

RUTAS

REVISTA DE LA ASOCIACIÓN TÉCNICA DE CARRETERAS

Nº 146
SEPTIEMBRE
OCTUBRE
2011



EN PORTADA

Entrevista a
D. Antonino Burgos Navajas
Consejero de Obras Públicas,
Política Local y Territorial del
Gobierno de La Rioja

RUTAS TÉCNICA

Filosofía del diseño y ejecución de
terraplenes y su patología (I)
Ensayo de resistencia a tracción de las
barreras geosintéticas arcillosas (GBR-C)
Mejora energética en los túneles de
Parpers de la C-60

SIMPOSIOS Y CONGRESOS

XXIV Congreso Mundial de
Carreteras
TRAFIC 2011



**BETÚN DE BAJA TEMPERATURA DE PROAS:
LA MEJOR DIRECCIÓN HACIA EL AHORRO DE COSTES
Y EL RESPETO AL MEDIO AMBIENTE.**

Los **BETUNES** de **BAJA TEMPERATURA** de **PROAS** reducen la temperatura de fabricación y puesta en obra de las mezclas asfálticas hasta en **40°C*** lo que supone, en este caso, un ahorro energético y una reducción en la emisión de gases de efecto invernadero de un **35%***. Sin duda, otra de las **INNOVACIONES** del Grupo **CEPSA** pensada para serte útil.

www.proas.es

PROAS

Innovando para ti

*Comparado con mezclas elaboradas con betunes 35/50 y 50/70.



No 146 SEPTIEMBRE-OCTUBRE 2011

RUTAS

REVISTA DE LA ASOCIACIÓN TÉCNICA DE CARRETERAS

Edita:
ASOCIACIÓN TÉCNICA DE CARRETERAS
 Monte Esquinza, 24 4º Dcha. ♦ 28010 ♦ Madrid
 Tel.: 913 082 318 ♦ Fax: 913 082 319
 info@atc-piarc.com - www.atc-piarc.com
 Presidente:
 Roberto Alberola

Comité de Redacción:
 Presidente:
 Roberto Alberola
 Directora Técnica:
 Belén Monercillo Delgado

Vocales:
 José Alba
 Francisco Caffarena
 Alfredo García
 Federico Fernández
 José María Izard
 Carlos Jofré
 Sandro Rocci
 Manuel Romana
 Antonio Ruiloba
 Margarita Torres
 Carmen Velilla
 Director Edición:
 Antonio de J. Ulled

EDICIÓN. Redacción, Diseño, Producción,
 Gestión Publicitaria y Distribución:
SIC n.i.m.u.p. SL
 Apartado Postal nº 116 ♦ 28250 Torrelodones
 Tel.: 918 591 112 ♦ Fax: 918 592 402
 revistarutas@sicrd.es ♦ www.sicrd.es

Director:
 Antonio de J. Ulled

Redacción:
 Juan Vaquerín
 redaccionrevistas@sicrd.es

Publicidad:
 Juan Carlos Abad
 Tel.: 685 690 541 ♦ rutas@sicrd.es

Administración:
 Carmen Ulled

Maquetación:
 Javier Viera

Producción:
 Gráficas Ruiz Polo SA

Distribución:
 Manchalán Gupost SA

Foto Portada:
 Sesión inaugural del Congreso Mundial de Carreteras y participantes en la Sesión de Ministros.

Depósito Legal: M-35865-2011 - ISSN: 1130-7102
 Todos los derechos reservados.

Notas: 1. Se admiten comentarios escritos a los artículos técnicos publicados en este número, hasta tres meses después de su fecha de salida. El Comité de Redacción se reserva el derecho de decidir la publicación o no de los que juzgue oportuno. No se mantendrá correspondencia alguna con los autores de los comentarios, a los que se agradece en todo caso su colaboración en la orientación de la Revista. 2. Las opiniones vertidas en las páginas de esta revista no coinciden necesariamente con las de la Asociación ni con las del Comité de Redacción de la revista.

Precio en España: 18 euros

© Asociación Técnica de Carreteras

En este número

Tribuna Abierta

- 03 Atención a la Red Viaria Local
 Antonio Medina Gil

En Portada

- 04 Entrevista a D. Antonino Burgos Navajas
 Consejero de Obras Públicas, Política Local y Territorial del Gobierno de La Rioja

Rutas Técnica

- 08 Filosofía del diseño y ejecución de terraplenes y su patología (I)
Philosophy of design and execution of earthworks and their pathology (I)
 Carlos Oteo Mazo

- 18 Ensayo de resistencia a tracción de las barreras geosintéticas arcillosas (GBR-C). Interpretación de las curvas tensión-deformación
Tensile strength test of clay geosynthetic barriers (GBR-C). Interpretation of the load strain curves
 Ángel Leiro, Beatriz Mateo y Helena García, Silvia Llorente y Andrés Marín

- 28 Mejora energética en los túneles de Parpers de la C-60
Energy improvement Parpers tunnels in the C-60
 Ramón Morera i Fauquier, Luis Bittini, Enrique Segura Echániz y Colaboradores (año 2010): Just Palma i Casals y Rossend Bau i Gelis

Infraestructuras Viarias

- 35 Abierto al tráfico el itinerario Variante de Binéfar - L. P. de Lleida de la A-22, Lleida-Huesca
 Lorenzo Plaza Almeida

- 41 Nueva Variante de Castañares de Rioja (LR-111)
 Marta Cordón Ruete

- 45 Puesta en servicio de la Vía Parque en la N-332, entre Guardamar del Segura y Torrevieja (Alicante)
 Jesús Redondo González, Rafael Caro Sogorb

Simposios y Congresos

- 49 XXIV Congreso Mundial de Carreteras
 La Redacción

Ferias y Exposiciones

- 63 XII Edición del Salón Internacional de la Seguridad Vial y el Equipamiento para Carreteras "TRAFIC 2011"

Publicaciones del Ministerio de Fomento

- 68 Colección de Estudios Previos del Terreno de la DGC. Serie histórica completa (1965-1998)

Fomento informa

- 71 Fomento informa

Noticias

- 72 Noticias



Sistemas de Ahorro Energético y
Telegestión en Iluminación de:



Aeropuertos
Estaciones
Talleres
Autopistas
Túneles
Viales

En iluminación un
ahorro energético del

60% es mucho y
telegestionar su
sistema punto a punto al
100% sin realizar
ninguna obra civil es
optimizar sus recursos



+ 34 91 859 3877 - www.actioaedilitas.es - info@actioaedilitas.es



Atención a la Red Viaria Local

Antonio Medina Gil
Presidente del Comité de Carreteras
de Baja Intensidad de Tráfico.
Asociación Técnica de Carreteras

¿Qué demanda el usuario a las carreteras locales? Sin duda que sean predecibles, seguras, confortables en lo posible y que permitan su recorrido a velocidad adecuada. Y también que proporcionen accesibilidad hasta los núcleos más pequeños.

No es fácil ni técnica ni, sobre todo, económicamente, atender esas demandas, más desiderátum que exigencia, que recaen especialmente en las diputaciones provinciales, afectadas como el resto de las administraciones por una situación económica difícil, cuando no angustiosa.

Desde esta tribuna se ha reclamado, en tiempos no lejanos, una mayor atención para las redes locales de carreteras, que cumplen una importante función de conexión viaria, de articulación territorial, de acceso, de soporte de multitud de actividades económicas: rurales, medioambientales, sociales, turísticas o de ocio y recreo. Se han comparado, juntamente con las vías de mayor rango, al sistema circulatorio, que posee tanto grandes vasos como redes capilares, ambas fundamentales para la vida del organismo.

Constituye la red local casi setenta mil kilómetros de vías, que soportan cerca del 10% del tráfico total con una heterogeneidad acorde con las variables geográficas y poblacionales; y con carencias que sólo se han paliado en parte estos pasados años, incrementándose el desnivel de calidad con las redes superiores, que significativamente han dado un salto cualitativo.

La Asociación Técnica de Carreteras y su comité de Carreteras de Baja Intensidad de Tráfico son conscientes de los problemas que conlleva la gestión de estas redes locales y de las dificultades añadidas que, en el marco de profunda crisis económica en que nos encontramos, entorpecen su solución. Por ello ha llevado a cabo un análisis de la situación de las mismas, de la organización de los servicios que las gestionan, de los presupuestos que se les aplica. Análisis basado en los datos obtenidos de una encuesta suficientemente representativa, y de la reflexión posterior sobre medios, necesidades y prioridades.

Las conclusiones que se expondrán en un próximo número son suficientemente explícitas: no se ha invertido ni se invierte suficientemente en la red local de carreteras, que aunque sin duda ha mejorado lentamente, ha sido más por la profesionalidad y dedicación de sus gestores que por los presupuestos aplicados, que a veces han escatimado incluso la importantísima e irrenunciable atención que exige la conservación y el mantenimiento.

Nuestro país ha desarrollado una infraestructura hasta niveles que han superado incluso a los superiores medios europeos. Seguramente se han promovido actuaciones cuya justificación no era sensata, o que, lamentablemente, han resultado fallidas; entre ellas también muchas correspondientes a obras viarias. Ahora quedan las deudas, un horizonte de recortes y desinversiones del que seguramente saldrá mal parada la red viaria local que, en la situación de euforia anterior, apenas ha recibido modestas inversiones, habiéndose aumentado su marginación relativa; cuando la rentabilidad que su conservación y mejora reporta, sin necesidad de grandes inversiones, es incuestionable desde el punto de vista económico y social.

Es propio de los países desarrollados el cuidado de su patrimonio, su atención aun en los niveles más modestos, el buen funcionamiento de los servicios, la importancia que debe darse al mantenimiento y conservación de bienes y equipamientos; así como es propio de países con déficits democráticos, culturales y de desarrollo, acometer obras de envergadura desproporcionada sin estudios que avalen ni justifiquen su rentabilidad. Es propio de la madurez de las primeras sociedades el aplicar criterios de prioridad, de equidad y de equilibrio presupuestario. En el terreno de las carreteras locales hemos operado, siempre, desde las dificultades económicas y no nos son ajenos esos criterios antedichos. Pero hay que insistir en la necesidad de que la crisis no menoscabe unos presupuestos ya anteriormente mínimos. ❖



Entrevista a

D. Antonino Burgos Navajas, Consejero de Obras Públicas, Política Local y Territorial del Gobierno de La Rioja

Hace ya algunos años, tuvimos la oportunidad de entrevistar a D. Antonino Burgos quien en aquellos momentos nos contó la experiencia y los objetivos que su Consejería perseguía a finales de 2006. Desde entonces, este Consejero, nacido en Alfaro (La Rioja) en 1965, Licenciado en Derecho por la Universidad de Zaragoza y Técnico Superior de la Administración de la Seguridad Social, nos contó que había

desarrollado su actividad profesional en el Instituto Social de la Marina de Santa Cruz de Tenerife (1992/96) y que había llegado a esa responsabilidad tras desempeñar la Secretaría General Técnica de la Consejería de Obras Públicas, Transportes, Urbanismo y Vivienda del Gobierno de La Rioja (1996/2003), así como la de Consejero de Vivienda y Obras Públicas en la legislatura anterior. Hoy 5 años después volvemos a

preguntarle por los objetivos conseguidos y por los que se plantea en estos momentos de crisis.

Para comenzar esta entrevista, le preguntamos al Sr. Burgos ¿cómo calificaría, en términos generales, su gestión durante estos últimos



Vista panorámica de la variante de Castañares

años? ¿Qué objetivos ha conseguido y cuáles le quedan por cumplir?

Creo que ha sido razonablemente buena, si no los ciudadanos no habrían revelado su confianza en el proyecto político para el que trabajo otros cuatro años más.

Objetivos se han cumplido muchos, pero me gustaría destacar el haber dejado planificado y programado el desarrollo de las infraestructuras viarias hasta el 2021, a través del Plan de Carreteras 2010/2021, y el gran reto que es ejecutarlo, lo que garantizará la modernización de las infraestructuras viarias de La Rioja.

¿Qué cambios se han producido en la estructura y sectores de esta Consejería y cuál es su actual organigrama?

Ha habido cambios fruto de una política de ajuste económico, pero las competencias para la próxima legislatura son las mismas que la pasada, es decir: carreteras, transportes y vivienda, a las que hay que añadir, obras hidráulicas, ordenación del territorio y política local.

¿Con qué presupuesto ha contado para este año y cómo se desglosa?

El presupuesto para 2011 asciende a 78,5 millones de euros que se desglosan de la siguiente manera: 32 millones para Carreteras, 21,6 a Política Local, 8,7 a Vivienda, 4,3 a transportes, 4,2 a Obras Hidráulicas y 3,8 a Ordenación del Territorio.

¿De qué forma le ha afectado la actual crisis económica y cómo cree que va a afectar a los presupuestos de 2012, especialmente en carreteras?

Los presupuestos de 2012 van a ajustarse

todavía más en La Rioja, y carreteras no va a ser una excepción. Dentro de este ajuste vamos a intentar que las inversiones en seguridad vial y mantenimiento no se resientan; sin embargo, tendremos que aplazar la construcción de nuevas infraestructuras.

¿Qué actuaciones viales destacaría y por qué de las recientemente finalizadas?

Sin duda, las dos variantes de población construidas: la de Entrena y la de Castañares, no sólo por la seguridad de sacar el tráfico del centro de ambos municipios,



El Consejero (primero por la izquierda) junto al Presidente de La Rioja y otras personalidades en la apertura del tráfico de la nueva Variante de Castañares



Otra de las obras destacadas de esta Consejería es la reciente construcción del nuevo puente de Arnedillo

sino también, sobre todo la Variante de Castañares de Rioja, por encontrarse en el principal corredor turístico de la Comunidad, que gana en movilidad y modernidad.

¿Y de las previstas a corto y medio plazo?

Sobre todo nos vamos a centrar en el acondicionamiento de travesías e intersecciones y la ejecución de otras dos variantes de población, en los municipios de Ventas del Baño y Navarrete.

¿Cómo calificaría los resultados del Plan de Carreteras 2001-2011, al que se le destinó en su día una inversión de más de 240 millones de euros?

De sobresaliente. La ejecución presupuestaria superó el 100% de lo previsto, más de 240 millones de inversión, pero sobre todo se logró un equilibrio territorial en toda La Rioja, en especial en la zona de valle con la de montaña, aumentado la igualdad y solidaridad de los riojanos; y se realizó un especial esfuerzo en infraestructuras de seguridad vial que han ayudado a

disminuir año a año la siniestralidad en la red viaria.

¿Cuál es la situación actual de las autovías autonómicas que este Gobierno quiere llevar a cabo: Calahorra-Arnedo y Haro-Santo Domingo de la Calzada-Ezcaray?

En estos momentos la autovía Calahorra-Arnedo tiene el proyecto aprobado y en la de Haro-Santo Domingo de la Calzada-Ezcaray se redacta el estudio informativo.

Por lo que nos ha dicho, la ya mencionada crisis, ¿supondrá un retraso en su ejecución?

Mucho me temo que sí, como ya he mencionado la prioridad van a ser las infraestructuras de seguridad vial, y vamos a aplazar la construcción de nuevas infraestructuras, como es el caso de la autovía Calahorra-Arnedo que está lista para ser licitada.

En la autovía Haro-Santo Domingo de la Calzada-Ezcaray no habrá retrasos. Esta

legislatura terminará con el proyecto redactado que es la previsión inicial.

Sin embargo, todos sabemos que la construcción de carreteras es una inversión productiva y necesaria para la creación de empleo y riqueza, y que siempre revierte positivamente en la economía. ¿Hasta qué punto le afectará esta crisis?

Espero que lo menos posible. Además, creo que es razonable que si los créditos destinados a carreteras descienden, éstos se empleen prioritariamente en la conservación de lo ya existente y a obras de Seguridad Vial, antes que a la creación de nuevas infraestructuras. Pero también creo que volverán tiempos de expansión económica en los que se podrá atender la creación de nuevas infraestructuras a través de una política expansionista, acordes con esa expansión.

Desde nuestra primera entrevista, esta Consejería

ha mostrado una gran preocupación por la Seguridad Vial y ha realizado -pensamos- una gran labor en la ejecución de nuevas variantes de población y ensanches de carreteras, como las que ha citado anteriormente...

Así es y quiero resaltar la importancia que este Gobierno está dando a la mejora de la Seguridad Vial en los cascos urbanos de nuestros municipios, con medidas de distinta índole como la instalación de reductores de velocidad, refuerzo de la señalización, y, cómo no, la construcción de variantes. Queremos que en nuestros municipios la prioridad en la movilidad la tengan los peatones sobre los vehículos.

**¿Cuál es su opinión sobre la colaboración público-privada para la creación, conservación y gestión de infraestructuras viarias?
¿Se trata de una de las pocas soluciones de las que dispondremos para mantener e incrementar nuestro patrimonio viario?**

Es una fórmula interesante; desde la convicción de que el crecimiento económico sólo puede venir desde la iniciativa privada, abrir esta posibilidad es permitirle impulsar el crecimiento económico también desde la gestión de las infraestructuras viarias.

¿Cree que terminaremos pagando un canon por la utilización de nuestras infraestructuras?

Creo que acabaremos haciendo lo que decidan y hagan la mayoría de países europeos, y parece ser que la línea de actuación europea se inclina por el establecimiento del citado canon.

No creo que sea beneficioso para España separarse del criterio común que se adopte en nuestro entorno.

¿Cómo ve el futuro inmediato para el resto



Variante de Entrena

de competencias de su Consejería?

Será muy difícil resumir unas competencias tan amplias como Transportes, Aguas, Ordenación del Territorio y Política Local; pero sí le puedo adelantar que para los próximos cuatro años, con una previsible merma de recursos públicos, habrá que priorizar las actuaciones en todas las áreas con un objetivo común: que las materias que se deben priorizar son aquellas que más actividad productiva generan y, por tanto, más empleo.

¿Desea añadir algo más?



Variante de La Estrella

Simplemente que en épocas difíciles, como la que estamos viviendo, es cuando más tenemos que dar todos para salir de esta situación; más tenemos que trabajar, más sacrificios tenemos que hacer, más solidaria tienen que ser las actuaciones públicas y sobre todo tenemos que colaborar precisamente todos: Administraciones, instituciones políticas y sociales, asociaciones y ciudadanos, sin egoísmos ni individualismos.

Finalmente, tan sólo nos resta agradecer la atención dispensada por D. Antonino Burgos a esta revista. ❖



Filosofía del diseño y ejecución de terraplenes y su patología (I)

Philosophy of design and execution of earthworks and their pathology (I)

Carlos Oteo Mazo

*Prof. Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Catedrático de Ing. del Terreno
Presidente del Comité de
Geotecnia Vial de la A.T.C.*

Resumen

Este artículo pretende mostrar, por un lado, las experiencias que, en estructuras térreas para infraestructuras viarias, han obtenido los diversos técnicos dedicados a su diseño y construcción. Pero, por otro, intenta volver a recordar los criterios básicos en que se basa el PG-3 y la filosofía que debe guiar el diseño y ejecución de estas obras, así como la experiencia sacada de observar su comportamiento. Estas páginas están dedicadas a esos aspectos de criterios básicos: filosofía a tener en cuenta en el diseño y ejecución de estas “estructuras de tierra”; y en las patologías derivadas de olvidarse que se trata de obras “blandas”, de poca cohesión y deformables, en que el agua y el contenido de finos pueden ser los principales enemigos.

PALABRAS CLAVE: Geotecnia vial, materiales para carreteras, terraplenes.

Summary

This article aims to show, for one hand, the experiences in earthworks for infrastructure road, has obtained for the technicals dedicated to their design and construction. But on the other, try to remember the basic criteria underlying the PG-3 and the philosophy that should guide the design and implementation of these works, as well as experience taken to observe their behavior. These pages include to these aspects of basic criteria: philosophy have into account in the design and implementation these “earthworks” and their pathologies derived to forget that it is works “soft” low cohesion and high deformability that the water and the fine content may be the main enemies.

KEY WORDS: Geotechnical road, materials for roads, embankments.

1. Introducción histórica

El concepto de estructura térrea va unido al de firme desde el primer momento de la Historia. En esas circunstancias, como indican diversas investigaciones [1]:

- Las vías (para vehículos de tracción animal y rueda de madera o metálica) se “pegan” al terreno, con lo que los desmontes y terraplenes apenas existen.
- Se siguen los ríos y el posible apoyo en roca.
- El trazado se hace por donde la nieve “carga” menos.
- Se buscan materiales nobles, generalmente derivados de la fracturación de rocas o extraídos de graveras naturales.
- Se construyen terraplenes-firmes con diferentes capas que contienen gruesos, sobre las que se colocan capas con materiales intermedios y más finos (incluso con aglomerante) y pudiendo llegar a colocarse enlosados de piedra sobre dichas capas, como en las calzadas romanas (figura 1). Se consigue, así, una capa gruesa inferior y se colocan otras superiores que van disminuyendo la granulometría y aumentan la cohesión.
- Este conjunto no sólo es resistente, sino drenante, al dar pendiente a las capas granulares y permitir la salida por cunetas térreas laterales (figura 1).
- Cuando aumenta el peso de los vehículos de transporte, se necesita un firme más resistente y se acude a un terraplén-firme. Las ideas de Mac Adam, a principios del siglo XIX, introducen un relleno de calidad: piedra partida con granulometría más o menos definida (de 1 a 7 cm). El tráfico se encargaba de crear finos (por rotura de los bordes de la piedra partida), “recebando”, así, los huecos creados por las piedras mayores (figura 2) [2]. De esa forma se “conseguía” un material con granulometría relativamente continua que daba buen resultado. Hacia 1830 se introducen los rodillos o pisones, destinados a acelerar el efecto de relleno de los huecos de la piedra partida, para que el efecto y el terraplén-firme de calidad se

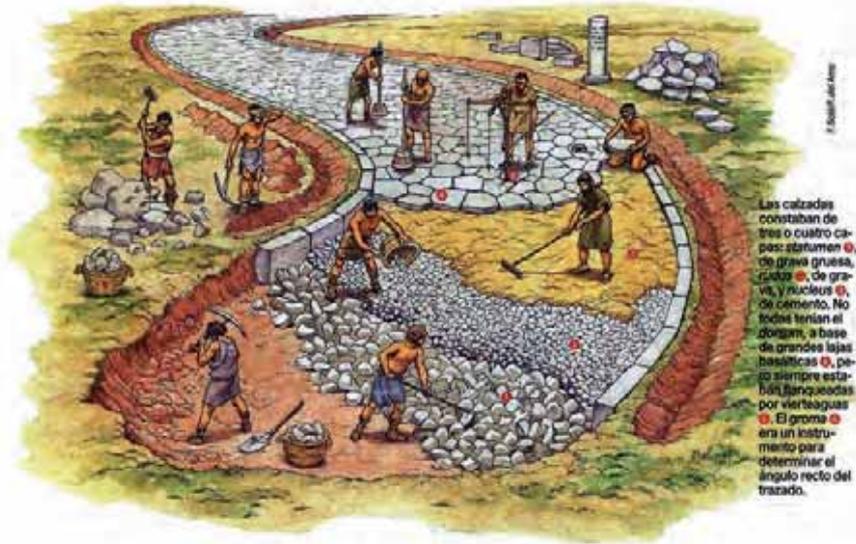


Figura 1. Drenaje en vías romanas (Fonseca, 1990)

consiga lo más pronto posible.

- Telford y Mac Adam indican que, si la extensión de este terraplén-firme se hace en varias tongadas, recebándolas (primero a mano y después con apisonado mecánico, como en la figura 2) se consigue un conjunto de calidad que puede soportar el tráfico de la época. En 1906 se procede a alquitranar la superficie del macadán para evitar el polvo y en 1960 ya se sustituye el macadán por una base granular de granulometría continua, que resiste mejor y tiene más durabilidad [3].

- Entre la macadán y la base granular se utilizó la zahorra natural, con adecuada resistencia (gruesos) y granulometría continua.

Se llega a la idea de Trésaguet en que ya se separa el firme del terraplén: El soporte final debe corresponder al suelo natural o a un terraplén térreo. El firme debe servir para: a) Mantener la superficie seca. b) Ofrecer una superficie uniforme. c) Soportar la concentración de cargas que ofrecen los vehículos modernos. d) Transmitir una presión media y más baja al terreno inferior. e) Evitar que los finos del terreno asciendan y

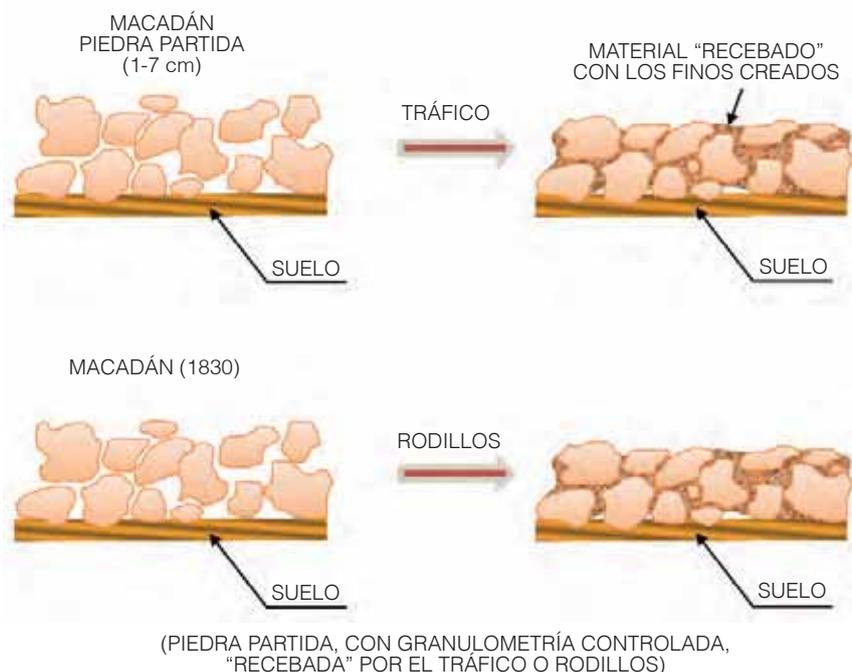


Figura 2. Primeros firmes con macadán, a principios del siglo XIX

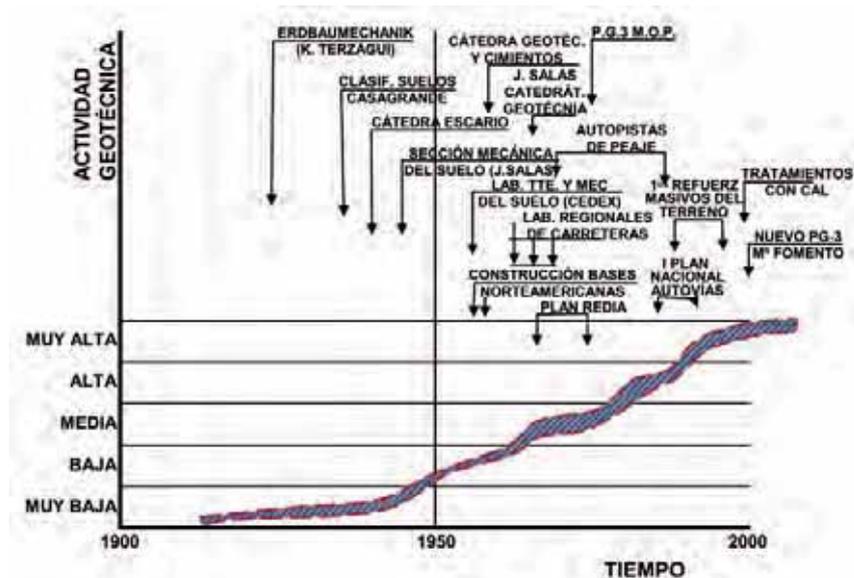


Figura 3. Evolución temporal de la actividad geotécnica en las carreteras españolas (Oteo, 2007)

arruinen el macadán. Como indican Escario y otros en su Tomo II de “Camino” [4] (1967), el defecto más grave resulta ser la falta de capa anticontaminante que provoca que la explanada ascienda a través del firme y la capacidad del macadán quede reducida”.

A partir de todo ello ya aparece el concepto de “compactación” o de aumento de la concentración de sólidos por unidad de volumen, con una granulometría lo más continua posible.

En los años 30 del siglo XX aparece el ensayo de Proctor y empieza a cuantificarse lo de la “compactación”. Y lo que era una relación (determinada por puntos) entre la densidad y la humedad, degenera – a efectos prácticos – en sólo el control de la densidad. Se pasa, así, a:

- Definir un ensayo de referencia (el Proctor, luego complementado por el Proctor Modificado y el ensayo Harvard, uno para aumentar la energía repartida y otro para la energía concentrada, para el caso de arcillas).
- Definir el porcentaje de la densidad óptima o máxima del ensayo de referencia.
- Olvidarse del contenido de humedad (entre otras cosas, porque era más difícil de determinar en campo y, además, llevaba más tiempo).
- Fiar en que el material es homogéneo y sirven unos pocos ensayos de compactación como referencia. Hoy día estos conceptos no bastan:
- El firme sirve para facilitar la rodadura,

la continuidad y la durabilidad.

- El firme transmite las acciones del tráfico al terraplén, uniformizando dichas acciones.
- El terreno debe aprovecharse lo máximo posible, incluido materiales que, hoy, se clasifican como “marginales” e “inadecuados” (por su expansividad, presencia de sales solubles, etc.) y que, antes, se llevaban a vertedero. Incluso hemos aprovechado materiales de todo tipo: desde los calificados como “inadecuados” a residuos de vertederos (incluido algo de materia orgánica).
- La maquinaria de compactación debe de ser lo más potente posible y lo más adecuada al terreno, materia prima para terraplenes: vibración para terrenos granulares, “pata de cabra” para suelos arcillosos, etc.
- El control de compactación puede realizarse por métodos directos (determinación de densidad) y otros medios más representativos (determinación de deformabilidad).
- El espesor de tongadas debe adaptarse a la naturaleza del material y a su granulometría (27-30 cm para materiales finos y 80-100 cm para materiales muy gruesos).
- No hay que despreciar la posibilidad de añadir aglomerantes al terreno para terraplenes, para

disminuir su expansividad o plasticidad, aumento de la cohesión aparente, etc.

Los condicionantes geotécnicos se han tenido en cuenta solamente desde hace unos 50-60 años. En la figura 3 [5] se ha reproducido la evolución temporal de la actividad geotécnica en las carreteras y ferrocarriles españoles. Desde 1970 se produjo un incremento importante con el Plan Redia y, posteriormente, con la construcción de las primeras autopistas españolas. Más adelante, en los últimos veinticinco años, con la construcción del Programa de autovías del Plan General de Carreteras 1984/1993 y la del ferrocarril de alta velocidad Madrid-Sevilla, se incrementó, claramente, la actividad geotécnica relacionada con las estructuras de tierra, que, posteriormente, se ha desarrollado aún más.

2. El diseño de terraplenes

El diseño de un terraplén incluye (figura 4):

- El análisis geológico-geotécnico del terreno de la traza de la infraestructura viaria y del entorno zonal.
- El análisis de la geomorfología de la zona.
- La selección de los materiales presentes y de la posibilidad de su uso.

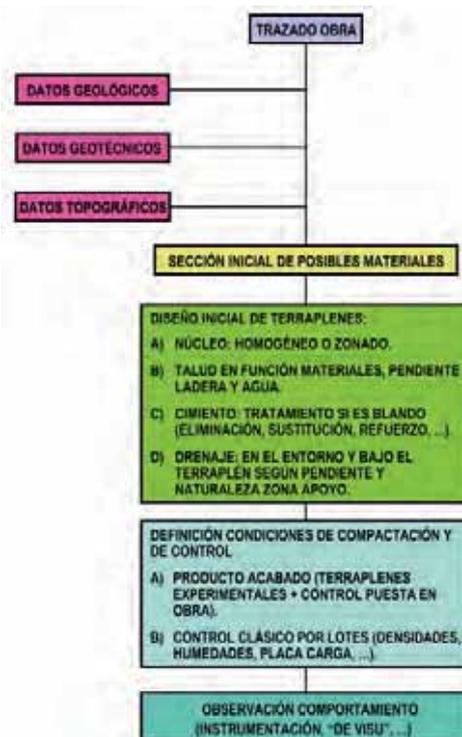


Figura 4. Diseño y ejecución de terraplenes

- La definición de la sección de terraplén, lo cuál incluye: a) Su anchura definitiva (con la posibilidad de sobrecanchos para luchar contra la erosión superficial. b) Los taludes del terraplén. c) Su sección transversal, en la que debe definirse si el núcleo es homogéneo o zonado. d) El tipo de cimiento, que puede necesitar tratamientos geotécnicos en caso de apoyo sobre suelos blandos. e) Las condiciones del drenaje bajo el terraplén y en su entorno próximo. En la práctica muchas veces sólo se comenta que el PG-3 (versión 2000) distingue el cimiento, el núcleo, espaldones y coronación, pero no se definen estas zonas con detalle (figura 5).

- Las condiciones de compactación: tipo de tongadas, maquinaria de aportación de energía, de número de pasadas, etc. Esto suele dejarse para la obra, cuando –en realidad– debería estar definido (al menos, con un mínimo) en el Proyecto.

- Tipo de control a utilizar: densidad, humedad, módulo de deformación, etc. En la obra real, podemos distinguir dos tipos de control genérico: a) Por lotes o clásico, con densidades, placa de carga, etc., cada n metros cuadrados (2 000-5 000 m²). b) Por producto acabado, en el que el tema se ajusta en terraplenes de prueba o experimentales y, en la obra real, se aplican las recomendaciones establecidas en ese terraplén (maquinaria, número de pasadas, espesor de tongadas, etc.), cuidando principalmente que se cumplan estos requisitos.

- La definición de la instrumentación que debe de instalarse para conocer el comportamiento de la estructura de tierra, lo cuál sólo suele hacerse cuando el apoyo del terraplén es blando.

En la figura 6 [6] se indican los factores que han de tenerse en cuenta a la hora de seleccionar un material: funcionalidad de la obra, proximidad de la cantera, manejabilidad, humedad en cantera, propiedades geotécnicas (granulometría, plasticidad, contenido de sales y materia orgánica), ensayos de compactación, etc.

Como hemos señalado, tiene que tenerse en cuenta, a la hora de diseñar la estructura de tierra, que la sección transversal

no tiene que ser homogénea (aparte de la heterogeneidad que ya incluye el imponer condiciones diferentes a cimientos, espaldones, núcleo y coronación).

Existen muchos tipos de soluciones alternativas:

- Solución tipo “sándwich”, con alternancia de un material “noble” (en poco espesor: 1-1,5 m) con un material más problemático (con espesor de 3-3,5 m), como se ve en la figura 7 [7].

- Solución de encapsulamiento de un material todo-uno con pedraplén, como en el terraplén de la figura 8, a la entrada de Almería que permitió al-

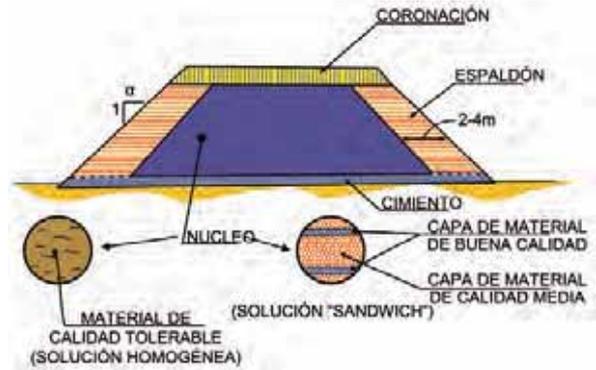


Figura 5. Tipo de sección transversal definido en el PG-3



Figura 6. Selección del material de un terraplén (Oteo, 1994)

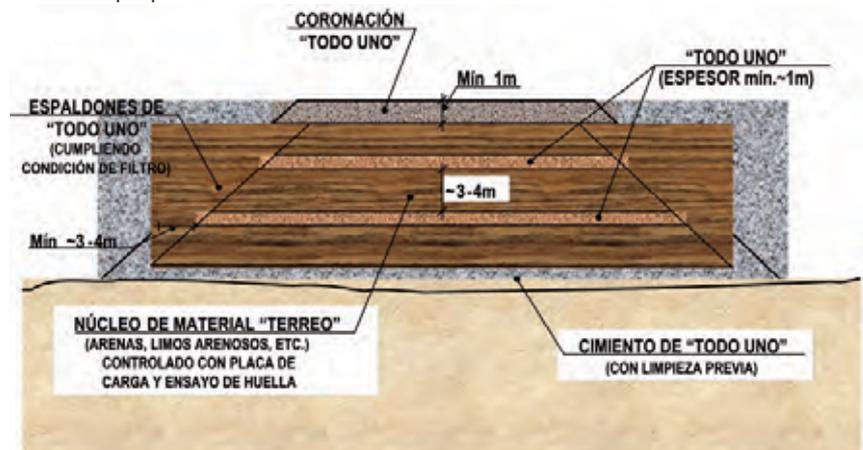


Figura 7. Solución tipo “sándwich”



Figura 8. Encapsulamiento de todo-uno con pedraplén (Oña y otros, 1998)



Figura 9a. Encapsulamiento de materiales yesíferos (Ferrocarril de Pinto al Parque Temático Warner)

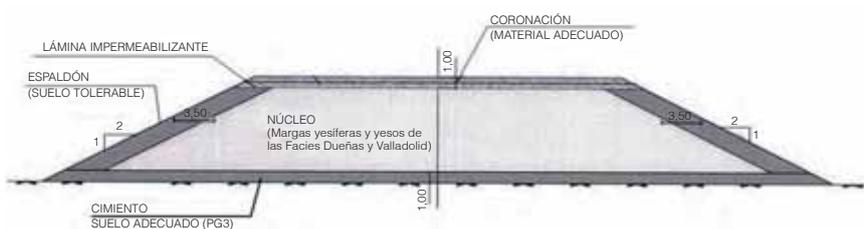


Figura 9b. Solución "encapsulado" utilizada en la N-603

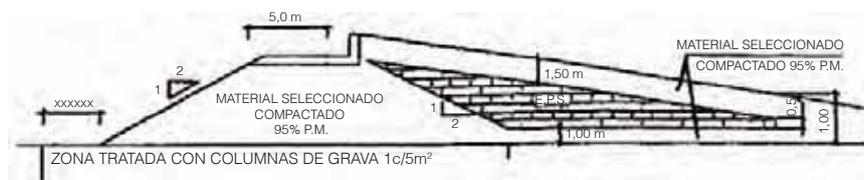


Figura 10. "Terraplén" de poliestireno expandido (Oteo y otros, 1998)

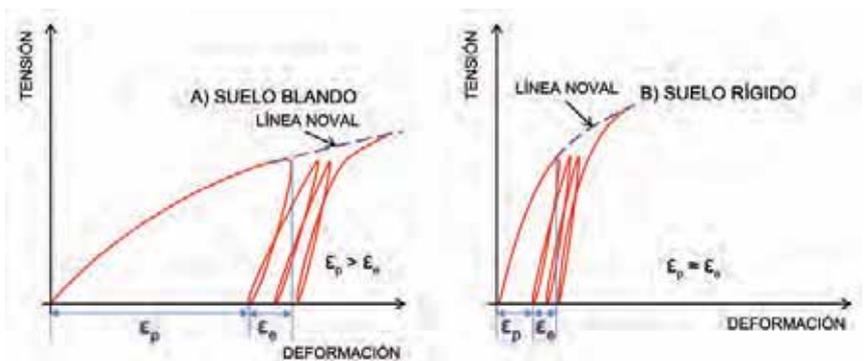


Figura 11. Relación tensión-deformación en suelos

canzar los 60 m, con talud exterior 1:1. Esta solución de encapsulamiento también la hemos utilizado con materiales yesíferos (figura 9a) y, recientemente, se ha utilizado en la N-603 (Burgos a Santander), como se ve en la figura 9b.

- "Polesplén" realizado con bloques (de 4x1x0,5 m) de poliestireno expandido, de densidad 25 kg/m³, sobre suelo blando, y recubierto por 20 cm de hormigón, como el caso de la Variante de El Puerto de Santa María y Puerto Real (figura 10) [8].

3. Sobre la compactación

Como ya hemos indicado, el término "compactar" indica el conjunto de operaciones por las cuales se pretende colocar en un volumen aparente determinado el máximo volumen posible de sólidos de un suelo determinado (con su plasticidad, granulometría, etc.). La compactación, en la obra, se consigue – en general – pasando sobre el material térreo elegido y extendido (con espesor algo mayor de la tongada de diseño) una máquina que aporte ener-

gía (por peso o por peso y vibración o por peso y superficie de apoyo) al conjunto de partículas de suelo, intentando conseguir la máxima concentración de sólidos por unidad de volumen. Como eso no es suficiente con una pasada: la máquina debe de pasar varias veces sobre el material a compactar, sometiendo a éste a ciclos reiterados de tensión-deformación.

En la figura 11 puede verse el efecto de un esfuerzo o tensión cíclica sobre un terreno.

En función de la rigidez del suelo se producen "pocas" o "muchas" deformaciones plásticas. Si el suelo es blando, la primera curva tensión-deformación (figura 11) lleva a importantes deformaciones plásticas, ϵ_p , mucho mayores que las elásticas o recuperables, ϵ_e . Precisamente la generación de deformaciones plásticas indica la posibilidad de compactar un suelo, ya que se producen disminuciones de volumen, tras aplicar ciclos de carga, que suponen un aumento de la concentración de sólidos de la unidad de volumen.

A partir de, aproximadamente, 1933, Ralph Roscoe Proctor inventa su ensayo de compactación, en que se relaciona la humedad inicial del terreno con la densidad seca que se obtiene al compactar (en un molde estándar) un suelo, amasado con cierta (pero, variable) humedad, rellenando el molde con tongadas de espesor constante y energía de compactación constante.

En la figura 12a puede verse el resultado típico de un ensayo de compactación. Dicho resultado se expresa como una relación (determinada por puntos) entre la humedad inicial de la probeta ensayada y la densidad seca obtenida, con humedad previamente definida y con espesor de tongadas y energía constante. En esa figura 12a se han dibujado las curvas correspondientes a dos energías E_1 y E_2 , en que $E_2 > E_1$. Ambos tienden asintóticamente hacia la línea de saturación, cuya ecuación es:

$$\gamma_d = \frac{\gamma_w \cdot e + G}{1 + e}$$

Siendo: γ_d = peso específico seco del terreno.

γ_w = densidad aparente del agua.

e = índice de huecos final del terreno.

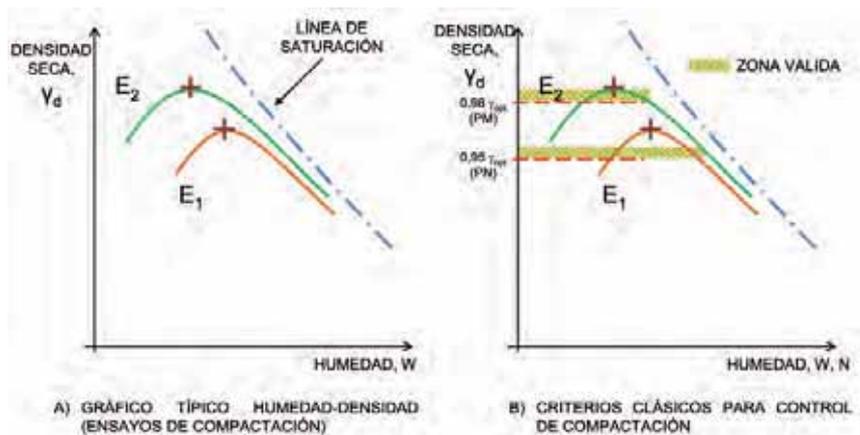


Figura 12. Posibles curvas de compactación y exigencia clásica en el control

$G =$ peso específico de las partículas del suelo.

Esta línea no es una recta, pero es muy parecida a una línea de ese tipo.

Las densidades óptimas son diferentes para cada energía y corresponden a humedades óptimas distintas (que son mayores cuanto más baja es la energía aplicada).

El criterio clásico (y que todavía se utiliza, a veces, de forma indebida) es establecer un grado de compactación, GD, de forma que:

$$GD = \frac{\text{Densidad seca aparente después de compactar } \gamma_d}{\text{Densidad seca aparente óptima en el ensayo de referencia } \gamma_{d, opt}}$$

Puede hablarse del 95% de la densidad óptima del Proctor Normal (PN) o de la densidad óptima del Proctor Modificado (PM), pero son valores claramente diferentes (en una "arena de miga" del centro de España, estos valores pueden ser 1,95 y 2,05 t/m³ respectivamente), lo que se indica en la figura 12b.

No hay que confundir este concepto (en que se habla del noventa y tanto por ciento de la densidad óptima) con el de índice de densidad o densidad relativa (aplicable sólo a suelos granulares), en que un valor del orden del 80-85% de la densidad máxima corresponde a un altísimo grado de concentración de sólidos.

Pero si se determinaran los valores de diferentes parámetros geotécnicos para distintos estados de humedad-densidad, se obtendrían que las zonas con análogo valor de un parámetro determinado tendrían las formas indicadas en la figura 13 [9], correspondientes a una arena algo arcillosa, con 31-35% de finos, del centro de la Península Ibérica o de arenas procedentes de la erosión de granitos españoles y chilenos.

Ello se resume en el esquema de la fi-

gura 14a. Por este motivo se incorporó al PG-3 actual (siglo XXI) el criterio admisible de la compactación definido por:

- Un porcentaje de la densidad seca de la curva de compactación, con energía lo más parecida a la de campo (que, hoy día, suele ser la del P.M.).
- Un intervalo de humedad respecto a la óptima del ensayo de compactación, tanto hacia arriba como hacia abajo (con incrementos que no tienen que ser iguales).
- Un área definida por las condiciones anteriores y rectas paralelas a la quasisrecta de la línea de saturación (figura 14b). La zona coloreada es la admisible. No recordamos haber visto en ninguna obra real (aunque no veamos todas) aplicar este criterio del PG-3 actual y solamente hemos visto aplicar el de la figura 12b (el del PG-3/75).

Pero el control de la humedad-densidad (la densidad aparente es fácil de medir en campo, pero la humedad exige mayor tiempo para determinación exacta) no es el único

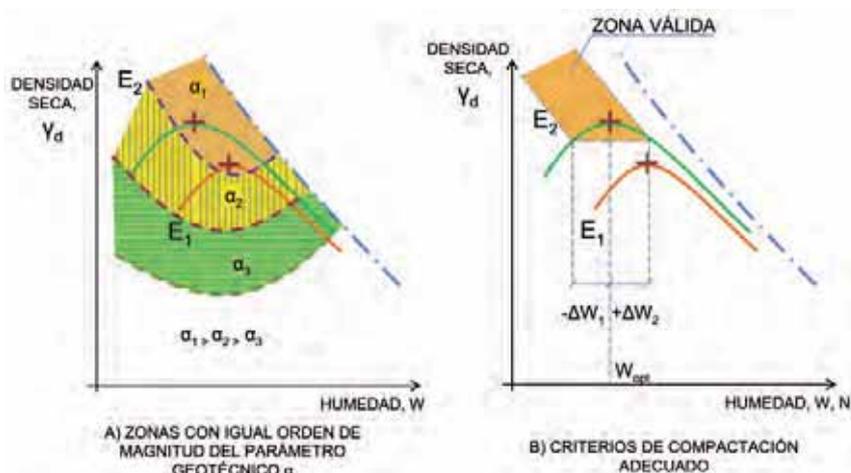
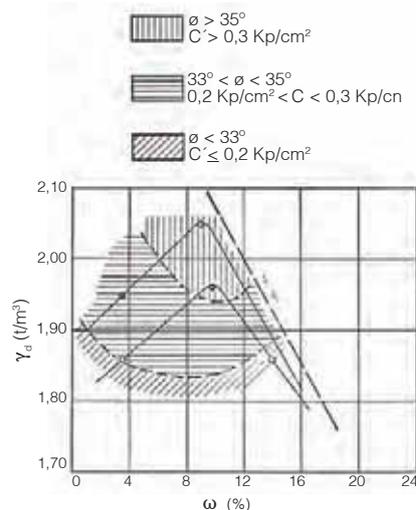
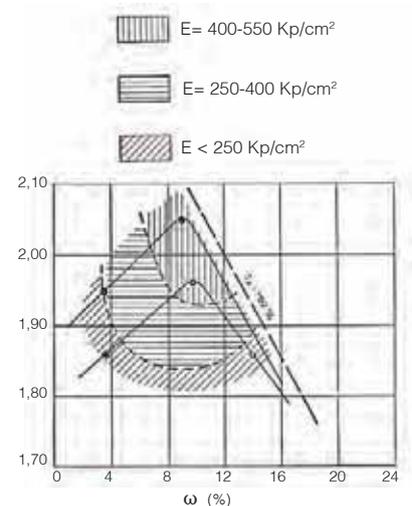


Figura 14. Nuevo criterio de compactación incluido en el PG-3 actual



a) Zonas de similar ángulo de rozamiento



b) Zonas de similar módulo de deformación para una presión del confinamiento de 2 Kp/cm²

Figura 13. Distribución de los valores de parámetros de resistencia y de formación en el diagrama de compactación (Espinace y Oteo, 1983)

TERRENO	ESCOLLERA	GRAVA	ARENA	LIMO	ARCILLA
ENSAYO					
DENSIDAD ARENA					
DENSÍMETRO BALÓN					
DENSIDAD CON PLÁSTICO					
MÉTODO NUCLEAR					
PLACA Ø 30 cm					
PLACA Ø 72 cm					
ENSAYO HUELLA					
MÉTODOS GEOFÍSICOS					
PENETRÓMETROS					
PRESIÓMETROS					
CONTROL HUELLA Y PASADAS					

Figura 15. Posibles sistemas de control en campo

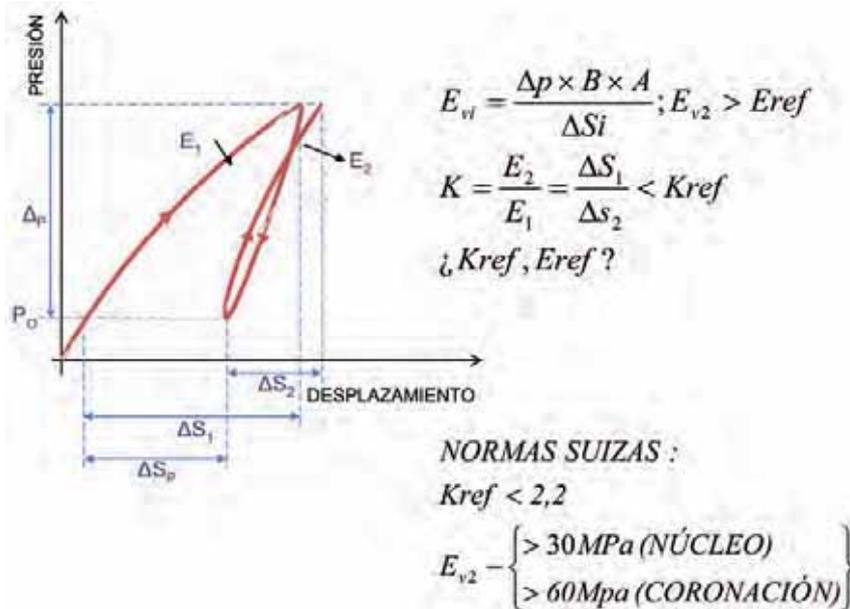


Figura 16. Ensayo de placa de carga para control de compactación

método para controlar la compactación. En la figura 15 aparecen indicados diversos procedimientos para controlar la compactación en campo: densidad por el método clásico de la arena (para suelos de granulometría media y fina), densímetro de balón (para gravas), densidad por el método “del plástico” (para gruesos y escollera), el tan manido método nuclear que ha de, previamente, tarse adecuadamente, los ensayos de placa de carga (de Ø 30 cm, Ø 60 cm y mayores diámetros, en función de la granulometría del suelo), métodos geofísicos (para evaluar el módulo transversal o longitudinal de defor-

mación), el de la huella (tan sencillo y que permite ensayar volúmenes de varios metros cúbicos), los presiométricos y penetrómetros (para evaluar resistencia y deformabilidad en profundidad en un terraplén ya hecho), etc.

El ensayo de placa de carga –propiado claramente, junto con el de huella, en el PG-3 actual– se basa en pensar que, al hacer dos ciclos de carga, las ramas de carga y recarga son diferentes, debido a las deformaciones plásticas que se infieren (figuras 11 y 16). Si se determinan los módulos de deformación en esos dos ciclos de carga (E_{v1}) y recarga (E_{v2}), su relación da

una idea de la plastificación que produce la aplicación de la carga. Cuando este ensayo se normalizó por los suizos, se pasó a exigir un valor mínimo de E_{v2} y un valor máximo de $K (=E_{v2}/E_{v1})$:

- Núcleo: $E_{v2} > 30$ MPa (si no hay materiales seleccionados, en cuyo caso se exige un valor mínimo de 60 MPa).
- Coronación: $E_{v2} > 60$ MPa (si no hay materiales seleccionados).
- $K < 2,2$ para núcleos.

Este valor máximo de K ha de tomarse de forma crítica, puesto que la norma suiza lo fija sin darse cuenta que debe de depender de E_{v2} . Si nos fijamos en los gráficos de la figura 17, en que se ha representado un diagrama carga-descarga (esta última equivalente a la recarga) para $E_{v2}=30$ MPa y $K=2,2$ y lo mismo para $E_{v2}=100$ MPa y $K=2,2$ se aprecia que los gráficos p (presión) - s (asiento) son muy diferentes, pero, aparentemente, cumplen de forma análoga los requisitos de compactación, lo que no parece lógico. También se ha representado un gráfico con $E_{v2}=100$ MPa y $K=4,0$.

Esta gráfica que – en teoría – no cumple los requisitos suizos de compactación, tiene – sin embargo, un comportamiento tensión-deformación más favorable que la curva con $E_{v2}=30$ MPa y $K=2,2$, lo cuál no es lógico. K debe depender de E_{v2} . Y así lo llevamos recomendando varios años (desde el IV Congreso Nacional de Geotecnia Vial, celebrado en Santander, 2004) [10]. Con la figura 18 puede determinarse el valor de K adecuado, magnitudes que han sido contrastadas por la práctica (figura 19 en la que se reproducen resultados reales obtenidos en diversas obras, algunas de las cuales se han realizado con materiales “marginales”...).

4. Sobre la construcción

Es habitual que en los Pliegos de prescripciones técnicas particulares de los proyectos de infraestructuras viarias apenas se hable de las condiciones de construcción o de puesta en obra de estructuras de tierra. Se incluyen diversas consideraciones sobre la remoción de los materiales de desbroce y su retirada; sobre demoliciones de obras de fábrica; sobre que las obras de excavación se ajustarán a las alineaciones, pendientes, etc., y demás información contenida en el

Proyecto y a lo que – sobre el particular – ordene el Director de Obra; sobre referencias topográficas; sobre que se mantendrá la plataforma en perfecto estado de drenaje (lo que es difícil en estados intermedios de los terraplenes) y rodadura; sobre que el transporte se hará con vehículos adecuados; sobre diversas consideraciones para el caso de excavación en roca (evitar daños en taludes por voladuras, eliminación de bolos de piedra excesivamente grandes, etc.); sobre préstamos, acopios y caballos; sobre medición y abono; sobre zanjas y drenajes; etc.

También, a veces, se indica que el material para terraplenes no debe de tener más del 35% de finos y que el material que pasa por el tamiz nº 20 UNE debe ser mayor del 70%. También suele repetirse la clasificación del PG-3 sobre materiales:

- Seleccionados (materia orgánica o M.O < 0,2%, contenido de sales ó SS < 0,2%, $D_{máx} < 10\text{cm}$; pasa menos del 25% de finos; límite líquido o LL < 30; índice de plasticidad < 10, etc.
- Adecuados (M.O. < 1%; SS < 0,2%; finos < 35%; LL < 40, etc.).
- Tolerables (M.O. < 2%; SS > 1% o yeso < 5%; LL < 65, asiento de colapso < 1%, hinchamiento libre < 3%, etc.).
- Marginales (M.O. < 5%; hinchamiento libre < 5%; LL < 90%, etc.).
- Inadecuados (no incluidos en las categorías anteriores).

Y se suele añadir:

- En coronación: Suelos adecuados (o seleccionados), con índice CBR ≥ 5 .
- En cimienta: Suelos tolerables adecuados, o seleccionados siempre que las condiciones de drenaje o estanqueidad lo permitan, con índice CBR ≥ 3 .
- Núcleo: Suelos tolerables, adecuados o seleccionados con CBR ≥ 3 , Podrán usarse suelos marginales si se justifica con estudio especial.
- Espaldones: Materiales que satisfagan las condiciones de impermeabilidad resistencia y protección que indique el Proyecto (indicación, que, muchas veces, no se incluye en el mismo).

También puede leerse algo sobre el grado de compactación. Pero como muchos Pliegos van siendo transcripciones cuasi-literales de otros más antiguos, se sigue leyendo que el ensayo Proctor Normal es el

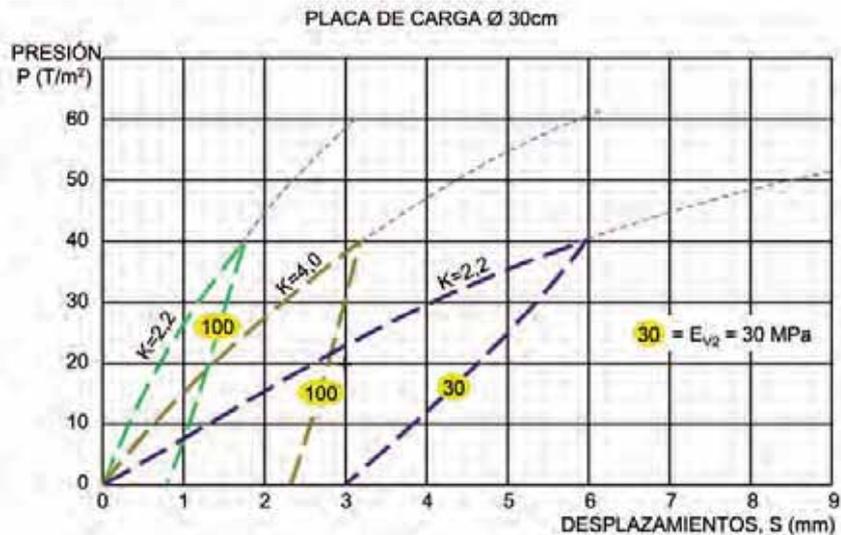


Figura 17. Posibles curvas P-S para distintas exigencias en el control

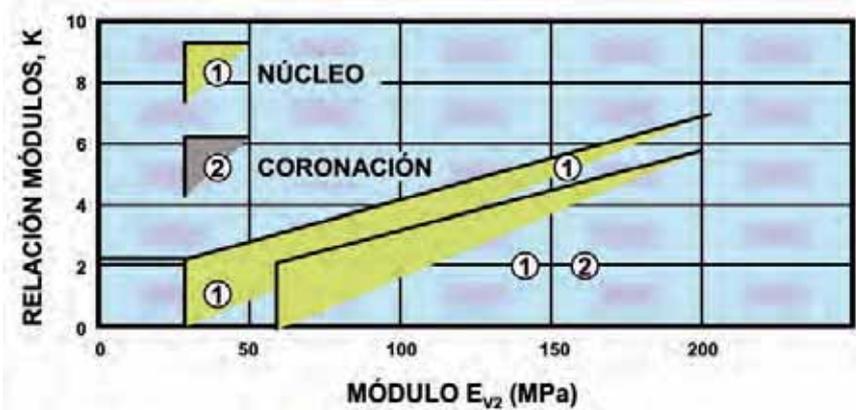


Figura 18. Nueva propuesta de aceptación de materiales compactados (Oteo, 2004)

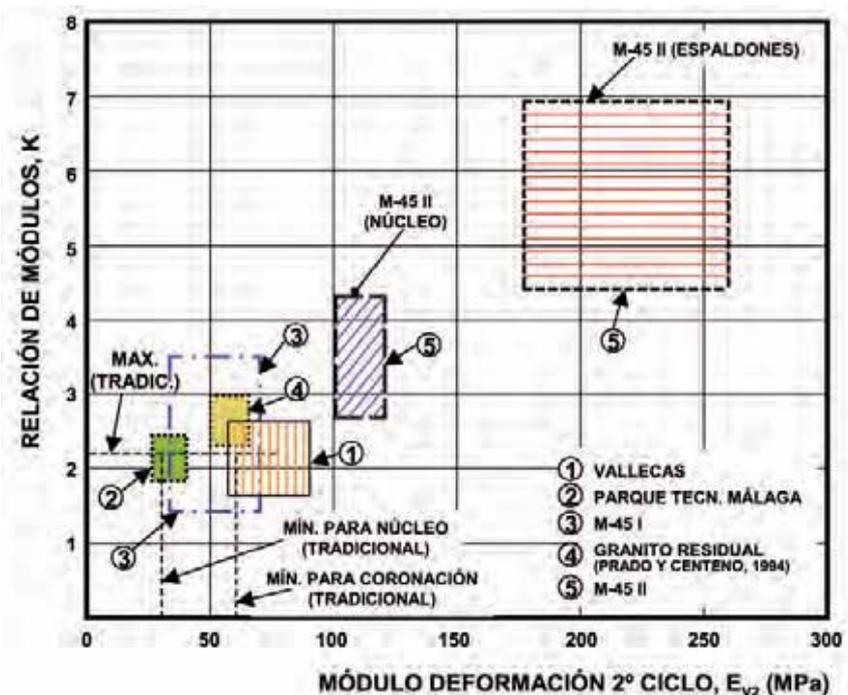


Figura 19. Comparación de criterios tradicionales para aceptación con placa de carga y resultados en obras con materiales marginales que han tenido buen comportamiento

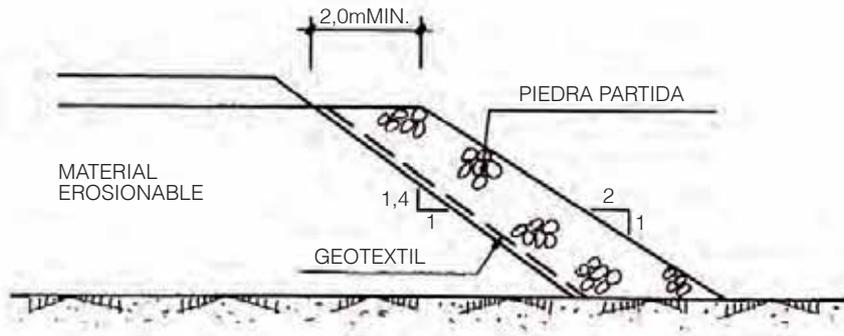


Figura 20. Espaldón de refuerzo en Autovía Andaluza (Oteo, 1994)

de referencia (cuando ya hace tiempo que se ha pasado al Proctor Modificado como referencia). Y entonces se exige en coronación el 100% P.N. y en núcleo el 95% P.N. En Proyectos algo más actuales ya aparece el 98% P.M. para el núcleo. Pero, respecto a la humedad se indica, como mucho que esté entre -2% y +1% de la humedad óptima. Debería acudir a la filosofía del PG-3/2000 reproducido en la figura 14b.

Respecto al resto de condiciones de puesta en obra (tongadas, maquinaria, pasadas, etc.) o no se dice nada o se han indicaciones genéricas y se hace referencia a alguno de los artículos del PG-3. Por ejemplo, se suele decir: "El espesor de estas tongadas será el adecuado para que, con los medios disponibles, se obtenga en todo su espesor el grado de compactación exigido. Dicho espesor, en general y salvo especificación en contrario de la Dirección de las Obras, será de 30 cm. En todo caso, el espesor de tongadas ha de ser superior a tres medidas del tamaño máximo del material a utilizar".

Sobre el control de compactación, a veces – a partir de lo indicado sobre la densidad seca – se llega a escribir sobre el uso del ensayo de placa de carga: determina-

ción de E_{v2} y K , con el inconveniente que se sigue exigiendo $K < 2,2$, sobre lo que ya hemos comentado en el capítulo anterior.

Todo esto – en nuestra opinión – es correcto pero insuficiente. Se deja, prácticamente, al Contratista para que busque a veces los materiales y que piense en la maquinaria que ha de utilizar. En los proyectos a veces se indica claramente la fuente de materias primas, ya sea en la traza, ya en las cercanías. Pero no siempre se aprovecha todo lo que se extrae en las excavaciones, cuando la tendencia actual es aprovechar todo lo que se excava y que los vertederos sean del menor volumen posible, por problemas de impacto ambiental, los problemas de inestabilidad de laderas que se generan, etc.

Y la Dirección de Obra ha de librar su batalla particular con el Contratista para fijar:

- Materiales concretos a utilizar.
- Diseño final del terraplén.
- Espesor de tongadas.
- Trituración del material (arranque, manejo y extensión).
- Adición o no de agua.
- Maquinaria de compactación.
- Número de pasadas.

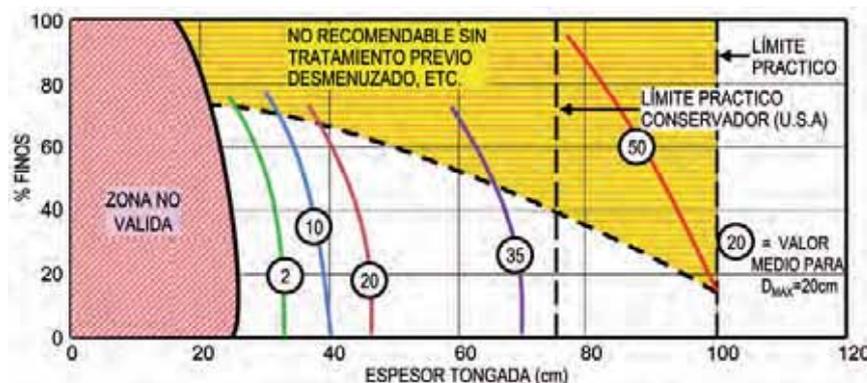


Figura 21. Posible recomendación para fijar el espesor de tongada (Oteo, 2003)

- Sistema real de control. (Hemos visto utilizar placas de carga de 30 cm en todo-uno, con tamaños máximos de 10-15 cm, que invalidan totalmente los resultados del ensayo), etc.

Los materiales pueden ser diversos, como lo pueden ser su distribución en la sección transversal, tal como hemos comentado al hablar de diseño; y debe prestarse atención especial a los espaldones, que actúan como protección del núcleo y la parte exterior del firme. Su erosión conduce a grietas en el cambio de la sección del firme (contacto arcén-calzada). A veces hemos tenido que añadir espaldones de refuerzo [6] para evitar que continuaran los destrozos en el cuerpo del terraplén (figura 20), o se ha añadido, en el diseño, un repié de escollera para limitar los movimientos del talud del espaldón y aprovechar la resistencia la corte de ese apoyo.

El espesor de tongadas puede ser de 30 cm en materiales finos (e incluso disminuirse a 25 cm en arcillas muy expansivas reforzadas con cal), pero al aumentar el tamaño máximo del material y la energía de la maquinaria de compactación puede también aumentarse dicho espesor. En la figura 21 se incluye una posible recomendación que establecimos hace algún tiempo para fijar el espesor de tongada.

En esa figura el espesor de esas tongadas se hace en función del contenido de finos (% que pasa por el tamiz nº 200 ASTM ó 0,080 UNE) y del valor medio del tamaño máximo. Por ejemplo, en el caso de "todo-uno", con 20 cm de tamaño máximo y 20% de finos (condiciones muy reales), el espesor de tongada sería de unos 45 cm (2 veces y media el tamaño y medio y no las 1,5 veces que indicaba el Pliego antes comentado).

En el caso de pedraplenes con escolleras de 50 cm de tamaño máximo y 20-30% de finos, el espesor de tongadas podría llegar a ser del orden de 95 cm (1,9 veces el tamaño máximo). En esa figura se indica un límite práctico para el espesor de tongada de 1,0 m, aunque en los Estados Unidos hace más de 20 años que la FHWA indicó que el límite práctico conservador debería fijarse en 75 cm. Ello depende del material y de su potencialidad para fracturarse (las recomendaciones de la FHWA estaban casi totalmente dirigidas a esquistos y pizarras

areniscosas) y a la posibilidad de utilizar maquinaria pesada, hoy día mucho más potente que hace veinte años.

En cuanto a la trituración, en arcillas, margas arcillosas, margas yesíferas, etc., puede ser muy conveniente el que el material se extienda con un grado de trituración apreciable, para que no queden nódulos o terrones grandes embebidos en un material fino. Eso puede conseguirse:

- En la extracción, utilizando maquinarias de cadenas, como las del D-11.
- Con la "agitación" del transporte.
- Durante la extensión, utilizando bulldozers e, incluso, cuchillas de arado.
- Durante la compactación, con maquinaria tipo "pata de cabra" para que la energía se concentre y rompa los nódulos o terrones grandes.

La adición de agua puede ser muy conveniente en materiales arcillosos y, sobre todo, si son expansivas, para compactarlas del lado húmedo. Si el material se trata con aglomerantes, es imprescindible.

En cuanto a la maquinaria disponible, en la figura 22 [11] se ha representado un criterio, que elaboramos en su día, para seleccionar el tipo en función del contenido de finos y del tamaño máximo del material a compactar. Por ejemplo con materiales con muchos finos (70-90%), que vienen a inscribirse en los denominados "marginales" e "inadecuados" por el PG-3, la maquinaria adecuada sería la "pata de cabra", con desmenuzado previo y adición de agua, con posible refuerzo de cal. Esta última recomendación puede ser discutible, ya que hemos empleado con estos materiales soluciones tipo "sándwich" (alternancia de material tratado con cal y material sin tratar) y encapsuladas.

En cuanto al número de pasadas, puede variar entre 2 y 6 dobles. El menor número suele corresponder a materiales "nobles", con tamaños máximos grandes y granulometría continua y el máximo a materiales arcillo-margosos. Este número debe fijarse en obra haciendo pruebas con el material y maquinaria disponible.

Más adelante haremos algunos comentarios sobre el control, de tipo más específico.

Queremos terminar este capítulo indicando que las Normas francesas, hace más de veinte años, introdujeron diversos

conceptos:

- Determinar la posibilidad de añadir y dejar secar el material, a partir de los datos de laboratorio (humedad natural, humedad óptima Proctor, contenido de finos, etc.).
- Establecieron unas tablas para determinar la energía(s) a aplicar por unidad de volumen (v) para cada tipo de suelo, incluyendo no sólo la relación s/v sino los valores de s que daban muchos tipos reales de maquinaria. Quizás porque ello es complicado, porque actualizar los valores de s no es fácil, etc., este aspecto, que parecía muy importante, no ha tenido aplicación práctica en España.

Se han diseñado algunos sistemas para determinar si el estado de humedad que tiene un préstamo es el adecuado para su puesta en obra. Así, se diseñó el ensayo MCV, en que en una pequeña prensa y con un molde similar al de Proctor se introducía el material, en unas determinadas condiciones, y con un pisón normalizado se medía la "huella" de penetración en el molde. En función de esta penetración se determinaba la posibilidad o no de usar inmediatamente el material. Cuando el autor de estas páginas estaba en el Laboratorio de Geotecnia se encargó de poner a punto este aparato, hace ya muchos años. Que sepamos se ha utilizado en muy pocas obras (en una de ellas era para controlar la puesta en obra del núcleo arcilloso de una presa de materiales sueltos) y su uso no parece haberse extendido de forma práctica.

Referencias bibliográficas

- [1] SÁNCHEZ LÁZARO, T. (2007). "De las calzadas romanas a la aparición del vehículo automóvil". Un siglo de Caminos en España. A.T.C. Madrid, pp. 27-34.
- [2] FONSECA, J. M^e. (1990) "Las calzadas romanas" C.I.C.C.P.
- [3] BALAGUER, E. e IZARD, J. M. (2007) "La red de carreteras actual y su gestión: Los retos del futuro". Un siglo de Caminos en España. A.T.C. Madrid, pp. 115.

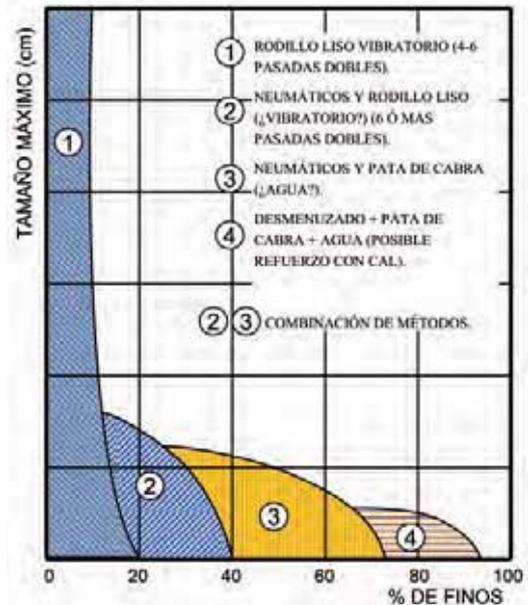


Figura 22. Maquinaria de compactación recomendable (Oteo, 2003)

- [4] ESCARIO, J. L.; ESCARIO, V. y BALAGUER, E. (1967) "Caminos". II Tomo, 5ª Edición. Ed. Dossat, Madrid.
- [5] OTEO, C. (2007) "Estabilización y refuerzo de materiales marginales" II Jornada sobre Materiales Marginales en Obras Viarias: Sevilla A.T.C., pp.33-68.
- [6] OTEO, C. (1994). "Reglas generales de proyecto". III Simposio Nacional de Geotecnia Vial, Vigo. Ponencia General. pp. 183-205.
- [7] OÑA, J.; LÓPEZ, A.; OTEO, C. y SOPEÑA, L. (1998). "Estabilización de la ladera de Aguadulce" I Congreso Andaluz de Carreteras. Granada. Vol. II. pp. 1949-58.
- [8] OTEO, C.; SOPEÑA, L. y BURBANO, G. (1998). "Rellenos aligerados con poliestireno expandido (EPS) en la Variante del Puerto de Santa María". I Congreso Andaluz de Carreteras. Granada. Vol. II., pp. 1773-1778.
- [9] ESPINACE, R. y OTEO, C. (1983). "Influencia del grado de compactación de rellenos arenosos en su deformabilidad bajo acciones estáticas y cíclicas". Cuadernos de Investigación. Cedex nº 10.
- [10] OTEO, C. (2004) "Los suelos marginales: Características y aprovechamiento". IV Simposio Nacional de Geotecnia Vial. Santander, pp 45-78.
- [11] OTEO, C. (2003). "Reflexiones sobre el arte de la estabilización de taludes". III Congreso Andaluz de Carreteras. Sevilla. Vol. I. pp. 911-23. ❖



Ensayo de resistencia a tracción de las barreras geosintéticas arcillosas (GBR-C). Interpretación de las curvas tensión-deformación

Tensile strength test of clay geosynthetic barriers (GBR-C). Interpretation of the load strain curves

Ángel Leiro, Beatriz Mateo y Helena García
Laboratorio Central de Estructuras y Materiales
Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX)

Silvia Llorente y Andrés Marín
CETCO Iberia, S.L.U.

Resumen

En el presente artículo se describe la importancia de la correcta interpretación de las curvas de tensión-deformación obtenidas en el ensayo de resistencia a tracción de las Barreras Geosintéticas Arcillosas (GBR-C). Este ensayo puede inducir a la asignación errónea del punto de carga máxima y de la deformación correspondiente, lo cual tiene una incidencia significativa en determinados tipos de aplicaciones, como es el caso de la instalación de estos materiales en taludes con una pendiente apreciable. En este sentido en el artículo se presenta la realización de una serie de pasos a nivel en los cuales se procedió a impermeabilizar los taludes mediante el empleo de un GBR-C.

PALABRAS CLAVE: Barreras Geosintéticas Arcillosas (GBR-C), Ensayo de resistencia a tracción, Curvas tensión-deformación, Impermeabilización de taludes de carretera.

Summary

This work describes the importance to interpret correctly the load strain curves obtained in the tensile strength test of clay geosynthetic barriers (GBR-C). This test can lead to a wrong assignment of the maximum load and the corresponding strain, what is very important in certain applications, as when these materials are installed in slopes with appreciable descent. Regarding this, the paper provides the study of some level crossings, where the waterproofing of the slope was made with clay geosynthetic barriers.

KEY WORDS: Clay geosynthetic barriers, GBR-C, Geosynthetic clay liners, GCL, Tensile strength test, Load strain curves, Road slopes waterproofing

1. Introducción

1.1. Fabricación de Barreras Geosintéticas Arcillosas (GBR-C)

Las Barreras Geosintéticas Arcillosas se componen de bentonita de sodio granular encapsulada entre dos geotextiles, generalmente uno tejido y otro no tejido.

Existen distintos métodos para la unión de los geotextiles, pero el que le confiere al producto final una mayor estabilidad mecánica es el proceso de agujado. Este proceso de agujado consiste en pasar fibras del geotextil superior no tejido a través de la capa de bentonita y el geotextil tejido mediante agujas. De esta manera se obtiene un sistema único y uniforme que evita el desplazamiento de la bentonita, asegurando así una distribución homogénea a lo largo de todo el producto y, por tanto, asegura una buena impermeabilidad durante su vida útil.

La producción de GBR-C exige un estricto control de calidad, siendo esencial la calidad de las materias primas. Los geotextiles, además del soporte para la bentonita, aportan al producto final la resistencia mecánica que garantiza su integridad ante cualquier tracción una vez instalado.

El primer paso antes de comenzar una producción es definir los requisitos del material según la aplicación. El material de uso más extendido es el compuesto por un geotextil tejido de 100 g/m², un geotextil no tejido de 200 g/m² y 5 kg/m² de bentonita.

Los geotextiles utilizados para la fabricación de las Barreras Geosintéticas Arcillosas son, generalmente, bobinas de alrededor de 5 m de ancho, aunque puede variar en función del fabricante.

El proceso comienza con el desenrollado del geotextil tejido, puesto que es el soporte sobre el que se adiciona la bentonita sódica granular.

La bentonita debe ser sometida a un proceso de separación física previo:

- En primer lugar pasa por distintos tamices que rechazan los granos de mayor tamaño.
- En segundo lugar se retiran mediante un proceso de aspiración los finos presentes en la bentonita ya que su hinchamiento es más lento.

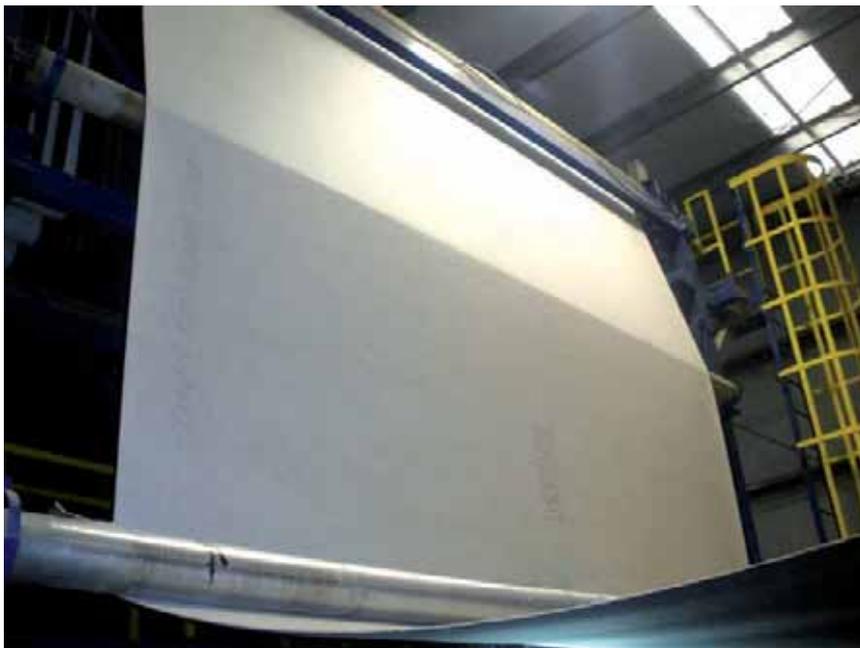


Figura 1. Geotextil no tejido



Figura 2. Barreras geosintéticas arcillosas en bobinas apilables

Tras la tolva de aplicación de la bentonita se coloca el geotextil superior no tejido que, mediante un proceso de agujado, aportará las fibras que dan lugar al conjunto, mostrado en la *figura 1*.

Este proceso de fabricación está sometido a un estricto control de calidad establecido por las normas europeas de aplicación y completado por el propio sistema de control de calidad implantado por el fabricante.

La flexibilidad de las Barreras Geosintéticas Arcillosas les permite ser suministradas en forma de bobinas apilables, tal y como muestra la *figura 2*. Esto hace que su instalación en obra sea sencilla pues consiste únicamente en desenrollar y tratar los solapos.

1.2. Control de la fabricación

Existen seis normas europeas para la obtención del marcado CE de barreras geosintéticas según las distintas aplicaciones de este tipo de materiales. Estas normas permiten describir las barreras geosintéticas en función de los valores declarados para las características pertinentes de una utilización prevista, determinadas mediante un ensayo conforme al método especificado. También incluyen los procedimientos para la evaluación de la conformidad y el control de la producción en fábrica.

El sistema de evaluación de la calidad establecido para la obtención del marcado CE de las barreras geosintéticas es 2+ y consiste en la certificación del control de



Figura 3. Instalación de barreras geosintéticas arcillosas en un talud

producción en fábrica por un organismo de inspección notificado, incluyendo una auditoría inicial y auditorías periódicas del control de producción en fábrica.

Las normas son:

- **UNE EN 13491.** Barreras Geosintéticas. Requisitos para su utilización como membranas de impermeabilización frente a fluidos en la construcción de túneles y obras subterráneas.
- **UNE EN 13492.** Barreras Geosintéticas. Requisitos para su utilización en la construcción de vertederos para residuos líquidos, estaciones de trans-

ferencia o recintos de confinamiento secundario.

- **UNE EN 13493.** Barreras Geosintéticas. Requisitos para su utilización en almacenamiento de residuos sólidos y en vertederos.
- **UNE EN 13361.** Barreras Geosintéticas. Requisitos para su utilización en la construcción de embalses y presas.
- **UNE EN 13362.** Barreras Geosintéticas. Requisitos para su utilización en la construcción de canales.
- **UNE EN 15382.** Barreras Geosintéticas. Características requeridas para su

Tabla 1. Tabla de características aplicables a GBR-C para su utilización en la construcción de embalses y presas (UNE EN 13361)

Propiedades	Aplic.	Métodos de ensayo	Observaciones
<i>Propiedades físicas</i>			
Espesor	A	UNE EN 964-1	
Masa por unidad de superficie	A	UNE EN 14196	
<i>Propiedades Hidráulicas</i>			
Permeabilidad al agua (estanqueidad a los líquidos)	H	ASTM D 5887	
Permeabilidad a los gases	S	Anexo C de UNE EN 13493	(1)
Índice de hinchamiento	A	ASTM D 5890	
<i>Propiedades Mecánicas</i>			
Resistencia a la tracción	H	UNE EN ISO 10319	
Alargamiento	A	UNE EN ISO 10319	
Punzado estático	H	UNE EN ISO 12236	
Resistencia al estallado	S	prEN 14151:2001	(2)

(1) Es aplicable si es usada como barrera de gas. Actualmente no hay un método estándar para la determinación de la permeabilidad al gas de los GBR-C. En el anexo C de la Norma EN 13493:2005 se describe un método que tiene en la actualidad un carácter experimental y puede utilizarse como información.

(2) Sólo aplicable al elemento polimérico de la membrana de la GBR-C.

uso en infraestructuras de transporte.

Cada norma incluye una tabla con las características aplicables a todas las condiciones de utilización que son necesarias para la armonización (H), las características aplicables a todas las condiciones de utilización pero que no son necesarias para la armonización (A) y, por último, las características aplicables a condiciones de utilización específicas y no necesarias para la armonización (S). Las características necesarias para la armonización (H), características esenciales, son las que el fabricante debe declarar sus valores con su correspondiente tolerancia. Así por ejemplo, en la *tabla 1* se encuentran las características aplicables a los GBR-C para su utilización en la construcción de embalses y presas.

Adicionalmente, el fabricante puede realizar otros ensayos para el control de fabricación y de sus materias primas, todo ello recogido en su manual de control de calidad.

En primer lugar, se llevan a cabo ensayos de tipo iniciales para definir los valores de las propiedades que se han de declarar de acuerdo con la correspondiente norma armonizada.

También se efectuarán ensayos de tipo iniciales sobre cualquier producto existente que haya sufrido una modificación de las materias primas básicas o de los procesos de fabricación que afecten a las propiedades declaradas o al uso del producto.

Los ensayos que se efectuarán son los de referencia, se especifica en la norma correspondiente y serán seleccionados para las características indicadas en la *tabla 1* en función de la utilización prevista para el producto.

La durabilidad de una barrera geosintética depende de su capacidad para soportar los distintos mecanismos de degradación, es decir, la reducción de las propiedades mecánicas de los materiales que la componen. Estos mecanismos vienen indicados en el anexo B de cada una de las normas para el mercado CE de las barreras, citadas anteriormente, y son los siguientes:

- Oxidación acelerada
- Solvatación
- Fisuración bajo tensión en un medio ambiente activo
- Ataque microbiológico
- Lixiviado de componentes solubles

- Intercambios iónicos y degradación de aditivos

En el anexo B se hace referencia también a los métodos de ensayo que han de utilizarse para el estudio de estos mecanismos, así como se facilita información sobre los criterios de evaluación y los niveles de aceptabilidad que se han de tener en cuenta para interpretar y aplicar los resultados obtenidos en dichos ensayos.

Para evaluar el comportamiento de una barrera geosintética sometida a un ensayo de durabilidad, se realiza una comparación entre las propiedades de tracción (resistencia a la tracción y alargamiento de rotura) de una probeta realizada con la barrera geosintética ensayada y las de una probeta testigo, ajustándose el método de evaluación a la Norma Europea UNE EN 12226 [1].

Los criterios de aceptación se expresan en función de las propiedades de tracción; y el nivel de aceptabilidad no debe suponer una modificación que exceda del 25% respecto de los valores iniciales para la resistencia a la tracción y para el alargamiento de rotura del material. Ambos criterios pueden suponer la aceptación del producto. Para ciertos ensayos se indican métodos de evaluación complementarios.

En aquellos casos en que una determinada barrera geosintética se fabrique en varios gramajes o espesores, se ensayará solamente el de valor inferior. Sin embargo, si después se considera uno de gramaje o espesor superior a fin de satisfacer el nivel de durabilidad recomendado en el ensayo pertinente, entonces se debe realizar también el ensayo correspondiente a este último.



Figura 4. Barreras geosintéticas arcillosas en un talud

La durabilidad de las Barreras Geosintéticas Arcillosas se establecerá con los ensayos suplementarios siguientes:

- Efecto de los ciclos de mojado/secado (EN 14417:2005) [2].
- Efecto de los ciclos de congelación/descongelación (EN 14418:2005) [3].

En ambos casos el criterio de aceptación debe ser que el incremento del valor de la permeabilidad sea inferior o igual al 25%.

1.3. Ensayo de resistencia a tracción y alargamiento

La resistencia a tracción es uno de los parámetros esenciales recogidos en todas las normas armonizadas de utilización de los geosintéticos. Si bien los GBR-C, en general, durante su vida útil no se ven sometidos a sollicitaciones resistentes, durante su instalación pueden estar sometidos a esfuerzos, por lo cual deben ser capaces de sobrevivir a su puesta en obra.

Sin embargo, en determinadas aplicaciones, como por ejemplo en un talud con una pendiente apreciable (figuras 3 de la página anterior y 4), es importante conocer exactamente el valor de su deformación en el punto de carga máxima para asegurar su funcionalidad durante su vida útil, y por tanto asegurar la estabilidad del talud.

Cuando se realiza el ensayo de resistencia a tracción hay que prestar especial atención a las curvas tensión-deformación, ya que suele suceder que en estas curvas, en ambos sentidos, se producen dos puntos de inflexión, correspondientes a puntos de carga máxima del GBR-C. Esta circunstancia puede tener una incidencia significativa, ya que a veces ocurre que de los dos posibles puntos de carga máxima-deformación, es en el segundo, que corresponde a un valor superior, en el que realmente se produce la rotura del GBR-C. Por tanto, si el ensayo se detiene en el primer punto y se asigna el valor de la carga de este punto



Figura 5. Impermeabilización de los taludes de la supresión de pasos a nivel en la localidad de Puebla de Híjar (Teruel)



Figura 6. Detalle de la impermeabilización del talud de un paso a nivel en la localidad de Puebla de Hijar (Teruel)

como el valor de carga máxima, se estaría cometiendo un error.

No obstante, el estudio de una serie de ensayos realizados sobre diferentes materiales muestra que no siempre se mantiene esta tendencia: hay un primer pico en el que el GBR-C mantiene su funcionalidad, y un segundo pico correspondiente a la rotura con un aumento considerable de la carga y el alargamiento, siendo este último realmente el punto de deterioro del material. En algunos casos se obtiene una curva tensión-deformación con un único pico, correspondiente a su carga y alargamiento en rotura y deterioro del geosintético.



Figura 7. Dinamómetro universal

2. Experimental

2.1. Utilización de GBR-C en la impermeabilización de taludes de pasos a nivel

Este tipo de GBR-C se ha utilizado para la impermeabilización de los taludes de la supresión de pasos a nivel en la localidad de Puebla de Hijar en Teruel, con una superficie de 15 000 m² de impermeabilización, por la empresa CETCO S.L.U. (figuras 5 de la página anterior y 6).

Los trabajos ejecutados consisten en la colocación de un sistema de impermeabilización basado en:

- Barrera Geosintética Arcillosa (GBR-C) de Cetco Iberia de 5,5 mm de espesor y 3 500 gr/m².
- Barrera Geosintética polimérica (GBR-P) de Polietileno de Baja Densidad PEBD de Osrodeck de 800 galgas de espesor.

En dicha obra se impermeabilizaron los pasos 398, 401, 407, 411 y 417.

En el diseño de la formación de los terraplenes y trasdoses se utilizó un material arcilloso con posibilidad de expansión en contacto fundamentalmente con el agua de lluvia. Los taludes tenían una inclinación de 45° aproximadamente. La altura era variable llegando a alcanzar en su punto más alto unos 20 m.

Para evitar la entrada de agua y las consiguientes expansiones, se decidió impermeabilizar los terraplenes de todos los

pasos a nivel. Posteriormente se procedió a la colocación de un material de cobertura para futura revegetación.

Se colocaron 15 000 m² de un GBR-C de BENTOMAT CL-35.

2.2. Estudio del comportamiento de la Barrera Geosintética Arcillosa (GBR-C)

En el Laboratorio Central de Estructuras y Materiales del CEDEX se ha realizado el estudio del comportamiento de un GBR-C similar al utilizado en la impermeabilización de los taludes de la supresión de los pasos a nivel citados anteriormente [4]. Se ha realizado un análisis de los resultados obtenidos en los ensayos de resistencia a tracción en la dirección transversal y longitudinal al sentido de la máquina. Los ensayos han sido realizados según la norma UNE EN ISO 10319: 1996 [5].

El estudio ha comprendido el análisis de las curvas tensión-deformación de todos los geosintéticos que se utilizaron en la fabricación del GBR-C ensayado: geotextil tejido (GTXT), geotextil no tejido (GTX-NT), así como las propias barreras geosintéticas arcillosas (GBR-C). Para el estudio más detallado de éstas, se procedió a ensayarlas con y sin bentonita, es decir, se ensayaron la propia barrera geosintética arcillosa (GBR-C) completa (con bentonita) y los dos geotextiles, tejidos y no tejidos, ensamblados, pero sin la bentonita encapsulada en su interior.

2.2.1. Probetas de ensayo

Se cortaron 10 probetas de ensayo de cada uno de los geosintéticos mencionados (de acuerdo con la norma UNE EN-ISO-9862:2005) [6], en las direcciones de fabricación (longitudinal) y perpendicular a la de fabricación (transversal). Las probetas se cortaron de zonas que fueron producidas una a continuación de la otra con los mismos geotextiles y de la misma zona del GBR-C. Cada probeta de ensayo se talló a una anchura de 200 mm ± 1 mm y a una longitud de 250 mm ± 1 mm, suficiente para asegurar 100 mm entre las mordazas. La dimensión de longitud designada se coloca paralela a la dirección en que se aplica la fuerza de tracción.

2.2.2. Equipo de ensayo

El equipo empleado para realizar el ensayo es un dinamómetro universal marca INSTRON modelo 5569 equipado con mordazas de la misma marca que cumplen las especificaciones de la mencionada norma (figura 7 de la página anterior).

2.2.3. Procedimiento de ensayo

Se ajustó la distancia de las mordazas para obtener una longitud de ensayo de 100 mm \pm 3 mm, montándose las probetas de ensayo en la parte central de las mordazas. Se comprobó que, tanto en la dirección de la máquina como en la dirección transversal, la longitud de la probeta fuese paralela a la dirección de aplicación de la fuerza. El ensayo se realizó a una velocidad de 20 mm/min hasta la rotura de la probeta. Una vez obtenidos los resultados, se retira la probeta y se reajustan las mordazas hasta la posición inicial.

3. Resultados

En las tablas 2 y 3, se presentan los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a tracción en los sentidos transversal y longitudinal respectivamente.

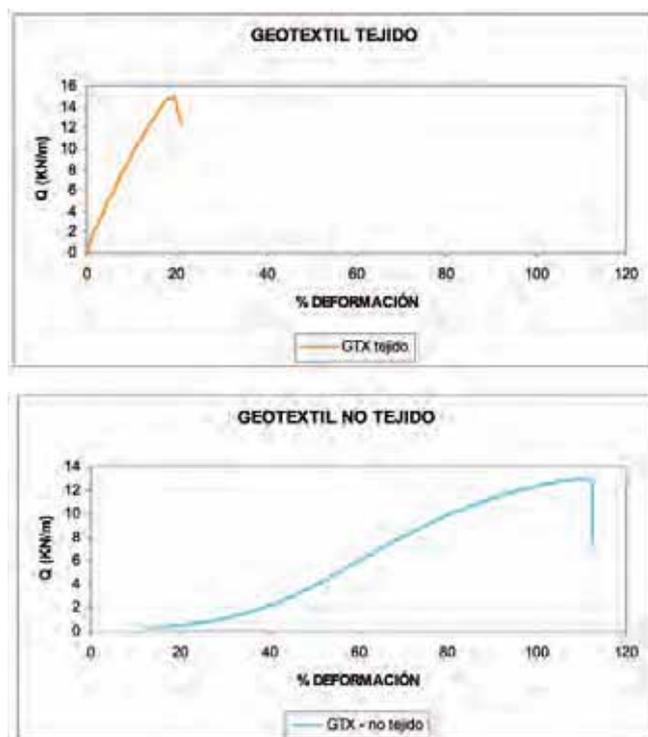


Figura 8. Curvas tensión-deformación de los geotextiles tejido y no tejido, en sentido transversal

Tabla 2. Resistencia a tracción en el sentido transversal

	Carga (kN/m)		Deformación (%)	
	Primer pico	Segundo pico	Primer pico	Segundo pico
Geotextil tejido	15		18	
Geotextil no tejido	14		110	
GBR-C (con bentonita)	6,68	10,61	10,87	70,2
GBR-C (sin bentonita)	12,52	10,60	10,50	94

Tabla 3. Resistencia a tracción en el sentido longitudinal

	Carga (kN/m)		Deformación (%)	
	Primer pico	Segundo pico	Primer pico	Segundo pico
Geotextil tejido	16,5		35	
Geotextil no tejido	18		80	
GBR-C (con bentonita)	12	15	17	64
GBR-C (sin bentonita)	17,5	12	25	65

3.1. Estudio de las curvas tensión-deformación de las barreras geosintéticas arcillosas (GBR-C)

Las curvas tensión-deformación de los GBR-C son similares en los sentidos transversal y longitudinal. Si bien se han ensayado 5 probetas de cada uno de los geosintéticos en cada sentido, para el estudio de las curvas tensión-deformación se ha considerado solamente la curva de una probeta de cada material, elaborada a partir de los datos obtenidos en el ensayo.

3.1.1. Curvas tensión-deformación sentido transversal

En la figura 8 se observan las curvas tensión-deformación correspondientes a los geotextiles tejido y no tejido, en sentido transversal.

- Curva tensión-deformación del GBR-C sin bentonita.

Inicialmente se estudió la curva tensión-deformación del GBR-C sin la bentonita (figura 9).

La curva tensión-deformación presenta dos picos. En el primer pico (12,52 kN y 10,5% de deformación) se produce la rotura

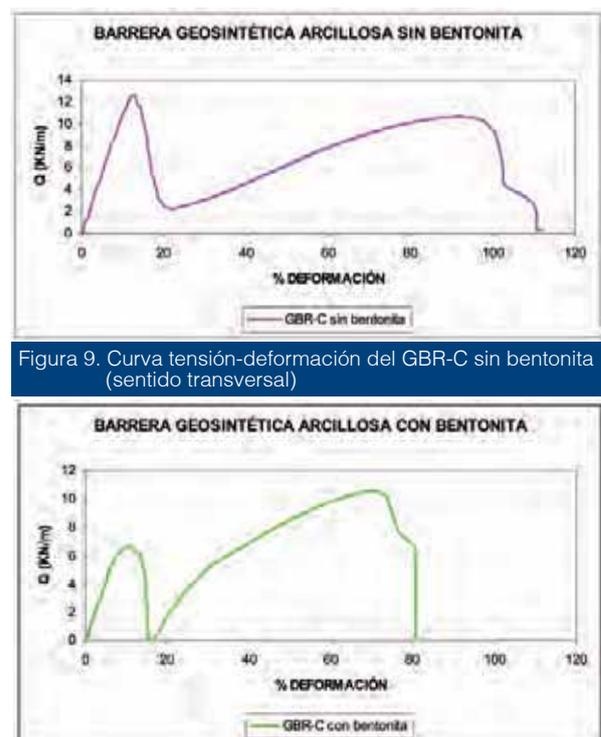
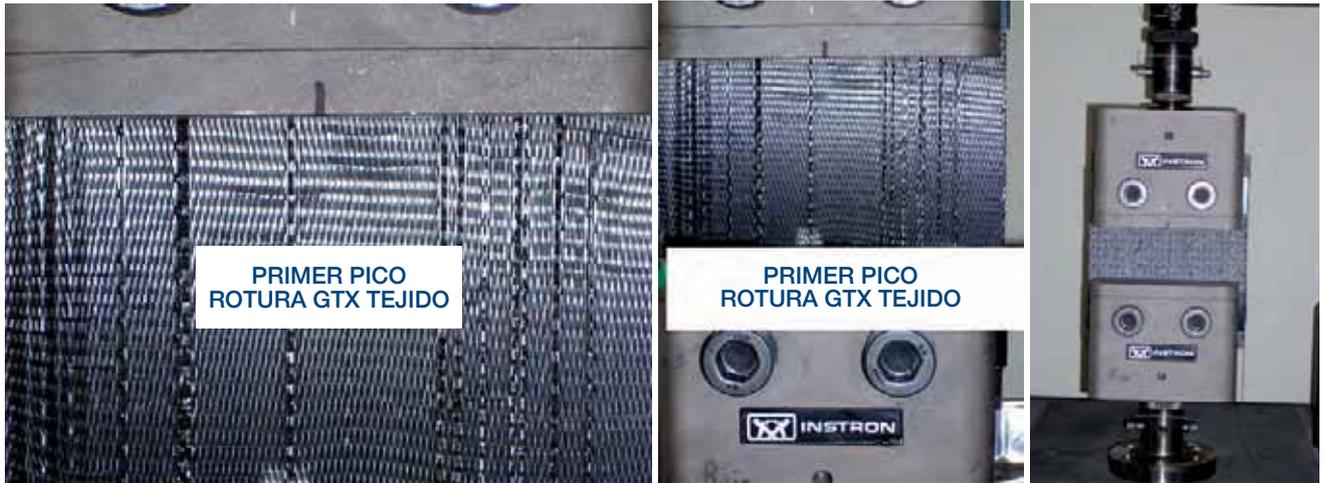


Figura 9. Curva tensión-deformación del GBR-C sin bentonita (sentido transversal)



Figura 10. Curva tensión-deformación del GBR-C con bentonita (sentido transversal)



a) Aspecto del GBR-C por el lado del geotextil tejido

b) Aspecto del GBR-C por el lado del geotextil no tejido

Figura 11. Aspecto del GBR-C una vez alcanzado el valor de carga y deformación correspondiente al primer pico: a) por el lado del geotextil tejido, b) por el lado del geotextil no tejido

del geotextil tejido del GBR-C, la carga es menor que la obtenida por el geotextil tejido (15 kN), debido al debilitamiento de los hilos como consecuencia del agujado. En este punto se ha roto el geotextil tejido pero no su estructura, debido a la estabilización de la unión de los geotextiles tejido y no tejido. Se van rompiendo los hilos del geotextil tejido, la carga disminuye y el GBR-C se mantiene inalterado. A continuación empieza a entrar en carga el geotextil no tejido y la

carga sube hasta que se produce la rotura completa de los dos geotextiles que componen el GBR-C (10,60 kN y 94% de deformación). La carga y deformación obtenidas disminuyen con respecto al geotextil no tejido (14 kN, 110% de deformación), como consecuencia del debilitamiento producido por su agujado.

- *Curva tensión-deformación del GBR-C con bentonita.*

La curva obtenida en este caso se en-

cuentra en la *figura 10 de la página anterior.*

El primer pico de 6,68 kN y 10,87% de deformación, es consecuencia de la rotura del geotextil tejido. Esta rotura se produce a una carga del orden del 50% de la obtenida en el caso del GBR-C sin bentonita. Este debilitamiento es originado por el confinamiento de la bentonita. En este punto se han roto algunas de sus fibras, pero mantiene su estructura debido al cosido (agujado) del geotextil no tejido. Se observa que no se produce la salida ni desplazamiento de la bentonita, el GBR-C mantiene íntegra su estructura. Es decir, mantiene de manera absoluta su funcionalidad, como se aprecia en la *figura 11.*

A partir de ese punto la carga empieza a subir hasta que se produce la rotura brusca del geotextil no tejido (10,61 kN/m de carga y 70,2% de deformación) que coincide con la salida de la bentonita del GBR-C. La carga de rotura de este segundo pico es un poco menor que la del geotextil no tejido (14 kN, 110% de deformación) debido, como en el



Figura 12. Aspecto del GBR-C por el lado del geotextil no tejido, una vez superado el primer pico y antes de que se produzca su rotura (segundo pico)



Figura 13. Diferentes aspectos de la rotura brusca del geotextil no tejido, y por tanto, simultáneamente la destrucción completa del geotextil tejido, ya que está agujado al geotextil no tejido. En ese momento es cuando se produce la salida al exterior de la bentonita, y por tanto, el GBR-C pierde su funcionalidad.



Figura 14. Estado de las probetas de GBR-C, una vez rotas. Se aprecia el deterioro completo de los geotextiles, tejidos y no tejidos, así como la salida al exterior de la bentonita

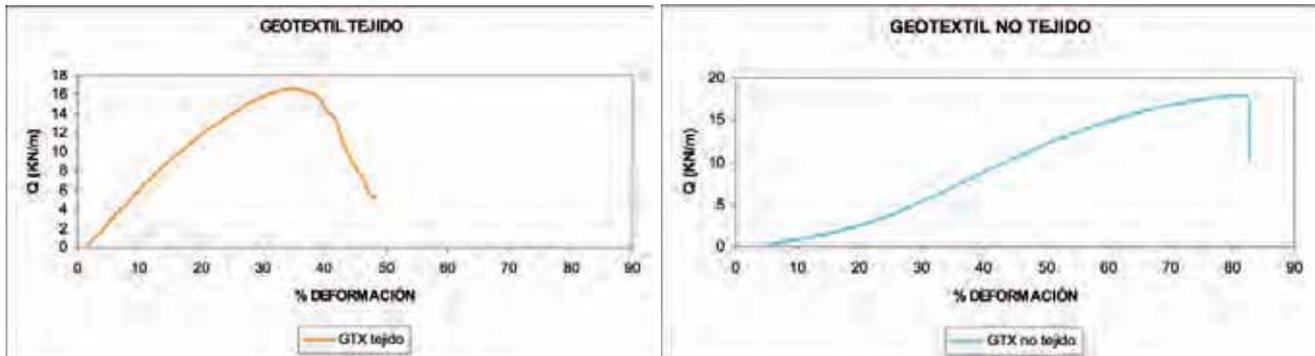


Figura 15. Curvas tensión - deformación correspondientes a los geotextiles tejido y no tejido en sentido longitudinal

caso anterior, al debilitamiento producido por el agujado; no obstante, coincide con la carga del segundo pico del GBR-C sin bentonita.

Este segundo pico del GBR-C con bentonita, 10,61 kN y 70,2% de deformación, es el que se debe tomar para el cálculo en proyecto, ya que hasta este punto el GBR-C mantiene la bentonita encapsulada y sin que se produzca su desplazamiento, es decir, el GBR-C mantiene su funcionalidad.

En las figuras 11, 12, 13 de la página anterior y 14 se aprecia la secuencia del ensayo de resistencia a tracción, para el caso de las muestras GBR-C con bentonita.



Figura 16. Curva tensión-deformación correspondiente al GBR-C sin bentonita (sentido longitudinal)

3.1.2. Curvas tensión-deformación sentido longitudinal

En la figura 15 se encuentran las curvas tensión-deformación correspondientes a los geotextiles tejido y no tejido, en sentido longitudinal.

Las curvas, como se ha citado, son similares tanto para el caso del GBR-C sin bentonita como para el del GBR-C con bentonita y en ambos casos se producen dos picos (figuras 16 y 17 de la página siguiente).

En el GBR-C sin bentonita, el primer pico de 17,5 kN de carga es del orden del 45%, superior al segundo pico de 12 kN;

mientras que en el GBR-C con bentonita, el primer pico de 12 kN de carga es un 25% inferior al segundo pico obtenido de 15 kN.

Se pueden hacer los mismos comentarios que se han hecho para el caso de la curva tensión-deformación en el sentido transversal. El primer pico de 12 kN de carga es consecuencia de la rotura del geotextil tejido y el GBR-C mantiene su funcionalidad; y en el segundo pico de 15 kN, se produce la rotura del GBR-C y la pérdida de la bentonita, siendo éste el valor que se debe considerar como de carga de rotura.

En resumen, en las curvas tensión-deformación de los GBR-C, en ambos sentidos, en general, aparecen dos picos. El segundo pico, que coincide con el valor de carga máxima, es el que corresponde con la rotura del GBR-C, produciéndose la salida de la bentonita, y por tanto, su pérdida de funcionalidad. El valor de la carga de este segundo pico, es el que debe considerarse como el valor de carga máxima para el cálculo. El ensayo debe prolongarse, por tanto, hasta comprobar el deterioro total del GBR-C que se pone de manifiesto



Figura 17. Curva tensión-deformación correspondiente al GBR-C con bentonita (sentido longitudinal)

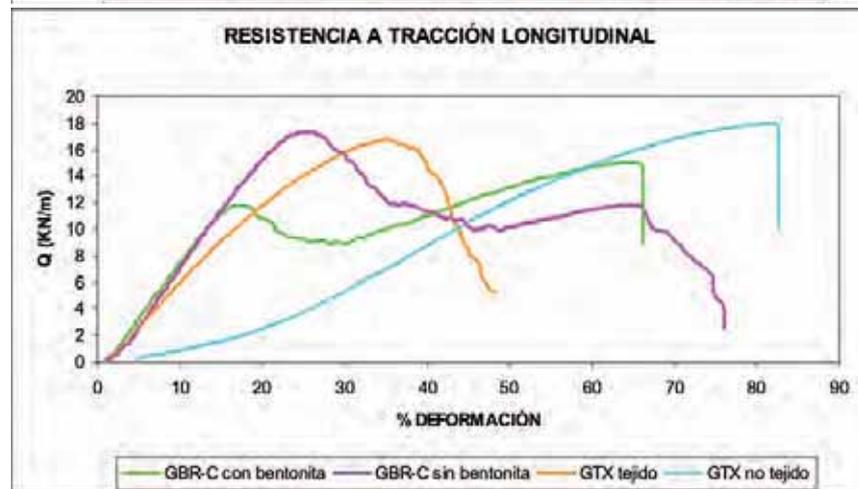
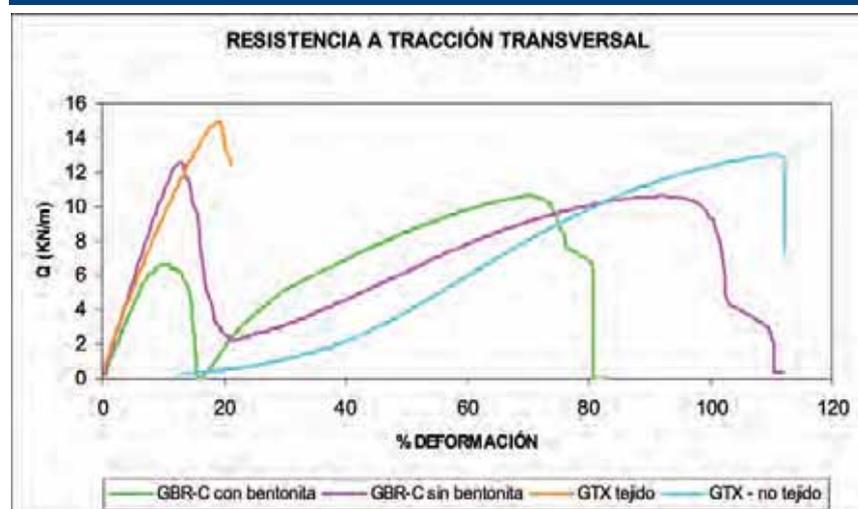


Figura 18. Curvas tensión-deformación obtenidas para todos los geosintéticos ensayados

por la pérdida de la bentonita. En la figura 18 se encuentran todas las curvas tensión-deformación obtenidas.

4. Conclusiones

A la hora de evaluar el ensayo de resistencia a tracción de un GBR-C, principalmente en determinados tipos de aplicacio-

nes, como es el caso de la instalación de estos materiales en taludes con una pendiente apreciable, deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- En la realización del ensayo de resistencia a tracción de las barreras geosintéticas arcillosas (GBR-C), hay que prestar especial atención a toda la curva tensión-deformación.

- El ensayo debe prolongarse hasta el deterioro (rotura real) del GBR-C, donde éste ha perdido su funcionalidad, y no parar el ensayo tras la obtención de un primer pico que, como se ha visto, puede deberse a la rotura de alguno de los hilos del geotextil tejido y a la estabilización del anclaje sin que se haya producido el deterioro del GBR-C.
- Una vez terminado el ensayo, la curva tensión-deformación debe ser analizada e interpretada antes de concluir, y no considerar, erróneamente, el valor de la carga máxima y deformación (y por tanto de su rotura) el del primer pico.
- El ensayo debe ser realizado por personal técnico con formación y experiencia suficientes para la correcta interpretación íntegra de la curva tensión-deformación y observar el ensayo de manera que se pueda valorar si en el primer pico se produce el deterioro del GBR-C.

5. Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento a Juan Carlos Vega Rico y Francisco García González por su participación en la realización de los ensayos correspondientes a la parte experimental de este trabajo.

6. Bibliografía

- [1] UNE EN 12226. Geotextiles y productos relacionados. Ensayos generales para la evaluación después del ensayo de durabilidad.
- [2] EN 14417. *Geosynthetic barriers. Test method for the determination of the influence of wetting-drying cycles on the permeability of clay geosynthetic barriers.*
- [3] EN 14418. *Geosynthetic barriers. Test method for the determination of the influence of freezing-thawing cycles on the permeability of clay geosynthetic barriers.*
- [4] Estudio sobre Barreras Geosintéticas bentoníticas. Informe técnico para CETCO IBERIA SLU. 2010.
- [5] UNE EN-ISO 10319:1996. Geotextiles. Ensayo de tracción para probetas anchas (ISO 10319:1993).
- [6] UNE EN-ISO 9862:2005. Geosintéticos. Toma de muestras y preparación de probetas (ISO 9862:2005). ❖

Inventemos el futuro

REPSOL



Un camino sólido hacia el bienestar de todos.

Las infraestructuras viales y su constante mejora constituyen el motor del progreso que nos permite a todos aumentar nuestra calidad de vida, aportándonos seguridad, ahorro de tiempo y comodidad. Por eso trabajamos para facilitar la vida de las personas que recorren con nosotros el camino hacia el futuro y el bienestar.

REPSOL YPF Lubricantes y Especialidades, S.A.
Glorieta Mar Caribe, 1. 28043 Madrid.

Más información en repsol.com



Mejora energética en los túneles de Parpers de la C-60

Energy improvement Parpers tunnels in the C-60

Ramón Morera i Fauquier
Jefe del Servicio de Equipamiento
y Datos Varios (1994-2010)
Generalitat de Catalunya
Jubilado desde enero de 2011

Luis Bittini
Director Comercial Alliance Ceramic Steel
Enrique Segura Echániz
Jefe del Departamento
de Túneles e ITS AudingIntraesa

Colaboradores (año 2010):
Just Palma i Casals y Rossend Bau i Gelis
Responsable y Jefe de Sala,
respectivamente,
del Centro de Control de Carreteras de Vic

Resumen

En este artículo se trata de explicar la experiencia reciente de iluminar los túneles existentes con Leds. En concreto los túneles de Parpers, teniendo en cuenta que se partió de una iluminación con una uniformidad baja y con 12 años de funcionamiento.

La mejora realizada estaba proyectada inicialmente, incrementando el número y potencia de las lámparas (vapor de sodio de alta presión, VSAP), instaladas en 1995 y montando paneles de acero vitrificado de color blanco en los hastiales.

Posteriormente, una vez adjudicada la obra, se planteó la posibilidad de instalar iluminación Led (*light-emitting diode*, diodos emisores de luz) en lugar de VSAP, en el circuito permanente, manteniendo la instalación de paneles.

En este artículo comparamos la actual instalación, realizada con los Leds, frente a la inversión que se iba a realizar mejorando la iluminación del año 1995, con lámparas de VSAP.

Además en este artículo se han utilizados los precios de adjudicación de las luminarias y las lámparas de VSAP y el contradictorio de lámparas de Leds, negociado con el contratista.

Los datos de iluminancia y uniformidad que figuran en este artículo se han obtenido mediante mediciones reales efectuadas.

PALABRAS CLAVE: túnel, luminancia, uniformidad, VSAP, eficiencia, vapor de sodio de alta presión, panel de acero vitrificado.

Summary

This article attempts to explain the recent experience to illuminate the existing tunnels with LED's, specifically Parpers tunnels, considering that we started from a low uniformity illumination and with 12 years of operation.

The improvement made was initially projected, increasing the number and power of the lamps (high pressure sodium, VSAP), installed in 1995 and mounting steel panels in white glazed gables.

Then, once awarded the work, we raised the possibility of installing LED (*light-emitting diode*) lighting instead of HPS in the permanent circuit, keeping the installation of panels.

In this paper we compare the current installation, made with LED versus the investment was to be done to improve the illumination of 1995, with HPS lamps.

Also in this article we have used the award prices of lamps and HPS lamps and LED lamps contradictory, negotiated with the contractor.

The luminance and uniformity data contained in this article have been obtained by actual measurements made.

KEY WORDS: tunnel, luminance, uniformity, HPS, efficiency, high pressure sodium, enamelsteel panel.

Presentación

El Comité de túneles de la Asociación Técnica de Carreteras viene desarrollando en el presente ciclo 2008 – 2011 una serie de trabajos encaminados a divulgar los conocimientos y recomendaciones que emanan del Comité internacional C4 de la AIPCR, y que, de cara al hoy ya celebrado Congreso Mundial de Carreteras (México, septiembre de 2011), han estado enfocados a la sostenibilidad en el diseño, el mantenimiento y la explotación en términos de consumo de energía y la contaminación atmosférica.

En este marco un tema que preocupa en el Comité nacional es la reducción del consumo energético en la explotación de los túneles de la red de carreteras, por lo que se ha creado un grupo de trabajo específico para abordar dos aspectos que se consideran fundamentales: Alumbrado de túneles con tecnología led y Medidas para reducir el consumo de energía en el alumbrado de túneles, manteniendo su seguridad.

En tanto en cuanto se redactan nuestros puntos de vista, que se espera puedan quedar consensuados para finales de este año, se ha considerado de interés publicar el presente artículo: “Mejora energética en los túneles de Parpers de la C-60”, que demuestra la puesta en práctica de esta inquietud y que se considera puede ser de interés para los distintos agentes que intervienen en la gestión y la explotación de túneles.

Rafael López Guarga

Presidente del Comité nacional de Túneles de la ATC

1. Introducción

En el mes de junio del año 1995 entró en servicio los túneles de Parpers, situados en la carretera C-60, entre los pp.kk. 5+746 y 7+774, siendo el primer tramo construido del cuarto Cinturón de Barcelona y que comunica por autopista las comarcas del Maresme y del Vallés Oriental.

Se trataba de unos túneles gunitados, con paredes sin revestir, de dos tubos unidireccionales, con dos carriles por sentido cada uno y con 5 galerías transversales de evacuación, equiespaciadas 350 m. La longitud de cada uno de los tubos es de unos 2010 m, con una IMDI que en conjunto supera, en la actualidad, los 50 000 vehículos. La gestión de los sistemas y equipamientos de seguridad y control se realiza desde el inicio desde el Centro de Control de Carreteras de Vic [8], situado a unos 60 km de estos túneles.

También existe un local técnico desde el que se pueden gestionar los sistemas y equipamientos de seguridad y control, en el caso de fallo de las comunicaciones.

Para evitar caídas de tensión inaceptables [3] y tener una garantía en el funcionamiento de los sistemas eléctricos, el suministro de energía eléctrica del tramo norte de los túneles es independiente del sur, o sea hay 2 locales: uno en la boca Granollers o boca Norte y el otro en la boca Mataró o boca Sur, en los que se encuentran alojados los dos transformadores de potencia, los cuadros eléctricos generales

de los túneles, los sistemas de suministro de energía complementaria (Grupo Electrógeno y SAI - Sistemas de Alimentación Ininterrumpida) y las ERU's. En la galería de evacuación nº 3, se encuentra ubicada una ERU, el sistema DAI (Detección Automática de Incidentes), junto con el sistema CCTV (*Closed-Circuit Television*, televisión en circuito cerrado) y la Central de incendios.

En los años 2007 y 2008 se redactaron las Fases 1ª y 2ª del proyecto “MEJORA DE LA SEGURIDAD DE LOS TÚNELES DE P ARPERS. C-60. P.K. 5,740 AL 7,750. ARGENTONA - LA ROCA DEL VALLÉS” [6] y [7], con el objeto de adecuar los equipamientos de seguridad y control a la Directiva 54/2004 y a la Circular 03/05 de la Dirección General de Carreteras de la *Generalitat de Catalunya*, y también para mejorar los niveles de luminancia (*luminance*) y su uniformidad (*uniformity*), con el objeto de incrementar la seguridad y confort de los usuarios de estas infraestructuras.

En los citados proyectos y por lo que corresponde al alumbrado y con el objeto de mejorar los niveles de luminancia (*lu-*



Figura 1. Situación de los Túneles de Parpers y su Centro de Control

minance) y su uniformidad (*uniformity*), se había previsto sustituir cada luminaria del circuito permanente, equipada con una lámpara de VSAP (HPS) de 150 W de potencia (en total 466 unidades), por dos equipadas con una lámpara de VSAP (HPS) de 100 W de potencia (932 unidades), ubicadas en el mismo lugar, con el objeto de no incrementar la longitud de los cables de suministro de energía eléctrica. También se proyectó la instalación de paneles de acero vitrificado de color blanco, por pensar que se mejoraría la uniformidad (*uniformity*) de la iluminación, el confort en la conducción y una facilidad de limpieza, manteniendo el mismo aspecto a lo largo del tiempo.



Figura 2. Vista interior de los Túneles de Parpers

2. Modificaciones al proyecto

Previo al inicio de las obras de la 1ª Fase se analizó la conveniencia y finalmente se adoptó la solución de sustituir cada una de las luminarias previstas en el proyecto, equipadas con una lámpara de VSAP (HPS) de 100 W (2 x 466 unidades), por otras equipadas con LED's de 60 W (2 x 466 unidades) [7], con el objeto de reducir el consumo de energía eléctrica, mejorar la eficiencia (*efficiency*) energética [5], disminuir el impacto ambiental, y a la vez disminuir los costes de mantenimiento y de explotación de los túneles.

3. Tecnología LED

Con esta tecnología y con la nueva instalación se pretendía conseguir:

- Reducir la potencia eléctrica instalada, y por tanto obtener un considerable ahorro energético: el rendimiento lumínico de una lámpara de descarga está entorno al 10% (sólo una décima parte de la energía consumida genera luz), mientras que con los LED se aprovecha

aproximadamente hasta el 90% de la energía consumida, o sea una eficiencia (*efficiency*) energética de unas 10 veces mayor [2].

- Incrementar la vida útil de las lámparas, lo que lleva a otro ahorro en el coste de explotación de los túneles: la vida media de una lámpara de descarga está comprendida entre las 17 000 y 20 000 horas aproximadamente, mientras que la de Led, como mínimo, es de 60 000 horas, es decir unas 3 veces más [2].
- Mejorar la iluminancia (*luminance*) del alumbrado y su uniformidad (*uniformity*), y por tanto mejorar el confort visual y la seguridad del usuario.

4. Influencia panel vitrificado

Los hastiales forman parte del fondo para la detección de obstáculos en el interior de los túneles, contribuyendo al nivel de adaptación y a la guía visual. Por ello, la luminancia (*luminance*) de las paredes influye en la calidad del alumbrado.

La luminancia (*luminance*) media de las paredes de los túneles, hasta una altura de

al menos 2 m, debería ser como mínimo del 60% de la luminancia (*luminance*) media de la superficie de la calzada en la zona en cuestión [4].

Para conseguir este objetivo, paralelamente a la sustitución de la tipología de la iluminación en interior de los túneles, se procedió a la instalación de paneles de acero vitrificado de color blanco, RAL 9010, con un coeficiente de reflexión del 78%.

Estos paneles aportan mejoras de las que destacamos:

- Uniformidad (*uniformity*) de la iluminación.
- Eliminación del efecto de agujero negro.
- Guía visual.
- Visibilidad de la señalización.
- Contraste de los objetos percibidos por el usuario.
- Aspecto estético.
- Incrementar el rendimiento de los equipos de ventilación, al disminuir el coeficiente de rozamiento del aire.
- Mayor fiabilidad de los sistemas DAI por incremento de la uniformidad (*uniformity*).
- Facilidad de limpieza.

5. Estudio lumínico

5.1. Descripción del sistema de alumbrado instalado en 1995

La instalación inicial (1995) del alumbrado permanente estaba constituido, como ya se ha dicho, por 466 proyectores VSAP (HPS) de 150 W de potencia cada uno, montados en una única hilera en la bóveda (instalación cenital).

En esta situación inicial, la iluminancia (*luminance*) horizontal media en el interior de los túneles (alumbrado permanente) era de 70 lux, con una uniformidad (*uniformity*) del 32%, según mediciones periódicas realizadas desde su puesta en servicio. Hay que tener en cuenta que cada cuatro años, desde su puesta en servicio, se había procedido a un cambio masivo de las lámparas, reactancias, arrancadores y condensadores, con el objeto de mantener los valores iniciales de luminancia (*luminance*) y minimizar las averías puntuales, cuya reparación incrementan los costes de conservación.

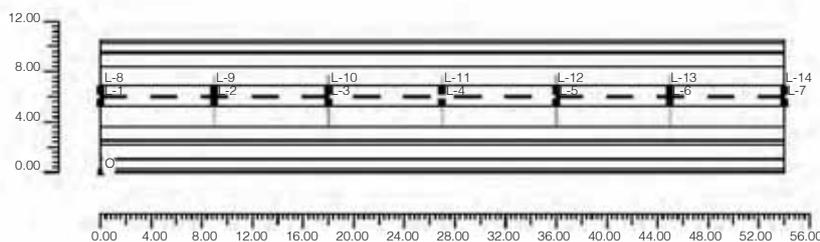


Figura 3. Disposición luminarias



Figura 4. Vista interior de los Túneles de Parpers



Figura 5. Vista interior de los Túneles de Parpers

5.2. Datos de los parámetros de iluminación obtenidos del alumbrado ejecutado con LED, antes y después de instalar los paneles

En la instalación realizada en el año 2008 se montaron 932 luminarias equipadas con una lámpara LED de 60 W de potencia, en vez de las 932 luminarias equipadas con lámparas VSAP (HPS) de 100 W, previstas en el proyecto “MEJORA DE LA SEGURIDAD DE LOS TÚNELES DE PAPERES. C-60. P.K. 5,740 AL 7,750. ARGENTONA - LA ROCA DEL VALLÉS”, citado anteriormente.

Con esta actuación y antes de instalar los paneles de acero vitrificado de color blanco, se obtuvo, en las mediciones realizadas, un nivel medio de iluminación de 66 lux, con una uniformidad (*uniformity*) del 48%.

Una vez montados los paneles de acero vitrificado se procedió a realizar nuevas mediciones en el interior de los túneles, obteniendo un nivel medio de iluminación de 77,57 lux, con una uniformidad (*uniformity*) del 51,57%. Lo que representa una mejora sustancial de ambos parámetros.

6. Consumo de energía eléctrica

Según el Real Decreto 1164/2001, de 26 de octubre, por el que se establecen las tarifas de acceso a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica, el artículo 7 determina que las tarifas 6 corresponden a generales de alta tensión, y que serán de aplicación a cualquier suministro para tensiones comprendidas entre 1 y 36

kV, con potencia contratada en algunos de los periodos tarifarios superior a 450 kW y a cualquier suministro en tensiones superiores a 36 kV, en el escalón de tensión que corresponda en cada caso.

La tarifa actual aplicada en las dos acometidas de los Túneles de Parpers es la 6.1, según las facturas suministradas por la Administración, puesto que la potencia contratada en todos los periodos es de 500 kW y por lo tanto sobrepasa los 450 kW límite que marca el Real Decreto 1164/2001 de 26 de octubre.

Partiendo de los datos de consumo, obtenidos del Centro de Control de Carreteras de Vic, se ha elaborado el siguiente gráfico, en el que se aprecia la evolución de los consumos de las dos acometidas existentes en los Túneles de Parpers, uno cuando las luminarias estaban equipadas con lámparas de VSAP (HPS) de 150 W y el otro con la nueva instalación de LED de 60 W. Como se puede apreciar, el ahorro medio ha resultado ser de aproximadamente 13,47%.

Debido a esta disminución del consumo se puede modificar la tarifa actual, pasando a la tarifa a la 3.1 A, (0 a 450 kW), lo que supone una reducción de la potencia contratada. Esto obligaría a instalar un maxímetro, para medir y abonar el exceso de potencia consumida por el funcionamiento del sistema de ventilación

El 99,50% de los valores de los consumos facilitados por el Centro de Control de Carreteras de Vic [8] corresponden al consumo de la instalación de alumbrado, pues se ha comprobado que el funcionamiento del sistema de ventilación sólo se ha producido al realizarse las revisiones funcionales.

7. Análisis económico comparativo entre la instalación proyectada y la ejecutada

Los costes no incluyen el IVA.

7.1. Instalación Proyectada

- Potencia contratada: 500 kW x 2.
- Potencia máxima de ventilación en 1 tubo: 10% de la potencia total consumida en mes punta.
- Puntos de Luz: 932.
- Potencia nominal por luminaria con VSAP: 100 W.
- Horas funcionamiento al año: 8 760 (365 días, por 24 h/día).
- Coste término potencia: 45 000 €/año, con coste mix de 3,75024 €/kW al mes.
- Coste término energía: 76 500 €/año, con coste mix de 0,08737 €/(kW.h) al mes.
- Coste energía reactiva : 1,65 % de la tota
- Sustitución luminarias cada 20 años. Hemos considerado este periodo por ser el que se cita en el anexo 2 de la “*guide pour la maîtrise des coûts de fonctionnement des tunnels routiers*” y en la “*note d’information n° 19 L’éclairage des tunnels par LED*”, ambas del CETU; a pesar que en los túneles de Parpers su vida útil ha sido de 12 años (1995 a 2007).
- Sustitución lámparas, arrancadores, reactancias y condensadores cada 4 años.
- Coste luminaria y lámpara instaladas (valor adjudicación): 379,16 €/unidad
- Se ha realizado la hipótesis que al fi-



Figura 6. Vista interior de los Túneles de Parpers

nalizar el año 8 de la instalación de los LED's, a las luminarias para lámparas de VSAP (HPS) le quedaría una vida residual de 13 años y a las lámparas y equipos 1 año, lo cual equivale en teoría a la cantidad de 154 016,73 €, valor residual.

7.2. Instalación Ejecutada

- Potencia contratada (propuesta): 400 kW x 2.
- Potencia máxima de ventilación en 1 tubo: 10% de la potencia total consumida en mes punta.
- Puntos de Luz: 932.
- Potencia nominal por luminaria con Led: 60 W.
- Horas funcionamiento al año: 8 760 (365 días, por 24 h/día).
- Coste término potencia: 42 325,17 €/año, se obtiene considerando que en la disminución de la potencia contratada, la instalación de LED's colabora en 37,38 Kw/h
- Coste término energía: 42 800,47 €/año.
- Coste energía reactiva: 0.
- Sustitución lámparas cada 8 años (en el caso que nos ocupa no existen luminarias).

- Coste lámpara instalada (precio contradictorio real, de contrato): 454,45 €.
- Se supone que por averías, es necesario sustituir el 10 % de las lámparas de LED's, en un periodo de 7 años.

7.3. Cuadro comparativo entre la instalación proyectada y ejecutada

Los valores reseñados en los dos puntos anteriores corresponden a los costes detectados durante el primer período de funcionamiento de la explotación, habiéndose extrapolado a 7 años.

En el estudio de costes no se ha tenido en cuenta el de los paneles de acero vitrificado, ya que como se ha indicado anteriormente, el objeto de su instalación fue mejorar el confort del usuario y, por ende, su seguridad.

Si la instalación se hiciera hoy, la rentabilidad sería superior, ya que la tendencia del precio de los LED está suponiendo una disminución de un 1,5% anual.

Los resultados económicos son los siguientes:

- Amortización de la instalación: 3,26 años.
- Ahorro real obtenido en 7 años:

293 446,49 €.

- Ahorro teórico obtenido en 7 años, considerando un valor residual teórico de 154 016,73 €, de las luminaria y lámparas de VSAP, es de 139 429,76 €.
- No tiene sentido conceptualmente hablar de TIR ni de Payback en este estudio sobre diferencias de gastos.
- El VAN (tasa de descuento del 4%) con lámparas de VSAP (HPS) es de 1 217 904,67 € y de 976 794,68 € con lámparas de LED's. Es decir, una diferencia de 241 109,97 € a favor de la instalación con LED's.

Hay que indicar que el periodo de amortización del sistema de iluminación que se describe en el presente artículo se ha obtenido a partir de datos reales, y considerando unas determinadas hipótesis para estimar los costes de mantenimiento de la instalación en el futuro; dado que este periodo de amortización es muy sensible a determinados parámetros, los resultados mostrados no deberían generalizarse y se recomienda estudiar cada caso adoptando las hipótesis que mejor se ajusten al escenario considerado.

8. Conclusiones

Los principales sistemas consumidores de energía en los Túneles de Parpers son la iluminación y la ventilación, por carecer de un sistema de bombeo contra incendios.

En cuanto a la eficiencia (*efficiency*) energética y mejora de la iluminación, se ha comprobado que se ha obtenido de la siguiente forma:

- Invirtiendo en luminarias equipadas con LED.
- Invirtiendo en la instalación de paneles de acero vitrificado.
- Reduciendo la potencia contratada por la instalación de LED y además, en el caso de los túneles de Parpers, y debido a la orientación de los túneles y a su pendiente longitudinal, el tiro natural es lo suficientemente importante como para no utilizar la ventilación instalada (según se ha comprobado en los 15 años de funcionamiento), salvo en situaciones de incendio y en los mantenimientos preventivos. Como el consumo de este sistema representa el 99,50%

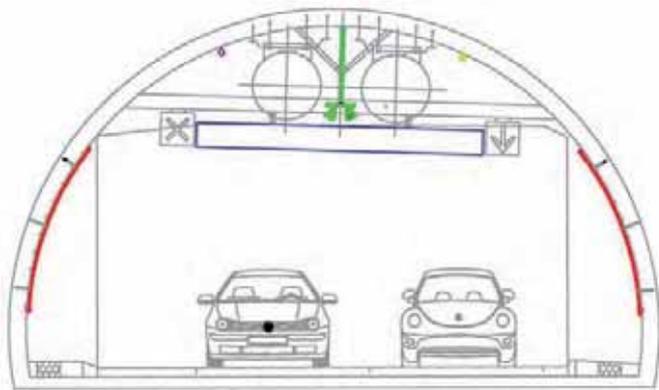


Figura 7. Sección Túneles de Parpers



Figura 9. Consumo con Vapor de Sodio de alta presión (*high pressure sodium*) vs Leds

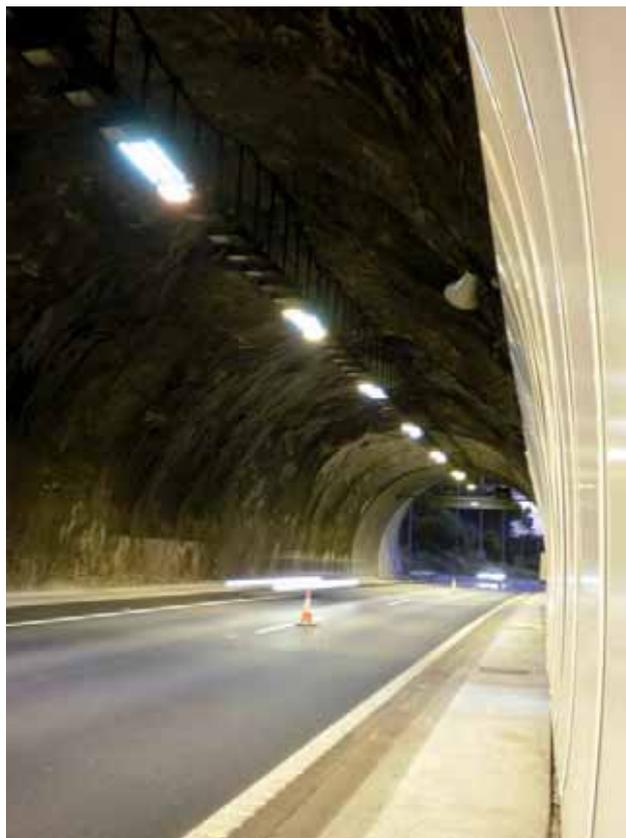


Figura 8. Vista interior de los Túneles de Parpers

del consumo total, es posible reducir el término potencia, instalando un máximo, para medir y abonar el exceso de potencia consumida por el funcionamiento del sistema de ventilación. La compañía eléctrica en este caso no ha garantizado el suministro con una reducción de la contratación superior al 20%.

No se ha contemplado el montaje de arrancadores estáticos en los ventiladores, para reducir la punta de consumo en los arranques (incremento del consumo de energía eléctrica en un 73%) debido a su elevado coste y teniendo en cuenta que se ha comprobado en los 15 años de funcionamiento, tal y como ya se ha dicho, que sólo han funcionado durante las revisiones.

En una instalación de nueva construcción, además se obtendría un ahorro en la sección del cableado, debido a la diferencia de potencia que consumen los dos tipos de alumbrado objeto de este artículo.

Referencias bibliográficas

- [1] La iluminación de los túneles mediante Led's. Enero 2011. CETU.
- [2] Tecnología Led. Asociación Española de Fabricantes de Iluminación.
- [3] Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. 2002.
- [4] Recomendaciones para la iluminación de carreteras y túneles. Ministerio de Fomento. 1999.
- [5] RD 1890/2008, de 14 de noviembre,

por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia (*efficiency*) energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07. 2008.

- [6] Proyecto "Mejora de la Seguridad en los Túneles de Parpers.C-60. P.K. 5+740 al P.K. 7+750. Argentona – La Roca del Vallés". Fase 1. *Generalitat de Catalunya*, 2007.
- [7] Proyecto Modificado 1 "Mejora de la Seguridad en los Túneles de Parpers.C-60. P.K. 5+740 al P.K. 7+750. Argentona – La Roca del Vallés". Fase 1. *Generalitat de Catalunya*, 2009.
- [8] Las Memoria de Explotación del Centro de Control de Carreteras de Vic, desde el año 1997 al 2009. ❖



Figura 10. Comparativa entre coste con VSAP (HPS) y Leds para los túneles de Parpers

AUTOVÍA A-22: LLEIDA-HUESCA

Tramo: Variante de Binéfar-L.P. Lleida-Huesca



copcisa

Abierto al tráfico el itinerario Variante de Binéfar - L. P. de Lleida de la A-22, Lleida-Huesca

Lorenzo Plaza Almeida
ICCP del Estado y
Director de las obras

Con la apertura al tráfico el pasado 10 de octubre de los últimos 6,7 km de la Variante de Binéfar, el Ministerio de Fomento completó este itinerario que forma parte de los 75 km que separan, en la provincia de Huesca, Siétamo de Almacelles.

Previamente, el 12 de mayo de este mismo año, el Ministerio había puesto en servicio un total de 17 km que comprendían parte de la Variante de Binéfar (8 km), el tramo entre esta localidad y el límite de provincia (7 km) y un tramo de conexión en la Variante de Almacelles (2 km),

En la actualidad, tan sólo restan los tramos Huesca-Siétamo (en proyecto) y el resto de la Variante de Almacelles para completar los 107 km de este trazado de nueva planta que sustituirá a la N-240 entre Lleida y Huesca.

El diseño del trazado, se ha realizado para una velocidad de 120 km/h.

La sección tipo básica en el tronco de la autovía está compuesta por dos calzadas de 7,00 m de anchura, que comprenden dos carriles por sentido de la circulación de 3,50 m, arcones exteriores de 2,50 m, interiores de 1,00 m y mediana de 10 m de anchura.

La actuación general ha tenido por objeto conectar los corredores de la autovía de Sagunto-Somport y la autovía Lleida-Barcelona.

El cuadro sinóptico de estos tramos en la provincia de Huesca es:

Autovía Lleida-Huesca A-22
(Provincia de Huesca)

Tramo	Longitud (km)	Estado actual
Huesca-Siétamo	12,0	En proyecto
Siétamo-Velillas	5,1	En servicio
Velillas-Ponzano	16,4	En servicio
Ponzano-El Pueyo	10,6	En servicio
Variante de Barbastro	10,6	En servicio
Variante de Monzón	11,7	En servicio
Variante de Binéfar	13,8	En servicio
Variante Binéfar-LP Lleida	6,9	En servicio

Infraestructuras Viarias



Enlace de La Vispesa, de tipo diamante con pesas

Variante de Binéfar (A-22, Lleida-Huesca)

La Variante de Binéfar constituye el tramo de la A-22 entre la Variante de Monzón y el tramo Variante Binéfar-Límite provincial de Lleida y tiene una longitud de 13,8 km.

Como ya hemos adelantado, el 12 de mayo de 2011 se abrió al tráfico el recorrido entre el enlace Binéfar Centro y el fin de obra (6,8 km) y el 10 de octubre de este mismo año el resto, entre el enlace Monzón Este (inicio de obra) y el enlace Binéfar Centro.

La inversión total, que incluye la redacción del proyecto, las expropiaciones, el importe de las obras y el control de obra, ha ascendido a 63 millones de euros, siendo ejecutada en un plazo de 46 meses.

Descripción del trazado

Comienza en la conexión con el tramo de autovía correspondiente a la Variante de Monzón, a través del enlace denominado Monzón Este, que es de tipo trompeta.

Tras el enlace, discurre próxima a la N-240, al suroeste de la misma, que queda como vía de servicio.

La vía de servicio conecta el enlace de Monzón (pk. 0+000) y el semienlace de Binéfar Oeste (p.k. 5+400). Este último constituye el primer acceso a Binéfar. Se trata de un semienlace con movimientos únicamente desde y hacia Huesca, debido a la proximidad con el enlace Binéfar Centro. Para mejorar los movimientos hacia Lleida se ha construido una vía de servicio que une los dos enlaces.

Tras el p.k. 4,800 comienza la circunva-

lación a Binéfar, en la que el eje en planta del trazado se sitúa en la margen derecha de la N-240, constituyendo la plataforma de la carretera anterior la calzada izquierda de la autovía. Este aprovechamiento de la antigua variante de Binéfar se mantiene hasta el p.k. 7,600.

En torno al p.k. 6,800 se encuentra el enlace Binéfar Centro, también de tipo diamante con pesas, y cuenta con todos los movimientos posibles con la Autovía y conecta con la carretera autonómica A-140 que une Binéfar con Binaced.

Cuando la Autovía deja atrás la población de Binéfar, el trazado se dispone en paralelo y al suroeste del ferrocarril hasta el p.k. 10,400, a partir del cual vuelve a separarse de éste.

En las proximidades del p.k. 12,800 se encuentra el enlace de La Vispesa, que es de nuevo diamante con pesas, con todos los movimientos posibles y conexión con la N-240.

Además, también hay que destacar que se han diseñado 4,5 km de vía de servicio de nueva planta: del p.k. 0+100 al 1+200, del 3+580 al enlace 1, del enlace 1 al enlace 2 y del enlace 2 a la glorieta Esplús y a la N-240.

Desvíos provisionales

El hecho de aprovechar en parte la variante actual, unido a la cercanía de la autovía a la N-240, ha dado lugar a la ejecución por fases, desvíos provisionales y reposición de esta carretera convencional en los tramos en los que la autovía se superpone. Paralelamente a estas fases de ejecución, se ha ido llevando a cabo el desmantelamiento de la antigua variante de Binéfar que ha consistido en la demo-



36 Esquema de trazado

lición, desmontaje y retirada de distintos elementos y en una integración paisajística completa del tramo, conforme las medidas propuestas en la Declaración de Impacto Ambiental.

Sección del firme

La sección proyectada se compone de 20 cm de mezclas bituminosas en caliente sobre 20 cm de suelocemento. La explanada se ha formado con 30 cm de suelo estabilizado con cemento sobre 30 cm de suelo seleccionado.

Estructuras

A lo largo del trazado se han construido 4 puentes para salvar: el Canal de Zaidín (p.k. 2+645), con vigas de 30 m; la carretera a Esplús, vigas de 21 m; un paso de camino (p.k. 7+980), con vigas de 10 m; y el barranco la Faleva (p.k. 10+945), con vigas de 27 m.

Así mismo, se han ejecutado 8 pasos superiores: 6 son tipo losa postesada *in situ* de cuatro vanos (2 de ellos en enlaces).

Mención especial merecen dos de los pasos superiores: el correspondiente al enlace Binéfar Oeste y el del p.k. 9+168. El primero es tipo pórtico de células triangulares que, al tratarse del principal enlace del tramo, consigue una mejor estética y esbeltez; el segundo, cruza la autovía y la línea ferrocarril para comunicar un camino de servicio con la N-240, y es una estructura esviada de vigas artesa, permitiendo la supresión del último paso a nivel existente en la población.

Además, se han construido 3 pasos inferiores de tipo marco de 8 x 5 m y 12 marcos de drenaje de sección rectangular.

Movimiento de tierras

Aparte de las cifras que se dan en el cuadro resumen, en este tramo se han realizado tratamientos geotécnicos especiales ya que una parte importante del trazado se desarrolla sobre terrenos blandos. Entre los que se han llevado a cabo destacan: columnas de grava, mechas drenantes y geotextiles de refuerzo, todo ello con el correspondiente control de asentamientos de los terraplenes.



Pórtico de células triangulares correspondiente al enlace Binéfar Oeste

Drenaje

Para el drenaje de la obra se ha optado por la realización de cunetas de sección triangular o trapezoidal según los casos, con el correspondiente drenaje del firme, además de los tubos colectores, que conducen el agua a los puntos de evacuación a través de la Obras de Drenaje Transversal o bien mediante Obras Transversales de Drenaje Longitudinal. Más singulares son los dos tramos de encauzamiento que se han ejecutado en este tramo: uno en el entorno del enlace Binéfar Oeste, de 400 m de longitud; y otro entre el p.k. 9+200 y el 10+950, que desemboca en el Colector de la Faleva, bajo el que se ha dispuesto un drenaje profundo, ya que se comprobó que además del flujo superficial existía uno subterráneo.

Servicios afectados

Por su proximidad a la población, los servicios afectados han sido muy numerosos: sistemas de riego de tres comunidades de regantes; tuberías en gravedad y en presión con numerosos cruzamientos, algunos de ellos en sifón, y afectación a 6 balsas existentes. Además, tuberías de agua potable y saneamiento del Ayuntamiento de Binéfar y las líneas eléctricas de las compañías: ERZ Endesa y Grupo de Electrificación Rural de Binéfar.

Unidades de obra más importantes

Excavación en traza y préstamo	3 979 000 m ³
Terraplén	2 879 000 m ³
Mezclas bituminosas	203 000 t
Hormigones	24 000 m ³
Acero	1 750 t
Suelocemento y suelo estabilizado	373 000 m ³
Cunetas	58 000 m
Barreras	75 400 m

Ficha técnica

Propiedad:

Ministerio de Fomento. Demarcación de Carreteras del Estado en Aragón

Director de las obras:

**D. Lorenzo Plaza Almeida
ICCP**

Empresa contratista:

**UTE Variante Binéfar
(CYOPSA-SISOCIA Y OBRAS PÚBLICAS Y REGADÍOS, S.A)**

Gerente de la UTE:

**D. José Antonio Tomás Palmer
ICCP**

Jefatura de obra:

**D. Iván Ferrándiz Cámara
ICCP**

Asistencia técnica de control y vigilancia:

EPTISA SERVICIOS DE INGENIERÍA, S.L.

Asistencia técnica para la redacción del

Proyecto:

GETINSA, GABINETE DE ESTUDIOS TÉCNICOS INGENIERÍA, S.A.

Infraestructuras Viarias



Vista parcial del tramo y enlace de La Melusa



Sección transversal del tronco en desmonte

Variante de Binéfar-L. P. de Lleida (A-22, Lleida-Huesca)

El tramo, que corresponde al último en Aragón de la autovía A-22, Huesca-Lérida, ha supuesto una inversión total aproximada de 36 millones de euros y tiene una longitud de 6,9 km de nuevo trazado.

Descripción del trazado

El origen del trazado se localiza tras el enlace con la N-240, denominado de La Vispesa, perteneciente al tramo descrito anteriormente, Variante de Binéfar.

El tramo discurre aprovechando el corredor de la actual N-240 por su flanco sur, en sentido O-E, a lo largo de 1,35 km aproximadamente, para virar a unos 2,0 km del lugar de La Melusa, hacia el suroeste.

Posteriormente, continúa con una su-

cesión de curvas salvando edificaciones, explotaciones agropecuarias y las balsas existentes en la zona.

El único enlace del tramo, denominado enlace de La Melusa, se ubica a la altura del p.k. 4+400.

El enlace de La Melusa permite la conexión entre la autovía y la A-1241 que une las localidades de Zaidín, situada al sur de la N-240, con Altorricón y Tamarite de Litera, situadas al norte de la misma. Se trata de un enlace de tipo diamante con pesas. Además, la glorieta norte comunica con una tercera glorieta que se ha construido en la carretera N-240, ya que la construcción de la autovía ha cambiado la prioridad en esta vía que ahora pasa a ser de servicio.

A partir de este punto, la traza discurre casi en paralelo a la N-240, para finalizar en el límite con la provincia de Lleida, a una distancia aproximada de 600 m, al sur de la N-240.

Sección del firme

Para el firme del tronco de la autovía se ha adoptado la sección 232, compuesta por una sucesión de capas de mezclas bituminosas en caliente (3 cm de M-10, 5 cm de D-20 y 7 cm de G-20) extendidas sobre 20 cm de suelocemento. La explanada se ha formado con 30 cm de suelo estabilizado con cemento sobre 30 cm de suelo seleccionado en terraplenes y 50 cm en desmontes.

Estructuras

La permeabilidad transversal del tramo se garantiza mediante la construcción de 9 estructuras: 6 pasos superiores y 3 pasos inferiores. Los pasos superiores son todos tipo losa postesada in situ de cuatro vanos y anchura de tablero 8,20 m, a excepción del que pertenece al enlace, por el que pasa la A-1241, que es de 11,20 m.



Esquema de trazado



Enlace de La Melusa y paso superior reposición de Cañada Real

En cuanto a los tres pasos inferiores, dos de ellos son de tipo marco (9,0 x 6,8 y 8,0 x 7,7 m) y el otro de vigas artesas prefabricadas sobre el canal de la Toradilla.

Drenaje

Al tratarse de una zona con niveles freáticos próximos al terreno -los más altos se producen en la temporada de riegos- y material limo arcilloso, se ha realizado una amplia red de drenaje subterráneo en el tronco de la autovía a base de zanjas y mantos drenantes que facilitan la evacuación de las aguas. Asimismo, se han protegido los desmontes de la erosión del agua revistiendo el talud con escollera.

Las cunetas de mediana tienen una anchura de 3,00 m y sección triangular. Las de desmonte son de dos tipos: trapezoidal de 1,50 m de anchura en cabeza de desmonte, y triangular de 4,50 m de anchura al borde de la calzada.

Además se han dispuesto 7 marcos de drenaje de sección rectangular, todos ellos de 5,0 x 3,0 m de sección, con la excepción de la ODT 6+200 que es de 3,0 x 2,0 m.

Servicios afectados

Se han llevado a cabo en la obra la reposición de servicios afectados como líneas eléctricas, líneas telefónicas y la protección de un gasoducto; pero sin duda alguna el apartado más destacado se lo llevan los regadíos. El trazado de la obra atraviesa una zona de regadío enclavada en el corazón del Canal

de Aragón y Cataluña, ocupada por cultivos de alto rendimiento y grandes explotaciones ganaderas, por lo que ha sido necesario reponer importantes tuberías de riego, así como drenajes de fincas. En total se han repuesto casi ocho kilómetros en las comunidades de regantes de "El Puntal", "Altorricon", "La Concepción" y "La Vispesa" en tuberías generales de acometida y particulares. Para las dos primeras comunidades, las actuaciones han consistido fundamentalmente en vainas de protección en tubería de hormigón, de diámetros variables entre 1000 y 400 mm. Para las dos últimas comunidades se han protegido con marcos en hormigón armado en los que se han alojado tuberías de diámetro 400 y 500 mm en hormigón. Mención especial merecen las reposiciones en la comunidad de regantes de "La Concepción" que, al interferir el trazado en desmonte, se han sifonado salvando alturas entorno a los tres metros.

Otras actuaciones

En el entorno del enlace de La Melusa ha sido necesaria la construcción de un paso superior adicional para la reposición de la vía pecuaria "Cañada Real de Alcampel a Esplús", ya que discurre paralela a la A-1241 que enlaza con la A-22.

La obra incluye medidas de integración paisajística, plantaciones en la mediana y enlaces, así como otras de protección hidrológica, con la construcción de una balsa de decantación. También, fruto del estudio de ruido realizado, se han instalado tramos de pantallas acústicas. ❖

Unidades de obra más importantes	
Excavación en traza y préstamo	1 397 000 m ³
Terraplén	1 080 000 m ³
Mezclas bituminosas	55 000 t
Hormigones	15 500 m ³
Acero	1 313 t
Suelocemento y suelo estabilizado	117 000 m ³
Cunetas	17 000 m
Barreras metálicas	26 000 m

Ficha técnica

Propiedad:

Ministerio de Fomento. Demarcación de Carreteras del Estado en Aragón

Director de las obras:

**D. Lorenzo Plaza Almeida
ICCP**

Empresa contratista:

COPCISA, S.A. Y VIDAL OBRAS Y SERVICIOS, S.A. EN U.T.E.

Gerente de la UTE:

**D. Francisco Vidal Caveno
ICCP**

Jefatura de obra:

**D. José Ignacio Gascón
ICCP**

Asistencia técnica de control y vigilancia:

PROYECTOS DE INGENIERÍA 63, S.L. Y GESTIÓN INTEGRAL DEL SUELO, S.L.

Asistencia técnica para la redacción del

Proyecto:

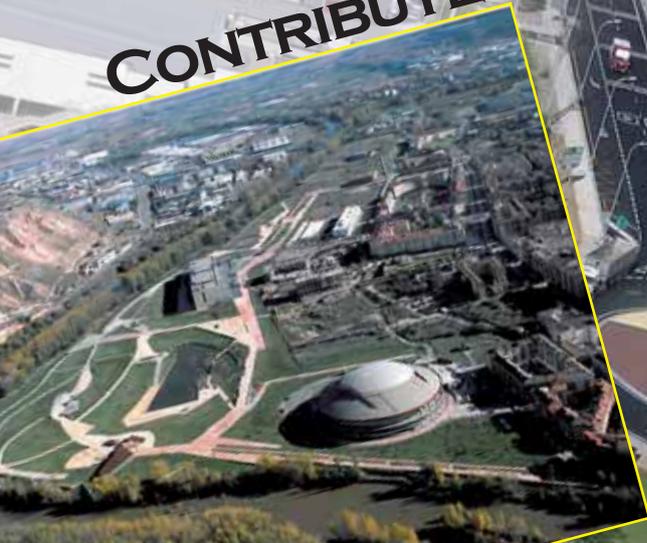
INFORMES Y PROYECTOS, S.A. (INYPISA)



REMODELACIÓN DE LA CIRCA:
LR-131 Y NA-134 ENTRE EL P.I.
CANTABRIA Y P.I. LAS CAÑAS

Riojana de Asfaltos

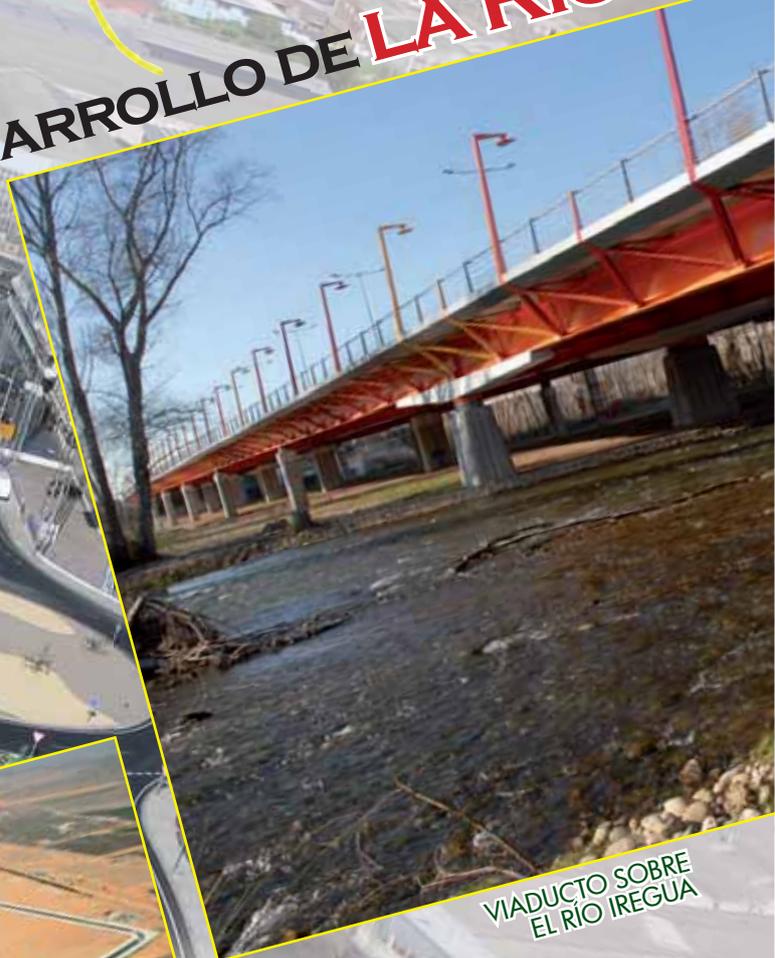
CONTRIBUYENDO AL DESARROLLO DE LA RIOJA



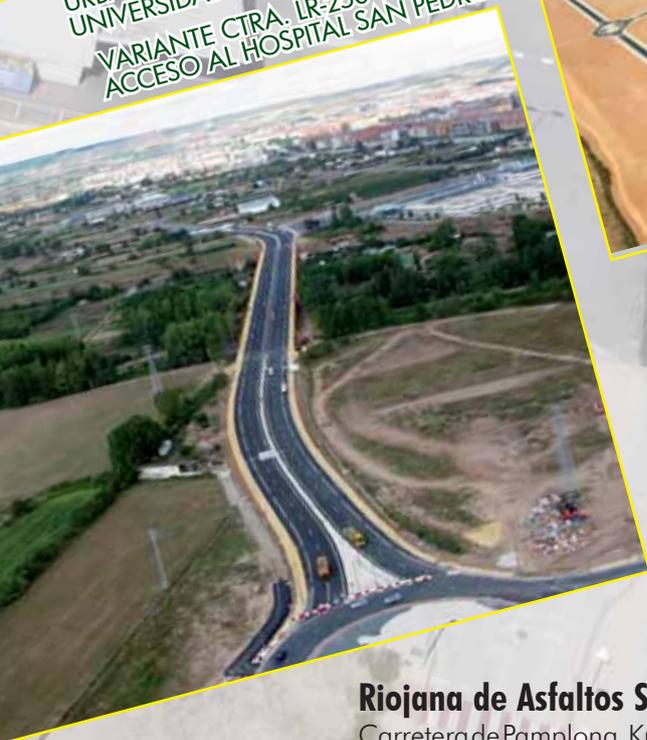
URBANIZACIÓN DEL ENTORNO DE LA
UNIVERSIDAD Y PARQUE DE LA RIBERA
VARIANTE CTRA. LR-250 Y NUEVO
ACCESO AL HOSPITAL SAN PEDRO



POLIGONO
INDUSTRIAL LA
MAJA (ARNEDO)



VIADUCTO SOBRE
EL RÍO IREGUA



URBANIZACIÓN
DEL SECTOR
EL CAMPILLO DE
LOGROÑO
(LA RIOJA)

Riojana de Asfaltos S.A.

Carretera de Pamplona, Km 1
26006 Logroño (La Rioja)
T: 941 251 989 F: 941 251 032
ra@riojanadeasfaltos.com



Las imágenes corresponden a la zona de Velilla y al acto de inauguración que fue presidido por el Presidente del Gobierno de La Rioja

Nueva Variante de Castañares de Rioja (LR-111)

Marta Cordon Ruete,
ICCP y Directora de las obras

Tras un año de obras, recientemente se puso en servicio esta variante en un acto que fue presidido por el Presidente de La Rioja, D. Pedro Sanz Alonso. Su inauguración culminaba una legislatura de intensa renovación de las infraestructuras viarias de La Rioja, en la que se han completado también la construcción de las variantes de La Estrella y Entrena, y se ha impulsado la modernización de los principales corredores que cohesionan la geografía riojana como lo son las carreteras LR-113, LR-115 o LR-123.

Además, con la puesta en marcha de las variantes de Castañares y La Estrella se

dan los primeros pasos para la construcción de las Autovías Haro-Ezcaray (LR-111) y Logroño-Villamediana (LR-250), duplicaciones que se abordarán cuando se concluya la Autovía Calahorra-Arnedo.

Situación anterior a las obras

Con anterioridad a la ejecución de las obras, la LR-111 cruzaba el casco urbano de Castañares de Rioja por medio de una travesía de más de 2 km de longitud con tramos muy estrechos, sección transversal angosta, multitud de accesos, calles que desembocaban en carretera, pasos de peatones, vados con escasa visibilidad y curvas de poco radio que no permitían un

tráfico fluido. Desde el punto de vista de los vehículos, el paso por la travesía suponía un importante incremento del tiempo de tránsito debido a la reducción de la velocidad y a los atascos en las horas punta

Esta situación afectaba sensiblemente a la seguridad vial tanto de peatones como de conductores y a la calidad de vida en general de los vecinos de Castañares, convirtiéndose en peligrosa en el caso de la circulación de vehículos pesados. Ya en esos momentos la vía soportaba una Intensidad Media Diaria (IMD) que superaba los 4 000 vehículos, de los que más del 10% eran pesados, y las previsiones fijaban en 6 000 vehículos/día la prevista para este año de 2011.

Además, la carretera LR-111 es uno

Infraestructuras Viarias



Debido a la proximidad del nivel freático, se tuvo que drenar el terreno sobre el que se asientan los terraplenes, desde el p.k. 2+600 hasta el final de la obra

de los ejes básicos de la red regional de carreteras de La Rioja y comunica zonas especialmente sensibles desde el punto de vista económico y turístico de La Rioja (Valdezcaray: única estación de Ski de La Rioja y frecuentada por gran cantidad de usuarios del País Vasco que llegan por la Autopista A-68 hasta Haro y acceden directamente a la LR-111, lo que provoca importantes puntas de tráfico durante los fines de semana de la época invernal), Ezcaray y Santo Domingo de La Calzada, uno de los puntos más importantes del Camino de Santiago y donde se encuentra la tumba de

Santo Domingo, autor de importantes infraestructuras del camino y puentes en Santo Domingo y Logroño, junto con su discípulo San Juan de Ortega y Haro.

Todas estas razones justificaban la ejecución de estas obras.

Descripción de las obras

La variante de Castañares de Rioja alcanza una longitud de 6,9 km, iniciándose en el p.k. 29,97 de la LR-111 y, separándose por el este del núcleo urbano de la localidad, vuelve a encontrarse con el



La sección transversal está formada por dos carriles de 3,5 m de anchura y arcenes de 1,5 m a cada lado

antiguo trazado de la LR-111 en la intersección con la carretera LR-503 de acceso a Casalarreina. Su trazado discurre en su totalidad en terraplén debido a la proximidad del nivel freático, en algunos casos a 30 cm por debajo del terreno natural ya que todo el trazado discurre sobre el aluvial del Río Oja (afluente del río Ebro). Por ello, se tuvo la necesidad de drenar el terreno sobre el que se asientan los terraplenes desde el p.k. 2+600 hasta prácticamente el final de la obra, en el enlace de Casalarreina, disponiéndose una zanja drenante de 1,5x1,5 m compuesta por un relleno de bolos recubiertos de geotextil, con lo que se pretende que el terreno no esté saturado y mejore considerablemente su capacidad portante. Debido al importante caudal de agua que se tenía que drenar fue necesario disponer drenes transversales para aliviar el agua a los arroyos de la zona y evitar así la construcción de un dren de mayores dimensiones.

Secciones tipo

El tronco de la nueva variante tiene una sección transversal formada por dos carriles de 3,5 m de anchura cada uno, arcenes a izquierda y derecha de 1,5 m y bermas de 0,50 m, lo que la convierte en un nuevo trazado de 11 m de anchura total y que, ante una futura duplicación de calzada de esta carretera y su conversión en autovía, los elementos de su trazado cumplen las condiciones exigidas para una velocidad de 120 km/h, aunque en la actualidad esté restringida a 90 km/h. Los ramales de acceso a las glorietas tienen una anchura de 6 m.

Su sección del firme en el tronco de la calzada se compone de 60 cm de suelo seleccionado 25 cm zahorra artificial y 25 cm de mezcla bituminosa en caliente dispuesta en tres capas de 12, 8 y 5 cm respectivamente.

Enlaces

A lo largo de sus cerca de siete kilómetros de recorrido se han construido un total de tres enlaces, de igual tipología y formados por dos glorietas (de 27 m de radio en el eje cada una de ellas) tipología "pesas" unidas entre ellas por medio de un paso in-



A lo largo del tramo se han dispuesto 3 enlaces a distinto nivel. La imagen corresponde al enlace de Casalarreina

ferior bajo el tronco de la variante, situados al sur, este y norte de Castañares de Rioja, que facilitan la conexión con otras tantas vías de la red autonómica de carreteras (LR-308, LR-309 y LR-503).

Enlace de Villalobar: Este enlace a distinto nivel tiene como objetivo evitar las conexiones existentes entre la LR-111 y las carreteras LR-308 a Villalobar de Rioja y LR-309 a Bañares, y sustituirlas por conexiones a distinto nivel, eliminando los cruces existentes al mismo nivel y mejorando, por tanto los niveles de seguridad de la vía. Las obras han llevado consigo la modificación del trazado de la LR-308, en su tramo final, para conectar con la glorieta de acceso a la LR-309, generando uno nuevo paralelo al camino de los romanos hasta encontrar de nuevo su trazado hacia Bañares.

Glorieta de acceso a Castañares: Este enlace conecta la variante con el Camino a Cidamón, que se convierte así en un nuevo vial de penetración al casco urbano de Castañares de Rioja. El trazado

de este camino se modifica en los tramos más cercanos a las gloriets del enlace, para conectar con ellas en sentido ortogonal. Este enlace se justifica por la necesidad de dotar a los vecinos del municipio de Castañares de un acceso directo, rápido y seguro desde la nueva variante al centro de la localidad

Enlace de Casalarreina: Es el enlace situado más al norte y sirve para conectar el tramo final de la variante con la de Casalarreina (N-126), el tramo de la LR-503 de entrada a la citada localidad y el acceso norte a Castañares por la antigua LR-111. Tanto el ramal como una de las gloriets aprovechan la plataforma existente de la carretera para, sobre ella, generar las conexiones necesarias para garantizar unos accesos seguros hacia Casalarreina y Castañares de Rioja desde la variante. La solución constructiva de tipo "pesas" permite evitar el acceso a la variante para la comunicación directa entre ambas localidades.

En todos los casos, desde los once metros de ancho de la variante se han habili-

tado carriles de aceleración y deceleración y rotondas para la conexión con el resto de municipios la comarca.

Movimiento de tierras

También hay que destacar que para la ejecución de las obras era preciso un importante volumen de material de préstamo, de más de 450 000 m³, por lo que se tramitaron los permisos pertinentes para la explotación de una cantera en una zona cercana a la obra. Para cumplir con los plazos establecidos en el contrato era imprescindible el empleo de camiones extraviales, así como la disposición de un itinerario para los mismos separado del tráfico de la antigua carretera LR-111. Para ello, se eligió una parcela situada a 200 m al Este del enlace central (enlace 2) y así, una vez desbrozada la traza de la nueva variante, los extraviales podían acceder a todos los puntos sin interferir el tráfico de otros vehículos y ejecutar el movimiento de tierras en el plazo establecido.

Infraestructuras Viarias



Glorieta de acceso a Castañares

Ficha técnica

Propiedad:

Gobierno de La Rioja

Dirección de las obras:

Dña. Marta Cordón Ruete
ICCP
y Miguel Ángel Ortega Delgado
ITOP

Equipo técnico - Dirección de obra:

Ingeniero Técnico Topógrafo:
D. Carlos Torres Antoñanzas

Geóloga:

Dña. Laura Moreno Milagro

Auxiliar de obra:

D. Jesús González Bermejo

Proyecto:

DH Ingeniería

Empresa adjudicataria:

Riojana de Asfaltos, S.A.

Jefe de obra:

D. Iluminado Maestu Sendino
ITOP

Obras complementarias

En cuanto a la Vía Verde, se ha realizado su desvío en una zona con la construcción de un camino de 4 m de anchura libre y dos márgenes de 1,5 m a cada lado para la plantación de árboles.

Asimismo, se realizaron obras de drenaje mediante la construcción de marcos prefabricados en hormigón para encauzar las aguas de lluvia y escorrentía, y garantizándose el cruce del Canal de la margen izquierda del Najerilla y el encauzamiento del arroyo Marañón.

Además, se han repuesto los caminos agrícolas afectados mediante la construcción de vías de servicio para el acceso a las fincas colindantes desde los enlaces y poder así restringir el acceso directo a la nueva carretera. Así mismo, se han repuesto también los servicios afectados como la red de riego de Castañares, el canal del Najerilla, las redes eléctricas, de teléfonos, fibra óptica y los colectores de aguas residuales y de abastecimiento.

Por lo que se refiere a la señalización, balizamiento y defensas, la pintura empleada ha sido blanca reflexiva, de tipo plástico de dos componentes y aplicación en frío.

Unidades de obra más importantes	
<i>Movimiento de tierras</i>	
Desmonte	22 443 m ³
Terraplén	395 129 m ³
Explanada	77 989 m ³
Préstamos	450 675 m ³
<i>Drenaje</i>	
Pórtico 2*2	32 m
Pórtico 7*2	20 m
Caño de 800 mm	181 m
Caño de 1 000 mm	60,30 m
Caño de 1 200 mm	95,30 m
Caño 1 500 mm	86,50 m
Encauzamiento escollera	2 138,40 m ³
Cuneta revestida	4 433 m
Relleno de bolos	20 032 m ³
Geotextil	10 000 m ²
<i>Firmes</i>	
Zahorra artificial	47 422,31 t
M.B.C. AC32	34 724,16 t
M.B.C. AC22	16 178,23 t
M.B.C. AC16	16 598,03 t
Betún	2 382,52 t
Pavimento de hormigón Impreso	9 108,79 m ²
<i>Estructuras</i>	
Hormigón estructural	2 020,41 m ³
Acero estructural	118 913,59 kg
<i>Señalización y defensas</i>	
Señales verticales	190 u
Carteles de lamas	254,20 m ²
Carteles indicativos	36,59 m ²
Banderolas	6 u
Marca vial reflexiva continua	17 750 m
Marca vial continua sonora	14 314 m
Barrera seguridad metálica	9 850 m
Pretil de hormigón	200 m
<i>Ordenación ecológica y paisajística</i>	
Revegetación de taludes Hidrosiembra	80 942 m ²
Plantación de árboles	620 ud

Finalmente, se ha procedido al ordenamiento ecológico, estético y paisajístico con el fin de minimizar el impacto sobre el medio ambiente mediante el respeto por los cauces naturales y los pasos de fauna para pequeños vertebrados y anfibios, de acuerdo con las prescripciones de la Dirección General de Medio Natural. ❖



Puesta en servicio de la Vía Parque en la N-332, entre Guardamar del Segura y Torrevieja (Alicante)

Jesús Redondo González
ICCP del Estado
y Director de las obras
Rafael Caro Sogorb
ITOP del Estado

El Ministerio de Fomento puso en servicio el pasado 26 de septiembre de 2011 el tramo de Vía Parque en la carretera N-332, entre Guardamar del Segura y Torrevieja, en la provincia de Alicante. El tramo comienza en enlace de Guardamar, que da acceso a dicha población y conecta la carretera autonómica CV-91, y termina en la Glorieta de Torrevieja Norte. Su longitud total es de 9,3 km aproximadamente y cuenta con un enlace y siete glorietas, de las cuales 4 se han ejecutado en esta ac-

tuación. Las obras han supuesto una inversión que supera los 25,7 millones de euros.

Los objetivos de esta actuación son el aumento de la capacidad y la mejora en la seguridad vial, así como una adecuada permeabilidad con el territorio, mediante un acertado diseño de las conexiones con el viario atravesado.

La situación de la carretera N-332, previa a la construcción de la Vía Parque, era la de una carretera convencional con calzada única para los dos sentidos de circulación, con elevada intensidad de tráfico, numerosos accesos directos, núcleos residenciales en ambas márgenes y abundante tránsito peatonal, tanto longitudinal como transversal, de una manera poco regulada.

Estas circunstancias se acentúan considerablemente en época estival, debido a que su proximidad a la costa determina su elevada componente turística. Por ello, este tramo tenía serios problemas de capacidad y de seguridad vial.

Esta actuación se encuentra dentro de los compromisos del Protocolo de Colaboración entre el Ministerio de Fomento y la *Generalitat Valenciana* de 11 de abril de 2005, que contempla las Vías Parque Guardamar del Segura-Torrevieja y Torrevieja-Pilar de la Horadada. De acuerdo con el mismo, corresponde a la *Generalitat Valenciana* la redacción de los proyectos y al Ministerio de Fomento la ejecución de las obras.

Infraestructuras Viarias



Enlace de Los Montesinos en fase de construcción



Plano de situación

Descripción

La nueva Vía Parque consta de dos calzadas separadas, de dos carriles de 3,5 m de anchura por sentido, con mediana variable (entre 1 a 4 m), arcenes de 1,0 m y bermas de 0,5 m. Los accesos están limitados a través de glorietas con una interdistancia media de 1 km y vías de servicio para resolver la comunicación con los núcleos de población residencial adyacentes.

El flujo peatonal queda resuelto mediante la disposición de calzadas peatonales-ciclistas paralelas al tronco en una o las dos márgenes, de 3 m de anchura con una longitud de 10,9 km, y pasos peatonales transversales a distinto nivel de la calzada, bien por pasos inferiores (un total de cinco), bien por una pasarela superior.

Esta solución permite resolver los problemas de capacidad de la carretera N-332 al duplicar los carriles, al mismo tiempo que se mejora el nivel de seguridad vial de estos tramos, ya que se limitan los accesos e intersecciones para el tráfico rodado y se separa éste del tránsito peatonal.

Asimismo, la reordenación de accesos a través de las glorietas minimiza la afectación al territorio colindante, por la menor



Glorieta Pinomar



46 Esquema de trazado



Sustitución de pasarela peatonal

ocupación de espacio, dando un carácter urbano a la infraestructura.

La sección del firme se compone de un paquete de mezclas bituminosas (3 cm de mezcla bituminosa discontinua de tipo M-10, 9 cm de tipo S-20 y otros 13 cm de G-25) sobre 25 cm de zahorra artificial, 30 cm de suelo estabilizado S Est 3, sobre una explanada de 30 cm de suelo seleccionado tipo 2.

La obra, a efectos constructivos, se subdividió en seis subtramos, comprendidos entre glorietas que dan acceso a los núcleos urbanos de Guardamar del Segura y La Mata, así como a urbanizaciones y otras vías.

Glorietas

1. *Guardamar Norte*: Nueva glorieta cuya finalidad es dar acceso al núcleo urbano de Guardamar, a las zonas urbanizables de la margen derecha de la carretera y al polígono industrial.
2. *Guardamar Centro*: Nueva glorieta que permite realizar todos los movimientos en la conexión de la antigua travesía de Guardamar del Segura con la N-332. Sustituye a la intersección preexistente, en la que no se permitían los giros a la izquierda.
3. *Guardamar Sur*: Ya en servicio antes de la actuación y preparada para la segunda calzada. Completa el conjunto de movimientos de la zona sur del casco urbano y da acceso a los futuros desarrollos urbanísticos.
4. *Enlace de Montesinos*: De tipo diamante, se realiza a desnivel con el fin de adaptarse a los mayores volúmenes de circulación que recibe la Vía Parque desde esta carretera. La Vía Parque se deprime bajo el terreno flanqueada en ambos márgenes por muros, y la intersección se realiza por encima de ella por medio de una nueva glorieta que dispone de sendas estructuras en el anillo.
5. *El Descargador*: Nueva glorieta que tiene por finalidad dar acceso a las zonas residenciales situadas entre la carretera y la pinada de Guardamar. Además restituye una vía pecuaria y la red de caminos existentes.
6. *Pinomar*: Nueva glorieta que da acceso a las urbanizaciones lineales situadas poco antes de llegar al núcleo de La Mata. Se trata de las distintas fases de las urbanizaciones Pinomar, así como pequeños desarrollos de los residenciales Marsol, Rascasa y Sierra Tolemana.
7. *La Mata*: Ya en servicio antes de la actuación. Permite la conexión con el núcleo de La Mata y el Centro de Interpretación del Parque Natural de las Lagunas de Torrevieja y La Mata.
8. *Torrevieja Norte*: Final de la actuación. Ya se encontraba en servicio con anterioridad en la intersección de la CV-898 (acceso norte a Torrevieja por la costa).

Infraestructuras Viarias



Mediana



Carril bici en La Mata

Unidades de obra más importantes	
Excavación	475 550 m ³
Terraplén	36 513 m ³
Suelo estabilizado	70 980 m ³
Zahorra artificial	65 073 m ³
Mezclas bituminosas en caliente	110 590 t
Mezclas bituminosas discontinuas	16 546 t
Hormigón HA-25	690 m ³
Hormigón HA-30	4 172 m ³
Acero	834 067 kg

Ficha técnica

Propiedad:

**Ministerio de Fomento.
Demarcación de Carreteras del
Estado en la Comunidad Valenciana**

Proyecto:

**Intraesa
(para la Generalitat Valenciana)**

Dirección de obra:

**D. Jesús Redondo González
ICCP
y D. Rafael Caro Sogorb
ITOP
(Demarcación de Carreteras del
Estado en la Comunidad Valenciana)**

Empresa constructora:

ALDESA CONSTRUCCIONES, S.A.

Jefe de obra:

**D. Raúl Martín Alboreca
ICCP**

Asistencia técnica, control y vigilancia:

**UTE Vielca Ingenieros -
Eptisa Ingeniería**

Jefe de unidad:

**D. José Luis Miralles Parreño
ICCP**

Estructuras

En esta actuación hay un total de 13 estructuras:

Siete de ellas suponen ampliaciones o sustituciones de las existentes: el puente sobre el antiguo cauce del río Segura, el paso inferior del Camino Viejo de Rojales, tres pasos inferiores peatonales-ciclistas en Guardamar Centro, la pasarela peatonal en el entorno de la urbanización Pórtico Mediterráneo y el pontón sobre el Canal de Las Salinas.

Otras seis son totalmente nuevas: el paso inferior peatonal para comunicar el polideportivo con el casco urbano, el paso inferior preparado para los futuros desarrollos urbanísticos (entre los sectores ZO-10 y ZO-3, en el entorno de El Moncayo), los dos pasos superiores que forman parte de la glorieta del enlace de Los Montesinos y dos pasos inferiores peatonales y de fauna.

Otras actuaciones

Se han incluido actuaciones de orde-

nación ecológica, estética y paisajística mediante plantaciones en mediana y en el entorno de la carretera con especies autóctonas, además de un tratamiento estético urbano de separadores entre calzadas, carril-bici y vías de servicio, y de la pantalla vegetal en el entorno del Parque Natural de Las Lagunas de Torrevieja y La Mata. Así mismo, se ha instalado alumbrado desde el comienzo del tramo hasta la glorieta de El Descargador. ❖

XXIV Congreso Mundial de Carreteras



De izquierda a derecha: D. Fausto Barajas, Presidente del Comité Organizador; Dña. Anne-Marie Leclerc, Presidenta de la Asociación Mundial de Carreteras; D. Felipe Calderón, Presidente de México; y D. Dionisio Pérez-Jácome, Secretario de Comunicaciones y Transporte de México

XXIV Congreso Mundial de Carreteras



La Redacción

Del 26 al 30 de septiembre de 2011 y en la Ciudad de México se ha celebrado el XXIV Congreso Mundial de Carreteras, organizado por la Asociación Mundial de Carreteras (AIPCR), que ha contado con la asistencia de 33 Ministros y otros altos representantes, así como de más de 7 000 asistentes representando a más de 100 países.

El programa del congreso contempló la celebración de las ya tradicionales sesiones

de Inauguración, de Ministros y Clausura, e incluyó, como novedad, la celebración de 3 sesiones plenarias sobre temas de actualidad. Además, se impartieron 4 sesiones de dirección estratégica, 8 sesiones técnicas, 13 sesiones especiales, y se realizaron visitas técnicas. En total: más de 250 intervenciones con un contenido temático relevante en materia de transporte e infraestructura vial.

Previamente a la celebración del Congreso, tuvieron lugar en la misma Ciudad de México diversos actos de gran interés. Nos referimos a la reunión del Consejo y del Comité Ejecutivo de la Asociación Mundial de

Carreteras y a la celebración de la reunión del Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamérica (DIRCAIBEA) en la que tuvo lugar la firma de la actualización del protocolo entre ambas instituciones.

Reunión del Consejo de la Asociación y del Comité Ejecutivo

Con anterioridad al inicio del Congreso tuvo lugar la reunión del Consejo de la Asociación Mundial de Carreteras y de su Comité Ejecutivo.

XXIV Congreso Mundial de Carreteras



En el centro, de izquierda a derecha, Sres.: Caffarena, Izard, Alberola, Gómez, Sra. Sánchez, Sr. Pertierra y Sra. Picón

Entre otros acuerdos, y a propuesta del Comité Ejecutivo, el Consejo de la AIPCR aprobó para el periodo 2011-2015 una serie de nombramientos entre los que destacan los coordinadores de los diferentes planes estratégicos: **F. Zotter**, coordinador del Tema Estratégico 1, Gestión y rendimiento; **H. Ohnishi**, coordinador del Tema Estratégico 2, Acceso y movilidad; **J. Paniati**, coordinador del Tema Estratégico 3, Seguridad; y **C. Mariotta**, coordinador del Tema Estratégico 4, Infraestructuras.

Así mismo, hay que subrayar los nombramientos de dos nuevos Presidentes españoles de Comités Técnicos: **Dña. María José Rallo**, del C.T. 1.2 Financiación, Tema Estratégico 1; y **D. Ignacio del Rey**

Llorente, del C.T. 3.3, Explotación de los túneles de carretera, Tema Estratégico 3, así como de 13 Secretarías hispanohablantes que recayeron en técnicos españoles.

Pero, sin duda, la resolución más importante fue la propuesta de actualización del Protocolo entre la Asociación Mundial de Carreteras y el Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamérica, tras la aprobación de un Plan de Acción entre ambas instituciones para fomentar la participación de los países latinoamericanos en la Asociación Mundial, así como la aprobación de la modificación de su reglamento interno para que el español sea idioma de trabajo en todos los órganos de gobierno de la Asociación.



De izquierda a derecha: D. Jean-François Corté (Secretario general de la AIPCR), D. Francisco Jiménez Reyes (Ministro de Obras Públicas y Transportes de Costa Rica), D. Víctor Morlán (Secretario de Estado de Planificación e Infraestructura de España), D. Dionisio Pérez-Jácome (Secretario de Comunicaciones y Transportes de México, equivalente a Ministro), Dña. Anne-Marie Leclerc (Presidente de la AIPCR), D. Fausto Barajas Comings (Subsecretario de Infraestructuras de México), D. Pablo Fernando Martínez Espinoza (Ministro de Transportes e Infraestructura de Nicaragua)

Dicha resolución culmina una ardua labor, ya que, desde hace más de una década, España ha venido realizando un gran esfuerzo para potenciar el uso del idioma español, y, con ello, la participación de los países latinoamericanos en la AIPCR, en consonancia con los objetivos de la Asociación de apoyar la difusión tecnológica en los países en vías de desarrollo o con economías en transición.

Y es que precisamente el idioma ha sido y es uno de los principales obstáculos a la participación de los países hispanohablantes en la Asociación, cuyas lenguas oficiales son el inglés y el francés. De ahí los esfuerzos que se han venido realizando para conseguir que el español se utilice al mismo nivel que éstos, a fin de que esa primera barrera pueda ser vencida.

Este largo proceso se inició en la década de los noventa, con la disposición de traducción simultánea al español en los Congresos Mundiales de Montreal (1995), Kuala Lumpur (1999) y Durban (2003), si bien con el soporte económico de España. En 2004, el Consejo de la Asociación, celebrado en Montpellier, aprobó la modificación del Reglamento y de sus Estatutos para que el español fuera considerado, a partir de entonces, idioma oficial en los Congresos Mundiales y en las reuniones del Consejo, y que se utilizase en la parte principal de la página web de la Asociación, creándose además la figura del Secretario Hispanohablante en los Comités Técnicos.

Continuando con dicho proceso, ya en 2010, en el seno de DIRCAIBEA, y a partir de la iniciativa de España, se realizó una propuesta de actuaciones que se debían promover bien por la AIPCR, o bien de forma conjunta entre ambas asociaciones, con el objetivo de fomentar la participación de los países latinoamericanos en la AIPCR. Dicha propuesta se concretó finalmente en las reuniones que ambas instituciones celebraron en los últimos días del mes de septiembre en México, en la aprobación del Plan de Acción DIRCAIBEA-AIPCR, y en la firma de la actualización del Protocolo vigente, firmado en 1996, entre la Asociación Mundial de Carreteras y el Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamérica.

Por último, el Consejo aprobó la celebración del próximo congreso mundial en Corea, en septiembre de 2015.

Reunión de DIRCAIBEA y actualización del Protocolo con la AIPCR

El domingo 25 de septiembre tuvo lugar la firma de la actualización del citado Protocolo durante la celebración de la XXIV Reunión del Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamérica, a la que asistieron como testigos de honor varios Ministros, y, en representación del Ministro de Fomento, el *Secretario de Estado de Planificación e Infraestructuras*, **D. Víctor Morlán**. Entre las medidas propuestas destaca el establecimiento de Grupos Regionales Hispanohablantes dentro de algunos de los Comités Técnicos de la Asociación, con el fin de posibilitar que sus trabajos y conclusiones sirvan para elevar la visión de las Administraciones de Carreteras Iberoamericanas a dicho ámbito, y la utilización del español de forma más intensa, tanto a nivel de comunicación como en la publicación de informes técnicos en español.

Dicho Acuerdo de colaboración está basado en que ambas organizaciones comparten, cada una en su ámbito de actuación, el objetivo de ser foros internacionales para tratar y analizar temas de infraestructura y transporte relacionados con la carretera, y tiene como fin el incentivar las relaciones entre las dos instituciones con objeto de promover la sinergia y evitar duplicaciones en los trabajos que ambas tienen que realizar.

Desarrollo del Congreso

Lunes 26. Jornada de mañana

Sesión de inauguración

La ceremonia de inauguración fue presidida por el *Presidente de la República de México*, **D. Felipe Calderón Hinojosa**; la *Presidenta de la Asociación Mundial de Carreteras*, **Dña. Anne Marie Leclerc**; y el *Secretario de Comunicaciones y Transportes mexicano*, **D. Dionisio Pérez-Jácome**.

El acto comenzó con las palabras de bienvenida de **D. Fausto Barajas Cummings**, *Presidente del Comité de la Organización*, que cedió posteriormente la palabra a **D. Jean-Francois Corté**, *Secretario General de la Asociación Mundial de Carreteras*,



Asistentes a la reunión de DIRCAIBEA. Entre otros asistentes, Sres. Morlán, Pertierra y Sras. Picón y Gómez del Ministerio de Fomento; y D. Miguel Caso, Consejero Técnico hispanohablante de la AIPCR

ras, quien presentó el programa técnico del congreso.

D. Felipe Calderón Hinojosa afirmó en su intervención que “bien manejada”, la inversión en infraestructura es una medida contracíclica para impulsar el crecimiento económico y que tiene que estar entre las medidas que cualquier gobierno y país se imponga para atenuar el impacto recesivo de las crisis económicas. Así mismo subrayó el impulso que ha dado a las infraestructuras mexicanas, desde que llegó a su cargo, para superar la situación que se encontró que suponía un claro y fuerte obstáculo para el desarrollo. Entre las actuaciones de su gobierno, destacó la autopista Durango-Mazatlán, que atravesará la Sierra Madre Occidental, y en la que se construirán más de 80 túneles y más de 120 estructuras.

También significó la necesidad de actuar con modelos de inversión público-privada y la necesidad de encontrar la fórmula que concilie desarrollo con protección y fortalecimiento del medio ambiente.

Por su lado, la *Presidenta de la Asociación Mundial de Carreteras*, **Dña. Anne Marie Leclerc**; y el *Secretario de Comunicaciones y Transportes mexicano*, **D. Dionisio Pérez-Jácome**, aseguraron que el objetivo de este congreso era contribuir a un desarrollo sostenible y beneficioso para todo el mundo, subrayando la importancia de estrechar lazos de cooperación en materia de infraestructuras viales, dando prioridad a la movilidad, a la seguridad y a la “sustentabilidad de los proyectos”.

A lo largo de la ceremonia tuvo lugar, además, la proclamación de los premios AIPCR de la presente edición.

Lunes 26. Jornada de tarde

Sesión de Ministros

La Sesión de Ministros fue presidida por **D. Dionisio Pérez-Jácome**, y en ella, a través de tres mesas redondas, los más altos representantes viales de la política carretera compartieron sus puntos de vista. Cada una de las tres mesas redondas fue iniciada con un discurso de apertura. La **mesa redonda 1 “Financiación del transporte sustentable”** comenzó con la intervención de **D. José Luis Irigoyen**, del *Banco Mundial*; la **mesa 2 “El desarrollo ambientalmente responsable”** por **Dña. Carole Coune**, de la *OCDE*; y la **mesa redonda 3 “Movilidad segura”** por **Dña. Anne Marie Leclerc**, *Presidenta de la Asociación Mundial de Carreteras*.

En su intervención en la **mesa redonda 1**, dedicada a la financiación sostenible, **D. Víctor Morlán**, *Secretario de Estado de Planificación e Infraestructuras del Ministerio de Fomento*, puso de relieve el gran esfuerzo realizado en los últimos años por España, a través del Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte 2005-2020 (PEIT), que ha convertido a nuestro país en un referente mundial, tanto por nuestras comunicaciones como por el buen hacer de nuestras empresas en el sector.

Como resultado de esta amplia experiencia, el sector español de concesionarios de obra pública es líder a nivel mundial (siete empresas españolas aparecen entre los doce primeros puestos de la clasificación mundial, publicada por la revista americana *Public Works Financing*, relativa a concesiones de infraestructuras de transporte).

Asimismo, el Secretario de Estado in-

XXIV Congreso Mundial de Carreteras



En la foto, los participantes en la Sesión de Ministros

ció en los principales impulsos aportados en España a la financiación sostenible, entre los que destaca la aprobación de la Ley de Economía Sostenible, en marzo de 2010, que, entre otros objetivos, prevé una adecuada inversión en infraestructuras y servicios de transporte que contribuya a mejorar esta sostenibilidad del modelo económico.

Tras esta Sesión de Ministros, se celebró la **inauguración oficial de la Exposición**, que contó con más de 12 000 m², en la que se concentraron las innovaciones emprendidas en diferentes partes del mundo, las tecnologías empleadas en la industria y se dieron a conocer las grandes obras de infraestructura en cada región y país.

En el Pabellón español, además del stand de la Asociación Técnica de Carreteras (ATC), estuvieron presentes la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento, la Dirección General de Tráfico, el Centro de Estudios y Experimentación (CEDEX), la Asociación de Empresas Constructoras de Ámbito Nacional de España (SEOPAN), la Asociación Nacional de Constructores Independientes (ANCI), la Asociación Nacional de Empresas Constructoras de Obra Pública (AERCO), la Asociación Española de Empresas de Ingeniería, Consultoría y Servicios Tecnológicos (TECNIBERIA), la Asociación de Conservación y Explotación de Infraestructuras (ACEX), la Asociación Española de Fabricantes de Mezclas Asfálticas (ASEFMA), la Agrupación de Fabricantes de Cemento

de España (OFICEMEN), la Asociación de Fabricantes de Señales Metálicas de Tráfico (AFASEMETRA) con el Grupo Postigo, la Patronal de Empresas de Tráfico (PEMTRA), INECO, el Consorcio formado por las empresas ORTIZ, CHM, CYOPSA-SISOCIA, SARRIÓN, ZARZUELA y GETINSA; y las empresas ZITRÓN y EFICY.

Martes 27. Jornada de mañana

El desarrollo del programa técnico comenzó la mañana del martes con la celebración de diversas sesiones. Por un lado, la sesión del **Tema Estratégico A: "Mitigar el impacto de la red de carreteras sobre el cambio climático"**, cuya introducción estuvo a cargo del *Director General de Carreteras de Marruecos* y *Coordinador de dicho tema D. Hicham N'Hammoucha*, presentando el *Sr. Price, Presidente del Comité Técnico A-1*, una visión general. A continuación se presentaron ejemplos de planes nacionales que se están llevando a cabo en Noruega, Reino Unido, Austria, Japón, EE.UU. y España. Precisamente y sobre nuestro país, intervino **D. Francisco Javier Alejandro Mínguez**, *Subdirector de Explotación y Gestión de la Red de Carreteras del Ministerio de Fomento*, quien expuso la **"Reducción del impacto de las carreteras en el cambio climático"**, aportando las cifras de emisiones de contaminantes de España y, de ellas, las debidas al transporte por carretera, destacando las

líneas generales de contribución a la mejora de la eficiencia energética. Dentro de la Planificación de infraestructuras subrayó la necesidad de hacer un diagnóstico, una prognosis y una programación de las actuaciones para ajustarse a las necesidades que cubrir, y organizar los tráficos mediante una adecuada racionalización de la red. Además, realizó un glosario de las nuevas tecnologías en pavimentación relacionadas con la sostenibilidad, informando que, como materiales y tecnologías en la pavimentación directamente relacionadas con la sostenibilidad, se están impulsando desde la Dirección General de Carreteras el empleo de Polvo de Neumáticos Fuera de Uso (PNFU) en ligantes y mezclas bituminosas (vía húmeda y vía seca), el reciclado de firmes, el uso de mezclas bituminosas templadas y semi-calientes, y el de microaglomerados en frío.

Al mismo tiempo, se celebró la sesión del **Comité Técnico B.5 Vialidad invernal**, en la que se presentó un estudio de sistemas de gestión de la vialidad invernal y de la información a los usuarios, centrándose posteriormente en el desarrollo sostenible y su relación con la vialidad invernal, el impacto del cambio climático en ella, y la necesaria comunicación con los usuarios. También se detuvo en lo tratado en el último Congreso Internacional de Vialidad invernal de Quebec (2010) y otros seminarios internacionales, y se presentaron diversas propuestas para el periodo 2012-2015.

Coincidiendo con éstas, se celebró la **Sesión Especial 3 "Integración de las redes de carreteras y otros modos de transporte de superficie a nivel continental y transferencia modal"**, que fue presidida por **D. Fausto Barajas**, *Vicesecretario de Comunicaciones y Transporte de México* y *Presidente de Dircaibe*, en la que se habló de la integración de los modos de transporte, presentándose varias experiencias en diversos continentes, y se procedió a analizar qué podemos esperar del intercambio modal.

La sesión de la mañana continuó con la **Sesión Especial 8** dedicada al **"Buen gobierno e integridad"**, en la que, entre otras, se afirmó que la lucha contra la corrupción es tanto un desafío cotidiano como una cuestión de trabajo diario y que, además de ser una cuestión ética, la búsqueda

de la integridad es una cuestión administrativa y puede lograrse mediante el buen uso de técnicas y herramientas gerenciales. Se indicó la necesidad de establecer una cultura de la prevención enfocada en prácticas anticorrupción donde la Administración no se limite a observar o castigar, sino que la dirija con el ejemplo.

Además, también se celebró la **Sesión Especial 9**, que trató lo relacionado con la **“Seguridad vial: La década de acción de la ONU”**, y la **Sesión** destinada a la **Terminología** en la que se presentaron algunos de los trabajos y producciones realizadas por ese comité y en la que se hicieron diversas demostraciones sobre la utilización de diccionarios técnicos, léxicos, herramientas, etc. Otras sesiones de terminología se fueron desarrollando a lo largo de todo el congreso.

Finalmente y para cerrar la sesión matinal, se llevó a cabo la **Conferencia magistral** inspirada asimismo en el Decenio de Acción para la Seguridad Vial organizado por la ONU, en la que el **Dr. Etienne Krug**, de la Organización Mundial de la Salud, señaló que más de 1,3 millones de personas mueren anualmente en el mundo por accidentes de tráfico, mostrándose firmemente partidario del uso de los cinturones de seguridad, de promulgar leyes más severas contra la circulación en estado de ebriedad, de la necesaria reducción de las velocidades al conducir y del uso de casco por ciclistas y motociclistas. Indicó también que la educación vial es muy necesaria, pero debe estar respaldada por la legislación.

Martes 27. Jornada de tarde

La sesión del **Tema Estratégico C “Un enfoque estratégico para la seguridad: de la teoría a la práctica”**, fue presidida por su coordinador, el **Sr. Paniati**, de la FHWA (EE.UU.), y se dividió en dos partes: la primera se dedicó a planes estratégicos y enfoques, y una segunda que tuvo por lema “De la transferencia de conocimientos a la práctica”. En la primera de ellas intervino **D. Roberto Llamas Rubio**, *Coordinador de Seguridad Vial del Ministerio de Fomento*, que presentó el informe nacional sobre este tema con el título **“Un planteamiento estratégico para la seguridad: Poner en práctica el conocimiento”**.



Inauguración oficial de la exposición que fue presidida por D. Felipe Calderón y Dña. Anne-Marie Leclerc

El Sr. Llamas afirmó que las importantes consecuencias humanas, sociales y económicas de los accidentes de tráfico hicieron a las Administraciones españolas concienciarse de la importancia de la seguridad vial en las vías de su competencia y comenzar a elaborar políticas y planes para la mejora de las condiciones de circulación en ellas. Por ello, el Gobierno de España declaró como uno de sus objetivos prioritarios la mejora de la seguridad vial, asumiendo el compromiso de la UE de reducir a la mitad el número de víctimas mortales por accidentes de tráfico en el horizonte de 2010, con respecto a 2001, y a la cuarta parte en 2020. Con este fin, se está desarrollando un Plan Estratégico de Seguridad Vial que estructura las medidas que hay que adoptar sobre todos los factores que influyen en la seguridad de la circulación, y, en concreto, sobre la infraestructura viaria. Los principales campos de actuación, en lo que se refiere a las infraestructuras viarias, son la conservación; mejora y construcción de infraestructuras; el desarrollo de auditorías, estudios y normativas para mejorar la seguridad vial; y la mejora de la explotación de la infraestructura y la gestión e información del tráfico.

En este informe se presentaron algunas de las iniciativas más novedosas y eficaces desarrolladas en España durante los últimos años para mejorar la seguridad de la circulación en la Red nacional de Carreteras, que junto al esfuerzo inversor realizado en mejorar y modernizar las infraestructuras

viarias, mediante la construcción de nuevas infraestructuras y variantes de población, así como en las actuaciones específicas de mejora de la seguridad derivadas de inspecciones y análisis detallados de la accidentalidad, con un aumento de la inversión dedicada a la conservación hasta alcanzar el 2% del valor patrimonial de la red, ha posibilitado unos resultados muy positivos, habiéndose conseguido alcanzar el objetivo de reducción del 50% de las víctimas mortales establecido por la Unión Europea para el año 2010 con un año de antelación.

Por su lado, el **Comité Técnico A.3 “Aspectos económicos de las redes de carreteras y desarrollo social”** dirigió la reunión a analizar los diferentes enfoques para la evaluación de los impactos sociales de los proyectos de carretera y a valorar los efectos de su tarificación. Precisamente, esta sesión técnica fue co-presidida por **D. Alberto Compte**, del **CEDEX**, actual Presidente del citado Comité Técnico.

Simultáneamente, se celebró la **Sesión Especial 4 “Las grandes ciudades: la integración de los modos de transporte de superficie y su interacción”**, presidida por los **Sres. Poon Hung y Van Rooten**, en la que se analizó y debatieron las estrategias que hay que llevar a cabo en las ciudades para la integración de los modos de transporte, presentándose diversas experiencias realizadas en Australia, México, China y Suiza, entre otros. Además, se presentaron diversas medidas específicas para mejorar la explotación de carreteras

XXIV Congreso Mundial de Carreteras



Vista panorámica del pabellón español

existentes y se analizaron múltiples desafíos que se están afrontando en países tan diversos como Australia, Canadá, Francia o Japón.

También la **“Sostenibilidad de las redes de carreteras rurales”**, **Sesión Especial 5**, dio la oportunidad a los presentes de conocer la accesibilidad y la planificación del desarrollo de este tipo de carreteras en la India, así como las lecciones aprendidas de las experiencias llevadas a cabo en América Latina y Laos, entre otros países, en una sesión que fue presidida por los **Sres. Díez y Ortiz Andino**. Además, se abordaron diversas experiencias relacionadas con los programas de mantenimiento de carreteras, a través de empresas pequeñas o microempresas, y el caso concreto de un proyecto especial para el transporte rural en Perú.

La última de las **sesiones especiales (7)** del día se destinó a la **“Gestión del sistema de transporte por carretera basada en el desempeño”**, presidida por los **Sres. Judin y Barton**, en la que se analizaron los procesos de toma de decisiones y las experiencias en la administración y pago por utilización de las vías en Reino Unido, EE.UU. y Australia; y se presentaron diversos casos de estudio basados en la apreciación del usuario para fijar los niveles de servicio de la red de carreteras, se analizaron las experiencias sueca y surafricana de la gestión de sus carreteras basada en el desempeño, así como el mantenimiento de carreteras rurales en Paraguay.

Miércoles 28. Jornada de mañana

Presidida por **D. Keiichi Inoue**, de Japón, se celebró la **Sesión Especial del Tema Estratégico B “Desarrollar de una manera eficaz y efectiva los servicios orientados al cliente”**, en la que se analizaron el transporte y logística de pasajeros, intermodales, así como la utilización óptima de los recursos financieros limitados. Se presentaron casos de grandes ciudades, los medios de transporte apropiados para el tráfico de mercancías y se informó de los resultados del programa nacional de investigación suizo, así como de los centros de transportes intermodales en Ciudad de México, entre otras ciudades. Además, se expusieron medidas innovadoras contra la congestión de tráfico, centradas especialmente en los ITS, y en casos prácticos llevados a cabo en Ciudad de México, Chihuahua y el Reino Unido.

Simultáneamente y con la presidencia de **D. Henri Chua**, del *Reino Unido*, comenzó la sesión del **Comité Técnico A-2 “Financiación, contratación y gestión de las inversiones de carreteras”** en la que intervino **D. Gerardo Gavilanes**, del *Ministerio de Fomento y Secretario de habla hispana del CT. A-2*, que presentó un resumen de lo realizado por este Comité en el periodo 2008-2011, y que supone una solución de continuidad al trabajo desarrollado en 2004-2007 por el Comité A.2

El trabajo realizado se ha centrado en: Revisar el papel del sector público y privado

en los sistemas sostenibles de Carreteras, estudiar nuevas estrategias para la financiación y el pago de sistemas de carreteras sostenibles y estudiar nuevos mecanismos de licitación de colaboración privada para contratos de mantenimiento y explotación en carreteras sostenibles. En base a ello se presentaron diversas experiencias de países miembros de la AIPCR.

Por su lado y presidida por **D. Hans-Joachim Vollpracht**, se celebró la sesión del **Comité Técnico C.1 “Infraestructuras de carreteras más seguras”**, destinada a tratar el tema de la incorporación de los factores humanos en la concepción de las carreteras para influir en el comportamiento del conductor, así como en diversos aspectos de la seguridad en las obras: un desafío creciente en los países en vías de desarrollo.

La **Sesión Especial 1 “La sustentabilidad del transporte por carretera”** planteaba como temas ¿hacia dónde vamos? y ¿cómo evaluar la sostenibilidad? La sesión fue presidida por **Christian Leyrit**, del *Ministerio de Ecología, Desarrollo, Transporte y Vivienda de Francia y antiguo Vicepresidente de la AIPCR*. La sesión se centró en la evaluación del concepto de desarrollo sostenible, analizando cómo cambiar el proceso de evaluación de los proyectos de carreteras, enfocados desde el análisis coste-beneficio clásico, hacia un enfoque integral de la sostenibilidad, y cómo ese nuevo enfoque contempla la inclusión de los impactos sociales en los procesos de evaluación de las inversiones en infraestructuras viarias, así como las herramientas indispensables para el desarrollo de los proyectos de transporte. Asimismo, se presentaron varias experiencias sobre el tema en los Países Bajos, EE.UU., Papúa Nueva Guinea y Nueva Zelanda, entre otros.

La **Sesión Especial 6 “El transporte y la planificación del uso de la tierra”** planteó el tema **¿Qué tan bien integrados están?** En ella se analizaron diversos aspectos institucionales y generales que representan barreras institucionales a la integración de la planificación del uso del suelo y de los transportes, analizándose casos concretos en países tan dispares como los de India y Kuwait, y presentándose también algunos procesos de planificación de Argentina y EE.UU.

En esta sesión se sintetizó uno de los casos de buena práctica detectados a lo largo del estudio desarrollado por el C. T. WG B.3.2 denominado “Mejora de la movilidad en Áreas Urbanas: Ordenación del territorio y transporte por carretera” de la Asociación Mundial de la Carretera, durante el periodo 2007-2011, en el que se compararon las principales características de los sistemas de transporte de París, Madrid, Estocolmo, Helsinki, Bucarest, Ciudad de México, Chihuahua, Tokio y Gran Toronto y su relación con la ocupación del territorio, utilizándose una metodología única que ha permitido cuantificar y comparar los datos de referencia entre diferentes regiones.

La metodología de análisis, los resultados más destacados de éste, y los casos de buena práctica detectados fue el contenido de la esta sesión especial en la que se presentaron los casos de estudio de las regiones metropolitanas de Tokyo, París y Madrid, siendo este último caso presentado por **Soledad Pérez-Galdós**, de la *Dirección General de Carreteras de la Comunidad de Madrid*. Su ponencia describió el caso de buena práctica detectado en el estudio de la región metropolitana de Madrid, en concreto, el sistema BUS-VAO del corredor de la Autovía A-6 en su entrada a Madrid.

Destacó la ponente que este sistema no tiene precedentes tal y como está concebido, mediante cuatro importantes elementos: plataforma reservada BUS-VAO, carril SOLO-BUS en su parte final al llegar a Madrid; intercambiador de transporte subterráneo de Moncloa con terminal de autobuses interurbanos; y buenas conexiones con Metro y autobús urbano en superficie para la distribución de los pasajeros por toda la ciudad. Se ha podido comprobar que el sistema es una actuación muy eficiente para la gestión de la movilidad en un corredor metropolitano, y que tiene un efecto muy notable en el incremento de los usuarios de autobús y del uso compartido de los vehículos privados en ese corredor.

También en el mismo horario se celebró una *sesión* dedicada a la presentación del **HDM-4**, presidida por **D. Eric Stannard**, de *HDM Global*, en la que se expusieron las mejoras realizadas y los desarrollos actuales y futuros, así como sus aplicaciones en la que intervinieron diversos representantes internacionales.



Conferencia magistral a cargo de D. Dionisio Pérez-Jácome

Las sesiones matinales del martes finalizaron con la sesión de presentación de pósters en el recinto de la exposición y de la **Conferencia magistral** a cargo de **D. Dionisio Pérez-Jácome**, *Secretario de Comunicaciones y Transportes de México*, que informó que, desde 2007 hasta hoy, se han construido más de 17 000 km de autopistas, carreteras y caminos rurales en México; que se espera llegar a los 19 000 km para finales de 2011 y que en la construcción y modernización del sector carretero se han invertido más de 230 000 millones de pesos entre recursos públicos y privados. El ponente aseguró que movilidad implica conectividad y competitividad: donde la primera facilita el comercio, acelera el desarrollo territorial, promueve el turismo, fomenta el desarrollo social y cultural, e integra diversos modos de transporte; mientras que la segunda engloba más y mejores carreteras para disminuir costes operativos, de mantenimiento de vehículos en general y menores tiempos de recorrido, además de impulsar la productividad y aumentar la eficiencia de las cadenas de suministro. Así mismo puso especial énfasis en la seguridad vial afirmando que hay que reducir el número de accidentes carreteros.

Miércoles 28. Jornada de tarde

La sesión del **Tema Estratégico “Administración de los activos de la carretera en el contexto del desarrollo sustentable y adaptación al cambio climático”** fue presidida por su Coordinador **D. Gheorghe Lucaci**, de *Rumanía*. En ella se analizó y debatió sobre la administración sostenible de los activos de las carreteras, planteándose cuestiones como la perennidad de las

infraestructuras en un contexto de desarrollo sostenible y la gestión del sistema carretero basado en el HDM-4, presentándose el informe nacional sobre infraestructuras de carreteras en México, entre otros. Se profundizó además en aspectos relacionados con el cambio climático, la sostenibilidad y la calidad, presentándose soluciones innovadoras específicas para materiales y tecnologías. El impacto del cambio climático en la eficiencia vial, las soluciones técnicas y políticas sostenibles para el reciclado de materiales, entre otros temas, dieron lugar a un interesante debate final.

Por su lado, el **Comité Técnico A.1 “Preservación del medioambiente”**, en la sesión presidida por **D. Simon Price**, del *Reino Unido* y *Presidente de este comité*, y co-presidida por **Dña. Lisa Rossiter**, *Secretaria anglófona* del citado A.1, planteó, como cuestiones para el análisis y debate, la adaptación al cambio climático y las políticas de mitigación y sus diferentes enfoques, así como la necesaria vigilancia de los impactos ambientales del transporte por carretera.

Se plantearon novedades interesantes como la construcción de “Ecopuentes”, como expone el Instituto de Tecnología de Austria, o la forma de hacer las carreteras más amigables con el entorno realizando cambios en los elementos de señalización, como indicó **Dña. Agnes Jullien**, del Instituto Francés para la Ciencia y la Tecnología del Transporte.

El **Comité Técnico B.1 “Buen gobierno de las Administraciones de Carreteras”**, bajo la presidencia de **D. Paul van der Kroon**, de los *Países Bajos*, analizó y debatió las buenas prácticas para un buen gobierno, denunciando la corrupción que existe en algunos casos en su sentido más amplio, así como sus costes e implicacio-

XXIV Congreso Mundial de Carreteras



Vista parcial de una de las salas

nes sociales. Dentro de la necesaria mejora de servicios a los usuarios, se presentaron una serie de pasos para la cooperación con los clientes y casos prácticos, como los de Auckland en Nueva Zelanda, o los cambios emprendidos para una mejor comprensión y respuesta a las necesidades de los usuarios en Singapur.

La reunión del **Comité Técnico C.2 Explotación vial más segura** fue presidida por **D. Ahmad Fartham Mohd Sadullah**, *Presidente del Comité*, y se dedicó a las políticas y planes nacionales de seguridad vial, campañas de seguridad vial y rentabilidad, celebrándose una mesa redonda que trató sobre cómo garantizar una explotación vial más segura. Entre otras cosas, **Mike Griffith**, de la *FHWA*, afirmó que “México ha identificado y tomado en cuenta ciertos aspectos de los países desarrollados para aplicarlos en sus carreteras”.

Otra intervención destacable fue la del **Sr. Randal Cable**, de la *Agencia Nacional de Caminos de Sudáfrica*, que señaló que el comportamiento humano puede ser mejorado mediante campañas informativas.

¿**Cuáles son las perspectivas para los sistemas de transporte por carretera en diferentes partes del mundo?**” fue el tema de la **Sesión Especial 2**, que fue presidida por **D. Menno Hennevel**. Entre otras intervenciones, **D. Óscar de Buen Richkarday**, *consultor y ex titular de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes de México*, auguró a su país grandes probabilidades de afrontar con éxito las perspectivas del sistema de transporte carretero para el

año 2040. Posteriormente, y entre los principales retos para el futuro, se vislumbran la atención de demandas de transporte de una mayor población, aumentar la calidad del transporte urbano para la elevación de la calidad de vida de las personas, mejorar las condiciones de acceso para erradicar la pobreza extrema, contribuir en la materialización del potencial del país como plataforma logística de Norteamérica, desarrollar instituciones modernas y lograr una mejor distribución de responsabilidades entre los tres niveles de gobierno.

Así mismo, en la mesa redonda, el **Sr. Xinghua LI**, del *Instituto de la Planificación e Investigación del Transporte*, expuso que en China se apuesta por la Red Nacional de Caminos Troncales para continuar fomentando y apoyando el crecimiento económico del país oriental con inversiones robustas y sostenibles; y en representación de la ministra costarricense María Lorena López Rosales, **D. Alejandro Molina Solís** presentó la red vial mesoamericana, denominada Plan Puebla-Panamá: sistema carretero que conectará países como México, Guatemala, Belice, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Colombia y República Dominicana y que se ha consolidado con una uniformidad en calidad y seguridad vial, con visión de futuro, para mejorar la calidad de vida de los habitantes mesoamericanos.

Las perspectivas de desarrollo del transporte por carretera en Burkina Faso, Mali, Níger, Federación Rusa, Costa Rica y los EE.UU. completaron la sesión.

Jueves 29. Jornada de mañana

En la sesión del **Comité Técnico A.4 “Redes de carreteras rurales y accesibilidad de las zonas rurales”**, presidida por **D. Enrique León de la Barra**, *presidente del A.4*, se informó de que más de 900 millones de personas en el mundo carecen de una adecuada accesibilidad en sus comunidades.

La sesión destinó su primera parte a la sostenibilidad del mantenimiento, y una segunda, a la implicación de las comunidades locales, presentándose los resultados del trabajo de 52 miembros del citado comité.

La **Sra. Manon Baril**, *Directora de Autopistas y Fronteras de Transporte en Canadá*, señaló que entre 2007 y 2011, en África y Asia se realizaron estudios que demostraron la estrecha relación entre la extensión de las redes de carreteras y el aumento del poder adquisitivo de las familias. Por su lado, el finlandés **D. Pasi Patrikainen** habló sobre los mecanismos que han empleado para establecer cuotas de conservación de las carreteras, en un país en el que el tráfico medio de muchos caminos rurales es de 50 a 200 vehículos diarios y gastan 530 millones de euros en su mantenimiento, casi la mitad en temporada invernal, conservación muy importante debido al transporte de gran tonelaje.

D. David Olodo Télé, de *Benin*, habló sobre las experiencias que su país ha tenido en la conservación de caminos rurales con participación de las comunidades, en un país mayoritariamente agrícola y que afronta importantes problemas de accesibilidad. También señaló que los trabajos en la comunidad son coordinados en gran medida por mujeres. Finalmente, para **D. Enrique León**, es increíble como en ocasiones “un mejor camino puede contribuir a la igualdad de género” y puntualizó que una accesibilidad adecuada aumenta la matrícula de niñas y niños en las escuelas, según muestran estudios de la AIPCR.

La sesión del **Comité Técnico B.2 “Explotación de las redes de carreteras”**, fue presidida por su **D. Martial Chevreuil**. En ella se analizó la gestión de zonas congestionadas y de los corredores viales, presentándose casos concretos en los EE.UU., Australia y Canadá. Posteriormente, se

analizó el Manual ITS, las distintas operaciones de redes y la aplicación de las recomendaciones del Comité para el próximo ciclo. Finalmente, varios ponentes expusieron algunos ejemplos seleccionados de medidas de explotación como el sistema de gestión de la autopista *Monash-City Link-West Gate Upgrade*, en los procedimientos para el aseguramiento del nivel apropiado y necesario de gestión de autopistas mediante indicadores de resultado, o temas como la modelización de plataformas de peaje, etc. Las experiencias aprendidas de países tan dispares como Brasil o Francia cerraron la exposición de ponencias.

La introducción a las técnicas de Administración de riesgos en el sector carretero y los riesgos asociados a las catástrofes naturales, al cambio climático, a las catástrofes antrópicas y las amenazas de la seguridad fueron los temas que se expusieron en la sesión del **Comité Técnico C-3 "Gestión de riesgos en la explotación de carreteras"**, que fue presidida por **D. Michi Okahara** e **Hiroyuki Nakajima**, ambos del Japón.

Además, se analizó el tema de la aceptación social de los riesgos y su percepción, en la que se expusieron los resultados del informe final del citado comité, presentándose entre otros temas, las políticas de transporte y los objetivos del desarrollo del Milenio de la Naciones Unidas y cómo la evaluación de riesgos y la adopción de medidas correctas podrá desempeñar un papel gratificante para regiones con economías en fase de transición.

Simultáneamente tuvo lugar la sesión del **Comité Técnico D.2 "Pavimentos de carretera"** (parte 1), presidida por **D. Michel Boulet**, de Francia y *Presidente del Comité*, quien introdujo las presentaciones de los subcomités D2a, D2b y D2c y de los resúmenes de sus temas de trabajo. Se abordaron temas como la reducción del plazo y el coste de la construcción, experiencias positivas en la ampliación del período de duración de la conservación, el empleo de técnicas innovadoras y mostrándose el manual alemán para la reparación de pavimentos de hormigón.

Se resumieron además las conclusiones de los seminarios internacionales celebrados en Cancún, Seúl y Buenos Aires,

Por su lado, el **Comité Técnico D-3**



D. Rafael López Guarga co-presidió la sesión del Comité C.4 "Explotación de túneles de carretera"

"Puentes de carretera" estuvo presidida por el japonés **D. Satoshi Kashima** y copresidida por los **Sres. Brian Hicks**, canadiense, y **D. Pablo Díaz Simal**, del *Ministerio de Fomento de España*. La sesión trató el tema de la inspección y la valoración del estado de los puentes de carretera exponiéndose cómo se deben acreditar los inspectores, cómo se deben realizar ensayos no destructivos y valorar el estado de los puentes, y cómo ha de realizarse la gestión, mantenimiento y monitorización de grandes puentes de carreteras. También se expusieron algunos casos concretos de diseño y aplicación con éxito de las técnicas de inspección no destructivas, como las llevadas a cabo en el puente del río Papaloapán en México, y el estudio sobre dispositivos de control para la reducción de vibraciones en el puente Akashi-Kaikyo en Japón, y se presentaron técnicas innovadoras de reparación y mantenimiento de puentes, la adaptación al cambio climático, etc.

En esta sesión, **D. Emilio Criado**, del *Ministerio de Fomento*, presentó los **"Planes de mantenimiento de puentes de la Red de Carreteras del Estado"**, definiendo en primer lugar qué es un plan de mantenimiento, al que definió como el documento que se redacta en la fase de proyecto y define las actuaciones que se deben desarrollar durante toda la vida útil de una estructura y que disminuye los costes del mantenimiento, racionaliza el uso de recursos, registra todas las actuaciones que se realizan y reduce sensiblemente las afecciones al usuario de los trabajos de conservación.

También presentó el documento Guía para la redacción de planes de mantenimiento de puentes de carreteras, fruto de la colaboración ente la ATC y ACHE, de la que explicó sus características generales. En él se describe la estructura y el entorno, y se definen los medios de accesos y el ahorro de medios auxiliares y de molestias a los usuarios, definiendo puntos críticos y criterios de evaluación, mejorando la calidad de las inspecciones, y especificando medios, características y frecuencia, siempre en coherencia con el sistema de gestión. Todo ello optimiza el nivel de inspección de las características de la estructura, tanto en operaciones de mantenimiento ordinario como extraordinario, reduciendo los costes de mantenimiento y haciendo posible el conocimiento del coste global de la estructura.

Presidido por **D. Ricardo Solorio**, de *IMT/HDMGlobal*, se celebró un taller en español para los usuarios hispanohablantes de **HDM-4** en cuya primera parte se habló de su utilización para la preparación de proyectos de referencia para la atribución de contratos plurianuales de mantenimiento, algunas de sus aplicaciones y las distintas etapas para su puesta en marcha con éxito en una organización de carreteras.

En la segunda parte de la sesión se presentaron casos de aplicación como los sistemas de gestión de firmas basado en el HDM-4 en la red de carreteras nacional mexicana y los desarrollos relacionados con el programa, y su utilización en África del Sur.

Para cerrar el relato de la mañana del

XXIV Congreso Mundial de Carreteras



D. Ignacio del Rey fue uno de los participantes en la sesión del C.4

día 29, destacamos la **Conferencia magistral “Lecciones aprendidas de los grandes terremotos de Chile y Japón”**, presentada por **D. Mario Fernández**, del *Ministerio de Obras Públicas de Chile*; y **D. Shigenobu Kawasaki**, del *Ministerio del Territorio, el Transporte y el Turismo de Japón*.

La importancia de una correcta infraestructura que soporte seísmos de gran magnitud, así como la respuesta oportuna ante el desastre para utilizar la infraestructura vial, fueron los ejes de la citada conferencia. El **primero de ellos** se centró en los desafíos y la reconstrucción de la infraestructura vial que ocasionó el terremoto del 27 de febrero de 2010 en su país, que afectó a 12,8 millones de personas, 717 zonas siniestradas (397 caminos, 211 puentes, 89 accesos a puentes, 16 pasos y 4 pasarelas) y que la inversión total para la emergencia ascendió a 194 millones de dólares, tan sólo para restituir la conectividad. A partir de este seísmo se han derivado nuevas medidas a la hora de construir puentes y la ingeniería chilena está satisfecha ante la magnitud de este terremoto ya que de 5 000 estructuras sólo 200 tuvieron daños y únicamente 15 se reconstruirán totalmente.

A continuación el **Sr. Kawasaki** presentó el caso de Japón informando que, con una magnitud de 9 grados en la escala de Richter, el terremoto que azotó el 11 de marzo de este año la región de Tohoku en la costa del pacífico de Japón, fue el cuarto más fuerte desde 1900, y que provocó un

tsunami que llegó a los 40 m de altura.

El terremoto causó más de 15 000 muertos y, aún hoy, hay 4 000 personas desaparecidas. Además, se colapsaron más de 115 000 edificios, pero “ninguno de los 1 528 puentes que hay en las carreteras nacionales se cayó ya que se habían reforzado antisísmicamente”. Lo que sí sucedió, aclaró el ponente, es que el tsunami inundó 100 km de carreteras nacionales y se llevó 5 puentes”. Tras explicar las medidas adoptadas contenidas en la llamada “Operación Peine”, informó que las autopistas fueron abiertas al tránsito de emergencia el primer día, las carreteras nacionales al séptimo día y su total recuperación se dio a los 49 días. Además, las rutas de carga se desviaron hacia el mar de Japón para evitar la costa del Pacífico.

Jueves 29. Jornada de tarde

La comparación de estrategias en sendas peatonales y de bicicletas en 41 ciudades del mundo a través de encuestas, con sus resultados y las consiguientes prospectivas fueron objeto del informe presentado por el Grupo de Trabajo 2, del **Comité Técnico B-3 “Manteniendo las ciudades en movimiento”**, que inició la sesión presidida por **D. Hubert Peiné**, del *Ministerio Ecología, Desarrollo Sostenible, Transportes y Vivienda de Francia*. **D. Marc Ellenberg**, *Director adjunto de la organización francesa CERTU*, habló de los resultados de esa implantación de estrategias en ese número

de ciudades cuyos resultados a lo largo de aproximadamente diez años demuestran que la construcción de vías adecuadas incrementa el uso de bicicletas y vías peatonales como medio de transporte en grandes ciudades.

Así mismo y entre otras, de acuerdo con **Dña. Anita Curnow**, de *Vic Roads, Australia*, “se deben estudiar estrategias para equilibrar los diferentes medios de transporte y así reducir la congestión y mejorar la movilidad”. Un ejemplo de las respuestas para mejorar la movilidad es el Metrobús en la Ciudad de México, que da solución de transporte a 450 mil pasajeros. Un caso similar es el del autobús rápido de la ciudad de Estambul, un medio de transporte para 750 mil usuarios.

“La mayoría de las soluciones de movilidad o infraestructura se piensan para los vehículos, cuando deberían enfocarse en los humanos”, afirmó **D. Mangus Lincoln**, del *Centro para Ciclovías Expertas en Ghana*. **D. Gilles Blanchar**, también del citado *Ministerio francés*, afirmó que “adecuar las ciudades para tener pistas para bicicletas y vías peatonales implica un trabajo de estrategia y estudio a los usuarios”.

Igualmente, se celebró la sesión de presentación de las actividades del **Comité Técnico C.4 “Explotación de túneles de carretera”** durante el ciclo 2008-2011, bajo el título de “**La seguridad de túneles de carretera**”, y que fue presidida conjuntamente por **D. Pierre Schmitz**, *Presidente del Comité* durante este ciclo y por **D. Rafael López Guarga**, del *Ministerio de Fomento* y *miembro español en este Comité*, quien además hizo una presentación del trabajo que desarrolla el Comité en España.

Tras una breve introducción sobre el Comité, realizada por su Presidente, **D. Robin Hall**, *secretario de habla inglesa y miembro del Reino Unido*, procedió a describir las distintas actividades del Comité en el ciclo 2008-2011 y explicó que ha elaborado y aprobado 9 informes técnicos, además del Manual de Explotación de Túneles y el Diccionario de Túneles de Carretera. Adicionalmente, detalló otras actividades de difusión de resultados como los seminarios internacionales de Argentina y China.

A continuación, se presentaron los resultados de estudios realizados sobre diversas técnicas para la mejora de la ex-



A la izquierda, D. José María Pertierra, Director General de Carreteras del Ministerio de Fomento

plotación de los túneles, sobre distintos aspectos relacionados con la seguridad en la explotación, incluyendo la gestión global de la seguridad o las técnicas para la preparación de simulacros y ejercicios de emergencia, sobre la gestión del mantenimiento y las inspecciones técnicas en túneles, y sobre la vida útil del equipamiento y sistemas eléctricos en túneles.

Se analizaron también los resultados del estudio de la influencia del comportamiento del usuario en túneles, presentándose el informe sobre “La educación de los Conductores”, dirigido a aquellas organizaciones e individuos que desarrollan y realizan programas de formación y entrenamiento para usuarios de túneles de carretera. Este documento describe programas de formación nacionales, regionales y locales y pretende aportar métodos e instrumentos para poner en práctica este tipo de programas.

El **D. Bernhard Kohl**, de *Alemania*, describió el contenido y objetivos de un informe sobre evaluación de riesgos, que complementa al ya publicado en el ciclo anterior sobre “Análisis de Riesgos en Túneles de Carretera”, y que supone una actualización del estudio de los métodos prácticos de evaluación de riesgo.

El segundo informe presentado, sobre la mejora de la seguridad en túneles existentes, está orientado a los métodos y técnicas recomendables a la hora de recondicionar las medidas de seguridad en túneles en explotación, haciendo énfasis en

los puntos débiles clave más comunes y las medidas asociadas posibles, y describir las medidas de seguridad alternativas.

D. Ignacio del Rey, de *España*, fue el responsable de presentar los informes elaborados sobre calidad del aire, incendio y ventilación, quien resumió sus aspectos principales. El primero, sobre las emisiones de los vehículos y las necesidades de ventilación en túneles, actualiza y sustituye completamente a uno anterior ya publicado por PIARC en el año 2004. El segundo, sobre las características de los incendios de diseño en túneles de carretera, tiene como objetivo proporcionar una guía y recomendaciones sobre las alternativas a considerar a la hora de definir los incendios de diseño, principalmente en relación a la seguridad de las personas.

Por último, **D. Pierre Schmitz**, presentó el Manual de Túneles de Carretera y el Diccionario de Túneles de Carretera, elaborados en este ciclo, que incluye más de 200 términos relacionados con túneles de carretera. Como se sabe, el Manual de Túneles de Carretera es “un compendio” de toda la información diseminada en los informes y artículos elaborados por el Comité desde su creación, abordando tan sólo los aspectos relacionados con la operación y no con la ingeniería civil del túnel.

Simultáneamente, se celebró la **Sección Especial nº 10** que estuvo dedicada a las “*Experiencias prácticas en Participación Público-Privada en países desarrollados y en vías de desarrollo*” y fue

presidida conjuntamente por **D. José María Pertierra de la Uz**, *Director General de Carreteras del Ministerio de Fomento de España* y **D. Nazir ALLI**, *Director Ejecutivo de la Agencia Nacional de Carreteras de África del Sur*.

En la primera parte de la sesión se analizó el Impacto de la Crisis Financiera Mundial (CFM) sobre las APP de carreteras, en la que **D. José Luis Irigoyen**, del *Banco Mundial* presentó la evolución de las condiciones de financiación desde 2008. A continuación se produjeron una serie de intervenciones centradas en las medidas tomadas por los gobiernos para facilitar las APP en carreteras frente a la CFM, en la que tomaron la palabra **D. Amado Athie Rubio**, de *México*, y **D. Keechoo Choi**, de la *Universidad de Corea*.

Posteriormente, tomó la palabra la representante española, **Dña. María José Rallo del Olmo**, *Subdirectora General de Carreteras el Ministerio de Fomento*, presentando la “*Experiencia en España de las Colaboraciones Público Privadas (APP) en el contexto económico actual*”. En su intervención, la Sra. Rallo explicó la Red de Carreteras del Estado y su comparación con otros países europeos y analizó la situación actual de las concesiones en España, país que posee una gran experiencia en la promoción de autopistas y autovías por colaboración público privada, tanto



Dña. María José Rallo en un momento de su intervención

XXIV Congreso Mundial de Carreteras



Mesa de debate en la que intervinieron, entre otros, los Sres. De Buen y Pertierra

por pago directo del usuario como por peaje en sombra.

Se detuvo en las concesiones para el acondicionamiento y mejora de las autovías de primera generación para el acondicionamiento integral de 2 130 km de estas autovías, con una inversión prevista de 6 344 M€ (sin incluir los costes financieros), y que se sitúen en estándares de calidad y seguridad similares a los de las autovías de reciente construcción. Se trata de concesiones por un periodo de 19 años en los que, en los 2 primeros años, los concesionarios deben hacer las obras de reforma y primer establecimiento para la mejora integral de los trazados y dotaciones viales.

Asimismo indicó que con un escenario de crisis económica y financiera general, con la necesidad de limitar las inversiones públicas financiadas con cargo a los presupuestos públicos para limitar el déficit, y con la necesidad de adelantar la ejecución de ciertos tramos de autovías, el Gobierno de España impulsó el Plan Extraordinario de Infraestructuras (PEI), con el objetivo de poder movilizar hasta 17 000 millones de euros por colaboración público-privada, equivalente al 1,7% del PIB para la ejecución y explotación de nuevas infraestructuras.

En materia de carreteras, y como parte de ese plan, se han diseñado unos nuevos contratos concesionales mediante la fórmula de pago por disponibilidad, de forma que los ingresos de la concesionaria no dependen del tráfico que circula en la autovía.

En la fecha de presentación informó que se estaban ultimando los trámites administrativos para la licitación de la concesión del tramo Benavente-Zamora de la

autovía de la Plata A-66, un eje viario que discurre entre Gijón/Avilés y Sevilla y que tiene una función estructurante que contribuye a la cohesión territorial, impulsando la competitividad y el desarrollo económico en el corredor occidental de la Península Ibérica. El tramo Benavente-Zamora es el único que queda para cerrar este itinerario con características de autovía.

Tras su intervención, comenzó la tercera parte de la sesión, que analizó las condiciones necesarias para el éxito de las APP en carreteras en las condiciones del mercado actual, cuya introducción a la mesa redonda estuvo a cargo de **D. Henri Chua**, *Presidente del CT A.2*, y finalmente una cuarta y última parte, también en forma de mesa redonda, compuesta por financieros, inversores y autoridades públicas con miras hacia el futuro, moderada por **D. Óscar de Buen**, *consultor y anterior Subsecretario de Infraestructura de México*.

En ella intervinieron, en representación de las Administraciones o agencias de carretera: los mencionados **D. José María Pertierra**, **D. Nazir Alli** y **D. José Miguel Ortega**, *Vicepresidente de ITS Chile*. En representación de la Banca: **D. Javier Martín-Robles**, del *Banco Santander* (Madrid), y **D. Federico Patiño**, de *Banobras*. Por parte de los inversores, **D. Jagdeep Bachher**, de *AIMCO Alberta*, Canadá; y en representación de las sociedades concesionarias: **D. Fadi Selwan**, *Director, Concesiones Vinci*, Francia.

La *Sesión especial 13 “El futuro del transporte en automóvil (la tecnología y su uso) y su impacto en el diseño de la infraestructura y su gestión”* fue presidi-

da por los **Sres. Christoph Huss** y **Dongchang Dai**. En lo relativo al futuro de la tecnología del automóvil, se plantearon temas como la reducción del CO₂ y el camino por recorrer en el campo de la tecnología, para adaptar la industria automovilística a las demandas de movilidad en grandes metrópolis, y, en general, en las infraestructuras viales.

Y se reflexionó sobre el futuro del uso del automóvil, exponiéndose, entre otros, el modelo noruego de financiación, construcción y explotación de infraestructuras para la recarga de los automóviles eléctricos y los nuevos modos de conducta y sus posibles consecuencias como la experiencia suiza para compartir vehículos.

También el **Comité Técnico D.2** continuó con los temas relacionados con los **“Pavimentos de carretera”** (parte 2) y con la presidencia del **Sr. Boulet**. Como continuación de la anterior, la sesión trató los temas del ruido, la vigilancia sobre la innovación y la adaptación al cambio climático.

En el tema de los ruidos se estudiaron sus efectos en los asfaltos drenantes y las ventajas añadidas que supone la utilización de las superficies poroelásticas, entre otros. En la vigilancia sobre la innovación, la construcción de subbases con neumáticos fuera de uso, las aplicaciones fotocatalíticas en Bélgica o la rehabilitación de firmes asfálticos con tierra armada confinada. Y, en la adaptación al cambio climático, los enfoques innovadores y las herramientas necesarias para producir esa adaptación.

En otro orden de cosas, en la mañana del jueves 29 se celebró la Presentación de los Comités Nacionales, presidida por **D. Friedrich Zotter**, *representante de los comités nacionales en el Comité Ejecutivo de la AIPCR*. En ella, y entre otras intervenciones, **Dña. Belén Monercillo**, *Directora de la Asociación Técnica de Carreteras*, presentó la memoria de actividades del Comité Nacional español de la AIPCR exponiendo las principales actividades realizadas entre congresos. Así, dentro de las jornadas y congresos, destacó el V Simposio de Túneles que, con el lema “Seguridad para los túneles del siglo XXI”, convocó a más de 800 asistentes en Bilbao, en febrero de 2010; y las ya tradicionales XII Jornadas de Conservación que, con 700 asistentes, se celebró en Madrid, en noviembre de 2010.

Pero también destacó las jornadas técnicas especializadas que, aunque dirigidas a un sector menos numeroso, sobresalieron por la calidad de sus intervenciones y un gran número de asistentes, como lo fueron las jornadas técnicas sobre “Medianas y Márgenes”, “Cimentaciones singulares de puentes”, “Estado actual de los sistemas de información geográfica y su aplicación a la ingeniería civil” y la de “Inspecciones de puentes”. También subrayó la importante jornada dedicada a “México, su Plan de Infraestructuras y el XXIV Congreso Mundial de Carreteras” que dio la oportunidad a los presentes de conocer los importantes retos que está acometiendo en materia vial el país mexicano y cómo se estaba llevando a cabo la organización del congreso mundial.

Posteriormente, la Directora de la ATC explicó la actualidad, vigencia e interés informativo que está teniendo la revista Rutas y la creación de versión digital que proporcionará un mayor impacto informativo, si cabe, a la publicación y todas las facilidades que está proporcionando la página web de la ATC, así como la versión española de la de la AIPCR. También informó sobre las reuniones llevadas a cabo en nuestro país de los Comités Técnicos internacionales C.4, D.4 y C.3 en los meses de junio, octubre y noviembre de 2008, respectivamente; y a la formación práctica y de postgrado que está llevando a cabo en colaboración con empresas españolas del sector, así como los acuerdos que se vienen firmando con universidades españolas e internacionales y centros de Estudio que complementan y amplían las intensas actividades del comité español de la Asociación Mundial de Carreteras.

Para finalizar hizo un especial énfasis en el objetivo que viene persiguiendo la ATC de ser un puente de unión con Latinoamérica y que, claramente, se está consiguiendo gracias a la labor conjunta de la Asociación y la colaboración de distintas Administraciones, instituciones y empresas que comparten el mencionado objetivo.

Viernes 30. Jornada de mañana

El “*Transporte de mercancías e intermodalidad*”, tema del **Comité Técnico B.4**, presidido por **D. Hans Silborn**, de No-



Dña. Belén Monercillo, Directora de la ATC, en un momento de su intervención

ruoga, acercó a los asistentes a la gestión de corredores de mercancías, terminales intermodales y su transporte urbano a través de los distintos informes técnicos del comité, a los que se le añadieron la presentación de diversas ponencias individuales y una mesa redonda que debatió los retos y medidas en el transporte de mercancías para un desarrollo sólido.

La movilidad intermodal articula diferentes tipos de traslado, utilizando una única medida de carga: esto hace que sea un medio práctico y eficiente de transporte de mercancías en trayectos largos, según manifestaron los participantes de este foro. “Es un sistema de herramientas que busca dar beneficios económicos y ambientales a las sociedades” aseguró **D. Eiichi Taniguchi**, de la *Universidad de Kioto, Japón*.

Representantes de EE.UU., Gran Bretaña, Suiza y Japón coincidieron en que involucrar a la comunidad es un punto básico para el óptimo funcionamiento de este sistema de transporte. Por su lado, **D. José Vidaña**, de la *Universidad Autónoma de Ciudad Juárez*, presentó los resultados del estudio realizado en esa ciudad junto con el Instituto de Transporte de Texas, que permitió obtener resultados sobre el tráfico, tipo de carga, tiempos y rutas que deben utilizarse desde los puntos de entrada y hasta las salidas fronterizas para el transporte de mercancías.

Presidida por la alemana **Dña. Anita Künkel-Henker**, *Presidenta del Comité*, y **D. Mick Lolenz**, de *Australia*, se celebró la

sesión del **Comité Técnico D-1 “Gestión de activos de infraestructura vial”**, en la que se presentaron temas de gestión de activos, utilización de datos para la gestión y distribución de recursos entre sus diferentes clases y se expusieron diversas experiencias en Japón, México, Italia y EE.UU. Además, se expusieron las lecciones aprendidas de África, la gestión de esos activos en autopistas japonesas después de un terremoto, la práctica actual en México y los avances producidos en relación con el desempeño.

La reutilización de materiales locales o marginales para la pavimentación de caminos y carreteras y su posterior conservación, así como la implantación de la geotecnia para la evaluación del comportamiento de los suelos previamente al inicio de la construcción de la infraestructura fueron las ideas promovidas a lo largo de la sesión del **Comité Técnico D.4 “Geotecnia y carreteras sin pavimentar”**, presidida por **D. Martin Samson**, de *Canadá*. En ella, **Dña. Natalia Pérez**, del *IMIT*, presentó el Módulo de Resiliencia para el diseño de pavimentos con materiales locales y **D. Guy Raoul** comentó que las técnicas de tratamiento se pueden utilizar con los materiales marginales, específicamente en las capas superficiales del firme, para obtener una mejor rodadura de la carretera. Se defendió que, además del ahorro en costos y material, con la reutilización de los recursos nobles se preserva el ambiente alrededor de las carreteras, no produciéndose daños colate-

XXIV Congreso Mundial de Carreteras



D. Fausto Barajas, Presidente del Comité Organizador, cediendo el testigo al representante de Corea, país organizador del próximo congreso mundial

rales, se protege a la flora, fauna, arroyos, canales, etc. Así mismo, es una fuente de trabajo que se acerca a las regiones durante la pavimentación de caminos, con la contratación de habitantes locales, se ahorra en el gasto de vivienda y transporte, y, además, se les brinda capacitación para el buen mantenimiento de los caminos y uso de los materiales.

En la **Sesión Especial 11 “Sistemas de pago para los usuarios de la vía. Lecciones aprendidas y perspectivas futuras”**, bajo la presidencia de los **Sres. Skriniskas** y **Haule**, se dijo que el aumento de población hace necesaria la construcción de mayor infraestructura carretera para ofrecer opciones de traslado, y que, para sufragar ese gasto, en Noruega y Singapur ya se cobra un impuesto especial por kilómetro recorrido.

Entre otras intervenciones, **D. Chandrasekar Palanisamy**, *Director de Transporte Terrestre, de Singapur*, explicó que la contribución se empezó a cobrar en 2007, debido a que los vehículos saturaban las vías rápidas de la ciudad, y que, para su abono, se necesitaba una tarjeta que se facilita en los bancos, admitiendo que no es un sistema perfecto, pero sí muy útil y necesario. En Noruega, este tipo de impuesto ha ayudado al país a recaudar 800 millones de euros al año, informó **D. Arve Kirkevold**, de la *Administración de Carreteras Públicas noruega*, subrayando la importancia de este impuesto para la construcción de carreteras, túneles y puentes en su país”.

La **Sesión Especial 12** tuvo por lema los **“Sistemas de transporte inteligente (ITS) para la administración del tráfico más seguro y eficiente”** y fue presidida por **Dña. Anne-Marie Leclerc**, *Presidenta de la Asociación Mundial de Carreteras*, y **D. Gabriel Sánchez**, *Vicepresidente ejecutivo de la IRF Washington*, en la que, en su primera parte, se presentaron algunos desarrollos prometedores en lo relativo a vehículos y comunicaciones, presentándose entre otros al grupo de trabajo conjunto AIPCR/FISITA sobre los sistemas cooperativos y diversas ponencias relacionadas con las investigaciones sobre vehículos conectados en EE.UU, el estado actual de los ITS corporativos y los servicios de información del futuro para los usuarios y los gestores de infraestructuras y la navegación dinámica. La segunda parte de la sesión presentó diversas experiencias del despliegue de los ITS para la gestión de la circulación en Japón, Corea y Chile.

Sesión de clausura

Durante la sesión de clausura, **D. Fausto Barajas Cummings**, *Subsecretario de Infraestructuras de la SCT*, calificó este congreso como un logro más para la AIPCR como lo demuestra los más de 7 000 asistentes entre congresistas, ministros, representantes de la prensa mundial y acompañantes, y en cuyo programa técnico se presentaron más de 250 ponencias de alto interés en materia

de transporte e infraestructura vial, todos ellos profundizando en la seguridad vial, la sostenibilidad, la movilidad de ciudades, la financiación y la red de carreteras, temas básicos para la Asociación. En cada una de las sesiones –afirmó el Sr. Barajas– se obtuvieron conocimientos relevantes para hacer los sistemas carreteros más sostenibles y seguros, y servirán para que los gobiernos puedan reflejarlos en sus políticas públicas.

Por su lado, **D. Clemente Poon Hung**, *Presidente de la Asociación Mexicana de Vías Terrestres*, presentó lo más destacado del congreso y aseguró que el evento fue un “gran esfuerzo de las diferentes coordinaciones de comités estratégicos”. Así mismo, afirmó que se espera un “desafiante futuro para la AIPCR que, sin duda, alcanzará sus objetivos trabajando con seriedad, empeño y profesionalismo”.

Otro de los momentos especiales de la ceremonia fue la presentación del Plan Estratégico 2012-2015 de la Asociación Mundial de Carreteras, que será la base para el esquema de trabajo de la Asociación en los próximos años.

Igualmente, en esta sesión, el **Sr. Barajas** hizo entrega al representante de Corea de una moneda de plata con el calendario azteca, cediendo de esta forma el testigo para la organización del XXV Congreso Mundial de Carreteras 2015. Al respecto, el **Sr. Sung-Hwan Kim** afirmó que esta celebración “será una reunión muy importante en esta materia y una gran oportunidad para que el mundo conozca mi país”.

Así mismo, y como en anteriores ocasiones, fueron presentados los próximos congresos: de la IRF, que se celebrará en Arabia Saudita, y el de Vialidad Invernal de la AIPCR, que tendrá lugar en Andorra en el 2014.

Finalmente, tan sólo añadir que tanto **Dña. Anne-Marie Leclerc**, *Presidenta de la AIPCR*, como **D. Jean-François Corté**, *Secretario General*, agradecieron la participación de los comités internacionales y el trabajo que se realizó en México, exhortando a los asistentes a difundir y trabajar sobre los resultados obtenidos en este congreso, porque como afirmó el Sr. Corté, aludiendo a un famoso poema de Antonio Machado: “Caminante no hay camino, se hace camino al andar”. ❖



XII Edición del Salón Internacional de la Seguridad Vial y el Equipamiento para Carreteras “TRAFIC 2011”

Del 27 al 30 de septiembre de 2011 ha tenido lugar en el pabellón 5 del IFEMA, la XII edición de TRAFIC, Salón Internacional de la Seguridad Vial y el Equipamiento para Carreteras, que se ha convertido en una plataforma de referencia para el negocio, el conocimiento y la innovación relacionada con la seguridad vial y el equipamiento de carreteras.

Como todos los años, el Salón ha contado con el apoyo de la Dirección General de Tráfico (DGT) y la Dirección General de Carreteras (DGC), que promueven el certamen demostrando el interés de la Feria para todos los segmentos implicados en la carretera. Además, han renovado su cola-

boración con TRAFIC el Servicio Catalán de Tráfico de la Generalidad de Cataluña y la Dirección de Tráfico y Parque Móvil del Gobierno Vasco.

En esta edición, el Salón ha reunido a 228 empresas, de las que el 43% son extranjeras, con especial presencia de compañías alemanas, francesas y portuguesas.

El acto de inauguración fue presidido por Dña. Pilar Gallego, subsecretaria de Interior, quien, tras la tradicional corte de cinta, hizo un recorrido por la feria en el que pudo apreciar de primera mano algunos de los últimos productos diseñados para incrementar la seguridad en las carreteras de entornos urbanos e interurbanos y hacer más

cómodos y eficaces los desplazamientos.

Igualmente, y dentro de esta edición, Trafic ha pretendido potenciar su labor como herramienta de comercialización para las empresas del sector y multiplicar las oportunidades de negocio entre sus participantes. Con este fin promovió, una edición más, el Programa de Invitados Internacionales, organizado por TRAFIC y Amec Urbis, que identifica e invita al Salón a profesionales del sector procedentes de mercados emergentes para favorecer las transacciones con estos nichos de gran potencial inversor y que, frecuentemente, resultan de difícil acceso para los expositores, pero que les ofrecen grandes oportu-



Vista panorámica del pabellón del IFEMA en el que se celebró TRAFIC

tunidades de negocio. Así mismo, y con el objetivo de multiplicar las transacciones de los participantes impulsó también la organización de los encuentros B2B (Business to Business) durante el certamen como la Jornada de Transferencia de Tecnología y Cooperación Empresarial, que organizó la Asociación de Empresarios del Henares (AEDHE). Un foro que sigue favoreciendo la comunicación y el encuentro entre empresas, centros de investigación y universidades de Europa -potenciales socios tecnológicos en el ámbito de la seguridad vial y el equipamiento para carreteras-, y así facilitar oportunidades de colaboración

y negocio mediante el desarrollo de entrevistas bilaterales en el marco de la Feria.

Pero también TRAFIC se convirtió en un foro de intercambio de conocimientos y debate técnicos, a través de las VI Jornadas sobre Gestión de Tráfico Urbano e Interurbano, convocadas por ITS España en colaboración con la Asociación de Ingenieros de Tráfico; la Jornada de Auditorías de Seguridad Vial, organizada por la AEC; o la reunión GT2 Seguridad. Plataforma Tecnológica de Automoción (M2F), convocada por la ANFAC, Asociación Nacional de Fabricantes de Automóviles y Camiones.

Concejal de Circulación y Transportes del Ayuntamiento de Madrid y ex Director General de Tráfico; y D. Sebastián de la Rica, ex Director de Servicios de Circulación del Ayuntamiento de Madrid y Presidente de la Asociación de Ingenieros de Tráfico, que también actuó de Moderador del debate.

Se trató de enfocar el debate sobre tres cuestiones fundamentales: la seguridad, el consumo y la economía.

Como estaba previsto el debate fue muy vivo. Se plantearon cuestiones sobre las razones que llevan a los conductores a tratar de conducir a la mayor velocidad posible tales como la comodidad, la eficiencia, el tiempo ahorrado y la relación que la velocidad elegida por el conductor tiene con las condiciones geométricas y de firme de la vía, del tráfico, de la climatología, de la iluminación y de las características del entorno más próximo.

Hubo un cierto consenso en que, a igualdad de las demás circunstancias y a partir de una cierta velocidad, a mayor velocidad corresponde una mayor gravedad en los accidentes así como con mayores velocidades aumenta la probabilidad de accidente. Sin embargo también se llegó a la conclusión de que la dispersión de velocidades, es decir: mayor cantidad de vehículos que circulan más rápidos y más lentos que la media, tiene más importancia que la velocidad misma.

En cuanto al consumo de combustible en vías interurbanas existió un acuerdo total en que los vehículos que hoy están en el mercado tienen su mínimo consumo por kilómetro recorrido a velocidades comprendidas entre los 80 y los 100 km/h según los modelos. También quedó clara la gran influencia que tiene en el consumo la forma de conducir. Las fuertes aceleraciones y frenadas – que se dan en mayor medida cuanto más deprisa quiere ir el conductor

Debate sobre los límites de velocidad

Dentro de las VI Jornadas sobre Gestión de Tráfico tuvo lugar un debate sobre los límites genéricos de velocidad tanto en vías urbanas como interurbanas.

El debate inicial se llevó a cabo entre **D. Sandro Rocci**, *Profesor Emérito de la UPM*, **D. José Luis Martín Palacín**, ex



El salón contó con una gran asistencia



El salón también se convirtió en un foro de comunicación



Stand de la Asociación Técnica de Carreteras

– elevan de manera significativa los consumos.

Otro aspecto destacable fue el acuerdo casi unánime en que la fórmula del “café para todos” no tiene razón de ser cuando se dispone de una tecnología que permite tener en cuenta que no todas las autopistas son iguales ni, mucho menos, lo son las carreteras convencionales. Aunque algo se hace para tener en cuenta las condiciones fijas de las vías (estructurales) muy poco es lo que se tienen en cuenta las condiciones circunstanciales (climatología, iluminación natural o artificial, tráfico, etc.).

Una de las asignaturas pendientes en España es la de transmitir adecuadamente a los usuarios una información coherente tanto en los mensajes en los paneles de señalización variable como en la información a bordo.

El aspecto económico, ligado al de la seguridad y el consumo de combustible, es hoy día el menos claro. El valor del tiempo, ahorrado o perdido, tanto del propio usuario como de la empresa u organización para la que trabaja puede exceder al de los ahorros o excesos en el consumo de combustible.

Para poder analizar las consecuencias económicas de cualquier medida que la Administración pueda tomar con respecto a los límites de velocidad sería imprescindible disponer de una información mucho más detallada sobre las intensidades de tráfico en los distintos días y horas de cada tramo de carretera así como sobre la composición del tráfico en los mismos momentos y lugares. Por supuesto ninguna medida de este tipo debería ser tomada sin el correspondiente análisis económico previo y riguroso tanto desde el punto de vista particular como del de la repercusión en la economía general.

Algo que no debería olvidarse es que la elección de un itinerario está muy influida por la seguridad, el consumo y el tiempo.



De izquierda a derecha, D. Julio García, D. Miguel A. García, D. Pere Navarro, D. Ángel López y D. Sebastián de la Rica

Una disminución unilateral de la velocidad en las vías más importantes inevitablemente se traduciría en un uso más intensivo de la red viaria secundaria.

Galería de innovación

Así mismo también hay que destacar la inauguración de su Galería de Innovación, un apartado de la Feria que subrayó los productos más vanguardistas desarrollados en los últimos dos años y que persigue contribuir a la divulgación de los avances que se realizan para mejorar la seguridad y la vanguardia en las carreteras, además de subrayar los esfuerzos en investigación que se promueven desde el sector.

En esta primera edición, se seleccionaron un total de 10 productos, de los cuales 4 fueron merecedores de una mención especial.

Entre lo más destacable cabe citar al atenuador de impactos AIR H110P de Hiasa, sistema distinguido por Ifema con el primer premio de la Galería de la Innovación en la categoría de Infraestructuras. Este dispositivo de contención es capaz de detener un turismo de 1 500 kg que circule hasta a 110 km/h sin que la deformación afecte al habitáculo, ni a sus ocupantes. Después del impacto, hasta el 95% de los componentes

son reutilizables. En la actualidad está instalado en tres lugares, uno de ellos en España e, incluso, ya se había ‘estrenado’ con éxito antes de comenzar la feria.

También en el apartado de infraestructuras hay que destacar dos sistemas para la protección de los motoristas. Por un lado, la barrera AS-SM6.B de Asebal que fue distinguida con otro premio por su facilidad de instalación a pesar de las irregularidades que pueda tener el terreno. Y el presentado por la empresa riojana Vialmarco, que consta de unos rodillos de caucho reciclado a lo largo de los cuales el cuerpo del motorista o del ciclista es dirigido de tal forma que no sale rebotado hacia la calzada.

Otro dispositivo que sobresalió en el certamen fue un sistema antikamikaze de la empresa Proyectos Integrales de Balizamientos, pensado especialmente para usuarios que, por no estar en las debidas condiciones o por un simple despiste, se adentran en una vía en sentido contrario. Un sensor en los carriles de salida detecta si hay un coche circulando en contra y envía un mensaje a las autoridades de Tráfico; además, todas las señales de prohibición que hay en la carretera se encienden con unas potentes luces LED con una mayor antelación.

Dentro del apartado de radares, Tra-

desegur presentó el Multi radar C, un dispositivo que ya se ha comenzado a instalar en la ciudad de Alicante y que es capaz de detectar hasta a seis coches que excedan el límite permitido en seis carriles diferentes al mismo tiempo; y cursarles una multa sobre la que no cabrá recurso posible a cada uno. Además, esta empresa mostró la última generación de test de alcoholemia y drogas, que están comenzando a aplicarse este año. Y, dentro del tema de la alcoholemia, se presentaron otros logros que han merecido la atención de los asistentes como los primeros test pasivos de alcoholemia que funcionan como los convencionales, pero con los que no es necesario soplar en una boquilla, ya que basta con exhalar un poco de aire, eliminándose las posibilidades de error y se ahorra tiempo.

En el sector de la iluminación y con el LED como protagonista, tal vez lo más destacable haya sido la presentación de un polvo bioluminiscente con el que pueden diseñarse salidas de emergencia o convertir casi cualquier prenda u objeto en un material reflectante, y que fue presentado por la empresa Sunfor.

Finalmente también merecieron la aten-



Vista parcial del Salón



ción de los visitantes y participantes del Salón, el aparcamiento Face In, de Sistemas de Identificación y Mecanismos S.L., que aplica una cámara con un software de reconocimiento facial para el acceso a un "parking", y que estaría orientado a aeropuertos, ministerios y lugares de acceso restringido en los que asociar cada vehículo con su propietario puede ser necesario; y el sistema Scout, que integra en una todas las herramientas básicas de la vigilancia:

reconocimiento de matrículas, GPS, reconocimiento de huella dactilar, navegación y gestión de multas. Este sistema fue presentado por Saima Seguridad.

En definitiva, y siguiendo su tradición, este Salón no sólo sigue gozando de una gran capacidad de convocatoria y asistencia sino que además sigue siendo un referente de obligada atención en el sector de la seguridad vial y el equipamiento para carreteras. ❖

RUTAS

REVISTA DE LA ASOCIACIÓN TÉCNICA DE CARRETERAS

REVISTA DE LA A.I.P.C.R. ESPAÑOLA

Para información y suscripciones pueden dirigirse a:

Asociación Técnica de Carreteras
 Monte Esquinza, 24, 4.º Dcha. 28010 Madrid
 Tel.: 913082318 Fax: 913082319
 info@atc-piarc.com www.atc-piarc.com

Deseo suscribirme por un año a la revista RUTAS, cuyo importe es de 60,10 € para socios de la ATC y 66,11 € para no socios (+ 4% I.V.A. respectivamente)

Forma de pago:

Cheque

Domiciliación bancaria CCC nº _____

Transferencia a la CCC nº 0234 0001 02 9010258094

Nombre

Empresa NIF

Dirección Teléfono

Ciudad C.P. e-mail

Provincia País

Año 2011 Fecha Firma

Nota: En los envíos no nacionales se cobran los gastos de envío



SIC

DISEÑO GRÁFICO REPROGRAFÍA IMPRENTA
EDICIÓN LIBROS Y REVISTAS PUBLICIDAD

*¡Anúnciese en esta revista y
aprovéchese de la oferta especial
de Campaña 2011 / 2012!*



con el viento de popa y fijado el rumbo

Precios especiales para estar presente en todos los números de la revista o en una selección de ellos.
Consulte con nuestro departamento de publicidad abad@sicrd.es

sic@sicrd.es - www.sicrd.es
C/. Eduardo Costa, 21, L8
Minicentro El Bulevar Torreldones ESTACIÓN
28250 MADRID Apdo. Correos 116
Tels: 918 591 112 - 609 693 592
Fax: 918 592 402

Colección de Estudios Previos del Terreno de la DGC. Serie histórica completa (1965-1998)



1. Introducción

La Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento ha editado la colección completa de Estudios Previos de Terreno (EPT) elaborados entre los años 1965 y 1998, en un único DVD¹.

La serie se compone de ciento treinta y siete volúmenes con información geológica, geomorfológica y geotécnica de aplicación directa a los estudios informativos y proyectos de carreteras. Su redacción se llevó a cabo por ingenieros y geólogos, y se fue publicando, tomo a tomo, en el periodo ya referido.

La colección contiene más de diez mil páginas de texto, alrededor de seiscientos

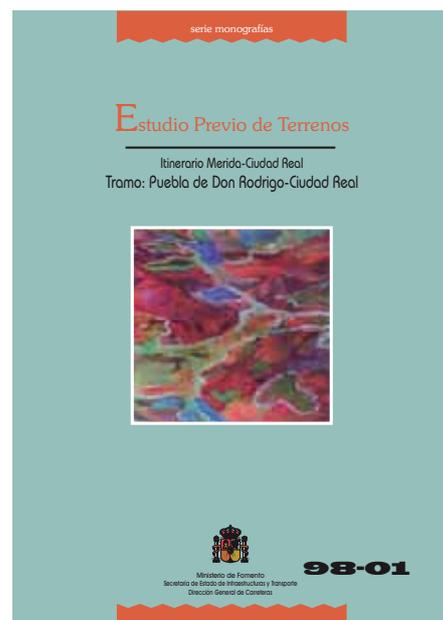
planos y más de ochocientos esquemas, cortes geológicos, etc. Cubre algo más del cuarenta por ciento (40%) de la superficie del territorio nacional y se elaboró procurando siempre que la misma fuese de aplicación específica para los estudios y proyectos de carretera, en un momento histórico en el que la información concreta sobre dichos aspectos era menos completa y accesible que en la actualidad.

Los documentos que integran la colección se consideraron desde un principio, como introductorios o preliminares (de ahí el sobrenombre de "previos") y sus referencias aplicables a escala regional. En ningún caso pretendían sustituir, sino al contrario, servir de punto de partida a trabajos monográficos más concretos desarrollados para cada estudio o proyecto.

El contenido esencial de la colección, las líneas generales del entorno geológico geotécnico que se establece para cada

zona, los condicionantes a que en cada caso se hace referencia, etc., son aspectos ligados fundamentalmente a la naturaleza de los terrenos atravesados, a factores hidrológicos, climáticos, etc., aspectos todos ellos puramente técnicos que resultan, con esta perspectiva, inmutables o muy ligeramente variables a escala temporal humana. Es por ello que se considera que, pese al tiempo transcurrido, la colección sigue siendo una referencia perfectamente válida en su conjunto, más allá de cuestiones puntuales.

La práctica totalidad de los volúmenes se encuentran hoy agotados, siendo difícil su localización para las nuevas generaciones profesionales, por lo que se ha procedido a su presentación en versión digital, respetando su formato y contenido originales y sin pretender que la misma constituya en ningún caso una actualización o revisión de contenidos.



¹ Además de en este formato, en el momento de publicación de este artículo, la serie completa puede descargarse, tomo a tomo, desde la página web del Ministerio de Fomento, en la siguiente dirección: http://www.fomento.gob.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/DIRECCIONES_GENERALES/CARRETERAS/NORMATIVA_TECNICA/GEOLGEOTEC/72_ESTUDIOS_PREV_TERRENOS/

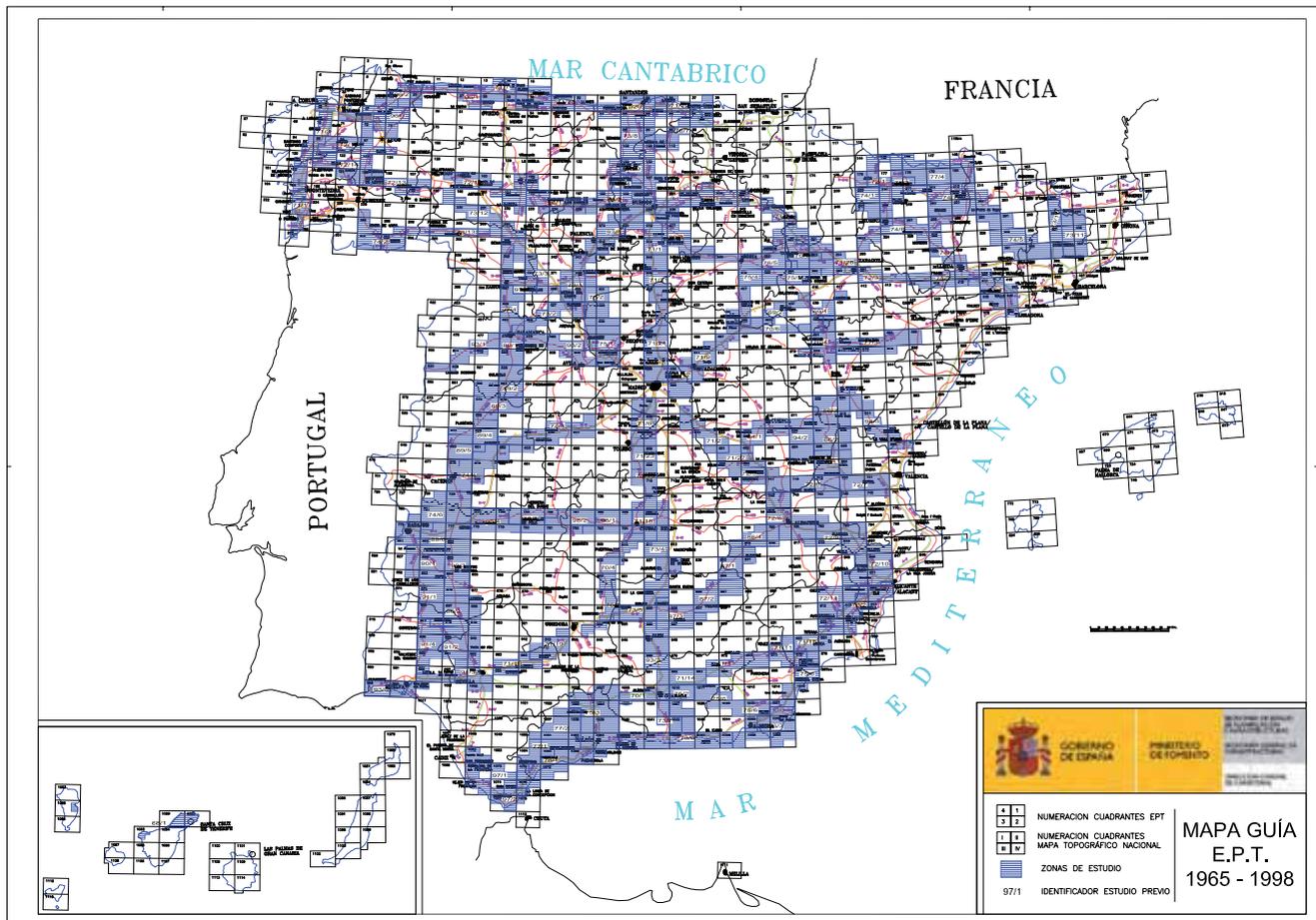


Figura 1. Mapa guía 1965-1998

2. Contenido del DVD

La colección se presenta en formato pdf obtenido mediante escaneo manual de cada uno de los volúmenes de la serie, tal y cómo se encuentran en los archivos del Área de Geotecnia de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento.

Cada Estudio Previo de Terreno se designa mediante dos cifras cuatro dígitos separados, dos a dos, por un guión y otros tantos nombres de poblaciones (ejemplo: 97 03 Tordesillas – Zamora). Esta nomenclatura hace alusión a los dos últimos dígitos del año en que se inició la redacción de cada volumen, el número de orden correlativo dentro de cada uno de dichos años y dos localidades comprendidas normalmente en los extremos de un tramo de la Red de Carreteras del Estado incluido en el área de estudio.

Aunque su contenido es ligeramente variable, todos ellos guardan una línea editorial bastante uniforme, que se presenta en forma de memoria (o cuerpo de cada uno de los libros propiamente dicho) y planos a

diferentes escalas, nunca más detalladas que la 1:50.000, que a su vez todos contienen como elemento definitorio de la propia serie editorial.

La unidad básica de superficie y los límites territoriales que comprende cada volumen es, con carácter general, el cuadrante (1/4) de la hoja a escala E: 1:50.000 del Mapa Topográfico Nacional (MTN 50), incluyendo todos los Estudios varios de estos cuadrantes.

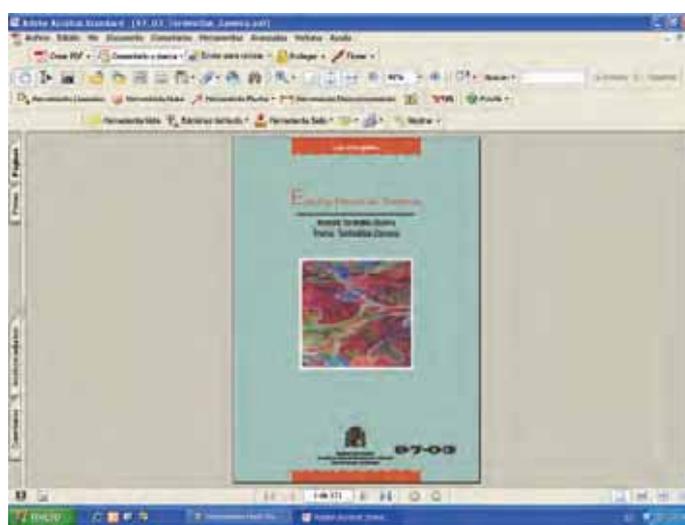
En el DVD se incluyen:

- La serie histórica completa de Estudios Previos de Terreno de la Dirección General de Carreteras (1965 – 1998), pudiendo optarse por:
 - Selección a partir del mapa por provincias:
 - Sobre el mapa de España se elige la provincia que se desee pinchando en ella. Al seleccionar cualquiera de ellas, se abre un mapa provincial que contiene los EPT disponibles.
 - Colocando el cursor sobre la zona concreta deseada, aparece en el extremo superior derecho de la

pantalla el título (numeración y poblaciones extremas) del Estudio, que en este momento puede abrirse simplemente haciendo clic, sin mover el cursor.

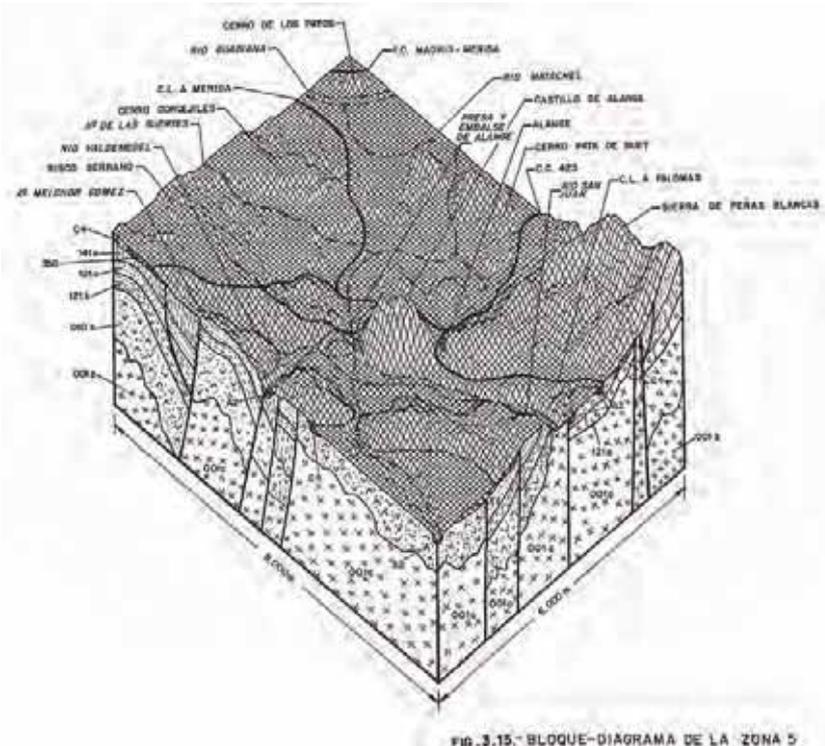
- Como búsqueda por título: presentándose correlativamente según el orden numérico de fundamento cronológico ya referido.
- Mapa guía EPT (*figura 1*) que permite discernir cuál es el Estudio concreto que se corresponde con una determinada ubicación geográfica (sobre la retícula del MTN 50), sin necesidad de utilizar la consulta por provincias. Para mayor claridad en su presentación se incluyen únicamente los cuatro dígitos que lo identifican, sin mencionar el nombre de las poblaciones extremas.
- Otros documentos, que se entienden complementarios de los anteriores:
 - Introducción a los EPT: breve artículo que presenta las principales ideas y contenidos de la colección.
 - Movimientos del terreno de la provincia de Granada: publicación de

Publicaciones de la D.G.C. del M^o de Fomento



la Dirección General de Carreteras (1987) que, aunque sin formar parte de la serie propiamente dicha, se ha decidido incluir en el DVD por su íntima relación con su contenido y finalidad.

- Síntesis geotécnica de los suelos de Madrid y su alfoz: publicación de la entonces Dirección General de Infraestructura del Transporte del Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones (1985), de aplicación a la ciudad de Madrid y sus alrededores.
- Primer cursillo de geología aplicada a los EPT – 1966: documento que sirve de base y fija los criterios editoriales seguidos durante la práctica totalidad de la serie histórica. ❖





Campaña de vialidad invernal

El Ministerio de Fomento dispone en la Red de Carreteras del Estado de 1 431 máquinas quitanieves y más de 218 000 toneladas de fundentes (sal y salmuera) para esta campaña invernal, según informó el pasado 8 de noviembre el *director general de Carreteras del Ministerio de Fomento, José María Pertierra*, en la presentación anual de la campaña de vialidad invernal 2011-2012.

A estos medios hay que añadir los aportados por la Unidad Militar de Emergencias, 14 quitanieves y 3 000 militares, y la Guardia Civil, unos 10 000 efectivos correspondientes a las agrupaciones de Tráfico, Reserva y Seguridad y Seguridad Ciudadana.

La presentación fue presidida por el *secretario general de Infraestructuras, José Damián Santiago* y la *subsecretaria de Interior, Pilar Gallego*, acompañados por el *director general de Tráfico, Pere Navarro*; la *directora general de Protección Civil, M^a Victoria Sánchez*; y el *adjunto al Teniente General de la UME, Ignacio Pedrosa*. El Sr. Pertierra, destacó el esfuerzo realizado por Fomento, que se traduce en una inversión para la campaña 2011-2012 de unos 68,7 millones de euros.

Esta Campaña persigue mantener las carreteras en condiciones de transitabilidad ante situaciones de frío y nevada intensa, así como la seguridad de sus usuarios, potenciando los trabajos de prevención y de gestión de las incidencias ocasionadas con motivo de las nevadas.

Los principales objetivos de la campa-

ña son los siguientes: Informar al usuario con la antelación suficiente, minimizar las perturbaciones al tráfico como consecuencia de las nevadas y evitar la formación de placas de hielo

Aparcamientos de emergencia

Asimismo, para facilitar y hacer más operativo el establecimiento de restricciones a la circulación de vehículos pesados, la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento continúa con la ejecución de un programa para la construcción de una serie de aparcamientos de gran capacidad situados estratégicamente donde poder estacionar, de forma ordenada, aquellos vehículos que tengan restringida su circulación por problemas, en principio, de vialidad invernal. En la actualidad, se encuentran en servicio 33 aparcamientos, encontrándose 2 más en fase de construcción.

Protocolo de Coordinación

La Campaña de Vialidad Invernal se articula a través del "Protocolo de Coordinación de Actuaciones de los Órganos de la Administración General del Estado ante nevadas y otras situaciones meteorológicas extremas que puedan afectar a la Red de Carreteras del Estado", firmado el pasado 27 de marzo de 2009.

Durante el invierno 2010-2011 la aplicación del Protocolo produjo resultados satisfactorios. En esta Campaña, al igual que en años anteriores, se trata de asegurar la vialidad de estas carreteras ante situaciones meteorológicas graves, tales como nie-

ve, hielo, granizo o lluvia; evitar o reducir al mínimo el número de tramos con restricciones al tráfico o retenciones y su duración; establecer mecanismos de alertas y de respuesta ante emergencias más eficaces y eficientes; así como poner a disposición todos los recursos humanos y materiales del Estado; garantizar la atención a personas ocupantes de los vehículos cuando las circunstancias lo hagan necesario y establecer condiciones especiales para garantizar los accesos a las grandes ciudades.

Cooperación entre la Administración General del Estado, Comunidades Autónomas y Corporaciones Locales

Para conseguir una gestión eficaz en la Campaña de Vialidad Invernal 2011-2012 se hace preciso establecer los mecanismos para conseguir una adecuada cooperación entre los órganos competentes en esta materia de la Administración General del Estado, Comunidades Autónomas y Corporaciones Locales.

La campaña de nevadas del Gobierno, en la que participan principalmente los Ministerios de Fomento e Interior, está coordinada por la Subsecretaria del Ministerio del Interior, que preside el Comité Estatal de Coordinación sobre Vialidad Invernal.

En la gestión de la campaña de nevadas participan las Direcciones Generales de Carreteras y de Transportes Terrestres del Ministerio de Fomento, y las de Protección Civil y Emergencias y Tráfico del Ministerio del Interior, así como la Dirección General de Política de Defensa del Ministerio de Defensa y la Agencia Estatal de Meteorología del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. En situaciones de mayor gravedad, podrá intervenir la Unidad Militar de Emergencias junto a otros medios del Estado.

De igual forma, es necesaria la colaboración de todos los ciudadanos que deben prestar atención, en todo momento, a las normas preventivas que se les sugiera por los órganos competentes, así como adoptar las medidas de autoprotección necesarias e informarse, antes de iniciar sus desplazamientos, de la situación meteorológica y del estado de las carreteras. ❖

Empresas

El pasado mes de septiembre y según nos informa la propia empresa, la UNESCO adjudicó a **Ines Ingenieros Consultores**, un proyecto para la recuperación del conjunto histórico de la Ciudadela de Erbil, en Irak. Esta Ciudadela situada en la capital del Kurdistán iraquí, en la ciudad de Erbil, es el asentamiento humano más antiguo que existe en el mundo y se integra dentro del patrimonio histórico más apreciado de Irak. El proyecto se enmarca dentro de los planes culturales de recuperación del patrimonio histórico que la UNESCO tiene en la región del Kurdistán en Irak.

A este concurso internacional de gran relevancia se presentaron otras empresas de ingeniería de todo el mundo y, tras seleccionar a cinco finalistas, fue elegida esta empresa, de las pocas españolas que tienen presencia estable en aquel país, con una dilatada trayectoria profesional en la rehabilitación y conservación del patrimonio histórico social, cultural e industrial.

Durante la primera fase del proyecto de revitalización de la Ciudadela de Erbil, financiada por el Gobierno Regional del Kurdistán (1 475 000 dólares), la UNESCO emprendió obras urgentes de reparación, creó capacidades locales de conservación y restauración, y prestó apoyo a la elaboración de un plan maestro de conservación. En esta segunda fase del proyecto, financiada por el Gobierno Regional del Kurdistán (12,9 millones de dólares), se garantizará la conservación del sitio de la Ciudadela a fin de preparar su completa restauración. Ello también servirá para establecer los procedimientos de gestión y operativos y reforzar los medios de acción del país para llevar a cabo labores semejantes en otros lugares de importancia cultural que estén dañados.

Con más de 8 000 años de historia y habitada desde que se fundó, en Erbil se levanta la Ciudadela a 25 m de altura sobre una urbe con 750 000 habitantes. En el año 2010, la UNESCO y la Alta Comisión para la revitalización de la Ciudadela de Erbil presentaron la candidatura para inscribir a



esta Ciudadela en la Lista del Patrimonio Mundial.

Por otro lado, la Unión Temporal de Empresas (UTE) formada por **Grusamar Ingeniería y Consulting e Ingeniería Planificación y Desarrollo** ha sido adjudicataria de la redacción del proyecto de construcción del tramo Villafranca Montes de



Oca - Ibeas de Juarros, de la Autovía del Camino de Santiago A-12, en la provincia de Burgos, por un presupuesto de adjudicación de 1,99 millones de euros.

El proyecto tiene por objeto el aumento de la capacidad actual de la carretera N-120 entre las poblaciones de Villafranca Montes de Oca e Ibeas de Juarros, consiguiendo a la vez una reducción en el tiempo de recorrido con respecto al actual itinerario.

La longitud del tramo indicado será de aproximadamente 23,5 km. Dicho trazado contará con tres enlaces y unas 42 estructuras a lo largo del mismo. La velocidad proyectada para la que se diseñará será

de 120 km/h.

La sección transversal de la autovía constará de 2 calzadas de 7,0 m de ancho cada una, arcén exterior de 2,50 m e interior de 1,0 m y mediana de 10,0 m.

En cuanto a las instrucciones particulares del proyecto, se destaca que se las siguientes: incluirá como anejo un documento denominado "Análisis Ambiental" en el que se identificarán, describirán y valorarán los problemas ambientales y en el que, asimismo, se proyectarán y valorarán las medidas correctoras que se estimen necesarias. Además, se coordinará con el del tramo inmediatamente anterior, Villamayor del Río - Villafranca Montes de Oca, y se estudiará con detalle la reposición de caminos, vías pecuarias, accesos, servidumbres y servicios que resulten afectados.

Finalmente, y según nos informa la propia empresa, **Ferrovial**, a través de la filial polaca de Ferrovial Agroman, Budimex, ha cerrado la compra de la firma **Przedsiębiorstwo Napraw Infrastruktury (PNI)**, constructora especializada en obra civil y en el diseño, construcción y mantenimiento de infraestructuras. La cuantía de la transacción ha alcanzado unos 51 millones de euros (225 millones de zlotys).

La constructora PNI, filial del operador polaco de infraestructuras de transporte ferroviario PKP, obtuvo en agosto de 2011 una cartera de contratos que ascendió a 318 millones de euros. Por su parte, las ventas se situaron, a cierre de 2010, en 127 millones de euros.

PNI cuenta con una plantilla de más de 1 700 empleados, y está presente, además de en Varsovia, en las ciudades de Katowice, Radom y Stargard Szczecinski, cubriendo la totalidad del territorio polaco.

Budimex alcanzó en los nueve primeros meses de 2011 unas ventas de 935 millones de euros en el negocio de construcción, un 34,8% más que en el mismo período del año anterior en términos comparables. Por su parte, la cartera alcanzó los 1 736 millones de euros. En los primeros nueve meses de 2011, Ferrovial Agroman alcanzó unas ventas de 3 144 millones de euros, mientras que la cartera se situó en 9 921 millones de euros. ❖



grandes proyectos, nuevas fronteras

En Ineco la calidad, la innovación, la tecnología y el talento se unen para desarrollar grandes proyectos que contribuyen a la proyección internacional de la tecnología española.

ineco

Referente en ingeniería y consultoría de transporte

Aeronáutico - Ferroviario - Transporte urbano - Carreteras
Visítanos en www.ineco.es



INGENIERÍA Y DESARROLLO ANTE NUEVOS ESCENARIOS

Soluciones Innovadoras - Estudios Particularizados - Compromiso Económico y Social

Urbaconsult ha aplicado estos principios en el estudio de mejora de la carretera N-621.
Desfiladero de la Hermida (Asturias - Cantabria).



Áreas de Actividad

- Carreteras y autovías
- Ferrocarriles
- Geología y Geotecnia
- Obras Hidráulicas
- Medioambiente
- Edificación
- Puentes y viaductos
- Urbanismo
- Seguridad Vial
- Dirección integrada de proyectos



urbaconsult

MÁLAGA. C/ Maestranza, 4 Pl. 1ª.
29016., Tif: 952061100
MADRID. C/ Eloy Gonzalo, 36.
28010., Tif: 915913706

www.urbaconsult.es