

El túnel de la M-12 en Madrid ha obtenido el galardón de mejor túnel de Europa 2006



Boca Sur del túnel

Jorge Mijangos Linaza, ICCP y
Director del proyecto de la Autopista
Eje Aeropuerto.

Resumen

La Comisión Europea desea mejorar la seguridad en los túneles de la Red Transeuropea de Carreteras y, para ello, realiza evaluaciones anuales. En 2006 ha

evaluado 52 túneles. En el artículo se exponen los criterios de dicha evaluación. En 2006, el túnel mejor evaluado ha sido el situado en la autopista M-12 en Madrid.

Palabras clave: túneles, seguridad de explotación, Informe Eurotap 2006.

Introducción

El programa EuroTAP, que recibe

el apoyo de la Comisión Europea y 11 clubes automovilísticos (entre ellos el RACE), ha realizado este año 52 inspecciones en 14 países europeos. De las infraestructuras analizadas, 22 fueron evaluadas como "muy satisfactorias" y 9 obtuvieron la calificación de "satisfactorias". En el lado opuesto, uno de cada cuatro túneles analizados suspendió, con un total de cinco considerados "insatisfactorios", y ocho "muy insatisfactorios".

El gran triunfador ha sido el túnel español de la M-12, en la Autopista Eje Aeropuerto, de acceso a la nueva terminal T-4 del aeropuerto de Barajas en Madrid. En el extremo contrario, el peor resultado jamás obtenido en los ocho años de historia de la inspección de túneles lo tuvo el perdedor de esta edición, el túnel de Segesta, en la A-29 (Palermo-Trapani), cerca de Calatafimi.

Por considerar que puede ser interesante para los expertos en carreteras, y específicamente en túneles, conocer los criterios con los que se evalúan todos los años distintos túneles en explotación, se reproduce en este artículo la Metodología del Informe EUROTAP 2006.

Dicho informe es mucho más completo¹, y en él se incluyen con detalle el análisis y crítica de los túneles evaluados y comentarios a la Nueva Directiva de la UE.

Metodología del estudio

La edición 2006 es la octava en el programa de evaluación de los túneles.

¹ Información completa en www.race.es

les europeos, y la segunda dentro del Consorcio EuroTAP 2006 (*European Tunnel Assessment Programme*), que se consolida con el apoyo de la Comisión Europea.

Para las inspecciones se ha contado con los expertos de *Deutsche Montan Technologie GmbH* (DMT), una empresa tecnológica internacional especializada.

Los criterios aplicados para elegir a los candidatos al estudio fueron, además de la longitud del túnel, su importancia para el transporte de viajeros y la situación en la red transeuropea de carreteras.

Se visitaron los túneles, y, en reuniones anteriores con los explotadores, se estudiaron las cuestiones relativas a la seguridad y la documentación. Los equipamientos o modificaciones planificados para el futuro se hicieron constar en las críticas individuales de cada túnel, pero no se incluyeron en la valoración.

La lista de control

La base de valoración objetiva para el estudio es una lista de control elaborada por expertos en tráfico de ADAC y de DMT, que se actualiza cada año. Se divide en ocho categorías:



Boca Norte del túnel.

1. Sistema del túnel. (Ponderación: 14%)

- Número de tubos. Luminosidad de las paredes del túnel. Anchura y disposición de los carriles.
- Geometría y disposición de arcones/zonas de paradas de emergencia y aceras de escape.
- Medidas complementarias: diseño de la boca del túnel, pavimento de la calzada, trazado del túnel.

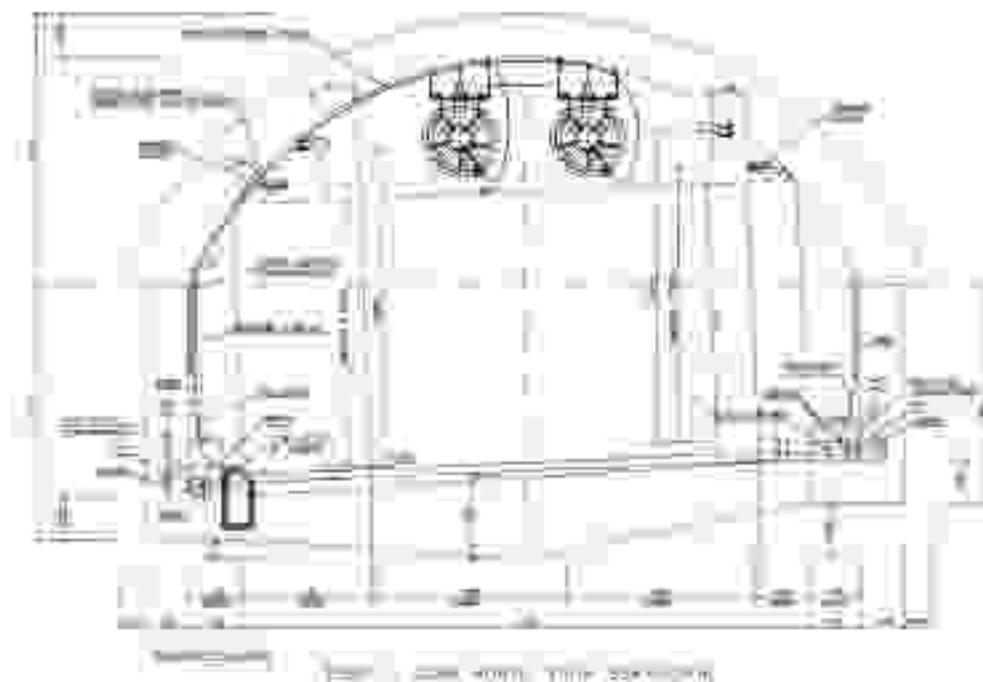
2.- Iluminación y suministro

energético. (Ponderación: 8%)

- Iluminación continua, así como adaptación a la entrada.
- Suministro energético y de emergencia.

3.- Tráfico y control del tráfico. (Ponderación: 16 %)

- Tipo de circulación: único o doble sentido. Atascos en el túnel
- Detección, restricción o notificación de transportes de materias peligrosas.
- Medidas para cerrar el túnel: semáforos, barreras, tableros informativos.
- Señales de tráfico e informativas. Influencia en el tráfico y su dirección: semáforos, señales variables, indicaciones.
- Dispositivos de guía visual. Registro automático de tráfico y atascos.
- Videovigilancia. Puesto de mando central del túnel.
- Medidas complementarias: restricciones de velocidad para camiones, control de la distancia de seguridad entre vehículos, velocidad de circulación, controles de gálibo.



Sección tipo del túnel.



Sección interior del tubo Norte-Sur.

4.- Comunicación. (Ponderación: 11%)

- Radio de tráfico. Altavoces. Radio en túnel.

- Teléfonos de emergencia: distancia entre las señales, actuaciones, protección contra el ruido.

5.- Vías de escape y salvamento. (Ponderación: 13%).

- Iluminación de emergencia e identificación de las vías de escape en el túnel.

- Prevención de humos en las vías de escape, puertas ignífugas.

- Distancia entre las salidas de emergencia y su identificación.

- Acceso desde el exterior y acceso para las fuerzas de salvamento.

- Medidas complementarias: iluminación especial de las salidas de emergencia, rótulos indicadores de comportamiento, salidas de emergencia sin obstáculos.

6.- Protección contra incendios. (Ponderación: 19%).

- Protección contra incendios en la construcción. Resistencia al fuego de los cables.

- Sistema para el desvío rápido de líquidos combustibles y tóxicos.

- Sistemas de aviso de incendio: automáticos/manuales.

- Dispositivos de extinción: colo-

El potencial de riesgo se valora cuantitativa y cualitativamente. Para ello, sirven como base las correspondientes investigaciones de DMT por encargo del Bundersanstalt für Strassenwesen (Bast)

cación, identificación, actuaciones.

- Tiempo de llegada, formación y equipamiento del cuerpo de bomberos.

7.- Ventilación. (Ponderación: 11%).

- Servicio de regulación para neutralizar las emisiones de los vehículos.

- Control de la corriente longitu-

dinal en el túnel. Velocidad del aire, longitud de los tramos de ventilación, capacidad de inversión de los ventiladores.

- Resistencia térmica de las instalaciones. Programas especiales para casos de incendio.

- Demostración de la capacidad de funcionamiento mediante ensayos de incendio y mediciones geotécnicas.

- Ventilación transversal y semi-transversal: flujo volumétrico de aspiración, incidencia de la corriente longitudinal, apertura/cierre de las instalaciones de aspiración, regulables.

8.- Gestión de urgencias (Ponderación: 8%).

- Formación regular del personal del mando centralizado del túnel.

- Plan de mantenimiento, de alarma y de intervención. Ejercicio para urgencias.

- Enlace automático de los sistemas de urgencia. Medidas en caso de accidente e incendio.

El potencial de seguridad

Cada una de las categorías descritas se subdivide en subcategorías. Se evalúan, y se les da una puntuación. La suma de los puntos es el resultado del llamado "potencial de seguridad" de un túnel. Describe todas las medidas constructivas y organizativas que evitan las urgencias o que deben limitar su alcance.

El potencial de riesgo

Además, se determina el llamado "potencial de riesgo". Revela la probabilidad de que se produzcan incidencias y la posible dimensión de un daño.

- Con un tráfico mayor, aumenta la frecuencia de accidentes e incendios.

- Con más camiones, aumenta la probabilidad de que se produzca un incendio de grandes proporciones.

- Si se incendia una materia peligrosa, podrá producirse una catástrofe debido a las altas temperaturas y a una atmósfera extremadamente tóxica.

El potencial de riesgo se valora cuantitativa y cualitativamente. Para ello, sirven como base las corres-

pondientes investigaciones de DMT por encargo del Bundersanstalt für Strassenwesen (BASt).

Para la valoración del riesgo, se consideran los parámetros siguientes:

Tipo de circulación (uno o doble sentido)..... 1 u 8 puntos.

Volumen anual de tráfico (producto de la intensidad de tráfico y la longitud del túnel)... 8 puntos, máximo.

Número de camiones por día y tubo del túnel..... 8 puntos, máximo.

Transporte de mercancías peligrosas..... 5 puntos, máximo.

Volumen de tráfico (vehículos por día y carril)..... 5 puntos, máximo.

Pendiente longitudinal máxima del túnel..... 3 puntos, máximo.

Riesgos adicionales..3 puntos máx.

Estos puntos de riesgo obtenidos se suman, y el total se clasifica como:

Para la valoración total de un túnel, se conjugan el potencial de seguridad y el de riesgo

Riesgo: Muy bajo: hasta 9 puntos. Bajo: 10 a 14 puntos. Medio: 15 a 21 puntos. Alto: 22 a 28 puntos. Muy alto: a partir de 29 puntos.

Cómo se calcula la valoración total: clasificación del programa EuroTAP

Para la valoración total de un túnel, se conjugan el potencial de seguridad y el de riesgo. El potencial de seguridad se multiplica por el factor de riesgo específico del túnel. Los túneles pueden recibir una prima según su potencial de riesgo, que puede mejorar el resultado de seguridad hasta en un 40%. Los túneles con un potencial de riesgo bajo o medio no tienen que cumplir requisitos de

Ficha Técnica

Ubicación:
España, Madrid M-12, autopista de acceso a la nueva Terminal T-4 Madrid-Barajas. Túnel urbano.

Propiedad:
Ministerio de Fomento. Dirección General de Carreteras.

Concesionaria:
Autopista Eje Aeropuerto. Grupo OHL.

Constructor: OHL.

Entrada en servicio:
2005.

Longitud:
1 750 m.

Nivel de altura de los portales:
634/629 m sobre el nivel del mar

Número de tubos:
2/tráfico unidireccional.

Velocidad máxima: 80 km/h.

Vehículos pesados: 7,5%.

Riesgo: Bajo.

Sección tipo:
2 carriles de 3,50 m. Arcenes de 2,50 m y 1,00 m. Aceras de 1 m. Gálibro 5,00 m.

Excavación:

Método tradicional Madrid. Avance en dos fases: bóveda y destroza. Contrabóveda inferior. 8 bocas de ataque.

Revestimiento:

Hormigón en masa. Refuerzo de boquillas con malla de crujidos.

Captación de filtraciones:

Cámara de bombeo en el interior del túnel. Separador de grasas.

Galería de emergencia:

En el centro del túnel con salida exterior para vehículos de emergencias.

Evacuación de humos calientes:

Chimeneas de gran capacidad en el centro del túnel. Cámara de aspiración. Central hídrica a 40 m de altura.

Puntos fuertes

■ Dos tubos con conexiones transversales como vías adicionales de escape y rescate cada 500 m.

■ Semáforos y barreras delante de las boquillas.

■ Video vigilancia permanente.

■ Recepción permanente de radio de tráfico, que puede interrumpirse para transmitir mensajes adicionales.

■ Detección automática de incidencias de tráfico, así como de la utilización de arcenes, teléfonos de emergencia o extintores.

■ Arcenes continuos de 2,5 m de ancho.

■ Teléfonos de emergencia y extintores cada 150 m.

■ Sistema automático de aviso de incendio; en este caso activación automática de la ventilación y el cierre del túnel; la ventilación tiene potencia suficiente.

■ Identificación de vías de escape en el túnel mediante lámparas de socorro; se indica la dirección y la distancia hasta la salida más próxima.

■ El humo y el calor no penetran en las vías de escape hacia el exterior.

■ El centro de control del túnel cuenta con personal cualificado las 24 horas.

■ Formación específica del personal con regularidad.

■ Cuenta con radio permanente para bomberos, policía y personal del túnel.

■ Los vehículos del servicio de rescate pueden pasar las boquillas.

■ Vías de rescate accesibles a vehículos del servicio de rescate a unos 900 m de distancia de las boquillas.

■ Ejercicios de emergencia con regularidad.

52 Túneles Europeos analizados en 2006

		Datos					Valoración								EVALUACIÓN GLOBAL
		Situación	Longitud en KMS	Inauguración	Vehículos por día/ Porcentaje de camiones en %	Número de tubos	Sistema de Túnel 14%	Iluminación y energía 8%	Tráfico y Control del Tráfico 16%	Comunicación 11%	Vías de escape y salvamento 13%	Protección contra incendio 19%	Ventilación 11%	Gestión de emergencias 8%	
A Austria															
Bindermichl	A 7	1,1	2005	85.000/ 8	2	++	++	o	++	++	++	++	++	++	++
Ofenauer	A 10	1,4	1974/ 1980	38.817/ 19,2	2	++	++	+	++	+	++	++	++	++	++
Wald	A 9	2,8	1993	18.100/ 29,5	2	++	++	+	++	+	+	++	+	++	++
Hiefier	A 10	2,0	1974/ 1980	38.817/ 19,2	2	++	++	+	++	+	+	++	++	++	++
Oswaldiberg	A 10	4,3	1988	18.474/ 25	2	++	++	-	++	o	+	+	o	+	+
Ehrentalerberg	A 2	3,3	1996	23.734/ 37,8	2	o	++	o	++	o	o	++	o	++	o
Bruck	S 6	1,3	1987	17.110/ 18	2	o	++	o	++	..	o	o	o	o	o
B Bélgica															
Liefkenshoek	R 2	1,4	1991	13.388/ 30	2	++	++	o	+	+	++	++	o	++	++
CH Suiza															
Glion	A 9	1,4	1970	43.100/ 7	2	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Rosenberg	A 1	1,4	1987	65.035/ 4,1	2	o	++	o	++	++	++	++	++	++	++
Conflignon	A 1	1,5	1993	65.000/ 7	2	o	++	+	++	++	++	++	+	++	++
Sonnenberg	A 2	1,7	1976	64.000/ 10	2	o	++	o	+	+	+	..	++	+	+
Fäsenstaub	A 4	1,5	1996	22.800/ 6,3	1	o	++	o	+	o	+	-	++	+	+
Cholfirst	A 4	1,3	1996	22.500/ 9,7	1	o	++	o	+	..	+	..	++	+	-
D Alemania															
Hochwald	A 71	1,1	2001	17.000/ 12	2	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Aubing	A 99	1,9	2006	40.000/ 15	2	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Coschütz	A 17	2,3	2004	42.000/ 24	2	++	++	+	++	++	++	++	++	++	++
Kappelberg	B 14	1,6	1992	80.000/ 9	2	++	++	+	++	++	o	++	o	++	++
Dortmund-Wambel	B 236	1,4	1993/ 1994	49.018/ 12,7	2	++	++	..	+	++	++	o	..	o	o
Kirchberg	B 294	1,8	1991	7.800/ 12	1	+	++	-	++	..	++	+	..	o	o
Rastatt	L 77a	1,0	1992	15.000/ 10	1	o	++	..	+	..	++	o	o	o	o
Universität Düsseldorf	A 46	1,0	1983	67.705/ 11	2	++	++	..	..	..	+	+	..	+	-
E España															
M-12	M 12	1,8	2005	4.500/ 7,5	2	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Gallatzegi	AP 1	2,4	2003	12.000/ 13,5	2	++	++	++	++	++	++	++	o	++	++
Balito	GC 1	1,2	2003	16.272/ 5	2	++	++	++	-	++	o	++	+	++	++
Perdón	A 12	1,1	2005	14.700/ 7,5	2	++	++	++	..	++	+	++	++	+	+
Nievaras	A 8	2,4	2003	19.100/ 18	2	++	++	++	+	+	o	o	o	+	+
Calzadas Superpuestas	M 40	1,0	1996	131.932/ 2,6	1 ³⁾	o	o	o	..	-	..	+	o	-	-
Lorca	A 7	0,9	1988	14.310/ 18,8	1 ³⁾	+	o	o	..	..	..	++	o	..	..
Rovira	Túnel del Rovira	0,3	1984	27.000/ 3	2	++	+	o	..	..	..	..	-	..	..
F Francia															
St. Germain en Laye	A 14	4,6	1995	27.600/ 2,9	2	++	++	++	++	++	o	++	++	++	++
Vuache	A 40	1,4	1982	17.600/ 15	2	+	++	++	+	++	o	++	++	++	++
Las Planas	A 8	1,1	1976/ 1983	75.800/ 9,5	2	+	++	+	o	..	-	-	+	o	o
L'Arme	A 8	1,1	1979/ 1989	25.700/ 15,8	2	+	++	o	..	..	-	+	+	+	-
Reino Unido															
Medway	Vanguard Way	0,7	1996	46.000/ 8,6	2	+	+	..	..	o	..	-	..	..	..
HR Croacia															
Grič	A 1	1,3	2004	9.640/ 5,5	2	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Mala Kapela	A 1	5,8	2005	14.713/ 4	1	o	++	++	++	++	o	-	++	+	+
I Italia															
Appia Antica	Grande Raccordo Anulare	1,1	1999	200.000/ 30	2	++	++	-	..	..	+	+	..	o	o
Colle di Tenda ¹⁾	SS 20	3,2	1882	2.234/ 8	1	..	++	+	-	..	+	-	+	-	-
Monte Pergola	R 2	2,3	1951	40.000/ 30	2	-	++	..	..	..	..	o	..	..	..
Fossino	A 3	1,6	1970	16.000/ 30	2	++	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Montecrevola	SS 33	2,2	1967	2.300/ 10	1	++	-	..	..	..	..	..	..	..	..
Segesta	A 29	1,7	1975	11.000/ 10	2	o	..	..	..	..	..	..	..	..	..
N Noruega															
Oslofjord	RV 23	7,3	2000	5.100/ 15	1	-	++	+	++	..	-	-	+	o	o
Nes	E 16	1,3	1988	9.200/ 12	1	..	++	..	+	..	..	-	+	..	..
NL Países Bajos															
Thomassen	N 15	1,5	2004	40.000/ 25	2	++	++	o	++	++	++	++	+	++	++
Sijtwende - Vliettunnel	N 14	1,0	2003	40.492/ 5	2	-	++	+	++	++	+	++	+	++	++
P Portugal															
Gardunha I	A 23	1,6	1997/ 2004	5.738/ 12	2	++	++	++	++	+	++	++	++	++	++
Ribeira Brava	VR 1	1,8	1996	17.460/ 3,5	2	+	o	-	..	+	..	-	o	o	o
SK Eslovaquia															
Branisko	D 1	5,0	2003	6.200/ 41	1	o	++	++	++	+	+	++	++	++	++
SLO Eslovenia															
Trojane	A 1	2,9	2005	10.928/ 25	2	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Loib ²⁾	F 652	1,6	1964	1.900/ 3	1	++	++	++	++	..	+	+	++	+	+

) En el túnel de la frontera Italia Francia, sólo se testó la parte italiana 2) Túnel frontera Eslovenia -Austria 3) 1 tubo con tráfico en un sentido

++ Muy satisfactorio +Satisfactorio o Aceptable - Insatisfactorio -- Muy insatisfactorio

seguridad tan altos como los túneles que lo tienen muy alto.

Se toma en consideración la Directiva UE sobre requisitos mínimos de seguridad para túneles de la red transeuropea de carreteras (2004/54/CE), que hace que determinadas medidas de seguridad dependan de los parámetros de riesgo existentes.

Novedad: los criterios k.o.

Las medidas de seguridad en las distintas categorías pueden completarse o compensarse recíprocamente, pero también ser independientes unas de otras, como en el campo de la prevención. Otra cosa son las medidas para detectar y controlar incidentes especiales. Según las posibilidades que existan de descubrir y notificar un incidente, se producirá o no una activación automática de los sistemas de seguridad, una supervisión y dirección satisfactorias, y la intervención de cuerpos y fuerzas externos, como bomberos, servicio de salvamento, policía, etc.

Las sinergias más intensas existen entre las categorías vías de escape y salvamento y ventilación. El estado de la circulación (en único o doble sentido y atascos frecuentes) tiene una gran importancia a la hora de elegir el sistema de ventilación, la dirección y la evacuación de los humos, así como la disposición de las salidas de emergencias. Los déficits graves no pueden compensarse después con otras medidas. La falta de salidas de emergencias no puede compensarse con una iluminación muy buena o un suministro energético estable.

Esto significa que cuando un túnel recibe una valoración positiva en general, las ocho categorías de potencial de seguridad han de presentar valoraciones positivas y ninguna insatisfactoria. De lo contrario, se aplicará el llamado "Criterio K.O.", que se utiliza ahora por vez primera y que da lugar a una devaluación de la calificación total según un esquema predefinido. ■