

EL COMITE DE TÚNELES Y LA EVOLUCIÓN TÉCNICA DE LA CONCEPCIÓN DEL TÚNEL

Rafael López Guarga

*Presidente del Comité de Túneles
de la Asociación Técnica de Carreteras-
Jefe de la Demarcación de Carreteras
del Estado en Aragón.*

1. La Asociación Internacional Permanente de los Congresos de Carretera (AIPCR)

La explicación de la creación de la AIPCR a principios del siglo XX radica en los progresos del automóvil. Las prestaciones de los automóviles – y sobre todo la velocidad, mucho más elevada que con vehículos de tracción animal y más duradera – empiezan a resaltar cada vez más la inadaptación de las características geométricas y superficiales de las carreteras de macadan a este nuevo medio de locomoción. Por ello, el gobierno francés, convocó en octubre de 1908 el 1er Congreso Internacional de la Carretera a celebrar en París, solicitando por vía diplomática que los distintos gobiernos mandasen a sus delegados. En la inauguración, el ministro francés de Obras Públicas, Louis Barthou, y el presidente del Congreso Henry Lethier explican el motivo de este primer congreso. Se inscribieron más de 2.000 participantes de 33 nacionalidades.

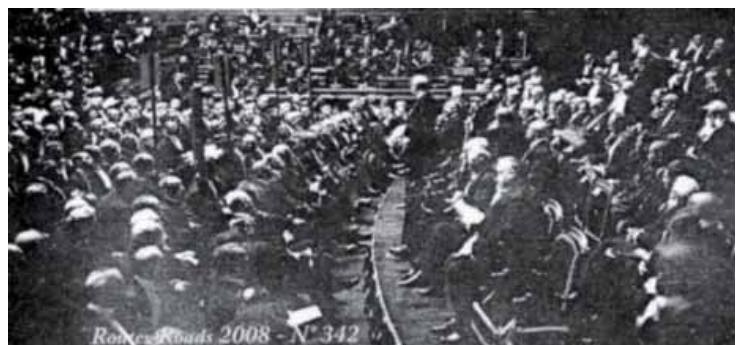
La decisión de constitución de la AIPCR se tomó en la sesión de clausura de este 1er Congreso. El comité ejecutivo del Congreso presentó la propuesta del señor de TIMONOFF (Rusia), elaborada en colaboración con los señores LEIBBRAND (Alemania), PAGE (Estados Unidos) y TEDESCHI (Italia), que establecía:

- crear una Asociación Internacional permanente de los Congresos de Carretera, con objeto de favorecer los progresos en el ámbito de la construcción, el mantenimiento, la circulación y la explotación de la carretera y así mismo asegurar la continuidad de la obra del congreso de París. Esta asociación estaría integrada por miembros procedentes de gobiernos y colectividades de todos los países y por participantes a título personal;
- que dicha asociación fuese presidida por una Comisión Internacional Permanente (CIP), encargada de la redacción de los estatutos de la AIPCR;
- nombrar a un Comité ejecutivo con sede en París, cuyos principales responsables eran los mencionados anteriormente.

La primera CIP se celebró en París el 29 de marzo de 1909 con el fin de aceptar la propuesta del texto de los estatutos preparada por el Comité Ejecutivo. A ella acudieron representantes de 14 países.

La composición y el funcionamiento de la AIPCR fueron definidos según el modelo de la Asociación Internacional Permanente de los Congresos de la Navegación, cuyo primer congreso tuvo lugar en el año 1885.

Bélgica propuso que el 2º Congreso Internacional de la Carretera coincidiera con la exposición universal de Bruselas en el año 1910. Esta propuesta fue aclamada por unanimidad. Había nacido la AIPCR.



La Asociación Mundial de la Carretera (AIPCR-PIARC) es una organización apolítica sin ánimo de lucro cuyo objetivo fundamental es el de intercambiar conocimientos y técnicas sobre la carretera y el transporte por carretera.

En la actualidad son miembros 117 países, de los que en enero de 2009, 37 disponen de Comité nacional. La totalidad de los países hispanohablantes son miembros de la AIPCR.

Se abordan cuatro Temas Estratégicos:

- TE A: Sostenibilidad de las redes de transporte por carretera
- TE B: Mejora del servicio suministrado
- TE C: Seguridad de las redes de carreteras
- TE D: Calidad de las infraestructuras viarias

2. El Comité de túneles

Cada vez más a menudo, los túneles de carretera se construyen para atravesar barreras naturales como son las cadenas montañosas, ríos, brazos de mar o bahías. Así mismo representan una solución – a veces la única – frente a las exigencias ambientales y de espacio, cada vez más importantes en el medio urbano, que en los próximos años alojará a los $\frac{3}{4}$ de la población mundial. Estas condiciones convierten a la construcción y a la explotación de un túnel en un reto permanente, que requiere dominar técnicas y herramientas cada vez más sofisticadas y complejas.

Hace ya varios decenios se constató la necesidad de transmitir las experiencias adquiridas en el ámbito de la explotación de túneles, por lo que la AIPCR creó en el año 1957 el “Comité Técnico de Túneles de Carretera” con el fin de tratar todos los aspectos vinculados con la utilización de este tipo de infraestructura, tales como la geometría, los equipamientos y su mantenimiento, la explotación, la seguridad y el medio ambiente. Desde entonces, el Comité va emitiendo recomendaciones técnicas sobre estos temas. Estas recomendaciones se aplican a nivel mundial y se incluyen a menudo en las cláusulas contractuales de los pliegos de prescripciones de los túneles de muchos países. En 1974, la AITES/ITA (www.ita-aites.org) fue creada para tratar los aspectos de la construcción de todo tipo de obras subterráneas, entre ellas los túneles de carretera. En 2005, se firmó un Protocolo en el cual se especifica que estas dos asociaciones internacionales son complementarias y no deben solaparse.



En el marco del Tema Estratégico TE C: “Seguridad de las redes de carreteras” se incluyó el Comité, ahora llamado C4, de “Explotación de túneles de carretera”. En 1957 estaba integrado por 6 países y ha ido evolucionando en el tiempo hasta que en 2009 se está por 34 países (31 + 3 asociados).

Los miembros actuales del Comité son 1 Presidente, 3 Secretarios (para las lenguas francesa, inglesa y española), 1 Presidente saliente, 49 miembros designados por sus correspondientes gobiernos pertenecientes a 30 países distintos, 4 miembros asociados (3 de países distintos y 1 de ITA) y 19 miembros correspondientes de 18 países distintos.

3. El Comité nacional de túneles

España es uno de los países miembros de PIARC que tiene su propio Comité nacional. En él y en relación con los diferentes Temas Estratégicos que se han de abordar se crearon y existen actualmente 10 Comités.

El Comité técnico de túneles fue creado en 1984 y en el tiempo transcurrido únicamente ha habido 2 presidentes, Manuel Romana Ruiz desde su fundación hasta el año 2000 y Rafael López Guarga desde ese momento hasta la actualidad.



Reunión en Madrid el 8 de junio de 2009



Reunión en Vic el 26 de noviembre de 2009

En estos momentos cuenta con 48 miembros, de los que un 29 % pertenecen a diferentes Administraciones, Universidades u Organismos de investigación, otro 29 % son de empresas constructoras y un 42 % son consultoras en ingeniería. Se organizan cuatro reuniones anuales con una asistencia media de entre 25/30 personas.

Los objetivos del Comité nacional son fundamentalmente los siguientes:

- Apoyar a la representación española en el Comité internacional
- Tratar temas de interés propios de los túneles españoles
- Organizar jornadas divulgativas y simposio cuatrienal
- Publicar artículos en revista RUTAS
- Elaborar Recomendaciones para una mejor explotación de los túneles

Dentro de la normativa específica vigente de la Asociación está la “obligación” de que por parte de cada Comité se organice un Simposio con carácter cuatrienal donde se aborden las innovaciones habidas en su ámbito de competencia y donde se expongan los avances y trabajos realizados por los Comités internacionales. El periodo de cuatro años es el que transcurre entre la celebración de los Congresos Mundiales de Carretera.

En junio de 1994 se organizaron en Gijón unas Jornadas Técnicas sobre Túneles con referencia a la Seguridad en la construcción y en servicio. Dado el éxito obtenido, el Comité Técnico de túneles de la Asociación Técnica de Carreteras acordó que tal convocatoria fuese considerada como un primer Simposio nacional de túneles.

Posteriormente vendrían otros tres; el segundo celebrado en Jaca en mayo de 1998 relativo a la Explotación, Seguridad, Conservación y Reparación; el de Pamplona en febrero de 2003 que versó sobre las Nuevas Tecnologías, Métodos y Soluciones aplicados a la Explotación y por último el del Principado de Andorra en octubre de 2005 que reflexionó sobre la pregunta ¿Por qué son Seguros los túneles?

Aunque cuando la celebración del IV Simposio ya estaba aprobada la Directiva Comunitaria sobre Seguridad en túneles, es con el Real Decreto 635/2006, de 26 de mayo, sobre requisitos mínimos de seguridad en los túneles de carreteras del Estado, y posteriormente con otras Normas similares adoptadas en el seno de diversas Comunidades Autónomas, cuando ya se hace obligatorio para los túneles en proyecto, en construcción y en servicio el cumplimiento de unas medidas que suponen una nueva cultura en la ingeniería de los túneles y exigen una no despreciable capacidad inversora al propietario de la infraestructura para lograr su adaptación en el horizonte de 2014.

Se es muy exigente en los condicionantes que deben ser cumplidos para la aprobación de los proyectos, del manual de explotación y para la autorización de la puesta

en servicio de un túnel así como para sus modificaciones, siendo obligatoria la realización de simulacros periódicos.

Por otra parte con la determinación que se establece para acotar las responsabilidades de los distintos intervinientes en todo el proceso de la vida de un túnel, desde su concepción hasta los momentos de la puesta en servicio y en explotación, es preciso abrir un debate que permita aclarar las ideas por todos los nuevos conceptos que se han puesto sobre la mesa, principalmente en lo que al Responsable de Seguridad, Director de Explotación y Organismos de Inspección se refiere.

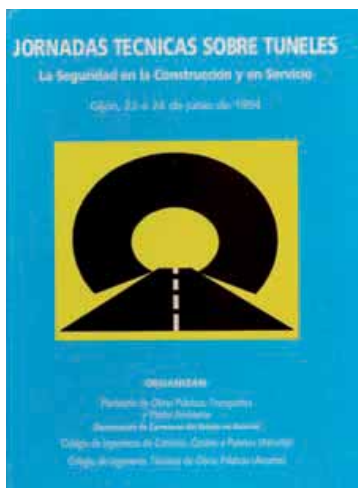
Por último se hace preciso también establecer un foro de discusión en relación al Análisis de Riesgo previsto en el citado Real Decreto y a su Metodología, en consonancia con las normas de buena práctica disponibles. Este Análisis de Riesgo deberá tener en cuenta todos los factores que afecten a la seguridad.

Todos estos asuntos van a ser abordados en el V Simposio bajo la denominación “Seguridad para los túneles del siglo XXI” que se está desarrollando en la ciudad de Bilbao donde actualmente se están ejecutando las obras de la Variante Sur Metropolitana que incluyen la construcción de cinco túneles bitubo con una longitud total superior a 11 x 2 Km.

4. Jornadas técnicas sobre túneles: “La Seguridad en la Construcción y en Servicio”

4.1. Jornadas técnicas

Estas Jornadas se celebraron en la ciudad de Gijón entre los días 22 y 24 de junio de 1994 y como ya se ha dicho constituyeron el I Simposio de Túneles.



Aunque los grandes incendios en los túneles alpinos no acontecieron hasta 1999, en estas Jornadas ya se abordaron muy exhaustivamente la ventilación y los incendios. Las instalaciones deben de poder evacuar de forma segura y rápida los humos y gases producidos tras un incendio, debiendo garantizarse la protección, la evacuación y el rescate, haciendo posible la llegada de los equipos de extinción.

Un año antes de la celebración de las Jornadas, en septiembre de 1993, se iniciaron los ensayos del Memorial Tunnel (Charleston, Virginia) lo que significó el comienzo de una “verdadera” ingeniería en ventilación de túneles al ensayarse distintas configuraciones “tipo” de sistemas de ventilación (longitudinal, transversal, extracción puntual, etc). En Europa ya había empezado también con el proyecto EUREKA 4999 en el que se realizaron una serie de ensayos con el objeto de determinar las curvas de incendio de proyecto.

Hasta ese momento para la caracterización de los fuegos, representada principalmente por la potencia calorífica liberada, se tomaban como referencia, en la mayoría de los países, las recomendaciones dadas por PIARC en 1987 basadas en los estudios de Heselden que se apoyaban en los ensayos realizados en Ofenegg (Suiza, 1965) y Zwenberg (Austria, 1974).

Las Conclusiones fueron presentadas por D. Fernando Hacar Rodríguez, Director Técnico de las Jornadas, adscrito en ese momento a la Demarcación de Carreteras del Estado en Asturias y literalmente se dijo:

“Las jornadas que después de la exposición de estas Conclusiones serán Clausuradas, han permitido que más de 300 técnicos nos reunamos para intercambiar estudios y experiencias sobre la “Seguridad de los Túneles en la Construcción y en Servicio”, considerando que un túnel de una vía de comunicación sólo excavado, sostenido, impermeabilizado, y revestido no será más que un “tubo estable excavado en un terreno”, pero exento de las condiciones mínimas necesarias para poder abrirlo al tráfico que deba de soportar, y para lo cual se construyó.

De la misma forma, si a ese que hemos llamado “tubo estable excavado en un terreno” se le añade posteriormente una serie de artilugios más o menos sofisticados, como unas lámparas, ventiladores, cámaras de televisión, detectores de una u otra sustancia tóxica o de la opacidad del aire,...etc., y dependiendo de la calidad del estudio que de esos aparatos se realice, de la geometría del túnel... etc., podrá ser algo mejor para ese tráfico que debe de soportar, pero como no sea concebido en

su conjunto fácilmente llegaremos a tener lo que podríamos llamar un magnífico “tubo estable lleno de artilugios por el que pasa el tráfico”.

Estas Jornadas nos han permitido intercambiar estudios relativos a la íntima relación existente entre la que suele llamarse “la obra civil” y la otra que habitualmente denominamos “instalaciones”. En esa estrecha relación la que dio origen a estas Jornadas, pues ambas, integradas en una sola, juegan un papel determinante en la Seguridad final del Túnel en Servicio.

Pero también se ha recordado y analizado en estas Jornadas que el túnel se pone en servicio un día determinado, es decir, se “inaugura”, y desde ese momento comienzan a pasar los vehículos, y así durante la vida del túnel. Durante ese largo período de Explotación el túnel debe de ser Conservado para que las condiciones del mismo sean las adecuadas para el tráfico que por él debe de pasar.

Cuando a las 11 de la mañana del 29 de febrero de 1880 se cala el túnel ferroviario de San Gotardo, de 15 km de longitud, la alegría debió ser enorme, el “cale” suponía no sólo la unión de pueblos, sino también el disponer desde entonces de un sistema de ventilación durante la construcción de mayor eficacia. Sin duda, gran parte de los 4.000 trabajadores que llegó a precisar la construcción de ese túnel gozaron desde entonces de unas muy diferentes condiciones de trabajo. Muy posiblemente su constructor incluso habría pensado que el túnel estaba “calado y terminado”, expresión esa que todos conocemos, “túnel calado, túnel terminado”. Por supuesto que muy bien sabía el gran constructor Louis Favre que los problemas continuarían, pero muchos otros se verían significativamente simplificados, de manera que esa expresión tenía entonces una validez notoria.

He recordado este histórico túnel con el fin de resaltar la complicación y sacrificio de las obras tuneleras, siendo un ya muy antiguo pero extraordinario ejemplo de tales dificultades. Los responsables de poner solución a ese cúmulo constante de problemas e imprevistos, suelen también ser los que tienen que ocuparse de resolver los otros, los de las “instalaciones”, y éstas son igualmente complicadas. Y por último, difícil será que ese mismo equipo se ocupe en esos momentos de los aspectos que puedan tener trascendencia en la seguridad en la explotación y conservación.

Por todo ello, las Ponencias presentadas en las Jornadas se han ocupado del estudio de la seguridad en túneles desde los campos de los que antes hemos llamado “obra civil”, “instalaciones”, “conservación y explotación”, pero no consideradas como capítulos distintos de un mismo libro, no!, sino en una concepción integral y única.

En las Ponencias que sobre ventilación e incendios han sido presentadas por los diferentes autores se considera que las instalaciones deben de poder evacuar de forma segura y rápida los humos y gases que se producen tras un incendio de un vehículo en el interior de un túnel, todo ello encaminado a lograr la protección y huida de las personas que en ese momento puedan permanecer en el interior del mismo, el rescate de los que hubieren quedado y la posibilidad de permitir la llegada de los equipos de extinción al lugar del fuego.

Las Ponencias que se han presentado al respecto han puesto de manifiesto los últimos estudios realizados con el fin de fijar unos niveles de riesgo socialmente aceptables, lo que permitirá establecer las bases necesarias para la redacción de los oportunos Proyectos.

Los modelos físico-matemáticos para el estudio del movimiento y temperaturas del aire en un túnel tras un incendio están suficientemente desarrollados, si bien son complejos.

Definir correctamente el caso a estudiar con esos modelos debe ser un primer paso de cuidadoso análisis, pues se podrá lograr reducir incertidumbres en los problemas que con ellos pueden resolverse, debiendo tener en cuenta que los geométricos, tipos de combustión, materiales, situación de ventiladores en el momento del incendio... etc. son los que producirán mayores sensibilidades en la aplicación de esos modelos, por lo que deberán hacerse estudios precisos para que esos datos de entrada sean correctos.

Las reglas simples de ventilación cuando se estudian las situaciones creadas tras un incendio, en el mejor de los casos, tienen una validez muy limitada.

A los muy conocidos ensayos de fuego y humos realizados en la década de los 70 en los túneles de Ofenegg y Zwenberg, y que por ejemplo, determinaron el tipo de ventilación y algunas recomendaciones constructivas y de explotación para el túnel carretero de San Gotardo, de algo menos de 17 km, que fue puesto en servicio en 1980, le seguirán en importancia los que actualmente se están realizando en diferentes países de Europa y América, habiendo podido atender en las exposiciones de los Ponentes la influencia que pueden llegar a tener en la determinación de los sistemas adecuados de ventilación y de ello derivarse la necesidad de unas u otras secciones de túnel.

La repercusión económica en el coste total del metro de túnel ha sido considerada en estas Ponencias, teniendo en cuenta que el sistema de ventilación obliga a secciones estructurales distintas, y por lo tanto, con sostenimientos y revestimientos de diferente costes.

“Que el cemento es a un hormigón lo que la harina a una tarta de frutas, pues la calidad de este pastel depende del confitero” ya lo dijo un importante estudioso del hormigón refiriéndose al cemento.

Que es un material “formáceo” por ser susceptible de ser moldeado para darle la forma apetecida también ha sido dicho con respecto al hormigón.

Y en obras tuneleras esta cualidad formácea adquiere pleno sentido, pero en las situaciones más complejas se precisan además otras condiciones, esa “harina” tiene que poder ofrecer al hormigón resistencias rápidas, durabilidad, resistencia a las aguas agresivas... etc. Hemos tenido ocasión de profundizar en el estudio de los hormigones y microhormigones para resolver esas difíciles situaciones.

Los túneles carreteros y ferroviarios presentan problemas diferenciados en lo que a su seguridad se refiere y en el sentido que en estas Jornadas nos ocupa. La necesidad de prever desde los primeros esbozos de la decisión túnel los sistemas para el mantenimiento se muestran en las Ponencias presentadas referidas a los puntos de vista y sucesos acontecidos en unos u otros tipos de túneles con varios años en servicio.

El riguroso análisis de esos sucesos pone de manifiesto la importancia de considerar desde el primer momento en que se piensa que puede ser conveniente la solución túnel todo ese cúmulo de problemas que pueden irse presentando en la explotación.

Desde luego que los túneles no son eternos, pero la necesidad de apoyarse en la experiencia de lo acontecido incluso en los túneles que podríamos llamar históricos, sí permitirá diseños adecuados para poder satisfacer tanto las exigencias de calidad requeridas como los niveles de seguridad adecuados, e incluso la adaptación de los túneles ya construidos a los diferentes niveles de seguridad que demande la técnica tunelera.

Para concluir, indicaremos que hemos tenido la oportunidad de atender las soluciones y trabajos de algunos túneles muy importantes de Europa y América, incluyendo prácticamente todos los más importantes de España en Servicio o actualmente en construcción.

Deseo terminar señalando que estas Jornadas han sido posibles gracias a las personas que han dedicado su esfuerzo a la Organización en los diferentes Comités, a aquellos que han expuesto sus trabajos en las diferentes Sesiones, a los Moderadores, así como a las Empresas que han colaborado y a todos los participantes.

Señoras y señores, muchas gracias.”

4.2. El revestimiento como garantía de seguridad y mejora de las condiciones de sostenimiento e impermeabilización

Como punto independiente a las conclusiones de las Jornadas de Gijón se incluyen las reflexiones que a continuación se exponen en relación a si los túneles deben revestirse o no con hormigón en masa dado que este asunto fue objeto de amplio debate.

La función de estabilización del terreno después de la excavación queda encomendada al sostenimiento, considerado como un elemento activo, que permite crear un estado de confinamiento en el terreno del entorno de la sección excavada, mejorando las características de éste y soportar en mejores condiciones el estado tensional inducido como consecuencia de la apertura de la excavación.

Efectuar un buen sostenimiento, analizando la necesidad y cuantía del mismo es vital para la durabilidad del túnel y la garantía de la seguridad frente a posibles desprendimientos y fracturas. A pesar de ello se considera esencial proceder a un revestimiento posterior de la sección.

El revestimiento es un anillo de hormigón encofrado que se realiza en el contorno de la sección del túnel, una vez que se ha completado la excavación y sostenimiento, constituyendo su cara interior el paramento visto de la sección.

Los objetivos principales que se pretenden con la ejecución del revestimiento son los siguientes:

- 1) Disponer de un paramento interior en la sección, uniforme y de baja rugosidad, que mejora el rendimiento de los sistemas de iluminación y ventilación instalados en el túnel.

El revestimiento permite, en consecuencia, mejorar el rendimiento de los equipos instalados, y disponer de un mayor nivel de servicio y confort en el túnel, con un menor coste de explotación.

- 2) Establecer unas condiciones adecuadas de estanqueidad en la sección del túnel que disminuyan las filtraciones y eviten el ataque y degradación del sostenimiento, propiciada por la existencia de humedad y de gases agresivos, procedentes de la combustión de los motores en el interior del túnel.
- 3) Con el túnel en servicio los sistemas de auscultación se hacen más complejos. Las medidas de convergencias, control importante en túneles no revestidos, pueden considerarse, en general, imposibles de realizar con la frecuencia deseada. El tener el túnel con el paramento liso, de hormigón del revestimiento, facilita percibir algunas anomalías como por ejemplo la aparición de fisuras.
- 4) En caso de fuego el revestimiento será una protección muy importante de la estructura resistente, incluido el propio terreno.
- 5) En los casos donde se requiere la colocación de lámina de impermeabilización sobre el paramento del sostenimiento, ésta quedaría vista en el interior de la sección si no existiese revestimiento.

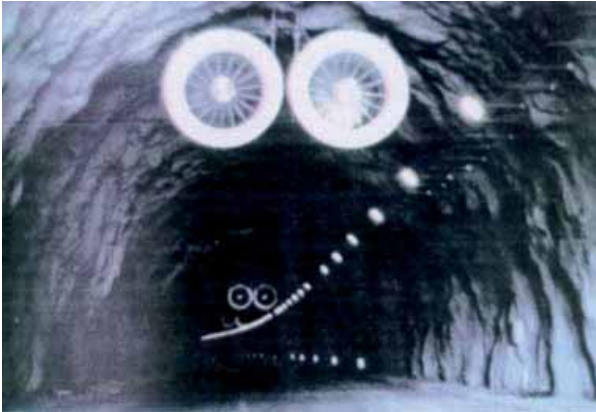
Esta situación puede entrañar una peligrosidad para el tráfico, derivada de la posibilidad de desprendimientos o despegues de la lámina, o de la existencia de accidentes con fuego en el túnel, en los que la lámina podría arder o desprender gases tóxicos y humos.

Estos problemas no se presentan si existe revestimiento en el túnel, ya que la lámina se dispone en sandwich entre el sostenimiento y el revestimiento, impidiendo la llegada de las filtraciones al interior de la sección.

- 6) La existencia del revestimiento supone un notable incremento de la capacidad estructural del sostenimiento colocado, al colaborar con él en la estabilización de la sección excavada, como un elemento adicional que mejora las condiciones de estabilidad del túnel a largo plazo.

Este aspecto puede adquirir mayor relevancia, si se tiene en cuenta que en los sostenimientos actuales una parte de la estabilidad del túnel está encomendada al bulonado, cuya eficacia a largo plazo podría verse afectada por fenómenos de oxidación o corrosión de las barras de acero, o por otros de degradación de los sistema de anclaje, de los que no se conoce exactamente su comportamiento a largo plazo, y su evolución con el tiempo.

Las razones anteriores hacen aconsejable la puesta en obra de un revestimiento en los túneles, lo que constituye una práctica bastante habitual en los países más desarrollados de nuestro entorno, y muy frecuente en el nuestro, sobre todo en los casos de túneles con un elevado nivel de servicio.



Sección de túnel agresiva para el usuario, sin revestimiento de ningún tipo.



Túnel parcialmente revestido. Menos agresivo que sin revestir pero sin llegar al confort del revestido



Túnel revestido. Clave negra y paredes claras. El nivel de iluminación es alto lo que redundará en un mayor nivel de servicio.

A veces, razones de índole económica o presupuestaria, hacen que se prescinda de este elemento, lo que sin duda entraña una reducción del coste del túnel, a la vez que una merma de los estándares de calidad, acabado, y funcionalidad de la obra, lo que en nuestra opinión no debería constituir en ningún caso la pauta a seguir.

Creemos conveniente recomendar la ejecución del revestimiento en los túneles, apuntando que la supresión del mismo debería limitarse estrictamente a casos muy concretos, donde las disponibilidades presupuestarias hicieran imposible acometer su ejecución, o a túneles situados en vías de carácter secundario analizando en

todo caso las razones y la decisión adoptada, en función de las circunstancias concurrentes.

En estos casos, incluso, sería conveniente prever un exceso de gálibo y anchura de la sección, con vistas a la puesta en obra futura de un revestimiento.

Además, dado el carácter singular de una obra de este tipo, el coste de la misma, y la práctica imposibilidad de acometer en ella actuaciones futuras sin cortar el tráfico, se deben establecer unos estándares generosos, que no hipotequen su funcionalidad y nivel de servicio a largo plazo.

Cabe señalar que en un túnel largo siempre se debería proceder a su revestimiento interior ya que al mejorar su aspecto estético y circular el usuario por una obra bien terminada y bien conservada, guiado por una señalización concebida inteligentemente, se reduce notablemente la sensación de claustrofobia que normalmente se produce.

Por último, si bien el coste del revestimiento supone para un terreno de calidad media del orden de un 30% del coste total de la ingeniería civil, hay que tener en cuenta que esto no es del todo real, dado que de no revestir siempre se aconseja, al menos, disponer unas placas en los hastiales del orden de 2 a 3 m de altura y se exige realizar un sostenimiento de mayor dotación con alguna capa adicional de gunita, por lo que el sobrecosto se reduce a un 10/15%. Aún admitiendo que el revestimiento es caro, es oportuno recordar que la imagen de la obra la da siempre la terminación, y escatimar en ello es perjudicial. Los túneles se construyen para los usuarios, por lo que debe emplearse el dinero necesario para que su circulación resulte cómoda. La importancia del revestimiento no se aprecia hasta que no se ve un ejemplo de lo que podría haber sido y no fue.



Túnel en Villanúa. Antes y después de revestirlo

5. II Simposio de túneles: "Explotación, Seguridad, Conservación y Reparación"

El II Simposio se celebró en la ciudad de Jaca entre los días 6 y 8 de mayo de 1998.

Pasados cuatro años desde la celebración de las Jornadas de Gijón el número de túneles de nueva construcción fue aumentando, consecuencia del desarrollo de los distintos Planes de infraestructuras. España está lanzada en su ambicioso plan de autovías y en la mejora sustancial tanto de la Red de carreteras del Estado como de la perteneciente a las Comunidades Autónomas. Está en plena ejecución el Plan Director de Infraestructuras 1993-2007 que además lanza la construcción de una Red ferroviaria de alta velocidad. Ello requiere la construcción de muchos túneles.



Por otra parte la sociedad exige la mejora de los estándares de uso en todos los sentidos, siendo el más importante el de la seguridad. Ello ha propiciado la reparación, mejora y/o reforma de numerosos túneles ya existentes.

Por ello en el Simposio de Jaca se trató de analizar toda la problemática inducida por la Explotación, Conservación y Reparación de túneles en servicio, quedando expresamente excluida la excavación de nuevos túneles, pero no la reforma y reacondicionamiento de los ya existentes.

Se trató de cubrir un campo muy amplio que afectaba muy directamente a todas las personas y entidades implicadas en la gestión de túneles, influyendo en cuestiones tales como la gestión y seguridad del tráfico (especialmente el de mercancías peligrosas), la seguridad frente a incendios, la contaminación ambiental, la reglamentación de la iluminación, la señalización estática y dinámica y la detección automática de incidentes.

Todo ello quedó encuadrado en el gran marco que suponía la construcción del túnel hispanofrancés de Somport de 8.608 m de longitud, que en aquel entonces ya había culminado su perforación y estaban a punto de finalizar los trabajos de ingeniería civil y en fase muy avanzada de redacción el proyecto de instalaciones y equipamientos.



Las Conclusiones fueron presentadas por D. Mariano Ferrando Claver (†), por aquel entonces Jefe de la Demarcación de Carreteras del Estado en Aragón y literalmente dijo:

“¡Muchas gracias! A la hora de preparar un documento que resuma las conclusiones del simposio, nos ha parecido a un grupo de personas que han trabajado en él, de las cuales dos están acompañándonos en esta mesa, que es muy difícil hacer

un paquete de conclusiones tan tremendo como podíamos sacar de este simposio. Ha habido tantos temas y tantas cosas que, al final, se ha elaborado un documento que hemos llamado Recapitulación del Simposio y el cual me toca leer a mí, y yo soy el que menos ha intervenido en su redacción, pero ¡por lo menos intervendré mucho en su lectura!

A la terminación de este Segundo Simposio de Túneles: Explotación, Seguridad y Conservación y Reparación, que hemos celebrado con gran brillantez en la ciudad de Jaca durante estos últimos días, es preciso agradecer a las Autoridades nacionales, autonómicas y locales tanto la presencia con que nos han honrado como las atenciones que nos han dispensado.

Para ser justos, hay que reconocer, primero, y resaltar después, el amplio y documentado contenido de las ponencias desarrolladas que han conseguido enmarcar perfectamente el contenido del simposio y que nos han dado a conocer aspectos singulares de disciplinas poco habituales para una parte de los profesionales de las infraestructuras públicas.

Por otro lado, hay que destacar el alto grado de participación de los expertos en estos temas que, al aportar un elevado número de comunicaciones libres, han hecho necesaria la habilitación de una sala especial, además de la plenaria, para posibilitar su exposición.

No hay duda de que se está creando y extendiendo la que, en el congreso mundial de Monreal de 1995, se denominó ya “Cultura del subterráneo”.

Mención especial merece la visita técnica realizada al Túnel de Somport que ha servido para presentar en sociedad, por lo menos en la nuestra, esta magnífica obra de ingeniería de la que todos sentimos orgullosos y que, en un próximo futuro, podrá ponerse en servicio para potenciar las comunicaciones, no sólo entre Aragón y El Bearn, sino también entre la Península Ibérica y el resto de Europa.

Se ha puesto de relieve que los últimos planes y programas de carreteras han contribuido a aumentar de forma considerable la longitud de la red de gran capacidad del país, fundamentalmente con la construcción de autovías y a la mejora sustancial del conjunto de la Red de Interés General del Estado. Lo mismo ha ocurrido con la construcción de líneas ferroviarias de alta velocidad, como la Madrid-Sevilla y ahora la Madrid-Zaragoza-Lérida-Barcelona-frontera que supondrá un notable incremento de la longitud de nuevos trazados ferroviarios.

Las características geográficas de nuestro país, los parámetros geométricos de los trazados actuales y el objetivo de minimizar el impacto medioambiental han llevado a aumentar considerablemente el patrimonio de nuestros túneles. Patrimonio que alcanza la cifra de 4.760 túneles, con una longitud del orden de 2.600 kilómetros. En la Red de Carreteras dependiente del Estado existen casi 150 túneles, con una longitud del orden de 100 kilómetros, que deben ser atendidos y gestionados de manera que se pueda garantizar una aceptable seguridad del tráfico frente a fenómenos diversos como, entre otros, incendios, accidentes de vehículos y especialmente los que transportan mercancías peligrosas.

En la red ferroviaria se contabilizan unos 2.400 túneles, mientras que existen otros 1.800 de funcionalidad hidráulica. Todo ello sin contar con las distintas redes de metro y otras infraestructuras.

Las cada vez mayores exigencias para los parámetros de seguridad que las distintas Administraciones van imponiendo a la hora de definir las infraestructuras a cielo abierto, se están aplicando de forma similar en la racionalización de las medidas a poner en juego para conseguir la seguridad en el interior de los túneles. Estas medidas deben tener en cuenta un amplio abanico de disciplinas, que van desde la geometría y trazado, hasta medidas para disminuir la claustrofobia, pasando por la iluminación, ventilación, señalización, infraestructuras de seguridad, circuito cerrado de televisión, radiocomunicaciones, detección automática de incidentes, telefonía, detección de incendios, drenajes, etc.

Cabe pensar para ello en la intervención de comisiones interministeriales en las que deberían intervenir, junto con los organismos titulares de estas infraestructuras, los servicios de tráfico, de protección civil, sanidad, Administración Local, etc. para elaborar y llevar a cabo los planes de intervención y evacuación en emergencias producidas por accidentes de todo tipo.

En cualquier caso, la heterogeneidad de los túneles que componen este patrimonio viene a exigir la disposición de inventarios minuciosos de todos los túneles, tal como se está llevando a cabo en las distintas Administraciones, y que pongan de manifiesto sus características y fundamentalmente sus dificultades y carencias, para poder realizar una clasificación adecuada en cuanto a su localización, tipo de carretera, longitud, volúmenes de tráfico, tipo de sostenimiento, existencia o no de revestimiento, impermeabilización, tipo de iluminación, tipo de ventilación o inexistencia de ella, analizadores de monóxido de carbono – opacímetros, equipa-

mientos de detección de incendios, lucha contra el fuego y contra el humo producido en caso de incendio, existencia de vigilancia televisada, postes S.O.S., pulsadores de alarma, medidas para la evacuación de vertidos contaminantes, detección automática de incidencias, gestión centralizada, planes de intervención y evacuación, etc.

Esta base de datos e inventario está permitiendo la racionalización de la explotación de los distintos tipos de túneles y la posibilidad de elaborar un catálogo mínimo de operaciones a realizar para un mantenimiento y conservación adecuados a las condiciones de uso y seguridad que deben presentar frente a los posibles riesgos. No olvidemos que todo túnel de longitud mayor de 350 metros supone un riesgo relevante en caso de incendio por el elevado número de personas que pueden verse implicadas.

Una vez realizado este trabajo de puesta al día del inventario del patrimonio existente, sería conveniente armonizar los criterios de concepción y diseño: pendientes máximas, geometría, gálibos, equipamientos y mínimos a emplear, recomendaciones de explotación, planes de evacuación, etc. El acierto en el proyecto de un túnel y de sus equipamientos condiciona básicamente el acierto en su explotación funcional y segura, y en la estética y confort que percibirá el usuario.

El importante capítulo que suponen las actuaciones y operaciones de explotación y conservación en las que deben hacerse frente a problemas muy diversos, exige primordialmente la preparación y formación del personal que ha de llevar a cabo el desarrollo de estas actuaciones tan específicas, no habituales en el mercado general de trabajo.

La explotación supone el conjunto de servicios que han de ponerse a disposición de los usuarios de la obra y que tendrá un nivel de costes en consonancia con su importancia, contando siempre con el nivel correspondiente a una exigencia de seguridad mínima a considerar.

La conservación comporta dos vertientes diferenciadas; la preventiva y la correctiva. La primera, supone realizar el mantenimiento de las estructuras y equipos de forma más adecuada al objetivo de mantenerlos en condiciones de funcionamiento acordes con las prestaciones que se les exigen. Mientras que la segunda, supone unas obras de mayor envergadura que pueden ir desde la sustitución de elementos deteriorados o averiados hasta reparaciones de gran magnitud en la obra civil.

Ambas vertientes son necesarias para mantener las condiciones de funcionalidad, estética, confort y seguridad previstas en el diseño del proyecto o las que se pretendan implantar como necesaria mejora de aquéllas.

¿Cabría pensar en la posibilidad de creación de un órgano específico de apoyo técnico cuyo objetivo fuera armonizar en su conjunto toda la problemática expuesta? En caso afirmativo, entre otras cosas, es evidente que debería estar dotado de los fondos necesarios para cumplir con las tareas de coordinación, investigación y aplicación de normas y recomendaciones existentes o para elaborar las que se precisen para alcanzar el objetivo de un diseño adecuado y una correcta explotación de nuestros túneles, así como su mantenimiento y conservación. ¡He terminado!”

6. III Simposio de túneles: “Las Nuevas Tecnologías, Métodos y Soluciones aplicados a la Explotación”

El III Simposio se celebró en la ciudad de Pamplona durante los días 5, 6 y 7 de febrero de 2003.

En esta nueva convocatoria se trataba de dar a conocer las novedades acontecidas en el campo de la seguridad y la atención al usuario, aspectos que cada día se hacían más necesarios en cualquier tipo de túnel, máxime tras los desgraciados accidentes acaecidos en los de Montblanc, Tauern y San Gotardo.



El futuro para los túneles viarios ya estaba marcado y pasaba por la aplicación de las nuevas tecnologías, abordándose además la eficacia que los sistemas de seguridad instalados en un túnel tienen para la prevención, detección y evacuación, si fuese necesaria, de los usuarios. La iluminación, ventilación, señalización, infraestructuras de seguridad, circuitos cerrados de televisión (CCTV), radiocomunicaciones, Detección Automática de Incidentes (DAI), telefonía, detección de incendios, drenajes, la propia información al usuario,, fueron tema de reflexión y de debate.

Las conclusiones fueron presentadas por D. Emilio Leo Ferrando, afecto a la Unidad de Protección Civil de la Subdelegación del Gobierno en Huesca y literalmente dijo:

“Al terminar este III Simposio de Túneles: Las Nuevas Tecnologías, Métodos y Soluciones aplicadas a la Explotación de Túneles, que hemos celebrado con gran brillantez en la ciudad de Pamplona durante los tres últimos días, es preciso agradecer a los responsables de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento y, de la Asociación Técnica de la Carretera la organización del mismo. A las Autoridades nacionales, autonómicas y locales su presencia, y en especial a nuestros anfitriones, del Gobierno de Navarra, también participe organizador, y del Ayuntamiento de Pamplona tanto su hospitalidad como las atenciones que nos han dispensado.

En primer lugar hay que resaltar el amplio y documentado contenido de las ponencias presentadas que han abarcado todo el espectro de las últimas investigaciones y desarrollos tecnológicos en el diseño y explotación de los túneles, y que nos han permitido discutir aspectos relevantes sobre la eficacia de las nuevas tecnologías aplicadas a la seguridad.

Por otro lado es justo destacar el alto grado de participación de los diferentes expertos en este campo, que al aportar un elevado número de comunicaciones libres, han hecho necesaria la habilitación de tres salas especiales, además de la plenaria, para posibilitar su exposición.

Se ha puesto de manifiesto que los trágicos accidentes ocurridos en Mont Blanc, Tauern y San Gotardo, han supuesto un revulsivo en la cultura del túnel, dando lugar a una revisión en profundidad de los conocimientos adquiridos e impulsando el desarrollo de nuevas normativas y proyectos de investigación relacionados con la seguridad de la obra subterránea, en especial aquellos que tienen como objetivo la prevención de sucesos críticos.

Prácticamente todos los aspectos del túnel han sido revisados durante los casi cuatro años transcurridos desde que acaeció el incendio del Mont Blanc. Son muchos los logros alcanzados en el campo de la prevención de riesgos en general y en particular en el riesgo de incendio. De una parte se ha trabajado en mejorar la sensibilidad y fiabilidad de los equipos y, de otra en el desarrollo de potentes herramientas asociadas a las nuevas tecnologías de comunicaciones para el control y supervisión de las instalaciones.

También se ha abordado el tema de la explotación como factor determinante para mantener un nivel elevado de seguridad. Los nuevos equipamientos e instalaciones están introduciendo una creciente complejidad en la gestión del tráfico, que requiere para su manejo el conocimiento de los principios básicos que regulan su funcionalidad.

A estos avances técnicos se han unido decisiones políticas para dar respuesta a la creciente demanda social sobre seguridad en los pasos subterráneos. Muchos países han revisado sus normativas o están en vías de hacerlo.

Estamos por tanto en un momento de oportunidad en el que confluyen todas las circunstancias necesarias para avanzar notablemente hacia un futuro más seguro para los usuarios de los túneles.

De todos estos progresos hemos tenido cumplida información en el Simposio. Se han visto los avances normativos sobre la seguridad en los túneles de carretera, y la necesidad de armonizar criterios sobre requisitos mínimos en todos los países. Es reseñable los nuevos contenidos en cuanto a condiciones de control y gestión de las posibles emergencias que incluyen las actuales propuestas legislativas.

Hemos constatado los avances en seguridad relacionados con la geometría, la estabilidad de las estructuras frente al fuego, las infraestructuras para la evacuación y auxilio de las personas, las instalaciones de detección y control de riesgos, el desarrollo de sistemas expertos de apoyo a la decisión para la gestión de crisis, y las técnicas de información a los usuarios.

Se ha hecho patente la necesidad de considerar la seguridad como un proceso integral que va desde el diseño de la obra hasta las medidas para orientar a los usuarios sobre su utilización, pasando por su construcción, puesta en funcionamiento y explotación.

Se han presentado estudios sobre la importancia del factor humano en la explotación de los túneles pero todavía no existen herramientas de alta tecnología que faciliten el entrenamiento. El incremento de los sistemas inteligentes, requiere una operación especializada para alcanzar la efectividad del esfuerzo científico. Por ello se hace preciso desarrollar programas de simulación que faciliten la formación de los futuros operadores y hagan posible una conjunción perfecta del binomio hombre-tecnología en la explotación de túneles.

El camino avanzado es grande, a pesar de que aún queda mucho por recorrer. En primer lugar sería deseable que se crearan comisiones interministeriales para el estudio sobre la adaptación de las normativas nacionales (IOS 98) a la propuesta de Directiva Europea, y sus implicaciones a diferentes niveles. Estas comisiones deberían tener una continuidad para incorporar a los textos normativos los avances técnicos de cada momento.

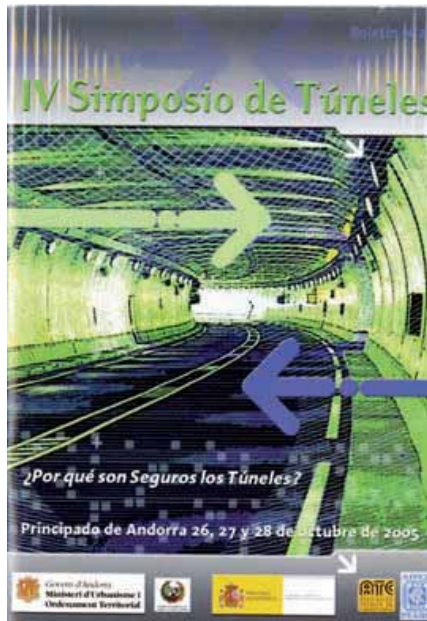
Mención especial merece la visita técnica realizada al eje viario de Pamplona a Francia por Irún donde hemos podido apreciar el esfuerzo acometido por la Comunidad Autónoma para dotarse de unas buenas comunicaciones transfronterizas. Esta vía de comunicación que ya en su origen fue concebida con amplios parámetros de diseño, se ha ido adaptando a lo largo de su construcción a las crecientes demandas medioambientales y de seguridad modificando parte de su trazado e incorporando seis túneles en la totalidad de su longitud que disponen de los últimos avances tecnológicos en la gestión para la explotación y la seguridad de los usuarios.

Por último solo nos resta destacar la calidad del programa de acompañantes, que les ha permitido acercarse tanto a lugares cargados de historia y tradición como a los hitos más señalados de la cultura actual.”

7. IV Simposio de túneles: “¿Por qué son seguros los túneles?”

El IV Simposio se celebró en el Principado de Andorra durante los días del 26 al 28 de octubre de 2005.

Siguiendo las directrices establecidas en el Libro Blanco de la Comisión Europea, en abril de 2004 se aprobó la Directiva Comunitaria sobre Seguridad en Túneles con el fin de armonizar las normas mínimas de seguridad y establecer las condiciones que garanticen un alto nivel de seguridad para los usuarios de los túneles, especialmente los de la red transeuropea.



Si bien para alcanzar un alto grado de seguridad en los túneles es fundamental dotarlos de los más avanzados sistemas de equipamiento e instalaciones, todo ello abordado en la Directiva que establece dieciséis parámetros que han de tenerse en cuenta a la hora de definir los proyectos, no es menos importante la utilización de un Sistema Inteligente de Transporte y el establecimiento de una Documentación de Seguridad que describirá las medidas preventivas y la salvaguarda necesarias para garantizar la seguridad de los usuarios y antes de la puesta en servicio del túnel, deberá asegurarse la organización, los recursos humanos y materiales y las instrucciones que aporte el gestor para garantizar su funcionamiento y mantenimiento.

El aprovechamiento de la experiencia adquirida a lo largo de la explotación, así como la realización de simulacros periódicos, permitirán reacciones rápidas y eficaces ante situaciones de emergencia, que por otra parte deberán quedar recogidas en la redacción de un Plan de Intervención y Seguridad.

Pues bien, todos estos asuntos que hacen que los túneles sean cada vez más seguros son los que se debatieron en el Simposio de Andorra.

Las conclusiones en esta ocasión fueron igualmente presentadas por D. Emilio Leo Ferrando y literalmente dijo:

“Al finalizar el IV Simposio de Túneles que se ha celebrado desde el miércoles hasta hoy bajo la denominación ¿Por qué son seguros los túneles? es obligado y necesario agradecer su organización a los responsables del Ministeri d’Urbanisme i

Ordenament Territorial del Govern d'Andorra, de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento y de la Asociación Técnica de la Carreteras. A las autoridades españolas, su presencia, y a las andorranas, del Govern y de la localidad de Sant Julià de Loria, además, su acogida y hospitalidad.

Muchas cuestiones son destacables de este Simposio. En primer lugar su consolidación, como lo atestigua la masiva respuesta que ha tenido entre los profesionales involucrados en la seguridad de los túneles que han acudido superando la ya numerosa participación de citas pasadas. En segundo lugar, la calidad de los ponentes y el interés que han despertado las numerosas ponencias y comunicaciones que han obligado a elaborar un programa muy denso y la importante presencia de empresas que con su participación han facilitado la realización de este Simposio.

Se ha constatado la creciente utilización de las nuevas tecnologías y de los sistemas inteligentes para incrementar la seguridad y la necesidad de disponer de un método determinista que permita la cuantificación de la seguridad en túneles. Es de destacar en este sentido la investigación de la comunidad científica para aplicar el método de cálculo estructural basado en los estados límites y coeficientes de seguridad a las instalaciones de ventilación.

De igual modo los métodos de análisis cuantitativos de riesgos se están manifestando de gran utilidad para evaluar las consecuencias ante las diferentes estrategias de explotación (paso de mercancías peligrosas o no, etc.) y facilitar la toma de decisiones.

Ha sido clarificadora la síntesis de las experiencias europeas en el camino a seguir para alcanzar un verdadero sistema de gestión de la seguridad. Estos aspectos, recogidos en la Directiva Comunitaria 2004/54/CE, se centran: en la implicación de todos los actores y la definición clara de sus responsabilidades, en la elaboración de un documento único de seguridad, en la exigencia de unas medidas y equipamientos mínimos, en la necesidad de disponer de una metodología de análisis de riesgos detallada y bien definida, en el establecimiento de procedimientos para verificar la seguridad antes de la puesta en servicio y durante la explotación y en la obligación de adquirir experiencia de los accidentes e incendios y de los ejercicios periódicos.

Se ha pasado revisión a los diferentes materiales constituyentes de la obra civil en lo que atañe a la seguridad. Tradicionalmente el hormigón estructural se ha mani-

festado como un buen material frente al fuego, comportamiento que puede mejorarse con la aplicación de nuevos materiales en los revestimientos.

Una parte importante del programa se ha dedicado a exponer los avances tecnológicos en las instalaciones de seguridad (sistemas de diluvio, cobertura radioeléctrica, sistemas de radar avanzado para control de la velocidad, sistemas de detección precoz de incendios e incidentes) haciendo énfasis en la necesidad de integrar todos estos subsistemas en el sistema de gestión técnica centralizada para la mayor eficacia de los mismos. En los casos de explotación centralizada de varios túneles se ha visto que una homogeneización de los equipamientos de seguridad y control garantiza una mejora en el mantenimiento y en la eficacia de la gestión.

Se ha repasado la importancia de la coordinación entre los trabajos de obra civil y de instalaciones y la necesidad de comprobar con ensayos de diferentes niveles la respuesta del conjunto de la obra en estado de funcionamiento en situación de normalidad y de emergencia. Igualmente es de vital importancia la utilización de simuladores de diferentes escenarios de incidentes y emergencias y la realización de simulacros previos a la apertura y durante la vida de la obra que verifiquen la integración de la ingeniería humana en el sistema túnel. Por otro lado los sistemas de gestión de incidencias son valiosos para la obtención de experiencias y la generación de conocimiento.

Otro aspecto señalado es el hecho de que el túnel forma parte de la red de carreteras, por tanto cualquier incidente en el interior o en sus proximidades requiere la puesta en marcha de planes de gestión de tráfico que contemplen esta singularidad.

Con el objetivo de informar a los conductores sobre las normas básicas de seguridad para circular por los túneles basadas en el análisis del estado de estas infraestructuras, la Comisión Europea ha apoyado el Programa de Evaluación de Túneles (EuroTAP) desarrollado por los principales clubes de automovilistas y viajeros. También son interesantes los resultados del estudio experimental sobre comportamiento en túneles que muestran, entre otras cosas, la sobrecarga mental que ejercen estas infraestructuras en los conductores.

En varias ponencias y comunicaciones se han mencionado las experiencias de nuevos túneles recién construidos o en obra (M-12 Eje Aeropuerto, Monrepós, Sant Antoni y Grau de la Sabata, L'Ollería, Guadarrama, Variante Sur de Bilbao, Las Palmas de Gran Canarias y Vallvidriera). Es destacar la experiencia del Principado

de Andorra que se ha constatado en la visita técnica realizada a los túneles de Pont Pla y de las Dos Valiras que demuestra el esfuerzo acometido por el Govern para responder a las necesidades de desarrollo. En este contexto, para velar por la seguridad de las obras emprendidas y planificadas, se ha constituido el Comité de túneles de Andorra.

Finalmente se han presentado los trabajos que se están desarrollando para la realización del paso de mercancías peligrosas por túneles.

No quisiera terminar si hacer una referencia especial al programa cultural que tras la inauguración se abrió con una magnífica colección de piezas líricas y que se ha prolongado para los acompañantes con diversas visitas de interés.”

8. V Simposio de Túneles: “Seguridad para los túneles del siglo XXI”

Ya ha pasado mucho tiempo desde que en junio de 1994 se organizaron en Gijón las Jornadas Técnicas sobre Túneles con referencia a la Seguridad en la construcción y en servicio. Aunque cuando la celebración del IV Simposio ya estaba aprobada la Directiva Comunitaria sobre Seguridad en túneles, es con el Real Decreto 635/2006, de 26 de mayo, sobre requisitos mínimos de seguridad en los túneles de carreteras del Estado, y posteriormente con otras Normas similares adoptadas en el seno de diversas Comunidades Autónomas, cuando ya se hace obligatorio para los túneles en proyecto, en construcción y en servicio el cumplimiento de unas medidas que suponen una nueva cultura en la ingeniería de los túneles y exigen una no despreciable capacidad inversora al propietario de la infraestructura para lograr su adaptación en el horizonte de 2014.

Se es muy exigente en los condicionantes que deben ser cumplidos para la aprobación de los proyectos, del manual de explotación y para la autorización de la puesta en servicio de un túnel así como para sus modificaciones, siendo obligatoria la realización de simulacros periódicos.

Por otra parte con la determinación que se establece para acotar las responsabilidades de los distintos intervinientes en todo el proceso de la vida de un túnel, desde su concepción hasta los momentos de la puesta en servicio y en explotación, es preciso abrir un debate que permita aclarar las ideas por todos los nuevos conceptos que se han puesto sobre la mesa, principalmente en lo que al Responsable de Seguridad, Director de Explotación y Organismos de Inspección se refiere.

Por último se hace preciso también establecer un foro de discusión en relación al Análisis de Riesgo previsto en el citado Real Decreto y a su Metodología, en consonancia con las normas de buena práctica disponibles. Este Análisis de Riesgo deberá tener en cuenta todos los factores que afecten a la seguridad.

Para abordar todos estos asuntos, ya en el marco de la Normativa específica vigente, es por lo que la Asociación Técnica de Carreteras ha convocado este V Simposio de Túneles bajo la denominación “Seguridad para los túneles del siglo XXI”.

Ya en estos momentos en España existe un gran número de túneles, 405 * en la red del Estado con una longitud total de 214,5 km de los que 34 tienen una longitud superior a los 1.000 m (algunos con doble tubo por ser de autovía). Además también existe un importante número en la red de las Comunidades Autónomas, estando a la cabeza Cataluña con aproximadamente 100 túneles con una longitud total de unos 52 km. También hay una presencia importante de estas infraestructuras en el País Vasco, destacando en la Autovía A-1 los túneles de Arlabán, Gallástegui, San Marcial, Lezarri e Ikastaundi con longitudes respectivas de 3.370 m, 2.370 m, 1.400 m, 1.200 m y 1.200 m. El total de túneles en el tronco de la autovía A-1 es de 11 con una longitud total de 12.230 m más 4 túneles sencillos en el enlace de Máltzaga cuya longitud varía entre 100 y 200 m. Por otra parte actualmente se están ejecutando las obras de la Variante Sur Metropolitana de Bilbao que incluyen la construcción de 5 túneles bitubo con una longitud total superior a 11 x 2 km. Por último se deben mencionar los túneles de La Laja, con una longitud de 1.250 m en Gran Canaria, el túnel de Soller, con una longitud de 3.023 m en Baleares, el túnel de Belate en Navarra con una longitud de 2.900 m y el túnel de Bielsa con 3.070 m en Aragón, además de los innumerables túneles urbanos donde hay que destacar los de la calle 30 en Madrid.

* además hay en proyecto o construcción otros 32

A continuación se adjunta la relación de los túneles de la red del Estado con más de 1.000 m de longitud.

NOMBRE TÚNEL	CTRA	L	NOMBRE TÚNEL	CTRA	L
Túnel Calzadas Superpuestas	M-40	1.020	Somacocha 1 (sentido Santander)	A-67	1.510
Túnel de Sant Pere de les Maleses	N-260	1.024	Túnel de Barrios 1	AP-66	1.569
Túnel de Sartego 2	AP-9	1.044	Túnel de Barrios 2	AP-66	1.569
Túnel de Sartego 1	AP-9	1.044	Somacocha 2 (sentido Palencia)	A-67	1.590
Casares 2	AP-7	1.063	Eje Aeropuerto 1	M-12	1.714
Casares 1	AP-7	1.070	Túnel de el Padrun 2	A-66	1.723
Túnel de Mont-Ros 2 derecha	A-26	1.072	Eje Aeropuerto 2	M-12	1.762
Pedredo 1	A-67	1.100	Túnel de el Padrun 1	A-66	1.782
Pedredo 2	A-67	1.100	Loma de Bas (sentido Vera)	AP-7	1.796
Túnel de l'Argenteria	N-260	1.100	Loma de Bas (sentido Cartagena)	AP-7	1.797
Torre del Bierzo 2	N-VI	1.110	San Juan 1	A-7	1.840
Túnel del Bruc 1	A-2	1.111	San Juan 2	A-7	1.840
Túnel de Mont-Ros 2 izquierda	A-26	1.112	Túnel de Fabares-La Llomba	A-64	2.143
Autovía El Palmar-Alcantarilla	MU-30	1.125	Túnel de Fabares-La Llomba	A-64	2.165
Autovía El Palmar-Alcantarilla	MU-30	1.125	Túnel de Cantalobos	A-7	2.170
Túnel de Torrox 1	A-7	1.148	Nievares 1	A-8	2.361
Túnel de Torrox 2	A-7	1.152	Nievares 2	A-8	2.387
Túnel de Miravete 1	A-5	1.178	Túnel del Puerto de Piqueras	N-111	2.444
Túnel de Miravete 2	A-5	1.195	Gedo 1	A-67	2.500
Sierra del Aguilon (sentido Cartagena)	AP-7	1.198	Gedo 2	A-67	2.500
Sierra del Aguilon (sentido Vera)	AP-7	1.209	Túnel Folgoso 1	A-52	2.551
Brañaviella 1	A-8	1.240	Túnel Folgoso 2	A-52	2.561
Brañaviella 2	A-8	1.240	Túnel de Guadarrama 1	AP-6	2.850
Túnel del Pando 1	AP-66	1.243	Túnel de Guadarrama 3	AP-6	3.148
Túnel de Fabar 1	A-8	1.360	Túnel de Guadarrama 2	AP-6	3.340
Túnel de Fabar 2	A-8	1.362	Túnel del Negron 1	AP-66	4.150
Marchante 2	A-7	1.370	Túnel del Negron 2	AP-66	4.210
Marchante 1	A-7	1.370	Túnel "Juan Carlos I"	N-230	5.200
Túnel 1 del Alto Aragón	N-330	1.449	Túnel de Viella	N-230	5.230
Túnel del Pando 2	AP-66	1.469	Túnel de Somport	N-330	8.608

* (ver nota inferior)

Algunos de los túneles de longitud superior a 1.000 m, puestos últimamente en servicio son los siguientes:



Túnel de Fabar. 2002
L: 1.362 m



Túnel de Somport. 2003
L: 8.608 m



Túnel de Pedredo. 2005
L: 1.100 m



Túnel de Gedo. 2005
L: 2.500 m



Túnel de Viella. 2007
L: 5.200 m



3º Túnel de Guadarrama. 2007
L: 3.148 m

* En Internet en Wikipedia, la enciclopedia libre, se encuentra una relación de los túneles más importantes actualmente existentes en España: de carretera, ferroviarios, de metro e hidráulicos, así como los que están en proyecto o estudio.

V SIMPOSIO DE TÚNELES

SEGURIDAD PARA LOS TÚNELES DEL SIGLO XXI



Túnel de Marchante. 2007
L: 1.400 m



Túnel de Piqueras. 2008
L: 2.444 m



Túnel de Cantalobos. 2009
L: 2.170 m



Túnel de Bracons. 2009
L: 4.556 m



Túnel de Arlabán. 2009
L: 3.370 m



Remodelación Túnel de Bielsa. 2010
L: 3.070 m

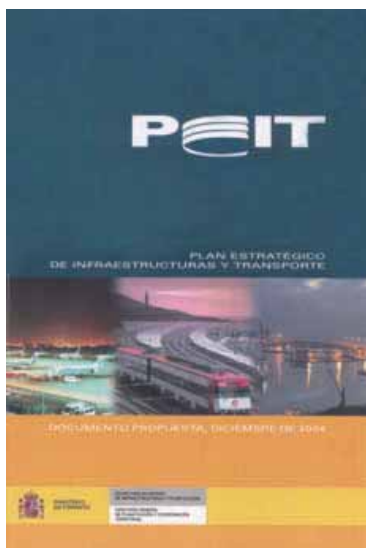
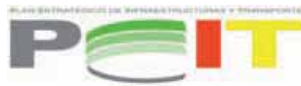
El Real Decreto 635/06 sobre requisitos mínimos de seguridad en los túneles de la red de carreteras del Estado, establece en su Disposición transitoria tercera “túneles en servicio” que la Autoridad Administrativa, previa inspección, deberá aprobar las medidas correctoras o modificaciones que requieran aquellos túneles que se encuentren en explotación y no cumplan los requisitos de seguridad en él indicados. La adecuación de los túneles incluidos en la red transeuropea de carreteras deberá haber concluido antes del 30 de abril de 2014, o antes del 30 de abril de 2019 para los que no lo son o cuando se cumpla el supuesto del punto 7 del artículo 11 de la Directiva 2004/54/CE.

Como ya se ha dicho actualmente existen en la Red de Carreteras del Estado 405 túneles, de los que 238 pertenecen a la Red Transeuropea.

TÚNELES	Nº DE TÚNELES		
	L > 500	L < 500	TOTALES
Red transeuropea	113	125	238
Resto	37	130	167
TOTAL	150	255	405

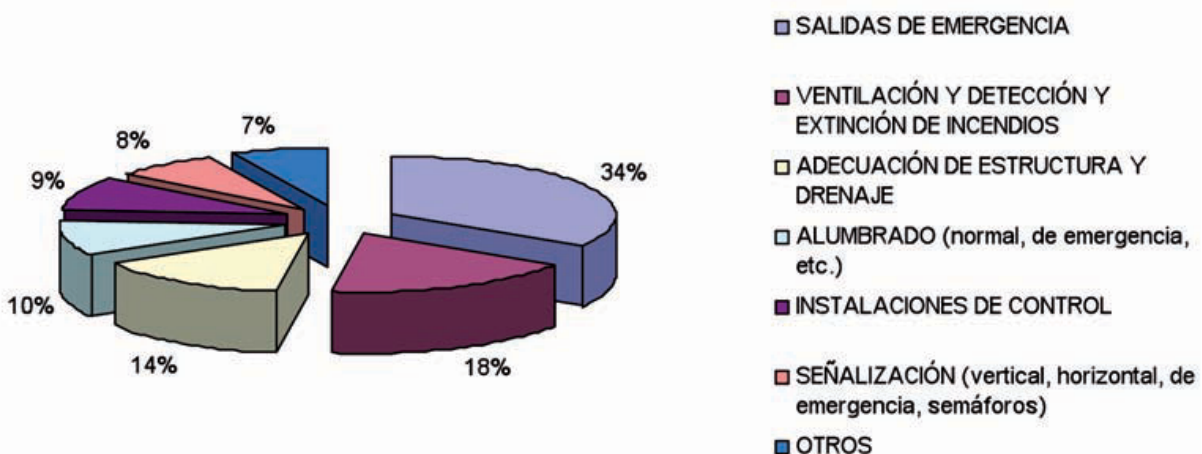


Realizado el inventario y la inspección de todos los túneles de la Red de Carreteras del Estado, 125 túneles ya cumplen con todos los requisitos de seguridad establecidos en la normativa, mientras que 280 requieren actuaciones que precisan la elaboración de un proyecto previo, y son los que se incluyen en el Plan para la adecuación de los túneles de la Red de Carreteras del Estado que queda integrado en el PEIT, Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte.



De estos 280 túneles, 109 pertenecen a la Red Transeuropea.

Las principales actuaciones que se plantean son: Salidas de emergencia, Sistemas de detección y extinción de incendios, Adecuación de la estructura y Alumbrado.



Las actuaciones incluidas en el Plan suponen una inversión del orden de 357 M€, aunque en la situación actual y con criterios de austeridad habrá que realizar una revisión más profunda del cumplimiento del R.D. y de la Directiva, identificando los problemas clave, definiendo las prioridades para implementar las medidas de seguridad necesarias y eligiendo medidas alternativas complementarias, armonizando una metodología de análisis de riesgo detallada y bien definida, en consonancia con las normas de buena practica disponibles.

En los primeros años la inversión será menor debido a la necesidad de redactar proyectos y licitar las obras. En los dos primeros años, 2008 y 2009, se ha efectuado una inversión anual media de 24 M€.

Los grandes temas que van a ser sometidos a debate en este V Simposio son los siguientes:

- “La Seguridad. Diversos puntos de vista para abordarla”
(Modelos de riesgo, El Manual, Presencia de agua)
- “Modernización de los túneles y adaptación a la Normativa”
- “Operación, Explotación y Emergencias”
- “Análisis de Riesgo, Nuevas Tecnologías y Materiales para la Seguridad”
- “La Seguridad en los túneles. Una visión en la experiencia”
(el Factor Humano, la Señalización, el Diseño)
- “Los túneles en Bizkaia”
- “Los Responsables en la Gestión y en la Seguridad del túnel”
- “La Seguridad una visión multidisciplinar”

Bibliografía:

- Conclusiones de las jornadas técnicas sobre túneles: “La Seguridad en la Construcción y en Servicio”. Gijón junio de 1994. Fernando Hacar Rodríguez.
- Conclusiones del II Simposio de túneles: “Explotación, Seguridad, Conservación y Reparación”. Jaca mayo de 1998. Mariano Ferrando Claver (†).
- Conclusiones del III Simposio de túneles: “Las Nuevas Tecnologías, Métodos y Soluciones aplicados a la Explotación”. Pamplona febrero de 2003. Emilio Leo Ferrando.
- Conclusiones del IV Simposio de túneles: “¿Por qué son seguros los túneles?”. Andorra octubre de 2005. Emilio Leo Ferrando.
- “Diseño del túnel perfecto”. Seguridad Vial y el Programa EURORAP.

Valencia mayo de 2004. Rafael López Guarga.

- “Contexte des incendies dans les tunnels routiers”. Journée d’information sur le diagnostic des bétons incendiés. Bron, jeudi 26 janvier 2006. Didier Lacroix.
- “La Directiva Europea sobre seguridad de Túneles y los Sistemas ITS relacionados”. ITS (Seminario Internacional de Túneles). Santiago de Chile, 16 y 17 de abril de 2009. Pierre Schmitz y Rafael López Guarga.
- Reunión del Comité C4 de PIARC. Madrid, marzo de 2009. Rafael López Guarga.
- “Nacimiento de la Asociación Internacional Permanente de los Congresos de Carretera (AIPCR)”. Revista Routes-Roads, 2008, nº 342. Jean-François Corté.