

## COMITÉ TÉCNICO 4.4 – TÚNELES

### 4.4.1. Medidas para aumentar la resiliencia de los túneles

#### Estrategias / Objetivos

- Utilizar la experiencia actual en la gestión de túneles para desarrollar las mejores prácticas de diseño y construcción para la operación de túneles de carretera.
- Establecer criterios para el diseño y construcción de túneles más resilientes para la operación de túneles de carretera.
- Identificar medidas de resiliencia con respecto a las medidas de reducción de riesgos y los métodos de gestión de riesgos asociados.
- Fomentar la coordinación con otros CTs y GEs, como C.T. 1.4 Cambio Climático y Resiliencia de la Red de Carreteras, C.T. 2.4 - Operación de las Red de Carreteras/ITS, C.T.3.1 - Seguridad Vial, G.E.3.1 – Seguridad de la Infraestructura Vial y del Transporte, y G.E.4.1 - Estándares de Diseño de Carreteras.

En los últimos ciclos se ha tratado el tema de las mejores prácticas en diseño y construcción en diferentes informes como, por ejemplo, "Apartaderos y protección contra obstáculos laterales - Prácticas actuales en Europa (2016R16EN)". En estos informes, la atención se centró principalmente en la seguridad de los usuarios y en las medidas asociadas para aumentar la seguridad.

En este tema, la nueva atención debería centrarse en aumentar la resiliencia del sistema de túneles, es decir, medidas para aumentar la disponibilidad del túnel para los usuarios y medidas para aumentar la robustez (construcción y funcionamiento) del túnel.

Los trabajos anteriores de PIARC sobre evaluación y gestión de riesgos incluyen informes como, por ejemplo, "Análisis de riesgos para túneles de carretera (2008R02EN)" y "Enfoque integrado para la seguridad de los túneles de carretera (2007R07EN)". Para los túneles existentes, varios países han investigado la posibilidad de utilizar medidas de reducción de riesgos como alternativa a las medidas estructurales que son muy costosas o técnicamente imposibles de aplicar. Este tipo de medidas podrían aplicarse temporalmente, siempre que los responsables de la toma de decisiones puedan demostrar un nivel equivalente de seguridad a través del análisis de riesgos. Los métodos de gestión de riesgos descritos en los informes existentes se actualizarán con respecto a las mejores prácticas para la identificación de medidas alternativas de reducción de riesgos y medidas de resiliencia.

El enfoque consistiría en un examen de la bibliografía y una nota informativa que incluya una colección de estudios de casos para reunir las mejores prácticas. Se redactaría un informe completo que incluiría las conclusiones.

Resultados	Plazos previstos
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión bibliográfica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enero de 2021</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nota informativa que incluya la colección de estudios de casos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enero de 2022</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informe completo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marzo de 2023</li> </ul>

#### 4.4.2. Buenas prácticas en la gestión (mantenimiento y operación del tráfico) en particular de los túneles urbanos y de tráfico intenso

##### Estrategias / Objetivos

- Identificar las mejores prácticas en la gestión (mantenimiento y operación del tráfico), en particular de los túneles urbanos y de los túneles con tráfico intenso.
- Tener en cuenta los enfoques basados en datos/análisis de datos con respecto al mantenimiento preventivo o predictivo.
- Fomentar la coordinación con otros CTs y GEs, como C.T.2.1 - *Movilidad en Áreas Urbanas*, C.T.3.3 - *Gestión de Activos*, G.E.3.1 – *Seguridad de la Infraestructura Vial y del Transporte*, y G.E.4.1 – *Estándares de Diseño de Carreteras*.

Desde los grandes incendios ocurridos en los túneles alpinos, se han instalado numerosos equipos en los túneles de carretera. El mantenimiento de estos equipos es cada vez más complejo y se ha convertido en un tema importante. Este es el caso, en particular, de los túneles urbanos o de los túneles con tráfico intenso, en los que el acceso a los equipos y la realización de obras mientras el túnel está abierto al tráfico puede resultar especialmente difícil. Otras cuestiones importantes en este contexto son los aspectos especiales de seguridad y quizás medidas adicionales de resiliencia que deben tenerse en cuenta durante los trabajos de mantenimiento en condiciones de tráfico. Además, se compartirán las mejores prácticas sobre la forma en que podrían reducirse los equipos de seguridad redundantes a fin de reducir la "carga de trabajo cada vez mayor" de los operadores de túneles. En Routes/Roads No.378 se discutieron los primeros enfoques bajo la etiqueta "Tecnología Lean". Compartir las mejores prácticas en este campo podría ser beneficioso para toda la comunidad de túneles de carretera.

Esta es la razón por la que el comité de túneles ha publicado varios informes que tratan estos temas complicados durante los ciclos anteriores, en particular:

- Introducción al concepto RAMS para la operación de túneles de carretera (2019R05EN),
- Operación de túneles viales: primeros pasos hacia un enfoque sostenible (2017R02EN),
- Buenas prácticas para el análisis del ciclo de vida de los equipos de túneles (2016R01EN),
- Recomendaciones sobre la gestión del mantenimiento y la inspección técnica de los túneles de carretera (2012R12EN) y
- Buenas prácticas para la operación y mantenimiento de túneles de carretera (2004/05.13.EN).

Con el fin de resumir, resaltar y actualizar las mejores prácticas en este contexto, se sugiere la elaboración de un informe sobre "Buenas prácticas de gestión (mantenimiento y operación del tráfico) en túneles urbanos y con tráfico intenso", basado en las mejores prácticas estudiadas a partir de estudios de casos.

Resultados	Plazos previstos
<ul style="list-style-type: none"><li>• Colección de estudios de casos</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Octubre de 2021</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Informe completo</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Abril de 2022</li></ul>

#### 4.4.3. Impacto de las nuevas tecnologías de propulsión en la operación y la seguridad de los túneles de carretera

##### Estrategias / Objetivos

- Identificar el impacto de las nuevas tecnologías de propulsión en la operación y la seguridad de los túneles de carretera.
- Analizar cómo prevenir y mitigar las consecuencias potenciales de los incidentes que involucren vehículos de combustible alternativo.
- Fomentar la coordinación con otros CTs y GEs, como *G.E.2.1 – La nueva Movilidad y su Impacto en la Infraestructura Vial y el Transporte*, *G.E. 3.1. Seguridad de la Infraestructura Vial y del Transporte*, y *G.E.4.1 – Estándares de Diseño de carreteras*.

En lo que respecta a las nuevas tecnologías de propulsión (NPT por sus siglas en inglés), en los últimos años se ha avanzado considerablemente en este campo. La experiencia demuestra que, en el contexto de un túnel de carretera, estas tecnologías pueden tener un impacto potencialmente significativo en la seguridad de los usuarios. El objetivo sería centrarse en los efectos de las NPT en el funcionamiento de los túneles de carretera (por ejemplo, la ventilación) y la seguridad. En particular, se debería discutir los muchos y variados tipos de combustibles alternativos que se están explorando actualmente en la industria. Ejemplos de tecnologías incluyen: hidrógeno, gas natural licuado (GNL), gas natural comprimido (GNC), biodiesel, etanol y vehículos eléctricos.

Aunque estos vehículos siguen siendo una pequeña proporción general del parque de vehículos, se espera que la combinación de los efectos de la política gubernamental y los avances tecnológicos en materia de combustibles alternativos acelere su aumento en número de vehículos en la carretera y en los túneles en los próximos años. También puede haber iniciativas particulares en determinadas zonas geográficas, como por ejemplo en los aeropuertos, donde se observan proporciones mucho mayores de vehículos alimentados con combustibles alternativos mucho antes que en la carretera. Por consiguiente, se espera que la naturaleza de los riesgos de seguridad de los túneles (incluidos los incendios) cambie con el tiempo, por lo que es necesario examinar detalladamente el riesgo de que se produzcan incidentes significativos que afecten a esos vehículos. Esto debería incluir la evaluación de las consecuencias de los incidentes, prestando especial atención a las características del incendio y a las emisiones tóxicas, así como a su impacto en los usuarios del túnel, la ventilación y las estrategias de intervención. Se prestará especial atención a las baterías, ya que los vehículos del futuro estarán cada vez más equipados con baterías de gran tamaño. Las baterías, en su mayoría de iones de litio, serán durante años la tecnología líder en los vehículos portadores de energía nueva. Este será el caso independientemente del tipo de propulsión: por ejemplo, los vehículos de pilas de combustible de hidrógeno también necesitan grandes baterías intermedias.

En el ciclo estratégico 2016-2019 se ha elaborado un documento de Vigilancia Tecnológica sobre el tema del NPT (Vigilancia Tecnológica: Implicaciones para la seguridad de los túneles de carretera de los vehículos alimentados con combustibles alternativos, Comité Técnico D.5 Túneles de carretera (SP 2016-2019), 25.04.2019). Además, se escribió un artículo en R/R resumiendo el estado actual de la técnica en relación con el NPT y los túneles (RR378-054).

El objetivo es preparar un informe completo sobre el tema basado en una colección de estudios de casos y el documento de Vigilancia Tecnológica antes mencionado.

La colaboración con ITA-COSUF está prevista para este tema.

Resultados	Plazos previstos
• Taller conjunto con ITA-COSUF	• Noviembre de 2021
• Colección de estudios de casos	• Abril de 2022
• Informe completo	• Marzo de 2023

#### 4.4.4. Sistemas inteligentes de transporte en los túneles

##### Estrategias / Objetivos

- Investigar y definir los avances tecnológicos de los ITS relacionados con el entorno de los túneles de carretera que pueden tener un impacto significativo en la operación y la seguridad de los usuarios.
- Destacar las principales expectativas de la comunidad del túnel respecto a estos sistemas.
- Tener en cuenta el papel de Big Data y Análisis de Datos en la gestión y operación de túneles de carretera.
- Fomentar la coordinación con otros CTs y GEs, como C.T. 2.4 - *Operación de la Red de Carreteras/ITS*, G.E.2.1 – *La nueva Movilidad y su Impacto en la Infraestructura Vial y el Transporte*, G.E.B.2 - *Vehículos autónomos*, C.T.3.1 - *Seguridad Vial*, G.E.3.1 – *Seguridad de la Infraestructura Vial y del Transporte*, y G.E.4.1 – *Estándares de Diseño de Carreteras*

En cuanto a los sistemas inteligentes de transporte (ITS), en los últimos años se han producido avances tecnológicos considerables en este ámbito. En un entorno de túneles de carretera, estos sistemas pueden tener un impacto significativo en el funcionamiento y la seguridad de los usuarios. El objetivo de esta tarea sería centrarse en el impacto de estos sistemas en la operación y la seguridad de los túneles de carretera.

A primera vista, parece que las principales cuestiones que se debatirán en este contexto son las siguientes:

- Dado el rápido desarrollo de los ITS en carreteras abiertas, ¿cómo puede garantizarse la continuidad del servicio de estos sistemas en el contexto específico de los túneles de carretera?
- ¿Existen obstáculos para el desarrollo de los ITS en los túneles actuales que deban solucionarse?
- ¿Qué cambios se esperan en cuanto a los sistemas de seguridad y gestión del tráfico necesarios en un túnel: qué sistemas podrían suprimirse (en qué condiciones) y qué nuevos sistemas se necesitan (en qué condiciones)?
- ¿Cuáles son las expectativas de la comunidad de túneles con respecto a estos ITS: control de distancia de seguridad, sistemas de aviso de salida de carril (LDWS), sistemas de guiado para vehículos pesados, sistemas de localización y conteo de vehículos, identificación de vehículos de mercancías peligrosas, etc.?
- En términos más generales, ¿cómo pueden estos sistemas innovadores mejorar la seguridad de los usuarios de los túneles de carretera?

Los informes anteriores del C.T. Operaciones en Túneles de Carreteras trataron temas de ITS relacionados con la comunicación y el comportamiento de los usuarios (por ejemplo, 2016R06EN). Los nuevos temas en evolución de la comunicación entre vehículos y la infraestructura y los nuevos sistemas de asistencia a los vehículos no se trataron en estos informes. En el ciclo estratégico 2016-2019 se elaboró un documento de Vigilancia Tecnológica sobre el tema de los ITS.

El objetivo es preparar un informe completo sobre el tema basado en una recopilación de los avances tecnológicos de los ITS y el documento de vigilancia tecnológica antes mencionado. Este informe no se centrará demasiado en los detalles relativos a las cuestiones tecnológicas de los ITS, sino que destacará en definitiva las principales expectativas de la comunidad de túneles.

Resultados	Plazos previstos
• Informe completo	• Octubre de 2021

#### 4.4.5. Actualización del Manual de Túneles

##### Estrategias / Objetivos

- Completar las versiones EN y ES del Manual de Túneles.
- Traducir y completar la versión FR del Manual de Túneles.
- Actualizar las versiones EN, FR y ES del Manual de Túneles incorporando los trabajos realizados por el C.T.D.5 - *Operación de túneles de carretera* en el ciclo 2016-2019, así como los nuevos productos del Ciclo 2020-2023.

El público objetivo esperado para el Manual en línea de Túneles de Carretera incluye:

- Operadores: El manual les permite encontrar rápidamente cualquier documento relevante que estén buscando en unos pocos clics,
- Países con poca cultura de túneles: El manual les ofrece una visión general de los principales aspectos del diseño, seguridad, equipamiento, operación y mantenimiento de los túneles de carretera, lo que les permite discutir los problemas con consultores extranjeros y diversas partes interesadas,
- Propietarios de túneles y administraciones: El manual les ofrece una visión general de la complejidad de los túneles de carretera y enlaces a información detallada,
- La comunidad del túnel en general: El manual es una herramienta que integra todas las recomendaciones de PIARC con enlaces a información detallada (informes técnicos, artículos de investigación y desarrollo y otros sitios web relevantes).

Al final del ciclo 2016 a 2019, el C.T. de Operaciones de Túneles de Carretera habrá producido aproximadamente 45 informes técnicos, además de muchos artículos de R/R y números especiales. El principal valor añadido del Manual de Túneles es incorporar y difundir esta información a través de un documento electrónico actualmente publicado en 10 idiomas, con el fin de llegar a un público lo más amplio posible.

En el futuro desarrollo y actualización del Manual (a partir de este ciclo estratégico 2020-2023), se prestará especial atención a las versiones EN, FR y ES. Las versiones en otros idiomas podrían actualizarse bajo la responsabilidad de los respectivos países.

Resultados	Plazos previstos
<ul style="list-style-type: none"><li>• Actualización del Manual de Túneles</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Hasta junio de 2023</li></ul>

#### 4.4.6. Preparación de la 2ª Conferencia Internacional de Túneles

##### Estrategias / Objetivos

- Definir temas de interés para el sector de los túneles de carretera y desarrollar un programa técnico adecuado, incluyendo:
  - Los trabajos de PIARC sobre estos temas.
  - Identificación de los siguientes pasos para futuros trabajos.
  - Definición de los temas adicionales que se propondrán para ser presentados como ponencias individuales.
  - Evaluación de resúmenes y ponencias individuales completas.
  - Tomar en consideración las posibles contribuciones de otros Comités Técnicos.
- Contribución a las Actas

La anterior Conferencia Internacional en Lyon (octubre de 2018) fue un evento muy exitoso.

Resultados	Plazos previstos
• Programa Técnico	• Octubre de 2022
• Contribución a las Actas	• Enero de 2023

#### 4.4.7. Apoyo a la actualización y mejora de DG-QRAM

##### Estrategias / Objetivos

- Apoyar el trabajo de DG-QRAM (fase 2).

DG-QRAM (Dangerous Goods - Quantitative Risk Assessment Method – Mercancías Peligrosas – Método Cuantitativo de Evaluación de Riesgos) es un programa informático desarrollado por PIARC y su Comité Técnico sobre Túneles para los países europeos.

En noviembre de 2016, PIARC decidió actualizarlo en dos fases, ambas financiadas por países europeos voluntarios:

- Fase 1: actualización de la herramienta (compatibilidad con versiones recientes del sistema operativo)
- Fase 2: actualización de la herramienta, basada en la retroalimentación de los usuarios

Una vez que la Fase 1 se terminó en 2018, la Fase 2 comenzó en 2019. Consiste en:

- mejora de las directrices
- verificación del modelo de ventilación
- resultados según la normativa ADR
- parámetros de influencia ampliados

Se espera que el C.T.4.4 trabaje en DG-QRAM: gestión de la fase 2 (mejora del software) en coordinación con el grupo de trabajo correspondiente.

Resultados	Plazos previstos
<ul style="list-style-type: none"><li>• DG-QRAM: gestión de la fase 2 (mejora de los programas informáticos) en coordinación con el grupo de trabajo correspondiente.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Hasta marzo de 2023</li></ul>