

RUTAS

REVISTA DE LA ASOCIACIÓN TÉCNICA DE CARRETERAS
Comité Nacional de la Asociación Mundial de la Carretera

ISSN 1130-7102
Revista Trimestral



EN PORTADA

RUTAS TÉCNICA

NOTICIAS ATC

Entrevista

Excmo. Sr. Antonio Silván Rodríguez

Consejero de Fomento y Medio Ambiente
Junta Castilla y León

- Consideraciones del Comité de túneles de la ATC sobre el empleo de tecnología LED en el alumbrado de túneles
- Nuevo índice de consistencia basado en la velocidad de operación inercial
- Los materiales compuestos como solución de reparación de puentes existentes de hormigón estructural

Certificación de Inspectores de Puentes

Curso online Firmes

Jornadas Técnicas:

- Adecuación de sistemas de contención a puentes existentes
- Últimas tecnologías del hormigón aplicadas a carreteras



SÚMATE AL PROYECTO ONGAWA

TECNOLOGÍA / AGUA / PARTICIPACIÓN / TIC /
VOLUNTARIADO / ENERGÍA / AGRO / SOCIOS

Tfno.: (+34) 91 590 01 90
info@ongawa.org
www.ongawa.org

Antes:



ONGAWA es una asociación declarada de Utilidad Pública. Las cuentas de ONGAWA son auditadas anualmente por BDO Audibería. ONGAWA cumple todos los Principios de Transparencia y Buenas Prácticas de la Fundación Lealtad. ONGAWA recibió, en 2005, la certificación ante la AECID como ONGD Calificada en el sector Tecnología

Tribuna Abierta

03 Certificación de inspectores de puentes y Obras de Paso en Infraestructuras lineales

Alfonso García Puertas y Belén Monercillo Delgado



En Portada

04 Entrevista al Excmo. Sr. Antonio Silván Rodríguez

Consejero de Fomento y Medio Ambiente (Junta Castilla y León)

Rutas Técnica

10 Consideraciones del Comité de Túneles de la ATC sobre el empleo de tecnología LED en el alumbrado de túneles

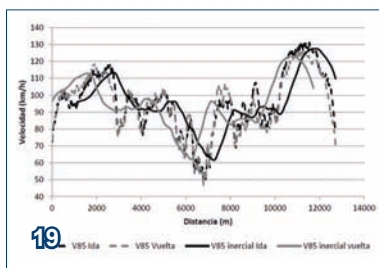
Considerations from the ATC Committee on Tunnels on the use of LED technology in tunnel lighting

Comité de Túneles de la ATC

19 Nuevo índice de consistencia basado en la velocidad de operación inercial

New consistency index based on inertial operating speed

Alfredo García, David Llopis-Castelló, Ana M^a Pérez-Zuriaga, Francisco Javier Camacho-Torregrosa.



28 Los materiales compuestos como solución de reparación de puentes existentes de hormigón estructural

The composite materials as a solution for repairing the existing structural concrete bridges

Miguel Ángel Vicente Cabrera y Alfonso García Puertas

Noticias y Cursos ATC

34 Certificación de Inspectores de Puentes y Obras de Paso en Infraestructuras Lineales

38 Cursos online

40 Jornada Técnica: Adecuación de sistemas de contención a puentes existentes

Entrevista a D. Gonzalo Arias Hofman

46 Jornada Técnica: Últimas tecnologías del hormigón aplicadas a carreteras

50 Monográfico Rutas



AIPCR / PIARC

52 Panorama general de la creación de PIARC (AIPCR) y resumen histórico (Parte I)

56 Entrevista a D^a María del Carmen Picón

58 Grupo de Trabajo del Comité Técnico de Explotación de túneles de Carreteras



Actividades del sector

60 Exposición "La ingeniería española y el Canal de Suez"

63 Presentación de la Nueva Revista de Obras Públicas



Socios ATC. Publireportaje

65 La necesidad de la auscultación. AUSIGETI



**asociación técnica
de carreteras**
comité español de la
asociación mundial de la carretera



La Revista RUTAS se encuentra incluida en la siguiente lista de bases de datos científicas:

UNIVERSIDAD DE GRANADA
DIALNET · ICYT
LATINDEX (Catálogo y Directorio)



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 García

Directora Técnica:
Belén Monercillo Delgado

Vocales:

José Alba	Tecniberia
Alfredo García	Universitat Politècnica de València
Federico Fernández	Dirección General de Tráfico
José María Izard	AERCO
Carlos Jofré	
Carlos Oteo Mazo	Catedrático de Ingeniería del Terreno
Sandro Rocci	Universidad Politécnica de Madrid
Manuel Romana	Universidad Politécnica de Madrid

Redacción, Diseño, Producción,
Gestión Publicitaria y Distribución:
ASOCIACIÓN TÉCNICA DE CARRETERAS
comites@atc-piarc.com

Edición:
Directora de Edición:
Belén Monercillo Delgado
Redacción y Maquetación:
Mª José Sánchez Gómez de Orgaz
Víctor Domingo Encinas

Publicidad:
ASOCIACIÓN TÉCNICA DE CARRETERAS
Tel.: 913 082 318 ♦ comites@atc-piarc.com

Arte Final e Impresión:
Diseño Grafico A2colores
Tel.: 914 308 228 ♦ info@a2colores.es
c/Lopez Grass, 2 · 28038 Madrid

Foto Portada:
Material proporcionado por el Ministerio del Interior

Depósito Legal: M-7028-1986 - ISSN: 1130-7102
Todos los derechos reservados.

La Revista Rutas publica trabajos originales de investigación, así como trabajos de síntesis, sobre cualquier campo relacionado con las infraestructuras lineales. Todos los trabajos son revisados de forma crítica al menos por dos especialistas y por el Comité de Redacción, los cuales decidirán sobre su publicación. **Solamente serán considerados los artículos que no hayan sido, total o parcialmente, publicados en otras revistas, españolas o extranjeras.** 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 +IVA

© Asociación Técnica de Carreteras

REVISTA RUTAS

La Revista Rutas desde 1986, año de su creación, es la revista editada por la Asociación Técnica de Carreteras, Comité Español de la Asociación Mundial de la Carretera.

Las principales misiones de la Asociación, reflejadas en sus Estatutos son:

- Constituir un foro neutral, objetivo e independiente, en el que las administraciones de carreteras de los distintos ámbitos territoriales (el Estado, las Comunidades Autónomas, las Provincias y los Municipios), los organismos y entidades públicas y privadas, las empresas y los técnicos interesados a título individual en las carreteras en España, puedan discutir libremente todos los problemas técnicos, económicos y sociales relacionados con las carreteras y la circulación viaria, intercambiar información técnica y coordinar actuaciones, proponer normativas, etc.
- La promoción, estudio y patrocinio de aquellas iniciativas que conduzcan a la mejora de las carreteras y de la circulación viaria, así como a la mejora y extensión de las técnicas relacionadas con el planteamiento, proyecto, construcción, explotación, conservación y rehabilitación de las carreteras y vías de circulación.



No 154 ENERO- MARZO 2013

RUTAS
REVISTA DE LA ASOCIACIÓN TÉCNICA DE CARRETERAS



Certificación de Inspectores de Puentes y Obras de Paso en Infraestructuras Lineales

Una de las mejores formas de combatir la crisis es mediante la formación y el incremento de los conocimientos concretos, entendiendo que los conocimientos son motores estáticos, y que la única forma de ponerlos en marcha es mediante una actitud positiva.

La certificación de personas en sistemas es un instrumento innovador que actualmente está comenzando a implementarse en aquellas compañías que apuestan por la calidad de las obras, el buen funcionamiento de las actividades empresariales y el deber de obtener un trabajo correctamente ejecutado.

En la década de los 90 se comenzó a implantar en las empresas españolas la certificación en calidad a través de la ISO -9001. Esta iniciativa ha dado sus frutos a los largo de estos años, mejorando el buen hacer empresarial. La certificación de personas apuesta por subir un escalón más en calidad, que consiste no sólo en que las empresas como identidades jurídicas, están organizadas correctamente, sino que las personas y técnicos que están diariamente en los lugares de trabajo, estén debidamente formados en las actividad que están desarrollando con objeto de realizarlas de la manera más profesional posible.

Como no podía ser de otra forma, la implantación de la certificación de personas en sistemas está regulada por una norma que acredita a las entidades externas responsables de la misma. Así, ENAC, la Entidad Nacional de Certificación, redactó en julio de 2010 el procedimiento de acreditación de entidades de certificación (Pac-ENAC-ec rev 4 julio 2004) basado en la Norma ISO-EN-UNE 17024:2003 y los criterios generales de acreditación (Cga-ENAC-cpe rev 4 de Abril de 2009). En estos momentos de crisis la mayoría de los datos estadísticos y gráficos nos muestran

valores negativos y decrecientes, pero curiosamente, en el ámbito de la certificación de personas en España y en Europa, estos estudios arrojan unos resultados totalmente positivos y que apuestan por el crecimiento.

Hace años, cuando no existía normativa específica, este proceso ya fue implantado por el gremio de los soldadores, le siguió el de los instaladores de aparatos de gas y actualmente ya existen empresas y profesiones relacionados con la obra civil, que han desarrollado sistemas de certificación de personas en sistemas y disponen de técnicos certificados en sistemas, avalados por entidades de certificación externa. El mercado tiene a su disposición este nuevo producto que le proporcionará en el futuro un valor añadido excelente para la empresa y más calidad en sus obras para el cliente.

La Asociación Técnica de Carreteras, en su compromiso por la calidad, la promoción, estudio y patrocinio de aquellas iniciativas que conduzcan a la mejora y extensión de las técnicas relacionadas con el planteamiento, proyecto, construcción, explotación, conservación y rehabilitación de las carreteras y vías de circulación, apuesta por la excelencia en la cualificación de los profesionales que intervienen en los diferentes ámbitos.

Con este objetivo, la ATC se compromete con la labor de certificación de personas acorde para el desempeño de dichas actividades. En el cumplimiento de este objetivo, la ATC comenzará en breve con la "Certificación de Inspectores de Puentes y Obras de Paso en Infraestructuras Lineales".

"Avanzar es la mejor forma de no retroceder".



Entrevista a

Excmo. Sr. Antonio Silván Rodríguez Consejero de Fomento y Medio Ambiente Junta Castilla y León

La Redacción

Consejero de Fomento y Medio Ambiente de Castilla y León, el Excmo. Sr. Antonio Silván Rodríguez destaca por sus años de experiencia, desde distintos puestos de responsabilidad, en la Junta de Castilla y León. Licenciado en Derecho por la Universidad de León no sólo es relevante su faceta política, sino que de 1993 a 1995 fue profesor de la Escuela de Práctica Jurídica de León. En 1995 pasó a ser Jefe de la Asesoría Jurídica

del Procurador del Común de Castilla y León y en 1999 se convirtió en Secretario General de la Consejería de Economía y Hacienda de la Junta de Castilla y León, cargo que desempeñó hasta 2003. Fue desde este año cuando desempeñó la labor de Portavoz de la Junta de Castilla y León, que llevó a cabo hasta 2004.

También en 2003 fue elegido Consejero de Fomento de la Junta de Castilla y León. Reelegido

Consejero en 2007 y 2011 detenta actualmente este cargo. En esta legislatura, como D. Antonio Silván Rodríguez cuenta en la entrevista, se han unificado las responsabilidades, de tal forma que ahora es Consejero de Fomento y Medio Ambiente.

Asimismo, es Miembro de la Junta Directiva Nacional del Partido Popular, tras el Congreso Nacional en 2012.

Su experiencia como Consejero de Fomento y Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León se remonta al 2003. ¿Qué logros destacaría, a lo largo de estos años al frente de la Consejería, como los más importantes para esta comunidad autónoma?

Es difícil resumir los proyectos más importantes desarrollados a lo largo de estos años, primero como consejero de Fomento y, a partir de esta Legislatura como consejero de Fomento y Medio Ambiente.

En lo que se refiere a mi responsabilidad en materia de Infraestructuras, destacaría el Acuerdo del Diálogo Social alcanzado con los agentes sociales y económicos, la elaboración del nuevo Plan Regional de Carreteras, las Estrategias de Seguridad Vial y la promulgación de la Ley de Carreteras de la Comunidad de Castilla y León adaptada a la realidad de la Comunidad. También me gustaría destacar como obra más representativa desarrollada en estos años la Autovía de Pinares que une Valladolid y Segovia siendo la primera de carácter autonómico promovida mediante el método de concesión que nos ha permitido poner en servicio cien kilómetros de alta capacidad en dos años.

En esta legislatura, la unión de las responsabilidades de fomento y de medio ambiente me ha permitido tener una visión integradora del territorio, y muy especialmente, de dos aspectos esenciales en el desarrollo de los proyectos, por un lado, el desarrollo de infraestructuras y por otro, fundamental, la compatibilidad con la sostenibilidad medioambiental.

La Consejería de Fomento y Medio Ambiente se divide a su vez en las siguientes Direcciones Generales: Vivienda, Arquitectura y Urbanismo, Carreteras e Infraestructuras,

“Aún no hemos llegado al ecuador de esta legislatura pero me gustaría destacar el importante esfuerzo que venimos realizando en la garantía de servicios básicos, que en el caso de la Consejería de Fomento y Medio Ambiente es disponer de una de las mejores redes de carreteras autonómicas, a pesar de su extensión y complejidad”

Transportes, Telecomunicaciones, Calidad y Sostenibilidad Ambiental, Medio Natural y Agencia de Protección Civil. ¿Cómo se lleva a cabo la organización y comunicación entre ellas?

Es una Consejería que abarca múltiples áreas de gestión pero en todas ellas se manifiestan objetivos comunes, de servicio público y cohesión y vertebración territorial. No son compartimentos estancos, al contrario hay una interrelación esencial en cuanto a mejora de servicios públicos, desarrollo de infraestructuras y de cohesión. Para mantener el engranaje entre las diferentes áreas es esencial mi equipo, desde los directores generales hasta los técnicos, en definitiva, todo el personal de la consejería del que quiero destacar su trabajo, su profesionalidad y su sentido de la responsabilidad.

¿Con qué presupuesto cuenta la Consejería para este año 2013 y cómo se distribuye entre las citadas Direcciones Generales? ¿Cómo han afectado los recortes presupuestarios al Plan Regional de Carreteras 2008-2020?

El volumen total del presupuesto asciende a 560 millones de euros. Es un presupuesto austero y restrictivo en el gasto público que busca un mejor reparto en los escasos recursos procurando satisfacer las necesidades prioritarias garantizando el mantenimiento de los servicios públicos. Siendo unas cuentas restrictivas, me gustaría precisar que el trabajo de modernización y mejora de nuestra red de carreteras acometido durante los años precedentes nos permite afrontar este período de crisis con unos estándares de calidad buenos en el conjunto de nuestra amplia red de carreteras, la más extensa del país. Ahora, lo prioritario e imprescindible es conservar y mantener adecuadamente nuestro patrimonio viario para evitar su descapitalización. A ello nos estamos dedicando de lleno en los más de 11.500 kilómetros de la red de carreteras autonómicas, la más extensa de España.



Excmo. Sr. Antonio Silván Rodríguez.
FOTOGRAFÍA: M.J. Sánchez.

¿Podría comentar alguna obra prevista dentro del citado Plan Regional? ¿Cree que se podrán ejecutar dentro de los plazos previstos?

Como le decía antes, tras el importante proceso de modernización acometido en nuestras carreteras en los últimos años, la prioridad se centra en la conservación y mantenimiento de la red viaria para evitar la degradación y descapitalización y para garantizar las adecuadas condiciones de circulación y seguridad. La dotación presupuestaria atenderá la conservación y mantenimiento de los más de 11.500 kilómetros de red autonómica que requieren atención diaria.

En su opinión, ¿qué obras que afecten a su Consejería aún no se han hecho y le gustaría que se llevaran a cabo?

Como responsable político de las carreteras autonómicas, lo más importante, hoy por hoy, es conservarlas y mantenerlas en condiciones adecuadas. No se entendería la oportunidad de emprender obras de modernización de carreteras si fueran en detrimento de servicios básicos como Sanidad, Servicios Sociales y Educación.

Pero ello no implica que se haya aparcado, no se renuncia al objetivo. Se sigue trabajando para que los proyectos estén preparados cuando la situación del país lo vuelva a permitir. Es el caso de las grandes actuaciones de modernización, como pueden ser Vías de Gran Capacidad y Variantes.

Uno de los problemas que más puede afectar a los usuarios de las vías en Castilla y León es el estado de éstas durante la época de nieve y

hielos. ¿Cómo se diseñan y se llevan a cabo las políticas de vialidad invernal en esta zona?

Las condiciones orográficas y climatológicas de Castilla y León nos hacen acumular una amplia experiencia con una gran capacidad para establecer colaboraciones mutuas entre la Junta y el resto de administraciones con el fin último de mejorar la eficiencia y eficacia en la gestión de recursos. La nieve y el hielo no entienden de límites administrativos ni competenciales. Los

“En lo que se refiere a mi responsabilidad en materia de Infraestructuras, destacaría el Acuerdo del Diálogo Social alcanzado con los agentes sociales y económicos, la elaboración del nuevo Plan Regional de Carreteras, las Estrategias de Seguridad Vial y la promulgación de la Ley de Carreteras de la Comunidad de Castilla y León adaptada a la realidad de la Comunidad.”

ciudadanos necesitan la garantía de un servicio esencial. El dispositivo cuenta con un protocolo y procedimientos de alerta e intervención en una situación de emergencia que se basan en la absoluta coordinación y colaboración a nivel interno de los diferentes servicios de la Junta, como a nivel externo con las admi-

nistraciones estatales, provinciales y locales. Además, también se garantiza la coordinación con las empresas de suministro y prestación de servicios básicos de gas, agua, electricidad, combustible, telecomunicaciones y transporte de viajeros. Más de 1.500 profesionales de la Consejería están destinados a la planificación, coordinación e intervención con más de 220 máquinas y vehículos y casi 130 almacenes de fundentes.

Otra peculiaridad de la red de carreteras autonómicas de Castilla y León es que se trata de la más extensa de España. ¿En qué medida afecta esto a su gestión?

Como le decía antes, Castilla y León cuenta con la red de carreteras autonómicas más extensa de España, con más de 11.500 kilómetros. Una red tan extensa, con una población muy dispersa en más de 2.200 municipios, y una orografía y climatología complicada configuran una realidad realmente compleja y difícil de gestionar. Por ello, es esencial el trabajo de un equipo humano que ha permitido mejorar y modernizar la red autonómica de carreteras lo que nos permite afrontar la situación actual de crisis económica con cierta tranquilidad y con unos buenos estándares de calidad.

Recientemente, se ha puesto en marcha la autovía LE – 11 de acceso Sur a León, ¿qué otras obras, inauguradas en el 2012, destacaría?

El acceso Sur de León constituye una importante obra de infraestructura del Estado muy demandada por los leoneses y que sin duda ha contribuido a mejorar la movilidad de los ciudadanos.

Las principales obras realizadas durante el año pasado se fijan en la conservación y mantenimiento de la red. No obstante, sí que me gustaría destacar la nueva carretera de conexión entre las localidades leonesas de Castrofuerte de Campos y Toral de los Guzmanes en la que por cierto se han utilizado nuevos materiales y nuevas técnicas respetuosas con el medio ambiente mediante la técnica del denudado o "árido visto" que reduce la sonoridad de rodadura de los vehículos. Un ejemplo del compromiso de la Junta por la seguridad y la sostenibilidad de las carreteras y el impulso de iniciativas y proyectos con últimas tecnologías aplicadas al firme. Un tema al que hace referencia la jornada que habéis organizado en Valladolid.

¿Qué opinión le merecen las actuaciones de conservación sobre la red viaria existente? ¿considera que habría que invertir más en este sentido? Y qué tipo de inversión debería ser ésta ¿pública o privada?

La conservación es un servicio público indispensable, y por lo tanto, al que no podemos renunciar. El mantenimiento de las infraestructuras es garantía de seguridad, de sostenibilidad y de eficacia y eficiencia en la gestión de los recursos públicos, hoy escasos. Las fórmulas de colaboración, sean públicas o privadas o público-privadas deben establecerse conforme a cada tipo de infraestructura. En Castilla y León no descartamos ningún tipo de colaboración en la financiación de nuestras infraestructuras y de hecho ya tenemos experiencia, sirva de ejemplo la Autovía de Pinares.

Haciendo balance de su trayectoria al frente de la Consejería, ¿qué objetivos ha cumplido y cuáles le quedan por cumplir en la actual legislatura?

Aún no hemos llegado al ecuador de esta legislatura pero me gustaría destacar el importante esfuerzo que venimos realizando en la garantía de servicios básicos que en el caso de la Consejería de Fomento y Medio Ambiente es disponer de una de las mejores redes de carreteras autonómicas, a pesar de su extensión y complejidad, y tenemos el reto por delante de conservarla y mantenerla en las condiciones idóneas para garantizar la seguridad al ciudadano. En otras áreas de la Consejería, me gustaría destacar, entre otros, los esfuerzos en el abastecimiento de agua de calidad, en un buen servicio de emergencias y protección civil al ciudadano, en la extensión de las infraestructuras de telecomunicaciones, la conservación de nuestro rico patrimonio natural, y la garantía de movilidad de los ciudadanos a través del servicio público de transporte. Hoy por hoy, garantizar estos servicios básicos es nuestra tarea prioritaria.

Usted participó el pasado 27 de noviembre de 2012 en el acto de entrega de los Premios a los Socios de Mérito y de Honor de la Asociación Técnica de Carreteras (ATC

- Comité Nacional de la Asociación Mundial de la Carretera), ¿qué opinión le mereció este evento?

Un honor y una oportunidad compartir con los miembros y socios de la Asociación Técnica de Carreteras, es decir, con el Comité Nacional de la Asociación Mundial de la Carretera el acto de entrega de los premios en el que además se reconocía a D. Luis Alberto Solís, Director General de Carreteras e Infraestructuras de la Junta de Castilla y León, como Socio de Honor.

Esta asociación lleva al cabo del año muchos cursos y jornadas técnicas (de hecho usted inaugurará la próxima que la ATC tiene previsto organizar en Valladolid, el próximo 6 de marzo: Últimas Tecnologías del Hormigón Aplicadas a las Carreteras. ¿Qué opina de ésta? ¿Cree que en estos momentos de crisis económica y recortes presupuestarios este tipo de jornadas y cursos técnicos pueden aportar soluciones técnicas adecuadas?



Excmo. Sr. Antonio Silván Rodríguez. FOTOGRAFÍA: M.J. Sánchez.

En primer lugar, quiero felicitar a la Asociación Técnica de Carreteras por escoger Valladolid para la celebración de esta jornada que estoy convencido que permitirá avanzar en el conocimiento de las últimas tecnologías aplicables a la carretera. Iniciativas como éstas demuestran vuestra fuerza y desde Castilla y León apoyamos y os animamos a seguir realizando encuentros de este tipo que redundan en la mejora de nuestras infraestructuras. Por otro lado, el desarrollo de jornadas y cursos técnicos de estas características contribuyen a adoptar medidas que permitirán reducir los impactos y los costes económicos, transformando los hábitos y sistemas constructivos en técnicas adaptadas a los requerimientos medioambientales y a la actual

“La nieve y el hielo no entienden de límites administrativos ni competencias. Los ciudadanos necesitan la garantía de un servicio esencial. ”

situación económica. Es evidente que hoy más que nunca se impone buscar nuevas soluciones e ideas que permitan responder a las necesidades optimizando los recursos, es hacer más con menos. La crisis debe permitirnos hacer de la necesidad virtud y convertirla en una

oportunidad de salir mejorados y reforzados de cara al futuro.

¿Y qué opina de la labor que la Asociación Mundial de la Carretera (AIPCR/PIARC), a la que pertenece esta asociación?

En el mundo globalizado en el que nos movemos, la Asociación Mundial de la Carretera es el marco esencial para que todos los logros, avances y técnicas aplicadas a las infraestructuras tienen su oportunidad para ser internacionalizados. Evidentemente su labor es positiva y necesaria para mejorar la calidad de los pavimentos y de las estructuras en cualquier lugar del mundo.❖

La presencia activa del Excmo. Sr. Antonio Silván Rodríguez en la Asociación Técnica de Carreteras

El Consejero de Fomento y Medio Ambiente de Castilla y León, el Excmo. Sr. Antonio Silván Rodríguez ha participado en las actividades de la Asociación Técnica de Carreteras (ATC - Comité Nacional de la Asociación Mundial de la Carretera, AIPCR/PIARC).

El pasado mes de noviembre de 2012, estuvo presente en el acto de entrega de Premios a los Socios de Honor y de Mérito de la ATC. De hecho, entregó este reconocimiento como Socio de Honor a D. Luis Alberto Solís Villa, Director General de Carreteras e Infraestructuras de la Consejería de Fomento de Castilla y León.



Excmo. Sr. Antonio Silván Rodríguez acompañado por el Pte. de la ATC, D. Roberto Alberola, durante la rueda de prensa previa a la inauguración de la jornada.

A continuación, el Consejero dedicó unas palabras a la ATC: “ El hecho de que hayáis elegido a este grupo de personas demuestra lo que sabéis hacer desde hace mucho tiempo: Por un lado, cumplir con vuestra obligación, saber y trasladar vuestro saber hacer así como reconocer los méritos de las personas que hoy han sido, por méritos propios dignísimas acreedoras de vuestra decisión”. Por otro lado, el pasado 6 de marzo, inauguró la jornada técnica sobre *Últimas tecnologías del hormigón aplicadas a las carreteras* que organizó la ATC en Valladolid, en el Salón de Actos de la Consejería de Fomento y Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León.

Fue en este contexto y antes de dar comienzo a la jornada, cuando compareció ante los medios de comunicación allí reunidos y elogió la labor de la Asociación Técnica de Carreteras. Calificó de “fundamental” su papel como foro de transferencia de tecnología y añadió: “Creo que jornadas como ésta y asociaciones vinculadas a la innovación, a la investigación y a la aplicación sobre el terreno de nuevas técnicas constructivas siempre hay que apoyarlas. Estos eventos, con ponentes de reconocido prestigio y larga experiencia, demuestran la fuerza de esta Asociación que desde Castilla y León apoyamos, animamos e impulsamos”.

LAS CARRETERAS HECHAS
CON BETUNES **ELASTER** AÚN ESTARÁN AHÍ
CUANDO YA NO SEAN NECESARIAS.



**PROAS PRESENTA ELASTER, SU NUEVA GAMA DE
BETUNES MODIFICADOS CON POLÍMERO.**

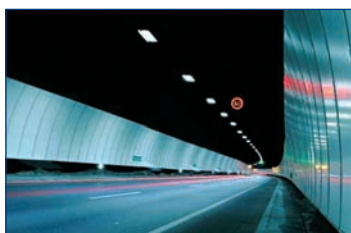
Tecnología punta aplicada al Betún para que tus carreteras
sean más seguras, ecológicas y longevas.

www.proas.es

PROAS

Innovando para ti

Consideraciones del Comité de Túneles de la ATC sobre el empleo de tecnología led en el alumbrado de túneles



Considerations from the
ATC Committee on Tunnels on
the use of LED technology in tunnel lighting

Comité de Túneles de Carreteras
Asociación Técnica de Carreteras

Resumen

A la hora de decidir si el empleo de luminarias de tecnología led es la solución óptima para la iluminación de un determinado túnel en cuanto a confort visual, optimización energética y coste de instalación y mantenimiento, existen factores adicionales que han de ser tenidos en cuenta: niveles de iluminación realmente alcanzados, tipo de iluminación (simétrica o a contraflujo), necesidades de regulación y reproducción cromática, factor de mantenimiento, vida útil real de todos los elementos, costes financieros, etc. El artículo concluye que, en el momento actual de desarrollo de esta tecnología, el empleo de lámparas de leds es en general óptimo para alcanzar el nivel de iluminación base (nocturno o permanente) de nuevos túneles, si bien sus ventajas para la iluminación de refuerzo en las bocas, con un nivel lumínico muy superior, son más limitadas y requieren un estudio lumínico-económico específico.

PALABRAS CLAVES: túnel, iluminación, eficiencia energética.

Abstract

In deciding whether the use of LED lighting technology is the optimal solution for a given tunnel lighting in terms of visual comfort, energy optimization and cost of installation and maintenance, there are other factors that must be also considered: actually achieved lighting levels, type of lighting (symmetric or counterflow), regulation and color rendition requirements, maintenance factor, real lifespan of all the elements, financial costs, etc.. The article concludes that, at the current development of this technology, the use of LED lamps is generally optimal to achieve the base lighting level (night or permanent level) of new tunnels, although its advantages for lighting reinforcement at tunnel ends, with a much higher lighting level, are more limited and require specific lighting-economic study.

KEY WORDS: tunnel, lighting, energy efficiency.

1. Introducción

El empleo de luminarias de leds en los sistemas de alumbrado público es una tecnología que está de actualidad, que ha empezado a utilizarse en los túneles de carretera, habiéndose planteado en diferentes foros que su empleo podría aportar tanto una mejora en cuanto a la comodidad y seguridad del usuario de la vía como a posibles economías por ahorro de energía eléctrica y mantenimiento.

El presente documento trata de exponer los aspectos que es conveniente analizar antes de decidir si en un determinado túnel es adecuado adoptar el alumbrado con tecnología led y en su caso cuáles son las principales precauciones que se deben tomar en el proyecto e instalación.

También se trata de analizar y comparar la situación actual de la tecnología led con relación a otras utilizadas en el alumbrado de túneles, con el objeto de determinar en qué casos puede ser más interesante adoptar una específica o admitir la coexistencia de diferentes tipos de tecnologías.

La tecnología de led está en constante evolución, con continuos avances en su eficiencia, coste y características, por lo que sería recomendable la revisión periódica del informe.

2. Normativa de referencia

Legislación aplicable al alumbrado de túneles de carretera:

- Real Decreto 187/2011, de 18 de febrero, relativo al establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos relacionados con la energía;
- Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07;
- Real Decreto 635/2006, de 26 de mayo, sobre requisitos mínimos de seguridad en túneles de carreteras del Estado;
- Real Decreto 1580/2006, de 22 de diciembre, por el que se regula la compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos;
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión;
- Real Decreto 154/1995, de 3 de febrero, por el que se modifica el Real Decreto 7/1988, de 8 de enero, sobre exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.

Principales normas UNE relativas a alumbrado exterior y/o de túneles:

- UNE-EN 62384:2006/A1:2010 & UNE-EN 62384:2007. Dispositivos de control electrónicos alimentados en corriente continua o corriente alterna para módulos LED. Requisitos de funcionamiento;
 - UNE-EN 62031:2009. Módulos LED para alumbrado general. Requisitos de seguridad;
 - UNE-EN 62471:2009. Seguridad fotobiológica de lámparas y de los aparatos que utilizan lámparas;
 - UNE-CR 14380:2007 IN. Aplicaciones de iluminación. Alumbrado de túneles;
 - UNE 1838:2000. Iluminación. Alumbrado de emergencia;
 - UNE-EN 13201. Iluminación de carreteras (serie de normas);
 - UNE-EN 60598. Luminarias (serie de normas);
 - UNE-EN 61347. Dispositivos de control de lámpara (serie de normas).
- Otras guías y recomendaciones de referencia:
- CIE 88:2004. Guía para el alumbrado de túneles de carretera y pasos inferiores;
 - CIE 193:2010. Emergency lighting in road tunnels (no traducida); Recomendaciones para iluminación de carreteras y túneles. Ministerio de Fomento. 1999.

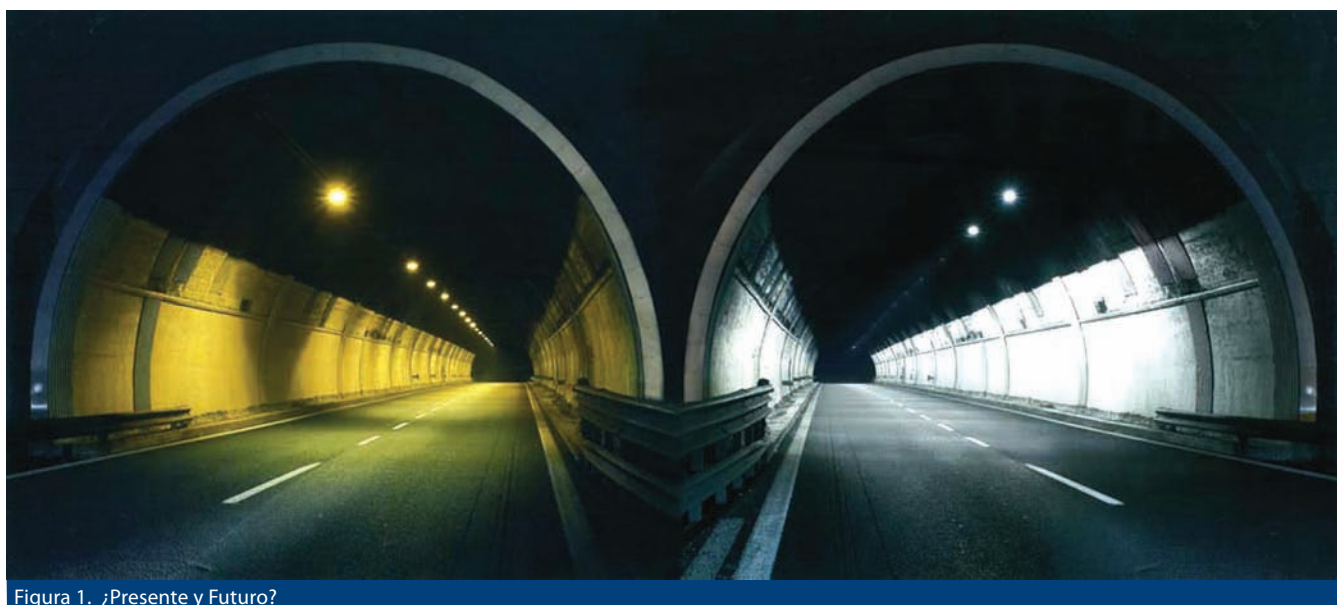


Figura 1. ¿Presente y Futuro?

3. Conceptos generales

Se incluye a continuación la definición de los principales parámetros lumínicos necesarios para la correcta comprensión del documento:

Flujo luminoso: Potencia emitida por una fuente luminosa en forma de radiación visible y evaluada según su capacidad de producir sensación luminosa, teniendo en cuenta la variación de la sensibilidad del ojo con la longitud de onda. Su símbolo es (Φ) y su unidad el lumen (lm). Da una idea de la cantidad de luz que emite una fuente de luz en todas las direcciones del espacio.

Intensidad luminosa: Flujo luminoso por unidad de ángulo sólido en una dirección concreta. Su símbolo es (I) y su unidad básica la candela (cd). La candela se define como la intensidad luminosa de una fuente puntual que emite un flujo luminoso de un lumen en un ángulo sólido de un estereorradián (sr). Según el Sistema Internacional de Unidades, también se define candela como la intensidad luminosa, en una dirección dada, de una fuente que emite una radiación monocromática de frecuencia 540×10^{12} Hz y cuya intensidad energética en dicha dirección es $1/683$ w/sr.

Iluminancia: Flujo luminoso recibido por una superficie. Su símbolo es (E) y su unidad el lux ($lx = lm/m^2$). Se mide como el cociente entre el flujo luminoso incidente sobre un elemento de la superficie que contiene el punto y el área de ese elemento. Son valores de referencia la iluminancia horizontal y vertical, y dentro de ellas la iluminancia media y mínima del total de la superficie considerada. Se miden con un luxómetro.

Medida del nivel de iluminación: La medida del nivel de iluminación se realiza por medio de un aparato especial denominado luxómetro, que consiste en una célula fotoeléctrica que, al incidir la luz sobre su superficie, genera una débil corriente eléctrica que aumenta en función de la luz incidente.



Figura 2. Luminaria LED.

Luminancia: Intensidad luminosa por unidad de superficie reflejada por la misma superficie en la dirección del ojo del observador. Su símbolo es (L) y su unidad la candela por metro cuadrado (cd/m^2). Su valor medio en una superficie considerada es la luminancia media. Se mide con un luminancímetro.

Medida de la luminancia: La medida de la luminancia se realiza por medio de un aparato especial llamado luminancímetro o nitómetro. Se basa en dos sistemas ópticos, uno de dirección y otro de medición. El de dirección se orienta de forma que la imagen coincida con el punto a medir, la luz que llega una vez orientado se ve convertida en corriente eléctrica y recogida en lectura analógica o digital, siendo los valores medidos en cd/m^2 .

Uniformidad global: Relación entre el valor mínimo y la media de los valores de una determinada distribución en la superficie de la calzada. Su símbolo es (U_0) y carece de unidades.

Uniformidad longitudinal: Relación entre el valor mínimo y el máximo medidos en el eje longitudinal de los carriles de circulación de una determinada distribución en la superficie de la calzada. Su símbolo es (U_l) y carece de unidades.

Índice de reproducción cromática (IRC): Medida de la capacidad que tiene una fuente luminosa para reproducir fielmente los colores de varios objetos en comparación con una fuente de luz natural o ideal. Las luces con un IRC elevado son necesarias en aplicaciones donde es importante la distinción del color.

Eficacia de la luminaria completa (ϵ_L): Relación entre el flujo luminoso emitido por una luminaria y la potencia total consumida por el equipo

(incluye la lámpara y los equipos auxiliares instalados en la misma). Su unidad es el lumen por vatio ($lm/W = m^2 lx / W$). Si se lograra fabricar una lámpara que transformara sin pérdidas toda la potencia eléctrica consumida en luz a una longitud de onda de 555 nm, esta lámpara tendría el mayor rendimiento posible cuyo valor sería 683 lm/W .

Factor de mantenimiento (fm): Relación entre los valores de iluminancia que se pretenden mantener a lo largo de la vida de la instalación de alumbrado y los valores iniciales. Se compone de cuatro factores:

- FDFL: Factor de depreciación del flujo luminoso de la lámpara respecto al inicial.
- FSL: Factor de supervivencia de la lámpara.
- FDLU: Factor de depreciación de la luminaria.
- FDSR: Factor de depreciación de las superficies del túnel.

Factor de utilización (fu): Relación entre el flujo útil procedente de las luminarias que llega a la calzada o superficie a iluminar y el flujo emitido por las lámparas instaladas en las luminarias. El factor de utilización de la instalación es función del tipo de lámpara, de la distribución de la intensidad luminosa, del rendimiento de las luminarias y de la geometría de la instalación, tanto en lo referente a las características dimensionales de la superficie a iluminar (longitud y anchura) como a la disposición de las luminarias en la instalación del alumbrado (tipo de implantación, altura de las luminarias y separación entre puntos de luz).

Eficiencia energética de una instalación de alumbrado (ϵ): Se define como la relación entre el producto

de la superficie iluminada por la iluminancia media en servicio de la instalación y la potencia activa total instalada. Se puede determinar mediante el producto de la eficiencia de la lámpara y equipos auxiliares, el factor de mantenimiento y el factor de utilización.

Índice de eficiencia energética (IE): Cociente entre la eficiencia energética de la instalación (ϵ) y el valor de eficiencia energética de referencia (ϵ_R) en función del nivel de iluminancia media en servicio proyectada y tabulada.

Índice de consumo energético (ICE): Inverso del índice de eficiencia energética que sirve para otorgar la calificación energética en consonancia con lo establecido en otras reglamentaciones.

Luminaria: Aparato de alumbrado que reparte, filtra o transforma la luz emitida por una o varias lámparas de las diversas tecnologías utilizadas en la actualidad, que comprende todos los dispositivos necesarios para el soporte, la fijación y la protección de las lámparas y, en la mayor parte de estos aparatos, los circuitos auxiliares en combinación con los medios de conexión a la red de alimentación. Por ser el objeto del presente documento la tecnología led, se describe a continuación:

- **Luminaria LED:** Luminaria que incorpora la tecnología led como fuente de luz y que determina unas condiciones de funcionamiento, rendimiento y vida propias.
- **LED (Light Emitting Diode):** Diodo compuesto por la superposición de varias capas de material semiconductor que emite luz en una o más longitudes de onda (colores) cuando es polarizado correctamente. Se recuerda que un diodo es un dispositivo electrónico que permite el paso de la corriente en un único sentido y su correspondiente circuito eléctrico que se encapsula en una carcasa plástica, de resina epoxi o cerámica según las

- diferentes técnicas.
- **Fuente de alimentación y control electrónico (DRIVER):** Elemento auxiliar básico para regular el sistema led que adecua la energía eléctrica de alimentación a los parámetros exigidos para un correcto funcionamiento del sistema. La vida del DRIVER depende de la temperatura que alcance durante su funcionamiento y de la temperatura ambiente. La eficiencia de la luminaria debe contemplar sus pérdidas.
- **Vida del LED:** Tiempo en el que el led emite el flujo luminoso indicado en la especificación. Depende de la temperatura de funcionamiento y de la corriente de alimentación. Se utilizan dos parámetros para garantizar la vida del led:

- L70 B50: Indica que transcurridas las horas de vida señaladas, el flujo luminoso será del 70% al menos en el 50% de los leds
- L70: Indica que transcurridas las horas de vida señaladas, el flujo luminoso será del 70% para el 100% de los leds

Vida de una lámpara: Tiempo total en el que ha estado funcionando una lámpara antes de quedar inservible o ser considerada como tal según criterios especificados.

4. Comparación de la tecnología led frente al resto

Las tecnologías más habituales empleadas en el alumbrado de túneles son las siguientes:

- Vapor de sodio de alta presión VSAP (entre 70 y 150 lm/W, con una vida útil aproximada de 18.000 horas);



Figura 3. Lámpara de vapor de sodio de alta presión, tipo tubular.

- Halogenuros metálicos y vapor de mercurio (entre 36 y 120 lm/W, con una vida útil aproximada de 14.000 horas);

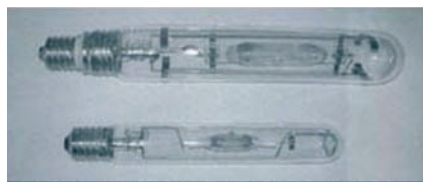


Figura 4. Lámpara de vapor de mercurio con halogenuros metálicos, tipo tubular claro.

- Fluorescentes (entre 50 y 93 lm/W, con una vida útil aproximada de 7.500 a 10.000 horas);

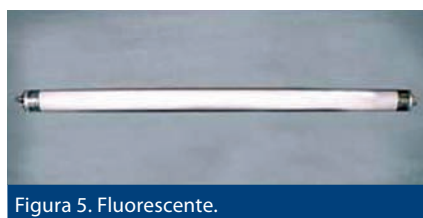


Figura 5. Fluorescente.

- Vapor de sodio de baja presión, que llega a un rendimiento de 200 lm/W, pero debido a que su reproducción cromática es muy baja no suele emplearse en el alumbrado de túneles de carretera.



Figura 6. Lámpara de vapor de sodio de baja presión.

Desde hace poco, debido a los continuos avances tecnológicos en el campo de la electrónica y a la reducción de costes, se han realizado las primeras instalaciones utilizando la tecnología led para el alumbrado base en algunos túneles.

Su eficacia se incrementa cada año, estando actualmente los valores del rendimiento, obtenidos en laboratorio, en el entorno de 100 lm/W. Una de las grandes ventajas es su vida, comprendida entre 80.000 y 100.000 horas de funcionamiento, de las cuales solamente se pueden considerar útiles las primeras 50.000 – 60.000 ho-



Figura 7. Túnel de Somport (VSAP).

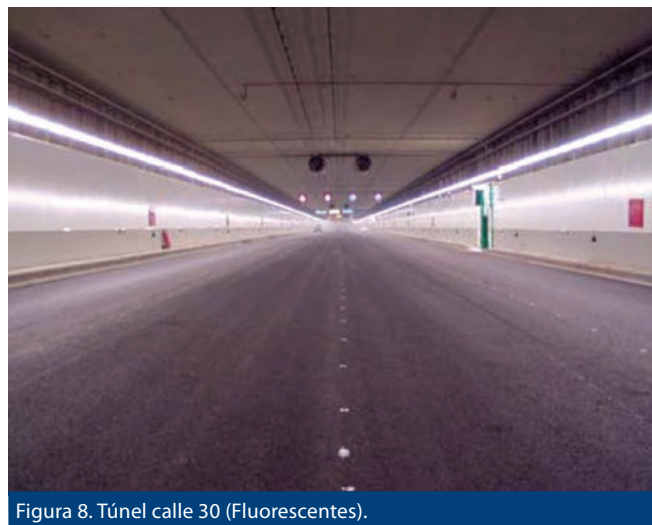


Figura 8. Túnel calle 30 (Fluorescentes).

ras debido a múltiples factores entre los que cabe destacar la temperatura real de funcionamiento. El incremento de su empleo en alumbrado se produjo con la aparición del led blanco que alcanza un alto grado de confort visual y una elevada reproducción cromática.

Las lámparas de VSAP son las que tienen los mayores valores de la relación lm/W , por lo que son las más empleadas en el alumbrado de túneles. Su vida útil media de unas 18.000 horas (más de dos años de funcionamiento continuo), su coste no elevado y las posibilidades reales de reducir su consumo en determinadas condiciones de horario o tráfico, son otros puntos fuertes para su aplicación en el alumbrado de túneles. Su reducida capacidad de reproducción cromática queda compensada normalmente por los elevados niveles de iluminación establecidos para el túnel, por la adecuada percepción de obstáculos por contraste de niveles y por su adecuada penetración en ambientes con polución.

En el caso de que se quiera una mayor calidad cromática y regulación continua del nivel de alumbrado, se suele optar por el empleo de fluorescentes con balastos electrónicos. En los refuerzos de las bocas se suelen utilizar proyectores de halogenuros metálicos por su mayor eficacia.

Actualmente la solución de

alumbrado con leds puede ser adecuada para el alumbrado base o nocturno del túnel pero no para los refuerzos de las bocas, que debido a los elevados niveles requeridos es necesario realizar con lámparas de mayor potencia.

Las principales ventajas que puede presentar la iluminación de túneles con leds (algunas ya han sido indicadas) son las siguientes:

- luz blanca de elevado confort visual y reproducción cromática;
- elevada vida útil;
- adecuada eficiencia energética;
- posibilidad de adoptar el diseño y construcción del proyector a la sección transversal de la calzada y de mejorar la eficiencia energética del conjunto completo, derivada de la característica de luz dirigida y concentrada desde el emisor a la calzada, minimizando las pérdidas en el reflector y en zonas que no se desea iluminar;
- posibilidad de regulación continua del nivel lumínico con respuesta automática (sin retardo).

Los principales inconvenientes a considerar para su aplicación son:

- tecnología novedosa y con pocas instalaciones en funcionamiento, circunstancia que puede dar lugar a ciertas incertidumbres a la hora de valorar exactamente la vida útil y los costes de mantenimiento;
- coste de primera instalación

superior al de otras tecnologías, por lo que es importante analizar el sobre coste y su coste financiero;

- la eficacia lumínica de los leds sigue incrementándose año a año y su coste económico reduciéndose, parámetros que pueden hacer dudar sobre la conveniencia de su instalación en la actualidad o esperar;
- dificultad de valorar la vida real de las lámparas, luminarias y de sus elementos, así como el coste del cambio de lámpara y de los equipos auxiliares al final de su vida útil.

No todas las ventajas de los leds son exclusivas de ellos, sino que normalmente son compartidas con otro tipo de tecnologías, por lo que se recomienda estudiar detalladamente cada caso particular para así obtener la solución idónea y alcanzar el nivel de alumbrado requerido, junto con un adecuado equilibrio entre inversión, financiación y costes de mantenimiento.

En este informe se pretende dar unas pautas para ayudar a analizar adecuadamente las posibilidades de instalación de las distintas tecnologías, tanto desde el punto de vista de la adecuada iluminación inicial y a lo largo de la vida del túnel, como desde el de los costes de inversión y mantenimiento, y acotar las incertidumbres para tomar la decisión óptima en cada caso.



Figura 9. Vlake tunnel, Zeeland, Holanda (Led).



Figura 10. Túnel de Parpers C-60 (Led).

5. Posible adecuación de la normativa para el empleo de leds

El proyecto del alumbrado de túneles con tecnología led requiere cumplir con la normativa actual que, en general, está vigente desde hace algunos años, por lo que se considera necesario o sería adecuado actualizar por la irrupción de los leds en este campo.

La principal cuestión que se plantea en los distintos foros de especialistas es la posibilidad de que la normativa redujera el nivel de alumbrado necesario en el túnel en el caso de emplear luz blanca ya que este tipo de iluminación, al tener mejor reproducción cromática, facilita la visualización de los obstáculos y mejora la seguridad al proporcionar un mayor confort visual. Esta cualidad no es aplicable a los túneles que se iluminen a contraflujo, ya que en este caso los obstáculos se perciben por contraste de los niveles de iluminación del objeto y no de los colores, por lo que no influye significativamente la reproducción cromática obtenida. Cualquier cambio que se produjera en la normativa del nivel de alumbrado sobre la calzada de un túnel con alumbrado simétrico, debería aplicarse también al resto de las tecnologías que tienen luz blanca y consiguen una alta reproducción cromática.

6. Consideraciones generales para el empleo de leds

A continuación se recogen distintos aspectos a considerar a la hora de analizar la posibilidad de instalar alumbrado con leds en un túnel, frente a otras tecnologías.

6. 1. Cálculos lumínicos

De acuerdo con las prescripciones de las distintas normativas de alumbrado de túneles éste se debe calcular mediante su distribución en luminancias (cd/m^2), es decir por los niveles de luz que percibe el conductor. Ello no quita que sea aconsejable realizar simultáneamente los cálculos en iluminancias (lux) ya que es un valor más fácil de medir y verificar.

En el mercado existen diversos programas de cálculo de alumbrado de túneles, cuyos resultados están ampliamente contrastados en campo. Para realizar los cálculos de los niveles de iluminación que se alcanzarían con una y otra tecnología es conveniente emplear el mismo software para ambos, preferentemente alguno de los programas validados por la experiencia, en los que se deben introducir los valores realmente medidos, para cada una de ellas completamente montadas, en laboratorio acreditado. Además para cada una de las tecnologías se deberían realizar los cálculos con diversos proyectores y orientaciones de las

luminarias con el objeto de obtener la solución óptima, tanto desde el punto de vista de la iluminación de la calzada como desde el de la eficiencia energética.

En cualquier tipo de instalación de iluminación con el paso del tiempo se va reduciendo el rendimiento de la misma, lo que se intenta corregir con las distintas tareas de mantenimiento, limpieza y cambio de elementos. Este aspecto se suele considerar en los cálculos mediante la introducción del factor de mantenimiento de la instalación y debe justificarse el valor empleado para cada una de las tecnologías, de acuerdo con las labores de mantenimiento previstas. Este parámetro, cuyo valor se toma habitualmente igual a 0,7, podría incrementarse hasta valores superiores a 0,80 si se realiza un adecuado mantenimiento de la instalación, que prácticamente coincide con el que se debe utilizar con la tecnología led si se desea una vida útil de la instalación elevada, antes de proceder a reemplazar los leds. Un mal uso que se observa en algunas ocasiones es el de beneficiar al led frente al resto de tecnologías, aplicando un FM (Factor de Mantenimiento) de 1 al led y de un valor inferior al resto de tecnologías.

6. 2. Cálculos económicos

En los cálculos económicos de inversión, mantenimiento y consumo

de una y otra tecnología se deben considerar los siguientes factores:

- coste de compra e instalación de las luminarias;
- disponibilidad de financiación y coste de la misma;
- duración de la luminaria y costes de reposición de la misma;
- duración de la lámpara y costes de reposición de la misma;
- tareas de mantenimiento habituales (limpieza, verificación,...);
- riesgos de averías y costes de reparación (balastos, fuentes de alimentación,...);
- coste de la energía, tanto de la potencia contratada como del consumo realizado (se deben tener en cuenta los sistemas de ahorro con que cuenta la instalación y la energía reactiva);
- coste de la instalación de suministro de energía (que normalmente sólo se aplica en túneles nuevos), ya que diferentes potencias instaladas pueden implicar variación del coste de la acometida, del centro de transformación, del tendido de cables,...

Algunos de estos factores son difíciles de medir o predecir, por lo que se recomienda verificar cómo afecta a la valoración global la variación de

los factores que se hayan podido estimar.

La variación de algunos factores puede afectar de manera importante a los cálculos realizados, tanto desde el punto de vista económico, como de iluminación, por lo que se debe evitar que se alteren una vez realizada la instalación. Una forma de acotar estas incertidumbres es solicitar garantías o avales de los parámetros de la instalación sobre los que no se tengan suficientes valores experimentales (duración de la luminaria, duración de la lámpara, duración de la fuente de alimentación,...).

6. 3. Mantenimiento

Si se quieren mantener unos adecuados parámetros de iluminación, cualquier instalación de alumbrado requiere diversas tareas periódicas de mantenimiento (limpieza de luminarias, verificación de los sistemas de regulación de niveles,...), no debiéndose considerar solo la sustitución de elementos que han dejado de funcionar (lámparas, balastos, fuentes de alimentación, equipos de regulación,...).

A la hora de valorar y planificar dichas actividades se debe contar

con la información del fabricante respecto a la vida útil de cada uno de los elementos y a las tareas y coste de sustitución de cada uno de ellos. Una mala costumbre es reemplazar las luminarias y balastos únicamente cuando la luminaria deja de funcionar, lo que en la práctica hace que el nivel de alumbrado de la instalación baje considerablemente y puede repercutir en un mayor consumo eléctrico del necesario. Otra mala práctica es no realizar una limpieza periódica de todas las luminarias.

Debido a la poca experiencia de la tecnología led en los túneles se debe analizar si son necesarias nuevas tareas de mantenimiento así como las posibilidades, coste y duración de los cambios de lámpara, fuente de alimentación y equipos de control.

En los costes de mantenimiento se debe tener en cuenta no sólo el de los repuestos, mano de obra y maquinaria, sino también el de las tareas de corte de carril o calzada y si la actuación puede tener alguna repercusión económica sobre la explotación.

6. 4. Fiabilidad y garantías

Como ya se ha indicado repetidas veces, en lo que a iluminación se refiere, la tecnología led es novedosa en túneles, por lo que se deberá intentar acotar al máximo los distintos valores y factores de importancia que se consideran, tanto para la iluminación como para la viabilidad económica de la instalación a lo largo del tiempo. En este sentido se recomienda, mediante ensayos, mediante valores extraídos de instalaciones similares, lo que en la práctica es muy difícil, o bien mediante las correspondientes garantías o avales, alcanzar la máxima certeza de los siguientes factores:

- consecución de los niveles lumínicos y consumos eléctricos indicados en el proyecto de la instalación;
- vida útil de la luminaria;



Figura 11. Túnel de San Simón A-2 (prueba con led).



Figura 12. Túnel de Crocina. Italia (Led y VSAP).



Figura 13. Túnel de Petralba N-260 (VSAP).

- vida útil de la fuente de alimentación;
- vida útil de los elementos de control del nivel de iluminación;
- vida útil de los leds, en las condiciones específicas de funcionamiento;
- disponibilidad de repuestos y coste del cambio de cada uno de los elementos al transcurrir su vida útil.

6. 5. Características de los equipos y ensayos

Como equipo de iluminación, que forma parte de una instalación de alumbrado público de exterior, todos los elementos instalados deben cumplir las normativas de aplicación y superar los correspondientes ensayos y controles de calidad, de manera que se pueda certificar la seguridad y funcionamiento de la instalación dentro de los parámetros establecidos.

Por tanto todas las luminarias, independientemente de la tecnología seleccionada, deben pasar todos los ensayos y controles de calidad pertinentes, entre los que se destacan, por su directa implicación en el éxito de la instalación realizada, los siguientes:

- durabilidad;
- estanqueidad;
- consumo, con todos los elementos necesarios, en sus diferentes

modos de funcionamiento con diversos niveles;

- valores lumínicos, con todos los elementos necesarios, en sus diferentes modos de funcionamiento;
- temperatura alcanzada durante el funcionamiento por los diversos elementos, en condiciones estándar.

6. 6. Posibilidades de regulación

La mayor parte de los sistemas de iluminación empleados en un túnel permiten variar el flujo lumínico, con la consiguiente variación de consumo de energía. Esta característica permite establecer condiciones de funcionamiento de menor consumo eléctrico en determinados periodos de tiempo en los que el tráfico es muy bajo.

Según la tecnología empleada el sistema de reducción de flujo puede ser más sencillo o complicado, permitir las variaciones de forma continua o escalonada y posibilitar o no su telemando.

El inconveniente de la reducción de flujo con vapor de sodio es que los niveles de regulación son más reducidos que con la tecnología led.

Con luminarias led, la regulación de la luminaria puede gestionarse desde el 0% hasta el 100% de su capacidad lumínica, así como el encendido y apagado del punto de luz

en función de las horas del día y del tráfico.

Los tiempos de encendido de las luminarias de vapor de sodio pueden ser altos, por lo que se puede regular el nivel de iluminación (con posibilidad de variar el flujo lumínico entre un 40% y el 100%) pero no el encendido y apagado automático para periodos de tiempo cortos.

En consecuencia, la regulación de las luminarias led así como su automatización puede suponer un ahorro energético superior a la regulación de la iluminación con vapor de sodio. Por tanto, en todo el análisis entre las diversas tecnologías debe considerarse la automatización de la iluminación del túnel como una prestación adicional a la explotación del mismo y debe introducirse su coste en los cálculos económicos de inversión, mantenimiento y consumo.

7. Conclusiones

De todo lo expuesto se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- La tecnología led es una tecnología novedosa en el alumbrado de túneles, por lo que deben acotarse lo máximo posible las incertidumbres derivadas de su aplicación. En este sentido es de especial importancia confirmar que los niveles de iluminación alcanzados en la realidad serán los especificados para el túnel.

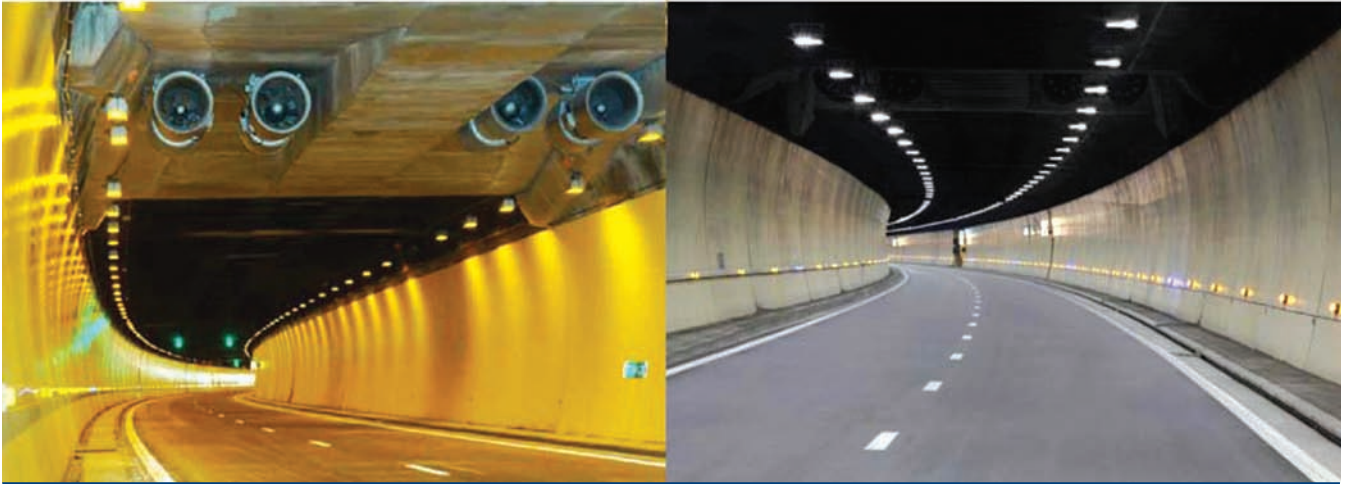


Figura 14. Túnel de San Simón A-2 (prueba con led).

- La posible aplicación de alumbrado mediante leds en un túnel debe decidirse tras un detallado estudio lumínico – económico, que considere todos los factores de comparación de forma homogénea. Deben solicitarse los avales necesarios como garantía del cumplimiento de los niveles lumínicos previstos en proyecto y de la vida útil de los equipos dada por el fabricante.
- El continuo avance tecnológico en los leds y su mayor aplicación en el alumbrado hace que su coste vaya disminuyendo progresivamente, a la vez que se incrementa su eficacia lumínica y mejora la fiabilidad de los equipos.
- El empleo de tecnologías leds supone importantes ventajas en la iluminación de un túnel (elevado confort visual y reproducción cromática, posibilidades de regulación continua, automatización, elevada vida útil,...), algunas de las cuales las comparte con otras tecnologías empleadas desde hace tiempo en el alumbrado de túneles.
- Actualmente puede ser interesante su aplicación en túneles en los que se vaya a realizar una nueva instalación de alumbrado base (también denominado nocturno o permanente). Desde el punto de vista económico, no parece viable la instalación de leds para la realización del alumbrado de

refuerzo de las bocas, ni rentable la sustitución de alumbrados existentes que funcionen adecuadamente, aunque hay otros factores que se deben analizar y que podrían aconsejar su instalación.

- La instalación de alumbrado mediante leds no implica la eliminación del mantenimiento necesario del alumbrado, aunque pueda reducirlo, ya que para mantener unos adecuados niveles de iluminación sigue siendo necesaria la limpieza de las luminarias y la sustitución de los distintos elementos cuando su tiempo de funcionamiento supera su vida útil. También introduce la necesidad de actualizar la formación del personal encargado del mantenimiento y la concreción y garantía por parte del fabricante de la vida útil del conjunto y de cada una de los componentes de la luminaria, para valorar adecuadamente las actuaciones que serán necesarias con la nueva instalación.

8. Equipo de redacción

El presente informe ha sido redactado dentro del Comité de Túneles de la Asociación Técnica de la Carretera por un Grupo de Trabajo constituido en la reunión del 7 de junio de 2011 por los siguientes miembros:

Juan Manuel Sanz Sacristán (Coordinador del grupo), Alberto Abella Suárez, María del Carmen Corral Escribano, Guillermo Llopis Serrano, Álvaro Martín Hernández, Ramón Morera Fauquier, Ángel J. Muñoz Suárez, José Ramón Ochoa Vega, José Manuel Portilla Saiz, Vicente Sebastián Alapont, Enrique Segura Echániz y Enrique Villalonga Bautista.

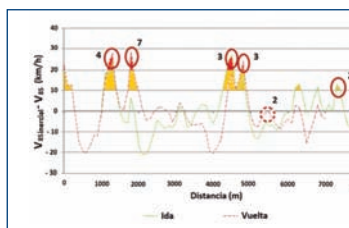
La revisión final del texto ha sido llevada a cabo por:

María del Carmen Corral Escribano, Ramón Morera Fauquier, Javier Borja López y Rafael López Guarga (Presidente del Comité).

9. Referencias Bibliográficas

- [1] Recomendaciones para iluminación de carreteras y túneles. Ministerio de Fomento. 1999
- [2] Real Decreto 635/2006, de 26 de mayo, sobre requisitos mínimos de seguridad en túneles de carreteras del Estado
- [3] Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07
- [4] UNE-CR 14380:2007 IN. Aplicaciones de iluminación. Alumbrado de túneles
- [5] CIE 88:2004. Guía para el alumbrado de túneles de carretera y pasos inferiores. ❖

Nuevo índice de consistencia basado en la velocidad de operación inercial



New consistency index based on inertial operating speed

Alfredo García

*Catedrático, Grupo de Investigación en Ing. de Carreteras
Universitat Politècnica de València*

Francisco Javier Camacho-Torregrosa

*Profesor Ayudante, Grupo de Investigación en Ing. de Carreteras
Universitat Politècnica de València*

David Llopis-Castelló

*Doctorando, Grupo de Investigación en Ing. de Carreteras
Universitat Politècnica de València*

Ana María Pérez-Zuriaga

*Profesor Ayudante, Grupo de Investigación en Ing. de Carreteras
Universitat Politècnica de València*

Resumen

Los accidentes de tráfico se producen por la concurrencia de diferentes factores (factor humano, infraestructura y vehículo), siendo la infraestructura uno de los más importantes. La afección de dicho factor sobre la siniestralidad puede estudiarse mediante el concepto de consistencia del diseño geométrico. Este concepto está relacionado con la concordancia entre la geometría de la carretera y las expectativas que los conductores tienen de ella.

En el presente artículo se presenta un nuevo modelo de consistencia basado en el Índice de Consistencia Inercial (ICI) para la evaluación de las transiciones recta-curva en carreteras convencionales. Este nuevo índice consiste en el cálculo en el punto de inicio de la curva de la diferencia entre la velocidad de operación media del kilómetro anterior (velocidad de operación inercial) y la velocidad de operación en ese punto.

Para la calibración de este nuevo índice y de sus umbrales, se han estudiado 88 tramos de carretera convencional, en los que se ha contabilizado 1.686 transiciones recta-curva. En el estudio, se ha analizado, para cada una de las transiciones, la relación entre el valor del ICI correspondiente y su tasa de peligrosidad. Los resultados muestran que al aumentar el ICI aumenta también la tasa de

peligrosidad y, por tanto, la probabilidad de ocurrencia de accidentes. Adicionalmente, se ha estudiado la relación entre el ICI y la tasa de peligrosidad media ponderada, obteniendo resultados muy similares.

Con el fin de establecer los umbrales del nuevo índice de consistencia, se ha llevado a cabo un análisis tanto gráfico como estadístico. De él se ha concluido que la consistencia de una carretera puede considerarse buena cuando el ICI es menor de 10 km/h, media cuando se encuentra entre 10 y 20 km/h y pobre cuando es superior a este valor.

La validación del modelo planteado se ha llevado a cabo a partir del análisis de las transiciones recta-curva de 20 tramos de carretera convencional, dando como resultado una alta correlación entre el número de accidentes ocurridos en cada transición y los valores del ICI correspondientes. De esta forma, el Índice de Consistencia Inercial (ICI) y sus umbrales de consistencia han confirmado ser una nueva forma de evaluar la consistencia del diseño geométrico de carreteras convencionales.

PALABRAS CLAVES: carretera, diseño geométrico, consistencia, seguridad vial, velocidad de operación, velocidad de operación inercial.

Abstract

Road crashes occurrence depends on several factors: human factor, infrastructure factor and vehicle factor. The infrastructure factor is one of the most important. The influence of this factor on road safety can be analyzed by means of road design consistency. It refers to the conformance of highway geometry to drivers' expectations.

A new consistency model for evaluating the performance of tangent-to-curve transitions at two-lane rural roads is presented. It is based on the Inertial Consistency Index (ICI), defined for each transition. It is calculated at the beginning point of the curve, as the difference between the average operating speed of the previous 1 km road segment (inertial operating speed) and the operating speed at this point.

88 road segments, which included 1,686 tangent-to-curve transitions, were studied in order to calibrate ICI and its thresholds. The relationship between those results and the crash rate associated to each transition has been

analyzed. It has been pointed out that the higher the ICI is, the higher the crash rate is, thus increasing the probability of accidents to take place. Similar results were obtained from the study of the relationship between ICI and the weighted average crash rate of the corresponding group of transitions.

A graphical and statistical analysis established that road consistency may be considered good when ICI is lower than 10 km/h; poor when ICI is higher than 20 km/h; and fair otherwise.

A validation process has been carried out considering 20 road segments. The obtained ICI values were highly correlated to the number of crashes occurred at the analyzed transitions. Hence, the Inertial Consistency Index (ICI) and its consistency thresholds resulted in a new approach for consistency evaluation.

KEY WORDS: : highway, geometric design, consistency, road safety, operating speed, inertial operating speed.

1. Introducción

De entre los factores concurrentes que intervienen en la generación de un accidente de tráfico, pueden destacarse tres de ellos: el humano, el vehículo y la infraestructura. Pese a que el factor más relevante en este sentido es el humano, diversas investigaciones anteriores (1) han demostrado que la infraestructura juega un papel muy importante en este aspecto, estando detrás del 30 % de los accidentes. De hecho, este es el motivo por el cual los accidentes no se distribuyen de una forma completamente aleatoria, sino que tienden a concentrarse en determinados puntos de la red viaria.

Puede definirse "consistencia del diseño geométrico" como el grado de adecuación entre el comportamiento de la carretera y las expectativas de los conductores. Un diseño inconsistente da como resultado sorpresas en los conductores y, por tanto, mayor probabilidad de existir un comportamiento anómalo que derive en un accidente.

La mayoría de las investigaciones relacionadas con la consistencia y sus modelos desarrollados se centran en cuatro ámbitos principalmente: la velocidad de operación y sus variaciones, la estabilidad del vehículo, los índices de trazado y la carga de trabajo del conductor (2, 3). Entre ellos, los criterios más extendidos están basados en el análisis de la velocidad de operación (4), por ser relativamente sencilla su estimación pero a la vez ofrecer buenos resultados. Se define "velocidad de operación" como el percentil 85 (V_{85}) de la distribución de velocidades seleccionada por los conductores de vehículos ligeros en condiciones de flujo libre. Esta velocidad se emplea para evaluar la consistencia básicamente de dos formas: examinando su variación a lo largo de la vía (buscando deceleraciones bruscas o altas variaciones), o

comparándola con la velocidad de diseño. De hecho, las transiciones recta-curva son consideradas como las ubicaciones más críticas ya que se estima que más del 50 % de las muertes en carreteras interurbanas se producen en secciones curvas (5).

Considerando estos aspectos, Leisch y Leisch (6) revisaron el concepto de velocidad de diseño, incluyendo unas recomendaciones relacionadas tanto con las reducciones de velocidad de operación como con las diferencias entre las velocidades de diseño y de operación. Del mismo modo, Kanellaidis et al. (7) sugirieron que un diseño podía considerarse bueno cuando la diferencia entre la V_{85} de la recta y la de la curva siguiente no excedía los 10 km/h.

Sin embargo, el método de evaluación de la consistencia más extendido

Tabla 1. Umbrales para la determinación de la calidad de la consistencia del diseño. Criterios I y II de Lamm.

Rango de consistencia	Criterio I (km/h)	Criterio II (km/h)
Buena	$ V_{85} - V_d \leq 10$	$ V_{85i} - V_{85i+1} \leq 10$
Media	$10 < V_{85} - V_d \leq 20$	$10 < V_{85i} - V_{85i+1} \leq 20$
Pobre	$ V_{85} - V_d > 20$	$ V_{85i} - V_{85i+1} > 20$

es el desarrollado por Lamm et al. (8). Establecieron dos criterios de consistencia relacionados con la velocidad de operación, que incluían la diferencia entre la velocidad de operación y la de diseño (criterio I) y la diferencia de velocidad de operación entre elementos geométricos consecutivos (criterio II). Establecieron unos umbrales considerando las tasas de peligrosidad medias observadas en diferentes configuraciones.

La diferencia entre velocidad de operación y velocidad de diseño ($V_{85} - V_d$) permite la identificación de zonas del trazado cuyo diseño no se ajusta al trazado general de la carretera.

La reducción de velocidad de operación entre dos elementos consecutivos (ΔV_{85}) es una forma indirecta de cuantificar la sorpresa experimentada por los conductores, y se ha revelado como un indicador de consistencia muy sencillo y utilizado.

La Tabla 1 presenta un resumen de los umbrales de consistencia para los criterios I y II. El motivo de dividir la consistencia en umbrales es el de indicar claramente cuándo debe actuarse sobre la vía y cuándo no. Sin embargo, la realidad se comporta de forma continua. Es por ello que otros investigadores sugieren emplear funciones continuas para determinar el grado de consistencia (9).

Los criterios de consistencia presentados previamente son conocidos como modelos locales de consistencia, ya que permiten la evaluación de la consistencia de una única zona del trazado o de las transiciones recta-curva. Como se indicó anteriormente, en estos modelos se asume que la velocidad de operación resume en cierto modo el comportamiento de la carretera.

Así, estos modelos suponen que la velocidad de diseño del tramo de carretera o la velocidad de operación en el elemento anterior caracteriza las expectativas de los conductores. No obstante, estas hipótesis son excesivamente simplistas. Mientras que en el primer caso el tramo de carretera inmediatamente anterior a cada

transición no es tenido en cuenta, en el segundo se asume que el conductor únicamente basa sus expectativas en el último elemento geométrico recorrido. Es decir, ninguno de estos modelos ha analizado qué longitud del tramo considera inconscientemente el conductor para crear sus expectativas ad hoc.

Existen otros métodos de análisis de la consistencia basados en el análisis de la velocidad de operación, pero con un enfoque diferente. Dos ejemplos son los llevados a cabo por Polus y Mattar-Habib (10) y Camacho-Torregrosa et al. (11). En ambas aproximaciones se considera de forma completa el perfil de velocidad de operación de un tramo de carretera, reflejando en cierta medida su dispersión. En ambos métodos, se entiende que la dispersión en la velocidad de operación está ligada con los cambios en la carga cognitiva del trazado geométrico. Un elevado número de cambios en dicha carga cognitiva está asociado con una mayor siniestralidad.

En estos dos últimos modelos, además, se calibró un indicador continuo de consistencia, en vez de utilizar umbrales. Dicho indicador se relacionó con la siniestralidad, por lo que empleando estos métodos es posible estimar el número de accidentes con víctimas de un trazado geométrico.

Pese a estas dos últimas ventajas, los modelos globales son menos utilizados que los locales debido a la dificultad de estimar el perfil continuo de velocidad. Además, los modelos locales permiten identificar la zona concreta donde se produce el problema de inconsistencia. De todas formas, el uso de ambos modelos no es excluyente.

Finalmente, es importante destacar que cada modelo de consistencia ha sido calibrado para un determinado entorno geográfico y que el comportamiento de los conductores puede variar de una región a otra. Por tanto, la extrapolación de modelos y umbrales debe llevarse a cabo con precaución. De hecho, posteriores estudios realizados sobre la aplicabilidad de los

criterios de Lamm revelaron que mientras que un límite de 20 km/h para el diseño pobre sí es aplicable en Korea (12) no es recomendable para Italia (13).

2. Objetivos e hipótesis

El principal objetivo de la investigación que se presenta es el desarrollo de un nuevo índice para la evaluación de la consistencia del diseño geométrico de carreteras convencionales que permita considerar adecuadamente las expectativas ad hoc de los conductores.

Se consideran dos hipótesis básicas. La primera de ellas (ya utilizada anteriormente por otros investigadores) consiste en asumir la velocidad de operación como respuesta del conductor al diseño geométrico de la carretera. Por ello, podrá utilizarse la velocidad de operación como indicador operacional de la geometría en sí. La segunda de las hipótesis (y principal aportación de la presente investigación) considera que las expectativas de los conductores en cada punto de la carretera pueden estimarse a través del promedio de la velocidad de operación desarrollada a lo largo de una determinada longitud anterior. A este promedio de la velocidad de operación se le ha denominado "velocidad de operación inercial" ($V_{85 \text{ inercial}}$). De acuerdo con ambas hipótesis, la diferencia entre la velocidad de operación inercial y la velocidad de operación muestra la discordancia entre las expectativas de los conductores y la geometría de la carretera.

3. Descripción de los datos

Las transiciones recta-curva son los puntos más conflictivos y peligrosos de los trazados de las carreteras. De hecho, Lamm et al. (5) estimaron que más del 50 % de los accidentes mortales en carreteras convencionales tienen lugar en ellas. Por ello, el modelo de consistencia desarrollado en la presente investigación se centra en estas transiciones.

En su desarrollo, se han analizado 88 tramos de carretera convencional de la provincia de Valencia, dentro de los cuales se han identificado 1.686 transiciones recta-curva. La longitud de estos tramos varía entre 2,0 km y 15,5 km, con una pendiente longitudinal aproximadamente llana (entre -3 % y 3 %). Ninguno de los tramos de carretera seleccionados presentaba intersecciones importantes, que pudieran variar significativamente los volúmenes de tráfico, las velocidades de operación o ser la causa de gran número de accidentes.

Intensidad de tráfico

Los datos de intensidad de tráfico se obtuvieron de la página web oficial de la Diputación de Valencia. Aunque el periodo de tiempo abarcado era de los últimos 15 años, únicamente se utilizaron los comprendidos entre 2001 y 2010, evitando así problemas de correlación temporal. También se analizó en detalle el historial de remodelaciones de los tramos, eliminando aquellos en los que se ha actuado en los últimos años. La intensidad media de tráfico de los tramos oscila entre 25.015 vh/d y 363 vh/d.

Siniestralidad

Los datos sobre accidentes también fueron suministrados por el Área de Carreteras de la Diputación de Valencia. Estos datos consisten en una lista de todos los accidentes registrados durante los citados años, caracterizados por su localización (detalle hectométrico), fecha y hora, condiciones de luminosidad, gravedad, tipo de vehículo, características del conductor, factores externos y causas, así como otras condiciones y observaciones. Con ellos se llevó a cabo un filtrado de los mismos en el que se descartaron los accidentes sin víctimas con el fin de prevenir posibles errores por falta de registro. Asimismo, se eliminaron también del análisis los accidentes causados por

factores externos, como por incapacidad previa del conductor o por el cruce de animales.

El primer paso del análisis fue identificar la localización de los accidentes, además del sentido en el que se produjeron. Debido a la precisión de los datos, la asignación de cada accidente a la transición correspondiente no fue directa. El criterio utilizado sitúa un accidente dentro de una determinada curva si el hectómetro en el que se produce se solapa con la longitud de la curva o con los 100 m posteriores a ésta, distinguiendo entre sentidos.

Perfiles continuos de velocidad de operación

Los perfiles de velocidad de operación se desarrollaron empleando los modelos de velocidad de operación desarrollados por Pérez-Zuriaga et al. (14). El modelo de velocidad de operación en curvas utiliza el radio como variable explicativa (Ec. 1 y 2).

$$V_{85C} = 97,4254 - (3310,94/R) \quad 400 \text{ m} < R < 950 \text{ m} \quad (1)$$

$$V_{85C} = 102,048 - (3990,26/R) \quad 70 \text{ m} < R < 400 \text{ m} \quad (2)$$

Donde:

- V_{85C} : velocidad de operación en curva (km/h)
- R: radio de la curva (m)

Aunque este modelo no tiene en cuenta curvas con radio inferior a 70 m, no supone un problema, ya que ninguna transición estudiada lo ha requerido.

El modelo de velocidad de operación en rectas se basa en la longitud de la misma y en la velocidad de operación estimada para la curva anterior (Ec.3).

$$V_{85T} = V_{85C} + (1 - e^{-\lambda L}) \cdot (V_{des} - V_{85C}) \quad (3)$$

Donde:

- V_{85T} : velocidad de operación en recta (km/h)

- V_{85C} : velocidad de operación estimada en la curva previa (km/h)
- V_{des} : velocidad deseada (110 km/h)
- L: longitud de la recta (m)
- $\lambda = 0,00135 + (R-100) \cdot 7,00625 \cdot 10^{-6}$
- R: radio de la curva (m)

Para dar continuidad a los perfiles de velocidad de operación es necesario considerar también unas tasas de aceleración y deceleración, así como ciertas reglas de construcción. El modelo de deceleración fue desarrollado por Pérez-Zuriaga et al. (14) (Ec. 4), mientras que la tasa de aceleración fue determinada por Camacho-Torregrosa et al. (11) (Ec. 5).

$$d_{85} = 0,313 + (114,436/R) \quad (4)$$

$$\alpha_{85} = 0,41706 + (65,93588/R) \quad (5)$$

Donde:

- d_{85} : tasa de deceleración (m/s²)
- α_{85} : tasa de aceleración (m/s²)
- R: radio de la curva (m)

4. Desarrollo

Puesto que la seguridad vial está altamente relacionada con la consistencia del diseño geométrico, se consideró que la mejor forma de obtener y calibrar un modelo de consistencia era por medio de analizar su relación con la siniestralidad.

El parámetro inicial del modelo propuesto es la diferencia entre la velocidad de operación inercial ($V_{85 \text{ inercial}}$), como una estimación de las expectativas de los conductores, y la velocidad de operación (V_{85}), como una estimación del comportamiento de la geometría de la carretera. Este nuevo índice se denomina "Índice de Consistencia Inercial" (ICI).

La velocidad de operación inercial ($V_{85 \text{ inercial}}$) se define en cada punto como el promedio de la velocidad de operación a lo largo del tramo anterior de carretera. Para ello, en primer lugar fue necesario identificar qué longitud debía utilizarse para la construcción

de este índice, por medio de un análisis de sensibilidad. La consideración de longitudes de carretera inferiores a 1.000 m daba como resultado un perfil de velocidad de operación inercial demasiado similar al de velocidad de operación, sin contribuciones significativas. Por otra parte, considerar tramos de carretera mayores de 1.000 m dio como resultado un perfil demasiado suavizado, ocultando variaciones de velocidad significativas.

Después de este análisis, se concluyó que la longitud de carretera más recomendable para este tipo de estudios es 1.000 m. De esta forma, la velocidad de operación inercial fue finalmente definida como la media móvil del perfil de velocidad de operación de los 1.000 metros anteriores. La Figura 1 muestra un ejemplo de perfil de velocidad de operación inercial, considerando los dos sentidos de circulación,

además de los perfiles de velocidad de operación (uno en cada sentido) de los que se derivó.

El siguiente paso consistió en la calibración de la relación entre el nuevo índice de consistencia y la tasa de peligrosidad. Para ello se determinó el valor del ICI al inicio de la curva de cada una de las transiciones recta-curva. Se agruparon las transiciones según su valor del ICI. Posteriormente, para cada uno de estos grupos se calculó la tasa de peligrosidad media con el fin de establecer los umbrales de consistencia.

Tasa de peligrosidad vs ICI

La tasa de peligrosidad de cada transición recta-curva se calculó como el cociente entre el número de accidentes con víctimas asociado y el volumen de tráfico correspondiente (exposición al riesgo). Asimismo, se

determinó el ICI para cada una de las transiciones. La relación entre estas variables se muestra en la Figura 2.

La exposición al riesgo se tuvo en cuenta en función del número de vehículos que circularon por cada curva y sentido, durante el mismo periodo de tiempo que el registro de accidentes, sin que influya una mayor o menor longitud de la curva en el fenómeno que se quiere analizar de inconsistencia.

La Figura 2 muestra una clara relación entre la tasa de peligrosidad y el ICI. Sin embargo, debido a la gran cantidad de transiciones blancas (transiciones sin accidentes), no se pudieron obtener conclusiones adecuadas en este ámbito.

Tasa de peligrosidad media ponderada vs ICI

El segundo análisis se basó en la consideración de la relación entre el ICI y la tasa de peligrosidad media ponderada (TPmp). Para llevarlo a cabo se utilizaron dos tipos de diagramas. El primero de ellos (Figura 3) muestra la evolución de la TPmp en función del ICI, agrupado en intervalos de 5 km/h. La tasa de peligrosidad media ponderada se calculó para cada grupo dividiendo el número total de accidentes y el volumen total de tráfico.

Las columnas en azul reflejan la TPmp calculada considerando todas las curvas, mientras que las rojas corresponden a la TPmp calculada sin incluir las transiciones sin accidentes con víctimas (transiciones blancas). Se optó por realizar este doble análisis por la gran cantidad de transiciones de este último tipo, que podía influenciar drásticamente en los resultados del análisis.

Desde el punto de vista estadístico, los accidentes son eventos raros, aleatorios y discretos (procesos de Poisson). Debido a ello, suelen poder ajustarse a distribuciones de Poisson o Binomial Negativa. Sin embargo,

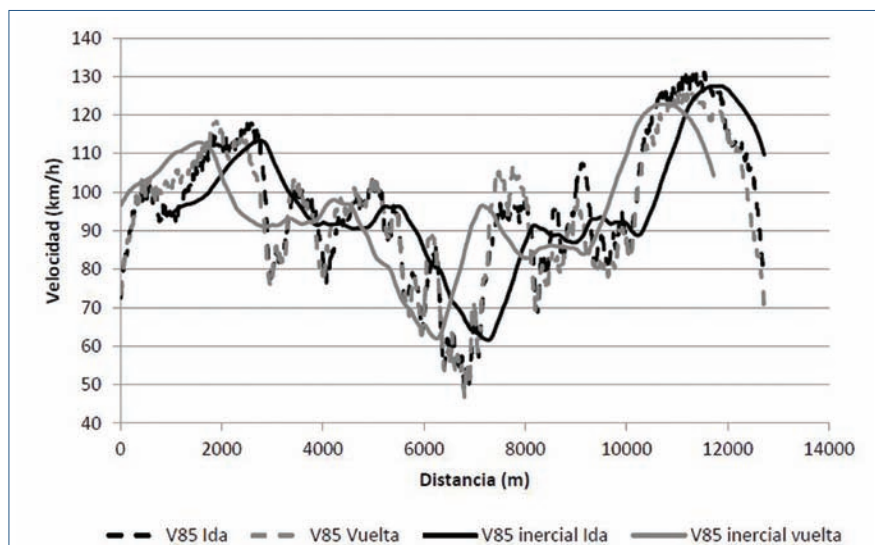


Figura 1. Ejemplo de perfil de velocidad de operación inercial.

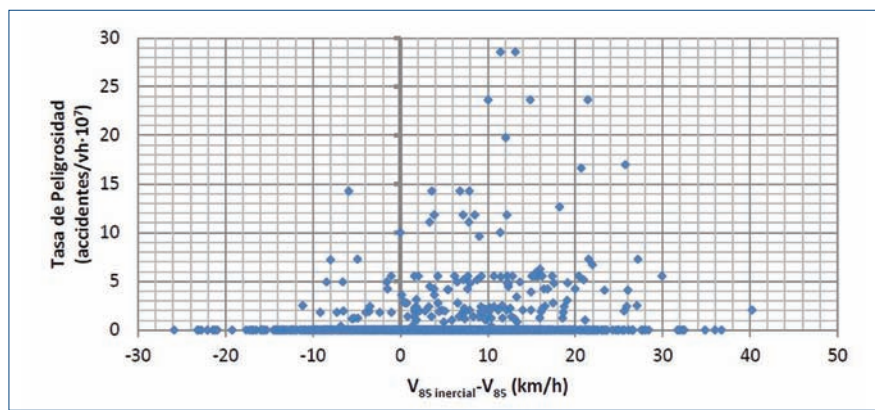


Figura 2. Tasa de peligrosidad vs ICI.

cuando los datos presentan una gran cantidad de ceros no es posible realizar este tipo de ajuste. Una transición recta-curva puede presentar cero accidentes por dos motivos: porque sea muy segura (tramo blanco puro) o por la aleatoriedad del fenómeno de la siniestralidad.

Existen técnicas específicas para diferenciar entre los casos anteriores, como los análisis Bayesianos, pero por lo general únicamente pueden aplicarse cuando se dispone de una amplia muestra de datos (no es el caso). Debido a ello, se optó por realizar el doble análisis, asumiendo que la solución real se debe encontrar en el espacio entre ambas soluciones parciales.

El segundo tipo de diagramas utilizados divide el ICI en intervalos de 10 km/h (Figura 4). Al igual que el anterior, en este también se muestra como la TPmp aumenta junto con el ICI.

Teniendo en cuenta que hay una alta proporción de curvas sin accidentes (transiciones blancas), se estudió, para cada intervalo, el porcentaje de estas comparado con el número total de transiciones (Figuras 5 y 6).

Las figuras 5 y 6 muestran una tendencia decreciente del porcentaje de transiciones blancas con el aumento del ICI. Este resultado pone de manifiesto que la proporción de curvas con accidentes aumenta con la diferencia entre la velocidad de operación inercial y la velocidad de operación. De acuerdo con esto, puede concluirse que el ICI presenta una fuerte relación con la seguridad vial, indicando que un mayor ICI denota una mayor probabilidad de ocurrencia de accidentes en una transición recta-curva.

Análisis de umbrales

Tras comprobar la relación entre ICI y siniestralidad, se procedió a determinar qué saltos de ICI realmente suponen un cambio significativo en el nivel de siniestralidad. En este sentido, la tasa de peligrosidad media ponderada presentada en la Figura 3 muestra claramente una tendencia creciente,

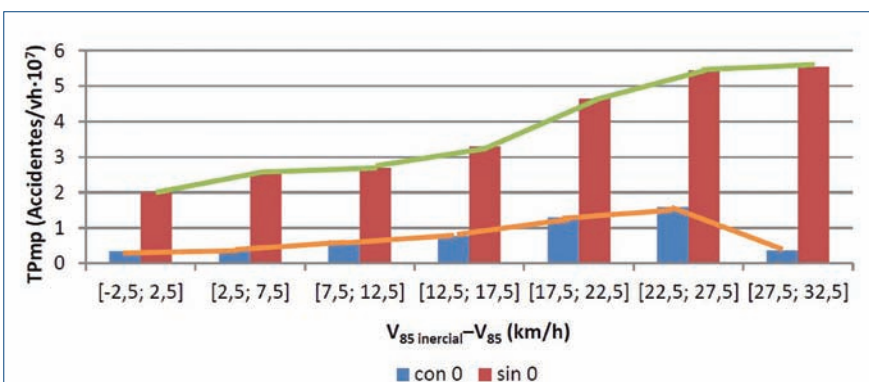


Figura 3. Tasa de peligrosidad media ponderada vs ICI (intervalos de 5 km/h).

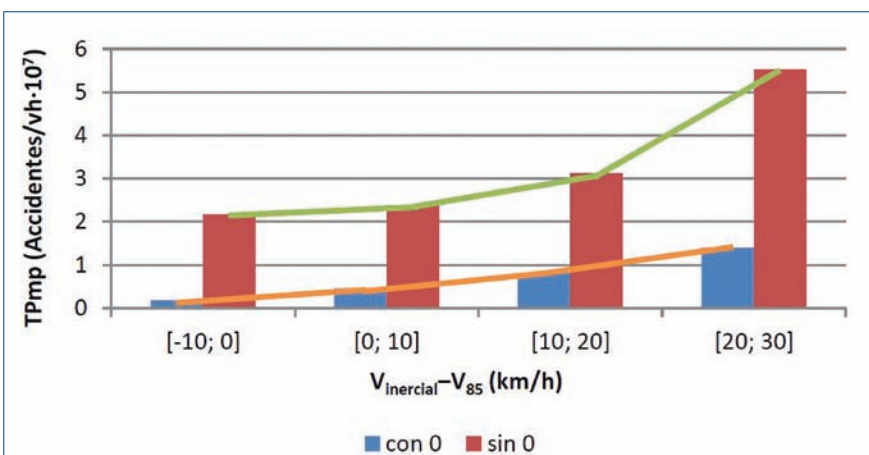


Figura 4. Tasa de peligrosidad media ponderada vs ICI (intervalos de 10 km/h).

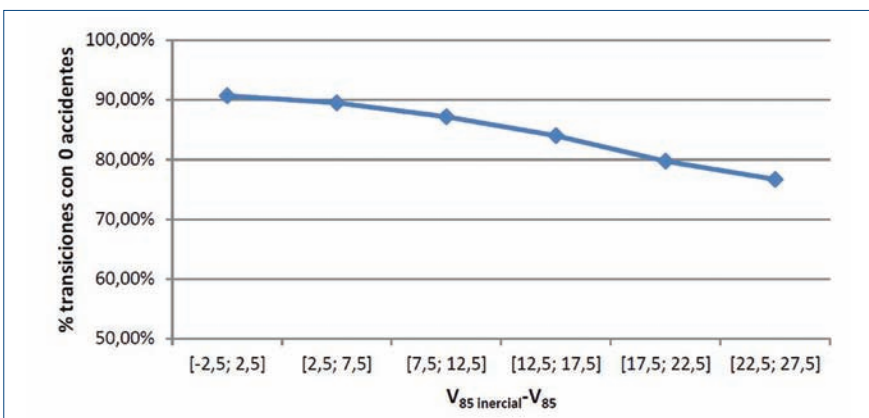


Figura 5. Porcentaje de transiciones blancas vs ICI (intervalos de 5 km/h).

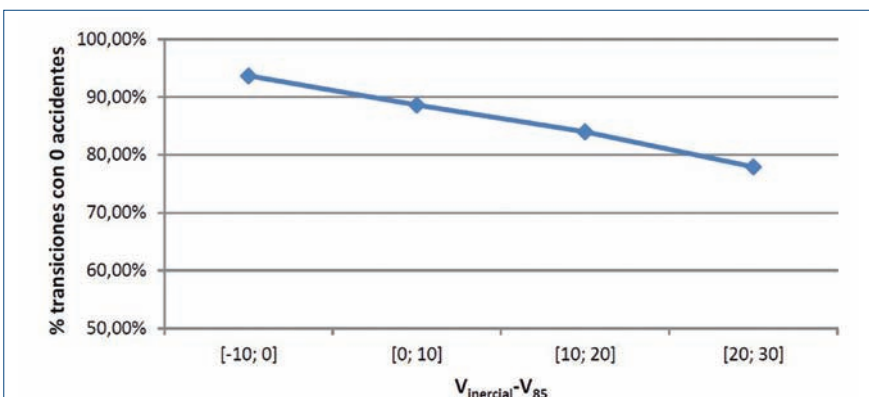


Figura 6. Porcentaje de transiciones blancas vs ICI (intervalos de 10 km/h).

aunque con dos comportamientos diferenciados (de -2,5 km/h a 12,5 km/h y de 12,5 km/h a 27,5 km/h).

No obstante, las diferencias entre tendencias aparecen más claramente en la Figura 4. Como puede verse, la tendencia permanece prácticamente horizontal desde -10 km/h a 10 km/h y aumenta considerablemente en el intervalo [10; 20] km/h. El intervalo [20; 30] km/h muestra un incremento aún mayor.

Con el fin de confirmar estos umbrales se llevó a cabo un análisis estadístico. El proceso se llevó a cabo utilizando los intervalos LSD ("Least Significant Difference") que se muestran en la Figura 7. En ellos se comparan diferentes intervalos de ICI,

asumiendo que dos muestras de ICI pertenecen a diferentes poblaciones (es decir, representan un comportamiento diferente) cuando sus intervalos no se solapan.

Este análisis puso de manifiesto que hay diferencias estadísticamente significativas, con un nivel de confianza del 95 %, entre las transiciones recta-curva con ICI entre [0; 10] km/h y [10; 20] km/h, además de entre [0; 10] km/h y [20; 30] km/h. Ambos resultados se obtuvieron teniendo en cuenta tanto todas las transiciones como excluyendo las transiciones blancas.

Sin embargo, las transiciones con valores de ICI entre 10 y 20 km/h y de 20 a 30 km/h parecen pertenecer a la misma población. Esto es debido a la

pequeña muestra de datos para este último intervalo (15 transiciones recta-curva sin accidentes), que también causa una alta dispersión de la tasa de peligrosidad. Se recomienda aumentar esta muestra en futuras investigaciones.

5. Propuesta de modelo de consistencia del diseño geométrico

Como se ha comentado anteriormente, el Índice de Consistencia Inercial (ICI) está relacionado con la seguridad vial y puede utilizarse para su análisis en las transiciones recta-curva. Los valores de sus umbrales están definidos en la Tabla 2.

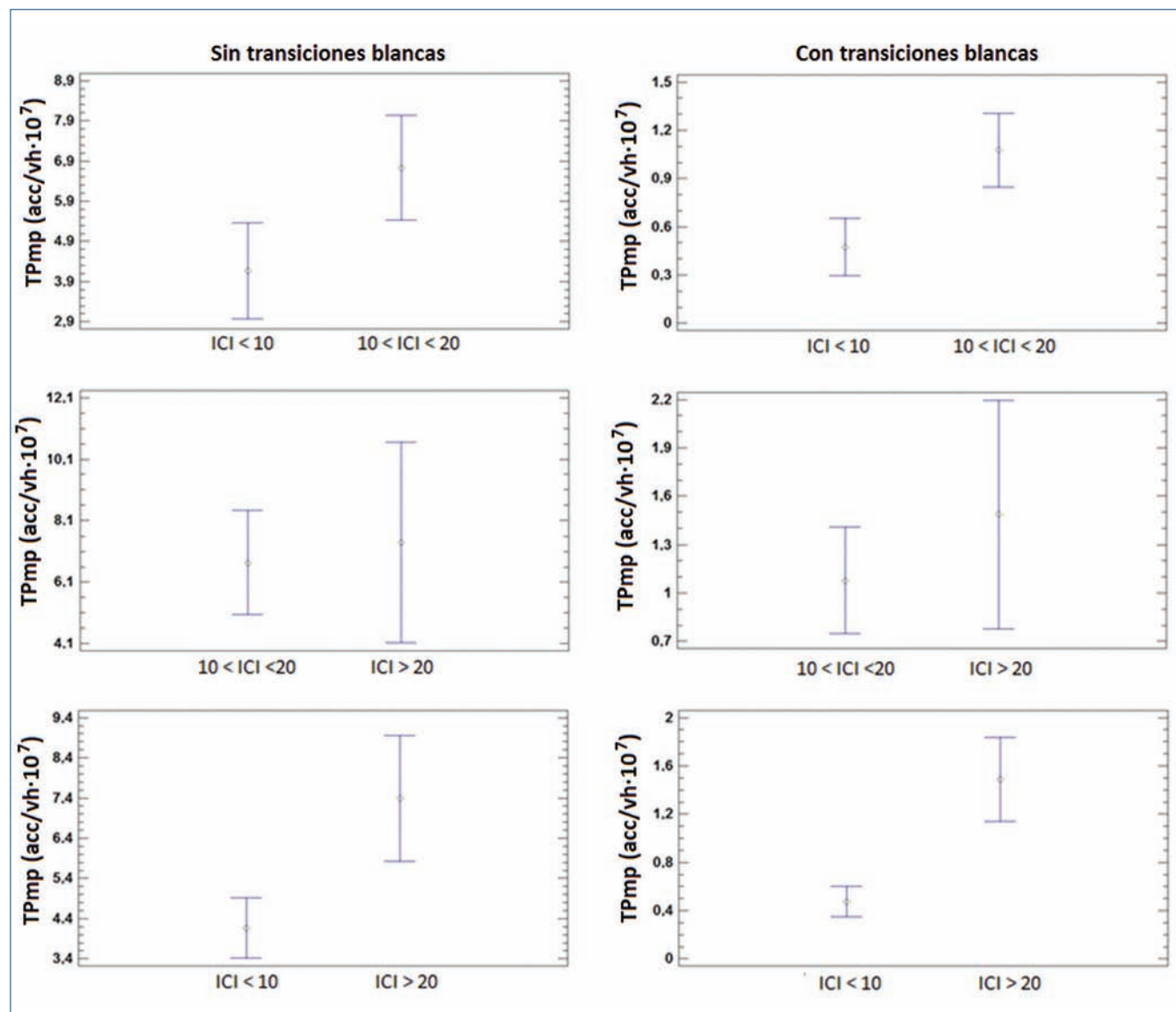


Figura 7. Intervalos LSD (95 %) para la determinación de los umbrales del modelo.

6. Validación

La validación del modelo propuesto para la evaluación de la consistencia del diseño geométrico se llevó a cabo mediante su aplicación a 20 tramos de carretera convencional, en los que se encontraban 370 transiciones recta-curva. En esta validación se utilizaron perfiles de velocidad empíricos obtenidos a partir de la metodología de toma de datos desarrollada por Pérez-Zuriaga et al. (14). Esta metodología permite recoger datos de conductores voluntarios, a los que se les pregunta si desean colaborar en la investigación, mientras circulan por el tramo seleccionado para llevar a cabo las observaciones; así hasta completar la muestra de tramos de carretera convencional. Los datos son recogidos mediante pequeños dispositivos GPS instalados en los propios vehículos de los voluntarios, quienes, a raíz de los resultados, se puede asumir que no están sesgados por el método de toma de datos (14).

Como se esperaba, las transiciones recta-curva identificadas como inconsistentes por el modelo ICI presentaron una mayor concentración de accidentes que el resto de transiciones del mismo tramo de carretera. La Figura 8 muestra la evaluación de consistencia en uno de los tramos de carretera y la localización de sus accidentes.

Con el fin de mejorar el análisis de validación, se desarrolló un gráfico comparando el ICI con la tasa de peligrosidad media ponderada (Figura 9), incluyendo todas las transiciones localizadas en los 20 tramos de carretera utilizados en el proceso. Las columnas azules se corresponden con la TPmp calculada a partir de todas las transiciones y las rojas con la TPmp calculada considerando únicamente las transiciones con accidentes con víctimas.

La Figura 9 muestra una tendencia creciente de la tasa de peligrosidad media ponderada con la diferencia entre la velocidad de operación inercial y la velocidad de operación. De hecho, las diferencias de TPmp entre los distintos intervalos de los valores de ICI son incluso mayores que las observadas durante el proceso de calibración. Estos puntos de inflexión se corresponden claramente con los umbrales identificados en el modelo de consistencia propuesto anteriormente.

7. Conclusiones

Los accidentes de tráfico son uno de los problemas más importantes en nuestra sociedad. Según diversas investigaciones, el factor infraestructura está detrás del 30 % de los accidentes que tienen lugar en carreteras convencionales. De hecho, los accidentes tienden a concentrarse en determinados tramos de carretera, jugando las características de la carretera un papel muy importante. Además, las transiciones recta-curva son consideradas como los puntos más conflictivos ya que más del 50 % de los accidentes tienen lugar en ellas.

Con el fin de mejorar el diseño geométrico de carreteras y la evaluación de la seguridad vial, este artículo presenta un nuevo modelo de consistencia del diseño geométrico para la evaluación de la calidad de las transiciones recta-curva en carreteras convencionales. El modelo propuesto está basado en la hipótesis de que la consistencia del diseño puede definirse como la diferencia entre las expectativas de los conductores y el comportamiento de la carretera.

El comportamiento de la carretera en un punto puede estimarse por medio de la velocidad de operación en ese punto, mientras que las expectativas

de los conductores se pueden estimar por la velocidad de operación inercial, definiéndose como la media móvil de la velocidad de operación durante los 1.000 metros anteriores. La diferencia entre ambos parámetros, llamada Índice de Consistencia Inercial (ICI), se ha convertido en una nueva herramienta para la evaluación de la consistencia del diseño geométrico de carreteras y pretende reflejar mejor las expectativas ad hoc de los conductores.

El ICI y los umbrales de consistencia asociados fueron desarrollados estudiando los perfiles de velocidad de operación de 44 tramos de carretera convencional, teniendo en cuenta ambos sentidos de circulación, que incluían 1.686 transiciones recta-curva. Se calculó la diferencia entre la velocidad de operación inercial y la velocidad de operación en el punto de inicio de la curva de cada transición, para, posteriormente, evaluar la relación entre estos resultados y la tasa de peligrosidad asociada desde 2001 a 2010. Esta relación puso de manifiesto que un alto ICI está asociado a una alta probabilidad de accidente.

Adicionalmente, se llevó a cabo un análisis gráfico y estadístico para establecer los umbrales del modelo de consistencia. De acuerdo con este análisis, la consistencia de una transición recta-curva puede considerarse buena si su ICI es menor de 10 km/h, media si se encuentra entre 10 km/h y 20 km/h, y pobre si es mayor de 20 km/h.

El modelo de consistencia propuesto fue validado mediante su aplicación a los perfiles de velocidad de operación empíricos de 20 tramos de carretera, que incluían 370 transiciones recta-curva. Los valores de ICI obtenidos se correlacionaron con el número de accidentes registrados en las transiciones estudiadas, validando las hipótesis y los resultados anteriores.

Tabla 2. Umbrales para la evaluación de la consistencia del diseño geométrico para el modelo inercial propuesto.

Buena	Media	Pobre
$V_{85\text{inercial}} - V_{85} \leq 10 \text{ km/h}$	$10 \text{ km/h} < V_{85\text{inercial}} - V_{85} \leq 20 \text{ km/h}$	$V_{85\text{inercial}} - V_{85} > 20 \text{ km/h}$

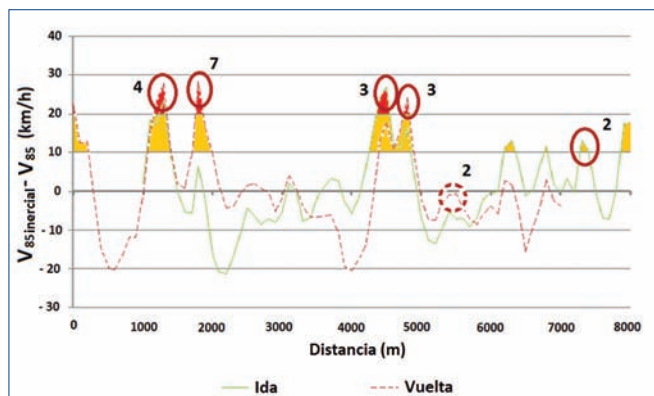


Figura 8. Ejemplo de identificación de inconsistencias y localización de accidentes de un tramo de carretera de la validación.

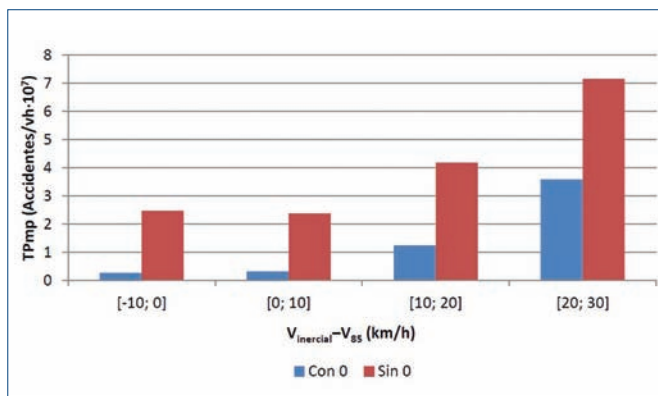


Figura 9. Tasa de peligrosidad media ponderada vs ICI (intervalos de 10 km/h) para la validación.

8. Agradecimientos

Los autores quieren agradecer a la Conselleria d'Infraestructures, Territori i Medi Ambient de la Generalitat Valenciana, y al Área de Carreteras de la Diputación de Valencia por el apoyo prestado en la recogida de datos y por la información proporcionada.

Asimismo, quieren destacar que la toma de datos continuos de velocidad se llevó a cabo dentro del proyecto REVEL – Una Metodología para la Revisión de los Límites de Velocidad, cuyo número de referencia es PT-2006-031-25 IAPP, gracias a la subvención parcial recibida del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (Ministerio de Fomento).

9. Referencias Bibliográficas

- [1] Treat, J.R., Tumbas, N.S., McDonald, S.T., Shinar, D., Hume, R.D., Mayer, R.E., Stansifer, R.L. y Castellán, N.J. Tri-level study of the causes of traffic accidents: Final report – Executive summary. Bloomington. Institute for Research in Public Safety, 1979. [REPORT No. DOT-HS-034-3-535-79-TAC(S)].
- [2] Ng, J. C. W. y Sayed, T. Effect of Geometric Design Consistency on Road Safety. Canadian Journal of Civil Engineering, Vol. 31, No. 2, 2004, pp. 218.
- [3] Awata, M. y Hassan, Y. Towards Establishing an Overall Safety-Based Geometric Design Consistency Measure. 4th Transportation Specialty Conference of the Canadian Society for Civil Engineering, 2002.
- [4] Gibreel, G. M., Easa, S.M., Hassan, Y. y El-Dimeery, I.A. State of the Art of Highway Geometric Design Consistency. Journal of Transportation Engineering, Vol. 125, 1999, pp. 305-313.
- [5] Cai, H. y Rasdorf, W. (2008). "Modeling Road Centerlines and Predicting Lengths in 3-D Using Lidar Point Cloud and Planimetric Road Centerline Data". Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering, Vol. 23, pp. 157-173.
- [6] Lamm, R., Choueiri, E. M. y Maillaender, T. Traffic safety on two continents—a ten year analysis of human and vehicular involvements. Proceedings of the Strategic Highway Research Program (SHRP) and Traffic Safety on Two Continents, 1992, pp. 18–20.
- [7] Kanellaidis, G., Golias, J., y Efstathiadis, S. Driver's speed behaviour on rural road curves. Traffic Engineering and Control, Vol. 31(7/8), 1990, pp. 414–415.
- [8] Elamm, R., Psarianos, B. y Maillaender, T. Highway design and traffic safety engineering handbook. McGraw-Hill Companies, Inc., 1999.
- [9] Hassan, Y. Highway Design Consistency: Refining the State of Knowledge and Practice. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, Vol. 1881, 2004, pp. 63-71.
- [10] Polus, A. y Mattar-Habib, C. New Consistency Model for Rural Highways and its Relationship to Safety. Journal of Transportation Engineering, Vol. 130(3), 2004, pp.286-293.
- [11] Camacho-Torregrosa, F. J., Pérez-Zuriaga, A. M., Campoy-Ungria, J.M, y García García, A. New Geometric Design Consistency Model Based on Operating Speed Profiles for Road Safety Evaluation. Accident, Analysis and Prevention, accepted DOI: 10.1016/j.aap.2012.10.001, 2012.
- [12] Lee, S., D. Lee, y J. Choi. Validation of the 10 MPH Rule in Highway Design Consistency Procedure. Proc., 2nd International Symposium on Highway Geometric Design, Mainz, Germany, 2000, pp. 364–376.
- [13] Cafiso, S. Experimental Survey of Safety Condition on Road Stretches with Alignment Inconsistencies. Proc., 2nd International Symposium on Highway Geometric Design, Mainz, Germany, 2000, pp. 377–387.
- [14] Pérez-Zuriaga, A.M., García García, A., Camacho-Torregrosa, F.J. y D'Attoma, P. Modeling operating speed and deceleration on two-lane rural roads with global positioning system data. Transportation Research Record Vol. 2171, 2010, pp.11-20. ❖

Los materiales compuestos como solución de reparación de puentes existentes de hormigón estructural



The composite materials as a solution for repairing the existing structural concrete bridges

Miguel A. Vicente Cabrera

*Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Profesor Titular de Universidad. Dpto. Ingeniería Civil.
Universidad de Burgos*

Alfonso García Puertas

*Ingeniero especialista en reparación, refuerzo
y protección de estructuras de hormigón.
Director General de EN 1504 Consulting Tres Olivos S.L.*

Resumen

Los materiales compuestos suponen, en la actualidad, una solución muy interesante para el refuerzo de estructuras de hormigón. Sus ventajas son muchas, tanto desde el punto de vista estructural como del coste global de la operación.

Sin embargo, la ausencia de guías y recomendaciones españolas, que ayuden a los ingenieros en el diseño y cálculo de la solución reforzada lleva a que muchos de ellos opten por soluciones de reparación tradicionales (centradas fundamentalmente en el acero), con todos los inconvenientes que ello acarrea.

En el presente documento se expone, de forma muy general, los aspectos más interesantes de los refuerzos de estructuras de hormigón con materiales compuestos, tanto desde el punto de vista del material que constituye el refuerzo, como del cálculo estructural y de los procedimientos de ejecución.

PALABRAS CLAVES: materiales compuestos, FRP, puentes.

Abstract

At present, composite materials represent a very interesting solution for the reinforcement of concrete structures. Its advantages are many, from the structural point of view as well as from the overall cost of the operation.

However, the lack of guidelines and recommendations in Spain, to assist engineers in the design and calculation of reinforced solution means that many of them opt for traditional repair solutions (mainly focused on steel), with all the disadvantages this may entail.

This document presents, in a general sense, the most interesting aspects of the reinforcement of concrete structures with composite materials, from the point of view of the material constituting the reinforcement, and as well as from the structural design and execution procedures.

KEY WORDS: : composite materials, FRP, bridges

1. Introducción

Aunque es bien sabido que las estructuras de hormigón presentan una buena respuesta frente al envejecimiento, no es menos cierto que, durante la vida útil de una estructura, ésta pasa por innumerables situaciones que pueden llevar a la necesidad de realizar algún tipo de intervención o reparación.

Suele ser habitual que, por causas diversas, el proceso de envejecimiento de la estructura se acelere con respecto a lo proyectado en su momento. Es decir, los fenómenos de carbonatación primero y corrosión después puedan provocar, antes de lo previsto, una reducción de la capacidad mecánica de la estructura.

También ocurre, con más frecuencia de lo deseable, el choque de vehículos rodantes contra elementos estructurales, provocando la pérdida parcial de hormigón y, eventualmente de acero; y en consecuencia una brusca reducción de la capacidad portante de la estructura.

Otras veces, los cambios de uso de la estructura (más habitual en edificación, aunque también

puede ocurrir en obra civil) hacen que ciertos elementos estructurales se queden en situación de "fuera de servicio".

En todos estos casos se hace necesario el refuerzo de la solución existente, con el fin de satisfacer nuevamente las demandas asociadas a su uso. En general el refuerzo de estructuras existente es más barato que la demolición y ejecución de una estructura nueva (amén de otras consideraciones relacionadas con su explotación).

Históricamente, los refuerzos en estructuras de hormigón han sido complejos. Los métodos tradicionales de refuerzo son la aplicación de hormigón proyectado con incorporación de armadura supletoria, la incorporación de nuevas armaduras por ranurado del hormigón, el postesado exterior, la colocación de elementos auxiliares de soporte y, principalmente, el pegado de chapas de acero para incrementar la capacidad a cortante y flexión.

La adición de platabandas de acero ha sido ampliamente usada por su relativa sencillez frente a los otros métodos mencionados, pero tiene limitaciones significativas.

Desde hace más de 20 años se llevan aplicando con éxito en todo

el mundo el refuerzo de estructuras de hormigón utilizando materiales compuestos. Los primeros trabajos se llevaron a cabo en Lucerna (Suiza) en el año 1991 (figura 1), en el puente de Ibrach. En este caso se utilizó un refuerzo longitudinal de fibra de carbono. En España, los primeros trabajos son del año 1996 (Puente del Dragón, Barcelona).

En la actualidad existe ya gran experiencia, tanto nacional como internacional (figura 2), en la utilización de materiales compuestos para el refuerzo de puentes de hormigón, lo que convierte a esta tecnología en una solución consolidada. Además, existe gran número de normas y publicaciones internacionales [1 a 9] que avalan su uso y definen los protocolos de cálculo.

Sin embargo en España su uso no está todo lo extendido que debería, comparativamente con los países de nuestro entorno. Una de las causas es la ausencia de guías de aplicación editadas en español, que ayuden a los ingenieros encargados de los proyectos de reparación en su utilización.

2. El refuerzo con materiales compuestos

El material compuesto es todo sistema o combinación de materiales constituido a partir de una unión de dos o más componentes, que da lugar a uno nuevo con propiedades características específicas, no siendo estas nuevas propiedades ninguna de las anteriores. Desde el punto de vista que nos ocupa, el objetivo del nuevo compuesto estructural es conseguir un sistema material cuyo comportamiento mecánico y propiedades sean superiores a los materiales que lo constituyen cuando actúan independientemente.

En el material compuesto se pueden distinguir dos fases: una continua, constituida por la matriz, y otra fase discontinua, denominada



Figura 1. Puente de Ibrach, en Lucerna.



Figura 2. Ejemplo de refuerzo con materiales compuestos.



Figura 3. Formatos realizados en materiales compuestos.

refuerzo. Los componentes de un material compuesto no deben disolverse ni fusionarse completamente unos con otros. La identificación de los materiales y la de su interfase debe ser posible de distinguir por medios físicos.

Las propiedades del nuevo material compuesto dependen, de las características de los componentes, propiedades geometría y distribución de las fases.

Los materiales utilizados para la matriz son muy variados, distinguiendo tres grandes grupos: matrices metálicas, matrices cerámicas y matrices poliméricas. Asimismo, dentro de cada grupo, el número de materiales a emplear puede ser muy numeroso. La matriz que más habitualmente se emplea para la generación de los materiales compuestos es la matriz polimérica y dentro de este grupo las resinas epoxi son las más comunes.

Por su parte, el refuerzo puede ser con fibra continua, con fibra discontinua o con partículas. Los materiales que constituyen el refuerzo pueden ser muy variados. Además, es posible desarrollar materiales compuestos en los que se combinen más de una familia de refuerzos (por ejemplo, refuerzo con fibras y con partículas, etc). Las fibras que habitualmente se emplean como sistema de refuerzo de los materiales compuestos son la fibras de carbono en la mayoría de los casos de refuerzo de estructuras de hor-

migón y puntualmente las fibras de aramida para resolver problemas puntuales sobre de origen sísmico o explosivo.

Obviamente, la multitud de combinaciones posibles de matriz y refuerzo dota a los materiales compuestos de una versatilidad de la que carece cualquier otra solución de refuerzo (figura 3). En función de las necesidades específicas requeridas, es posible encontrar una combinación matriz – refuerzo que la satisfaga. Esta es, sin duda, una de sus mayores ventajas a la hora de utilizarla como solución de refuerzo y reparación de estructuras.

Otra de sus ventajas competitivas es el coste. Si bien el coste de material suele ser muy superior al de otra solución de refuerzo, el coste global de la reparación suele ser significativamente menor. Para ello es necesario tener en cuenta, dentro de los costes de reparación, los siguientes aspectos:

1. Coste de material. Aunque el coste unitario suele ser mayor en los materiales compuestos que en las soluciones convencionales, habrá que valorar la eficiencia estructural de una y otra solución y, en consecuencia, la cantidad de material necesario en uno u otro caso.
2. Coste de ejecución, que incluye el coste de los equipos auxiliares, etc. En general, los materiales compuestos suelen ser más ligeros que los refuerzos

convencionales (con chapa de acero, por ejemplo), por lo que los equipos auxiliares suelen ser menores y, en consecuencia, más baratos.

3. Tiempo de ejecución, que se traduce directamente en coste. En general, las reparaciones con materiales compuestos suele ser más rápidas.
4. Interferencia en el uso de la infraestructura. En ciertas situaciones el refuerzo con materiales compuestos permite mantener en servicio la estructura, con todas las implicaciones para el usuario que ello conlleva.

Quizá uno de sus puntos débiles, al menos hasta la fecha, es la ausencia de guías específicas en español para el cálculo y la ejecución de refuerzos con materiales compuestos. A nivel internacional existe abundante normativa y guías de aplicación. Sin embargo en España no es todo lo habitual que sería deseable la utilización de normativa o guías internacionales (mayoritariamente en inglés) cuando existen lagunas nacionales.

En este sentido, en los últimos años, la Asociación Técnica de la Carretera, a través del Grupo de Trabajo de Materiales Compuestos, perteneciente al Comité de Puentes ha llevado a cabo un trabajo intenso de recogida de toda la amplia información internacional existente, así como de síntesis, armonización y adaptación de la

misma a la normativa nacional, con objeto de desarrollar una guía de utilización de los materiales compuestos como solución de reparación de los puentes existentes de hormigón.

El objetivo de la citada guía, que será publicada en breve por Asociación Técnica de la Carretera, tiene por objeto servir de documento de referencia en España para el diseño y cálculo de proyectos de reparación de puentes de hormigón mediante la utilización de materiales compuestos.

3. El cálculo de la solución reforzada

El cálculo de la solución reforzada tiene por objeto comprobar que, bajo la nueva configuración estructural, la solución cumple con los coeficientes de seguridad recogidos en la normativa.

En este sentido cabe destacar que, la presencia del refuerzo en la estructura no modifica su naturaleza estructural esencial, y, en consecuencia, la normativa de referencia para ella. Es decir, la comprobación de la seguridad estructural de un puente de hormigón reforzado con materiales compuestos seguirá, en esencia, la misma normativa (con los matices que veremos a continuación) que un puente de hormigón estructural no reforzado, es decir:

1. La estimación de las cargas y sus combinaciones de acciones se realizará acorde con la normativa general de acciones en vigor (IAP, IAPF, Eurocódigo 1, etc)
2. La estimación de la seguridad estructural se realizará siguiendo el guion general de la normativa específica de hormigón (EHE, Eurocódigo 2, etc).

Obviamente, la presencia de un nuevo elemento resistente, como es el material compuesto, introduce unas correcciones en la formulación que es necesario conocer.

BASES GENERALES DE CÁLCULO

Se reconoce el Método de los Estados Límite como único protocolo válido para comprobar la seguridad estructural de las estructuras reforzadas con materiales compuestos.

Se define Estado Límite como aquella situación frontera tal que si se supera, puede considerarse que la estructura no cumple alguna de las funciones para las que ha sido proyectada. Esencialmente, esos "no cumplimientos de función" pueden atender a tres naturalezas diferentes:

1. Falta de equilibrio o colapso de todo o parte de la estructura.
2. Fallos en la funcionalidad, apariencia, confort, etc.
3. Envejecimiento prematuro.

En este sentido, los Estados Límite se clasifican en tres grandes grupos:

1. Estados Límite Últimos. Se definen como aquellas situaciones frontera tal que si se supera, puede considerarse que la estructura pierde el equilibrio o bien se produce una rotura, total o parcial.
2. Estados Límite de Servicio. Se definen como aquellas situaciones frontera tal que si se supera, puede considerarse que la estructura presenta deficiencias en términos de funcionalidad (fisuración inasumible, deformación excesiva, vibraciones inadecuadas, etc).
3. Estado Límite de Durabilidad. Hace referencia a aquellas situaciones tal que si se incumple, no se alcanza la vida útil de proyecto.

Para el caso de las estructuras de hormigón reforzadas con materiales compuestos, los estados límite últimos a considerar son todos los recogidos en la normativa específica de estructuras de hormigón (EHE, Eurocódigo 2, etc), más dos siguientes estados límite últimos adicionales:

1. Estado Límite Último de agotamiento por Deslaminación.
2. Estado Límite Último de Confinamiento.

Para este mismo caso, los estados límite de servicio a considerar son todos los recogidos en la normativa específica de estructuras de hormigón.

Desde el punto de vista de cálculo, en algunos de los estados límite últimos no existe diferencia entre una estructura de hormigón y una estructura de hormigón reforzada con materiales compuestos; y por el contrario, existen otros estados límite últimos en los que las diferencias son muy notables.

En la guía de aplicación anteriormente mencionada se hace un repaso profundo a todos los estados límite recogidos en la normativa, analizando para cada uno de ellos las modificaciones que introduce la presencia del refuerzo.

Desde el punto de vista de la estrategia de cálculo, si bien la normativa obliga a cumplir todos los estados límite, no todos ellos son igual de restrictivos, desde el punto de vista de diseño de la solución. Esto también ocurre en hormigón estructural no reforzado (y así, por ejemplo, en hormigón armado los cálculos se inician por los estados límite últimos y se concluyen por los estados límite de servicio; mientras que en hormigón postesado el proceso de cálculo es al revés).

Para el caso de las soluciones de hormigón reforzadas, el cálculo debe comenzar, necesariamente, por la verificación de la situación accidental. De acuerdo con la normativa internacional, se ha de considerar una combinación de cargas accidental que deberá ser resistida, necesariamente, por la estructura no reforzada. Esta hipótesis de cálculo tiene por objeto preservar a la estructura de cualquier accidente o sabotaje que pueda sufrir durante su vida útil y que tenga como consecuencia una rotura o un despegue del refuerzo.

En el caso de que la estructura sin reforzar no supere esta primera situación de cálculo, la solución de refuerzo con material compuesto no es viable.

A continuación se procederá a evaluar los estados límite de servicio. En este punto nos podemos encontrar con dos situaciones.

1. La estructura sin reforzar cumpla con los estados límite de servicio. En este caso, se pasa al punto siguiente.
2. La estructura necesita refuerzo para superar algún estado límite de servicio. En estos estados la efectividad del refuerzo suele ser baja, por lo que la cuantía de refuerzo será elevada.

Finalmente se procederá a evaluar los estados límite últimos. En muchos casos, los pasos anteriores no han requerido refuerzo con material compuesto, por lo que son los estados límite últimos los que condicionan el refuerzo. Pero en otros casos, del paso anterior ya se ha requerido refuerzo con material compuesto. En estas situaciones, en general, los requerimientos en estado límite último suelen ser menores.

Mención aparte requiere el Estado Límite Último de Confinamiento (figura 4). En realidad no se trata de un estado límite último sino de una solución estructural (aunque toda la bibliografía lo trata como estado límite último). El objetivo estructural es mejorar la capacidad mecánica a compresión de aquellos elementos sometidos a esfuerzos dominantes de compresión, mediante el zunchado perimetral con material compuesto.

4. Recomendaciones constructivas

En general, desde el punto de vista de ejecución, la técnica de refuerzo consiste en el pegado del material compuesto a la estructura existente mediante la adhesión química del mismo al soporte a reforzar, previa la preparación del soporte para garantizar la perfecta adherencia entre la superficie y el material compuesto diseñado para la operación de refuerzo de la estructura de hormigón.

Actualmente, los formatos más comunes de las fibras de carbono o de aramida son los llamados laminados y las hojas o tejidos de fibras. Dentro de los laminados se emplean dos sistemas de aplicación, el tradicional mediante el encolado (figura 5) y el más vanguardista y en proceso de investigación el NearSurfaceMounted (NSM) o Cut-In (figura 6), que consiste en la inserción del laminado en una roza lineal adherida mediante un adhesivo epoxi. Por otra parte los sistemas de aplicación de refuerzo con hojas o tejidos (figura 7) tienen el mismo fundamento que los sistemas de encolado con laminados, con la singularidad de ejecutar "in situ" la matriz del material compuesto, generalmente con resinas epoxi y con la particularidad de su capacidad para adaptarse a las diferentes formas geométricas de la estructura.

El proceso de ejecución del sistema del laminado por encolado (figura 8), el sistema de hojas o tejidos de fibras (figura 9) y el NSM son relativamente sencillos. Sin embargo, cabe destacar que la solución diseñada es altamente sensible al proceso de ejecución, de tal modo que si la ejecución no es correcta, la solución proyectada puede no funcionar.

Durante el cálculo de la solución reforzada se asumen un buen número de hipótesis que es necesario garantizar en obra. Por ejemplo, la correcta ubicación geométrica del refuerzo, su orientación, la adherencia con la estructura existente, etc.

Se trata de una problemática análoga a lo que ocurre con las soldaduras en elementos metálicos, o con el postesado en elementos de hormigón estructural. Es sabido que una incorrecta ejecución de una soldadura puede llevar al colapso a una metálica; y lo mismo ocurre con un postesado incorrectamente ejecutado.

En los casos anteriormente citados, las empresas que llevan a cabo



Figura 4. Confinamiento de un pilar.

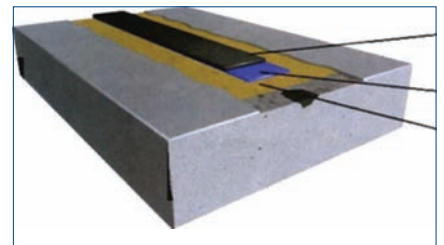


Figura 5. Refuerzos con laminados.

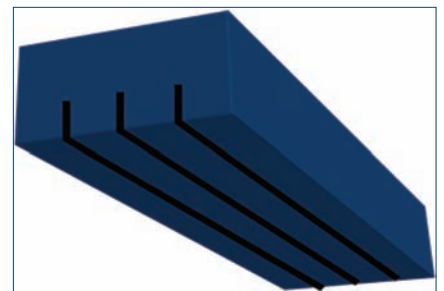


Figura 6. Refuerzo NSM o Cut-it.

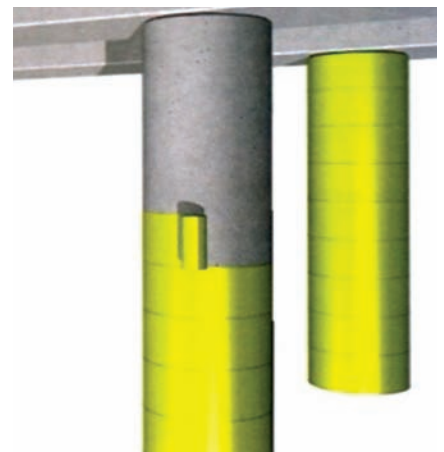


Figura 7. Refuerzo con hojas o tejidos.



Figura 8. Refuerzo con laminados.



Figura 9. Refuerzo con hojas o tejidos.

dichas operaciones están acreditadas y sus técnicos y operarios homologados a nivel individual para llevar a cabo las tareas encomendadas.

En ese sentido, entendemos que es muy importante que las empresas que se dedican a las operaciones de refuerzo con material compuesto estén acreditadas según ISO-EN-UNE 17024, por una empresa externa que certifique que aquellas personas (técnicos y operarios) que participen en el proceso de ejecución del refuerzo estén formados y tengan los conocimientos suficientes para realizar el trabajo de forma correcta.

Las inversiones económicas necesitan de profesionales, ya sean técnicos o trabajadores, que conviertan en procesos y procedimientos de trabajo los planes de inversión con un riesgo mínimo para las mismas. A mayor experiencia y formación, menor incertidumbre. Este es el fin último de la certificación de personas en sistemas de refuerzo, conseguir que las personas incrementen sus conocimientos, destrezas y actitudes ante la ejecución de unos trabajos de tanta responsabilidad como es el refuerzo de estructuras mediante materiales compuestos.

Por otra parte, las empresas dedicadas a la supervisión de los trabajos (asistencias técnicas a la dirección de obra) deben tener conocimientos su-

ficientes en este campo, de tal forma que deben ser capaces de discernir que tolerancias de ejecución son asumibles y cuales no. En consecuencia entendemos que la formación también para estas empresas es altamente recomendable y necesaria.

5. Agradecimientos

Se quiere agradecer sinceramente, a todos los miembros del Grupo de Trabajo de Materiales Compuestos, por su encomiable esfuerzo y dedicación en la redacción de la guía anteriormente mencionada. Agradecer también al Comité de Puentes, por la confianza depositada en todos nosotros.

6. Referencias Bibliográficas

- [1] FIB - Bulletin 14 (2001). Externally bonded FRP reinforcement for RC structures. Technical Report, International Federation for Structural Concrete.
- [2] UNE EN 1504. Norma europea de reparación y protección del Hormigón
- [3] ACI 440.2R-02 (2002). Guide for the design and construction of externally bonded FRP systems for strengthening concrete structures. American Concrete Institute.
- [4] JCSE (2001). Recommendations

for upgrading of concrete structures with use of continuous fiber sheets. Concrete Engineering Series 41, Japan Society of Civil Engineers.

- [5] JBDPA (1999). Seismic retrofit design and construction guidelines for existing reinforced concrete buildings and steel encased reinforced concrete buildings using continuous fiber reinforced materials. Japan Building Disaster Prevention Association.
- [6] TR55 (2000). Design guidance for strengthening concrete structures using fiber composite materials. Technical Report No. 55 of the Concrete Society, UK.
- [7] TR57 (2003). Strengthening concrete structures with fiber composite materials: acceptance, inspection and monitoring. Technical Report No. 57 of the Concrete Society, UK.
- [8] ICE (2001). FRP composites – Life extension and strengthening of metallic structures. Design and practice guide of the Institution of Civil Engineers, UK.
- [9] ICBO (1997). Acceptance criteria for concrete and reinforced and unreinforced masonry strengthening using fiber-reinforced composite systems. International Conference of Building Officials Evaluation Service, Inc. ❖

Certificación e Inspectores de Puentes y Obras de Paso en Infraestructuras Lineales

La ATC certifica a los técnicos como Inspectores de Puentes y Obras de Paso en Infraestructuras Lineales

La Asociación Técnica de Carreteras, Comité Nacional Español de la Asociación Mundial de la Carretera (PIARC), certifica a los técnicos como Inspectores de Puentes y Obras de Paso en Infraestructuras Lineales, responsables de realizar las inspecciones principales en campo de carácter visual, redactar un informe de inspección y proponer un diagnóstico preliminar del estado del puente, que podrá venir complementado con estudios posteriores según la trascendencia de los daños.

Se pretende garantizar la homogeneidad y fiabilidad de los distintos procedimientos de evaluación de las condiciones de los puentes.

Esta certificación está especialmente indicada para técnicos pertenecientes a las empresas y Administraciones Públicas dedicadas a la gestión, conservación y explotación de las infraestructuras de carreteras. El perfil técnico adecuado para

técnico a certificar será de Máster Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, Ingeniero Civil así como de otros ingenieros, que desempeñen o vayan a desempeñar las funciones relacionadas con el mantenimiento y conservación de infraestructuras de carreteras o asimiladas.

Para obtener la certificación es necesario tener como mínimo 2 años de experiencia como inspector de obras de paso y / o estructuras de obra civil.

Por lo tanto el objetivo principal de la certificación de los inspectores de seguridad es:

Certificar como INSPECTORES DE PUENTES Y OBRAS DE PASO EN INFRAESTRUCTURAS LINEALES según la norma ISO/IEC FDIS 17024:2012.

La certificación de personas persigue aportar confianza en su competencia para realizar determinadas actividades, entendiendo por "competencia" en este contexto como el conjunto de conocimientos,



experiencia y habilidades requeridas y demostradas para el desarrollo eficaz de las tareas encomendadas.

El concepto de Certificación de Personas de acuerdo con la norma UNE-EN ISO/IEC 17024, al igual que otros esquemas de certificación supone el reconocimiento formal por una tercera parte independiente, del cumplimiento de un conjunto de requisitos, en este caso por parte de los profesionales.

En la página web de la ATC, se facilitan los siguientes documentos descargables:

- Díptico de Certificación de Inspectores de Puentes y Obras de Paso en Infraestructuras Lineales.
- Bibliografía Recomendada.
- Solicitud de Certificación CERINSEG.
- Metodología del examen de Certificación de Inspectores de Puentes y Obras de Paso en Infraestructuras Lineales y fechase

Durante el proceso de Certificación de Inspectores de Puentes y Obras de Paso en Infraestructuras Lineales, que realiza la Asociación Técnica de Carreteras, y una vez superada la fase documental, el candidato será convocado a una prueba, sobre el programa de conocimientos correspondiente a dicha certificación.

El examen consistirá en 25 preguntas tipo test, teórico-prácticas, que versarán sobre el procedimiento para la realización de inspecciones de puentes y obras de paso en infraestructuras lineales tal y como se describe en la "Guía para la realización de inspecciones principales de obras de paso en la Red de Carreteras del Estado" publicada en 2012 por la Dirección General de Carreteras, Ministerio de Fomento.

Próximas convocatorias:

- Jueves 11 de abril de 2013
- Jueves 25 de abril de 2013

Preguntas frecuentes

(Alfonso García Puertas)

Dada la reciente actualidad de la certificación de personas en sistemas, los lectores de Rutas se pueden hacer las siguientes preguntas:

¿Qué es la certificación en personas?

- Es un reconocimiento de las competencias del profesional, técnico o trabajador a nivel nacional o internacional, a través de una entidad independiente.
- Es una garantía para las Instituciones públicas ó privadas u otros organizaciones en cuanto a la competencia del personal laboral o técnico que trabaja para ellos.

Los técnicos interesados en obtener una certificación deberán:

Enviar la solicitud, modelo CERINSEG01, por correo postal, que podrán descargarse de la página web de la Asociación Técnica de Carreteras (www.atc-piarc.com), debidamente cumplimentada a la:

Secretaría de la Asociación Técnica de Carreteras
C/ Monte Esquinza, 24; 4º derecha, 28010 Madrid.
Teléfono 91 308 23 18

junto con los documentos necesarios para justificar el cumplimiento de los requisitos exigidos.

Los documentos que se deben incluir en la solicitud son:

- FOTOCOPIA DNI/PASAPORTE
- TITULACIÓN:
Fotocopia compulsada ante notario del título universitario correspondiente.
- EXPERIENCIA PROFESIONAL:
Certificado de empresa o empresas donde haya trabajado o colaborado, o bien curriculum certificado por la empresa, junto con informe de vida laboral expedido por la Tesorería General de la Seguridad Social. No se admite la autocertificación. Se recuerda que es necesario tener como mínimo 2 años de experiencia demostrada en inspección de puentes y/o en estructuras de obra civil.
- JUSTIFICANTE DE PAGO DE TARIFAS:
Justificante del pago de las tasas, según las tarifas en vigor.

- Es el proceso mediante el cual, una tercera parte independiente asegura que una persona cumple con unos requisitos específicos contenidos en un esquema de certificación.

¿Cuáles son los objetivos de la certificación de personas?

- Asegurar unos conocimientos, competencias, habilidades y experiencia a través de una entidad externa e independiente, con el objeto de ofrecer, a aquellas empresas o administraciones públicas que tienen la responsabilidad de contratar obras o servicios, unos trabajos acordes al plan establecido

en los pliegos de condiciones y contratos.

- Proporcionar a las empresas un elemento de confianza a través de un sistema que permita garantizar la capacitación laboral.
- Una oportunidad transparente y accesible a todos los empresarios para mejorar en su actividad diaria.
- Armonizar los perfiles profesionales.

¿Qué beneficios obtiene la persona certificada?

- Revalorización en el mercado. Garantía de competencias.
- Reconocimiento profesional a nivel europeo.
- Reciclaje de conocimientos.

¿Qué beneficios obtiene la empresa que apuesta por la certificación de personas?

- Confianza en la capacitación de las personas.
- Diferenciación a la hora de contratar.
- Ahorro en costes.
- Productividad desde el primer día. Incentivo para los empleados.

¿Qué beneficios obtienen las Instituciones públicas o privadas contratando empresas que tengan técnicos u operarios certificados en los sistemas que tiene contratar?

- Un seguro real de garantía de los trabajos realizados.
- La tranquilidad de una ejecución correcta.

- La confianza en los trabajos realizados. Ahorro de energía y tiempo en controlar los trabajos no ejecutados correctamente.

En definitiva, la certificación de personas en sistemas garantiza las competencias profesionales de las personas, mediante la comprobación de unos requisitos de formación, experiencia y habilidad, a través de un organismo independiente con el objeto de proporcionar al cliente un elemento de confianza y a la empresa un valor diferenciador en el mercado. Así podemos decir que:

- La certificación de personas garantiza que las personas disponen de unas competencias mínimas, avaladas por una entidad independiente a través

de un proceso de certificación adecuado e imparcial.

- La certificación contribuye a su desarrollo personal y profesional dándole la seguridad de poseer las pautas adecuadas para llevar a cabo su trabajo.
- Los profesionales certificados están siempre al día en cuanto a los nuevos conocimientos del mercado y estrategias de la empresa, disponiendo de las herramientas óptimas para la mejora continua.
- La empresa tendrá la confianza de que está contando con profesionales cualificados de los que obtendrá productividad desde el primer día.
- La certificación es un incentivo para sus empleados, al poner a su disposición una certificación reconocida a nivel nacional e internacional y avalada por un organismo externo.
- Las administraciones públicas y empresas privadas cuentan con personal especializado para ejecutar los trabajos específicos contratados.
- Las inversiones económicas necesitan de profesionales, ya sean técnicos o trabajadores, que conviertan en procesos y procedimientos de trabajo los planes de inversión con un riesgo mínimo para las mismas. A mayor experiencia y formación, menor incertidumbre. Este es el fin último de la certificación de personas en sistemas, conseguir que las personas incrementen sus conocimientos, destrezas y actitudes ante la ejecución de unos trabajos pre-determinados.

Para más información, consultar la página web de la Asociación Técnica de Carreteras:

www.atc-piarc.com

The screenshot shows the website of the Asociación Técnica de Carreteras (ATC). The page is titled 'Información general sobre Certificación'. It features a navigation menu on the left with options like 'ATC - AIPCR', 'Comités Técnicos', 'Jornadas / cursos', 'Certificación de personas', 'Noticias', 'Revista Rutas', 'Revista Rutas Digital', 'Publicaciones', 'Otros servicios', 'Contacto', 'Mapa del Sitio', and 'Nota Legal'. The main content area includes a banner for 'Certificación de Inspectores de Puentes y Obras de Paso en Infraestructuras Lineales' with a 'PRÓXIMAMENTE INSCRIPCIÓN ON-LINE' button. Below this, there is a section for 'Más información' and 'Documentos descargables' which lists documents of interest such as 'Díptico de Certificación de Inspectores de Puentes y Obras de Paso en Infraestructuras Lineales', 'Bibliografía Recomendada', and 'Solicitud de Certificación CERINSBB'. At the bottom, there is contact information for the ATC and the logo of the World Road Association (WRA).

Página web de la Asociación Técnica de Carreteras donde se refleja toda la información necesaria para la Certificación.



Innovar está en nuestros genes

En Repsol, la innovación forma parte de nuestra esencia. Por eso, en el Centro de Tecnología Repsol, dedicamos todo nuestro esfuerzo a la investigación y desarrollo de asfaltos que hacen nuestras carreteras más seguras, eficientes y sostenibles.



REPSOL

Inventemos el futuro

Cursos on-line de la Asociación Técnica de Carreteras

La Asociación Técnica de Carreteras lanza los primeros cursos on-line y continúa con la formación presencial



asociación técnica de carreteras
comité español de la asociación mundial de la carretera



Desde el pasado mes de enero, la Asociación Técnica de Carreteras (ATC – Comité Nacional Español de la Asociación Mundial de la Carretera – AIPCR/PIARC) ha puesto en marcha la posibilidad de realizar cursos online.

El primero de los cursos que ha lanzado en esta modalidad es el *Curso de experto profesional en pavimentos de obra civil*. Los Directores Técnicos del curso son: D. Javier Payán de Tejada González, Jefe del Servicio de Conservación y Explotación de Valladolid (Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento) y D. Adolfo Güell Cancela, Jefe de la Unidad de Carreteras del Estado en Orense

(Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento), como en la primera edición del curso.

Por otro lado, la ATC sigue potenciando la formación presencial, como muestra la segunda convocatoria para el Curso de Firmes, que ya se está preparando y tendrá lugar a partir del mes de mayo. Se impartirá en las aulas de la Asociación. Contará asimismo, con los mismos Directores Técnicos que el curso online.

El *Curso de experto profesional en pavimentos de obra civil* dura tres meses y equivale a 12 créditos ECTS (European Credit Transfer System). El alumno puede inscribirse directamente desde la página web de la ATC,

en la que encontrará el programa completo y los plazos de inscripción.

Asimismo, durante la duración del curso se abrirá un foro para que los estudiantes puedan intercambiar conocimientos y recibir más documentación relacionada. Finalmente, cuando termine el curso, los alumnos que hayan recibido una calificación positiva, podrán obtener el correspondiente certificado de aprovechamiento, emitido por el Comité Nacional Español de la Asociación Mundial de la Carretera, Asociación Técnica de Carreteras.

Potenciar la práctica

El campo de la ingeniería de firmes se encuentra actualmente apoyado por una gran base de conocimientos científicos, tecnológicos y normativos, pero existe, sin embargo, un cierto desconocimiento en cuanto a la aplicación práctica de esos conocimientos.

Tanto el curso online como el presencial que abarcan la temática de firmes están dirigidos a ingenieros con formación superior e ingenieros técnicos, interesados en la construcción de carreteras, aeropuertos u otras infraestructuras viarias.

Además tienen como objetivo que los alumnos consigan una visión clara de qué materiales se deben emplear, con qué medios y cómo aplicarlos




Página web de inicio de formación de la Asociación Técnica de Carreteras.



II CURSO DE FIRMES
MATERIALES, DISEÑO Y REHABILITACIÓN

Asociación Técnica de Carreteras
Comité Nacional Español de la
Asociación Mundial de la Carretera
mayo - junio / 2013


Organiza:

**CURSO DE EXPERTO EN
CONSERVACIÓN GEOTÉCNICA
DE OBRAS VIARIAS**

Asociación Técnica de Carreteras
Comité Nacional Español de la
Asociación Mundial de la Carretera
2013

Organiza:



para conseguir el mejor resultado, desde el punto de vista técnico y económico.

Para ello, se cuenta con expertos dedicados durante muchos años a la construcción de firmes desde distintas facetas: administración y empresa privada, normalización, tanto nacional como internacional e investigación.

En cuanto a la segunda convocatoria del curso presencial de firmes que la ATC está preparando se prevé, como en la primera edición del mismo el pasado otoño, que los profesionales traten el Mercado CE en firmes, fabricación, transporte y extendido de mezclas bituminosas y auscultaciones, entre otros temas, además de una visita a una planta de explotación de áridos.

Próximamente: Curso de Geotecnia

La considerable inversión en obras viarias (carretera y ferrocarril) que se ha hecho en España durante los últimos veinticinco años ha dado lugar a unas redes de comunicación del tipo

lineal de una gran importancia. Por ello, desde el primer momento, se ha tenido consciencia de la necesidad de su adecuado mantenimiento y/o conservación, a fin de que no se deteriore dicha red.

Como estas infraestructuras están directamente relacionadas con el terreno (terraplenes, desmontes, túneles, etc.) y el agua (erosión superficial en taludes, en pila de puentes, etc.), la Asociación Técnica de Carreteras ha considerado conveniente organizar el Curso de experto en conservación geotécnica de obras viarias, de 50 horas de duración.

En el temario está previsto que se aborden cuestiones como el reconocimiento geotécnico en obras viarias, una introducción a la estabilidad de Taludes, el riesgo sísmico a medio y largo plazo y ejercicios sobre drenaje, estabilidad de taludes, de reparación de túneles y de recalce. Incluye además un examen final que permite acreditar los conocimientos adquiridos, a efectos de poder expedir la titulación de "Experto".

Los profesionales a cargo de la coordinación y dirección técnica del curso son: D. Carlos Oteo Mazo, Presidente del Comité de Geotecnia Vial, de la Asociación Técnica de Carreteras; Dña. Belén Monercillo, Directora de la Asociación Técnica de Carreteras; D. Álvaro Parrilla Alcaide, Jefe de Área de Geotecnia (Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento) y D. Ángel Juanco (Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento).

El curso se dirige a todos los técnicos relacionados con los temas geotécnicos que lleva envuelto el tema de conservación y reparación de infraestructuras viarias: Ingenieros Técnicos, Licenciados en Ciencias Geológicas e Ingeniería Geológica, Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, etc.

Sobre éste y otros cursos además del resto de jornadas técnica que la Asociación Técnica de Carreteras prepare, se publicará la información correspondiente en la página web de la ATC.

<http://www.atc-piarc.com>



Jornada Técnica Adaptación de Sistemas de Contención a Puentes Existentes

Madrid / 21 de febrero de 2013
Colegio de I.C.C.y P. de Madrid

La Asociación Técnica de Carreteras (ATC – Comité Nacional Español de la Asociación Mundial de la Carretera, AIPCR/PIARC) celebró el pasado 21 de febrero de 2013 la primera Jornada Técnica del año: Adecuación de sistemas de contención a puentes existentes, que tuvo lugar en Madrid, en el Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

La jornada, como es habitual, fue inaugurada por el Presidente de la Asociación, D. Roberto Alberola, quien estuvo acompañado por D. Pedro Escudero (representante del Colegio de Ingenieros de Caminos) y D. Álvaro Navareño (Consejero Técnico

de la Subdirección de Conservación – Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento y Presidente del Comité de Puentes de la ATC). De hecho, D. Álvaro Navareño junto con D. Gonzalo Arias Hofman (Coordinador del Grupo de Trabajo Adecuación Sistemas de Contención a Puentes existentes, perteneciente al Comité de Puentes) fueron los Directores Técnicos de la jornada.

En el discurso inaugural que el Presidente de la ATC dirigió al auditorio hay que destacar la referencia que hizo a las novedades de la Asociación Técnica de Carreteras: “La ATC tiene entre sus principales misiones

favorecer la transferencia de tecnología. Así, desarrollamos congresos, jornadas como ésta, seminarios y cursos (tanto presenciales como online). La ATC acaba de comenzar con las certificaciones de personas y entre ellas, con lo primero que hemos comenzado este mismo mes ha sido la de Inspectores Principales de Puentes. La idea es continuar no sólo con ésta sino con otras más, en las que estamos trabajando, para ayudar a la formación”.

El siguiente en tomar la palabra fue D. Pedro Escudero, quien dio la bienvenida a la ATC por celebrar en el Colegio de Caminos su jornada

técnica y afirmó sobre ésta que era un tema muy querido: “Desde el Colegio mantenemos la línea de que en tiempos de escasez, hay que conservar lo que tenemos. Por otro lado, vuestro trabajo, vuestra jornada tiene calidad de conservación y está en la línea de mejorar la seguridad vial, que nos afecta a todos”.

Para concluir el acto de inauguración y dar paso después a la primera sesión, D. Álvaro Navareño se dirigió a los asistentes y tras agradecerles su presencia, como los anteriores, quiso agradecer también el trabajo realizado dentro del Comité de Puentes de la ATC: “Me gustaría destacar la ilusión que se ha puesto a la hora de realizar este trabajo, que ha durado dos años. Fruto de ese Grupo de Trabajo es el documento que se entrega hoy”. (D. Álvaro Navareño se refería al libro editado por la ATC y cuyo autor es precisamente el Grupo de Trabajo Adecuación de sistemas de contención a puentes existentes, perteneciente al Comité de Puentes, que él preside y al que había hecho mención en sus palabras. Este libro se entregó a los asistentes a la jornada, como parte de la documentación).

D. Álvaro Navareño continuó presentando el tema que los ponentes tratarían a lo largo del día: “se trata de un tema candente” –explicó, como demostraba el amplio número de asistentes- “que suscita inquietudes y que esperamos que sea de provecho”, afirmó el Presidente del Comité de Puentes. Asimismo, como ya había hecho D. Pedro Escudero, puso de manifiesto la importancia de la seguridad vial: “La carretera mueve aproximadamente el 85% del transporte interior de mercancías y cerca del 90-92% del transporte interior de viajeros. Esto significa que para cualquier movimiento que tengamos la carretera es fundamental. De lo que se va a hablar aquí es de seguridad vial, que nos afecta a todos. Por eso, quisiera destacar la importancia que tiene la jornada y no menospreciar la inversión en la Red de Carreteras.

Foro de profesionales

La jornada técnica se planteó para aquellos profesionales relacionados con los puentes, los sistemas de contención y la conservación y gestión de infraestructuras lineales. El objetivo era crear una especie de foro donde intercambiar conocimientos y opiniones entre expertos del sector de la fabricación de elementos de contención y del sector del proyecto, construcción y conservación de puentes así como de las administraciones o empresas concesionarias. Precisamente, dos de los profesionales que participaron en la jornada, D. Emilio Criado del Ministerio de Fomento y D. Sergio Corredor (Director de Simeprovi) comentaron este aspecto a Rutas, durante una pausa en las ponencias: “Lo más interesante

“La carretera mueve aproximadamente el 85% del transporte interior de mercancías y cerca del 90-92% del transporte interior de viajeros”, afirmó D. Álvaro Navareño

es eso, compatibilizar la visión de los fabricantes, que tienen que cumplir una normativa muy estrictas con la vida real, con lo que se encuentran los proyectistas al instalar un sistema de contención. Esta jornada para lo que viene bien es para poner



D. Pedro Escudero, D. Roberto Alberola y D. Álvaro Navareño, durante la presentación de la Jornada. FOTOGRAFÍA: M.J. Sánchez.



Asistentes de la jornada. FOTOGRAFÍA: M.J. Sánchez.

en contacto a ambas partes y poner soluciones a cada situación que se da en las carreteras. Como es el fruto del trabajo de un grupo formado dentro de la ATC, en el que han trabajado técnicos de todos los sectores, todos ellos han buscado soluciones a un problema particular”, afirmó D. Sergio Corredor.

Por su parte, D. Emilio Criado destacó cómo la temática de esta jornada técnica responde a una problemática existente: “La implantación de nuevos pretilos, con Marcado CE en estructuras existentes, que ha generado muchas dudas tanto a proyectistas como a directores de contratos, porque había problemas que no estaban resueltos del todo con la normativa.”

La causa por la que se creó el Grupo de Trabajo de Adecuación de sistemas de contención, en el seno del Comité de Puentes va en la línea de lo que apuntaba D. Emilio Criado: los nuevos avances normativos a nivel nacional y europeo obligan a emplear elementos y sistemas de contención más seguros, específicos y garantizados; por este motivo y ante la enorme casuística existente en puentes en servicio surgió el mencionado grupo de trabajo.

El documento que se presentó tiene como objetivo aclarar conceptos básicos, como la obligatoriedad de que los sistemas que haya que colocar dispongan del correspondiente marcado CE o la necesidad de que el tablero sea capaz de resistir las

solicitaciones, así como la forma de dar continuidad al sistema de contención fuera del puente. Se recoge así mismo una selección de casos y soluciones posibles

De la normativa a distintas experiencias con planes de contención

Tras el acto de inauguración, tuvo lugar la primera sesión de la jornada: La mejora de la seguridad vial en los puentes de carretera. Ésta comenzó tras la presentación que hizo D. Álvaro Navareño de D. Gonzalo Arias Hofman y de D. Emilio Criado, quien moderó las primeras ponencias del día.

El primero en hablar fue D. Sergio Corredor, quien trató la “Bibliografía y normativa de sistemas de contención para puentes de carretera”. En su ponencia, partió de la definición de pretil (Barreras de seguridad instaladas en el lateral de un puente, muro de sostenimiento o estructura similar en el que hay una caída vertical, que pueden incluir contención y protección adicional para peatones u otros usuarios de la carretera), para hablar después de la Norma UNE EN 1317, que define su comportamiento y la garantía que ofrece el Marcado CE.

A continuación, D. Emilio Criado presentó a Javier León de la empresa Fhecor, cuya ponencia fue “Propuesta de priorización para la adecuación de sistemas de contención”.

Tras una pausa, se reanudó la primera sesión con D. Luis Matute (Director General de Ideam) y la ponencia “El diseño del anclaje sobre tableros existentes”, seguido por D. Josep Antonijuan, de la empresa GLS; D. Alberto Mansilla (CIDAUT), quien expuso “Propuesta de ensayos para la validación de nuevos sistemas” y D. Antonio Amengual (Hiasa). Tanto D. Antonio Amengual como D. Josep Antonijuan se centraron en “El futuro de los sistemas de contención”.

Después de un coloquio entre los asistentes y los ponentes sobre los temas que se habían tratado y la pausa para comer, continuó la jornada técnica con la segunda sesión. Ésta tuvo como moderador a D. Gonzalo Arias Hofman.

El primero en tomar la palabra de esta segunda parte fue D. Valentín Aceña (Jefe de Oficina Técnica de Planificación y Actuación en Infraestructuras de la Diputación de Barcelona) que expuso “El plan estratégico de mejora de sistemas de contención en la Diputación de Barcelona”. En este caso D. Valentín Aceña explicó que desde la Diputación de Barcelona se está impulsando un programa de planificación de carreteras que no abarca únicamente las actuaciones de mejora de la red sino que incluye la planificación de todas las actuaciones de conservación extraordinarias. Dentro de este paquete de conservaciones extraordinarias se encuentran las mejoras de contenciones de puentes.



Asistentes a la jornada en uno de los descansos. FOTOGRAFÍA: M.J. Sánchez.



Mesa Redonda presidida por D. Roberto Llamas. FOTOGRAFÍA: M.J. Sánchez.

Por su parte, D. José Emilio Herrero (Oficina Técnica Ferrovial – Agromán) centró su ponencia también en experiencias en la adecuación de pretilos pero en este caso en el tramo 4 de la A-2 (entre Calatayud y Alfajarín). Más tarde, D. Carlos Llinás (Jefe de la Unidad de Carreteras del Estado en Segovia – Ministerio de Fomento) habló sobre la adecuación de sistemas en la RCE en Segovia.

Para terminar la jornada técnica tuvo lugar una Mesa Redonda moderada por D. Roberto Llamas (Unidad de Seguridad Vial – Dirección General de Carreteras del Ministerio

de Fomento) sobre la “Aplicación de la Seguridad Vial en los proyectos y las obras”. De ella formaron parte D. Roberto Llamas, D. Enrique Velasco (Abertis), D. José Manuel Simón Talerio (Torroja Ingeniería), D. Domingo García (Dragados) y D. Tomás Ripa (Socio-Director LRA Infraestructures Consulting). Las intervenciones dieron paso después a un breve coloquio, en el que se manifestaron diversas opiniones.

Finalmente, D. Álvaro Navareño y D. Gonzalo Arias Hofman clausuraron la jornada. Entre las conclusiones, destacaron la siguientes: la necesidad

del Mercado CE, que es un hecho en palabras de D. Gonzalo Arias Hofman y no un objeto de debate, así como el conflicto que genera el hecho de tocar o no la geografía (punto de fricción también a la hora de redactar el manual, según aclaró). Por último, D. Álvaro Navareño manifestó su satisfacción por el avance en este tema desde que se inició el trabajo hace dos años y su deseo de seguir en esta línea: “Ojalá dentro de dos años nos podamos sentar y cerrar las lagunas que están aún latentes e ir mejorando, en última instancia, la seguridad vial de nuestras carreteras”.

¿Qué le está pareciendo la jornada y el libro editado por la Asociación Técnica de Carreteras?

D. Josep Antonijuan: “Muy interesante. Hasta el momento ha sido muy amplia y en cuanto al libro, creo que está muy estructurado. Tiene aportes y soluciones”.

D. Gonzalo Arias Hofman: “Destacaría el interés de los ponentes. La jornada ha estado muy ordenada y se han respetado los tiempos. La participación es una muestra del interés que despierta esta jornada. Creo que con que se lancen 4 ideas que son la guía del documento, si las conseguimos transmitir es un buen resultado.”

ENTREVISTA: D. Gonzalo Arias Hofman Director Técnico de la Jornada

Cómo coordinador del Grupo de Trabajo sobre “Adecuación de sistemas de contención a puentes existentes” ¿qué ha pretendido con esta publicación?, ¿y con la jornada homónima que tendrá lugar el próximo 21 de febrero?

En la última década, en España y en Europa, la seguridad vial en la carretera se ha convertido en un tema de máxima actualidad y se han lanzado campañas específicas de mejora de la misma, con objeto de reducir la accidentalidad y gravedad de los accidentes que ocurren. En lo que respecta a los puentes, esto se ha traducido en un cambio en los requisitos exigibles a los sistemas de contención y,

también, en que muchas Administraciones han puesto en marcha planes de mejora de los sistemas de contención sobre las estructuras ya existentes, con un resultado muy dispar y, en ocasiones, no siempre acertado.

En este marco, en distintos eventos y foros técnicos dedicados a la seguridad vial y a las estructuras se apreciaba una carencia de documentos técnicos de consulta y referencia para tratar el problema específico de la actualización de los sistemas de contención en los puentes, puesto que la bibliografía existente, como las órdenes circulares del Ministerio de Fomento o las Normas UNE-EN, están muy orientadas a puentes de nueva ejecución.



D. Gonzalo Arias Hofman.

El documento que se publica ahora pretende ofrecer una visión global del problema, considerando las opiniones de los técnicos que deben gestionar las estructuras, los fabricantes de productos (sistemas de contención), el mundo universitario y las consultoras de ingeniería que desarrollan los proyectos. Hemos intentado cubrir ese vacío técnico al que he hecho mención.

No quiero dejar pasar esta oportunidad para agradecer sinceramente a los miembros que han formado parte del Grupo de Trabajo el esfuerzo que han realizado, las aportaciones tan valiosas que han realizado en un ejemplo de generosidad encomiable y la participación tan masiva que hemos tenido en las reuniones, a pesar de que muchos de ellos han tenido que realizar largos desplazamientos.

La jornada técnica tiene como objetivo animar el debate sobre la problemática de adecuar los sistemas de contención en puentes existentes, de tipologías, dimensiones, edades y materiales de lo más variopinto, además de servir como escaparate a la propia publicación.

¿Qué cree que aporta este libro al sector?

El libro realiza cuatro aportaciones novedosas: en primer lugar, sin que por ello sea la más relevante, propone una metodología de selección de los puentes que presentan una mayor carencia, desde el punto de vista de la seguridad vial, dentro de un conjunto de puentes numeroso, señalando aquellos casos que deben tratarse en primer lugar. Se trata de un tema importante dentro de la Gestión de puentes, en la que se trabaja con grupos muy amplios donde lo fundamental es saber priorizar y optimizar los recursos.

En segundo término, se propone un ensayo que permite obtener los esfuerzos máximos que un sistema de contención transmite a la base a



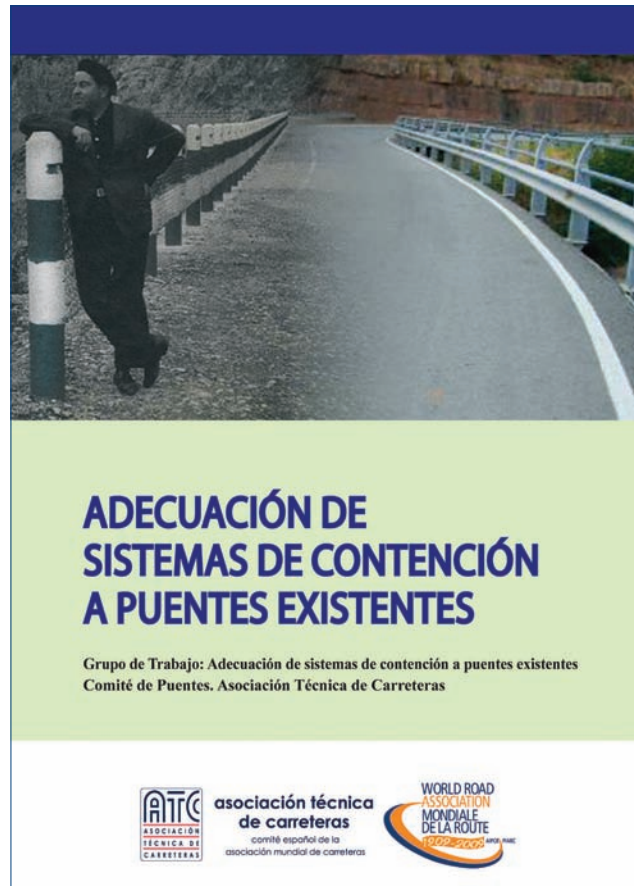
D. Gonzalo Arias Hofman en una de sus intervenciones. FOTOGRAFÍA: M.J. Sánchez.

la que está anclada, esto es, al tablero del puente. Se trata de un aspecto crucial, porque desde el 1 de enero de 2011 entró en vigor la obligatoriedad de que los sistemas de contención dispongan del correspondiente marcado CE y, entre otros requisitos, obliga al fabricante a facilitar dichos datos en la hoja de información del producto. Al no haber ensayo normalizado, los fabricantes no pueden aportar la información que están obligados a dar, creándose un círculo vicioso que sólo se puede romper con la normalización de un ensayo ad hoc. La propuesta realizada se ofrece por escrito en el documento, como borrador de una futura Norma y, además, ha sido comprobada mediante un ensayo a escala real realizado en mayo de 2010 en el laboratorio de CIDAUT, en Valladolid, al que asistió el Grupo de Trabajo en una de sus reuniones.

Como tercera aportación, quería resaltar el planteamiento que se realiza para abordar la modelización del tablero de un puente, en diferentes supuestos, y su correcto

dimensionamiento. Con los datos de esfuerzos que serían facilitados a partir de un ensayo como el ya comentado, en el proyecto de adecuación de sistemas de contención se podría dimensionar el tablero del puente como base que soporte los esfuerzos transmitidos. La premisa es que en caso de impacto el elemento dañado debe ser el sistema de contención, fácilmente sustituible, y no el tablero del puente, como sucede en ocasiones en la actualidad.

Finalmente, y no por ello menos importante, se ofrecen distintas soluciones a la diversidad de casos que se pueden plantear, definidas a nivel general y con comentarios acerca de determinados detalles, como los encuentros con las barreras en los accesos, las juntas de dilatación, etc. Un ejemplo particularmente novedoso es la solución propuesta para el anclaje de un sistema de contención en un puente de fábrica o directamente sobre un terraplén, cuando se debe prolongar artificialmente un pretil hasta lograr la longitud para la que fue ensayado.



Han colaborado en la edición de este libro “Adaptación de Sistemas de Contención a Puentes Existentes” las siguientes empresas:

- Asebal



- Getinsa



- Industrias Duero



- GLS



- Ferrovia Agroman



- Ineco



- Fhecor



- Ines



Jornada Técnica Últimas Tecnologías del Hormigón Aplicadas a las Carreteras



Valladolid / 6 de marzo de 2013
Consejería de Fomento y Medio Ambiente, Valladolid

D. Luis Alberto Solís, D. Roberto Alberola, el Excelentísimo Sr. Antonio Silván Rodríguez, D. José Luis Elvira y D. Jesús Díaz Minguela en la inauguración de la jornada. FOTOGRAFÍA: MJ Sánchez.

La Asociación Técnica de Carreteras (ATC – Comité Nacional Español de la Asociación Mundial de la Carretera- AIPCR / PIARC) celebró el pasado 6 de marzo en Valladolid, en el Salón de Actos de la Consejería de Fomento y Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León, la jornada técnica sobre Últimas tecnologías del hormigón aplicadas a las carreteras, inaugurada por el Excmo. Sr. Consejero de Fomento y Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León, D. Antonio Silván Rodríguez, durante la cual se expusieron las cualidades de los pavimentos de hormigón y las técnicas más modernas en el campo de los firmes rígidos.

Antes de inaugurar la jornada, D. Antonio Silván Rodríguez compareció ante los medios de comunicación y afirmó que el sector de la construcción de la infraestructura viaria se encuentra en permanente innovación, aplicando nuevas soluciones técnicas y nuevos recursos para hacer unas

carreteras económicamente más sostenibles, medioambientalmente más sostenibles y económicamente más seguras. Por ello, calificó la labor de la ATC como foro de transferencia tecnológica como fundamental: “Creo que jornadas como ésta y asociaciones que están vinculadas a la innovación, a la investigación, a la aplicación sobre el terreno de nuevas técnicas constructivas siempre hay que apoyarlas. Estos eventos, con ponentes de reconocido prestigio y larga experiencia, demuestran la fuerza de esta Asociación que desde Castilla y León apoyamos, animamos e impulsamos”.

El Consejero de Fomento y Medio Ambiente de Castilla y León enunció en la previa rueda de prensa las cualidades de las plataformas de hormigón, que los distintos ponentes desarrollaron durante la mañana, argumentando que se trata de una técnica sostenible como consecuencia de utilizar recursos naturales locales, prácticamente inagotables y su

capacidad para ser reciclable. El Consejero explicó además: “Para la producción del cemento se requiere poca energía en comparación con otras, por lo que se reducen también las emisiones de CO2. Desde el punto de vista económico, tiene una larga duración en el tiempo, tiene unos pequeños costes de mantenimiento y en este sentido, se convierte en un material plenamente adaptado a nuestras circunstancias económicas actuales. Por otro lado, responde a condiciones climatológicas adversas, es decir, a la lluvia y la nieve”.

Asimismo, el Consejero también afirmó que se está aplicando esta técnica en Castilla y León, que no es novedosa pero en los últimos años sí ha sufrido un parón. De hecho, mencionó la puesta en servicio de la carretera del puente de Toral de los Guzmanes, que recoge esta aplicación “para garantizar la sostenibilidad medioambiental y económica, calidad de vida y seguridad en el tráfico”.

Por último, D. Antonio Silván Rodríguez destacó la reducción de costes de mantenimiento que supone la utilización de pavimentos de hormigón, gran ventaja ante las actuales circunstancias económicas: “Por desgracia, hoy todas las Administraciones estamos recortando en recursos públicos para la construcción de nuevas carreteras, no así en la conservación”.

La labor de la ATC

Tras la rueda de prensa, el Consejero de Fomento junto al Presidente de la Asociación Técnica de Carreteras, D. Roberto Alberola, D. José Luis Elvira (Director Técnico de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento), D. Luis Alberto Solís (Director General de Carreteras e Infraestructuras de la Consejería de Fomento de Castilla y León) y D. Jesús Díaz Minguela (Director IECA Tecnología- Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones) inauguró la jornada. Tras dar la bienvenida a los asistentes, pasó la palabra al Presidente de la ATC, quien agradeció al Consejero y a la Consejería de Fomento y Medio Ambiente de Castilla y León la posibilidad de celebrar allí la jornada.

D. Roberto Alberola explicó que la misión fundamental de la ATC es la transferencia de tecnología, es decir, “queremos ser una plataforma que permita ese movimiento de tecnología de unos a otros, mediante jornadas como ésta, Congresos y los Comités Técnicos, que debaten a lo largo del año los temas que la Asociación Mundial de la Carretera considera que son importantes para el bien hacer de las carreteras. Recientemente además, la empresa Nacional de Acreditación nos ha nombrado empresa acreditada para poder certificar ciertos tipos de especialidades. Hasta ahora, hemos llevado a cabo la certificación de Inspectores de Puentes y estamos trabajando para certificar también la especialidad de Operadores de túneles”.

A continuación, el Director Técnico de la Dirección General de Carreteras



El Excelentísimo Sr. Antonio Silván Rodríguez acompañado por el Presidente de la ATC, D. Roberto Alberola. FOTOGRAFÍA: MJ Sánchez.



Asistentes de la jornada. FOTOGRAFÍA: MJ Sánchez.

del Ministerio de Fomento expresó su satisfacción “por encontrarme con una Administración amiga y afín tecnológicamente”. D. José Luis Elvira comentó cómo la Consejería de Castilla y León y la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento llevan muchos años trabajando juntas: “diseñamos un uso del cemento que nos pareció el más racional, posicionamos el cemento como elemento estructural dentro de nuestras capas de firmes, donde mejor valía desde el punto de vista económico y técnico”. Asimismo, D. José Luis Elvira animó al debate sobre “cómo nos ha ido” y el futuro de esta técnica.

El acto de apertura dio paso a las comunicaciones de los profesionales que participaron, bajo la dirección técnica de D. Jesús Minguela (Director

IECA Tecnología- Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones) y D. Adolfo Güell (Jefe de la Unidad de Carreteras del Estado en Orense – Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento). Así, a lo largo de la mañana se trató el “Comportamiento a largo plazo de los pavimentos de hormigón. La Y de Asturias”, a cargo del Ingeniero de Caminos D. Ignacio García – Arango o “Los pavimentos bicapa de nueva construcción”. Después de una pausa, los ponentes se centraron en “La conservación de los pavimentos de hormigón”, “Experiencias en capas estructurales de apoyo: estabilización de suelos marginales y evolutivos”, para dar paso al final a una Mesa Redonda sobre el hormigón en diferentes aplicaciones. ❖

CONCLUSIONES DE LA JORNADA TÉCNICA ÚLTIMAS TECNOLOGÍAS DEL HORMIGÓN APLICADAS A LAS CARRETERAS

D. Jesús Díaz Minguela Director Técnico de la Jornada

La Asociación Técnica de Carreteras (ATC), en su labor de formación, ha organizado esta densa Jornada Técnica sobre las "Últimas tecnologías del hormigón aplicadas a las carreteras" que ha tenido lugar en Valladolid, patrocinada por la Junta de Castilla y León y el Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones (IECA).

La Consejería de Fomento y Medio Ambiente, al igual que hizo en los 8 Congresos Nacionales de Firmes y en otras Jornadas varias, ha marcado de nuevo el camino al intercambio de conocimientos y tendencias constructivas, donde la actualidad e innovaciones técnicas son el centro de atención, dejando una rica y extensa herencia tecnológica.

En este caso, junto a la ATC y el IECA, ha presentado las últimas tecnologías que sobrepasan el dúo conceptual hormigón = durabilidad.

Ignacio García-Arango ha expuesto el escaso mantenimiento y la longevidad de la conocida Y Asturiana, de hormigón armado continuo que, con 37 años, ni más ni menos, y una IMD de 70.000 vehículos al día, de los que en algunos tramos 7.000 son camiones, alcanza, tras el paso de más de 397 millones de vehículos, la denominación de pavimento eterno. El mismo Adriano, cuyas calzadas de piedra han llegado a nuestros días, se moriría de envidia.

Como bien ha indicado él mismo "La inversión pública no debe sustentarse ni en el subjetivismo de los administradores, ni en la rutina de los técnicos, sino que debe priorizarse en función de su coste y de su beneficio". Y no se trata de perderse en complicados análisis del ciclo de vida de cada pavimento, añado yo, basta con que la visión alcance mucho más que un sencillo estudio del coste de construcción, y abarque, al

menos, los costes de mantenimiento y conservación que conllevan para la sociedad "de acuerdo a criterios técnicos normalizados".

El IECA tiene, en su página web www.ieca.es, una herramienta informática gratuita y abierta que permite calcular el coste de construcción o el coste total, incluidos los de conservación, de cualquier sección de firme de carretera.

La ruidosa, pero segura textura transversal del pavimento asturiano, que se mantiene en el tiempo gracias a la oportuna introducción de arena silíceas en la dosificación de los hormigones, ha dado lugar a texturas de baja sonoridad. Así, Sergio Carrascón ha destacado muchas de las características de los pavimentos de hormigón, técnica absolutamente ligada al concepto de sostenibilidad por, entre otros, el empleo de materiales reciclados o recursos naturales locales prácticamente inagotables, como ha indicado el Consejero de Fomento en la Apertura, o su capacidad para ser un material totalmente reciclable.

La contribución del pavimento de hormigón a lograr un elevado nivel de confort y seguridad en la carretera no ha dejado de evolucionar en los últimos años. Al incremento de seguridad por la reducción de distancia de frenado, cierto ahorro de combustible para el usuario derivado de su mayor rigidez, menores costes de iluminación o una reducción de las emisiones de CO₂, se suman actualmente ciertas técnicas modernas, como los pavimentos bicapa con textura de baja sonoridad, que reducen o anulan la mala prensa que estos pavimentos tenían debido a problemas de regularidad o falta de comodidad de rodadura por vibración y ruido.

Además de permitir modernas texturas poco ruidosas y durables, su

construcción en dos capas reduce la necesidad de áridos de calidad permitiendo utilizar áridos reciclados en la inferior. No obstante, ciertas precauciones son necesarias, como evitar interrupciones en el suministro de los hormigones, limitar el tamaño máximo del árido de la capa superior o asegurar la adherencia de ambas capas.

Otras técnicas disponibles para mejorar las características superficiales que incrementan el confort y la seguridad del usuario han sido presentadas por Javier Ainchil, constructor-promotor de la recuperación y puesta a punto de la técnica del hormigón. Tras la citación de los requerimientos superficiales, ha expuesto los tratamientos posibles con o sin aportación de material. Entre los primeros, el recrecimiento con mezcla bituminosa o con pavimento de hormigón, que puede ser incluso de capa adherida delgada de tan sólo 7-8 centímetros, o lechadas y resinas si no se precisa rehabilitación estructural.

Un nuevo concepto, de actualidad en las obras, se ha puesto sobre la mesa: la idea de fresar el pavimento como parte de la unidad de terminación final del mismo y no como la forma de resolver un defecto. Así se hizo en el pavimento microfresado del túnel Joanets en la C-25 o en el que la Junta ha construido recientemente entre las poblaciones de Castronuevo de Campos y Toral de los Guzmanes al sur de la provincia de León.

Este tratamiento puede hacerse con una fresadora cuyo tambor está formado por discos de diamante y lo ha denominado "cepillado", o ranurado si la textura es más profunda. También puede emplearse una fresadora con un tambor con picas, pero en este caso, si el pavimento de hormigón tiene juntas, los bordes de estas se deteriorarán



D. Jesús Díaz Minguela, Director técnico de la Jornada. FOTOGRAFÍA: MJ Sánchez.

debido al impacto de las picas de la fresa sobre las mismas. La forma de evitar este daño consiste en aplicar un mortero de baja resistencia en las juntas antes de que pase la fresadora. Una vez microfresado el pavimento, se vuelven a serrar lo antes posible, realizando ya el cajeo y sellado de éstas, para que el pavimento de hormigón, que ha vuelto a ser continuo, no se fisure aleatoriamente.

Un pavimento de hormigón, bien proyectado y construido, precisa un seguimiento y conservación mínimos, pero "debe evitarse caer en la tentación de conservación cero". Nunca se debe abandonar, hasta el agotamiento estructural.

Yo mismo he expuesto las diferentes tipos de deterioros que se pueden producir y cómo repararlos, a saber, sellado de juntas y fisuras, reparaciones a espesor parcial para deterioros superficiales, y reparaciones a espesor completo para daños estructurales.

Modernas dosificaciones de hormigones fabricados en central o prefabricados en seco para su mezclado en obra, permiten un rápido endurecimiento y la apertura inmediata al tráfico a las 3 horas. Se ha presentado las diferentes fases del proceso de reparación, del que se dispone una amplia experiencia, y que carece de complejidad alguna.

No se ha limitado la Jornada a los pavimentos sino que también se han

considerado las capas de apoyo y el empleo de suelos marginales y rocas evolutivas una vez estabilizadas. La realización de algunos ensayos de comportamiento según Iñaki Zabala, como el hinchamiento acelerado recogido en norma europea o la estabilidad volumétrica a medio-largo plazo tras la inmersión de las probetas en agua, sin ensayo normalizado de momento, permiten el empleo de estos materiales con cierto margen de confianza. Varios tramos de obra realizados o en realización en la autovía Pamplona-Huesca, en la autopista Burgos-Eibar, en la de acceso a la Universidad en Bilbao y en la Variante de Igorre, avalan los resultados expuestos.

Por último una ajustada en el tiempo mesa redonda sobre el hormigón en diferentes aplicaciones cierra la Jornada:

Eduardo Loma-Ossorio, técnico de bomberos, nos ha dado una visión muy significativa sobre la contribución del hormigón al incremento de la seguridad en los incendios dentro de un túnel de carretera. Se ha constatado que, en caso de incendio, frente a otras soluciones, el pavimento de hormigón reduce las emisiones de humos y gases tóxicos, no aumenta la carga de fuego, no es inflamable, por lo que no contribuyen a la rápida extensión del fuego, y se mantiene íntegro a las temperaturas usualmente alcanzadas, lo que permite la evacuación de las personas atrapadas

y el acceso de los equipos profesionales de extinción y salvamento.

Unai Elortegui, en su presentación sobre los nuevos sistemas de contención para vehículos, ha expuesto la normativa actual que exige el cumplimiento del marcado CE desde el 1 de enero, los niveles de contención, el ámbito de aplicación y los factores a considerar para la implantación de estos sistemas de contención. Nos ha mostrado las ventajas que las soluciones en hormigón tienen al redirigir los vehículos tras el impacto en lugar de rebotarlos hacia el centro de la calzada, con un nivel de contención alto o muy alto, la posibilidad de seguir cumpliendo su función en un accidente posterior, aún sin haber sido repuestos, o la reducción del número y el coste de las operaciones de mantenimiento.

En el último lugar, que no menos importante, Carlos Masa nos ha presentado las diferentes aplicaciones expresivas realizadas con hormigón en entornos urbanos. Diversas formas, texturas y colores se combinan para dar lugar a magníficas soluciones, entre las que destaca los pavimentos desactivados, pavimentos de hormigón poroso, el pavimento continuo de hierba - hormigón o el hormigón coloreado en seco con productos que permiten "respirar" al hormigón.

En una época de incertidumbre económica en la que nos encontramos, se han analizado los beneficios que el hormigón aporta a la carretera: su eficiencia, calidad y respeto por el medio ambiente desde un punto de vista técnico, económico y de servicio al ciudadano. Mi conclusión puede resumirse en una frase "la seguridad y el confort siempre serán una prioridad, el hormigón, una consecuencia".

Quiero finalmente agradecer a la Asociación Técnica de Carreteras la organización de este evento, al Ministerio de Fomento su presencia, a la Junta de Castilla y León su apoyo como siempre en todas las actividades donde anida la innovación, a los comunicadores y, sin duda, a todos los presentes, su asistencia. Muchas gracias.

Jesús Díaz Minguela
Director IECA Tecnología

MONOGRÁFICO

RUTAS 2013



asociación técnica
de carreteras
comité español de la
asociación mundial de la carretera



Los Comités Técnicos de la Asociación Técnica de Carreteras, protagonistas del primer monográfico de la Asociación: “La ATC en las infraestructuras viarias españolas”

Con la intención de dar a conocer los trabajos técnicos que lleva a cabo la Asociación Técnica de Carreteras (Comité Nacional Español de la Asociación Mundial de la Carretera – AIPCR/PIARC), la ATC publicará por primera vez en el mes de junio un monográfico que explique la actividad que desarrollan los Comités Técnicos de la Asociación, principales responsables de esta actividad técnica, y elementos diferenciales de esta Asociación.

El tema del monográfico fue aprobado en la Junta Directiva del pasado 27 de noviembre de 2012. Asimismo, para tratar los aspectos relacionados con esta publicación se ha creado una Comisión, que perfilarán en sucesivas reuniones su estructura y contenido. Esta Comisión está formada por el presidente de la Asociación Técnica de Carreteras, (D. Roberto Alberola), el Vicepresidente de la ATC (D. José M^a Morera), la directora de la ATC (Dña. Belén Monercillo), el Presidente del Comité Técnico de Carreteras interurbanas

y transporte integrado interurbano, D. José María Izard (AERCO), el Presidente del Comité Técnico de Puentes de Carreteras (D. Álvaro Navareño) y el Presidente del Comité Técnico de Carreteras medio ambiente, D. Antonio Sánchez Trujillano.

Difundir la excelencia española

Esta publicación tiene como finalidad, presentar los Comités Técnicos, su descripción y objetivos, las líneas de trabajo de cada uno de ello así como divulgar en el exterior la excelencia de la tecnología española de carreteras que desarrolla la ATC, así como sus aportaciones más significativas (como los contratos de conservación integral de las redes de carreteras en España y la introducción de esta forma de gestión en otros países).

Los Comités Técnicos serán abordados en todas sus facetas, tanto sus aspectos históricos como su relación con los Comités Técnicos de la AIPCR.

De esta forma, el primer monográfico de la ATC contribuirá a fortalecer la imagen exterior y la presencia de las empresas españolas en todo el mundo. Desde América latina hasta los países árabes y Europa del Este.

Este primer monográfico también debe mostrar la presencia de España en la actividad que desarrolla la Asociación Mundial de la Carretera, a través de los Comités Técnicos,

Esta publicación también podría tener entre sus contenidos una presentación sobre la AIPCR y sus comités técnicos internacionales, un artículo histórico de los Comités Técnicos nacionales y un artículo de perspectivas de futuro.

A partir de este año, además de la publicación de un monográfico anual, cuyo tema será propuesto por el Comité de Redacción de la revista Rutas, que edita la Asociación Técnica de Carreteras, esta revista también ha hecho algunos cambios. Su periodicidad pasa de ser trimestral en vez de bimestral como venía siendo habitual. ❖



**SALÓN INTERNACIONAL
DE LA SEGURIDAD VIAL
Y EL EQUIPAMIENTO
PARA CARRETERAS**

15 - 18
OCTUBRE
2013
MADRID-ESPAÑA

ORGANIZA



IFEMA
Feria de Madrid

TU ENCUENTRO

SEGURIDAD



INFRAESTRUCTURAS



**SISTEMAS
INTELIGENTES DE
TRANSPORTE**



APARCAMIENTO



SOSTENIBILIDAD



TRAFIC 2013

PROMUEVEN



MINISTERIO
DE FOMENTO



MINISTERIO
DE INTERIOR

COLABORAN



servei català de
Trànsit

www.trafic.ifema.es

LÍNEA IFEMA

LLAMADAS DESDE ESPAÑA	
INFOIFEMA	902 22 15 15
EXPOSITORES	902 22 16 16
LLAMADAS INTERNACIONALES	(34) 91 722 30 00
FAX	(34) 91 722 57 90
IFEMA	Feria de Madrid 28042 Madrid España
trafic@ifema.es	



Congreso de París. 1908. FOTOGRAFÍA (AIPCR).

Historia de AIPCR / PIARC (I)

El origen de una asociación

Periodo 1908 - 1947

Belén Monercillo Delgado
María José Sánchez Gómez de Orgaz

A principios del siglo XX, el automóvil empieza a tener cierto auge pero las carreteras aún se relacionaban con el tráfico de vehículos lentos, nunca con el terreno militar. No obstante, este hecho cambiaría con el tiempo y con las posteriores guerras mundiales que iban a tener lugar.

Precisamente, ante la necesidad de tener una asociación que velara por las carreteras y su gestión surgió la Asociación Mundial de la Carretera en 1909, con el nombre *Permanent International Association of Roads Congresses* (PIARC).

La idea de este tipo de organización partió del primer Congreso Nacional de Carreteras celebrado en París, en 1908. En la ceremonia de clausura de este primer Congreso el Comité Ejecutivo del mismo presentó la proposición del

representante ruso Mr. de Timonoff, quien a su vez recogía el deseo de sendos representantes de Italia, Alemania y EE.UU (Mr. Tedeschi,

La nueva asociación nace con el objetivo de promover los avances en el sector de la construcción, mantenimiento, tráfico y explotación de la carretera

Mr. Leibrand y Mr. Page respectivamente) de crear una asociación internacional permanente de la carretera, que tuviera el objetivo de

promocionar avances en las áreas de la construcción, mantenimiento, tráfico y explotación de la carretera para continuar en el futuro con el trabajo que en este sector había generado el primer congreso internacional de carreteras de la historia. (De la misma forma, este primer Congreso surgió gracias a la iniciativa del Ministro francés de Obras Públicas).

Así se decidió también que los miembros de esta futura asociación pudieran ser personas, colectivos o gobiernos de distintos países. Un año después, la Asamblea Temporal Internacional, constituida en el primer Congreso de París, estableció los estatutos de la nueva asociación, basada en las condiciones que en 1901 estipulaba la ley francesa sobre asociaciones sin ánimo de lucro y comenzó una etapa en



Congreso de Bruselas. 1910. FOTOGRAFÍA: AIPCR.



Congreso de Londres 1913. FOTOGRAFÍA (AIPCR).

la que los congresos internacionales dedicados a debatir y comentar el estado de las carreteras se sucedieron progresivamente, con amplia participación de varios países europeos. Entre ellos, los que más delegados enviaron a este primer congreso fueron Bélgica, Francia, Alemania y Gran Bretaña.

Bruselas fue el lugar elegido para acoger el segundo evento de estas características y Londres, el tercero en 1913.

Tradición de reunirse

Estos primeros Congresos fueron evolucionando de temas puramente técnicos a otros como la reorganización de los servicios de carretera para una mejora de la centralización de los recursos o un control del mantenimiento de las carreteras y la creación de recursos.

En cuanto al contexto histórico destaca el estallido de la I Guerra Mundial, cuando a los vehículos se les asignaron por primera vez funciones como parte de la estrategia militar. La guerra influyó para que la armada francesa aumentara su flota de vehículos de 6.000 a 95.000 automóviles, al final de la guerra. Asimismo, se construyeron 900 km de carreteras nuevas mientras que 9.000 km fueron modificados.

En 1923 tuvo lugar otro Congreso y por primera vez en territorio español, la ciudad elegida fue Sevilla. La primera sesión plenaria fue el 7 de mayo de 1923, presidida por el infante D. Carlos de Borbón e inaugurada por el alcalde de Sevilla. Este Congreso de posguerra reunió a técnicos sorprendidos y traumatizados por el papel estratégico del transporte durante la I Guerra

Mundial. La idea y esperanza de construir unas carreteras orientadas a la paz y al entendimiento se convirtió en el espíritu que persistió entre los estados reunidos.

Los que fueron países aliados durante la guerra, Francia e Inglaterra, influyeron con sus decisiones en este Congreso, tal y como influían en Europa, mientras que la delegación italiana anunció su

En 1934, Adolf Hitler preside el Comité de Honor del Congreso de Múnich

nuevo logro: nuevas carreteras destinadas exclusivamente al uso de los automóviles.

El Congreso de Milán de 1926 coincidió con la celebración en esta ciudad de la Feria internacional de carreteras. En ella, 130 expositores extranjeros desplegaron documentos, maquinaria y otro material relacionado con carreteras. Este Congreso se centró menos en aspectos técnicos que en otras ocasiones y así se trataron otros temas como son las funciones de la carretera, su financiación o el papel del coche en las ciudades.

El crack de 1929

Los felices años veinte fueron dando paso en Europa a poderes totalitarios: la Unión soviética en 1927, Portugal en 1928 y Serbia en 1929; mientras que en España ese mismo año terminó la dictadura de Primo de Rivera. Por otro lado, la industria del transporte se consolidó

cada vez más: en Estados Unidos, la marca Ford sacó al mercado un nuevo modelo, Porsche abrió una nueva oficina en Stuttgart y la producción de Chebrolet superó a la de Ford.

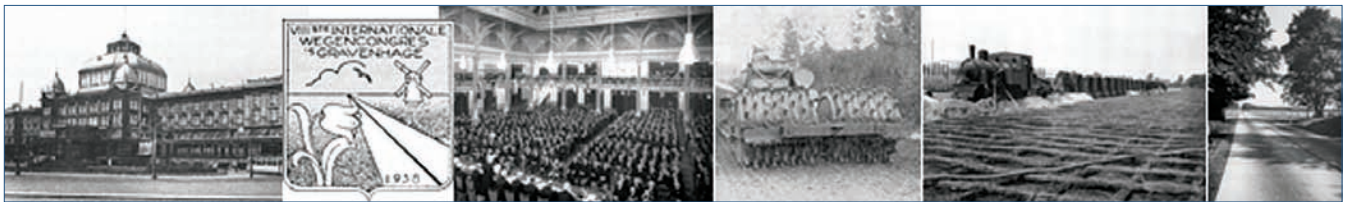
Sin embargo, también se dejaron sentir los efectos de la revolución industrial: 60.000 trabajadores fueron despedidos de la marca Ford y se cerraron 23 fábricas. Otro hecho histórico que hay que destacar en 1929 fue el colapso de la banca, el conocido como crack del 29, produciendo un período de recesión y amplio desempleo, que produjo una fuerte crisis económica.

Pero sus efectos no impidieron que Estados Unidos siguiera teniendo influencia internacional, lo que se plasmó también en el sector del automóvil, convirtiéndose en una referencia por su producción, carreteras de nueva construcción y el uso generalizado del coche entre la población. Todo esto se puso de manifiesto en el congreso de 1930 en Washington. En éste también quedaron claras dos conclusiones:

- La construcción de nuevas carreteras para fomentar el desarrollo de colonias y regiones.

- Presupuesto para carreteras, en el que se tiene en cuenta tanto la construcción como su mantenimiento.

Es en este momento cuando se planteó un tema de gran actualidad hoy en día, cuando también se sufrían las consecuencias de una crisis global bancaria y financiera: los recursos públicos no son suficientes para crear y mantener la red de carreteras, ¿debería el usuario pagar por ellas algún tipo de tasa? Es por eso que coches y combustible fueron gravados con impuestos.



Congreso de La Haya 1938. FOTOGRAFÍA: AIPCR.

En el 1931 se sintieron más las consecuencias de la crisis económica con nuevos repuntes de desempleo, una caída de la producción industrial y devaluación monetaria. Un panorama que repercutió en la producción automovilística estadounidense con un descenso en la fabricación de coches que pasó de 3,5 millones en 1929 a 1,5 millones en 1932. Pero las marcas automovilísticas continuaron su actividad y por citar algunos ejemplos destaca la aparición del modelo Topolino de Fiat, Citroën comercializaba ya su modelo de tracción a dos ruedas y la japonesa Toyota lanzó su primera planta de construcción en 1933.

PIARC y la II Guerra Mundial

El Congreso de Múnich del 3 al 8 de septiembre de 1934 contó con la presencia de Hitler, quien presidió el Comité de Honor (los Congresos de PIARC se componen de 3 Comités: Comité de Honor, Comité Técnico y Comité de Organización). De las palabras del ya por entonces *Führer* de Alemania, que pronunció el ministro Mr. Rudolf Hess, se desprende lo siguiente: "Estamos encantados de que exista esta oportunidad de que un gran número de expertos vengan a Alemania y vean por ellos mismos lo que esta nueva Alemania ha conseguido en el particular campo que les interesa [...] ; por favor, no se limiten a aquello que sólo tiene un interés técnico para ustedes y no se olviden de inspeccionar bajo todo aquello que nos da una idea del nuevo Reich alemán [...]".

Origen de la Asociación Técnica de Carreteras

En estos Congresos no sólo se realizan debates o ponencias, en

esta ocasión los asistentes inspeccionaron la autopista que unía Múnich con la frontera austriaca y pudieron disfrutar de la Exposición Internacional de la Carretera. Por otro lado, como dato importante que hay que destacar en 1934 es la creación del Comité Nacional Español de la Asociación Mundial de la Carretera (entonces todavía conocida como PIARC). Desde su creación,

Se planteó un tema de gran actualidad hoy en día, cuando también se sufrían las consecuencias de una crisis global bancaria y financiera: los recursos públicos no son suficientes para crear y mantener la red de carreteras, ¿debería el usuario pagar por ellas algún tipo de tasa? Es por eso que coches y combustible fueron gravados con impuestos

este Comité nacional ha venido colaborando activamente con distinta intensidad, en la preparación de la contribución española a los Congresos Mundiales de Carreteras de

la AIPCR, tanto desde el punto de vista técnico de preparación de los informes y ponencias nacionales a los Congresos Mundiales, como de la cooperación de los técnicos españoles en los distintos Comités Técnicos Internacionales o de organización de la presencia española en los Congresos Mundiales.

La Haya acogió en 1938 el último Congreso que llevó a cabo la Asociación Mundial de la Carretera antes de la II Guerra Mundial. En esta ocasión, el presidente de PIARC hasta entonces, Mr. Albert Mahieu, (Secretario General de Puentes y Calzadas), hizo balance en su discurso de la gestión realizada hasta el momento:

"Los esfuerzos que hemos hecho así como las reuniones anuales y los Congresos han producido resultados prácticos, de forma incluso que hoy viajemos al país que viajemos encontramos técnicas similares en las carreteras [...] La Asociación Permanente Internacional de Carreteras ha completado el sendero de esta transformación del mundo civilizado, por lo que hay que buscar los medios para mejorar las condiciones de la humanidad."

La II Guerra Mundial estalló en 1939 con la invasión de Polonia por parte de Alemania. El conflicto europeo provocó que no se volviera a celebrar otro Congreso hasta 1951. Precisamente, una reunión de la Comisión Internacional Permanente (PIC -*Permanent International Commission*) antes de terminar el año de 1939 iba a terminar de deliberar cuál sería la sede del próximo congreso: Italia o Hungría pero el estallido de la guerra hizo que hubiera que esperar.

De nuevo, el transporte (por mar, tierra y aire) fue determinante en esta etapa.



Congreso de Munich. 1934. FOTOGRAFÍA: AIPCR.

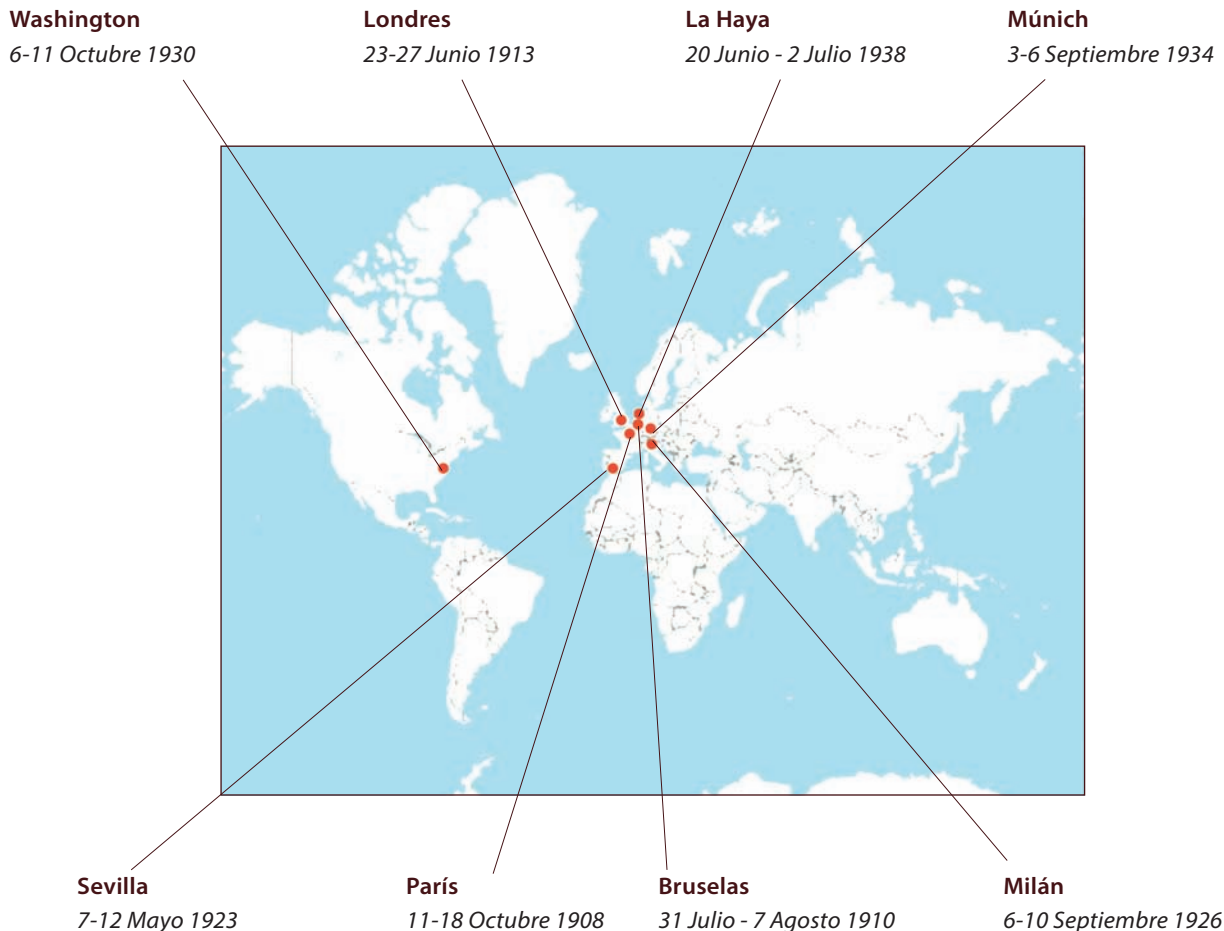
Antes de este conflicto destacó la exposición científica y técnica "La Route -1938", organizada por el gobierno teutón en junio de 1938, con el rearme alemán de fondo y a punto de invadir Polonia. Eso no impidió que expositores de potencias aliadas contrarias a Alemania, como Francia e Inglaterra asistieran al evento, aunque oficialmente estuvieran convocadas: Bélgica, Alemania, Japón, Suiza y Yugoslavia.

Volviendo a la asociación, es en julio de 1939 cuando la sede central de PIARC se establece en París.

PIARC llevó entonces a cabo una revisión de los temas tratados por los seis comités existentes hasta ese momento: un diccionario de la carretera, estandarización del peso y tamaño del automóvil, mezclas bituminosas, *road material testing standards*, la estadística de accidentes de tráfico y deslizamiento en el pavimento.

Como el estallido de la II Guerra Mundial provocó un cierto parón en la asociación, el 19 de junio de 1947 tuvo lugar una reunión en París, en la que fue elegido un nuevo presidente: Mr. Daniel Boutet, delegado de Francia. El objetivo de esta nueva reunión era buscar la manera de reactivar la asociación, conscientes del papel cada vez más influyente que había ido tomando en la primera mitad del siglo XX. ❖

Localización de los Congresos Internacionales de PIARC Periodo 1908 - 1947



Entrevista a:

M^a del Carmen Picón

Subdirectora General Adjunta de la Unidad de Apoyo de la Dirección General de Carreteras (Ministerio de Fomento de España)

La Redacción

Dña. M^a del Carmen Picón es la representante española del Comité Ejecutivo de la Asociación Mundial de la Carretera (AIPCR/PIARC). Este organismo de la AIPCR se reunió del 22 al 26 de octubre de 2012, en el marco de la celebración del Consejo Anual de la AIPCR, que en esta ocasión tuvo lugar en Lucerna, Suiza.

M^a del Carmen Picón es Subdirectora General Adjunta de la Unidad de Apoyo de la Dirección General de Carreteras (Ministerio de Fomento) y desempeña su labor en el departamento de Relaciones Internacionales.

El Comité Ejecutivo de la AIPCR es el responsable del gobierno de la Asociación Mundial de la Carretera y está formado por miembros de diferentes países.

¿Qué ha supuesto para usted ser elegida Miembro del Comité Ejecutivo de la Asociación Mundial de la Carretera (AIPCR/PIARC) durante la reunión del Consejo de la AIPCR en Lucerna (Suiza)?

Una satisfacción y a la vez un reto. Una satisfacción por poder representar a España en el órgano ejecutivo de la Asociación Mundial, donde se supervisa y dirige la

actuación de la misma en el intervalo entre Consejos, en la que puede considerarse la asociación de referencia en el ámbito de las carreteras. No hay que olvidar que su objetivo es la mejora de la cooperación internacional y el progreso en todo aquello relacionado con las carreteras y el transporte por carretera, mediante el intercambio de conocimientos, el análisis y la difusión de las mejores prácticas en la materia, promoviendo la existencia de herramientas eficaces y útiles para la toma de decisiones. Y en eso España tiene mucho que aportar, difundiendo el saber hacer de nuestros ingenieros, nuestras administraciones y nuestras empresas, y también qué obtener, al conocer de primera mano los avances o innovaciones que se producen en otros países, es por tanto una forma de contribuir a la internacionalización de todas nuestras empresas.

Y un reto, porque siempre queda lugar para la mejora, no hay que estancarse sino progresar y la Asociación, con todas sus virtudes, tiene aún camino que recorrer en este sentido, tiene que ser más ágil y responder de forma más eficiente a un entorno difícil como el que la crisis económica mundial ha provocado en el sector de las infraestructuras.



Dña. M^a Carmen Picón, representante española de la AIPCR/PIARC. FOTOGRAFÍA: MJ Sánchez.

¿Qué tipo de tareas concretas va a llevar a cabo desde este nuevo cargo?

El Comité Ejecutivo que ha sido recientemente elegido tiene un periodo de vigencia desde enero de 2013 a diciembre de 2016. Es un órgano que actúa de forma colegiada pero cuyos miembros pueden responsabilizarse de forma especial en alguno de los ámbitos que abarca. En concreto, mi intención es integrarme en la Comisión de Plan

Estratégico, desde donde se elaboran las líneas maestras de actuación de la Asociación y se supervisa y dirige la producción en contenidos técnicos. En este periodo creo que hay que trabajar para que los informes técnicos que se producen en el ámbito de la Asociación estén disponibles más rápidamente para todas aquellas personas o instituciones interesadas, y además que lo estén en español, pues hasta el momento tan solo una pequeña parte lo está en este idioma.

“D. Óscar de Buen es un profesional excelente como ya ha demostrado tanto en la labor que ha ejercido en la Administración Mexicana como en la propia Asociación”

En el desempeño de esas tareas que lleven a cabo ¿cómo es la coordinación entre Consejo, Comité Ejecutivo, Comités Nacionales y Técnicos, Secretario General...?

Es muy buena. El Comité Ejecutivo es responsable de la supervisión de la gestión de la Asociación de acuerdo con la política que aprueba el Consejo, órgano que tiene la responsabilidad última de la Asociación y que está formado por una delegación de cada uno de los 120 países que pertenecen a ella y que se reúne anualmente. En esta tarea recibe ayuda de las diferentes Comisiones: Comisión de Finanzas, Comisión de Comunicación y Comisión del Plan Estratégico y la Secretaría General, quien se encarga del día a día del funcionamiento de la Asociación. El representante de los Comités Nacionales colabora además con el Comité Ejecutivo.

El Consejo de la Asociación Mundial de la Carretera celebrado en México en 2011 acordó un plan de acción junto al Consejo de Directores

de Carreteras de Iberia e Iberoamérica (DIRCAIBEA) para promocionar la participación de los países de América Latina en las actividades de la asociación, ¿qué repercusión tiene esto para España?

España está muy ligada a los países latinoamericanos con los que forma parte de la comunidad de países hispanohablantes. Los acuerdos adoptados en ese Plan de Acción favorecen la mayor integración de estos países en la Asociación, y tras poco más de un año, ya están todos en marcha y comienzan a dar sus frutos. Todos ellos guardan una estrecha relación con un mayor uso del español en las actividades de la Asociación. Ello permitirá un mayor intercambio de conocimientos y experiencias entre los distintos profesionales del sector de las infraestructuras viarias y ayudará a la internacionalización de las empresas españolas.

En el pasado Consejo de la AIPCR en Lucerna D. Oscar de Buen Richkarday (México) fue elegido Presidente de la Asociación Mundial de la Carretera, ¿qué efecto tendrá su elección para España?

D. Oscar de Buen es un profesional excelente como ya ha demostrado tanto en la labor que ha ejercido en la Administración Mexicana como en la propia Asociación, en la que ha desempeñado distintos cargos, siendo el último de ellos el de Vicepresidente. De Buen ha compartido tareas y objetivos con anterioridad con los miembros españoles en la Asociación y conoce ampliamente el desarrollo de las infraestructuras de carreteras en España. Durante su presidencia se ha comprometido a trabajar para la completa integración del español en la Asociación y con ello la de los países latinoamericanos. ❖



Dña. Mª Carmen Picón en su despacho del Ministerio de Fomento. FOTOGRAFÍA: MJ Sánchez.

Reunión del Grupo de Trabajo 2 del Comité Técnico Internacional de Explotación de Túneles de Carreteras de la Asociación Mundial de la Carretera (AIPCR/PIARC)



Grupo de Trabajo del C.T. de Explotación de Túneles de Carretera.



D. Ignacio del Rey (izqda.) y D. Rafael López Guarga (dcha.).

La Redacción/Madrid

Fotografía: M^aJosé Sánchez

El pasado 29 de enero de 2013 tuvo lugar en el Palacio de Zurbano de Madrid la reunión del Grupo de Trabajo 2, perteneciente al Comité Técnico Internacional de Explotación de Túneles de Carreteras (C.T.3.3) de la Asociación Mundial de la Carretera (AIPCR/PIARC).

Los participantes de esta reunión, procedentes de distintos países (Austria, Bélgica, España, Francia, Grecia Italia, Países Bajos, Reino Unido y Suiza) comentaron los resultados correspondientes a su grupo de trabajo, así como sus aportaciones a otros grupos que forman parte del Comité.

Entre los asistentes se encontraban el Presidente del Comité, el

español Ignacio del Rey Llorente, y los miembros españoles D. Guillermo Llopis Serrano, Jefe de Servicio de la Subdirección General de Conservación (Subdirección General de Conservación – Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento) y D. Javier Borja López. También asistió como invitado D. Rafael López Guarga, Jefe de Demarcación de Carreteras de Aragón, del Ministerio de Fomento.

El lugar elegido esta vez para la reunión fue el Palacio de Zurbano, un edificio decimonónico lleno de historia y actual sede del CEHOPU (Centro de Estudios Históricos de Obras Públicas y Urbanismo). Aunque perteneció al Marqués de Casa

Riera, actualmente es de propiedad estatal y pertenece al Ministerio de Fomento.

Los Comités Técnicos Internacionales junto con los Congresos Mundiales suponen una parte clave de la Asociación Mundial de la Carretera (AIPCR/PIARC), de la que la ATC constituye su Comité Nacional. Por ello, se reúnen frecuentemente en diferentes países.

El Comité Técnico de Explotación de Túneles de Carreteras (C.T.3.3) trata temas como redes de carreteras subterráneas o la integración de la seguridad en los túneles de carretera, según cuenta la página web de la AIPCR (www.piarc.org).❖

UN GRAN EQUIPO DE PROFESIONALES A SU SERVICIO



Objetivos del IECA

Objetivos del IECA:

- **Investigación** científica y técnica del cemento y sus aplicaciones.
- **Formación** de técnicos especializados en la fabricación y empleo del cemento.
- **Promoción** técnica y difusión de las aplicaciones del cemento.
- **Asistencia** técnica a los usuarios del cemento.

Consulte nuestras **publicaciones técnicas gratuitas** sobre las aplicaciones del cemento y el hormigón en

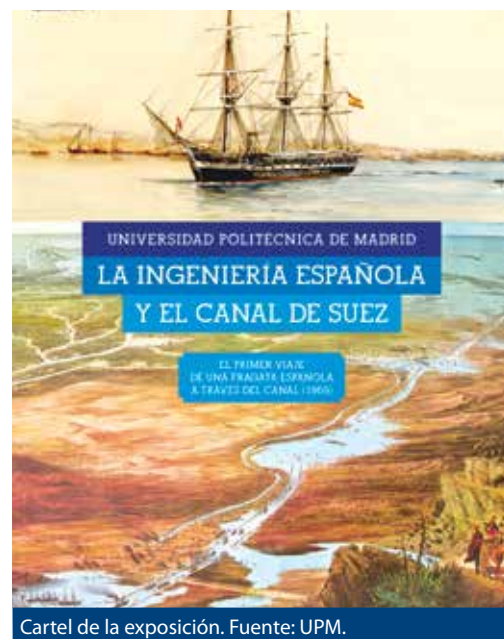
www.ieca.es



José Abascal 53, 1º
28003 Madrid
www.ieca.es
Tel.:914.411.990

La ingeniería española y el Canal de Suez

El Servicio de Biblioteca Universitaria de la Universidad Politécnica de Madrid presenta la exposición *La ingeniería española y el Canal de Suez*. Esta exhibición, que está rotando por varias Escuelas de la universidad, muestra la relación de España con la construcción del Canal de Suez, centrándose en la figura de tres hombres que se vieron implicados en el proyecto: Cipriano Segundo Montesino, Eduardo Saavedra y Nemesio Artola.



Cartel de la exposición. Fuente: UPM.

La Redacción - Madrid

Una de las construcciones que más interés despertó y que supuso todo un reto técnico durante la segunda mitad del siglo XIX es el Canal de Suez, vía de navegación que une el mar Mediterráneo con el mar Rojo, en la que España, no siendo el país con más intereses en su creación ni sus ingenieros los creadores del proyecto, estuvo presente.

El Servicio de Biblioteca Universitaria de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) ha montado la exposición *La ingeniería española y el Canal de Suez* para contar la relación de España con la construcción de esta gran obra pública. En ella, se exhiben libros como *Biografía del Canal de Suez* de D. Nemesio Artola o las cartas cruzadas entre el impulsor del proyecto, Fernando de Lesseps, y el ingeniero Eduardo Saavedra, con motivo de la posterior ampliación del canal que hubo que realizar, así como fotografías que ilustran cómo se llevó a cabo la obra y su espectacular inauguración el 17 de noviembre en Port Said.

Pero aún más apasionante que su construcción, lo que esta exposición quiere destacar es la vinculación de tres españoles con el Canal de Suez: Eduardo Saavedra, ingeniero de Caminos y entonces Director General de Obras Públicas y Comercio, (formó

parte de la Comisión Internacional para la Ampliación del Canal); el ingeniero civil Cipriano Segundo Montesino, miembro de la Comisión Técnica Internacional para el Estudio y Construcción del Canal, quien redactó una memoria oficial sobre la unión del mar Rojo y el mar Mediterráneo: *El Rompimiento del Istmo de Suez*, publicada en 1857. Aunque también es importante destacar la presencia del comandante Alejandro Arias Salgado que estuvo al mando del primer barco español (La Berenguela) en el momento en que cruzó el Canal de Suez representando a España; el que más directamente vinculado está con el Canal de Suez es Nemesio Artola, quien vivió en Egipto como cónsul por mandato del rey Alfonso XII.

Precisamente, el día en que esta publicación acudió a ver la exposición coincidió con la visita del tataranietao y el bisnietao de Nemesio Artola, Ignacio García - Larratxe Olalquiaga y José Ignacio García - Larratxe y Martínez de Artola, respectivamente, quienes contemplaron la obra que escribió su antepasado.

La exposición se inauguró el pasado mes de noviembre de 2012 en el Rectorado de la UPM donde permaneció hasta el 1 de diciembre. Posteriormente, ha rotado por diferentes escue-

las de la UPM: la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales la acogió del 18 de diciembre de 2012 al 18 de enero de 2013. Posteriormente, en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos estuvo del 23 de enero al 27 de febrero de este año. El 4 de marzo de 2013 la exposición se trasladó a la biblioteca del Campus Sur, donde se exhibe hasta el 1 de abril. Posteriormente, podrá visitarse en la Escuela de Obras Públicas (8 de abril- 3 de mayo) para finalizar en Arquitectura Técnica (9 de mayo- 7 de junio).

Comienza el sueño

Aunque se habían hecho estudios acerca de la construcción de un canal que uniera el mar Rojo y el mar Mediterráneo, no fue hasta que



Ceremonia de inauguración del canal en Port Said.

Fernando de Lesseps retoma el proyecto y el virrey de Egipto Mohamed Said le otorga la concesión en 1854 cuando esta construcción empezó a ser posible. A través del acta de concesión se creó la Compañía Universal del Canal marítimo de Suez, para construir el Canal y fue presidida por Lesseps.

Napoleón había soñado también con unir los dos mares, que se plasmó en la obra *La descripción de Egipto* y ésta sirvió de inspiración para Lesseps.

La construcción del Canal de Suez era un desafío a la naturaleza y tuvo dificultades técnicas, económicas y políticas.

Para valorar si el proyecto era o no viable, en 1855 se creó la Comisión Técnica Internacional para el Estudio y Construcción del Canal de Suez, formada por expertos, entre los que se encontraba Cipriano Segundo Montesino.

La Compañía decide emitir acciones para subvencionar la construcción del Canal de Suez.

En el acta de concesión, que el virrey de Egipto le había concedido a Lesseps se establecía que el gobierno egipcio recibiría anualmente de la Compañía el 15% de los beneficios netos, el 75% sería para la Compañía y el 10% para los miembros fundadores.

Así, se internacionalizaba el proyecto de Lesseps. En el caso concreto de Francia se podía contribuir incluso con un franco o participación mínima. Esto venía a ser una "defensa" del espíritu francés frente a los ingleses que intentaron bloquear el proyecto. Sin embargo, Inglaterra fue el país más beneficiado con la construcción del Canal, como muestra el hecho de que el 80% de los barcos que navegaran fuera de origen británico. En un principio, estuvo en contra ya que suponía una amenaza para su dominio de las rutas comerciales hacia Oriente pero finalmente fue el país que se quedó con el control del Canal de Suez.

En la exposición aparece una orla con los países que tuvieron que ver con el Canal, entre los que se encuentran Bélgica, Rusia, Prusia y por supuesto España.



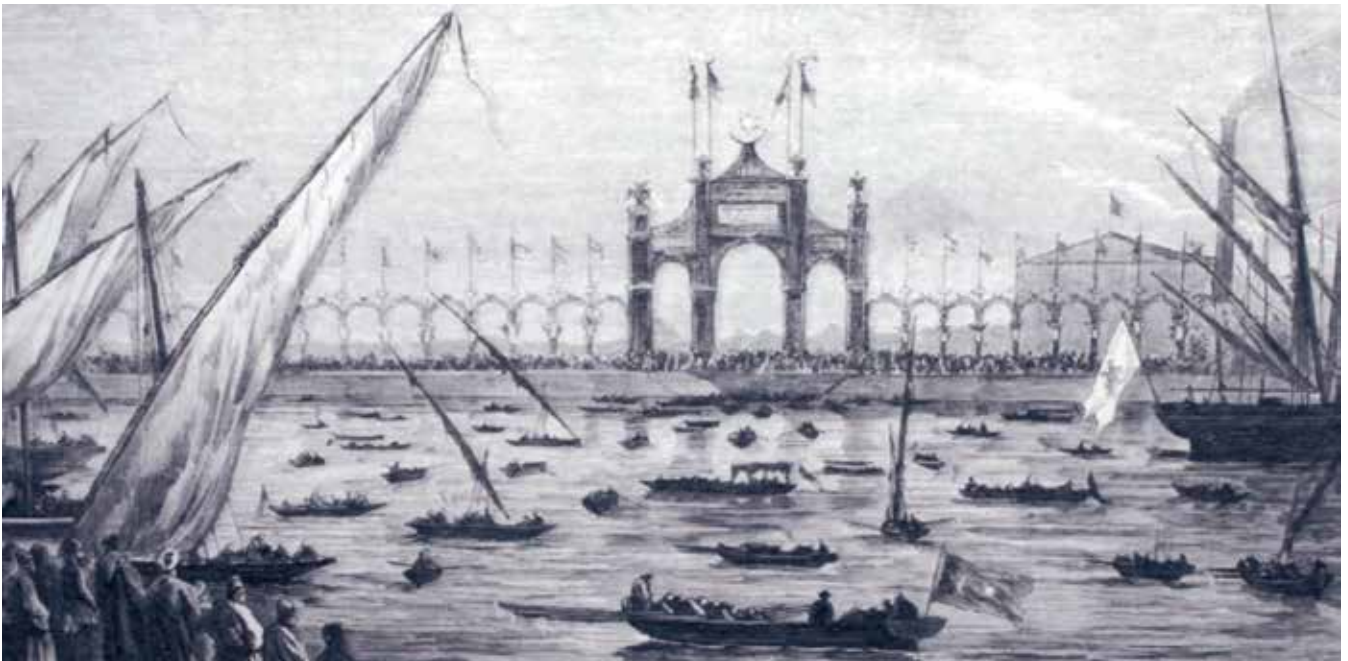
Friso explicativo con el mapa del Canal de Suez (detalle).



Ignacio García - Larratxe Olalquiaga y José Ignacio García - Larratxe y Martínez de Artole (tataranieta y biznieta respectivamente de Nemesio Artole). FOTOGRAFÍA: M^aJosé Sánchez.



Documentación que se exhibe en la exposición. FOTOGRAFÍA: M^aJosé Sánchez..



Desembarco de la emperatriz Eugenia de Montijo en Suez. Fuente: Revista *La Ilustración Española y Americana*.

La construcción

El 25 de abril de 1859 comenzó a construirse el Canal y cuentan en esta exposición que fue necesario excavar cien millones de metros cúbicos de arena antes de llegar al mar Rojo. También se cuenta aquí que cuando se hizo el trazado del Canal se había aprovechado la línea de los cinco lagos que había de Port Said a Suez. Esto fue todo un reto técnico ya que se hizo sin recurrir a esclusas.

En principio, el proyecto consistía en unir estos lagos con tramos de canal, de tal forma que el agua pudiera fluir desde el Mediterráneo al mar Rojo. Pero surgieron muchas dificultades: no había agua potable y el terreno no era plano sino que tenía tramos rocosos. Gracias a unos canales que transportaban agua desde el Nilo, los obreros no se murieron de sed.

La inauguración

El 17 de noviembre de 1869 tuvo lugar la ceremonia de inauguración del Canal de Suez. Ésta contó con gran presencia española. Por un lado, estuvo presidida por Eugenia de Montijo, emperatriz de Francia por su matrimonio con Napoleón III. Asimismo, el representante oficial de España

en la inauguración fue el ingeniero de Caminos Eduardo Saavedra.

Pero fue un barco y no una persona el que simbolizó la presencia española en el Canal, La Berenguela. Esta fragata construida en Ferrol y llamada como la reina homónima castellana salió de Cartagena (Murcia) rumbo a Port Said. Tras pasar con dificultades por el Canal continuó hacia Manila, colonia española en aquel momento.

El 25 de abril de 1859 comenzó a construirse el Canal y fue necesario excavar cien millones de metros cúbicos de arena antes de llegar al mar Rojo.

Cuenta Nemesio Artola en la biografía que escribió sobre el Canal de Suez que La Berenguela no pasó con los demás barcos porque era demasiado grande. Es decir, hubo que quitar el velamen y toda la artillería. Una vez despojada de esos pesos logró pasar.

La ampliación

La exhibición termina con la ampliación necesaria del Canal de Suez. Como comentó la Comisaria de la misma éste se quedó pronto pequeño, es decir, no cabían barcos modernos. Por tanto, se hizo necesario retomar el proyecto y se creó una Nueva Comisión Internacional en 1884, de la que formó parte Eduardo Saavedra.

Para entonces, el Canal de Suez sí formaba parte de los intereses del Gobierno británico. Por eso, en 1875 le compró participaciones al Gobierno egipcio, que pasaba por dificultades económicas, consiguiendo así un gran control del mismo.

Entre las opciones que se barajaron para ampliar el Canal, finalmente el 11 de febrero de 1885 se decidió por unanimidad el ensanche y ahondamiento del primer Canal. Éste se fue ampliando progresivamente hasta que tuvo casi 9 metros de profundidad. Las obras se terminaron en diciembre de 1898. La historia del Canal de Suez continuó hasta nuestros días entre conflictos y la disputa por su control entre países. En la actualidad, bajo el control de la Suez Canal Authority (SCA) sigue siendo una vía de navegación utilizada. ❖

El Colegio de Ingenieros de Caminos presenta la nueva Revista de Obras Públicas



La nueva Revista de Obras Públicas (ROP) pretende conectar el colectivo de Ingenieros de Caminos con la sociedad. La Voz del Colegiado y el Boletín de Información se convierten en un suplemento de la ROP, que tiene una larga historia desde su fundación en 1853. Muestra de ello es que esta publicación ha tenido entre sus colaboradores a ingenieros ilustres como José Echegaray o Eduardo Saavedra.

La Redacción - Madrid

Rodeada de importantes personalidades del sector, la nueva Revista de Obras Públicas fue presentada en sociedad, el 28 de enero de 2013 en la sede del Colegio de Ingenieros de Caminos. Entre los asistentes se encontraban el Presidente del Colegio, D. Juan A. Santamera; D. Juan Antonio Becerril, anterior Director de la Revista de Obras Públicas, D. José Antonio Torroja, anterior Presidente del Comité de Administración, y D. José Manuel Loureda, Vicepresidente del Colegio, entre otros. Durante la presentación de la ROP, D. Juan A. Santamera se refirió

a ella como “el principal órgano de expresión del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos”. En su intervención, comentó que “una de las acciones que creíamos necesarias fue la de condensar todas las publicaciones dispersas que se venían editando en una sola, que sirviese a la vez de conexión entre los colegiales y de nexo entre nuestro colectivo y la sociedad civil”.

También intervinieron en esta presentación, el nuevo Director, D. Antonio Papell, y el Presidente del Consejo de Administración, D. Miguel Aguiló. El primero de ellos,

periodista e ingeniero de Caminos, agradeció al Colegio la oportunidad que le brinda de aunar sus dos profesiones en un proyecto como el de la nueva Revista de Obras Públicas. Según sus palabras, “la ROP mantiene su carácter técnico, pero a la vez pretende ser la unión del Colegio con la sociedad, entroncando con su entorno político y social”.

Por su parte, D. Miguel Aguiló hizo referencia al nuevo diseño de la revista y a la renovada imagen del Colegio: “la provocación de un nuevo símbolo, que aúna lo moderno con lo antiguo”.

Al finalizar, todos los asistentes tuvieron la ocasión de hacerse con un ejemplar de la nueva Revista de Obras Públicas y La Voz del Colegiado y Boletín de Información que, desde ahora, se convierten en un suplemento de la primera publicación.

Contendrá artículos divulgativos sobre el sector pero también sobre la coyuntura socioeconómica, con un énfasis especial en la internacionalización y en la búsqueda de oportunidades de empleo

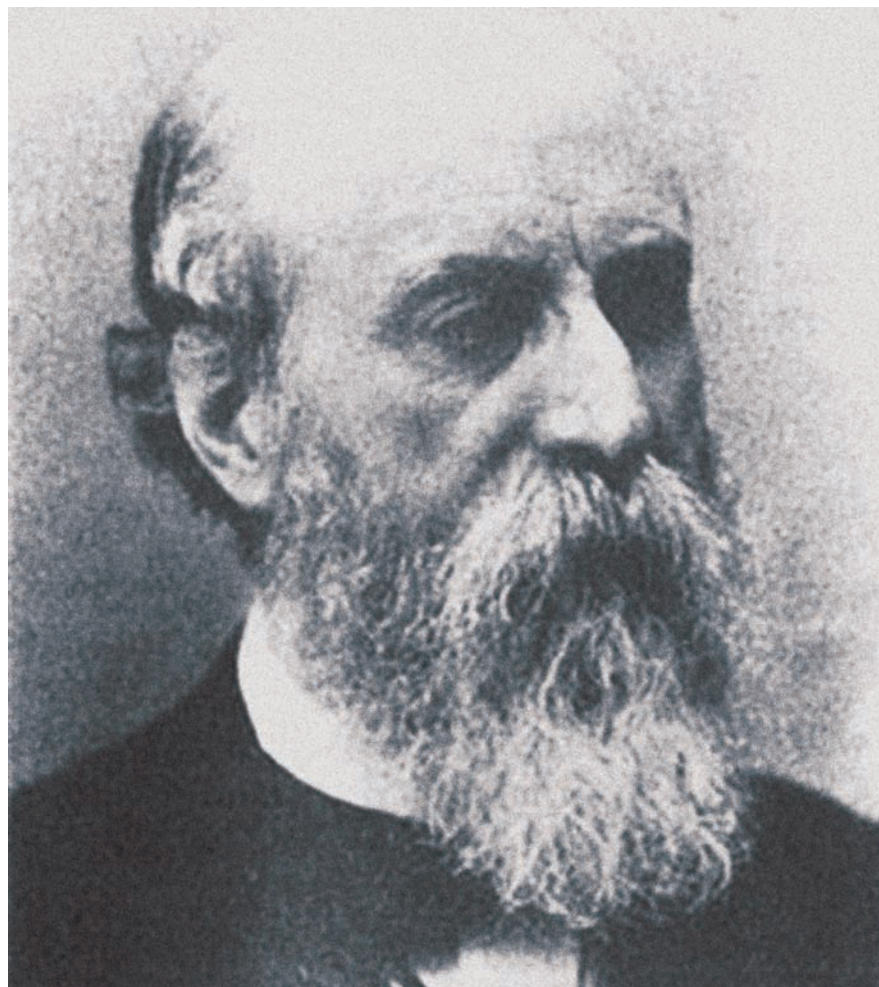
Para explicar esta nueva etapa de la Revista de Obras Públicas, su Director concedió a *Rutas* la siguiente entrevista:

¿Por qué este cambio de la revista tanto en el contenido como en la forma?

El Colegio de Ingenieros de Caminos, en la etapa anterior, llegó a mantener tres revistas –Revista de Obras Públicas, Cauce e Ingeniería y Territorio–, además de los boletines internos. El nuevo equipo que dirige el Colegio, bajo la presidencia de Juan A. Santamera, ha creído oportuno adaptar la comunicación del Colegio a los tiempos que corren y refundir todas las publicaciones en una sola, la Revista de Obras Públicas, de larga tradición.

¿Cómo será a partir de ahora la línea editorial?

La nueva ROP seguirá siendo una publicación técnica, muy volcada



El ilustre ingeniero D. Eduardo Saavedra colaboró en los inicios de la Revista de Obras Públicas.

sobre la ingeniería de Caminos, aunque no científica, es decir, no publicará trabajos de investigación. Contendrá artículos divulgativos sobre el sector pero también sobre la coyuntura socioeconómica, con un énfasis especial en la internacionalización y en la búsqueda de oportunidades de empleo, dado el fuerte desempleo que padece la profesión. En cada número incluiremos un gran reportaje sobre un país de oportunidades, tanto para nuestras empresas como para nuestros ingenieros, así como un reportaje sobre una gran obra pública realizada por españoles en el extranjero.

Básicamente, y como es natural, la ROP servirá de acompañamiento a las grandes líneas políticas de avance que se trace el Colegio.

Entre las novedades, se incluye una sección de opinión

de los propios colegiados, ¿qué temas creen que suscitarán más opiniones?

Entre los Colegiados, existe como es lógico una generalizada preocupación por el empleo, dado el abundante paro existente, y asimismo sobre la nueva regulación de las ingenierías en aplicación de las normas europeas. También la reforma de la enseñanza superior derivada de los planes de Bolonia plantea problemas, en especial la titulación de los ingenieros anteriores a la reforma, que han cursado estudios equivalentes al actual máster en ingeniería de Caminos y que deben ver reconocida dicha equiparación.

Al margen de estas cuestiones coyunturales, los ingenieros de Caminos tienen inquietudes profesionales y personales muy diversas, por lo que la Revista tendrá que acoger toda esta pluralidad. ❖

LA NECESIDAD DE LA AUSCULTACIÓN Y EL EMPLEO DE LOS SISTEMAS DE GESTIÓN TÉCNICA PARA CONSERVAR EL PATRIMONIO DE NUESTRAS INFRAESTRUCTURAS

**PARA HACER MÁS CON MENOS:
AUSCULTAR PARA PRIORIZAR**



AUSIGETI, Junta Directiva

INTRODUCCIÓN

En estos momentos de ajuste presupuestario, justificados por la perentoria necesidad de disminuir el déficit público, la reducción de inversiones está afectando de una forma muy intensa a todas las actividades relacionadas con las infraestructuras. Si bien es cierto que en años recientes las inversiones realizadas en la construcción de estas infraestructuras tuvieron un importante crecimiento, con un impacto muy positivo en incremento del PIB y del empleo, no es menos cierto que la brusquísima reducción de esa inversión, no solo en la construcción de nuevas infraestructuras sino en la conservación de las existentes, puede entrañar el riesgo de que los costes de la reparación o sustitución de aquellas estructuras mal mantenidas sea más onerosa para la sociedad española.

La inversión en el conocimiento del estado real de las infraestructuras y en su mantenimiento es una mínima parte del total de los presupuestos de las administraciones públicas y esas inversiones son esenciales para mantener tanto el valor patrimonial de esas infraestructuras como para poder garantizar que el servicio que prestan



se desarrolle en adecuadas condiciones de seguridad, funcionalidad y eficiencia, entendiendo por eficiencia el emplear los menores recursos posibles para garantizar los aspectos antes reseñados.

La Ley de Patrimonio de las Administraciones Públicas señala en su art. 5.1 que "los bienes de dominio público son aquellos que siendo de titularidad pública se encuentren afectados al uso general o al servicio público". En el artículo 6 de esa Ley de Patrimonio se señala que la gestión de los bienes de las Administraciones Públicas se

realizará (punto f) mediante su identificación y control a través de inventarios o registros adecuados.

Exactamente este fin es uno de los principios fundacionales de AUSIGETI, y esta Asociación se creó con el ánimo de agrupar a las empresas líderes en el sector de la auscultación y de los sistemas de gestión técnica para demandar que estas actividades legalmente imprescindibles se ejecuten de la forma más eficiente posible.

En cualquier caso, en lo sucesivo vamos a intentar señalar no solamente que legalmente han de llevarse a

cabo estas actividades sino que de no llevarse a cabo, como es sabido, los costes futuros de mantener las presiones de nuestras infraestructuras serían inasumibles.

En general, a las infraestructuras se les asigna su valor patrimonial, es decir, el coste que conllevó su construcción y que pasa a formar parte del patrimonio del Estado como garante de los servicios públicos que presta gracias a la existencia de la infraestructura en cuestión. Ese coste actualizado es también el llamado valor de reposición de la infraestructura que sería el que resultara de construir la infraestructura nuevamente.

En función del valor de reposición de la infraestructura y desagregando dicho valor en cada uno de sus elementos, se puede calcular el valor patrimonial de cada elemento. Las inversiones en el conocimiento de su estado y en su correcta conservación mantendrán o incrementarán su valor patrimonial.

La importancia de contar con adecuados sistemas de gestión junto con una correcta inspección, auscultación y diagnóstico sobre el estado de nuestras infraestructuras y proyectos de rehabilitación de las mismas es primordial a la hora de realizar una correcta inversión de los escasos medios de los que se puede disponer ahora y de los que se dispondrá en años venideros.

La auscultación y los sistemas de gestión técnica son unas herramientas

básicas para ayudar a decidir cuándo es más eficiente la inversión y poder planificar adecuadamente las inversiones en conservación, estableciendo distintos escenarios en función de las necesidades y de los recursos existentes. Es sabido que 1 Euro que se emplee en medidas preventivas ahorrará 5 Euros en medidas de reparación a los pocos (10-15) años, 25 Euros en actuaciones de rehabilitación a los 25-30 años y 125 Euros en actuaciones de consolidación estructural y refuerzo a los 45-50 años. Ello es lo que nos anima a plantear la urgente necesidad de retomar e incentivar todas aquellas actividades tendentes a conocer el estado de nuestras estructuras y gestionar eficientemente los recursos invertidos en su correcta conservación.

INFRAESTRUCTURAS VIARIAS

Conforme a los datos del INE las longitudes de las carreteras españolas son las siguientes:

- Red de carreteras del Estado: 25.390 km.
- Comunidades Autónomas: 70.935 km.
- Diputaciones y cabildos: 68.686 km.

Lo que significa un total de 165.011 km de carreteras de las cuales 15.112 son de las denominadas de gran capacidad (2.997 km de autopistas de peaje, 10.509 km de autovías y

1.606 carreteras de dos calzadas). No es nuestro objetivo abrumar con datos estadísticos pero es sabido que España tiene una red de carreteras por habitante o por superficie claramente inferior a países de nuestro entorno.

Por otra parte, la participación de las carreteras en el transporte global del país es muy mayoritaria suponiendo el 86% del transporte interior de mercancías y el 90% del transporte interior de personas. En consecuencia, el mantenimiento de estas infraestructuras es primordial para la actividad económica del país. En este sentido y en comparación con los países de nuestro entorno, y según datos para el año 2004 (últimos de los que disponemos que marcan tendencia suponiendo que se han incrementado en la actualidad), España gasta en conservación de estas infraestructuras 1,67 € por km construido, mientras que Alemania gasta 3,49 €, Italia 2,58 €, Portugal 2,47 €, Holanda 4,36 €, Suecia 3,72 €, Reino Unido 5,64 €, Francia 1,75 € y Bélgica 1,67 €, lo que da un promedio para los países mencionados de 3,04 € por km construido. España se sitúa en una inversión de aproximadamente el 50% de la media europea en relación con el PIB, mientras Alemania gasta el 0,11% de su PIB, Francia el 0,11%, Italia el 0,09%, Reino Unido 0,13%, Portugal el 0,11%, Holanda el 0,11% y Bélgica el 0,08%, en España empleamos el 0,06%, siendo el promedio de este conjunto de países del 0,10%.





En resumen nos encontramos muy lejos de invertir las cifras adecuadas para el mantenimiento de nuestra infraestructura viaria, por lo que es esencial saber de forma objetiva dónde se deben aplicar los escasos recursos económicos. Hay que conocer de forma objetiva para poder hacer más con menos.

MEDIO AMBIENTE

Por lo que respecta a la incidencia medioambiental, el análisis de nuestras infraestructuras intenta cuantificar el beneficio de conocer el estado actual para realizar un mantenimiento preventivo, es decir, el coste de la ausencia de auscultación/gestión técnica de las mismas.

En este sentido podemos utilizar tres criterios de análisis:

- Criterio económico, en el que hay que tener en cuenta que cuando el mantenimiento supone alargar la vida útil de una infraestructura su presupuesto no es gasto, sino inversión.
- Criterio medioambiental y de sostenibilidad, en el que constatamos que el desarrollo sostenible debe apoyarse en la extensión de la vida útil de nuestras infraestructuras para reducir los residuos contaminantes originados bien por la destrucción de las existentes o bien por su propio ciclo de vida.
- Criterio de seguridad, para la población para el que es necesario definir un adecuado mantenimiento preventivo de las infraestructuras porque se afecta directamente a la seguridad y salubridad de las personas.

Unidos estos tres criterios y aplicados a nuestro patrimonio en infraestructuras podemos hablar de ahorros muy significativos si realizamos el seguimiento y las actuaciones preventivas frente a una actuación a posteriori, cuando el problema ya es grave y caro y en ocasiones imposible de solucionar dentro de unos márgenes económicos razonables.

CONCLUSIONES

Este breve informe pretende fundamentalmente dar una señal de alarma sobre nuestra situación, reclamando presupuestos concretos, a las distintas administraciones públicas, dirigidos a conocer el estado actual de las infraestructuras para poder prevenir, frenar y mantener adecuadamente el deterioro de nuestras infraestructuras. Por ello queremos hacer una enérgica llamada de atención sobre la responsabilidad de las diferentes administraciones para invertir en actuaciones de auscultación.

En este sentido, enumeramos a continuación unos puntos imprescindibles para corregir lo antes posible la falta de actuación en este ámbito. No olvidemos que lo que tarda años en construir, se deteriora en poco tiempo sin una adecuada política de estudios, previsión, gestión y mantenimiento. Estos puntos son los siguientes:

- Planificación de la auscultación y de las inspecciones, con definición de parámetros y formatos de registros y presentación de informes.
- Gestión centralizada de las bases de datos y definición de umbrales

de alarma para análisis urgentes y adopción de las medidas oportunas.

- Análisis de los defectos superficiales.
- Análisis de los procesos reversibles y de los fenómenos evolutivos.
- Propuestas de mantenimiento preventivo, basadas en el conocimiento objetivo.
- Hacer una planificación a corto y medio plazo para hacer lo imprescindible.

En conclusión, hacer más con menos, partiendo del conocimiento de lo que tenemos y de su evolución prevista.

Las políticas adecuadas y modernas que se necesitan para la explotación, mantenimiento, conservación y mantenimiento de nuestras infraestructuras deben basarse en la auscultación, la vigilancia y la inspección para poder planificar las actuaciones. ❖

AUSIGETI

C/ Jenner nº3, 2ª planta,
28010, Madrid.
(91 523 36 83)
ausigeti@ausigeti.es
www.ausigeti.es

AÑO DE FUNDACIÓN: 2007

ÁREAS DE ACTUACIÓN:

Firmes de carreteras, vías ferroviarias, plataformas de obras lineales, túneles, puentes y estructuras, obra hidráulica y medio ambiente.

RUTAS

REVISTA DE LA ASOCIACIÓN TÉCNICA DE CARRETERAS

Comité Nacional de la Asociación Mundial de Carreteras



asociación técnica
de carreteras
comité español de la
asociación mundial de la carretera



Si quiere suscribirse por un año a la revista **RUTAS**, en su edición impresa y digital, cuyo importe es de 60,10 € para socios de la ATC y 66,11 € para no socios (+ I.V.A. respectivamente) rellene sus datos en el formulario de abajo y envíelo por Fax o por correo postal a la sede de la Asociación:

C/ Monte Esquinza, 24, 4.º Dcha. 28010 Madrid.

Si quiere anunciarse en **RUTAS** póngase en contacto con nosotros:

Tel.: 913082318 Fax: 913082319

info@atc-piarc.com www.atc-piarc.com

http://www.atc-piarc.com/rutas_digital.php



Para más información:

puede dirigirse a:

Asociación Técnica de Carreteras

Tel.: 913082318 Fax: 913082319

info@atc-piarc.com www.atc-piarc.com

Desde este link http://www.atc-piarc.com/rutas_digital.php, podrá consultar los artículos de la Revista *Rutas*, así como los de otras publicaciones, Congresos y Jornadas que organiza la ATC

Forma de pago:

Domiciliación bancaria CCC nº _____

Transferencia al numero de cuenta: 0234 0001 02 9010258094

Nombre

Empresa

NIF

Dirección

Teléfono

Ciudad

C.P.

e-mail

Provincia

País

Fecha

Firma

REVISTA RUTAS DIGITAL



www.atc-piarc.com

La Revista Rutas también se distribuye a través de la página web del Comité Nacional Español.

Navega por nuestros números y artículos:

- Descarga los tres últimos números de la revista si eres suscriptor en Rutas Online.
- Accede a los artículos de la revista, desde su primera edición en 1986, de manera sencilla y gratuita (los dos últimos años solo para suscriptores).

Gracias a nuestro buscador avanzado en Rutas Digital



asociación técnica
de carreteras

comité español de la
asociación mundial de carreteras





Hacemos GRANDES

hasta los SUEÑOS
más pequeños...

... porque en Ferrovial Agromán,
ponemos en tus manos
a los profesionales más cualificados del sector,
las más avanzadas tecnologías y más de 80 años
de experiencia en servicio y atención al cliente,
lo que nos ha dado reconocido prestigio
como empresa líder a nivel nacional e internacional.

Nosotros creemos en cada uno de nuestros clientes,
creemos en **ese sueño** y lo convertimos
en el más importante, dándole el respaldo
y la **seguridad** de hacerlo realidad.

ferrovial
agroman