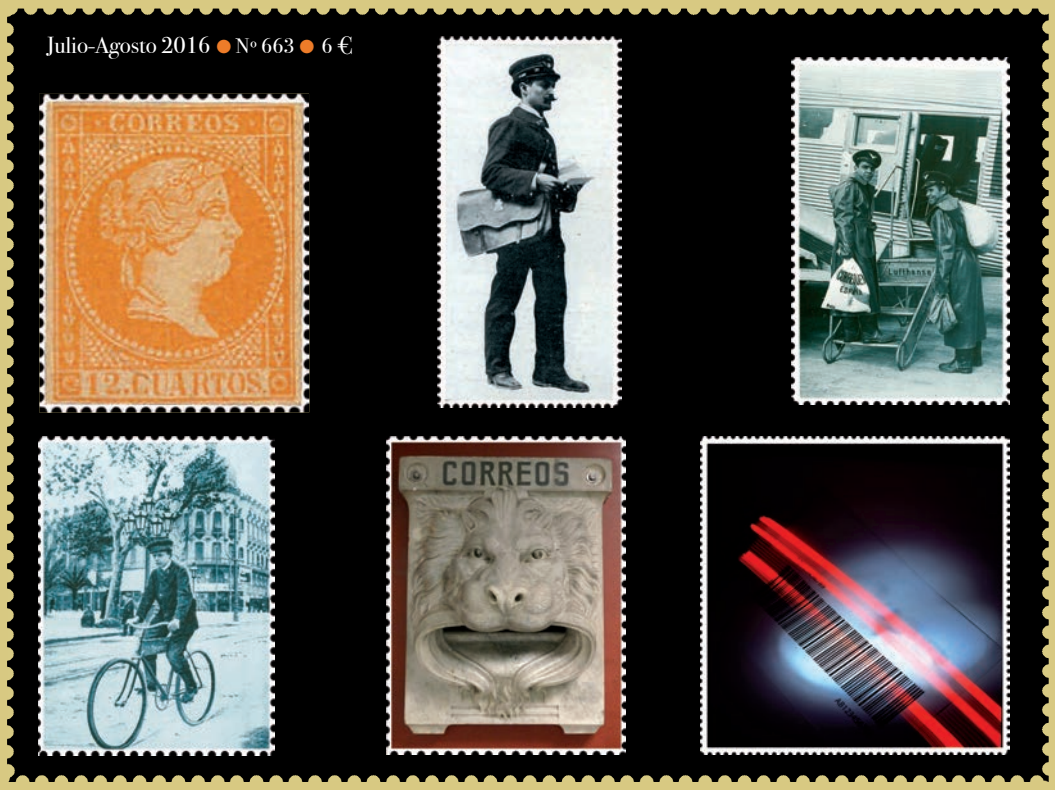
Revista del Ministerio de
Fomento

Julio-Agosto 2017 • Nº 674 • 6 €

Historia de los caminos y carreteras en España

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

Revista del Ministerio de
Fomento



El correo y las comunicaciones postales en España (1716-2016)

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

MONOGRÁFICO
Julio-Agosto 2016

PVP: 3 €

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO

SOLICITE SU EJEMPLAR EN TELF. : 91 597 53 85 / 53 91
Por fax: 91 597 85 84 (24 horas)
Por correo electrónico: cpublic@fomento.es

Sumario Julio-agosto 2017 Nº 674

04. Calzadas y vías romanas: una red para un imperio.

A BUEN CAMINO, MEJOR VIAJE

16. Edad Media: la difícil conservación del legado romano.

TIEMPO DE CAMINANTES INTRÉPIDOS

30. Los caminos en la España de los siglos XV, XVI y XVII.

EL LARGO ADIÓS AL MEDIEVO

42. Caminos y carreteras en el siglo de la Ilustración.

PENSANDO EN EL TRANSPORTE

54. De 1800 a 1960: hacia la Red Nacional de Carreteras.

DE LA GRAVA AL ASFALTO

72. 1960-2017. Crecimiento y modernización de las carreteras españolas.

LA CONFIGURACIÓN DE LA RED

84. Cómo serán las infraestructuras viarias del futuro.

CARRETERAS 4.0

Director de la Revista: Antonio Recuero.
Maquetación: Aurelio García. **Secretaria de redacción:** Ana Herráiz. **Archivo fotográfico:** Vera Nosti.
Elaboración página web: www.fomento.gob.es/publicaciones. Concepción Tejedor.
Suscripciones: 91 597 72 61 (Esmeralda Rojo Mateos).
Colaboran en este número: Pepa Martín Mora, Begoña Olabarrieta, Javier R. Ventosa, Julia Sola Landero, Luis Solera y Beatriz Terribas.
Comité de redacción: Presidencia: Rosana Navarro Heras.*(Subsecretaria de Fomento).*
Vicepresidencia: Alicia Segovia Marco.*(Secretaria General Técnica).*
Vocales: *Patricia Crespo González (Directora de Comunicación),* Pilar Garrido Sánchez *(Directora del Gabinete de la Secretaría de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda),* Belén Villar Sánchez *(Jefa del Gabinete de la Subsecretaria),* Mónica Marín Díaz (*Directora del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Infraestructuras),* Mª José Rallo del Olmo *(Jefa del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Transportes),* Regina Mañueco del Hoyo *(Directora del Centro de Publicaciones)* y Antonio Recuero *(Director de la Revista).*
Dirección: Nuevos Ministerios. Paseo de la Castellana, 67. 28071 Madrid. Teléf.: 915 978 084. Fax: 915 978 470. Redacción: Teléf.: 915 977 264 / 65. **E-mail:** cpublic@fomento.es
Dep. Legal: M-666-1958. ISSN: 1577-4589. NIPO: 161-15-005-0

Edita:
Centro de Publicaciones.
Secretaría General Técnica
MINISTERIO DE FOMENTO

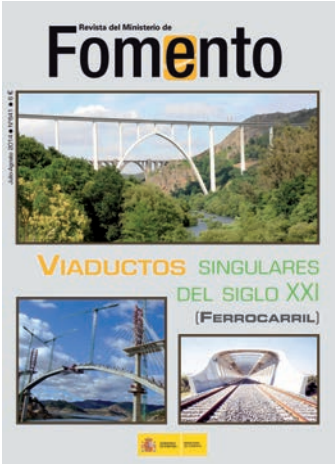
Esta publicación no se hace necesariamente solidaria con las opiniones expresadas en las colaboraciones firmadas.
Esta revista se imprime en papel 100% reciclado a partir de pasta FSC libre de cloro.

Revista del Ministerio de

Fomento

VIADUCTOS SINGULARES DEL SIGLO XXI

(FERROCARRIL)



MONOGRÁFICO
Julio-Agosto 2014

PVP: 3 €

GOBIERNO DE ESPAÑA | MINISTERIO DE FOMENTO

SOLICITE SU EJEMPLAR EN TELF. : 91 597 53 85 / 53 91
Por fax: 91 597 85 84 (24 horas)
Por correo electrónico: cpublic@fomento.es

MUSEO DEL FERROCARRIL

www.museodelferrocarril.org

Paseo de las Delicias, 61
28045 Madrid

Calzadas y vías romanas: una red para unir un imperio

A buen camino, mejor viaje

Beatriz Terribas

Consumada la conquista de la península ibérica por las legiones romanas, hacia el siglo I a. de C. y a fin de afianzar su dominio, los nuevos colonizadores empiezan a desarrollar un ambicioso programa de mejoras en las vías existentes y de ampliación de las mismas con una red de calzadas de nueva construcción que unirán los principales núcleos urbanos de las tres provincias hispanas: Corduba, Emérita Augusta y Tarraco, una red que con los emperadores Trajano y Adriano se extenderá hasta casi sumar los 8.000 km de longitud.

En el año 218 a. de C., durante la Segunda Guerra Púnica que enfrentaba a Roma y Cartago por la hegemonía en el Mediterráneo, Cneo Cornelio Escipión, al mando de un destacamento militar de Roma, desembarcó en Ampurias para impedir que Aníbal reclutara refuerzos para su ejército en sus posesiones de Iberia. Doce años después, y hasta la llegada de los visigodos, la Península pasará a formar parte del imperio romano asimilando paulatinamente sus estructuras políticas, económicas, culturales y sociales.

Durante más de un siglo se prolongaron los tres conflictos armados que desde el año 264 a. de C. mantenían Cartago y la República de Roma por controlar el mar Mediterráneo, cuyas rutas mercantiles estaban en poder del estado cartaginés, exten-

Arco de Cáparra, en la Vía de la Plata.

diéndose por el norte de África, el sureste de la península ibérica, las Islas Baleares, Cerdeña, Córcega y Sicilia. Tras la expulsión de los cartagineses de Iberia en el año 206 a. de C. y la victoria de Roma en la batalla de Zama, cuatro años después, la República se anexionó las colonias cartaginesas convirtiéndose, tras la destrucción de la ciudad de Cartago años más tarde, en la única potencia política, militar y económica del Mediterráneo. Aunque Roma inicialmente sólo pretendía acabar con la supremacía de los cartagineses en Iberia, una vez conocidos sus recursos económicos decidió iniciar su conquista, habitada por un crisol de pueblos independientes, ya que tan sólo las ciudades de Ampurias, Sagunto y Gades (Cádiz) habían sellado su alianza con Roma. Las tribus celtas habitaban la vertiente norte y occidental peninsular, mientras que las íberas, las más desarrolladas, se distribuían por el sureste, quedando en la Meseta las poblaciones celtíberas. A pesar de sus diferencias culturales y sociales, y de las escasas vías de comunicación que surcaban la península, mayoritariamente caminos de herradura, sus clanes habían mantenido tradicionalmente fluidas relaciones comerciales a partir de sus excedentes de producción.

El primer paso que dio Roma para dominar Iberia fue dividirla en dos provincias, la Hispania Citerior, que abarcaba la costa levantina y el valle del Ebro, y la Hispania Ulterior, circunscrita a la parte meridional, asignando a cada una de ellas un pretor y una

legión de 12.000 soldados dispuestos. Las previsiones de conquista, sin embargo, no fueron tan favorables sobre el terreno, y el despliegue militar inicial, a todas luces insuficiente en sus comienzos, se incrementó con la llegada del cónsul Catón y del pretor Tiberio Sempronio Graco, que consiguieron contener las revueltas tribales durante treinta años. Tras vencer a buen número de tribus adoptaron una serie de imposiciones y alianzas que contemplaban, entre otras medidas, el pago de un tributo anual a Roma, a cambio de distribuir tierras entre los pueblos dominados, y la posibilidad de que sus hombres pudieran adherirse a los ejércitos imperiales con el fin de iniciar la romanización de Iberia. Este proceso se vio truncado en el año 155 a. de C. con las rebeliones de los celtíberos y lusitanos en la zona occidental peninsular, cuyos guerreros, encabezados por Viriato, mantuvieron encarnizadas luchas contra los romanos hasta la caída de Numancia, la última fortificación celtíbera, que sucumbió en el año 133 a. de C. Poco después se tomaron las Baleares, dando continuidad a un proceso de conquista que se prolongó durante varios siglos, agravado, además, por las luchas de poder que desde la metrópoli se dirimieron en Hispania, donde Pompeyo, partidario de la facción conservadora del Senado de Roma, se enfrentó a

Escultura de Trajano en las ruinas de Baelo Claudia (Bolonia) debajo, calzada del puerto del Pico (Ávila).

Arco triunfal dedicado a Trajano sobre el puente de Alcantara.

Adriano, los límites del imperio

Aunque algunas fuentes sitúan el lugar de su nacimiento en Itálica, en la actual Santiponce sevillana, otras discrepan y lo establecen en Roma. Perteneciente en cualquier caso a la dinastía Ulpio-Aelia, con antepasados establecidos desde el siglo III a. de C. en tierras hispanas y con gran influencia en la corte y el senado romano, Adriano (76-138), de cuyo acceso al trono del imperio romano se cumplen exactamente 1900 años (11 de agosto del 117), cuando tenía ya 40 años y una tan larga como brillante carrera militar y administrativa, renunció a continuar la expansión de Roma más allá de los límites establecidos tras las victoriosas campañas de su tío y antecesor en la corona, el emperador Trajano. Por el contrario, anticipando con gran lucidez que la anexión de nuevos territorios implicaría la dispersión del poder militar y una más frágil e improbable defensa de algunas fronteras, se decantó por consolidar la presencia de Roma en las provincias ya conquistadas mediante políticas de integración, pactos y alianzas con las poblaciones locales, en las que la aplicación de una administración más justa y la creación de nueva obra pública jugaron un papel determinante.

Tras su proclamación como emperador, recorrió prácticamente todas las provincias del imperio y se implicó activamente en la aplicación de sus reformas, estableciéndose durante largas temporadas con un eficaz séquito de funcionarios en las ciudades que visitaba o conviviendo con la milicia en primera línea, sin los privilegios de su rango. De este modo, más de la mitad de su reinado discurrió alejado de Roma. Gran aficionado a la cultura y tradiciones griegas, así como a la arquitectura, promovió algunas de las obras civiles que mejor han resistido el paso del tiempo y que en muchos casos sirvieron de inspiración al Renacimiento y el neclasicismo, entre otras: la reconstrucción del panteón de Agripa, su propio mausoleo –hoy castillo de Sant´Angelo–, o los templos de Zeus, en Atenas, y de Venus, en Roma. También, en el orden militar, fiel a sus ideas de reforzar las fronteras en los límites del imperio, ordenó la construcción del muro que lleva su nombre en el norte de Inglaterra, en la región de Northumberland. Acosado por la enfermedad, sus últimos tres años de vida discurrieron en Roma, falleciendo finalmente el 10 de julio del 138 en la localidad balnearia de Baiae.

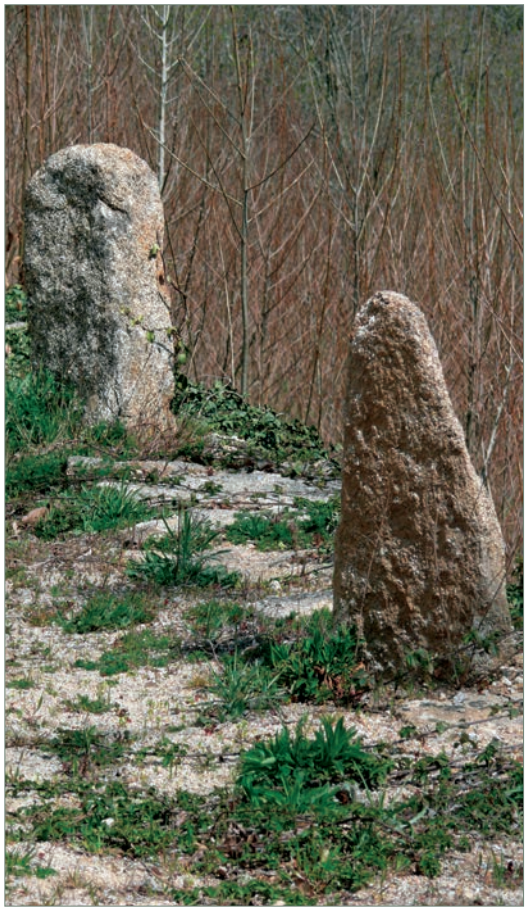
César, interesado en reformar las instituciones, en poder de las grandes familias patricias de la República. Una guerra civil que concluyó en el año 47 a. de C. con la anexión a Roma de todas las tribus celtíberas, conseguida por Pompeyo. Y con posterioridad, tras su derrota ante César, con el dominio de este sobre la mayoría de las provincias hispanas, en cuya pacificación jugaron un papel decisivo tanto la concesión de la ciudadanía romana a la nobleza indígena como el reparto de tierras a los pueblos sometidos y la reducción de sus impuestos.

Tan sólo las tribus galaicas, astures y cántabras quedaron fuera de la órbita imperial, anexionándose finalmente en el año 19 a. de C., tras las campañas emprendidas por el emperador Augusto al mando de sus siete legiones. Concluida la conquista, y con el fin de controlar toda la península, se dispuso una nueva configuración territorial con la cre-

ación de la provincia Lusitania, que abarcaba el centro y sur del actual Portugal hasta el río Guadiana y tuvo por capital Emérita Augusta (Mérida); la provincia Hispania Ulterior Baetica, con Corduba (Córdoba) como capital, que comprendía el resto del territorio situado al sur del río Guadiana, y la provincia Hispania Citerior, cuya capital Tarraco (Tarragona) se imponía sobre el norte peninsular, la meseta y el sureste.

() Vías prerromanas

Uno de los motivos que ralentizó la conquista de Iberia fue la escasez y dificultad que entrañaban las vías de comunicación terrestres para el tránsito de los ejércitos, meramente conformadas en el mejor de los casos como caminos de herradura. Una excepción fue la vía Heraklea, que, mejorada por los cartagineses como vía militar, originariamente comunicaba todas las poblaciones fenicias de la costa levantina y del sur de Iberia para mantener sus contactos comerciales. Probablemente era la de mejor trazado y fue la más importante desde el punto de vista histórico, ya que por ella partió Aníbal desde Cartago Nova (Cartagena) para invadir Roma y por ella penetraron los ejércitos republicanos que iniciaron desde Ampurias la ocupación de Iberia. A pesar de que prácticamente no se conservan vesti-



Hitos de balizamiento junto a un terraplén montañoso de la Vía de la Plata cerca de Béjar (Salamanca).

Peculiaridades de las vías

Los romanos proyectaron su red viaria para que perdurase en el tiempo, por ello no escatimaron ni esfuerzos económicos ni humanos en su construcción, que respondía a los tres principios que el ingeniero Marco Vitruvio consideraba inherentes a toda obra pública: solidez, utilidad y belleza.

Las calzadas tenían que permanecer inalterables en cualquier época del año para garantizar su utilidad, sin verse afectadas ni por las inclemencias del tiempo ni por los cambios de temperatura y humedad. Su estructura estaba condicionada también por la presión que sobre la superficie iban a ejercer los vehículos de paso, cuyas dimensiones determinaban además el ancho de cada vía. Por ellas circularían las legiones, las carracas de mercancías, las galeras tiradas por bueyes que llevaban a las ciudades materiales de construcción que alcanzaban hasta dos toneladas de peso, los carros de viajeros, las carrucas de los emperadores o los coches ligeros de los cónsules. Para prevenir daños en los vehículos y en los bultos que portaban, los ingenieros debían conseguir pavimentos regulares durante todo el trayecto, generalmente alineaciones rectas que evitaban pendientes pronunciadas y se trazaban con el mínimo número de curvas, siempre muy abiertas, para favorecer la velocidad constante de los vehículos.

Fue tal la magnitud e importancia que alcanzó la construcción del entramado viario del Imperio romano que su planificación y la decisión de su ejecución dependían directamente de Roma. Durante la República la responsabilidad recaía en los cónsules, pretores y censores, pero una vez establecido el sistema de gobierno imperial era el propio emperador, asesorado por los gobernadores de las provincias, los procuradores o las legiones, quien aprobaba el programa viario, elaborado en base a las necesidades estratégicas, urbanas o sociales de cada demarcación.

Teniendo en cuenta estos parámetros, los ingenieros diseñaron varios tipos de vías. Las más notorias fueron las viae *públicas y las* viae *militares que comunicaban, por un lado, las ciudades más importantes del imperio y, por otro, sus enclaves estratégicos. Aunque generalmente se financiaban con el erario público o el presupuesto del ejército, determinados emperadores o poderosos ciudadanos aspirantes a medrar en el senado, también destinaron generosas aportaciones a la construcción de algunos trazados, contribuyendo a perpetuar su nombre entre la sociedad del momento. Pese a la importancia de estos trazados, la red de comunicaciones más extensa la constituían las* viae privatae*, que comunicaban las villas agrícola-ganaderas y las de recreo de los grandes terratenientes, y las* viae vicinales*, sencillos caminos de tierra apisonada que partían de las viae publicas y conectaban los pueblos de una misma región. En estos casos eran los propios vecinos quienes contribuían con sus impuestos, y de forma proporcional, tanto al pago del trazado como a su mantenimiento.*

La finalidad de las calzadas también determinaba su anchura, que en las principales oscilaba entre los 6m y 12 m, mientras que en las viae privatae *y en las* vicinales *solía ser de 4 m.*

Calzada de Bárcena de Pie de Concha (Cantabria), y miliario dedicado al emperador Adriano.

gios de los caminos prerromanos, algunos hallazgos encontrados en la Vía de la Plata permiten constatar que ya los fenicios y los griegos utilizaron este itinerario que conectaba, desde el siglo VIII antes de nuestra era, el occidente peninsular con la región de Oretania (Jaén), enlazando a su vez con otro trazado diseñado por los tartesos entre Cádiz y la desembocadura del Tajo. Estas dos vías, seguramente las principales, ya que por ellas circulaban el estaño de la Lusitania, las cerámicas de Andalucía y aceite y cereales, se bifurcaban en numerosos ramales que comunicaban los asentamientos humanos más importantes del centro, este y suroeste de la Península y sus extracciones mineras. Tanto la vía Heraklea como la de la Plata, también restaurada por los cartagineses, estaban cubiertas por losas, a diferencia del resto de la red viaria, generalmente de tierra apisonada. Las tribus del norte permanecieron prácticamente al margen de estas arterias

debido a la abrupta orografía de su territorio, limitándose sus desplazamientos a las sendas de paso de los animales y las veredas naturales de sus lugares de origen.

Para impulsar la ocupación de Iberia era indispensable para los romanos controlar su entramado viario, a fin de neutralizar a los ejércitos de Cartago y después los de los nativos.

Simultáneamente, y según avanzaba la conquista, comenzaron su reconstrucción, prolongando al mismo tiempo los trazados para favorecer el desplazamiento de sus legiones, comunicar los campamentos militares y agilizar los viajes del *cursus publicus* (correo), que portaba las noticias entre las tropas y mantenía al Senado de Roma al tanto de los acontecimientos. También era imprescindible mantener comunicadas las colonias que se fundaron durante las primeras fases de la conquista para asegu-

rar el dominio de los territorios. En ellas se establecieron las primeras tropas estables del ejército romano, los soldados heridos y los que se quedaron como colonos agrícolas una vez licenciados, lo que propició la expansión de las costumbres romanas entre las poblaciones locales, favoreciendo el proceso de romanización. El saneamiento de los caminos originales jugó un papel decisivo en las campañas de Julio César y en la conexión de las comunidades indígenas subyugadas, cuyas poblaciones obtuvieron la categoría de municipios, un estatus político administrativo que les permitió mantener sus instituciones sociales, la autoridad de sus gobernantes y obtener la ciudadanía romana, aunque permaneciendo bajo el control fiscalizador y legal del Imperio.

() Red viaria romana

Durante el siglo I a. de C., los romanos, además de restaurar las vías existentes desarrollaron un amplio programa de infraestructuras viarias para enlazar los nuevos asentamientos de población que se perfilaron con la llegada de numerosos colonos de la Península Itálica que se instalaron en los valles del río Ebro y del Guadalquivir obligados por la crisis agraria que castigaba sus lugares de origen. Paralelamente a ello, y por razones económicas, también dotaron de una adecuada red viaria a las zonas mineras del sureste y del suroeste peninsular, a las de Sierra Morena y a las de la parte noroccidental de la península, cuyos yacimientos, una vez usurpados a las poblaciones locales, pasaron a manos de senadores y nobles, encargados de gestionar las extracciones de plata, oro, cobre, mercurio, plomo, cinabrio y estaño protegidas por las tropas legionarias adscritas a cada zona minera.

Tras su llegada al poder, Augusto emprende una serie de reformas de carácter político, económico y social para unificar y afianzar el dominio de Roma en Hispania, ambiciosa empresa que coincide con el florecimiento cultural y artístico que se vive en la urbe. Después de pacificar la península, el emperador continúa el programa emprendido por Julio César, su padre adoptivo, para integrar a las tribus indígenas en las costumbres y formas de vida imperiales, lo que permitió incluso a algunos descendientes de las oligarquías locales seguir ostentando el poder en determinadas colonias conforme al modelo impuesto por el gobierno imperial.

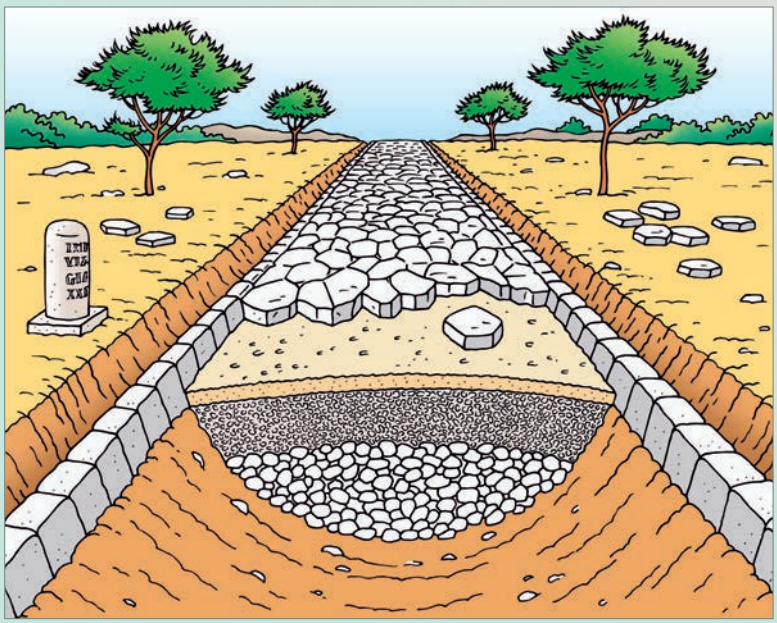
Si bien en momentos precedentes la fundación de colonias respondía a un programa estratégico de vigilancia militar del territorio ocupado, el nacimiento de nuevos núcleos de población durante el gobierno de Augusto se concibe como una medida

Construcción de las calzadas

Una vez decidida la construcción de una calzada los exploratores *romanos se adentraban en el territorio por donde iba a discurrir para hacer una evaluación pormenorizada de sus accidentes geográficos. Esta información era imprescindible para los* mensores*, responsables de proyectar el corredor teniendo en cuenta la localización de ríos, barrancos, montañas, humedales... con el fin de valorar posibles trazados alternativos para asegurar la efectividad y eficacia de la construcción sin que se incrementara su coste. Atendiendo a estos condicionantes, las calzadas se trazaban generalmente por zonas elevadas donde era difícil que se anegaran por el desbordamiento de los ríos, algo común en los valles donde, además, las legiones estaban más expuestas a las emboscadas. En cambio, las montañas se franqueaban por los cerros más bajos y las laderas más soleadas para evitar la acumulación de hielo y nieve.*

Después de que el censor aprobaba el proyecto de la obra, los mensores procedían a su replanteo para ajustarlo a la realidad del terreno y determinar en consecuencia el recorrido exacto de la vía.

Ayudados por instrumentos como la groma, la dioptra, la decempeda o los jalones, definían con precisión el trazado en planta del corredor, procurando mantener alineaciones rectas con el menor número de curvas posible; el trazado en alzado, minimizando las rampas y pendientes; y la sección transversal de la calzada con las inclinaciones apropiadas para facilitar el drenaje del pavi-



A. Arnáiez

A la izqda., canteras romanas de Xàtiva. Junto a estas líneas Arco de Bará (Tarragona) en la Vía Augusta. Debajo, detalle de la calzada de Bárcena de Pie de Concha (Cantabria).

mento hacía una zanja lateral y evitar que los vehículos al tomar una curva se salieran de la calzada. Un trabajo exhaustivo del que dependía el éxito de la obra, que recaía en las legiones, instruidas rigurosamente en las técnicas constructivas; en esclavos, y en obreros contratados a tal fin.

Antes de empezar la construcción propiamente dicha, se explanaba el terreno y se deforestaba y desbrozaba el trazado proyectado para la vía, cuya anchura se delimitaba con dos surcos paralelos. Entre ellos se abría una profunda fosa en cuya base se disponía el statumen*, una capa de piedras gruesas a modo de cimiento, que según el tipo de suelo podía alcanzar hasta medio metro de espesor. Sobre ella se colocaba una mezcla de grava compactada con arcilla o tierra y de similar calibre, denominada* rudus*, y encima se extendía un manto de guijarros mezclado con cemento que componía el* nucleus*. Este se cubría finalmente con el* pavimentum*, una capa de rodadura de unos 20 cm de espesor compuesta de cantos rodados mezclados con arena, que se apisonaban con rodillos de piedra para conseguir el firme adecuado para el tránsito de vehículos y animales, impidiendo los cantos rodados que se dañasen sus pezuñas al favorecer su adherencia al suelo.*

Los ingenieros romanos superaron magistralmente los obstáculos ineludibles que se presentaban durante la construcción de la red viaria. En determinados tramos, especialmente en las zonas montañosas, cuando las líneas de máxima pendiente transversal a la calzada eran muy elevadas, levantaron sólidos muros de contención en las laderas para impedir el deslizamiento del terreno. Estaban provistos de mechinales que evacuaban el agua de la lluvia para mantener la tierra que soportaban lo más seca posible, impidiendo de esta forma que se derrumbase la obra. Precisamente, en las áreas de montaña alcanzó especial relevancia la construcción de túneles, llegando a alcanzar algunos de ellos hasta un kilómetro de longitud. Se perforaban por ambos lados y contaban con aperturas laterales para airear e iluminar el interior. Una obra de gran envergadura y elevado coste equiparable a la desecación de aquellos humedales que se interponían en algunos corredores. Para trazar la Vía Nova, ideada para conectar las poblaciones del norte peninsular y las ciudades de Asturica Augusta y Bracara Augusta, se desecó la cuenca endorreica de la laguna de Antela, situada en la comarca de La Limia, en la actual provincia de Orense. Con la apertura de un canal de drenaje de 27 km de longitud, en el que desaguaban varios brazos, los romanos eliminaron el agua y después de sanear el terreno retirando la tierra vegetal construyeron la calzada sobre sendos terraplenes que la elevaban sobre el lecho del humedal evitando cualquier filtración.

Cada calzada se señalizaba con miliarios cilíndricos, generalmente de dos metros de altura, situados cada mil pasos. En ellos se grababan el nombre de la vía, la fecha de su construcción y reparación, así como el de la autoridad responsable.

de apoyo al plan de reorganización administrativa de las provincias hispanas. Desde las nuevas urbes, diseñadas a imagen y semejanza de las de la península itálica, los magistrados gobiernan los asentamientos rurales, el aprovechamiento de las tierras comunales, las áreas de bosques y pastos, y las villas, dedicadas a la explotación agrícola-ganadera, o las destinadas a lugar de recreo de ricos terratenientes o miembros de la aristocracia romana. Paralelamente a ello, en las capitales de provincia, Emérita Augusta, Corduba y Tarraco, enclavadas en los nudos de comunicación más importantes de cada zona, se desarrollan extraordinarios programas urbanísticos, que emulando los modelos de Roma, subrayan el poder de Augusto y la consolidación del Imperio.

Puente de Lerma (Burgos).

Esta innovadora planificación de Hispania no hubiera sido posible sin la pericia que demostraron los arquitectos y, especialmente, los ingenieros romanos, artífices de la construcción y restauración de una red de calzadas que dio servicio a todos los ciudadanos y que alcanza su máximo apogeo durante el gobierno de Augusto, superando los 3.000 km de nuevos recorridos en territorio peninsular. Un ambicioso programa constructivo que se desarrolla por igual en todos los territorios del Imperio para asegurar su cohesión, la paz y su prosperidad.

() Fuentes documentales

Los mensores romanos, además de proyectar las calzadas, también trazaron la cartografía del Imperio. Sus mapas ofrecían información detallada de las vías y sus itinerarios, destacando, entre otros datos, los lugares de descanso (*mansiones*), las estaciones para el cambio de monturas (*mutationes*), o las posadas donde dormir (*tabernae*), un cúmulo de referencias que facilitaban los desplazamientos tanto de las tropas como de los comerciantes.

De los testimonios que se conservan de las calzadas de las provincias hispanas destacan por su originalidad los Vasos de Vicarello, cuatro recipientes de plata dedicados al culto de Apolo, que se remontan a los principados de Augusto y Tiberio y fueron descubiertos en las termas de Aquae Apollinares. En su cara exterior se inmortalizó la Vía Augusta, que conectaba Gades con los Pirineos, donde enlazaba con la Vía Domitia, que se dirigía a Roma. La

Tramo de la Vía Nova en Ourense.

Puentes sobre las calzadas

Cruzar los cursos fluviales fue otro de los grandes retos que superaron los ingenieros y arquitectos romanos levantando espléndidos puentes. Diseñados para resistir el paso del tiempo y las variaciones del caudal de los ríos, su solidez y seguridad radicaba tanto en su cimentación como en la simetría y equilibrada proporción de todos los elementos que componían la obra. Las condiciones geológicas del terreno determinaban, en la medida de lo posible, su ubicación, preferiblemente sobre suelos rocosos cuya firmeza garantizaba la resistencia y durabilidad de la obra. Pero cuando el trazado de la calzada imponía la construcción del puente sobre suelos arenosos o arcillosos era imprescindible reforzarlos construyendo una sólida estructura de estacas de madera con cabeza metálica que se clavaban por debajo del nivel freático para evitar su putrefacción. Lograr unos cimientos seguros era esencial para que pudieran soportar las cargas permanentes de los puentes, que desde las bóvedas se transmiten al suelo a través de las pilas y los estribos sobre los que se apoyan.

Puente de Osma
Burgo de Osma (Soria).

Las abundantes cuencas hidrográficas de las provincias hispanas obligaron a los técnicos romanos a levantar gran número de puentes para dar continuidad a las calzadas. Pese a la importancia que tuvieron en el momento de su construcción, el paso del tiempo no ha tratado a todos por igual. De los que se erigieron en la Vía de la Plata, el de Alconétar, levantado por el arquitecto Apolodoro de Damasco sobre el río Tajo, sólo conserva dos de sus dieciséis arcos primigenios, incluso desubicados de su emplazamiento original para no perecer anegados por la presa extremeña de Alcántara. En el caso del puente de Cáparra, declarado Bien de Interés Cultural, las numerosas modificaciones que ha sufrido a lo largo del tiempo han transformado casi por completo la fábrica romana a excepción de dos de sus bóvedas, que permanecen intactas desde el siglo I a. de C. En aquel momento también se levantaron en Emérita Augusta dos extraordinarios puentes sobre el Guadiana que se apoyaban en una isleta, transformada más tarde en un tajamar que desviaba las aguas hacia los ojos de cada uno de ellos. Ambos enlazaban los itinerarios que se dirigían a Corduba, Caesaragusta y Olissipo (Lisboa) con la Vía de la Plata, que discurría por el cercano puente de Albarregas. La obra actual, que supera los 700 m de longitud y consta de sesenta arcos, es el resultado de las sucesivas reparaciones que desde la Edad Media han subsanado los daños causados al puente por las periódicas crecidas del río. De la fábrica romana sólo permanecen en pie los primeros y últimos arcos así como los pilares, que provistos de tajamares redondeados siguen minimizando desde entonces el empuje de las aguas. En 1993 fue declarado Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO, distintivo que también se otorgó el mismo año al puente del río Albarregas, que ha llegado prácticamente intacto hasta hoy con sus cuatro arcos de medio punto construidos con sillares almohadillados.

En la Vía Augusta, el puente de Córdoba, que enlazaba la ciudad con Gades, aunque conserva su estructura romana, ha ido perdiendo su fisonomía original por las restauraciones de que ha sido objeto desde la época califal. Lo mismo ha ocurrido en el puente de los Pedroches, en la conexión de la ciudad con Emérita Augusta, y en el de Villa del Río, próximo a la desembocadura del Guadalquivir, destacando en ambos la impronta que dejaron los musulmanes en las dovelas de sus arcos al dotarlas de pequeños escalones para impedir que los terremotos pudieran moverlas.

Si bien las reconstrucciones de algunos de los puentes, incluso las más desafortunadas, han permitido que se mantengan en pie hasta nuestros días, el poder devastador de la naturaleza nos ha privado de otros tantos, entre ellos, el puente del Diablo, que salva las aguas del río Llobregat, en Martorell. Destruido por una riada en la Edad Media, momento del que data la obra actual, tan sólo conserva el arco honorífico romano de su entrada y los estribos, cuyos sillares exhiben el nombre de las legiones que lo levantaron, la X Gemina, la IV Macedonica y la VI Victrix. También la crecida de las aguas del Tormes en 1626 se llevó once de las veintiséis bóvedas del puente de Salmantica (Salamanca), situado en el tramo de la Vía Augusta que unía Emérita Augusta con Asturica Augusta. La restauración de aquel momento y las posteriores, permiten valorar las diferencias entre la parte reconstruida y la original del siglo I, que muestra intactas sus pilastras, tajamares y arcos.

Roma vivió uno de sus mayores momentos de esplendor durante el principado del emperador Trajano. Nacido en la provincia Baetica. impulsó sobremanera las obras públicas, permaneciendo de aquel legado en Hispania dos de las fábricas más notables del Imperio, el puente de Bibei y el de Alcántara. El primero de ellos, en la Vía Nova, salva la abrupta garganta del río Bibei entre el municipio orensano de Pobra de Trives y el lucense de Quiroga. Construido sobre el lecho rocoso de las aguas, los arcos de sus tres bóvedas de cañón, que descansan sobre recios pilares rectangulares, presentan aperturas desiguales, reduciéndose considerablemente en los laterales para adaptarse a las márgenes del río. En un alarde de ingeniería las claves de sus arcos se funden prácticamente con la plataforma del puente alcanzando su misma altura, lo que ha preservado secularmente la obra de las crecidas del río. Especial interés reviste el montaje de sus sillares, con aristas biseladas por expertos canteros, que se encajaron sin argamasa a soga y tizón, es decir, alternando hiladas de piezas colocadas por su lado más largo con otras alineadas por el lado más corto. Tan magnífica obra ha permanecido inalterable desde su construcción, exceptuando la rotura que sufrió uno de sus arcos durante la Guerra de la Independencia.

Los conflictos decimonónicos y otros más remotos también quebraron varios arcos del majestuoso puente de Alcántara, que daba paso a la calzada Bracara Emerita (Braga-Mérida). Su arquitecto, Caius Iulius Lacer, proyectó una innovadora obra, que eludiendo los cánones habituales de construcción, se compone, a diferencia de los demás puentes, de un número par de bóvedas. Un proyecto extremadamente arriesgado que le obligó a cimentar una de sus pilas en el centro del cauce del Tajo, donde la corriente y la profundidad de las aguas es mayor. Lacer además, alejándose de diseños sistemáticos precedentes, dotó a los dos arcos principales de su obra de la máxima luz que pueden soportar las bóvedas de medio cañón, otorgando al puente la extraordinaria esbeltez que le caracteriza, incrementada, si cabe aún más, con el arco que en honor de Trajano se levanta sobre los contrafuertes de la pila central. Esta obra incomparable, con la que Lacer se aventuró a retar las técnicas constructivas imperantes hasta entonces, sigue manteniéndose fiel al lema que, grabado en el dintel del templo erigido a los dioses de Roma en el extremo oriental del puente, proclama: "este puente durará mientras dure el mundo"

Ponte Bibei (Ourense).

Vía Augusta fue la más importante para los romanos no solo porque les permitió conquistar Iberia, sino también por el carácter legendario que envolvía a Gades como ciudad donde comenzaba el mundo. En cada uno de los vasos se grabaron también la distancia que separaba las dos ciudades, el nombre de las urbes cabecera de ruta, y un índice de los puntos de descanso del itinerario que, dispuesto sobre la Vía Heraklea, se prolongó durante el gobierno del emperador convirtiéndose en el más extenso de la península con 1.500 km de recorrido.

De autor desconocido es el Anónimo de Rávena, una cosmografía del siglo VII compuesta por cinco libros que describen los continentes conocidos hasta entonces. Precisamente, el tomo número cinco está dedicado a la cuenca mediterránea y en él se detallan las vías que surcaban Hispania, incluyendo, además de los inventarios comunes a todos los mapas, los accidentes geográficos de las rutas. Gracias a este compendio bibliográfico, elaborado con información de siglos anteriores, se han podido conocer las calzadas hispanas que no figuran en la copia que ha llegado hasta nuestros días de la desaparecida Tabula Peutingeriana, un mapa del siglo IV que recogía todo el entramado viario del Imperio romano, cuya extensión se calcula en 120.000 km.

Otro testimonio digno de mención, pese a la polémica que envuelve su autenticidad, son las cuatro Tablas de Barro de Astorga, fechadas en el siglo III por el Laboratorio de Datación y Radioquímica de la Universidad Autónoma de Madrid. En ellas se re-

Puente de Mérida (Badajoz).

Puente de Alcántara (Cáceres). Debajo puente de Tordomar (Burgos).

cogen cinco itinerarios del norte peninsular: la Via Legione VII Gemina ad Portum Blendium, que comunicaba León y el puerto de Suances; la Via Asturica ad Emeritam Augustam, que transcurría entre Astorga y Mérida; la Vía Asturica ad Bracara, que unía Astorga y la ciudad de Braca (Braga, Portugal); y otros dos recorridos más que partiendo de Lucus (Lugo) se dirigían a Dactionum (Monforte de Lemos) y a Iria Flavia.

De la misma época data el Itinerario de Antonino, redactado durante el gobierno de Marco Aurelio Antonino, y considerado la cartografía más importante del imperio. El documento, de carácter oficial, reúne una información exhaustiva de cada una de las 372 vías que enlazaban los lugares pacificados del imperio, 34 de las cuales pertenecían a las provincias hispanas. Según algunas hipótesis, representan los trayectos por los que circulaba el avituallamiento de las tropas que velaban por su seguridad y, en tiempos de hambrunas, los alimentos que se enviaban a las poblaciones afectadas según las directrices que marcaba la *Annona*, ór-

Puente de Alconétar (Cáceres)

gano que gestionaba el comercio y reparto del trigo. Otras teorías sostienen que el Itinerario de Antonino se redactó con fines militares para proporcionar al ejército y al *cursus publicus* una relación pormenorizada de las vías y arterias que enlazaban los puntos estratégicos de las provincias de Roma.

En el caso de Hispania, el Itinerario contempla sus principales calzadas, recogiendo inicialmente información de varias vías que desde Francia penetraban en la península a través de la Vía Augusta, cuyo recorrido desde Tarraco (Tarragona) hasta Gades se describe en cinco rutas. En la Bética menciona los ramales que comunicaban, por un lado, las minas de Huelva y, por otro, las ciudades de Corduba, Hispalis (Sevilla) e Itálica desde donde partían sendos trazados que enlazaban con Emérita Augusta, el nudo de comunicaciones en el que confluían los recorridos del eje occidental, también destacados en el documento. En sentido transversal, se describen dos tramos que desde Emérita Augusta y Asturica Augusta (Astorga), comunicadas por la Vía de la Plata, se dirigían a Caesaria Augusta (Zaragoza), así como las que partían de estas dos últimas ciudades hacia los Pirineos, sin olvidar, finalmente, la ruta que atravesaba las actuales provincias de Ciudad Real y Toledo.

El Itinerario de Antonino da información precisa de las 372 vías que enlazaban el imperio

Gracias al elevado número de miliarios que se conservan, se tiene constancia del empeño que pusieron los sucesores de Augusto en la conservación y ampliación de la red viaria, que hasta la decadencia del imperio llegó a superar los 8.000 km de recorridos. Tiberio fue el responsable de la calzada Asturica Augusta ad Bracara Augusta, y del mantenimiento de numerosas vías, entre otras las que conectaban las explotaciones mineras de Cástulo (Jaén), algunos tramos de la Vía Augusta y otros de la Vía Segisamo que, desde la Meseta, se dirigía a Portus Blendium (Suances). Calígula y sus sucesores asumieron la conservación de varias calzadas de la Lusitania y la Bética, incidiendo especialmente su actuación en la Vía Augusta, mientras que a Trajano y a Adriano se debe la construcción de cuatro trazados, dos en la Provincia Bética, otra para unir Asturica Augusta con Caesaragusta a través de Cantabria y una cuarta entre Olisippo (Lisboa) y Cale (Oporto), con más de 300 km de longitud. También restauraron 13 calzadas, como atestiguan los 121 miliarios que han dejado constancia de ello. Una intensa actividad edilicia que mermará considerablemente durante el siglo III a consecuencia de la crisis política del imperio, recuperándose con la llegada al poder de Constantino el Grande, artífice, junto al resto de los emperadores del siglo IV, de la reconstrucción de la Vía Nova, la Vía Asturica Augusta ad Bracara Augusta o la Vía Augusta Emérita ad Bracara Augusta, entre otras, como ha quedado reflejado en cerca de un centenar de miliarios.

Edad Media: la difícil conservación del legado romano

Tiempo de caminantes intrépidos

Begoña Olabarrieta

Con el final del imperio romano en la península ibérica termina también la época dorada de las grandes vías, del ordenado y perfectamente legislado uso del territorio. La llegada de los invasores del norte da comienzo a la Edad Media en Hispania, y con ella a siglos de enfrentamientos y de luchas por el poder, de conquistas y reconquistas, que tuvieron su inevitable reflejo en los caminos. Considerada por algunos historiadores una época oscura, no estuvo exenta, sin embargo, de innovaciones y avances que determinaron la forma de viajar de caminantes, ejércitos y comerciantes.

A la izqda., castillo de Peñafiel. Sobre estas líneas, calzada sobre el puente de Canfranc.

Si hay algo en lo que la mayoría de los expertos coinciden es que con el fin del imperio romano se acabaron los buenos caminos. La falta de control centralizado y de mano de obra organizada para su mantenimiento hizo que el perfecto entramado de calzadas decayera, aunque no desapareciera del todo.

Cuando los visigodos se asientan en la península ibérica en el siglo VI, las vías, sus técnicas constructivas y de conservación, no son del todo desconocidas para ellos, pero mantener la red viaria era una tarea demasiado costosa y complicada. Los nuevos pobladores de Hispania no disponían del inmenso aparato del imperio (en términos de organización y de hombres) para reparar y seguir avanzando en la construcción de caminos y, además, su concepto de Estado era diferente al de sus predecesores: más descentralizado, con nuevas capitalidades y nuevos núcleos de poder que conllevaron nuevas rutas.

Los visigodos no pudieron competir con los romanos en lo que a su afán de ampliación viaria se refiere, pero hicieron esfuerzos por intentar mantener las infraestructuras existentes, puentes incluidos y, en algunos casos, abanderar también la construcción de nuevas vías. Ejemplo de ello es Brunekhilda, la hija del rey Atanagildo, quien en el 566 sale de Toledo para casarse con el rey de Austrasia (norte de Francia), y que más tarde será conocida por su reputación como constructora de calzadas en la Galia.

Excepciones aparte, la realidad es que frente a la red de caminos romana, la medieval se conformará como un conjunto de restos de calzadas desarticuladas y mal cuidadas, a las que se unen sendas de monte y páramos.

() Innovaciones para viajar

Un factor que vino a determinar el cambio en la configuración de los caminos durante esta época fue la manera de transitarlos. Los romanos desplazaban a sus ejércitos a pie por calzadas bien pavimentadas, mientras que pertrechos y particulares viajaban en carro; pero ese panorama variará en la Edad Media con la entrada en juego de tres elementos: la herradura, el estribo y la espuela, que

darán más protagonismo a los jinetes en los desplazamientos.

Tres elementos que no eran desconocidos en la Hispania prerromana, pero que a partir del siglo IX y X se mejoran y generalizan, unidos a la mayor consistencia de las armaduras. El jinete cabalgaba más seguro, con mayor facilidad para montar y desmontar, y el caballo iba más protegido. Los desplazamientos a caballo cobran protagonismo y el camino ya no está tan pensado para transitar a pie o en carruaje, sino para permitir el paso a caballo. Es el camino de herradura, en el que los carros pasan a ser vehículos de uso casi exclusivo de los labriegos, mientras que los nuevos aristócratas y señores se convierten en caballeros.

Con esta nueva forma de viajar, la técnica de construcción de las propias vías varía. Mientras que los romanos construían sus calzadas abriendo dos fosos paralelos, extrayendo la tierra entre ellos hasta hallar un firme para luego cubrir con piedras y mortero o barro, en una superposición de estratos que cumplía unos cánones perfectamente estudiados, sus sucesores los harán de otro modo, o más bien lo harán sin tanta regulación, por simple explanación o pavimentación sin firme.

Las nuevas infraestructuras viarias se componían de dos hileras enlosadas en los márgenes, desde las que regularmente partían otras líneas transversales, en rombos o trazando la clásica espina de pez y rellenando luego los huecos con cascajo. Son caminos que no reparan en desniveles ni se preocupan excesivamente por la rectificación del paisaje natural.

Las nuevas vías se piensan para el tránsito permanente de bestias y caballerías, y así se recoge en su regulación. Por ejemplo, en algunos fueros locales navarros, hacia el s. XI, ya se especifica la anchura que estos debían tener según las necesidades de cabalgantes y de animales cargados.

Puente románico de Villatuerta, en Navarra.

Los puentes, elementos clave de los caminos, también tuvieron sus variaciones. En principio, los visigodos se preocuparon por mantener y reconstruir algunos de los romanos ya existentes, como sabemos que se hizo con el de Pinos (en el cruce del río Cubillas), uniendo la ciudad de la desaparecida Ilíberis (cerca de Granada) con Córdoba, o la restauración del estratégico puente de la antigua Emérita Augusta y la reforma del puente de la capital, Toledo.

Pero a lo largo de los siglos se empiezan a adoptar unos rasgos más propios de la época; se revaloriza el arco apuntado, se acentúa el perfil en cuesta, se estrecha la vía aligerando su peso y se forman apartaderos sobre los tajamares que, además de romper la presión del agua, se alargan, a diferencia de los romanos, hasta la balaustrada.

() Época de cambios

Sin duda, son cambios tecnológicos y de concepción que llevan a modificar algunos caminos y su uso en la época visigoda, que se unen a otros factores que servirán para desdibujar el orden viario establecido por los romanos, creando un nuevo mapa de rutas.

Influirá en ello, por un lado, el factor económico, con una fuerte disminución del comercio interior, que ya empezó a decaer en el final del imperio romano. Además, los núcleos de población pasan de ser urbanos y conectados, a rurales y de autoabastecimiento, y la agricultura se complementa con el aumento de la trashumancia ganadera.

Para los escasos comerciantes que se adentran por los caminos se crea una regulación que establece, por ejemplo, los espacios libres que debía haber a ambos lados de las rutas para descansar, o

Toledo, emisor de vías visigodas

Con el establecimiento del nuevo reino visigodo y la capitalidad en Tolentum, el panorama viario se redibuja frente al establecido durante el Imperio romano, a excepción de la Galicia sueva y el mediterráneo bizantino. La nueva ciudad, centro del poder, es la que marca el eje viario e irradia rutas que entran y salen de sus calles cruzando el Tajo.

Tenía especial importancia la que saliendo de la capital pasaba por Titulcia y Complutum, seguía el curso del Henares, prologándose por el Jarama, bajaba por la ruta fluvial del Jalón y luego pasaba el Ebro por Caesaraugusta. Allí se cruzaba con la ruta transversal que desde Tarraco entroncaba con la Vía Augusta llegando a Astúrica, lugar de encuentro con la Vía de la Plata. Pasada Caesaraugusta se alcanzaba la Galia por los pasos orientales del Pirineo, o bien remontando el Gállego por Osca y Jaca.

También a través de Titulcia, después de partir de la capital, se iniciaba un camino de acceso a las tierras del otro lado del Guadarrama por Coca, Pallentia y Segisama, un importante nudo de caminos, para luego llegar por Flaviobriga a Cantabria.

Puente de Alcántara (Toledo).

Hacia el mediodía, las dos vías que partieron desde Toledo se vieron determinadas por el exarcado bizantino que ocupó el sureste peninsular, impidiendo el libre paso hacia Consabura Libiosa y Laminio, retomando de nuevo la Vía Augusta en Xátiva o virando hacia el sur hasta Mariana.

Otro camino salía de Toledo llegando a Medellín para prolongarse después hasta Olissipo (Lisboa), o bien, cruzando el río Anas por el gran puente romano de Emérita Augusta, descendía hacia Híspalis e incluso hasta Gades. Desde ahí, hacia Carteia y después por el reborde de la costa del Mediterráneo hacia Cataluña

Si los caminos delatan la situación de los centros de poder, aquella heterogénea red caminera revelaba a las claras la existencia de un mapa político fragmentado: cuatro reinos cristianos –Castilla, Aragón, Navarra, Portugal– y el musulmán de Granada. Era evidente, pues, la ausencia de un plan coordinado y de una política inversora sistemática de la Corona. La función de ésta se limitaba a ordenar y supervisar las obras de los caminos, y el régimen de exacciones y derechos de tránsito, que gestionaban los municipios.

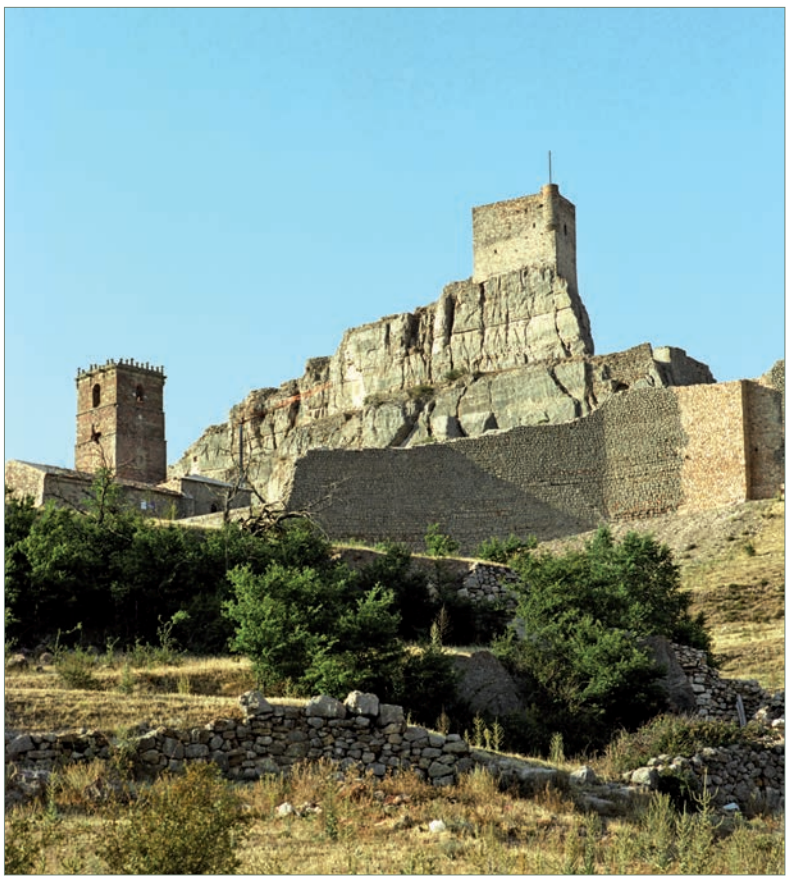
la potestad que tenían los viajeros de sobrepasar las vallas y cercados para alimentar a sus caballos con los pastos de las márgenes.

Pero si bien aquellos mercaderes tenían estas prebendas, aventurarse por aquellas vías ya no era tan seguro como en época romana. La inseguridad es otro factor que determinará importantes cambios en las rutas o itinerarios principales. Por ejemplo, los cronistas hablan de cómo a mediados del s. VII los bandidos se habían hecho fuertes entre Caesaraugusta y el levante español, o cómo un siglo más tarde dominaban El Bierzo, lo que hizo necesario buscar vías alternativas.

A esto se une el aumento de las vías fluviales que, aunque ya se usaban en épocas anteriores, cobran ahora importancia como rutas de tránsito, con dos importantes ríos, el Guadalquivir y el Guadiana.

Los núcleos de poder también cambian, y con ellos el mapa de rutas principales. La Vía Augusta, que unía la Galia con la península ibérica, había permitido a los invasores del norte entrar y asentarse en Hispania. Una vez dentro, los suevos avanzarían por caminos secundarios y vías interiores hasta Galicia, mientras que los vándalos seguirían hacia la Bética y más tarde cruzarían Gibraltar hacia el norte de África ante la presión visigoda.

Pero con su presencia ya consolidada, los visigodos establecen su capital en Tolentum (Toledo) y la



Castillo de Atienza (Guadalajara).

Castillo de Santa Catalina (Jaén).

Vía Augusta pierde su papel de eje vertebrador, porque con la nueva capitalidad los mayores flujos de movimiento dejan de ser norte–sur a través del este peninsular. Las antiguas vías romanas, algo a trasmano de la meseta norte, perdieron relevancia frente a nuevas alternativas. Entre ellas la que unía Cádiz con Córdoba (trayecto ya transitado en la época anterior) o, de mucha mayor importancia en el mapa viario de la época, la que unía Córdoba (capital de la Bética) con Toledo. Este panorama se completaba con el aislamiento de los caminos de levante y Andalucía oriental, territorios en manos de los bizantinos.

Cuando los musulmanes cruzan el estrecho y comienzan su expansión por la península ibérica encuentran un sistema de caminos ya descentralizado, pero que aún se servía de la red viaria romana, con núcleos de comunicación que se centraban más en el interior debido a la capitalidad de Toledo. A partir de ese momento el mapa vuelve a reconfigurarse y adaptarse a la nueva situación política y de poder.

() Al Ándalus y sus caminos

A pesar de un deterioro acusado durante siglos, las vías romanas vuelven a retomar protagonismo con la entrada de los nuevos invasores, esta vez desde el sur. Gran parte de los itinerarios seguidos en su avance por Tarik ibn Ziyad (711-14), Muza (712-14) y Abd-al-Aziz (714-15) volvieron a ser en buena medida las infraestructuras dejadas por los grandes constructores del pasado, como se da fe en varias crónicas, entre ellas la conocida como la del "Moro Rasis", Áhmad ibn Muhámmad al-Razi, que nos relata la historia de la conquista musulmana de la península.

Fue en el año 710 cuando se produce el primer desembarco en lo que hoy conocemos como Tarifa, pero la conquista formal de la península comenzará con la batalla del río Guadalete en el 711 y la primera derrota de los cristianos; a partir de ahí la invasión se propagará hacia ambas mesetas desde los caminos del sur.

Una vez más los núcleos de poder cambian y, en un primer momento, los bastiones se refuerzan con dos nuevas ciudades, Gibraltar y Al Yazira al Jadra (Algeciras), como puntos de llegada de las tropas del otro lado del estrecho y de partida hacia el norte. Desde esta última ciudad salía una calzada que seguía hasta Medina Sidonia y Arcos de la Frontera a través del Guadalete, y desde allí por Marchena, llegando a Écija (núcleo fundamental de comunicaciones entre Sevilla y Córdoba).

Allí mandaría Tarik un destacamento, mientras proseguía su avance hacia Porcuna y Jaén remontando la ruta proveniente de Ilíberis, que vadeaba

primero el Guadalquivir y luego el Guadalimar junto a la antigua Cástulo (Caslona) por el llamado Vado de los Carros, otro punto estratégico de caminos en la época.

Fue allí donde se creó un lugar de acampada, que se denominaría Vado de la Conquista, y desde donde salían cuatro caminos en dirección a la Meseta. El más occidental por las Navas de Tolosa y el puerto del Muradal, para seguir por el Viso del Marqués. El segundo seguía en parte el profundo cañón del río Despeñaperros para atravesar más tarde la Sierra Morena por el paso de las Carretas y luego alcanzar Santa Cruz de Mudela. El tercero se separaba del anterior para atravesar el puerto entre los picos del Cambrón y Loro, llegando hasta Torrenueva por el curso del Jabalón. El último, el más usado para ir al levante, discurría por el puerto de Iznatoraf, junto a Santisteban del Puerto y luego por Alcaraz, Albacete, Chinchilla y Almansa, entroncando en Xàtiva con la Vía Augusta.

Son los primeros caminos de avance de los ejércitos musulmanes, de la invasión y toma de control de los territorios de la península, subiendo hacia la meseta con el objetivo de tomar la capital, Toledo, desde donde, una vez conquistada, siguen consolidando su presencia y el control de las vías de comunicación y acceso.

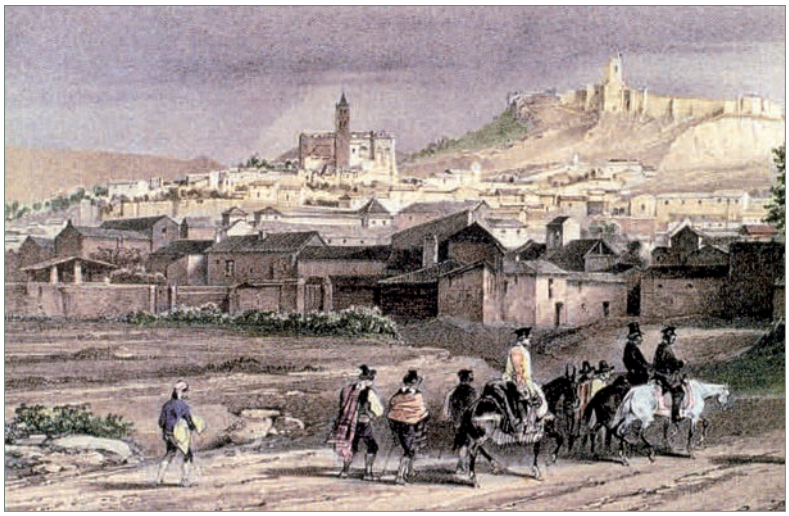
Dos años después es Musa quien desembarca en la bahía de Algeciras, y con un nuevo ejército sigue la campaña por los caminos ya abiertos. Su itinerario le lleva primero a conquistar Carmona y Sevilla, y ya controlando la cabeza de puente del único vado natural del Guadalquivir en su curso bajo, en Alcalá del Río inicia su camino hacia Mérida por una variante que corre paralela a la Vía de la Plata. Retomará la calzada romana en el paso situado al pie de Tentudía y desde ahí subió hasta la antigua Emérita Augusta, haciéndose también con el paso por su estratégico puente, asegurándose la conquista al sur del río Anas. Reforzada la marca, marchó a Toledo para encontrarse con Tarik.

14 caminos omeyas

A mediados del siglo X, antes de que Al Mansurr quebrara la estabilidad del califato, el geógrafo Istajri hacia una relación de los 14 caminos principales de los omeyas, muchos de ellos saliendo desde las mismas puertas de la medina de Córdoba.

- *De Córdoba a Sevilla*
- *De Córdoba a Zaragoza, Tudela y Lérida*
- *De Córdoba a Toledo y Guadalajara*
- *De Córdoba a Zamora y León*
- *De Córdoba a Coria*
- *De Córdoba a Gafiq y Niebla*
- *De Córdoba a Carmona*
- *De Écija a Morón, Medina Sidonia y Gibraltar*
- *De Écija a Málaga*
- *De Écija a Archidona*
- *De Córdoba a Pechina, Murcia y Valencia*
- *De Valencia a Tortosa*
- *De Murcia a Pechina, Málaga y Gibraltar*
- *De Algeciras a Medina Sidonia y Sevilla*

Vista de Gibraltar y de la fortificada Algeciras en un grabado de Anton Van den Wyngaerde (s XVI, BN). Debajo, vista de Vélez Málaga según un grabado de D. Roberts (Diputación de Málaga).



Torreón árabe de Porcuna (Jaén).

Juntos emprendieron la ocupación del valle del Ebro y de los pasos de los Pirineos, conquistando a su paso Sigüenza, Zaragoza y Huesca, y luego hacia el oeste, por la calzada que desde Zaragoza iba a Astorga, llegando incluso a ocupar la plaza fuerte de Lugo y con avanzadillas que penetraron en Gigio (Gijón).

La historia de los caminos en Al-Ándalus está determinada, desde un primer momento, por una serie de idas y venidas, de vías útiles para las campañas de conquista y ampliación del territorio de los diferentes ejércitos que fueron entrando, de marcas de frontera que se expandían y variaban.

Mientras el norte estaba siendo conquistado, Adb-al Aziz en el 714 desembarca en Algeciras y avanza hacia Sevilla, desde allí se encamina a Málaga y más tarde hasta la región de Orihuela. En otra de sus rutas, hacia el oeste, ocupa Ocsonoba y Beja avanzando por los caminos del Algarve portugués. Utilizando vías romanas se toman también Briviesca, Pamplona y Tarraco, y rápidamente los caminos catalanes también quedarán bajo dominio musulmán, llegando hasta Narbona a través de la Vía Augusta.

() Vías para el comercio

Con el territorio y las marcas fronterizas bien controlados, la nueva capital del emirato omeya independiente se consolida en Córdoba con la dinastía de Abd al Rahman I, "El Emigrado", quien desde su desembarco recorrió un camino que le llevará a atravesar Almuñécar, Granada y la Penibética por Olivar y La Venta del Fraile, hasta alcanzar Madinat Ilbira, donde le esperaban sus partidarios. Este nuevo ejército siguió la ruta de Antequera, Estepa, Osuna y Marchena hasta Carmona y de allí hasta Sevilla. La toma de Córdoba no se hizo esperar y el nuevo emirato (756-788) y su extenso radio de influencia comienzan una época de esplendor.

Al Razi ensalzaba en su crónica la figura de Adb al Rahman I como constructor de caminos. De él dice que ordenó hacer los arrazifes (caminos empedrados) que atravesaban montes y valles y otras buenas calzadas que iban de unas vías a otras. Fue una época, como queda bien plasmado en su relato, en la que se restauró parte de las grandes vías romanas y se acondicionaron las interprovinciales y las locales.

Los caminos se transformaron otra vez en prósperas vías de comercio, de intercambio de culturas, de ciencia y de ideas. El tráfico se intensificó entre la nueva capital y localidades como Algeciras, Málaga y Almería, puertos de entrada y salida de todo tipo de mercancías procedentes de la península o de África. Todo un trasiego que es bien regulado por los nuevos gobernantes. Se abren empresas especializadas para el transporte, con alquiler de monturas y de bestias de carga, y se firman contratos en los que se especifica desde la naturaleza de la

Puente de San Miguel (Jaca).

carga de cada acémila, a todo lo que concernía al viaje. Las nuevas vías asisten a la apertura de casas de postas, posadas y ventas; se empiezan a crear itinerarios, e incluso se establece en qué partes del camino, dependiendo de las horas de recorrido, es necesario detenerse para para cumplir con las oraciones diarias.

En su configuración, los caminos omeyas también desafiaron el orden y el estudiado trazado lineal de las vías romanas, atajándolas en los puntos que se creía necesario, atravesando valles o subiendo fuertes pendientes para evitar rodeos, sin importar los accidentes geográficos. Son años de esplendor que favorecen una buena red de caminos entre los que, según el geógrafo Istajri, llegó a haber hasta 14 principales, casi todos partiendo de Córdoba, que se complementaban con numerosos secundarios.

Pero una vez más la utilización de las vías cambiará. En el 981, la vocación expansionista de Al Mansur, caudillo del califa Hisham II, consigue romper la línea del Duero saqueando Barcelona y esclavizando a los pocos supervivientes, y en el 988 la ciudad de León corre la misma suerte. En el 997, Al Mansur sale de Córdoba por el camino de Mérida, de ahí parte a Coria, Viseu y Oporto, y el 10 de agosto de ese año llega a Santiago de Compostela, donde incendia la iglesia construida por Alfonso II El Casto.

Una época de luchas feroces que acabó con el esplendor y el uso comercial de los caminos para tornarlos de nuevo en escenario bélico, que no se acabará hasta la derrota de Al Mansur en Qalat–al-Nasur (Calatañazor) y su posterior muerte en Medinaceli.

La Mesta

Al tiempo que las tropas cristianas avanzan sus posiciones frente a los territorios de Al Ándalus, lo hacían también los ganaderos y los pastores. La trashumancia, que ya existía desde tiempos remotos en la península ibérica, cobra importancia y protagonismo en los caminos y en la economía hispánica con la reconquista. A las tierras fronterizas recién conquistadas empieza a llegar la ganadería, una actividad económica más fácil y segura que la agricultura en aquellos primeros años.

Las grandes órdenes militares poseían grandes extensiones de pastos a las que llegaban a invernar los ganaderos de las zonas más frías, pagando por ello fuertes impuestos de los que Alfonso X en 1258 vino a aliviarles. El apoyo del monarca "Sabio" a la ganadería trashumante se concretó con la creación del Honrado Concejo de le Mesta en 1263, que reunía a todos los pastores y que se fortalecería en los años posteriores, pasando a estar bajo protección real.

Para todo ese gran movimiento de las cabañas ganaderas se estableció una red de caminos, las cañadas, por las que millares de cabezas de ganado iban y volvían de su viaje trashumante a los pastos en invierno. Todo un entramado de más de 3.000 kilómetros que atravesaba la península ibérica de norte a sur, dividido en cuatro ramales principales, León, Soria, Segovia y Cuenca, con tres rutas diferentes.

La cañada leonesa partía de la montaña de León y pasaba por Zamora, Salamanca, Plasencia, Cáceres y Mérida hasta llegar a Andalucía occidental. La segoviana se dividía a su vez en dos grandes cañadas, una que desde Logroño se dirigía a Burgos, girando en Palencia hacia el sur, para después atravesar Valladolid, Segovia y Ávila, donde se juntaba con la cañada leonesa en Béjar, y otra que, también desde la capital riojana iba hasta Soria y Sigüenza, bordeando después el sur del Guadarrama hasta Gredos. La manchega, discurría desde la sierra de Cuenca, partiendo incluso de las inmediaciones de la aragonesa Albarracín y atravesaba La Mancha por Alcázar de San Juan, para luego bifurcarse en Socuéllamos con dirección a Murcia y Andalucía.

A ellos se les garantizaba el paso y el pasto, e incluso la anchura de las vías por las que debían pasar: entre 60 y 75 m si atravesaban zonas de cultivos y sin límites en el resto. Los ejes principales se complementaban con otros secundarios de cordeles y veredas para asegurar un tránsito que se producía dos veces al año, entre junio y septiembre, cuando el ganado subía hacia los agostaderos de las sierras, y entre noviembre y abril, cuando se bajaban hacia los pastizales del sur.

Monasterio de San Juan de la Peña (Huesca). Debajo, puente románico en la entrada del Camino de Santiago a Puente la Reina (Navarra).

Las guerras civiles y los enfrentamientos posteriores dan origen a los denominados reinos de Taifas tras la caída del califato cordobés en 1031, fragmentado en 25 minúsculos emiratos en los que la red viaria vuelve a decaer. Los caminos, los puentes, su mantenimiento y uso se vienen abajo con el hundimiento de la concepción unitaria del califato y cada pequeña capital establece sus propias rutas defensivas. Los años posteriores traerán un periodo de unidad y luego una nueva fragmentación en los segundos reinos de Taifas; épocas difíciles para los caminantes con escasa seguridad y bandolerismo en las fronteras.

Entre 1147 y 1248 Sevilla se convierte en la capital de Al Ándalus bajo el imperio almohade, creando un nuevo eje de atracción y emisión de caminos. Grandes vías salían de la antigua Híspalis y se construyeron nuevas infraestructuras, como el puente de barcas de Triana, ejemplo para otro que se haría a su imagen y semejanza en Badajoz sobre el Guadiana.

Con los almohades se produjo un nuevo cambio en la fisonomía del camino. Mientras que en la época de Abd al Rahman, el sistema omeya de seguridad en las rutas consistió en una red de control y vigilancia desde la atura, por medio de torres visualmente enlazadas entre sí, y todas ellas con una central, como por ejemplo la establecida a lo largo de la Vía Augusta romana, ahora las circunstancias cambian. Con el aumento del número de tropas de caballería que llegaban más rápido a cualquier lugar, el viejo sistema de avisos entre torres ya no era tan efectivo. Además, aumenta el número de poblaciones y de habitantes, por lo que en el siglo XII se empieza a generalizar un sistema defensivo articulado en torno a fortalezas más cercanas a las localidades.

() El último reino

Con el avance imparable de los cristianos, el último gran bastión de Al Ándalus fue el reino nazarí de Granada. De la mano de Muhammad Ibn Alhamar Ibn Basr, señor de Arjona, y gracias al apoyo de

A la izqda., puente de Hospital de Órbigo (León). Sobre estas líneas, fuente medieval en el Camino de Santiago (Navarra).

Fernando III El Santo, a quien reconoció vasallaje, se consolidó un territorio que comprendía Granada, Málaga y Almería, estableciendo su capitalidad en la primera, con la Alhambra como emblema de poder, hasta 1492.

Así pues, una vez más el epicentro de Al Ándalus se desplaza, esta vez hacia Granada, desde donde se recuperan la antiguas rutas hacia Málaga y Almería, sus dos puertos, y hacia Algeciras.

Varios caminos se abren en ese momento para conectar los distintos lugares del reino, como la ruta de los meriníes que costeaba hasta Málaga saliendo del Estrecho y pasando por Estepona, Fuengirola y Marbella, y otra que con idéntico origen se adentraba en el interior. Para esta nueva ruta también se establecieron nuevos puntos defensivos, como Castellar, Jimena, Gaucín y Ronda, siguiendo luego hacia el valle de Abdalajís, Antequera y por Archidona y Loja hacia Granada.

Otros dos caminos bajaban desde la nueva capital hacia el sur, uno atravesando la sierra de Contraviesa hasta Almuñécar, y otro que pasaba por Dúrcal y el valle de Lecrín, para luego seguir a través de La Alpujarra, llegando hasta Andarax y Almería. Pero no solo en el sur, hacia levante había vías que conectaban con Murcia saliendo de Guadix por Baza, Huéscar, Caravaca y Mula.

La nazarí es una época en la que los ejes de caminos vuelven a estar bien definidos por la necesidad de mantener las marcas frente a los avances de los cristianos, pero también se recuperan las vías secundarias para usos comerciales como en las épocas de mayor esplendor de Al Ándalus.

La vía más importante hacia el reino de Sevilla salía desde Granada por Loja, Archidona y Antequera, ciudades clave para frenar el avance de las tropas cristianas. Del eje este-oeste también partieron desvíos hacia el norte que atravesaban el Genil en vados, barcas o puentes; el más importante iba por Iznájar, Priego y Luque, y enlazaba con la ruta más directa entre Granada y Córdoba, ascendiendo por la sierra Parapanda, Puerto Lope, Benzaide y desde allí al castillo de Locubin y Alcaudete, llegando a Córdoba por un viejo camino de los días del califato.

Son años de vaivenes de fronteras, de ataques y contraataques, del intercambio de comercio pero también de cautivos de ambos bandos. El camino se torna misterioso y ensoñador y surgen grandes viajeros y sus relatos, como el de Ibn Batuta por el reino de Granada.

() Las rutas de la reconquista

Mientras Al Ándalus libra sus propias luchas internas, los reinos cristianos comienzan a hacerse fuertes en sus refugios del norte. Será en San Juan de la Peña donde se inicie la reconquista aragonesa, con la idea de avanzar hasta crear una marca hispánica con condados que taponarán el avance musulmán más allá del Ebro.

Por su parte, Alfonso II el Casto consigue controlar el importante nudo de caminos de León, cortando el avance enemigo hacia Galicia (donde se descubrirá la tumba del Apóstol Santiago), y se hará con el control de las vías en Astorga, encrucijada esencial en el avance cristiano hacia el mediodía.

Una vez más, la nueva capitalidad viene marcada por los caminos, y en esta ocasión le toca el turno a León, no solo centro de la reconquista hacia los territorios musulmanes, sino también paso obligado de la nueva peregrinación hacia Santiago. Y de

Puente gótico en Larrasoaña (Navarra).

nuevo, un elemento viene a modificar el panorama. Si las poblaciones amuralladas sustituyeron a las torres de vigilancia de los caminos en la parte musulmana, en el territorio cristiano el gran protagonista es el castillo, destinado a proteger las vías naturales frente a los intentos de romper la marca en Castilla.

() Un camino llamado de Santiago

Pero, sin duda, si hay un hecho determinante en esta época en los territorios cristianos es el descubrimiento de la tumba del Apóstol Santiago en Galicia, lo que da pie al nacimiento de uno de los caminos más emblemáticos de la historia de España, aún en la actualidad. Se trata de una vía estratégica y fundamental, que vuelve a unir transversalmente los reinos cristianos y recupera en su parte occidental la ruta que comunicaba la Hispania romana, desde Tarraco hasta Oviedo, y se cruzaba con los caminos de los primeros tiempos de la reconquista desde el norte.

El Camino de Santiago supone una auténtica "revolución". Por un lado, la imposibilidad de seguir haciendo peregrinaciones a Tierra Santa después de las derrotas de los cruzados en Oriente Próximo, y por otro, los problemas con el imperio bizantino, que tampoco favorecían los viajes a Roma, hacen de Santiago una alternativa que refuerza a la Galicia hispánica como lugar elegido por la cristiandad.

Es un camino que desde sus inicios va variando, con mejoras sucesivas para hacerlo seguro para los peregrinos, pero que también se convierte en emblema de la conquista de los distintos territorios musulmanes por parte de los cristianos. De hecho, hasta el siglo XI los peregrinos caminaban hacia la tumba del Apóstol por caminos que bordeaban la costa cantábrica, al estar las vías más fáciles del interior aún bajo control de los ejércitos andalusíes. Pero fue empeño de los reyes cristianos garantizar la seguridad de los peregrinos, al tiempo que mostraban la consolidación de su poder y sus victorias.

Las vías de la reconquista

Las incursiones militares cristianas hacia los territorios en manos de los musulmanes se organizaron en distintos ejes, entre ellos:

- *Ruta costera atlántica de Portugal, desde Coimbra, controlada por Alfonso VI en 1064.*
- *Ruta romana que hoy denominamos de la Plata, con ciudades importantes como Salamanca, Plasencia o Coria, consolidada por órdenes militares como la de Santiago y la de Alcántara.*
- *Caminos de Guadarrama, Somosierra y del Jarama bajando hacia Toledo, punta de lanza de la reconquista gracias a Alfonso VI.*
- *Hacia el levante se generan los que se darían en llamar caminos del Cid, una serie de rutas entre la castilla cristiana y los reinos musulmanes de Levante.*
- *Caminos del reino aragonés, que bajaban desde Jaca y Huesca hasta Zaragoza siguiendo la ruta del rio Gállego.*

Ejemplo de ello fue Sancho el Mayor. Ante las incursiones y la inseguridad, los primeros peregrinos iban de Pamplona a Burgos por Irurzun, Huarte Araquil, Salvatierra, Miranda de Ebro, Pancorbo, Briviesca y Quintanapalla, pero después de algunas batallas el monarca consiguió controlar una ruta más recta y corta por Puente la Reina, Estella, Logroño, Nájera, Santo Domingo de la Calzada, Villafranca y Montes de Oca.

Uno de los puentes de la nueva ruta, el de la Reina, fue encargado por otra de las mujeres constructoras de infraestructuras viarias, la esposa de Sancho, Muinadona, también conocida como Doña Mayor.

Pasado Burgos, otro de los núcleos de población que empieza a cobrar importancia, y atravesando Arlanza, el camino se encontraba en Frómista con la antigua vía romana, de ahí seguía por Carrión de los Condes, Sahagún y León, puente del Órbigo y Astorga, atravesando ya el Sil en Ponferrada, donde arrancaba una fuerte pendiente que se adentraba en Galicia por Pedrafita do Cebreiro.

Siguiendo igualmente la vía romana, se descendía por Becerreá, llegando hasta Lugo y luego hacia la parada final en la tumba del apóstol por la ruta natural de la margen derecha del Ulla, por Guntín, Palas de Rei, Meixide, Melinde y Arzúa.

Pero Alfonso VI, que ya había favorecido a los caminantes hacia Santiago liberándoles del pago de impuestos, gabelas y portazgos, también ayudó a mejorar la ruta y a hacerla más rápida, evitando Lugo por Hospital de Órbigo, Padornelo y atravesando el río Cabe y luego el Miño por Portomarín para remontar el monte del Gozo y de ahí bajar a Santiago.

La tumba del apóstol se alza como punto final de una serie de caminos que llegan desde todas partes de Europa a través de Francia. Identificado con la Vía láctea, será el responsable de la aparición de otras vías y puentes asociados, surgen albergues y hospitales y cada vez más cristianos recorren el norte de España que se jalona de núcleos de población en los que se adentra el camino como eje de su configuración urbana.

El Camino de Santiago se consolidó como ruta segura de peregrinación en el s. XII

Puente de La Reina sobre el río Arga (Navarra).

() Avanzando hacia el sur

Pero lejos de la espiritualidad compostelana, los caminos siguen surgiendo de norte a sur y hacia el levante, según se avanza en la reconquista. Con Alfonso I el Batallador se abren además caminos transversales siguiendo el curso del Ebro hacia la Rioja por Ágreda y Soria, y hacia Castilla. También la Vía Augusta vuelve a servir de eje para el avance de los ejércitos.

Las idas y venidas se suceden, pero la gran victoria se dará en 1212 con la mítica batalla de Las Navas de Tolosa, donde las tropas provenientes de toda la cristiandad lanzan el ataque decisivo que pondrá fin a siglos de control musulmán sobre la Península Ibérica.

Es en Toledo donde se congregaron las diferentes huestes que debían avanzar hacia la gran batalla. Desde allí comenzó su camino hacia el sur pasando por Calatrava, Alarcos, Benavente, Piedrabuena, Caracuel y Salvatierra.

En junio las tropas han llegado a los llanos de la Losa, donde estaban concentrados los musulmanes y donde se debería haber librado la batalla, pero las fuerzas de An-Nasir cortaron el acceso del enemigo al valle y los cristianos quedaron rodeados. Dicen las crónicas que fue un pastor local quien reveló a las tropas la existencia de una senda, en la que encontrarían un paso (el Puerto del Rey) por el que aproximarse y sorprender al enemigo por el oeste. Y así, gracias a un camino, se marcó la historia futura de la España cristiana.

Poco a poco, a la ya recuperada Vía Augusta se unirá el control sobre los caminos del Guadalquivir hasta Sevilla; se tomará también el control de los de Extremadura hasta unirlos con los de Córdoba, y más tarde los de Huelva hasta Portugal. Le seguirán algunos más al sur según se conquisten grandes ciudades, como Cádiz, desde donde se creó una nueva ruta por Medina Sidonia y Vejer siguiendo la costa hasta Tarifa, duplicando la vía romana y haciéndola ahora más segura. También se levanta una línea fronteriza con el último reino de Al Ándalus, el de Granada, que no tardará en caer.

Con la reconquista culmina un largo periodo de siglos de enfrentamientos y movimientos en los caminos, pero también de épocas de floreciente comercio, intercambios de mercancías y pensamientos a lo largo de las vías en un territorio todavía fragmentado que vendrán a unificar los Reyes Católicos en el siglo XV.

Los caminos en la España de los siglos XV, XVI y XVII

El largo adiós al medievo

Julia Sola Landero

En los albores del Renacimiento y muy cerca de descubrir el nuevo mundo, en España se viajaba de la misma forma que en el medievo: a caballo, la clase alta; en mulos o palafrenes, las mujeres; y andando o en ancas de asno, el pueblo llano. Y aunque en muchos tramos se podía transitar con carretas tiradas por bueyes o en coche de caballos, la mayoría de los caminos eran de herradura y sin pavimentar. Polvo en verano y barro en invierno.

En pág. opuesta, puente de Benamejí (s. XVI), y sobre estas líneas mapa Hispalensis, de Jerónimo de Chaves (1579), del Atlas Theatrum Orbis Terrarum de Abraham Ortelius (BN).

A pesar de los decisivos cambios políticos que se sucedieron en la península en el s. XV de la mano de los Reyes Católicos, la estructura caminera medieval permaneció casi intacta hasta bien entrado el S.XVII: un conglomerado de itinerarios que no atendían a un plan organizado, formado por antiguas calzadas romanas deterioradas por falta de mantenimiento, numerosas rutas de peregrinación medievales, y pequeños circuitos creados por monasterios y señoríos para el comercio local, confundidos con la red de cañadas, cordeles y veredas utilizada para la trashumancia.

Si los caminos delatan la situación de los centros de poder, aquella heterogénea red caminera revelaba a las claras la existencia de un mapa político fragmentado: cuatro reinos cristianos –Castilla, Aragón, Navarra, Portugal– y el musulmán de Granada. Era evidente, pues, la ausencia de un plan coordinado y de una política inversora sistemática de la Corona. La función de ésta se limitaba a ordenar y supervisar las obras de los caminos, y el régimen de exacciones y derechos de tránsito, que gestionaban los municipios.

La renovación del mapa viario heredado del medievo será lenta. Es evidente que su modernización no irá a la misma velocidad que los acontecimientos que se suceden en la península. Los Reyes Católicos se casan en 1469 y unen Aragón y Castilla; en 1492, ésta se anexiona Granada; algo más tarde, en 1515, Navarra también se incorpora a Castilla. Por otra parte, el descubrimiento de América inaugura un nuevo tiempo en el que se abren rutas marítimas inéditas que desplazarán el peso de las vías comerciales de los puertos del Mediterráneo hacia el Atlántico, lo que supuso el crecimiento de las ciudades de la fachada atlántica de Castilla y de Portugal, y de Sevilla en detrimento de grandes ciudades portuarias como Barcelona o Valencia, y el desplazamiento, a partir del primer tercio del S.XVI, del eje Medina del

Campo-Burgos-Bilbao en favor del de Burgos-Medina del Campo-Sevilla.

Sin embargo, la estructura medieval de los caminos se mantuvo sin modificaciones significativas durante los siglos S.XVI y S.XVII. A pesar de que se fraguaron cambios en la gestión de los caminos que prueban la importancia creciente que la Corona concedía a la red viaria, no sería hasta el S.XVIII, al surgir un Estado más complejo y poderoso, cuando se produzcan transformaciones estructurales. Entre tanto, el sistema de transporte fue un auténtico cuello de botella para el desarrollo comercial.

() Un reinado conservador

Isabel y Fernando ponen en marcha cambios en el sistema viario que dan pie a una lenta y poco rompedora transformación, dado que se volcaron más en el mantenimiento de la red heredada que en la creación de nuevas infraestructuras. Lo prueba un buen número de instrucciones dictadas durante su reinado en las que se instaba a los municipios a abrir caminos carreteros en sus términos y a que cuidaran el reparo de carriles, puentes, pontones y alcantarillas, y evitaran el abuso en el cobro de derechos de tránsito. Reparos que solían hacer los vecinos mediante el sistema de la sestaferia: trabajos a los que dedicaban una jornada entera, generalmente los viernes –sexto día contando desde el domingo– para arreglar caminos, fuentes, abrevaderos y demás zonas comunales. A través de esas órdenes reales se tiene noticia del arreglo de caminos en Valencia, Murcia, Almería, Málaga, Cáceres, Salamanca y Burgos, o en los de Vitoria a Salinas y a San Adrián.

También dictaron Isabel y Fernando disposiciones para crear nuevos viales en la meseta sur. Como la firmada en 1495 para que los municipios de la recién conquistada Granada construyeran caminos carreteros: nuevas calzadas entre la capital del antiguo reino y Guadix, Baza y Almería. Desde Gua-

Vista de Valencia según grabado de Anton van den Wingaerde, hacia 1560 (BN). Debajo, vista de Bilbao hacia 1570 según grabado del Atlas Civitatis Orbis Terrarum, de Braun y Hogenberg (BN).

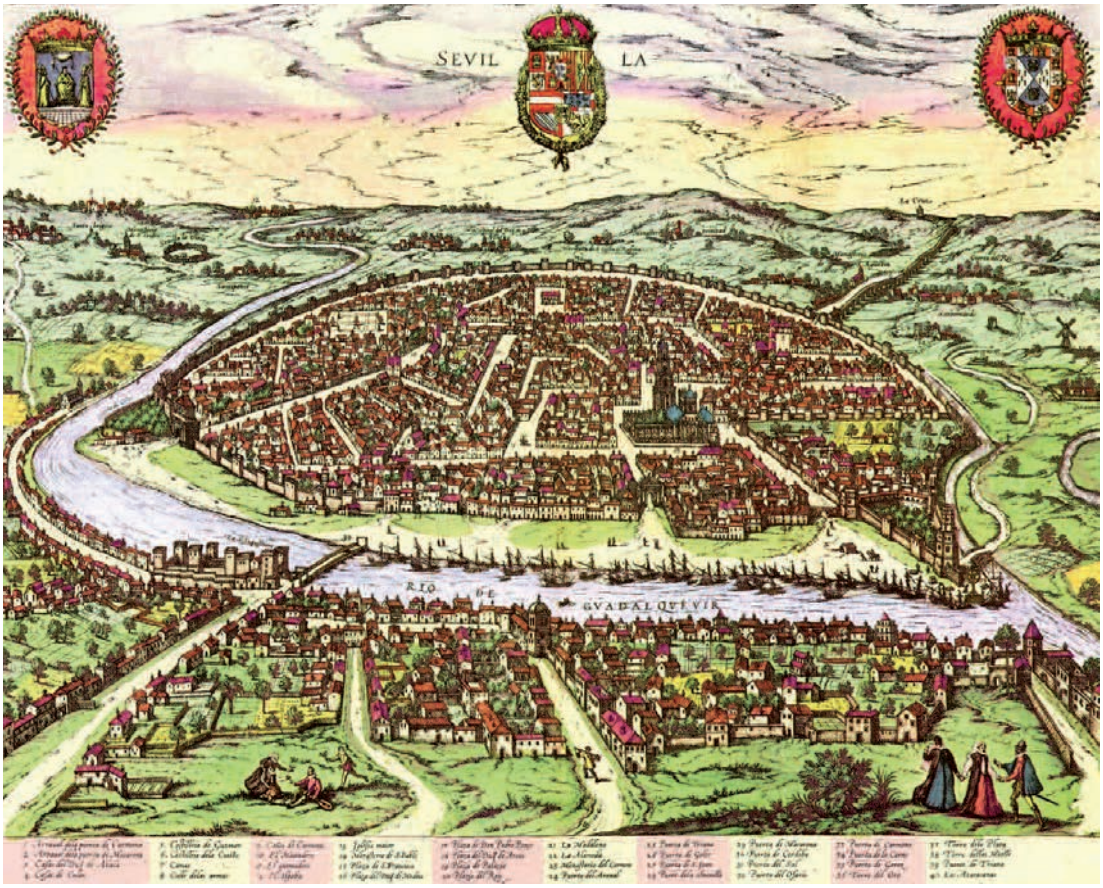
dix a Andarax y a la Alpujarra, y la costa de Adra y Almuñécar; u otros que conectaban Ronda, Gibraltar y Sevilla, y Málaga con las ciudades del interior.

Al margen de la Corona, algunas ciudades que fiaron su futuro al comercio decidieron invertir en la mejora del sistema viario. Así sucedió en el País Vasco, que comprendió muy pronto la necesidad de mejorar la vía de comunicación por la que desde hacía siglos transitaba el denso tráfico comercial entre Burgos y Bilbao. Para eso, en los últimos años del s. XV la capital vasca destinó importantes inversiones a reparar el camino de Bilbao a Orduña, de Durango a Mondragón, de Villareal a Ochandiano y Durango, y de Vitoria a Salinas de Añana, para asegurar el tránsito de mercancías hacia Vizcaya, Guipúzcoa y La Rioja. Y ya en el S.XVI se comenzaron a abrir por los valles del Nervión y el Cadagua caminos que, partiendo del puerto bilbaíno, alcanzaban el traspaís castellano. Sin embargo, y pesar de las mejoras realizadas en buena parte de la península, al final del reinado de Isabel y Fernando la mayoría de los caminos siguen siendo de herradura y la velocidad media de las carretas oscila entre 20 y 35 km/día (un viaje entre Toledo y el puerto de Cartagena podía durar entre 12 y 20 días).

En un afán de paliar las carencias que presentaba el transporte terrestre, desde principios del S.XVI, se sucedieron los estudios para abrir canales de comunicación en los río Tajo, Duero, Ebro y Guadalquivir, que, por caudalosos y con largos recorridos, llamaron la atención de gobernantes e ingenieros. De ahí los proyectos de la Acequia Imperial, impulsado por Carlos I, o el de Felipe II para canalizar el río Tajo entre Toledo y Lisboa, para hacer más fluidas las comunicaciones con Portugal, recién incorporada a la Corona. Obras –más de cien actuaciones– que se realizaron entre 1581 y 1584 dirigidas por el ingeniero Juan Bautista Antonelli y que, si bien no culminaron debido a la falta de apoyo financiero y la oposición de Sevilla, permitieron que el Tajo pudiera ser recorrido por barcazas entre Toledo y Alcántara, y entre Alcántara y Abrantes. Pero a pesar del apoyo real, que el rey y su corte hizo visible surcando el Tajo en varias chalupas desde Vaciamadrid hasta Aranjuez, el proyecto no llegó a prosperar y el tráfico fluvial fue decayendo en los años siguientes debido, en parte, a que *en el viaje hay muchos pasos malos e peligrosos en que han sucedido daños a los barcos e personas que van en ellos,* según daba cuenta en 1610 a Felipe III, el aparejador de las obras.

() Tendiendo puentes

La excepción a aquella política conservadora la protagonizaron los puentes. Aquí las obras emprendidas durante el Renacimiento fueron más allá de



Vista de Sevilla hacia 1570, según grabado del Atlas Civitatis Orbis Terrarum, de Braun y Hogenberg (BN).

la mera conservación. Se evidenciaba el motivo: vadear los numerosos ríos de la península mediante barcas, no sólo era incómodo, lento e inseguro: también encarecía el viaje. De ahí las numerosas iniciativas para la construcción y reparación de puentes durante los s.XV y XVI, sobre todo para facilitar el tránsito del ganado trashumante.

Año clave fue 1455, cuando Enrique IV de Castilla ordenó que no se impidiera la libre construcción de puentes, siempre que no se cobraran derechos de tránsito por su uso. El impulso real animó a su construcción. Es el caso del Puente de Piedra de Zaragoza, construido entre 1401 y 1440, los de Candeleda sobre el Tiétar o Torrijos sobre el Guadarrama. Una tendencia que continuaría durante el reinado de los Reyes Católicos, en el que hay noticia de licencias concedidas para más de cuarenta obras de construcción y reparación de puentes entre 1475 y 1495. Entre ellas, la reparación del puente mayor de Valladolid del s. XI o del de Palencia (1506), la construcción del puente de Cabezón sobre el Pisuerga (1536), el de la Maza en San Vicente de la Barquera sobre la ría (1537) el de Almaraz sobre el Tajo (1537), el de Mazuecos sobre el Guadalquivir (1570) o el de San Marcos, en León (1598), entre otros; solo para cruzar el Tajo, Las Re-

Incierta aventura

Durante el reinado de los Reyes Católicos se puso fin a la inseguridad en los caminos. Los bandoleros, contrabandistas y serranas que merodeaban por los caminos para asaltar a carretas y acémilas desaparecerían de la mano de la Santa Hermandad, creada por Isabel la Católica en 1476. El primer cuerpo policial organizado de Europa utilizó sin trabas sus amplísimos poderes para acabar con el bandolerismo, estableciendo una estrecha vigilancia en los caminos, y juzgando y castigando severamente al delincuente en sus propios tribunales.

Limpias las rutas de malhechores, durante el Renacimiento se hace cada vez más frecuente viajar. El moderno sistema de correos, que en España y en el resto de Europa se produce en los primeros años del S.XVI, sustituye a los mandaderos y troteros medievales. A los mensajeros de nuevo cuño se unen mercaderes, emigrantes, militares, religiosos, nobles, recaudadores de impuestos, artesanos, juglares o estudiantes que, cada vez con mayor frecuencia, recorren los caminos.

Muchos de ellos cuentan sus experiencias en crónicas de viajes, dando noticia del estado de las vías, y de las ventas y posadas. Así, el alemán Jerónimo Münzer, en su Viaje por España y Portugal en 1494 y 1495, realizado a caballo, advertía de los peligros del camino de Vélez-Málaga por los frecuentes desembarcos de los piratas berberiscos a la captura de personas y al saqueo de bienes, y Bartolomé Joly, consejero y limosnero de Enrique IV de Francia, en su Voyage en Espagne, *1603-1607, califica a las posadas españolas de sucias e inhóspitas, "donde la carne estará mitad tostada mitad arrastrada por las cenizas y donde abundan los maleantes", por lo que advertía: "Al salir, no dejéis de hacer el inventario del equipaje". Según su testimonio, las ventas eran caras, inseguras, incómodas y sucias, y las camas estaban todas llenas de pulgas. Antonio de Lalaing, chambelán del rey y narrador del primer viaje de Felipe el Hermoso y*

Camino Real a El Escorial cerca de Galapagar.

Luis Solera

Juana de Castilla, realizado en 1502 y 1503 para ser jurados como herederos de los tronos de Castilla, delata en su Relación la escasez de infraestructuras al relatar que al partir de Bayona fueron despedidos los carros y carretas de Flandes que habían traído los bagajes porque no podían seguir más adelante, por las montañas; y fueron traídos grandes mulos de Vizcaya, por orden del rey y de la reina de España que llevaron dichos bagajes hasta Toledo.

Bronseval, el locuaz miembro de la comitiva de ocho personas que acompañó en 1532-1533 al abad Claraval Dom Edme de Salieu en su visita pastoral por los monasterios cistercienses de la península ibérica, dio detalles en La peregrinatio hispanica *de la situación de caminos y posadas. No fue corto el viaje, pues la comitiva entró por Perpignan y pasó por Montserrat, Valencia, Medina del Campo, Galicia, Portugal, Badajoz, Toledo, Alcalá, Guadalajara, Burgos y Barcelona.*

A pesar de hallar alabanzas en su prolija crónica, menudean las críticas por el mal estado de los caminos y puentes, y por la escasez, casi ausencia, de posadas donde abastecer a los viajeros: en Chinchilla había un hombre que vendía solo pan y otro que vendía sólo vino; los miembros de la comitiva nada pudieron comer porque nada pudieron encontrar. Y cuando encontraban posada, la situación no era mucho mejor, pues alguna noche la pasaron sepultados entre paja llena de pulgas, mientras que los caballos, que a veces corrieron mejor suerte en materia de comida, también tuvieron en una ocasión que echarse en un lodazal fétido.También hubo críticas a la situación de algunas infraestructuras, como los puentes trémulos y peligrosos sobre el Esla y el Órbigo, en Benavente, al igual que el puente sobre el río Jamuz, también en tierras zamoranas, que además de trémulo y peligroso, se hallaba cubierto de ramajes y hojarascas en medio de caminos tortuosos.

laciones Topográficas de los pueblos de España, hechas por orden de Felipe II, citan una decena de puentes. Ello a pesar de las rivalidades entre municipios que, en pugna por acaparar rutas comerciales, hizo que, en ocasiones, algunos se opusieran a la construcción de nuevos puentes si estos podían favorecer el desplazamiento de las rutas comerciales hacia otros núcleos urbanos.

() Arrieros y carreteros

También se preocuparon los Reyes Católicos de ordenar el funcionamiento del sector transporte en España. La cuestión lo merecía porque, a la precariedad de las infraestructuras, se sumaban otras complicaciones como la inseguridad de los caminos y la abundancia de impuestos de paso.

En aquellos años, el servicio de transporte era atendido, en general, por arrieros no profesionales para el transporte interior de larga distancia y por carreteros que recorrían las llanuras de Castilla. Muchas veces transportista y mercader eran la misma persona y viajaba en caravanas como feriante acarreando mercancías de poco peso. En cuanto a las mercancías más voluminosas, eran trasladadas por transportistas profesionales o por

Vista de Granada del Atlas Civitatis Orbis Terrarum, de Braun y Hogenberg (BN).

los propios agricultores o ganaderos. La labor de los carreteros era fundamental, a pesar de que en la mayor parte de los casos los caminos no podían llegar hasta los puertos marítimos y no había más remedio que recurrir a acémilas para finalizar el viaje. Para regularizar y proteger este sensible sector estratégico para la economía, los Reyes Católicos crearon en 1497 la Real Cabaña de Carreteros, que agrupaba a todas las asociaciones regionales de transportes por carro –en 1629 incluiría también a los arrieros– y que mantendría durante más de cuatro siglos el monopolio del transporte.

La Corona, que vivió en primera persona la utilidad del servicio que prestaron las carretas en la guerra de Granada acarreando víveres y artillería al ejército, bendijo a este gremio con notables privilegios, como la libre circulación de las carretas por todos los términos municipales, protección frente a los abusos en el cobro de portazgos, regulación de las tasas sobre la venta de paja y cebada, permiso para que los animales de tiro pudiesen pastar libremente en los términos de los pueblos en condiciones iguales a las del ganado de la misma especie, o licencia para que los carreteros pudieran cortar madera para reparar sus carretas.

Este conjunto de medidas impulsó el libre tránsito de personas, mercancías y ganados por todos los caminos. Una política que fue continuada por Carlos I y Felipe II, quienes, al igual que Isabel y Fernando, suprimieron portazgos, pontazgos o barcajes. Algo que dio alas al transporte de mercancías a lo largo del s.XVI, un notable impulso a la actividad de las acémilas de trajinantes y arrieros, y la aparición de caballerías y plazas de carro de alquiler, la litera y el coche para el transporte de viajeros, y la galera para el transporte mixto de personas y mercancías.

() Primeros mapas

La creación de la Santa Hermandad durante el reinado de Isabel la Católica, que limpió los caminos de malhechores, también favoreció el tránsito de viajeros, que se fue incrementando durante el Renacimiento, y cuyas peripecias fueron recogidas muchas veces en detalladas crónicas de viaje. A partir de estos relatos se elaboraron los Repertorios de Caminos, auténticos mapas que ofrecen información de un incalculable valor sobre la red caminera. Es el caso del primer Repertorio, publicado en 1546, reinando Felipe II, por Pedro Juan Villuga. Su mapa da noticia de la existencia de 214 ventas, 6 puentes y 21 pasos de barcas, y recopila 139 itinerarios que sumaban 38.000 kilómetros, que en plano se reducen a 18.000 kilómetros por la superposición de itinerarios. Treinta años después, en 1576, Alonso de

Puente de Mazuecos, en Baeza (Jaén), proyectado por Andrés de Vandelvira hacia 1565.Debajo, vista de Cuenca según grabado de Anton van den Wingaerde, hacia 1560 (BN).

Meneses publicó un nuevo Repertorio de Caminos, que recoge 134 itinerarios distintos, de los que 119 son comunes al de Villuga y que suman 39.000 kilómetros. Arrojan también luz Itinerarios como el de Enrique IV, J.Torres Fontes o la guía de viajes de. Rumeu de Armas, en la que relató los viajes de los Reyes Católicos.

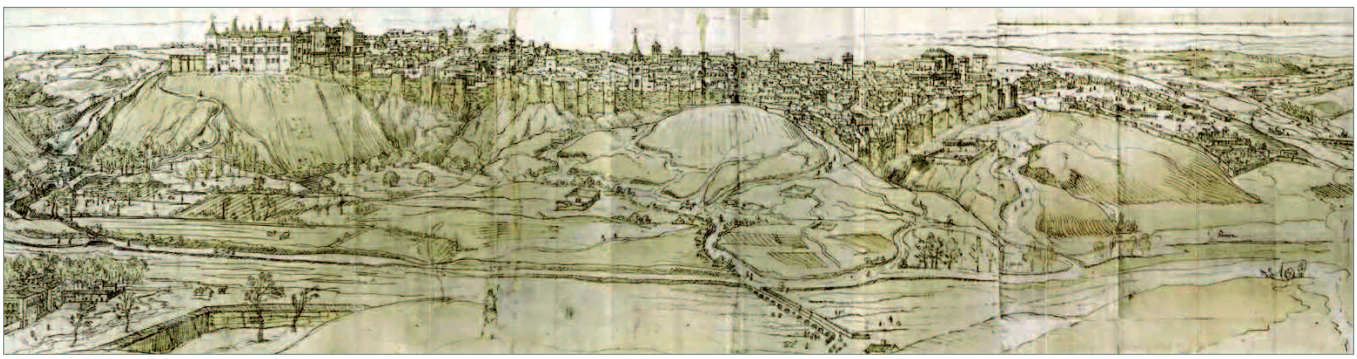
Según esos primeros repertorios, el mapa de viarios del s. XVI aparece abigarrado en torno a las áreas de mayor actividad, en contraste con una llamativa ausencia de caminos en amplias zonas de una península con una orografía difícil, atravesada por numerosos ríos y puertos de montaña –hoy día existen en la península 254 puertos con problemas de nieve en invierno–, que solo podían ser atravesados con gran dificultad por acémilas. Orografía desigual, con zonas muy propicias al aislamiento, como la cornisa cantábrica, con respecto al interior, y una costa marítima extensa que permite la navegación de cabotaje y el desarrollo de los intercambios entre las regiones de la periferia. De hecho, las ciudades del Cantábrico se proveían de cereal llegado a lomos de acémilas, pero también por vía marítima, desde los puertos andaluces del Atlántico. Vía marítima, por tanto, que puede soslayar la creación de caminos en amplias zonas, algo que se revelará en el mapa viario con grandes vacíos de rutas terrestres entre Málaga y Alicante.

La malla viaria más densa se produce alrededor de Burgos, encrucijada de caminos y centro neurálgico para la exportación de lana hacia los puertos del Cantábrico, y para dar salida, a través del Camino de Santiago francés o de la arteria Burgos-Valladolid-Medina del Campo, hacia el interior castellano, a las mercancías procedentes de Cataluña, Aragón, Navarra y Rioja. Tan denso era el conglomerado viario comprendido entre Burgos, Valladolid, Zamora, Salamanca, Ávila, Toledo y Madrid, que estaba cruzado por 4.000 kilómetros de caminos, una densidad cuatro veces superior a la media peninsular. También se muestra especialmente abigarrado el mapa de caminos desde el interior hacia los puertos más importantes: Barcelona, Alicante, Valencia, Málaga y Sevilla.

La actividad comercial se evidencia a través del denso conglomerado alrededor de Segovia, Ávila, Valladolid, Zamora, Salamanca, Toledo, Madrid, León, Palencia, Tordesillas, Medina de Rioseco, Medina del Campo, Benavente, Toro, Peñafiel, Aranda de Duero, Soria, Olmedo, Alba de Tormes, Arévalo, Cebreros, Illescas, Alcalá de Henares, Sigüenza, Guadalajara, Ocaña, Oropesa, Talavera, Plasencia, Béjar, Talamanca, Hita, Atienza, Sigüenza, ciudades en las que se celebraban ferias y mercados temporales de carácter comarcal muy concurridos por tratantes de lanas, paños, especias o artesanía.

Un gran eje oeste-este se situaba al norte de la meseta y discurría por Galicia, norte de León y de Castilla la Vieja, La Rioja, el valle del Ebro y Cataluña. Enlazaba, por tanto, el Atlántico gallego, el norte de Castilla y León y el valle del Ebro con el Mediterráneo catalán y la frontera francesa. Las conexiones con los puertos cantábricos eran abundantes y se realizaban desde Burgos hasta Laredo y Santander, a través de Pesadas y Ampuero, y hasta

Puente de San Marcos (León) y debajo, vista de Madrid (1562) de Anton van den Wingaerde (BN).



Plano de la villa de Madrid de Antonio Mancelli, según grabado de Frederick de Witt hacia 1635 (BN).

Bilbao por Pancorbo y Orduña. Sensiblemente paralelo a este, discurría a lo largo de la cornisa cantábrica otro camino que unía Avilés y Fuenterrabía, enlazando con él en Laredo y Bilbao. Y en tierras de Navarra y Aragón aparece otro camino, también paralelo al que discurre por el valle del Ebro, que unía Navarra con Monzón y llegaba hasta Lérida.

Un segundo gran itinerario, también en dirección oeste-este, recorría el valle del Duero desde Zamora hasta el puerto del Madero en Soria y Tarazona, donde se cruzaba con el eje anterior hasta Barcelona y el Rosellón y pasaba por Zamora, Valladolid, Aranda de Duero, Soria, Tarazona y Luceni, en tierras de Aragón. Y completaba el mapa de grandes ejes, el que seguía el cauce del Tajo desde Lisboa hasta Toledo para continuar por Cuenca y Utiel hasta Valencia.

En contraste a esta abundancia de caminos en la cornisa cantábrica, se encuentra la escasez de rutas que unieran directamente Asturias con León, y Álava con Guipúzcoa y Navarra, y la práctica inexistencia de caminos junto a los Pirineos. Los vacíos y zonas menos densas de la red itineraria descrita por Villuga y Meneses se encuentran en zonas próximas a los Pirineos, en el noroeste leonés y asturgalaico, al norte del Camino de Santiago y en la cuenca del Guadiana, entre las Villuercas al norte, Sierra Morena al sur, Ciudad Real al este y Mérida al oeste.

() Declive de Castilla

Los mapas que evocaban el medievo y señalaban la primacía de la meseta castellana tenían los días contados frisando el s. XVIII. España pierde la hegemonía europea, y la crisis social y económica que asoló a Europa en aquella centuria –drástico retroceso de la actividad económica, disminución de la producción agraria, estancamiento del crecimiento demográfico, epidemias y conflictos sociales– se sumó a los cambios que ya se venían sucediendo durante el s. XVI en materia de equilibrio territorial y político, y que acabarían con la desintegración de la abigarrada red viaria de la vieja Castilla.

La nueva lógica de un Estado más fuerte y complejo anunciaba el centralismo caminero, que se impondría en el s. XVIII y que se alejaría definitivamente del sistema de centurias anteriores, en los que no había nudo principal en el que confluyesen todas las rutas. Pronto se impondría el modelo radial, cuyo centro sería Madrid, capital del reino desde 1561, salvo el breve interregno de Valladolid entre 1601 y 1606. Y, efectivamente, el mapa de las infraestructuras viarias traduciría una vez más los cambios urbanos y políticos. Ahora, el centro urbano de referencia ya no lo sería por su importancia comercial, sino por su relevancia política. Y ese

Vista del Alcázar Real y entorno del puente de Segovia (1670). Museo Soumaya. Ciudad de México.

papel lo desempeñaba la capital del reino, por lo que Madrid vio crecer su número de habitantes de manera exponencial –en 1630 su población alcanzó las 130.000 personas– y se convirtió en un gran centro de actividad comercial, social y política.

Tan drástico fue el cambio de modelo que Burgos, el más próspero nudo de comunicaciones comerciales de siglos anteriores, pasaría, en un rápido declive, de 13.000 habitantes a menos de 5.000 en el s. XVII; el floreciente Toledo que acaparó intensas relaciones comerciales con el reino de Valencia, perdió más de la mitad de sus habitantes: bajó desde los 70.000 a los 25.000, al igual que Valladolid, antaño centro mercantil y político, que pasó de 45.000 a 20.000 habitantes; Segovia, sede de una de las más prósperas manufacturas de paños, bajó de 30.000 a 15.000 habitantes, y Medina del Campo pasó de los 13.000 habitantes a los 3.500 y dejó de ser un potente centro de transacciones mercantiles para emprender la senda de la ruralización.

El resultado final es que el interior de la corona de Castilla dejó de acaparar la actividad económica para convertirse en una de las regiones más estancadas de la península. El efecto dominó de la crisis también se dejó sentir en las regiones periféricas de la península, aunque no padecieron la intensa decadencia del interior de Castilla y remontaron durante el s. XVIII. Tras la rauda desintegración del sistema urbano de la meseta castellana, pronto sonaría la gran hora de las ciudades portuarias, que se esforzaron por mejorar las infraestructuras viarias que les asegurasen un fácil acceso a sus áreas de negocios. Además de Bilbao, que ya desde el s. XVI funcionó como un auténtico mercado internacional, las ciudades más prósperas estarían encabezadas por Barcelona y toda la costa mediterránea; Sevilla, el valle del Guadalquivir y el puerto de Cádiz, que se convertiría en un gran centro de comercio internacional, y la costa del Cantábrico, desde Galicia al País Vasco, con los puertos de Bilbao y Santander a la cabeza, que también experimentarían un notable crecimiento a lo largo del s. XVIII. Siglo en el que, por primera vez y después de centurias de estancamiento, la monarquía asumiría la voluntad –y la consiguiente financiación a cargo de la Real Hacienda–, de dotar al territorio una red viaria bien planificada: una metamorfosis que supuso el definitivo y largo adiós al sistema heredado del medievo.

Centro de publicaciones

Librería de publicaciones oficiales

www.fomento.gob.es

Caminos y carreteras en el siglo de la Ilustración

Pensando en el transporte

Pepa Martín Mora

El siglo XVIII se inicia con la guerra de Sucesión, coincidiendo con el fin del reinado de los Austrias y la llegada de la dinastía de los Borbones, un hecho que determinará cambios de importancia en la historia de España y que afectarán también muy singularmente a la política caminera. La planificación y, sobre todo, la construcción de una primera red radial de carreteras, pensada para adecuarse a las necesidades de transporte de la época, toman por primera vez un definitivo impulso.

Puente largo de Aranjuez (1761), proyectado por Marcos de Vierna.

Tras la muerte del rey Carlos II, con quien se extingue la dinastía de los Austrias en nuestro país, le sucede en el trono Felipe V, lo que supone el inicio de un nuevo rumbo histórico, con los Borbones al frente de los destinos del país. Este hecho favorecerá casi de inmediato la apertura de nuestra sociedad a las nuevas ideas ilustradas, si bien, y a diferencia de lo ocurrido en la vecina Francia, aquí se caracterizará por un mayor intervencionismo y protagonismo del Estado en la actividad económica. De esta forma, se inicia un periodo de políticas reformistas durante el cual se impulsa la industrialización, la supresión de aduanas interiores, la reforma de la Real Hacienda, y la instauración de un nuevo programa de armamento naval o la construcción de importantes obras civiles, entre ellas las nuevas carreteras.

Esta última no es una necesidad banal. Las vías de comunicación por aquel entonces eran muy precarias, los caminos eran de herradura, transitables para las caballerías pero no para los carros, lo que los convertía en impracticables durante buena parte del año, y no había transporte fluvial porque los ríos discontinuos que atraviesan la península apenas permiten la navegación en muy cortos tramos. Esta circunstancia la sufrió personalmente el monarca a su llegada a España, en 1700, ya que tardó en su viaje desde Irún a Madrid un total de 17 días y, cuando un año después se casó en Barcelona con María Luisa de Saboya, empleó otros 23 días en recorrer la distancia entre la capital y la ciudad condal, datos que revelan las malas condiciones de los caminos en esa época.

A la vista de esa situación, los Borbones inician la reforma de las calzadas de la mano del servicio de Correos, que la Corona había asumido en 1716, con el objetivo de adecuar las carreteras a la estructura centralizada del Estado y reforzar las comunicaciones para satisfacer los tránsitos que el comercio y la agricultura demandaban, tomando como referencia la red de las carreras de postas, que será el precedente de la Red General de Carreteras.

Cada una de las postas estaba constituida por un conjunto de caballerías prevenidas en los caminos principales y a distancias convenientes, para que los correos y los viajeros pudieran cambiar de montura y seguir viaje sin tener que detenerse a que descansaran los animales que llegaban fatigados. Entonces era la única forma de viajar con rapidez por España.

El Reglamento General para la Dirección y Gobierno de los Oficios de Correo Mayor y Postas de España, que se publica en 1720, define esta Red de Postas con estructura radial y epicentro en Madrid. Sumaba 1.019 leguas, lo que equivaldría aproximadamente a 5.700 kilómetros, y 274 postas, y su carácter era administrativo, ya que se había creado para enviar y recibir las órdenes e informaciones de la Corte. Los particulares necesitaban una licencia previa del Correo Mayor en Madrid y de los administradores de estafetas en el resto de ciudades, para seguir algunos de los itinerarios en las condiciones que establecían los Reglamentos correspondientes, y había que abonar 20 reales de plata, que equivalían a 40 reales de vellón.

Partía de Madrid hacia Bayona por Irún y Pamplona; a Barcelona y a Perpiñán; a Valencia, a Murcia y a Cartagena; a Cádiz; a Badajoz; a Salamanca y a Ciudad Rodrigo; a A Coruña y a Santiago; y a Ourense y Pontevedra. La red se completaba con una carrera paralela al litoral mediterráneo desde Barcelona hasta Alicante, con un ramal hacia Denia y otro hacia Teruel, así como con otra paralela a la frontera portuguesa que iba desde Benavente, pasando por Zamora y Salamanca, hasta Badajoz.

Como novedad, también en el primer cuarto de siglo se crea, a través de la Instrucción de Intendentes, el Cuerpo de Ingenieros del Ejército, a quienes se encarga elaborar un estudio del territorio que de-

talle los caminos existentes y las intervenciones necesarias para mejorarlos o bien para construir otros nuevos, así como de los puentes, y se les dan instrucciones sobre el procedimiento a seguir en la confección de mapas y obras. La responsabilidad de este cuerpo recae en el ingeniero general Jorge Próspero de Verboom, a quien Felipe V pidió que se trasladara desde Flandes para asumir el puesto en plena Guerra de Sucesión.

Finalmente, apenas se emprenden obras que atañan a las vías de comunicación en estos primeros años del siglo XVIII, más allá de la finalización del puente de Toledo, en Madrid, en 1724. Así consta en la primera Memoria de la Dirección General de Obras Públicas, de 1756, que dice que a mediados del siglo XVIII las únicas obras que se habían hecho en los caminos naturales eran las mejoras de algún paso difícil y la construcción de puentes, muchos de ellos de madera, en los principales ríos.

() Primeras carreteras

Es en el reinado de Fernando VI cuando se construyen los llamados caminos carreteriles, que por sus características pueden calificarse como las primeras carreteras, aunque como tales no hayan existido hasta el siglo XX: aparece el revestimiento del firme y por ellos podían circular los carros y los vehículos de cuatro ruedas.

Las exigencias de velocidad ponen de manifiesto la necesidad de hacer los caminos con firmes que permitan una rodadura rápida y segura, y con unas condiciones más estrictas en cuanto a trazado en planta y en perfil, teniendo en cuenta que los caminos antiguos, los llamados de herradura, no permitían un transporte rápido ni eficaz.

El Tratado Legal y Político de Caminos Públicos y Posadas, de 1755, habla del uso del alpechín amasado con tierra desmenuzada y hecha polvo, una mezcla que se apisonaba y allanaba con un cilindro, rociándola de nuevo con este material "para conseguir un terreno fuerte", según dice el texto.

La memoria de la Dirección General de Obras Públicas recoge que las primeras carreteras datan de 1749, coincidiendo con la construcción de la de Reinosa a Santander; algunos tramos de la carretera de Guadarrama, como el paso del puerto hasta El Espinar; el paso de Despeñaperros, o el camino nuevo de Aranjuez. Hacia el último cuarto de siglo la red de carreteras sumaba 12.500 kilómetros de caminos, pero la mayor parte de ellos eran viejos, tan antiguos como el Camino de la Plata o el Camino de Santiago de francés.

Es el ministro Patiño quien, en 1730, promueve la construcción de la carretera de Reinosa con la inten-

Luis Solera

Puente de Herrera de Pisuerga, en la carretera de Reinosa a Santander. Retrato de Fernando VI, por Louis Michel Van Loo (Museo del Prado).

ción de que el comercio de lanas procedente de Burgos transitara por Castilla, y así asegurar el cobro por la Hacienda de los derechos de exportación, un ingreso que el fisco perdía al realizarse por Bilbao, ya que las provincias vascas y Navarra estaban exentas de aranceles. De paso se facilitaría el suministro de madera para la construcción de barcos al Real Astillero de Guarnizo, junto a Santander.

La ejecución se adjudica a Marcos de Vierna, que participó en muchas de las obras de las carreteras del siglo XVIII, bajo la dirección técnica de los ingenieros militares Rodolphem Stölinger y Vrerich. En su construcción trabajaron más de 600 obreros, muchos de ellos soldados, que terminaron la carretera en 1753, año en la que entra en servicio.

Respecto a los detalles técnicos, Vierna describe la carretera como de seis toesas de ancho en los tramos rectos (la toesa, antigua unidad de medida francesa, equivalía a poco más de 1,9 m), y en los curvos con sobreancho de casi otras dos, la anchura normal del camino era de unos 12 m. Para su construcción se excavó en todo el trazado hasta llegar al terreno firme, colocando en sus márgenes una pared de losas de tres pies de rey de altura, y en la caja formada por el firme y estas losas se colocaba primero una cama de piedra gruesa, sobre esta otra de piedra menuda que se convertía en cascajo y que encajaba sobre el primer lecho, y así hasta que se completaba el perfil, al que se daba forma de lomo con bombeo hacia los laterales para facilitar la evacuación del agua por la cuneta.

Posteriormente, en 1775, se produjeron unas lluvias torrenciales que provocaron efectos catastróficos en esta carretera, especialmente en el tramo de Buelna. Se construyeron entonces puentes de madera para poder seguir dando servicio en el tramo que unía esta localidad con Reinosa, pero en la parte que la unía con Santander los destrozos dificultaron las comunicaciones, especialmente en la zona del puente de Cartes.

No se empezó a reparar hasta 1787, bajo la administración del consulado de Santander, a cuya institución encargó Floridablanca tanto el cobro de los peajes como la realización a su costa de las obras, y se aprovechó para prolongar la carretera cuatro leguas y media hasta Quintanilla, dadas las ventajas que el camino ofrecía para el comercio con América.

En cuanto a la construcción del paso del puerto de Guadarrama, en la actual carretera de A Coruña, que llega hasta el Espinar, en Segovia, coincidió en el tiempo con la de Reinosa. Su longitud no es muy grande, pero además de que fue una obra muy difícil de ejecutar, su entrada en servicio tuvo una gran trascendencia económica al permitir la conducción a Madrid de los granos de trigo de Castilla La Vieja en carros.

() Política caminera

Ambas obras, junto con la creación del cargo de superintendente general de Correos, Postas y Estafetas, en 1747, a través de una Real Cédula, son una

Puente de Toledo (Madrid), según grabado de D. Roberts (BN)

buena muestra de que los Borbones asumen como prioritaria la política caminera del Estado, que pasa por la ejecución y explotación de los caminos principales así como la reparación de los ya existentes. En este nuevo cargo, que sustituye al de maestro mayor de Hostes, Postas y Correos, recae la responsabilidad de la reparación de los caminos antiguos o la apertura de los nuevos, además de la señalización, mientras que los intendentes corregidores serán los funcionarios a quienes corresponda ejecutar esta política en las provincias.

El desarrollo de la nueva política de carreteras implica muchas novedades, como la introducción de la nomenclatura para diferenciar las rutas, la fijación de trazados y la diversidad de actuaciones, la inspección regular a cargo de ingenieros, la aparición de una cartografía o inventario asociado a una estadística rutera y, lo más importante, una financiación regular en respuesta a una demanda económica y política. También delega la seguridad de los caminos en el superintendente, que a su vez ordena a los alcaldes cumplan con sus encargos, y las ordenanzas, destinadas a restringir en lo posible el cobro de derechos de portazgos, pontazgos y peajes, porque perjudican la libertad de circulación de los caminos.

Sin embargo, pese a este intento por impulsar la política caminera del país, son muchos los factores que frenan la expansión de la red de carreteras. Entre ellos, la escasez de ingenieros; la falta de información homogénea de la red, pues tampoco hay un plan general de equipamiento sino por el contrario de privilegiar a ciertas rutas; a ellos se suman la monumentalidad y la naturaleza administrativa, que priman sobre la función eco-

Tipos de vehículos

En el siglo XVIII los viajes a pie son la forma generalizada de viajar del pueblo llano, que era la mayor parte de la población y que solía desplazarse en las migraciones de temporada para realizar faenas agrícolas específicas. El viaje sobre una caballería está reservado a las personas con alguna posición, ya que, al margen del coste de alquilar o tener en propiedad un caballo o una mula, no podían utilizar los establecimientos benéficos de la Iglesia.

Para el transporte de personas también estaba la litera, un vehículo con varas laterales transportada por caballerías, una delante y otra detrás, en la que el viajero o viajeros iban sentados, modo que cae en desuso en el siglo XVIII al sustituirse por los coches y carrozas, gracias a que mejora la suspensión de estos vehículos, primero con correones y sopandas, y luego con ballestas de acero.

Los más sencillos eran los volantes o calesines, que es una calesa ligera sin capota tirada por una caballería; las calesas, que es un carruaje de dos ruedas con limoneras o varas, con caja abierta por delante, dos asientos y capota de vaquea, tirada por una o dos caballerías, y los coches de colleras, con cuatro ruedas y cuatro asientos con un tiro formado por seis mulas aparejadas de dos en dos, conducidas por un mayoral y por un cuidador.

Más grandes eran las galeras, que servían tanto para el transporte de personas como de mercancías, y que se considera, en su concepción de transporte, el antecedente de los trenes mixtos de la época del ferrocarril. En una Real Cédula de 1740 se establece que las galeras de seis mulas podían llevar 80 arrobas de carga –unos 920 kilos–, y las de cuatro mulas, 60 arrobas de carga –aproximadamente unos 690 kilogramos–.

El marqués de la Ensenada, retrato de Giuseppe Amigoni (Museo del Prado).

nómica. También la cartografía sufre la carencia de datos topográficos, ya que no hay un mapa moderno de España, por lo que la clasificación y tipificación con las características de las rutas es casi siempre tardía.

Estaban acondicionadas con bancos y un toldo para resguardo de los viajeros, que solían ser estudiantes, empleados y gente de modesta condición, ya que tenían un coste moderado y ofrecía mayor seguridad en el camino. Se solía colocar la carga en la parte interior, y encima de ellas los baúles que formaban las hileras de asientos.

Los transportes de mercancías se hacían a lomo: se calcula que había en el siglo XVIII unas 142.000 bestias de carga, entre mulos y mulas, consideradas caballerías mayores, así como asnos, caballerías menores. El uso de caballos para acarrear mercancías estaba prohibido, según se recoge en una disposición de 1709 de Felipe V, titulada Prohibición de aparejos redondos en los caballos y de trajinar con ellos.

También había carros tradicionales, se calcula que unos 14.000 transitando por las carreteras y caminos, agrupados en la Cabaña Real de Carreteros. El poder real aseguraba y otorgaba un conjunto de franquicias, privilegios y beneficios que permitían transitar a carros y carretas de un extremo a otro del país.

En 1769 se fundó el primer servicio regular de diligencias, bajo los auspicios de Floridablanca, entre Madrid y los caminos reales, y algo más tarde, en 1771, para Madrid y Cádiz; pero no fueron una realidad hasta 1788, año en el que también se puso una diligencia desde la Corte a Bayona por Valladolid. Surgieron así empresas con un gran número de carros, y llegó a haber una madrileña, Ringrose, que llegó a disponer de más de 100.

Este estado de cosas se prolonga hasta bien avanzado el siglo XVIII, cuando se publica en 1755 el *Tratado legal y político de caminos públicos y posadas*, de Tomás M. Fernández de Mesa, que recoge el discurso intelectual sobre cómo hacer los caminos, cómo financiarlos, cómo explotarlos y cómo conservarlos. Es el antecedente teórico de la nueva política de las obras públicas que se inicia con Fernando VI en el trono, en cuyo reinado el Estado construye las primeras carreteras, siendo la primera obra publicada en España dedicada específicamente a las infraestructuras viarias.

Su obra define qué son los caminos y establece sus clases por importancia jerárquica (los reales, que son los principales, y los vecinales, que son los secundarios), y por sus características técnicas (carreteros, por los que pasan coches, de herradura, para transitar a caballo, empedrados, o de tierra), y habla de la financiación de su construcción, al afirmar que debe ser del rey quien asuma el coste. Precisamente la situación financiera del Estado mejoró durante el reinado de Fernando VI, gracias sobre todo a la buena administración del marqués de la Ensenada, que puso orden en los pagos de tesorería.

En el Tratado se apuesta por el modelo de calzada romana, si bien se afirma que, ante su alto coste, bastaría con que al menos se utilizara esta técnica en los considerados como reales, para los que se establece el ancho mínimo de 28 pies, dejando en 12 pies la anchura exigible para el resto de caminos públicos. Se postula también que sean elevados, en terraplén, para dotarles de seguridad y para evitar que se inunden, advirtiendo igualmente sobre la necesidad de que los caminos sean rectos para unir el origen y el destino, porque así "podrían disminuirse en casi una mitad las distancias desde Madrid a las principales ciudades". El Tratado de Fernández de Mesa advierte, por último, sobre la necesidad de realizar una buena programación de los caminos a construir.

() Real Decreto de 1761

No será hasta 1761, ya en la época de Carlos III, con quien llega al poder una nueva hornada de sobresalientes ilustrados, cuando este impulso a la red de carreteras se concrete. En este sentido, será todo un hito la publicación de un nuevo Real Decreto, promovido por el irlandés Bernardo Ward, que plantea la problemática de las comunicaciones viarias en el contexto general de la política del Estado. Expedido para "hacer caminos rectos y sólidos en España", es la primera disposición similar a un plan general de carreteras. Su elaboración atiende el objetivo de facilitar el comercio entre las diferentes re-

giones, y se puede considerar como el origen de la planificación viaria moderna en nuestro país. Anteriormente, los caminos se construían de acuerdo con la Instrucción de Intendentes del año 1718 y la Ordenanza de Intendentes y Corregidores del año 1749.

En el Decreto se da prioridad, partiendo de Madrid, a la construcción de las carreteras de Andalucía, Cataluña, Galicia y Valencia, consignando el rey 250.000 reales mensuales para las tres primeras y costeándose la última con el sobrante del 8 por ciento que se cobraba a la ciudad del Turia, hasta que se terminaran las obras. Para que la Corona pudiera financiar los caminos se reservó la tasa de la sal, producto al que se impuso durante diez años un sobreprecio de dos reales de vellón sobre la fanega, con el que se consiguió un monto total de tres millones de reales.

La programación de carreteras de este monarca se debe sobre todo a Bernardo Ward, un irlandés que trabajaba al servicio de la Corona y fue designado ministro de la Real Junta de Comercio y Moneda y director de la Real Fábrica de Cristales de San Ildefonso. En 1750 Fernando VI le envió al extranjero para estudiar las soluciones que en esta materia habían adoptado otros países, evidenciando que el atraso de España procedía de la falta de comunicaciones entre unas provincias y otras y respecto al interior del Reino.

Redactó su obra magna, llamada Proyecto Económico, publicada en 1762, con las tesis que previamente recogió en este Real Decreto, en el que propone la construcción de caminos aptos para el transporte sobre ruedas para suplir la falta de ríos navegables y canales en España. Programa las seis carreteras radiales básicas que aún están vigentes, y que coinciden con las llamadas carreras de postas que ya existían en 1720.

Dice textualmente que "necesita España de seis caminos grandes, desde Madrid a La Coruña, a Badajoz, a Cádiz, a Alicante y a La Raya de Francia, así por la parte de Bayona como por la parte de Perpiñán, y éstos se deben sacar al mismo tiempo para varios puertos de mar y otras ciudades principales, uno del de La Coruña para Santander, que es el más

Museo del Prado

Retrato póstumo de Campomanes, por Eduardo Balaca.

Primer mapa de carreteras

Es en el siglo XVIII cuando se publica el primer mapa de carreteras de España, elaborado entre 1739 y 1743 por los jesuitas Carlos Martínez y Claudio de la Vega, profesores del Colegio Imperial de Madrid, que lo realizan por encargo del marqués de la Ensenada. Para trazarlo se sirvieron de datos astronómicos y utilizaron las técnicas cartográficas más modernas hasta el momento, aunque está basado en un trabajo mínimo de campo.

En él aparece representado el territorio peninsular, excepto Galicia, León, y Castilla la Vieja, debido a que en esos territorios no se habían realizado las operaciones geométricas necesarias, aunque sí incluía Ávila y Logroño, pero pese a esa carencia, es la mejor representación cartográfica realizada hasta esa fecha, además de la Guía de Caminos de Pedro Pontón, de 1705.

BN

Está dividido en 36 hojas de 36 por 37 centímetros con una escala gráfica equivalente a 1:445.866. Las carreteras aparecen representadas en líneas finas de color rojo y negro, además de signos para indicar la ubicación de plazas, molinos, puentes, pasos de barcas, y murallas. También están indicadas las fronteras de los reinos y provincias, y en Andalucía las de los obispados.

Curiosamente, esta impresionante obra cartográfica estuvo abandonada hasta 1904, año en el que se integró en los fondos de la Real Sociedad Geográfica, y actualmente está expuesta en la Biblioteca Nacional.

Puente de Ronda. Retrato del marqués de Esquilache, por Giuseppe Bonito (Museo del Prado).

esencial y urgente en el día, otro para Zamora hasta Ciudad Rodrigo, del de Cádiz, otro para Granada y así todos los demás". La Corona financió esta red radial, dejando a los municipios las redes comarcales y regionales.

Coincidiendo con la entrada en vigor del Real Decreto, se publica el Itinerario de las Carreras de Posta dentro y fuera del Reino, de Pedro Rodríguez de Campomanes, que contiene un nuevo repertorio de la red, en el que se asegura que sumando a las carreras de postas de 1720 un total de 1.019 leguas y 274 postas, que son las ampliaciones que refleja el itinerario, había en 1761 un total de 1.453 leguas con 400 postas, unos 8.125 kilómetros con una distancia media entre cada dos postas consecutivas del orden de 3,6 leguas, es decir, 20,5 kilómetros. La obra contiene también una reseña histórica de lo legislado en el ramo, y una guía con indicación de los caminos rectos y transversales por orden alfabético, los itinerarios y distancias entre los pueblos de Europa, y las tarifas que se pagaban en las diversas rutas.

También a finales de 1761 se promulga un Reglamento e Instrucción para fijar nuevamente la organización y procedimientos a emplear en las carreteras, inspirado por Esquilache, que había sido nombrado por Carlos III superintendente general de Caminos, pasando a ser el responsable de la ejecución del plan de caminos reales.

Posteriormente, una Real Cédula de 1762 establece que para la conservación de los caminos generales se deben usar carros de llanta ancha y lisa con tres pulgadas de huella cuando menos, y que si transitasen carros de llanta estrecha se les obligará a pagar el doble de portazgo. Las reparaciones menores debían ir a cargo de los pueblos en sus términos respectivos, y las de mayor importancia, con el producto de los portazgos, y si no los hubiera, con los arbitrios concedidos para la carretera.

() Los caminos reales

En esta época se terminaron los caminos a los sitios reales, primero el camino de Aranjuez, y luego los de El Pardo y El Escorial, también quedan listos el camino de Madrid al puerto de Guadarrama, el puente de Segovia, la carretera de Castilla por Aravaca y las Rozas, así como los puentes de Retamar, Guadarrama y San Rafael, asegurando el acceso con carros de los granos y demás suministros desde Castilla la Vieja a la Villa y Corte, todos ellos recogidos en la edición de 1775 del Itinerario de Matías Escribano. Villanueva, el arquitecto que construyó el Museo del Prado, dirigió algunas de esas obras, como los caminos de Madrid a Aranjuez y La Granja, al margen de las carreteras de Cataluña y de Valencia.

En cuanto a sus características constructivas, los llamados caminos reales, a su paso por las aldeas y pueblos, se debían empedrar con la mayor firmeza y precaución, dirigiendo las aguas por medio de la calle. Los empedrados eran de piedras de cantera sin desbastar o con piedras de cantera escogidas y puestas en plano, sin la profundidad de las sucesivas

Luis Solera

Tramo empedrado en la carretera de Reinosa a Santander.

capas que tenían los firmes romanos. El ancho de estos caminos no se hizo con criterios definidos, por ejemplo, el de Galicia, que era de unos ocho metros, no tenía el mismo ancho que el resto de los tramos. Esto se debió a la mentalidad práctica de los ingenieros, que buscaron aún en los pasos difíciles que fuera posible el cruce de dos carruajes doblando los anchos de los caminos medievales.

También corresponden a estos años muchos de los caminos de Vizcaya, Guipúzcoa, Álava y Navarra, que se ejecutaron como respuesta a la construcción de la carretera de Reinosa a Santander a cargo de la Hacienda Real, para asegurar la competitividad de los puertos marítimos vascos y guipuzcoanos. En 1776 estaba terminado el camino desde Orduña a Pancorbo, así como los de Oiarmendi, río Deva, Elgóibar, Eíbar y puerto de Kanpazar, cerca de Elorrio.

A partir de 1763 y pese a una rebaja de los aranceles en las carretas de lana, que vuelven a pagar 4 reales en lugar de 6, se incrementa la recaudación de los peajes, que asciende a más de 60.000 reales al año, lo que viene a demostrar el aumento de los tráficos.

Otra disposición importante en este periodo es la Real Resolución de 16 de enero de 1769, que establece que cada legua tenga ocho mil varas castellanas de Burgos; son las llamadas leguas carolinas o de veinticuatro mil pies, que equivalen a 6,687 kilómetros. Se determina también que las leguas para cada camino se cuenten desde Madrid y que se señalen las distancias con pilas altas de piedra esculpidas en números romanos. Y asimismo se propugna, como primer reglamento de conservación de carreteras, la Ordenanza para la conservación del Puente Real de Jarama, construido desde el Real Sitio de Aranjuez a Madrid, que tuvo un amplio ámbito de aplicación ya que se extendió a la práctica totalidad de los caminos reales.

Guía de Caminos

Según el Itinerario Español o Guía de Caminos que Matías Escribano publicó en 1788, para viajar desde Madrid a las ciudades o villas más importantes de España, para ir de unas ciudades a otras e incluso, para ir a alguna capital europea, los kilómetros de la red caminera de finales del siglo XVIII pueden cuantificarse en unos 25.000 kilómetros.

Aparecen en este itinerario la diferenciación entre los caminos de ruedas y los de herradura, también una primera parte que corresponde a los que salen de Madrid, otra segunda que se refiere a los que van de unas ciudades a otras y, por último, una tercera que recoge los caminos de fuera del Reino.

Esta guía aporta información muy útil para emprender una marcha ordinaria por los caminos, ya que incluye los lugares para comer y para dormir, que aparecen señalados teniendo en cuenta las jornadas regulares que se emplean en realizar el viaje, así como los pasos de los ríos, si son por barca o por puente, y el paso de los puertos de montaña, lo que permite conocer la continuidad de la infraestructura del camino, de gran importancia para el transporte de mercancías sobre ruedas.

Señala también, en definitiva, que las nuevas carreteras del siglo XVIII se construyeron mejorando los caminos de ruedas que ya existían, con lo cual terminaron por coexistir buenos tramos recién acondicionados con otros que no se encontraban en muy buen estado

() Floridablanca

La llegada del ministro Floridablanda significará realmente el momento de esplendor respecto a la construcción de obras públicas en el siglo XVIII, muchas de cuyas realizaciones merecieron el elogio de los ilustres viajeros de la época, tanto españoles como extranjeros. Ponz y Jovellanos entre los primeros, y Bourgoing y Townsed entre los segundos. No obstante, tuvieron también sus críticas, en especial las de los primeros ingenieros de caminos del siglo XIX, como Agustín de Bethancourt, ya que en su época muchos de los caminos que se construyeron con este ministro estaban ya intransitables.

No obstante conviene recordar que, en 1778, Floridablanca intenta impulsar la construcción de nuevos caminos y poner las bases para su conservación futura con la promulgación de la Instrucción para el Reconocimiento y Alineación de los Caminos. Esta norma supone un cambio fundamental por lo que se refiere al trazado de los nuevos caminos reales, ya que establece que aunque se ha de procurar que el camino vaya recto, este no debe ser el objetivo si para conseguirlo "se ocasionan dispendios considerables". De esta forma, el camino antiguo se convierte en la base del nuevo trazado, los caminos dejan de ser rectos y sólidos, y más sobrios que en épocas anteriores.

El ministro de Carlos III agrega la Superintendencia General de Caminos y Posadas a la de Correos y Postas, cargo que asume, y se atribuye la responsabilidad para nombrar subdelegados, facultativos y dependientes, para dar las instrucciones generales y particulares sobre la construcción de los caminos, su conservación y mantenimiento, adoptar medidas para mantener la seguridad en el tránsito, así como disponer y utilizar los fondos para ejecutar esta política. Pone bajo su cargo todos los arbitrios destinados a la conservación de caminos, y se autoriza al superintendente a nombrar y separar al personal facultativo y prescribir las respectivas obligaciones de los diferentes funcionarios.

En 1780 se dictan las reglas relativas a los expedientes sobre portazgos y pontazgos, y se dispone que todos los llevadores de estos impuestos debían reparar los puentes, caminos o tránsitos en donde cobraban los derechos. Si los gastos eran considerables se debían suplir con repartimientos entre los pueblos, y para las reparaciones importantes había que presentar presupuesto al corregidor o intendente, remitiéndolo al Consejo Real. Se ordenó también vigilar los portazgos para evitar abusos en el cobro de la tarifa.

En consonancia con el propósito de Carlos III de acabar con el abandono de los caminos, también se

El conde de Floridablanca retratado pòr Goya (Museo del Prado).

promulgan en 1785 dos reales órdenes que declaran la exención en el ramo de obras públicas tanto de los derechos de alcabalas como de los arbitrios impuestos a los materiales y comestibles, facultando a los operarios para abrir canteras, cortar leña y aprovechar los pastos en los terrenos públicos y baldíos en las mismas condiciones que los vecinos de los pueblos, encomendando la conservación y reparación de las travesías de las carreteras principales a los ayuntamientos.

Los resultados conseguidos por Floridablanca en materia de carreteras se recogen en un memorial hasta 1788, después de las críticas que recibió por su gestión, exponiendo sus valiosos trabajos Y en él se hace referencia a dos de los caminos cuya construcción aconsejaba Ward, que eran el de Francia por Irún y el de Portugal, cuya inclusión en el programa de carreteras generales estaba autorizada implícitamente en el Real Decreto de 1761.

Como balance hay que reseñar que se construyen en esta época las carreteras de Vitoria a Irún y a Pamplona; la de Bilbao a Pancorbo; las de Madrid a

Construcción del nuevo camino de Alcalá en la entrada a Madrid, según grabado de 1780 (BN).

los Reales Sitios; el camino de Madrid a Cádiz casi en su totalidad; el de Madrid a Valencia por Fuente de la Higuera; varias leguas desde Barcelona en los caminos hacia Zaragoza y Valencia; los caminos desde Madrid a los pasos de la sierra del Guadarrama por el alto del León y Somosierra; el tramo de Burgos a Vitoria en la carretera de Irún; varios tramos de las carreteras de Galicia a Extremadura; el tramo de Murcia a Cartagena y el de Lorca a Águilas; la conexión de Antequera con Málaga y Vélez Málaga, y los caminos desde Avilés y Gijón a Oviedo. También los nuevos pasos de Sierra Morena; puerto de La Cadena, en la carretera de Cartagena; el del camino de Málaga desde Antequera, y el de Galicia a partir de Astorga.

Según el Memorial, en los nueve años que Floridablanca estuvo a cargo de la superintendencia se habían reedificado muchos puentes y alcantarillas, construido más de 195 leguas de 8.000 varas y atendido la reparación de 200 leguas. Igualmente se construyeron 322 puentes nuevos, habilitado al tránsito otros 45, junto a 1.049 alcantarillas edificadas, además de las obras de explanación, muros de sostenimiento, enlosados y provisión de otros accesorios en las carreteras. Los gastos ascendieron a la suma de 90 millones de reales, de los que el arbitrio de la sal sólo recaudó 27, con lo cual hubo un déficit de al menos 63 millones.

A este periodo corresponde también la construcción de otras carreteras en las provincias vascas: de Durango al límite de Álava, y de Durango a Eibar por Ermua, proyectadas por Echanove y finalizadas en 1787, y el camino real de coches de San Sebastián a Pamplona, tanto en Guipúzcoa como en Navarra. De esta época es también el camino nuevo de Cartagena, para cuyo trazado se construye el puente de Reguerón.

() Normativas

Es preciso destacar también que bajo el reinado de Carlos III empiezan a regularse los gastos y la dirección técnica de las obras, mediante un auto del Consejo de Estado de 27 de enero de 1777, mientras que en 1779 se establece el principio general del visado de los proyectos de la Real Academia de San Fernando, sugiriéndose que los proyectos se encarguen a los profesores que recomiende esta institución.

El incremento del tráfico de coches por las carreteras da origen a la aparición de las primeras normas de tráfico, que quedan recogidas en la real orden de 21 de junio de 1787 con el fin de regular un medio de transporte cuyo uso se ha generalizado no sólo entre la nobleza, sino entre la burguesía. Se decide limitar el número de mulas que tiran de los coches de ruedas a seis a su paso por los pueblos; se prohíbe correr por las calles, tanto a galope como a trote apresurado, con el fin de evitar atropellos; se establece la obligatoriedad de la vigilancia del ganado que se usa en los vehículos; se fija la edad mínima de los cocheros, que deben tener más de 17 años, así como las penas y multas que se aplicarán a quienes no cumplan estas normas.

Los conceptos de portazgo y peaje quedan también claros en la nueva normativa, que los deja re-

Vista del Monasterio de El Escorial, por F. de Paula Van Halen (Real Academia de Bellas Artes de San Fernando).
Leguario en la carretera de Reinosa a Santander.

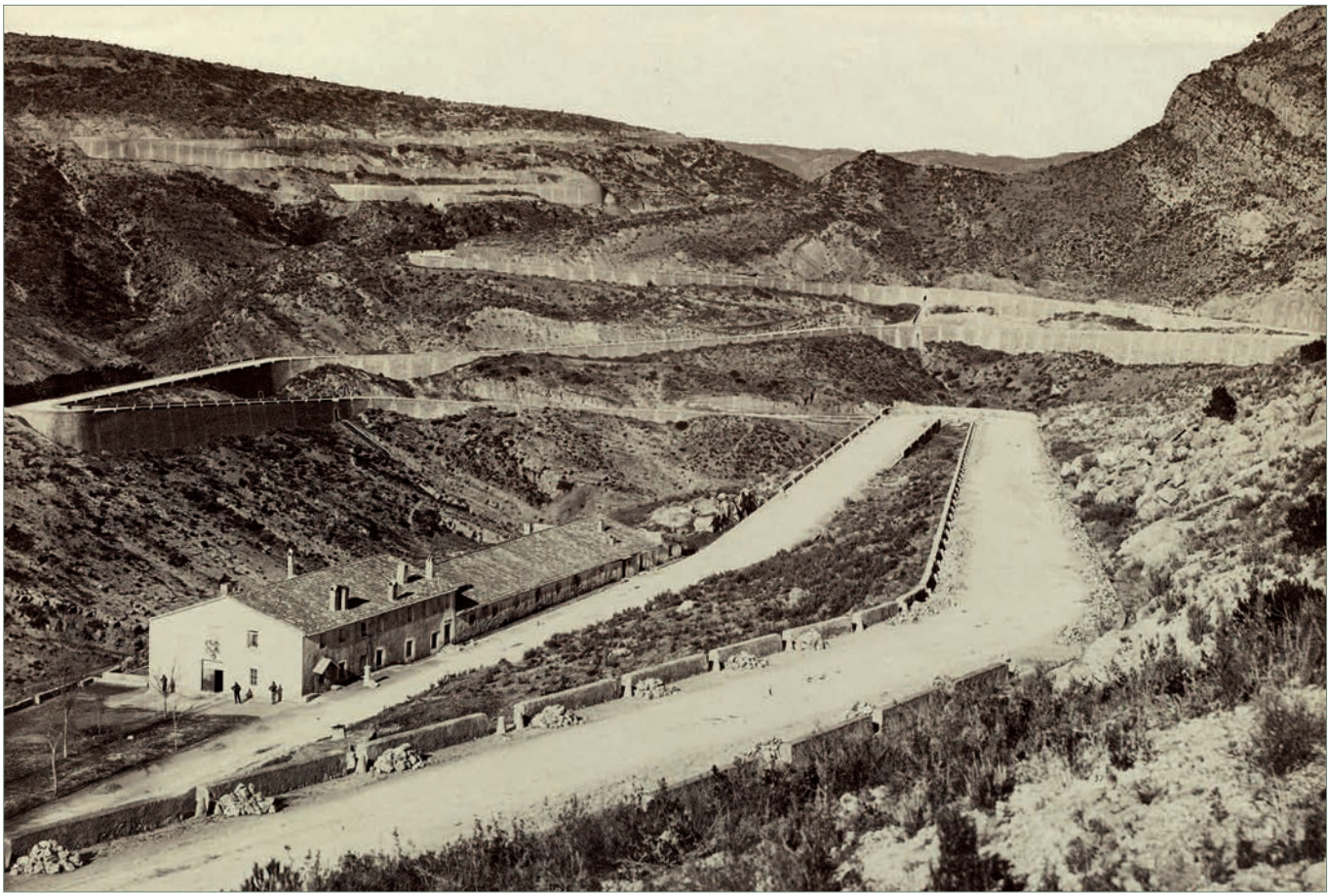
ducidos a una tasa por el uso del camino, recogida en la Real Orden de 1789 y en la resolución del Consejo de Estado de 27 de abril de 1784, con el fin de que la recaudación de los peajes sea exclusivamente destinada al mantenimiento de los caminos, estableciendo la preferencia a la libertad de tránsito.

Posteriormente se dictan diversas normas que profesionalizan y despolitizan la organización del servicio de caminos, como son la ordenanza general de Correos, Postas, Caminos y Posadas de 1794, que extiende al servicio de Caminos las prácticas del servicio de Correos, y la Real Orden de 1799, por la que se crean la Inspección General de Caminos y Canales y la Escuela de Caminos, aunque esta última inicia su andadura en 1802.

Las atribuciones que Floridablanca había concedido al superintendente, que tenía bajo su autoridad los cuatro ramos de correos, postas, caminos y posadas para coordinar estos servicios, pasan al inspector general, y los miembros del cuerpo facultativo ocuparán el puesto de inspector, mientras que de la Escuela de Caminos saldrán los profesionales formados para ocupar los puestos de mando en sus aspectos técnicos y administrativos, que tendrán opción a ocupar los puestos más elevados, como el de Inspector General, que dependía directamente del ministro de Estado.

También con la Ordenanza de 1794 las posadas se convierten en elementos esenciales de los transportes; se establecen estímulos para su construcción, y se impone a la autoridad local la responsabilidad de visitar a diario las que se hallen en el lugar y, una vez a la semana, las que correspondan a su término. Finalmente, se obliga a tarificar los servicios prestados según un arancel que debe estar expuesto a la entrada del establecimiento para conocimiento de los viajeros.

Según Santos Madrazo y su estudio El sistema de transportes en España, a finales del siglo XVIII se había construido un total de 1.700 kilómetros de carreteras radiales, la mitad de los que correspondían al conjunto de la red, a los que hay que añadir otros 300 de carretera pavimentada de la red transversal, junto con más de 700 puentes y 6.000 alcantarillas.



De 1800 a 1960: hacia la Red Nacional de Carreteras

De la grava al asfalto

Luis Solera (Texto y fotos)

La irrupción a mediados del siglo XIX del ferrocarril como medio de transporte moderno supuso que el empeño ilustrado por dotar al país de modernas vías de comunicación terrestres perdiera su impulso inicial. Si la revolución industrial apenas se dejó sentir en la vieja red caminera peninsular a lo largo de casi todo el siglo, a comienzos del XX la incipiente nueva era del automóvil exigió recuperar con creces el tiempo perdido: pronto el asfalto sustituye al macadam y la creación del Circuito Nacional de Firmes en 1926 supone el primer intento serio de ordenar y planificar la construcción y conservación de una red de carreteras de interés general.

A la izqda, trazado proyectado por el ingeniero Lucio del Valle para el Alto de las Cabrillas, en la carretera Madrid-Valencia. A la dcha, peones camineros trabajando en una carretera de Álava hacia 1920.

La distancia que separa el tiempo del emperador Adriano y su sistema administrativo y constructivo de calzadas con respecto a nuestra situación carreteril en pleno siglo XXI pudiera parecernos hoy abismal, pero debemos ser comedidos si la comparación la efectuamos con el panorama carreteril hispano del siglo XIX, por poner un ejemplo. Se produjeron cambios, parece obvio, pero con la distancia o perspectiva que se ofrece tras 17 siglos, que es el tiempo que transcurre entre Adriano y nuestra decimoctava centuria, la creación de calzadas o carreteras, bien desde el punto de vista de su diseño, trayecto, características, materiales, maquinaria y técnicas utilizadas para su construcción, no es precisamente un proceso revolucionario, sino más bien lento y repetitivo, con algunas pocas novedades, más bien escasas, de índole científico-técnica.

() La red de carreteras en el siglo XIX

Aunque el protagonismo carreteril será discreto y lento durante la primera mitad del siglo XIX debido a la Guerra de Independencia (1808-1812) y las guerras carlistas de 1833-1839 y 1846-1849, se producen hechos o circunstancias que redundarán en un mayor desarrollo de la obra civil.

En 1829, el ministro de Hacienda, Luis López Ballesteros, decide ampliar el capital del Banco de San Carlos, dándole un protagonismo financiero del que carecía hasta entonces. Ello anima a la fundación de otra entidad crediticia llamada Banco de San Fernando, que consiguió la facultad de la emisión de billetes. Ambos bancos inundaron el mercado privado de financiación; también se otorgaron empréstitos al Estado para que pudiera acometer determinados proyectos de obra civil, incluyendo carreteras y caminos vecinales. La fusión de estos bancos en 1847 aboca en la creación del Banco Español de San Fernando, que fue muy activo financieramente en la España isabelina, facilitando masa monetaria a los emprendedores y ayudando a diputaciones y ayuntamientos con empréstitos blandos y a largo plazo para que pudieran acometer proyectos de ingeniería civil. También sirvieron para refinanciar gran parte de la deuda externa, que pesaba sobremanera en la Administración del Estado.

En el ámbito constructivo tiene aún preponderancia el cuerpo de ingenieros militares, además de los arquitectos que salen de las reales academias de bellas artes de San Fernando. En 1799 se crea la Escuela de Ingenieros Civiles, que dotó al país de funcionarios idóneos en la labor carreteril, si bien muy lentamente. Será Agustín de Betancourt el que fundará, en 1803, el Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, y en su interesante *Memoria del estado actual de los caminos y canales de España* denuncia el atraso y defectos de la caminería peninsular, los vicios que padecía, la falta de personal técnico, los desaciertos pasados en la construcción de puentes, caminos y canales y deja patente la necesidad de dignificar un nuevo cuerpo de funcionarios que serán los encargados de la obra civil en el futuro.

Bajo ese impulso de Betancourt se producen importantes cambios en la red caminera: se crea un organismo unificado del que dependerán todas las vías de comunicación y las obras pertinentes; se establecen reglas fijas para formar los proyectos y presupuestos antes de que se inicien las correspondientes obras, y se crea una contabilidad de estos procesos más analítica, que unifica las diferentes formas y particularidades que utilizaban los técnicos hasta entonces. Betancourt mantuvo serias luchas con el poder establecido, que miraba para otro lado ante los abusos y corruptelas que se daban en el ámbito de la obra civil, reacio a la regeneración y control del sistema. No obstante, se aprueban algunas leyes y decretos que redundan en la modernización de las obras públicas y ello resulta patente al contabilizarse resultados esperanzadores: sólo en el año 1808 –en plena Guerra de Independencia– se hicieron 278 kilómetros de calzadas reales, lo cual tiene mucho mérito.

Durante ese conflicto bélico, apenas hubo tiempo para reparar o acondicionar medianamente las calzadas arrasadas por la guerra. Entre los años 1814 y 1834, con la rémora de la Guerra de Independencia y el principio de la primera Guerra Carlista, se ralentiza el efecto constructor. Pese a ello se construyeron 813 kilómetros, aproximadamente 40 kilómetros por año, un ratio no muy diferente al del esplendor de la época de Carlos III.

El profesor Manuel Pardo nos da la cifra de 4.690 kilómetros de caminos reales en 1833, coincidiendo la subida al trono de Isabel II con la circunstancia de que buena parte de esa longitud se refiere a trozos de caminos naturales, mejor o peor habilitados para asegurar el tránsito por sus medianas construcciones. En 1836 se restablece la Escuela de Ingenieros y se reforma el cuerpo de profesionales, acentuándose el rigor en los proyectos, en las propias obras y en sus costes reales. Llama la atención el que, entre el periodo comprendido entre 1834 y 1856, se contabilicen 4.790 kilómetros nuevos de calzadas reales, lo que arroja un ratio de 215 kilómetros por año, estando en construcción muy avanzada otros 2.785 kilómetros y otros tantos en proyecto.

() La segunda mitad del siglo XIX

Ya en pleno reinado de Isabel II, en el que tendrán lugar conflictos importantes, como la Revolución de 1868, nuestra red de carreteras principales llegaba a los 8.324 kilómetros. Se había completado la red radial iniciada en el siglo XVIII y hasta hubo intención de crear la carretera radial N-VII, conocida como carretera de Villacastín (Ley de Bases de 1841 sobre el ordenamiento ferroviario y transportes por carretera), hecho que al final no ocurrió pese a su importancia estratégica. Esta vía, replanteada y construida entre los años 1860 y 1863, tenía una longitud de 572 kilómetros y unía Madrid, desde la localidad de Villacastín, con el puerto de Vigo, a través de territorio abulense, salmantino, zamorano, orensano y al fin, pontevedrés. Todavía subsiste este topónimo o denominación en muchas de las localidades que atraviesa, aunque ahora lo hace bajo matrículas diferentes, como son la N-525, la N-120, la N-110 o la N-630. Gran parte de esta ruta se ha desdoblado hoy en la A-6 (Autovía del Noroeste) y la A-52 (Autovía de las Rías Baixas), por donde circulan la mayoría de los tráficos hacia el sur de Galicia.

A mediados del siglo XIX la situación española era convulsa, ya fuere a nivel político, laboral o económico. Podría hablarse de bipolarización, pues al

Vista de Valencia a mediados del siglo XIX y cinco de sus puentes de acceso intramuros. Grabado de Alfred Gerdom (Biblioteca Nacional). Debajo, grabado de Ch. Levigne sobre los cinco modos de viajar en España (B.N.)

Leguario de época fernandina en Bailén (Jaén) y, debajo, empedrado de morillo sobre el puente de Colnago en el camino Real de Soria.

tiempo que existían territorios ricos, especialmente en zonas marítimas o portuarias, el abandono y la pobreza en el interior peninsular eran aún muy latentes. Respecto a las obras públicas, quizás debido a la presencia en el Gobierno de ministros resolutivos como Bravo Murillo o Alonso Martínez, se hacen avances sorprendentes y, en el área estrictamente carreteril, se progresa notablemente en la construcción de puentes y en el aumento progresivo de la red, algo en lo que tuvo mucho que ver la presencia de ingenieros como Lucio del Valle Arana (1815-1874), que actuó en la llamada carretera de las Cabrillas (N-III o carretera de Valencia), a quien también se debe el famoso puente en las cuestas de Contreras.

Pese a los desequilibrios más que evidentes entre atraso y modernización, el Gobierno de turno quiso presumir de sus logros en la Exposición Universal de París de 1867 y abundó en la presentación de obra fotográfica donde aparecía la interesante carrera que llevaba a cabo el país en la construcción de estructuras y obra civil. Precisamente, Lucio del Valle fue de uno de los precursores en la utilización de material fotográfico de obra civil y orientó a los famosos fotógrafos Jean Laurent y José Martínez Sánchez en la elección de infraestructuras peninsulares significativas que pudieran exhibirse en tal evento internacional.

También este periodo se caracteriza por un evidente vigor legislativo en el ámbito carreteril, dando importancia a la extensísima red de caminos y vías de tercer orden. Por Real Decreto de 7/04/1848 se aprueba el Reglamento sobre construcción y mantenimiento de caminos vecinales y, un poco más tarde, se diseñan –con variado éxito– nuevos planes de carreteras en 1860, 1864 y 1867 y se promulga una amplia Ley de Carreteras, modificada en

1877, que en puridad y por falta de otras leyes del mismo rango, permaneció vigente en muchos aspectos hasta 1974.

() Los caminos vecinales

En virtud de la extensión peninsular, su orografía difícil, la amplia red de caudales fluviales con sus valles y gargantas y la atomización de pequeños núcleos rurales, se hace necesario prestar atención a la anticuada –cuando existía– red de caminos vecinales. En 1855, el ingeniero Manuel Salavera Carrión publica al respecto un artículo en la Revista de Obras Públicas con algunas interesantes reflexiones. Obviamente, denuncia el lamentable estado de estos caminos vecinales que mantienen incomunicados la mayoría de los pueblos pequeños españoles y que quedan fuera de las ventajas de abastecimiento y desarrollo que ofrecen capitales y ciudades, bien situadas a la vera de las flamantes carreteras principales o caminos reales. Salavera incide en la necesidad de su puesta en valor para que se desarrolle su capacidad agrícola, comercial e incluso industrial; critica el anteriormente citado Reglamento de 1848, pues sigue cayendo en los vicios burocráticos de la Administración al uso. Denuncia asimismo el viejo sistema de "prestación personal", solución barata pero ineficaz para la construcción de vías vecinales. Se trataba de un auxilio de mano de obra que concedían los municipios por los que pasaba el camino y que se fundamentaba en la creación de cuadrillas carreteriles locales aportadas por propietarios, agricultores y jornaleros del en-

Fuente y abrevadero cerca de La Granja de San Ildefonso, en el viejo camino Real de Segovia.

torno que trabajaban gratuitamente en la carretera. La ignorancia y falta de capacitación de estos voluntarios era tan patente que las obras se efectuaban de mala manera. Dado que existían, además, unos protocolos o calendarios de trabajo muy estrictos (la prestación personal se ajustaba a 6 días al año, repartidos en dos épocas del año), era complicado que un operario siempre nobel aprendiera el oficio de peón caminero, y los trabajos carreteriles para pequeños sectores se prolongaban durante decenios. Salavera considera que se debe erradicar el sistema de prestación personal, o al menos, utilizarlo exclusivamente para caminos vecinales de mínima importancia (caminos vecinales de segundo orden, los llama). También reivindica la profesionalidad en la dirección de obras. Estas vías quedaban bajo responsabilidad y control de los ayuntamientos sin que existiera un equipo técnico que supervisara la construcción o los materiales empleados. Los facultativos provinciales existían, pero se ocupaban de sus tramos de vías de primera y segunda categoría. Él aboga porque se creen directores de obra para los caminos vecinales, fuera de toda influencia local y con la preparación suficiente para ejercer el cargo; también apunta a los gobernadores de provincia o diputaciones como los entes administrativos idóneos para convocar los concursos necesarios a fin de cubrir unos puestos técnicos muy necesarios en el buen funcionamiento y mantenimiento de los caminos vecinales.

() Carreteras de conveniencia

Entre la amplia panoplia legislativa que se aprobó en aquellos años, destaca el Decreto Real de fecha 07/09/1860, que pone en vigor y reglamenta la Ley de 22/07/1857, correspondiente al Plan General de Carreteras. Bajo el reinado de Isabel II ocupaba el Gobierno el conocido en la época como "Gobierno Largo", a cargo de los partidos que formaban la Unión Liberal bajo la presidencia de O´Donnell, firmando el decreto el ministro de Fomento Rafael de Bustos Castilla-Portugal. En él se pretende desarrollar una apuesta muy ambiciosa, buscando aumentar los kilómetros de calzadas hasta cifras inimaginables. También es un propósito de enmienda con respecto a la tibia actitud que mantuvieron gobiernos anteriores en la dudosa aprobación de muchas carreteras que se hizo atendiendo las peticiones de determinados grupos de presión, sin estudios de viabilidad serios o que bien exageraban los beneficios que podrían obtener las localidades o zonas del entorno de la nueva carretera. En general, se obedecía al dictado de caciques provinciales, o empresarios influyentes y terratenientes con intereses muy concretos, también a la exigencia de administraciones locales y provinciales que pretendían carreteras para sí sin tener en cuenta que había otros proyectos más urgentes y necesarios. La mayoría de estos nuevos proyectos carreteriles se fraguaban en el propio parlamento y eran presentados y defendidos por diputados que habían sido apoyados política y financieramente por estos grupos o *lobbies* para conseguir ventajas futuras. Lo cierto es que menudeaban estos proyectos que se convertían en calzadas auténticas, la mayoría de las veces con elevados costes y mínima utilidad social, salvo la de los interesados. Popularmente se las denominaba *carreteras del congreso*, y pese a que este Decreto Real incide en su crítica e intenta corregirlos con una ba-

Puente colgante de San Francisco sobre el Nervión, en Bilbao, proyectado por F. Ulhagón y L. Lamartiniére hacia 1852. Fue destruido durante la Guerra Civil.

tería de filtros y especialmente, circunscribiéndose a las actuaciones del propio Plan General, todavía pasarían muchos años en los que estas prácticas podían considerarse habituales.

También conviene prestar atención a este Plan de Carreteras por su extensión, duración decenal y costes que genera. Se pretende actuar sobre 77 carreteras de primer orden, 179 de segundo orden y 299 de tercer orden, cuya longitud total ascendería a 34.500 kilómetros. La memoria de obras públicas para el año 1859 considera que nuestro parque de carreteras en números redondos era de 10.000 kilómetros, y habría otros 9.000 kilómetros correspondientes a vías en construcción o en proyecto. Luego el Plan General pretende terminar los 9.000 kilómetros pendientes y construir otros 15.500 kilómetros nuevos; esto es, una auténtica gesta ingenieril. El presupuesto se aproximaba a los 2.000 millones de pesetas, siendo costeado por el Estado en tres cuartas partes a través de empréstitos de la banca oficial y de la extranjera, y el resto –aproximadamente 500 millones de pesetas–, a base de arbitrios locales y provinciales que se encargarían de recaudar los entes municipales y diputaciones beneficiadas.

Lo cierto es que hacia el año 1875, y antes de que se promulgara otra nueva ley, se habían construido 12.242 kilómetros nuevos de carreteras, independientemente de su categoría, por lo que cabe creer que se estaban cumpliendo las premisas del Plan General de Carreteras de 1.860.

() Situación a finales del siglo XIX

La Revista de Obras Públicas (ROP) en su número 1.808 del año 1898 dedica un artículo a las carreteras y su estado, en el que entre otras cosas dice: el país debe tener conocimiento de la marcha y adelantos de todos los ramos de la Administración y especialmente en los que reportan riqueza, que son las obras públicas y que merecen atenta mirada por la cuantía del crédito que se asigna en los presupuestos del Estado. Es necesario que se sepan los datos que las estadísticas arrojan para que, sin entregarnos a exagerados triunfalismos, entendamos que la carga para el Tesoro tiene en estos casos un beneficio útil y que no nos hemos quedado tan atrás con respecto a otros países de nuestro entorno.

El Plan de Carreteras vigente a finales del siglo XIX, semejante al anterior por su ambición, pretende llegar a los 74.000 kilómetros de longitud con un coste aproximado a los 1.000 millones de pesetas, esto es, duplicaba ampliamente la red y lo hacía con la mitad de presupuesto que las actuaciones de 1860. Ello se debe a los avances tecnológicos en la obra pública, al menor coste de los materiales, bien en cementos y otros áridos y a la amplia utilización del hierro en detrimento de la piedra –especialmente en pontonería–, que abarató considerablemente la obra. La eficiencia y control presupuestario impacta positivamente en la reducción de costes. Por último, aunque no exclusivamente, la crisis laboral en el sector de la construcción debido a su modernización, disminuyó progresivamente la masa

Puente sobre el Guadiana cerca de Ciudad Real en el que se aprecian los diferentes estratos de capa de 1820 a 1965.

laboral y produjo devaluaciones en los salarios de la época. También hay que señalar que se incrementó notablemente el uso de presos como fuerza laboral con mínimos costes.

Para estos años, el coste medio por kilómetro construido es de 29.754 pesetas, que desciende a 25.250 pesetas para carreteras de tercer orden. Para el ámbito de conservación, se estima un coste redondeado de 500 pesetas por kilómetro mantenido. La situación real de la Red de Carreteras del Estado en 1896 era la siguiente: 32.500 kilómetros construidos y otros 4.000 en construcción, estando el resto hasta la cifra presupuestada en el Plan, unos 74.000 kilómetros más, en proyectos aprobados, en estudio o aún sin estudiar. La ROP considera que el presupuesto asignado de 1.000 millones es corto, pues no se han estimado desvíos del Tesoro para atender necesidades más urgentes, como son las guerras extranjeras, las civiles (levantamiento y III Guerra Carlista) o las calamitosas inundaciones en nuestro país. Por ello se estima que este nuevo Plan necesitará otros 100 millones de pesetas y que, para conseguir la ambiciosa cifra final de 74.000 nuevos kilómetros, se precisarán al menos 60 años para concluir el Plan. Asimismo, este informe es muy crítico con otros aspectos de la construcción: no se cumplen los preceptos del pliego de condiciones; el esmero del entretenimiento de calzadas es lamentable, abundando el bacheado y las rodadas profundas; los espesores de los firmes sufren mermas considerables, y la vigilancia y policía de las carreteras está totalmente abandonada al haber perdido el colectivo de peones camineros su prestigio y autoridad. Al tiempo que estos caían en la dejación de sus propias funciones, debido a que cobraban sus haberes muchas veces con tres meses de retraso.

Respecto a las carreteras provinciales, cabe señalar que a finales de siglo componían una red de aproximadamente 7.000 kilómetros y que, paulatinamente, iba disminuyendo ya que las diputaciones dejaban de mantenerlas y solicitaban su traslado a la administración estatal; el coste medio calculado de este tipo de vías –pueden considerarse de segundo orden– era de 26.700 pesetas/km. Sin embargo, la situación de los caminos vecinales era algo más estable pues, por el propio interés de los organismos municipales y entes privados beneficiarios, su cuidado y mantenimiento no eran de abandono. Aproximadamente, la red vecinal española llegaba a los 19.300 kilómetros y su coste medio podía evaluarse en 5.000 pesetas/ km.

La Red de Carreteras del Estado contaba en 1896 con 32.500 kilómetros construidos

Carretera de segundo orden en el paso de las Entrepeñas del Tajo (Guadalajara).

Para comparar con países de nuestro entorno, y con las lógicas diferencias por extensión y población, es interesante traer aquí una reseña publicada por el Instituto Geográfico con estadísticas configuradas en 1888. En un cómputo total, en el que figuran carreteras del Estado, provinciales, vecinales, departamentales o comunales, según aplica cada nación, los resultados globales son los siguientes: España dispone de 52.000 kilómetros de longitud en su red; Francia supera los 500.000 kilómetros; Italia llega a los 111.000 kilómetros y el Reino Unido alcanza los 200.000 kilómetros sólo en sus islas británicas europeas. Seguramente habrá exageraciones, inexactitudes y cálculos erróneos pero, pese a todo, da alguna idea del modelo de desarrollo carreteril seguido por cada una de ellas, significando que aún en España este atraso impactaba negativamente sobre cualquier intento global de modernizar el país.

() Ejecución de obras a finales del siglo XIX

Obras de explanación: tras un primer replanteo, señalando el eje que llevará el camino así como su anchura, se procedía a los desmontes y terraplenes atendiendo a la caja del firme por lo que se estudiará el ancho de la propia explanación para determinar la latitud mínima o anchura, que por aquellas fechas era de 4,50 m para carreteras de tercer orden y 8, 7 y 6 m para las mayores. Los caminos rurales solían tener un ancho de 3 m. Según el perfil transversal de la vía se procedía a la consolidación con desmonte, terraplén o simple ladera, no superándose los 5 o 6 m de altura en estos terraplenes o trincheras. Accidentalmente y para evitar grandes trincheras, se procedía a la construcción de túneles o trompas que aún podemos contemplar en algunas carreteras españolas. Estos túneles solían tener una anchura de 4,50 m y un gálibo de entre 5 y 6 m. Los taludes de los desmontes se dejaban bien refinados, al menos en su faja inferior, para evitar los estancamientos de aguas que generalmente abocaban en desprendimientos; su inclinación dependía de la propia consistencia del terreno afectado. Ya en aquellos tiempos se observaba que la mejor consistencia en los taludes se obtenía a través de la plantación de flora arbustiva o arbórea de fácil arraigo, además de considerar su aporte decorativo o natural y un evidente ahorro de costes de mantenimiento.

La dimensión de la caja iba en consonancia con la del firme y a los mordientes o costados ya no se les aplica inclinación, pues se consideró que la caja de lados verticales era la más adecuada y eficiente. El fondo de la caja -salvo excepciones- solía hacerse convexa u horizontal. Las fajas de terreno colindantes con los firmes se atendían para paseos y andenes. Se elimina la costumbre de dejar 8 o 9 m de linderos en los caminos reales –al estilo francés– para la circulación de carros y se entiende que, con fajas de medio metro en cada costado, se contiene el afirmado suficientemente. Lo cierto es que los

Leguario de la fuente de Colmenar en el puerto del Pico (Ávila).

paseos adyacentes no solían ser una ventaja para los caminantes, pues preferían utilizar el firme de cada calzada, generalmente más suave e idóneo. Estas fajas o andenes también se utilizaban para el depósito de acopios, con lo que se facilitaba la labor a los operarios de mantenimiento. No obstante, era frecuente añadir al andén un paseo caminero que solía tener una anchura de entre 1,25 y 2,75 m, según la categoría de la vía.

Se construían cunetas para recoger las aguas de desmontes y de la propia carretera que al ser combada vertía hacia los costados. Estas cunetas tenían sección trapecial y eran verdaderos canales de evacuación de aguas, generalmente hacia arroyos o depresiones naturales.

Obras de fábrica o de arte: Los muros de sostenimiento, normalmente de ladrillo, mampostería en seco o mezclas, suelen tener forma trapecial y en ocasiones, para reforzar estos, se construyen contrafuertes en su parte interna. Para evitar acumulaciones de agua se dejaban aberturas llamadas barbacanas o cantimploras, por las que se evacuaban las aguas interiores. Los muretes que alcanzaban la altura de la rasante en calzada, se coronaban con pretiles de fábrica de ladrillo, mampostería o sillería, con una altura media de 0,70 m y un ancho de 0,30 m. Para disminuir costes, se puso en práctica reemplazar estos pretiles continuos por prismas aislados de fábrica, de una longitud no mayor de 3 m, dejando huecos en intervalos de otros 2 m, donde se hincaban un par de guardarruedas tronco-cónicos. Todavía podemos observar este sistema de seguridad en muchas de nuestras carreteras secundarias o autonómicas.

Quizás, en el orden de fábricas carreteriles, los más curiosos, meritorios, variados, bonitos y también más costosos, corresponden a los elementos diseñados para salvar corrientes de agua o desniveles importantes entre rasantes. Los badenes -ahora prácticamente en desuso- empezaban a resultar poco habituales en esta época. Se acotaba la sección de aguas que cruzaba la calzada y su perfil cóncavo se empedraba de adoquín, cuñas o morillo. A veces, las corrientes más o menos continuas de aguas se solucionaban con sifones a través de dos pozos comunicantes que dirigían las aguas hacia cunetones empedrados que acababan en acequias y que eran muy útiles en zonas agrícolas de regadío. Se construían también caños, tajeas o alcantarillas cuya nomenclatura variaba según las luces que producía ese vano. Los caños se hacían de barro vidriado, hierro colado, mortero de cemento o ladrillo. Las tajeas y alcantarillas, normalmente de fábrica, bien en sillería, sillarejo, mampuesto o ladrillo se reforzaban con aletas rectas u oblicuas y unos metros más de muro de acompañamiento.

Con objeto de simplificar el trabajo y diseño de los ingenieros, el Gobierno encargó una colección de dibujos de tajeas, alcantarillas y pontones de variadas luces y aplicables a la mayoría de los casos.

Breve historia de la compactadora

Entre la variada maquinaria de obras públicas en carreteras, además de los camiones o dumpers, *grúas, niveladoras o retroexcavadoras, intervienen rozadoras para eliminar hormigonados anteriores, cortadoras,* bobcats *de barrido, extendedoras de asfaltos y apisonadoras.*

Quizás son estas últimas las que más nos llaman la atención desde siempre, por su curiosa forma, por su ruido, volumen, lentitud y configuración. No en balde es la maquinaria más común que se exhibe en los márgenes de algunas autovías, rotondas, explanadas o incluso en los terrenos de los complejos de mantenimiento de carreteras del propio Ministerio de Fomento, como auténticos vestigios de un pasado mecánico asociado a la calzada.

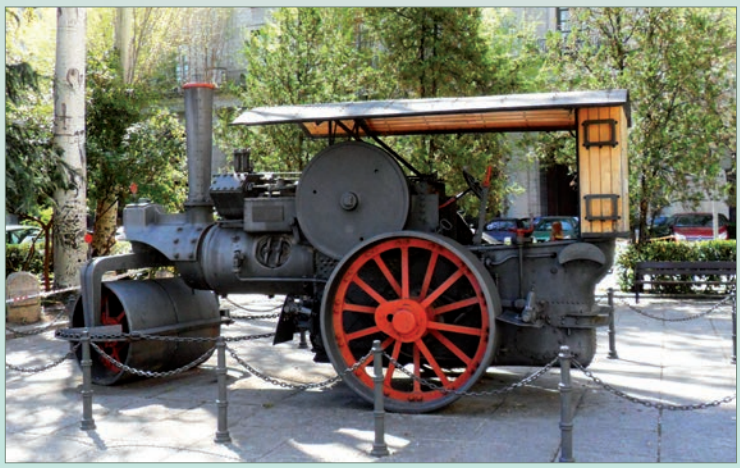
Desde antiguo se han utilizado rodillos de piedra tirados por animales o por obreros para alisar las vías de tierra o compactar la piedra machacada y las gravas o recebo de las sucesivas capas que componían el firme.

Tras la invención del motor por fuerza motriz de vapor de agua se empiezan a diseñar las primeras máquinas compactadoras, que intervendrán en la gran eclosión de las redes de caminos y carreteras debida al propio auge del automóvil. Su origen se data hacia 1860, desarrollándose originalmente sobre un único cilindro por iniciativa del ingeniero francés Lemoine. Sin embargo, hacia 1866, ya funcionaban máquinas de vapor con dos cilindros, según el sistema inventado por Ballaison y perfeccionado por Vanthier, que empiezan a fabricar bajo pedido en la sociedad E. Gellerat y Compañía en París. Su rápida difusión hace que definitivamente queden arrumbados los tiros de caballerías que arrastraban aquellos pesados cilindros de piedra. Tanto el sistema Ballison como otros nuevos se van extendiendo pronto por Europa y EE.UU., produciéndose en serie en fábricas de material naval, ferroviario, de fundición o calderería de la época. Más tarde surgen ya modelos eléctricos y otros con motores de combustión interna, especialmente diésel.

Según el tipo de cilindro rodante, estas aplanadoras o apisonadoras, también llamadas rodillo, rulo o tambor, servían para remover y aglutinar la tierras base (rodillo de pata de cabra), o para apisonar las capas de gravas y otros áridos de variada granulometría en las primeras carreteras de tipo macadán, ideadas por John McAdam, ingeniero escocés que empezó a construirlas allá por 1816 en Bristol, extendiéndose luego su método por casi toda Europa.

Más tarde, tras la generalización de los hormigonados asfálticos de variada tipología, se van modificando las características mecánicas, anchura y peso de los rulos o vibración del complejo. Ya en la actualidad, la tipología se ha diversificado enormemente para adaptar el firme a los requisitos de una exigente normativa, de modo que, tras la explanadora de la masa bituminosa u hormigón asfáltico, interviene una potente y pesada apisonadora tándem (de doble rodillo) con vibración conjunta o independiente en cada uno de ellos, que efectuará las pasadas necesarias para dejar el firme y sus juntas conforme a norma. Después, intervendrá otro tipo de compactadora de rodillo estático (ruedas de caucho) para cerrar fisuras y dejar el firme de rodadura completamente liso y adherente. Prácticamente y acto seguido, en cuanto el asfalto baja a temperatura ambiente, la vía puede ser utilizada por los vehículos convencionales.

Por lo que respecta a su fabricación, en España tuvo importancia la división fabril de compactadoras de la Compañía Euskalduna en Bilbao; la de Fundiciones Averly, en Zaragoza; Metalúrgica de San Martín, que ensamblaba motores y rodillos de la alemana Kaelble; la Sociedad Española de Construcción Naval de Reinosa, que asociada a Hauser y Menet fabricó algunas apisonadoras diésel a mediados del siglo pasado, o la Comercial Marítima y Terrestre de Barcelona, que fabricó bellos y duraderos ejemplares movidos a vapor en los inicios del siglo XX. Fue notable también la fábrica de material ferroviario, marítimo y de calderería ubicada en Santander y creada por la familia Corcho en 1855, que en las primeras décadas del siglo XX –bajo la dirección del ingeniero Leonardo Corcho– producía una apisonadora de vapor con dos cilindros muy competitiva.



Este catálogo fue diseñado por los ingenieros Lucio del Valle, Víctor Martí y Ángel Mayo. Quizás, era una colección demasiado abundante, pues se mostraban 23 tipos de tajeas, 39 de alcantarillas y 58 tipos de pontones. Eugenio Ribera intentaría simplificar la cuestión a finales de los años 20 del siglo XX pero, mientras tanto, estos modelos se difundieron mucho y aún hay abundantes testigos en nuestra red de carreteras secundarias.

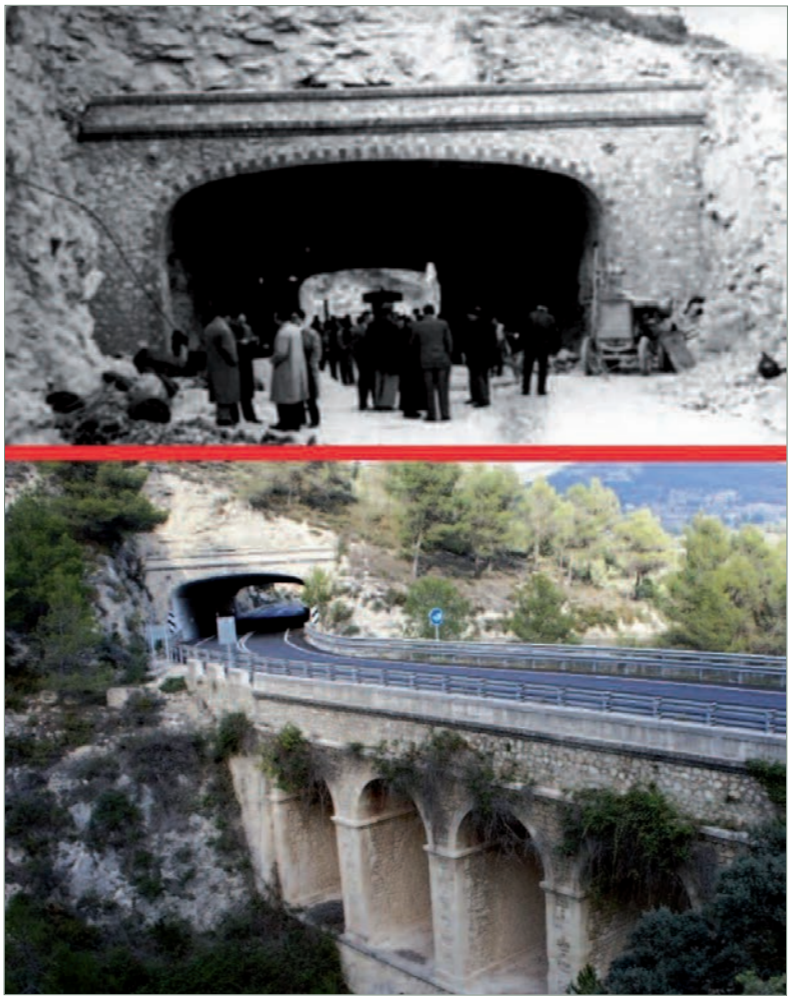
Firmes: Se consolidan algunos suelos artificiales o capas de rodadura, se investiga y prueba sobre otros y se desarrollan con éxito los que constituirán las actuales capas asfálticas. La base que prevalece es la de piedra partida o machacada con una buena trabazón. Se cuida que los fragmentos sean irregulares, aristados y de un tamaño regular. Se desprecian los viejos sistemas de una primera capa inferior o cimentación de piedra gruesa y se atiende a los firmes

de Trésaguet, donde la cimentación se limita a una fila de piedras puestas de canto sin preocuparse de su largura o tizón, añadiendo varias capas más o menos irregulares de piedra menor y una última o de rodadura, muy dura, con un tamaño semejante al de una nuez. Trésaguet también suavizó en sus modelos el bombeo de la calzada para que los vehículos no marcharan tan inclinados por los bordes de la vía. Este sistema, en nuestro país, no era muy eficiente debido a que requería un mantenimiento cuidadoso que aquí, generalmente no se daba.

Hacia el año 1920 el ingeniero McAdam empieza a experimentar con un firme creado por el mismo y que se difundirá muy deprisa por el resto de Europa. En realidad, este firme –conocido popularmente como macadán, como antropónimo de su inventor– también es multicapa y su cubierta exterior lo es de piedra partida pero muy dura, así se prescinde de la costosa primera capa de piedra gruesa que hace las veces de cimentación. La otra importante medida de eficiencia que introduce es la de evitar construir la caja que hace de soporte de las diferentes capas. Se trata de construir una sucesión de capas que parten de la rasante del suelo, elevándose sobre el plano más o menos, en función del grosor de las capas que se añadan al firme, protegiendo solo en caso necesario los cantos con murillos oblicuos o pedraplén. Mediante este sistema la superficie deberá tener muy poco bombeo, y la última capa no sobrepasará los 0,25 m de espesor, que podría incluso reducirse si el mantenimiento de la calzada fuera realmente cuidadoso. En cuanto a las características de la piedra, el firme macadán no es muy exigente, incluso a la piedra machacada se le añade gravilla o recebo como aglutinante y se intenta que las capas de material más duro queden en las capas superiores. Por otra parte, McAdam consideraba que no se debería incidir tanto en la consolidación por fuerza humana o mecánica sino que la compresión natural ejercida por el propio tráfico era suficiente. Sin duda, era el sistema más eficiente, rápido y con el que se lograban ahorros extraordinarios.

También se llegaron a construir en España calzadas con el llamado firme de Telford, que inevitablemente no prescindía de hacer la caja, aunque con fondo plano y cimentación combada con gruesas piedras que se fijaban con ripio y dos capas más de piedra machacada con algo de recebo. En general, se trataba de que los pavimentos tuvieran rigidez, sin duda, pero no exageradamente, dado que en dos tercios de nuestro país, el clima en general es seco y realmente es el exceso de humedad lo que puede interferir en la consistencia del firme.

Lo cierto es que, a finales del siglo XIX, en la caminería española se generalizó una especie de mix de estos firmes comentados: se suprimió la base de cimentación, salvo que lo aconsejara la consistencia del suelo; se siguió calando la caja en plataforma, aunque con fondo plano y mordientes verticales; piedra bien dura y exenta de arcillas o arenas, machacada en fragmentos parecidos a los de una avellana o nuez, como mucho; adición de un buen recebo y colocación cuidadosa para dar bombeo a la cubierta, y finalmente, una o dos últimas capas con un espesor no superior a 0,25 m y compresión artificial, si era posible, con rodillo o pisones.



Túnel y puente de Las Siete Leguas proyectados por Juan de Subercase y Eduardo O´Kelly hacia 1861, en el barranco de San Antonio (Alcoy).

Elección de materiales: Aunque se solía disponer de la piedra más cercana a la obra, como es lógico, en muchas ocasiones se prefería poner la última capa de una piedra bien testada y preferentemente dura. Si la caliza era dura, valía. Las areniscas compactas también son duras y dan firmes excelentes. El granito, el gneis o la siderita son muy variables pues algunas se fragmentan, se desgastan y producen barrillo en época de lluvias y otras veces tienen una dureza admirable y sirva como ejemplo el granito de Guadarrama, que se resquebraja fácilmente ante el peso de la rodadura o a los choques de la

Pavimento de piedra caliza, recebo y arena, característico de los caminos del XIX. Puerto de Los Tornos (Cantabria).

rueda, pero el granito blanco de allí mismo, de grano fino y dureza extrema es muy bueno para firmes. En caminos vecinales de poco tránsito era ya común utilizar restos de pizarra, esquistos y hasta escorias de fraguas y altos hornos.

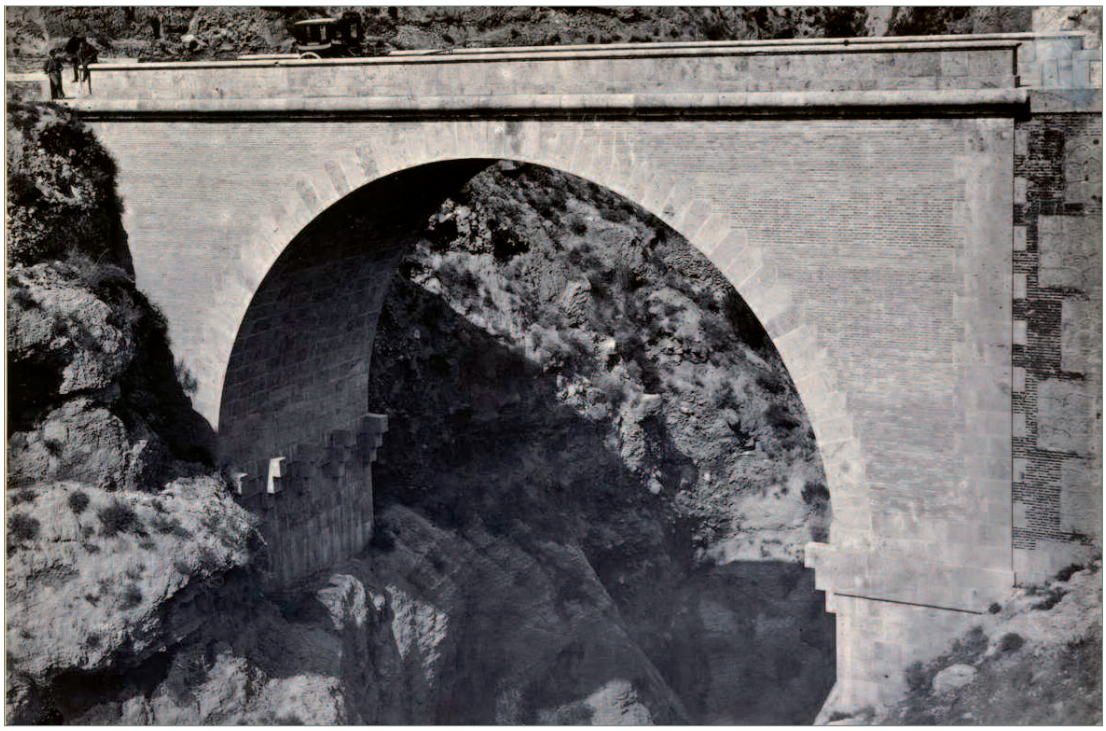
Otros aspectos que ya se consideraban en esta época eran la preparación de la piedra, su machacado a mano o el mecánico (éste más eficiente), el modo de extensión de la piedra y el recebo y la consolidación, en la que ya empezaba a imponerse la artificial a base de rodillos que arrastraban caballerías o bueyes que hacían varias pasadas sobre el firme. Los cilindros de vapor (apisonadoras) se empezaban a extender por toda Europa desde el último tercio de este siglo, pero en España se limitó su utilización, todavía experimental, para determinadas calles de las grandes ciudades, generalizándose en el ámbito carreteril a lo largo del siglo XX.

Firmes empedrados: Siguieron siendo los más utilizados en carreteras preferentes, travesías de poblaciones y avenidas o calles de ciudades. El más común era el de adoquinado, de variado volumen aunque regular y que se colocaba a mano sobre un lecho variable de arenas muy puras. Aún existen muchos kilómetros de calzadas de adoquín, y la mayoría de las que ahora disponen de capas de hormigones asfálticos, siguen manteniendo como base el adoquinado del siglo XIX y principios del XX. Se utilizaban básicamente tres formas: la cúbica, la de paralelepípedo recto de aristas desiguales y la de tronco de pirámide. La piedra variaba, aunque era bastante general el granito, basalto o las calizas; también se experimentaba con piedra artificial y daban muy buenos resultados los compactos de escoria que empedraban muchas calzadas de Vizcaya. También se utilizaban, en caminos menos transitados, empedrados de morrillos (canto rodado pequeño asentado en un lecho de arena) siguiendo la costumbre medieval, pues era realmente económico aunque resultaba pésimo e incómodo para el tránsito de carruajes. El enlosado -al estilo romano- era más bien para aceras. Otros firmes, aunque muy poco utilizados en esta época, son los de madera, generalmente en su variedad de entarugados (prismas de tarugos sobre base de arena u hormigón con cemento portland) que eran muy suaves para la tracción, disminuyendo las vibraciones y el ruido que producían los carros; se utilizaron en travesías y muchas calles de ciudades como Madrid o Barcelona.

() La conservación de carreteras en el siglo XIX

La construcción de cualquier calzada se hacía con prontitud y a un precio tasado, pero su durabilidad, independientemente de sus tráficos, cuestiones climáticas o la propia fatiga de su firme, era directamente proporcional al mantenimiento al que se sometiera. Y ciertamente, como dicen algunos expertos que aquí se han citado, quizás era más eficiente y económico hacer una carretera con un firme aceptable pero con la cobertura de un mantenimiento excelente que construir una impresionante carretera de amplia calidad (y muy cara) y que conlleve un paulatino abandono o un mantenimiento regular pero deficiente.

En base a lo anterior, la organización en España del servicio de conservación durante el siglo XIX estaba bien reglamentada, aunque no siempre se obtenían los objetivos deseados pues, en épocas de crisis y falta de fondos estatales, el cuerpo de peones



Puente de Tablate en la carretera de segundo orden de Granada a Motril, construido hacia 1870. Fotografía de J. Martínez Sánchez. (B.N).

camineros sufría las consecuencias y se daba al abandono o a la dejadez en el cuidado de los caminos.

Aunque este cuerpo se instituye en 1794, durante el reinado de Carlos IV, su organización y reglamentación más eficiente no se producen hasta el Real Decreto de fecha 19/01/1867, en que se autoriza su último Reglamento. En la jerarquización de medios la dirección corría a cargo del ingeniero-jefe de demarcación, el cual se ocupaba de la distribución de los trabajos de mantenimiento. Existían ingenieros subalternos que se ocupaban de la conservación de las carreteras del Estado por provincias, que tenían a su cuidado una longitud aproximada a los 250 kilómetros de vías. Los sobrestantes tenían a su cargo las carreteras de primer orden en su área provincial y los ayudantes de estos se ocupaban de las de segundo y tercer orden. En las calzadas vecinales se seguía un sistema parecido, aunque las direcciones estaban bajo la responsabilidad de las diputaciones y ayuntamientos.

En la escala básica se encontraban los capataces y peones camineros. Según los diferentes reglamentos había ciertas variaciones, es plausible que un capataz tuviera a su cargo entre 20 y 25 kilómetros de firme y dirigiera una cuadrilla de peones de 4 o 6 individuos, a los que se les asignaba personalmente la administración de sus tramos (Reglamento de 1867), si bien por economía de medios estas cifras podían variar sustancialmente. Fue muy criticada la ley de 10/07/1885, conocida como "Ley de Sargentos", por medio de la cual se pretendía dar una salida segura a los recién licenciados del ejército mediante varias convocatorias para cubrir las vacantes que iban quedando libres en el cuerpo de peones camineros. Lo cierto es que, si bien algunos elementos del ejército no tenían experiencia en la obra pública, otros muchos provenían de los cuerpos de zapadores e ingenieros y resultaban idóneos para estos puestos, pues del ejército ya se salía con algún conocimiento de lectura y escritura, indispensables para ejercer como peones camineros.

Este cuerpo, tan importante en el mantenimiento de nuestra red de carreteras, también llevaba la policía y control en sus demarcaciones, para lo que portaban incluso armamento. Esta circunstancia hacía que, en muchos momentos, hubiera dejadez de funciones puramente carreteriles para ocuparse de la búsqueda de delincuentes, detenciones, controles de personas y variadas circunstancias que actuaban negativamente en su principal cometido. Por Real Decreto de fecha 14/03/1873 se dicta la supresión de armamento para este cuerpo, aunque siguen siendo un colectivo con autoridades delegadas del Estado para el buen gobierno y policía de las ca-

A lo largo del siglo XIX, la conservación de los caminos cobra nueva fuerza y se hace reglamentaria

Mojón de primeros del siglo XX en el puerto de Onitar (Granada). Debajo, penados apisonando firme en la carretera de Madrid a Valencia hacia 1870. Fotografía de J. Martínez Sánchez. (B.N).

rreteras, e incluso, del control y vigilancia de los postes y líneas de telégrafos que se iban construyendo por toda nuestra red capilar de calzadas.

Una característica especial de este colectivo la constituía la casilla de peones. Dado que al peón se le exigía vivir prácticamente en su mini-sector de mantenimiento, se le concedía una vivienda que a su vez era almacén de herramientas, ciertos acopios de materiales y hasta caballerías de tiro, para lo que tenía que disponer de variados cobertizos. Eran viviendas modestas pero confortables que, en ocasiones y por economía de medios, se construían pareadas para la ocupación de dos peones con sus respectivas familias. Dentro de cada sector se buscaba un punto elevado, desde el cual la vigilancia de la calzada fuera más factible, pero esta circunstancia, en ocasiones, producía un encarecimiento en la construcción de las casillas, ya que se tenía que hacer la oportuna explanación previa. Conviene destacar que, dentro de esa labor de policía carreteril, era muy importante la autoridad del peón, pues nos estamos ajustando a una época en la que el tránsito por las calzadas era exclusivamente de carruajes de tiro –además de jinetes– y según la tipología de estos vehículos, eran más o menos agresivos con el firme. Ya existían ciertas prohibiciones para determinados tipos de carretas, especialmente las que llevaban clavos en las roderas de las llantas y que causaban auténticos destrozos en el firme, por lo que la vigilancia del peón era muy necesaria.

En la literatura técnica sobre este colectivo, sus labores, su vivienda, atribuciones e incluso sueldos, previsiones de jubilación y otras situaciones, existen multitud de estudios que, en general, buscan un mejor confort del colectivo, pues el cuerpo de ingenieros del estado era consciente de que su actitud positiva era determinante en el buen mantenimiento y duración del firme. Por todo lo anterior, se hacían estudios muy prolijos sobre este tipo de casillas. Los modelos que se diseñaron en 1859 por los ingenieros Lucio del Valle, Víctor Martí y Ángel Mayo (ya citados por otros catálogos que efectuaron) estuvieron en vigor muchos años. Fueron, quizás, las casillas más modestas, con entablamento de madera y paramentos de ladrillo, adobe o mampostería en algunos casos. Podían tener una extensión de 80 m^2 exclusivos para vivienda y otros 20 o 30 m^2 para jardines o huertos. Su coste aproximado oscilaba entre las 17.000 y 19.000 pesetas, y las más económicas eran las construidas en adobe con aristones y zócalos de ladrillo y cubierta de teja árabe. Se construyeron varios miles y aún podemos ver restos de ellas en muchas de nuestras carreteras actuales, aunque por su solidez, muchas de las que perviven son las de granito, con una primorosa talla ya sea en muros, dinteles y zócalos.

() Vehículos y motores de tiro

Resulta ocioso decir que nuestra red de carreteras y caminos vecinales se construía para dar servicio a las personas o, lógicamente, al variado sistema que utilizaba para transportarse ellas mismas y sus mercancías e impedimenta.

Hasta la plena implantación de los vehículos a motor mecánico, especialmente los de explosión, los dueños de las carreteras eran los vehículos de tiro animal. Es más, tras los revolucionarios programas del siglo XX aún era frecuente el tránsito de estas históricas máquinas hasta bien entrada la década de los años 60.

Para el movimiento de mercancías se utilizaban carros, carretas, galeras o camiones; vehículos más ligeros eran los dedicados al servicio de postas y viajeros por medio de sillas de postas, diligencias, ómnibus o tartanas; para el paseo o trayectos cortos eran frecuentes los tílburis, berlinas o carretelas. Los vehículos más pesados eran los carros y carretas, generalmente con un solo eje y que eran tirados por yuntas de bueyes o caballerías. Las galeras y camiones disponían de dos ejes, así como los vehículos de transporte de viajeros, pues eran más confortables y gozaban de mayor suavidad de movimiento. Las ruedas más habituales eran circulares, con un fuerte cubo o núcleo donde se introducía el eje y las pinas, camones y llantas completaban la estructura. Seguía siendo habitual la fabricación de ruedas en las que la llanta se fijaba a los camones con clavos de resalte que degradaban rápidamente el firme; no se consiguió desterrarlas, pese al arancel a que estaban sujetas, hasta que la red de caminos vecinales (de donde generalmente procedían) estuvo en las mismas condiciones de calidad de firme. Hay que tener en cuenta que la ubicación de muchos pueblos y aldeas era terrible, con caminos de suelo madre de arcillas o tierras desagregadas, con gran humedad o embarrados, donde la viabilidad de los carros sólo era posible con esta técnica de enclavado en las roderas para superar desniveles importantes o para fijar el tránsito de los tiros y no despeñarse en las pronunciadas curvas y revueltas.

Las ruedas podían ser compactas o a base de radios, y podían tener un diámetro aproximado a un metro aunque, en los vehículos de dos ejes, el delantero tenía las ruedas más pequeñas para permitir un mejor giro en las curvas. La anchura de llanta oscilaba entre 6 y 17 cm, aunque las grandes cargas requerían anchos que llegaban a los 25 cm.

Curiosamente, no todas las ruedas se hacían redondas. Era típico de localidades asturianas y gallegas la construcción de ruedas elípticas, pues se entendía que con ellas se conseguía mayor rozamiento, evitando que los carros resbalaran en grandes pendientes o en veredas intransitables, muy comunes por aquellos lares. La rueda maciza, de origen romano y muy medieval, se modificaba en algunas zonas de Cantabria, aligerando el disco con escotaduras en forma de medias lunas.

Los ejes –o la batalla– no sobrepasaban la longitud de 2 metros, salvo en vehículos rápidos como las calesas, que podía ser de 1,50 metros. El freno más habitual era la galga, una especie de palo o vara que se solidarizaba con uno de los cubos de un eje a través de ligaduras de cuerdas de esparto, dificultando el giro del eje hasta su parada. Más técnico y moderno era el torno para vehículos particulares, que consistía en una manivela posicionada en el pescante y que movía unas zapatas que actuaban sobre las llantas.

Motores: En España, era general la utilización de bueyes para las carretas, y de caballerías de mayor o menor tiro para los otros carruajes. Si se utilizaba un solo tiro, se colocaba entre las lanzas y, si el tiro era de dos caballerías, se ajustaba cada una a una lanza. En los bueyes, la acción de fuerza se produce en las cabezas, por lo que era universalmente utili-

Túnel horadado a martillo y barreno en el puerto de Monrepós (Huesca) hacia finales del siglo XIX. Debajo, uno de los primeros carnets de conducir expedido en Madrid en 1906.

REGLAMENTO Y MATRÍCULA
DE
MECÁNICOS CONDUCTORES
DE
CARRUAJES AUTOMÓVILES

MADRID
IMPRENTA MUNICIPAL
1906

— 2 —

Queda inscripto en la matrícula correspondiente,

Dª Gabriel Solera

cuyas señas se anotan al frente, ofreciendo cumplir exactamente las disposiciones que anteceden, de las cuales recibe en el acto un ejemplar, quedando autorizado para el ejercicio de la profesión, debiendo conservar este documento de inscripción y presentarle cuando se exija y fuese menester.

Madrid 12 de Julio de 1906

El Inspector general de Carruajes,

En la imagen superior, puente de 1898 en la antigua carretera de Francia por Aragón. Debajo, el puente viaducto que lo sustituyó tras la riada de 1948.

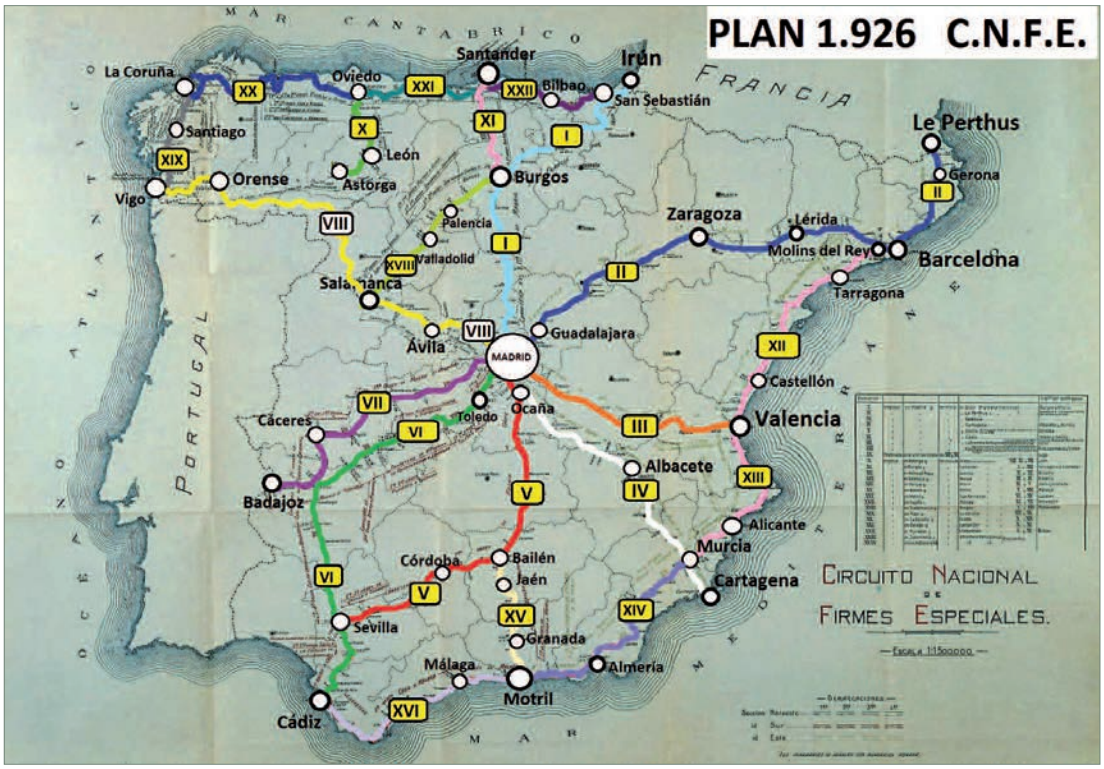
zada la yunta unciendo sus cuellos al yugo, que se ajustaba perpendicularmente a la lanza. En casos especiales, se podía incorporar otro tiro de yuntas y en caballerías se multiplicaba la fuerza a base de motores a lo largo de una vara, lo que constituía una reata y era idónea para caminos estrechos. Normalmente, estos motores se pareaban en vehículos que disponían de lanzas, y según su largura, se podían acoplar varias parejas de caballerías aunque en primera línea solía marcar la marcha un solo ejemplar.

Sin entrar en detalle, cabe señalar que estaban muy bien estudiados los desarrollos de los motores: el peso de estos, ya fueren bueyes, caballos, mulas o asnos; la carga que arrastraban; la velocidad de marcha, o el esfuerzo medio que de ellos se requería. Y conviene resaltar que no necesariamente el mayor número de motores desarrollaba más esfuerzo y alcanzaban mayor tiro de cargas. Así, se sabe que, en reatas de cinco mulas, el esfuerzo se reduce a la mitad de lo conseguido comparándolo con cada tiro de un solo ejemplar. En general, cuando los animales van acoplados en varias filas, se tiene que vencer no sólo la resistencia a la rodadura sino que las guarniciones que las enlazan también ofrecen resistencias; asimismo, es muy raro que todos los motores tiren en la perfecta dirección por lo que sus esfuerzos se destruyen en un buen porcentaje.

Respecto al peso de estos motores, oscilaba entre 420 kilos para caballos de calesas, 460 kilos para tiros de diligencias o 520 kilos para carros de carga. Respecto a las mulas, existía mayor divergencia, pues los fuertes ejemplares de carga podían llegar a los 450 kilos, mientras que los que se aplicaban a reatas o galeras podían pesar 200 kilos. Curiosamente, las variadas razas de buey podían llegar a pesar 750 kilos y parecer lentos, pero su constancia y regularidad hacían que su esfuerzo medio por kilómetro fuera muy superior al del resto de competidores en el acarreo. Otro beneficio que aportaba la lenta fuerza de los bueyes era que no levantaban polvo en su tránsito. Este hecho puede parecer pueril pero, en tiempos más recientes, era uno de los problemas más insolubles con la llegada de los primeros vehículos con motor mecánico que marchaban a mayores velocidades y solo pudo solucionarse con los firmes alquitranados.

() Primera mitad del siglo XX

Las primeras décadas de la pasada centuria traen grandes cambios que, en el ámbito carreteril, tienen consecuencias importantes, tanto en el crecimiento de la red como en la armonización de firmes para la explosiva irrupción del automóvil y los vehículos pesados. Sin embargo, y esto siempre era un problema para la llegada de las capas de firmes asfálticos, el continuado uso de carros y carretas con llantas de hierro o macizas de caucho permanecería en nuestras carreteras hasta completar esta primera mitad del siglo XX. Aunque políticamente eran tiempos inestables en Europa y se presagiaban o tenían lugar nuevos conflictos bélicos, en nuestro país, pese a la minoría del rey Alfonso XIII, discurre un par de décadas con progresos continuados, lo que se traducirá en aspectos positivos para la vida de nuestras carreteras. Tras el golpe de Estado del general Primo de Rivera en 1923, y aunque en un principio el Gobierno es copado por militares, en 1926 se nombra como ministro de Fomento al ingeniero Rafael Benjumea Burín, nombrado conde de Guadalhorce por Alfonso XIII en 1921 merced a sus exitosos proyectos en la cuenca del río Guadalhorce, especialmente el de la central hidroeléctrica y el famoso pantano del Chorro. Ya ministro, se rodea de una comisión de notables expertos, creada exprofeso para el desarrollo de la obra civil y la arquitectura, cuyos trabajos serán impecables hasta la llegada de la crisis de 1.929. Conocida como Comisión Nacional de Obras Públicas, la componían una docena de personalidades del mundo de la arquitectura, de la ingeniería, además de políticos, empresarios y algún militar. Realmente parece cierto que, por fin, una comisión y un plan se conciben como estrategias ciertas y de acción. La Comisión apoya y constituye un patronato de inge-



Mapa del plan de actuaciones del Circuito Nacional de Firmes de 1926.

nieros, con su comité ejecutivo y una secretaría técnica al frente, que decidirán las líneas de actuación. En él están José Rodríguez Spiteri, junto a los jefes de las zonas (NO, E y S) señores Arrate, Juanes y Rodríguez López.

Con gran sentido de la realidad, se evita una planificación total de nuestro sistema carreteril y se opta por un diseño selectivo que tiene en cuenta los sectores con mayores aforos. En 1926 nuestra red de carreteras estatal tenía una longitud aproximada a los 71.000 kilómetros; se decide actuar sobre 4.000 kilómetros que, más o menos, constituían el sistema más esencial de comunicaciones del país. El plan es conocido como CNFE (Circuito Nacional de Firmes Especiales) y se programó para un periodo de 5 años, entre 1927 y 1932, con una inversión total de 400 millones de pesetas. Del cómputo total, 337 millones de pesetas se destinaban a pavimentar, dando preponderancia al asfalto sobre el viejo macadam, aunque también se experimentó con lechadas en riego de alquitrán y hormigones asfálticos vertidos sobre los antiguos firmes. Todavía se siguieron adoquinando 323 km de calzadas. El resto del presupuesto, esto es: 72 millones de pesetas, se destinó a la sustitución de pasos a nivel ferroviarios, modificación y peraltado de curvas y rectificación de pendientes, entre otros pormenores. Este plan exitoso tuvo una pequeña continuación durante la II República, actuando sobre un total de 7.000 km, pero a raíz de la Guerra Civil se paralizaron todos los proyectos y planes en vigor. En algunas de nuestras vías actuales, todavía queda la huella de aquellas actuaciones que, en principio, estaban previstas para una duración de 30 años.

Terminada la contienda civil, una de las primerísimas leyes es la del 11/04/1939 sobre Planes de Obras Públicas, basada en un trabajo del ingeniero y ministro del ramo, Alfonso Peña Boeuf, titulado "Instrucción de Carreteras". En esta amplia normativa destaca la nomenclatura para las vías y su nuevo ancho, que debe ser de 9 m para las carreteras nacionales, 7,50 m para las comarcales y 6 m para las locales. En estos anchos ya se incluye lo correspondiente a andenes y paseos. También se dan otras latitudes para secciones de calzada que correspondan a terrenos montañosos, contiguos a poblaciones y zonas urbanizables. Presta atención al ancho de puentes, perfiles de calzada, espesor del afirmado (entre 20-28 cm), gálibo (no superior a 2 m), curvas, pendientes o visibilidad, entre otras cuestiones. También se ocupa de los modelos de señales de tráfico y las normas para su colocación de un modo muy pormenorizado. Las calzadas, independientemente de su categoría, se matriculan todas y se configuran nuevos hitos kilométricos: los conocidos mojones de hormigón o granito que aún se ven junto a las cunetas de muchas carreteras.

La Ley de Carreteras de 18/12/1950, conocida como Plan de Modernización de Carreteras, de carácter quinquenal aunque prorrogada hasta 1960,

Plano de la Segunda República de la Red Nacional de Carreteras. Debajo, mapa del Plan de Modernización de la Red de Carreteras de 1950.

supuso otro impulso en el estado de las vías nacionales. Aunque su proyecto era actuar sobre 11.000 kilómetros de calzadas, lo cierto es que no se llegó ni de lejos a esas cifras. Se siguieron ensanchando algunas calzadas de las carreteras nacionales; también se suprimieron pasos a nivel ferroviarios que no requerían inversiones excesivas, y se empezaron a eliminar algunas travesías de poblaciones consideradas peligrosas, danto origen a las primeras variantes. Sistemáticamente, se acrecentaron las vías con firmes asfálticos especiales. De los 6.000 millones de pesetas presupuestados en un primer momento, como solo se actuó sobre sectores de gran tráfico, el coste final ascendió a 2.353 millones de pesetas.

El último empujón o intento de desarrollo y consolidación de nuestra Red de Carreteras en esa

época tuvo como principio la Ley 56/1960 de 22 de diciembre, conocida como Ley de Bases del Plan de Carreteras. En su enunciado se sigue denunciando la insuficiencia de firmes y trazados, la modestia de las dotaciones presupuestarias –puramente coyunturales–, la organización de los servicios, y se advierte sobre el gran volumen de tráficos que soportan las carreteras. Como objetivo para el periodo de 1962-1977, a razón de 4 cuatrienios, se pretende mejorar la red acondicionando o sustituyendo tramos muy deficientes. Se intentan culminar todos los proyectos anteriores, sobre la estimación de crear 13.500 km nuevos de vías, esto es, el llamado entonces "déficit legal", necesario para completar la Red Nacional de Carreteras del Estado, con nuevas vías de enlace entre calzadas primordiales y otras que conecten todas las capitales provinciales. Durante estos años se inician las primeras circunvalaciones en grandes ciudades y se completa la señalización viaria, especialmente con vistas a la mejora de la seguridad vial. Se incide igualmente en la necesidad de la conservación de la red.

En conjunto, la inversión necesaria era de 40.000 millones, aproximadamente 2.500 millones de pesetas para cada año del ambicioso Plan y, como anexo de la Ley, se detallan los presupuestos para su primer año -2.400 millones de pesetas-, siendo las partidas más significativas las destinadas a nuevas carreteras -633 millones de pesetas-, y a conservación y reparación de las ya existentes -800 millones de pesetas-. Por otra parte, se destinan a las diputaciones y ayuntamientos 142 millones de pesetas para la administración de sus calzadas. También se amortizan 95 millones de anualidades de empréstitos con el Banco de Crédito Local, entidad de la que obtenían financiación los entes locales y provinciales. Los gastos fijos ascendían a 448 millones de pesetas y se corresponden con la variada gama de sueldos, jornales, seguros sociales, dietas y otros gastos. El todavía amplio y efectivo cuerpo de camineros del Estado suponía un coste total de 157 millones de pesetas, entre jornales, pagas extras y otros emolumentos.

Si a día de hoy las transformaciones de las calzadas han sido sin duda muy profundas, cabe echar una mirada hacia atrás para captar el amplio legado, no sólo histórico, sino paisajístico y útil que heredamos de todos los colectivos involucrados en la creación y mantenimiento de nuestras carreteras. Observar el detalle de su construcción, materiales utilizados, hitos viarios, una solitaria y casi derruida casilla de peones, la mágica geometría de muchas vías, su imbricación con el territorio aledaño ya sea este natural, industrial o urbanístico, nos hace pensar que se trata de un auténtico patrimonio lineal que debemos seguir preservando.

1960-2017. Crecimiento y modernización de las carreteras españolas

La configuración de la red

Javier R. Ventosa

La red de carreteras española ha vivido una transformación revolucionaria en el último medio siglo. De las precarias vías en blanco y negro de los años 60 y 70 ha evolucionado hacia la red de alta capacidad actual, que ofrece cobertura general y elevados estándares de calidad, seguridad y modernidad, equiparables a los más avanzados de Europa. La configuración de esta red es producto de un esfuerzo inversor continuado en el tiempo, así como de la puesta en marcha de los sucesivos planes de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento, que han compaginado el crecimiento de la red de gran capacidad con la conservación de la red convencional.

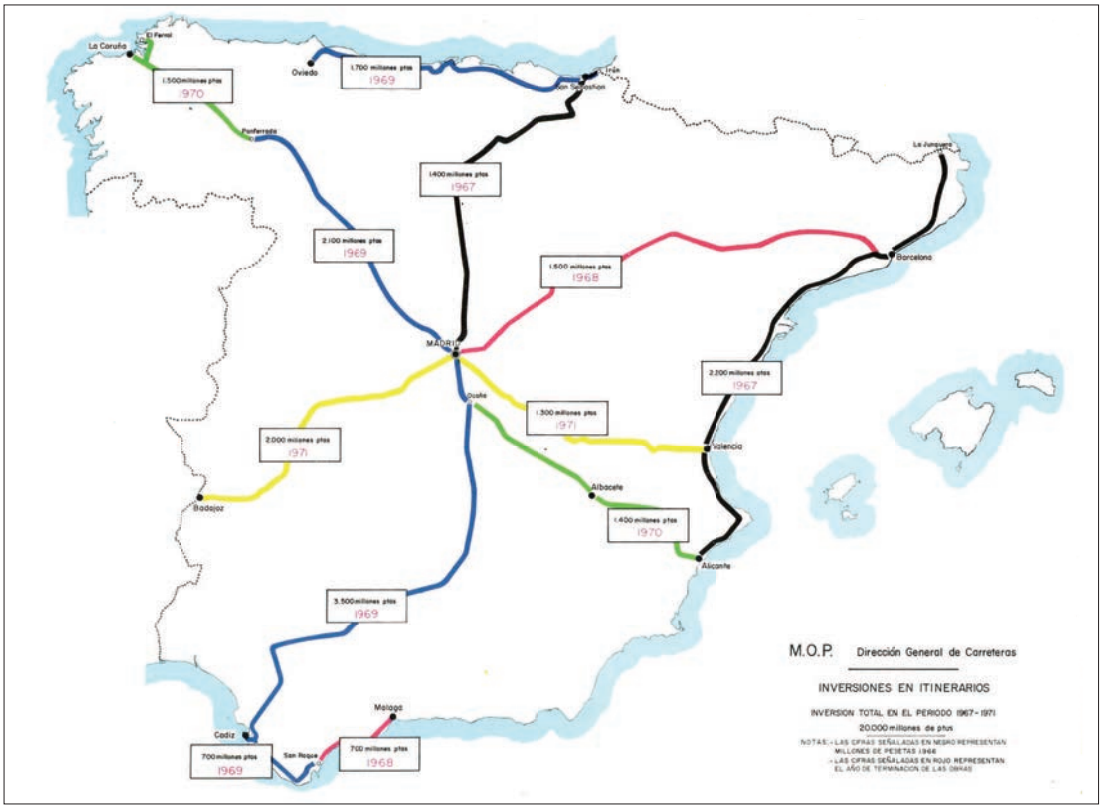
Página opuesta, circunvalación de Madrid M-30 en 1973. En esta página, asfaltado de la carretera Tarragona-Castellón en 1966 y ampliación de plataforma de la carretera N-IV.

En julio de 1960, el ministro de Obras Públicas, general Juan Vigón, al hacer balance en las Cortes del estado de las carreteras españolas en los últimos años, afirmó que había retrocedido a niveles de los años 20, "aunque se habían abierto más de mil kilómetros de mejorada geometría". Con ello describía la grave situación de la red, formada por 131.000 km (79.000 a cargo del MOPU y el resto de las Diputaciones), con trazados "establecidos cuando no se conocía el automóvil", plataformas estrechas y firmes degradados con "baches, ondulaciones y hundimientos", incapaces de soportar el peso de los nuevos automóviles. El 54% de la red estaba en mal estado y su nivel de servicio era deficiente para el millón de vehículos matriculados y para los miles de turistas que ya llegaban por carretera. Como causas de ello citó la falta de continuidad en las políticas de carreteras, las modestas inversiones y la inadecuada respuesta del Servicio de Carreteras a las necesidades del tráfico creciente.

El primer intento para mejorar esta situación fue el Plan General de Carreteras de 1961, dotado con 177.000 millones de pesetas para acondicionar la red estatal y elevar sus niveles de servicio hasta 1977. En su elaboración se tuvo en cuenta el estado real de la red (conocimiento aportado por el plan de aforos de 1959-1960), el parque de vehículos y su crecimiento previsto. Como medida de choque, el Plan estableció un programa cuatrienal (1962-1965) con actuaciones en conservación, mejora de firmes y señalización en tramos situados por debajo de condiciones tolerables de servicio. Le seguirían otros programas de construcción y conservación. El Plan, sin embargo, carecía de prioridades más allá del cuatrienio, vio sobrepasadas sus proyecciones de tráfico y no mantuvo el ritmo inversor inicial, por lo que no pudo cumplir sus objetivos. Como aportación, mejoró la eficacia en la conservación de los 15.000 peones camineros y auxiliares, aislados y sin medios, concentrándolos en agrupaciones junto a núcleos urbanos, y asignó este cometido a las jefaturas de obras públicas creadas en 1963 en las cabeceras de cada región (ocho); también mecanizó y multiplicó por tres el parque de maquinaria al final del cuatrienio.

() Planes de Desarrollo

La nueva era de crecimiento iniciada con el Plan de Estabilización de 1959 se tradujo en un gran desarrollo urbano, turístico y del parque automo-



Mapa de los itinerarios del Plan Redia. Debajo, trabajos de explanada de la futura autopista Las Rozas-Villalba.

vilístico que tuvo impacto en la configuración de la red. En 1962, un informe del Banco Mundial, en un extenso diagnóstico sobre esta red, recomendó al Gobierno la reparación urgente de las vías más transitadas en vez de construir otras nuevas. Esta y otras sugerencias quedaron plasmadas en el primer Plan de Desarrollo Económico y Social, instrumento puesto en marcha por el Gobierno franquista para acelerar el desarrollo del país y que asumió las inversiones del Plan de Carreteras de 1961. Los primeros dos Planes de Desarrollo (1964-1967 y 1968-1971), impulsaron mejoras en la red para favorecer la integración regional y la conexión con polos de desarrollo y centros turísticos, planteando las actuaciones iniciales contra la congestión urbana en las ciudades; el tercero (1972-1975), con aportaciones como los planes de redes arteriales y de accesos a Galicia, quedó frenado por la crisis del petróleo.

Bajo su tutela se desarrollaron los dos grandes proyectos de modernización de carreteras en los siguientes 10 años, periodo de gran inversión pública y privada en carreteras. El primero fue el Plan de Mejora de la Red de Itinerarios Asfálticos (REDIA), plan de actuación urgente dotado con 20.000 millones de pesetas y completado entre 1967 y 1974 que intervino en los 5.000 km con más tráfico de la red. Sus principales medidas fueron la mejora de firmes (con capas de aglomerado asfáltico de 12 cm), la ampliación de sección (plataformas de 12 m, con calzadas de 7 m y arcenes de 2,5 m) y la construcción de carriles lentos en tramos con pendiente. Las actuaciones, que cristalizaron en carreteras modernas y cómodas, muy bien recibidas por los usuarios, homogeneizaron los 12 itinerarios seleccionados (las seis radiales que nacen en Madrid más las que unen Alicante y La Junquera, Málaga y La Línea, San Sebastián con Oviedo, Ponferrada y Coruña, Madrid con Alicante y San Roque y San

Las primeras autopistas españolas se comenzaron a construir a finales de los años 60. Debajo, salida de Madrid por la carretera N-VI.

Fernando), pero consolidaron la estructura radial de la red.

El segundo fue el Programa de Autopistas Nacionales de España (PANE), presentado por el MOPU en 1967 con el objetivo de construir 6.000 km de autopistas libres y de peaje en 12 años, a desarrollar por la iniciativa privada, para afrontar el crecimiento del parque de vehículos (2,7 millones en 1966). Con objeto de superar experiencias previas (túnel de Guadarrama, puente de Cádiz, túnel del Cadí), las nuevas concesiones incluyeron importantes beneficios para los concesionarios y se adjudicaron a través de decretos-ley, situación luego regulada por la Ley de Autopistas de 1972. Bajo este sistema se adjudicó a finales de los 60 la primera oleada de concesiones (Montgat-Mataró, Barcelona-La Jonquera, Barcelona-Tarragona, Bilbao-Behobia, Villalba-Adanero y Sevilla-Cádiz), con 528 km, seguida de otra en los 70 (Tarragona-Valencia, Valencia-Alicante, Bilbao-Zaragoza, Zaragoza-Mediterráneo, Ferrol-Portugal, Burgos-Armiñón, Montmeló-Papiol y León-Campomanes), con 1.211 km, más una autopista foral en Navarra (99 km), que constituyeron el primer programa moderno de construcción de carreteras en España. La crisis del petróleo, no obstante, detuvo el proceso licitador en 1976.

Los planes Redia y PANE centraron la modernización de las carreteras en los años 60 y 70

El programa PANE incluyó un capítulo de redes arteriales, imbricado en los Planes de Desarrollo, que impulsó las autopistas libres de acceso a las ciudades, cada vez más congestionadas. Estos accesos comenzaron a construirse a finales de los 60, bien

Tramo de la circunvalación de Madrid M-40, cuyo cierre norte se terminó en los años 90.

mediante el desdoblamiento de carreteras nacionales y su conversión en autovías a la salida de las urbes, bien mediante variantes. Las actuaciones se centraron sobre todo en Barcelona (autopistas de acceso, cinturones de ronda) y Madrid (ejes de acceso, M-30), pero también en Valencia (autopista a El Saler, viales marginales del nuevo cauce del Turia), Bilbao (soluciones Centro y Sur), Zaragoza (desdoblamiento hasta Alagón), Palma, Sevilla, San Sebastián y en otras redes arteriales planificadas en ciudades de más de 50.000 habitantes. En estos años (1968-1977) se construyeron cerca de 380 km de autopistas libres y autovías de carácter urbano o suburbano.

() Descentralización y Plan de 1984

En 1980, con un parque que había superado los nueve millones de vehículos, la red estatal estaba formada por 78.616 km de carreteras de calzada única, 541 km de calzadas separadas, 172 km de autovías y 308 km de autopistas libres, con un total de 79.631 km, además de otros 1.739 km de autopistas de peaje. Se completaba con 68.326 km de la red provincial, 74.889 km de carreteras a cargo de los ayuntamientos y 93.296 km pertenecientes a otras redes (Icona, Iryda, ...). Este balance responde al importante crecimiento de la red en los años previos, pero a partir de 1978 se abrió un periodo con menores inversiones, y también de menor crecimiento

Tres leyes de carreteras

La adecuación del gran desarrollo viario español al ordenamiento jurídico ha quedado plasmada en las tres leyes de carreteras elaboradas por los ministerios de Obras Públicas (las dos primeras) y de Fomento (la tercera) en los últimos 40 años. Son las siguientes:

Ley de 1974. *La Ley 51/1974 es una actualización de la Ley de 1877 y su normativa posterior, sobrepasadas por la realidad del país y por los avances tecnológicos. Su objetivo preferente fue "regular todos los aspectos que se refieren a las distintas clases de carreteras", pero no los caminos vecinales, que dejaron de depender del MOPU. La norma ordenó las competencias viarias entre los niveles estatal, municipal y local de la Administración, buscando coordinarlos. Como instrumentos planificadores, estableció el Plan Nacional de Carreteras, a cargo del MOPU, y los Planes Provinciales, elaborados por las Corporaciones previo informe del MOPU. En proyectos, mantuvo el trámite de información pública previo a la aprobación, pero agilizó la tramitación posterior. Confirmó la participación de la iniciativa privada en financiación y explotación de autopistas, aprobada por la Ley de 1972. En defensa de la carretera, definió, junto a la zona de dominio público, las nuevas zonas de servidumbre y de afección, así como la línea de edificación, con limitaciones para construir. También reguló el régimen de travesías y redes arteriales, urgiendo a coordinar su planeamiento con los planes urbanísticos. Esta Ley fue desarrollada por el Reglamento de 1977.*

Ley de 1988. *La Ley 25/1988, aprobada una vez finalizado el traspaso de titularidad de más del 70% de la red estatal a las autonomías, es una adaptación del régimen de carreteras a la nueva estructura del Estado. Introduce el concepto de carreteras estatales, que conforman la Red de Carreteras del Estado (RCE), sin aludir a las vías traspasadas. Formula una nueva clasificación de carreteras (autopista, autovía, vía rápida y carretera convencional), incorpora la noción de área de servicio y prohíbe la publicidad fuera de los tramos urbanos. En contraste con su antecesora, no regula la planificación de las vías estatales, limitándose a reclamar la necesaria coordinación, por parte del MOPU, con los instrumentos de planificación municipales y autonómicos. Establece la*

Enlace de la autovía de circunvalación de Sevilla SE-40 con la autovía A-92, cerca de Alcalá de Guadaíra. Dotado con cuatro niveles, es uno delos más complejos de Andalucía

actual tipología de estudios y proyectos, reafirmando la obligación de incluir las evaluaciones de impacto ambiental. Mantiene los preceptos de defensa de la carretera, incluida la tipología de zonas aunque ampliando las limitaciones; también refuerza el régimen sancionador por mal uso de la carretera. Y actualiza el régimen de las redes arteriales y travesías urbanas, estableciendo que toda actuación debe acordarse entre las Administraciones interesadas de forma coordinada con el planeamiento urbanístico. La Ley fue desarrollada por el Reglamento de 1994, aún vigente.

Ley de 2015. *En su preámbulo, la Ley 37/2015 afirma que su objetivo es armonizar una red viaria de enorme crecimiento en los últimos 25 años y en la que conceptos como seguridad viaria, ordenación del planeamiento urbanístico, medio ambiente o servicio público viario han cobrado valor. La Ley, que establece como principios esenciales la especialización funcional de las redes de carreteras y la mayor eficiencia en la gestión y uso de las vías, define con mayor precisión aquellas que integran la RCE, clasificándola en red básica y red complementaria, más el viario anexo a la Red, formado por carreteras estatales transferibles a otras Administraciones. También reformula la clasificación viaria (introduce las carreteras multicarril y elimina las vías rápidas) y refuerza el régimen de control de accesos. En materia de planificación, regula el Plan Estratégico de las Carreteras del Estado como instrumento de la política sectorial de carreteras del Estado, y enfatiza la necesaria coordinación entre planeamiento viario y ordenación territorial, instando a que los desarrollos urbanísticos integren sus propias previsiones de movilidad. En este ámbito, introduce medidas pioneras como los análisis de coste/beneficio para priorizar las actuaciones y la imposibilidad de recalificar suelos durante la fase de planificación, así como las evaluaciones de impacto y las auditorías de seguridad viaria en las fases de concepción y ejecución. En el ámbito de defensa de la vía, modifica las zonas de protección de la carretera, creando la zona de limitación a la edificabilidad e introduciendo la servidumbre acústica. Asimismo, aporta un nuevo enfoque para calificar los tramos urbanos de carretera y las travesías. Esta Ley debe ser desarrollada por un Reglamento.*

de los parques y los tráficos por carretera, que potenció la conservación en detrimento de la construcción.

La transformación de la estructura del Estado desde el modelo centralizado al autonómico, previsto en la Constitución de 1978, acarreó en esta época un proceso de descentralización de competencias, entre ellas las carreteras, y su traspaso a las comunidades autónomas. Esta transferencia se inició en 1980-1982 en las autonomías históricas y se completó en 1984. Al término del proceso, el Estado había transferido el 75% de su red a las autonomías, conservado 20.184 km que conformaron las carreteras de la Red de Interés General del Estado (RIGE), simbolizadas con la letra N y un número. Era un porcentaje menor, aunque por allí pasaba más del 50% del tráfico en España. El proceso tuvo su impacto en los servicios periféricos del MOPU, con la creación de las Demarcaciones de Carreteras del Estado.

A la conclusión de este proceso se aprobó el Plan General de Carreteras 1984-1991, primero como tal desde 1961 y esperado desde la Ley de Carreteras de 1974, cuya propuesta de movilidad, equilibrio socio-territorial y planificación con criterios de economía marcó la senda de la modernización de las vías españolas. Aunque enfocado a la red estatal, el Plan aseguró la continuidad con las redes autonómicas para garantizar la coherencia del sistema y mejoró la seguridad y la accesibilidad a los territorios peor comunicados. Su rasgo más acusado fue

el nuevo enfoque sobre las vías de gran capacidad, priorizando las autovías libres frente a las autopistas de peaje. Ya en su ecuador, la mejora de la economía, los actos de 1992 (Exposición Universal de Sevilla y Juegos Olímpicos de Barcelona) y el aumento del parque (14 millones en 1988) obligaron al Gobierno a revisar al alza las inversiones del Plan, que amplió sus actuaciones. Tras su publicación en 1984, las autonomías desarrollaron sus propios planes de carreteras, enfocados al acondicionamiento de sus respectivas redes.

El Plan General de Carreteras de 1984 es el origen de la actual red de autovías

El Plan, cuyo periodo de ejecución abarcó de 1986 a 1993, tuvo un coste final de 2,7 billones de pesetas y un grado de cumplimiento casi total. Su programa estrella fue el de autovías, dotado con 1,3 billones de pesetas, que supuso la construcción de 3.436 km y el germen de 23 nuevas autovías. Inicialmente eran simples duplicaciones de calzada, pero a partir de 1988 se elevó la calidad del diseño al introducir el modelo de nuevos trazados de dos calzadas, con control de accesos, variantes, enlaces a distinto nivel y supresión de cruces, acercándolas a las características de las autopistas. Los otros programas se ejecutaron sobre la red existente: el de acondicionamiento (RACE) actuó sobre 6.345 km, mejorando trazados y construyendo 200 variantes; el de conservación y reposición (RECO) intervino sobre 8.407 km, introduciendo mejoras en firmes, señalización, seguridad y conservación; y el de actuaciones urbanas (ACTUR) tuvo un bajo desarrollo inicial al no detallar el programa de obras, pero a partir de 1988 se amplió con nuevas inversiones y

Autovía del Baix Llobregat, acceso a Barcelona concluido en los años 90.

		Red del Estado (km)		Red de las comunidades (km)		Red de diputaciones y cabildos (km)		Parque de vehículos (und.)
Año	Total (km)	Vías de gran capacidad	Carreteras convencionales	Vías de gran capacidad	Carreteras convencionales	Vías de gran capacidad	Carreteras convencionales	
1960	131.239	---	76.640	---	---	---	54.599	449.876
1965	133.321	---	77.520	---	---	---	55.801	1.194.520
1970	139.212	203	78.210	---	---	---	60.799	3.118.677
1975	144.992	888	78.993	---	---	---	65.111	5.846.935
1980	150.196	1.933	79.234	---	---	---	68.409	8.937.400
1985	153.253	2.483	17.786	318	69.717	---	62.825	10.844.613
1990	156.172	3.897	16.601	1.040	69.906	189	64.539	15.696.715
1995	162.617	6.274	16.652	1.572	70.981	287	66.851	18.847.245
2000	163.557	7.656	16.449	2.088	68.749	699	67.996	23.284.215
2005	165.646	9.465	15.950	2.746	68.009	945	68.531	27.657.276
2010	165.787	11.249	14.484	3.642	67.822	1.074	67.516	31.086.035
2015	166.003	11.942	14.387	3.968	67.357	1.111	67.238	31.389.683

Fuente carreteras: anuarios del Ministerio de Fomento. Fuente parque automóviles: anuarios de la DGT

Modelos de conservación de carreteras

La conservación de la red estatal corre a cargo de un sector privado relativamente joven y maduro al mismo tiempo, con un alto grado de profesionalización, desarrollo tecnológico, especialización y experiencia, que emplea a más de 10.000 trabajadores. Esta realidad es producto de la evolución histórica de una actividad basada durante gran parte del siglo XX en un modelo de gestión pública que, en las últimas décadas, ha dado paso a modelos protagonizados por la iniciativa privada. Son los siguientes:

- ***Ejecución total por la Administración.*** *Hasta finales de los 80, la conservación ordinaria de carreteras fue gestionada por personal y medios propios de la Administración. El trabajo sobre el terreno lo desempeñaban las brigadas de operarios de los parques regionales de obras públicas, herederos de los peones camineros, figura que aceleró su desaparición en los 60 aunque aún persistiría en las diputaciones. El modelo de la primera generación de operaciones de conservación, con personal experimentado aunque poco especializado y maquinaria anticuada, presentaba en ocasiones problemas de flexibilidad y rapidez la ejecución, lo que a veces se traducía en baja productividad.*
- ***Ejecución parcial por la Administración.*** *En la segunda generación, la Administración siguió ejecutando directamente la conservación ordinaria con medios propios, aunque comenzó a contratar a empresas privadas para operaciones de asfaltado, iluminación, pintura y señalización. Con ello se redujo el empleo de personal y maquinaria públicos y se agilizaron las operaciones, mejorando la productividad.*
- ***Conservación integral****. En 1988, el MOPU comenzó a adjudicar los nuevos contratos de gestión integral de la conservación, modelo que asigna la gestión del servicio (explotación y mantenimiento) a empresas privadas y la dirección y control del mismo a ingenieros e inspectores de la Dirección General de Carreteras. La implantación de este modelo culminó en 2009, cuando la conservación de toda la Red de Carreteras del Estado (salvo las autopistas de peaje y las autovías de primera generación) quedó externalizada, replicándose luego en varias comunidades autónomas y diputaciones provinciales. La experiencia en los casi 30 años de aplicación de este modelo ha sido satisfactoria ya que ha mejorado la productividad, ofrece soluciones a la falta de flexibilidad y de medios observada en el modelo público, optimiza los recursos presupuestarios manteniendo los niveles de servicio y estimula la creación de empresas especializadas. En este modelo, la red estatal se divide a efectos de conservación en 160 sectores (luego rebajados a 139), cada uno de los cuales comprende un área geográfica con uno o varios tramos de carretera a cargo de un Centro de Explotación y Conservación (COEX), que desarrolla el contrato (de cuatro años ampliables) con personal y medios propios de las empresas adjudicatarias.*
- ***Concesión de carreteras.*** *La cuarta generación de operaciones de conservación se desarrolla desde la pasada década a través de contratos de concesión a empresas privadas que incluyen actividades de construcción, explotación, conservación ordinaria y extraordinaria. Son contratos de larga duración (20-40 años), abonados mediante peaje en sombra o canon anual, y condicionados al cumplimiento de indicadores de calidad de la carretera (accidentalidad, capacidad, nivel de servicio, estado del firme, seguridad, comodidad, congestión de vía...), que pueden bonificar o penalizar al concesionario. El modelo se aplica hoy en las seis autopistas de peaje estatales licitadas entre 2003 y 2005, las autovías de primera generación cuya adecuación se adjudicó en 2007 y el tramo Benavente-Zamora que cerró la autovía A-66 en 2014. Estos contratos también están vigentes en las seis concesiones de autovías y carreteras licitadas desde 2004 en cuatro autonomías (Galicia, Baleares, Madrid y Comunidad Valenciana), así como en varias diputaciones que han seguido los ejemplos de Álava y Toledo, donde la concesión abarca toda la red provincial.*

Enlace de la autovía Sagunto-Somport (A-23) en Teruel.

actuaciones recogidas en los convenios firmados con los ayuntamientos. Este programa fue luego impulsado por un plan de mejora del transporte en grandes ciudades (1990-1993), que benefició sobre todo a Madrid (cierre norte de la M-40), Barcelona (cinturón litoral, autovías del Baix Llobregat y Mataró-Malgrat), Sevilla (SE-30 y accesos a la Expo), Valencia (ronda sur) y Málaga (cinturón), y que supuso la construcción de ocho circunvalaciones y siete variantes en grandes núcleos. Al término del Plan, la red estatal había mejorado sus niveles de seguridad y calidad y la de gran capacidad había pasado de 2.303 km en 1984 a 6.002 en 1994.

En 1994 el Gobierno aprobó el Plan Director de Infraestructuras 1993-2007 (PDI) primer instrumento de planificación conjunta de modos de transporte en España, aunque dado su carácter director no establecía actuaciones ni plazos, encomendados a planes sectoriales. Precedido de un programa de actuaciones prioritarias para enlazar con el Plan de Carreteras de 1984, el PDI, con una dotación de 14,2 billones, priorizó la carretera (5,5 billones) como modo principal del sistema de transporte. Como filosofía, apostó por la configuración de una red mallada que mejorara el equilibrio territorial, por la potenciación de conexiones interna-

Ronda de circunvalación oeste de Málaga, integrada en la A-7.

cionales, la seguridad y la conservación. El PDI mantuvo el esquema de programas del Plan de 1984, marcando como objetivo la construcción de 5.280 km de autovías y autopistas para alcanzar los 11.000 km. Para modificar el carácter radial de la red dispuso actuaciones como la prolongación de la A-8 desde Cantabria a Galicia (tras abrirse el tramo Bilbao-Santander), la conclusión de los accesos a Galicia (Benavente-Coruña y Benavente-Sevilla), el itinerario Sagunto-Somport y la construcción de la A-7 entre La Junquera y Cartagena y su prolongación a Algeciras. También incluyó varios tramos de acceso en los itinerarios radiales (cierre de las autovías A-2 y A-3, así como autovías Bailén-Motril, Cantabria-La Meseta y Córdoba-Antequera) y transversales (autovías Maqueda-Cuenca, Puertollano-A-3, Huesca-Lleida, Córdoba-Antequera y Tordesillas-Fuentes de Oñoro), así como algunos tramos de autopistas de peaje (Madrid-Tudela, Málaga-Guadiaro, León-Benavente). Con ello trazó la hoja de ruta de las actuaciones viarias desarrolladas hasta la primera década del siglo XXI. El PDI también mejoró la red de siete áreas metropolitanas y de 11 ciudades medias.

Evolución de los firmes

La historia de las carreteras españolas desde los años 60 hasta hoy es en buena medida la historia de sus firmes y pavimentos. En 1961, la red estatal, anticuada y con bajo nivel de servicio, tenía más de la mitad de sus carreteras de macadán y el resto con tratamientos superficiales. A raíz del Acuerdo de Ayuda Americana a Carreteras y las obras en las bases de EE UU, los ingenieros españoles tomaron contacto con los nuevos firmes y arrancó la labor investigadora en este campo a cargo del Laboratorio de Transporte del Cedex, plasmada en 1964 en un tramo de ensayos en la N-II para el estudio de distintos tipos de firme bajo tráfico real y en la construcción del primer firme semirrígido. También se actualizó la normativa. Desde finales de la década, al calor de los planes Redia (1967-1974) y de transformación de firmes de macadán (1973-1978), hubo avances relevantes: se cambió la base de macadán por bases de zahorra artificial, surgieron pavimentos de hormigón, nuevas mezclas con cemento, emulsiones bituminosas –que relegarían a los tratamientos superficiales con riegos– y se impusieron las mezclas bituminosas en caliente como superficie de rodadura dominante. En 1978, el macadán de la red estatal había dado paso a superficies de asfalto. En los nuevos firmes, la elevación de cargas de vehículos aprobada en 1967 se sorteó con refuerzos y el fenómeno de las roderas se solucionó con nuevas mezclas, a costa de firmes más pálidos. Los avances se recogieron en las Normas 6.1 IC y 6.2-IC de firmes, de 1975.

Los 80 trajeron dos grandes hitos en materia de firmes, cuya evolución empieza a ser dispar en las vías transferidas a las autonomías. Por un lado, el Plan de Carreteras 1984-1991 jugó un papel central en los futuros firmes, introduciendo como novedades el hormigón armado para la capa de base, el mayor espesor de las capas o la normalización de la alternativa de mezclas bituminosas sobre suelocemento (tipo predominante en el siglo XXI para tráficos pesados intensos), recogidos en la Instrucción 6.1 y 2-IC Secciones de firme, de 1989. El Plan también situó al modernizado parque de maquinaria español a la cabeza de Europa. Y por otro, la creación en 1988 de la pista de ensayo acelerado de firmes del Cedex mejoró el estudio del dimensionamiento estructural de firmes. Desde su inauguración, esta instalación de vanguardia ha desarrollado cinco grandes ensayos, investigando sobre 30 secciones estructurales y 20 capas de rodadura, cuyos resultados han repercutido en el diseño de firmes. En los 80, además, la I+D española creó nuevas mezclas bituminosas drenantes, rápidamente generalizadas. En el campo normativo hubo avances con la publicación del PG-3 y las Normas de Instrucción de carreteras sobre dimensionamiento de firmes, así como los primeros catálogos de secciones estructurales normalizadas de firmes.

En las dos décadas siguientes, de gran impulso en la construcción de la red viaria, se produce un enorme desarrollo en secciones estructurales, tecnologías, materiales y aditivos, mejoras en el control de calidad de las obras, avances en maquinaria y en diagnosis del estado de los firmes, cuya inspección y conservación comienza a sistematizarse en la red estatal entre 1991 y 1992. Las empresas abastecen al mercado con numerosas innovaciones en mezclas asfálticas (de alto módulo, SMA), ligantes bituminosos (betunes modificados con polímeros, BMAP, multigrado) y emulsiones (termoadherentes, de alta capacidad de penetración y microaglomerados en frío), que mejoran las propiedades de calidad, resistencia y vida útil, multiplicando las posibilidades de aplicación. Y se impone como estándar la formación de explanadas mediante estabilización in situ de suelos con cal y cemento. La Norma 6.1 IC, de 2003, recoge estos avances. La creciente sensibilidad medioambiental, además, impulsa en el nuevo siglo tecnologías con temperaturas de fabricación bajas para limitar las emisiones y ahorrar energía: el reciclado de firmes, las técnicas semicalientes y templadas y la tecnología en frío con emulsión. A ellas se suman nuevas mezclas como los microaglomerados discontinuos en caliente o el aprovechamiento de neumáticos fuera de uso, así como firmes descontaminantes e insonoros. Como resultado de la evolución en los últimos 60 años, la red estatal es hoy un muestrario heterogéneo de firmes que satisface las necesidades de tráfico, aunque empresas y centros públicos como el Cedex prosiguen sus investigaciones para crear las superficies de las carreteras del mañana.

Enlace de las autovías A-8 y AS-11, al sur de Gijón.

() Planes para el siglo XXI

La tendencia de la planificación conjunta de infraestructuras iniciada por el PDI se ha mantenido en los planes aprobados en el nuevo siglo. Se trata de planes de larga duración e inversiones fijadas en los Presupuestos del Estado que han crecido hasta 2010, desacelerándose desde entonces por la crisis. El principal destino de las inversiones en estos planes ha sido la configuración de la red de alta capacidad –los tres tratan de corregir su histórica radialidad– y la adecuación del resto a las necesidades de seguridad, capacidad y conservación de cada momento.

Cronológicamente el primero fue el Plan de Infraestructuras de Transporte 2000-2007 (PIT), elaborado por el ya denominado Ministerio de Fomento, que preveía inversiones por casi 40.000 M€ para vías de gran capacidad en dos legislaturas, aunque solo estuvo vigente una. El Plan, entre otras actuaciones, dio continuidad preferente a todas aquellas autovías aún pendientes de completar sus itinerarios, como las de Extremadura, Levante, Noroeste, Rías Baixas, Huelva-Ayamonte y M-40, impulsando también otras iniciadas por el PDI. Como balance entre 1996 y 2004, último año del PIT, en este periodo se inauguraron 2.662 km de vías de alta capacidad (de los que casi un tercio fueron autopistas), hasta alcanzar un total de 8.662 km. También se construyeron 253 variantes y se acondicionaron 1.700 km. Poco antes de finalizar el Plan se cambió la nomenclatura de las autovías y autopistas, vigente hasta hoy.

El segundo fue el Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte 2005-2020 (PEIT), aprobado en 2005 con una inversión de 60.000 M€ en carreteras.

Enlace en el tramo pirenaico de la autovía Sagunto-Somport, que vertebra Aragón de norte a sur.

Su objetivo para 2020 era lograr el acceso de todas las capitales a la red de alta capacidad y que el 94% de la población se situara a menos de 30 kilómetros de esta red. Para ello preveía pasar de 9.000 a 15.000 km de alta capacidad, tejiendo un mallado corrector de la radialidad de la red y construyendo una red libre de autovías, con desdoblamientos allí donde hubiera itinerarios de peaje. A su término, en 2011, se habían inaugurado casi 2.000 km de vías de alta capacidad, con un impulso casi exclusivo a las autovías (A-7, A-8, A-11, A-23, A-40, A-43, A-50, A-65, A-66 y A-67), desarrollo casi nulo de las autopistas y 15 actuaciones urbanas, entre ellas en la Z-40 y SE-40. El Plan también priorizó la mejora de las condiciones de la red, elevando por primera vez la inversión en conservación y mantenimiento del 1 al 2% del valor patrimonial de la red. En este capítulo se enmarcó el plan de acondicionamiento de autovías de primera generación, destinado a mejorar la calidad y seguridad de las autovías de los años 80, generalmente duplicaciones de trazado. En total se invirtieron 6.344 M€ en concesiones por 20 años, con peaje en sombra, para mejoras de trazado, reposición de firmes y rehabilitación de elementos en 2.131 kilómetros de las autovías A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6 y A-31.

Por último, el Plan de Infraestructuras de Transporte y Vivienda 2012-2024 (PITVI), actualmente vigente, parte de la realidad de que la red de alta capacidad (15.965 km, 11.249 de ellos de la red estatal, con datos de 2011), de mayor extensión y calidad que los países del entorno, ofrece cobertura a todo el territorio, aunque de forma desigual, con infrautilización de capacidad y pérdidas de funcionalidad. Para corregirlo, propone adecuar la red a la demanda real, favoreciendo la liberalización de la gestión de infraestructuras y potenciando la presencia del sector privado. Con un presupuesto de casi 40.000 M€, el programa de carreteras consta de seis subprogramas: conservación y mantenimiento, me-

En 2015 se cerró el itinerario de la autovía A-7 en la costa de Granada. En la imagen, nuevo trazado del tramo Carchuna-Castell de Ferro.

jora de la seguridad vial –actuación sobre 400 TCA (tramos de concentración de accidentes) cada cuatro años–, acondicionamiento de la red convencional (35 actuaciones), mejora de la red de gran capacidad (19), variantes de población (37) y nueva infraestructura. En este subprograma propone 50 actuaciones en autovías para cerrar itinerarios ya iniciados, así como 17 circunvalaciones y 24 obras de accesos a puertos y aeropuertos. La coincidencia temporal del Plan con la crisis económica ha estrechado el marco de inversiones y ralentizado las actuaciones. No obstante, durante su vigencia se han inaugurado más de 570 kilómetros de autovías, con hitos como el cierre de los tres grandes ejes perimetrales de la red (autovías A-8, A-7 en Andalucía y A-66, todas en 2015), la variante de Despeñaperros (2012) o las circunvalaciones de Santander (2012), Valladolid (2014), Logroño (2015) y Burgos (2016). En 2015, además, Soria dejó de ser la única capital sin conexión a la red de gran capacidad.

La actual red española de vías de gran capacidad está formada por unos 17.000 kilómetros

El resultado de los planes desarrollados en el último medio siglo es la actual red de carreteras, formada por 166.003 km, de los cuales el Estado gestiona el 16% (26.329 km), frente al 43% de las autonomías (71.234 km) y el 41% de diputaciones y cabildos (68.349 km). Pese a su corta longitud, la red estatal acapara el 53% del tráfico. Es preciso destacar que, durante estos últimos 40 años, las distintas Administraciones han colaborado estrechamente para configurar una red de gran capacidad hoy integrada, en números redondos, por unos 17.000 kilómetros (12.000 a cargo del Estado, 4.000 de las autonomías y 1.000 de diputaciones y cabildos), repartidos mayoritariamente entre autovías (12.300 km) y autopistas de peaje (3.300 km), con estándares de calidad y seguridad equiparables a otros países europeos, así como en la conservación de una red convencional que es básica para la vertebración territorial. En esta evolución, la red de carreteras española no ha dejado de desempeñar la misma función de la red de calzadas romanas en que inicialmente se inspiró: facilitar el transporte de personas y mercancías, aunque 2.000 años después lo hace, sin duda, de forma mucho más segura, rápida y cómoda.

Cómo serán las infraestructuras viarias del futuro

Carreteras 4.0

Imagen del peaje de La Roca en la autopista AP-7, primero de España sin barreras gracias al concurso de los sistemas ITS.

ABERTIS

Javier R. Ventosa

El futuro no llega nunca, pero se construye cada día. Esta máxima puede aplicarse a las carreteras del mañana, un concepto en evolución que definirá cómo serán las infraestructuras por donde en pocos años circularán vehículos eléctricos y autónomos. Su apariencia será similar a las actuales –calzadas asfaltadas con carriles, arcenes y señalización–, pero tendrán prestaciones superiores y estarán adaptadas a la era digital: de meras infraestructuras inanimadas pasarán a ser plataformas inteligentes de servicios. ¿Su objetivo? Mejorar la seguridad y la fluidez de un tráfico que crece sin freno, especialmente en las grandes áreas metropolitanas.

¿Cómo serán esas carreteras? El Foro Europeo de Laboratorios de Investigación en Autopistas (FEHRL) y el Ministerio de Transportes alemán han esbozado sus rasgos principales a partir de los continuos avances tecnológicos registrados en este campo. Serán seguras y fiables (gran capacidad, durabilidad, mantenimiento global y sencillo, protección contra el cambio climático, gestión avanzada de seguridad en todo el trazado, multifuncionalidad superficial, sistemas de seguridad pasivos avanzados); energéticamente eficientes (generadoras de energías renovables, alimentación de vehículos eléctricos, tecnologías LED para reducir consumos); sostenibles (diseño, construcción y operación optimizados para reducir la huella de carbono y el coste a lo largo de su ciclo de vida, uso de materiales reciclados y técnicas con bajo impacto medioambiental, pavimentos sonorreductores); y, por supuesto, estarán interconectadas (empleo de Sistemas Inteligentes de Transporte, captación de información en tiempo real sobre el tráfico y el estado de la vía para su transmisión al usuario y al gestor de la vía, interrelación infraestructura-vehículo).

Además, se diseñarán y realizarán con metodología BIM (*Building Information Modelling*) –que de cumplirse la hoja de ruta en principio acordada, será obligatoria para nuevas infraestructura en España a partir de mediados de 2019– para optimizar todo su ciclo de vida y tenderán a la construcción modular. El tráfico que circulará por esas carreteras será distinto al actual: el vehículo eléctrico, hoy todavía minoritario, se impondrá, tras un periodo de coexistencia, a los contaminantes vehículos de combustión interna; en pocos años también comenzará a implantarse la nueva generación de vehículos autónomos.

Nuevos asfaltos y pavimentos

Las carreteras del futuro se perfilan cada vez mejor en su elemento principal, la superficie de ro-

COLAS-Yves Soulabaille

Carretera con paneles fotovoltaicos para captar energía solar, cerca de Tourouvre (Normandía, Francia). Existe otra similar en Georgia (EE UU).

dadura, objeto de innovación continua en materiales y tecnologías por empresas y centros de investigación de los países más desarrollados. Los firmes del futuro no solo mejorarán las propiedades de los actuales (seguridad, impermeabilización, resistencia y comodidad), sino que incorporarán nuevas funciones inimaginables hace poco, como la sostenibilidad medioambiental, la generación de energía, la recarga de vehículos eléctricos, la autorreparación, la descontaminación y el autodiagnóstico. Es una revolución tecnológica en marcha, hoy en una etapa intermedia entre la innovación y la implantación a escala real, y que en pocos años será algo común. Estos son algunos de los principales desarrollos.

Sostenibilidad medioambiental. Los firmes verdes del futuro serán el producto de la investigación de la industria del asfaltado en nuevos materiales y tecnologías sostenibles como respuesta a la creciente concienciación medioambiental. En este ámbito se han culminado con éxito en España dos líneas de investigación ya testadas a escala real y que están listas para su aplicación: por un lado, nuevos materiales a partir del reciclado y la reutilización de residuos (polvo de neumáticos, escorias de acería, residuos de construcción y plásticos), con mejores prestaciones que las mezclas convencionales y más ecológicos al evitar el empleo de recursos naturales; y por otro, nuevas tecnologías de fabricación de mezclas asfálticas con una gran disminución de temperaturas (las mezclas de betún y áridos se fabrican a unos 160º para hacerlas más manejables), lo que reduce las emisiones y el consumo energético. En este campo, empresas españolas lideran hoy varios proyectos europeos (Polymix, Greenroad, Alterpave, LCE4Roads) para reducir la huella de carbono de las carreteras. También se ensaya la durabilidad de los nuevos materiales, campo con proyectos en América y Europa a base de pavimentos de composite (diseñados para durar más de 50 años) y firmes con nanomateriales de carbono (proyecto Durabroads, liderado por un grupo español); asimismo, se testan tratamientos caloríficos mediante inducción para extender la vida útil del asfalto. Junto a los avances en asfaltos porosos, de alta drenabilidad, se suceden los progresos en asfaltos sonorreductores (capas finas o porosos), ya instalados en Holanda, Dinamarca, Francia y Suiza, con reducciones del ruido de contacto entre el neumático y el firme de hasta 4,5 decibelios (dB), mientras se espera el desarrollo completo del pavimento poroelástico (con caucho de neumáticos usados), cuyo potencial reductor es de 8-12 dB. Como contraste, una empresa española diseña un firme con alarmas para avisar al viandante de la presencia de coches eléctricos.

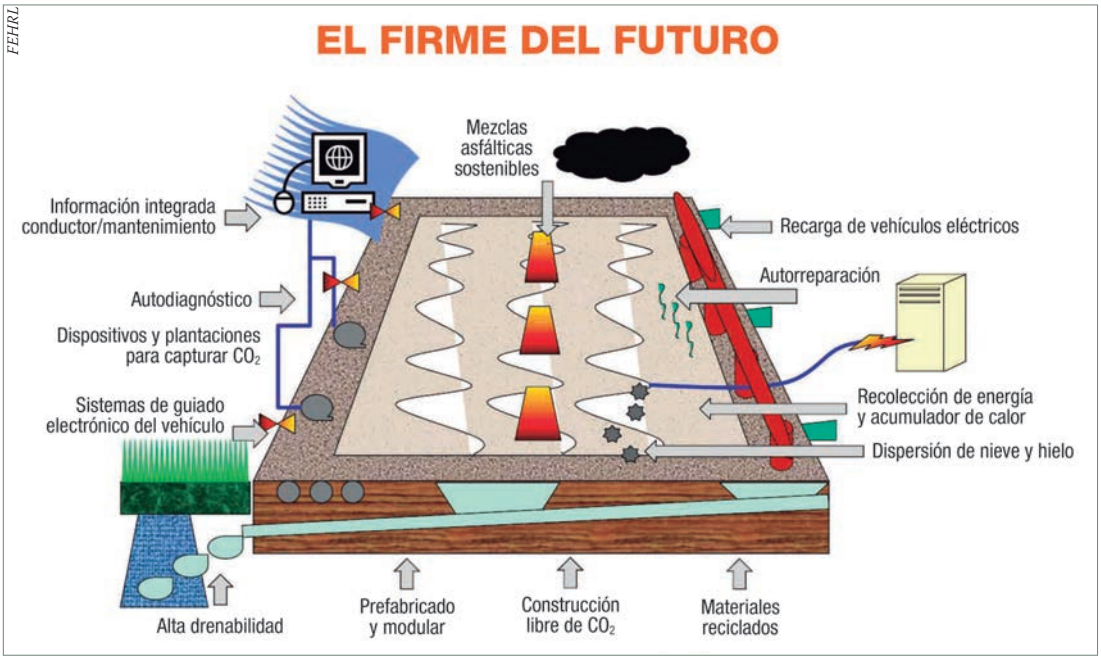
SIEMENS

Camión híbrido propulsado por energía eléctrica procedente de una catenaria al borde de la carretera, proyecto en pruebas en Suecia.

Generación de energía. El firme como fuente de energía limpia es otro concepto de gran potencial que hoy constituye un campo de investigación con tantas líneas de trabajo como fuentes aprovechables existentes (solar, mecánica, electromagnética y termoeléctrica) y con aplicaciones diversas, que no tardará en dar el salto a la práctica. En energía solar, varios desarrollos de firmes asfálticos (Holanda, Japón, Reino Unido y España) han demostrado la posibilidad de recuperar la energía del sol que recibe la carretera y su transformación en calor para calentar un fluido que discurre por su interior (en tubos, por ejemplo) y destinarlo a diversos usos (sensores, iluminación…). Una universidad española lidera hoy un proyecto europeo (Sasgo) para mejorar el almacenamiento de esa energía con morteros geotérmicos. Por otro lado, está en pleno desarrollo la captación de energía solar a base de paneles fotovoltaicos en la carretera, con proyectos piloto en pruebas (carril bici en Holanda desde 2014 y proyecto Wattway en Francia desde diciembre de 2016, consistente en un tramo de 1 km en una vía normanda cubierto por 2.800 m^2 de paneles, que permitirá alumbrar una ciudad de 5.000 habitantes) y otros en marcha en EE UU, Canadá y Alemania. En energía mecánica, proyectos en EE UU, Holanda, Reino Unido, Japón e Israel evidencian que es posible transformar la presión y vibración del vehículo sobre el suelo en energía eléctrica con el apoyo de dispositivos piezoeléctricos embebidos en el asfalto. Su viabilidad ha sido refrendada en España por el proyecto REC de Repsol, que fija su rentabilidad a partir del quinto año. Otros desarrollos buscan almacenar la energía de frenada o generar energía eólica a partir del viento y el paso del tráfico.

SOLAROAD

Instalación de panel modular fotovoltaico en un carril bici en Krommenie (Holanda), en noviembre de 2014.



Recarga de vehículos eléctricos. De cara a la era del vehículo eléctrico que llega, la recarga de baterías es un factor decisivo resuelto en primera instancia con redes de recarga de baterías en estático, implementadas en los países con más coches eléctricos. El reto es la recarga dinámica durante la circulación, la denominada electromovilidad. Para ello varios países están desarrollando la tecnología de recarga *online* por inducción (OLEV). Esta tecnología consiste en la introducción bajo el asfalto de conductores eléctricos y la consiguiente generación de campos electromagnéticos, capaces de recargar por inducción la batería del vehículo que circula por un carril situado sobre los mismos. Corea del Sur dispone de una carretera de 12 kilómetros donde prueba el sistema con autobuses eléctricos, mientras el proyecto comunitario Fabric, a cargo de un consorcio de 25 socios (tres de ellos españoles) y

Fénix, Oasis y Repara 2.0

Los programas de apoyo a la I+D+i del Centro Tecnológico para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CTDI), dependiente del actual Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, han dado un gran impulso a la investigación en España sobre las carreteras del futuro. Dos de sus proyectos, encuadrados en el programa Cenit de estímulo de la cooperación público-privada en investigación, se cuentan entre los más relevantes de los últimos 10 años por la multidisciplinariedad de materias y la elevada participación de empresas y centros públicos: Fénix (investigación estratégica en carreteras más seguras y sostenibles, con participación de 26 compañías y centros de investigación) y Oasis (operación de autopistas seguras, inteligentes y sostenibles, desarrollado por 32 empresas y grupos de investigación). Sus trabajos, con participación del Cedex, han logrado avances sobre nuevas tecnologías y materiales sostenibles en los procesos de asfaltado, la huella energética de las autopistas, los sistemas proactivos de seguridad integrados en la carretera, el aprovechamiento energético de la irradiación solar sobre el pavimento, la sensorización de firmes, la gestión inteligente de la movilidad y la evolución de los ITS hacia los sistemas cooperativos. Ambos proyectos han sentado las bases del conocimiento español en estos campos y varias de sus innovaciones se han implantado en las vías españolas.

Actualmente se desarrolla otro proyecto multidisciplinar que complementará las investigaciones de los dos anteriores, también en el marco del CDTI aunque acogido a la convocatoria CIEN. Se trata de Repara 2.0 (Desarrollo de nuevas técnicas y sistemas de información para la rehabilitación sostenible de pavimentos de carreteras), proyecto iniciado en 2015 con un plazo de 48 meses, dotado con más de 7 M€ y liderado por Sacyr, que encabeza un consorcio de seis empresas y 11 centros de investigación públicos y privados, entre ellos el Cedex. Su objetivo es el desarrollo de nuevas tecnologías y metodologías que apoyen la gestión de infraestructuras y permitan rehabilitar y conservar cualquier tipo de carretera a un menor coste económico y medioambiental. El proyecto investiga sobre nuevas mezclas (sonorreductoras, autorreparantes, recicladas en frío in situ, en frío en central y reflectantes), la resiliencia frente al cambio climático, la monitorización dinámica del firme (instrumentación con sensores inalámbricos para medir variables de tráfico, estructura del firme, estabilidad de taludes y drenaje, como punto de partida para elaborar modelos predictivos del deterioro del firme con tecnología Big Data) y el análisis del ciclo de vida de la infraestructura (elaboración de software para el estudio del comportamiento medioambiental en la rehabilitación de carreteras).

ECOASFALT

Las mezclas asfálticas de los firmes del futuro se fabricarán a bajas temperaturas para reducir las emisiones y el consumo de energía.

que concluirá en diciembre, estudia su viabilidad económica y ambiental. Otra relevante tecnología en este campo es la carretera eléctrica, iniciativa sueco-germana en pruebas desde el pasado verano destinada a reducir el consumo de energía y las emisiones de las rutas de camiones. El sistema se inspira en el ferrocarril, con camiones híbridos dotados de pantógrafos conectados a una catenaria desplegada junto a la carretera que pueden circular bien en modo eléctrico por el carril lento con la energía recibida del tendido, bien en modo diésel en el resto de la calzada. El proyecto, que permite la conducción automática, continuará en pruebas hasta junio de 2018.

Autorreparación. ¿Podrá el asfalto del futuro reparar las grietas de su interior? A tenor del estado de la técnica la respuesta es afirmativa. La I+D+i ha desarrollado soluciones para la reparación no invasiva de pavimentos de un enorme potencial, pero aún deben demostrar su eficacia a escala real. En algunas vías holandesas se ensaya una técnica consistente en una mezcla de fibras de lana de acero y betunes en el firme y en su calentamiento mediante inducción, lo que derrite el asfalto y lo hace fluir internamente, rellenando las grietas. En España, el proyecto Trainer de Repsol también ha probado la introducción en el firme de cápsulas con un agente reparador adhesivo que se libera por acción de la luz ultravioleta, expandiéndose por los huecos y cicatrizando como la herida de un cuerpo humano. Existe una versión similar para pavimentos de hormigón que emplea bacterias y el agua filtrada por las grietas como catalizador, transformándolas en una piedra sólida que sella las fisuras. La Universidad de Cantabria lidera dos proyectos (HealRoad y Sima+) para perfeccionar la primera solución, mientras se trabaja en una versión más económica de la segunda. Las investigaciones avalan la relevan-

HIGHWAYS ENGLAND

Prueba de carril de recarga por inducción para coches eléctricos en una autopista inglesa.

cia de esta tecnología para la UE, de gran potencial para el mantenimiento, y de hecho el Ministerio de Transportes alemán ha establecido que su red debe incorporar estas superficies en el año 2030.

Por otro lado, para afrontar el problema de la formación de hielo en las carreteras ya existen soluciones (Novatherm) para neutralizarlo mediante técnicas geotérmicas (tubos de fluido precalentado bajo el asfalto) que se activan cuando los sensores detectan un umbral de frío; o a la inversa, recuperar el exceso de calor de la carretera en verano para redistribuirlo a viviendas cercanas. En un paso más allá, el proyecto europeo Pavirex (con presencia española) ensaya la predicción a corto plazo de la formación de hielo para neutralizarlo también con energía geotérmica.

Descontaminación. Neutralizar las emisiones contaminantes de los vehículos, sobre todo el óxido de nitrógeno (NOx), es otra misión encomendada al asfalto del futuro que se atisba como una realidad cercana. Para alcanzar ese objetivo medioambiental, la I+D+i española de empresas y centros de investigación (proyectos Fénix, Pharo, Bitumenox) ha aprovechado el potencial de la fotocatálisis, reacción química provocada por la acción del sol sobre un catalizador (generalmente dióxido de titanio) que reduce y disuelve las concentraciones de NOx sobre el asfalto. Esta versátil tecnología, existente en forma de pavimento o aplicable mediante lechadas o emulsiones, ha demostrado sus posibilidades en ensayos de laboratorio (neutraliza hasta un 50% de este contaminante) y hoy está siendo testada a escala real en superficies urbanas de Madrid y Alcobendas en el marco de tres proyectos comunitarios LIFE (MinoxStreet –con participación del Cedex–, Equinox y Photoscaling), así como en otras ciudades españolas. Los accesos a las urbes, atestados de tráfico, son un posible escenario para aplicar esta tecnología.

Autodiagnóstico. El firme del futuro incorporará sensores inalámbricos autónomos para monitorizar la salud estructural del mismo y detectar sus deficiencias, innovación que mejorará las labores de mantenimiento. Actualmente funcionan en Europa y EE UU iniciativas para la sensorización de carreteras y estructuras, que controlan varios indicadores (temperatura, tensión, humedad, carga vertical, vibraciones, velocidad del viento) y diagnostican su estado a través de un *software* específico. El proyecto español Oasis ya estudió cómo proveer de energía a estos sensores embebidos en el asfalto. En carreteras de EE UU, además, hay instaladas losas de hormigón prefabricado de tipo modular con sensores embebidos, que reducen los costes de montaje y facilitarán el mantenimiento.

Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS)

En las carreteras del mañana, los Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS) serán, junto a la nueva generación de firmes, el otro gran elemento integrado en la infraestructura (sobre la misma o a los lados); de hecho, ya son parte del presente, pero su papel será cada vez más decisivo para mejorar la eficacia de las vías del futuro. Se trata de soluciones basadas en las tecnologías de la información, la comunicación y el control automático desplegadas en la vía que proporcionan nuevas aplicaciones y servicios para la gestión del transporte. Su objetivo es triple: mejorar la movilidad (en espacios urbanos y metropolitanos, crecientemente congestionados), aumentar la seguridad y reducir la contaminación.

Los ITS no son nuevos. En sus formas más tradicionales (paneles de información variable o cobro de peajes en autopistas) forman parte desde hace décadas del paisaje de las carreteras, pero con la revolución digital han evolucionado hacia una nueva generación de soluciones avanzadas de apoyo a la gestión del tráfico que hoy se integran en las avenidas, carreteras y autopistas del mundo desarrollado para adaptarlas a las nuevas demandas de movilidad. Su presencia es cada vez mayor en las infraestructuras viarias y lo seguirá siendo en el futuro con desarrollos cada vez más avanzados. Un informe de la consultora Research and Markets estima que el mercado global de ITS tendrá ventas por valor de 72.000 M€ en 2022, con crecimientos anuales del 7,9% hasta ese año.

El abanico de sistemas ITS implantados hoy en las carreteras es múltiple. Los destinados a la captura de datos conforman un conjunto heterogéneo de sensores tradicionales y de última generación (espiras magnéticas, cámaras de vídeo, radares, detectores ultrasónicos y acústicos, medioambientales, identificación automática de matrículas, pesaje en movimiento, ocupación de plazas, detectores de iluminación, detección automática de incidencias, antenas Bluetooth, ...), que, con apoyo de tecnologías embarcadas (GPS, RFID, TAG, WiFi), recolectan datos, cada vez más precisos y en tiempo real, sobre el estado de la vía, el tráfico y el medio ambiente. Esta información es enviada por redes de comunicaciones a los centros de control, equipados con sistemas de gestión de tráfico que para tratar el creciente volumen de datos incorporan tecnologías avanzadas de informática y procesamiento de datos, incluido el Big Data. Con la información ya procesada, adoptan estrategias sobre gestión del tráfico y las transmiten a los usuarios a través de otros ITS, los dispositivos de difusión de datos (paneles de información variable, de obras y balizas en la vía, o sistemas embarcados y aplicaciones móviles). Aunque los ITS pueden ser manejados desde los centros de control, que se apoyan para ello en el Internet de las Cosas, varios de estos sistemas se activan de forma autónoma mediante algoritmos cuando la situación lo requiere, una tendencia en alza para los próximos años.

El principal valor de los ITS es la gran variedad de servicios y aplicaciones que ofrecen. La información que capturan y luego transmiten al usuario es capital para el desarrollo de estrategias de gestión de tráfico (gestión de velocidad, empleo de carriles reversibles, activación de arcenes o carriles de alta ocupación, control de rampas de acceso a autopistas, uso de barreras móviles, prohibición de circu-

HIGHWAYS ENGLAND

Los paneles de información variable son una de las principales aplicaciones de los ITS. En la imagen, aviso de arcén activado y señales de velocidad máxima en una autopista inglesa.

lación de camiones, priorización de señales de tráfico, gestión de seguridad en túneles –España exporta esta tecnología a numerosos países– o gestión dinámica de planes de tráfico urbano, entre otras). Su concurso es también muy valioso en la gestión de incidencias y emergencias, la vigilancia de infracciones, la gestión de flotas (aparcamiento seguro para camiones, mercancías peligrosas, planificación de rutas) o el pago telemático de peajes (campo de aplicación tradicional de ITS que ha evolucionado hasta los actuales peajes *free flow* sin barreras, que evitan la congestión; el primero de España se instaló en marzo en La Roca, en la autopista AP-7). Pero la aportación más práctica para el usuario es el suministro de datos en tiempo real sobre la carretera (meteorología, restricciones, incidencias, tiempos de viaje, límites de velocidad...), una información muy valiosa para su estrategia de conducción.

Japón y Estados Unidos, con problemas históricos de tráfico en sus redes viarias, realizaron los primeros despliegues de ITS en los años 90, aportando los primeros servicios al usuario (datos sobre congestión y peajes), y hoy lideran el desarrollo de carreteras inteligentes en el mundo. Europa, por su parte, implementó estrategias ITS primero a escala nacional y a partir de 2008, con la aprobación por la Comisión Europea del plan para su despliegue, de forma coordinada a escala comunitaria. En España, su implantación, que es competencia de los ministerios de Fomento e Interior, ha seguido este modelo. Desde sus orígenes, los ITS se desplegaron una vez inauguradas las nuevas vías españolas, pero a partir de 2014 el Ministerio de Fomento, en aras de la eficacia, los incorporó al proceso de planificación y diseño de carreteras. El último informe de progreso sobre el despliegue de ITS en España, de agosto de 2014, constató una notable evolución respecto al informe de 2011.

HIGHWAYS ENGLAND

Los centros de control activan los ITS y procesan toda su información.

Algunos desarrollos ITS

Los ITS comprenden una heterogéneo conjunto de soluciones tecnológicas diseñadas para mejorar la seguridad y reducir la congestión en las carreteras. Estos son algunos ejemplos.

- ***Plataformas tecnológicas, con apoyo de radares o satélites**, para la gestión inteligente del tráfico en intersecciones. Recopilan datos (con cámaras y radares) para su análisis y por medio de algoritmos ofrecen las mejores soluciones para la fluidez cuando detectan incrementos de tráfico. Permiten la activación automática de semáforo verde para el transporte público y vehículos de emergencias.*

- ***Sistemas de peaje avanzados para reducir la congestión.** Peaje por satélite (geolocalización mediante GPS de la unidad embarcada del automóvil y cobro automático del importe al acercarse al área de peaje; en pruebas en la circunvalación de Ámsterdam), peaje dinámico en managed lanes (sistema dinámico de precios en vías rápidas construidas en la plataforma de una autopista, variables en función del tráfico y abonable mediante tecnología RFID o vídeo; implantado por Ferrovial en autopistas de Texas).*

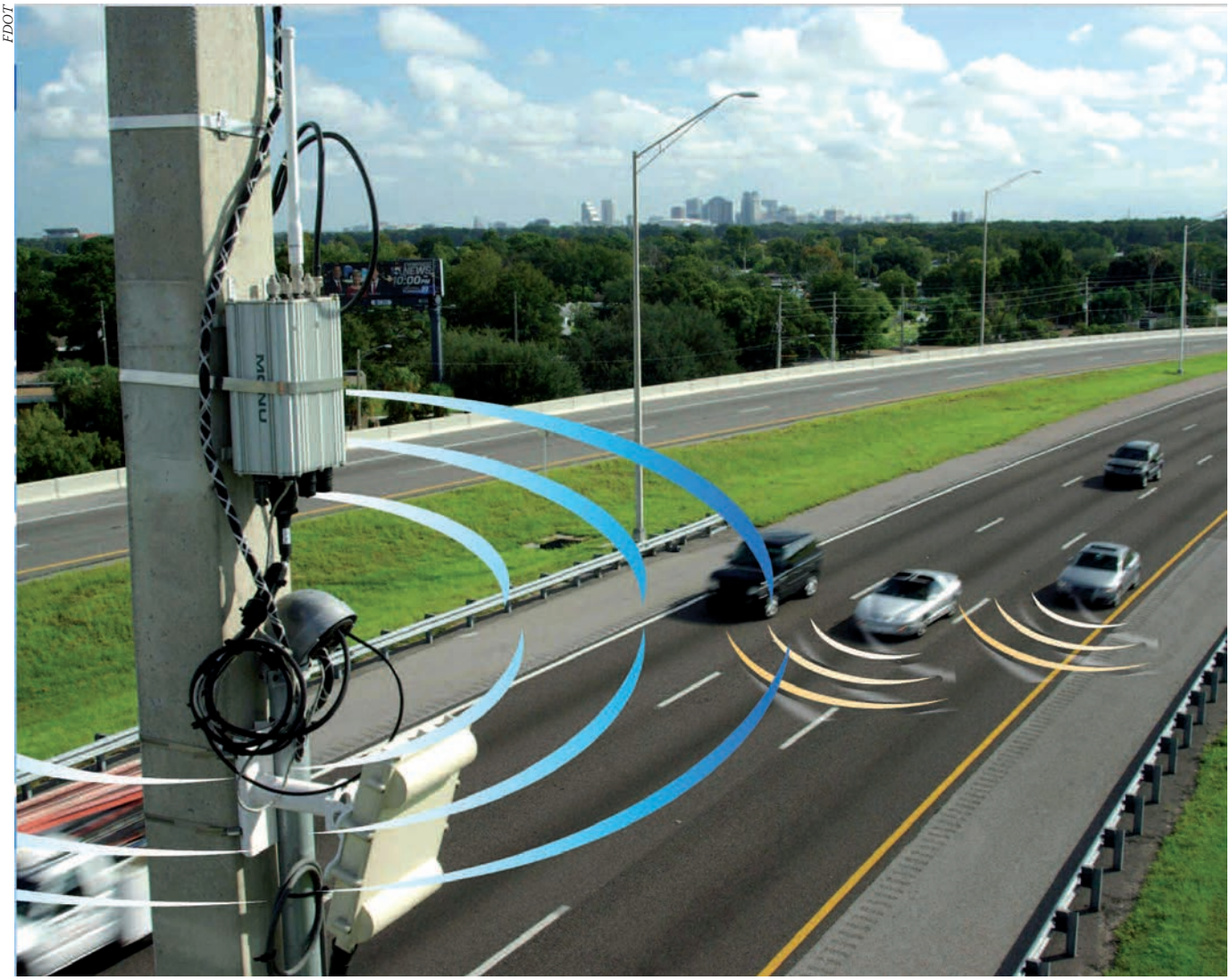
- ***Carreteras con marcas viales luminiscentes**, a base de pinturas fluorescentes que se cargan con la luz solar y se iluminan de noche. Forma parte del proyecto Smart Highways, en fase de pruebas en Holanda, que incluye diversas aplicaciones relacionadas con la luz, como las pinturas dinámicas sensibles a la temperatura (a 0º se dibujan copos de nieve en el firme) o las luces interactivas (empleo de sensores para iluminar solo el tramo donde hay vehículos).*

- ***Luces inteligentes para rotondas congestionadas.** Solución a base de luces LED smart instaladas en el firme para limitar la transgresión de carriles en una rotonda multicarril espiral con una IMD de 42.000 vehículos en Inglaterra. El sistema se activa con el semáforo verde, enciende las luces y guía a los automóviles hacia el carril apropiado; cuando el semáforo se pone rojo, las luces de ese tramo se apagan y se iluminan las del siguiente tramo. Un estudio ha destacado que ese sistema ha reducido más de un 50% las transgresiones de carril en esta rotonda, lo que se ha traducido en menos congestión y menos accidentes.*

- ***Detección automática de incidentes**. Instalación en el puente normando de Calix (1,2 km, IMD de 85.000 vehículos) de un avanzado sistema de detección automática de incidentes (DAI) equipado con cámaras de vídeo y un software que jerarquiza automáticamente las incidencias, enviando información precisa para decidir la actuación. Ha reducido a la mitad los 40 minutos empleados hasta ahora en atender las incidencias.*

- ***Señalización dinámica en intersecciones**. La DGT instalará sensores en 45 cruces de carreteras convencionales que, al detectar la presencia de un vehículo en un ramal de acceso, activan un panel luminoso para alertar al conductor que circula por la vía con preferencia de la presencia de otro vehículo en el cruce, llamando su atención y facilitando que modere la velocidad.*

FDOT



▪ *El binomio unidades al borde de la carretera-unidades embarcadas a bordo del vehículo, con un flujo continuo de datos entre ambas, constituye el núcleo de los sistemas cooperativos V2I.*

Sistemas Cooperativos (C-ITS)

Prácticamente definida la fisonomía de las carreteras del futuro con los nuevos firmes y sistemas ITS, su función como infraestructura inanimada se transformará hacia un nuevo rol de plataforma inteligente de servicios con la implantación de los Sistemas Cooperativos Inteligentes de Transporte (C-ITS), que cambiarán de forma definitiva la forma de conducir en la carretera. Esta evolución de los ITS permite el intercambio de datos de seguridad y operacionales de vehículo a vehículo (V2V), de vehículo a infraestructura (V2I) y de vehículo a otros usuarios (V2X), con importantes beneficios para la movilidad y la seguridad. La interacción V2V, que incorpora nuevas tecnologías de comunicación y sensorización en el vehículo, acapara casi toda la atención, pero es la comunicación V2I la que transformará a la carretera en una infraestructura inteligente que "dialogará" con coches, señales de tráfico y centros de control. Para ello se ha desarrollado una arquitectura formada por unidades al borde de la carretera (con receptor, procesador e interfaz con la red de comunicación V2I) –el nuevo elemento de las futuras vías–, unidades embarcadas en el vehículo y comunicaciones inalámbricas seguras (DSRC, Bluetooth, WiFi, redes móviles GSM, radio SW) entre estos dos elementos y con los centros de control.

Con los C-ITS, un vehículo conectado a un entorno cooperativo percibe su situación mediante sensores embarcados que captan la información (de otros vehículos, de la carretera y del centro de control) y la transmiten a su vez a esos tres elementos, convirtiéndose en un sensor más del sistema. Algo similar ocurre con la carretera, transformada en un sensor que recibe y transmite información. Con todo este caudal de datos se favorece el horizonte temporal y geográfico de la percepción del

usuario, facilitando una conducción más eficiente y segura. Para el gestor de la vía, el flujo continuo de datos infraestructura-vehículo optimiza la gestión de la movilidad y permite gestionar de manera más eficiente la capacidad de las vías. Con la implantación de los C-ITS se pondrán a disposición del usuario múltiples servicios, a base de avisos y alertas en la pantalla de datos del vehículo, el *smartphone* o los paneles en la vía, para mejorar la seguridad, aumentar la eficiencia del transporte y reducir el impacto ambiental.

En los últimos años se han realizado importantes esfuerzos de investigación en sistemas V2I y V2V. Japón, el país más avanzado en sistemas cooperativos, tiene en servicio desde 2011 en gran parte de su red el sistema V2I denominado ITS-Spot, que mediante la interconexión de radiobalizas en la vía y equipos embarcados aporta servicios de guiado dinámico de ruta, apoyo a la conducción (informa sobre obstáculos a una milla de distancia) y abono de peajes. Su objetivo es reducir las víctimas en la carretera a la mitad en 2018. Hace tres años, el Gobierno nipón dio un paso más en el entorno C-ITS con el lanzamiento de la iniciativa SIP-adus, (innovación en conducción automática para servicios universales), que incorporará el vehículo autónomo a los sistemas cooperativos V2V y V2I. La tecnología creada en esta iniciativa de I+D, apoyada por las industrias de automoción y cartográfica, será testada en un gran ensayo a escala real en 300 kilómetros de autopistas entre octubre de 2017 y marzo de 2019. Se espera que la nueva generación de sistemas cooperativos con vehículos autónomos esté lista para las Olimpiadas de Tokio en 2020.

Estados Unidos, por su parte, está desarrollando un Plan Estratégico ITS (2015-2019) que prioriza la implementación de los sistemas cooperativos (V2V,

Servicios C-ITS de la UE

La Comisión Europea tiene previsto alcanzar en 2019 la implantación coordinada de C-ITS en su territorio, lo que permitirá poner a disposición del usuario una serie de servicios cooperativos para mejorar la seguridad en la carretera, la eficiencia del tráfico y el confort en la conducción. En una primera fase (Día 1) se implantarán los servicios más avanzados tecnológicamente y los que presentan mayores beneficios, dejando para una segunda fase (Día 1.5) los que para esa fecha aún no tendrán listas todas las normas y especificaciones. La lista de servicios cooperativos prevista es la siguiente:

Día 1

- *Avisos de circulación lenta o congestionada y avisos sobre el tráfico (V2V)*
- *Avisos de obras en la carretera (V2I)*
- *Condiciones meteorológicas (V2I/V2V)*
- *Luz de frenado de emergencia (V2V)*
- *Vehículo de emergencia aproximándose (V2V)*
- *Señalización en el vehículo (V2I)*
- *Límites de velocidad en el vehículo (V2I)*
- *Incumplimiento de la señalización/seguridad en los cruces (V2I)*
- *Solicitud de señalización prioritaria por parte de los vehículos designados (V2I)*
- *Señal luminosa verde para la velocidad óptima recomendada (V2I)*
- *Datos compartidos por el vehículo (V2I)*
- *Amortiguador de movimientos sísmicos (V2I)*

Día 1.5

- *Información sobre estaciones de repostaje y de recarga para vehículos que usen combustibles alternativos (V2I)*
- *Protección de los usuarios vulnerables de la vía pública (V2X)*
- *Gestión e información de los aparcamientos de la vía pública (V2I)*
- *Información sobre aparcamientos fuera de la vía pública (V2I)*
- *Información sobre aparcamientos disuasorios (V2I)*
- *Navegación conectada y cooperativa para entrar y salir de las ciudades (primer y último kilómetro, aparcamiento, consejos sobre la ruta, semáforos coordinados) (V2V/V2I)*
- *Información sobre el tráfico y enrutamiento inteligente (V2I/V2V)*

SCOOP

Pantallas de datos de servicios cooperativos embarcadas en un vehículo en pruebas en Francia.

MIRA

Vehículo cooperativo del proyecto comunitario Mira (Mediterranean Innovation and Research Action) en fase de pruebas.

V2I y V2X) y los avances en la automatización. Como parte de ese Plan, a finales de 2016 el Departamento de Transporte designó tres emplazamientos (Nueva York, Tampa y Wyoming) para desarrollar hasta finales de 2019 el más completo programa piloto federal de sistemas cooperativos a escala real, que probará tecnologías de comunicaciones, dispositivos al lado de la carretera y aplicaciones móviles. También eligió otras 10 localidades para realizar pruebas piloto de sistemas V2I con vehículos autónomos, aunque en circuitos especiales. Con estos ensayos se espera dar un impulso definitivo al vehículo conectado a la infraestructura. Varios Estados de EE UU también desarrollan sus propios programas de pruebas de sistemas cooperativos en carreteras de su competencia. Esta tendencia también se da en otros países de la cuenca del Pacífico (Corea del Sur, China, Australia).

Japón, EE UU y Europa realizan ensayos a gran escala para implantar los sistemas cooperativos

Europa también tiene desde noviembre de 2016 su propia estrategia C-ITS, con la que pretende acelerar las investigaciones, facilitando la convergencia de inversiones y proyectos piloto que garanticen la interoperabilidad en todo el territorio, con la vista puesta en alcanzar la implantación coordinada de C-ITS en 2019. Esta estrategia se apoya en la experiencia de medio centenar de proyectos realizados en esta década (FOTsis, HeERO, Drive C2X, CVIS, el español Siscoga...) con el apoyo de consorcios y financiación compartida por la UE, que han sentado las bases de la tecnología europea de C-ITS. Actualmente hay en marcha varios proyectos nacionales y una nueva generación de proyectos comunitarios, a escala real y de alcance transnacional, algunos con vehículos autónomos, que han desplegado y están testando esta tecnología en varios corredores. Entre ellos destacan los proyectos C-Roads, Intercor, Scoop@F y el corredor C-ITS Rotterdam-Frankfurt/Múnich-Viena, con tecnologías V2I desplegadas en más de 1.200 kilómetros de autopista en los tres países. De culminar con éxito este esfuerzo de investigación, la UE estará lista en dos años para el despliegue masivo de sistemas C-ITS, lo que beneficiará al usuario (conductor y peatón) con unos servicios cooperativos que están llamados a jugar un papel relevante en la lucha contra los problemas de congestión, consumo de energía y emisiones en las carreteras europeas del mañana. Un futuro que cada vez está más cerca.

Bibliografía

- AGUILAR, Manuel. *Carreteras Modernas.* ROP (Revista de Obras Públicas), año 1.926, tomo 2467.
- AGUIRRE ANDRÉS,Antonio. *El servicio de maquinaria del CNFE.* ROP. Año 1.932, tomo 2601.
- DE ALZOLA Y MINONDO, Pablo: *Historia de las Obras Públicas en España.* Editorial Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Madrid, 1979.
- BAHAMONDE, A; MARTÍNEZ, G., y OTERO, L.E.: *Las comunicaciones en la construcción del Estado Contemporáneo de España. 1700-1936.* Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente. Madrid, 1993.
- BARRENA OSORO, Elena: *Los caminos medievales y sus precedentes romanos.* IV Semana de Estudios Medievales de Nájera. 1993.
- BORRAJO SEBASTIÁN, Justo y RUBIO ALFÉREZ, Jesús: *La planificación de carreteras en España.* Revista de Coyuntura Económica. Madrid, 1.987.
- CÁMARA, Alicia: *Los ingenieros militares de la Monarquía Hispánica en los siglos XVII y XVIII.* Fernando de Villaverde Ediciones. 2005
- CARRILLO DE ALBORNOZ Y GALBEÑO, Juan: *Los Caminos Reales, origen de la red moderna de carreteras españolas y su relación con los ingenieros militares.* Academia de Ingenieros del Ejército, año 2.006.
- CORONADO TORDESILLAS, José María y GARMENDIA ANTÍN, Maddi: *Las carreteras y el planeamiento, una relación imperfecta.* Universidad de Castilla-La Mancha. Escuela de Ingenieros de Ciudad Real. Año 2.007.
- CORONADO TORDESILLAS, José María y RODRÍGUEZ LÁZARO, Francisco Javier: *Geometría de las carreteras y del territorio. U*niversidad de Castilla-La Mancha. Departamento de Ingeniería Civil y Edificación. Año 2.008.
- DIAGO HERNANDO, Máximo; LADERO QUESADA, Miguel Ángel: *Caminos y ciudades en la España de la Edad Media al siglo XVIII, vol. 32.* 2009. Universidad Complutense de Madrid, año 2009.
- DOADRIO LÓPEZ, Leopoldo: *Cincuenta años de gestión de la Dirección General de Carreteras.* ROP. Año 1.973, tomo 3097.
- FONSECA GARCÍA, José Manuel y ALONSO TRIGUEROS, José: *De las calzadas a los firmes del siglo XIX. Actas del V Congreso Nacional de Historia de la Construcción.* CEHOPU. Burgos, 2007.
- FRANCO SÁNCHEZ, Francisco: *La caminería en Al Ándalus (s. VIII-XV). Consideraciones metodológicas, históricas y administrativas para su estudio.* Transportes, Servicios y Telecomunicaciones, nº 9. Diciembre 2006.
- FRAX, Esperanza y MADRAZO, Santos: *El transporte por carretera en los siglos XVIII-XX.* Universidad Autónoma de Madrid, año 2.002.
- GOZALBES CRAVIOTO, Enrique: *Una aproximación al estudio de las vías en la Hispania visigótica. Actas del II Congreso Internacional de Caminería Hispánica.* AACHE Ediciones. 1987.
- GONZÁLEZ RODGERS, Miguel Ángel: Miguel Primo de Rivera y Orbaneja (1923-1930). *Proyección sobre su arquitectura civil. Actas del I Congreso Nacional de Historia de la Construcción.* CEHOPU. Madrid, 1.996.
- GONZÁLEZ TASCÓN, Ignacio; VELÁZQUEZ, Isabel: *Ingeniería romana en Hispania. Historia y técnicas constructivas.* Fundación Juanelo Turriano. Madrid, 2005.
- JACOBSON, Maximiliano: *Los firmes de carretera.* ROP, año 1.929, tomo 2528.
- *Ley de Bases del ordenamiento ferroviario y carreteras de fecha 24/01/1941.* BOE del 28.01.1941.
- *Ley de Bases 26/1960.* BOE nº 307 de fecha 23.12.1960.
- MARTINO,Eutimio: *La huella de las legiones. Roma contra cántabros y astures.* Ed. Autor. León, 2003.
- MENÉNDEZ PIDAL, Gonzalo: *España en sus caminos.* Caja de Madrid.1992.
- MORENO GALLO, Isaac. *Vías romanas. Ingeniería y técnica constructiva.* Cedex-CEHOPU. Madrid, 2004.
- NARDIZ ORTIZ, Carlos: *Las primeras carreteras modernas. El trazado y la construcción de los Caminos Reales en el siglo XVIII.* Actas del I Congreso Nacional de Historia de la Construcción. CEHOPU, 1996.
- DE ORTUETA HILBERACH, Elena: *Modelos de casillas de peones.* Actas del III Congreso Nacional de la Construcción. CEHOPU. Sevilla, Año 2.000.
- PARDO, Manuel: *Carreteras. Manual de la Escuela de Ingenieros.* Madrid, 1.892.
- PEÑA BOEUF, Alfonso: *Instrucción de Carreteras.* Ministerio de Obras Públicas. Burgos, 1.939.
- PHILLIPS, Pamela: *El Camino Ilustrado del Viaje a las Sierras y Castilla la Vieja.* Universidad de Puerto Rico-Río Piedras, 2011.
- REGUERA RODRÍGUEZ, Antonio T: *Los Apuntamientos del Padre Martín Sarmiento sobre la construcción de la red radial de caminos reales en España.* Universidad de León, año 1998.
- ROLDÁN HERVÁS, José Manuel; CABALLERO CASADO, Carlos: *Itinera Hispania.* Estudio de las vías romanas en Hispania a partir del Itinerario de Antonino, el Anónimo de Rávena y los Vasos de Vicarello.
- ROP (Revista de Obras Públicas). Plan General de Carreteras, *Ley de fecha 22/07/1857.* Año 1.860, tomo 18 y siguientes.
- ROP. Plan General de Carreteras, *Ley de fecha 13/04/1877* y Reglamento, año 1.877, tomo 14.
- ROP. Plan General de Carreteras, *Ley de fecha 22/07/1857.* Año 1.860, tomo 18 y siguientes.
- ROP. Plan General de Carreteras, *Ley de fecha 13/04/1877* y Reglamento. Año 1.877, tomo 14.
- ROP. Carreteras. Año 1.898, tomo 1180.
- ROP. Circuito de Firmes Especiales. Redacción . Año 1.927, tomo 2471.
- RUIZ BEDÍA, María Luisa y FERRER TORÍO, Rafael: *El Camino Real de Reinosa.* Primera autopista de acceso a la Meseta. Año 2001.
- SALAVERA CARRIÓN, Manuel: *Caminos Vecinales.* Tarragona, diciembre de 1.855. Publicado en la ROP del año 1855, tomo 3.
- SÁNCHEZ REY, José Agustín: *Los Caminos en España hacia 1750 y los medios para su financiación*, según el informe de la época del ingeniero Roncali. ROP 1996, tomo 3360.
- SOLANA SÁINZ, José Mª; SAGREDO SAN EUSTAQUIO, Luis: *La red viaria romana en Hispania, siglos V-IV d. de C.* Universidad de Valladolid, 2006.
- URIOL SALCEDO, José Ignacio. *Apuntes para una historia del transporte en España. Los viajes por la posta en el siglo XVIII y en los primeros años del siglo XIX.* ROP. Noviembre, 1977.
- URIOL SALCEDO, José Ignacio: *Historia de los Caminos de España.* Editorial Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de España. Madrid, 2001.
- Varios Autores: *Hispania, el legado de Roma. En el año de Trajano.* Ministerio de Educación y Cultura. Madrid, 1999.
- Varios autores: *Viaje por la historia de nuestros caminos.* FFCC. 1997.
- WAIS SAN MARTÍN, Francisco: Planes de *Desarrollo. Recuerdo a Bernardo Ward y sus caminos.* ROP. Año 1963, tomo 2981.

RECOPILACIÓN ESPECIAL DE REPORTAJES PUBLICADOS EN LA REVISTA ENTRE 2009 Y 2012 Y OTROS DE NUEVA EDICIÓN

Una selección de antiguos trazados ferroviarios, hoy acondicionados por el Programa de Vías Verdes, para descubrir la naturaleza y el patrimonio histórico de los territorios que surcaron a través de 30 rutas accesibles para todos.

PVP: 10 €

GOBIERNO DE ESPAÑA | MINISTERIO DE FOMENTO

SOLICITE SU EJEMPLAR EN TELF. : 91 597 53 85 / 53 91
Por fax: 91 597 85 84 (24 horas)
Por correo electrónico: cpublic@fomento.es

2017

Mapa Oficial de Carreteras©

ESPAÑA

GOBIERNO DE ESPAÑA | MINISTERIO DE FOMENTO

Incluye:

- *Cartografía (E. 1:300.000 y 1:1.000.000)*
- *DVD interactivo actualizable vía web (windows 7 o superior)*
- *Caminos de Santiago en España*
- *Alojamientos rurales*
- *Guía de playas de España*
- *Puntos kilométricos*
- *Índice de 20.000 poblaciones*
- *Mapas de Portugal, Marruecos y Francia*

También en el DVD:

1112 Espacios Naturales Protegidos
152 Rutas Turísticas
117 Vías Verdes

Edición 52
P.V.P.: 22,74€

Centro virtual de publicaciones
Librería virtual y descarga de publicaciones oficiales

www.fomento.gob.es

Centro virtual de publicaciones del Ministerio de Fomento:
www.fomento.gob.es

Catálogo de publicaciones de la Administración General del Estado:
http://publicacionesoficiales.boe.es

Título de la obra: **Revista del Ministerio de Fomento, Extra Julio-Agosto 2017. Nº 674**

Autor: Ministerio de Fomento, Secretaría General Técnica, Centro de Publicaciones

Año de edición: 2017

Características Edición:
1ª edición electrónica: octubre 2017
Formato: PDF
Tamaño: 23 MB

Edita:
© Ministerio de Fomento
Secretaría General Técnica
Centro de Publicaciones

NIPO: 161-15-006-6

I.S.S.N.: 1577-4929

P.V.P. (IVA Incluido): 3€

Aviso Legal: Todos los derechos reservados. Esta publicación no puede ser reproducida ni en todo ni en parte, ni registrada, ni transmitida por un sistema de recuperación de información en ninguna forma ni en ningún medio, salvo en aquellos casos específicamente permitidos por la Ley.

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO
SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA
CENTRO DE PUBLICACIONES