

2009

Instalaciones de Seguridad En Los Túneles De la Autopista Cartagena-Vera

Túnel Loma de Bas

Descripción de las Instalaciones de Control y Seguridad de los Túneles de la Autopista AP-7 tramo: Cartagena-Vera referida al Túnel Loma de Bas



Supervisión:



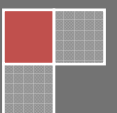
Empresa
Constructora:



Empresa
Concesionaria:



José Alberto Ureña Lara
Técnico de Instalaciones
24/03/2009



INDICE

INTRODUCCIÓN

1. MEJOR CLASIFICACIÓN DE LOMA DE BAS EN LA 10º EuroTAP.

- 1.1. EVALUACIÓN DE LOS TÚNELES.
- 1.2. CUESTIONARIO DE CONTROL DE LA EUROTAP
- 1.3. FICHAS DE MANTENIMIENTO EN LA EXPLOTACIÓN.
- 1.4. VALORACIÓN RACC DE LOMA DE BAS.

2. PROYECTO MODIFICADO DE LA PAVIMENTACIÓN DEL TÚNEL.

- 2.1. REAL DECRETO 635/2.006.
- 2.2. PAVIMENTO DE HORMIGÓN VENTAJAS Y RECOMENDACIONES
- 2.3 SOLUCIÓN ADOPTADA.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

- 3.1. OBJETO DEL PROYECTO
- 3.2. METODOLOGÍA
- 3.3. INSTALACIONES PROYECTADAS

INTRODUCCIÓN

El túnel de Loma de Bas de 1.820 m de doble tubo, atraviesa la Sierra de La Loma de Bas situada entre las poblaciones de Águilas y Mazarrón en Murcia, pertenece a la Autopista Cartagena Vera cuya concesionaria es la empresa AUCOSTA quien encargó el proyecto de construcción a las consultoras Getinsa y Geocontrol, la ejecución fue a cargo de la UTE Autopista Cartagena - Vera formada paritariamente por las empresas y FCC construcción, S.A. y PLODER-UICESA.

1.- MEJOR CLASIFICACIÓN DE LOMA DE BAS EN LA 10º EuroTAP.

El túnel de Loma de Bas de la Autopista Cartagena Vera de la concesionaria

AUCOSTA es el mejor calificado de España en la 10º EuroTap (2.008) Programa Europeo de Evaluación de Túneles

1.1.- LA EVALUACIÓN DE LOS TÚNELES

EuroTAP es un consorcio de túneles independiente, que se estableció en 1999 para impulsar la mejora urgente de los túneles de carretera después de los graves accidentes ocurridos en los túneles alpinos de Montblanc y St. Gottard.

Desde entonces, se han realizado diez ediciones anuales del análisis de seguridad de los túneles de carretera, habiéndose publicado los resultados de más 200 túneles de todo Europa, de los cuales 43 se han analizado en España.

En su sistema de evaluación, EuroTAP valora tanto el riesgo de que se produzca una situación de emergencia como la preparación de los operadores del túnel para hacer frente a esta situación.

La inspección del Programa Europeo de Evaluación de Túneles se hace in situ a cargo de profesionales independientes con experiencia en obras subterráneas. Además, se mantiene una entrevista con los operadores de cada túnel para aclarar varios temas relevantes para la seguridad de los viajeros y se inspecciona toda la documentación y los protocolos de emergencia establecidos.

Más concretamente, estos son los elementos que se comprueban en una inspección de EuroTAP:

- Sistema del túnel
- Iluminación
- Suministro energético
- Comunicación interior
- Vías de escape
- Salvamento
- Protección contra los incendios
- Ventilación


- Tráfico y control del mismo
- Gestión de emergencias.

1.2. CUESTIONARIO DE CONTROL DE LA EUROTAP:

Imagen: Ficha de evaluación de Loma de Bas

EuroTAP Tunnel Test 2008 Data sheet/questionnaire			
6.5	Which installations / alarms are automatically activated when fire extinguisher is used	Medidas automáticas en caso de extracción de uno de los extintores	
6.5-a	Signal inside the tunnel (e.g. flashing light)	Señal en el túnel (p. ej. luces de emergencia intermitentes)	X
6.5-b	CCTV	Conexión adicional de videocámaras	X
6.5-c	Tunnel closure	Bloqueo del túnel	X
6.5-d	Fire brigade alert	Llamada de alarma a los bomberos	X
6.5-e	Lighting system brought to capacity	Conexión de la iluminación máxima	X
6.5-f	Others (please specify)	Otros/Más medidas (¿Cuáles?)	[text] ALARMA EN CENTRO DE CONTROL
6.6	Fire alarm system in the tunnel based on heat detection	Sistema de aviso de incendios en el túnel basado en la detección de calor	
	* Linear system	* Avisador de líneas	X
	* Selective system	* Avisador de posición	X
	* None	* No tiene	X
6.6-a	** If "linear or selective system", please specify the type / manufacturer	** Si dispone de avisador "línea/posición", ¿Qué tipo/fabricador?	[text] FIBROLASER LTS 240
6.6-b	Distance between fire alarm sensors	Distancia de los sensores del sistema de aviso de incendios	[m]
6.8	Manual fire alarm system	Sistemas manuales de detección y aviso de incendios	
6.8-a	** If "yes", please specify type of manual alarm	** En caso "afirmativo", ¿Qué tipo de aviso manual de incendio?	[text]
6.9	Fire-fighting water supply	Suministro de agua prevista contra incendios	
6.9-a	Water supply for fire-fighting purposes	Suministro de agua prevista para la extinción de incendios	X
6.9-b	Pressurised fire-fighting water supply throughout the tunnel	Tubería de agua a presión para la extinción de incendios en todo el túnel	X
6.9-c	Type of fire-fighting water pipe	Tubería de agua prevista contra incendios	
	* Wet	* Húmeda	X
	* Dry	* Seca	X
6.9-d	Flow rate	Caudal	[m ³] 33
6.9-e	Stationary fire-fighting water reservoir	Reserva de agua prevista contra incendios estacionaria	[m ³] 120+120
6.9-f	Fire-fighting water is supplied from at least two points	Alimentación de agua contra incendios desde mínimo dos lados	X
6.10	Hydrants	Bocas de incendios	X
6.10-a	Distance between hydrants	Distancia entre bocas de incendios	[m] 125
6.10-b	Number of hydrants per tube	Cantidad de bocas de incendios por tubos de túnel	[number] 16+4
6.11	Drainage system to dispose of combustible or toxic liquids	Dispone de sistema de extracción de agua para la derivación de líquidos inflamables y tóxicos	
6.11-a	Type of drainage system	Tipo de sistema de extracción de agua	
	* Silted run-off pipe system	* Canal ramuneado	X
	* Drainage pits	* Aberturas de evacuación en la calzada	X
	* None	* No tiene	X
6.11-b	** If "drainage pits", please specify distance between them	** Si tiene "aberturas de evacuación en la calzada", ¿a qué distancia?	[m]
6.11-c	Distance between silters	Distancia entre sillones	[m] 50
6.11-d	Maximum capacity (flow rate)	Potencia de absorción máxima (caudal)	[m ³] 38
6.11-e	Maximum expansion zone	Zona de dilución máxima prevista	[m] 50
6.11-f	Storage capacity (of reservoir) for liquids and fire-fighting water	Capacidad de acumulación (de la instalación de retención) para líquidos y agua contra incendios	[m ³] 50
6.12	Fire brigade	Bomberos	
6.12-a	Nearest fire brigade station - portal 1	Nombre del puesto de bomberos más cercano al Portal "1"	[name] AGUILAS
6.12-b	Call-out distance to portal 1	Camino de acceso al Portal "1"	[km] 10,3
6.12-c	Maximum response time for arrival at portal 1	Tiempo requerido para la llegada de los bomberos al portal "1"	[min] 14
6.12-d	Nearest fire brigade station - portal 2	Nombre del puesto de bomberos más cercano al Portal "2"	[name] MAZARRON
6.12-e	Call-out distance to portal 2	Camino de acceso al Portal "2"	[km] 20,5
6.12-f	Maximum response time for arrival at portal 2	Tiempo requerido para la llegada de los bomberos al portal "2"	[min] 15
6.12-h	Intervals between fire brigade drills and / or inspections inside the tunnel	Con qué frecuencia realizan los bomberos simulaciones y/o inspecciones en el túnel	[months] 12
6.12-i	Were fire fighters trained at least once under real-life conditions (fire temperatures, smoke-filled tunnel tube)	Han realizado los bomberos por lo menos una vez una formación en condiciones reales (temperaturas de un incendio, tubos del túnel contaminados con humo)	X
6.12-j	Number of fire engines	Número de vehículos de extinción de incendios	[number] 4+4
6.12-k	Extraction equipment to rescue injured passengers	Equipo para el rescate de heridos de los vehículos	X
6.12-l	Heat image camera	Cámaras térmicas	X
6.12-m	Operating life of respiratory equipment	Duración del funcionamiento de los aparatos respiratorios	[h] 4.00
6.12-n	Additional supply of fire-fighting water, e.g. on fire engine	Otras alternativas de puesta a disposición de agua contra incendios, p. ej. vehículos de extinción de incendios	X
6.12-o	Portable water reservoir (if water provided only by fire engine)	Reserva móvil de agua contra incendios (en caso de puesta a disposición de agua contra incendios sólo con vehículos de extinción de incendios)	
6.12-p	Other equipment for fire fighting in tunnels (please specify)	Otros equipamientos para la extinción de incendios (¿Qué?)	[text] LINEA DE VIDA PARA RESCATE
6.13	Additional water/foam fire extinguishing system for tunnel users (hose reel with inherently stable hose and nozzle)	Sistema adicional extinción de incendios agua/espuma para usuarios del túnel (cabrestante para mangueras con manguera no deformable y lanza para incendios)	X
6.14	Fixed fire suppression system	Sistema de extinción de incendios estacionario	X
6.14-a	** If "yes", please specify the type/manufacturer	** En caso "afirmativo", ¿De qué tipo/fabricador?	[text]
7.	VENTILATION	VENTILACIÓN	
7.1	Mechanical ventilation system to dilute vehicle emissions (normal operation)	Sistema mecánico de ventilación para el descargado de gases de escape (servicio regular)	X
7.2	Automatic ventilation monitoring and control (normal operation)	Supervisión y control automáticos de la ventilación en el servicio regular	X
7.2-a	Ventilation control parameters	Según qué parámetros procede el control	
	* CO concentration	* Concentración de CO	X
	* Obscuration / visibility	* Opacidad de la visibilidad	X
	* Nitrogen oxide	* Óxido nítrico	X
	* Longitudinal flow speed	* Velocidad del aire	X
	* Others (please specify)	* Otros (¿Cuáles?)	
7.3	Number of CO sensors per tube	Cantidad de aparatos medidores de CO por tubo	[number] 3
7.3-a	Distance between CO sensors	Distancia entre los aparatos medidores de CO	[m] 840
7.4	Number of ambient light sensors per tube	Cantidad de aparatos medidores de opacidad de la visibilidad por tubo	[number] 3
7.4-a	Distance between ambient light sensors	Distancia entre los aparatos medidores de opacidad de la visibilidad	[m] 840
7.5	Special fire ventilation control programmes	Programas especiales de ventilación en caso de incendios	X
7.6	Continuous supervision of the longitudinal flow speed	Supervisión continua de la velocidad del flujo longitudinal	X

1.3. FICHAS DE MANTENIMIENTO EN LA EXPLOTACIÓN.



AUCOSTA
Autopista de la Costa Lda

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
ORDEN DE TRABAJO

Fecha de solicitud: 17/1/08

MANTENIMIENTO: ACCIÓN PREVENTIVA

Periodicidad:

Equipo: DETECCIÓN DE NO
 Descripción:
 Elemento: LIMPIEZA Y PUESTA A CERO

Emplazamiento: T1 - AGUILÓN T2 - LOMA DE BAS

Sentido: CARTAGENA VERA

Descripción de la revisión a efectuar:

Para proceder al Ajuste de Cero de SONDELTOX , siga las siguientes instrucciones:

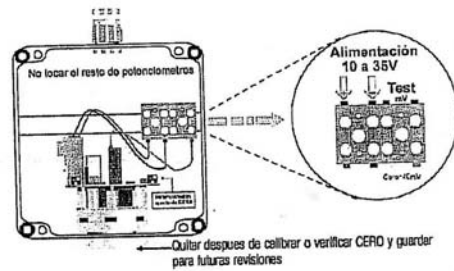
1º.- Tape el detector durante 15 min. con el tapón suministrado, y consérvelo para futuras revisiones.
 2º.- Coloque un multímetro en la escala de 200mV, en paralelo, con el cable amarillo y verde (ver figura 1).
 3º.- Ajuste mediante el potenciómetro CERO del circuito del detector hasta obtener una lectura de 40mV (4mA).
 4º.- Retire el tapón del detector.

Fecha límite ejecución:

Urgencia:

Referencia de la revisión:

Tipo: TÚNEL
 Sistema: VENTILACIÓN
 ()



Alimentación 10 a 35V
 Test
 40mA

Quitar después de calibrar o verificar CERO y guardar para futuras revisiones

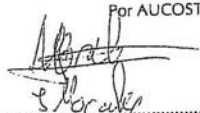
	OK	NO	
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ZONA DE ENTRADA
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	LIMPIEZA
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PUESTA A CERO
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	COMUNICACIÓN CON CCT
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ZONA CENTRAL
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	LIMPIEZA
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PUESTA A CERO
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	COMUNICACIÓN CON CCT
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ZONA DE SALIDA
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	LIMPIEZA
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PUESTA A CERO
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	COMUNICACIÓN CON CCT

Observaciones:

El equipo queda:

REVISADO Y EN SERVICIO NORMAL
 PENDIENTE DE REPARACIÓN

Fecha de realización: 17/1/08

Por AUCOSTA:

 Firmado:

Procesado CCT
 Procesado MTO

Imagen: Ficha del Plan de Mantenimiento Preventivo. Orden de trabajo evaluada

1.4. VALORACIÓN RACC DE LOMA DE BAS.

Haciendo referencia al artículo del RACC Prensa :Murcia, 22 de abril de 2008.-

- Construido el año 2007, tiene dos tubos con conexiones transversales como vías de escape y rescate cada 360 metros, vigilancia total por circuito de TV, teléfonos de emergencia y extintores cada 125 metros.
- Casi un tercio de los túneles evaluados en once países europeos no ha superado satisfactoriamente la prueba.

Murcia, 22 de abril de 2008.- Siguiendo la línea de fomentar la seguridad vial y reducir la accidentalidad en las carreteras, el RACC, entidad en el ámbito de la movilidad en España, ha participado en un estudio donde se ha evaluado el nivel de seguridad de los túneles europeos. La décima edición del programa EuroTAP (Programa Europeo de Evaluación de Túneles) ha medido la seguridad de 31 túneles de once países europeos. El resultado ha sido que el túnel de Loma de Bas, en Murcia, entre Cartagena y Vera, es uno de los mejores de Europa y el mejor calificado de España.

El EuroTAP resalta que el túnel de **Loma de Bas**, de 1.820 metros, se puso en servicio el 2007 y no ha registrado ninguna avería ni accidente. El estudio valora de forma muy positiva el hecho de que tenga dos tubos y, por tanto, el tráfico sea unidireccional, además de que haya vigilancia por circuito cerrado de TV las 24 horas del día, con un equipo de personas formadas, y conexiones transversales entre los dos tubos que sirven como vías adicionales de escape y rescate cada 360 metros. EuroTAP ha tenido en cuenta también que ésta infraestructura cuenta con iluminación de evacuación en sus rutas de salida, teléfonos de emergencia y extintores cada 125 metros o que el personal de salvamento se pueda comunicar por radio a lo largo del túnel.

El túnel de **Loma de Bas** es también pionero en el sistema automático de alarma, pues en caso de incendio se activa la ventilación de manera automática. Los expertos de EuroTAP aseguran que esta infraestructura española tiene un buen acceso para vehículos de rescate con tubos adyacentes cada 360 metros y ponen de relieve que hay un plan de respuesta de emergencia actualizado y completo.

Con todo, los técnicos de EuroTAP aconsejan que se tomen medidas para que la radio de tráfico se pueda sintonizar a lo largo de todo el túnel y que se realicen periódicamente ensayos de emergencia.

Malos resultados globales

El estudio destaca que este año se han registrado los peores resultados de los últimos cinco años y que de los 31 túneles estudiados, nueve no han pasado la prueba de seguridad. Siete de estos han obtenido la calificación de "muy insatisfactorios" y dos son "insatisfactorios". EuroTAP ha calificado diez túneles con la nota "muy bien", cinco como "bien" y siete como "aceptable".

El túnel con la peor calificación es el de Cernobbio, en Italia, con 2.400 metros de longitud y en funcionamiento desde 1983. En cambio, uno de los mejores túneles de Europa se encuentra en España. Se trata del túnel de Loma de Bas, en Murcia, en la AP7, entre Cartagena y Vera. El mejor de todo el continente es el de Pont Pla, en la capital de Andorra, Andorra la Vella.

Por países, Bélgica, Italia y Noruega son los que registran los resultados más negativos. Los tres túneles examinados en Noruega han recibido la calificación de "muy insatisfactorios".

EuroTAP destaca que a casi seis de cada diez túneles europeos le falta megafonía y nunca se llevan a cabo ensayos de emergencia. Además, la mitad de los túneles europeos tienen una mala valoración en las vías de escape y salvamento.

El 39% de los túneles revisados no tiene servicio de radio tráfico y uno de cada tres no tiene ninguna salida de emergencia.

RACC Automóvil Club EuroTAP	Datos					Puntuación								Puntuación EuroTAP
	Localización	Longitud	Fecha de inauguración	Vehículos por día / Porcentaje de camiones	Número de tubos	14%	7%	17%	11%	14%	18%	11%	8%	
Austria														
Trebesing	A 10	0,8	2006	14438/22	2	++	++	+	++	++	++	++	++	++
Kälcherkogel	A 2	2,0	1982	17300/22	2	++	++	++	++	++	+	++	++	++
Arlberg	S 16	14,0	1978	7300/13.4	1	o	++	+	++	--	+	++	++	+
Wolfsberg	A 10	1,0	1973	21243/18.4	2	+	++	-	o	--	--	++	+	o
Andorra														
Pont Pla	CG 3	1,3	2006	12860/0 ¹⁾	1	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Bélgica														
Waasland	N 49	1,8	1933	33000/0 ¹⁾	1	--	++	-	--	--	o	+	--	--
Suiza														
Fluelen	A 4	2,6	2005	12018/5.5	1	+	++	++	++	++	++	++	++	++
San Bernardino	A 13	6,6	1967	6548/6.7	1	+	++	++	++	++	+	++	++	++
Mappo-Moretina	A 13	5,5	1996	22259/5	1	+	++	++	++	o	+	++	+	++
Linerz	N 5	2,5	1989	13100/4.6	1	+	++	+	++	--	o	++	++	+
Sachsels	A 8	5,2	1997	8377/6.6	1	o	++	++	++	++	++	--	++	o
Alemania														
Heidkopf	A 38	1,7	2006	15000/22	2	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Wattkopf	L 562	2,0	1994	20000/10	1	o	++	+	++	--	+	++	++	o
Reutherberg	B 294	1,3	1993	9200/15	1	+	++	+	++	--	o	++	++	o
Universität Dusseldorf	A 46	1,0	1983	70296/9.9	2	++	++	--	--	++	-	+	o	--
España														
Loma de Bas	AP 7	1,8	2007	2760/2.2	2	++	++	++	+	++	++	++	++	++
Guadarrama III	AP 6	3,2	2007	21995/14.3	1 ²⁾	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Capistrano	A 7	1,0	2000	16253/10.3	2	++	++	+	++	o	++	++	+	++
Torrox	A 7	1,2	2002	16253/10.3	2	++	++	+	++	o	++	++	+	++
Pando	AP 66	1,5	1983	11000/15.9	2	++	+	++	--	--	--	o	o	--
Croacia														
Veliki Glozac	A 6	1,1	2004	10750/15	2	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Italia														
Valassina	SS 36	3,3	2005	13000/6	1	+	++	++	-	o	o	++	-	+
Serrone Tondo	A 3	1,2	2007	45000/16.1	2	+	++	-	--	o	-	++	++	o
Marinasco	NSA 303	2,4	2007	2400/4	1	++	++	o	--	--	-	++	--	--
Breva	SS 340	3,5	1983	12000/6	1	+	++	-	--	--	-	--	--	--
Cernobbio	SS 340	2,4	1980	18000/15	1	o	--	--	--	--	--	--	--	--
Noruega														
Eikafet	E 39	4,9	1980	1970/14	1	--	++	--	--	--	--	-	o	--
Jernfjell	E 39	2,4	1989	1438/14	1	--	--	--	--	--	--	--	o	--
Matreberg	E 39	1,4	1981	1470/14	1	--	--	--	--	--	--	--	o	--
Holanda														
Maas	Masstunnel	1,1	1942	56000/2.9	2	-	++	o	-	+	o	--	-	o
Cross-Boarder Túnel														
Karawanken (SLO-A)	A1 / A11	7,9	1990	6377/17	1	o	++	o	++	--	o	++	++	o

Muy satisfactorio	++
Satisfactorio	+
Aceptable	o
Insuficiente	-
Muy insuficiente	--

¹⁾ Cerrado para camiones

²⁾ Un tubo (de tres) con tráfico unidireccional

País	Total analizados	Satisfactorios o muy satisfactorios	Aceptables	Deficientes o muy deficientes
Austria	4	3	1	0
Alemania	4	1	2	1
Suiza	5	4	1	0
Andorra	1	1	0	0
Bélgica	1	0	0	1
España	5	4	0	1
Noruega	3	0	0	3
Croacia	1	1	0	0
Italia	5	1	1	3
Holanda	1	0	1	0
Eslovenia	1	0	1	0

Una herramienta efectiva

El EuroTAP se ha convertido en una medida muy efectiva para conseguir infraestructuras más seguras e históricamente ha contribuido a mejorar los túneles que no han superado los exigentes criterios de seguridad que requiere el consorcio. Los ejemplos más claros son los túneles de Vielha (Lleida), construido de nuevo, o los de La Rovira (Barcelona), San Juan (Alicante) y Lorca (Murcia), en los que se están llevando a cabo o ya se han hecho profundas reformas.

Además, el EuroTAP no solamente es efectivo para las administraciones o concesionarias responsables de los túneles, sino que también informa a los usuarios de cuál debe de ser su comportamiento en el interior de un túnel, con recomendaciones de seguridad y marcando unas pautas de actuación en caso de accidente o avería.

2.- MODIFICADO AL PROYETO SOBRE LA PAVIMENTACIÓN INICIAL EN TÚNELES.

Modificado del proyecto de Construcción sobre la aplicación a la pavimentación de los túneles de la autopista AP-7 (tramo: Cartagena-Vera) de lo dispuesto en el Real Decreto 635/2006, de 26 de mayo, sobre requisitos mínimos de seguridad en los túneles de carreteras del Estado

2.1. REAL DECRETO 635/2.006.

El 28 de mayo de 2006 entró en vigor el Real Decreto 635/2006, de 26 de mayo, sobre requisitos mínimos de seguridad en los túneles de carreteras del Estado [1]. Como establece su disposición final segunda, "mediante este real decreto se incorpora al derecho español la Directiva 2004/54/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2004, sobre requisitos mínimos de seguridad para túneles de la red transeuropea de carreteras" [2].

En el apartado 2.3.1 del Anexo I, que detalla las medidas de seguridad a las que se refiere al artículo 4, se indica lo siguiente:

"La resistencia al deslizamiento medida por el coeficiente de rozamiento transversal (CRT) del firme en el interior del túnel no será inferior a 60. Salvo razones debidamente justificadas, en túneles de más de 1.000 metros se empleará pavimento de hormigón con aditivos colorantes para que proporcionen suficiente contraste con las marcas viales".

2.2. PAVIMENTO DE HORMIGÓN VENTAJAS Y RECOMENDACIONES

Por su parte, en el Proyecto de Construcción (Plano nº 2.5.1, hoja 11, de fecha diciembre de 2004) se establece que la sección del firme en los túneles, apoyada sobre una losa de hormigón HM-20, tiene la siguiente composición:

1. 3 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo M-10 en capa de rodadura
2. 5 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo S-12 en capa intermedia
3. 7 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo G-20 en capa de base

Por las razones que se exponen a continuación, este firme de naturaleza asfáltica, se sustituye por el pavimento de hormigón que se propugna en el Anexo I del Real Decreto por que se considera más adecuado, desde un punto de vista técnico y de conservación durante el periodo de la concesión.

Las capas de mezcla bituminosa tendrían un apreciable poder calorífico. En ellas, según diversos estudios, el punto de ignición, que marca el inicio de la combustión, se sitúa entre 425 °C y 530 °C [7], las llamas que podrían producirse serían sólo superficiales. Mientras el potencial calorífico de un coche de tipo medio, en una combustión completa, sería del orden de 18000 MJ, el de de una superficie equivalente (8 m²) de firme con un espesor total de 15 cm de mezclas bituminosas sería de 6400 MJ; esto supondría un incremento notable de la carga de fuego, en la medida en que las mezclas bituminosas ardieran totalmente en todo su espesor, que son el origen directo de las preocupaciones actuales sobre la seguridad en los túneles.

La gran ventaja conceptual de los pavimentos de hormigón, que resultaría especialmente valiosa en túneles, es su gran durabilidad con unas reducidas necesidades de conservación, incluso a largo plazo, si ha sido correctamente ejecutado. Con los pavimentos de hormigón se podrían evitar actuaciones que siempre resultan más complejas en el interior de túneles largos y para las que se requieren medidas complementarias en la prestación del servicio; además, no se plantearían los problemas derivados de futuras rehabilitaciones, como la disminución de los gálibos debido a los recrecimientos. Pero esos argumentos a favor de los pavimentos de hormigón por razones de conservación, que son en buena medida también aplicables en los tramos al aire libre.

La disposición final tercera del Real Decreto establece que "el Ministro de Fomento, en el ámbito de sus competencias, dictará las normas de desarrollo que requiera este real decreto". Uno de los puntos del Real Decreto que requeriría un desarrollo normativo es sin duda el referido a los pavimentos, pues en la definición de éstos no se debe considerar exclusivamente la longitud del túnel, sino que se deben tener en cuenta necesariamente la intensidad total del tráfico, la categoría del tráfico pesado, la

geometría de la sección transversal, las características del terreno (valoradas, por ejemplo, por su RMR), etc. [3].

La vigente Norma 6.1 IC de Secciones de firme (2003) [4] excluye de su ámbito de aplicación los pavimentos en túneles, y no existe para éstos un documento técnico equivalente a aquella, aunque los trabajos para su elaboración se iniciaron mediante un Convenio de Colaboración entre la Dirección General de Carreteras y el CEDEX titulado "Propuesta de recomendaciones para el diseño y construcción de firmes y pavimentos para túneles" [5]. En 2005 la propia Dirección General de Carreteras hizo públicos [6] algunos de los criterios que se estaban tomando en consideración de cara a la normalización de las secciones de firme en los túneles de las carreteras estatales:

- Posibilidad de utilizar tanto pavimentos de hormigón como capas de rodadura bituminosas (en este caso, para categorías de tráfico pesado T2 o superiores se debe emplear una mezcla discontinua de tipo F).
- Para una categoría de tráfico pesado T2, el espesor total de mezclas bituminosas sobre una losa de apoyo de hormigón debe ser de 15 cm
- Si se utiliza pavimento de hormigón, su espesor debe ser de 23 cm; se debe emplear hormigón en masa HF-4,5, con juntas con pasadores, aunque también se puede recurrir a un pavimento continuo de hormigón armado, en cuyo caso el espesor se reduce a 21 cm.

2.3 SOLUCIÓN ADOPTADA.

La solución adoptada consiste en un pavimento constituido por una capa de hormigón armado con fibras de acero de un espesor mínimo de 15 cm, técnica que requiere una ejecución extremadamente cuidadosa, pues en caso contrario los resultados pueden ser especialmente malos: aparte de los problemas de fabricación y colocación del hormigón, debido a su escasa trabajabilidad, siempre existe el riesgo añadido de que las fibras de acero más superficiales queden dispuestas de tal forma que puedan llegar a provocar daños a los neumáticos de los vehículos, lo que es un riesgo muy pequeño ya que las pocas fibras que se han quedado al aire sobre la superficie de rodadura se han oxidado rápidamente y eliminado por el mismo tráfico rodado.

REFERENCIAS

- [1] Ministerio de Fomento, REAL DECRETO 635/2006, de 26 de mayo, sobre requisitos mínimos de seguridad en los túneles de carreteras del Estado, Boletín Oficial del Estado nº 126, pp. 19970-19985, Madrid, 27 de mayo de 2006.
- [2] Parlamento y Consejo europeos, Directiva 2004/54/CE, de 29 de abril de 2004, sobre requisitos mínimos de seguridad para túneles de la red transeuropea de carreteras, Diario Oficial de la Unión Europea, Bruselas, 2004.
- [3] R. Galvis, M.A. del Val y M.G. Romana, Criterios para el diseño de pavimentos en túneles, Comunicación presentada en el XIII Congreso Iberoamericano del Asfalto, San José (Costa Rica), noviembre de 2005.
- [4] Ministerio de Fomento, Secciones de firme (Norma 6.1 IC), 41 pág., Centro de Publicaciones del Ministerio de Fomento, Madrid, diciembre de 2003.
- [5] Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, Normativa y recomendaciones sobre diseño de firmes y pavimentos para túneles en Europa: fases 1 y 2 (Informe parcial, tomo único, clave CEDEX: 31-403-3-078), 39 pág. más anejos, Madrid, julio de 2004.
- [6] M.D. Cancela, Manual sobre pavimentos en túneles, Ponencia presentada en el IV Congreso Nacional de Túneles, Asociación Técnica de Carreteras, Andorra, octubre de 2005.
- [7] A. Noumowé, Revêtement de chaussée en enrobé hydrocarboné ou en béton en situation d'incendie, Université de Cergy-Pontoise, EPU (Editions Publibook Université), París, 2003.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3.1. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del Proyecto es el desarrollo y la Construcción de las Instalaciones necesarias para la Seguridad y control de los Túneles de la Autopista de Peaje AP-7 Tramo: Cartagena-Vera y en este caso del Túnel "Lomas de Bas". Las características de este túnel se definen en el siguiente cuadro:

<i>Túnel</i>	<i>Tubo</i>	<i>PK inicio</i>	<i>PK final</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>Cota inicio (m)</i>	<i>Cota final (m)</i>	<i>Inclinación de rasante</i>	<i>Sección (m²)</i>	<i>Perímetro (m)</i>
Loma de Bas	Sentido Vera	861+870	863+690	1.820	271	271	2,5/-1,96%	81,22	35,05
	Sentido Cartagena	863+690	861+870	1.820	271	271	2,5/-1,96%	81,22	35,05

El túnel consta de dos tubos con sentido único de circulación. Cabe destacar la construcción de cuatro galerías de conexión respectivamente para facilitar los procesos de evacuación y actuación de los servicios de emergencia, en caso de ser necesario.

La sección de las galerías son las siguientes:

	<u>Sección (m²)</u>	<u>Perímetro (m)</u>	<u>Longitud (m)</u>
Galerías paso de vehículos:	17,40	15,77	32

El pavimento del túnel se cambió a hormigón para mayor seguridad (en caso de incendio no produce humos contaminantes como podría ocurrir con el asfalto)

Se construyó un "CAZ" para la recogida de vertidos tóxicos o contaminantes.

3.2. METODOLOGÍA

En materia de seguridad de los túneles, hay cuatro componentes básicos que determinan el control del riesgo.

- Las **instalaciones de seguridad**: ventilación, iluminación, detección y extinción de incendios, señalización de evacuación, sistemas de control de tráfico, CCTV (Circuito Cerrado de Televisión), megafonía, etc.
- Las **infraestructuras de seguridad** (galerías de evacuación, accesos para servicios de emergencia, apartaderos, etc.) y otras características de la obra tales como sección, curvatura del trazado, pendiente.
- La **explotación**, incluyendo los recursos disponibles, su organización y procedimientos (planes de actuación ante emergencias, planes de inspección y mantenimiento que garanticen la disponibilidad de las instalaciones y demás recursos.
- Los **usuarios** y sus vehículos, que pueden influir en el nivel de riesgo y cuya reacción en caso de ocurrencia de un incidente (particularmente en caso de incendio), influye fuertemente en las consecuencias del mismo.

Hay que destacar en el apartado de las instalaciones, la redundancia en las instalaciones sin una duplicidad, porque sería un sobre coste innecesario, intentando sacar todo el partido a los equipos instalados realizando un solape entre ellos, como por ejemplo ante un incendio, a parte de la detección instalada, el sistema DAI te da una señal de alarma.

Otro punto importante en las instalaciones es la energía eléctrica y el sistema de control.

Estas dos instalaciones, **son los dos órganos principales (cerebro con su sistema nervioso y corazón con su sistema sanguíneo) que sin ellos no podría funcionar el resto de órganos.**

En nuestro caso el cerebro es nuestro CENTRO DE CONTROL con la RED DE COMUNICACIONES y el corazón nuestra CENTRAL ELÉCTRICA con el cableado a los receptores.

CENTRAL ELÉCTRICA

Por la imposibilidad de realizar una doble acometida eléctrica al túnel, se instalaron dos centros de transformación de 1000 y 800 KVA´s (en bocas) y con conmutación a grupo, de una capacidad de 800 y 630 KVA´s para que en caso de fallo en la línea, puedan con toda la carga sin tener que sacrificar ninguna instalación.

Para darle más seguridad a la continuidad del suministro, se dispone de un grupo de 1000 KVA móvil ubicado en el Centro de Control.

A parte, todos los servicios auxiliares críticos están cogidos a dos SAIS de 100 KVA.

Estos servicios son:

- Alumbrado nocturno o base
- ERU´s
- Detección de Incendios
- CCTV
- Galerías de Servicios

Todo el cableado fue libre de halógenos, no propagador de incendio y con baja emisión de humos y gases tóxicos.

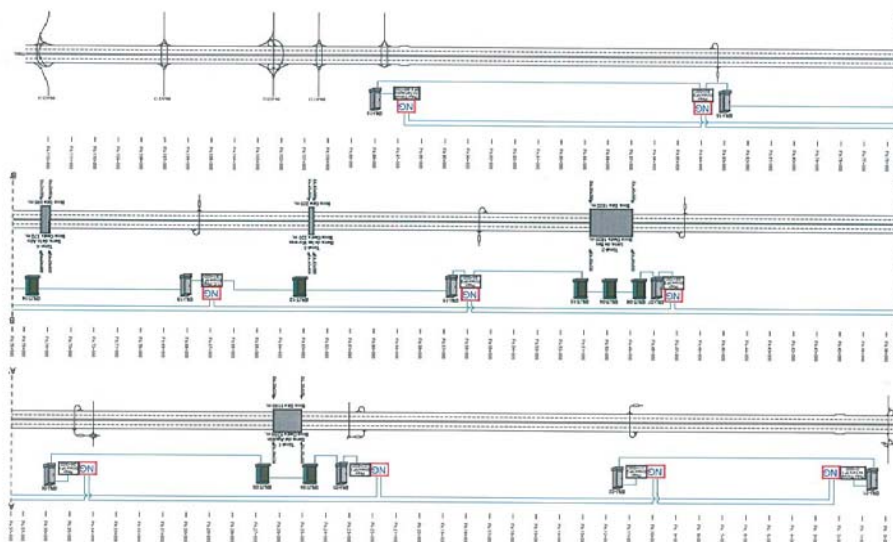
Para las instalaciones críticas y la ventilación el cable utilizado fue resistente al fuego.

CENTRO DE CONTROL Y LA RED DE COMUNICACIONES

Con el objeto de enlazar todos los equipos e instalaciones con el Centro de Control se realizó la instalación de una red de comunicaciones, cuyo soporte físico es la fibra óptica monomodo (32 FO) y los correspondientes equipos de transmisión recepción.

Además este sistema contempla el equipamiento necesario en el nodo Gigabit del Centro de Control para su conexión con el equipamiento de la Dirección General de Tráfico, al objeto de que exista un intercambio de información entre ambos centros.

Esta red está configurada en anillo con el fin de proporcionar una duplicidad en las comunicaciones entre los equipos de campo y el Centro de Control.



Y en el túnel el anillo fue el siguiente:



Este diseño hace que la red sea muy estable

A su vez, en caso de un incidente en el Centro de Control, mediante un portátil (con la aplicación) conectado a cualquier ERU de la Autopista o túneles, se convertiría en un "Centro de Control Virtual degradado" es decir se podría realizar casi todas las gestiones (cerrar barreras, poner mensajes en los PMV, controlar la ventilación, iluminación, etc.) desde ese puesto. Por tanto nunca se perdería el control del túnel.

3.3. INSTALACIONES PROYECTADAS.

A continuación se presenta una tabla resumen especificándose su longitud y las instalaciones de seguridad proyectadas.

El túnel de Loma de Bas, con una longitud superior a 1.000 m incluye un nivel de equipamiento alto.

RESUMEN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA	
Túnel	Loma de Bas
Tubo	Oeste/Este
Longitud	1820/1820
Sentidos de Tráfico	Único / Único
IMD (2017)	11.403
Energía	<p>Ambos tubos comparten, 2 CTs, 2 Grupos Electrógenos y 2 SAI, que alimentan la mitad del túnel. Grupo electrógeno (móvil) de reserva Cableado libre de halógenos, no propagador de incendio y con baja emisión de humos y gases tóxicos.</p> <p>Para los circuitos de los ventiladores y galerías de evacuación se ha instalado además cable resistente al fuego.</p>
Iluminación	<p>Diseñada según recomendaciones del Ministerio de Fomento, considerando velocidad máxima del tráfico de 80 km/h (distancia de frenado de 100 m).</p> <p>Implantación cenital contraflujo con lámparas de VSAP de 150W, 250W y 400W</p> <p>Alumbrado de seguridad con soporte de SAI y grupo en una luminaria cada 42 m con 1 cd/m².</p> <p>Alumbrado de emergencia con fluorescentes de 11 W con batería 1 hora, en ambos hastiales, cada 28 m a 0,8 m de altura, con alimentación independiente y cable resistente al fuego.</p> <p>Galerías de vehículos, 36W, cada 7,5 m.</p> <p>Alumbrado exterior en boca de entrada y salida cubriendo distancia de frenado para 80 km/h</p>
Control de iluminación	Luminancímetros en ambas bocas
Ventilación	<p>Longitudinal, dimensionada para 855 veh/h sin retenciones, viento en contra de 25 km/h, con valores máximos de 50 ppm de CO, 28 ppm de NOx y 0,005 m⁻¹ de opacidad. Dimensionamiento para incendios de 30 MW.</p> <p>12 ventiladores reversibles de 37 kW en cada tubo y 400°/2h, dispuestos en 3 parejas de ventiladores, cercanos a la bocas de entrada y salida.</p> <p>Ventilación de galerías con ventilador helicoidal y compuertas cortafuegos accionadas por servomotor eléctrico para admisión de aire.</p>

RESUMEN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA	
Túnel	Loma de Bas
Tubo	Oeste/Este
Longitud	1820/1820
Sentidos de Tráfico	Único / Único
IMD (2017)	11.403
Control de ventilación	<p>Detectores de visibilidad y CO (2 equipos a 100 y 500 m de la salida), anemómetros de interior y exterior con catavientos.</p> <p>Anemómetro de exterior, en ambas bocas.</p> <p>Estación Meteorológicas</p>
Extinción de incendios	<p>Dos extintores de 6 kg polvo polivalente ABC eficacia 23^a-144B en postes SOS de interior, con alarma de retirada.</p> <p>Se ha instalado una red de columna seca de diámetro 4" con derivaciones de diámetro 2 ½" cada 125 metros, instaladas en los nichos previstos al efecto. En cada una de estas derivaciones se instalara una trifurcación con una boca de 70 mm. y dos de 45 mm., todas ellas dotadas de válvula de cierre y racores rápidos tipo Barcelona con tapones. Como su nombre indica, la red de tuberías que integran la "columna seca", permanecerá habitualmente vacía de agua, abasteciéndose el sector de línea que se considere necesario, en función de la ubicación del incendio a lo largo del túnel.</p> <p>Para sectorizar la línea se instaló válvulas de accionamiento manual cada 240 m. aproximadamente. La red de tubería discurre por la parte inferior de los hastiales exteriores (carriles lentos) de ambos túneles, soportada a los mismos a una altura sobre la cota de la acera de 250/300 mm. aproximadamente. Ambas líneas aéreas se unen entre sí, formando un "anillo" cerrado y mallado, por medio de varios tramos de tubería que discurren por el perímetro del túnel a la altura de las galerías de comunicación y a través de estas. En cada galería de comunicación se ha instalado una derivación con bocas de iguales características a las de los nichos. En las cabeceras de las líneas de tubería (en las bocas de los túneles) y en cada una de las galerías de comunicación se instalaron armarios para el "USO EXCLUSIVO DE BOMBEROS", dotados de bifurcación siamesa de 3"/2*70 mm. con válvulas de corte, previstos para el abastecimiento de agua a la línea de tubería de la "columna seca" por parte de los Servicios de Emergencia, desde el punto más favorable en cada momento (en función de la situación del incendio). Esta sectorización, en tramos de 400 m. de longitud aproximadamente, permite reducir el diámetro de la tubería al disminuir las pérdidas de carga que se producen en la línea.</p> <p>Abastecimiento de agua con depósito de 120 m3 en cada boca y grupo de presión, suficientes para abastecer dos hidrantes durante 1 hora con 6 bares. Esto hace que podamos transformar la columna seca en húmeda o hacer abastecer a las "nodrizas".</p>
Detección de incendios	<p>Detección lineal, con fibrolaser (El sistema es capaz de detectar localización exacta de un incremento anormal de temperatura con una diferencia de 0,5 metros. Esta elevada sensibilidad del sistema facilita la prevención de un fuego incipiente).</p> <p>Detectores iónicos y termovelocimétricos en locales técnicos.</p>

RESUMEN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA	
Túnel	Loma de Bas
Tubo	Oeste/Este
Longitud	1820/1820
Sentidos de Tráfico	Único / Único
IMD (2017)	11.403

Señalización de evacuación	En puertas de galerías, y cada 25 m. Luces estroboscópicas en puertas de galerías. Se instalo una línea de vida para los servicios de emergencias.
Dispositivos de cierre de túnel	Semáforos en soporte en boca de entrada, barreras a 50 m, semáforos en pórtico (RAV) a 200 m y 400 m, señalización cierre de túnel colocado en pórtico a 600 m y Panel de Mensaje variable (3 líneas de 16 caracteres y dos gráficos de 32x32 píxeles) colocado en pórtico a 1.000 m
Señalización interior	Semáforos RAV cada 400m. 2 Paneles alfanuméricos en el interior 1 x 16 caracteres (cada 600 m). Señales de límite de velocidad variable y aspa/flecha en bocas y cada 400 m
Detectores de tráfico	En bocas de entrada y salida.
Control de gálibo	Control electrónico en estaciones de peaje.
CCTV	Sí, con cámaras exteriores en bocas y cada 150 m en interior, asociadas a DAI.
DAI (Detección automática de incidentes)	Sí, en centro de control.
Postes SOS	Postes SOS en bocas e interior (cada 120-135 m), con extintores. Configuración por parejas maestro-esclavo conectados a red de FO.

RESUMEN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA	
Túnel	Loma de Bas
Tubo	Oeste/Este
Longitud	1820/1820
Sentidos de Tráfico	Único / Único
IMD (2017)	11.403
Megafonía	Si, con zonas independientes en ambos tubos, galerías y cada una de las bocas
Radiocomunicaciones	Hilo Radiante para las radiocomunicaciones de emergencia (Policía, Bomberos y Ambulancias) y posibilidad de insertar mensajes en las emisoras de radio de los vehículos.
Control local	ERU (2), conectadas al centro por FO Fast/Ethernet en anillo
Control centralizado	<u>Servidor y aplicación de control SCADA (AVANZA)</u> <u>Central de postes SOS</u> <u>Vídeo:</u> Matriz de conmutación vídeo 96 Ent y 16 Sal; Videgrabador de 16 Sal; 8 monitores 17"; PC para control CCTV; Video Wall compuesto por 4 módulos de 40" <u>DAI</u> <u>Megafonía:</u> Central de megafonía integrable en sistema SCADA

RESUMEN DE LA SOLUCIÓN PROYECTADA	
<i>Túnel</i>	<i>Loma de Bas</i>
Tubo	Oeste/Este
Longitud	1820/1820
Sentidos de Tráfico	Único / Único
IMD (2017)	11.403

<i>Infraestructuras auxiliares de seguridad</i>	
Galerías de evacuación	4, equipadas con iluminación, presurización, poste SOS, hidrante, cámaras, megafonía y DAI
Conexiones para acceso de servicios de emergencia	4 de las galerías de evacuación permiten el paso de vehículos
Apartaderos	En arcén derecho. Dimensiones 2,50 m de ancho
Drenaje de vertidos tóxicos o explosivos	Construcción de un CAZ para la recogida de vertidos
Cruce de mediana en el exterior	A 100 m de boca de túnel, en cada boca