescamiento por piso radiante
3. Sistema para instalaciones de agua potable con PEXa y casquillos corredizos RAU-HIS
4. Aspiración centralizada VACUCLEAN
5. Tuberías de descarga insonorizada RAUPIANO Plus
6. Energía solar térmica REHAU SOLECT
7. Geomallas refuerzo de asfaltos ARMAPAL
8. Tuberías térmicamente aisladas RAU THERMEX
9. Sistema de captación de energía geotérmica RAUGEO

REHAU S.A.

Volcán Osorno 57, Comuna El Bosque, Santiago de Chile - Teléfonos: (56-2) 540 1900 - Fax: (56-2) 540 1901
E-mail: santiago@rehau.com - www.rehau.com

POR UN AIRE MAS LIMPIO.
Placas Cleaneo® para recintos interiores ayudan a mejorar la calidad del aire, controlando olores y contaminantes.

PLACAS DE YESO CARTON
PERFILES METALICOS
MASILLAS
CINTAS
HERRAMIENTAS



Imagínalo con **CLEaneo**®, vívelo con Knauf

Cleaneo® acústico de Knauf, es una placa de yeso cartón con un compuesto de zeolita, que ejerce un efecto de limpieza del aire, al ayudar a reducir los olores y partículas contaminantes en recintos interiores. Perforada o ranurada permite al mismo tiempo, ofrecer excelentes opciones acústicas y de diseño para todo tipo de edificaciones.