



La revista de los
Ingenieros de Caminos,
Canales y Puertos

3566 JUNIO 2015

REVISTA DE
OBRAS PÚBLICAS

ROP

MONOGRÁFICO

Ingeniería del Transporte. A la memoria de Rafael Izquierdo

Coordinado por Andrés Monzón



Porque creemos que la innovación es la única manera de ser competitivos.
Porque creemos que el único mercado es el mundo entero.
Si crees como nosotros. **Creemos contigo.**

Sacyr

www.sacyr.com



Rafael Izquierdo

Me cumple el honor de presentar y coordinar este número monográfico de la ROP, cuyo elemento vertebrador no viene dado por la materia, por más que esté íntegramente dedicado a la Ingeniería del Transporte. Tampoco recoge los resultados de ningún Congreso, seminario o reunión científica. En este caso, el aglutinante es la relación de los trece autores con una persona, Rafael Izquierdo, fallecido hace dos años, dejando en cuantos le conocimos –y quisimos– un entrañable recuerdo que pretende ahora manifestarse en esta edición especial.

Los artículos de este número corresponden, o bien a trabajos de I+D en que los autores colaboraron, de una u otra manera, con Rafael, o bien se relacionan con su actividad científica y formativa. Hemos querido evidenciar con ello su faceta como formador de investigadores, como el hombre inquieto y curioso al que interesaba cuanto supusiera un reto científico. Si alguien lo duda, tiene en los artículos que aquí se presentan la mejor prueba de ello, tanto por su temática como por la procedencia de los autores, todos doctores y profesores de prestigio en diversas escuelas de ingeniería. Así, se incluyen desde cuestiones humanísticas hasta resultados de investigación, análisis económico, planificación, y gestión de redes de transporte y de la flota vehicular. Esperamos que este homenaje póstumo sea de interés para el lector y sirva para conocer más a fondo el trabajo y legado de quien fue nuestro amigo y maestro.

Como decía al principio, me ha correspondido la grata labor de coordinar este número en calidad de presidente del Foro de Ingeniería del Transporte, asociación fundada por Rafael Izquierdo en el año 2000 y de la que fue primer presidente. La fría letra de sus estatutos señala como su objeto principal el de preservar y garantizar la celebración de los Congresos

de Ingeniería del Transporte que se celebran en España. Sin embargo, este objetivo científico estaba apoyado en otro mucho más humano: mantener la colaboración y relación casi familiar entre los profesores del área en las Escuelas de nuestro país.

Agradezco a todos los autores su pronta respuesta para escribir su, más que contribución, homenaje a la figura del profesor Izquierdo, al tiempo que lamento que la limitación de espacio haya impedido incluir a otros muchos que también hubieran aportado su contribución a la memoria de Rafael. En este caso, bien se puede decir que, ciertamente, son todos los que están, pero en absoluto están todos los que son.

El Colegio de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos ya ha reconocido la dimensión de Rafael como persona comprometida en el servicio a los demás, al dar su nombre al Premio a la Solidaridad de la FUNDACIÓN CAMINOS; honor más que merecido, ya que dedicó los últimos años de su vida, incluso ya gravemente enfermo y hasta pocos días antes de su fallecimiento, a sacar adelante la ONG Desarrollo y Asistencia. Con este número especial de la Revista de Obras Públicas, donde tantas veces vertió sus conocimientos, queremos dar a conocer su dimensión como profesor y formador de profesores. Cada uno de los autores ha querido subrayar lo que debe a Rafael y cómo su impulso ha contribuido a impulsar muy diversas líneas de trabajo e investigación, con una relevante producción científica y profesional. Que su recuerdo y legado perduren en el espíritu de las generaciones por venir.

Andrés Monzón de Cáceres
Presidente del Foro de Ingeniería del Transporte

SUMARIO

PRESENTACIÓN

FORO GLOBAL DE INGENIERÍA Y OBRA PÚBLICA

HOMENAJE A CALVO-SOTELO EN EL CONGRESO

MONOGRÁFICO INGENIERÍA DEL TRANSPORTE

- 15 **Rafael Izquierdo y la Historia**
José María Menéndez
-
- 21 **La política de transportes de la Unión Europea**
Óscar Martínez Álvaro
-
- 27 **Sobre la toma de decisiones en las inversiones en transporte**
Mateu Turró
-
- 33 **La movilidad compartida, sistema emergente derivado de la economía colaborativa y digital**
Miguel Ángel Pesquera
-
- 41 **Los indicadores de accesibilidad: la cuantificación de impactos de las redes de transporte**
Andrés Monzón
-
- 49 **Análisis de los efectos económicos y sociales de la conexión por autovía entre Cantabria y la meseta**
José María Díaz y Pérez de la Lastra

La revista decana de la prensa española no diaria

Director
Antonio Papell

Redactoras Jefe
Paula Muñoz
Diana Prieto

Fotografía
Juan Carlos Gárgoles

Publicidad
MM Mass Media
Hermosilla 64 6ºB
T. 91 431 08 39

Imprime
Gráficas 82

Depósito legal
M-156-1958

ISSN
0034-8619

ISSN electrónico
1695-4408

ROP en internet
<http://ropdigital.ciccp.es>

Suscripciones
<http://ropdigital.ciccp.es/suscripcion.php>
suscripcionesrop@ciccp.es
T. 91 308 19 88

Edita
Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
Calle Almagro 42
28010 - Madrid



-
- 55 Retos para mejorar el modelo de colaboración público privada en España**
José Manuel Vassallo
-
- 61 Las nuevas modalidades de transporte público urbano y metropolitano de viajeros y las oportunidades de negocio que generan**
José Vicente Colomer
-
- 69 El sistema de transporte público en Andorra 2004-2015**
María Eugenia López-Lambas
-
- 75 El enfoque simulación-optimización como elemento clave en los procesos de planificación y gestión de sistemas de transporte urbano**
Ángel Ibeas
-
- 87 Los programas de la renovación del parque de vehículos en España y su influencia en el sistema de transporte**
Aniceto Zaragoza
-
- 93 Movilidad y accidentalidad de furgonetas. Análisis comparado de indicadores de riesgo**
Francisco Aparicio
-
- 101 La investigación y la formación en ingeniería del transporte en España**
Francesc Robusté

Consejo de Administración

Presidente

Miguel Aguiló Alonso

Vocales

Juan A. Santamera Sánchez
José Manuel Loureda Mantiñán
José Javier Díez Roncero
Juan Guillamón Álvarez
Luis Berga Casafont
Roque Gistau Gistau
Benjamín Suárez Arroyo
José Antonio Revilla Cortezón
Francisco Martín Carrasco
Ramiro Aurín Lopera

Comité Editorial

Pepa Cassinello Plaza
Vicente Esteban Chapapriá
Jesús Gómez Hermoso
Conchita Lucas Serrano
Antonio Serrano Rodríguez

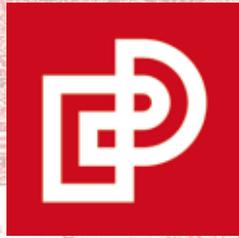




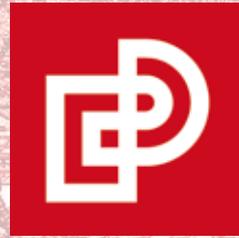
**FUNDACIÓN
CAMINOS**



**FUNDACIÓN
CAMINOS**



**FUNDACIÓN
CAMINOS**



**FUNDACIÓN
CAMINOS**



**FUNDACIÓN
CAMINOS**

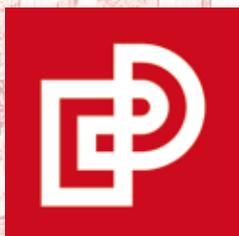
La fuerza de los ingenieros de Caminos

El Think Tank que proyecta la profesión en la sociedad

FUNDACIÓN CAMINOS



**FUNDACIÓN
CAMINOS**



**FUNDACIÓN
CAMINOS**



**FUNDACIÓN
CAMINOS**



**FUNDACIÓN
CAMINOS**



**FUNDACIÓN
CAMINOS**

Ana Pastor: “El eslogan ‘ingeniería española’ es sinónimo de capacidad y calidad”

Santander se convierte en el Foro Global de Ingeniería y Obra Pública

La FUNDACIÓN CAMINOS y el Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, en colaboración con la Universidad Internacional Menéndez Pelayo, celebraron el Foro Global de Ingeniería y Obra Pública en Santander, entre el 22 y el 24 de junio. Esta cita congregó a los máximos responsables de nuestra Administración, la Unión Europea, así como a las principales constructoras y compañías de ingeniería de nuestro país.

El objetivo de este Foro era analizar el papel de las empresas españolas que “construyen el mundo”, la inversión internacional y los fondos europeos, las nuevas tecnologías y la formación de futuro, ejes del debate que centran el Foro Global bajo el lema “los ingenieros de Caminos, al servicio de la sociedad”.

La bienvenida corrió a cargo de Íñigo de la Serna, alcalde de Santander e ingeniero de Caminos. También estuvieron presentes César Nombela, rector de la UIMP; Enrique Conde, decano de la Demarcación de Cantabria del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos; y Miguel Aguiló, director de Política Estratégica del grupo ACS. Acto seguido Juan-Miguel Villar Mir, presidente del Grupo OHL, y Pedro Miró, consejero delegado de Cepsa y presidente del Club de la Energía pronunciaron sendas conferencias.

Esta primera jornada se centró en un modelo basado en la innovación



Jornada de clausura con la ministra Ana Pastor



Autoridades y ponentes durante la presentación del Foro

y la competencia, el impulso modernizador de los ingenieros de Caminos aporta una visión transversal que representa una garantía para el desarrollo y el progreso. En ella, tras una breve pausa, participaron Mario Garcés, subsecretario de Fomento, y Juan Lazcano, presidente de la Confederación Nacional de la Construcción. Después hubo una mesa redonda moderada por el periodista Fernando González Urbaneja, con Miguel Jurado, presidente de FCC Construcción; José Enrique Elías, de la Dirección General de Competencia de la Comisión Europea; José Llorca, presidente de Puertos del Estado; Juan Manuel Fernández Rubio, vicepresidente de ANCI, y Carlos Collantes, director general de Transportes de Red Eléctrica y presidente de INELFE.

En la sesión vespertina se analizaron los nuevos modelos de contratación con la presentación de Pilar Platero, subsecretaria de Hacienda. A continuación se celebró una mesa redonda moderada por Fernando Argüello, director general de Fidex, con la participación de Diego Ibáñez, presidente de Fidex; Flemming Bligaard Pedersen, presidente de EFCA; Miguel Laserna, socio de Deloitte España; José María Segovia, presidente de Uría Menéndez; Francisco Uría, socio responsable del Área Legal de KPMG Abogados.

El día 23 de junio se centró en la Unión Europea y el mercado global. La jornada, presentada por José Manuel Loureda, vicepresidente del Colegio de Ingenieros de Caminos, contó con la participación de Julián Núñez, presidente de Seopan; Pedro Fernández Frial, Director General de Estrategia, Sostenibilidad y Secretaría Técnica



Ana Pastor, durante su visita a la exposición 'Construyendo el mundo'



José Manuel Loureda, Juan-Miguel Villar-Mir e Íñigo de la Serna



Juan A. Santamera, Íñigo de la Serna, César Nombela, Enrique Conde y Miguel Aguiló

de Repsol, y Manuel Manrique, presidente de Sacyr.

En la mesa redonda posterior, presentada por Ángel Corcóstegui, *general manager* de Magnum Industrial Partners y moderada por el periodista Rodrigo Ponce de León, se analizó el papel de los fondos europeos y el Plan Juncker. En ella participaron Juan Caño, managing director de Macquarie Infrastructure and Real Assets (Europe) Limited; Mario Aymerich, director de proyectos del BEI; Juan Ignacio Lema Devesa, presidente de Tecniberia, y José María Piñero, director general de Fondos Comunitarios del Ministerio de Economía.

Por la tarde, se trataron los grandes proyectos internacionales con la presentación de Albert Martínez Lacambra, director general del grupo AGBAR, y Manuel Casanova, director de Negocio Nuclear de Técnicas Reunidas. En la posterior mesa redonda moderada por el catedrático Antonio Serrano, estuvieron presentes Julián Gari Munsuri, director de Contratación Internacional de Dragados; Alejandro de la Joya, consejero delegado de Ferrovial Agroman; Fernando Vives, presidente de Garrigues Abogados; Cándido Pérez, socio responsable de Infraestructuras, Transporte, Gobierno y Sanidad de KPMG en España, y Ignacio Eyries, director general de Caser.



Ángel Corcóstegui

La última jornada estuvo presentada por Roque Gistau, presidente de la Asociación de Ingenieros de Caminos, y César Nombela, rector de la UIMP. Los siguientes en participar fueron Víctor Calvo-Sotelo, secretario de Estado de Telecomunicaciones; Juan Ignacio Entrecana-

nales, vicepresidente de Acciona, y José Bogas, consejero delegado de Endesa.

La mesa redonda estuvo presentada por Antonio Serrano, catedrático de Urbanística y Ordenación del Territorio, y Francisco Marín, director general del CDTI. En ella participaron Eduardo Bonet, director general de Infraestructuras de Indra; Marieta del Rivero, directora general adjunta al CCDO de Telefónica; Javier Cuesta, presidente de Correos; José Luis González Vallvé, doctor ingeniero de Caminos y licenciado en Derecho, y Francisco Zunzunegui, director de Negocio España y Reino Unido de Cementos Portland. La mesa estuvo moderada por el periodista Sergio Martín.

La sesión de la tarde estuvo presentada por José Antonio Herce, director asociado de Analistas Financieros Internacionales. La mesa redonda, moderada por Fernando González Urbaneja, contó con la participación de Jorge Sainz González, director general de Política Universitaria; Manuel Arenilla Sáez, Instituto Nacional de Administración Pública; Francisco Martín Carrasco, director de la ETSI de Caminos de la Universidad Politécnica de Madrid; Armel de La Bourdonnaye, directeur L'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, y José Luis Moura, director de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos de Santander.

El Foro Global de Ingeniería y Obra Pública estuvo clausurado por la ministra de Fomento, Ana Pastor; Juan A. Santamera, presidente del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, y Paqui Caballero, vicerrectora de la UIMP. **ROP**



Victor Calvo-Sotelo



Mario Garcés



Pilar Platero

La Fundación Caminos dona al Congreso de los Diputados una efigie del presidente Leopoldo Calvo-Sotelo

Se presentó, además, el Premio Leopoldo Calvo-Sotelo al Liderazgo del Sector Público

La FUNDACIÓN CAMINOS dona una efigie de quien fuera presidente del Gobierno en los años de la Transición, Leopoldo Calvo-Sotelo, ingeniero de Caminos. Es uno de los objetivos centrales de la FUNDACIÓN CAMINOS, rendir homenaje a los ingenieros de Caminos ilustres, que han contribuido, de manera sobresaliente, desde su alta responsabilidad y papel de liderazgo, a la modernización de España y al avance de nuestra sociedad como eje central de un sistema democrático de libertad y progreso.

La FUNDACIÓN CAMINOS, en colaboración con la familia Calvo-Sotelo, entregó al Congreso de los Diputados un busto de quien fuera presidente del Gobierno, realizado por el reconocido escultor Julio López.

Destaca entre los ingenieros de Caminos que mas han brillado en el liderazgo del sector público la figura de Leopoldo Calvo-Sotelo, que fuera presidente del Gobierno de España en un tiempo trascendental para culminar el proceso de Transición a la democracia de nuestro país. Su capacidad de servicio al Estado y su abnegado trabajo representan un modelo de prudencia y equilibrio para generaciones de servidores públicos en la Administración de nuestro país.

Así, las futuras generaciones encontrarán en el Palacio del Congreso, sede de la soberanía popular en la que



José Javier Díez Roncero, Juan A. Santamera, Jesús Posada y Víctor Calvo-Sotelo

Leopoldo Calvo-Sotelo dejó vivo recuerdo de su esfuerzo, talento y saber hacer, la efigie de nuestro compañero y colegiado de honor, el Presidente del Gobierno Leopoldo Calvo-Sotelo.

La entrega del busto tuvo lugar en el Congreso de los Diputados, en la madrileña Carrera de San Jerónimo de Madrid, en un acto presidido por el también ingeniero de Caminos, el presidente del Congreso, Jesús Posada, y al que asistieron representantes de la familia Calvo-Sotelo junto a importantes personalidades de la vida política, el presidente y los patronos de la FUNDACIÓN CAMINOS,

junto a los miembros de la Junta de Gobierno del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

Se pone en marcha al mismo tiempo el Premio Leopoldo Calvo-Sotelo al Liderazgo del Sector Público, con el que la FUNDACIÓN CAMINOS, en consonancia con el trabajo del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, desean impulsar la proyección pública de la profesión para poner de relieve el destacado papel modernizador e innovador de una profesión que juega un papel determinante para el progreso del conjunto de la sociedad. **ROP**

Intervenciones en el acto de entrega

VÍCTOR CALVO-SOTELO

“Por mi condición de ingeniero de Caminos y antiguo diputado por Zamora en esta Cámara me ha correspondido a mí, entre los ocho hijos de Leopoldo Calvo-Sotelo, pronunciar unas breves palabras en este acto. Y esas breves palabras son para expresar alegría y agradecimiento.

Alegría por la iniciativa del Colegio de Caminos de honrar al que fuera su Colegiado de Honor e impulsor en la creación de la Real Academia de Ingeniería, muchas gracias presidente. Agradecimiento a la calurosa acogida por parte de la mesa del Congreso y de su presidente a la propuesta del Colegio y a este inmejorable emplazamiento en el Palacio.

Y alegría y agradecimiento por el magnífico busto que Julio López Hernández ha realizado, un busto de la persona y del parlamentario en el que Julio López Hernández nos ha involucrado a la familia desde su concepción y nos ha llenado de felicidad a todos pero, especialmente a mi madre que es la más importante.

Este es un acto que aúna ingeniería, política y parlamento.

Desde muy joven nuestro padre manifestó esa triple vocación. Ya en la Escuela de Caminos fundó junto a otros estudiantes una revista (que la dirección de la Escuela toleró hasta su tercer número y no más). En ella y bajo diferentes firmas los pocos redactores llenaron varias páginas de ilusión y proyectos.

En el primer número, el artículo editorial correspondió a mi padre y llevaba el título de “Ingenieros al poder”. En él se resaltaba la idoneidad de la formación



Víctor Calvo-Sotelo y Jesús Posada

ingenieril para la política y los asuntos de Estado.

Treinta años después, en línea con el artículo, el primer Gobierno de la Monarquía contó con cinco ingenieros de Caminos en sus filas.

La gran obra transformadora de la Transición contó con una nutrida presencia de ingenieros en todas sus disciplinas, algunos pensamos que fue uno de los secretos de su éxito. Y entre ellos uno con una clara vocación parlamentaria que le llevó a dimitir como Ministro de Obras Públicas (el sueño de todo ingeniero de Caminos) para poder presentarse a las elecciones generales en 1977. Por aquel entonces se había redactado una ley electoral que impedía a los Ministros, no así al presidente del Gobierno, ser candidatos al Congreso de los Diputados.

Ya fuera del Gobierno Leopoldo Calvo-Sotelo ayudó a la creación de la UCD, de la que tuvo su carné nº2, y se convirtió en su primer portavoz parlamen-

tario. También, dentro de su vocación parlamentaria y su respeto por esta casa de la palabra protagonizó el primer debate de investidura de nuestra nueva democracia.

Con el acto de hoy, la Transición da un paso más en su entrada en la historia pero nos recuerda también que muchos de sus valores siguen vigentes y siguen siendo necesarios. Desde la búsqueda de acuerdos a la proyección europea, renovada hoy en sus retos y con España firmemente implantada en su seno.

Decía mi padre, tras su larga carrera tanto en el ámbito público como el privado, que al final, tras numerosos cargos e instituciones, en su última tarjeta de visita quedaba solo su profesión primera: Leopoldo Calvo-Sotelo, ingeniero de Caminos.

Tras el acto de hoy queda también este magnífico busto en homenaje a la política, al servicio público y al parlamentarismo español”.

JESÚS POSADA

“Hoy me siento varias veces honrado: honrado como ingeniero de caminos, canales y puertos, honrado como hombre de la Transición, y honrado, en fin, por presidir este homenaje a Leopoldo Calvo-Sotelo, y con ello poder recibir en el Congreso de los Diputados a todos ustedes: familiares, allegados, colegas suyos y muchos buenos amigos.

Leopoldo Calvo-Sotelo fue, y lo digo por orden cronológico, ingeniero de caminos. Y Leopoldo Calvo-Sotelo fue, también, en la transición, diputado, portavoz de UCD, ministro de tres carteras –Comercio, Obras Públicas, Relaciones con las Comunidades Europeas–, Vicepresidente del Gobierno para Asuntos Económicos y presidente del Gobierno.

Quiero recordar que nuestro amigo Leopoldo, durante diez años, recorrió estos pasillos y accedió al hemiciclo como diputado; rindió cuentas ante el Pleno y las Comisiones como miembro

del ejecutivo, e inauguró para la democracia, la práctica del debate de investidura como presidente del Gobierno. Y sé también que acudió luego a este Congreso como investigador, consultando los fondos de la biblioteca para escribir documentadamente sus libros. Por todo ello me alegra, profundamente, que su figura ocupe, a partir de hoy, este lugar en el Congreso de los Diputados. Y espero y deseo que con él, se inicie la que pueda llegar a ser una galería de presidentes del Gobierno en Democracia.

Hoy descubrimos una obra cuyo objetivo es participar en el entorno que la inspiró y que la legitima.

Con el fin de poder contribuir con su presencia, a recordar que este es el entorno de la coherencia política, de la soberanía popular, donde se forjó la Constitución de la concordia –que lleva entre sus primeras firmas la de Leopoldo Calvo-Sotelo– y que él guardó e hizo guardar como diputado y como presidente del Gobierno.

En ese sentido, quiero felicitar al escultor, Julio López Hernández, por haber sido capaz de trasladar a un busto al Calvo-Sotelo más parlamentario.

Como quiero agradecer también a mis compañeros de profesión, los ingenieros de caminos, canales y puertos, por su generoso empeño en honrar la memoria de uno de los nuestros.

Leopoldo Calvo-Sotelo y Práxedes Mateo Sagasta, han sido los dos compañeros que han alcanzado la más alta responsabilidad de la vida política en España.

Leopoldo Calvo-Sotelo –en cuyo Administración tuve el honor de colaborar como director general de Transportes Terrestres–, era un político moderado, dialogante –cultivó siempre excelentes relaciones con el entonces líder del principal partido de la oposición, Felipe González– y enormemente respetuoso con todas las opiniones políticas.

Leopoldo Calvo-Sotelo encarnó, plenamente, el espíritu de la Transición; ese espíritu que nos permitió, a pesar de las dificultades, llevar a cabo con éxito la empresa política más importante y ambiciosa que hemos abordado en nuestra historia reciente.

Hoy quisiera concluir refiriéndome a dos rasgos de su carácter.

Dos rasgos que se refieren a la imagen y a la palabra, que a mi juicio son, sin lugar a dudas, dos elementos consustanciales a nuestra vida parlamentaria. Su altura física, que reflejaría su altura moral y altura de miras; y el rigor, una palabra corta pero que define bien el modo en el que Leopoldo trataba las exigencias objetivas de la política.



Jesús Posada, en un momento de su intervención

Pilar, hace tan solo unos años, en 2008, esta Casa se abrió para rendir homenaje a un presidente del Gobierno en democracia y permitir que miles de ciudadanos pudieran despedirlo.

Hoy vuelve a esta Casa, su Casa, a través de este bronce que nos permitirá recordar el carácter de tu marido, un demócrata y un servidor de España”.

JUAN A. SANTAMERA

“Es un honor para mí, en representación del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos y de la Fundación Caminos, asistir hoy al viejo caserón de la Carrera de San Jerónimo, sede del Congreso de los Diputados y de la soberanía popular, para hacer entrega del busto de Don Leopoldo Calvo-Sotelo y Bustelo, ingeniero de Caminos que fuera presidente del Gobierno en los años apasionantes de la Transición política.

Con el paso del tiempo la figura de este ingeniero de Caminos se agranda por



Juan A. Santamera

el papel que supo jugar en defensa de la Democracia y a favor del interés general. Por su impulso modernizador y por su afán de cambio para conseguir el progreso de la sociedad española.

Precisamente estos son los valores que destacamos en la figura de Leopoldo Calvo-Sotelo, un presidente al servicio del Estado, un hombre de profundos conocimientos técnicos, como es propio de un ingeniero de Caminos, y además un apasionado de la transformación y las reformas para garantizar el bienestar de millones de ciudadanos.

Uno de los objetivos centrales de la FUNDACIÓN CAMINOS, es rendir homenaje a los ingenieros de Caminos ilustres, que han contribuido, de manera sobresaliente, desde su alta responsabilidad y papel de liderazgo, a la modernización de España y al avance de nuestra sociedad como eje central de un sistema democrático de libertad y progreso.

En este acto, la FUNDACIÓN CAMINOS dona una efigie de quien fuera presidente del Gobierno, realizado por el reconocido escultor Julio López, para que las futuras generaciones encuentren en el Palacio del Congreso, en el que Leopoldo Calvo-Sotelo dejó vivo recuerdo de su esfuerzo, talento y saber hacer, la efigie de nuestro compañero y colegiado de honor, el presidente del Gobierno Leopoldo Calvo-Sotelo.

Entre los ingenieros de Caminos que más han brillado en el liderazgo del sector público destaca sobremanera la figura de Leopoldo Calvo-Sotelo, en un tiempo trascendental para culminar el proceso de Transición a la democracia de nuestro país. También por su capacidad de servicio al Estado y su abne-



Efigie de Leopoldo Calvo-Sotelo

gado trabajo representa un modelo de prudencia y equilibrio para generaciones de servidores públicos en la Administración de nuestro país.

Hoy, además de este acto de tanto significado, se pone en marcha, al mismo tiempo, el Premio al Liderazgo en el Sector Público, que llevará su nombre y con el que la FUNDACIÓN CAMINOS, en sintonía con el Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, desean impulsar la proyección pública de los ingenieros de Caminos, poniendo de relieve el destacado papel modernizador e innovador de una profesión que juega un papel determinante para el progreso del conjunto de la sociedad.

Con esta donación queremos simbolizar el reconocimiento que todos los españoles, y de manera muy especial, todos los ingenieros de Caminos, rendimos a la figura de nuestro presidente y, en nuestro caso, de nuestro compañero, Leopoldo Calvo-Sotelo”. **ROP**

Rafael Izquierdo y la Historia



José María Menéndez Martínez

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Catedrático de la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad de Castilla La Mancha

Resumen

La figura de Rafael Izquierdo como catedrático de Transporte, como consultor y como investigador dentro de esta área de la ingeniería es de sobra conocida entre los profesionales del sector. A él se debe el impulso definitivo de la docencia en Economía del transporte y bajo su tutela surgió la primera promoción de profesores universitarios que han impartido estos conocimientos en buena parte de las universidades españolas. El contenido de este artículo no pretende incidir, sin embargo, en ninguno de los asuntos económicos o ingenieriles de entre los que él auspició; trata más bien de un aspecto complementario de su inquietud intelectual: la pasión por la Historia. En las próximas páginas, de manera sucinta, se narra el proceso de nacimiento, desarrollo y, triste es decirlo, desaparición del “Centro de Estudios históricos del Transporte”, formado por un grupo de jóvenes investigadores que, a lo largo de más de una década, produjeron interesantes trabajos convertidos luego en artículos, libros y tesis doctorales. Todo ello bajo la dirección y el entusiasta empuje del profesor Izquierdo.

Palabras clave

Historia del transporte, financiación de infraestructuras de transporte, desarrollo de la red de transporte

Abstract

The stature of Rafael Izquierdo as a professor of Transport and as a consultant and researcher within this area of engineering is widely appreciated by professionals in the sector. He was responsible for promoting the teaching of transport economics in Spain and the first university lecturers to teach the subject in many Spanish universities all came under his tutelage. However, this article does not wish to dwell on any of the economic or engineering aspects brought to light by the professor, and instead focuses on another aspect of his intellectual concerns and, namely, his passion for history. This article succinctly describes the creation, development and unfortunate demise of the “Centre of historic transport studies”, formed by a group of young investigators who, for over a decade, produced interesting work that would be transformed into articles, books and doctoral theses, all under the watchful and enthusiastic eye of Professor Izquierdo.

Keywords

History of transport, funding of transport infrastructure, development of the transport network

Rafael irrumpió en la Escuela de Madrid (y el verbo no es ocioso) al inicio de la década de los ochenta. Venía de Santander donde había ganado su cátedra en una asignatura que entonces se llamaba Economía y Coordinación del Transporte. Era la asignatura que él aprendió a enseñar en Madrid, a las órdenes de Carlos Roa, a quien ahora sustituiría por jubilación. Se había formado bien: además de ingeniero de Caminos tenía ya la licenciatura en Económicas, había colaborado con el Banco Mundial, era copropietario de una pequeña empresa de consultoría y conocía muy bien el funcionamiento del Consejo Superior de Transportes Terrestres y de Renfe, empresa en la que prestó servicios hasta 1975.

Por lo que a mí respecta, debo decir que con su llegada a la Escuela me vino Dios a ver. En efecto, por aquellos días

me hallaba yo pletórico de ilusiones docentes (que añadir “e investigadoras” sería mucho pretender) y, al mismo tiempo, completamente desorientado a la búsqueda de un tema y un director de tesis que se prestaran a acogerme bajo su protección. Lo había intentado ya, sin mucho éxito, en las áreas de matemáticas, geotecnia e hidráulica. Era obvio que mi expediente no me permitía presentarme en aquellos ámbitos sacando pecho. Sin embargo, y para mi sorpresa, Rafael, como ahora contaré, no sólo me aceptó sino que lo hizo sin ninguna reserva.

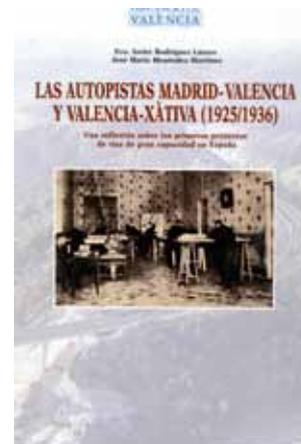
Nuestro primer encuentro se produjo en los pasillos; tanto su corte de pelo como el resto de sus hechuras lo convertían en personaje inconfundible y, por ello, resultaba muy fácil abordarle al paso. Ya en la segunda reunión, más formal,

en su despacho recién estrenado, me di cuenta de que sus proyectos eran consistentes, atractivos y muy ambiciosos y de que, por sorprendente que me pareciera, mi modesta petición podía encajar en sus planes. En la corta distancia, Rafael me pareció embarullado al hablar, desordenado en el gesto y, sobre todo, apasionado, desbordante en la expresión de sus ilusiones. Quedé seducido por su proyecto y por su persona. Rafael irradiaba entusiasmo.

Sobre la marcha dejó fijado su plan para conmigo con precisión teutónica: primero, compartiría la docencia entre la cátedra de matemáticas, a la que me hallaba inscrito, y la de transporte. Segundo, al curso siguiente me concentraría en exclusiva en las asignaturas de transporte que, para entonces, eran dos; y tercero, una vez consolidado mi conocimiento y mi formación en esa área, abríamos una novedosa línea de investigación: los estudios históricos vinculados a los servicios y las infraestructuras del transporte, de la que mi futura tesis sería la primera piedra. “¡Pero yo no sé nada de historia!” –le comenté, aturdido–. “No importa –me respondió, sin hacerme mucho caso– yo tampoco, pero es un asunto en el que me apetece trabajar desde hace tiempo”.

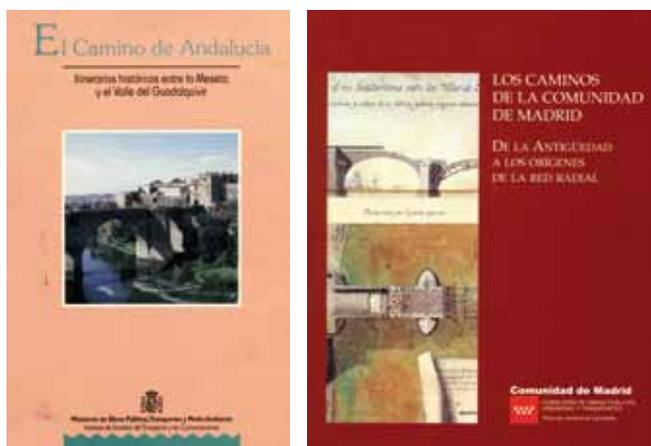
Todo ocurrió tal cual estaba previsto y nunca le agradeceré a Cristóbal Mateos, entonces catedrático de Cálculo y Álgebra, la generosidad con que me facilitó las cosas. El resto de los rozamientos que el sistema ofrecía a sus planes no hace al caso describirlos ahora, pero los esfuerzos que él hizo para superar escollo tras escollo hasta la victoria final los guardo en mi corazón. Así que, tras varias largas estancias en el Archivo Nacional de Simancas, colocamos la primera piedra.

Y nunca mejor dicho, porque mi tesis era una piedra, una tosca piedra, desde su título “La construcción y financiación de las carreteras españolas en la segunda mitad del siglo XVIII” hasta su soporífera redacción cargada de hojarasca, pasando por sus abstrusas e irregulares conclusiones. En cuántas ocasiones a lo largo de los años siguientes recordáramos los dos, a veces con rubor y siempre con humor, la ingenuidad y la impericia con la que encaramos ambos (doctorando y tutor) aquella tarea que tan ancha nos venía. Y, al mismo tiempo, el desmedido entusiasmo con el que nos lanzamos al proyecto. Había que vernos desanudando legajos polvorientos y tratando de anudarlos de nuevo, después de leídos, según exigía la norma. En Simancas aprendimos lo que era un “balduque”, término que a fecha de hoy sobrevive sumido en el arcano de la arqueología administrativa.



Sea como fuere, el paso estaba dado. Contando con la benevolencia de Enrique Balaguer, que había presidido mi tribunal de tesis y era entonces director general de Carreteras, logró Rafael que se nos dotara de un pequeño presupuesto para desarrollar un plan que para aquellos días resultaba titánico por su rareza y por su envergadura: se trataba de fotocopiar y enviar a la Escuela de Madrid todos los expedientes de carreteras que se guardaban en Simancas, para facilitar con ello la puesta en marcha de futuras investigaciones. Ese ingente material que, acompañado de numerosos planos, escondía los secretos del nacimiento y desarrollo de la red radial sería el embrión que dio vida al Grupo de Estudios Históricos, el GEH, la interesante iniciativa que Rafael puso en marcha y que a lo largo de los años siguientes rendiría una amplia producción científica en forma de estudios, artículos, libros y tesis doctorales.

Con los documentos ya en Madrid, las tareas de vaciado de la información exigían habilidades específicas. Lo primero fue, por tanto, superar la actitud *amateur* que nos movió al principio y sustituirla por una razonable dosis de profesionalismo. Esto afectaba en primer lugar a la selección y formación de los becarios: los examinábamos de Historia del XVIII como si hubieran leído a Anés y a Domínguez Ortiz. Los aspirantes tenían que saber quién fue y cómo se llamaba el séptimo conde de Aranda, y otro tanto el de Floridablanca, y lo que hizo Múzquiz y en qué año se marchó de España Leopoldo de Gregorio y que un ministro de Hacienda no era más que el contable de las obras de un camino y que cuando en un documento se advertía que un grupo de peones se habían ido a hacer su agosto eso quería decir que habían dejado el tajo para subcontratarse como segadores. Por último, había que entender la letra de los chupatintas de la Secretaría de Estado y datar bien los legajos: saber



que '9bre' y '10bre' querían decir noviembre y diciembre, respectivamente.

El resultado fue el inevitable: lo mejor de nuestros colaboradores provino siempre de la Facultad de Letras y, si me permite desvelar el impertinente secreto, que el GEH se nutriera preferentemente de estudiantes y recién graduados que pensaban de manera distinta a la nuestra, trabajaban a otro ritmo e incluso hablaban y hasta vestían de forma diferente, ese ambiente multidisciplinar (que diríamos haciendo uso de un lenguaje que aún no estaba de moda) fue realmente vivificante para todo lo que vino después.

Lo que vino después fue un periodo de inusitado interés por nuestro trabajo, en el que las habilidades de Rafael para buscar apoyo financiero y patrocinio para la publicación de los estudios que nos interesaba realizar se mostraron notables.

Tras la publicación de un par de artículos en la revista Estudios de Transportes y Comunicaciones, asociados a la primera tesis, se nos invitó a tomar parte en la preparación de una exposición con la que el Ministerio (todavía de Obras Públicas) quería dar a conocer sus objetivos y sobre todo mostrar una cierta actitud renovadora en materia de estructuración de la red viaria. Esta actitud quedaba plasmada en el nuevo Plan de Carreteras 1984-91, por entonces en fase de redacción. La oportunidad nos convirtió en comisarios de hecho de la exposición y nos dio ocasión de que los delineantes de la DGC (entonces había delineantes) prepararan a nuestro pedido una colección de hermosos mapas en los que desde los romanos hasta Felipe González, que ya es decir, fuimos desgranando uno a uno los hitos, grandes y medianos, de nuestra planificación de carreteras.

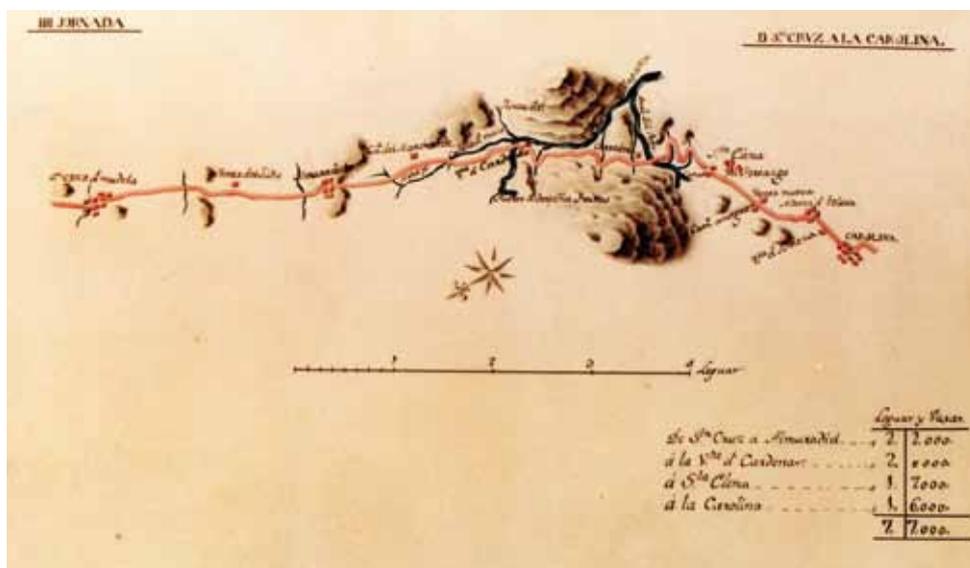
Simultáneamente, se nos encargó redactar el capítulo I del Plan que se imprimió con el título de "Notas históricas sobre la Planificación de Carreteras en España". En la medida de nuestras modestas fuerzas, el libro trató de deshacer la descuidada hipótesis que atribuía a Bernardo Ward la autoría del Plan de Carreteras Radiales de Carlos III. A cambio, intentamos colocar a éste último, con su Real Decreto de 10 de junio de 1761 y a su ministro Esquilache (que para nosotros hacía el papel de "bueno", contra la tradición de los manuales) en la categoría de verdaderos protagonistas del proyecto. Además de eso, desempolvamos mucho material legislativo del XIX con que se completaba la información más conocida hasta entonces.

La exposición, que se celebró en el Palacio de Cristales del Retiro, resultó todo un éxito y el tomo I del Plan fue amablemente juzgado por los entendidos. Sin embargo, la autoridad competente quedó algo amostazada porque exposición y libro evidenciaban que la idea de dar al Plan 1984-91 el pomposo nombre de Primer Plan de Carreteras del Estado resultaba algo ingenua. En rigor histórico-administrativo, al dicho Plan le correspondía el séptimo lugar en la lista. En todo caso, nadie nos echó la culpa de aquello.

Más bien al contrario. Algún tiempo después, cuando la vida del Plan 1984-91 se apagaba y el Ministerio, ahora de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, centraba su atención en el gran salto a la modernidad que supondría la inauguración del nuevo eje ferroviario de alta velocidad entre Madrid y Sevilla, fue encargado el GEH de la redacción de un libro que, haciendo una batida por los itinerarios históricos entre la Meseta y el valle de Guadalquivir, terminaba precisamente en los 471 km del nuevo trazado del AVE.

Entre una notable lista de interesantes planos, fotos y documentos, el libro incorporaba una joya hasta entonces nunca publicada: la colección de doce laminas iluminadas con los "Planos particulares que por jornadas representan a la larga la dirección y figura de la carretera de Andalucía, nuevamente abierta hasta Cádiz, de orden del Excelentísimo Señor conde de Floridablanca" datados alrededor de 1790, fecha en que se dio por concluido el paso de Despeñaperros, un hito comparable en el siglo XVIII con la magnitud del que en 1992 llenaba de satisfacción al ministerio y a la sociedad española.

El ministro Borrell subrayaba, con acierto, en la presentación del libro: "Para el viajero de nuestros días que recorre el



itinerario Madrid-Sevilla en apenas el tiempo para leer el periódico, sin duda alguna resultará chocante que a finales del siglo XVIII el tiempo necesario para completar este viaje fuera alrededor de 100 veces el actual, y ello a un coste relativo de aproximadamente 10 veces el que pagan los usuarios de nuestros días. Viajar era un privilegio, sí, y a menudo también un doloroso engorro. La lectura de trabajos como este nos ayuda a mantener la memoria histórica y a no perder de vista la entidad del salto cualitativo que para la colectividad supone poner en manos de todos (no solo de unos pocos) el ejercicio del derecho a la movilidad”.

Los que participamos en la redacción y documentación de este libro difícilmente podremos olvidar el goce de los descubrimientos en los archivos o el de patear de oeste a este, desde la Vía del Calatraveño al Puerto del Rey, todos los caminos de lo Sierra Morena.

Mientras todo esto sucedía Rafael buscaba nuevas áreas de actividad y nuevas fuentes de financiación para el equipo de becarios. El resultado más interesante fue la firma de un acuerdo marco con la Comunidad de Madrid que en su condición de institución apenas estrenada se hallaba deseosa de dar noticia de sus proyectos y de sus logros. Como resultado de este Acuerdo quedaron a nuestra disposición los fondos del Archivo de la Antigua Diputación Provincial lo que nos permitió ampliar nuestra perspectiva en la redacción de una colección de estudios sobre la historia de las carreteras radiales

desde los primeros intentos de superar los puertos de Somosierra y Guadarrama o de franquear el Jarama y el Tajo. De aquellos estudios surgieron tres publicaciones la primera del año 90 y la última del 2001, repescada de la estantería en la que por falta de presupuesto quedó arrumbada por varios años.

Las tres respondían a una estructura similar tanto en el índice, fundamentalmente cronológico como en el manejo de las fuentes (Archivo de Simancas, Archivo Histórico Nacional, Servicio Histórico Militar, Servicio Geográfico del Ejército Archivo del MOP y, por supuesto, Archivo de la Diputación Provincial de Madrid). Todo ello acompañado de las visitas de campo en las que acabábamos por localizar mojones, arcos de sillería, alcantarillas, tramos abandonados de vías con firmes de macadam o de adoquinado, casetas de peones y, en fin, todo aquello que por milagro o como resultado del amoroso celo de algún compañero de profesión no se había llevado por delante, todavía, ni la mototrailla, ni la compactadora, ni el ripper. Como botón de muestra y sin salir del casco urbano de Madrid quien lo desee, si viaja por la M-30 hacia el norte justo antes del desvío que conduce a la calle Arroyofresno, puede ver un mojón leguario con un vistoso chapitel que delata su construcción como contemporánea de la puerta de hierro. Si se le mira con atención se puede leer en una de sus caras: “Al Pardo media legua”. Se trata de un mojón “indultado” por la administración autonómica como resultado de la lectura de uno de nuestros estudios.

Las revistas de la profesión nos abrieron también sus puertas y en ellas publicamos monografías cada vez que las tareas de lectura de documentos de nuestro “mini-archivo de Simancas” nos ofrecían algún fruto interesante. Lo hicimos tanto en la ROP como, ocasionalmente, en OP. Por aquellos días el espíritu de Grupo que trabaja con un proyecto que es de todos debió pasar por momentos de particular exaltación, lo digo porque revisando papeles para hilvanar estas notas he encontrado algún artículo en que los autores renunciábamos a la autoría personal y firmábamos GEH.

Otras dos cosas interesantes más sucedieron en este periodo: Lo primero fue la lectura de la tesis doctoral de Teresa Sánchez Lázaro, sobre la figura del ingeniero Calos Lemaur, transformada luego en un libro que, como después sucedería en varias ocasiones, se publicó dentro de la colección Ciencias, Humanidades e Ingeniería, del Colegio, con el título: “Carlos Lemaur y el canal de Guadarrama”. Lo segundo fue la publicación del libro “Notas históricas sobre la integración de la carretera en el medio ambiente (1750-1925)” que, con el patrocinio de la Asociación Española de la Carretera, fue elaborado por Javier Rodríguez, Susana Arbaizar y Almudena Fontanals dirigidos por Andrés Monzón, quien por aquellos días estaba ya incorporado al Departamento de Transporte.

La última ayuda institucional que supo encontrar Rafael en este periodo tuvo que ver con su anterior etapa de catedrático en la Universidad de Cantabria. Fue en este caso la Autoridad Portuaria de Santander la que le propuso realizar un estudio sobre el compromiso secular del Real Consulado de la ciudad en materia de construcción de caminos que facilitarían la transferencia de mercancías entre su puerto y las regiones del interior. Aprovechando en esta ocasión ciertos manuscritos que se encontraban en la Biblioteca de la Escuela de Madrid, y que hasta la fecha habían pasado desapercibidos porque su contenido no se correspondía con el de su ficha de catálogo, completó Rafael un interesantísimo trabajo en el que entre otras cosas analizaba las razones que justificaron a lo largo del XIX la consolidación del Puerto del Escudo como punto de paso de Cantabria a la Meseta por oposición al de Lunada, que muchos consideraban más eficiente para abrir una comunicación simultánea hacia Burgos y La Rioja.

En la segunda parte de la década de los noventa la actividad investigadora del Grupo había ampliado considera-

blemente su abanico temporal y los Archivos de Simancas e Histórico Nacional dejaron de ser la fuente por antonomasia de nuestros trabajos. El siglo XX y con él el Archivo General de la Administración nos abrieron su puertas. De este nuevo impulso surgió un proyecto de investigación que dio como resultado una interesante tesis doctoral, la tercera del Grupo, que alcanzaría premio extraordinario en el año 1997. Su autor Javier Rodríguez Lázaro la convirtió luego en un libro titulado “Las primeras autopistas españolas (1925-36)”, que, de nuevo, quedó incorporado a la colección Ciencia Humanidades e Ingeniería de nuestro Colegio Profesional. Aun hubo, a partir de ese mismo material, una nueva publicación del Grupo financiada por la Diputación Provincial de Valencia quien se interesó en un estudio monográfico de los ejes Madrid-Valencia y Valencia-Xativa, dos de los más importantes proyectos que se estudiaron en aquel periodo.

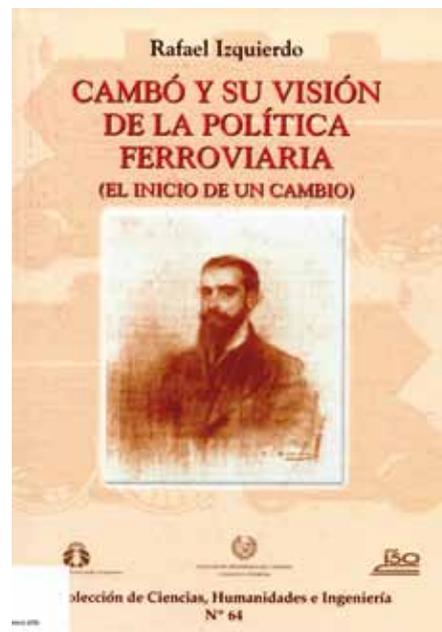
Para el inicio de la nueva década (que era nuevo siglo y nuevo milenio) buena parte de los miembros del Grupo se dispersaron a la búsqueda de una estabilidad que la condición de becario no podía ofrecer o tentados por otras ofertas. De hecho solo Javier Rodríguez acompañó a Rafael en la tarea de mantener viva por algún tiempo más la idea que dio vida al GEH y ambos publicaron para la Fundación Corell en el año 2003 un interesante trabajo titulado “Evolución histórica de los servicios de transporte de viajeros y mercancías por carretera en España, en el siglo XX”.

El último trabajo del Grupo lo hizo Rafael en solitario (valga la ironía) y para que todo tuviera más sentido versaba sobre el ferrocarril, porque le apasionaba el ferrocarril, para lo bueno y para lo malo.

Entre sus proyectos sobre publicaciones relacionadas con el desarrollo y las vicisitudes del sistema ferroviario español el que más le complacía era recoger en un libro las opiniones de todos los presidentes de Renfe al menos desde Carlos Mendoza o Leopoldo Calvo-Sotelo, los primeros cuya ejecutoria conoció de cerca hasta llegar a Miguel Corsini. Incluso tenía preparado un pequeño cuestionario sobre el que encauzar las entrevistas previas. Lo cierto es que el paso de los años hacia cada vez más dificultoso el proyecto pero no menguaba su deseo de aportar valor al estudio de la historia del ferrocarril en España.

Al final optó por centrarse en otro de los asuntos que siempre le habían preocupado: la crisis ferroviaria posterior al

final de la primera guerra mundial, lo que en la España de aquellos días se llamó “el problema ferroviario”. Fue así como nació “Cambó y su visión de la política ferroviaria (el inicio de un cambio)” en el que utilizando como hilo conductor la biografía de quien durante un breve periodo de tiempo fue ministro de fomento en la monarquía de Alfonso XIII desgranaba las claves del proceso que acabó en el Estatuto ferroviario y en última instancia, tras el paréntesis de la guerra civil, en la nacionalización de las compañías y la creación de RENFE. Su trabajo, prologado por el propio Miguel Corsini en su condición de presidente de la Fundación de los Ferrocarriles españoles incorporaba un segundo prólogo esta vez de J. M. Villar Mir, presidente del Colegio de Ingenieros de Caminos. Había una buena razón: de nuevo la colección Ciencias Humanidades e Ingeniería acogía una publicación de contenido histórico, la última en la que Rafael pondría su atención y su esfuerzo. **ROP**



Referencias

- ARBÁIZAR, Susana, FONTANALS, Almudena, y SÁNCHEZ, Teresa, MENÉNDEZ, José María (1993) El Camino de Andalucía. Itinerarios históricos entre la Meseta y el Valle del Guadalquivir. MOPTMA, Madrid.
- ARBÁIZAR, Susana, y RODRÍGUEZ, Francisco Javier (1995) La vía histórica Madrid-El Escorial. El transporte y las comunicaciones. Comunidad de Madrid, Madrid.
- FONTANALS, Almudena (1994) “La variante de El Molar en la carretera general de Madrid a Irún (siglo XIX)”, Revista de Obras Públicas, 3.327, pp. 75-92.
- GRUPO DE ESTUDIOS HISTÓRICOS (1996) “Los caminos y el territorio en España en el siglo XVIII”, OP, 36, pp. 90-95.
- (1996) “El nacimiento de la red radial. La construcción de caminos en Madrid durante la segunda mitad del siglo XVIII”, OP, 27, pp. 14-27.
- IZQUIERDO, Rafael (2000) Cambó y su visión de la política ferroviaria (el inicio de un cambio). Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid.
- (1996) El Real Consulado de Santander y el impulso de las obras públicas. Una referencia al Camino de la Rioja, 1785-1829. Autoridad Portuaria de Santander, Santander.
- IZQUIERDO, Rafael, et al. (1999) “Evolución del transporte terrestre”, Revista de Obras Públicas, 3.388, pp. 38-50 (número extraordinario dedicado al bicentenario del Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos).
- MENÉNDEZ, José María (1990) “Administración y contratistas de obras públicas en la España Ilustrada”, Informes de la Construcción, 407, pp. 43-52.

- (1987) La construcción y financiación de la red de caminos de España en la segunda mitad del siglo XVIII. Tesis doctoral inédita. ETSI de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid.
- (1984) “Antecedentes históricos”, en MOPU. Plan General de Carreteras 1984/91, vol. 1. MOPU, Madrid.
- MENÉNDEZ, José María, SÁNCHEZ LÁZARO, Teresa, y MARCÉNIDO, Luis (1990) Evolución histórica de los itinerarios del Noroeste de la Comunidad de Madrid. Comunidad de Madrid, Madrid.
- MENÉNDEZ, José María, et al. (1991) Evolución histórica de los itinerarios del Noreste de la Comunidad de Madrid. Comunidad de Madrid, Madrid.
- RODRÍGUEZ, Francisco Javier, y MENÉNDEZ, José María (2001) Los caminos de la Comunidad de Madrid. De la Antigüedad a los orígenes de la red radial. Comunidad de Madrid, Madrid.
- (1999) Las autopistas Madrid-Valencia y Valencia-Xàtiva (1925/1936). Una reflexión sobre los primeros proyectos de vías de gran capacidad en España. Diputació de Valencia, Valencia.
- RODRÍGUEZ, Francisco Javier, ARBÁIZAR, Susana, y FONTANALS, Almudena (1994) Notas históricas sobre la integración de la carretera en el medio ambiente (1750-1925). Asociación Española de la Carretera, Madrid.
- RODRÍGUEZ, Francisco Javier (2004) Las primeras autopistas españolas, 1925/1936. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid.
- RODRÍGUEZ, Francisco Javier E IZQUIERDO, Rafael (2002) Evolución histórica de los servicios de transporte de viajeros y mercancías por carretera en España en el siglo XX. Fundación Francisco Corell, Madrid.

La política de transportes de la Unión Europea



Óscar Martínez Álvaro

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Profesor Titular de Transportes. UPM

Resumen

La denominada “Política Común de Transportes” se considera unos de los pilares de la construcción europea. Sin embargo, los fracasos reconocidos han sido muchos y la situación actual presenta muchas lagunas. Mientras el transporte por carretera sigue fragmentado por las fronteras nacionales, el ferroviario se ha embarcado en un largo experimento de resultados dudosos, el marítimo se encuentra en una situación intermedia y el único modo en el que se puede hablar de éxito es en el aéreo.

Palabras clave

Transporte, Unión Europea, Política, Carretera, Ferrocarril

Abstract

The so-called “Common Transport Policy” is considered to be one of the pillars of the European integration. However, plenty of failures are prominent and the current situation presents many gaps. While road transport remains fragmented along national lines, the rail has embarked on a long experiment of doubtful results, shipping is in an intermediate situation and the only mode with an undeniable success is the air.

Keywords

Transport, European Union, Policy, Road, Railway

1. Rafael Izquierdo y la Política Común de Transportes.

“Rafael Izquierdo. Catedrático de Transportes. Profesor Jean Monnet”. Vaya. Eso de “Profesor Jean Monnet”, debía ser algo grande. Yo sabía que Jean Monnet había sido uno de los impulsores de la Comunidad Europea, de eso a lo que aspirábamos los españoles en los años 80. Tras la larga noche de una dictadura anacrónica, con el recuerdo fresco de un golpe de estado fallido, en un país en el que las huelgas generales eran casi cotidianas, en el que las bombas y los tiros en la nuca habían costado la vida a centenares de personas, en esa España que ahora afortunadamente parece remota, la Comunidad Económica Europea era el anhelo de todos.

Y, claro, habiendo escogido en mi carrera la especialidad de Transportes, y trabajando en el Instituto de Estudios de Transportes, era normal que me interesara la política de transportes de la Comunidad. Tras muchas horas estudiándola gracias a una beca de la Fundación Juan March, quedé con ese catedrático de Transportes que era “Profesor Jean Monnet” para ver si el tema daba para una tesis. Y dio. Rafael, con su proverbial energía, me apoyó defendiendo ardientemente la política común de

transportes. Yo era más escéptico y las conclusiones de mi tesis no eran plenamente compartidas por Rafael. Yo no veía que fuera previsible ni a medio plazo una “Política Común de Transportes” de verdad...

2. Tras tres décadas sin hacer nada...

Afortunadamente para el lector, las normas de publicación de esta revista son estrictas con la extensión de los artículos, y no es posible comentar aquí todos los primeros pasos de la Política Común de Transportes. Basta con recordar que el Tratado de Roma, fundacional de la Comunidad Económica Europea (CEE), establecía que debía formular una “política común de transporte”. Pero no definía su contenido, más allá de que el ámbito era la carretera, el ferrocarril y la vía navegable.

Es conocido que los progresos fueron muy lentos al principio y tan sólo se alcanzaron acuerdos de mínima relevancia. La situación llegó a tal deterioro que el Parlamento Europeo tomó la iniciativa sin precedentes de llevar al Consejo ante el Tribunal de Justicia por no desarrollar la política común de transportes obligada por el Tratado de Roma. Fue lo que se conoció como el “Recurso de



carencia”. Con su sentencia de mayo de 1985, el Tribunal condenó al Consejo por inacción.

La sentencia insufló nuevos ánimos a la Comisión y, dentro de su “Libro Blanco sobre el mercado interior” de 1985, hizo referencia específica al transporte y estableció objetivos que debían alcanzarse antes de 1992. A raíz de ello, ese mismo año el Consejo definió su propia hoja de ruta: mercado libre sin restricciones cuantitativas antes de 1992, con objetivos para todos los modos de transporte incluyendo al marítimo y al aéreo, así como a las infraestructuras.

3. ... Tratados, Libros Blancos y avances desiguales...

En la práctica, el primer paso importante fue que, en 1986, el Acta Única Europea sustituyó la decisión del Consejo por voto unánime a voto por mayoría cualificada en materia de transporte aéreo y marítimo. Precisamente en los ámbitos que no abarcaba la política común, se abría la puerta a levantar el bloqueo típico de décadas anteriores.

Fruto de ello, en 1986 se adoptó el primer paquete de reglamentos orientado a abrir los mercados de servicios marítimos. Y en 1989 se estableció un segundo paquete que permitía a empresas de un país de la UE ofrecer servicios de transporte marítimo dentro de otro país: se había

liberalizado el cabotaje marítimo. Subsistían problemas sobre los puertos, pero los servicios quedaban encajados en el espíritu comunitario.

Solo un año después, en 1987, se aprobó el “primer paquete” de medidas sobre el mercado de transporte aéreo. En 1990 se aprobó el segundo y en 1992 el tercero y más relevante. Así, en solamente cinco años, se eliminaron todas las restricciones comerciales para las líneas aéreas europeas.

Y, en 1992, año de tantos aniversarios, el Tratado de Maastricht formalizó la creación de las redes transeuropeas. Otro ámbito no incluido en las previsiones iniciales de la Política Común de Transportes cobraba relevancia, aunque de manera más simbólica que efectiva, pues los fondos previstos eran escasos.

En transporte terrestre las cosas presentaban tan solo mínimos progresos. Pero la Comisión seguía redactando propuestas y en 1992 presentó un “Libro Blanco sobre el curso futuro de la política común de transportes”, en el que hacía hincapié en la necesidad de apertura de los mercados de transporte a la competencia, y aparecía por vez primera el principio de “movilidad sostenible”.

Nuevamente, mientras casi todas las previsiones se frustraban, se produjo un avance no planificado con anterioridad: en 1997 el Tratado de Ámsterdam otorgó al Parlamento Europeo competencias de codecisión con el Consejo en casi todos los aspectos de la política de transportes, elevando el rango cualitativo del transporte e introduciendo matices democráticos en el proceso decisorio.

La Comisión, inasequible al desaliento, siguió publicando Libros Blancos y Verdes, redactando Comunicaciones diversas, proponiendo estrategias. Aparte de otros, en 2001 presentó un Libro Blanco de título espectacularmente atractivo: “La política Europea de transportes de cara al 2010: la hora de la verdad”. La Comisión pretendía eliminar la correlación entre el crecimiento económico y el aumento del tráfico (“decoupling”), intentando reanimar al transporte ferroviario y apostando por la eliminación de los cuellos de botella en las infraestructuras. Y, tras otros documentos de menor alcance, en 2011 presentó otro Libro Blanco, denominado “Hoja de ruta hacia un espacio único europeo de transporte” que incidía en la necesidad de completar el mercado interior de los transportes, asumiendo las infraestructuras como pieza clave

de la política y buscando una reducción de la emisión de gases de efecto invernadero que solo era posible con una potenciación del ferrocarril que debería captar en 2030 el 30 % del transporte de mercancías por carretera y en 2050 más del 50 %.

Viendo esto, es posible pensar que ya existe una política de transportes de la UE, con compromisos tangibles. Si por política se entiende “propuestas de la Comisión”, desde luego que la hay. Pero también había propuestas hace treinta años y el Tribunal dictaminó que no había política. La diferencia es que ahora hay también resultados, poco equilibrados, pero los hay: mientras que en el transporte marítimo y, sobre todo, en el transporte aéreo, se han dado pasos enormes, ni del transporte por carretera ni del transporte ferroviario puede decirse lo mismo.

4. ... que dejan estancado al transporte por carretera...

Desde la década de los noventa, han visto la luz muchas normas para armonizar aspectos diversos del transporte por carretera, como los requisitos para ser transportista y las horas de conducción.



Tradicionalmente, el transporte por carretera entre Estados miembros solo era posible según acuerdos bilaterales que establecían cuotas. Entre mediados de los ochenta y mediados de los noventa, se suprimieron todas las restricciones cuantitativas y el acceso al mercado quedó sometido únicamente a la disponibilidad de una licencia comunitaria homologada.

Excelente medida, pero tímida. Lo que está liberalizado es el transporte entre países, pero del transporte interior a un país (“cabotaje”) solo está liberalizado el “cabotaje consecutivo”: un transportista que, con motivo de un transporte internacional, se encuentre en otro país, puede volver hacia la frontera con carga, pero en no más de tres operaciones en los siete días siguientes a un trayecto internacional. Y, además, cualquier Estado puede reclamar el cierre del mercado a transportistas de otros países si se altera gravemente su mercado.

El caso del transporte de personas es similar, aunque incluso más complejo por la existencia de servicios regulares y discrecionales. Es decir, el transporte por carretera mantiene una reglamentación tan artificiosa como contraria al espíritu comunitario. Un cínico podría decir que el tratamiento dado al transporte por carretera sí que es una política de transporte, pero una política contraria a los principios de la UE.

5. ... y en un desbarajuste al ferrocarril...

Para la Comisión, el ferrocarril ha sido siempre el modo de transporte de más futuro, pero que precisa de competencia y, para ello, considera necesario separar infraestructura y servicios. Ya en 1991 y 1995 se aprobaron las primeras directivas sobre separación de infraestructura y de explotación, fijando los criterios para obtener licencia las empresas ferroviarias. Las empresas operadoras debían cumplir unos requisitos conceptualmente similares a los aplicados a las empresas de carretera. Además, la existencia de potentes monopolios nacionales hizo necesario regular las condiciones de adjudicación de capacidad y los precios por el uso.

Pero este enfoque precisó múltiples retoques. En 2001 se aprobó el “primer paquete” ferroviario, enfatizando la necesidad de separar (al menos contablemente) infraestructura y explotación ferroviarias, obligando a la apertura de las redes y clarificando los procedimientos de adjudicación de capacidad. Tres años más tarde, en 2004, se aprobó un segundo paquete sobre seguridad e interoperabilidad, adelantando las fechas previstas inicialmente para la liberalización del transporte de mercancías. Y en otros tres años más (ya en 2007), se abordó la liberalización internacional del transporte de viajeros y la certificación de conductores de locomotoras.





Pero este ritmo legislativo no puede ocultar el fracaso: en Junio de 2008, la Comisión inició procedimiento de infracción a 24 Estados Miembros por incumplimiento de sus obligaciones en materia ferroviaria, en Octubre de 2009 emitió Dictamen motivado en contra de 21 Estados y en Junio de 2010 adoptó la decisión de llevar ante el Tribunal de Justicia de 13 Estados.

Para reconducir tal situación, la Comisión presentó el “cuarto paquete” en enero de 2013, reafirmando la separación de las infraestructuras y de los servicios, estableciendo procedimientos de protección de los trabajadores en caso de traspaso de personal. Pero los sindicatos europeos declararon al 9 de octubre como “Día de Acción en Europa contra el Cuarto Paquete Ferroviario”, mientras el Consejo se resistía a aceptar que la seguridad ferroviaria nacional pudiese quedar en manos de un órgano comunitario.

El hecho es que, aunque algunos países han avanzado totalmente en la separación de infraestructuras y servicios, creando todas las instituciones precisas, las empresas privadas son cautas en la entrada y sus cuotas de mercado son simbólicas. Y hay países, como Alemania, en los que la separación de infraestructuras y servicios es puramente contable, perteneciendo ambas a la misma organización. Y otros, como Francia, en los que el monopolio de facto sigue inmutable.

Mientras, en el resto del mundo se sigue manteniendo la integración vertical, desde las gigantes empresas públicas

de China, hasta las cotizadas en bolsa de Canadá y Estados Unidos. El único mercado realmente separado es el del Reino Unido. Allí, Margaret Thatcher troceó British Rail en mil pedazos, vendiendo la infraestructura (Railtrack), licenciando los servicios de pasajeros, liberalizando los servicios de carga y colocando en el mercado desde el material rodante hasta los sistemas de comunicaciones. Pero la experiencia tiene un fin trágico en lo tocante a infraestructuras: en 2002, tras una inevitable quiebra, Railtrack fue recomprada por el Estado por 500 millones de libras, cifra muy alejada de los 1900 millones conseguidos en la oferta pública de venta de 1996, dando lugar al mayor litigio de la historia británica, que enfrentó a 49.500 accionistas minoritarios contra el Estado.

6. ... mientras el transporte aéreo es un contraejemplo realista

Viendo el panorama del ferrocarril y la carretera, es inevitable, como mínimo, una cierta perplejidad. Pero el transporte marítimo ha avanzado bastante más y, particularmente, el aéreo ofrece un ejemplo magnífico. Al principio, el transporte aéreo estaba regulado por acuerdos bilaterales de los Estados, pero el mercado se liberalizó mediante tres paquetes sucesivos de medidas que cubrían las licencias a las compañías aéreas, el acceso al mercado y las tarifas. Y eso en solamente cinco años.

La introducción de competencia ha sido brutal: en 1992, sólo había 93 rutas europeas cubiertas por más de dos compañías aéreas, y en 2011 eran 482. Y ha desapare-

cido el concepto de “compañías de bandera”: algunas (como Sabena) han desaparecido y otras se han unido para competir mejor (Iberia con British Airways, Air France con KLM). Cualquier compañía aérea comunitaria puede fijar libremente las tarifas para pasajeros y mercancías, así como acceder a cualquier ruta interior de la UE sin ningún permiso o autorización (con excepciones mínimas de obligaciones de servicio público).

Por otra parte, en el transporte aéreo la separación de infraestructuras y servicios es tradicional, y las asignaciones de capacidad están muy reguladas. Pero, a diferencia del ferrocarril, la legislación sobre las ayudas estatales es severa, superada la fase de las grandes recapitalizaciones públicas de las compañías aéreas de la década de 1990.

Pero no todo es perfecto en el sector aéreo. Los intereses nacionales siguen siendo el principal obstáculo para instaurar el “cielo único europeo”, esto es, que la gestión del tráfico aéreo no dependa de las fronteras nacionales y subsisten 28 espacios aéreos nacionales.

7. Una conclusión de todo ello

Nadie niega que el transporte sea una piedra angular de la integración europea y del mercado interior. Sin un buen transporte no puede haber libertad de circulación. Y, a lo largo de los últimos 60 años, algunos aspectos del transporte de la UE han progresado considerablemente. Pero subsisten situaciones kafkianas. Es inconcebible que un transportista de carretera tenga menos libertad de prestación que una compañía aérea. O que los Estados lleven más de dos décadas incumpliendo sistemáticamente las normas que ellos mismos han aprobado para cambiar de arriba abajo el sistema ferroviario. O que se gaste más en carreteras dentro de los programas de desarrollo regional que lo que se gasta dentro de la política de infraestructuras de transporte.

Lo que ocurre es que el transporte es solamente una pequeña parcela de la construcción europea en la que se materializa fácilmente el desacuerdo de decenas de gobiernos nacionales. Por eso estamos muy lejos de conseguir que haya una política de transportes continental. En este sentido, mi tesis llevaba razón.

Pero si el punto de vista es más amplio, si trascendemos nuestra pequeña parcelita, si pensamos en lo que ha cambiado Europa en menos de un siglo, si pensamos en un

continente que, tras haber sido barrido por las guerras más sangrientas de la historia, es el mismo continente en el que ya más de tres millones de jóvenes han estudiado dentro del programa Erasmus, si pensamos que ahora se puede cruzar desde Algeciras hasta más allá del Círculo Polar Ártico sin mostrar el pasaporte, en fin, la cosa es diferente. A pesar de sus defectos y del fracaso de algunas políticas sectoriales, Europa empieza a ser más que una idea.

Y Rafael Izquierdo, Profesor Jean Monnet, con una visión amplia, ayudó a marcar el camino para avanzar. **ROP**

Notas y referencias

- Comisión Europea:

- “*Completing the internal market*”. COM (85) 310
- “Libro Blanco sobre el curso futuro de la política común de transportes”. COM(92) 494
- “Hacia una tarificación equitativa y eficaz del transporte”. COM(95) 691
- “Tarifas justas por el uso de infraestructuras: estrategia gradual para un marco común de tarificación de infraestructuras de transporte en la Unión Europea”. COM(1998) 466
- “La política Europea de transportes de cara al 2010: la hora de la verdad”. COM(2001) 370
- “Hoja de ruta hacia un espacio único europeo de transporte: por una política de transportes competitiva y sostenible”. COM (2011) 144

- Martínez Álvaro, Óscar (1989) “Treinta años de política de transportes de la Comunidad Europea”. Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones.

Sobre la toma de decisiones en las inversiones en transporte



Mateu Turró

Catedrático de Infraestructura del Transporte y Territorio. Universitat Politècnica de Catalunya

Resumen

Rafael Izquierdo fue un pionero en la aplicación de técnicas de evaluación de inversiones en transporte. El mal uso de recursos públicos de estos últimos años puede atribuirse, por lo menos en parte, a la poca atención prestada a estas técnicas. El artículo hace unas consideraciones sobre la necesidad de aplicar el análisis coste-beneficio. Se explican algunas de las deficiencias del modelo clásico y se propone un conjunto de ideas sobre cómo incorporar de manera sistemática y racional los factores que condicionan, en la práctica, la toma de decisiones sobre las infraestructuras de transporte.

Palabras clave

Análisis coste-beneficio, rentabilidad de inversiones, infraestructuras de transporte

Abstract

Rafael Izquierdo was a pioneer in the application of transport investment analysis techniques. The incorrect use of public funds over recent years may be partly attributed to the little heed given to these techniques. This article makes a series of considerations regarding the need to apply cost-benefit analysis. The author explains some of the defects of the classic model and offers a number of proposals on how to systematically and rationally incorporate the factors that, in practice, condition the taking of decisions concerning transport infrastructure.

Keywords

Cost-benefit analysis, investment return, transport infrastructure

Recuerdo personal de Rafael Izquierdo

Conocí a Rafael Izquierdo cuando nos dio algunas clases de Economía del Transporte como ayudante de Carlos Roa. Aquel curso me hizo entusiasmar por un sector por entonces marginal dentro de la ingeniería de caminos y al que he dedicado mi vida profesional. A mi regreso de Estados Unidos, donde proseguí mis estudios, me encontré con Rafael quien, para mi sorpresa, no solo se acordaba de mí, sino que me ofreció trabajo en SENDA 3, una empresa que acababa de fundar. Mi interés por hacer una tesis sobre el valor de los ahorros de tiempo de viaje encajaba con el encargo recibido del Ministerio de confeccionar el primer manual de evaluación de inversiones de transporte. Nuestra relación profesional y de amistad continuaría aún después de dejar su empresa para convertirme en profesor de transportes en la nueva Escuela de Barcelona, donde Rafael dirigió mi tesis doctoral, la primera de la nueva escuela, y posteriormente durante mis 21 años en el Banco Europeo de Inversiones.

Durante este largo período en el BEI dedicado a la evaluación de inversiones, sobre todo en transporte y en desarrollo urbano, he podido adquirir una variada experiencia en el análisis de inversiones y en los procesos de toma de decisiones en grandes infraestructuras. Este artículo aporta algunas reflexiones sobre estos temas como modesto homenaje a quien tanto hizo para dotarlos de racionalidad, no siempre con el éxito que él hubiese deseado.

1. De los objetivos de las inversiones en infraestructuras

En las autocracias, las inversiones en grandes infraestructuras –y de transporte en particular– han sido vehículos de promoción personal (el pontifex romano), instrumentos de las políticas de defensa y dominación (las primeras autopistas alemanas) o vehículos para el enriquecimiento personal de individuos vinculados al poder. Hoy continuamos viendo en el mundo, de manera más o menos descarada, el uso espurio de los recursos públicos. Incluso



en las democracias, no siempre las inversiones públicas obedecen al interés general. Éste no es fácil de definir y son los representantes elegidos por la población los que deben interpretarlo a partir de sus programas de gobierno. En todos ellos se plantean una serie de objetivos que deberían enmarcar las decisiones de inversión. Uno de ellos, que ningún programa puede soslayar, es la eficiencia en el uso de los recursos escasos de la sociedad. El mecanismo utilizado para medirla es el análisis coste-beneficio (ACB), que permite una comparación adecuada de los recursos a invertir con los beneficios esperados. Con el ACB todos los efectos del proyecto se monetizan y “actualizan” a un año determinado para tener resultados coherentes.

La aplicación del ACB a las inversiones públicas se ha ido extendiendo desde los desarrollos innovadores de los años 1960/70 de grandes proyectos de transporte,

sobre todo en Gran Bretaña, y que sirvieron de modelo para todo el mundo, a otros sectores como el desarrollo urbano, la educación, la sanidad o la justicia que presentan todavía mayores dificultades de cuantificación. Porque, efectivamente, el principal problema con que se enfrenta el ACB es la correcta cuantificación de costes y beneficios y, sobre todo, su conversión en flujos monetarios a lo largo del ciclo del proyecto.

El ACB permite comprobar si los recursos dedicados al proyecto generan globalmente más recursos (o ahorros en el consumo de recursos) que los invertidos, teniendo en cuenta que el aplazamiento del consumo debe compensarse. Pero, siendo esta medida de la eficiencia una condición básica de una correcta toma de decisión, es evidente que el ACB no puede incorporar aquellos objetivos que no pueden cuantificarse y monetizarse adecuadamente pero que forman parte del programa

político del decisor. Hay, sin embargo, otros problemas vinculados sobre todo al entorno político que limitan mucho la capacidad del ACB para condicionar la toma de decisiones. Muchas inversiones se plantean precisamente para promover ciertas externalidades, como el desarrollo económico de regiones menos prósperas, muy difíciles de medir e imputar al proyecto.

Sin ir más lejos, la política comunitaria con relación a las infraestructuras de transporte se fomenta a través de subvenciones a la inversión para proyectos que favorezcan la convergencia de las regiones de bajo PIB/cápita con relación a la media o a los que faciliten el progreso del mercado interior, en particular de las relaciones transfronterizas. En teoría, se exige que los proyectos tengan una rentabilidad socioeconómica suficiente, pero ninguno de los dos objetivos comunitarios se recoge adecuadamente en el ACB.

Además de objetivos estratégicos, hay otros que podríamos considerar de tipo político que pueden influir en la decisión. La eficacia, o sea el realizar el proyecto de manera rápida y segura, se puede sobreponer a la eficiencia cuando lo marca el calendario electoral. En otros casos se pueden primar ciertos efectos redistributivos como, por ejemplo, perseguir una distribución territorial “equitativa” de los beneficios. El ejemplo de la ineficiencia que ello puede acarrear es evidente en la proliferación de infraestructura subutilizada en muchas regiones españolas. En otros casos los efectos redistributivos se centran en categorías sociales. Es evidente que los usuarios beneficiados por la red de cercanías no son los mismos que los viajeros de alta velocidad. Tampoco es evidente que haya un reparto adecuado de costes y beneficios entre los diversos agentes que participan en el proyecto. El canon por uso de la infraestructura ferroviaria puede, por ejemplo, llevar a una distribución de los flujos financieros que beneficie o perjudique al operador frente al gestor de la infraestructura. En otra dimensión, estamos actualmente analizando los efectos intergeneracionales de las inversiones, que dependen del modelo de financiación adoptado.

Tenemos, en definitiva, un marco teórico que contempla el interés para el conjunto de la sociedad a través del mecanismo ACB, que permite estimar la eficiencia de los proyectos. Hay, sin embargo, ciertos efectos redistributivos, con objetivos más o menos explícitos o importantes, que pueden determinar las decisiones sobre su

implementación y, que normalmente no son debidamente tenidos en cuenta en la evaluación.

2. Democracia y toma de decisiones sobre grandes inversiones

Las consideraciones hechas hasta aquí nos permiten abordar un tema complejo y que ha preocupado a muchas generaciones de servidores públicos. Cuando tuve mi primer contacto con Rafael Izquierdo, en el curso 1972-73, la evaluación de proyectos era prácticamente una entelequia. Como que “en cuestiones de criterio, la razón la tenía siempre el Ministerio”, había poco que objetar a decisiones que se tomaban desde arriba, posiblemente considerando el interés público, pero que tenían que ser siempre avaladas por el interés de la dictadura. La introducción de criterios objetivos para decidir dónde debía invertirse el dinero público era un objetivo casi revolucionario.

El contexto democrático y posteriormente el ingreso en la Comunidad Europea obligan a contar con los ciudadanos para tomar decisiones. La herencia autoritaria, sin embargo, todavía se nota y, a pesar de que los procedimientos han mejorado, observamos que la evaluación de los proyectos, incluyendo la obligada por la reglamentación comunitaria sobre los aspectos medioambientales, se ve a menudo solo como una exigencia burocrática. No hay más que ver lo razonables que son los prolegómenos sobre la necesidad de evaluar los proyectos en los planes nacionales y, en contrapartida, la ausencia de uso de indicadores de rentabilidad en los listados de proyectos que les siguen. La evaluación ex-ante debería ser, por el contrario, un instrumento esencial para mejorar la selección de inversiones y para diseñar proyectos que optimicen su rentabilidad socioeconómica y puedan asegurar su sostenibilidad financiera.

Para acercarnos a los niveles de eficiencia de los países más avanzados, nuestra sociedad debería ser mucho más exigente con todos los que participan en el proceso decisonal, incluyendo a los que realizan los estudios de estimación de costes, de demanda, de impacto ambiental y social, etc. que deben servir de guía fundamental para el decisor. Ello implica una mayor y mejor participación del público en el proceso decisonal. Los ciudadanos han delegado en sus representantes la toma de decisiones de inversión, pero ello no debe suponer que renuncien a conocer con detalle cómo éstos han llegado a conclu-

siones que deben reflejar el programa de gobierno para el que han sido elegidos. La transparencia en todos los ámbitos del proceso decisional, y posteriormente en la implementación de actuaciones que movilizan grandes cantidades de recursos colectivos, debería ser total. Así podría comprobarse si la eficiencia en el uso de estos recursos, reflejado en el ACB, es efectivamente la piedra angular de la decisión. Cuando otros objetivos, que deberían quedar bien explicitados en los programas electorales, llevan a adoptar soluciones sub-óptimas en términos de eficiencia, será necesario explicarlo adecuadamente para que se pueda juzgar si el decisor ha cumplido con su mandato de representación.

Hay muchos factores que pueden hacer que un determinado proyecto no cumpla con las expectativas. Un elemento esencial para comprenderlos, para otorgar a cada participante en el proceso la responsabilidad que le corresponda y también para aprender de la experiencia, es la generalización de las evaluaciones ex-post. Simplemente con la amenaza de una investigación ex-post se hubiesen evitado muchos de los despilfarros que las distintas administraciones públicas han permitido. Para ello habría que ampliar substancialmente tanto la labor como la proyección de los Tribunales de Cuentas. El modelo francés, sin ser perfecto, ofrece una buena indicación de lo que convendría hacer.

No se trata, pues, de crear un entorno burocrático todavía más complejo para la toma de decisiones. Todo lo contrario. De lo que se trata, como diría Rafael, es de preparar bien los programas de inversión y de evaluar bien los proyectos, con estudios de alto nivel profesional, adaptados a su importancia económica y de llevar transparencia a la toma de decisiones, aportando con claridad los argumentos que hacen optar por proyectos y soluciones concretas. Se trata también de facilitar la participación de los ciudadanos más allá de los formalismos impuestos por la reglamentación actual que solo lleva a la movilización de los que defienden intereses particulares.

3. Los problemas prácticos de la evaluación

Cualquier proceso de toma de decisión razonable debe apoyarse en un buen conocimiento de la problemática que se trata de resolver, de los costes de inversión, conservación y explotación y de las ventajas que va a representar para los usuarios y para el conjunto de la sociedad, a

partir de las cuales debe ser posible estimar la demanda que se va a producir y los posibles ingresos según las tarifas que puedan aplicarse. Con ello podemos analizar la relación entre costes y beneficios socioeconómicos y también establecer si, con el modelo de financiación propuesto, el proyecto es financieramente sostenible, o sea, que se pueda asegurar que el *cash-flow* del promotor será siempre positivo.

En la práctica todas estas operaciones son mucho más complejas de lo que sugiere esta descripción somera. El evaluador, que tiene como misión transmitir al decisor un conocimiento básico del proyecto y darle herramientas simples para apoyar su decisión, debe ser capaz de transmitirle también el nivel de incertidumbre que rodea su trabajo. Una incertidumbre que tiene su origen en la información de la que dispone, que suele ser poco precisa, y en la dificultad de prever el futuro. En este sentido es fundamental apostar por el realismo y, en caso de duda, adoptar estimaciones conservadoras y analizar el impacto que las posibles variaciones en las previsiones tendrían sobre los resultados, en línea con lo que recomienda la reciente Guía de la DGRegio de la Comisión Europea.

Muchos trabajos de alcance internacional han demostrado que en los grandes proyectos se produce con frecuencia un “sesgo optimista”, que reduce los costes e hincha la demanda, y que este sesgo no se ha reducido con el paso del tiempo. Es evidente que el promotor de una inversión, sobre todo en el sector público en el que las consecuencias de los errores tienden a difuminarse y a cargarse al contribuyente, tiene interés en que se realice, pero la manipulación de las previsiones es inaceptable. Frente a ello, en algunos países se ha propuesto multiplicar sistemáticamente los costes y/o la demanda con coeficientes correctores. Una aplicación tan simple no puede servir para proyectos que son siempre muy distintos. Lo que parece correcto es, como hemos dicho, introducir unos análisis de riesgo adaptados al proyecto en cuestión, de manera que, por ejemplo, las variaciones posibles en un túnel serán mayores que para una carretera interurbana convencional.

Esta reflexión nos lleva a comentar el papel que tienen guías y manuales en el proceso decisional. Desde los años 70 en los que participé con Rafael Izquierdo en la elaboración de los primeros manuales de evaluación so-



cioeconómica de inversiones en transporte para el Ministerio de Obras Públicas, se han sucedido las versiones, en general aportando modificaciones en los parámetros a utilizar pero manteniendo la misma formulación teórica sin cuestionar los fundamentos del proceso. El Manual del CEDEX de 2010 está en esta línea. Sin embargo es evidente que existen problemas de fondo en el proceso decisional, como los que hemos comentado, que el ACB convencional no resuelve y que ha contribuido a su “burocratización”. Para que tenga incidencia real en la toma de decisiones el ACB debe incorporar adecuadamente los objetivos políticos de los decisores que generalmente persiguen efectos redistributivos (entre territorios, grupos sociales, etc.) o aplicar determinadas opciones ideológicas, como la centralización de las redes, que van en contra del principio fundamental del ACB de considerar la “sociedad” como un todo en el que lo importante es la eficiencia para el conjunto.

Los análisis multicriterio que han pretendido resolver esta cuestión han resultado, en general, poco útiles para el decisor debido a la dificultad de incorporar adecuadamente los distintos objetivos, a veces contradictorios, en una fórmula que, al final, resulta difícil de interpretar. Algunas propuestas, como la elaboración de una Matriz Agentes/Efectos, un concepto que desarrollé dentro de la guía RAILPAG, permiten comprender la importancia de los efectos redistributivos entre los intervinientes en el proyecto, pero no alcanzan a cubrir otros aspectos que pueden ser determinantes de la decisión. El procedimiento desarrollado en el MAIT, elaborado para el Colegio de Ingenieros de Caminos de Cataluña, permite ampliar el espectro de objetivos y cataloga la calidad de los proyectos. Es una formulación fácil de comprender que se hace más eficaz a medida que se va creando una base de datos que permite comparar proyectos y clasificarlos en categorías para los distintos objetivos. En cualquier

caso el objetivo es plasmar adecuadamente los factores externos al ACB que inciden en la decisión.

El período histórico que estamos viviendo ha puesto de relieve las graves consecuencias del mal uso de fondos públicos en inversiones innecesarias o mal concebidas. Estamos, pues, frente a la necesidad de plantear un cambio substancial en el proceso decisional que afectará tanto al marco de la evaluación, con la integración de objetivos políticos para presentarlos de forma transparente, como a la propia formulación del ACB, que necesita adaptarse a un modelo social en transición. Ello significa:

a) que habrá que refinar los parámetros tradicionales de valor del tiempo, accidentalidad, etc. Si bien son los que más determinan los resultados, también deberán incorporarse adecuadamente al ACB otros factores “olvidados” y que cada vez influyen más en el comportamiento de los ciudadanos como la fiabilidad, la información, la vida sana (que explica, en parte, el crecimiento de la marcha a pie y la bicicleta), la disponibilidad de alternativas, etc. así como formular y monetizar mejor los efectos ambientales;

b) que deberán justificarse con meticulosidad las variables clave del ACB, en particular los costes y duración de la construcción y la demanda esperada;

c) que habrá que incorporar adecuadamente al análisis los efectos redistributivos y aquellos objetivos de tipo político que no sabemos cuantificar y monetizar; y

d) que la transparencia en todo el proceso decisional deberá asegurarse para conseguir la necesaria connivencia entre los ciudadanos y sus representantes y también para poder establecer las responsabilidades entre todos los que intervienen en el proceso, de manera que se profesionalice mucho más el análisis de las inversiones y deje de ser un condicionante burocrático con escasos efectos sobre las decisiones de inversión.

4. Conclusión

Rafael Izquierdo luchó toda su vida por el progreso de la economía del transporte y estuvo implicado en la optimización del uso de los recursos públicos, lo que le llevó a más de un disgusto. Estoy convencido que apoyaría totalmente las consideraciones que he hecho sobre el análisis de rentabilidad y la toma de decisiones en infraestructuras de transporte pero que son aplicables de manera genérica a otros sectores y compartiría mi esperanza de que la situación dramática vivida estos últimos años en el sector sirva para que se vayan imponiendo procesos de decisión eficientes y transparentes, basados en evaluaciones de elevada calidad profesional. **ROP**



La movilidad compartida, sistema emergente derivado de la economía colaborativa y digital



Miguel Ángel Pesquera González

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Profesor Titular de Transportes.
E.T.S. de Ingenieros de Caminos,
Universidad de Cantabria

Resumen

La economía colaborativa y digital está surgiendo con fuerza, en el mundo, después de que hayan pasado casi ocho años de que fuera detectado el comienzo de la llamada Gran Recesión. Lo colaborativo y compartido empieza a dar respuesta a los mercados a la demanda (*pull*) con las plataformas digitales que permiten casar en tiempo real los recursos disponibles con las necesidades de movilidad. Para todo ello se necesita cambios en las actitudes y conocer y experimentar el funcionamiento de las plataformas digitales gracias a las cuales la movilidad compartida va emergiendo como una realidad cierta y de futuro, aprendiendo los nuevos planos (*blueprint*) del territorio digital y su gobernanza basada en la orquestación de la complejidad dinámica de las redes.

Palabras clave

Economía colaborativa, economía digital, sistemas de transporte, intermodalidad, movilidad compartida, redes, sistemas complejos dinámicos adaptativos

Abstract

Collaborative and digital economy is emerging with force in the world, after almost eight years have passed it was detected the beginning of the Great Recession. The collaborative and shared begins to answer market demand (pull) with digital platforms that allow to match real-time available resources with mobility needs. For all that is needed changes in attitudes and know and experience how digital platforms through which shared mobility is emerging as a certain future and actually learning the new blueprint of digital territory and its governance based in orchestrating the dynamic complexity of networks.

Keywords

Collaborative economy, digital economy, transport systems, intermodal, sharing mobility, networks, dynamic adaptive complex systems

Recuerdo personal de Rafael Izquierdo

Tuve la suerte de conocer a Rafael en el último año de formación de mis estudios de Ingeniero de Caminos en la Escuela de Santander, en octubre de 1975. Desde ese año ha sido para mí una referencia que me ha guiado y facilitado mi desarrollo personal y profesional. Y todo esto a pesar de que partíamos de entornos de ideas y creencias diferentes, que se han demostrado complementarias y necesarias para crecer en un proyecto vital con inteligencia, pasión y creatividad.

En el ámbito del desarrollo profesional, relacionado con las infraestructuras y la gestión de los Transportes, destacaría, entre otras muchas, dos pilares básicos y esenciales para mi trayectoria docente y profesional que accedí a conocer gracias a Rafael. La primera es el libro de Ludwig

Von Bertalanffy “La teoría General de Sistemas” con su aproximación holística para explicar y entender la realidad abierta y compleja de los Sistemas de Transporte, en donde aprendí a entender y aplicar el concepto de Sistema e Isomorfismo. La segunda la constituye el libro de Thomas S. Kuhn “La estructura de las revoluciones científicas” y la emergencia del concepto de Paradigma.

Estas, a su vez, son la base metodológica de mi tesis doctoral “Estructuración Matemática de Sistemas. La distribución espacial de los escolares de EGB a nivel urbano y el análisis de su localización espacial” que fue leída en 1979 con la calificación de Cum Laude, con la contribución y dirección de otra persona excepcional como es Enrique Castillo Ron, pero que gracias a la generosidad, ideas y discusiones conceptuales de Rafael fue posible.

Con esta metodología general la Tesis define el concepto de sistema dotándole de una estructura matemática, para lo que se definen conceptos tales como: conjunto básico, atributo, función sobre el conjunto básico, función de nivel, subsistema, estado de un sistema, etc.

La inspiración y ejemplo de Rafael permanece vivo en mi realidad profesional y de vida, para poder afrontar la nueva realidad caracterizada por la volatilidad, incertidumbre, complejidad, y ambigüedad; y en donde los cambios en los sistemas actuales económicos y sociales, están afectando en el transporte con la emergencia de la movilidad compartida, que abordo en el artículo redactado en su memoria y honor.

La movilidad compartida, sistema emergente derivado de la economía colaborativa y digital

Increíbles innovaciones en el sector de transporte están siendo impulsadas por el creciente reconocimiento de que los coches particulares, una vez sinónimo de libertad y facilidad de movilidad, se han convertido en una víctima de su propio éxito. En las ciudades de todo el mundo, la congestión está socavando la movilidad, imponiendo enormes costes no sólo en viajeros sino a la sociedad en su conjunto. Como muestra y de acuerdo con el Instituto de Transporte de Texas, el viajero estadounidense en término medio dedicó 34 horas a estar parado en su tránsito en el año 2010, desde las 14 horas que utilizó en 1982. Si las cosas no cambian, los viajeros pueden esperar pasar más de 40 horas al año parados en el tráfico en 2020. Lo cual nos lleva a que el costo anual de la congestión sólo en Estados Unidos se estima que supera los 100 millones de dólares.

El uso compartido de un medio de transporte como es el transporte público ha tenido un impacto grande en muchas ciudades mediante la mejora de la accesibilidad y la utilización del vehículo privado.

1. La Nueva Economía Colaborativa y Digital

Compartir en vez de poseer. La economía colaborativa o consumo colaborativo supone una revolución vinculada a las nuevas tecnologías. El Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) le calcula un potencial de 110.000 millones de dólares (82.000 millones de euros). Hoy ronda los 26.000 millones. Y quienes participan a título personal en este sistema basado en intercambiar y compartir bienes y servicios a través de los nuevos ecosistemas

basados en plataformas electrónicas generan, según la revista Forbes, más de 3.500 millones de dólares (2.580 millones de euros).

La economía colaborativa supone un proceso imparabile en la evolución del ciclo económico. La idea de compartir cosas es algo que ha existido durante cientos de años. De repente, sin embargo, ha comenzado a generar negocio como modelo disruptivo creciendo en espiral tanto en números de clientes y de ingresos, gracias a la emergencia de las plataformas digitales [3].

Tendencias en economía colaborativa

SIGLO XX	SIGLO XXI
CRÉDITO	REPUTACIÓN
PUBLICIDAD	COMUNIDAD
PROPIEDAD INDIVIDUAL	ACCESO COMPARTIDO
HIPER CONSUMO	CONSUMO COLABORATIVO

Fig. 1. Tendencias en la Economía Colaborativa

Los consumidores están abriendo sus hogares a los demás (por ejemplo Airbnb) junto a coches compartidos (Car2go, Zipcar, SideCar, Lyft, Bluemove, Getaround), préstamos económicos (LendingClub), alojamiento de viajeros (Hipmunk), trueque de comida (Compartoplato), crowdfunding (KickStarter, Verkami), a financiar películas, álbumes de música, juegos, y todo tipo de cosas.

Esta particular “nueva economía” parece que no será pasajera. Por el contrario, se va a lograr una posición más dominante en los próximos años. ¿Por qué? Debido a la necesidad humana de formar parte de una comunidad, compartir con los demás, desarrollar relaciones, de hacer amigos y, en concreto, de confiar cosas a otras personas. Intercambiar y compartir era una práctica común mucho antes de que teníamos dinero de papel y compañías modernas. El uso compartido de recursos se basó en los vínculos personales (sobre todo la amistad) y/o la proximidad geográfica (principalmente la circunstancia bienestar de los vecinos). Y hasta la fecha, los libros, artículos de ropa,

+ desarrollo sostenible

Más que agua

Talento, conocimiento y compromiso.
Aportamos respuestas adecuadas
para una gestión más eficiente.
Compartimos conocimiento
y generamos innovación.
Trabajamos por un futuro basado
en el compromiso y la cooperación.

www.aqualogy.net



AQVALOGY
Where Water Lives

SOLUCIONES INTEGRADAS
DEL AGUA PARA UN
DESARROLLO SOSTENIBLE

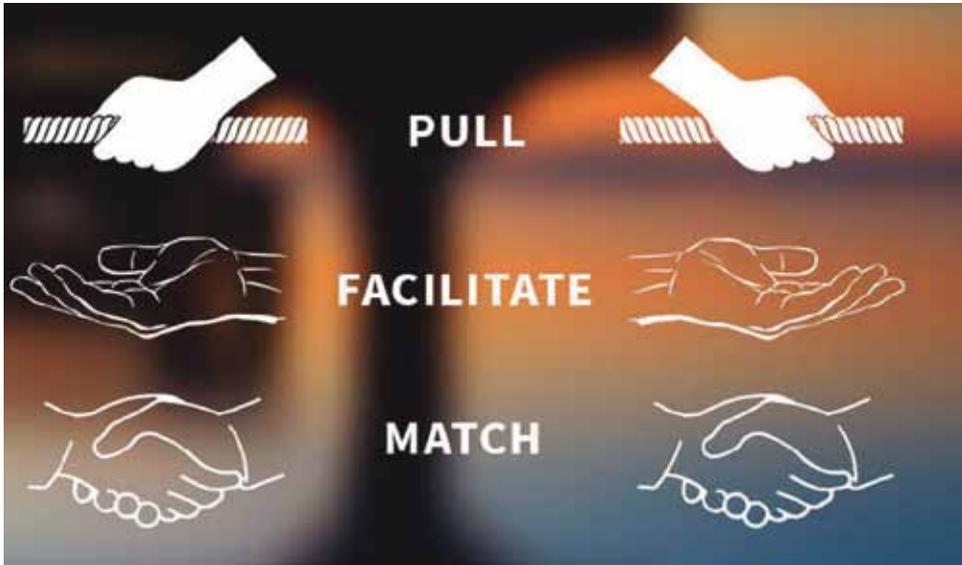


Fig. 3. Marco de la Movilidad compartida

2. La Movilidad dentro de la Economía Colaborativa

El transporte de pasajeros actual es ineficiente, con implicaciones microeconómicas y macroeconómicas. Molestias a nivel personal (pérdida de tiempo, movilidad restringida, etc.) con sus consecuencias económicas. Roland Berger Consultants [1] estima que en las 30 ciudades más grandes del mundo, la congestión tiene un costo anual de más de 266 billones de dólares.

El transporte de pasajeros como la conocemos en la actualidad está siendo desafiado por nuevas soluciones de movilidad innovadoras. Las nuevas ofertas de servicios que están surgiendo no sólo combinan varios modos de transporte y mejorar las interfaces entre ellas, sino también aprovechan las nuevas tendencias tecnológicas y las posibilidades de la digitalización para cambiar los paradigmas hacia la sostenibilidad y la flexibilidad.

A medida que estas nuevas ofertas de servicios de movilidad se desarrollan y los comportamientos de los clientes cambian, debemos hacernos preguntas como: ¿Cuáles son las necesidades de movilidad de las personas en el futuro? ¿Cómo van a viajar? ¿Qué tipo de nuevos conceptos y retos aparecerán en un futuro próximo? ¿Qué papel jugará la intermodalidad? ¿Cuáles son los escenarios futuros de la movilidad?

Los Mercados de movilidad en la economía compartida surgen por al menos tres buenas razones:

a. En términos de ingresos, el sector de la movilidad se estima como uno de los segmentos de más rápido crecimiento de la economía colaborativa.

Parte de este dinamismo está arraigado en formas creativas de aprovechar y vincular las diferentes infraestructuras de transporte y plataformas digitales, muchos de los cuales están disponibles. No hay necesidad de construir nuevas vías de ferrocarril, carreteras y estacionamientos; y tenemos coches, autobuses, trenes y bicicletas.

Al mismo tiempo el factor clave que impulsa la tendencia a compartir es un cambio fundamental en las actitudes hacia los bienes y su titularidad: La gente todavía quiere conducir coches y bicicletas. La diferencia es, que ya no tienen que poseer estos vehículos si pueden acceder a ellos fácilmente y a bajo costo.

b. En ningún otro sector de la economía compartida hay tantos actores establecidos que quieran entrar en el mercado.

Cada vez más empresas de automóviles, ferrocarriles, líneas aéreas y de tecnología están entrando en los nuevos modelos de negocio digital. Todo esto hace del mercado de la movilidad un interesante escenario para mostrar con que “reglas del juego” de los proveedores establecidos y de nueva creación van a jugar, cómo compiten entre sí y con qué perspectivas de éxito.



Fig. 4. Nuevas marcas emergentes en la Movilidad compartida y colaborativa

c. El sector de la movilidad es un campo de pruebas para las soluciones de *software* y *hardware* del mañana.

Nunca podemos predecir lo impredecible. En cambio, necesitamos sistemas que exhiban resistencia y robustez, que puedan responder bien a eventos futuros impredecibles, que puedan recuperarse a través de los puntos fuertes de la vinculación positiva.

Todo esto va a ser posible gracias a la producción de contagios y su difusión en red con la emergencia de nodos de concentración (*hubs*) que facilitan la eficiencia del sistema de transporte por medio de los conocidos efectos de la red [4].

La gente no vive de forma aislada, sino en la sociedad. Cuando los observamos, sabemos que los efectos de red es casi seguro que estarán presentes en el comportamiento de los agentes que constituyen el sistema.

Ellos están cambiando su comportamiento en respuesta directa a los demás. Ellos están copiando, imitando las opiniones, decisiones, el comportamiento de otros agentes. En una red de escala libre la mayoría de los agentes tienen sólo un pequeño número de conexiones con otros, mientras que a su vez un pequeño número de agentes son conectados a otros muchos.

Esta estructura es importante, porque significa que los agentes altamente conectados, los 'hubs', pueden ejercer

una poderosa influencia en el comportamiento de otros agentes en la red.

En el contexto de la teoría moderna de las redes, los hubs como centros de la red, con un gran número de conexiones, pueden ejercer una influencia fuerte simplemente porque tienen tantas conexiones.

El comportamiento racional en el siglo XXI se basa esencialmente en este enfoque, en la "copia" y/o contagio de las decisiones de otros agentes [4].

3. Hacia la Plataforma Digital de Movilidad

El auge de las plataformas está siendo impulsado por tres tecnologías: nube, social y móvil. La nube permite una infraestructura global para la producción, lo que permite que cualquier persona pueda crear contenido y aplicaciones para una audiencia global. En lo social las redes conectan a las personas a nivel mundial y mantienen su identidad en línea. La parte móvil permite la conexión a esta infraestructura global en cualquier momento y en cualquier lugar. El resultado es una red accesible a nivel mundial de empresarios, trabajadores y consumidores que están a disposición de los crear empresas, aportar contenidos, y la compra de bienes y servicios [5].

Para implementar una plataforma digital de movilidad compartida son necesarios:

- Gobernanza: Modelo de Orquestación.
- Arquitectura y sus planos (blueprint).
- Plataforma de aprendizaje, basada en la «gamificación».

Existen básicamente tres formas en que se puede entrar en el mercado de la movilidad compartida. La figura 6 resume estos diferentes enfoques [1].

Las preguntas fundamentales que hay que responder antes de entrar en el mercado son las siguientes: ¿Hay que poner en marcha nuestra propia empresa o comprar otra empresa que ya tiene un poco de experiencia en el mercado? ¿Nos queremos posicionar nosotros mismos como pioneros en el mercado, o queremos ser inteligentes y esperar hasta que la primera oleada de nuevas empresas aparezca? Generalmente, no existen respuestas válidas. Cada empresa debe pensar en las implicaciones a largo plazo estratégicas de las distintas opciones y luego hacer su elección.

4. Conclusiones

- La economía Colaborativa que emerge en el siglo XXI viene caracterizada por la abundancia frente la economía de la “propiedad” marcada por la escasez y la competencia, y su realidad será posible por el desarrollo tecnológico de las Plataformas Digitales.
- Los efectos en red son importantes para entender los procesos de desarrollo de la movilidad compartida facilitados por cambios en los comportamientos de los usuarios y la implantación y uso de las plataformas digitales con la generalización en el uso de los llamados dispositivos “smart” móviles.
- Para implementar una plataforma digital de movilidad compartida son necesarios: el modelo de gobernanza basado en la orquestación, la arquitectura y sus planos, y el aprendizaje, basado en la «gamificación». **ROP**



Fig. 5. Distintos tipos de Plataformas Digitales y su evolución



Fig. 6. Los tres formas de respuesta para acceder a las plataformas digitales según Roland Berger Consultores

Referencias

- [1] Roland Berger Strategy Consultants “SHARED MOBILITY: How new businesses are rewriting the rules of the private transportation game”, July 2014.
- [2] George E. Mobus, Michael C. Kalton “Principles of Systems” Science Springer Science+Business Media New York 2015
- [3] Rifkin, Jeremy. La sociedad de coste marginal cero. El Internet de las cosas, el procomún colaborativo y el eclipse del capitalismo. Editorial Pardos Madrid 2014.
- [4] Ormerod, Paul “Positive Linking: How Networks and incentives can Revolutionise the World”. Faber & Faber, 2012.
- [5] Sangeet, Paul Choudary “PLATFORM POWER Secrets of billion-dollar internet startups “Platform Thinking (<http://platformed.info>), 2013.
- [6] Pesquera Gonzalez, Miguel Angel “Estructuración Matemática de Sistemas. La distribución espacial de los escolares de EGB a nivel urbano y el análisis de su localización espacial”. Tesis Doctoral, E. T.S. Ingenieros de Caminos, Santander 1979.

Los indicadores de accesibilidad: la cuantificación de impactos de las redes de transporte



Andrés Monzón de Cáceres

Catedrático de Transportes, Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Universidad Politécnica de Madrid.

Director de TRANSyT- Centro de Investigación del Transporte, UPM

Resumen

Se describen los diversos desarrollos de los indicadores de accesibilidad en la planificación del transporte desde los años 80. Los inicios basados en indicadores de tipo topológico han dado paso a indicadores más complejos que incorporan el efecto atractor de las actividades en destino y la tipología y calidad de las redes que comunican el par origen-destino. Posteriormente se han desarrollado indicadores capaces de medir los efectos territoriales, los impactos económicos y también los ambientales. Todo ello ha sido posible con la introducción en este campo de los Sistemas de Información Geográfica, cada vez más potentes en capacidad de cálculo y de visualización de resultados. Por último se presentan la generación de indicadores que permiten introducir la medida de la equidad y otros efectos sociales en el caso de aplicar medidas de gestión de la demanda, como peajes urbanos, y mejora de los servicios de transporte público.

Palabras clave

Accesibilidad; planificación del transporte; impactos socio-económicos, ambientales y territoriales

Abstract

A number of different accessibility indicators developed from the 80s are analysed. The first type of indicators were of topology nature. Then a new generation of more complex indicators added the attractiveness of the destination and the quality of the origin-destination networks. The following step was a new generation of accessibility indicators able to measure the territorial effects, and the economic and environmental impacts. These developments have been possible due to the use in this field of Geographic Information Systems, which have a growing capacity for calculations and better representation and visualisation tools. Recently the accessibility indicators are facing more complex challenges as to incorporate the measurement of equity and social effects, which happen when implementing transport demand measures like urban tolls, better public transport services, etc.

Keywords

Accessibility, transportation planning, socio-economic, environmental and territorial impacts

Recuerdo personal de Rafael Izquierdo

Durante mi época de estudiante en la Escuela de Caminos de Madrid no coincidí con Rafael pues correspondió con su época en Santander. Cuando terminé los cursos de doctorado, que en aquel entonces los realizábamos al salir del trabajo, traté de buscar un director para realizar la tesis. Así conocí a Rafael, pues ya era el Catedrático de Transportes de Madrid, y el contacto natural al haber hecho la especialidad en Transporte y Urbanismo.

Viendo mi entusiasmo, pero también mi carencia de tiempo, me sugirió realizar una tesis sobre un tema que no conllevara trabajo de campo, ni laboriosas búsquedas

de información. Acababa el MOPU de lanzar el Plan de Carreteras de 1984/91 que incluía, por primera vez, unos estudios de accesibilidad. Y me sugirió aplicar ese tipo de metodología al análisis de los Planes de Carretera Regionales que empezaban a surgir tras la transferencia de la red del estado a las recientes Comunidades Autónomas.

Así empezó una relación profesional-científica, que pronto se convirtió en amistad, dada la empatía personal de Rafael. No puedo decir que me facilitara mucho las cosas al principio, pues no estaba muy convencido –así me lo dijo años más tarde– de que realmente fuera a proseguir con mi empeño doctoral, dado el poco tiempo de que dispo-

nía. Pero lo cierto es que cuando vio que progresaba me comunicó su entusiasmo personal, terminando la tesis en un plazo razonable de 3 años. Y eso fue el comienzo de un cambio de mi actividad profesional, pues al poco tiempo pude dar “el salto” a la actividad académica, movido por el disfrute de mi investigación doctoral y por el entusiasmo de Rafael por la enseñanza y la formación de investigadores. He recorrido junto a Rafael este camino universitario –fue el presidente de mis oposiciones a Profesor Titular y de Cátedra– con el que siempre ha sido fácil trabajar y superar obstáculos y problemas, y más tarde promovimos el Centro de Investigación del Transporte, en el que me honra haberle sucedido como director. Sé que no estoy ni mucho menos a su altura, pero su recuerdo es una referencia continua para tratar de no apartarme de lo que debe ser un profesor, la preocupación por dar lo mejor a los alumnos e investigadores, en colaboración con el resto de compañeros.

1. Los indicadores de accesibilidad y la planificación de infraestructuras

Los indicadores de accesibilidad nacieron hace más de medio siglo (Hansen, 1959) como herramienta de medida de la facilidad/dificultad de conexión entre los diversos orígenes y destinos de una red (Monzón, 1988), superando las medidas anteriores de densidad de infraestructuras (km/habitante y km/km²). Este tipo de indicadores miden no sólo la dotación y calidad de infraestructuras, sino que las pondera según las actividades en el nodo de destino

(land-use), así como por el potencial generador del nodo origen. Es esta una visión de la accesibilidad más basada en el individuo o grupos de individuos (Geurs, y Wee, 2004) que quieren satisfacer sus necesidades accediendo a los servicios ofrecidos en los destinos (accesibilidad a oportunidades) a través de la red de infraestructuras (Gutiérrez, Monzón y Piñero, 1998).

Hay que identificar, por tanto, varios elementos de un indicador de accesibilidad avanzado:

- La red, que aporta la calidad de la comunicación, que habrá de medirse según su velocidad media, distancia, interrupciones, transferencia entre modos, etc.
- Las características de los demandantes de viajes: concentración de la población en el nodo, su estratificación según tipología de usuarios, etc.
- Las oportunidades ofrecidas en el nodo destino y su distribución geográfica dispersa o concentrada:

2. Los indicadores de accesibilidad en los planes de carreteras

A partir de los años 70, la planificación de redes de transporte experimentó un cambio conceptual, pasando de considerar sólo los elementos de diseño: capacidad, trazado y seguridad, a considerarlas en su contexto territorial. Como señalaba Morris (1978), el objetivo de dotar de

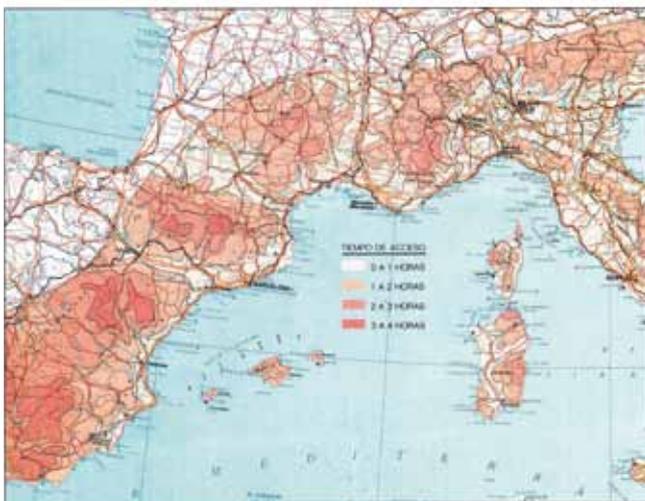


Fig. 1. Accesibilidad Arco Mediterráneo (Turró, Ullied, 1990)

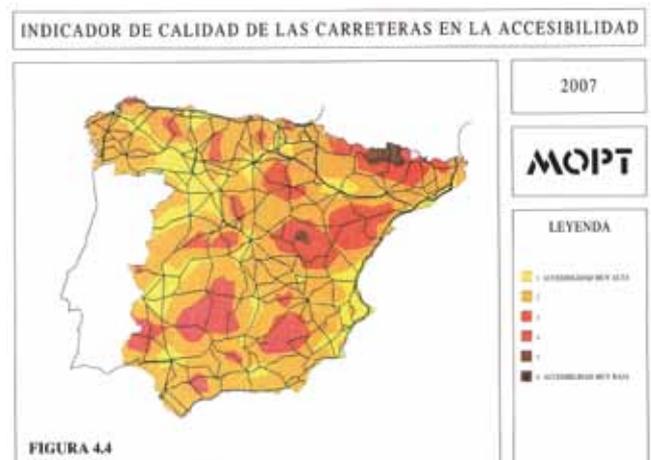


Fig. 2. PDI Accesibilidad Carreteras 2007

buena accesibilidad a las regiones debe primar sobre el de solucionar los problemas puntuales de congestión de las redes. Las redes de transporte pasan a verse como vertebradoras del sistema territorial, analizando las relaciones usos del suelo-transporte, como factor de progreso económico y social (Izquierdo y Monzón, 1992, 1993).

El Avance del Plan de Carreteras 1984/91 (MOPU, 1985) empleó indicadores topológicos de accesibilidad potencial en la fase de diagnóstico. Estos indicadores, relativamente simples, sólo consideraban la mejora de la calidad de comunicación con los nuevos trazados y velocidades de proyecto. Este tipo de análisis fue aplicado en muchos de los Planes de Carreteras desarrollados por las Comunidades Autónomas, tras recibir la transferencia de competencias sobre una gran parte de la red estatal. Los indicadores empleados incluyeron algunas mejoras dando lugar a los índices de trazado-velocidad. También la planificación de la red de ferrocarriles introdujo indicadores de accesibilidad ferroviaria (RENFE, 1987). Este interés generalizado por la accesibilidad produjo investigaciones metodológicas para desarrollar nuevos indicadores para medir los objetivos de las políticas regionales en las CC. AA. Este fue el caso de la tesis doctoral de Monzón (1988) relativa a la red de carreteras de la Comunidad de Madrid.

El incipiente proceso de integración europea generó un gran interés por la política de redes transeuropeas, y se

desarrollaron nuevos indicadores de accesibilidad para “medir” el grado y los objetivos de integración. Keeble (1986) desarrolló indicadores de perifericidad para establecer prioridades de la política regional europea, que fueron de carácter multimodal. Turró y Ulled (1990) desarrollaron otros indicadores de accesibilidad más complejos incluyendo no sólo el tiempo de viaje, sino también el de acceso a las redes, las penalizaciones de transbordo e incluso el efecto frontera.

3. Impactos territoriales y económicos

Pero los indicadores de accesibilidad debían dar un paso más de carácter multimodal y multisectorial. Así el nuevo Plan Director de Infraestructuras adoptó por primera vez un enfoque multimodal, considerando también aspectos novedosos como la calidad del transporte, las externalidades y los impactos ambientales. Sin embargo la accesibilidad se analizó de modo sectorial para cada modo, como el caso del estudio de carreteras, generando mapas de accesibilidad como el de la figura 2, realizado por el equipo de la Cátedra de Transportes de la Escuela de Caminos de Madrid (MOPT, 1993).

A partir de estos trabajos se desarrollaron otros indicadores de carácter macroeconómico por un equipo multidisciplinar de la Escuela de Caminos y la Facultad de Geografía que dio lugar a indicadores multimodales de accesibilidad que permitieron analizar conjuntamente todas las redes. Estas investigaciones, desarrolladas conjuntamente con

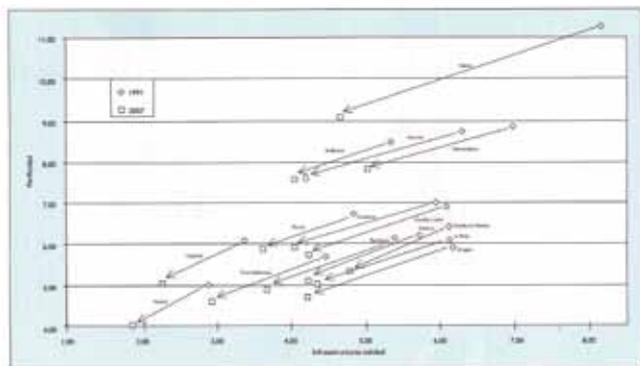


Fig. 3. Cambios en la perifericidad regional con las actuaciones del PDI 1991-2007

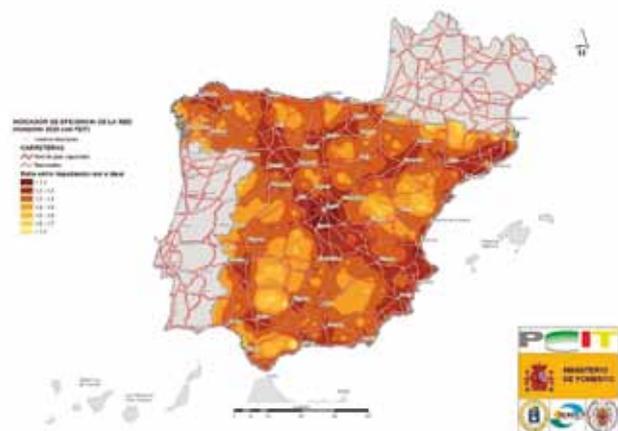


Fig. 4. Accesibilidad y eficiencia: impacto de las inversiones en carretera del PEIT

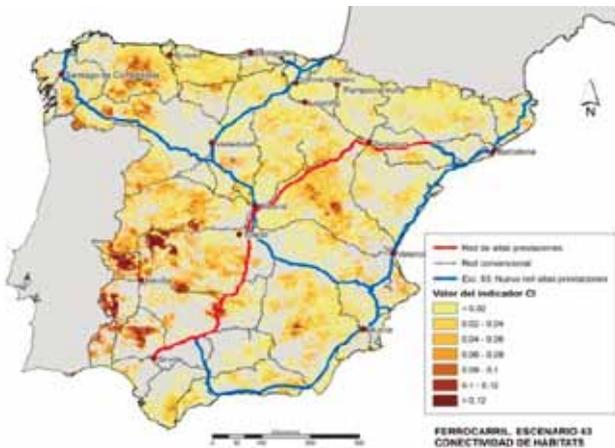


Fig.5. Analisis de la Conectividad de hábitats afectados por el PEIT

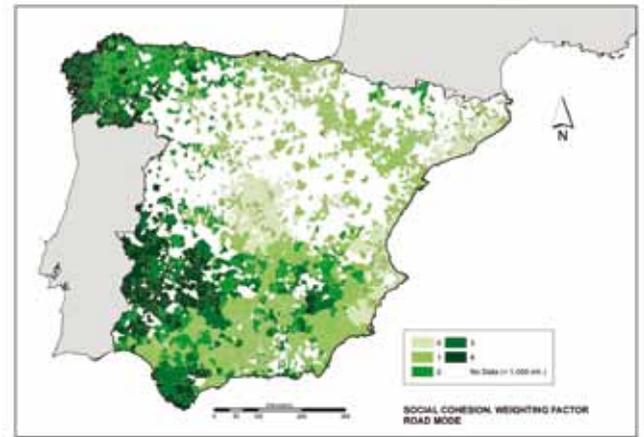


Fig.6. Efectos del PEIT sobre la cohesion social

Javier Gutiérrez y José María Piñero (Gutiérrez et al, 1998; Monzón et al, 1993) fueron publicadas y debatidas en foros científicos internacionales. A partir de estos trabajos, Hernando de Orellana desarrolló la tesis doctoral titulada Evaluación de ls infraestructuras de transporte y sus efectos sobre el desarrollo regional mediante la aplicación de indicadores de accesibilidad (1994). Esta investigación desarrolló nuevos indicadores que asociaban la dotación de infraestructuras de todos los modos a las variables de desarrollo regional. Su aplicación a todas las regiones españolas permitía predecir con un elevado nivel de correlación la variación de los índices de desarrollo social y económico a medio-largo plazo en función de las inversiones en dotaciones de infraestructuras; un ejemplo es el análisis de los impactos del PDI medidos con el indicador de perifericidad regional que muestra la figura 3 (Orellana y Monzón, 1996).

4. Los Sistemas de Información Geográfica: un salto cualitativo en el análisis y mapificación de la accesibilidad

El desarrollo de los Sistemas de Información Geográfica permitió mejorar los cálculos de los indicadores de accesibilidad, relacionarlos con otras capas de los SIG y lograr auténtica integración de factores territoriales (sociodemográficos, ambientales, renta) con las redes de infraestructuras y presentar los resultados de manera gerefenciada. Con la ayuda de estas herramientas se realizaron los estudios de accesibilidad del PEIT (Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte 2005-2020), por el antedicho equipo multidisciplinar de investigadores

de Caminos-Geografía. De particular interés e impacto resultaron los proyectos para la ampliación de la red AVE que ha producido un cambio sustancial en la accesibilidad ferroviaria. La figura 4, tomada del documento PEIT, muestra algunos de los trabajos realizados.

El cálculo de los indicadores de accesibilidad de tipo socioeconómico y su interacción con otras variables territoriales dio lugar a las tesis doctorales de Emilio Ortega y Elena López. Así, se utilizaron indicadores de accesibilidad para analizar los impactos sobre el medio natural de las infraestructuras, como por ejemplo el caso de la Figura 5 referido a la conectividad de hábitats, y otros trabajos relativos a la evaluación ambiental estratégica (Ortega et al, 2012).

Asimismo los indicadores de accesibilidad de tipo eficiencia permiten analizar conjuntamente la calidad de las redes y de su uso, por lo que resultan aptos para análisis de sostenibilidad (López y Monzón, 2010). Estos trabajos analizan los impactos de las infraestructuras sobre las tres dimensiones de la accesibilidad. A modo de ejemplo, la figura 6 presenta los impactos de tipo social, concretamente cómo las inversiones en carreteras del PEIT modifican la cohesión social, y dónde se producen los efectos más importantes.

Otra aplicación de los indicadores de accesibilidad de tipo eficiencia es el análisis de efectos de desbordamiento (*spillovers*). Las infraestructuras tienen efectos directos en la zona donde se construyen pero también afectan a las relaciones de dicha zona con el resto. Analizando las

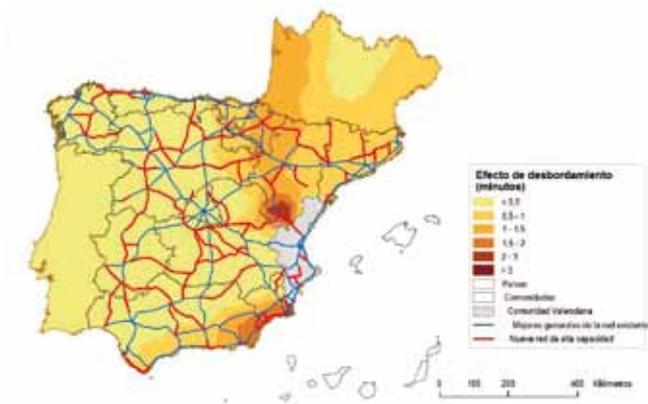


Fig.7. Spillovers de las inversiones PEIT en la Comunidad Valenciana

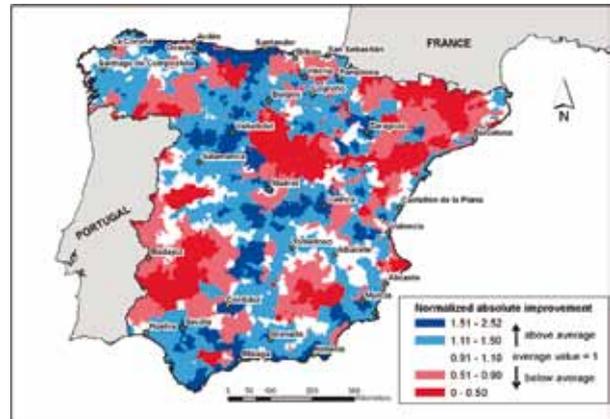


Fig.8. Impacto de la red AVE del PEIT sobre la accesibilidad a núcleos urbanos

diferencias en el indicador de eficiencia se puede calcular la importancia de los efectos de las inversiones en una region sobre otras y su intensidad. Así, la figura 7 recoge los efectos *spillover* de las inversiones PEIT en la Comunidad Valenciana, que están ligados a las relaciones económicas y de proximidad de dicha comunidad con el resto.

5. Accesibilidad a los Nodos de transporte: Impactos metropolitanos

Pero los Sistemas de Información Geográfica permitían relacionar dos escalas de análisis: la accesibilidad a escala local (acceso a las redes) con la aportada por dichas redes de comunicación a larga distancia. Así dependiendo de la localización relativa al núcleo urbano de las estaciones AVE, la calidad de las prestaciones de los servicios ferroviarios de alta velocidad se podrían ver modificadas de manera notable. La figura 8 analiza cómo se verán afectadas las principales ciudades con las actuaciones que estaban previstas en el PEIT.

También se estudió el problema desde el ángulo contrario: cómo el acceso a las estaciones AVE desde el área servida por cada estación condiciona de manera grave la mejora de accesibilidad apartada por los servicios de alta velocidad de larga distancia. En otras palabras, la dificultad de acceso a la estación puede suponer, en algunos casos, un peso negativo que haga que la comunicación AVE de larga distancia resulte no competitiva con el viaje alternativo en vehículo privado. La figura 9 muestra uno de los trabajos, presentados en el Seminario NECTAR de Accesibilidad de 2014. En él se aprecia cómo el peso

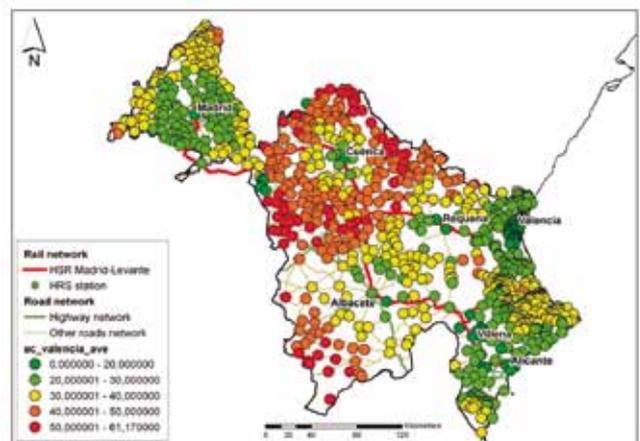


Fig. 9. Efectos del tiempo de acceso en origen y destino sobre la accesibilidad potencial en la línea AVE Madrid-Levante

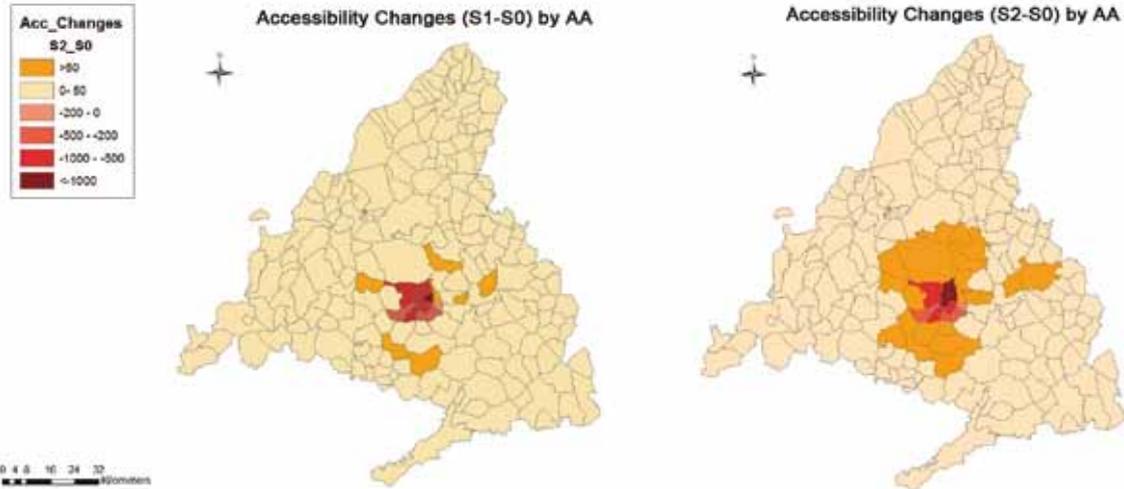


Fig. 10. Efectos sobre la equidad de varios escenarios para la aplicación de un peaje cordón en la M-40 de Madrid

del acceso a la estación presenta efectos disuasorios en Cuenca, en mayor medida que Albacete, y donde pesa menos en las zonas más pobladas: Madrid y Valencia.

6. Accesibilidad y Equidad de las políticas de transporte.

En los apartados precedentes se hace referencia a la accesibilidad como herramienta de planificación de las infraestructuras de transporte y de sus impactos económicos, territoriales y sociales. Sin embargo, también pueden aplicarse a la evaluación de políticas de transporte: control de acceso, peajes, mejora de las redes de transporte público, etc.

Este enfoque aplicado fue utilizado en la tesis desarrollada por Yang Wang en 2014, dedicada a analizar mediante modelos de tipo estratégico –tipo LUTI– los efectos a largo plazo de determinadas políticas de transporte. Se definió un nuevo indicador de Accesibilidad Adaptativa

que consideraba el factor de competencia entre destinos. Su formulación fue la siguiente:

$$AA_t = \sum_j G_j * W_j * F(t_{ij}, c_{ij})$$

siendo W_j y $F(t_{ij}, c_{ij})$ la atracción del destino j y el coste generalizado respectivamente, y G_j el grado de competencia para atraer viajes de la zona j .

Así se pudieron determinar la localización geográfica y la intensidad de los efectos sobre la equidad en el caso de que aplicara un peaje de cordón en la M-40 de Madrid. La figura 10 presenta los resultados de la aplicación de un peaje de cordón solamente (S1) y conjuntamente con un aumento de las frecuencias de los servicios de autobús (S2) respecto a la situación sin aplicar ninguna medida (S0).



7. Conclusiones

Este breve recorrido de tres décadas sobre lo que eran y lo que son los indicadores de accesibilidad en el transporte muestran que la aguda visión de Rafael Izquierdo que le permitió adivinar la importancia que tendrían en la planificación, tanto de las infraestructuras como de las políticas de transporte.

Lo que en los años 80 se apuntaba como algo novedoso, ha pasado a ser elemento obligado en cualquier estudio de planificación del transporte. El desarrollo de las capacidades de cálculo de los computadores y el desarrollo de las herramientas de visualización y de cálculo relacional de capas de información georeferenciada han supuesto el impulso definitivo y generalización de los estudios de

accesibilidad. Estos desarrollos permiten realizar análisis conjunto de múltiples variables a nivel macro –escala regional, nacional o continental– y también estudios micro a nivel local sobre localización de servicios o paradas de los sistemas de transporte.

Los indicadores de accesibilidad permiten, como se ha visto, realizar estudios no sólo de planificación de transporte, sino de tipo económico, ambiental o social, siempre con el valor añadido de la localización de los impactos mediante mapas de alta calidad. Sirven no sólo a los técnicos planificadores, sino que suponen una herramienta que posibilita los procesos de participación pública, y permiten transmitir una información visual, fácil de interpretar, a los decisores políticos. **ROP**

Referencias

- Geurs, K.T., Wee, B. van (2004). Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions. *Journal of Transport Geography* Vol.2, 127-140.
- Gutiérrez, J., Monzón, A., Piñero, J.M. (1988). Accessibility, network efficiency, and transport infrastructure planning. *Environment and Planning A*, Vol. 30, pp. 14. Pion, Londres, 1999
- Gutiérrez, J., Condeço-Melhorado, A., López, E., Monzón, A. Evaluating the European added value of TEN-T projects: a methodological proposal based on spatial spillovers, accessibility and GIS. *Journal of Transport Geography*, vol. 19, nº 4. Pp: 840-850. ISSN: 0966-6923. Julio 2011.
- Izquierdo, R. (1996). El Consulado de Santander y el impulso de las obras públicas. Una referencia al Camino de la Rioja 1785-1829. 223 pp. Autoridad Portuaria de Santander.
- Izquierdo, R. y Monzón, A. (1992). La accesibilidad a las redes de transporte como instrumento de evaluación de la cohesión económica y social. *TTC, Transport y Comunicaciones*, MOPT, nº 56, Mayo-Junio.
- Izquierdo, R. y Monzón, A. (1993). Accessibility as a planning and regional development objective (capítulo del libro: *TRANSPORT GROWTH IN QUESTION*), pp. 231-271. CEMT, París, 1993.
- Keeble, D. et al. (1987). Peripheral regions in a community of twelve. D.G. Regional Policy. CEE.
- López, E., Ortega, E., y Condeço-Melhorado, A. M. (2009). Análisis de impactos territoriales del Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte 2005-2020: cohesión regional y efectos desbordamiento. *Información Comercial Española*, ICE: *Revista de Economía*, (848), 159-172.
- López, E. y Monzón, A. (2007) *Assessment of Transport Infrastructure Plans: a Strategic Approach integrating efficiency, cohesion and environmental aspects*. Tesis doctoral, ETSI Caminos, Canales y Puertos, Universidad Politécnica de Madrid.
- López, E., Gutiérrez, J., y Gómez, G. (2008). Measuring regional cohesion effects of large-scale transport infrastructure investments: an accessibility approach. *European Planning Studies*, 16(2), 277-301.
- López, E., Monzón, A., Ortega, E., y Mancebo, S. (2009). *Assessment of Cross-Border Spillover Effects of National Transport Infrastructure Plans: An Accessibility Approach*. *Transport Reviews*, 29(4), 515-536.
- López, E. y Monzón, A. (2010). *Integration of Sustainability Issues in Strategic Transportation Planning: A Multi-criteria Model for the Assessment of Transport Infrastructure Plans*. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 25(6), 440-451
- Ministerio de Fomento (2005) *PEIT-Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte 2005-2020*.
- Monzón, A. (1988) *La Accesibilidad Individual como elemento de evaluación en los Planes de Transporte de la Comunidad de Madrid*. *Informes de la Construcción*. Julio - Agosto 1988, pp. 18. Instituto Eduardo Torroja, CSIC, Madrid.
- Monzón, A. (1988) *Los Indicadores de Accesibilidad y la Planificación del Transporte: Concepto y Clasificación*. *Transportes, Turismo y Comunicaciones*, nº 35, pp. 7. MTTC.
- Monzón, A.; Piñero, J.M. y Gutierrez, J. (1993) *Accessibility level and regional equity in Spain related to the new multimodal transport plan 1993-2007*, pp.10, XXI PTRC Annual Meeting: *European Transport, Highways and Planning*. Manchester, PTRC Education and Research Ltd, Septiembre, 1993.
- Monzón, A., Ortega, E., López, E., 2013. Efficiency and spatial equity impacts of highspeed rail extensions in urban areas. *Cities* 30, 18-30.
- MOPU-Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (1985). *Plan General de Carreteras 1984-91*.
- MOPT-Ministerio de Obras Públicas y Transportes (1993). *Plan Director de Infraestructuras 1993-2007*
- Morris, J.M. et al. (1979) *Accessibility indicators for transport planning*. *Transportation Research A*, Vol. 13.
- Orellana Pizarro, H. y Monzón, A. (1996). *La Accesibilidad como instrumento de evaluación de infraestructuras de transporte. Análisis de las actuaciones del P.D.I. Estudios de Transporte y Comunicaciones*. Vol. 73., pp 17. Ministerio de Fomento, Madrid.
- Ortega, Emilio; López, Elena; Monzón, Andrés (2012). *Territorial cohesion impacts of high-speed rail at different planning levels*. *Journal of Transport Geography*, no. 24, pp. 130-141. ISSN: 0966-6923.
- RENFE (1987). *Plan de Transporte Ferroviario (PTF)*, Madrid.
- Turró, M. y Ulled, A. (1990). *Modelo de evaluación de la accesibilidad regional. Aplicación a la cuenca del Mediterráneo*. XVI Reunión de Estudios Regionales, AEER, San Sebastián.
- Wang, Yang; Monzon, Andrés y Di Ciommo, Florida (2014). *Assessing the accessibility impact of transport policy by a land-use and transport interaction model – The case of Madrid*. *Journal of Computers, Environment and Urban Systems* (2014). <http://dx.doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2014.03.005>

Análisis de los efectos económicos y sociales de la conexión por autovía entre Cantabria y la Meseta



José María Díaz y Pérez de la Lastra

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.
Profesor titular de Transportes. Universidad de Cantabria.

Resumen

Este trabajo fue el fruto de un convenio de colaboración firmado en el año 2000 entre el Gobierno de Cantabria y la Universidad de Cantabria para analizar los efectos económicos y sociales de la conexión por autovía entre Cantabria y la Meseta, en unos momentos en los que se necesitaban todavía argumentos para acometer los 175 km de la A-67 que separaba Torrelavega (Cantabria) de Palencia. El trabajo demostró que la conexión con la Meseta podía ser un factor de desarrollo y un verdadero eje vertebrador para que nuestra Región aprovechara sus ventajas estratégicas.

Palabras clave

Autovía, impactos socio-económicos, Cantabria, Rafael Izquierdo.

Abstract

This work is the result of a partnership agreement signed in 2000 between the Regional Government of Cantabria and the University of Cantabria to analyse the economic and social effects of the motorway connection between Cantabria and the Meseta, the high central plateau of Spain, at a time when it was still necessary to undertake the 175 km of the A-65 between Torrelavega (Cantabria) and Palencia. The study showed that the connection to the central plateau could be a factor for development and serve as a hub by which our Region could make full use of its strategic advantages.

Keywords

Motorway, social and economic impacts, Cantabria, Rafael Izquierdo

Recuerdo personal de Rafael Izquierdo

Los que llevamos unos cuantos años impartiendo docencia en la E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Santander en el ámbito de la Ingeniería del Transporte, sabemos de la relativa facilidad con que contábamos para atraer a nuestra "tierruca" a Rafael Izquierdo. Una relación que comenzó a gestarse allá por el año 1970, cuando Rafael llegó a Santander para hacerse cargo de la docencia de "Economía y coordinación de transportes" como Profesor Encargado de Cátedra. Fue el primer profesor de "Transportes" de aquella joven Escuela que había comenzado su andadura cuatro años antes; y el primer catedrático de dicha materia en virtud del nombramiento que recibí en junio de 1978 tras la pertinente oposición. No mucho tiempo después se trasladó definitivamente a Madrid tras obtener allí la plaza de catedrático en la Escuela de Caminos, pero su relación con Santander se mantuvo ya muy estrecha para siempre.

Y es que al tiempo que tomaba la decisión de marcharse, tomaba también la de no dejarnos. Aquí dejó discípulos y con los años siguió ejerciendo su autoridad e influencia sobre ellos y sobre los que íbamos asomándonos desde nuestra juventud a los saberes del Transporte. Siempre dispuesto a formar parte de nuestros tribunales de Tesis Doctorales, de las Comisiones de selección en los concursos de plazas de profesores universitarios... Para él eran siempre motivos para conocernos más y mejor, para poder ejercer esa "paternidad" universitaria que de alguna forma habíamos puesto en sus manos. Muy especiales fueron los muchos cursos de verano organizados en la villa de Laredo; allí acudía junto a un amplio grupo de profesores del resto de Escuelas que en muchos casos viajaban con sus familias. Era una semana, sobre todo, de convivencia, en la que se entrelazaban nuestras vidas mucho más allá de lo académico. Muchos recuerdos nos quedan de nuestras inolvidables partidas de bolos... Rafael quiso siempre estar cerca, haciéndose incluso presente junto

con Maruja, su esposa, en esos momentos importantes de nuestras vidas, en lo personal y familiar.

El trabajo que seguidamente se expondrá es el último en los que Rafael Izquierdo participó en la Universidad de Cantabria. Fue el fruto de un convenio firmado con el Gobierno de Cantabria para analizar los efectos económicos y sociales de la conexión por autovía entre Cantabria y la Meseta. Rafael sabía muy bien lo que era viajar a Santander desde Madrid. Aunque quiso centrarse en los aspectos relativos a la importancia de esa infraestructura en la integración con las Redes Transeuropeas, su papel en la planificación y organización de los trabajos fue decisiva y todavía tenemos constancia de ello a través de las actas de las reuniones del equipo. Y es que Rafael Izquierdo dominaba como investigador cada una de las facetas estudiadas en este trabajo. Su experiencia y su implicación personal –a pesar de la distancia– fueron con toda seguridad los elementos diferenciadores en el desarrollo del proyecto.

1. Presentación

Está claro que existe una clara evidencia empírica que relaciona las inversiones públicas con la actividad económica, especialmente en aquellas regiones en las que se ha producido retrasos en su dotación de capital público y la escasez de estos bienes se ha convertido en un factor de limitación; y Cantabria puede ser claro ejemplo de ello. Una dotación de capital público, en este caso la construcción de una autovía, se presenta como una oportunidad de desarrollar y mejorar su entorno socio-económico. La rentabilidad de las infraestructuras públicas incluye la mejora de la rentabilidad de las inversiones privadas, que se sirven de ellas, así como la apertura de posibilidades de inversión inviables en su ausencia.

Las infraestructuras de transporte tienen una clara influencia en el desarrollo económico y social de una región, si bien es cierto que el grado alcanzado no depende en exclusiva de su dotación en infraestructuras, sino que también está ligado a otros factores de desarrollo, ya sean estructurales, culturales, económicos, sociales, políticos... que se potencian ante una infraestructura de transporte. En definitiva, la inversión pública es condición necesaria, pero no suficiente para el desarrollo económico.

La justificación de una infraestructura de este tipo viene dada por muchos motivos, de los que se puede entre-

sacar la integración territorial, la facilidad de movilidad, la cohesión social y económica, la competitividad entre espacios físicos y empresarial y la reducción de costes de operación.

Para afrontar todos esos posibles enfoques se formó un equipo de investigación muy diverso que no quiero dejar de mencionar para hacer honor, 15 años después, a quienes hicieron posible el mismo. El Área de Ingeniería de la Construcción de la Universidad de Cantabria estuvo representada por Francisco Ballester (director del proyecto), Daniel de la Hoz y María José Pallol. Del Área de Ingeniería e Infraestructura de los Transportes participaron Ángel Ibeas Portilla, José María Díaz y Pérez de la Lastra, Fernando Rocillo y José Luis Moura. Del Área de Organización de Empresas, Pedro Díaz Simal. Del Área de Comercialización e Investigación de Mercados, participó José Fernández Polanco; y del Área de Contabilidad y Auditoría, Mercedes Carro. Finalmente, por parte de la Universidad Politécnica de Madrid, colaboraron los profesores de la Escuela de Caminos Rafael Izquierdo de Bartolomé y Andrés Monzón de Cáceres.

2. Resultados. Efectos de la conexión por autovía entre Cantabria y la Meseta

Entre los impactos que la inversión en la Autovía de la Meseta podría producir es necesario distinguir entre las consecuencias, por un lado, que se derivarían de la propia construcción de la infraestructura y, por otro, las propias de su utilización y explotación.

Asimismo, se distinguen entre efectos a corto plazo o temporales, y efectos a medio plazo o permanentes. Los primeros se relacionarán con la demanda agregada canalizados a través del arrastre de la inversión pública sobre los sectores directamente afectados, mientras que los segundos están más asociados a la oferta agregada, es decir, a la mejora en la rentabilidad y competitividad de los agentes privados que van a verse favorecidos por la existencia de la nueva infraestructura.

Dada la amplitud de estudios, análisis y efectos estudiados en este trabajo, muchos de ellos susceptibles por sí mismos de conformar una investigación, se ha convenido realizar una redacción descriptiva de cada uno de ellos acompañado de algunos de los resultados y conclusiones, por lo que no aparecerá al final, como tal, un apartado que recoja dichas conclusiones.

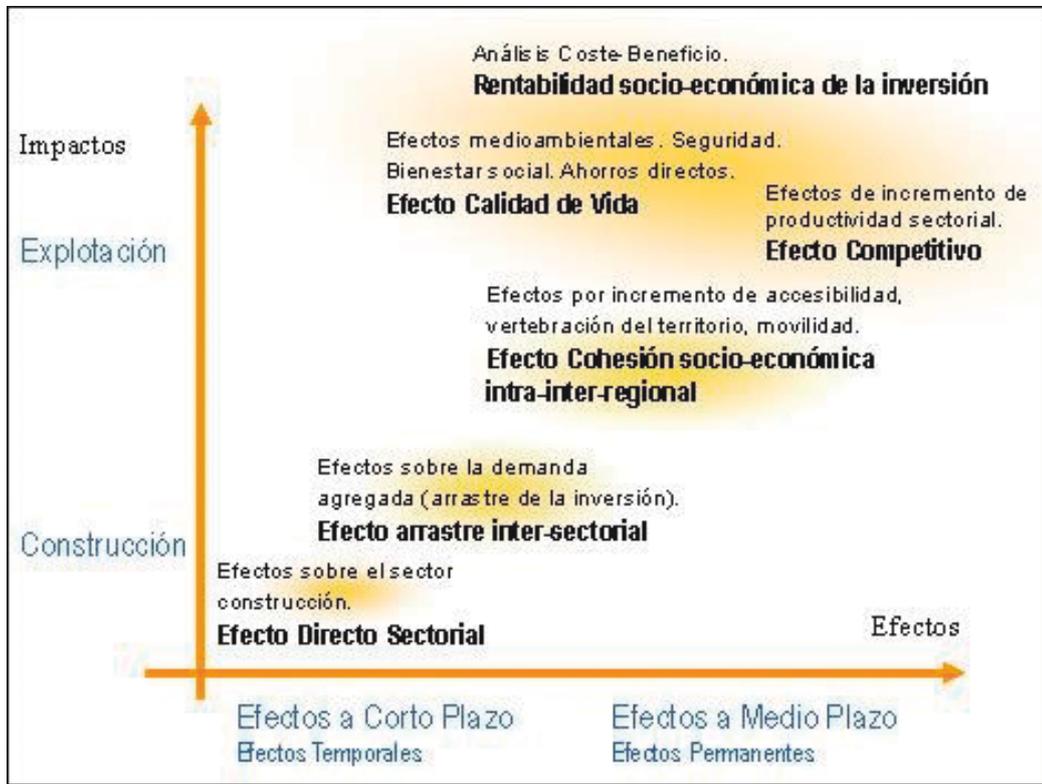


Fig. 1. Efectos económicos producidos por la inversión en la autovía de la Meseta

2.1. Efectos a corto plazo

2.1.1. Impacto sobre el sector de la construcción

A este respecto se analizaron los efectos que sobre el sector construcción de Cantabria podrían producirse al acometerse una inversión de este tipo en la región. Para ello se estudió la información existente en los Estudios Previos de la Infraestructura así como los datos que iban aflorando con el avance en la redacción de los proyectos definitivos. Además, se realizó la caracterización de la estructura del sector a fin de poder decidir si Cantabria estaba bien equipada a estos efectos; y la caracterización de la coyuntura económica sectorial que nos indicaría si los recursos existentes estaban o no disponibles.

Las principales conclusiones conducían a que en Cantabria existían una serie de problemas estructurales en el sector de la construcción, tanto en su dimensión (el sector se encontraba excesivamente atomizado) como en su adecuación sectorial (el sector estaba muy condicionado por el boom de la edificación).

Desde un punto de vista cuantitativo, la inversión global para la construcción de la Autovía de la Meseta tendría un impacto directo sobre el sector construcción de Cantabria en un porcentaje estimado entre el 25 y el 40 % sobre la inversión total.

2.1.2. Impacto sobre la demanda agregada

Para captar este efecto, se estableció un análisis del impacto del gasto asociado a la implantación de esta infraestructura sobre la actividad económica de la región, captando las alteraciones potenciales que se producirían sobre la demanda de la economía regional. Este análisis se realizó a través del desarrollo de modelos keynesianos que estudian el impacto del gasto total sobre la demanda agregada de la economía.

Del mismo modo, se evaluó el impacto indirecto que, sobre otros sectores productivos de la región, podría generar la inyección de capital público. Este análisis se realizó mediante modelos Input-Output que tratan de evaluar la canalización del gasto hacia los distintos sectores económicos y captando el impacto sectorial de la obra.

	Sector	VAB (millones de ptas.)	Empleo
1º	Edificios y obras de ingeniería civil	44.140	13.058
2º	Servicios Prestados a las empresas	8.583	986
3º	Comercio	2.961	850
4º	Otros minerales y derivados no metálicos.	2.927	850
5º	Cemento, cal y yeso	2.119	159
6º	T. Carretera, oleoducto o gaseoducto	2.027	835
7º	Productos metálicos	1.703	607
8º	Energía eléctrica	1.364	77
9º	Productos petrolíferos refinados	1.273	19
	Resto de Sectores	12.265	3.172
	TOTAL	79.363	20.612

Tabla 1. Efecto sectorial. Impacto sobre la demanda agregada

Se podrían sintetizar las conclusiones de este apartado en dos grandes “*flashes*”: el efecto del gasto realizado por la Administración en la ejecución de la Autovía podría generar en términos globales un impacto multiplicador de 2; y las tablas Input-Output predecían un impacto positivo sobre el empleo de unas 20.000 personas (se interpretaba más como una ocupación de recursos laborales y no necesariamente como nuevos empleos).

2.2. Efectos a medio plazo

2.2.1. Efecto cohesión socioeconómica

El primero de los impactos estudiados se centró en la accesibilidad y su relación con la renta. Parece claro que la nueva infraestructura, una vez construida, provocaría un incremento en la cohesión socio-económica territorial, por el incremento de accesibilidad. Los indicadores utilizados para la este estudio fueron el Factor de ruta, el índice de trazado-velocidad, la Accesibilidad demográfica y el Índice de centralidad.

Tiempos de viaje de Santander con resto de capitales

	Ahorro de tiempo (minutos aprox)	% de ahorro
León	33	17,8
Palencia	42	28,2
Burgos	17	13
Valladolid	42	23,8
Zamora	42	17,5
Salamanca	42	17,6
Avila	42	15,9
Segovia	17	6,8
Madrid	17	6,6

Tabla 2. Variación de tiempos de viaje tras puesta en servicio Autovía de la Meseta

Las principales conclusiones de este apartado estuvieron ligadas a la reducción de tiempos de viaje entre Santander y el resto de poblaciones del área, siendo sustancial en el eje Santander-Valladolid (ahorro de tiempo del 23,8 %); y a la mejora de la accesibilidad (la accesibilidad demográfica de Cantabria se incrementaba en algo más del 13 %) y con ello un potencial incremento de la renta estimado en un 4,15 %.

El segundo de los impactos estudiados fue el relativo a la redistribución de los flujos de transporte. Para ello se realizó un estudio de movilidad futura una vez ejecutada la infraestructura con la identificación de caminos mínimos interzonales. Se desarrolló un modelo que correlacionaba las variables explicativas de la movilidad de los usuarios potenciales de la nueva infraestructura y se estableció una prognosis de los tráficos desde el año 2006 hasta el 2025 (año horizonte del estudio).



Fig. 2. Red del Área de estudio

El tercero de los impactos es el derivado de la integración de esta infraestructura en las Redes Transeuropeas. Para poder identificar la integración de esta autovía dentro de aquellas se desarrolló una labor de investigación al objeto de conocer las distintas orientaciones comunitarias con respecto al desarrollo de grades corredores europeos. La principal consecuencia a nivel europeo de la construcción de la Autovía era la conexión directa con el corredor Lisboa-Irún, que propiciaría una integración de Cantabria con las áreas atlánticas.

2.2.2. Efecto competitivo

El primero de los impactos estudiados en este apartado fue el relativo a la aceleración de la actividad empresarial. La disminución de los costes privados fruto de la explotación de la autovía de la Meseta sería un factor añadido a la productividad de la inversión pública. Para ello se analizó la mejora provocada en las expectativas de los agentes económicos a través de la variable que

de ellas se deriva con más claridad que es la inversión empresarial.

El segundo de los impactos estudiados en este apartado se centró en las expectativas de crecimiento sectoriales y turismo de Cantabria. Para conocer este escenario, se desarrolló una indagación de las expectativas y opiniones que los sectores productivos directamente afectados por la construcción de la autovía mostraban acerca del impacto que ésta tendría sobre su actividad. Dicha información se obtuvo por medio de técnicas de investigación social cualitativas (entrevistas con representantes de los sectores estudiados) y cuantitativas (realización de encuestas sobre muestras de tamaño representativo).

Los resultados más relevantes establecían que los sectores más optimistas con respecto a los beneficios que reportaría la nueva infraestructura eran el sector de la construcción, seguido de la industria extractiva y el trans-

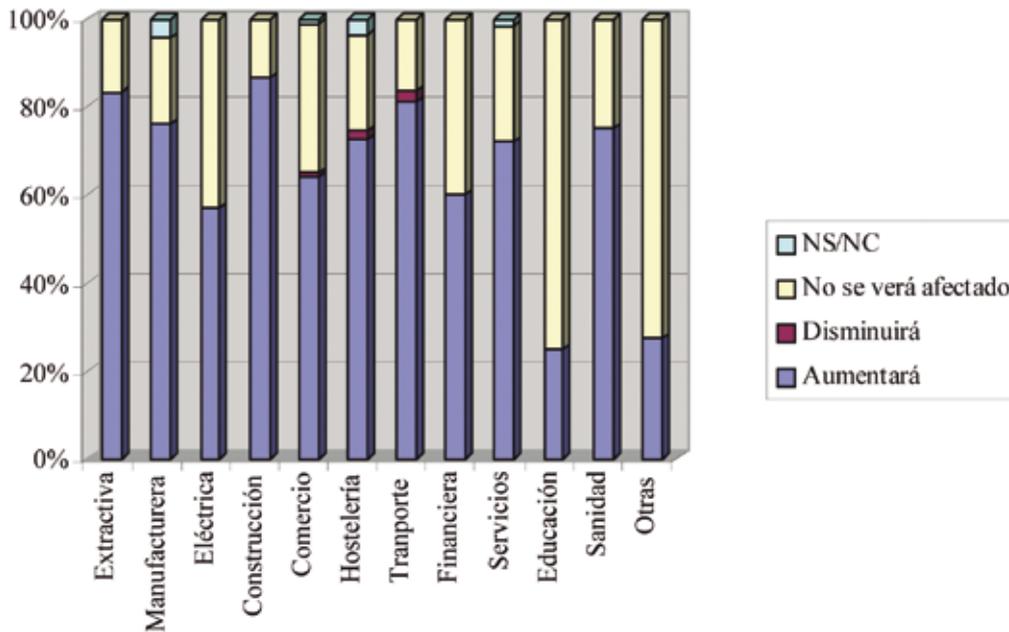


Fig. 3. Efecto sobre el negocio de los diferentes sectores de actividad por construcción de la Autovía Meseta

porte. Las expectativas de crecimiento variaban según el sector productivo (el más optimista era el de la industria extractiva, que consideraba que crecería del 7 al 11%). En cuanto a los impactos sobre la demanda turística de Cantabria, destacar que la intención de incrementar el número de visitas se centraba en los visitantes que ya eran asiduos (el 47% de ellos aumentarían la frecuencia de visitas); mientras tanto, solo el 15% de los que nunca habían visitado Cantabria se plantearían visitar la Región a raíz de la construcción de la Autovía (tan sólo un 4% aseguraría la visita). La autovía, por tanto, no parecía ser un elemento fundamental en la decisión de visitar Cantabria por motivos turísticos, y más bien quedaba como una ventaja añadida a otros atractivos de la Región.

5.2.3. Efecto calidad de vida

Los impactos estudiados en este capítulo fueron los referentes a los ahorros directos de los usuarios de la autovía y el impacto medioambiental.

En cuanto al primero, se intentó evaluar el beneficio social inmediato que la presencia de la autovía se deriva para los usuarios inmediatos de ésta. Se realizó una evaluación de los ahorros directos que los usuarios de la autovía tendrían por la implantación de la misma. Aunque existen una mul-

titud de efectos, los que determinan en mayor medida la valoración económica del servicio adicional prestado por la carretera son los siguientes: la disminución del tiempo de viaje (podrían llegar a alcanzar los 2,2 millones de horas anuales); la disminución de los costes de funcionamiento de los vehículos (ahorros de del orden de un millón de litros de combustible anuales); y el descenso del Índice de Peligrosidad.

En cuanto al segundo de los impactos, el Medioambiental, se desarrolló en el estudio un análisis de los efectos medioambientales que la construcción y explotación de la autovía provocará en el área de su traza a su paso por Cantabria. Y es que los equipamientos de infraestructuras permiten el desarrollo no sólo económico sino también de bienestar social a través de un incremento de la calidad de vida de los usuarios. Como conclusión de ese análisis se establecía que los impactos producidos por la construcción y funcionamiento de la nueva autovía, son potencialmente evitables o susceptibles de alcanzar una reducción de los mismos hasta niveles no significativos. Por lo tanto se prevé que el nivel de calidad ambiental, y en definitiva nivel de vida en el entorno alcanzado será elevado, acorde con las demandas requeridas hoy en día por la población. **ROP**

Retos para mejorar el modelo de colaboración público privada en España



José Manuel Vassallo

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Director del Departamento de Ingeniería Civil. Transporte y Territorio. Universidad Politécnica de Madrid

Resumen

En este artículo, escrito en memoria de Rafael Izquierdo de Bartolomé, se describe la situación actual del modelo de colaboración público-privada en España, se enumeran las causas que han llevado a que, en la actualidad, este modelo se encuentre en entredicho y, como conclusión, se plantean una serie de retos para que este modelo vuelva a ser uno de los ejes de la recuperación económica de nuestro país.

Palabras clave

Infraestructura, colaboración público-privada, España

Abstract

This article, written in homage to Rafael Izquierdo de Bartolomé, describes the current state of public-private partnerships in Spain, outlining the reasons why these types of arrangements are currently being questioned and posing a series of challenges to ensure that this model may once more serve as the mainstay for the economic recovery of this country.

Keywords

Infrastructure, public-private partnerships, Spain

Recuerdo personal de Rafael Izquierdo

Es un orgullo para mí escribir este breve artículo año y medio después de que falleciera mi maestro Rafael Izquierdo de Bartolomé tras una dura enfermedad que se prolongó durante algo menos de un año. El señorío y la ejemplaridad con la que Rafael vivió su enfermedad me sirvieron para darme cuenta de que me encontraba ante una persona que, además de su talla intelectual, transmitía una serena humanidad al que estaba próximo a él, que llevaba a encontrarse a gusto a su lado; y, a buscar, casi sin quererlo, su ayuda y consejo. Yo tuve la suerte de pasar mucho tiempo junto a él en ese último año de vida en el que, de modo natural, compartió conmigo su pensamiento tanto en temas profesionales como personales.

Conocí a Rafael en el año 1992 cuando era colegial del Colegio Mayor Castilla de Madrid, del que Rafael era miembro del Consejo Asesor de Profesores. Desde allí colaboré con él en la organización de algunos cursos sobre Comunidades Europeas. En el año 1995, cuando finalicé la carrera de ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, Rafael me propuso comenzar el doctorado con él en la Cátedra de Transportes de la ETSI de Caminos, Canales y Puertos de Madrid. Allí me

incorporé a una de las líneas de trabajo que en aquel momento Rafael estaba desarrollando con mayor intensidad: la financiación de infraestructuras de transporte y, en especial, la colaboración público-privada.

Rafael comenzó a interesarse por este tema a principios de los años 90 cuando dejó la actividad de consultoría por una dedicación más intensa a la universidad. El primer libro completo que escribió sobre este tema se titula: “La financiación de las infraestructuras de transporte” y fue publicado en 1992 por la Cámara de Comercio e Industria de Madrid. A partir de allí Rafael fue publicando periódicamente numerosos libros y artículos en este ámbito. En 1997 publicó el libro titulado “Gestión y financiación de las infraestructuras de transporte terrestre”, editado por la Asociación Española de la Carretera y prorrogado por Rafael Arias Salgado que por entonces era ministro de Fomento.

Entre los años 2000 y 2004, la actividad de Rafael en esta materia se acentuó enormemente por su nombramiento como asesor del secretario de Estado de Infraestructuras y Transportes del Ministerio de Fomento, donde tuvo un papel fundamental en la elaboración de la Ley 13/2003 del

Contrato de Concesión de Obras Públicas. En este período Rafael coordinó dos números especiales de la Revista de Obras Públicas: uno sobre “Financiación de infraestructuras” y otro sobre el “Nuevo sistema concesional”.

La actividad de Rafael en esta materia continuó en los últimos años de su carrera profesional. En el año 2004 publicó, conmigo como coautor, el libro titulado: “Nuevos sistemas de gestión y financiación de infraestructuras de transporte” que se incluyó en la colección SEINOR del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Su último libro, que lleva por título: “Infraestructura pública y participación privada: conceptos y experiencia en América y España”, del que también soy coautor, fue publicado en el año 2010 por encargo de la Corporación Andina de Fomento (CAF). De hecho, el último viaje que Rafael hizo a América Latina, fue precisamente para presentar este libro en la ciudad de Bogotá el 13 de septiembre de 2010.

1. La colaboración público-privada en la financiación de infraestructuras en España

Por Colaboración Público Privada (CPP) a efectos de este artículo se considera cualquier forma contractual que sirva para que el sector privado gestione el ciclo de proyecto de una infraestructura pública con una orientación a dar un

mejor servicio a los ciudadanos. En el caso de España, la mayoría de los proyectos de CPP que se han puesto en marcha hasta nuestros días han utilizado como marco jurídico el contrato de concesión de obra pública, aunque en los últimos años se ha empleado también, aunque en escasas ocasiones, el contrato de colaboración entre el sector público y el privado definido en el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público.

La utilización del modelo de CPP –entendido en sentido amplio– para la financiación de infraestructuras en España varía radicalmente desde antes y después de la aprobación de la Ley 13/2003 Reguladora del Contrato de Concesión de Obras Públicas, a la que Rafael Izquierdo contribuyó sustancialmente.

Hasta esa ley, el modelo se utilizó casi exclusivamente para la provisión de autopistas de peaje, aunque algunas Comunidades Autónomas –como Murcia, Navarra y la Comunidad de Madrid– habían comenzado ya a elaborar normativa que les permitió aplicar modelos alternativos como el “peaje sombra”.

A partir del año 2003 se experimentó un cambio radical en el volumen y tipos de obras que se pusieron en marcha. La tabla 1 muestra que la inversión total licitada en grandes

Miliones de €	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Total	%
INFR. PORTUARIAS	100		292	8			57	139	107	20		723	1,30%
INFR. DE CARRETERAS:													
Nueva infraestructura	2.321	259	1.633	417	2.724	481	3.316	6.218	3.289			20.659	37,03%
Mantenimiento y explotación		1.513	698		5.689					430		8.330	14,93%
INFR. FERROVIARIAS	1.069								1.151			2.220	3,98%
INFR. AEROPORTUARIAS	114			185								299	0,54%
INFR. HIDRÁULICAS				210	13						148	371	0,66%
INFR. DE DESALACIÓN	200		36	947	153							1.336	2,39%
INFR. DE MOVILIDAD URBANA	374	104	423	944	363	2.490	84	1.411				6.194	11,10%
INFR. DE APARCAMIENTOS	33	78	193	285	86	197	141	253	46	128	30	1.471	2,64%
INFR. SANITARIAS		431	1.422		49	68	700	1.379				4.049	7,26%
INFR. SERVICIOS SOCIALES	792	27	266	9	61	22	71	15		9		1.271	2,28%
OTRAS INFR. URBANAS	718	368	1.946	1.528	546	1.762	452	1.099	198	33	211	8.861	15,88%
Total	5.722	2.781	6.908	4.533	9.683	5.020	4.821	10.515	4.791	621	388	55.783	100%

Tabla 1. Licitación por concesión de obra pública en infraestructura en España (mayores de 6 millones de €)

Fuente: Elaboración propia con datos de SEOPAN

infraestructuras usando el modelo de concesión de obra pública en el período 2003-2013 alcanzó los 55.783 millones de euros, una media de 5.071 millones de euros anuales. No obstante se observa una substancial reducción del volumen de inversión en los últimos años debido a la escasez de crédito que trajo consigo la recesión económica.

De estas inversiones, las más importantes, casi un 52 % del total, fueron las infraestructuras de carreteras —tanto nueva infraestructura como conservación y mantenimiento—. Dentro de estas inversiones se incluyen tanto las autopistas de peaje real como los modelos gratuitos para el usuario de “peaje sombra” o “pago por disponibilidad”.

La tabla 1 muestra cómo también han ganado importancia las inversiones en infraestructuras urbanas, dentro de las cuales se incluyen, por una parte, concesiones de tranvías y metros ligeros en muchas ciudades de España y, por otra, estaciones de intercambio modal como las desarrolladas en los últimos años principalmente en la ciudad de Madrid. También cabe destacar la importancia que, en los últimos años, ha adquirido la inversión en equipamiento público (hospitales, edificios públicos, etc.).

La inversión mediante CPP en otros sectores como la infraestructura portuaria, ferroviaria, aeroportuaria, obras hidráulicas y desalación ha sido sustancialmente inferior debido a que se trata de sectores controlados en muchos casos por empresas públicas de gran tamaño que tienen mayor flexibilidad para endeudarse e invertir que las administraciones públicas.

2. Problemas que ha generado el mal uso de la colaboración público-privada en España

Existe una importante controversia hoy en día sobre si el modelo de CPP en España ha contribuido realmente de manera positiva a fomentar la competitividad y a promover el crecimiento del país. Es cierto que este modelo ha permitido que las administraciones públicas hayan sido capaces de acometer obras que de otra manera no se hubieran puesto en marcha nunca. Asimismo las infraestructuras gestionadas a través de este modelo han garantizado una calidad de servicio a lo largo de los años comparativamente superior a la que hubieran proporcionado otros proyectos públicos. No obstante, hay motivos, corroborados por la experiencia, para pensar que en muchos casos no se ha hecho un uso adecuado de este modelo. Entre los principales problemas que se apuntan cabe mencionar los siguientes:

1. El uso de la CPP como mero instrumento para diferir la imputación de las inversiones en el déficit público nacional.
2. La falta de transparencia en las numerosas renegociaciones que se han producido en los contratos.
3. La inadecuada definición de los contratos, en especial en lo que se refiere a la asignación de los riesgos.

En adelante se desarrollan en más detalle cada uno de estos puntos.

El peligro de usar la colaboración público-privada como ingeniería contable

Los esquemas de CPP como el “peaje sombra” y “pago por disponibilidad”—empleados no sólo para carreteras sino también para hospitales e infraestructura urbana— que implican un diferimiento presupuestario tienen el peligro de que los gobiernos gasten por encima de lo que la sociedad se puede permitir en un momento dado a costa de transferir la carga presupuestaria a generaciones futuras. Este incentivo perverso se basa en que estos esquemas tienen un claro beneficio electoral—permite inaugurar obras a los decisores políticos sin ningún coste para ellos— debido a que el déficit público en el corto plazo no se ve afectado. A raíz de ello, muchas administraciones públicas en los últimos años han abusado de estos mecanismos para invertir por encima de lo necesario hoy, creando un efecto “bola de nieve” que ha hipotecado los presupuestos de generaciones futuras.

Los compromisos pasados derivados de este tipo de contratos han llevado a que, en pleno momento de crisis, cuando la limitación presupuestaria es mayor, los gobiernos tengan que dedicar una parte sustancial de su presupuesto a pagar compromisos pasados que tenían una rentabilidad económica social más que dudosa. De lo anterior se concluye que los proyectos de CPP no tienen sentido si la única razón que lleva a ponerlos en práctica es evitar la contabilización en el déficit público nacional y, consecuentemente, en la deuda pública asociada. Al final, el hecho de que la inversión se contabilice de un modo o de otro, aunque pueda ser importante a efectos presupuestarios, no afecta a la realidad de las personas que cada día usan la infraestructura.

La falta de transparencia en las renegociaciones de los contratos

Uno de los principales problemas que han tenido las CPP en España ha sido el importante número de renegociaciones



experimentadas. El hecho de que haya cambios contractuales no tiene por qué ser algo malo *per se*, ya que los contratos a largo plazo son por definición incompletos y, en consecuencia, cuando se redacta el contrato es imposible para las partes tener en cuenta todas las contingencias que pueden ocurrir a lo largo de su vida. Esto justifica llegar a acuerdos posteriores con la finalidad de clarificar puntos que no se encontraban correctamente definidos, o de incorporar aspectos que no se tuvieron en cuenta originalmente, pero que pueden contribuir positivamente a incrementar el beneficio para la sociedad.

El problema de las renegociaciones surge cuando estas son provocadas por causas ajenas a la mejora de la sociedad; por ejemplo, la renegociación encaminada a compensar a una empresa concesionaria por riesgos que se había comprometido a asumir originalmente y ahora no puede asumir. Otro motivo es la renegociación para reconocer sobrecostos

causados al concesionario por la ineficacia de la administración a la hora de tramitar permisos, licencias y aprobaciones. Las renegociaciones en España han sido muy numerosas y, por lo general, poco transparentes. Sólo en algunas ocasiones se publicaron las causas que las motivaron; y, cuando así se hizo, las razones alegadas fueron poco claras: mejorar las comunicaciones, solucionar problemas de congestión, favorecer el tráfico, conseguir que se cumpla el proyecto de construcción, etc.

Tradicionalmente, los procesos de renegociación han terminado afectando a las tarifas, el plazo de concesión, los beneficios económico-financieros de la concesión, y la construcción, conservación y explotación de algún tramo nuevo. El hecho de que las renegociaciones no sean transparentes permite a muchos poner en tela de juicio la eficiencia del modelo de CPP, debido a que en teoría una de sus principales ventajas respecto al modelo público convencional es que

el primero ahorra costes en el ciclo de proyecto respecto al segundo.

Problemas en la asignación de riesgos

La asignación de riesgos es uno de los elementos más importantes a la hora de que un esquema de CPP sea exitoso. La teoría económica establece que los riesgos deben ser asignados del modo que los agentes sobre los que recaen puedan generar un mayor valor para la sociedad a través de su gestión. Por tanto, transferir riesgos al sector privado que éste no tiene capacidad de manejar será ineficiente económicamente, ya que las eventuales ganancias o pérdidas que experimente no estarán ligadas a la gestión privada, sino al mero azar.

Este principio, no obstante, está reñido con la Normativa de Contabilización del Déficit Público de la Unión Europea, que establece la transmisión del riesgo al sector privado como uno de los elementos esenciales para que los activos públicos sean considerados fuera del balance de la administración. Esta situación ha llevado a que muchas administraciones públicas españolas, muy presionadas por la meta de ejecutar infraestructura sin que esta contabilice a déficit público, hayan priorizado esquemas de transferencia de riesgo al sector privado –especialmente demanda y expropiaciones– demasiado agresivos.

Con la llegada de la crisis económica a nuestro país, la agresiva asignación de riesgos que ha planteado el modelo español ha provocado una situación que, en la actualidad, está poniendo en entredicho al modelo de CPP. El caso más conocido es el de las últimas autopistas de peaje del Ministerio de Fomento, especialmente las de los accesos a Madrid, que llevan experimentando desde su entrada en operación importantes problemas. Por una parte, los volúmenes de tráfico y, en consecuencia, los ingresos han sido muy inferiores a los previstos. Por otra parte, se han producido importantes sobrecostes de expropiación de los terrenos debido a una polémica sentencia del Tribunal Supremo.

A pesar de las medidas del gobierno para intentar sacar a flote a estas concesiones, en los últimos años la situación se volvió insostenible, por lo que muchas de esas concesiones empezaron a declararse en concurso de acreedores. De acuerdo al artículo 269 del texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público, la declaración de concurso o insolvencia es causa de resolución de la concesión, y cuando se resuelve el contrato, la administración pública deberá abonar la denominada “responsabilidad patrimonial de la

administración”, que representa el valor de la inversión que no ha sido amortizada. Dada la actual situación de muchas autopistas de peaje en España, la aplicación de la “responsabilidad patrimonial” implicaría que el gobierno tenga que aportar una fuerte indemnización a los concesionarios, lo que contribuiría a engrosar el déficit público justo en el peor momento posible para la economía española.

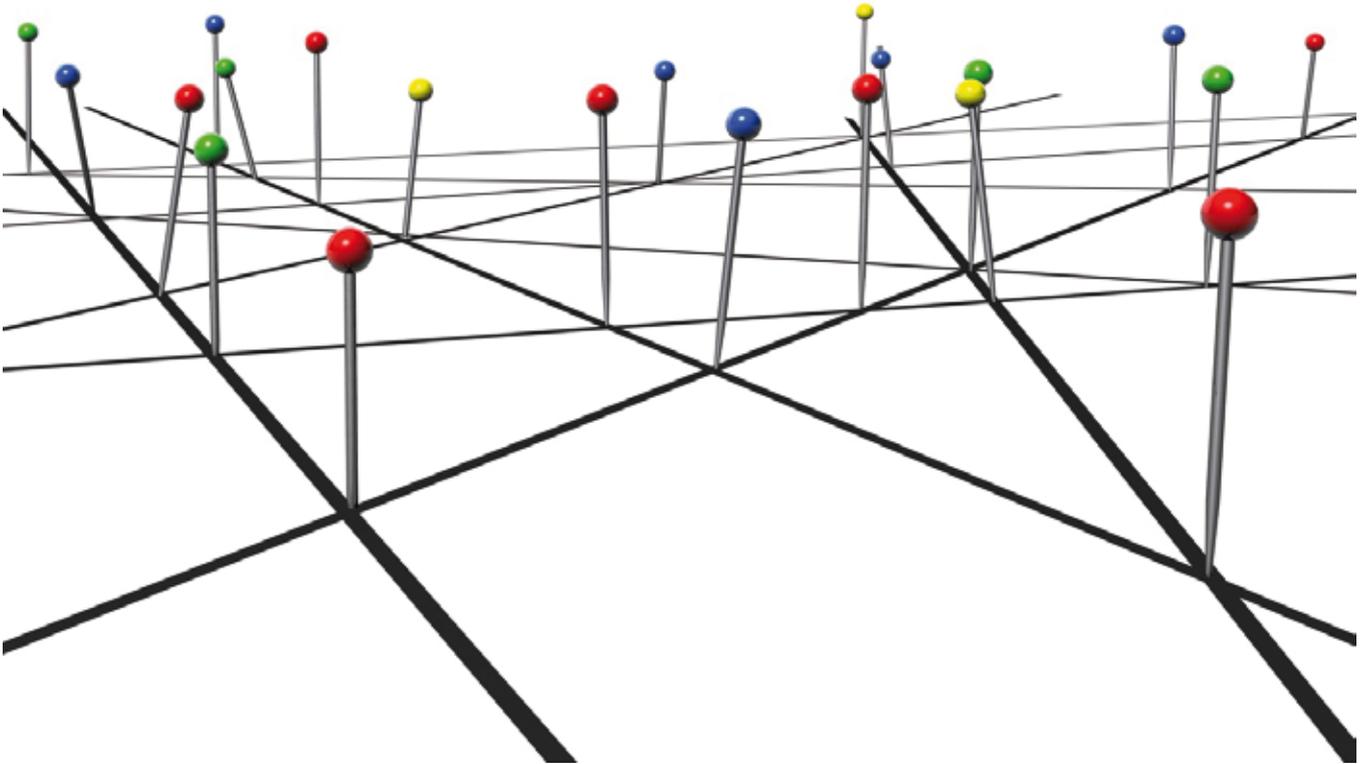
Esta situación ha llevado a que, en el momento en el que se estaba redactando este artículo, el gobierno estuviera negociando con los diferentes agentes involucrados (concesionarias, empresas constructoras y bancos, tanto españoles como extranjeros) la posibilidad de integrar los activos en una sociedad pública para evitar el pago de la “responsabilidad patrimonial”. No obstante, tras muchos meses de negociación, no parece apuntarse una solución que satisfaga a todos los agentes implicados.

3. Propuestas de reforma

Como se ha ido viendo a lo largo de este capítulo, la CPP ha tenido aspectos positivos, pero también ha generado importantes problemas que se han acentuado especialmente en momentos de crisis. Todo ello apunta a la necesidad de acometer importantes reformas para que el mecanismo de CPP en España –que en el caso de infraestructuras se instrumenta fundamentalmente a través de la concesión de obra pública– pueda corregir los errores del pasado, de cara a ofrecer un mejor servicio a la sociedad. A tal fin se apuntan las siguientes reformas:

1. El primer aspecto en importancia es lograr que los gobernantes dejen de usar la CPP como mero instrumento para evitar la afección al presupuesto. Es importante dejar claro que la CPP es un modo de provisión de infraestructuras que por sí mismo no va a hacer que un proyecto sea bueno o malo. En todo caso, podrá lograr que un proyecto bueno se pueda hacer antes o se haga mejor. Para ello, se podría plantear la necesidad de que la viabilidad de los proyectos que se realicen mediante CPP a partir de un cierto tamaño tenga que ser garantizada por un comité de expertos. Asimismo, es fundamental que la ley imponga limitaciones a la posibilidad de establecer compromisos futuros a través de los mecanismos de “peaje sombra” y “pago por disponibilidad”.

2. Un segundo aspecto, íntimamente relacionado con el anterior, es la necesidad de concentrar el conocimiento acerca de la estructuración de CPP en una unidad especializada que se encargue de estructurar las licitaciones y los contratos,



con la ayuda de los técnicos de otros ministerios o empresas públicas que tengan experiencia en el tipo específico de proyecto que se desarrolle.

3. Un tercer aspecto es la necesidad de mejorar la transparencia. A tal fin, puede tener sentido que se cree una entidad supervisora con cierta independencia que represente a los usuarios y contribuyentes. Una de las tareas de dicha entidad sería informar, aunque sea de forma no vinculante, de cualquier cambio en las condiciones contractuales que les puedan afectar.

4. Un cuarto aspecto es la necesidad de mejorar la asignación de riesgos en los contratos. No parece que tenga mucho sentido que el sector privado asuma completamente riesgos, como el de demanda o el de adquisición y valoración de las expropiaciones, que son de muy difícil control para éste.

5. Unido a lo anterior, un quinto aspecto es mejorar los procesos licitatorios, de tal manera que el sector privado

tenga más tiempo para presentar ofertas y formar consorcios que sean realmente competitivos y que puedan añadir valor al proyecto. En este sentido parece interesante que la administración mantenga un diálogo con el sector privado desde los inicios de la concepción del proyecto a fin de ir incorporando aquellas ideas que puedan mejorarlo.

6. Un sexto y último aspecto es la necesidad de replantearse la garantía de terminación anticipada del contrato conocida como “responsabilidad patrimonial de la administración”. Otros países utilizan mecanismos diferentes para eliminar la incertidumbre de terminación anticipada del contrato sobre los financiadores, que suelen basarse en garantizarles la percepción del flujo de ingresos con independencia de quiénes sean los socios y de si la concesión es rescatada o no por las administraciones públicas. Esta reforma debería como mínimo estudiarse en el caso de España. **ROP**

Las nuevas modalidades de transporte público urbano y metropolitano de viajeros y las oportunidades de negocio que generan



José V. Colomer Ferrándiz¹

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos,
Catedrático de Transportes de la ETS
Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
Universitat Politècnica de València

(1) En la redacción de este artículo ha colaborado Óscar Colomer Font, ingeniero de Caminos, Canales y Puertos e investigador de la Universitat Politècnica de València.

Resumen

Uno de los retos cruciales de la movilidad urbana y metropolitana es conjugar el objetivo de facilitar los desplazamientos con la sostenibilidad.

Para ello, en los últimos años han aparecido diversas modalidades de transporte tanto público como privado que aportan soluciones con menores impactos sobre la sostenibilidad.

Dentro del ámbito del transporte público cabe destacar la bicicleta pública, y el transporte a la demanda que permite ofertar transporte público en zonas con baja demanda.

En el artículo se analizan sucintamente estas modalidades y se incide especialmente en que pueden suponer interesantes oportunidades de negocios con importante contenido tecnológico.

Palabras clave

Transporte urbano, sostenibilidad, transporte a la demanda, bicicleta pública

Abstract

One of the essential challenges to urban and metropolitan mobility is to combine ease of movement with sustainability.

To this end, diverse modes of both public and private transport have appeared over recent years that provide more sustainable and lower impact solutions.

Within the area of public transport, particular reference should be made to public bike sharing schemes and transport on demand that makes it possible to offer public transport to areas with little demand.

This article makes a brief analysis of these forms of transport with particular emphasis on the important business opportunities these create with high technological content.

Keywords

Urban transport, sustainability, transport on demand, public bike sharing

Recuerdo personal de Rafael Izquierdo

Debo manifestar que he tenido el privilegio de una relación con Rafael que ha acompañado toda mi vida profesional y personal. En efecto, antes de terminar mis estudios conocí y trabajé con Rafa como becario. Después, fue él quien gestionó la entrevista para que entrase a trabajar en Renfe y más tarde fue a él a quien solicité consejo y ayuda para mi carrera en la Universidad. Muchos años más tarde, apoyó y aconsejó a mi hijo Óscar en sus estudios.

Aunque en algunas ocasiones realizamos algunos estudios juntos, Rafael ha sido sobre todo mi mentor y me ha acompañado en múltiples cursos, seminarios, conferencias, etc. que he organizado o en los que hemos coincidido. Con especial afecto recuerdo, y recordábamos, dos seminarios

sobre Transporte Urbano y Metropolitano que celebramos en Colombia, en Paipa (1996) y Cartagena de Indias (1997), y en los que pudimos compartir días inolvidables. Por ello, he querido en este número monográfico realizar una pequeña aportación sobre transporte urbano.

Nuestra intensa relación superó, con mucho, el ámbito académico alcanzando una dimensión personal y familiar. Ello me permitió poder conocer más a fondo a Rafael y descubrir al gran hombre bueno que era. Su mayor enseñanza sobrepasó los límites académicos y consistió en poner de manifiesto, con palabras y con obras, que estamos en esta vida para mejorar el mundo, intentar hacer el bien y ayudar en lo posible a los que más nos necesitan. Deseo, Rafa, no olvidarla y ser capaz de ponerla en práctica.

1. Introducción

Para desplazarse en la ciudad, las personas utilizan distintas modalidades de transporte cuya incidencia sobre la sostenibilidad es muy diferente. Se utilizan desde modos que pueden considerarse como plenamente sostenibles: a pie o bicicleta, hasta modos con fuerte impacto sobre la sostenibilidad manifestados en forma de emisiones, ocupación de espacio y accidentes como es el caso del automóvil.

Según el último estudio de Movilidad del Área Metropolitana de Valencia, realizado por la Consellería de Infraestructuras y Transportes de la Generalitat Valenciana en el año 2010, la distribución de viajes a nivel metropolitano (y urbano en el caso de Valencia) presenta las siguientes pautas:

- Sobre un total de 3.850.000 viajes (2,5 viajes diarios por habitante), el 42,6 % se realizan a pie o en bici y el 57,4 % en modos motorizados.
- Dentro de los modos motorizados es el coche el que supone mayor participación con un porcentaje que supera el 63,5 % de los desplazamientos motorizados, mientras que el transporte público no alcanza el 32 %. A destacar

que el grado de ocupación media del automóvil es de 1,15 ocupantes por vehículo.

- Si consideramos la movilidad puramente urbana del municipio de Valencia, los desplazamientos a pie y en bici, y la participación del transporte público es mayor. Los primeros suponen un 46,7 % de desplazamientos frente al 42,6 %; mientras que la participación del transporte público se aproxima al 40 % sobre viajes motorizados.
- Desde la realización de la encuesta en 2010, en la ciudad de Valencia se ha introducido con notable éxito la bicicleta pública (aunque no se dispone de datos concretos). Su impacto ha sido elevado tanto por el uso que se hace de ella como porque ha servido para potenciar el uso de la bicicleta privada.

En las figuras 1 y 2 adjuntas se recogen los principales datos respecto al reparto modal del estudio realizado en 2010 y en el PMUS de Valencia de 2013.

En los últimos años se han desarrollado o potenciado distintas modalidades de desplazamiento que intentan mejorar la sostenibilidad de la movilidad urbana y metropolitana.



Fig. 1. Movilidad en día laborable en el Área Metropolitana de Valencia. Fuente: Datos Estudio de Movilidad del Área Metropolitana de Valencia 2010

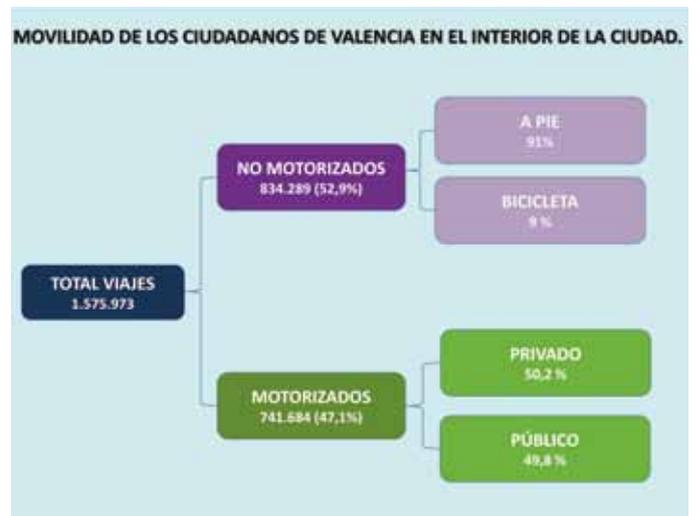


Fig. 2. Movilidad de los ciudadanos de Valencia en el interior de la ciudad. Fuente: Datos PMUS de Valencia 2013

Como más destacables –siempre dentro del ámbito de las modalidades novedosas– cabe señalar, a nivel de transporte público, los sistemas de bicicletas públicas y los servicios de transporte a la demanda.

Estas nuevas modalidades de transporte están dando lugar a la aparición de nuevas actividades empresariales o de nuevas líneas de negocio, con alto contenido tecnológico, que suponen una clara oportunidad de futuro.

2. Los sistemas de bicicletas públicas

El concepto de bicicletas de uso público comenzó en el año 1968 en Ámsterdam (Holanda), dentro del movimiento “provo”. Este movimiento protestaba contra la estructura de la sociedad burguesa de una forma crítica y proponía soluciones para crear una ciudad “más habitable”. En esa época se puso a disposición del público una flota de bicicletas sin puntos específicos donde recogerla o dejarla una vez finalizado el desplazamiento. Este sistema se conocía como sistema “bicicletas blancas”, puesto que sus creadores pintaron de blanco bicicletas usadas que después distribuyeron por toda la ciudad. Se obtenía un medio de transporte no contaminante, saludable y económico que funcionaba constantemente. Debido a que no se disponía de ningún sistema de seguridad o seguimiento de las bicicletas, los robos y el vandalismo disminuyeron en gran medida la cantidad de bicicletas disponibles y el sistema no progresó.

Una segunda generación de bicicletas públicas comenzó en 1995, cuando en la ciudad de Copenhague se puso en marcha un servicio de préstamo de bicicletas a gran escala llamado Bycyklen. Se trata de un sistema que está aún en funcionamiento, aunque con ciertas carencias: las bicicletas están encadenadas en aparcamientos especiales mediante una cerradura que se abre insertando una moneda. El problema de este sistema continuaba siendo el de los robos, ya que no hay registro del usuario ni seguimiento de las bicicletas, y el depósito que se deja a cuenta de coger la bicicleta (una moneda) es muy bajo.

La tercera generación, la que incluye sistemas de seguridad en préstamo de bicicletas, empezó en Europa en el año 2001, con la inauguración del sistema Velo’v de Lyon. En este caso ya existe un sistema más robusto de registro de usuarios, depósito por uso de la bicicleta y seguimiento de su uso y un plan completo de operación. A partir de este momento el número de ciudades con sistemas de bicicletas públicas aumentó (París, Lyon, Marsella, Bruselas, Estocolmo, Ámsterdam...) y las bicicletas públicas se empezaron a consolidar como una oferta de transporte público individual. La implantación de estos sistemas en España comenzó algo más tarde, coincidiendo con una mayor preocupación por el medio ambiente que aboga por una utilización de modos más sostenibles y, entre ellos, de la bicicleta.



Fig. 3. BiciMislata, Mislata - Valencia (España). Empresa MOVUS

Barcelona y Sevilla fueron, entre las ciudades más importantes, las primeras en prestar un servicio público de alquiler de bicicletas, en ambos casos con un gran número de bicicletas y estaciones. En la Comunitat Valenciana la implantación comenzó por la ciudad de Castellón conjuntamente con diversos municipios del área metropolitana de Valencia. En Valencia ciudad, la implantación es reciente y con éxito notable.

La implantación de un sistema de bicicleta pública avanzado (se excluyen los sistemas manuales) requiere tener presentes los siguientes aspectos:

- Distribución territorial. Bases y número de bicis: en primer lugar resulta necesario contemplar en cada municipio, o grupo de municipios, los puntos de recogida y devolución de bicicletas públicas conocidos como bases. En cada base se establece el número de bicis a disponer de manera que el territorio que se quiere servir quede cubierto de manera adecuada. Para ello es necesario realizar un estudio previo de demanda.

- Tecnología a utilizar: la tecnología a utilizar puede ser de diferentes tipologías pero siempre será necesario disponer de un método que permita conocer quién es el usuario, en qué momento toma o devuelve la bicicleta en préstamo y cuál es la situación de cada una de las bases en cuanto a número de bicis disponibles y puestos libres para dejar bicicletas. Para ello las bases disponen de un sistema informatizado que controla y trasmite los datos a una central. Esta información deberá, además, estar accesible de la forma más sencilla posible a los potenciales usuarios.

- Control del sistema y *call center*: resulta necesario para la explotación del sistema un *software* de gestión del sistema que permita un estricto control de la gestión de personal, bicicletas, bancadas, piezas de repuesto, reparaciones realizadas, casos de vandalismo y estado actual de cada bicicleta. Conjuntamente con este control central, o de forma separada, debe establecerse un *call center* de atención al usuario, posibles incidencias, etc.

- Operación del sistema: mantenimiento y redistribución de bicis. Para operar el sistema es necesario gestionar

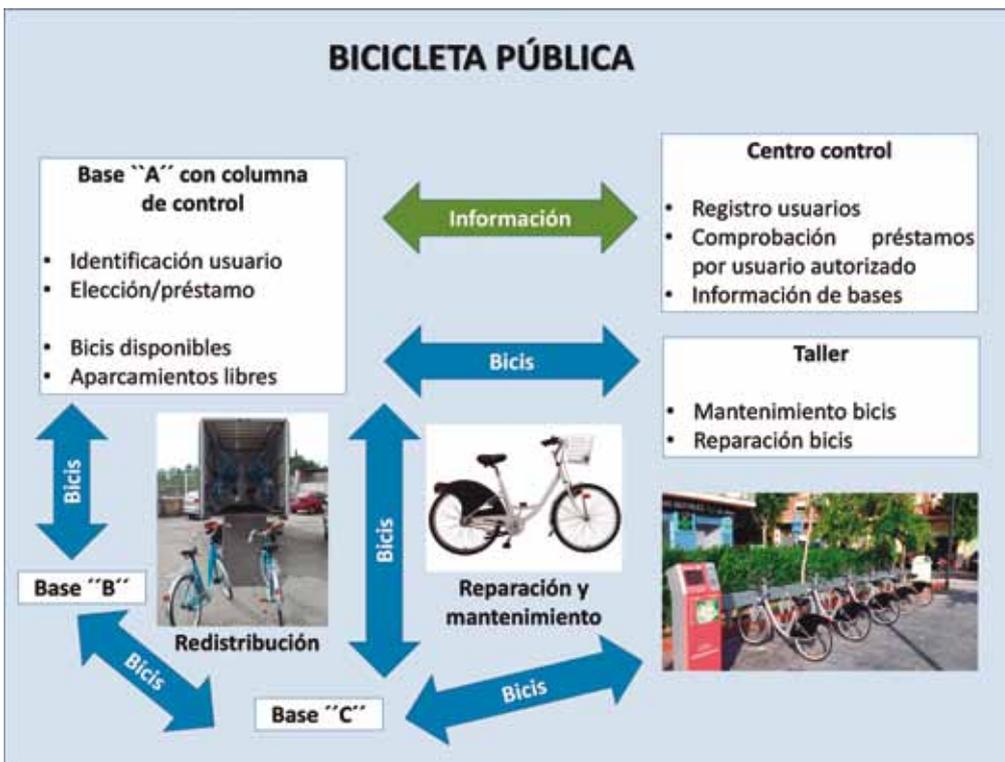


Figura 4. Esquema de explotación de un sistema de bicicleta pública

el almacenaje en *stock* de las bicis de los sistemas de bicicleta pública, ejecutar un mantenimiento preventivo de todas aquellas bicicletas que han estado en la calle llevando a cabo una rotación periódica de las mismas. También resulta imprescindible un mantenimiento preventivo y correctivo diario de todas las bancadas de bicicletas. La figura 4 muestra un esquema básico de un sistema de bicicletas públicas.

Desde el punto de vista logístico resulta fundamental:

- En el centro de control disponer de la base de datos de usuarios debidamente actualizada así como de la información en tiempo real del estado y número de bicicletas en las bases existentes. Además resulta necesaria la existencia de un módulo informático para facturación a los usuarios así como otros datos como son averías de bicicleta, incidencias, etc.

- En las bases, disponer de una conexión directa con la central y del *software* correspondiente que permita confirmar que el usuario está autorizado, quién es (para

caso de incidencias), las horas de comienzo o final del préstamo.

- Los datos sobre puestos libres y ocupados de las bicicletas son imprescindibles para proceder a la redistribución de bicicletas según los acuerdos que se tengan en contrato. Al ser la demanda repetitiva generalmente en días laborables se pueden establecer rutinas de redistribución.

- Puesta a disposición para consultas de usuarios de la información sobre situación de las bases en tiempo real en cuanto a bicis y sitios libres.

- Organización de la correspondiente vigilancia y control de bicis a los efectos de mantenimiento y reparación. El mantenimiento puede y debe programarse.

La actividad empresarial de sistemas de bicis públicas

La gestión de sistemas de bicicletas públicas constituye una nueva actividad empresarial de transporte de indudable interés. Las modalidades que se dan en el presente son muy variadas. En las grandes ciudades, como es el



Fig. 5. Ejemplo de estación de Valenbisi (bicicletas públicas de Valencia) en la Universidad



Fig. 6. Ejemplo de servicio de autobús a la demanda. Cridabus (Paterna)

caso de París, Lyon o Valencia, es una empresa de grandísima dimensión, JCDecaux, la que presta el servicio. La actividad principal de la empresa está vinculada a la comunicación y su facturación anual supera los 2.500 millones de euros anuales.

Sin embargo, junto a estas grandísimas empresas, en otros casos como diversos municipios del Área Metropolitana de Valencia, que requieren un menor número de bicicletas y necesitan una atención mucho más detallada, es una pyme valenciana, la empresa Movus S.L., la que realiza la prestación del servicio. Surge así la posibilidad de una nueva actividad ligada a la movilidad sostenible susceptible de ser atendida por empresas pequeñas y medianas con alto componente tecnológico.

3. El transporte público a la demanda

La sostenibilidad de la movilidad en el ámbito urbano y metropolitano pasa, sin duda, por una potenciación del transporte público que redunde en una mayor utilización

del mismo. Junto a la prestación de los servicios que podemos denominar “convencionales”, es decir, con unas paradas, unos horarios, unos itinerarios y unos días fijos, han surgido otras modalidades de prestación encaminadas a una mayor sostenibilidad del sistema. Este es el caso de los servicios de transporte público a la demanda.

El transporte público a la demanda aparece como alternativa sostenible para cubrir la demanda de transporte en zonas poco pobladas (y por ello con escasa demanda) donde la oferta de servicios regulares permanentes es baja o inexistente. También puede adoptarse para ciertos servicios con escasa demanda como pueden ser servicios nocturnos (en Paterna funcionó el Cridabus que daba servicio los sábados por la noche).

El servicio a la demanda presenta como principal característica que el usuario no se adapta a la oferta existente, sino que es la demanda la que determina los servicios ofrecidos.

La filosofía de funcionamiento de este tipo de servicio se centra en la existencia de una interactividad entre el usuario y el ofertante del transporte previa a la realización del viaje. Es necesario que el viajero se ponga en contacto con anterioridad con la empresa que gestiona el servicio, normalmente mediante vía telefónica o internet, confirmando que se desea utilizar el servicio en la fecha, hora y lugar indicados. Si no se lleva a cabo esta gestión, el servicio no se realiza (principio de optimización del trayecto), lo que supone un ahorro de costes para el operador, y también un ahorro de emisiones y otros impactos ambientales.

Aunque existe una amplia gama de servicios a la demanda que varían de acuerdo a la tecnología utilizada, las características operacionales y características propias en cada caso, conceptualmente el funcionamiento es sencillo y abarca las siguientes actividades:

- Petición del servicio
- Recepción y gestión de las peticiones
- Programación de los viajes
- Asignación del viaje al vehículo
- Prestación del servicio

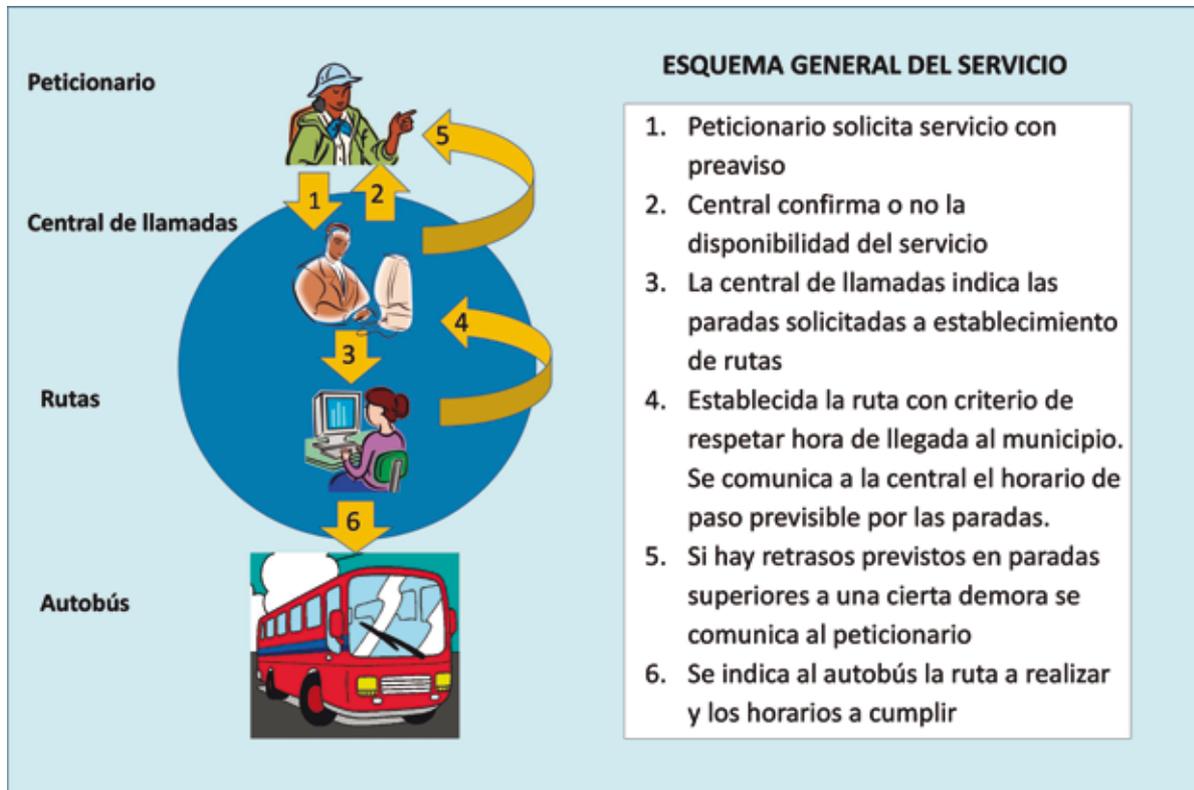


Fig. 7. Esquema de la prestación del servicio de transporte a la demanda

Los elementos del sistema son: centro de control y atención a usuarios; vehículo y usuarios conectados vía telefónica/internet con centro control.

Desde el punto de vista logístico resulta fundamental:

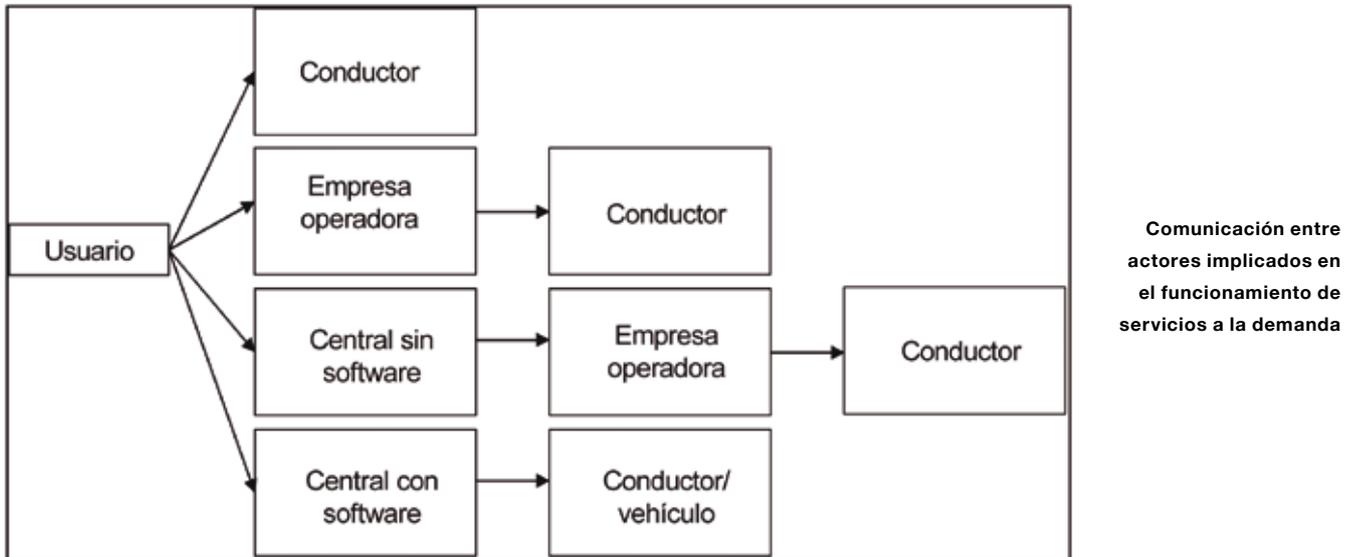
- En el centro de control se recogen las llamadas de los usuarios, se informa a los mismos sobre disponibilidad o no del servicios.
- Se establece el itinerario del autobús en el centro de control.
- Se selecciona, en su caso, el vehículo a utilizar según la demanda.
- Se le comunica al vehículo la ruta a realizar y las paradas.
- Se informa al usuario de las posibles incidencias.

En la figura 7 se muestra un esquema de la prestación del servicio.

Las modalidades de articulación de las diferentes partes implicadas (usuarios, empresa operadora y central de llamadas) es muy variable según las características de los servicios a la demanda, ya que se encuentran desde servicios muy simples en los que la relación mayor es entre usuario y conductor del autobús que presta el servicio, hasta situaciones mucho más complejas en las que interviene un *software* de optimización de rutas en tiempo real.

En función de las características de la oferta-demanda existente se pueden establecer los canales de comunicación señalados en el cuadro adjunto entre los actores implicados en el funcionamiento.

- En el más sencillo de los casos, cuando la oferta es reducida (una ruta, un vehículo), la comunicación es de forma



directa: el usuario llama al conductor cuando requiere un servicio de transporte (se da en pequeños núcleos).

- En el segundo caso, cuando se tiene más de una ruta, que es operada por una empresa distinta según la zona, los usuarios llaman directamente a la empresa operadora que en función de la demanda planifica los viajes, asigna los vehículos y realiza el servicio.
- En el tercer caso, cuando la oferta es mayor (diversas rutas, zonas, y empresas operadoras), se hace necesaria la implementación de una central de llamadas que se encarga de registrar y organizar las peticiones del usuario, e informar a los operadores sobre las características de los servicios demandados.
- A partir de un cierto umbral de complejidad, cuando la oferta de servicios es importante en cantidad, cobertura y flexibilidad (en horarios e itinerarios), los centros de llamadas implementan un *software* (por lo general integra las funciones de recepción de llamadas, organización y optimización de los viajes y asignación de vehículos) para ampliar la capacidad de comunicación, optimizar los recursos (vehículos), dar un mejor servicio y, si es posible, reducir costes de operación y tiempo.

La actividad empresarial en el transporte público a la demanda

La prestación física del transporte público a la demanda, es decir la puesta a disposición del vehículo y del conductor, es realizada por las empresas de transporte existente como una nueva fórmula de prestación de servicios. En este sentido se incorpora dentro de las actividades de las empresas de transporte público de viajeros mediante autobuses.

Pero además de lo que se ha denominado como prestación física, el transporte a la demanda requiere la prestación de los servicios de recepción de peticiones, reserva, asignación de viajes, atención de incidencias, etc. que puede abordarse desde dentro de la propia empresa de transporte como una nueva actividad o bien es susceptible de prestación por parte de nuevas empresas vinculadas a la movilidad sostenible, no prestatarias del servicio físico de autobús. Al igual que en el caso de la bicicleta pública se trata de una nueva actividad con proyección de futuro.

En resumen, las nuevas modalidades ligadas al transporte sostenible dan lugar a nuevas actividades con un importante contenido tecnológico que constituyen importantes nichos de negocio susceptibles de ser abordados con éxito por profesionales convenientemente capacitados. **ROP**

El sistema de transporte público en Andorra 2004-2015



María Eugenia López-Lambas

Profesora de Transportes. Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. UPM

Resumen

El Principado de Andorra reúne una serie de circunstancias geográficas y socio-demográficas que hacen que su movilidad revista características muy peculiares. Tras el preceptivo análisis y diagnóstico, la reordenación de la red de autobuses, base de la movilidad cotidiana, y la implantación de nuevas formas de gestión del sistema de transporte, con la incorporación al mismo del concepto de servicio público, son claves para el buen funcionamiento y potenciación del sistema de transporte urbano en su conjunto.

Palabras clave

Transporte urbano, servicio público, concesión, reordenación líneas, ley de transportes

Abstract

The principality of Andorra incorporates a series of geographical and social-demographic characteristics that make mobility in the country particularly challenging. Following the necessary analysis and diagnosis, the bus and coach network—the backbone of daily mobility—has been restructured and new transport management systems have been introduced with the essential purpose of providing a public service. These being key to the correct operation and development of the urban transport system as a whole.

Keywords

Urban transport, public service, concession, reorganization of routes, Transport Act

Recuerdo personal de Rafael Izquierdo

La primera vez que trabajé con Rafael fue para la empresa Alsa, en la elaboración de un documento sobre las amenazas y oportunidades que, para el transporte nacional, supondría la, por entonces, nueva regulación europea de los servicios regulares. Corría el año 2001. Al año siguiente repetimos asociación para redactar los estatutos del Centro de Investigación del transporte TRANSyT-UPM, del que fue primer director hasta su jubilación de la Escuela.

Fue también el primer presidente del Foro de Ingeniería del Transporte, de cuya Junta fui secretaria durante todo su mandato, lo que me permitió conocerle más a fondo en una faceta más allá de la estrictamente profesional.

Algún tiempo después me habló de su vinculación con la ONG Desarrollo y Asistencia, y lo que comenzó como una prolongada conversación sobre servicio público, terminó con mi captación para la causa, a la que me enorgullezco de pertenecer desde hace ya 6 años.

Recuerdo, en fin, las reuniones en la Escuela y, sobre todo, los Congresos de Ingeniería del Transporte donde hacía gala de un buen humor y una vitalidad envidiables. Era cómodo y divertido trabajar con él... ‘Fugit irreparabile tempus’. Sirva este artículo de sentido homenaje por mi parte a su papel en el desarrollo de la economía del transporte en España. Dejo la glosa de sus méritos personales para mejor ocasión.

1. Introducción

En el año 2004, volví a colaborar con Rafael en la definición de un nuevo sistema de transporte público para el Principado de Andorra o, lo que es lo mismo, en el nuevo diseño de la red de autobuses, basado en una completa reorganización de las líneas existentes, junto con una propuesta para un nuevo modelo de gestión. Se trataba de definir las bases para la convocatoria del concurso llamado a terminar con el monopolio de las centenarias concesiones existentes hasta el momento, con la vista puesta en la ley de transportes de inminente aprobación.

Tan inminente que en 2014 (sic), es decir, 10 años después, se empezó a debatir el proyecto de ley.

Para llevar a cabo la tarea, se analizaron varios modelos aplicados en Europa, con sus ventajas e inconvenientes, partiendo de un estudio previo donde se exponía el estado de la cuestión de tal manera que el decisor pudiera disponer de toda la información necesaria en que basar la elección del modelo de gestión y financiación que mejor se adaptara al caso.

2. Definición del problema

Una de las características más sorprendentes del sistema de transporte público en Andorra era la completa ausencia de obligaciones de servicio público en los servicios de transporte, algo indispensable para que las autoridades pudieran subvencionarlos permitiendo, en consecuencia, una mejora de la eficiencia y calidad del sistema en su conjunto. Llamaba, pues, la atención, que únicamente el transporte escolar y el de la tercera edad contaran con cierto nivel de subsidio, cuando en Europa no se discutía la importancia de los servicios de interés general como forma de atender las necesidades sociales que el mercado, por sí mismo, es incapaz de proporcionar.

En efecto, con el fin de poder atender las exigencias de movilidad y accesibilidad, las Administraciones públicas, aunque no presten directamente los servicios, deben poner a disposición de los ciudadanos –principalmente de aquellos que no disponen de vehículo propio–, unos medios de transporte eficaces, seguros y razonablemente económicos que, justamente bajo estas premisas, no resultan normalmente viables para el sector privado desde el punto de vista financiero. De ahí que los operadores interesados en prestar estos servicios exijan el otorgamiento de derechos exclusivos o compensaciones por las cargas derivadas de las obligaciones de servicio público impuestas por la Administración correspondiente.

Sin embargo, la entonces y todavía vigente Ley Reguladora del Transporte Público de Viajeros por Carretera, de 11 octubre 1985, junto con su Reglamento, dejaba la creación de todos los servicios regulares en manos del Gobierno exclusivamente, desarrollando a partir de ahí, un sistema de autorizaciones para la explotación del servicio (aparte la gestión directa en su caso), otorgadas también por el Ejecutivo mediante concurso público, bajo las condiciones fijadas en el pliego de condiciones, tarifas incluidas.

En resumen, en el año 2004, en el Principado de Andorra, tanto el transporte urbano como el interurbano estaban en manos de la Cooperativa Interurbana Andorrana (CIA), que venía prestando el servicio desde hacía 40 años en régimen de monopolio, siempre con autorización administrativa por cada línea, expedida en un proceso de licitación pública, y sin ayudas ni subvenciones de ningún tipo (excepto para el transporte escolar y jubilados, vía Ministerio de Educación y Asuntos Sociales, respectivamente).

Ciertamente, el trabajo contratado iba más allá de un estudio jurídico y una propuesta de pliego concesional: también se llevó a cabo el análisis, diagnóstico y propuesta de soluciones para el transporte interurbano de viajeros, toda vez que los problemas venían no solo de la falta de definición del transporte como servicio público, del régimen de autorizaciones, de la prolongación inusitada de las concesiones vigentes, o de la antigüedad de la flota, sino también de la congestión, en un país donde la población (75.000 habitantes) se triplica en ciertas épocas del año, coincidiendo con la temporada de esquí principalmente, lo que complica extraordinariamente la movilidad en su conjunto.

Añádase a esto que el número de viajes en vehículo privado suponía un 60 % del reparto modal, mientras que el transporte público apenas alcanzaba un 4 %, con la agravante de que la mayoría de ese escaso porcentaje eran usuarios cautivos.

3. La propuesta normativa

Excluida desde el principio la gestión directa, había que optar por una de entre las distintas fórmulas de gestión indirecta que se barajaron (concesión, gestión interesada, concierto, empresa de economía mixta y, en aquel momento, también el arrendamiento del que la empresa española MINTRA era entonces un ejemplo notorio). Por otro lado, la Ley de Contratación Pública del Principado no recogía la figura de la gestión interesada como forma de contratación, previendo además un plazo máximo de 50 años para los contratos de gestión de servicios públicos, incluidas las prórrogas previstas en el contrato.

Finalmente, la Administración, tras un análisis minucioso de las ventajas e inconvenientes de cada modalidad existente, se decantó por la concesión que entendió como el procedimiento más conveniente.

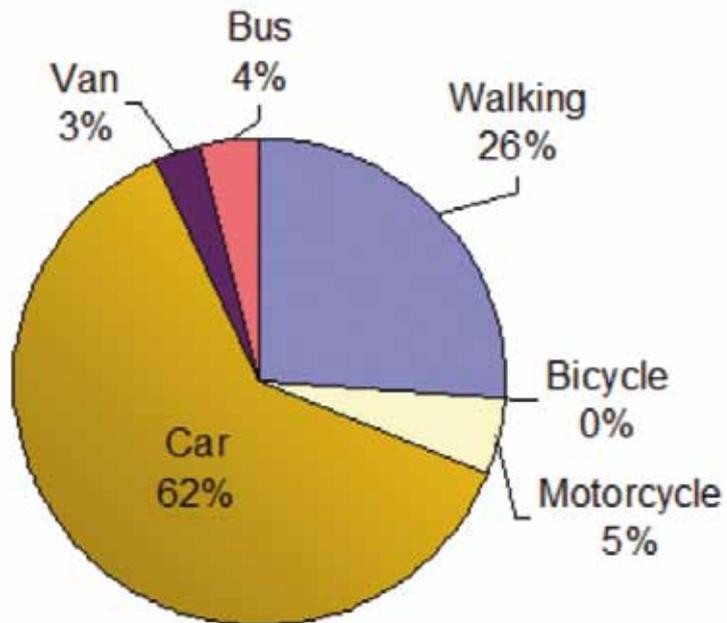


Fig. 1. Reparto modal en Andorra por motivo trabajo (2004)

CONCEPTO	VENTAJAS	INCONVENIENTES
Concesión	<ul style="list-style-type: none"> • Introduce competencia y criterios de mercado en el sistema desde la licitación, al limitar el lazo de la concesión • Concesionario asume riesgos • No grava presupuestos Administración • Compatible con ayudas públicas (financiación mixta): permite reducir tarifas y plazos • Administración puede imponer niveles de calidad y obligaciones de servicio público • Aprovecha la experiencia y tecnología del operador • Administración mantiene el control y supervisión del servicio • Permite la financiación cruzada de servicios no rentables con rentables 	<ul style="list-style-type: none"> • Para el caso de financiación exclusivamente privada, las tarifas no serán sociales y sí poco atractivas • Concesionarios desean plazos largos: eso disminuye las condiciones de competencia • Concesionarios intentan transferir los riesgos a la Administración • Proceso de licitación puede alargarse • Gran rigidez del sistema si se intentan modificar criterios • Peligro de ruptura del equilibrio económico-financiero

Tabla 1. Ventajas e inconvenientes del sistema concesional



Fig. 2. Propuesta de reorganización de líneas

4. La propuesta técnica: reordenación de líneas

En la cuanto a la propuesta de reordenación de líneas, se partía de una flota de autobuses compuesta de 50 vehículos, con una antigüedad media de 12 años y 14 servicios diarios, de unos 10 km. Las frecuencias bajas, la velocidad comercial y la falta de información eran factores que no contribuían ciertamente al uso del transporte público, no solo por parte de los residentes del Principado, sino de la población turística.

Pero cualquier propuesta que viniera a limitar en modo alguno el uso del vehículo privado, contaría de cierto con la oposición de la ciudadanía. Por esta razón, para el desarrollo de una estrategia que contribuyera a potenciar el uso del transporte público, aliviando con ello los graves problemas de congestión, lo primero fue buscar el consenso de los implicados en cuanto a las medidas a adoptar. De esta manera, se llevó a cabo una amplia encuesta destinada a obtener el grado de aceptabilidad necesario con el que cualquier nuevo esquema de transporte debe de contar si pretende tener éxito.

Así pues, se celebraron reuniones y entrevistas con el ministerio de Economía y Transportes, la Agencia de Movilidad, el Ministerio de Turismo, los Ayuntamientos afectados; Asociaciones de usuarios, de transportistas, del taxi; hoteleros, comerciantes, etc., que sirvieron como base para el plan de acción a adoptar en cuanto a reorganización de líneas, mejora de la calidad y cambios administrativos.

La propuesta consistió, resumidamente, en:

- a) Reducción de líneas (de 7 a 3), con separación de los servicios urbanos de aquellos que conectaban la capital con el resto de localidades, y aumento de las frecuencias.
- b) Integración tarifaria, con validación de billetes mediante máquinas, al objeto de reducir el tiempo de viaje al no tener ya los conductores que encargarse del cobro.
- c) Medidas complementarias, entre ellas la construcción de carriles bus exclusivos en determinados tramos, au-

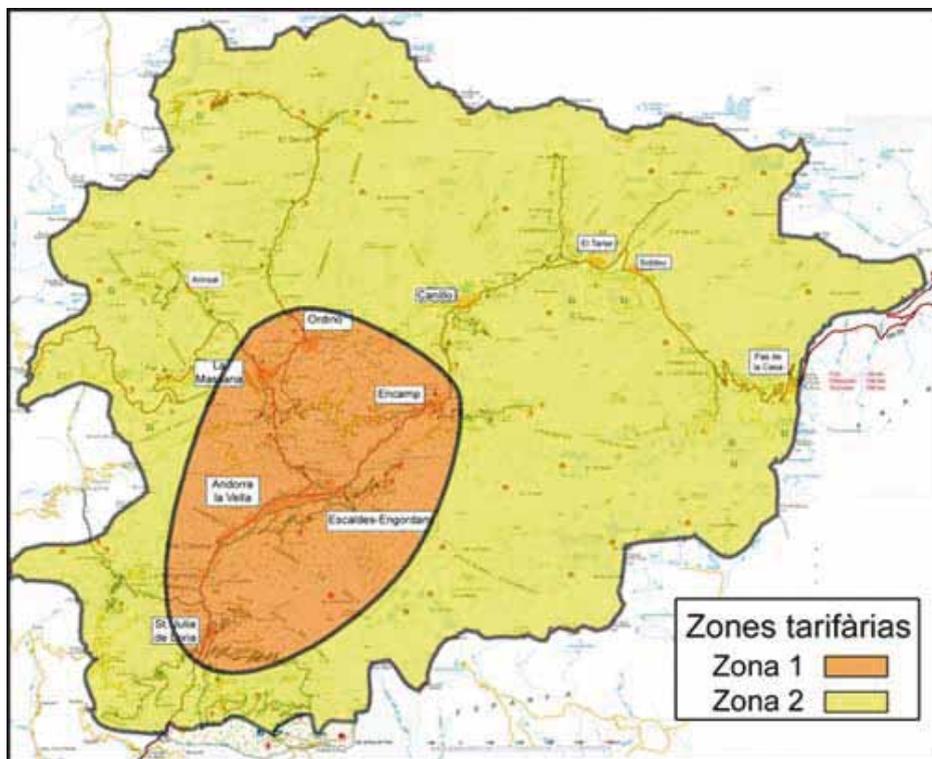


Fig. 3. Zonas tarifarias propuestas

mento de la calidad de las marquesinas y la información, y cambio en la tipología de autobús, destinando los de piso bajo y capacidad para unos 70 viajeros a los servicios urbanos.

5. El proyecto de Ley de Transportes por Carretera de 2014

La todavía ley vigente¹ señala en su artículo primero que tiene por objeto todas las cuestiones relativas al transporte público de pasajeros por carretera, en tanto que actividad privada de interés público, pero nada en su articulado hace referencia al servicio de transporte como un servicio público.

Al tiempo de elaborar el trabajo existía un Anteproyecto de Ley de Transportes de 2004, que recogía el concepto de servicio público y establecía un plazo máximo para las concesiones de 10 años. Parece que este Anteproyecto se ha convertido, muchos años después, en el Proyecto de Ley de 2014, con lo que el texto definitivo sigue sin aprobarse.

Dicho Proyecto, haciendo mención específica a la política europea de transportes ya en la Exposición de Motivos, corrige la situación apuntada, recalando la idea de que, en efecto, si bien el transporte no es sino un bien sujeto a las normas del mercado, es también un servicio de interés general al servicio de los ciudadanos y, como tal, debe conjugar la apertura controlada del mercado y la concesión de autorizaciones administrativas, basada en la seguridad, la calidad y la protección del medio ambiente, manteniendo costes de explotación sostenibles.

Así, en su artículo 1 recoge la condición de servicio público del transporte regular de viajeros, definiéndolo como “servicio prestado de forma regular y continua por la Administración, directamente o mediante concesión o autorización administrativa expedida por el ministro competente, para satisfacer las necesidades generales públicas”².

En consecuencia, el artículo 30 de la meritada ley establece cuáles han de ser las obligaciones de servicio

público³: aquellas que, en circunstancias extraordinarias y por motivos de interés público, el gobierno puede imponer a las empresas de transporte público, tanto de viajeros como de mercancías.

En cuanto a los plazos, establece un máximo de 15 años, prorrogables por cinco más hasta el máximo que la ley de contratación prevé; no ocurre otro tanto con las autorizaciones que, con un plazo tampoco superior a 15 años en ningún caso, sólo pueden ser prorrogadas una vez y por un período de cinco. De cualquier modo, se observa que, pese a su declarada vocación europeísta, la ley opta por unos plazos muy distintos de los previstos en el Reglamento CE 1370/2007, sobre servicios públicos de transporte público de viajeros por ferrocarril y carretera, a cuyo tenor la duración de los contratos de servicio público será limitada y no podrá superar diez años para los servicios de autobús o autocar y 15 años para los servicios de transporte de viajeros por ferrocarril u otros modos ferroviarios.

6. Conclusiones

Mucho han cambiado las cosas desde que se concluyó el encargo (2005) hasta la fecha. Volviendo a examinar lo hecho entonces, e indagando un poco por la situación a día de hoy, sorprende sobre todo que más de 10 años después aún se siga debatiendo un proyecto de ley de transportes que era, a todas luces, necesario para la prestación de un servicio de calidad, integrado y en un régimen abierto a las reglas de la competencia. No cabe duda de que con ello se aumentaría la eficiencia y el atractivo del transporte público, máxime en un país donde el ratio de motorización era, por entonces, de 947 vehículos por cada 1.000 habitantes (López-Lambas, 2015)⁴.

Pensábamos entonces que nuestro trabajo contribuiría a tal propósito pero, en vista de cuanto antecede, parece que las cosas no han ocurrido exactamente como apuntábamos o, al menos, se han demorado en el tiempo. Esto no quiere decir que se haya hecho mal o peor de lo aconsejado –no se dispone de la información completa– pero, desde luego, no en la manera planteada. La cuestión es que, acertadas o no, las propuestas de reforma recogidas en el informe, se elaboraron en período electoral, con lo que buena parte de las acciones quedaron a la espera de que el nuevo gobierno las confirmara y ejecutara.

Únicamente la integración tarifaria y la creación de una línea urbana circular Andorra la Vella-Escaldes fueron

llevadas a la práctica, independientemente de las elecciones, con lo que es de suponer que el sistema ya mejoró bastante por más que la reforma integral no llegara a ponerse en práctica en ese momento. Sin entrar a juzgar cómo se han desarrollado las cosas, es de esperar que la nueva ley sirva al menos para definir y aclarar situaciones que contribuyan a la mejora del sistema. **ROP**

Notas

- (1) Llei reguladora del transport públic de passatgers per carretera, de l'11 d'octubre de 1985
- (2) Servei públic: servei prestat de forma regular i contínua per l'Administració directament o mitjançant concessió o autorització administrativa lliurada pel ministeri competent, per satisfer les necessitats generals públiques.
- (3) Excepcionalment, per motius d'interès públic i quan es produeixen circumstàncies extraordinàries que així ho justifiquin, el Govern pot imposar obligacions de servei públic a les empreses de transport públic de viatgers i de mercaderies.
- (4) El informe de la Banca Privada de Andorra para 2013, indica una cifra de 746 por cada 1000 habitantes.

Referencias

- Banca Privada de Andorra (2014). Focus Andorra 2014.
- Consell General del Principat d'Andorra (1985). Llei reguladora del transport públic de passatgers per carretera, de l'11 d'octubre de 1985.
- Consell General del Principat d'Andorra (2014). Projecte de llei dels transports per carretera de 11 de setembre del 2014.
- López-Lambas, María Eugenia y Monzón, A. (2005). From chaos to rationale: building a transport system based on the stakeholders participation. The case of Andorra, en Proceedings of the European Transport Conference.
- Reglamento CE 1370/2007, de 23 de octubre, sobre los servicios públicos de transporte público de viajeros por ferrocarril y carretera.
- Reglament dels serveis regulars de transport públic de passatgers, del 16 de desembre de 1987.

El enfoque simulación-optimización como elemento clave en los procesos de planificación y gestión de sistemas de transporte urbano



Ángel Ibeas, Luigi dell'Olio y José L. Moura

Profesores Titulares. Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Universidad de Cantabria

Resumen

En este artículo se presentan dos casos de estudio en los cuales se proponen modelos matemáticos de optimización-simulación para planificar y diseñar sistemas de transporte urbano. El primero de ellos aborda el problema de determinar la ubicación y espaciado óptimo de paradas de bus. Para ello se propone un modelo que minimiza el coste social de todo el sistema de transporte, teniendo en cuenta los posibles cambios en la demanda debidos a las diferentes localizaciones de las paradas, interacción con el tráfico privado, congestión en el sistema de transporte público y características socio-demográficas de cada zona del área de estudio. Asimismo se consideran restricciones operacionales como el tamaño de flota, frecuencias máximas o mínimas, ganancia o pérdida de viajeros como consecuencia de los cambios propuestos, etc. El segundo caso de estudio consiste en el diseño óptimo de sistemas de transporte de mercancías para abastecer puntos de demanda en área urbana y que generan un elevado volumen de carga a transportar utilizando vehículos de gran dimensión. Este tipo de transporte presenta unas especiales características que generan importantes impactos medioambientales: incremento de la congestión de tráfico y polución atmosférica. Por lo tanto, el objetivo del modelo es minimizar estos efectos negativos sobre el medio ambiente y en los usuarios de la red viaria. Para la resolución de ambos casos de estudio se plantea un modelo matemático de optimización binivel, compuesto de un nivel superior que minimiza una función de costes tanto del usuario como del operador, y un nivel inferior en el que se incluye un modelo de partición modal-asignación teniendo en cuenta la influencia del tráfico privado y la congestión en los vehículos de transporte público. En el segundo caso se consideran adicionalmente restricciones medioambientales. Finalmente, ambos modelos se aplican a casos reales en la ciudad de Santander (norte de España) obteniendo una serie de conclusiones a partir del correspondiente análisis de sensibilidad.

Palabras clave

Modelización, bicicleta pública, optimización binivel, costes de operación, impactos ambientales

Abstract

The article presents two study cases proposing mathematical optimization-simulation models to plan and design urban transport systems. The first of these tackles the problem of establishing the optimum location and separation of bus stops. To this end, a model has been proposed that minimizes the public cost of the entire transport system, when giving due consideration to potential changes in demand due to the different positioning of the bus stops, the interaction with private traffic, congestion on the public transport system and the social-demographic characteristics of each zone of the study area. The model also considers operational restrictions such as the size of the fleet, maximum or minimum frequencies, the gain or loss of passengers as a result of the proposed changes, etc. The second study case consists of the optimum design of goods transport systems to supply demand points in an urban area and generating a high volume of cargo to be transported using large vehicles. This type of transport has special characteristics and generates considerable environmental impacts, increased traffic congestion and atmospheric pollution. The object of the model is then to minimize these negative effects on the environment and on users of the road network. In order to resolve both these study cases, recourse was made to a bi-level optimization mathematical model, composed of a higher level that minimizes a cost function with respect to both users and the operator, and a lower level including a modal-assignment partition model that takes into account the influence of private traffic and the congestion of public transport vehicles. In the second case it was also necessary to consider environmental restrictions. Both of these models were then applied to real cases in the city of Santander (northern Spain) and a series of conclusions were obtained from the corresponding sensitivity analysis.

Keywords

Modelization, public bike sharing, bilevel optimization, operation costs, environmental impacts

Recuerdo personal de Rafael Izquierdo

A lo largo de los años de “vida útil”, cada persona observa con resignada impotencia, cómo desaparecen familiares, amigos, compañeros, etc., pero siempre de entre ellos hay alguno que destaca, principalmente por su capacidad de ser admirado ya sea profesional o personalmente. Este es el caso de mi profesor y mi maestro, Rafael Izquierdo de Bartolomé. La verdad es que sus dotes de paciencia y comprensión con el autor de este artículo dieron lugar a una estrecha relación laboral no exenta de múltiples y acertados consejos personales. Pero de entre todas sus cualidades hay una que destacar: su capacidad de unión de todos los profesionales de la docencia e investigación de transporte de las Escuelas de Caminos. Evidentemente, fueron sus cualidades humanas las que lo lograron y será muy difícil, por no decir imposible, disponer de otro Rafael Izquierdo. Él fue uno de los principales impulsores del cambio de mentalidad que tuve que experimentar con mi cincuentena cumplida: de los modelos mentales a los modelos matemáticos como apoyo a la toma de decisiones políticas y empresariales. Si algo he aprendido de él ha sido que hay que formar a otros y, por ello, me he dedicado a crear un grupo de jóvenes investigadores, cuyo reconocimiento internacional va paulatinamente in crescendo (500 citas), y con un grado de afinidad que, después de 14 años, sigue siendo el del primer día. Juntos hemos realizado trabajos de investigación en varias áreas: diseño de redes de transporte urbano, transporte de mercancías, calidad de servicio en sistemas transporte, estimación de matrices de tráfico a partir de aforos, optimización de sistemas de bici pública, metodologías de participación ciudadana, modelos de transporte y usos del suelo, etc.

Aun está en mi mente la celebración de los congresos CIT y PANAM en junio del 2014. En ambos, el recuerdo a mi profesor fue una constante ya que Rafael había aceptado la presidencia de honor del CIT. Con todo el afecto que siempre me profesó, confesó que estaba alejado de este tipo de cosas pero que si yo se lo pedía, y dada su afinidad con Santander y este tipo de evento que él inició, estaba dispuesto a aceptar esa presidencia de honor. Una lástima que la vida le fue segada, en mi opinión prematuramente. Mi querido Rafael, mi querido profesor, sirva por tanto, como modestísimo homenaje y reconocimiento hacia tu persona, una pequeña muestra de lo que has dejado en mi grupo y en mí mismo.

1. Introducción

El problema de diseño de los distintos sistemas de transporte en ámbito urbano (tráfico, transporte público, bicicletas, dis-

tribución urbana de mercancías, etc.) puede ser concebido como un juego no cooperativo de dos niveles (Juego de Stakeberg). En este juego participan el planificador, que determina las características del sistema de transporte, y los usuarios del sistema, que tienden a minimizar su coste generalizado de viaje, produciendo un patrón de flujos sobre este sistema.

En el primer nivel, en primera instancia, el planificador define la estructura topológica de los servicios, estableciendo las rutas de transporte público, la ubicación de las paradas, la localización de puntos de préstamo de bicicletas, las zonas de carga y descarga, etc. (problema de diseño físico). En una segunda etapa el planificador determina las características operacionales del sistema, como frecuencia de los servicios, horarios de reparto de mercancías, capacidad óptima para cada servicio, etc. (problema de diseño operacional). En el segundo nivel se encuentran los usuarios del sistema, los cuales reaccionan frente a esta estructura de servicios generando un perfil de flujos sobre dichos servicios de transporte propuestos. Este segundo nivel es modelado normalmente a través de un modelo de comportamiento, que permite predecir la asignación de los usuarios a la estructura de transporte analizada.

La programación matemática binivel es la que mejor se presta para resolver este tipo de problemas también conocidos como “Network Design Problems”. Dicha técnica de programación matemática es particularmente interesante porque nos permite combinar las técnicas de simulación (modelo de comportamiento del usuario) y de optimización matemática, permitiendo de esta manera resolver ciertos problemas bajo un enfoque de optimización-simulación. Las ventajas de este enfoque radican en la obtención de soluciones más coherentes gracias a la verificación de la consistencia de los resultados en cada iteración de los algoritmos de solución utilizados (se verifica la interacción demanda-oferta a cada iteración del algoritmo).

El GIST –Grupo de Investigación de Sistemas de Transporte– ha desarrollado y desarrolla trabajos en varias áreas de investigación: diseño óptimo de redes de transporte urbano, análisis de transporte de mercancías teniendo en cuenta aspectos medioambientales, estudio de calidad de servicios en sistemas transporte, estimación de matrices de tráfico a partir de aforos, optimización de sistemas de bici pública compartida, metodologías para participación ciudadana en los estudios de demanda de transportes, modelos de transporte y su impacto en los usos del suelo, etc.

En este artículo se presentan dos ejemplos de casos de estudio, que pueden ser concebidos como un juego no cooperativo de dos niveles (Juego de Stackelberg) y que, por tanto, son idóneos para aplicar el enfoque simulación-optimización empleando la programación matemática binivel.

En la sección 2 de este artículo se exponen las mínimas bases teóricas de la técnica de programación matemática binivel y que conforman la base de los dos casos de estudio presentados posteriormente en este artículo. En la sección 3 se presenta el problema para determinar la ubicación y espaciado óptimo de paradas de bus. Posteriormente, el caso de diseño óptimo de sistemas de transporte de mercancías de elevado volumen de carga es presentado en la sección 4. Finalmente en la sección 5 se presentan las pertinentes conclusiones.

2. La optimización binivel aplicada al transporte

La programación binivel constituye actualmente una de las áreas más importantes de la optimización global. Los programas de optimización binivel (o programación de dos niveles) presentan propiedades específicas, algunas relacionadas con su elevado grado de no convexidad y no diferenciabilidad, que hacen que su resolución sea particularmente difícil y un desafío de considerable interés. Son innumerables los problemas de aplicación práctica que aprovechan su propia estructura hiperjerárquica para plantear y resolver formulaciones a través de programación binivel.

La teoría de juegos no cooperativos se usa para formular muchos de los problemas de la planificación del transporte, modelizando las complejas interacciones que se dan entre los diversos agentes participantes del mercado de transporte, cada uno de ellos con objetivos propios diferenciados. Los modelos de equilibrio aparecen como resultado de estas interacciones y su formulación matemática se fundamenta en modelos de optimización.

Los dos fundamentales tipos de equilibrio que aparecen son el denominado equilibrio de Cournot-Nash y el equilibrio de Stackelberg (Stackelberg (1952), Baar y Olsder (1982)).

En el equilibrio de Cournot-Nash cada jugador o agente participante intenta maximizar su utilidad de forma no cooperativa, asumiendo como conocidas las decisiones de resto de jugadores. El equilibrio se alcanza cuando ningún jugador puede mejorar su utilidad mediante cambios unilaterales. Los modelos de asignación de tráfico en equilibrio o de asignación

de usuarios en sistemas de transporte público son ejemplos de este tipo de equilibrio.

En el equilibrio de Stackelberg existe un jugador especial, denominado líder que puede conocer las reacciones del resto de jugadores a su estrategia. El resto de jugadores se denominan seguidores. El líder puede elegir su estrategia dentro de un cierto conjunto, independientemente de las estrategias de sus seguidores, mientras que cada seguidor puede elegir una estrategia dentro de un conjunto de ellas parametrizadas por la elección efectuada por el líder. La estrategia de un seguidor depende de la estrategia del líder, y además su utilidad depende tanto de las estrategias de los otros seguidores como la de la del líder.

Muchos de los problemas de planificación y de diseño de redes de transporte urbano son formulados mediante un problema de equilibrio de Stackelberg, debido a que su estructura jerárquica es adecuada para reflejar el proceso de tomas de decisiones. Los operadores del sistema (líder) planifican o diseñan el sistema de transporte teniendo en cuenta el comportamiento de los usuarios (seguidores) ante sus políticas de gestión o inversión. En el nivel superior se minimizan los costes (sociales, económicos, ambientales, etc.) derivados de las políticas de los operadores, mientras que en el nivel inferior se describe el comportamiento de los usuarios en el sistema de transporte intervenido.

La formulación matemática de los juegos de equilibrio de Stackelberg es conocida como programas matemáticos de restricciones de equilibrio (MPEC). Un programa matemático con restricciones de equilibrio es un modelo de optimización en el que cierto conjunto de restricciones están definidas mediante una desigualdad variacional.

La extensión del MPEC hacia el problema de optimización binivel, además de conservar la estructura jerárquica de un participante líder y un participante seguidor, permite tener en cuenta otras restricciones adicionales para las estrategias de los jugadores. La diferencia entre un equilibrio de Stackelberg y el problema de optimización binivel, radica en que en el primer caso las decisiones del agente inferior no afectan al criterio o estrategia del nivel superior, mientras que en el planteamiento de optimización binivel sí, como se indicará en el siguiente apartado.

Un problema de programación binivel (BLP), en su forma más general, presenta la siguiente formulación:

$$\begin{aligned} \min_{x,y} \quad & F(x,y) \\ \text{s.a.} \quad & x \in X \\ & g(x,y) \leq 0 \\ & y \in \arg \min \{f(x,y) : y \in Y, h(x,y) \leq 0\} \end{aligned}$$

Donde X e Y son subconjuntos de \mathbb{R}^n y \mathbb{R}^m respectivamente, F y f son funciones reales tales que $F, f : \mathbb{R}^{n+m} \rightarrow \mathbb{R}$, g y h son funciones vectoriales reales tales que $g : \mathbb{R}^{n+m} \rightarrow \mathbb{R}^{p_1}$ y $h : \mathbb{R}^{n+m} \rightarrow \mathbb{R}^{p_2}$ con n y $m \in \mathbb{N}$ y p_1 y $p_2 \in \mathbb{N} \cup \{0\}$.

El problema de optimización para el primer nivel del problema BLP consiste en minimizar en x e y la función $F(x, y)$ sujeto a las restricciones. El problema de optimización para el nivel inferior consiste en la minimización en y , parametrizado por x , y se denomina como $P(x)$ problema de segundo nivel en y :

$$\begin{aligned} \min_{y \in Y} \quad & f(x,y) \\ \text{s.a.} \quad & h(x,y) \leq 0 \end{aligned}$$

De esta forma, x es designado por un vector de variables del primer nivel e y por un vector de variables del segundo nivel. De igual modo, $g(x, y) \leq 0$ y $h(x, y) \leq 0$ representan respectivamente las restricciones del primer y del segundo nivel. La función $F(x, y)$ se denomina función objetivo del primer nivel, en cuanto a $f(x, y)$ es designada como función objetivo del segundo nivel.

Son varias las aplicaciones en planificación de transporte descritas en la literatura que han sido modeladas a través de la programación binivel. Entre las aplicaciones más frecuentes, son de destacar las siguientes.

Aplicación al diseño de redes viales, donde este tipo de modelos se caracteriza por emplear en el nivel inferior el modelo de asignación de tráfico formulado mediante el TAP. A propósito de este tipo de aplicaciones existen casos de programación binivel lineal como en Ben-Ayed et al (1992), aplicaciones de diseño de redes teniendo en cuenta efectos de congestión sobre la red como en Marcotte (1986), diversos algoritmos e implementaciones heurísticas como en Marcotte (1988) y Marcotte y Marquis (1992) y planteamientos de programación binivel no-lineal como en Suh y Kim (1992).

Otro tipo de aplicación habitual es el problema de estimación de la demanda sobre redes viaria, como en Florian y Chem

(1991) donde se presenta una programación binivel para estimación de matrices O-D con aforos de tráfico. Estos modelos utilizan un conjunto actualizado de volúmenes de tráfico, conformando una información más económica de conseguir, en contraposición de las costosas encuestas domiciliarias.

El problema de localización espacial es otra aplicación frecuente de la programación binivel. En Miller, Friesz y Tobin (1992) se presentan algoritmos heurísticos para problemas de localización.

3. El problema de diseño de sistemas de transporte público en áreas urbanas

El problema de diseño de un sistema de transporte público urbano es conocido por ser uno de los problemas más complejos a resolver en el sector del transporte. La experiencia internacional en varias ciudades muestra que el transporte público está perdiendo progresivamente participación en el mercado, en beneficio de los modos privados. Es por esta razón que en los últimos años los investigadores han realizado importantes esfuerzos en el diseño eficiente de redes de transporte público de superficie. En particular, hay estudios dirigidos a mejorar la frecuencia (Furth and Wilson, 1981; Kocur and Hendrickson, 1986; Ceder, 1984; Constantin and Florian, 1995), y otros que se dirigen a mejorar la configuración de las líneas (Newell, 1979; Ceder and Wilson, 1986).

En el presente trabajo se aplica un modelo de optimización binivel con el fin de estimar las frecuencias óptimas de las líneas y encontrar una localización óptima de las paradas de Bus. En la bibliografía se pueden apreciar una serie de estudios de diseño de redes de transporte utilizando técnicas de programación binivel (Yang and Michael, 1998; Yang, 1997; Wong and Yang, 1997; Yang and Bell, 1997).

Suponiendo definido el trazado de las líneas, existen entonces dos tareas importantes a realizar, y que afectan de manera determinante el funcionamiento del sistema de transporte público. Por un lado, regular las operaciones, y por otro, dar al sistema una cobertura en términos de demanda que proporcione un buen servicio al usuario sin generar costes muy elevados. En particular nos referimos tanto a las frecuencias como al número de paradas de buses óptimas, habida cuenta de que son dos variables que están fuertemente interrelacionadas y que tienen una incidencia elevada en los costes sociales de operación.

Por lo tanto, el problema fundamental que se pretende resolver consiste en encontrar un equilibrio entre lo que es el óptimo para la oferta y lo que sería óptimo para el usuario. Su solución no es sencilla, ya que en la mayor parte de las ocasiones estos intereses son contrapuestos. De hecho, para el usuario sería conveniente tener la parada muy cerca de su casa y que los buses pasasen con más frecuencia. Para los operadores, por el contrario, esta opción le causaría un incremento significativo de los costes de operación.

También es cierto que si cada usuario tuviera una parada próxima a su casa, y si las frecuencias fueran muy altas, también acabaría siendo afectado en su coste generalizado de transporte ya que se produciría un incremento considerable de los tiempos de viaje, viéndose también afectados los usuarios de los vehículos privados que sufrirían el incremento de congestión causado por el número elevado de buses en circulación. Al contrario, un número limitado de paradas y frecuencias muy bajas acabarían favoreciendo a los operadores en cuanto a que, si bien disminuirían los costes de operación, perjudicaría a dichos usuarios de transporte público, los cuales verían aumentar el tiempo de acceso al sistema así como los de espera. Todo esto podría transformarse en un incentivo para los usuarios del transporte público a pasar a utilizar el vehículo privado.

Las hipótesis principales consideradas son:

1. Se ha definido a priori el trazado de las líneas (no se modifica).
2. Se conocen las velocidades medias en los tramos en que se ha dividido la red de transporte público.
3. Se conoce la demanda de viajes en transporte público entre cada par origen destino en el intervalo de tiempo modelado (matriz O-D).
4. Se fija una serie de puntos candidatos, a ser posible, puntos de paradas siguiendo las indicaciones basadas en la práctica habitual.
5. Se define una serie de clases de secciones de la red, especificándose cada una de dichas clases por tener asignadas determinadas características comunes de forma que a cada una de ellas se le asigna un determinado valor de distanciamiento entre paradas.

Respecto al punto 4 anterior se han seguido las siguientes indicaciones:

- a. Se consideran como candidatos a puntos de parada, aquellos en los que se prevé importantes concentraciones de potenciales viajeros, como puede ser el caso de demandas originadas en centros comerciales, hospitales, colegios, etc. así como en las proximidades de puntos de intersección de dos o más líneas, o cerca de parking (para favorecer el *park and ride*).
- b. La parada debe ser visible, especialmente para los buses que se acercan a ella; la visibilidad no debe de ser obstruida por árboles, edificios u obstáculos varios.
- c. Es preferible que la parada de bus no esté exactamente ubicada frente a la parada de la dirección contraria. Generalmente, es recomendable que las paradas de bus de los dos sentidos de la misma calle tengan una separación horizontal de al menos 20 metros.
- d. La pendiente longitudinal de la calle en la sección alrededor de la parada de bus no debe ser más grande del 4 %, para evitar problemas a los buses a la hora de dejar la parada en las maniobras de arranque y disminuir los niveles de ruido, etc.
- e. Cuando los buses tienen que girar a la izquierda después de la parada, la ubicación de ella debe situarse al menos a 50 metros del punto de giro. Esta distancia debe ser incrementada a 75 o incluso 100 metros si hay intensidades de tráfico elevadas. En caso de un giro a la derecha la distancia mínima es 35 metros.

El objetivo del problema a resolver es la minimización del coste total involucrado en la operación del sistema de transporte, el que se incluirán los costes de producir los servicios (percibidos por los operadores), los costes de viaje (percibidos por los usuarios del sistema), y los costes externos, producidos sobre los usuarios de otros medios de transporte (por ejemplo, los usuarios de automóvil).

En cuanto se refiere a la localización de paradas de buses, se utilizará un enfoque continuo que se aproximará al discreto, es decir, se considerarán asimismo los posibles puntos candidatos susceptibles de ser paradas. La elección de este tipo de enfoque se justifica porque permite obtener resultados lo más cercano posible a la realidad, ya que, como se sabe,

no todos los puntos de una línea de transporte público son idóneos para localizar las paradas, ya sea por falta de espacio o por restricciones normativas que serían muy difíciles de modelar en el caso de considerar un enfoque continuo.

Respecto de la optimización de frecuencias, dicha variable se considerará continua.

Como se ha citado anteriormente, el problema de localización de paradas de autobús y optimización de frecuencias en redes de transporte público se puede plantear como un problema de programación matemática binivel. En el nivel superior se minimiza una función de costes tanto del usuario como del operador, y un nivel inferior se incluye un modelo de partición modal-asignación teniendo en cuenta la influencia del tráfico privado y la congestión en los vehículos de transporte público.

A continuación, se presenta la expresión que se ha de minimizar en el nivel superior:

$$\begin{aligned} \min \quad & Z = \phi_1 TAT + \phi_2 TWT + \phi_3 THT + \phi_4 TTT + \phi_5 TCTT + \\ & + 1.12 \left\{ \sum_i \sum_j L_{ij} f_{CK} \delta_{ij} + t_{\text{ca}} \sum_i \sum_j CR_{ij} \delta_{ij} Y_i + C_r \sum_i \left(\frac{f_{c_i}}{h_i} - 60 \right) + \sum_i \sum_j \left(\frac{f_{c_i}}{h_i} - 60 \cdot CF_i \cdot \delta_{ij} \right) \right\} \\ \text{s.t.} \quad & \delta_{ij} \in (0,1) \\ & \zeta \leq \zeta_0 \end{aligned}$$

El nivel inferior se modela a través de un modelo combinado de Partición Modal – Asignación. Las condiciones de equilibrio para el problema que se considera pueden formularse mediante una desigualdad variacional del siguiente tipo:

$$c(X^*) \cdot (X - X^*) - g(T^*) \cdot (T - T^*) \geq 0, \quad \forall X, T \in \Omega$$

El algoritmo de solución desarrollado para resolver el problema de optimización es una heurística que se compone de varias etapas.

I. En la primera iteración, una vez se tiene discretizada la red del área de estudio para albergar todos los potenciales puntos de parada, se genera un vector solución inicial factible de distanciamiento de paradas (Z^0) de acuerdo a características descriptivas de cada zona (densidad de población, nivel de ingresos, etc.), que generalmente es la situación actual de la red.

II. Se resuelve el problema de optimización al nivel inferior del modelo planteado y se calcula la función objetivo de costes del nivel superior (Z^i).

III. Se generan nuevos valores de (Z^{i+1}) utilizando el algoritmo de Hooke-Jeeves y se resuelve el problema del nivel superior sujeto a las restricciones operacionales y de satisfacción de la demanda, para determinar el nuevo valor de Z^{i+1} , a partir del cual vuelve a ejecutar el paso II.

IV. Si $Z^{i+1} - Z^i > \tau$, se vuelve al paso III; si $Z^{i+1} - Z^i \leq \tau$, se para el algoritmo, siendo τ la reducción del valor de la función objetivo establecida como criterio de parada.

Para comprobar la validez del modelo de ubicación de paradas propuesto, se ha aplicado a un caso real. El área de estudio utilizada ha sido la ciudad de Santander, una ciudad de tamaño medio, de aproximadamente 180.000 habitantes situada al norte de España y que, actualmente, cuenta con un sistema de transporte urbano en superficie (bus) ya consolidado. Dicho sistema se compone de 19 líneas, de las cuales 3 son circulares en ambos sentidos. Los intervalos varían de los 12 a los 30 minutos.

Los resultados obtenidos se detallan en la tabla 1, donde se puede apreciar cómo se ha reducido el número total de paradas, mejorando su distribución en la ciudad de tal forma que se ha logrado disminuir el tamaño de flota requerido, se ha aumentado la velocidad comercial y se ha conseguido un ligero aumento de los usuarios del transporte público.

Una vez obtenidos los resultados de la aplicación a un caso real, se ha estudiado la influencia que tiene sobre el resultado final el hecho de considerar distintos niveles de agregación, criterios de zonificación y distintas (o ninguna) restricciones operacionales.

Así, se ha detectado que el criterio de zonificación en un área urbana no es determinante en cuanto a su escasa influencia en la solución final, si bien influye en la rapidez de convergencia del modelo. En los casos estudiados, una zonificación mixta establecida en base a densidad de población y actividad comercial converge con mayor rapidez que la realizada tomando como criterio el número de habitantes por zona o la tasa de motorización, por ejemplo. A lo largo de las iteraciones, el propio modelo se va ajustando creando sus propias agregaciones zonales de equidistancia de paradas, llegando a zonificaciones muy similares independientemente de los datos de partida.

Situación	δ (D1,D2,D3,D4,D5) (m)	Paradas	Viajeros	Flota buses	Coste Social (€)	Tiempo viaje medio BUS (min)	Velocidad comercial BUS (km/h)
Actual	(240,300,360,360,780)	295	4944	63	59.338	19.61	11.88
Óptima	(360,420,540,420,780)	264	5109	61	58.603	18.28	13.07

Tabla 1. Resultados para ubicación óptima de paradas de bus

En cuanto a la variación de coste social en función del número de paradas se aprecia una fuerte sensibilidad del coste social a la ubicación de paradas, guardando relación con los viajeros del sistema de transporte público. De esta forma, para casos en los que la densidad de paradas es muy elevada, los tiempos de viaje en bus aumentan considerablemente, produciéndose una disminución de viajeros en transporte público, y requiriéndose aumentos de flota para mantener las frecuencias.

Durante el proceso de optimización en la ubicación de paradas, se reduce el número total de las mismas, consiguiendo incrementar la demanda de transporte público, disminuyendo tanto el coste social total como el tamaño de flota requerido. En la medida que el número de paradas disminuye, aumenta la importancia de su ubicación y distribución. Así, para un mismo número total de paradas se aprecian fuertes variaciones en el valor de la función de

coste social, viajeros en transporte público y en el tamaño de flota requerida.

Sin embargo, cuando la densidad de paradas sigue bajando (hasta el mínimo posible por restricciones de cabeceras, puntos fijos, etc.), el tamaño de flota requerido no disminuye, como pudiera esperarse, sino que aumenta. Esto es debido a que el número de viajeros en transporte público se reduce, lo que provoca que aumente la congestión del tráfico, repercutiendo directamente en el tamaño de flota necesario para mantener las frecuencias. Además, el valor de la función de coste social aumenta en mayor proporción que en el caso de mayores densidades de paradas.

Observando la evolución del valor de la función de coste social, número total de paradas de bus, y viajeros de transporte público en el sistema a lo largo de las iteraciones en los diferentes escenarios probados, se aprecia que dada una red

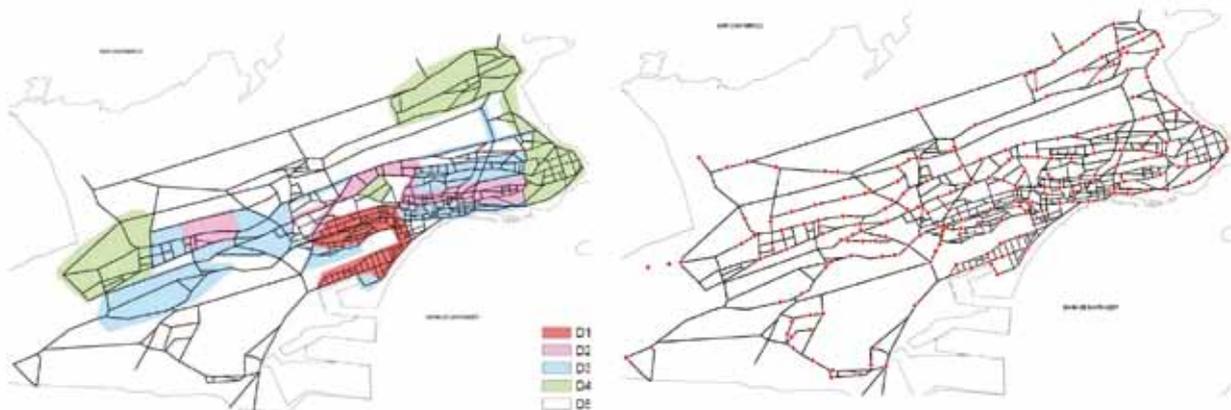


Fig. 1. Aplicación al caso de Santander: zonificación para espaciamiento de paradas y ubicación final de paradas

urbana, con una configuración de líneas determinada, existe un valor de equilibrio para el número de paradas, el valor del coste social total y para los viajeros de transporte público. El número de iteraciones hasta convergencia depende de lo ya comentado anteriormente sobre las características y valores de los vectores de partida.

Estos resultados no podrían haberse obtenido suponiendo una demanda fija y conocida (mediante una Matriz O/D de Transporte Público) debido a la no consideración de los cambios en la demanda y la congestión, y sus efectos sobre el tamaño de flota requerido para mantener las frecuencias.

4. Un enfoque medioambiental en el diseño de redes de transporte de mercancía en ámbito urbano

En esta sección se presenta un modelo para optimizar el diseño de un sistema de aprovisionamiento de mercancías hacia puntos de alta demanda y que requieran vehículos de grandes dimensiones (camión). Este modelo considera una serie de potenciales rutas de abastecimiento y determina la distribución óptima entre dichas rutas desde un punto de vista económico, social y medio ambiental. Para ello se ha calibrado un modelo de red en el cual son simulados los modos auto y bus, además del modo camión, considerando las interacciones entre ellos a través de la modelización de las fases de reparto modal y de asignación a la red de cada modo de transporte. Por lo tanto, cualquier variación en las características del sistema de abastecimiento repercute tanto en el modo auto como el modo bus, ya que puede dar lugar a cambios modales y cambios en la elección de ruta o línea de bus a utilizar.

El modelo de optimización desarrollado se fundamenta en la minimización de los costes totales del sistema, compuesto por el coste de operación y coste del usuario, para todos los modos de transporte considerados. Para ello se ha recurrido

a la utilización de programación matemática multinivel. En concreto, se ha planteado un problema binivel, el cual incluye un nivel inferior donde se ocupa un modelo de simulación del comportamiento de los usuarios de los distintos modos de transporte considerados (coches, buses y camiones). Este nivel inferior reporta resultados (flujos, tiempos de acceso, tiempos de espera, tiempos de viaje, etc.) que son los datos de entrada para la cuantificación del coste de los usuarios que forma parte de la función de coste total del nivel superior. Por lo tanto, esta función del nivel superior, con un carácter de coste social, es la que se minimiza y está compuesta por los costes de usuarios para los modos coche y bus, y los costes de operación de los modos bus y camión.

En relación a los aspectos medioambientales, el enfoque utilizado ha sido determinar las emisiones de cinco tipos de contaminantes. En concreto, la metodología utilizada ha sido: a partir de los kilómetros recorridos por cada modo de transporte (coches, buses y camiones), distinguiendo entre recorridos en condiciones de congestión y no congestión, se calculan los consumos totales de los diferentes tipos de vehículos (IDAE, 2006; IDEA, 2013), para posteriormente determinar las emisiones producidas según estos consumos (Ntziachristos, L. et al. (2009).

En concreto, se han determinado las emisiones de los contaminantes mas importantes producidas por los vehículos motorizados: CO, NOx, NMVOC, CH4 y PM. En la tabla 2 se muestran las emisiones por kilómetro recorrido para cada tipo de contaminante, desagregados por tipo de vehículo.

Para la resolución del problema de optimización, y dada la dimensión del caso de estudio, en relación al número de variables, se aplica un algoritmo de búsqueda exhaustiva el cual reporta todas las posibles soluciones, de forma que puede analizarse cómo se comporta el sistema.

$$Coste\ Social = C_{usuario} + C_{operador}$$

$$Cu_T = \varphi_{Viaje,C} \cdot T_{Viaje,C} + \varphi_{Acc,B} \cdot T_{Acc,B} + \varphi_{Egr,B} \cdot T_{Egr,B} + \varphi_{Esp,B} \cdot T_{Esp,B} + \varphi_{Travel,B} \cdot T_{Travel,B} + \varphi_{Tra,B} \cdot T_{Tra,B}$$

$$Cop_T = \varphi_{CR} \cdot \sum_i L_i \cdot f_i + \varphi_{CP} \cdot \sum_i \frac{tc_i}{h_i} + \varphi_{CF} \cdot \sum_i \frac{tc_i}{h_i} + \sum_i T_i \cdot f_i \cdot C_u$$

	Emisiones (gr. Cont./kg. Combu.)					Consumo (litros*Km)		
	CO	NOx	NM VOC	CH4	PM	Congestionada	No congestionada	Kg/litro
Ligeros gasolina	75.99	10.89	13.44	1.19	0.03	0.08	0.06	0.680
Ligeros diesel	3.77	11.12	0.61	0.07	0.80	0.07	0.05	0.850
Buses	6.62	32.67	0.99	0.24	0.81	0.34	0.26	0.850
Camiones	9.82	34.84	3.06	0.38	1.34	0.34	0.26	0.850

Tabla 2. Ratios de consumo de vehículos (litros/km.) y de emisiones por vehículo (gr. Contaminante/kg. combustible)

La metodología descrita anteriormente ha sido aplicada a un caso ficticio en la ciudad de Santander (España). En esta ciudad se va a realizar una gran obra infraestructural en la parte sureste, la cual necesita un flujo de 20 camiones a la hora. Estos camiones son de dimensiones y características especiales que generan unos considerables impactos negativos, como contaminación atmosférica y congestión de tráfico.

Las rutas consideradas para abastecer el punto de demanda (obra infraestructural) han sido tres y son las mostradas en la figura 2. Estas tres rutas han sido simuladas para el periodo de hora punta, de 13:00 a 14:00 horas.

La Ruta R1 transcurre en su mayor parte en una carretera urbana de 2 carriles, salvo en el tramo más próximo a la obra donde tiene que atravesar un túnel de 800 metros con



Fig. 2. Rutas de abastecimiento consideradas

un único carril por sentido. La ruta R2 tiene el tramo inicial común con la ruta R1, pasando en su tramo final a un vial con un único carril por sentido rodeando las zonas de vivienda en lugar de atravesar el túnel para llegar a la obra. Por último, la Ruta 3, aunque transcurre por viales de 2 y 3 carriles por sentido, atraviesa las zonas de la ciudad con mayor densidad de tráfico.

Aplicando la metodología anteriormente descrita se determina el coste social (coste de los usuarios más coste de los operadores) y las emisiones de contaminantes de las diferentes combinaciones de distribución de los camiones entre las 3 rutas, de forma tal que la suma de los camiones enviados sea de 20 camiones por hora.

Asimismo, se ha llevado a cabo un análisis de sensibilidad en relación a los diferentes valores de la velocidad máxima

para los camiones (20, 15, y de 10 km/h) y su afección sobre el coste social y las emisiones generadas. Los resultados se muestran en la Figura 3.

Puede observarse cómo los centros de masas de las nubes de puntos que definen la solución para cada uno de los casos (velocidad del camión de 20 km/h, 15 km/h y 10 km/h) se desplazan de izquierda a derecha debido a que incrementa el coste social de las soluciones al reducirse la velocidad del camión. Además, puede observarse que para velocidades inferiores del camión el rango del coste social se incrementa, pasando de 470 unidades para el caso de velocidad del camión de 20 km/h, a 670 unidades en el caso de velocidad de 15 km/h y, finalmente, a 1.162 unidades para el caso de 10 km/h.

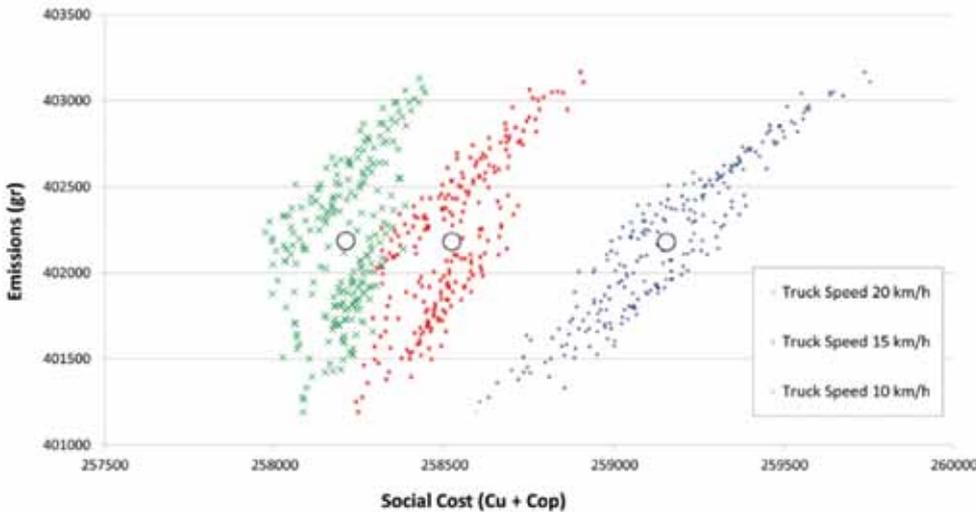


Fig. 3. Coste Social versus Emisiones generadas

Velocidad (km/h)	Coste Social			Emisiones
	20	15	10	
Máximo	258442	258909	259753	403166
Mínimo	257972	258239	258592	401190
Centro de masas	258209	258521	259153	402181

Tabla 3. Valores de centro de masas (coste social/emisiones)

Independientemente de la velocidad a la que circule el camión, se pueden plantear la minimización del coste social, la minimización de las emisiones o una combinación de ambas. De esta forma, si se desea minimizar el coste social, habrá que desplazarse a lo largo del eje X (valor de $\alpha = 0^\circ$) hasta tocar a la curva representada en negro en la figura 4 (contorno de Pareto). De la misma forma, si lo que se quiere es minimizar las emisiones, nos desplazaremos a lo largo del eje Y (valor de $\alpha = 90^\circ$) hasta tocar dicha curva. Si lo que el planificador busca es una combinación de ambas, deberá desplazarse con una recta cuya inclinación sea la combinación del coste social y las emisiones deseadas, hasta cortar al contorno de Pareto. A modo de ejemplo se representa en la figura el valor de $\alpha = 45^\circ$.

De esta forma tenemos diferentes soluciones, según la velocidad a la que circule el camión y el objetivo de minimización perseguido, ya sea la minimización del coste social, la minimización de las emisiones, o una combinación de ambas.

5. Conclusiones

En este artículo se han presentado dos casos de estudio fundamentados en la utilización de modelos matemáticos de optimización-simulación para diseño de sistemas de transporte en ámbito urbano. El primero de ellos aborda el problema de determinar la ubicación y espaciamiento óptimo de paradas de bus. El segundo caso de estudio

consiste en el diseño óptimo de sistemas de transporte de mercancías para abastecer puntos de demanda en área urbana y que generan un elevado volumen de carga a transportar utilizando vehículos de gran dimensión.

Para la resolución de ambos casos de estudio se ha planteado un modelo matemático de optimización bini-vel, compuesto de un nivel superior que minimiza una función de costes tanto del usuario como del operador, y un nivel inferior en el que se incluye un modelo de partición modal-asignación teniendo en cuenta la influencia del tráfico privado y la congestión en los vehículos de transporte público.

Se puede concluir que la utilización de este tipo de modelos ofrece un potencial enorme dado que además de facilitar la toma de decisiones puntuales en referencia a un diseño concreto, es factible hacer análisis de sensibilidad. Este tipo de análisis de sensibilidad reporta una serie de conclusiones de máxima utilidad para lograr diseños más eficientes.

Finalmente se ha demostrado que es posible afrontar procesos de diseño en sistemas de transporte bajo criterios económicos (punto de vista del operador), sociales (punto de vista de los usuarios) y medioambientales (punto de vista de los usuarios).

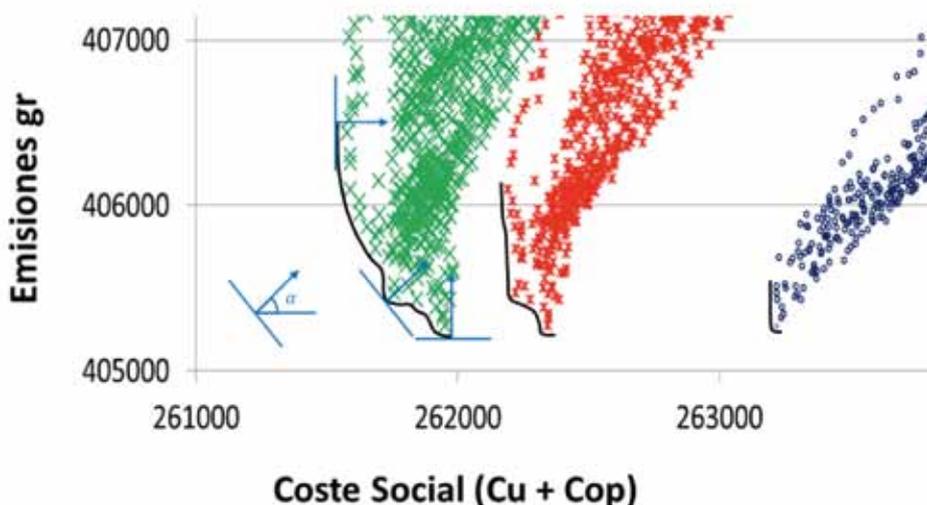


Fig. 4. Análisis gráfico multicriterio (Coste Social - Emisiones)

Agradecimientos

Se desea agradecer al Ministerio de Economía y Competitividad del Gobierno de España por la financiación de los proyectos TRA2010-18068 y TRA2012-39466 en los que se enmarca esta investigación. **ROP**

Referencias

- Ben-Ayed, O., Blair, C., Boyce, D., Leblanc, L., (1992). Construction of a real-world bilevel linear programming model of the highway design problem, *Annals of Operations Research* 34 219-254
- Ceder A. (1984) "Bus frequency determination using passenger count data". *Transportation Research A* n.18, pp.439-453
- Ceder A., N.H.M. Wilson (1986) Bus network design. *Transportation Research*, Vol. 20B pp. 331-334.
- Constantin, I., Florian, M. (1995) Optimizing frequencies in a transit network: a nonlinear bi-level programming approach. *International Transactions in Operational Research* 2, 149-164.
- Florian, M., Chen, Y., (1991). A bilivel programming approach to estimating O-D matrix by traffic counts, CRT-750, Centre de Recherche sur les Transports
- Furth, P., N.H.M. Wilson (1981) Setting frequency on bus routes: Theory and practice. *Transportation Research Record* 818, 1-7.
- IDAE. (2006). Guía para la estimación del Combustible en las Flotas de Transporte por Carretera.
- IDAE. (2013). Guía de Vehículos Turismo de venta en España, con indicación de consumos y emisiones de CO2
- Kocur, G. y C. Hendrickson (1982) Design of Local Bus service with demand Equilibrium. *Transportation Science*, 16(2), 149-170.
- Marcotte, P., (1986). Network design problem with congestion effects: a case of bilevel programming, *Mathematical Programming* 142-162
- Marcotte, P., (1988). A note on a bilevel programming algorithm by LeBlanc and Boyce, *Transportation Research* 22 B 233-237
- Marcotte, P., Marquis, G., (1992). Efficient implementation of heuristics for the continuous network design problem, *Annals of Operations Research* 34 163-176
- Miller, T., Friesz, T., Tobin, R., (1992). Heuristics algorithms for delivered price spatially competitive network facility location problems, *Annals of Operations Research* 34 177-202
- Moura, J.L., Ibeas, A., dell'Olio, L.,(2008). Optimization-simulation model for planning supply transport to large infrastructure public works located in congested urban areas. *Networks and spatial economics* Vol.10, No4, 487-507
- Newell, G. (1979) Some issues relating to the optimal design of bus routes. *Transportation Science* 13, 20-35.
- Ntzaichristos, L. et al. (2009). 1.A.3.b. Road Transport TFEIP endorsed draft. Emission Inventory Guidebook. European Monitoring and Evaluation Programme (EMEP) / European Environment Agency (EEA).
- Romero, J.P., Ibeas, A., Moura, J.L., Benavente, J., Alonso, A. (2012b). A simulation-Optimization approach to design efficient systems of bike sharing. *Procedia – Social and Behavioral Sciences* 54(2012) 646-655. Elsevier.
- Stackelberg. G.E., (1952). *The Theory of the Market Economy*, Oxford University Press
- Suh, S., Kim, T., (1992). Solving nonlinear bilevel programming models of equilibrium network design problems: a comparative review, *Annals of Operations Research* 34 203-218
- Wong, S.C., H. Yang (1997) Reserve capacity of a signal-controlled road network. *Transportation Research B* 30, 397-402.
- Yang, H. (1997) Sensitivity analysis for the elastic-demand network equilibrium problem with application. *Transportation Research B* 31, 55-70.
- Yang, H., G.H.B. Michael (1998). Models and algorithm for the road network design: a review and some new development. *Transport Review* 18, 257-278.
- Yang, H., M. Bell (1997) Traffic restraint, road pricing and network equilibrium. *Transportation Research B* 31, 303-314.

Los programas de la renovación del parque de vehículos en España y su influencia en el sistema de transporte



Aniceto Zaragoza Ramírez

Profesor Titular de Transportes. Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. UPM

Resumen

Los programas de renovación del parque de vehículos de carretera en nuestro país acaban de cumplir veinte años. Si bien estos programas de renovación nacieron con una clara vocación temporal, la realidad es que bajo diferentes formatos se han convertido ya en una política estructural y así solo durante dos años de estas dos décadas se han interrumpido las líneas de animación de la demanda. Los impactos inicialmente pretendidos de orden medioambiental, energéticos o de seguridad se han visto desplazados por objetivos de tipo económicos-fiscales y de política industrial.

Palabras clave

Parque de vehículos, achatarramiento, incentivos fiscales, matriculaciones, efectos sociales y medioambientales

Abstract

Programmes to renew the stock of road vehicles in this country have been in operation for twenty years. While all these renewal programmes were clearly provisional at the outset, the fact is that these programmes, under different formats, have since become part of a structural policy, to the extent that these attempts to motivate demand have only been interrupted for two years over these last two decades. The environmental, energy and safety impacts initially sought by the introduction of these programmes, have since given way to objectives of a more economic, tax or political nature.

Keywords

Stock of vehicles, scrapping, tax incentives, registrations, social and environmental effects

Recuerdo personal de Rafael Izquierdo

Empecé a trabajar con Rafael Izquierdo al poco de incorporarme al Consorcio Regional de Transportes de Madrid tras una interesante experiencia en el mundo de la construcción. Yo había empezado a estudiar Ciencias Económicas y Empresariales durante mi estancia en la Escuela de Caminos y recibí todo el apoyo de Rafael para terminar esos estudios y para que dirigiera mis primeros objetivos de investigación, y también de tesis doctoral, hacia los bordes de convergencia de la ingeniería de los transportes y la economía. Tras un primer intento fallido –ante la dificultad en la obtención de los datos necesarios– de centrarnos en el uso de las tablas input-output de Leontief para analizar ciertos impactos sobre la economía de las políticas de transporte, la petición que en ese momento me hizo Juan Llorens, presidente a la sazón de la Confederación Española de la Automoción, de analizar los impactos que tendría una política de renovación del parque de vehículos español abrió un nuevo campo de investigación que se

unía al ya tradicional de Rafael de políticas impositivas en el campo del transporte, y que a la postre constituiría el objetivo de mi tesis doctoral.

El estudio de renovación del parque de vehículos de carretera, originariamente denominado RENPARK, aunque tras su aceptación por el Ministerio se denominó RENOVE, permitió cuantificar y modelizar algunos aspectos que hasta ese momento no dejaban de ser intuiciones apoyadas en datos bastantes débiles. De esta forma, el crecimiento del parque de vehículos español, que había registrado tasas muy elevadas desde principios de los años setenta, era compatible con la existencia de una elevada edad media aparente, al tiempo que se podía concluir que existía un potencial de convergencia real con los países más avanzados realmente elevado: en el año 1992 estimamos que el parque de vehículos español todavía podía crecer unos 13 millones de vehículos –estimación que se alcanzó a finales del año 2013–.



Pero si el crecimiento del parque podía generar presiones ambientales muy relevantes en el país, la antigüedad del mismo era una carga que en ese momento se podía calificar de asfixiante: un parque cuyo grupo de vehículos de más de 10 años superaba en 12 puntos la media comunitaria era una fuente de sobrecostes muy relevantes que en el año 1992 y exclusivamente desde un punto de vista económico superaba los 500.000 millones de pesetas anuales (96.000 millones en consumos adicionales de combustible, 115.000 millones en mantenimiento extraordinario y unos 300.000 millones en costes mayorados de seguridad vial). Las emisiones adicionales, y especialmente aquellas vinculadas a los gases de efecto invernadero, superaban las 560.000 toneladas anuales.

Los estudios permitieron concluir que, si estos sobrecostes eran realmente inasumibles, la realidad no era aún peor gracias al cambio de uso de los vehículos con su edad y a la existencia de una flota millonaria (hasta 2,6 millones de vehículos) que había sido eliminada con anterioridad por motivos fiscales –no pagar todos los impuestos atrasados con un achatarramiento legal– y que seguía figurando en

las estadísticas oficiales. De esta forma, mientras que la edad media oficial era de 8,43 años en 1992, las investigaciones permitían reducir la edad media real a los 6,75 años, cifra que era aún claramente superior a la de los países líderes en Europa.

Los resultados de este parque envejecido no eran homogéneos para todos los tipos de vehículos de manera que se podían establecer los siguientes grupos:

Turismos

Era el sector de vehículos más dinámico y en el que se podría percibir de manera más rápida las ventajas de una política de renovación, ya que los vehículos de más de diez años presentaban consumos energéticos entre un 26 y un 39 % superiores a los de un vehículo nuevo del año 1992. Esto significaba que el consumo global del parque de turismos era un 12 % superior al óptimo para un parque del mismo tamaño y con las mismas utilidades. Si el consumo era significativamente superior, en el resto de aspectos las ventajas eran aún más llamativas: los costes de mantenimiento se triplicaban, y las emisiones de ciertos

contaminantes podían fácilmente duplicar o cuadruplicar los valores usuales en vehículos nuevos.

Desgraciadamente las desventajas alcanzaban también a las condiciones de seguridad de manera que estos vehículos viejos presentaban una probabilidad casi tres veces superior de verse implicados en accidentes, y lo que era peor la probabilidad de morir en los mismos era un 9 % mayor. De esta forma, un parque nuevo tendría un efecto extraordinario de mejora de la seguridad de los usuarios de vehículos antiguos ya que la probabilidad de muerte podría reducirse en más de un 53 % con la compra de nuevos vehículos, siempre que se mantuvieran las condiciones de movilidad previas.

Autobuses y vehículos industriales

Las desventajas de los autobuses y vehículos industriales más antiguos eran sobre todo de orden ambiental ya que los aspectos de seguridad, e incluso de consumo energético, siendo favorables a la renovación del parque no presentaban el nicho de mejora de los vehículos de turismo.

Motos

Con los datos disponibles el análisis de las motos –con muy malas fuentes estadísticas- fue poco concluyente y las mejoras esperadas en el campo de la seguridad vial no pudieron ser confirmadas por la investigación.

2. Primeros resultados y planes posteriores

Los impactos previstos por el programa RENPARK no convencieron en primera instancia a las administraciones públicas españolas. Fue necesario un complejo peregrinar cristalizado en Francia en el denominado plan Balladur, que tuvo una extraordinaria acogida, para que el Gobierno español se decidiera a poner en marcha el Plan RENOVE. Sin embargo, el éxito no se hizo esperar: la aplicación de los planes RENOVE I y RENOVE II de los años 1994 y 1995 permitieron el achatarramiento de 197.816 vehículos

y las administraciones públicas obtuvieron un magnífico balance fiscal de forma que invirtieron 27.727 millones de pesetas en ayudas y se generaron ingresos fiscales por valor de 72.005 millones lo que implica un saldo positivo de 44.278 millones, según las estadísticas de ANFAC. Es conveniente recordar que la ayuda establecida para este primer programa fue de 80.000 pesetas por vehículo achatarrado y renovado.

Los planes RENOVE que estuvieron vigentes en los mencionados años 1994 y 1995 finalizaron bruscamente –influidos sin duda por el crecimiento de la demanda– de forma que el año 1996 fue uno de los dos únicos años de entre dos décadas que el país no conoció ningún programa de renovación del parque.

Los programas del periodo 1997 al año 2006 tuvieron por nombre PREVER. El PREVER que nace con una ayuda similar a los de los RENOVE apoyó también la renovación de la flota de los vehículos industriales y de las motocicletas de cilindrada media. En el año 2004 el programa PREVER amplía su ayuda para la eliminación de turismos que consumían gasolina con plomo –que estaba a punto de desaparecer del mercado– hasta los 721 euros (o 120.000 pesetas equivalentes).

El impacto del programa PREVER se puede calificar de extraordinario: más de 3,7 millones de vehículos se achatarraron acogidos a esta medida y siendo sustituidos por vehículos de muchas mejores prestaciones.

Si el año 2007 fue el último año del plan PREVER, sólo hubo que esperar al verano de 2008 para que se pusiera en marcha un nuevo plan de nombre VIVE (Vehículo Innovador-Vehículo Ecológico) y que trajo como novedad ser una ayuda a la financiación a través del ICO y no una cantidad fija por vehículo. Tras el escaso éxito cosechado en un primer momento la mejora de las condiciones en no-



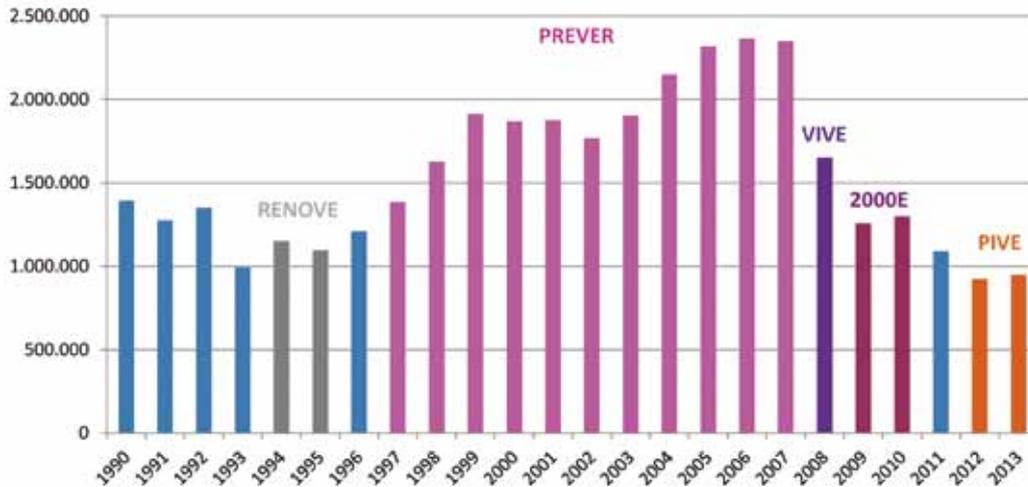


Gráfico 1. Evolución de las matriculaciones

viembre del mismo año 2008 hizo que las matriculaciones globales no bajaran de 1.200.000 unidades. La dotación presupuestaria de este programa fue extraordinariamente generosa para los dos años siguientes (700 millones para el año 2009 y 500 para el 2010), aunque finalmente quedaron encuadrados dentro de los paquetes de animación de la demanda vía gasto público de los programas 2000 E y se vieron afectados por los recortes aplicados por la crisis económica. Mientras que la ayuda a la financiación solo consiguió el achatarramiento de algo más de 70.000 vehículos, la vuelta a la ayuda directa facilitó la renovación de 280.000 vehículos. En este programa se unían por primera vez las ayudas del Ministerio de Industria y la de los fabricantes con las de aquellas comunidades autónomas que voluntariamente se adherían al plan.

En todos estos programas se introducían por primera vez limitaciones en el tipo de vehículos nuevos que podían beneficiarse de las ayudas y que favorecieron una matriculación de modelos cada vez menos contaminantes que eran al mismo tiempo, y en general, los más baratos.

En el año 2011, en plena crisis económica y con la necesidad de reducir el déficit público, el país deja en suspenso las medidas de incentivación de los programas de renovación del parque, pero a finales del año 2012 y hasta la actualidad han surgido una nueva familia de planes de incentivación denominados PIVE (Programa de Incentivos

al Vehículo Eficiente) que han tenido un claro efecto de activación de la demanda, ya que solo en los tres últimos meses del año 2012 permitió renovar 75.000 vehículos.

3. El impacto de los programas en la configuración del parque de vehículos español

Siguiendo los criterios de análisis de ANFAC (2012), hasta el año 1995 las tasas de matriculación per cápita de nuestro país se enmarcan dentro del grupo de países europeos de baja renta con mercados automovilísticos en desarrollo. Sin embargo, en el periodo 1995 a 1999, con un crecimiento de las matriculaciones, se produce un cambio sustancial en las tasas con un crecimiento del 70 %: el país se acercaba a los valores usuales de los países desarrollados centroeuropeos y anglosajones de elevadas rentas y elevada demanda vehicular.

El periodo 2000-2007 fue un periodo de crecimiento económico y durante el cual el comportamiento del mercado español converge con el de los países centroeuropeos más avanzados, aunque las tasas de crecimiento ya son reducidas.

El tercer periodo de 2008-2013 viene marcado por el retroceso (que en los primeros cinco años superó el 56 %) y en el cual el mercado español ha vuelto al comportamiento de los mercados de los países menos avanzados de la cuenca mediterránea y de la Europa del Este).

El conjunto de estos procesos ha dado lugar a que la motorización potencial del país que podría situarse en los 510 turismos por mil habitantes (ANFAC, 2012) y que se preveía conseguir en el año 2010, se haya alejado en el horizonte colocándose el ratio actual en el entorno de los 476.

De esta manera, el parque de turismos potencial de 24,1 millones de unidades tendrá que esperar a un nuevo ciclo de crecimiento que además debe ser prolongado en el tiempo.

La búsqueda de escenarios donde las matriculaciones se sitúen en 1,3 millones de unidades y las bajas se aproximen a 1 millón es un objetivo del medio plazo para ir equiparando las características de nuestro parque a las que poseen los correspondientes de los países de referencia europeos.

4. Algunos aspectos científicos sobre los impactos de los programas de renovación del parque de vehículos

En su concepción inicial el programa RENPARK no hizo ningún hincapié sobre las ventajas recaudatorias que para las administraciones públicas podía tener la disminución del coste total gracias a un incentivo que normalmente se ampliaba con ofertas y descuentos de las marcas comerciales, ni sobre las ventajas de política industrial inherentes a la iniciativa. Había varias razones para ello: de un lado se querían cuantificar otros tipos de efectos (y especialmente externalidades positivas y ahorros para los propios usuarios) y poco después pesaron también las opiniones económicas (Licandro y Sampayo, 1997) que apuntaban a que un programa de tipo temporal induce un adelanto de los reemplazos –sin modificar la tasa de matriculación media–; mientras que una política de incentivos permanentes puede acarrear



niveles mayores de matriculación pero presentan el inconveniente de que las ventajas otorgadas pueden ser captadas por otros actores y no obligatoriamente por los consumidores finales.

Los estudios de Licandro y Sampayo demostraron que de las 357.000 acogidas al plan PREVER, solo había un efecto de incremento de la matriculación de 21.000 unidades, ya que el efecto positivo del año 1994 (119.000 vehículos) se compensaba en cuatro quintas partes con los efectos negativos de los años 1995 y 1996 (-23.000 y -75.000 unidades, respectivamente).

Por otro lado, los estudios de Moral (2000) remarcaban la importancia del ciclo de vida del producto y del impacto de la aparición de nuevos modelos en el mercado para explicar las tasas de reemplazo.

Si estos análisis introdujeron dudas sobre el efecto tractor que otorgaba la medida, algunos estudios posteriores y especialmente aquellos basados en los datos de la propia administración ponían en duda el efecto sobre la industria nacional de estos programas de incentivación de la demanda en un mercado tan internacionalizado donde más del 75 % de las matriculaciones corresponden a vehículos importados y donde la mayor parte de la producción nacional se exporta (85 % en 2014).

A pesar de esta situación la mencionada asociación de fabricantes de vehículos contemplaba un claro efecto tractor en el conjunto de las actividades industriales como consecuencia de estos programas e incluso una mejora de la cuota de mercado nacional en las matriculaciones (ANFAC, 2014).

Por otro lado, el compromiso que muchas marcas han tenido con sus plantas en nuestro país ha facilitado el mantenimiento (o resurgimiento de este tipo de políticas) que, además, presentan un buen resultado fiscal a corto plazo y aparentemente un alto apoyo social. Por otro lado, el envejecimiento del parque que hacía que en el año 2012 el 42 % del mismo superase los diez años de antigüedad, se ha convertido en una rémora para el cumplimiento de los objetivos de reducción de gases de efecto invernadero en nuestro país.

5. A modo de conclusión

La línea de trabajo que se inició con el proyecto RENPARK ha tenido impactos decisivos en la evolución del parque de ve-

hículos español, ya que en conjunto, los diversos programas que se han implantado a lo largo de los últimos veinte años, han permitido hasta hoy el achatarramiento y renovación de 4,5 millones de turismos con unas ventas actualizadas que se aproximan a los 100.000 millones de euros.

A pesar de algunas críticas que se han hecho sobre este tipo de programas, la realidad es que muy diversos gobiernos han hecho uso de él, y aunque se produzcan cambios en los detalles de su formulación, muy probablemente este tipo de programas de renovación del parque de vehículos se siga usando en nuestro país. **ROP**

Referencias

- Mercado y parque de turismos en España. Evolución y potenciales. ANFAC. 2012
- Los impactos del plan PIVE. ANFAC. 2013
- Balanza comercial del automóvil versus mercado interior. ANFAC. 2014
- Matriculaciones de automóviles en los 90. María José Carral. Revista de Economía Aplicada número 24, (Vol VIII), pages 157 a 159. 2000
- Los efectos de los planes RENOVE y PREVER sobre el reemplazo de turismos. Omar Licandro y Antonio R. Sampayo. FEDEA y Universidad Carlos III. 1997
- PLAN 2000E-2010. Secretaría General de Industria. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. 2011
- Informe sobre la propuesta de acuerdo de Consejo de Ministros de modificación de la normativa reguladora del plan VIVE y de suscripción de una segunda adenda al convenio MITYC-ICO plan VIVE 2008-2010. Secretaría General de Industria. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. 2009
- Anuario estadístico general. AÑO 2013. Dirección General de Tráfico. 2014
- Resumen histórico de las ayudas a la compra de automóviles en España. Motor Canario.com. 2009
- Influencia de la edad de los vehículos en el sistema español de transportes por carretera. Tesis doctoral. Aniceto Zaragoza Ramírez. 1995

Movilidad y accidentalidad de furgonetas. Análisis comparado de indicadores de riesgo



Francisco Aparicio Izquierdo

Catedrático de Transportes, ETSI Industriales. UPM

Resumen

La “cantidad” de movimiento de los vehículos o las personas en las vías públicas, es la medida más usada para evaluar la exposición y ésta es una de las causas primarias de los accidentes de tráfico. Su medida es necesaria para establecer indicadores de accidentalidad que ilustran la probabilidad de que los vehículos o personas puedan sufrir un accidente, a igualdad de otros factores de riesgo.

Siendo un dato tan importante, los indicadores estimados de exposición se derivan de datos publicados de aforos de vehículos o encuestas de movilidad de forma agregada y limita la determinación del riesgo correspondiente a colectivos específicos. En este trabajo, se presentan los resultados de la estimación de medidas centrales y de los intervalos de confianza de la movilidad interurbana de los cuatro tipos definidos de furgonetas presentes en el parque español, a partir de la encuesta de movilidad interurbana de furgonetas del proyecto FURGOSEG “Desarrollo y aplicación de una metodología integrada para el estudio de los accidentes de tráfico con implicación de furgonetas” del MICINN. La estimación de la movilidad y parque de furgonetas se ha utilizado para la obtención de indicadores de riesgo de accidente y severidad y se han comparado con indicadores análogos de turismos y camiones.

Palabras clave

Movilidad, accidentes, víctimas, furgonetas, riesgo

Abstract

The amount of vehicle and person kilometres of travel on public roads is the most widely employed measure for evaluating exposure to road accidents and is one of the primary causes of the same. This measure is necessary to establish accident rate indicators that illustrate the probability that a vehicle or person might suffer an accident in association with other risk factors.

In spite of the importance of this information, the indicators estimating exposure are derived from published information on quantities of vehicles or mobility surveys established in an aggregate manner and restricting the evaluation of the risk corresponding to specific groups. This work presents the results of the estimation of central limits and confidence intervals of the interurban mobility of four different types of van present on Spanish roads, based on a interurban mobility survey of vans within the Spanish Ministry of Science and Innovation FURGOSEG project “Development and application of an integrated methodology for the study of road traffic accidents involving vans”. The estimation of the mobility and stock of vans has been employed to obtain indicators of accident risk and severity that has been compared with similar indicators for cars and lorries.

Keywords

Mobility, accidents, victims, vans, risk

Recuerdo personal de Rafael Izquierdo

Encontrándose este trabajo insertado en el marco de los merecidos homenajes al Profesor Rafael Izquierdo, deseo expresar mi admiración y afecto por su obra académica y por su persona, capaz de aglutinar e impulsar a compañeros y discípulos, más allá del grupo que creció bajo su dirección. La relación académica y la colaboración entre el Grupo de Ingeniería de Vehículos y Transportes de la ETS de Ingenieros Industriales, dirigido por el autor de este trabajo,

y el profesor Izquierdo se inició en los primeros años de la década de los 80 y duró todo el resto de su vida. Nunca olvidaremos la aportación que de él recibimos, tanto en el plano académico como en el personal.

1. Introducción

El movimiento de los vehículos o las personas en las vías públicas, movilidad, es la causa primaria de los accidentes de tráfico y a través de su medida se define el indicador de

exposición, que ilustra la probabilidad de que los vehículos o personas de determinados grupos de usuarios, puedan sufrir un accidente, a igualdad de otros factores de riesgo.

En los estudios de accidentes, el número absoluto de accidentes o de víctimas resultan datos que no reflejan, por sí solos, las condiciones de seguridad de una vía, una región o un país. Un número determinado de víctimas mortales puede representar unas condiciones muy malas de seguridad en un país con poca población, pocos vehículos y poca movilidad, en términos de vehículos-km por ejemplo, y ese mismo dato reflejar niveles muy elevados de seguridad en otro país con una movilidad muy superior.

Los indicadores estimados de exposición suelen derivarse de datos publicados de aforos de vehículos o encuestas de movilidad y se expresan como los vehículos-km o pasajeros-km, producidos en un periodo de tiempo y referidos a una vía, una región o un país, según se trate de evaluar el nivel de seguridad en uno de estos ámbitos y, por tanto, calcular los estimadores de accidentes/vehículo-km o víctimas/pasajeros-km de forma agregada. La carencia de información desagregada por tipos de usuarios limita la determinación del riesgo correspondiente.

En este trabajo se presentan los resultados de la estimación de la exposición a partir de la encuesta de movilidad interurbana de furgonetas, realizada a 3.600 conductores, en el marco del proyecto de investigación FURGOSEG-P-24 “Desarrollo y aplicación de una metodología integrada para el estudio de los accidentes de tráfico con implicación de furgonetas” financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (MICINN). El amplio proyecto de investigación, desarrollado durante los años 2008 a 2011, contó con la participación de cuatro grupos de investigadores y analistas (TRANSYT-UPM, ISVA- U.CARLOS III e IEA-ANFAC) y fueron liderados por el INSIA de la Universidad Politécnica de Madrid. Esta determinación tiene gran interés para los estudios de accidentalidad, en los que los accidentes se ponen en relación con la movilidad específica de cada tipo de vehículo. Se han calculado indicadores de accidentalidad para furgonetas y se ha realizado la comparación de la siniestralidad de turismos o camiones en el año 2009.

2. Determinación de la movilidad

La encuesta de movilidad interurbana de furgonetas (ENMIF) se realizó en estaciones ITV, centros logísticos y talleres, a una muestra de unos 3.600 conductores de los

cuatro tipos bajo la denominación “furgoneta”. Estos cuatro grupos fueron definidos y analizados en el proyecto FURGOSEG, atendiendo a las características de diseño y construcción con influencia en su comportamiento dinámico y accidentológico (fig. 1).

El territorio nacional se ha dividido en ocho regiones que se consideraron homogéneas desde el punto de vista de la distribución de las variables de comportamiento y uso de los conductores, así como de los grupos de furgonetas:

- Región 1: Andalucía.
- Región 2: Castilla León, Castilla-La Mancha y Extremadura.
- Región 3: Madrid.
- Región 4: Valencia y Murcia.
- Región 5: Cataluña.
- Región 6: Galicia y Asturias.
- Región 7: Cantabria, País Vasco, Navarra y La Rioja.
- Región 8: Aragón.

La encuesta ENMIF se ha llevado a cabo en 20 provincias españolas, pertenecientes a las regiones indicadas, en estaciones ITV (63 %), talleres (19 %), empresas (9 %) y centros logísticos (9 %). La distribución de la muestra por grupos de furgonetas ha sido efectuada en función de las ventas de los mismos en los últimos diez años en las provincias integrantes de las regiones y el error de muestreo resultó de 1,7 %.

Para este trabajo, se seleccionaron las preguntas que dan información relacionada con la movilidad, para obtener medidas descriptivas de forma global, pero también medidas de inferencia de la movilidad (estimaciones de las medidas centrales y sus intervalos de confianza), mediante la aplicación de técnicas de remuestreo aplicado a muestreo estratificado.

• *Medidas descriptivas de la movilidad de furgonetas*

En la encuesta ENMIF, se han realizado varias preguntas de las que pueden realizar estimaciones de medias

Grupo	Denominación	Sub-grupo Clasificación según RGV por criterio de construcción	Imagen
G1	Pick-up	20.** Camión-Caja abierta	
G2	Camión	20.** Camión-Caja abierta 20.** Camión-Caja cerrada	 
G3	Furgón – Furgoneta	24.** Furgón-Furgoneta 31.** Vehículo Mixto Adaptable	 
G4	Derivado de turismo	24.** Furgón-Furgoneta 30.** Derivado de turismo 31.** Vehículo Mixto Adaptable	 

Fig. 1. Tipos de furgonetas del proyecto FURGOSEG (2009)

anuales. Por ejemplo, a través de los kilómetros medios recorridos en una jornada habitual (117,53 km), y el número medio de días laborables de 251,5 días, se obtiene un recorrido medio anual de 29.558,8 km. Por otra parte, los datos de los cuentakilómetros, arrojan un valor medio de 186.828,49 km y una edad media de 7,94 años, que dan un recorrido medio de 23.530,04 km/año. Es decir, un 21 % menos que los estimados a partir de los kilómetros diarios recorridos declarado por los conductores de la muestra. Si se considera los puntos medios de los intervalos, como marca de los mismos de la Tabla 1, se obtienen 23.927,73 km/año.

km recorridos al año	Porcentaje
Menos de 20.000	53 %
De 20.001 a 45.000	36 %
De 45.001 a 70.000	7,7 %
De 70.001 a 100.000	2 %
Más de 100.000	0,8 %
No sabe o no contesta	0,4 %
Total	100 %

Tabla 1. Distribución por intervalos de km/año de furgonetas

• *Inferencia de la movilidad de furgonetas*

Las estimaciones anteriores son valores meramente descriptivos. Aunque la distribución de datos obtenidos para las variables en estudio suele aproximarse razonablemente a la normal, para este análisis se ha empleado la técnica no paramétrica de remuestreo (o *bootstrap* en la literatura anglosajona), que es no dependiente de hipótesis sobre el tipo de distribución. Esta sofisticación supone un cierto avance metodológico respecto a los procedimientos más tradicionales y restrictivos. La aplicación del remuestreo a la muestra estratificada añade cierta complejidad computacional respecto del caso de muestreo aleatorio simple. La aplicación de esta técnica permitió obtener estimaciones puntuales no sólo de la media del valor de exposición de las furgonetas (de cada grupo y en las distintas regiones), sino de los percentiles 85 %, 2,5 %, y 97,5 %; que cuantifican la incertidumbre de dicha estimación siendo estos últimos los que incluyen el 95% de los datos y definen los intervalos de confianza de la estimación. Los resultados de las estimaciones realizadas a nivel nacional se resumen en la figura 2.

En la estimación de las medias, existe un solapamiento entre los intervalos correspondientes a los grupos de furgonetas tipo G1 y G4 (*pick-up* y derivado de turismo) por un lado, y G2 y G3 (camiones y furgonetas) por otro, lo que indicaría que existen dos agrupamientos (G1-G4 y G2-G3) con comportamientos diferentes en recorridos medios anuales desde el punto de vista estadístico, siendo los vehículos del segundo agrupamiento los de mayor capacidad de carga.

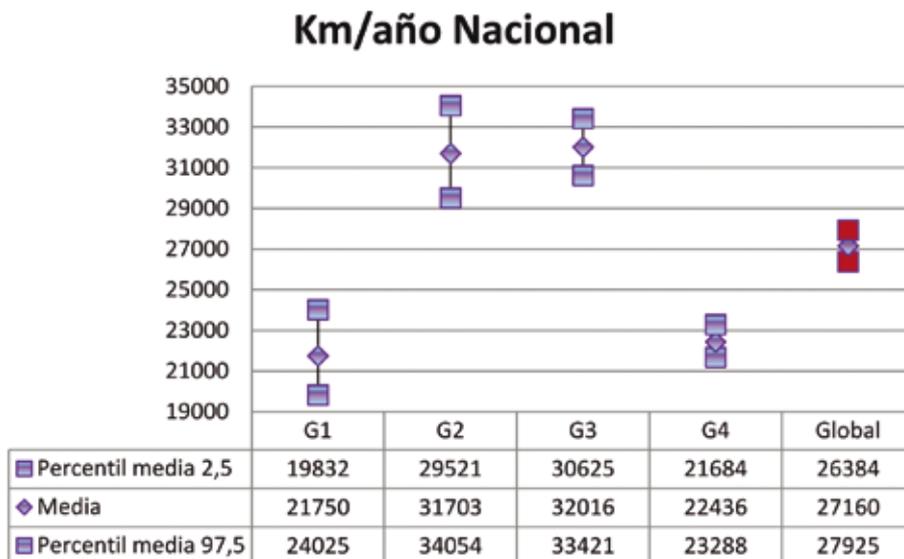


Fig. 2. Resultados media km/año. Fuente Encuesta FURGOSEG (2009).

Los intervalos de las estimaciones de los tipos G1 y G2 de furgonetas son más anchos y por lo tanto indicativos de mayor grado de incertidumbre, que está asociado al tamaño de las muestras y su comportamiento en la estratificación espacial. Aunque estos resultados no se muestran, se ha determinado que en las regiones 1 a 5, las *pick-ups* (G1) tienen los menores promedios y los camiones (G2) los mayores, siendo los intervalos de este último tipo los de mayor anchura. La región 6 es algo atípica con intervalos anchos para *pick-ups* (G1) y promedio muy elevado para el caso de furgones (G3). Las regiones 7 y 8 presentan un comportamiento semejante con promedios y anchuras de intervalos mayores para camiones y furgones (G2 y G3). [1]

Los camiones y furgones realizaron en el año 2009 alrededor de 30.000 kilómetros/año y los *pick-ups* y derivados de turismos en torno a 20.000 km/año, un 30 % menos que los primeros. El tratamiento integrado de todos los datos de furgonetas dio como resultado un recorrido medio de 27.000 km como valor representativo en ámbito nacional.

Los valores de recorridos medios anuales se han extrapolado al parque de furgonetas caracterizado por el equipo de especialistas del IEA (ANFAC) en el marco del proyecto FURGOSEG y los resultados se muestran en las tablas 2 y 3:

INTEGRADO NACIONAL	
G 1 (<i>pick-ups</i>)	
P. estimado	141.640
Veh-km (en millones)	3.081
G 2 (camiones)	
P. estimado	217.099
Veh-km (en millones)	6.883
G 3 (furgones)	
P. estimado	1.102.888
Veh-km (en millones)	35.310
G 4 (derivados de turismos)	
P. estimado	1.578.118
Veh-km (en millones)	35.407

Tabla 2. Resultados para el estimador vehículo-km extrapolado al parque para cada tipología de furgoneta. Integrado nacional. Año 2009. Fuente: FURGOSEG-IEA.

INTEGRADO GLOBAL	
P. estimado	3039745
Veh-km (en millones)	82.559

Tabla 3. Resultados para el estimador vehículo-km extrapolado al parque de furgonetas. Integrado nacional global. Año 2009.

Fuente: FURGOSEG-IEA.

Para el integrado nacional de los cuatro tipos de furgonetas se obtuvo una medida de la movilidad de 82.559.474.200 veh-km.

Para cotejar estas estimaciones, no existen datos análogos a nivel nacional. Pero en el Anuario de 2009 del Ministerio de Fomento se indican una serie de datos de la movilidad para un tipo de vehículo denominado “camioneta” sin que exista en su definición explícita de tal categoría en la fuente citada. Tampoco existe la definición para este tipo en el Reglamento General de Vehículos. Si se atiende a la definición de camioneta de la RAE, es un vehículo automóvil menor que el camión y que sirve para transporte de toda clase de mercancía, y por tanto es un tipo de vehículo enmarcado en tipo N1, como las furgonetas objeto del estudio.

El valor indicado por el Ministerio de Fomento para el año 2009 es de 10.381 millones de veh-km en la Red de Carreteras del Estado [3]. Teniendo en cuenta que los kilómetros de vías de la red a cargo del Estado son 25.633 para el año 2009, frente a un total de 165.416 km de la red interurbana, el valor de 10.381 millones de veh-km aportado por el Anuario se indica sobre un séptimo de la red global de carreteras aproximadamente, su extrapolación a la red viaria total conduce a una estimación de 70.000 millones de vehículos-kilómetro, que se encuentra en orden de magnitud con la movilidad estimada para furgonetas. En el proyecto europeo IMPROVER [2] sobre la seguridad de los vehículos ligeros de transporte de mercancías en países europeos, se indican algunos datos de movilidad para España, algunos de ellos obtenidos mediante estimaciones por parque. Para el año 2000 se indica una movilidad de 78.000 millones de veh-km y de 81.700; 84.700 y 88.400 para los años siguientes, siendo 2003 el último indicado para España.

Como se puede apreciar, los valores externos dan soporte a la estimación realizada en este proyecto de investiga-

ción y validan la obtención de la movilidad por medio de encuestas realizado en este trabajo.

3. Indicadores de accidentalidad de furgonetas año 2009

Las medidas centrales de la movilidad de las furgonetas determinadas a partir del tratamiento de los datos recogidos en la encuesta ENMIF-2009, se han utilizado para calcular 12 indicadores de riesgo de accidente y severidad que se han comparado con indicadores análogos de turismos y camiones. Los datos de accidentes y víctimas se han obtenido de la base general de accidentes de la Dirección General de Tráfico [4].

Existe bastante uniformidad en los datos de distancias medias anuales recorridas por turismo, y lo contrario para camiones, para los cuales se indica que la distancia puede variar desde 13.700 km a 95.000 km/año, según dos fuentes consultadas y que podrían representar valores de al menos dos segmentos diferentes de camiones y tipo de explotación. El primer valor de movilidad de pesados se indica para la red de carreteras gestionadas por el Estado, CC. AA. y diputaciones y que a 31-12-2009 suman 165.416 km, mientras que el valor superior se basa en el recorrido medio mensual de vehículos controlados por la Dirección General de Transportes del Ministerio de Fomento [3]. La imposibilidad de contar con información más cualificada para la desagregación por segmentos de camiones, determina que las estimaciones de los indicadores que requieren el uso de su movilidad se omitan en este trabajo.

Los resultados de indicadores de riesgo de furgonetas y los de turismos y camiones pesados (por parque) del año 2009, se resumen a continuación.

	Furgonetas	Turismos	Camiones pesados
I1 = N° accidentes con implicación de tipo de vehículo/veh-km	0,12	0,32	-
I2 = N° de vehículos implicados en accidente, según tipo/veh-km	0,13	0,45	-

El indicador I1 = N° accidentes con implicación de tipo de vehículo/veh-km para los turismos es aproximadamente el triple del correspondiente a furgonetas.

En el indicador I2 = N° de vehículos implicados en accidente, según tipo, (Furgonetas y turismos)/veh-km realizados por cada tipo, arroja valores aún más diferentes entre turismos y furgonetas, siendo favorable a estas últimas.

	Furgonetas	Turismos	Camiones pesados
I3 = N° de accidentes/ Millón de vehículos (de cada tipo) del parque	3.296	3.169	1.293
I4 = N° de vehículos en accidentes/ Millón de vehículos (de cada tipo) del parque	3.522	4.508	1.401

En el indicador I3 = N° de accidentes/ Millón de vehículos del parque (de cada tipo), las furgonetas superan en un 4 % el ratio de turismos. Este ratio resulta claramente favorable al camión.

En el indicador I4 = N° de vehículos en accidentes/ Millón de vehículos del parque (de cada tipo), los turismos superan a las furgonetas y el ratio resulta claramente favorable al camión. Estos valores pueden sugerir que los turismos se encuentran implicados en colisiones múltiples de manera más frecuente que los otros dos tipos.

	Furgonetas	Turismos	Camiones pesados
I5= N° accidentes con tipo de vehículo/N° total de accidentes de tráfico con turismo-furgoneta-camión pesado	0,11	0,79	0,04
I6= N° muertos en accidentes con tipo de vehículo/veh-km	0,005	0,009	-

El indicador I5= N° accidentes con tipo de vehículo/N° total de accidentes de tráfico con turismo-furgoneta-camión pesado es claramente desfavorable para los turismos.

El indicador I6= N° muertos en accidentes con tipo de vehículo/veh-km es claramente favorable para las furgonetas. Este indicador se ha comparado con el ratio obtenido para el año 2000, con los datos del proyecto IMPROVER que en dicho estudio alcanzó la cifra de 0,015 en la UE-25. Este resultado es favorable para España: el riesgo medido como muertos en accidentes con tipo de vehículo/veh-km es más bajo que la media europea. Esta diferencia sugiere que deberán realizarse estudios posteriores que permitan encontrar razones que la justifiquen o realizar mejores estimaciones.

Ambos indicadores deben analizarse teniendo presente la influencia del tamaño del parque y la movilidad de furgonetas y de turismos.

	Furgonetas	Turismos	Camiones pesados
I7= N° muertos y heridos graves en accidentes con tipo de vehículo/veh-km	0,03	0,06	-
I8= N° muertos en accidentes con tipo de vehículo/N° total de accidentes con tipo de vehículo	0,04	0,03	0,10

El indicador I7= N° muertos y heridos graves en accidentes con tipo de vehículo/veh-km es claramente desfavorable para turismo frente a furgonetas. Este indicador conjuntamente con el I6 sugiere que el número de víctimas en los accidentes de turismos es superior a la de los accidentes con furgonetas, a igualdad de exposición, acentuándose la diferencia entre los valores correspondientes a ambos vehículos para el caso de víctimas mortales.

El indicador I8 número de muertos en accidentes con implicación de un tipo de vehículo por número de accidentes (con implicación de tipo de vehículo correspondiente), es desfavorable a los camiones pesados, seguidos de furgonetas que superan al de turismos en el 38 %. Los

valores encontrados son coherentes con los esperables teniendo en cuenta la mayor severidad de los accidentes en los que intervienen vehículos con mayor masa, por la influencia de ésta y la incompatibilidad entre vehículos que suele estar asociada a la diferencia entre ellos.

	Furgonetas	Turismos	Camiones pesados
I9= N° muertos y heridos graves en accidentes con tipo de vehículo/N° total de accidentes con tipo de vehículo	0,21	0,18	0,33
I10= N° muertos en accidentes con tipo de vehículo/Millón de vehículos del parque (de cada tipo)	126	88	131

El indicador I9 número de muertos y heridos graves en accidentes con implicación de un tipo de vehículo por número de accidentes (con implicación de tipo de vehículo correspondiente), es desfavorable a los camiones pesados, seguidos de furgonetas. Nuevamente se reconoce en estos valores la mayor severidad de los accidentes con vehículos implicados de mayor masa.

Para el cálculo del índice I10 = N° muertos en accidentes con tipo de vehículo/Millón de vehículos del parque (de cada tipo) se ha considerado en el numerador, muertos en accidentes en los que haya estado implicado un turismo, o una furgoneta o un camión. Con esta consideración, el índice calculado para turismos es de 87, mientras que para furgonetas es de 126 y de 131 para camiones pesados, resultado desfavorable para las furgonetas respecto a los turismos. Estos valores se justifican por la movilidad media de los diferentes tipos de vehículos.

El indicador para furgonetas se ha comparado con los datos análogos del proyecto IMPROVER realizado a nivel europeo para vehículos ligeros de transporte de mercancías, que indica para la UE-25 la siguiente serie de valores: en el 2000: 202, en 2001: 191, en 2002: 199 y en 2003: 176.

Para España, el valor calculado en 2009 es de 126, que indica una tendencia positiva y por tanto mejora de la

seguridad vial de estos vehículos. Estos valores son congruentes con los arrojados por el indicador I6, en relación con los del proyecto IMPROVER, aunque la diferencia no es tan acentuada.

	Furgonetas	Turismos	Camiones pesados
I11= N° muertos y heridos graves en accidentes con tipo de vehículo/Millón de vehículos (de cada tipo) del parque	687	557	427
I12= N° muertos en accidentes con tipo de vehículo/N° total de accidentes	0,004	0,022	0,004

El indicador I11 número de muertos y heridos graves en accidentes con implicación de vehículos del parque (del tipo correspondiente) expresado en millones, es desfavorable a las furgonetas frente a camiones pesados y turismos.

El indicador I12= número de muertos en accidentes con implicación de un tipo de vehículo por total de accidentes (n° total de accidentes con todos los tipos de vehículos, en carretera+zona urbana), es desfavorable a los turismos y muy parejo entre furgonetas y camiones pesados.

4. Conclusiones

Se ha obtenido una estimación de la exposición media anual de furgonetas (global) y de los cuatro tipos de furgonetas (*pick-ups*, camiones de caja abierta o cerrada, furgones y furgonetas y derivados de turismo) según la clasificación de los vehículos de interés del proyecto FURGOSEG. La estimación de la movilidad se ha realizado con los datos recogidos en una encuesta realizada a más de 3.600 conductores de furgonetas a nivel nacional, cuyo diseño se ha estratificado por tipos de furgonetas y regiones del territorio español. Se han obtenido medidas de la media y los intervalos de confianza de la movilidad de las furgonetas, por técnicas de remuestreo o *bootstrap* aplicado a muestreo estratificado. Las estimaciones de la movilidad de furgonetas muestran acuerdo en el orden de magnitud con valores informados para vehículos tipo N1, en fuentes oficiales nacionales y europeas.

Utilizando los valores obtenidos de movilidad de furgonetas y utilizando los relativos a movilidad de turismos y parque de turismos, furgonetas y camiones, obtenidos de otras fuentes, se han estimado indicadores de accidentes y de víctimas, que permiten comparaciones entre los comportamientos accidentológicos de estos tres tipos de vehículos, aun con las limitaciones de este tipo de análisis, muy asociadas a la disponibilidad y calidad de los datos, alguna de las cuales han sido indicadas.

Las furgonetas arrojan valores de siniestralidad, según los indicadores definidos antes:

- Más favorables que los turismos en los indicadores I1, I4, I5, I6, I7 e I12 y que los camiones en I8, I9 e I10.
- Más desfavorables que los turismos en los indicadores I9 e I10 y que los camiones en I4 e I5 y a los dos tipos de vehículos en I3 e I11. **ROP**

Referencias

- [1] Aparicio F. et al. (2012). Desarrollo y aplicación de una metodología integrada para el estudio de los accidentes de tráfico con implicación de furgonetas. Universidad Politécnica de Madrid Publicaciones (Gabinete Rector). I.S.B.N.: 978-84-96398-66-5.
- [2] Höhnscheid, K. J., Schleh, R., Barts, R., Hakkert, Sh., Toledo, T., Albert, G., Baum, H., Grawenhoff, S., Egelhaaf, M. (2006). Impact assessment of measures concerning the improvement of road safety of light goods vehicles (LGV). Final report of Subproject 2, IMPROVER (Impact Assessment of Road Safety measures for Vehicles and Road equipment) Project. BAST, TRI, University of Cologne, DEKRA,
- [3] Ministerio de Fomento. (2009). Los transportes y los servicios postales. Informe anual.
- [4] Observatorio Nacional de Seguridad Vial de la Dirección General de Tráfico. (2009). Anuario estadístico general del Observatorio Nacional de Seguridad Vial de la DGT.

La investigación y la formación en ingeniería del transporte en España



Francesc Robusté
Catedrático de Transporte de la Universidad Politécnica de Cataluña - BarcelonaTech

Resumen

Este artículo plasma una “foto” de la docencia e investigación científica actual sobre ingeniería del transporte en España. Tanto la formación a nivel universitario como la investigación en transporte han alcanzado estándares internacionales durante los últimos decenios.

Palabras clave

Formación, docencia, investigación, transporte, ingeniería

Abstract

This paper takes a “picture” of the curricula and scientific research on transportation engineering in Spain. Both university training and research on transportation have reached international standards during the last decades.

Keywords

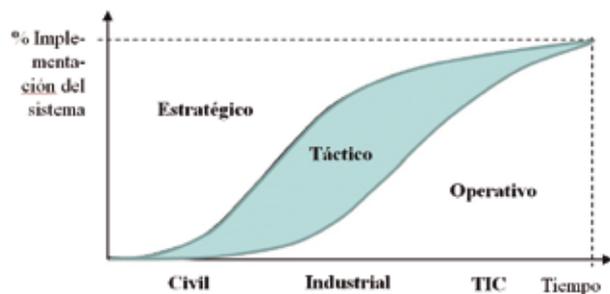
Teaching, training, research, transportation, engineering

Introducción

Después de la fundación del Foro de la Ingeniería del Transporte (FIT) en España el año 2000 por un puñado de profesores de las Escuelas de Ingeniería y de la primera presidencia de Rafael Izquierdo, éste convenció a los socios fundadores para delegar la segunda presidencia en mí durante casi un decenio (hasta junio del 2014): me veo en la obligación de reflexionar sobre los dos pilares de la Universidad, docencia e investigación, aplicados a la ingeniería del transporte y ciñéndome a los socios actuales del FIT. La reflexión, por tanto, no engloba ni a todas las profesiones que inciden en la ingeniería del transporte ni a todas las Escuelas de ingeniería civil o industrial de España, ni siquiera a todos los profesores de ingeniería del transporte de España sino sólo a los socios miembros del FIT en el 2015.

Hablamos del transporte en singular para resaltar la imprescindible perspectiva sistémica y holística y ampliamos la inicial acepción de la economía del transporte (inicios en España íntimamente vinculados a Rafael Izquierdo; ver Vassallo, 2014), al análisis científico del hecho de superar el tiempo y la distancia (personas, objetos e información), tanto de las infraestructuras como de los vehículos y la información (TIC). Algunos de los grupos de investigación (GI), socios del FIT, combinan esta perspectiva con otras más afines al objeto principal de la

carrera que imparten: ingeniería mecánica en el caso de los grupos IIT de Sevilla, VEHIVIAL de Zaragoza, I2T-UniOvi de Gijón e INSIA de Madrid, e infraestructura de carreteras en el caso del grupo GIIC de Valencia y de ferrocarriles en el grupo FerroTrans de A Coruña.



Papel de la tecnología en la madurez de un sistema de transporte

Las tres ingenierías civil, industrial y TIC han tenido un papel complementario en la implementación de todo sistema de transporte: la infraestructura confiere una componente estratégica, el vehículo y la energía una componente táctica y la información una componente operativa. La figura muestra que

en los inicios de la historia del sistema, la infraestructura tiene un papel más relevante, mientras que en las etapas finales de madurez, son las TIC las que pueden concentrar la mayor presencia profesional. Las éticas de las tres ingenierías del transporte (servicio, productividad, y mercado) son también distintas.

Ya adelanto como conclusión la palpable mejora tanto de la docencia como de la investigación en España desde los tiempos de Rafael Izquierdo hasta la actualidad. A mi entender, este salto en cantidad y calidad tiene varios detonantes:

- progresiva profesionalización de ambas vertientes (docencia e investigación),
- movilidad y formación de profesores y estudiantes de doctorado en universidades de prestigio internacional,
- mutación de tesis doctorales enciclopédicas a compendio de artículos científicos,
- necesidad de publicar con estándares internacionales en revistas científicas indexadas y revisadas por pares (en lo sucesivo, revistas SCI del Science Citation Index),
- evaluación de la calidad de la investigación en base a los sexenios de la CNEAI,
- requisitos para dirigir, evaluar y defender una tesis doctoral,
- requisitos sobre investigación (artículos SCI y sexenios) en los concursos y oposiciones de las plazas universitarias,
- programas de I+D+i a nivel europeo, español (aquí cabe ensalzar la labor de Ángel Aparicio cuando estuvo al frente del CEDEX), de CC. AA. e incluso a nivel de ayuntamientos,
- proyectos o convenios de investigación aplicada o de transferencia de tecnología que permiten mantener los equipos,
- necesidades sociales demandando aspectos de planificación, funcionalidad y gestión de las infraestructuras y los servicios de transporte como complemento a la buena labor ya existente de proyecto y construcción de infraestructuras y fabricación del material móvil,
- tendencias de integración de la infraestructura y los vehículos con las TIC en forma de “transporte sin papel”, “pago

sin contacto”, “*free flow*”, “*Smart city*”, “sistemas inteligentes de transporte”, etc.,

- disponibilidad ingente de datos asociados al *tracking* de personas y vehículos, sensores *low-cost*, internet de las cosas, apps y demás tecnología que gira alrededor de los “*smartphones*”,
- nuevos planes de estudios que han incorporado asignaturas “troncales” sobre transporte para toda la profesión (ingenieros civiles o industriales) y han ampliado el peso del transporte en las respectivas carreras,
- para muchos profesores, la asistencia al mayor congreso sectorial anual, el Transportation Research Board o TRB en Washington DC cada enero, permitió “lanzarse” a las publicaciones indexadas, establecer contactos y mantenerse al día de la investigación.

La formación sobre Ingeniería del Transporte en España

En varias reflexiones de los Congresos de Ingeniería Civil he plasmado mis puntos de vista sobre la formación en Ingeniería del Transporte en España. En una (Robusté 1991a), conminaba a los Ingenieros de Caminos a salir de su perspectiva de “fabricación” (sin abandonarla) de las infraestructuras para la movilidad, el agua y la energía, en basar su competitividad en la gestión de esas infraestructuras (además de en su proyecto y construcción) y proponía docenas de asignaturas inexistentes y transversales para los nuevos planes de estudios. En otra (Robusté 1991b, redundando en Robusté 1999), avanzaba las oportunidades profesionales que se avecinaban en el sector del transporte y la necesidad de una formación científica sólida (no marginal como un par de asignaturas descriptivas y optativas de una especialidad de una carrera) que permitiera una diferenciación con otros profesionales, y una masa crítica (lo que conllevaría a agrupar contribuciones técnicas de distintas ingenierías e incluso de ciencias sociales). Finalmente, en Robusté, Aguado y Casas (1999) se propuso utilizar el método docente “del caso”, habitual en las escuelas de negocio, para la docencia de aspectos complejos de planificación del transporte y para la concepción y desarrollo de un proyecto de ingeniería.

Las contribuciones docentes de Rafael Izquierdo se plasman en diversas evoluciones desde su primer proyecto docente de la asignatura “Economía y coordinación de transportes” impartida en la Escuela de Caminos de Santander el curso 1970-71 (Vassallo, 2014) hasta su legado enciclopédico en la

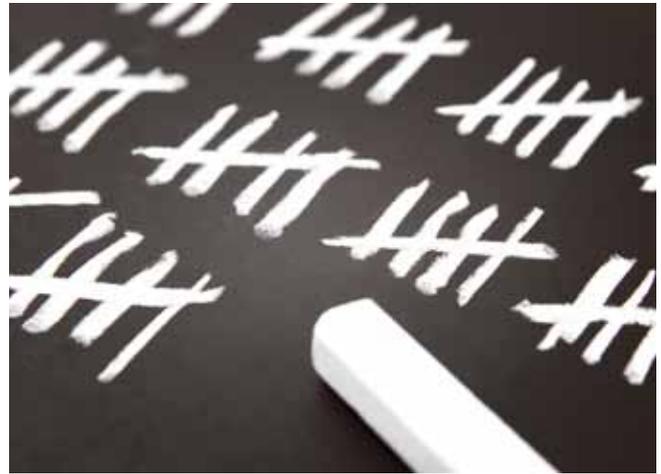
cúspide de su carrera docente como editor del libro “Transportes: Un enfoque integral” (Izquierdo, 1994) que nos involucró a muchos profesores.

Romana (2007) argumenta la dificultad en evaluar la dedicación y currículum de un profesor universitario, del cambio sufrido entre buenos profesionales que transmitían sus conocimientos a “la profesionalización de las universidades españolas donde la etiqueta principal de un profesor en una escuela de ingeniería pasó a ser la de profesor”. Sugiere finalmente evaluar la actividad de los profesores en seis áreas: formación de grado y postgrado, docencia, investigación, publicaciones, divulgación y actividad profesional. Estos acostumbran a ser los principales conceptos para evaluar los méritos en oposiciones, habilitaciones o acreditaciones, pero es cierto que el peso de las publicaciones es creciente.

Un “buen profesor” está al día de los conocimientos de su asignatura, prepara las clases y las imparte de forma amena, con buena elocución y de forma entendible, pone ejemplos prácticos y profesionales, organiza conferencias y quizás salidas de campo, elabora apuntes docentes, muestra predisposición, disponibilidad y empatía con la casuística creciente de los estudiantes por cualquiera de los canales actuales de contacto. Rafael Izquierdo en las Escuelas de Caminos de Santander primero y después en la de Madrid era uno de ellos.

Las Escuelas suelen disponer de un par de titulaciones de grado (“Ingeniería Civil” e “Ingeniería de Obras Públicas”), y uno o dos másteres en Ingeniería Civil (uno de ellos, el “Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos”). Algunas imparten además un “Máster de Investigación en Ingeniería Civil” (Santander y A Coruña) y otros másteres sectoriales como el Máster Universitario en Sistemas de Ingeniería Civil en Madrid, el Máster en Supply Chain, Transporte y Movilidad en Barcelona, o los Máster Universitario en Transporte, Territorio y Urbanismo, Máster Universitario de Planificación y Gestión en la Ingeniería Civil y el Máster Universitario en Ingeniería Ambiental de Valencia.

Los nombres de las asignaturas de grado y máster varían desde la uniformidad de la “Economía y coordinación de transportes” definida por Rafael Izquierdo en 1970: “Transporte” (Madrid y Barcelona), “Sistemas de transporte” (Madrid, Santander y Burgos), “Planificación del transporte” (Sevilla), “Economía del transporte” (Ciudad Real), “Ingeniería del transporte” (A Coruña y Granada), “Planificación y gestión del transporte en el territorio” (Barcelona), “Planificación y ges-



ción de las infraestructuras y de los servicios del transporte” (Granada), “Planificación y gestión del transporte” (Santander), “Diseño de redes de transporte” (Santander), “Smart cities” (Málaga), “Movilidad metropolitana y terminales de transporte” (A Coruña), “Modelos de elección de transportes” (A Coruña), “Movilidad sostenible y sistemas de transporte de capacidad intermedia” (A Coruña), “Transporte urbano” (Madrid), “Movilidad urbana” (Barcelona), “Ingeniería del tráfico” (Valencia), “Terminales e intercambiadores” (Sevilla), “Logística urbana y terminales de transporte” (Barcelona), “Modelización del transporte y tráfico” (Sevilla), “Modelos de demanda de transportes” (Madrid), “Financiación de infraestructuras” (Madrid), “Evaluación económica” (Madrid), etc.

Naturalmente, las tres universidades politécnicas que acostumbran a disponer de otros másteres sectoriales, tienen la oportunidad de ofrecer asignaturas más específicas como en Madrid (“Economía y operación del transporte”, “Circulación viaria”, “Política y planificación del transporte”, “Fundamentos de la ingeniería del transporte”), Barcelona (“Operaciones en sistemas de transporte”, “Economía urbana y territorial”, “Demanda de sistemas de transporte”, “Tráfico”, “Transporte colectivo”, “Transporte de mercancías”, “Financiación”, “Evaluación y toma de decisiones”, “Gestión portuaria”, “Gestión de aeropuertos y líneas aéreas”, “Movilidad sostenible”), o Valencia (“Seguridad vial”, “Mantenimiento de infraestructuras”, etc.).

En resumen: hemos pasado en estos 45 años desde la primera docencia de Rafael Izquierdo de una única asignatura en una única Escuela a disponer de una gran variedad de asignaturas, algunas obligatorias para todos los estudiantes de una



titulación, muchas de ellas con contenidos al día y homologados internacionalmente y con profesores que también tienen un reconocimiento creciente a nivel internacional (de hecho, algunas de las asignaturas citadas se imparten en inglés).

Las matemáticas del Transporte

Acostumbro a decir que el transporte es sólo complejo, no complicado: todo se entiende perfectamente, pero hay que incorporar varios agentes (“*stakeholders*”) y perspectivas (funcional, ambiental, social, económica, política). La transversalidad del transporte le confiere cierto potencial de innovación “de bajo coste” al poder extrapolar algunas técnicas de un aspecto a otro (esta misma facilidad de “transportar ideas” no está exenta de “riesgos mediáticos”).

Estos aspectos transversales son importantes para temáticas como la gestión del sistema de transporte (*Transportation System Management*), la sostenibilidad y el medio ambiente, la percepción del usuario, la seguridad (en ambas acepciones sajonas de “*safety*” y “*security*”), la política (en ambas acepciones sajonas de “*policy*” y “*politics*”), etc. Reproduzco una expresión políticamente incorrecta pero que resulta muy visual: para ser un buen analista del transporte es muy útil desarrollar un “cerebro femenino” (independientemente del género).

El carácter discreto de los problemas confiere gran complejidad y limita la intuición ingenieril con los tratamientos habituales de programación matemática: de ahí que enfoques de aproximaciones continuas o de probabilidad geométrica hayan arrojado grandes resultados en determinar guías de diseño del sistema.

Hace casi un decenio elaboramos con Miquel A. Estrada un inventario de las matemáticas necesarias para solucionar problemas de transporte, en las facetas de diseño, planificación, optimización, operaciones, simulación, control y regulación, demanda, calibración de modelos, previsión (*forecasting*), tratamiento de datos / big data, calidad de servicio, decisión / priorización (*appraisal*), infraestructura, seguridad (*safety and security*), resiliencia, robustez, fiabilidad, emergencias, etc.

Las facetas del transporte citadas anteriormente necesitan de las siguientes matemáticas: Álgebra, Análisis bayesiano, Análisis coste-beneficio, Análisis de decisión, Análisis del ciclo de vida, Análisis de riesgo, Análisis multicriterio, Análisis multivariante, Cálculo infinitesimal, Cálculo variacional, Colas, Contabilidad financiera (*Financial accounting*), Contabilidad de costes (*Cost accounting*), *Data Envelopment Analysis*, *Data mining*, Econometría, Ecuaciones diferenciales, Elementos finitos, Estabilidad, Filtros de Kalman, Grafos / redes, Inventarios, Juegos, Localización, Lógica matemática, Metaheurísticos, Métodos numéricos, Microeconomía (Análisis marginal), Ondas, Probabilidad geométrica, Probabilidad y estadística, Programación binivel, Programación dinámica, Programación matemática, Redes de Petri, Series de Fourier, Series temporales, Simulación de Monte Carlo, Simulación discreta, Variable compleja, etc.

Gran parte de estas matemáticas se imparten en todas las ingenierías, pero conviene subrayar la importancia de la Investigación Operativa para el transporte, la importancia de Probabilidad y Estadística (en probabilidad habría que introducir la Teoría de juegos) y sugerimos que en Álgebra se explique programación matemática lineal y análisis multicriterio. Es necesario incorporar los conceptos de fiabilidad, resiliencia o robustez en ingeniería del transporte.

La investigación sobre Ingeniería del Transporte en España

Si la gran columna universitaria de la formación o la docencia en Transporte ha experimentado una gran mejora en el panorama español, la columna de investigación ha experimentado un salto aún más notable. Este salto, además se ha producido en un lapso temporal menor, de apenas un par de decenios y está aún en proceso de asimilación.

Desde el FIT intentamos plasmar una “foto” de la investigación en Transporte en España a partir de las contribuciones en los Congresos de Ingeniería del Transporte que organiza el FIT

bianualmente, pero después de los análisis de 1998 (Barcelona), 2000 (Valencia) y 2002 (Santander) se hizo un paréntesis que se ha retomado recientemente, pese a que ya están disponibles de forma accesible las contribuciones e impacto de cada investigador o grupo de investigación en páginas web como Scopus, Researchgate, ORCID o Google Scholar.

Como comenté en el epílogo del libro ‘Comienzos de la Economía del Transporte’ (Vassallo, 2014) dedicado a la figura de Rafael Izquierdo, en su momento no entendí los motivos que podía tener Rafael Izquierdo para confiarme la presidencia del FIT durante casi un decenio: posteriormente, me he convencido que Rafael ya intuía la necesidad de la profesionalización de la investigación en las universidades, un cambio de paradigma en un área donde tradicionalmente se había investigado poco porque “de transporte, como de fútbol, todo el mundo entiende” (sobre todo a posteriori). A continuación se comentan las principales líneas de investigación científicas (basadas en un mínimo de diez artículos SCI) activas hoy en día en España.

La vertiente de la Ingeniería Industrial se ha forjado a partir de la Ingeniería Mecánica y todos estos socios del FIT normalmente pertenecen a grupos grandes con dotación e instalaciones y mantienen su foco de investigación en el vehículo y la automoción:

- INSIAT (Instituto Universitario de Investigación del Automóvil) (Madrid), con Francisco Aparicio y Blanca Arenas, dispone de decenas de investigadores y siete profesores doctores, e investiga sobre sistemas de asistencia al conductor y el control inteligente de la velocidad, evaluación de impactos por carretera en la seguridad vial y el medio ambiente y la seguridad en el transporte colectivo.

- VEHIVIAL (Nuevas tecnologías en vehículos y seguridad vial) (Zaragoza) con Luis Castejón, engloba 25 investigadores e investiga el diseño de vehículos, materiales compuestos y reconstrucción de accidentes.

- IIT (Ingeniería e Infraestructura de los Transportes) (Sevilla), con Francisco García Benítez, Johan Wideberg, Luis Onieva, José María del Castillo y Jesús Muñozuri, investiga sobre ingeniería mecánica la caja de transmisión continuamente variable, tracción eléctrica 4x4, y sobre ingeniería del transporte modelos de tráfico, demanda y logística.

- I2T-UniOvi (Ingeniería e Infraestructura de los Transportes) (Gijón), con Daniel Álvarez y Pablo Luque, investiga sobre

análisis, diseño y optimización de elementos de transporte terrestre, accidentes de tráfico y conducción eficiente.

La investigación sobre Transporte en las Escuelas de Ingeniería de Caminos tuvo que partir casi desde cero: una única asignatura habitualmente descriptiva o enfocada a los aspectos económicos, políticos, sociales y ambientales del transporte pero sin cuantificación, grupos de investigación pequeños o unipersonales, etc.

La publicación en revistas internacionales del SCI en Transporte dividió de forma natural a la comunidad académica entre profesores investigadores, profesores docentes (a tiempo completo) y profesionales (con docencia a tiempo parcial). La verdad es que todos los grupos de investigación han crecido y mejorado cada uno a su velocidad y con sus condicionantes. Los proyectos europeos de investigación presentan la oportunidad de interactuar con los investigadores europeos, pero fueron las convocatorias competitivas del Ministerio de Fomento las que permitieron crecer a casi todos los grupos de investigación de Transporte en España.

A continuación, se describen las líneas de investigación científicas activas en transporte:

- CENIT (Investigación e innovación en Transporte, Movilidad y Logística) (Barcelona), con Francesc Robusté, Sergi Saurí, Miquel A. Estrada, Francesc Soriguera y José Magín Campos, investiga sobre operaciones de tráfico, logística, autobuses, puertos, aeropuertos y movilidad urbana inteligente. El socio fundador del FIT, Andrés López Pita, pertenece al grupo de investigación EXIT, con investigación sobre ferrocarriles (infraestructura, alta velocidad y mercancías).

- FerroTrans (Ferrocarriles y Transportes) (A Coruña), con Miguel Rodríguez Bugarín, Margarita Novales y Alfonso Orro, investiga sobre ferrocarriles, sistemas de transporte metropolitano y modelización de demanda.

- GIST (Grupo de investigación de Sistemas de Transporte) (Santander) con Ángel Ibeas, Luigi dell’Olio, José Luis Moura, y Borja Alonso, investiga sobre modelos de demanda, micro y macro simulación de redes de transporte y sobre externalidades y sostenibilidad.

- GITEL (Grupo de investigación de Transporte y Logística) (Zaragoza), con Emilio Larrodé, investiga sobre logística.

- INTRAS (Instituto de Tráfico y Seguridad Vial) (Valencia), con Jaime Sanmartín, mantiene diversas líneas científicas de investigación sobre seguridad vial.

- ITRAT (Centro de Investigación en Transporte y Territorio) (Valencia) cubre distintas líneas de investigación. Alfredo García con GIIC (Grupo de Investigación de Ingeniería de Carreteras) investiga sobre el diseño geométrico de carreteras, seguridad vial y operación vehicular, José V. Colomer, Tomás Ruiz y Ricardo Insa sobre planes de movilidad urbana y operación ferroviaria.

- LogIT (Logística e Ingeniería del Transporte) (Burgos), con Hernán Gonzalo y Marta Rojo, investiga sobre calidad del transporte urbano y movilidad ciclista.

- ROT (Redes y Optimización del Transporte) (Ciudad Real), con José María Menéndez y Ana Rivas, investiga sobre infraestructuras y servicios ferroviarios y sobre tráfico.

- TRANSyT (Centro de Investigación del Transporte) (Madrid) con Andrés Monzón (actual presidente del FIT), José Manuel Vassallo y María Eugenia López-Lambas (hasta hace pocos meses, secretaria del FIT), mantiene tres líneas de investigación: análisis y modelización de la movilidad, financiación y PPPs e impactos territoriales de las redes de transporte.

- TrySe (Transporte y Seguridad) (Granada), con Juan de Oña, Francisco Javier Calvo y Laura Garach investiga sobre seguridad vial, calidad de los servicios de transporte y tarificación ferroviaria.

Existe un buen número de profesores miembros del FIT que desarrollan actividad investigadora fuera de estos grupos estructurados y, naturalmente, existen muchos otros profesores que investigan sobre ingeniería del transporte que no pertenecen al FIT. La productividad científica de los grupos de investigación que constituyen el FIT ha sido creciente, indicando una progresión de la que Rafael Izquierdo se sentiría orgulloso.

Conclusiones

Puede constatarse una palpable mejora tanto de la docencia (contenidos y enfoques de las asignaturas) como de la investigación (publicaciones científicas con estándares internacionales) en ingeniería del transporte en España desde los tiempos de Rafael Izquierdo hasta la actualidad... Mejora que seguramente Rafael exhibiría y de la que se sentiría orgulloso como protagonista de la semilla inicial que ha germinado y está dando sus frutos. Rafael, vamos por el buen camino... **ROP**

Referencias

- Izquierdo, R. (editor) (1994) *Transportes: Un enfoque integral*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid.
- Robusté, F. (1991a) *Formación y competitividad: una llamada de atención*. Actas del II Congreso Nacional de la Ingeniería Civil, páginas 618-620. Santander.
- Robusté, F. (1991b) *Ingenieros de Transporte: la respuesta oportuna*. Actas del II Congreso Nacional de la Ingeniería Civil, páginas 537-540. Santander.
- Robusté, F. (1999) *La potenciación del transporte como estrategia de futuro de la ingeniería civil*. Actas del III Congreso Nacional de Ingeniería Civil, Barcelona 24-26 de noviembre.
- Robusté, F., A. Aguado y J.R. Casas (1999) *La formación de un ingeniero civil compatible con el legado de los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos: Aprendiendo de las Escuelas de Negocios*. Actas del III Congreso Nacional de Ingeniería Civil, Barcelona 24-26 de noviembre.
- Romana, M. G. (2007) *La dedicación de un Profesor de Universidad (al menos de Ingeniería)*, Revista de Obras Públicas núm. 3.480, pág. 7-10. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- Vassallo, J.M. (2014) *Los comienzos de la Economía del Transporte en España: un homenaje al Prof. Rafael Izquierdo*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid.



**FUNDACIÓN
CAMINOS**



**Premio
Rafael Izquierdo
a la Solidaridad
2ª Edición**

**ABIERTO EL PLAZO
DE PRESENTACIÓN DE CANDIDATURAS
HASTA EL 15 DE OCTUBRE DE 2015**

FONDOS DE INVERSIÓN

La solución para que usted no tenga que ocuparse de gestionar sus inversiones.

SICAV'S

GERLOCAPITAL SICAV S.A.
Invierte en Renta Variable con una vocación global y exposición en distintas divisas.
(Nº REG. CNMV 211)

CENTAURUS 2002 SICAV S.A.
Con una cartera de Renta Fija con objetivo de estabilidad, invierte en Renta Variable global.
(Nº REG. CNMV 2819)

RENDA VARIABLE

CARTERA VARIABLE F.I.
Fondo 100% Renta Variable con exposición en Ibex35 fundamentalmente.
(Nº REG. CNMV 1678)

CAMINOS BOLSA EURO F.I.
Fondo 100% Renta Variable con exposición en Eurostoxx 50 fundamentalmente.
(Nº REG. CNMV 2327)

CAMINOS BOLSA OPORTUNIDADES F.I.
Fondo 100% Renta Variable. Busca oportunidades en empresas con potencial de revalorización.
(Nº REG. CNMV 660)

MIXTO

RV 30 FOND F.I.
Fondo mixto de Renta Fija con una exposición máxima en Renta Variable del 30% y una cartera de RF que busca valor añadido.
(Nº REG. CNMV 498)

DINFONDO F.I.
Fondo mixto de Renta Fija que invierte en una seleccionada cartera de RF y un máximo del 10% en Renta Variable.
(Nº REG. CNMV 261)

RENDA FIJA

FONCAM F.I.
Nuestro Fondo de Renta Fija más galardonado.
(Nº REG. CNMV 659)

FONDO SENIORS F.I.
Fondo de Renta Fija por el que Gestifonsa SGIIC ha sido galardonada como mejor Gestora de RF en varios ejercicios. (Nº REG. CNMV 2622)

DINVALOR GLOBAL F.I.
Fondo de Renta Fija Global con reducida exposición en España, invierte en distintas estrategias con bonos internacionales.
(Nº REG. CNMV 1477)

MONETARIO

DINERCAM F.I.
Nuestro Fondo Monetario.
(Nº REG. CNMV 3449)

E Foncam FI Premio Mejor Fondo RF a LP Año 2000 Otorgado por Expansión y Standard&Poor's. / **E** Foncam FI Premio Mejor Fondo RF a LP 3 años Año 2001 Otorgado por Expansión y Standard&Poor's. / **E** Foncam FI Premio Mejor Fondo RF a LP Año 2004 Otorgado por Lipper Fund Awards y Cinco Días. / **E** Dinvalor Global FI Tercer Premio Mixtos defensivos Año 2005 Otorgado por Intereconomía, Morningstar, Tressis y JP Morgan. / **E** Foncam FI Premio Mejor Fondo RF Bonos Euro Año 2008 Otorgado por Morningstar y La Gaceta. / **E** Foncam FI Premio Mejor Fondo RF LP zona Euro Año 2008 Otorgado por Interactive Data y Expansión. / **E** Foncam FI Premio Mejor Fondo de RF Año 2008 Otorgado por Lipper Fund Awards. / **E** Gestifonsa SGIIC Premio Mejor Gestora de RF Año 2008 Otorgado por Interactive Data y Expansión. / **E** Foncam FI Best Fund over three years bond Euro Año 2009 Otorgado por Lipper Fund Awards. / **E** Foncam FI Best Fund over five years bond Euro Año 2009 Otorgado por Lipper Fund Awards. / **E** Foncam FI Best Fund over ten years bond Euro Año 2009 Otorgado por Lipper Fund Awards. / **E** Dinercam FI Premio Mejor Fondo Monetario Nacional Año 2010 Otorgado por BME, Interactive Data y Expansión. / **E** Gestifonsa SGIIC Premio Mejor Gestora de RF Nacional Año 2010 Otorgado por BME, Interactive Data y Expansión.

Disclaimer: IMPORTANTE: para invertir en estos productos es necesario tener conocimientos y experiencia en los Mercados conforme a la Normativa MiFID. Existe riesgo de pérdida de capital invertido. Rentabilidades pasadas no aseguran rentabilidades futuras. Las cifras y datos contenidos en este anuncio no constituyen recomendación de compra o venta de una inversión y tienen estricto contenido publicitario. Los Fondos de Inversión disponen de un folleto informativo y documento con los datos fundamentales para el inversor (DFI) que pueden consultarse en las oficinas de GESTIFONSA SGIIC, S.A.U., Nº Registro Administrativo CNMV-123, C/ Almagro 8 planta 5ª, 28010 Madrid, en la página web de la Entidad (www.gestifonsa.es) y en la página web de la Comisión Nacional del Mercado de Valores (www.cnmv.es). La Entidad Depositaria de los Fondos de Inversión es Banco Caminos S.A., Entidad de Crédito registrada en el Banco de España con el código de Entidad 0234.