



La revista de los  
Ingenieros de Caminos,  
Cañales y Puertos

**3605** ENERO 2019

REVISTA DE  
OBRAS PÚBLICAS

# ROP



**Fernando Sáenz Ridruejo,**  
Colegiado de Honor

**INTERNACIONAL**

- III Plan África

**ANÁLISIS**

- El perfil del ingeniero para un nuevo escenario de mercados, competencia y tecnologías
- La Oficina de Transformación Digital

**CIENCIA Y TÉCNICA**

- El ancho de vía en España







# PRESENTACIÓN

El Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos ha pagado una deuda de gratitud a uno de sus más ilustres colegiados, Fernando Sáenz Ridruejo, a quien ha nombrado Colegiado de Honor, y la Revista de Obras Públicas, que tantas veces ha sido tribuna del eximio colega, ha querido no sólo abrir este ejemplar de la Revista con la cumplida reseña del acto —incluida la laudatio de Fernando Gutiérrez de Vera— sino también dedicarle la portada, haciendo así una excepción infrecuente en la rutina de la publicación, volcada como es lógico en la materia que le es más propia.

Como dijo en el acto de concesión del título colegial el presidente del Colegio, Juan Antonio Santamera, Fernando Sáenz Ridruejo ha construido desde dentro, desde la experiencia, la historia, el relato de la ingeniería de Caminos: “De algún modo —explicó Santamera—, podría decirse que sabemos lo que somos los ingenieros de Caminos porque Fernando nos lo ha explicado, con un pormenor digno de un ingeniero pero con una profundidad que revela que, bajo esta capa tecnológica, palpita la curiosidad y la pasión de un gran humanista”. El nuevo colegiado de honor ha escrito varios libros sobre la ingeniería de Caminos, los ingenieros de distintas épocas y la Escuela de Caminos de Madrid, pero su obra clave se titula escuetamente “Los ingenieros de Caminos”, aparecida en 1993 y actualizada en 2012; es el libro de referencia donde se consignan las vicisitudes reseñables de los ingenieros más ilustres, así como el papel público de la profesión, las tendencias, las formas de la docencia, etc.

En otro orden de ideas, el Think Hub del Colegio ha redactado un nuevo documento, esta vez titulado “Perfil del ingeniero para un nuevo escenario”. El fenómeno de la globalización, que es obviamente irreversible, se traduce en una creciente internacionalización y afecta a la ingeniería y a la construcción, y por ello mismo obliga a las correspondientes adaptaciones a las empresas del sector y a

los propios ingenieros, cuya preparación ha de acomodarse a las nuevas demandas y a los cambios de coyuntura. El documento, muy conciso, propone la adquisición de una serie de competencias adicionales para el ingeniero: conocimientos en materia de organización de empresas; capacidad para entender el entorno internacional, en los aspectos económico, institucional, político e histórico; capacidad analítica para comprender los mercados y las herramientas necesarias para transitar por ellos; capacidad para comprender y gestionar los distintos modelos de negocio; capacidad de adaptación a la diversidad de los distintos entornos internacionales; gestión de proyectos en entornos nacionales e internacionales; conocimiento de los recursos disponibles de ayuda a la promoción exterior de las empresas.

Este número de la ROP incluye un tercer trabajo, que de algún modo responde a las inquietudes expresadas por el Think Hub puesto que se refiere a la creación en el Colegio de la Oficina de Transformación Digital, que responde a la necesidad de innovación profesional que se hace patente en el referido documento. El secretario general del Colegio, José Javier Díaz Roncero, relata el proceso de creación de dicha Oficina, tras la obtención de una ayuda del programa de impulso a la creación de tales oficinas establecido por la Entidad Pública Empresarial red.es. La Oficina desarrollará un vasto programa que se describe someramente en el artículo, en beneficio potencial de los 30.000 ingenieros de Caminos, las 87.000 pymes del ámbito científico técnico y los trabajadores autónomos que demanden tal formación. Como es natural, el propio Colegio está utilizando la Transformación Digital en varios de sus principales ámbitos de actuación como el Empleo, la Formación o el Visado.

La revista contiene asimismo cinco artículos técnicos sobre diferentes temas (movilidad urbana, ingeniería y disrupción digital, la pasarela de Sobrón en Álava, el ancho de vía en España y un caso de integración paisajística del campus de una universidad cubana). Y en la sección dedicada a la internacionalización, publicamos en primicia un avance del Plan África, una estrategia de política exterior española de segundo nivel que concreta para la región subsahariana la Estrategia de Acción Exterior de 2014. El interés del Colegio por la cooperación internacional se plasma en la difusión de este avance, que plantea una visión del vecino continente como oportunidad más que como amenaza. @

**Antonio Papell**  
Director de la ROP



REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS N° 3605  
ENERO 2019. AÑO 166. FUNDADA EN 1853

**Consejo de Administración**

**Presidente**

Miguel Aguiló Alonso

**Vocales**

Juan A. Santamera  
José Polimón  
Vicent Esteban Chapapría  
Tomás Sancho  
José Javier Díez Roncero  
Francisco Martín Carrasco  
Benjamín Suárez  
José Luis Moura Berodia  
M<sup>a</sup> del Camino Blázquez Blanco

**Comité Editorial**

Pepa Cassinello Plaza  
Vicent Esteban Chapapría  
Jesús Gómez Hermoso  
Conchita Lucas Serrano  
Antonio Serrano Rodríguez

**Edita**

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

**La revista decana de la  
prensa española no diaria**

**Director**

Antonio Papell

**Redactora jefe**

Paula Muñoz

**Diseño**

Julián Ortega

**Maquetación y edición**

Diana Prieto

**Fotografía**

Juan Carlos Gárgoles

**Publicidad**

Almagro, 42 - 4ª Plta.  
28010 Madrid  
T. 913 081 988  
rop@ciccp.es

**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](http://ropdigital.ciccp.es/suscripcion.php)  
[suscripcionesrop@ciccp.es](mailto:suscripcionesrop@ciccp.es)  
T. 91 308 19 88

**Foto de portada**

Fernando Sáenz Ridruejo

# SUMARIO

## CICCP

- 6 FERNANDO SÁENZ RIDRUEJO.  
COLEGIADO DE HONOR

## Análisis

- 18 PERFIL DEL INGENIERO PARA  
UN NUEVO ESCENARIO DE  
MERCADOS, COMPETENCIA Y  
TECNOLOGÍAS  
THINK HUB
- 22 LA OFICINA DE  
TRANSFORMACIÓN DIGITAL.  
UN RETO PARA EL FUTURO  
JOSÉ JAVIER DÍEZ RONCERO

## Parte I COYUNTURA

- 30 PLANIFICAR Y GESTIONAR  
LA MOVILIDAD URBANA  
RAFAEL FERNÁNDEZ DE  
ALARCÓN
- 36 LA INGENIERÍA CIVIL  
Y LA DISRUPCIÓN DIGITAL  
JOSÉ TOMÁS GÓMEZ
- 46 PASARELA DE SOBRÓN  
GABRIEL MUÑOZ REBOLLO

## Parte II CIENCIA Y TÉCNICA

- 64 EL ANCHO DE VÍA EN ESPAÑA  
ANTONIO MONFORT
- 76 INTEGRACIÓN PAISAJÍSTICA  
DEL CAMPUS UNIVERSITARIO  
ANTONIO MACEO GRAJALES DE  
LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
DANIEL ENRIQUE GARCÍA  
MARITZA ESPINOSA  
GRACIELA GÓMEZ  
KYRA BUENO

## Parte III INTERNACIONAL, PROFESIÓN Y EMPLEO

- 86 III PLAN ÁFRICA

COLEGIADO DE HONOR

# Fernando Sáenz Ridruejo



El Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos ha entregado el título de Colegiado de Honor a Fernando Sáenz Ridruejo. El acto contó con la presencia del presidente del Colegio, Juan A. Santamera, además del vicepresidente del Colegio, José Polimón, el secretario general del Colegio, José Javier Díez Roncero, y del ingeniero Fernando Gutiérrez de Vera, quien pronunció la laudatio del homenajeado.



Arriba\_ Fernando Sáenz Ridruejo, José Javier Díez Roncero, José Polimón y Juan A. Santamera  
Abajo\_ Juan A. Santamera entrega el título de Colegiado de Honor a Fernando Sáenz Ridruejo

## JUAN A. SANTAMERA

Fernando Sáenz Ridruejo es un ingeniero de Caminos, Canales y Puertos con alma de historiador, lo que no quiere decir que haya desertado del alma ingenieril sino que tiene dos almas, que combina perfectamente, hasta el punto de haber construido desde dentro, desde la experiencia, la historia, el relato, de la ingeniería de Caminos. De algún modo, podría decirse que sabemos lo que somos los ingenieros de Caminos porque Fernando nos lo ha explicado, con un pormenor digno de un ingeniero pero con una profundidad que revela que, bajo esta capa tecnológica, palpita la curiosidad y la pasión de un gran humanista.

No me toca a mí pronunciar la laudatio de Fernando, que hoy se incorpora con sobrados méritos a la prestigiosa nómina de los Colegiados de Honor, pero sí me corresponde señalar que su inclusión merecidísima en esta nómina que engloba a nuestros más entrañados compañeros es singular. No se incorpora por haber alcanzado altas cimas políticas, ni por sus proezas empresariales, ni por su eminencia monográfica en algún excelso saber o disciplina, sino por haber sabido contar como nadie nuestra esencialidad, a qué familia pertenecemos, qué hazañas individuales y corporativas nos preceden, cómo hemos intervenido en el desarrollo del país, qué papel hemos jugado en la política, en la modernización del Estado, en la construcción de la modernidad durante estos dos siglos largos de trayectoria a las espaldas.

Fernando, de la promoción de 1963, doctor desde 1969, fue funcionario del Estado entre 1979 y 2009 y durante muchos años ocupó la jefatura del Área de Explotación en la Dirección General de Obras Hidráulicas. Y sin abandonar su profesión principal, se especializó en la historia de las obras públicas, materia en la que ha publicado más de sesenta trabajos, entre ellos



Juan A. Santamera, durante el discurso de bienvenida, con José Javier Díez Roncero, José Polimón y Fernando Gutiérrez de Vera

un primer libro encargado por el Colegio, "Ingenieros de Caminos del siglo XIX", una colección de biografías que fue editada en 1990 con el número 32 en la Colección de ciencias, humanidades e ingeniería.

Pero la obra fundamental de Fernando se titula lacónicamente "Los ingenieros de Caminos", que apareció en 1993 con el número 47 en la misma Colección ciencias, humanidades e ingeniería del Colegio. Se realizó una reimpresión algo actualizada en 1996 y una segunda edición puesta al día, impulsada por la Cátedra Juan-Miguel Villar Mir, en 2012. Este es nuestro libro de referencia, en él se encuentran todas las vicisitudes reseñables de los ingenieros más ilustres, las tendencias de la profesión, las formas de la docencia, todo cuanto pueda servir para realizar nuestra propia introspección

No es fácil escribir la historia de una corporación tan compleja y potente como la nuestra que, en palabras del propio Fernando en su prólogo, ha "contribuido decisivamente a vertebrar España, a hacer habitable su suelo y a elevar el nivel de vida de sus habitantes". Y sin embargo, la obra mencionada da una visión de conjunto del colectivo, que en el siglo XIX interpretó un papel ilustrado y estimulante sin parangón en otras

profesiones, y que en todo momento se ha vinculado a los segmentos más dinámicos de la sociedad y del Estado. El libro en cuestión relata las vicisitudes del cuerpo, fundado por el gran Agustín de Betancourt, zarandeado por las disputas entre realistas y liberales en la primera mitad del XIX, asentado ya al frente del regeneracionismo romántico en las décadas posteriores, ubicado al frente de la modernización técnica e industrial durante todo el siglo XX.

Con motivo del segundo centenario de la fundación de la Escuela de Ingenieros de Caminos de Madrid en 1802, el Colegio realizó a Fernando el encargo de publicar un nuevo libro, "Una historia de la Escuela de Caminos. La Historia de Caminos de Madrid a través de sus protagonistas". Con este trabajo se cierra en definitiva un gran ciclo de fijación histórica de nuestra profesión, del que sin duda beberán las futuras generaciones que tendrán una base muy sólida para las debidas actualizaciones.

Y voy a concluir. Es para mí una gran satisfacción haber impulsado el ingreso en el restringido círculo de los colegiados de Honor a este estudioso sobrio y modesto pero cargado de sabiduría que es Fernando Sáenz Ridruejo, que tanto y tan bien nos ha ilustrado sobre



Juan A. Santamera

lo que somos. Ojalá que este reflejo de la experiencia nos sirva todos para distinguir con acierto los caminos de futuro. Nuestra carrera, como todo el sistema educativo, como todo lo que apunta a la meta de la globalización, está actualmente en revisión, lo que significa que tenemos que tener especialmente claras las ideas para no perdernos en la ruta que conduce al mañana. Con mi expresión de confianza en las nuevas generaciones, he de añadir que estoy seguro de que la experiencia que podemos entresacar de la aventura de la historia que Fernando nos aporta nos ayudará a avanzar con más soltura en el afianzamiento de una profesión que enseña a pensar y a razonar, y que tiene por ello mismo un sinnúmero de horizontes que desbordan su propio enunciado. En el fondo, el ingeniero es una herramienta inteligente de modernización, y nuestro deber es profundizar en este cometido. 📍

## FERNANDO GUTIÉRREZ DE VERA

Es de justicia que mis primeras palabras al felicitar a Fernando como nuevo Colegiado de Honor incluyan un recuerdo a José María Aguirre, primer presidente del Colegio, y origen por tanto de esta notable serie de premiados.

D. José María, profesor de Contabilidad y Organización de Empresas, fue asaltado en 1961 en los pasillos de la Antigua Escuela por dos alumnos de cuarto, dos Fernandos, que solicitaban su ayuda económica para iniciar un proyecto literario, una Revista a la que llamamos Clave, y que consiguió publicar hasta ocho números. He tenido el gusto de repasar más de cincuenta años más tarde, las opiniones manifestadas y he comprobado que en aquel temprano medio de expresión se traslucían ya los rasgos de humor y sentido común con los que tanta tinta ha vertido Fernando. Quién sabe si de

habernos encontrado con un profesor menos generoso, no hubiera prosperado la Revista y se hubiera malogrado nuestro futuro historiador.

El tono de la Revista era crítico, más crítico hacia profesores y programas que frente a la política e ideas que entonces empezaban a bullir. El estamento ingenieril en aquellos tiempos deseaba acabar pronto la carrera, desarrollar un buen quehacer profesional y tirar con el país hacia delante como fuera. La escasez de recursos era mucha y había que dedicarse con ingenio y echándole horas a proyectar y hacer obras, que buena falta hacían, como comprobamos en el viaje Fin de Carrera a Estados Unidos.

D. José María en sus clases como profesor en aquel año 1963, explicaba cómo las bases de su éxito profesional habían consistido en "Hacerlo bien y hacerlo saber", y este consejo del buen hacer ha caracterizado la trayectoria de Fernando, sin detenerse en la re-



Fernando Gutiérrez de Vera





Fernando Gutiérrez de Vera pronunció la laudatio de Fernando Sáenz Ridruejo

comendación al autobombo. Un “Hacerlo saber” en su caso limitado por la modestia que todos le conocemos. Me cabe hoy repasar con satisfacción el motivo que nos reúne, y en particular glosar cómo el buen hacer de Fernando le ha integrado en el notable grupo de personas honradas con el máximo galardón del Colegio.

El buen hacer de Fernando como profesional: La profesión de Ingeniero de Caminos ha gozado de un prestigio merecido en la sociedad española. Desde 12 de junio de 1799, fecha de fundación del Cuerpo, un duro proceso de selección de candidatos a la Escuela de Madrid, unido a los estudios técnicos, la capacidad de trabajo y la honradez profesional aseguraban a la sociedad que sus realizaciones iban a ser un modelo en nuestro continente. Para sorpresa y satisfacción de todos hemos ido mucho más allá. Nuestras empresas y nuestros ingenieros actúan ahora en los cinco continentes con una seguridad notable.

Fernando ha participado en esa aventura internacional, con sus actuaciones en proyectos hidráulicos y de transporte en Argelia y Grecia. Deteniéndonos

en estos años de Grecia imaginamos que, como buen conocedor de los clásicos, habrá a menudo recurrido a ellos para tomar decisiones. Citando la frase clásica “Timeo Danaos et dona ferentes” –“Teme a los griegos, especialmente cuando traen regalos”– podemos suponer que con su retirada relativamente pronta de la actividad internacional, y en particular de sus quehaceres en Grecia ha dado pruebas de prudencia, eligiendo preferentemente para su desarrollo profesional las tareas como alto funcionario en nuestro propio país, tareas que ha complementado con una actividad única, exclusiva en su rigor e interés: Fernando es el historiador de los Ingenieros de Caminos, el relator de sus obras, su entrega y sacrificio, sus intereses y campos de desarrollo, y ha profundizado en esta labor con un gracejo tal que la actividad de cualquiera de nuestros compañeros se convierte en su boca en un relato biográfico, con detalles curiosos y apasionantes, donde estudiando e investigando las vidas, viajes, deseos y frustraciones de este peculiar colectivo, convierte su relato en una explicación de los bienes e infortunios de la sociedad en que este grupo humano, los Ingenieros de Caminos, hemos de-

sarrollado nuestra actividad en los últimos doscientos años.

Veo con satisfacción en el público a varios queridos compañeros de nuestra promoción, la 151 de ingenieros funcionarios, una de las que ha conseguido romper con tópicos pasados como “la construcción viaja mal”, y alcanzar los primeros lugares mundiales.

Fernando como analista y relator de la vida y milagros de la ingeniería española ha puesto a nuestra disposición un caudal único de conocimiento sobre sus hombres y sus realizaciones, colaborando en más de doscientas obras al respecto, aportando cinco libros propios, y doblando su tarea de historiador con la de Académico correspondiente, y profesor en la Escuela de Madrid, sin olvidar su risueña aproximación al arte del pasatiempo, su “Historia Palindrómica Universal” obrita singular sobre el arte de hacer palíndromos, desde la cual, cómo no, encuentra excusa para alabar su Soria amada: SON AIROSOS O SORIANOS, dice, e insiste en ello: AMAD A SORIA AIROSA DAMA.

Fernando ha conseguido hacernos sentir orgullosos artífices de los secretos de la construcción, del dominio del territorio, del servicio al orden frente a los caprichos de la naturaleza, del valor de las virtudes del rigor y el trabajo cuando están complementadas con una permanente llamada a la creatividad, llamada que fue impulsada durante muchos años por su padre, nuestro recordado catedrático D. Clemente, adalid de los problemas de feliz idea que no permitían elegir sin más las soluciones trilladas.

El Colectivo de veinticuatro Miembros y Colegiados de Honor al que ahora pasa a pertenecer reúne a un único conjunto de Hombres de Estado, científicos, empresarios y cómo no, profesionales del oficio constructor y en particular Ingenieros de Caminos. Fernando aporta una presencia única,

en su faceta combinada de profesional e historiador de las realidades profesionales. Su ejemplo y sus escritos deben animar a los nuevos ingenieros en una tarea apasionante: contribuir al desarrollo del Tercer Mundo, y a la mejora de la calidad de vida en nuestro propio territorio.

Volviendo de nuevo la mirada atrás, recojo como resumen y final de esta presentación una cita, o mejor un consejo vital oído en las aulas de la antigua escuela.

“Miren Uds, en la vida se van a encontrar con problemas importantes, y hay

que verlos venir desde muy lejos, pero no se deben preocupar por los mismos hasta que estén más cerca, porque cambian mucho por el camino ... “

Y termino: Muchas gracias Fernando por habernos enseñado ante los muchos problemas a resolver en el ámbito profesional una mirada paciente de tranquilidad, buen humor y perspectiva.

Muchas gracias por hacernos sentir orgullosos de pertenecer a este colectivo, y permitirnos compartir contigo las virtudes de esta profesión.

Muchas gracias por tu amistad. ☺

## FERNANDO SÁENZ RIDRUEJO

Buenas tardes, queridos amigos. Gracias, Muchas gracias.

“Dichoso aquel que recuerda con agrado a sus predecesores, que gustosamente habla de sus acciones y de su grandeza y que serenamente se alegra viéndose al final de tan hermosa fila”.

He empezado con esta frase de Goethe porque define exactamente mi estado de ánimo. Espero que sirva de hilo conductor a mis palabras, para no perderme, como en mi es habitual, por los meandros y vericuetos de la disertación.

Debo expresar mi agradecimiento al Colegio, a su Junta de Gobierno, que me ha propuesto, y al Consejo General, que me ha nombrado; a Fernando Gutiérrez de Vera por su amable laudatio y a todos vosotros por vuestra asistencia.

Pasando la vista por la sala veo, como si fueran fotogramas sueltos de una película de 70 años de duración, caras que me remiten a la Soria de mi niñez: a la colonia de Maudes y al Colegio Maravillas; a la Academia Díaz-Balaguer y a la Escuela de Caminos del Retiro; a las empresas, Consulpresa, Ibering de Barcelona y Au-

topista Vascoaragonesa, en que trabajé después de acabar la carrera; a los ministerios a los que durante 30 años estuve adscrito, que fue siempre el mismo ministerio con múltiples denominaciones; a la Escuela en que fui profesor asociado de la cátedra de Arte, dentro del Departamento de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Medio Ambiente; y a las entidades, como el Cehopu y el Cedex, el Comité Español de Grandes Presas, el Centro de Estudios Sorianos, la Casa de Soria en Madrid, las Reales Academias de la Historia y de In-

geniería, la Fundación Ingeniería y Sociedad o la Fundación Juanelo Turriano, con las que después he colaborado.

Han venido exprofeso algunos amigos desde Valencia, Valladolid, Zamora, Las Palmas de Gran Canaria, Toledo, Ciudad Real, La Coruña e incluso desde Soria que es, no en distancia, pero sí en tiempo real de transporte, la más lejana de esas poblaciones. También ha venido desde Washington, supongo que no exprofeso, María Luisa Delgado.



Fernando Gutiérrez de Vera, Juan A. Santamera, Jesús Posada, Fernando Sáenz Ridruejo, Jorge Fanlo, Juan Mollá y José Polimón. En primer término, José Antonio Torroja



Fernando Sáenz Ridruejo

Un saludo especial a los Colegiados de Honor Jorge Fanlo, Juan Mollá, Jesús Posada y José Antonio Torroja, que han acudido hoy para avalar con su presencia mi ingreso en tan exclusivo club. José Antonio es el único superviviente entre los profesores que tuvimos en la carrera, un profesor muy joven, más joven que muchos compañeros del curso; pero al que debo una enseñanza que luego me ha sido muy útil en la vida .

Presentaba yo el anteproyecto, preparado con otros compañeros, de una estructura que –supongo– tenía muy bien calculados los momentos flectores, los esfuerzos cortantes, las tensiones y las deformaciones. En determinado momento, José Antonio me interrumpió: “Perdona, ¿lo habéis comprobado al vuelco? A mi me parece que eso se vuelca”. Y se volcaba. En ingeniería y en cualquier otra actividad, antes de embarcarse en complicados análisis conviene hacer, con sentido común, las comprobaciones más elementales.

Puesto que aún perduran los ecos de la celebración de los 40 años de la Constitución, quiero agradecer que Carlos del Álamo, presidente del Instituto de la Ingeniería de España, haya puesto en el zaguán del Instituto un panel en recuerdo de todos los ingenieros que forma-

ron parte del Parlamento constituyente. Allí figura Ramiro Cercós, un paisano y amigo entrañable, fallecido el pasado verano, con quien hice la carrera codo con codo, a quien ayudé a fundar un embrión de partido político llamado Unión del Pueblo Soriano y que fue presidente del Instituto; pero yo prefiero recordarlo ahora en las fiestas de San Juan, en las verbenas de los pueblos o pescando cangrejos en el arroyo Zarranzano.

También nos acompaña otro ingeniero constituyente que aparece en el panel, Salvador Sánchez-Terán, el único de Caminos residente en Madrid. Salvador, escribiendo libros y artículos y dando conferencias en diversos foros, hace un esfuerzo sostenido para que no se olvide, ni se desvirtúe, el espíritu que presidió aquel periodo de la historia de España.

Este nombramiento, tan honroso, me dejó un sabor agridulce pues pocos días antes había caído severamente enfermo Cristóbal Mateos, un gran amigo y un extraordinario ingeniero, que todavía está restableciéndose. Me pareció que lo justo hubiera un canje de los papeles que el destino nos asignaba.

Cuando ingresé en la Escuela de Caminos, hace poco más 60 años, encontré un plantel de excelentes compañeros, listos, trabajadores y generosos. Me hice el mismo propósito de la madre de Lázaro de Tormes que, al venir a Madrid, se arrió a los buenos con la esperanza de ser uno de ellos. No he llegado a ser bueno porque Quod natura non dat Salmantica non prestat (o si lo preferís con un dicho de mi tierra, más vulgar, que expresa el escepticismo castellano sobre la capacidad de mejora del ser humano: “Al que nace barrigón es tontería que lo fajen”).

No he conseguido ser bueno; pero sí la amistad de esos compañeros, muchos de los cuales han querido venir hoy a acompañarme. En representación de todos ellos he pedido a Fernando, como número uno de la promoción, que me apadrinara en este acto.

Su laudatio, como es natural, me ha halagado mucho y le agradezco especialmente su mención a Soria y su recuerdo a mi padre. Pero debo advertir que no toméis sus elogios al pie de la letra; diré aquello que Juan de La Cierva escribió en el prólogo al libro de Martín Barbadiello sobre el autogiro: “están inspirados por el afecto, porque que se trata de un amigo”.

Me voy a permitir hacer alguna apostilla al discurso de Fernando. Puesto que se ha referido a la revista *Clave* diré que en ella colaboraron algunos que luego han sido destacados ingenieros, como José Cuenca o Juan Antonio Fernández del Campo, referencia mundial en el ámbito de las carreteras. Respecto a nuestro asalto a José María Aguirre para financiar la revista, contaré la segunda parte de la historia. Al año siguiente me tocó a mí ir solo a darle el sablazo, pero pocos días antes habíamos sacado un número en que se dedicaba toda la portada a “exigir” la nacionalización de la banca. Yo confiaba que él, que presidía el mayor de los bancos de España, no hubiera tenido tiempo de mirar la revista.

Don José María sacó una libretita en que figuraban las 10.000 pesetas del año anterior, calculó la inflación y el aumento del costa del papel y me dijo ¿que le parecen 11.000 pesetas?. Me acordaba del aforismo que él mismo nos había enseñado en clase: “Cuando obtengan ustedes un acuerdo ventajoso, firmen y váyanse sin añadir nada, no sea que la otra parte se vuelva atrás”. Cogí el cheque y di media vuelta, pero él me llamó: “No me acaba de convencer su artículo sobre la nacionalización de la banca; cuando ustedes quieran nos reunimos para comentarlo”. Nadie en la redacción recogió el guante. Nosotros no sabíamos entonces lo que pasa con los bancos, y las cajas de ahorros, cuando están nacionalizados y gestionados por los políticos.

Lo que no es cierto es eso que ha dicho de que entonces nació mi afición a la escritura. Ya en 1952 había obtenido nada menos que el 4º accésit en el con-



curso navideño del colegio Maravillas y así quedó recogido en la revista del colegio, de enero de 1953. Supongo que la recompensa sería una bola de anís o una barra de regaliz, que en eso solían consistir los premios colegiales. De momento es el único galardón literario que he recibido.

Si lo traigo a colación no es para presumir de un logro tan pequeño, sino porque en aquel número aparecieron tres informaciones curiosas. Una era un precioso artículo de un excolegial, José Calavera Ruiz, que entonces no tenía más allá de 20 años; pero que luego ha sido un gran ingeniero y un gran profesor. La segunda eran las noticias de los éxitos internacionales de otro antiguo alumno cuyo nombre también os sonará, Eduardo Torroja Miret. La tercera es la foto del ganador del concurso literario, un alumno cubano que luego se hizo ingeniero de Caminos y trabajó en el Centro de Estudios Hidrográficos y en el Cedex. Ese ganador, al que todos conoceréis, está hoy aquí diciendo ¡fui yo!, como aquel concursante de Historias de la radio, que resultó ser el goleador Pichirri. Se llama José Marcelo Rodríguez y García de Muro.

También debo aclarar que ese palíndromo sobre la airosa dama, que Fernando ha mandado proyectar sobre la pared, no es mío sino de mi hermana Conchita, con la que comparto el vicio de las frases capíceas. Dar a cada uno lo suyo (Suum quique tribuere, puesto que hemos abierto la caja de los latinajos) es un principio básico del derecho romano. No sé que habrá pensado de estos palíndromos tan sencillitos Alberto Abia, que es uno de los miembros más ilustres y prolíficos del Club Palindromista Internacional.

Fernando es la imagen viva de lo que en el siglo XXI debe seguir siendo nuestra carrera: una profesión al servicio de España. Es de esos espíritus generosos que tienden a ver en los demás lo que no es sino el reflejo de sus propias virtudes. Me ha abochornado un poco que haya ponderado mi pobre labor en el extranjero, corta en el tiempo y escasa en frutos. Nuestra generación fue la que, con pocos medios, abrió el mercado de la ingeniería española y hay aquí en la sala varios compañeros que han hecho buena parte de su carrera en el exterior. Fernando es uno de ellos y ha sido un verdadero pionero de la Marca España, trabajando en las condiciones

más difíciles en el Irán de los ayatolás; en Argelia, en que ya asomaban los yihadistas, y en unas Filipinas assoladas por epidemias, terremotos y erupciones volcánicas.

Ya antes de todo eso, en 1967, fui testigo de como, en la Anatolia profunda, luchando con una geología endiablada, unos ríos salvajes y una mano de obra de nómadas kurdos levantiscos, sacó adelante las obras de un gran salto de agua con su presa, su túnel y su central hidroeléctrica. Para que no faltase nada, entre medias, la guerra con Grecia por la cuestión chipriota le obligó a evacuar a la gente de su equipo, con todas sus familias, a una Siria que, entonces (las vueltas que da la vida) era un territorio seguro.

Y luego, medio siglo más tarde, cuando podía gozar de una apacible jubilación, cuando tantos otros se dedican a pasear un perro o dar golpes a una pelotita de golf; no dudó en atender la solicitud de quienes le pidieron trasladarse a Arabia Saudí para poner en marcha el proyecto del ferrocarril de Medina a La Meca. Una decisión poco meditada de la ministra de turno dio lugar a que Fernando, con gran alivio de sus amigos, presentara la dimisión, pues si no tal vez estaría aún allí tragando arena, con Marisa su mujer envuelta en un chador y mirando el mundo a través de una rendija.

No es necesario que los ministros de Fomento sean ingenieros, ni de Caminos ni de ninguna otra especialidad; pero si es imprescindible que sepan que las obras públicas son realidades muy complejas, en que están implicadas la vida y la hacienda de cientos o miles de trabajadores y que pueden provocar la prosperidad o la ruina de comarcas enteras. Determinan la ordenación del territorio y no se deben planificar en función de meros intereses electorales. Tampoco terminan el día en que el ministro de turno se baja del helicóptero para inaugurar, con un casco blanco sobrepuesto, una obra puesta en marcha por otro ministro, tal vez de distinto partido.

Es costumbre en estos actos que el nominado haga hincapié en la escasez de sus méritos y yo haría muy sinceramente ese ejercicio si no temiera ser descortés con quienes, acertada o equivocadamente, me han encontrado alguno. Me limitaré a aplicarme aquella frase con que el malvado Winston Churchill definía a su adversario Mr. Atlee: “Es un hombre modesto, pero hay que reconocer que tiene fundados motivos para serlo”.

Cuando se entra en un club, aparte de leer sus estatutos y reglamentos, si los tuviere, es necesario fijarse en quienes son sus miembros. En la lista de 23 Colegiados de Honor hay dos jefes del Estado, el rey emérito y el rey Felipe VI, cuya vida guarde Dios muchos años. Los restantes pueden agruparse en cuatro categorías: políticos y ministros, grandes empresarios, ilustres profesores y algunos presidentes del Colegio. Varios de ellos están ahí en representación de más de un grupo y Juan Miguel Villar Mir podría afiliarse a los cuatro. Hay además unos pocos miembros, concretamente cuatro, que no encajan en ninguno de estos grupos y para ellos, con criterios parlamentarios, tendríamos que crear un Grupo mixto. Es a este grupo al que, en buena lógica, me debo apuntar.

La pregunta que me surge es qué papel debo jugar en este club tan distinguido. Recordaréis un pequeño partido de la época de la transición en que, entre diplomáticos, abogados y profesores de derecho, militaba García, un obrero al que sentaban en primera fila en todos los mítines. Y cuando se les acusaba de ser un partido de élites, respondían: “ahí tienes a García”. Tengo la sensación de ser el García de la lista de Colegiados de Honor.

La mayoría de los miembros de esta lista, 14 de 23, ha fallecido ya; pero eso es a mis efectos poco relevante. La vida humana es muy breve; pero la memoria de los hombres ilustres, plasmada en sus escritos y en sus obras, perdura durante siglos. Me dedico a estudiar la vida y las obras de estos y de muchos de los

ingenieros que les precedieron y puedo afirmar, con el famoso soneto de don Francisco de Quevedo, “vivo en conversación con los difuntos / y escucho con mis ojos a los muertos”.

Dejadme decir ahora unas palabras sobre los miembros de ese Grupo mixto en que me he tomado la libertad de incluirme.

Tengo especial simpatía por José de Castro Gil y por toda su familia, cuya amistad con la mía data de hace más de cien años. Desde 1909 en que su padre, don Mariano, destinado como ingeniero subalterno de la jefatura de Obras Públicas de Soria, fue a instalarse en la 2ª planta de la casa en que mi abuelo tenía su tienda de ultramarinos y su vivienda. José llegó con cinco años de edad, su hermano Manuel con tres o cuatro y allí nació otro hermano, del que mi padre fue padrino. Manuel se vincularía después con la tierra de Soria por su matrimonio con Carmen Molinero.

Yo debo al propio Castro una de las enseñanzas más útiles que he recibido en mi vida, pues me hizo entender el sentido del compañerismo y la solidaridad. Él fue quien impulsó el Fondo de Asistencia Mutua, el FAM de nuestro Colegio, y esa es, sin duda, la causa por la que se le nombró Colegiado de Honor. Pues bien, un buen día, siendo yo aún soltero,

me telefonó para preguntarme por qué no me había apuntado al FAM. “Es que yo no necesito ayuda”. “Creo que estás equivocado –contestó– el FAM no se ha hecho para ayudarte a ti sino para que tu ayudes a tus compañeros”. Naturalmente, me apunté; pero esta lección, no presencial, que don José me dio en 20 o 30 segundos, es la más cara que he recibido en mi vida. A 115 euros mensuales de media, durante más de 50 años, por no haberme muerto a tiempo, el FAM me ha costado ya cerca de 75.000 euros.

Otro de la lista que no aparece vinculado a ningún grupo es Juan Mollá López. Su presencia entre nosotros viene de cuando, en los primeros años ochenta hizo una eficaz defensa de los colegiados encausados en el juicio de Tous, defensa que fue más allá de la mera relación de un abogado con sus clientes. Juan es un extraordinario poeta y su presencia da luz a esta nómina que, sin él, resultaría más prosaica. Al ver ahí su nombre y el de Fernández Ordóñez, los dos amigos con los que mi hermano Clemente recorrió tantas veces España, visitando ermitas, castillos y paisajes, y con los que se reunía a cenar los viernes en La Ancha, me gusta pensar que, al darme este galardón a mí se le honra también a él, que no lo pudo recibir en vida por su presencia, casi continua, en las Juntas de Gobierno del Colegio, del que era vicepresidente en el momento de su fallecimiento.



Jorge Fanlo Nicolás es zaragozano, con raíces en el Alto Aragón, trasplantado a San Sebastián y finalmente, tras pasar por distintos destinos, cayó gravitatoriamente, como muchos de nosotros, en Madrid. Representa desde su faceta funcional lo que es nuestro grupo: una profesión al servicio de España. Jorge pertenece a lo que en términos literarios se denomina “generación de 1950”. Su acceso a la lista de colegiados de honor se debe a sus esfuerzos por defender a los compañeros a los que el Gobierno, tras jubilarlos prematuramente, les topó las pensiones, con lo que volvieron a la condición de mediopensionistas, que tal vez habían tenido en su infancia. Luego año tras año, fue publicando unas monografías muy completas sobre las pensiones de jubilación, viudedad y orfandad.

Sin duda para provocar el que le contradigan, suele presumir de su mala memoria y de su vista defectuosa; pero puedo decir que hace unos pocos meses le envié por correo electrónico una foto de mediocre calidad en que aparecían sus compañeros de curso en 1946 y a los pocos minutos me contestó con otro correo: “Toma nota, de arriba a abajo y de izquierda a derecha, fulano, mengano, zutano ...”. Y creo que, también para presumir, suele andar dificultosamente; pero estoy seguro de que si (cosa que no quiera Dios, pero puede pasar en los edificios remozados), se declarara un incendio en esta sala, Jorge saltaría de su asiento y ganaría la puerta antes que la mayoría de nosotros,

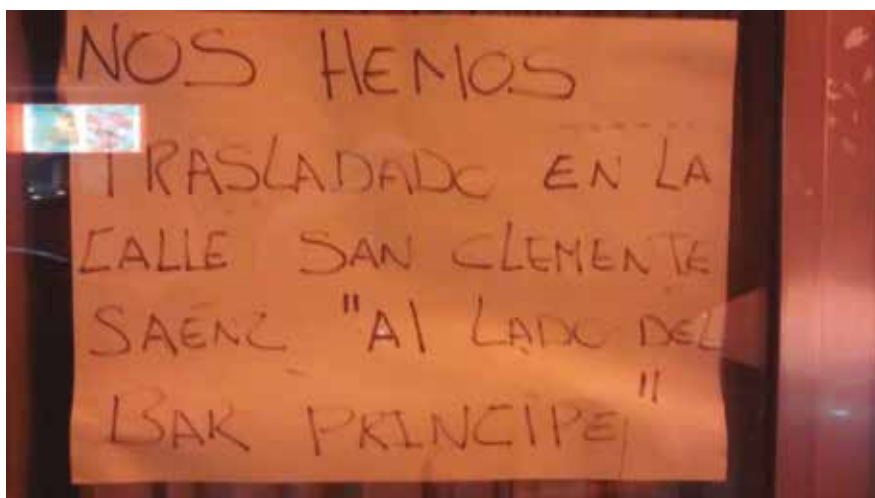
De esa generación era otro Colegiado de Honor, Juan Benet, que además la evocó en un libro titulado, precisamente, Otoño en Madrid hacia 1950. No es preciso que me extienda sobre él, pues durante los días pasados, con motivo de los 25 años de su muerte, además de la exposición y la mesa redonda del Colegio se han hechos otros actos, se han escrito algunos libros y el propio Javier Muñoz Álvarez tiene uno en cartera. Dentro de un libro titulado Otro viaje extraordinario, que recoge las ponencias de una reunión de Zaragoza, se incluye

un trabajo muy interesante de Sandrine Lescaux, “*La naissance d'une pensée technico-littéraire*” que analiza la obra de Benet desde una perspectiva nueva. Curiosamente, parte de una sentencia benetiana que yo también he analizado en alguna ocasión: “La más osada rebeldía es aceptada, asimilada y, a la vuelta de unos años convertida en canon”. He contado más de una vez que Juan acabó siendo absorbido por el sistema hasta el punto de que a su presa del Porma, o presa de Juan Benet, se la llegó a denominar, por decisión burocrática de una funcionaria del Ministerio ahora llamado de Transición Ecológica, Presa de San Juan Benet.

Junto a Juan y Jorge quiero recordar a otro compañero de esa misma generación, Fernando Mejón, que desde las estructuras colegiales se esforzó en ayudar a esos a los que ahora se llama “nuestros mayores” y que somos todos nosotros. Fernando ha recibido hace poco un reconocimiento de nivel superior: lo han hecho santo igual que a Benet y la decisión tampoco ha seguido los cauces normales, como ha sido el caso de la beatificación de Álvaro del Portillo. Ha sido una iniciativa de los servicios postales españoles. Si buscáis la dirección de la oficina de Correos de Algete veréis que está en la plaza de San Fernando

Mejón, s/n. Por supuesto es una anécdota, pero tal vez sea indicativa de que la administración, y el público en general, nos ven dignos de subir a los altares, porque también este verano en Soria se podía ver en el escaparate de una tienda que, como tantas otras de las ciudades pequeñas afectadas por la despoblación, han tenido que trasladarse del centro a la periferia: “Nos hemos trasladado en la calle San Clemente Sáenz”.

No soy un historiador, pues para serlo me falla la metodología. Mi labor de exhumación de la historia de la profesión se debe a la curiosidad. Curiosear es una palabra bella pentavocálica que no goza de buena prensa; pero yo soy algo peor que un curioso, soy casi un voyeur. Tiene algo morboso quitar la cinta de balduque que desde hacía siglos ataba un legajo, hojear el expediente personal de un personaje y curiosear, no en los textos de las disposiciones oficiales, sino en los borradores y las minutas, con sus vacilaciones y tachaduras; descubrir las flaquezas y defectos que hacen más humanos a quienes tal vez han pasado a la historia con una imagen de cartón piedra. Entre tantos cientos de individuos visitados, perfecto no hay ninguno; pero se pueden contar con los dedos de una mano los que me parecen aborrecibles. A casi todos ellos les he tomado afecto.





Fernando Sáenz Ridruejo, con su hermano Clemente

La labor que pudiera tener más utilidad son las ciento y pico biografías, de ingenieros y de algunos personajes de Soria, que hice para el Diccionario Biográfico de la Real Academia de la Historia. Pero me he quedado insatisfecho al comprobar que, mientras yo me atuve escrupulosamente a las normas recibidas y dediqué a mis personajes, según los casos, uno, dos o medio folio; otros autores se extendieron en exceso, sin que nadie les corrigiera, provocando, por una parte, que en la edición impresa, al llegar a la letra P, se hubieran agotado ya los fondos previstos y, por otra, el que mis biografiados aparezcan como menos relevantes. Un ejemplo es el caso de dos ingenieros de Caminos, Alberto y Vicente Machimbarrena. De éste, figura esencial en la Escuela de Caminos, me ocupé yo. Alberto, personaje de menos relieve, no me pareció que mereciera ser incorporado al Diccionario; pero alguien de su Donosti natal le hecho una biografía, con datos nimios, que ocupa casi tres veces más que la de Vicente.

En fin, perdonadme que incurra una vez más, en hablar de lo único que sé. Decía Antonio Mingote que su único tema era la revista La Codorniz. Pues bien mi

monotema es la labor de los ingenieros de Caminos.

Abusando un poco más de vuestra paciencia quiero terminar con tres historias antiguas que, por razones distintas, me han aflorado recientemente. La primera es romántica y la última muy triste.

Celestino de Olózaga (1843-1869), ingeniero de Caminos de la promoción de 1864, era sobrino de Salustiano, el gran prohombre del partido progresista, cuya biografía estaba marcada por su intento de forzar la mano regia para obtener la disolución de las Cortes y al que algunas fuentes –no sé si con mucho fundamento– han atribuido la iniciación en la vida sexual de la joven reina, que tan alto nivel habría de alcanzar en esa materia.

Celestino, joven, rico, atractivo, miembro de una familia influyente y, por supuesto, número uno de su promoción, podría ser el protagonista de una de las ‘novelas con ingeniero’, que llegaron a formar un subgénero literario, de Galdós, Alarcón o Palacio Valdés. Tras la revolución de Septiembre, al convocarse las elecciones a las Cortes constituyentes, fue presentado, para asegurar su elección,

como candidato por Tarragona, que era el feudo electoral de don Juan Prim. Al abrirse las Cortes, el 16 de febrero de 1869 fue dado de alta y nombrado primer secretario del Congreso.

Pero casi no pudo ejercer su nuevo cargo. Ni siquiera aparece citado en la obra *Los oradores del 69*, de Francisco Cañamaque. Por defender el honor de una mujer, el 17 de marzo se batió en duelo con un poderoso aristócrata mejicano, el conde de Jara. Preso de indignación, acometió con tal ímpetu a su rival que tropezó y fue a quedar ensartado en la espada del mejicano.

Con él se frustró lo que, en términos baloncestísticos, llamaríamos ‘la gran esperanza blanca’ del progresismo español. La ingeniería y la política española perdieron una figura que tal vez hubiera podido alcanzar el nivel de un Sagasta o un Echegaray. Su entierro, según la frase tópica de la época constituyó “una imponente manifestación de duelo”.

La Constructora Benéfica. La Asociación de Caridad “La Constructora Benéfica” fue creada en 1875 con fondos legados por Gertrudis Gómez de Avellaneda y por la condesa de Crazinsky. En su grupo fundacional, junto a Concepción Arenal, la condesa de Espoz y Mina, y los Olózaga mayores, se integraron los ingenieros de Caminos José Morer, Eduardo Saavedra, José Antonio Rebolledo y Carlos Campuzano, que era entonces director de la Escuela. Después, otros ingenieros tomaron el relevo, como Domingo Mendiábal, que llegó a cooperar con la Constructora hasta 60 años consecutivos.

Durante más de un siglo construyeron varias barriadas y miles de casas para obreros; pero, no sé si por lo de la caridad o por la presencia de las condesas, algún autor que ignora quienes fueron doña Gertrudis, doña Concepción, la viuda de Espoz y Mina o los Olózaga ha descalificado a la Asociación tachándola de paternalista. De hecho ni se la menciona en un libro sobre viviendas sociales editado por el ministerio de la Vivienda.

Dos momentos de su vida profesional. A la izquierda, en 1980 con el presidente de Kenia, en el centro Luis Torrent. A la derecha, en 1983, conferencia sobre Lorenzo Pardo con Miguel Aguiló, Cristóbal Mateos, Miguel Ángel Hacar, Carlos Siegrist, José María Goicolea, Javier Peña y Pablo Sahún



Antón Durán Tovar fue el último presidente de la Constructora Benéfica, que dirigió durante cerca de 15 años. Aparece en la lista de Colegiados de Honor por su condición de empresario, pero yo quiero acordarme ahora de esta faceta menos conocida, que lo inscribe en una larga tradición humanitaria de nuestros antecesores. Cuando en 2005 me reuní con él para trazar su semblanza en el Diccionario Biográfico me entregó copia de algunos documentos que él conservaba y yo no he llegado aún a publicar.

Algún ignorante que se autodefine como progresista, ha intentado, de momento sin éxito, quitar, con pretexto de la Memoria Histórica, el nombre de Antón, que se había dado a una de las calles –una minúscula callecita– construidas por la Constructora Benéfica. Durán fue uno de los hombres que más hizo por integrar en su empresa a los técnicos que tras la guerra habían quedado en mala posición y en incorporar a los que regresaban del exilio. Por supuesto habría que quitarle esa calle, pero para darle otra más importante. Puede que el autor de semejante idea sea el mismo necio que quiso quitar el nombre de Eduardo Torroja al Instituto de la Construcción.



El triste destino de los Luermo. El ingeniero zamorano Primitivo Luermo Salvador acabó la carrera en 1891 y fue enseguida destinado a las islas Filipinas. Allí, durante seis años, construyó faros, proyectó ferrocarriles y reconstruyó el puente sobre el Zapote destruido por los rebeldes; pero en 1897, cuando no contaba más que con treinta, falleció víctima de una enfermedad tropical.

Frutos Santiago Luermo, (Corrales del Vino, 1918-Madrid, 1978) era sobrino nieto del anterior. Empezó trabajando en la provincia de Segovia donde construyó la Variante de Boceguillas, primer tramo de carretera con un firme asfáltico moderno. Una enfermedad de garganta le dejó pronto sin voz, lo que no le impidió dirigir con gran energía la División de Materiales de la Demarcación de Madrid; pero, luego, un cáncer muy cruel acabó con su vida cuando no había cumplido los sesenta años.

Hace unos meses recibí la llamada de una joven Luermo, licenciada zamorana, que me pedía datos de estos dos antepasados. Me di cuenta de que sabía de ellos más que yo y le di mi correo para que intercambiásemos información. Tal vez nunca me contestó pues ni siquiera encuentro su nombre en mi archivo.

Pero al leer las noticias del vesánico asesinato, en la provincia de Huelva, de Laura Luermo, me ha entrado la desazón de pensar que pudiera ser la misma joven que me pedía información. En cualquier caso, es reflejo del trágico destino de muchas familias castellanas que tienen que emigrar para aportar sus conocimientos y su trabajo a otras regiones en que reciben, por toda paga, la muerte.

Decía Fowles que la secreta intención de los cronistas de la historia era acabar mezclándose con los protagonistas y, a ser posible, suplantarlos. Algo de cierto hay en ello. Los periodistas que cubren la información internacional alternan con los ministros en los vuelos transoceánicos, con la ventaja de que ellos pueden criticarlos; pero la recíproca no es cierta. Las calles de Modesto Lafuente o de Mesonero Romanos son más visibles que la plaza de Cánovas del Castillo, que nadie sabe cual es. Y si vais a Barcelona veréis que la calle dedicada a Ramón Muntaner es más larga que la de Roger de Flor. Alguna vez, en el índice onomástico de algún libro, por razones meramente alfabéticas, he visto mi nombre flanqueado por los de Eduardo Saavedra y Práxedes Mateo Sagasta. Y ahora, con este nombramiento, lo inscribís junto a los de los protagonistas de nuestra reciente historia colegial.

Cuando, en 1993, me concedió el Colegio la Medalla de Honor pensé que había alcanzado ya mi nivel de incompetencia; quedaba en deuda con el Colegio y me propuse trabajar para saldar esa deuda. Ahora, cuando creía haberla saldado y cuando, según la metáfora ferroviaria de Echegaray, estoy en la horizontal de llegada, me concedéis este nuevo galardón que me vuelve a colocar en números rojos y me obliga a seguir trabajando. Me habéis hecho polvo, pero muchas gracias a pesar de todo. ☺



# listos para la revolución de los recursos



En 2050, en el mundo vivirán 9.000 millones de personas, la mayoría en grandes ciudades. Este crecimiento de la población plantea dos grandes retos: el acceso al agua y la gestión eficiente de los residuos. Por eso en SUEZ innovamos para crear soluciones hídricas alternativas y transformar los residuos en nuevas fuentes de energía. Nuestro objetivo: garantizar a las generaciones futuras el acceso a los recursos naturales.

[www.suez.es](http://www.suez.es)

# Perfil del ingeniero para un nuevo escenario

de mercados, competencia y tecnologías

## THINK HUB

El Think Hub es un foro de reflexión y debate de la Fundación Caminos en el que se puedan examinar y debatir los aspectos que se consideren de interés, con especial énfasis en los impactos tecnológicos disruptivos que cambiarán la manera de concebir el mundo y, por lo tanto, condicionarán el papel de los profesionales de la ingeniería de Caminos.

Presentamos aquí una de las publicaciones del Think Hub dedicada a la profesión de ingeniero.

La Ingeniería Civil en general y la de Caminos, Canales y Puertos en particular, se encuentran en un momento de importantes retos en el mundo entero, debido a una serie de cambios que se están produciendo en el entorno de su actividad profesional de forma acelerada. Estos cambios pivotan alrededor de tres conceptos básicos: globalización, competitividad e irrupción de las nuevas tecnologías.

La globalización del sector de ingeniería y construcción es un hecho imparable. Hoy día más que nunca las empresas y los profesionales se mueven por el mundo, alentados entre otros factores por la facilidad de las comunicaciones, por la necesidad de compensar períodos de baja actividad en sus mercados nacionales por el régimen cíclico del negocio (cada vez más acentuado), y por la adopción masiva del modelo de participación público-privada en el desarrollo de las infraestructuras de la mayoría de los países, que hace que se encuentre, como nunca antes, abundante capital disponible para ser empleado en forma de inversión extranjera directa en la construcción mundial.

La internacionalización de la empresa de ingeniería y construcción ya no es una opción más, sino una necesidad en multitud de casos, y ése ha sido el caso español en la última década. El desplome sin precedentes de los niveles de contratación de obra pública debido a la crisis económica ha forzado a empresas y profesionales del sector a buscar su supervivencia en los mercados exteriores, diseminando literalmente a la mediana y gran empresa española por todo el mundo. Esta salida masiva ha arrastrado a la expatriación de numerosos ingenieros de caminos, y en los casos en los que no se ha producido dicha expatriación, los viajes, la gestión y los contactos internacionales han sido la tónica de la labor profesional rutinaria de muchos ingenieros.

El fenómeno de la globalización no sólo opera en un sentido, con empresas del propio país que salen al exterior, sino también en el inverso, con empresas de otros países que penetran en los propios mercados, incluso mediante el procedimiento nada infrecuente de la compra de compañías

## Mayor actividad internacional de constructores y consultores y empresas de otros países que compiten aquí

locales. Pocos nichos de actividad quedan exentos del riesgo de la competencia internacional, ya que la presencia de empresas extranjeras se multiplica en la mayor parte de los países, moviéndose con facilidad no sólo a escala regional, sino de unos continentes a otros.

A los tradicionales e históricos ejemplos de empresas de ingeniería y construcción europeas, norteamericanas y japonesas exportando su actividad a sus áreas geográficas de influencia se unen hoy los más paradigmáticos de las empresas asiáticas (chinas, coreanas y en menor medida indias) y de otras procedentes de países emergentes (Turquía, Brasil) que han saltado al escenario internacional implantándose en los mercados en los que las empresas españolas se mueven habitualmente.

El concepto de competitividad incide entonces de lleno en el panorama del sector. Compiten los países entre sí por atraer inversión extranjera para financiar sus propias infraestructuras; compiten las regiones de un país porque sean seleccionados como prioritarios los proyectos que las afectan; compiten las inversoras, desarrolladoras de infraestructuras y concesionarias por hacerse con la gestión de los activos más atractivos; compiten entre sí las empresas de diseño, ingeniería y construcción en unos niveles nunca vistos antes, y compiten finalmente y sobre todo los propios individuos, los ingenieros, por los puestos de trabajo, ya que las empresas necesitan a los que les aporten mayor valor (normalmente a corto plazo) y pueden escoger entre profesionales locales, del país origen de la empresa o incluso de terceros países.

La irrupción de las nuevas tecnologías viene a reforzar este fenómeno. La globalización conlleva la rápida diseminación de múltiples conocimientos relacionados con el ejercicio de la profesión: procedimientos, técnicas y sistemas de construcción y de gestión, e incluso inteligencia de mercado. El trabajo a distancia, la posibilidad de atender y resolver cuestiones en forma remota usando esas nuevas tecnologías y la robotización de determinadas funciones no son más que

algunos ejemplos de cómo en el ámbito internacional el trabajo del Ingeniero de Caminos se hará más competitivo aún.

No es por tanto exagerado hablar de un completo nuevo escenario para el ejercicio de la profesión. Como efecto primero de la globalización, los mercados se vuelven más sofisticados y exigentes, trasladándose rápidamente experiencias en aspectos tan dispares como nuevas estructuras contractuales, modelos de licitación y acceso al mercado, diseños avanzados, tecnologías aplicables, sistemas constructivos y exigencias de calidad o medioambientales. Ello facilita y propugna a su vez la entrada de empresas multinacionales e inversores internacionales en los programas de infraestructuras de los distintos países.

Las empresas constructoras y de ingeniería que operen en los mercados locales deberán entrar en competencia frente a estas grandes internacionales usando las técnicas más avanzadas de gestión de proyectos, que por otra parte son cada vez más multidisciplinares y complejos. El tamaño medio de los proyectos aumenta de forma paulatina pero imparable, los valores de algunos cientos de millones de dólares por proyecto o paquete de trabajo son ya relativamente comunes, y aparecen con más frecuencia los llamados megaproyectos (de presupuesto superior a los mil millones de dólares) contratados en bloque, y con ello crece su complicación organizativa en todas sus fases. Incluso los recursos de cualquier género (materiales, humanos, y también los tecnológicos) empleados en los proyectos adquieren un carácter multinacional para ser gestionados en el mercado global de forma competitiva.

El modelo que ha terminado de imponerse a nivel mundial de PPP e iniciativas privadas incrementa los retos al profesional de la ingeniería, que debe estar bien preparado para este sistema de desarrollo de proyectos. La financiación de éstos introduce nuevas exigencias que deben tenerse muy en cuenta, así como las consideraciones de mayor valor teniendo presente toda la vida útil de la infraestructura. Las demandas crecientes de transparencia, ética y gestión de

## Capacidades exigidas por el nuevo escenario y competencias adicionales requeridas

partes interesadas, y la incorporación de las nuevas tecnologías, terminan de dibujar un panorama notablemente distinto para el ejercicio profesional.

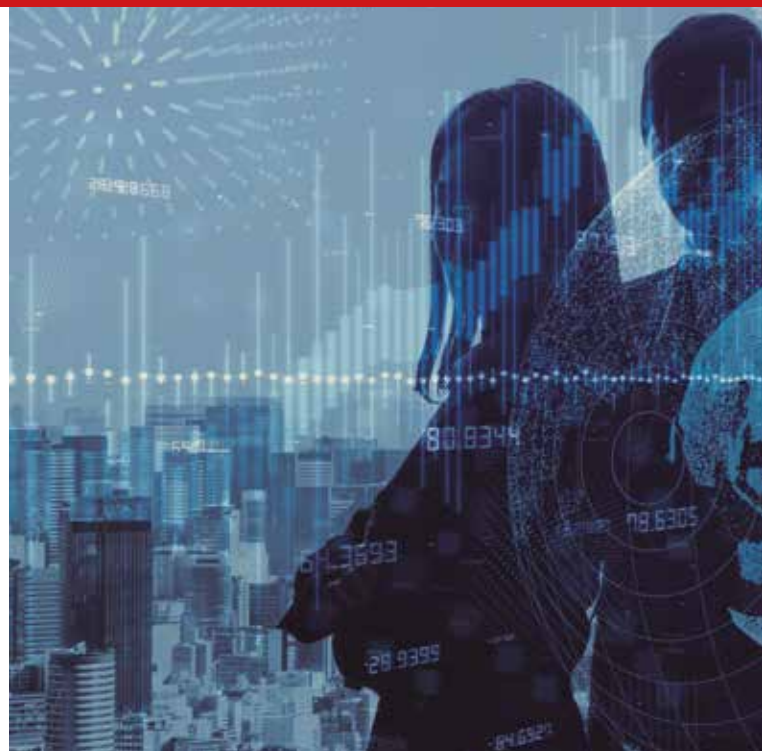
Por último, hay que constatar que en el caso particular español el fenómeno de la fuerte internacionalización de las empresas se presenta como irreversible a medio plazo, por cuanto la capacidad productiva global de las mismas excede con mucho a la cartera de proyectos y a la oferta de trabajo que aparecerá en el mercado doméstico en los próximos lustros.

En este escenario es preciso dotar a la sociedad de ingenieros expresamente capacitados para afrontar con éxito los retos mencionados. Se trata no sólo de la propia formación académica, sino de adaptarse a un continuo proceso de formación a lo largo de toda la vida laboral, que permita acortar la curva de aprendizaje para que los ingenieros puedan desempeñar sus funciones minimizando los errores y contribuyendo a crear más valor para la sociedad.

Unos dos tercios de los ingenieros de Caminos trabajan en empresas de ingeniería o constructoras y, cada vez más, ejercerán la profesión en ese nuevo escenario de internacionalización y fuerte competitividad que se extenderá a otras actividades y sectores, tanto si son contratados por empresas nacionales o locales como por las grandes multinacionales o incluso por las administraciones públicas o sus agentes.

Se abre entonces el debate sobre el carácter que deben tener los contenidos y también los enseñantes en esta área de la formación en gestión. Asimismo, debe determinarse qué parte de esa formación es conveniente que se imparta transversalmente en los estudios de grado, cuál en el máster habilitante y cuál otra por fin en la enseñanza de postgrado para ingenieros junior o senior que trabajen en el sector.

Como punto de partida, se deberá exigir que desde el inicio del máster, los alumnos posean un conocimiento de inglés a muy alto nivel, preferiblemente complementado con una segunda lengua extranjera (francés, chino, alemán). De acuerdo con todo lo anterior, se han identificado algunas competencias adicionales en las siguientes áreas:



**1** Organización de empresas. Conocimiento de la organización de las empresas de ingeniería y construcción en el ámbito internacional, con especial atención a la función comercial, de Desarrollo de Negocio y de organización de los proyectos en el exterior, así como capacidad para integrarse en dichas áreas funcionales desempeñando con soltura las labores de gestión encomendadas.

**2** Entorno internacional. Capacidad para entender los elementos fundamentales del entorno económico en el que desarrolla la empresa su actividad. Conocimiento de las instituciones económicas internacionales, de los indicadores y de los conceptos económicos básicos, así como de las nociones geográficas e históricas fundamentales en el ámbito mundial y su impacto en el desarrollo de las obras públicas en los distintos países.

**3** Análisis de los mercados. Capacidad para valorar los mercados internacionales de la ingeniería y construcción: características, oportunidades y amenazas, formas de acceso, sistemas de licitación y adjudicación, agentes principales y sus perspectivas. Capacidad para entender los mercados de capitales y financieros internacionales, así como las posibilidades de financiación de los proyectos y las empresas.

**4** Modelos de negocio. Capacidad para comprender y gestionar los distintos modelos de negocio que se utilizan en los proyectos de ingeniería y construcción a nivel internacional, diferenciando entre negocios con inversión de capital de riesgo y negocios de prestación de servicios, con especial atención a las colaboraciones público-privadas. Capacidad para entender, ne-



gociar y gestionar de los distintos tipos de contratos en la ingeniería y construcción internacional, en particular los más característicos y los modelos estándar.

**5** Gestión de la diversidad. Capacidad para comprender y manejarse en los distintos entornos internacionales, su marco histórico, instituciones, cultura, organización política, costumbres y religión, así como para gestionar la diversidad derivada de esa multiculturalidad, incluyendo habilidades de comunicación y negociación, trabajo en equipos multidisciplinarios e internacionales, y liderazgo.

**6** Gestión de proyectos. Capacidad para dirigir, planificar y gestionar los procesos de ejecución de proyectos en entornos nacionales e internacionales, integrando los conocimientos adquiridos sobre los sistemas de planificación, control técnico, económico, de adquisiciones, de logística y de calidad. Conocimiento de las técnicas de Gestión de Riesgos y capacidad para realizar valoraciones globales de los riesgos y oportunidades de los proyectos, incluyendo las estrategias de mitigación. Capacidad para analizar y planificar inversiones con previsión de expectativas, análisis de sensibilidad y financiación, y planes financieros de proyectos.

**7** Organismos y Ayudas. Conocimiento de los diversos recursos disponibles de ayuda a la promoción exterior de las empresas, y capacidad para aplicarlos a la consecución de los objetivos de la empresa. Conocimiento de los organismos multilaterales, sus procedimientos y su influencia en el desarrollo de sus países miembros, y capacidad para gestionar el acceso al mercado de proyectos y ayudas de dichas instituciones.

## Mayor competencia en actividades y tecnologías

### CONCLUSIONES

No cabe duda de que el fenómeno imparable de la internacionalización, al igual que el de la llamada disrupción tecnológica, supone una amenaza, en muchos sentidos, al desarrollo profesional del Ingeniero de Caminos tal y como lo concebimos actualmente. De la celeridad con que se reaccione a tales retos, sobre todo a nivel formativo, depende que se produzca el reposicionamiento de la profesión en los deseados niveles de excelencia, competencia y polivalencia, tan debatidos en estos momentos.

Se ha mencionado en otros trabajos que hay que dar a la Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos una visión más global, y orientar la formación a reducir su período de adaptación al ejercicio de la profesión. Estos principios no pueden estar más de acuerdo con lo planteado en este análisis de la internacionalización del sector y su repercusión en el desarrollo profesional. La empleabilidad del Ingeniero de Caminos estará tanto más garantizada y su aportación por ende a la sociedad estará más valorada cuanto mayor sea su preparación y su propio aporte para la creación de valor en el desarrollo de los proyectos, en competencia en muchos casos con profesionales de otras nacionalidades.

Las nuevas competencias deben adquirirse en todas las fases formativas, haciendo énfasis en que, además de los estudios universitarios y de postgrado, la formación continua debe ser fundamental en esa capacitación del ingeniero ante los frecuentes cambios del escenario en el que opera. Igualmente se requerirá combinar los contenidos académicos con estudios de caso y ejercicios prácticos para lograr una preparación adecuada, preferiblemente mediante la incorporación de las prácticas en empresa a los planes de estudios; unas prácticas de unas pocas semanas en un país diferente y en lo posible en otro idioma, para familiarizarse con distintos contextos culturales, serían una excelente forma de completar los estudios.

Este esfuerzo formativo requerirá más que nunca de la colaboración entre instituciones de enseñanza y empresas, entre académicos y profesionales trabajando en el sector, ya que se trata básicamente de capacitación en habilidades de gestión, que van a ser valoradas posteriormente por esas mismas empresas como empleadoras. 📍

# La Oficina de Transformación Digital

Un reto para el futuro

JOSÉ JAVIER  
**Díez  
Roncero**

Secretario general del Colegio  
de Ingenieros de Caminos,  
Canales y Puertos



El 3 de octubre, la Entidad Pública Empresarial red.es resolvió la concesión de las ayudas del programa de impulso a la creación de Oficinas de Transformación digital. En la misma, el Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos resultó ser el único beneficiario de la subvención en Madrid

Una vez obtenidas las ayudas, el Colegio estableció un calendario de actuaciones que se refleja en el cuadro de la página siguiente.

El programa se dirige potencialmente a los 30.000 ingenieros de Caminos, a las 87.000 pymes del ámbito científico-técnico pymes y a los trabajadores autónomos. Así como a aquellas personas interesadas por cualquier motivo en la transformación digital.

El programa de transformación digital se ajusta como un guante a la voluntad modernizadora de nuestra profesión. Si hasta ahora los ingenieros de Caminos han impulsado un cambio trascendente de las infraestructuras que ha permitido situar a nuestro país en una posición de liderazgo mundial, también ahora, con la transformación digital, volveremos a impulsar la modernización y el cambio.

Como es conocido, Red.es impulsa un programa público para regular la concesión de ayudas para incentivar la creación y consolidación de Oficinas de Transformación Digital que faciliten el proceso de digitalización de la empresa española y el emprendimiento digital. El objetivo es fortalecer el ecosistema de soporte a la pyme en materia TIC, ofreciendo servicios de difusión, como acciones de sensibilización y dinamización a la pequeña y mediana empresa en su proce-

Fecha		JORNADA (de 12.30 h. a 14.00 h.) Auditorio Agustín de Betancourt	TALLER (de 15.30 h. a 19.30 h.) Sala Cerdá
Dic. 2018	Mar. 11	PRESENTACIÓN OFICINA DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL	
	Jue. 20		Régimen General de Protección de Datos - Ley Orgánica de Protección de Datos y Garantía de los Derechos Digitales (RGPD LOPD y GDD)
Enero	Jue. 17	SISTEMAS DE PLANIFICACIÓN DE RECURSOS EMPRESARIALES (ERP)	
	Jue. 24		Sistemas de Planificación de Recursos Empresariales (ERP)
Febrero	Jue. 14	<i>BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)</i>	
	Jue. 21		<i>Building Information Modeling (BIM)</i>
Marzo	Jue. 14	<i>CUSTOMER RELATIONSHIP MANAGEMENT - (CRM )</i>	
	Jue. 21		<i>Customer Relationship Management - (CRM )</i>
Abril	Jue. 4	MARKETING DIGITAL	
	Jue. 11		Marketing Digital
Mayo	Jue. 9	PRESENCIA WEB Y REDES SOCIALES	
	Jue. 16		Presencia Web y Redes Sociales
Junio	Jue. 6	EMPRENDIMIENTO DIGITAL	
	Jue. 13		Emprendimiento Digital
Julio	Mier. 3	CIBERSEGURIDAD	
	Jue. 11		Ciberseguridad
Sept.	Jue. 19	<i>BLOCKCHAIN</i>	
	Jue. 26		<i>BlockChain</i>
Octubre	Jue. 10	<i>CLOUD COMPUTING</i>	
	Jue. 17		<i>Cloud Computing</i>
Nov.	Jue. 7	DIGITALIZACIÓN SERVICIOS	
	Jue. 14		Digitalización Servicios
Dic.	Jue. 5	TECNOLOG. INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN Y G. ECONÓMICA	
	Jue. 12		Tecnologías de la información y la comunicación y Gestión Económica - Clausura



Juan A. Santamera, David Cierco y José Javier Díez Roncero durante la inauguración de la OTD el pasado 11 de diciembre



Visita de la ministra de Economía, Nadia Calviño, a la OTD el pasado 17 de enero, acompañada por Juan A. Santamera, José Polimón y José Javier Díez Roncero

so de Transformación Digital y servicios de apoyo, y como la atención y resolución de consultas sobre las soluciones y metodologías para mejorar la gestión de las empresas en el uso de las TIC. Asimismo, abona la prestación de servicios de difusión y apoyo a emprendedores en el ámbito digital.

En realidad, el cambio que se pretende no es solo una transformación tecnológica, sino que comporta abordar otra actitud de las personas y nos conduce, necesaria e inexorablemente, a una verdadera reinención, o, al menos, a un replanteamiento integral de las organizaciones, de las corporaciones, de las empresas, especialmente de las pymes. En nuestro caso, del Colegio, como institución que representa a una profesión que impulsa y garantiza la modernización del conjunto de la sociedad. En definitiva, la Transformación Digital nos sitúa en un nuevo escenario que nos traslada al mercado global, hoy abiertamente mediatizado por la digitalización.

Por eso el programa que hemos proyectado no sólo hace referencia a los conceptos básicos de las nuevas tecnologías, como Big Data, Cloud, Internet de las Cosas o de las Infraestructuras, Movilidad, Automatización, Social Business, etc. También entra en el hecho decisivo de utilizarlas para desarrollar los fines de la organización, para los servicios de futuro o, si se prefiere, de aportar los servicios idóneos al colegiado, al ingeniero de Caminos de nuestro tiempo. También, en el contexto empresarial, para facilitar el trabajo de empresarios y profesionales. En definitiva, pretendemos mirar al futuro, y para ello la Transformación Digital es una condición.

En resumidas cuentas, la Oficina de Transformación Digital es un centro de trabajo en el que se realizan labores de sensibilización y apoyo sobre las ventajas y metodologías para optimizar el funcionamiento de los autónomos y las pymes, a través de la utilización de la tecnología digital, incorporando las TIC (Tecnologías de la información y las comunicaciones) en sus procesos. Lo que buscamos es fomentar el despliegue de redes ultrarrápidas, desarrollar la economía digital, mejorar la administración electrónica y los servicios públicos digitales, reforzar la confianza en el ámbito digital, impulsar la I+D+I en las industrias de futuro en todos los sectores estratégicos en los que estamos inmersos y apoyar la inclusión digital y la formación de nuevos profesionales.

Se trata en fin de apostar por un proceso imparable que es pieza clave en los planes de acción. Y también lo es para nosotros –en el Colegio– en el PDE 2020, Plan Director de Estrategia como pieza básica de nuestra visión y de nuestra misión.

Pero la Transformación Digital también debe ser la herramienta fundamental en la evolución en el campo de los servicios. Y no solo esto, también en el diseño de nuestra propia profesión. En ambos casos, la digitalización ha de interpretarse más como un proceso que como un objetivo en sí mismo.

## LAS PYMES Y LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL

En este sentido, estamos ante una iniciativa que permitirá a las pymes disponer de un asesoramiento individualizado





José Javier Díez Roncero, Juan A. Santamera y David Cierco en la jornada de presentación el pasado 11 de diciembre

en su proceso de transformación digital. Un servicio que se concretará en la realización, por parte de agentes especializados, de un Plan de digitalización para la incorporación de las TIC en sus procesos (gestión del negocio, relación con terceros, comercio electrónico, digitalización de servicios y soluciones).

La importancia del programa se centra en el desarrollo de diferentes iniciativas y ayudas para la transformación digital de las empresas. Para ello, contamos con diversos colaboradores que desarrollan planes para pymes, acercándoles la tecnología de manera amigable. Hay dos líneas fundamentales: las OTD y el programa de 'Asesores digitales'. La primera de ellas permitirá –como ya he mencionado– el acceso a las tecnologías a unas 87.000 pymes y la segunda abordará las ayudas sobre la manera más eficiente de incorporar las mismas.

Es fundamental, el capítulo de los servicios a los que pueden acceder las pymes y colegios profesionales con actividades científico-técnicas. Como hemos visto, por un lado, se desarrollarán actividades de difusión, con jornadas, talleres, desayunos informativos... y por otro, se va a ofrecer atención, apoyo y resolución de consultas en este ámbito.

A la vez, estamos profundizando en los principales sistemas de gestión empresarial que pueden ayudar a una pyme: ERP y CRM. El primero de los sistemas ayuda a gestionar el negocio poniendo el foco en asuntos estratégicos, identificando los problemas". El segundo se ocupa de la relación con el cliente y de identificar las características de cada uno de ellos.

Para acceder a estos servicios de gestión lo principal es cambiar nuestra forma de pensar. Luego hay que elegir el software más adecuado para que nos acompañe durante los próximos 10 o 15 años de nuestro negocio. La elección se debe hacer en función de los requerimientos y las necesidades del sector en el que trabajemos.

También es clave la aplicación de la metodología BIM en los procesos de digitalización que afectan a empresas de ingeniería en materia de construcción y obra pública. La transformación digital se debe entender como una revolución focalizada en el dato y al BIM como una metodología basada en la gestión de la información digital. La cuestión ahora es integrar esos datos, toda esa información, y darle utilidad. Además, debemos tener en cuenta la necesidad de que la administración pública ejerza su fuerza tractora y que adquiera un papel importante de liderazgo.

Sobre el acceso de las pymes a la contratación pública, debemos pensar en la necesidad de introducir la metodología BIM en la Ley de Contratos del Sector Público, en un proceso progresivo en el que se ha ido dando entrada a los distintos actores. Ahora las pymes están integradas en el proceso porque trabajan en la cadena de valor de grandes empresas. Por tanto, la adaptación es fundamental para no generar efectos barrera de entrada.

La realidad es que las tecnologías emergentes como apoyo a las pymes podrán realizar un cambio de modelo productivo. El binomio pymes y mundo digital no es nuevo, viene de lejos. Esas tecnologías siempre han estado ahí, pero

se ha producido un cambio en la mentalidad empresarial, basado ahora en la colaboración. Contamos con servicios que hacen que el coste de poner en marcha una empresa innovadora sea menor. Hablamos de servicios, ahora más especializados, que van desde el internet de alta velocidad con una componente de movilidad hasta la inteligencia artificial o el *blockchain*.

Debemos prestar atención la ciberseguridad: tenemos que ser conscientes de que los datos tienen que estar protegidos. Se trata de una amenaza real para cualquier pyme, ya que antes o después cualquier empresa digital está sujeta a ataques tanto internos como externos.

Las organizaciones se están tomando en serio la transformación digital, y se ha duplicado la cantidad de compañías que están buscando nuevos modelos de negocio o que introducirán nuevos productos y servicios digitales en los próximos meses y años.

Por eso, afirmamos sin ninguna limitación, que la Transformación Digital reinventa la dinámica de las organizaciones para adaptarlas a las necesidades del presente, pero sobre todo y especialmente, del futuro.

Y a la vez, estamos hablando de un proceso imparable que es pieza clave en los planes de acción, por ejemplo, lo es para nosotros –en el Colegio– en el PDE 2020, Plan Director de Estrategia como pieza básica de nuestra visión y de nuestra misión.

Lo que buscamos es fomentar el despliegue de redes ultrarrápidas, desarrollar la economía digital, mejorar la administración electrónica y los servicios públicos digitales, reforzar la confianza en el ámbito digital, impulsar la I+D+I en las industrias de futuro en todos los sectores estratégicos en

los que estamos inmersos y apoyar la inclusión digital y la formación de nuevos profesionales TIC (Tecnologías de la información y las comunicaciones).

Estamos ante una iniciativa que permitirá a las pymes disponer de un asesoramiento individualizado en su proceso de transformación digital. Un servicio que se concretará en la realización, por parte de agentes especializados, de un Plan de digitalización para la incorporación de las TIC en sus procesos (gestión del negocio, relación con terceros, comercio electrónico, digitalización de servicios y soluciones).

La iniciativa supone la puesta en marcha de este Programa, financiado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), a cargo del Programa Operativo de Crecimiento Inteligente, ya que Europa es la tercera región en cuanto a gasto en transformación digital, precedida por Estados Unidos y China.

Ninguna empresa es realmente capaz de transformarse si sus líderes no han entendido la importancia de la Transformación Digital y, a la vez, si no han transformado su relación personal con la tecnología.

Es primordial utilizar herramientas diagnósticas que permitan evaluar la situación de cada compañía, entender con qué se cuenta, conocer el esfuerzo que será necesario abordar y cómo están con respecto al resto del mercado, a qué pueden aspirar y cuánto les va a costar en términos de esfuerzo. Además de herramientas diagnósticas, es preciso utilizar otras que permitan entender qué variables, qué ejes de la transformación adquieren mayor importancia.

La Transformación Digital representa entender la ola completa de tecnologías, el conjunto de innovaciones que cam-



David Bayón, Yolanda Echarte, Víctor Izquierdo, Jorge Torrico y César Pérez-Chirinos en la mesa redonda que cerraba la presentación de la OTD

bian la realidad de las personas y las empresas. Al mismo tiempo, entenderlo, adaptarse y ser capaz de rentabilizar el proceso. La relación de avances transformadores es extensa: la ciencia de datos, el Internet de las cosas, la inteligencia artificial, los *smartphones*, la nube, la conducción autónoma y los cambios en la movilidad urbana, la realidad virtual y la aumentada, la robótica, los drones...

El cambio que introduce la Transformación Digital no es realmente sólo tecnológico sino que comporta cambios en la actitud de las personas y conduce a una verdadera reinención o, al menos, a un replanteamiento integral, de las organizaciones que han venido actuando en el mercado global.

Sea cual sea el tamaño de la empresa o la institución, la transformación tiene siempre que tener un motivo, un planteamiento estratégico. Es preciso tener claro para qué se quiere cambiar. Lo primero es escuchar a los clientes o, en nuestro caso, los destinatarios de los servicios que prestamos. Y claro, no olvidar a los que queremos que sean clientes o, en nuestro caso, los colegiados. Pero no solo esto, estamos hablando de un nuevo modelo. Ver cómo se percibe la marca y cómo mejorar la relación con los receptores de los servicios, a través de la tecnología. La tendencia ahora mismo es esa, no mirar al interior, a los procesos de la compañía, o, al menos, no hacerlo en exclusiva; sino pensar en las personas e interpretar sus deseos y necesidades; que, al final, son los que deciden, son los consumidores, los destinatarios últimos de los servicios que prestamos, los colegiados y los futuros colegiados, en el caso de nuestra institución.

La Transformación Digital, en este sentido, no incide en las tecnologías utilizadas, que son externas a la gestión, sino en el hecho de utilizarlas para desarrollar los fines de la organización. Por eso se ha dicho, y con razón, que la Transformación

Digital reconstruye las dinámicas de las organizaciones para adaptarlas a las necesidades del presente y del futuro.

La Transformación Digital constituye un elemento esencial en los planes de negocio de las empresas y constituye una herramienta fundamental en la evolución de las organizaciones de servicios. En consecuencia, la digitalización ha de interpretarse más como un proceso que como un objetivo en sí mismo.

### LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN EL COLEGIO Y EN LA INGENIERÍA DE CAMINOS

Hay grandes ámbitos de la actuación del Colegio, como el Empleo, la Formación o el Visado, en que la Transformación Digital ofrece grandes ventajas a los usuarios y la economía en general.

La mayor parte de los ingenieros de Caminos se subirán al tren en marcha de la Transformación Digital con gran facilidad, pero al Colegio corresponde extender los nuevos hábitos a todo el colectivo para que participen en los procesos de actualización y no queden apeados de una realidad cambiante y que avanza cada vez a mayor velocidad.

En la Unión Europea y en sus organizaciones debemos impulsar la transformación digital para que seamos capaces de aprovechar las ventajas de la llamada cuarta revolución digital, lo que nos llevará a avanzar, sin pausa, hacia un mercado único digital. En esta nueva realidad, el Colegio se convierte en el motor para apoyar que el conjunto de la profesión de ingenieros de Caminos impulse el cambio en sectores estratégicos fundamentales para el desarrollo económico. Es lo que vamos a hacer con la Oficina que hemos creado y con la que estamos comprometidos. 📍



Celia Ferrero, José Polimón y José Javier Díez Roncero en la jornada sobre Sistemas de Planificación de Recursos Empresariales (ERP) el 17 de enero





Parte I

**COYUNTURA**



RAFAEL  
**Fernández  
de Alarcón**

Vocal del Comité de Transportes del Colegio  
de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Planificar y gestionar  
**la movilidad  
urbana**



**RESUMEN**

El tráfico urbano es un efecto de cómo es cada ciudad, y de las decisiones tomadas para gestionar sus vías públicas.

Cada vez son más frecuentes decisiones urbanísticas que pretenden mejorar la ciudad a base de suprimir el uso del automóvil con efectos positivos, pero también con efectos negativos sobre la seguridad del tráfico, o sobre la habitabilidad de algunas áreas centrales de muchas ciudades.

Desde la ingeniería se pueden aportar técnicas para evitar estos efectos negativos

Por ello, el éxito de las decisiones que tomen las autoridades sobre la movilidad urbana será más elevado y permanente si se diseñan con ayuda de la ingeniería especializada en tráfico y transportes.

**PALABRAS CLAVE**

Movilidad, tráfico urbano, ciudad, automóvil, ingeniería, transporte

**ABSTRACT**

*Urban traffic is the result of the form of each city and the decisions taken to manage its roads.*

*Town planners are increasingly considering the banning of vehicles in an attempt to improve our cities, and often with positive results. However, this also has negative effects on traffic safety or on the habitability of certain central areas in many cities.*

*Transport engineering can offer technical solutions to avoid these negative effects.*

*In this way, the success of the decisions taken by the authorities on urban mobility would be greater and more permanent if these were designed with the assistance of specialised traffic and transportation engineering.*

**KEYWORDS**

*Mobility, urban traffic, city, vehicle, engineering, transport*

## La ingeniería puede ofrecer a la sociedad alternativas eficientes para repartir el espacio urbano entre los modos de tráfico



El tráfico urbano es un efecto de las características de cada ciudad; de su tamaño, de su forma, de las características de su red viaria, del número y la densidad de sus habitantes, de su expansión, del entorno metropolitano de la ciudad, de la situación, características y antigüedad de su centro histórico, de su actividad económica, de las formas y horarios de vida y actividad de su población, pero también será condicionado por las técnicas y estrategias urbanísticas, por la planificación e inversión en medios de transporte, y por la gestión de la vía pública para cada uno de los modos que utilizan los ciudadanos para su movilidad.

Algunos de estos factores son históricos, pero otros están vivos; hoy la política y la gestión de la vía pública están influyendo considerablemente en el tráfico, y por ello en la calidad de vida y en la economía de los habitantes de cada ciudad. Muchos foros, artículos de opinión, debates ciudadanos o políticos afirman que “la movilidad en las ciudades es uno de los pilares fundamentales para alcanzar una ciudad sostenible y habitable”

El desarrollo de las Ciudades ha estado desde siempre muy influenciado por las tecnologías disponibles para la comunicación, el transporte y la defensa; desde los tiempos en los que la defensa era lo más importante, y la población se asentaba en lugares difícilmente atacables, lo que coincidía frecuentemente con la dificultad para acceder, derivada de la situación de la Ciudad, a veces potenciada por murallas, fosos,... hasta los tiempos en los que la accesibilidad empezó a ser una herramienta imprescindible para que una ciudad tuviera un mercado importante, al que fueran a comprar y vender los agricultores de su entorno, o los comerciantes de su región,..., y las ciudades crecieron, ocuparon los terrenos próximos, y las distancias de los viajes diarios aumentaron, haciendo necesarios medios mecánicos de transporte para acceder al centro económico de muchas ciudades.

La revolución industrial, los tranvías, la radio, el ferrocarril metropolitano, la televisión, la generalización del uso del automóvil, el ordenador personal, el teléfono móvil, la digitalización... son

algunos de los elementos, causas y efectos de la innovación y desarrollo tecnológico que en los últimos siglos más han influido en el aumento de la capacidad y la velocidad de las comunicaciones físicas o virtuales entre las personas.

La ingeniería de tráfico surgió a mitad del siglo XX cuando los problemas causados por la concentración de vehículos rebasaron los límites que la ciudad tradicional les permitía...

Las administraciones municipales de las principales ciudades del mundo empezaron a contar con el servicio de ingenieros especialistas que influyeron en la planificación y la gestión de la ciudad, y consiguieron en muchos lugares resultados muy positivos en la mejora de la accesibilidad, que influyeron en el crecimiento de las ciudades y en la seguridad del tráfico.

Cada técnica tiene sus efectos; y el incremento de la accesibilidad y de la movilidad provocaba en muchas ocasiones congestión, ruido, contaminación, ..., y la ingeniería de tráfico,



ampliando sus cimientos con el análisis sociológico, consideró necesario establecer en algunos lugares medidas correctoras para asignar el reducido espacio viario, a aquellos modos de transporte más eficientes y que la sociedad demandaba.

Algunas de esas medidas correctoras, entre ellas el establecimiento de calles y carriles destinados exclusivamente a los transportes públicos, el peaje del tráfico de automóviles en algunas zonas, la financiación pública de una parte de los costes derivados de la mejora en la oferta del transporte colectivo para hacerlo más atractivo para el ciudadano, el parquímetro, o la reducción de los espacios destinados al estacionamiento en las áreas congestionadas de las ciudades, han sido medidas aplicadas en muchas ciudades y áreas metropolitanas, procurando que los demandantes de movilidad en las ciudades, eligieran voluntariamente como medio para acceder a los centros urbanos los medios disponibles de transporte colectivo, que en muchos lugares habían sido muy mejorados en capacidad y comodidad.

La ingeniería de tráfico y transporte diseñaba y utilizaba técnicas destinadas a dar prioridades de uso de la vía pública a los modos de transporte colectivo que permiten más movilidad y consumen menor espacio viario por viajero.

Pero la ingeniería de tráfico no sólo ha intentado mejorar la circulación de vehículos automóviles, sino que sus textos también contienen capítulos específicos destinados a mejorar la facilidad de uso de las calles para los peatones y ciclistas, para protegerles de la inseguridad de tráfico, para reducir la congestión, o para minimizar el ruido y la contaminación ambiental.

La ingeniería de tráfico, ahora llamada frecuentemente ingeniería de la movilidad, ha venido contribuyendo a la recuperación de la Ciudad como lugar de encuentro, diálogo y convivencia entre los ciudadanos, diseñando y gestionando soluciones a la movilidad destinadas a mejorar la seguridad, salud y el confort de los habitantes de las ciudades; priorizando en muchos lugares el tráfico de peatones frente al de los vehículos.



En los últimos años, la ingeniería de tráfico, utilizando la evolución tecnológica, la digitalización, la matemática,... está aportando modelos y técnicas diversas para facilitar la orientación de los conductores, automatizar la conducción de automóviles, prevenir accidentes, mejorar la capacidad de nuestras calles,... y reducir la contaminación de la atmósfera, todas ellas positivas,

Pero no siempre está siendo utilizada esta tecnología; son cada vez más frecuentes decisiones urbanísticas en muchas ciudades que sin análisis suficientemente técnicos consideran que la única solución para conseguir mayor calidad de vida en muchas aglomeraciones urbanas es suprimir casi totalmente el automóvil en la ciudad, sin dar alternativas al uso del vehículo privado.

Las últimas decisiones de movilidad de algunos ayuntamientos españoles son un ejemplo de un proceso que necesita a nuestro juicio de mayor tecnificación.

Los efectos ya están siendo visibles; muchos son positivos; se ha facilitado el paseo, cruzar las calles es una acción más sencilla, el ruido y la contaminación son menores, los semáforos, ya no son tan necesarios para cruzar algunas calles,....

Pero también son evidentes en algunos barrios y ciudades algunos efectos no deseados sobre la seguridad del tráfico, o sobre el atractivo de muchas áreas centrales de algunas ciudades para ser habitables, o para albergar actividades terciarias, lo que muchas veces es proporcional a la cómoda y rápida accesibilidad a esos lugares.

Por ello nos preocupan algunas estrategias y acciones destinadas a la mejora del medio ambiente, o a la pacificación de la ciudad que hoy se venden como correctas de forma generalizada, y que pueden causar problemas si no se tienen en cuenta las tecnologías de diseño de la red viaria destinadas a la mejora de la seguridad de tráfico, o cuando la superficie viaria es escasa y se reservan espacios al ciclista o al peatón a costa de hacer más lenta la accesibilidad al centro en autobús...

En cuanto a los efectos sobre la seguridad de los ciudadanos, debe tenerse en cuenta que las medidas tomadas para favorecer el tráfico de bicicletas o patines pueden producir un incremento de los accidentes, o de su peligrosidad, porque los usuarios de esos modos de desplazamiento están menos protegidos que los usuarios de medios mecánicos con carrocería, o porque los riesgos de choque con peatones u otros vehículos pueden ser más frecuentes

A este respecto podemos aportar desde la ingeniería de tráfico algunas técnicas; entre ellas:

- La implantación de carriles de bicicletas aumenta las posibilidades de conflicto o accidente en los giros y cruces de calzada, e influye considerablemente en el incremento del número de puntos de conflicto en las intersecciones, aumentando las posibilidades de interferencias e incluso choques entre unos y otros.
- Cuando se implantan carriles de bicicletas en doble dirección, inmediatas a algunas calzadas destinadas al tráfico, en las que hay circulación en sentido contrario, aumenta exponencialmente el número de posibilidades de que el ciclista sufra un accidente.
- Cuando se implanta un carril de bicicletas que reduce la capacidad o velocidad de acceso del transporte colectivo que accede al centro por una arteria de tráfico se reduce considerablemente el uso de las líneas de transporte colectivo que acceden al centro, y se puede llegar a reducir la vitalidad de ese centro urbano, por aumentar el tiempo necesario para llegar a ese centro urbano
- Los puntos de conflicto son exponencialmente mayores si confluyen bicicletas o patines con peatones, o cuando en las calles pasean niños,...
- Las decisiones que permiten circular a las bicicletas por calzadas de un solo carril, en sentido contrario al de la marcha, provocarán sin duda un incremento de accidentes, tanto más, si los peatones pueden cruzar por cualquier punto de las calles.

En cuanto a los efectos sobre el posible deterioro económico y social de algunas áreas urbanas, también queremos aportar nuestra experiencia técnica:

En algunas ciudades españolas, que cuentan con una red viaria central estrecha y poco capaz, se está destinando a la bicicleta más del 30% del reducido espacio urbano disponible en las calles que permiten acceder al centro de una ciudad, cuando ese modo de transporte difícilmente llegará a servir a un 5% de las personas que quieren acceder a los centros de la ciudad a lo largo del año.

Cuando esas prioridades a los ciclistas en un reducido espacio vial, provocan que los autobuses se vean afectados en su accesibilidad, y más en las ciudades o barrios que no cuentan con metro o tranvías, se puede estar reduciendo el número de personas que pasean por el centro, sencillamente porque una parte de los paseantes van sustituyendo su deseo de acceder al centro urbano tradicional de la ciudad para pasear o comprar, por el acceso a los nuevos centros comerciales del entorno de sus ciudades.

Si la mejora del uso peatonal de las áreas centrales de muchas ciudades ha podido animar una parte de la ciudad en algunas horas del día, o cuando el atractivo del centro urbano es tan grande que el cambio del modo de transporte no ha producido problemas en la capacidad de acceso de los ciudadanos a las actividades comerciales, financieras o culturales que eligen el centro de la ciudad para su implantación, y la actividad económica no ha decaído ni va a decaer por ello en esa ciudad, las decisiones de pacificación del tráfico urbano están siendo sin duda acertadas

Pero los efectos pueden no ser positivos para la ciudad si se produce una reducción de los residentes de áreas centrales o próximas al centro, y a la reducción de la actividad comercial en estas áreas urbanas, lo que es seguro si la obstrucción al tráfico privado no se compensa con una importante mejora de calidad en los accesos al centro mediante transporte colectivo, o si no se cuida el acceso motorizado de los residentes.

Es esta una de las razones por las que en algunos casos han comenzado los procesos de deterioro económico y social de algunos centros urbanos, y que ese proceso pueda llegar a arrastrar a que toda la ciudad pierda atractivo, actividad terciaria, industria, servicios de transporte, vuelos directos desde su aeropuerto,....

Algunos Ingenieros han podido aportar teorías técnicas, avaladas empíricamente que conviene tener en cuenta; entre ellas como ejemplo las siguientes:

- La generación de tráfico urbano, y su distribución en modos de transporte está condicionada por la situación, características y antigüedad de sus centros históricos y de su actividad económica, los usos, el nivel económico, y las formas y horarios de vida y actividad de su población, pero también por la oferta de transporte y la capacidad de tráfico de la red viaria de cada ciudad.
- La reducción de la capacidad o velocidad de acceso a las zonas de la ciudad que son peatonalizadas no hace la ciudad más atractiva para la reutilización de las viviendas abandonadas, o para mantener puestos de trabajo en los centros históricos.
- En algunos lugares, centros y barrios se observa que el área protegida del tráfico sufre de algunos problemas, cuando se hace notorio que se vacían algunos locales comerciales que antes “daban vida” al centro,..., y no se está consiguiendo que las viviendas existentes en estas zonas vuelvan a ser ocupadas, quizás porque el número de familias que desea vivir en áreas urbanas a las que cuesta acceder en coche, o aparcarlo, se reducen,....,
- La caída del comercio tradicional en los centros históricos de las ciudades es proporcional a la dificultad de acceso o al alejamiento de los domicilios del centro, lo que a su vez se potencia por la reducción de la accesibilidad en automóvil a esas zonas urbanas
- Los costes de muchos servicios en una ciudad (el transporte, la limpieza de las calles, la distribución de mercancías, los servicios de emergencias, de atención o protección civil,..) son di-



rectamente dependientes de los tiempos necesarios para prestar el servicio, y esos tiempos son dependientes de la velocidad media del tráfico, a su vez dependiente de la congestión, de las velocidades máximas autorizadas para la circulación...

- Algunos expertos consideran que “actualmente se dibuja un escenario emergente en el que la movilidad a demanda, el uso compartido, los medios personales de locomoción, el suministro a domicilio... van a reducir la movilidad física”, mientras que otros opinan que pese a esas tendencias, el modelo disperso de distribución de usos del suelo en el territorio seguirá produciendo un incremento de demanda de movilidad

Tampoco están demostradas algunas teorías muy utilizadas, como la de que “la reducción de velocidad en muchas calles de un sólo carril de nuestras ciudades, desde los 50 a los 30 km/hora, vaya a reducir la contaminación ambiental de nuestras ciudades”

Por ello, y por muchas otras razones, parece necesario que se analicen téc-

nicamente y con ayuda de la ingeniería experimentada los efectos que pueden producirse sobre la vida de las personas que la habitan y sobre la ordenación territorial, el urbanismo y la economía de la Ciudad antes de cualquier decisión que pretenda producir un cambio radical en los medios de transporte a utilizar, y afecte a la capacidad de acceso de personas al centro de las ciudades

En síntesis, queremos afirmar que las decisiones sobre el diseño y la gestión de la movilidad de cada ciudad deben ser estudiadas y gestionadas a la medida, y condicionadas por la historia, el tamaño y las condiciones físicas de cada Ciudad, y en función de los objetivos que se establezcan por los responsables para sus habitantes, y su futuro, pero en cualquier caso serán más acertadas y eficientes si se diseñan con ayuda de la ingeniería especializada en tráfico y transportes, que puede analizar con éxito cuáles serán los efectos de las acciones que puedan tomarse para la gestión de la movilidad, y diseñar medidas que faciliten la consecución de los objetivos ambientales o económicos deseados. 📍

# la disrupción digital

## RESUMEN

Una de las mayores compañías de transporte del mundo no tiene un solo vehículo (Uber), Bla Bla Car mueve millones de pasajeros eficientemente con sólo una aplicación. Finanzas, Turismo, Industrias Culturales han visto afectados su modelo de negocio por la disrupción digital. ¿Va a afectar ésta a la ingeniería civil? ¡Pues claro!

La ingeniería civil es capaz de modelizar millones de datos para la gestión –p.e. el SAIH en Confederaciones Hidrográficas-, pero necesita elaborar nuevos modelos de negocio y servicio asociados a la transformación digital que llega para quedarse y que permitirá:

- Mejorar la planificación y la gestión. (p.e. decisiones de inversión en infraestructuras en función de volumen de tráfico de voz y datos entre cada ciudad o barrio, anticipar la demanda de servicios urbanos en verano en una ciudad en función de las búsquedas en Google...).

- Generar nuevos modelos de negocio y servicios. Google recorrió una vez con un coche las ciudades y creó Street View. Los gestores de infraestructuras tienen y pueden obtener datos para generar nuevos servicios.

- Mejorar la comunicación con los ciudadanos.

La ingeniería civil tiene una oportunidad de aprovechar esta disrupción ofreciendo soluciones de alto valor económico y baja huella de carbono.

## PALABRAS CLAVE

Disrupción digital, ingeniería civil, planificación y gestión, nuevos modelos de negocio, comunicación

## ABSTRACT

*One of the worlds largest transport companies (Uber) does not own a single vehicle, BlaBlaCar efficiently transports millions of passengers with just one application. Finance, Tourism and Cultural Industries have all seen their business models affected by digital disruption. Will this affect civil engineering as well? Of course it will!*

*Civil engineering is capable of modelling millions of items of data for management purposes – e.g. the Automated Hydrologic Information System (SAIH) employed by the Spanish Water Boards – but needs to prepare new business and service models associated with the digital transformation that is here to stay and which would allow:*

- *Improved planning and management (e.g. decisions on investment in infrastructure in accordance with voice and data traffic volume between each city or district, forecasting summer demand for urban services in a city on the basis of Google searches...).*

- *The creation of new business models and services. Google vehicles drove through cities and urban areas and created Street View. Infrastructure managers can and should obtain data to generate new services.*

- *Improve communications with the population.*

*Civil engineering has the chance to use this disruption and offer solutions of high economic value and low carbon footprint.*

## KEYWORDS

*Digital disruption, civil engineering, planning and management, new business models, communications*

JOSÉ TOMÁS  
Gómez

Ingeniero de Caminos,  
Canales y Puertos.  
Fundador de Horizonte2020.net

# 1 ¿Por qué todo el mundo habla de la transformación digital? ¿Puede la disrupción digital afectar a la ingeniería civil?

Sabemos que una de las mayores empresas de transporte del mundo no tiene un solo vehículo (Uber). La mayor empresa de alojamientos no tiene un solo hotel (Airbnb), se dedican a comerciar con datos. Oímos que “los datos son el petróleo del siglo XXI”, que BBVA se declara una empresa de software y que renueva su cúpula para que sea más digital, vemos que Iberia subasta los vuelos. Frente a webs de búsqueda que sustituyen a los anuncios de periódicos Jobandtalent gestionada datos y atrae a grandes inversores.

Entidades bancarias usan los datos de compra con tarjetas para ofrecerlos a empresas turísticas y otros negocios.

Grupos de música organizan conciertos en función de número de reproducciones de Spotify en cada localidad. Aseguradoras con tarifa variable en función del uso del coche usando un chip. Líneas aéreas subastando los vuelos. Analizando las llamadas telefónicas en una ciudad se puede obtener el origen de visitantes extranjeros, y una cadena hotelera puede hacer una campaña específica, p.e. para clientes chinos.

¿Va afectar esto al sector de la ingeniería civil?... ¡¡Pues claro!! La ingeniería civil –según la Real Academia, civil es un adjetivo que significa perteneciente a la ciudad o a los ciudadanos-, tiene una oportunidad para ofrecer mejores servicios a estos ciudadanos. Los titulares y operadores de infraestructuras públi-

cas manejan, tienen acceso o pueden capturar millones de datos –desplazamientos y movimientos de personas y mercancías, consumo de agua, flujo de residuos urbanos, temperaturas, clima, estado de los viales, parques,...-. Se trata ahora de convertir esos datos en oportunidades de negocio y mejora de servicio a los ciudadanos.

Pero además, miles de equipos y personas recorren las ciudades y sus infraestructuras de conexión, para realizar actividades de mantenimiento y operación, y podrían obtener más datos. Miles de activos físicos públicos –desde luminarias, pavimentos, jardines,...- podrán gracias al llamado internet de las cosas (Internet of Things, IoT), capturar nuevos datos y gestionar más y mejor información.

Pero el sector de ingeniería civil también podría usar datos de otras fuentes para ser más eficiente. Algunas cadenas de hoteles usan las búsquedas en Google de determinados destinos para prever la demanda de plazas u ofrecer paquetes. Google tiene un servicio que se llama *destination trends*, que ayuda a las compañías aéreas y a los hoteles para prever servicios con esta información anticipada. Tal vez podría hacerse lo mismo con la demanda de agua, de retirada de residuos o el mantenimiento de jardines en zonas turísticas. Esta información podría ser de utilidad a los operadores de infraestructuras públicas.

La ingeniería civil tiene mucha experiencia en manejar datos para el diseño y la gestión de infraestructuras públicas. El sistema SAIH que emplean con éxito las Confederaciones Hidrográficas es un magnífico ejemplo.

Este sistema, con sensores a lo largo de la cuenca, transmite y gestiona información y datos en tiempo real para la toma de decisiones. Esta experiencia de éxito, sin duda puede extenderse a muchos más actividades, teniendo en cuenta el alto grado de penetración de *smartphones* y el descenso en el precio de los sensores.

Los peajes variables, manejando información del tráfico en tiempo real, son también una buena muestra de las inmensas posibilidades que la gestión de la información y datos a través de las herramientas digitales.

Por esta razón, estos activos digitales van a ser muy importantes en cualquier corporación titular u operadora de infraestructuras públicas.

Vemos ejemplos por todos lados. Los titulares y operadores de infraestructuras públicas podrán usar los datos para evolucionar hacia enfoques de demanda en vez de oferta estática de servicios, para ser más eficiente y gestionar mejor esta demanda de movilidad, transporte, agua o recogida de residuos. También se podrán gestionar mejor los costes de operación. Usar mejor los datos servirá también para diferenciarse, y para generar nuevas líneas de negocio y nuevos servicios, por ejemplo, ofrecer a terceros datos bien estructurados, o aliarse con otras compañías para evolucionar de productos (p.e. agua) a más servicios.

Además como veremos en el siguiente punto, los activos digitales colaboran en el desarrollo sostenible al generar la mejor información disponible para la toma de decisiones.



## **2 ¿Podemos ampliar la capacidad de una vía sin añadir un metro de pavimento y disminuyendo las emisiones, con una aplicación? ¿Cómo afecta la economía colaborativa al sector de la ingeniería civil?**

Las aplicaciones de economía colaborativa están suponiendo una disrupción. Estas aplicaciones hacen visible y disponible información oculta hasta ahora. La diferencia de esta disrupción es que hasta ahora, la información era generada y distribuida por los operadores hacia los usuarios. Con la economía colaborativa a través de herramientas digitales, son los propios ciudadanos los que generan y usan la información. Esto está siendo un nicho de negocio para ciertas compañías de comercio de datos. El sector de la ingeniería civil sin embargo, no debería quedarse al margen. Es el más preparado para abordar los problemas de los ciudadanos en materia de transporte, agua, residuos, etc. Las herramientas digitales han de ser consideradas tan esenciales como las infraestructuras físicas. Veamos ahora dos ejemplos de soluciones que permiten ampliar la capacidad de las infraestructuras y su eficiencia a través de aplicaciones. Estas aplicaciones colaboran al desarrollo sostenible al buscar la eficiencia a través del uso de la información que generan los propios usuarios.

El primer ejemplo es el sector de los vehículos compartidos. Específicamente por su éxito vamos a ver el caso de viajes en vehículos con capacidad sobrante. Es el caso de éxito de Bla Bla car. Un conductor realiza un determinado viaje entre ciudades –por trabajo por ejemplo–, bien periódica o esporádicamente. Ofrece, en la aplicación, los asientos disponibles, a cambio de compartir los gastos del viaje, y otras personas pueden contactar con él para realizar el viaje compartiendo estos gastos. Los gestores de la aplicación cobran una pequeña comisión y todos ganan. El conductor reduce sus costes así como los pasajeros. La carretera está menos congestionada.

Hay menos emisiones. Hay menos consumos. El viaje es más eficiente. Lo que realmente ocurre es que la capacidad de la vía no la hemos de medir en vehículos, sino en el número de ciudadanos que

es capaz de transportar. Aumentando la ocupación del vehículo se aumenta la capacidad de la vía sin construir un solo metro cúbico de pavimento. Además de proporcionar soluciones de movilidad de coste reducido a los usuarios, en realidad se está aumentando la capacidad de las vías y disminuyendo las emisiones. Una segunda opción son los coches compartidos, que se usan entre varios conductores cuando el usuario principal no necesita el vehículo durante toda la jornada. Para ello se usa una aplicación. De esta manera se permiten los mismos trayectos con menos vehículos circulando. ¿Por qué no han salido estas soluciones del sector de la ingeniería civil?

El segundo ejemplo de mejora de la eficiencia, la disminución de emisiones y de consumo de tiempo son las aplicaciones de economía colaborativa, referidas al hecho de compartir información sobre el estado del tráfico en tiempo real. Igual que ciertos taxistas compartían su información sobre la mejor ruta a seguir en un momento, dado a través de la interfonía, ahora, ciertas aplicaciones –como Waze–, permiten crear una comunidad que comparte información local en tiempo real del estado del tráfico; embotellamientos, accidentes, generando también mapas. Esta tipo de aplicaciones son sin duda –aparte de su posible explotación comercial una ayuda al mejor uso de la red, al aumento real de la capacidad de la misma, y a la reducción de tiempos de viaje, consumos, emisiones, desgastes, colaborando en la mejora de la sostenibilidad y la movilidad de la ciudad.

¿Por qué no ha salido esta solución del sector de la ingeniería civil?

En la economía colaborativa participan los ciudadanos, que son los destinatarios de las infraestructuras públicas.

Las herramientas digitales colaboran con los fines de la ingeniería civil. La disrupción digital puede colaborar mucho más al desarrollo sostenible que otras iniciativas basadas en un mayor cuidado en el diseño de infraestructuras. Por tanto, una aplicación, unos servidores, una empresa y unos usuarios son capaces de aumentar la capacidad de las infraestructuras, sin necesidad de ampliarlas. Estas soluciones deben ser consideradas por el mundo de la ingeniería civil. Además, entre las razones que esgrimen los usua-



rios de estas aplicaciones no están únicamente motivos económicos, sino favorecer la disminución de emisiones.

Es posible que en el futuro más aplicaciones impacten en el sector. Transporte, agua, mantenimiento de infraestructuras,...

El Medio Ambiente y los residuos podrían ser un gran campo de desarrollo. Si fueran visibles en una aplicación los residuos de cada empresa, tal vez, a través de una aplicación, otras empresas o re-



ciclistas podrían acceder, de una manera sencilla, a valorizar estos residuos colaborando más a la sostenibilidad.

### **3** ¿Cuáles podrían ser ejemplos prácticos de aprovechamiento de los datos y transformación digital para el sector de la ingeniería civil?

El sector de la ingeniería civil está acostumbrado a capturar datos –meteorológicos, hidrológicos, destinos,...– de

múltiples fuentes –encuestas, aforos, mediciones,...–, sin embargo, la transformación digital va a poner a disposición nuevas fuentes que podrían ser aprovechadas para...

La planificación de infraestructuras y la evaluación de la demanda:

- Desde el punto de vista de planificación de las infraestructuras, analizando las comunicaciones entre ciudades vía telefónica, transmisión de datos o vía búsquedas en google, se podría evaluar la necesidad de mejorar conexiones viarias o pronosticar el flujo de tráfico para valorar una concesión. Es decir se podría elegir si es mejor invertir en mejorar la conexión viaria de la ciudad A con la ciudad B o bien es mejor hacerlo con la ciudad C, en función de la frecuencia de llamadas telefónicas o transferencias de datos entre cada ciudad –también es aplicable entre barrios-. Telefónica asegura que puede adelantar la evolución de las exportaciones en función de los flujos telefónicos entre países. Esas técnicas se pueden emplear también para la ingeniería civil.

- Uber –la aplicación que conecta a potenciales viajeros urbanos con conductores dispuestos a llevarlos a su destino– está comenzando a compartir los datos de sus usuarios para ayudar a planificadores urbanos en EE.UU. La gestión vial se estudiará y se intentará mejorar gracias los datos que la compañía ha cedido a Boston. Tener la información de origen destino, hora, etc., de viajes urbanos reales es sin duda una información más representativa que una encuesta y puede ser muy valiosa.

- También es sabido que no es infrecuente en países en vías de desarrollo, que la telefonía móvil esté más adelantada que las redes de agua, o la gestión de residuos. Analizando el número y frecuencia de las comunicaciones telefónicas o transmisiones de datos, se podría evaluar cuál es la zona en la que merece la pena invertir en transporte urbano, redes de agua, o recogida de residuos.

- Obteniendo datos de páginas de actividades de ocio se podrían anticipar las demandas puntas de transporte.

- Igual que hacen algunas cadenas hoteleras, se puede prever y anticipar la

demanda de servicios urbanos en un periodo, por ejemplo, analizando las búsquedas de destinos para vacaciones en google. De esta manera se podrían anticipar flujos de tráfico u optimizar la capacidad de suministro de agua o recogida de residuos en una ciudad costera en un periodo determinado.

- Se pueden también optimizar la gestión de la demanda, a través de aplicaciones para servicios urbanos como agua y residuos. El usuario podría informar de que, va a estar ausente un mes, por vacaciones, por ejemplo, y tal vez se le podría hacer un descuento por reducir la demanda de disponibilidad, además podría informar del destino para tener en cuenta esta demanda en otro domicilio. O bien podría renunciar a la disponibilidad en una segunda residencia durante un cierto periodo de tiempo.

- Se podrían hacer correlaciones entre distintas variables para mejorar la eficiencia. Por ejemplo analizando los consumos de agua de una determinada calle o vecindario se puede conocer si los vecinos suelen salir los fines de semana o quedarse en su vivienda y así planificar mejor las recogidas de residuos.

La generación de datos valiosos para terceros...

- Google recorrió una vez los viales públicos de las ciudades y generó un modelo de negocio a través de Street View. Los equipos de mantenimiento de infraestructuras o los camiones que recogen los de residuos que recorren una ruta, podrían tomar fotografías del estado de las calles, de la iluminación, y generar datos valiosos, para por ejemplo, inmobiliarias, empresas de publicidad, incluso cuerpos de seguridad. También se podría usar estos camiones o vehículos que recorren diariamente las calles para, de acuerdo con empresas de comercio electrónico, distribuir paquetes.

- Esos datos útiles para terceros podrían generar un beneficio económico y social para los titulares u operadores de infraestructuras públicas. Por ejemplo se podría analizar, a través del consumo de agua horario, las calles o barrios en los hay más personas en casa los fines de semana, y vender estos datos a empresas de comidas a domicilio. También este dato podría ser útil para que un su-

permercado o un restaurante elija una calle para su ubicación, pues se podría cuantificar el uso residencial frente al terciario.

- Si tenemos los datos de consumo de agua por minutos, podríamos informar a los servicios sociales o sanitarios, si una persona que vive sola no ha hecho uso del consumo de agua por ejemplo por más de 5 horas, de manera automatizada, generando una alarma.

Y el establecimiento mejoras en la comunicación y educación de los usuarios...

- Si usamos las herramientas digitales podremos mejorar la educación de los usuarios y la eficiencia de las infraestructuras. La información digital permite –instantáneamente– mejorar el espectro de decisión del viajero.

- Se puede mejorar la relación con los ciudadanos, informándoles con una aplicación del consumo óptimo en función del número de electrodomésticos, número de personas, número de cuartos de baño, y transformando el consumo de agua de una commodity en un producto diferenciado. Se puede informar también a los consumidores preocupados de la salud de las variaciones de la composición química del agua, del estado actual de los embalses,...

- Es posible informar a los consumidores del destino particular de reciclaje de sus residuos. También se pueden bonificar a las comunidades de vecinos que más separan residuos, instalando sensores de peso, así en camiones de recogida de residuos se podría tener un mapa de volumen de residuos por edificios y optimizar la recogida. Con la información de velocidad, rutas, repostajes, etc., se pueden optimizar rutas, tamaño de vehículos, tal y como ha hecho UPS. Se pueden optimizar también los recorridos de equipos de mantenimiento de jardines, utilizando aplicaciones para que el usuario pueda avisar de cualquier tipo de problema en un parque.

- Estas interacciones con clientes, generarían impacto positivo en la percepción del usuario, valoración de la entidad y más posibilidades también de ganar concursos en el ámbito de la empresa privada, en la idea de evolucionar productos a servicios.

- Sistemas variables de oferta, como iluminación, limpieza, con tarifas también variables, podrían desarrollarse aún más con información instantánea.

## **4 ¿Por qué es necesario para el sector tener una estrategia para la gestión de los datos y la transformación digital?**

La tradición dice que los sistemas de información son un soporte al negocio y a los procesos, pero ahora ocurre que el negocio en sí o el servicio que se puede prestar a los ciudadanos puede ser la gestión de la información y los datos. Si el sector no se transforma, es posible que otros sectores puramente tecnológicos tomen completamente la iniciativa. Recordemos que Bla Bla Car o iniciativas similares de compartir vehículos podrían haber salido del sector de la ingeniería civil –público o privado-. El sector de la ingeniería civil era uno de los más preparados para desarrollar modelos de negocio basados en la cartografía, pero de nuevo el sector tecnológico ha irrumpido en esta área. Hay mucho campo por desarrollar no obstante, transporte de mercancías, multimodalidad, recogida de residuos, etc.

Si el sector de la ingeniería civil no tiene una estrategia clara, el sector tecnológico desplazará a la ingeniería civil a meros constructores. Han sido muchos los sectores hasta ahora que se han visto afectados por la revolución digital, incluso barridos. Industrias musicales y editoriales, prensa y agencias de viajes,... Recordemos que internet primero fue un escaparate para dar a conocer a las empresas, después fue un canal de venta y ahora es incluso una amenaza para muchos sectores de negocio. Internet pasó de ser algo de informáticos, a ser una herramienta del departamento comercial y de marketing y ahora es un asunto de dirección general. Por ello, es necesario tener una estrategia digital, y para ello habría que:

- Reconocer que los datos son un activo de las compañías, entidades y organizaciones.

- Preparar los sistemas de anonimización para uso legal.

- Establecer un modelo de gestión y explotación de esos activos.

- Transformar los datos en negocio o servicio público.

Hay que tener una estrategia para afrontar, en la mejor posición posible, oportunidades de negocio o servicio en todo el mundo aprovechando la transformación digital de la sociedad.

Para obtener contratos en el exterior cada vez va a ser más importante ofrecer tecnología. Competir por la construcción o servicios sin ofrecer tecnología, únicamente con capacidad y referencias, va a ser más difícil cada día. La tecnología no va a estar referida solo a los procesos, sino a la información y los datos. Los clientes y administraciones van a considerar el servicio de datos y el servicio digital como clave a la hora de las contrataciones.

Por otra parte los nativos digitales, acostumbrados a contratar a través de internet o consultar o planificar su vida usando smartphones, no entenderán que para contratar y gestionar un suministro de agua, planificar un viaje o para sus necesidades de transporte en su vida diaria en la ciudad, no estén disponibles los sistemas digitales.

Los ciudadanos cada vez son más exigentes en obtener información ambiental y sostenibilidad, quieren saver y reducir su huella de carbono y disponer de información sobre calidad de las aguas, servicios urbanos y otros. Estas y otras razones exigen al sector de la ingeniería civil un cambio en la dirección digital.

## **5 ¿Por qué es este el momento de la desarrollar estrategias digitales? ¿En qué fase estamos?**

Como decíamos antes, los expertos entienden que la primera fase de internet fue aquellas en que era importante para los ingenieros, y también para las empresas. Los servicios de informática preparaban una web en la que la empresa se presentaba como un escaparate, el ciudadano era un espectador. Hacer una web no estaba al alcance de todos. La segunda fase de internet es el internet de las personas, de las redes sociales. Todos podemos publicar e interactuar en internet para comunicarnos. En las empresas, internet pasa del departamento de informática al departamento



de marketing. Internet se convierte en un canal de venta más. La tercera fase es el internet de las cosas y de los negocios. Los objetos empiezan a conectarse con internet. Ahora el asunto de internet ha llegado a la dirección general, incluso muchas empresas ven esta fase como una potencial amenaza. Prensa, Industrias discográficas, viajes, banca o distribución han pasado o están pasando por este momento. Ningún negocio está seguro y la transformación digital ha llegado a los despachos de los consejos de administración.

Las infraestructuras públicas tienen una gran cantidad de activos físicos que podrían –con una estrategia adecuada– generar activos digitales. Los operadores y titulares de estas infraestructuras tienen una gran oportunidad.

La anticipación es una garantía de obtener ventajas competitivas en el negocio. Si otros se adelantan perderemos la oportunidad de generar valor para las organizaciones y las corporaciones del sector de la ingeniería civil. En cualquier caso, antes o después este transformación se va a dar y es mejor para cualquier entidad liderarla, que hacerlo en posición rezagada.

## 6 ¿Cómo aprovechar la financiación pública?

Sólo el programa Horizonte 2020 de la UE, dispone de más 80.000 millones de euros para proyectos de innovación, CDTI y otros organismos también ofrecen financiación para este tipo de proyectos.

La Unión Europea, es una Administración más que financiamos con nuestros impuestos, aunque la veamos normalmente muy lejana. El programa Horizonte 2020 se financia con los fondos de la UE, es decir cada país aporta en función de su riqueza, pero se distribuyen según la calidad de los proyectos presentados. Muchos los proyectos fi-



nanciables están relacionados con la ingeniería civil y la transformación digital. Por ejemplo el Reto Social 4, –transporte inteligente, ecológico e integrado–, con un presupuesto de más de 6.000 millones de euros incluye proyectos ferroviarios –infraestructura Inteligente, servicios ferroviarios inteligentes–, de carreteras –sistemas de transporte inteligente cooperativos para la movilidad segura, sin congestiones y sostenible–, movilidad urbana –conectividad e intercambio de información para la movilidad inteligente–, etc. El reto social 5, –acción por el clima, eficiencia de recursos y materias primas– dotado con más de 3.000 millones de euros 7 incluye todas las aplicaciones de tecnologías de comunicación e información para el medio ambiente. El Pilar 5 –Liderazgo industrial– tiene un presupuesto de más de 13.000 millones de euros y muchas convocatorias relacionadas con internet del futuro, big data, internet de las cosas, etc.

Los proyectos de innovación relacionados con la transformación digital son unos de los mayores candidatos a obtener financiación pública, ya que las administraciones están apoyando estas

soluciones, como también apoyan la creación de empresas líderes a nivel europeo, que puedan competir con tecnológicas norteamericanas y asiáticas.

## 7 ¿Cómo aprovechar la financiación privada?

Existen numerosas plataformas de inversión y empresas de capital riesgo que están dedicando recursos a proyectos de desarrollo de activos digitales y que podrían verse atraídos para financiar proyectos de transformación digital en la ingeniería civil. También se podrían crear nuevas sociedades conjuntas dedicadas a la explotación de los activos digitales actuales y potenciales. El sector de la ingeniería civil no debería quedarse al margen de esos fondos de inversión. La ingeniería civil –al contrario– debería presentar proyectos que podrían ser financiados de esta manera.

Se trata de considerar que al igual que el capital privado financia concesiones de infraestructuras, también puede financiar proyectos de activos digitales de la ingeniería civil.



Estos fondos, además de inyectar capital, tienen a veces experiencia en ayudar a escalar proyectos locales para un desarrollo internacional. El sector de la ingeniería civil tiene muchísima experiencia en presentar propuestas de todo tipo. Por ello no se debería dejar pasar la oportunidad de presentar proyectos relacionados con los activos digitales.

## 8 ¿Podría el sector de la ingeniería civil conectar y apoyarse en *start-ups*?

En España y otros países existen un tejido de empresas tecnológicas, *start-ups*, con las que se podrían llegar a acuerdos para desarrollar proyectos conjuntos en diversos ámbitos; mapas, transporte, salud, medio ambiente, logística, etc.

El sector de la ingeniería civil debe abrirse para ser menos endogámico. Las empresas del sector de la ingeniería civil pueden y deberían tener más interacción con estas empresas tecnológicas. El sector podría aportar su conocimiento en el desarrollo de proyectos, su cercanía con los usuarios de infraestructuras

y servicios urbanos, la capacidad de recoger millones de datos a lo largo de esas áreas públicas en las que opera, y también la experiencia en el cálculo y el manejo de millones de datos en soluciones como el sistema SAIH que utilizan las Confederaciones Hidrográficas.

## 9 ¿Cuáles son las principales barreras a la transformación digital a las empresas del sector?

La principal barrera sin duda para el sector privado de la ingeniería civil es la tradición de actuar como desarrolladores de un contrato cerrado con especificaciones. La transformación digital implica otro enfoque, - tal vez un poco más emprendedor-, en la que hay que proponer un proyecto. No obstante el sector de la ingeniería civil siempre ha demostrado que es capaz de encontrar soluciones eficaces y efectivas para distintos problemas de la ciudad y sus ciudadanos. Ahora toca también usar activos y recursos digitales para esto.

Para las Corporaciones Públicas también existen numerosas barreras. Existen algunos instrumentos -como la

compra pública innovadora-, pero no es sencillo establecer concursos para idear soluciones a problemas de la ingeniería civil usando activos digitales. El primer paso podría ser interno, desarrollando proyectos asociados a los activos digitales actuales y capturables que las Corporaciones Públicas tengan en su haber.

El sector de la ingeniería civil debe abrirse para ser menos endogámico. Las empresas de ingeniería civil deben sin duda colaborar con empresas tecnológicas. Tal vez, en determinadas circunstancias puede ser más útil una alianza entre una ingeniería, una empresa tecnológica y una operadora de infraestructuras que alianzas entre empresas similares.

## 10 ¿Cómo puede ayudar la gestión de los datos y la transformación digital a los fines del sector de la ingeniería civil?

La transformación y la gestión de datos puede ayudar a las organizaciones de la ingeniería civil en los siguientes aspectos:

- Mejorar los procesos de gestión (ahorros). Tener mejor información puede suponer una oportunidad para mejorar la eficiencia y eficacia de los procesos. El programa SAIH desarrollado por las Confederaciones Hidrográficas españolas es un ejemplo de éxito de la aplicación de tecnologías digitales a la mejora de la eficacia de los procesos. Ahora, el descenso del coste de sensores y aplicaciones y la generalización de dispositivos tipo smartphone permite ampliar la conectividad y la disponibilidad de información.

- Generar nuevas oportunidades de negocio (más líneas de negocio y más servicios a los ciudadanos). Clasificar como un activo los datos nos permite ofrecer a los ciudadanos más servicios, -por ejemplo el horario de llegada de un autobús a una parada en tiempo

real-, o nuevas oportunidades de negocio. Una empresa municipal de limpieza puede obtener día a día información que podría ser utilizada por la policía o por otras entidades. Si conocemos el uso instantáneo de agua en una vivienda, se podrían generar alarmas en caso de que un anciano habite sólo la vivienda y no use el agua en un determinado número de horas, generando un nuevo servicio.

- Mejorar el servicio prestado (diferenciación). Informar sobre el estado de las vías, la congestión, la calidad del agua, el destino de los residuos, puede diferenciar a determinados operadores de infraestructuras de otros.

- Generar valor de marca (mejores contratos). El valor de marca se configura como uno de los intangibles más importantes. Los usuarios preferirán sin duda, aquellos operadores que ofrezcan más prestaciones digitales.

- Evolucionar los productos (p.e. agua) a servicios (valor añadido). El ejemplo del suministro de agua puede ilustrar que es posible pasar de suministrar un producto –agua– a un servicio –generación de alarmas en función del uso del agua–. Es decir igual que se ha pasado del producto CD a un servicio –música en streaming como Spotify–.

## 11 ¿Cómo se lleva a cabo un proyecto de gestión de datos y transformación digital?

Para desarrollar un proyecto de transformación digital en el ámbito de la ingeniería civil se han de analizar los activos digitales existentes y aquellos que podrían añadir valor a los propósitos de cada organización. Para ello es necesario considerar a los datos no únicamente un input para los procesos, sino como el objeto de los procesos en sí. Esto supone una pequeña revolución en la que se requiere que todas las personas de la organización participen, compartan y aporten su visión, sobre todo en los siguientes puntos:

- Datos que disponemos en la organización –pública o privada–, independientemente de su uso. Tal vez estemos usando ciertos datos –p.e. consumos, aforos–, para un único propósito –p.e. facturar–. Sin embargo esos datos po-

drían tener utilidad para la organización o para terceros. Recordemos el ejemplo de que si conocemos los datos de consumo de agua por calles podremos conocer la actividad de una determinada zona, dato que puede ser útil para terceros. Es necesario identificar de manera centralidad que tipo de datos disponemos en cada organización.

- Datos a los que tenemos acceso no se están recogiendo. Este apartado puede abrirnos los ojos a nuevas formas de ingeniería civil. Como ejemplo, Google recorrió una vez con un coche que fotografiaba todo a su alrededor y generó un modelo de negocio con Street View. Numerosas compañías de mantenimiento y operación de infraestructuras tienen la posibilidad de obtener millones de datos con información valiosa de múltiples usos. Están también en disposición de utilizar numerosos activos fijos –como p.e las luminarias de una vía– o móviles –como equipos de limpieza– para obtener esa información.

- Datos de terceros que se pueden recoger y que serían de utilidad. Existen numerosas fuentes de datos públicas que podrían ser de utilidad para mejorar las operaciones. De hecho la Unión Europea tiene un portal de datos. Como comentábamos antes, las búsquedas en Google de un destino costero nos pueden ayudar a planificar la demanda de servicios, como por ejemplo residuos o abastecimiento de agua. Pero también datos de carácter privado puede ayudar a tomar determinadas decisiones de inversión. El origen y destino de llamadas telefónicas podría ayudarnos a pronosticar el tráfico entre dos barrios o ciudades a la hora de elegir una inversión.

- Datos podríamos ofrecer para llevar a cabo en una iniciativa conjunta. A veces tenemos que interconectar el sector de la ingeniería civil con otros sectores –sanidad, seguros– para hacer proyectos conjuntos en beneficio del ciudadano. Es el caso del ejemplo antes citado, si un operador tienen información sobre el consumo instantáneo de agua en un domicilio, se podría implementar un aviso si –en un periodo determinado– una persona anciana no usa el agua y lanzar una alarma a los servicios médicos. Este es un ejemplo de colaboración entre el sector de la ingeniería y de la sanidad.

- Plantear objetivos concretos de negocios o de operación. Es decir, hay que evaluar los beneficios para los ciudadanos de cada iniciativa concreta, en relación al esfuerzo para llevarlo a cabo.

- Elegir proyectos concretos y llevarlos a la acción. Estos proyectos tienen que estar definidos y valorados.

- Crear un equipo con tres partes. Una parte legal (hay que anonimizar los datos), otra tecnológica que evalúe la factibilidad y el camino para el desarrollo tecnológico, y otra comercial, que calcule el valor de la innovación y comunique a la sociedad los nuevos productos digitales.

## 12 ¿Cuál podría ser hoja de ruta factible para la transformación digital en las organizaciones del sector de la ingeniería civil?

La transformación digital en el sector debe partir de la premisa de que se trata de entender el valor de la disponibilidad de datos, de tecnología y conectividad, de manera que se pueda ofrecer mejor servicio y experiencia a los usuarios de la ingeniería civil, es decir, de la ingeniería de los ciudadanos. Las organizaciones podrían avanzar en el camino de la transformación digital una hoja de ruta que podría contar con algunos de estos puntos;

- Reconocer los datos como un activo de las organizaciones al que se le ha de extraer valor. Los datos no son únicamente un input para los procesos sino un activo al que se le ha de poner a trabajar para generar valor para el ciudadano y la organización.

- Reconocer que la transformación digital a impactar positiva o negativamente en las organizaciones. Es decir, la transformación digital de la sociedad puede trabajar a favor o en contra de las organizaciones. El transporte por taxi se ha visto amenazado por Uber, pero mañana podría emerger alguna compañía con un modelos de negocio disruptivos para medio ambiente o mantenimiento de infraestructuras y cuestionar modelos actuales.

- Reconocer que los puntos de contacto con el cliente y con la ciudad pueden generar nuevos negocios o servicios a partir de la ingente información disponible. La



tecnología no es sólo para comunicación o reducción de costes, puede generar nuevos servicios en el sector, a partir de la gestión inteligente de los datos. En el ámbito de internet de las cosas, el sector de la ingeniería civil está tremendamente facultado para liderar el cambio. Los viales, el mobiliario urbano, las conducciones, el tráfico,... Todos estos elementos están diseñados, operados y gobernados por el sector de la ingeniería civil, que podría aprovechar este momento.

- Identificar Director de Transformación Digital o CDO (Chief Digital Officer). A menudo se piensa que La transformación digital es el reino de la tecnología. No es así. La transformación digital debe estar liderada por aquellos directivos con visión de las necesidades de los ciudadanos. Este es un ejecutivo de negocio, no es un tecnólogo, con visión amplia y experiencia en transformación. No es un *community manager*, no es un desarrollador, es un ingeniero capaz de ofrecer nuevos servicios y experiencias a los ciudadanos.

- Establecer una estrategia de Transformación Digital. Cada empresa u organización puede tener un modelo distinto de enfocar una estrategia de transformación digital. Puede ser interna, cooperativa, externa, asociativa, pero es importante que sea adaptada a las características de cada corporación. Esta estrategia debe ser visible en toda la organización. A veces, lo más importante es que las personas que habitualmente están en contacto con los ciudadanos participen en el establecimiento de estrategias y proyectos digitales. No sirve contratar a una consultora y que haga el trabajo.

- Creación de un equipo legal (anonimización para uso con respeto a la ley), comercial y tecnológico. Estamos siempre hablando de que la transformación digital es una tarea de toda la organización, no de un departamento concreto. No sirve crear un departamento o un negociado de transformación digital. Es una tarea de equipo. La parte legal es absolutamente

imprescindible, pero la parte comercial es la más interesante. Hay que identificar los proyectos con valor apreciable por clientes y usuarios. El equipo tecnológico aportará las herramientas.

- Elaboración de un mapa de datos, actuales o potenciales con miras a creación de nuevos productos y procesos e identificación de datos de terceros. Esta fase es coherente con el reconocimiento de los datos como un activo. Al ser considerados un activo, debemos como no, inventariarlos, clasificarlos y estructurarlos. También hay que identificar los potenciales datos que pueden ser adquiridos para complementar los existentes.

- Establecer un modelo de gestión y explotación de esos activos para transformar los datos en negocio. El modelo puede ser distinto para cada corporación. Puede ser que ciertas organizaciones puedan vender los datos, otras explotarlos para ofrecer valor al cliente, otras generar proyectos cooperativos y otras obtener datos externos para mejorar los procesos.

- Identificar a diferentes socios potenciales (pueden ser compañías tecnológicas, pero también de salud, transporte, administraciones,..). Hay que abrir un poco el espectro de los potenciales socios. A veces un modelo de crecimiento de las empresas del sector de la ingeniería civil es adquirir empresas competidoras, subcontratistas o auxiliares del sector. Las administraciones confían los proyectos de transporte a empresas de ingeniería civil o constructoras. Tal vez hay que mirar también a empresas tecnológicas –como vimos en el caso de Bla Bla car–, pero también a empresas u organizaciones del mundo de la salud, de los seguros, o logísticas, como socios potenciales para desarrollar proyectos digitales.

- Generación, selección, evaluación y priorización de proyectos. En función del modelo de cada organización es necesario una rigurosa elección de los proyectos

de transformación digital a acometer, en función -como todo en todo proyecto- de la factibilidad, los beneficios potenciales y los costes previsibles.

- Selección del modelo de financiación. El modelo de financiación puede ser muy diverso. La transformación digital no tiene por qué ser cara. Comparada con otros activos físicos; maquinaria, edificios, plantas de fabricación... los activos digitales no tienen que ser onerosos. Como ya hemos señalado se puede intentar acceder a las vías de financiación pública y privada especializada, además de acudir a recursos propios. Una modalidad interesante podría ser también crear empresas filiales con activos digitales a las que puedan acudir socios con capital o tecnología.

- Medición de resultados y rendición de cuentas. Como en todo proyecto, la medición de resultados y la rendición de cuentas es totalmente imprescindible.

## 13 ¿Cómo se puede mejorar la comunicación con los usuarios a través de la transformación digital?

La transformación digital permite una comunicación directa, bidireccional y masiva entre los ciudadanos y los titulares y gestores de las infraestructuras.

La premisa de partida del sector debe ser que cuando hablamos de ingeniería civil nos debemos referir a la acepción de la Real Academia, –civil, adj., perteneciente a la ciudad o a los ciudadanos–. Si la ingeniería civil es la ingeniería que pertenece a los ciudadanos, tenemos que comunicarnos con ellos mejor. La información que tradicionalmente se intercambiaba con el usuario era a través de encuestas y aforos. Con la llegada de internet, se pudo comenzar una comunicación unidireccional para información del usuario. Sin embargo las nuevas herramientas de la segunda oleada de internet permiten nuevas posibilidades de

comunicación. Algunas entidades pres-tadoras de servicios públicos, como la policía, muestran un camino posible para conectar mejor operadores, titulares y diseñadores de infraestructuras con los ciudadanos que las usan.

Las nuevas formas de comunicación nacidas de la disrupción digital (Twitter, Facebook, *blogs*, aplicaciones para móviles, Whatsapp,.. etc.) se caracterizan por:

- Ser masivas, de gran accesibilidad a casi toda la población, incluidos todos los países en desarrollo.

- Se ubican, es decir no están ligadas a un lugar, como la correspondencia, telegrafía o telefonía fija, sino estar asociadas con las personas y por tanto ser móviles.

- Ser instantáneas.

- Ser de coste marginal cero. Es decir, un mensaje adicional no tiene coste.

- Ser múltiples. Es decir un mismo mensaje puede llegar a miles de usuarios.

- Ser bidireccional, a diferencia de radio o televisión. Estos nuevos canales de comunicación digital pueden ser usados por la ingeniería civil de manera más profusa, y es de hecho algo que está en marcha en muchos de los operadores, pero se puede mejorar aún más. Un uso adecuado de estas herramientas aporta un valor incalculable al desempeño de los operadores de las infraestructuras públicas.

Entre los potenciales mensajes que se pueden emitir en la comunicación Gestor de Infraestructura a usuario podemos señalar:

- Educación del ciudadano a la hora de usar las infraestructuras públicas, explicando el valor y funcionamiento de estas infraestructuras y creando una imagen de marca de los titulares y operadores de estas infraestructuras.

- Recomendaciones sobre el mejor uso instantáneo de una infraestructura. Es decir si una ruta es preferible, si hay un servicio poco conocido –por ejemplo una ruta de tren–, si hay novedades o discontinuidades en el servicio...

- Acciones a tomar en situaciones de emergencia; nevadas, rotura de tuberías, alarmas, accidentes, cuestiones relacionadas con la seguridad.

- Horarios, procedimientos para contratar, estado de las vías o de las infraestructuras.

Pero lo que resulta más novedoso son las grandes oportunidades para mejorar la comunicación del ciudadano hacia el gestor de infraestructura. Entre ellas estarían:

- Comunicaciones sobre el deterioro de un punto de la infraestructura.

- Accidentes, roturas, emergencias en la infraestructura.

- Quejas, sugerencias, necesidades, problemas. Esta información podría ser muy útil también para la mejora de los servicios.

Existe también la comunicación de entre usuarios, y su puesta en valor como en el caso de los coches compartidos. Esto también es extensible a mercancías, uso compartido de plazas de garaje y otros.

El uso de los canales de las redes sociales es barato, público y directo. No obstante no se deberían dejar en mano únicamente –como sucede en muchos casos– de los llamados “*community managers*”, es decir especialistas en redes sociales. Debe ser un especialista en la operación de infraestructuras el que maneje estas redes.

De mayor interés es, si cabe, la posibilidad que los propios usuarios envíen información en tiempo real. Esto sucede en los sistemas de geolocalización, tan

sencillos ahora debido a la extensión de los *smartphones*. Ya existen aplicaciones en las que los usuarios están informando de distintos aspectos de la operación de la infraestructura, de manera que se puedan tomar decisiones instantáneas conociendo –por ejemplo–, las rutas menos congestionadas en tiempo real.

Estas informaciones también pueden ser muy útiles para los planificadores urbanos y de infraestructuras.

Pero vuelve a ser más interesante aún la posibilidad de datos cruzados. Como decíamos antes, si una ciudad incrementa su tráfico telefónico con otra, estamos seguros que serán necesarias en el futuro mejores conexiones viarias con esa ciudad que, por el contrario, con una segunda ciudad con la cual decae el tráfico telefónico. Esta información podría ser útil también para planificadores.

## 14 Conclusión

Como decíamos antes, los titulares y operadores de infraestructuras públicas tienen la posibilidad de desarrollar un mundo apasionante de nuevos servicios a sus ciudadanos, aprovechando la infinidad de datos capturables y de las herramientas posibles para generar activos digitales, que trasladen el conocimiento a aplicaciones prácticas. Esta es una de las mejores vías hacia un desarrollo sostenible. Recordemos que la concienciación de los ciudadanos y la participación política de los mismos van en la dirección de preferir siempre soluciones con menos emisiones. Como declaran muchos de los usuarios de sistemas de viajes compartidos, una de las razones para elegir estas propuestas es la disminución de la huella de carbono que aportan, no únicamente el beneficio económico o la reducción del coste del transporte. El momento es ahora. Los ciudadanos nos lo demandan. 📍



GABRIEL  
**Muñoz  
Rebollo**

Arquitecto

# Pasarela de Sobrón

Pasarela modernista de 1903, en el Balneario de Sobrón (Álava), cuyo tramo central fue abatido por aguas bravas, en 2015

## RESUMEN

Primitiva obra realizada en HA, por la constructora Rebollo & Estibaus, “una de las cuatro importantes” a principio del siglo XX, iniciada tras el Puente La Peña, de Bilbao, para el ‘servicio particular’ del Balneario de Aguas Vichy Español.

El ingeniero G. Rebollo proyecta dos tramos bowstring, tipología pionera no metálica, antecedente diez años anterior al San Miguel, igualmente modernista, pero de arcos triarticulados y péndolas, y de diferente técnica y diseño al interesante puente ferroviario de Olloqui, en el Plazaola, de los mismos años. En la actualidad, desde 2015, se encuentra en semi-ruinoso, en espera de su total rehabilitación.

## PALABRAS CLAVE

Rebollo, Hennebique, Sobrón, hormigón armado, modernista, pasarela de 1903, servicio particular de Balneario, río Ebro, crecida 2015, estado ruinoso

## ABSTRACT

*Early reinforced concrete structure built by Rebollo & Estibaus, “one of the four most important” of the day, at the start of the 20th century, started after the La Peña Bridge in Bilbao, for the ‘private use’ of the Aguas Vichy Español spa resort.*

*The engineer G. Rebollo designed two bowstring sections, in an innovative non-steel form, that preceded by ten years the equally modernist bridge at San Miguel, though of tri-articulated and tied arches, and of different technique and design to the interesting Olloqui railway bridge at Plazaola, of the same period. Ever since 2015 this bridge has been in a semi-ruinous state, awaiting its total renovation.*

## KEYWORDS

*Rebollo, Hennebique, Sobrón, reinforced concrete, Modernist, 1903 footbridge, private bridge of Spa, River Ebro, 2015 floods, ruinous state*



Panorámicas ante el Puente y desde el Puente

La pasarela sobre el río Ebro, de Sobrón, es un referente primitivo y muy valioso del viaducto de Las Miguelas –realizado una década después en Huesca–, en el mismo estilo artístico, dentro de su fructífera labor pionera en el hormigón armado, con su empresa especializada: “Rebollo, y Estibaús, Sociedad Comanditaria”. Su aprendizaje en Hennebique, París, le inicia al ingeniero en el sistema

Puente arco atirantado de hormigón armado, que une territorio vasco, vinculando a la fuente de Sobrón con el manantial burgalés de Soportilla, y cuya relevante ingeniería de dos tramos *bowstring* de bella traza modernista, se identifica en la trayectoria profesional de Gabriel Rebollo Canales, con el emblemático puente oscense de San Miguel, en un interesante cuarteto al que se suman la Peña de Bilbao, y el Olloqui sobre el navarro río Leizarán

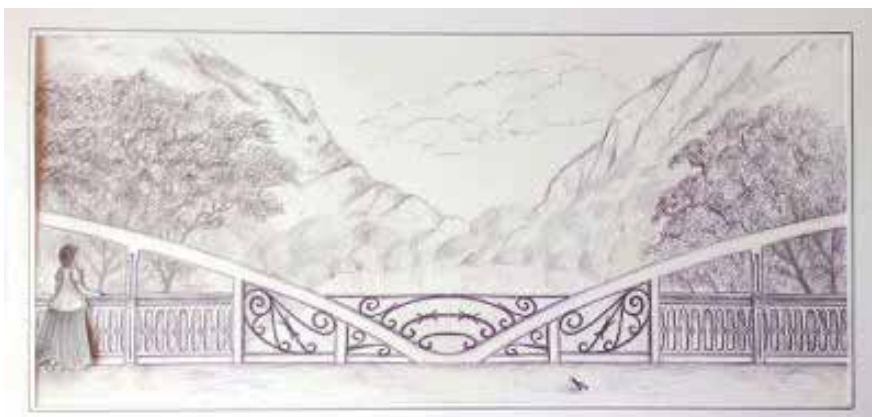
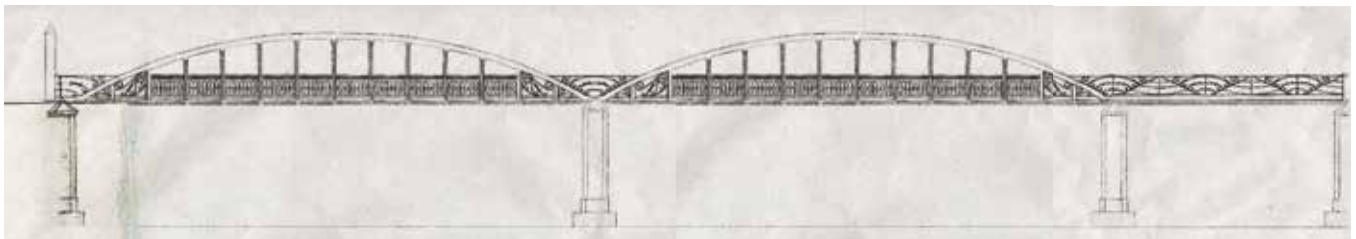
de armado bajo patente, interviniendo en el puente del Caudal de Mieres, y como colofón de su carrera, siendo consejero G. inspector de FF. CC., en el progreso del roblonado en el nuevo paso ferroviario de Tejadilla, en agujas de la Estación de Segovia, su ciudad natal.

El elegante diseño modernista de sus arcos *bowstring*, evoca en Sobrón el encanto romántico de los balneario de finales del pasado siglo XIX, como signo de distinción del establecimiento de baños, y precursor moderno, por su estilo y tecnología aplicada a su construcción en HA, anticipando la evolución del sistema, que aplicará al triarticular los arcos en el viaducto urbano de Huesca.

Enclavada la Pasarela del Balneario en un paraje abrupto de gran belleza, su paisaje en las llamadas ‘Hoces’ o desfi-

laderos refleja el efecto de mejora y bienestar para sosiego y comodidad de sus residentes y ‘bebedores’ de las ‘aguas caldas bicarbonatadas’ –llamadas el Vichy Español– la compañía propietaria avanza, en 1903, la construcción del llamado Puente Blanco, que difunde el nuevo material en el distinguido estilo del balneario. Posteriormente en 1961, una presa hidráulica estatal, aguas arriba, trastocó el paisaje creando un lago que, medio siglo después, en 2015, arruinaría la pasarela.

Dicha pasarela refleja, en su ingeniería, la fidelidad al descubrimiento pionero de las nuevas técnicas desarrolladas del hormigón armado que atañen directamente al ingeniero segoviano Gabriel Rebollo Canales, nacido en 1875, que comienza su carrera profesional en la Escuela Especial de Caminos, finalizándola



Evocación en el encuentro de los arcos: balcón al desfiladero del Ebro; y abajo, dibujo artístico del alzado de los tres tramos de la pasarela de Sobrón. Obra de Almudena Fudio, en 2017



Río Ebro, balneario de Sobrón y puente Blanco aparecen en la postal del desfiladero de Lantarón, entre Burgos y Álava. Vista de 'Las Hoces' desde Peña de El Águila

con la promoción de 1896, ampliando estudios en París, y retomando el servicio activo en FF. CC., en 1905. Fallece el año 1941 como miembro del Consejo Superior de FF. CC.

En la compañía francesa Hennebique practica la casuística del sistema de armado, junto a compañeros como José Eugenio Ribera, y Ramón Grotta, entre otros ingenieros y arquitectos europeos; proyecta y dirige sus creaciones como el puente tranviario de La Peña, en la ría de Bilbao. Con su propia empresa realiza desde 1900, obras como la presente pasarela de Sobrón, origen en su tipología –tablero inferior– y expresión modernis-

ta, al reconocido San Miguel, del Isuela –declarado en 2006 Monumento BIC– por la introducción estructural de arcos articulados en apoyos y clave, así como tablero colgante de cuatro péndolas, al transformar la tecnología del atirantado, en un diseño elaborado que completa con bajorrelieves y molduras en el hormigón, y apliques de fundición de hierro, evocadores del estilo artístico.

**1** La pasarela, ejecutada en hormigón armado con el sistema patentado privilegio del ingeniero de Caminos Rebollo Canales, realza su traza con líneas y ornamento modernista.

- La infraestructura de servicio particular, llamado el puente Blanco, sobre el río Ebro, pertenece al conjunto de edificaciones propiedad de Baños de Sobrón, balneario de la provincia de Álava, lindando con Burgos.

Concernían al balneario los manantiales de ambas márgenes, servicios anexos, como el famoso –alta categoría– Hotel Blanco, dieron lugar a complementar el conjunto, con la obra de ingeniería de Gabriel Rebollo Canales, que manifiesta su profesionalidad técnica y conocimiento artístico del estilo, en la innovadora finura de la traza. Dejan constancia de su perfección los seis tramos –dos en cur-

Vistas del Puente de Sobrón. Aguas abajo desde el Paseo Alameda, de Soportilla (Burgos)





va- de La Peña; la forma estructural del original arco único rebajado y ensanchado en los apoyos de Olloqui; y el citado articulado sobre el río Isuela.

Comunicaciones del autor del artículo, a los Congresos de Historia de la Construcción, Hispano Americanos I, y II, presentaron trabajos de Rebollo Canales, bajo los títulos: “Puente colgante de San Miguel, en Huesca, pionero del HA, y joya modernista de 1912”, en 2015 (Segovia); y “Puente arco atirantado de 1903, batido por aguas bravas en el Balneario de Sobrón”, en 2017 (San Sebastián). El próximo Congreso Nacional XI, octubre de 2019, en Soria, ha admitido el resumen del autor, sobre “Puente Ferroviario del Plazaola navarro de Olloqui, de 1905”.

**2** Crónica en el tiempo de las Hoces del Ebro, lugar agreste de naturaleza fragosa, reconocido en su pasado Eneolítico, pero de incierto futuro en el siglo XXI.

- Se sitúa Sobrón entre cañones, gargantas, y cuevas recorridas en su interior por arroyos y torrentes, que el ser humano ocupó en la edad del bronce, amparando también el desfiladero<sup>1</sup> el primer castillo del Condado de Álava, del año 852.

A mediados del siglo XIX –1866– emprendedores donostiarros como G. Solana e Inciarte, sustituyen la vieja Casona de La Salud<sup>2</sup> por un prestigio balneario que prosperó en el siglo XIX por el alto potencial curativo de su agua bicarbonatada. A inicios del siglo XX, acusó varios impactos directos: conflictos bélicos mundiales e internos; e incertidumbre de un pantano aguas arriba que, iniciado en 1961, se acaba en 1965; hasta el ‘cambio’ de régimen de 1975, alteró la estabilidad de las Residencias Sindicales<sup>3</sup> por la nueva propiedad foral de las edificaciones. En el siglo XXI, la sociedad originaria recurrió a modernizar la zona con una gestora especializada en SPA –Termoeuropa<sup>9</sup>– hasta finalizar su estructura, pues la idea se truncó ante desavenencias y falta de subvenciones.

La moda de las termas medicinales, extendida por toda Europa, alcanzó en Sobrón un gran éxito económico y publicitario, al decidir la propiedad embotellar<sup>4</sup> y distribuir su agua bicarbonatada de igual composición y característica que el ‘Vichy’ francés, permitiéndole invertir en nuevas infraestructuras, como el puente, que sustituyó el incómodo embarcadero y obligadas barcasas cruce del Ebro, para visitar el manantial de Soportilla<sup>5</sup>. La categoría del emporio hotelero aumentó, y la fama de sus ‘aguas para la salud’ fue reconocida por premios y medallas de oro.

Los nuevos planes y propuestas empresariales, llevaron en 1903, a inaugurar la pasarela como elemento diferenciador del balneario, causando por su estilo distinguido el orgullo de los propietarios, la admiración de los selectos huéspedes que sorbo a sorbo ingerían sus aguas asomados a las barandillas del puente, y la sorpresa de viajeros y transeúntes ante el idílico establecimiento.

La época esplendorosa de ‘Sobrón Bajo’ o ‘Sobrón del Río’, distante del asentamiento de Sobrón Alto (de mayor población), finiquita por los motivos expuestos, pero la ruina irrecuperable de esta zona sucede en febrero de 2015 por el ímpetu del agua aliviada por los labios superiores de las esclusas cercenó la estructura de su vano central, dejándolo útil, sin servicio, como vestigio mudo, tres años medio después de la tragedia. Sus despojos pueden verse suspensos –como capote a los pies del torero que contempla moribundo al animal– arrojando en el aire por el giro que quiebros y dobleces forman desplomados en su rotura, permaneciendo aún, asido por el esqueleto de ‘redondos’ de hierro del hormigón fracturado. El arco caído sigue ligado al tramo hermano, sobre la pila central, pendientes de rehabilitación

- Baños y Aguas de Sobrón y Soportilla, S. A. consideró, a final de siglo, la opción



El agua medicinal que mana tras la cancela de la Cueva de Soportilla es ofrecida a los bebedores por las camareras del balneario, en tomas serenas y repetidas ‘al caño’ o como ‘de mesa’ en el comedor. Manantial de Burgos; botella de Sobrón; y etiqueta de ‘Vichy Español’ exportable a Cuba y otros países



Herido de muerte. el tramo se retuerce en el río fuera de la pila izquierda. Postrado, muestra la rotura del puente en la clave de los dos arcos, y las riostras enteras desprendidas



(Archivo Municipal de Vitoria)



Vistas antiguas del establecimiento y sus parques: jardín con el puente Blanco al fondo. (Archivo Municipal. Vitoria); y tercer tramo y rampa, desde la margen de Sopotilla. ('Álbum de Recuerdos' edición Balneario -Timbrada, propiedad del autor)



El Hotel Blanco, por su bella ubicación bajo los montes, a orilla del río, y de categoría superior a la Casa de Baños, suponía un entretenimiento con mayores posibilidades de ocio, para el residente



Fotografía muy primitiva, anterior quizá al ferrocarril, que a finales de siglo era el medio de transporte que conectaba la Casa de Baños de Sobrón a través de la Estación de Miranda de Ebro con el mundo

de cruzar el Ebro, con un puente de hormigón armado, acabando con el lúdico paso en barcaza, al existir situaciones imposibles para su cruce, ante avenidas y crecidas, aun de baja intensidad.

Las Hoces, escarpado territorio vertebrado por el Iber, eran franqueadas en Sobrón por lanchas para acceder de Lantarón, a la orilla opuesta, lindante con Bozoo, Burgos, desde los embarcaderos particulares, durante más de 50 años de usufructo. Ante la inaccesibilidad al manantial, los socios encargan un paso peatonal al ingeniero de Caminos Ramón Elósegui, director del Puerto guipuzcoano de Pasajes, cuyo proyecto obtiene licencia del Gobierno Civil de Álava el 30 de junio de 1900, que en sus tres arcos rebajados de fábrica tradicional y sillares en las embocaduras, supera la línea máxima de

crecida por el nivel medio de sus dove-las, y resuelve las diferencias de cotas en los accesos curvando e inclinando el tablero con escalinatas.

**3** Hitos claves en la historia del balneario de Sobrón y su zona de influencia, son: 1903, con la construcción de la pasarela en HA, por Rebollo, Estibaus y Compañía que dio 'vitola' y categoría al establecimiento; y 2015, con el abatimiento, por aguas crecidas del Ebro, del tramo central del puente, que agravó la crisis.

- La Confederación Hidrográfica del Ebro conserva documentos y proyectos centenarios, pero la ingeniería propuesta por G. Rebollo es la que cambia espectacularmente la expresión del establecimiento termal.

La solución clásica en su diseño y materiales, y pobre en su tecnología, del ingeniero Ramón Elósegui, insuficiente a todas luces, para infraestructura del balneario, contrasta con la aportación de Gabriel Rebollo, que destaca por su estilo e innovaciones, que la sitúa el contexto del HA -tipología *bowstring*- como sujeto activo del puente, junto a un tratado de ornamentación de los elementos estructurales y barandillas prefabricadas, y tratamiento de cerrajerías, en un delicado estilo modernista que envuelven sus arcos parabólicos.

La energía y originalidad de proyecto, analizado conceptualmente, bajo la eficaz directriz en obra del ingeniero, intuye su difícil relación con el 'evitable daño' que causara el accidente ciento dos años después, por la forma, dibujo, construcción, o ubicación de sus elementos, pues la clara ventaja de construir en hormigón armado, frente a la lenta y de mayor precio en fábrica de mampostería de piedra o ladrillo, o en estructura de perfil de hierro por su mala conservación –dada la coyuntura húmeda y agresiva del lugar– motivan asignar la construcción al ingeniero especialista Rebollo, publicitado por las patente de Hennebique en la infraestructura del tranvía de Durango. La propiedad consciente de las dificultades existentes –en la partida comenzada de las fundaciones– convoca a la nueva empresa consciente de los problemas



Piezas de protección. Se observan el pilarcillo o dado ranurado, para unión de barandillas de forja, o petos prefabricados de hormigón



Arriba\_ Tres postales del Archivo Municipal de Burgos. El puente deja obsoleto el viejo embarcadero de peldaños y a su barquero, que quedan para regatas deportivas del balneario. Abajo\_ Postales y grabados de colección del balneario, en los que un largo entoldado, protegía del sol el 'reposos del bebedor', que esperaba las barcazas cuando bogar el río era el único transporte para acceder a la cueva-manantial de Soportilla



Ambiente social reflejado en el «Libro de Recuerdos del Bañerío». Merchandíse de la colección: Escalinata típica de bajada al Paseo arbolado orilla del Río; y llegada de viajeros a los 'Baños de Sobrón', en caballerías, omnibus, y automobiles, de la Estación de tren de Miranda de Ebro

que entraña una obra en las Hoces del Sobrón.

Cuando Rebollo formaliza el encargo de la obra, habían arrancado con las fundaciones de sus estribos y tajamares en el lecho del río, pero recordando los fuertes caudales periódicos (muy importante la avenida acaecida en 1871) mantiene – en buena ley– la cota máxima de 5,70 m sobre el nivel mínimo en estiaje obligado por la topografía fijada de Elósegui, de cimbras de longitud 22,40 m, luz 20 m, con barras verticales espaciadas a ejes 1,50 m, 12 huecos, y 2,20 m, en los finales, y pilas de 5,40 m de altura libre (tronco piramidal en proyecto) tratando de resolver y adaptar la empresa Rebollo & Estibaus, con el nuevo método de HA, las condiciones iniciales en andamiajes auxiliares, plazo, y presupuesto.

- El diseño del nuevo puente destaca favorablemente, la unión de los arcos y los accesos –una larga rampa perpendicular al tablero– formar un conjunto homogéneo en tan especial ámbito geográfico, considerando la ‘accesibilidad’ de los convalecientes, pues sustituye la escalinata proyectada previamente.

Al servicio de las fuentes minerales y de la comunidad rural ubicada en el desfiladero –Sobrón Alto, y Sobrón Bajo o del Río– su función es limitada, pero su material y estilo anticipados en fecha a la época, indican que el Ingeniero Rebollo concibió la elegante pasarela con propósito artístico, es decir, acorde al paisaje y la armonía de los paseos y convivencias sociales del balneario, y al gusto de los que asiduamente los frecuentaban, asis-

tiendo formalmente la traza parabólica del arco atirantado con una visible ornamentación que entusiasma el talante de bañistas y visitantes, conocedores del signo modernista, por la arquitectura de sus ciudades de origen, cuando la ingeniería trataba de despegar del eclecticismo en proceso paralelo al de superar por HA, el hierro roblonado.

Se aprecia en las imágenes la esbeltez de sus pilas y el portillo de acceso con los pilares en remate piramidal, como jambas, aun en buen estado. La postal antigua añade los petos de protección de prefabricado de HA, alternando con módulos de la barandilla de forja, de la rampa, que también, aparecen en la postal –imagen inferior–, y hacen juego con los módulos del cerramiento de los arcos, entre los montantes, dejando ver



Izda.\_ 'Puente Blanco'. Vista aérea completa de la Rampa de acceso a Soportilla –margen burgalesa– desde el monte que alberga el Manantial

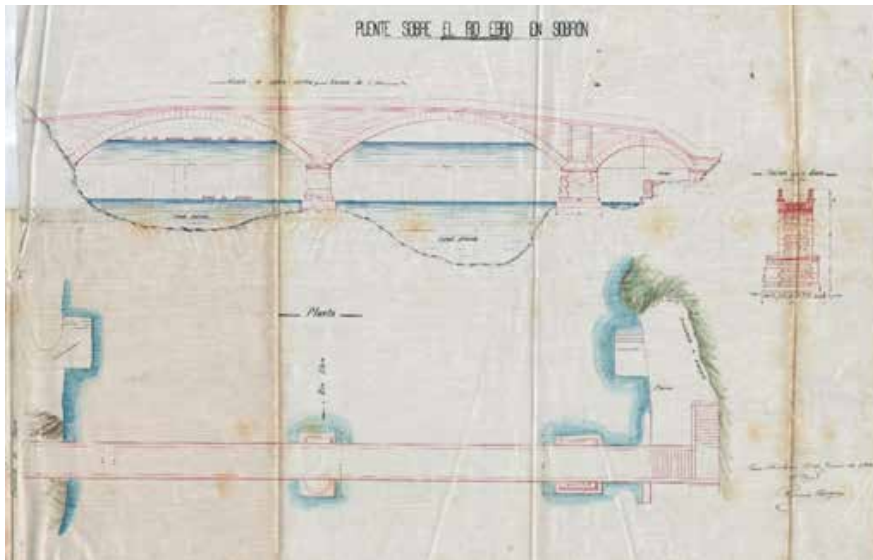
Dcha.\_ 'Educación y Descanso' restituye las piezas del Bañerío, Hotel, y Capilla

Reflejos en aguas tranquilas, encuadres aguas abajo y aguas arriba

Izda.\_ Los tramos se proyectan en el cauce, en primavera

Dcha.\_ Tramo de viga recta que, en ángulo, origina la rampa al manantial de Soportilla

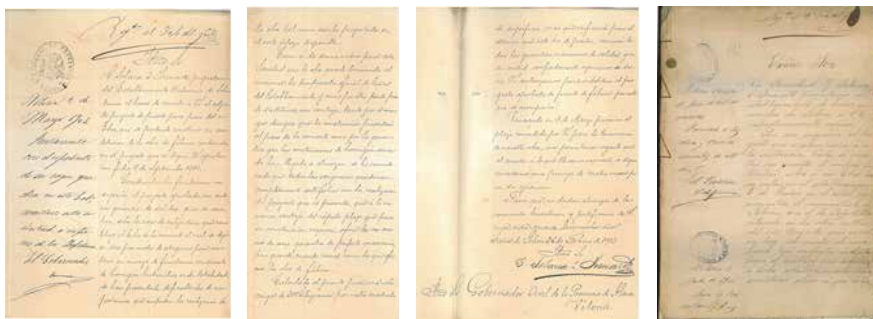




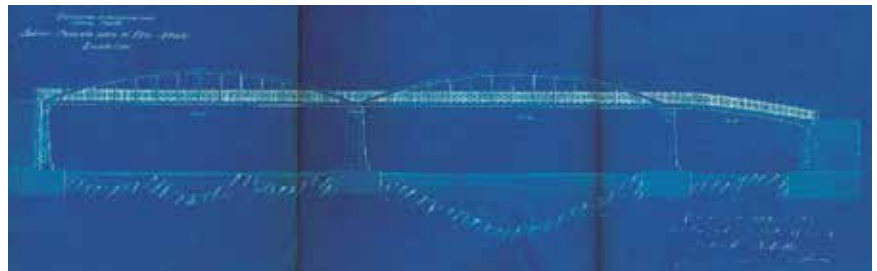
Plano único, del Puente de Fábrica proyectado en 1900, por el Ingeniero Ramón Elósegui.

Arriba\_ Planta y alzado, firmado por el ingeniero del Puerto de Pasajes, Ramón Elósegui. Situado junto al embarcaderos. Tablero en curva –y en escaleras– en un intento de facilitar ambos accesos sin perder capacidad de desagüe.

Abajo\_ Escrito al Gobierno Civil, de Álava en 1900, Instancia de solicitud de construcción que acompaña al Proyecto, firmada por la propiedad, Sr Solana



Plano del Puente de Hormigón Armado, proyectado en 1903, por el Ingeniero Gabriel Rebollo. “Sistema Rebollo, en HA”, escala 1:100. Dos tramos en arco atirantado -bowstrings- y un tercero de viga en pendiente, para formar una escalinata de bajada al manantial de Soportilla. La ejecución dará lugar a una rampa con módulos de barandilla entre poyetes, moldeados –prefabricadas en HA– de bellos balaustres enlazados, entre otras de hierro forjado modernista (acotado, fechado, y firmado)



bajo él, la residencia Luis F. Oriol (postales escritas y timbradas, propiedad del autor).

El ingeniero Elósegui redacta los primitivos croquis y posteriormente firma el plano que titula ‘Alzado, aguas arriba’ como Proyecto, cuando es el prestigioso Ing. del Puerto próximo y perteneciente a San Sebastián de Pasajes, mientras la “Sociedad G<sup>a</sup> Solana e Inciarste”, propietaria del Establecimiento de Baños Minerales de Sobrón, solicita en Gobierno Civil, de Vitoria, el 3 de julio, de 1900, ejecutar un “puente de servicio particular”, con sujeción al Proyecto que se acompaña, para enlace

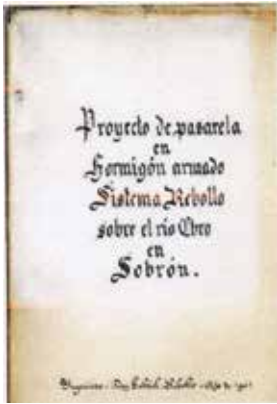
del manantial de Soportilla, situado a la otra orilla, y que hoy, se salva por barca, con sus instalaciones.

Nueva instancia presentada el 26 de febrero de 1903, deja sin efecto la anterior, solicitando se autorice el cambio por una nueva construcción según proyecto de Gabriel Rebollo Canales, indicando adjunto que es de sumo interés, para terminar la obra en el periodo de ‘Baños’.

La solicitud pide 4 meses de prórroga sobre la aprobada para el puente de Fábrica obtenida el 9 de setiembre de 1901, como plazo necesario

para su ejecución en HA, al ser válida –recuperable– la cimentación realizada, conseguida en ‘macizo’ de hormigón hidráulico, sobre roca caliza dura –en ‘lecho seco’– por medio de ataguías o encajonados, y poder aplicar el rápido sistema de armado, cuyo cálculo consideraba mayor sobrecarga –300 kg/m<sup>2</sup>–, y ampliaba considerablemente los desagües.

- Arcos superiores –tipología *bowstring*– que permiten un mayor caudal en el cauce al liberar totalmente el vano bajo el tablero, situando los arcos elevados sobre él (frente al tablero superior de R. Elósegui).



Memoria del proyecto rotulado con el nombre de su autor Gabriel Rebollo. Portada, y primera y última paginas de las 40 que contemplan las prescripciones necesarias, así como todos los cálculos estructurales. Documentos firmados de gran valor histórico-didáctico para la investigación del HA



Estructura del armado de las cuatro vigas arco *bowstring*. Sistema patentado del G. Rebollo, y construido por su empresa en comandita "Rebollo y Estibaús". Sección longitudinal, y transversal con el tablero; y medio arco en su unión en el apoyo con el tirante. Representación a varias escalas desde 1/10 en los detalles, a 1:100 en el Alzado General. Proyecto firmado, facilitados por la CHE<sup>7</sup>

de rampa, etc; y el valioso diseño de cerrajería de forja, labor esmerada que lleva a cabo en verjas de protección -cierres de huecos- en barandas tratadas como unidad conceptual de sorprendente estética en la combinación del elemento en hierro, con el HA.

**4** La construcción de Sobrón, la inicia el ingeniero Rebollo, como 'actividad compatible' autorizada por el Ministerio de Fomento, en su destino oficial del Puerto de Dénia; dejando la sociedad francesa Hennebique, al poseer sus propias patentes como empresario del HA.

- Director de la obra de las escolleras y bocana de 'cantería' del Puerto alicantino, investiga paralelamente en el campo del HA, en la ejecución de Sobrón con la constructora comanditaria Rebollo, Estibaús, y Compañía.

Termina su carrera la Escuela Nacional de Ingenieros de Madrid, a los 22 años –promoción de 1896– inicia sus artículos en ROP, examinando el problema de los caminos vecinales de su provincia, y continua divulgando obras de Hennebique realizadas en HA: el Caudal, de Mieres y La Ceres<sup>8</sup> en Bilbao, primer edificio industrial en España, y en la misma ciudad, tres años después, construye en la ría La Peña. Posteriormente, en el campo del nuevo material, patenta y registra sus invenciones, como el sistema de viga armada en la Oficina Internacional, privilegiando sus proyectos que ejecuta según programa de la propiedad, que en Sobrón se reduce a mejorar por el paisaje el ambiente de reposo; los movimientos pausados de

Rebollo importa de su estancia parisina el tratamiento del 'concreto de cemento armado' para sus estructuras en arco atirantado, extendida en las construcciones en acero, sus elecciones en la primera década del siglo resultan pioneras cuando su conocimiento técnico lo compagina con el estilo modernista, movimiento cultural *art nouveau*, pues estando comenzados los cimientos del proyecto de Elósegui –sobre roca viva– como dice la propiedad para asegurar el trabajo hecho, y con ello fijado el planteamiento geométrico en planta, introduce cambios como la esbeltez de las pilas –altura libre a 5,50 m del tajamar– frente los 7,00 m a la clave del arco.

Rebollo eleva los arcos sobre un tablero horizontal, y deja rectangular y diáfano el vano, suavizando el nivel la rampa a 1,50 m de cota, cambiando la solución medieval impuesta por Elósegui de arco/calzada superior 'inclinada'. El cordón superior o arco parabólico de 65 cm de canto, encierra las barras de diversa

altura: 2,24 m centro, y 0,65 m inicio, y transmite su esfuerzo a los extremos, que lo estabilizan en su unión con el cordón inferior –viga horizontal tirante– de una solución conjunta *bowstring*, de 20 m libres y 30 cm de canto, que lo ata y tensa sobre un apoyo libre, de tan solo 50 cm. Las riostras transversales, próximas en su altura a la clave del arco, los mantienen equidistante en equilibrio estable contra el viento y la 'marea' fluvial.

Gratifica al precursor del HA Gabriel Rebollo Canales, proyectar y ejecutar en sus planos y obra, el nuevo sistema armado –material de cemento y hierro– cuidando con atención extrema la forma de las piezas estructurales-constructivas en su conjunto y detalles. Especial es el tratamiento de remates y encuentros: biseseles de aristas, estrías en pilastras, bajorrelieves en barras, molduras en pasamanos, balaustre y barrotes moldeados in situ, cajeados para un acople perfecto de barandas y antepechos en prefabricados para encastrar en montantes y pilastras

personas de salud frágil; acercar los trayectos a los manantiales; influyendo en el ánimo quejoso de los enclaustrados residentes, pendientes del horario de las tomas bicarbonatadas, aproximando para ello, y extendiendo el espacio de la 'Alameda' burgalesa que supe en esa orilla la falta de terreno llano en Sobrón; y de forma especial, por seguridad, aumentar técnicamente la cota de altura de los vanos.

El posgrado parisino introduce a Rebollo en la industria del HA y le forma como Delegado en la comercialización del idóneo producto, que ofrece a ingenieros y arquitectos de prestigio. No obstante, la práctica por la empresa gala de procedimientos experimentales en demasía, menoscabando la investigación científica, termina su relación por falta de rigor, ante el desasosiego de los especialistas.

Deficiencias en la inspección del HA, las atenúa Rebollo en alianza con su socio el Ingeniero Industrial Carlos Estibaes, que como experto –le acredita su formación en la Escuela de Barcelona– en las inci-



El Puente 'completo' con sus dos hermosos tramos en unos arcos atriantados de una luz considerable, sobre unas altas y esbeltas pilas. Enfilan ambas imágenes a las dos moles petras de Sobrón, en la margen alavesa



Imagen de las pancartas publicitarias colgadas en los arcos, que dicen: 'CONSTRUCCIONES EN HORMIGÓN ARMADO' – 'SISTEMA REBOLLO 1903', y en el cauce, se aprecian los escalones del 'muelle del puerto fluvial', de embarque para cruzar a Soportilla



Elementos constructivos que revelan el diseño creativo del autor. Pila central de apoyo de los arcos *bowstring*, que a su vez soportan los tableros; los estribos; barra de montante biselada, estriada, y cajeadada; traviesas del tablero; apoyo de un arco en la base de la pila; y riostras del arco



Ornamento del tramo recto y la rampa acceso a Sopotilla: pilastras molduradas y biseladas reciben balaustres de cemento, o formas de forja. El arco que permanece muestra la belleza de su decoración



pientes fábricas del hierro y el cemento, eleva el listón del cálculo y control matemático minucioso en las labores de dosificación de la pasta; y en la cuantía, calibre y colocación exacta de los cercos envolventes de las barras de acero; y del posterior vertido y fraguado de la mezcla en los encofrado, procedida en ellos la ‘ebanistería’ de berenjenos y relieves que nos darán el negativo de biseles, estrías, y cualquier otra forma deseada.

Gabriel Rebollo Canales prepara su propia andadura en el mundo empresarial, y continúa investigando desde su nuevo destino oficial del Ayuntamiento de Denia, sin interferir, sus estudios previos de la obra, contrataciones, y ejecución con la «compatibilidad» concedida por Fomento.

La plaza obtenida de funcionario, es como director del Puerto Marítimo, e ingeniero-jefe facultativo de las obras, malecones, escolleras, y bocana, que,

El elegante, y ‘animado’ Puente Blanco –de servicio particular según la solicitud– muy transitado al sustituir las barcazas que bogaban el río como único trasporte. Distinguidas personas atravesaban sus dobles arcos sobre aguas del Ebro para pasar a ambas fuentes.

Las fotografías muestran distintas épocas, destacando protecciones y barandillas en hierro forjado estilo modernista, y del primer tramo, los pilares de la cancela; y las escalinatas de bajada al manantial, en el central

siempre construidas en piedra de cantera, concretamente de la muy próxima, del Peñón del Castillo, lo cual, le facilita o permite ocuparse en paralelo, sin ningún problema de las obras de su empresa, siempre realizadas en HA.

**5** El perfecto encaje de sus tramos en el río, hace del puente de Sobrón un icono de prestigio en el cambio de siglos XIX y XX, que rememora la reputación del balneario, y el origen y calidad del agua de la antigua terma romana.

- Tras bajar las escalinatas, la bella puerta de hierro del Puente contempla el paso de los residentes, que por la rampa acuden al agua sanadora de la cueva de Sopotilla, y retornan alegres a Sobrón.

Indicios arqueológicos del balneario, aseguran el uso y explotación en la antigüedad de las fuentes de agua saluda-

ble a +21° a las que, tras la concesión de los acuíferos se accedía en barcazas a la toma prescrita, y metódica repetitivamente. Trasvase naviero entre orillas, que la pasarela revolucionó con su ancho tablero de 3,20 m protegido por bellos antepechos calados de barrotillos en hormigón –fabricados in situ– y decoración modernista –en forja de hierro– en los encuentros de los arcos.

La arquitectura general de los edificios con más de 50 años era de poco interés, aunque su interior estuviese bien dotado y decorado con gusto, por ello, una ingeniería idónea puso en valor todo el conjunto al aplicar materiales óptimos al sistema estructural propio, en una estética apreciable del dibujo de dos arco atirantados, cuya traza parabólica y sus trece barras verticales cierran el puente, junto a las riostras perpendiculares arriba y el tablero abajo. La fuerza que transmite la suma del peso propio y el uso del tránsito solicita al arco que retiene





solidario la viga-tirante en ambos extremos, anulando cualquier empuje lateral, dentro de las dificultades del armado en los comienzos por la precariedad de los Altos Hornos. Rebollo registró en Sobrón la invención de zunchos en espiral, y utilizó barras flexibles en sus péndolas de San Miguel. Imaginación y talento de los pioneros, obligados a emplear raíles u otros flejes inadecuados (J. E. Ribera armó el hormigón en el puente de El Golbardo, de 30 m de luz, con perfiles doble T) engrandecían sus obras, ante la carencia y la adversidad.

Coherente con el deseo de mejorar la categoría y unidad del conjunto, la Dirección de la Estación de Baños evidencia su bonanza económica con una imagen representativa que le saca del ámbito constreñido de río/montaña, y la expansiona a terrenos más despejados de la margen opuesta burgalesa. La alta ocupación hace posible el éxito del balneario, y la elección recae en la constructora Rebollo y Estibaús de excelentes referencias, pues el socio ingeniero industrial Carlos Estibaús Echánove era hijo de Manuel Estibaús Goizueta, ingeniero colaborador del ferrocarril del norte (ROP 1856) y del telégrafo eléctrico en Bilbao, y nieto del ingeniero vitoriano Echánove Guinea. Rebollo, artífice en 1898, del puente pionero en HA, de La Peña, en la ría bilbaína, era igualmente conocido en el ámbito empresarial, y prestigiado por sus escritos sobre La Ceres y El Caudal en la ROP.

La respuesta es una obra que añade a la solución que presentara el año anterior Ramón Elósegui, dos tramos de arcos tipología *bowstring* que, usada en hierro, no lo era en HA, y que al elevar los arcos por encima del tablero, además de evitar la corrosión en circunstancias de humedad, amplía el vano en un rectángulo diáfano, que su dimensión diagonal no obstruye el paso de grandes troncos, origen del taponamiento de la Pasarela, que atirantada por tableros de 22,50 m de longitud –21 m de luz, más la viga recta de 10,25 m, recrea el estilo artístico que Rebollo asimiló en París.

- La pieza estructural proyectada en Sobrón deja un auténtico ‘Manual de Cálculo’ en la memoria de su proyecto que, evolucionara a un modelo más sofisticado de puente urbano en San Miguel de Huesca, cuya memoria, también completa, puede estudiarse comparativamente.

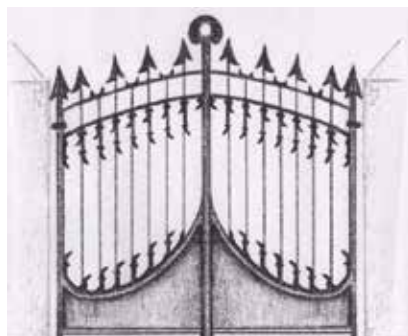
La nueva pasarela que sirvió de guía a Rebollo para sus posteriores aportaciones a la técnica del HA (como en el Isuela, donde introduce la triarticulación del arco sostén de cuatro grandes péndolas), pues el *bowstring* –normalmente premontado en hierro– complicó su resolución en un lugar incómodo para montar cimbras y encofrados, precisando los diseños y cálculos que puntualizó en su Memoria. Las hipótesis y comprobaciones científicas de gran interés ante el riesgo de crecidas del Ebro y sus afluentes, registran en 11 epígrafes en 40 páginas: consideraciones

generales, descripción, pesos, cargas y coeficientes, cálculos, viguetas, vigas principales y riostras, esfuerzos al viento y cambios de temperatura, pilas y estribos, y pruebas.

Aporta también mejoras en los arranques del Puente, como el estribo de la orilla burgalesa; rampa muy prolongada, propia de enfermería, en sustitución de las escaleras que acusaban el fuerte desnivel existente; y la de mantener en Álava la ‘escalera conventual’ –3 tiros de 6 peldaños, de estilo clásico de balaustres– de la antigua bajada al embarcadero. La construcción del nuevo estribo, quiso evitar que en el apoyo se empotrara el arco cajeadado en la roca, quedando más estable sobre la roca firme del lecho, y formando una pequeña glorieta en la entrada.

- El proyecto cumple lo estipulado por la propiedad: seguro, económico, y de fácil mantenimiento; y las expectativas sociales de la época: cómodo, grácil, y elegante.

La moda en Europa del establecimiento de Baños demandaba confort y tranquilidad, en el gusto de la estética en boga, requiriendo técnicas modernas, como el sistema privilegiado de HA, que Rebollo ofrece para superar la convencional piedra, ladrillo, o incluso hierro –estructuras como la Torre de 1899 de Eiffel– pues el nuevo material armado, se imponía con las cédulas de Invención de ingenierías



Portilla de acceso al puente. Izda.\_ Entrada clausurada desde el Balneario, desaparecido el tramo central. Centro\_ Atractivo dibujo de la cancela modernista’ obra de Almodena Fudio, de 2017. Dcha.\_ Estado actual de los barotes, trabajo realizado en hierro forjado.

como la francesa de Françoise Hennebi- que. En España, Gabriel Rebollo descri- be el suyo de armado de viga y lo registra en la Oficina de Patentes, obteniendo el privilegio de su correcta aplicación, acor- de al responsable cálculo matemático de dimensiones, cuantías, y características geométrías de la armadura –distribución, separación, atado, recubrimiento– de barras y pletinas, en los elementos cons- tructivos.

El arco tensado –*tied-arch bridge*– evita, como cuerda que ata y tensa el arque- ro, que se abra en sus apoyos al formar un conjunto solidario sujeto por las vigas del tablero, que recoge las cargas de las traviesas, junto al peso propio, y las compensa atirantado, al enviar la fuerza al apoyo verticalmente, sin empuje late- ral, y por estribos y tajamares al lecho rocoso. Las pilas (de forma trapezoidal) de gran altura, 5,00 m + 0,50 m al su- perar el zócalo de la zapata, denotan su finura o esbeltez al frente, pues Rebollo en su memoria, recorta sus dimensiones respecto a las robustas fábricas de Eló- segui, y penetrar los estribos un trecho de 4 m en la orilla de Soportilla, y 3 m en Sobrón.

**6** Una larga lucha con ‘aguas embravecidas’ hasta la madrugada lleva al puente, tras el taponamiento sucesivo de sus vanos por la broza acumulada, a caer abatido. Como un portón de esclusa, el tramo central se abre y cae revirado sobre la pila, liberando el curso del agua encrespada. Sujeto solo en el apoyo, por un ligero amarre, se despeña y hundiéndose en el cauce donde fragmenta sus arcos, sus péndolas, sus riostras, y su tablero de traviesas y losas.

- El tipo de apoyo y las riostras, son im- portantes en la resistencia y estabilidad del puente, al responder sus solidas for- mas en los tramos resueltos por las vi- gas arco atirantadas en el tablero y las transversales en la parte superior de los montantes, cerca de la clave.

La característica estructura *bowstring*, de hormigón y hierro en los tramos del puente de Sobrón, se asienta libre, sin empotramiento en la pila. El arco con el tirante en unión o coligados ambos, apoyan en ese punto algo más de medio metro, que soporta la mitad de la carga total del tramo (mínimas en caso de peli- gro) y de su propio peso. El arco, cuando entra en carga, rigidiza o tensa el tirante horizontal, y contribuyen ambos a ate-

nuar asociadamente el empuje perpen- dicular, oponiendo mayor extensión de superficie al ataque que si fuera perfil de hierro. No obstante, sumergido en parte de su volumen, desaloja agua en igual capacidad, lo cual reduce o alivia su peso considerablemente, colaborando a su deslizamiento primero, y su despla- zamiento lateral, hasta chocar su extremo con el fondo rocoso del río y quebrar el hormigón.

Las vigas riostras de la pasarela hicieron un buen trabajo, manteniendo erguido el arco central –la vanguardia del puente– hasta ceder –volcando– embestido por la turbulencia sobre su compañero. La respuesta a la provocación del temporal es de una estructura rígida y monolítica,



Película del desafío: 31/01/15 - 14 h. La Presa, ubicada muy cerca del Puente desembalsa por los aliviaderos. Se estima que, en quince horas la corriente elevó su nivel y rebasó las tupidas barandas del puente en aquella tarde final de enero, de 2015. El agua anegó el acceso en Sobrón y la bajada a Soportilla por la rampa. En la madrugada de San Cecilio, el envite violento de un caudal ignoto del Ebro azotó el puente, que, con el agua al cuello, perdió su integridad



Desaparecido totalmente bajo las aguas. La corriente lo volteó sobre la pila, como compuerta que abriera el vano central. La broza acumulada represó las aguas, que rebasó el tablero taponados los vanos y su empuje lo orilló a la izquierda en un efecto bisagra



El caos se hace visible, al bajar el nivel del agua. Sin romper su enlace solidario por los redondos (barras de hierro) la herrumbre avanza en ocres en el aire o el agua. La nieve y la vegetación matizan sus fragmentos en verdín o blanco, según la estación

que, apeada de la pila derecha, se fractura posteriormente, es decir, no al caer al cauce, pues 'rompe o fractura' sus arcos al impactar, enredadas sus barras en el apoyo, pende de él, expuesto como una afrenta.

- El proyecto de ejecución facilita datos para definir la estructura calculada, y poder comparar su armado, con la estructura real del puente, visible en el tramo quebrado.

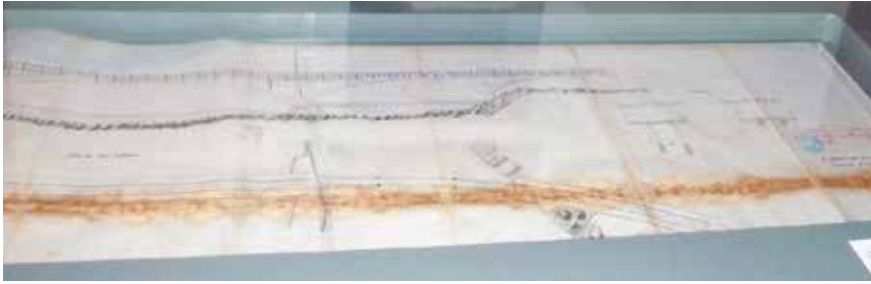
Descripciones de la Memoria, fotografías y apuntes obtenidos en visitas tras la rotura, subsana lo incompleto en los planos, y permiten apreciar detalles y modificaciones respecto al proyecto de Rebollo, y la obra, verificando sus dibujos: equidistancia de las 13 barras, a 1,50 m, sobre la viga de 30 cm de canto, y 20 cm de ancho; escuadría considerable para la resistencia del material resultante, apta para el recubrimiento protector del hierro en clima perjudicial -heladizo-; que conforme al cómputo solvente del ingeniero industrial eleva los índices de seguridad, y fija las cuantías con datos fiables de los fabricantes

del material. Carlos Estibaús evalúa y exige una producción aceptable a los altos hornos del hierro y de las fabricas *portland* del cemento, cuya ficha del producto, permitía disminuir o aumentar las secciones de las piezas científicamente (nunca arbitrariamente) mientras Gabriel Rebollo dispensa en Obra su celo en el control propio de todas las labores técnicas directivas, a encargados y operarios en replanteos, alineaciones, remates, acabados y pruebas de recepción parciales y finales, complementándose ambos para procesar una «ingeniería preferente de calidad».

En su estado actual, el Puente fracturado es como una Instalación artística: 'extraños hierros de un hormigón roto, caen al descanso del lecho fluvial'. Auténtica escultura de Sobrón generada en la zona por la ciclo génesis, que refleja el comportamiento bizarro de la pieza, en un acta general, que estable, solo es vencida por fuerzas incapaces de prever por el proyectista en sus estudios previos de vientos, lluvias, nieves o sísmicos... Hipótesis de riesgo -catastrófico- ineludible 60 años antes de construirse el pantano.

La política auspició que los edificios adaptados para 'Educación y Descanso'<sup>10</sup> pasaran en propiedad a la autonomía, causando por su desinterés o imposibilidad de gestión, su abandono, saqueo, fuego, ruina, y derribo final para evitar mayores males, quedando hoy tan solo, un triángulo de construcciones de subsistencia: esqueleto de perfiles metálicos de un planificado Hotel Spa, de la sociedad Termoeuropa<sup>11</sup>, abortado; puente imposible, sin probable servicio; y Museo del Agua, como motor activo de la riada turística.

**7** Arruinado, en estado de abandono, el puente de Sobrón está en peligro de desaparición total, lo que debe instar a la Administración a declarar la atractiva ingeniería que aún prevalece, con suficiente protección que obligue en breve a reconstruir lo perdido, en una rehabilitación integral. Recordemos que otra creación del Ing. Rebollo Canales, el Puente de San Miguel, es 'Monumento - BIC', desde 2006.



Vitrina con el Plano Histórico del Puente de La Peña, de Bilbao

- Restaurar la parte dañada de su estructura, sería lograr algo memorable, pues si estas obras de G. Rebollo no son llamativas por grandes luces u otras dimensiones record, si tratan en la innovación técnica del HA, un formato y diseño funcional y proporcional, merecedor de reconocimiento en su aportación al dibujo o traza estilo modernista.

Dos piezas de la obra de Rebollo, propiedad del Ministerio de Fomento - CE-HOPU, restaurada una, y elaborada por profesionales la otra, exhibidas en las exposiciones de puentes arco, integraran el futuro Museo de las Obras Públicas: el Plano Histórico del Puente de La Peña, Bilbao, de seis tramos –dos en curva–; y la maqueta a escala, en metacrilato, del San Miguel, Huesca, por su ‘triararticulado

arco’ y bella imagen modernista. Mostrados estos por su valor intrínseco en cuidadas vitrinas, la pasarela de Sobrón clama por su restauración pasadas ya tres primaveras rodeando de hojas verdes y cubierto de nieve en invierno, de exhibir el amasijo de hierros de su rota envoltura de hormigón en arcos, traviesas, rios-tras... útil, eso sí, para la toma erudita de datos comparativos en un estudio del reparto de diámetros y cuantías, en empotramientos y atados, confrontada con la armadura que se mantiene incólume.

Lejos de las capitales –Vitoria y Burgos– en un terreno abrupto, se acomete una obra delicada, de ámbito privado que, refinada y costosa, nunca pretenciosa, conserva sin duda, valores técnicos y estéticos, patrimoniales, como para

ser designada de interés cultural, y que pasa hoy momentos de ‘extrema necesidad y peligro’. Sus pilas permanecen debilitadas, en situación desfavorable, al faltarles media carga en su ábaco, y tener una marcada altura, quedando en palmaria ruina si recibieran nuevos envites de crecidas sobrevenidas acrecentando el grado de inestabilidad de los dos vanos vecinos que, desiguarecidos del tramo central, sumergido recogería como una red más broza de la mucha existente, siguiendo el nefasto camino de destrucción, pues nuevas sacudidas serían definitivas.

Ingeniería prestigiosa, única por su género y fecha, que procede ‘reponer’ en su estructura y diseño constructivo, con una visión conservadora de su condición histórica, que contemple las características específicas del catálogo universal de datos, condiciones y geografía propias del puente de Sobrón: uso particular, escala peatonal, climatología, en resumen: año 1903, tres tramos de 22,50 + 20,50 + 10 m, para pacientes del balneario en su paso al cercano manantial medicinal, rodeado de agradables alamedas, y muy significativo en su parte técnica pionero del HA, de arcos atirantados y estilo modernista, partícipe de la acrecentada temática de la centenaria arquitectura hidroterápica tan extendida en Europa.



La rutina de adeptos a las maquetas y a los juegos de construcción como Meccano y Lego, etc ... y aficionados a los ‘Deportes de Aventura’, realizan ejercicios de ‘Taller’ los primeros, y de prácticas de ejercicio físico los usuarios de los segundos, sobre y desde, escalas y tiempo real, en la pasarela de Sobrón

• Los adeptos a la rutina de los juegos de construcción –Meccano y Lego– y a la afición aventurera, se ejercitan en ‘maquetas’ a escala, y practican ‘el salto’ en tiempo real, sobre la pasarela de Sobrón.

Aprendizaje manual recurrente sobre los elementos constructivos, los ‘maquetistas’ elaboran una disección forense, como vemos en la imagen de las piezas del puente, que reconstruyen con materiales varios tradicionales, prefabricados, papel maché, o metacrilato, aglutinando también, los nostálgicos juguetes y antigüedades de coleccionista, apreciando ‘la obra bien hecha’, que continúan Asociaciones –como Amigos del Meccano– impulsando estas ‘manualidades’ incluso en alumnos de Escuelas T. Superiores de Ingeniería. 📍

## NOTAS

(1) Desfiladero del Ebro, 45 Km en zigzag, del Valle de Tobalina a 565 m. de altitud, bajando a 471 m, en Miranda de Ebro.

(2) Cristóbal Salazar, fue el primer propietario en 1858 de las ‘Aguas de Sobrón’ según atestigua la propaganda, al resultar positivos los análisis mineralógicos, y el constructor del edificio en 1861. La explotación incluía las fuentes de Sobrón y Soportilla, en las dos manantiales.

(3) Educación y Descanso, Organismo Sindical para recreo de los productores, que dinamizó la zona con buenos resultados, transformando el antiguo ‘Hotel Blanco’ junto a otros edificios del Balneario, para el veraneo de las familias afiliadas: Las dos Residencias: de Luis Fernando Oriol; y de Ortiz de Zarate; gozaron de gran prestigio, por su ubicación y el servicio y bienestar que prestaron a los usuarios, y sobre todo el beneficio que ocasionó a la zona, hoy deprimida, a pesar de los esfuerzos.

(4) Aguas de los manantiales se embotellaron en Sobrón: caudal de 110 litro/min, y en Soportilla con doble caudal, a +210 de temperatura, y componentes: bicarbonato sódico 1’30 g/l, calcio y magnesio para insuficiencias de estómago e hígado, y riñón. Analizados por Ramón Llano a cargo de la Diputación Foral, y las declararon de Utilidad Pública en 1864, como Vichy Español -20 años antes que el Catalá- aunque el de Caldas de Malavella, salió en 1883, y es líder del sector agua-gas, con 40% de cuota de mercado.

(5) Soportilla, en la margen derecha burgalesa, comprende un territorio en anexión a Álava, al menos en trámites realizados en el Gobierno Civil vitoriano. La actual línea divisoria provincial, o de las Comunidades, dibujada por el eje del Ebro, en el mapa de internet, recoge el terreno adyacente, al meterse en Soportilla, y reflejar el Canal de Fortecha, de Burgos.

(6) ‘Sobrón Alto’ antiquísimo asentamiento a 3 km del ‘Bajo’ en línea monte arriba (4’5 por la carretera del Baleario) y siguiendo el Rio, se sitúa el conjunto recreativo-deportivo Sobrón Playa. Presa–Pantano de SOBRÓN, año de inicio de su construcción 1961. Distancias a Lantarón desde Sobrón Bajo 7’53 km, y por carretera a Miranda 21 km. por la A-2122-.

(7) Confederación Hidrográfica del Ebro. En Zaragoza conserva los Documentos de construcción y Licencias sobre ambas pasarelas: -Proyecto en Fábrica, del Ing. Ramón Elósegui, con un plano único, de 30 junio 1900. Y el: -Proyecto en Hormigón Armado, del Ing. Gabriel Rebollo Canales, ‘Sistema Rebollo’ (privilegiado). Memoria de 39 pág. y anejo. Planos de alzado y estructura, de 28 octubre 1902. -Solicitud de la Sociedad Gª Solana e Inciarte, ante Gobernador Civil de Álava, para autorizar la ejecución de un ‘puente de servicio particular’, el 30 junio 1900. -Solicitud de Sr. Gª Solana, ante el Gobierno Civil, para sustituir el Proyecto aprobado del Puente de Fábrica, por un nuevo Proyecto de Puente de Hormigón, el 26 febrero 1903. -Oficio: remisión del expediente del G. Civil de Álava, a Fomento, al Ing. Jefe de OP Bilbao, el 3 marzo 1903. -Oficio: Informe del Ing. J. de O.P. de la demarcación Vascongada y Navarra, al G. Civil de Álava, el 7 marzo 1903. -Diligencia: El Sr. Gobernador Civil aprueba lo propuesto, el 9 mayo 1903.

(8) El valor histórico ornamental de la Fábrica Ceres, en el tratamiento de pilares y molduras, que Ramón Grotta proyectó, los recuperó Rebollo como buenos para sus puentes modernista. Pueden apreciarse en el local bajo-comercial del edificio, visitable en la actualidad. (Inmueble protegido -BIC, País Vasco).

(9) El Antiguo Balneario, como describe Ainhoa Arozamena Ayala, en sus instalaciones de la antigua ‘Casa de Baños de Sobrón’, ofrece datos de interés: ‘Posee un frontón privado no cubierto cuyas dimensiones son 32 x 14 m. Aguas minerales conocidas desde antiguo con el nombre de «La Salud» (así figuran en los ss.

XVII-XVIII); el balneario alcanzó su apogeo entre 1880 y 1930. Estudiadas en 1846 por Ramón de Llano, por encargo de la Diputación Foral de Álava, el positivo análisis de las aguas llevó a la Diputación a construir el primer edificio en 1858. En 1861 adquirió la propiedad del establecimiento balneario Cristóbal Salazar. Declaradas las aguas de utilidad pública en 1864, Salazar compró el manantial situado en la otra orilla del Ebro uniéndolos bajo el nombre común de Aguas de Sobrón y Soportilla y construyéndose en 1903, un puente. El edificio fue ampliado y renovado en sucesivas ocasiones entre 1864 y 1882, alcanzando el balneario gran renombre y comercializándose las aguas bajo la denominación «Aguas de Sobrón y Soportilla. El Vichy español». Clasificadas como bicarbonatado-sódicas, variedad clorurado sódico. Con el paso del s. XX, aunque el carácter balneario ha caído en desuso, ha mantenido su importancia como lugar de residencia veraniega’.

(10) Las “Residencias familiares”, de la Obra Sindical, convierten el elegante Balneario de casi un siglo de existencia, 1850-1939, y cerrado ‘a cal y canto’ durante la guerra civil, en un lugar alegre de vida popular para el reposo, el deporte, y como Club Social de los años ‘40, gracias a la promoción de la Organización ‘Educación y Descanso’ – se aprecian los signos en sus relucientes fachadas- a pesar de la construcción del pantano/presa de los años ‘60. La instalación perduró hasta el advenimiento del nuevo periodo democrático del ‘75, en que el estoico abandono de la nueva Administración Vasca, frustra iniciativas y deprime la zona ante la dualidad Presa/Balneario, insensible a sus consecuencias: okupa/vandalismo/, rapiña/ruina, e incendio/derribo, de los edificios históricos -aunque no protegidos-, de existencia más que centenaria, y cuya pasarela cumplía tres cuartos de siglo.

(11) Termaeuropa, nueva esperanza, en forma de promoción creada formalmente por empresarios especializados, comenzó la edificación de un Hotel, pero lamentablemente, no cuajó, pero cuyo ‘esqueleto fantasmagórico’, permanece. Constituida con una inversión en 2003, para la reapertura de un Hotel - SPA en 2005, de 66 habitaciones, paraliza las obras programadas, en la fase de ‘estructura’ de un diseño interesante arquitectónicamente, que como puede verse, sitúa en el mismo lugar que antaño estaba el Balneario, bajo el Museo del Agua, que ocupa el barranco en la parte superior de la parcela.



Parte II

# CIENCIA Y TÉCNICA



# El ancho de vía en España

La historia interminable



## ANTONIO Monfort

Ingeniero de Caminos,  
Canales y Puertos.  
Jubilado

*“No me deje en manos de personas llenas de certezas, son gente terrible.”*

Antonio Tabuchi. Requiem

### RESUMEN

Este próximo otoño habrán transcurrido 30 años desde la histórica decisión del Gobierno de introducir el ancho europeo en la red ferroviaria española. El autor, testigo privilegiado en ocasiones e, incluso en otras, parte activa de este proceso, refiere la manera en la que se han ido tomando las decisiones y hace un relato de lo acontecido hasta el momento. Estando el proceso plagado de improvisaciones y decisiones arbitrarias, el balance no podía ser halagüeño. Los avances técnicos desarrollados en esos años (cambio automático de ancho, cambiadores y vía mixta) son el punto de apoyo para superar el desconcierto actual.

### PALABRAS CLAVE

Ancho de vía, cambiadores automáticos, vía mixta, alta velocidad, historia

### ABSTRACT

*This autumn will see the 30th anniversary of the Government's historic decision to introduce the European track gauge on the Spanish railway network. The author—in his capacity as privileged witness and, on occasions, active party to this process—refers to the manner in which the decisions have been made and narrates the events up to the present day. As this process has been plagued by improvisations and arbitrary decisions, the overall assessment is none too flattering. The technical advances made over these years (automatic track gauge changers, changeovers and variable gauge) serve as the starting point to overcome the present confusion.*

### KEYWORDS

*Track gauge, automatic changeovers, variable gauge, high-speed rail, history*





Tren Centenario

# 1

## El mundo de ayer

Es bien conocido el contenido del Informe Subercase-Santa Cruz por el que en 1844 se decidió que el ancho de vía en los ferrocarriles españoles fuera de seis pies castellanos equivalentes a 1,68 m. El Informe no sólo se ocupó de establecer los parámetros técnicos del ferrocarril español, sino que fijó igualmente las condiciones económicas y legales de su establecimiento. La decisión sobre el ancho, motivada por razones técnicas cuya inadecuación resultó patente años más tarde, puede calificarse hoy como un grave error histórico al diferenciarnos de la mayor parte de los países europeos que fueron adoptando un ancho de vía de 1,44 m. Sin embargo la historia no puede juzgarse desde nuestra perspectiva actual y con el conocimiento de la evolución del ferrocarril tras el tiempo transcurrido. Veamos como muestra lo que dice literalmente el histórico informe<sup>1</sup>:

*“En los países donde se han construido muchos ferrocarriles se ha visto que los caminos mas distantes entre sí los mas aislados, los que nadie pudiera discurrir cuando se construyeron que habian de ponerse en comunicacion, han llegado sin embargo, á estarlo con el tiempo por el intermedio de muchas empresas de ferro-carriles que los han enlazado; y entonces se han lamentado con frecuencia los graves inconvenientes de esa falta de uniformidad que nada hubiera costado establecer con un poco de prevision, mucho mas cuando ya en los canales de navegacion se habian notado inconvenientes semejantes por la misma falta.”*

Tuvieron pues, lucidez suficiente para atisbar la dimensión española, pero se les escapó la dimensión europea que más tarde alcanzaría el ferrocarril. El propio Informe reconoce que 5,17 pies (1,44 m) son “las anchuras que mas frecuentemente se han usado hasta ahora”. Así, las líneas que poco a poco fueron conformando la red (una red que nadie había, ni podía haber concebido a priori) fueron construidas todas en nuestro genuino ancho ibérico, con la curiosa excepción del ferrocarril de Langreo y las de ancho métrico. Con la adopción

de un ancho único, España evitó un proceso posterior para la unificación del ancho de vía, que sí se produjo en otros países, como por ejemplo en Inglaterra.

# 2

## Caligrafía de los sueños

Con el Plan Decenal de Renfe 1964-1973, el ferrocarril español inició un proceso de modernización con el apoyo del Banco Mundial, que exigió para su apoyo financiero un esfuerzo paralelo en la racionalización de la producción. Como dato más visible, la plantilla se redujo de 140.000 a 70.000 efectivos en 1975. La transición a la democracia implicó una cierta relajación económica que tuvo por efecto un aumento de la plantilla hasta los 75.000 empleados y el consiguiente empeoramiento de la cuenta de resultados de Renfe, motivado además por el deterioro de la calidad e imagen del servicio y la pérdida de tráficos en beneficio de la carretera.

La estabilidad política derivada de la mayoría absoluta del PSOE en el año 82 permitió asumir el problema ferroviario y adoptar una política decidida de racionalización y modernización. Como primer paso el Ministerio de Transportes, auspiciado por el Asesor del ministro Guillermo Vázquez, encargó la redacción del Informe de la Comisión para el Estudio de los Ferrocarriles Españoles a un grupo pluridisciplinar de expertos presidido por D. Carlos Roa Rico, catedrático de Economía del Transporte de la Escuela de Caminos de Madrid. Este Informe sentó las bases para la transformación del ferrocarril español y destacaremos algunas de las consideraciones finales<sup>2</sup> del mismo:

- “El ferrocarril ha dejado de ser un modo universal de transporte... debiendo especializarse en aquellos tráficos en los que tiene ventajas competitivas...”
- “Existe un problema global de exceso de capacidad”
- “Es necesaria una clarificación de las relaciones entre el Estado y las empresas ferroviarias”



Carlos Roa Rico. Catedrático  
Economía del Transporte

- Las empresas ferroviarias deben dar “prioridad a los factores económicos sobre los tecnológicos.”

El Informe tuvo dos consecuencias trascendentes: el primer Contrato-programa Estado-Renfe 1984-1986 y el Plan de Transporte Ferroviario PTF que constituyeron los dos instrumentos básicos de la nueva política ferroviaria. Este proceso, que podemos denominar de “ajuste y reflexión” y en el que, naturalmente estaba involucrado el Ministerio de Hacienda, requería el control del déficit galopante de Renfe, como condición necesaria para poner a disposición del ferrocarril las importantes inversiones que su puesta al día requería. Así, el PTF introducía la alta velocidad en España e incorporaba, como “inversiones de ruptura”, diferentes trayectos de nuevo trazado: Brazatortas-Córdoba, la Variante de Guadarrama entre Madrid y Valladolid, la Bilbao-Vitoria o incluso la Zaragoza-Lérida con velocidades máximas de 250 km/h. En el PTF no había ninguna consideración sobre el ancho de vía, que se consideraba como un dato, como un condicionante del problema. Sin embargo, se mencionaba explícitamente el apoyo a las técnicas de cambio automático de ancho de los trenes, como solución para los tráficos internacionales. Las líneas de alta velocidad se diseñaban para tráfico mixto (viajeros y mercancías) y así se ejecutó la variante de Brazatortas con rampas (12,5 %) y radios de curvatura (4400 m, y excepcionalmente 3200 m) adecuados.

Una propuesta ambiciosa como era el PTF provocó una reacción política que se formulaba en los siguientes términos: ya que se van a construir variantes de nuevo trazado y que va a haber inversiones cuantiosas ¿por qué no se aprovecha la ocasión para cambiar el ancho de vía de la red y se adopta el ancho europeo? No eran necesarios análisis más profundos. El ancho europeo se proponía como un bien en sí mismo. Era un debate maniqueo, o mejor aún, no se precisaba ningún debate, ni ninguna argumentación. Era una cuestión de fe, eran “personas llenas de certezas”. España se había incorporado a la Comunidad Económica Europea en 1986, la fiebre europeísta sacudía nuestra sociedad y las circunstancias eran favorables. La oposición política aprovechó el momento y en el debate parlamentario que se produjo sobre el PTF en marzo

de 1988 reivindicó el cambio de ancho con argumentos que expresaban más un desiderátum que una opinión razonada: Es una oportunidad histórica, hay que superar el aislamiento de España, podemos homologarnos con Europa, ¡ya somos europeos! Curiosamente una de las quejas repetidas por la oposición era que no se habían presentado estudios que avalasen la conveniencia de no cambiar el ancho, ignorando que los estudios hay que hacerlos precisamente para cambiar lo existente, no para mantenerlo.

Recordemos la intervención de García Valverde, a la sazón presidente de Renfe, en la sesión referida:

*“Si hubiese dinero para hacer un cambio de ancho, le puedo asegurar que nunca lo haría, porque hay muchas cosas que hacer y sería mucho más rentable hacer todas esas cosas”<sup>3</sup>.*

Resumía de esta forma la posición del Ministerio sobre esta cuestión, que perturbaba la estrategia ferroviaria planteada.

## 3

### La embriaguez de la metamorfosis

El 21 octubre de 1988 era un viernes apacible, con cielo soleado, vientos moderados y máximas de 18° C. Por la tarde se inauguraba el Auditorio Nacional de Madrid con la presencia del Príncipe heredero, acompañado por Jorge Semprún, ministro de Cultura. Nada hacía presagiar una tormenta en el mundo ferroviario. Por la mañana se reunía el Consejo de Ministros como solía y el ministro de Transportes José Barrionuevo, que había sustituido en julio a Abel Caballero, informaba rutinariamente a sus colegas de la adjudicación del llamado “contrato del siglo” que el Consejo de Administración de Renfe iba a resolver esa tarde. El contrato para la adquisición de 24 trenes de alta velocidad y 75 locomotoras universales implicaba una importante operación industrial por la cual los adjudicatarios



Estación AVE Santa Justa Sevilla

adquirían a su vez las empresas La Maquinista, Ateinsa y Macosa pertenecientes al INI. Tras unas delicadas negociaciones llevadas con gran discreción, el asunto estaba atado y bien atado. Ese viernes en Las Caracolas, sede de la Presidencia de Renfe, había un inusual despliegue de medios, como nunca se había visto, esperando la resolución del concurso.

Sin embargo el Consejo de Ministros se saltó el guion: pidió a Renfe que aplazase la decisión y le encargó un estudio sobre el cambio del ancho de vía que había de evacuarse en un mes (subrayemos que el estudio debía referirse a cómo podría realizarse el cambio de ancho; no se solicitaba el análisis de la conveniencia del cambio). ¿Qué había pasado? Las deliberaciones del Consejo son secretas y no sabemos a ciencia cierta lo que ocurrió, pero sucintamente podemos inferir que el presidente del Gobierno preguntó que por qué no se construía la línea Madrid-Sevilla en ancho europeo, a lo que el ministro de Transportes debió contestar: en efecto, por qué no. Consta que dos ministros se opusieron: el de Hacienda porque intuyó que detrás de una decisión de este tenor vendría un fuerte incremento del gasto y el de Exteriores porque estaba prevista una cumbre hispano-portuguesa en las siguientes semanas y una decisión unilateral sobre este asunto sería muy mal recibida por Portugal (anecdóticamente diré que, con dudas y sin certezas, tuve que asistir a la citada cumbre para explicar la situación). El resto del Gobierno debió asentir con la pasividad habitual.

Formalmente el gobierno no había tomado una decisión, pero políticamente la decisión era ya firme e irreversible, como realmente aconteció. En los Cuadernos de notas del presidente González, recientemente publicitados, encontramos una anotación fechada el 2 de noviembre referida a la cumbre hispano portuguesa mencionada en el párrafo anterior. Dice textualmente<sup>4</sup>: “Antes de fin de año se estudiarán las implicaciones del ancho de vía”, mostrando así la decisión como un hecho. Hasta ese momento las únicas referencias al ferrocarril aparecían en los Cuadernos, no como un asunto de Transportes sino de Industria, por la operación empresarial que implicaba el “contrato del siglo”.

Nótese que la decisión que se tomaba quebraba totalmente la política ferroviaria que desde 1982 había comprometido y aplicado el mismo gobierno del presidente González, con los ministros Barón y Caballero.

Volveremos a ello más adelante, para desvelar primero algunos elementos que, aunque anecdóticos, seguramente fueron decisivos.

## 4

### La insoportable levedad del ser

En agosto de 1987 el presidente de la Generalitat de Catalunya dirigió una carta al presidente del Gobierno defendiendo la introducción del ancho europeo en la red española, partiendo de una nueva conexión frontera francesa-Barcelona, que se extendería posteriormente hacia el sur. En el verano siguiente tendría ocasión de reiterar su punto de vista al ministro de Transportes en una entrevista personal. La foto de un TGV

francés llegando a la barcelonesa estación de Francia era sin duda una imagen políticamente potente y estimulante.

El 12 de octubre de 1988, con motivo de la celebración de la Fiesta Nacional, los Reyes de España ofrecieron su tradicional recepción en el Palacio Real a la que asistieron un millar de invitados. Fue una ocasión propicia para que un alto cargo del Ministerio de Transportes abordara al presidente del Gobierno y le sensibilizara sobre la histórica oportunidad de introducir el ancho europeo en la nueva línea Madrid-Sevilla. Parece ser que esa conversación, breve y concisa, fue determinante de cara al Consejo de 21 de octubre.

No podemos tener certeza de lo dicho, pero lo que sí podemos afirmar es que no hubo, como se ha llegado a decir, ningún tipo de presiones ni de la Comisión Europea, distante y respetuosa ante las decisiones nacionales, ni mucho menos de los fabricantes de material móvil que estaban comprometidos mediante sus ofertas presentadas en firme, para adjudicarse el contrato en ancho Renfe y que, cuando más tarde se les comunicó el cambio de ancho, prácticamente no tuvieron que alterar ni sus propuestas técnicas, ni las económicas, ni los plazos de entrega.

## 5

### El firmán de la ceguera

El Consejo de Ministros en su reunión de 9 de diciembre de 1988 adoptó formalmente un acuerdo de tres puntos:

- Las líneas de nueva construcción para alta velocidad se construirán en ancho internacional
- Se considera prioritaria la construcción de las nuevas líneas de alta velocidad Madrid-Sevilla y Madrid-Barcelona-frontera francesa
- Renfe realizará en el plazo de seis meses un “Informe de Conversión de Líneas a Ancho Internacional en el horizonte del PTF” (año 2000)

Destaquemos que la decisión es determinante para las líneas de alta velocidad de nueva construcción, a pesar de que previamente no se había redactado ningún informe o estudio específico. Sin embargo, a pesar del informe que redactó Renfe, no hubo decisión alguna sobre la red convencional, que se dejó al albur de un segundo informe encargado también a Renfe, renunciando así el Ministerio a la definición de la estrategia que, en buena lógica, le correspondía.

En definitiva, la decisión del cambio de ancho se tomó a la ligera, de forma improvisada, sin que mediaran informes o estudios previos que la avalaran. Fue una “iluminación” lo que, sin embargo, no impidió que fuera bien acogida por la opinión pública y la clase política, aun cuando un grupo de 39 profesionales especialistas en transporte, cuyo primer firmante era Arturo Soria, había publicado un artículo<sup>5</sup> en El País, cuyo título rezaba “Debatir antes de estrechar” en el que se pedía “una reflexión más abierta, larga y profunda tanto desde el punto de vista técnico como del político”.

# 6

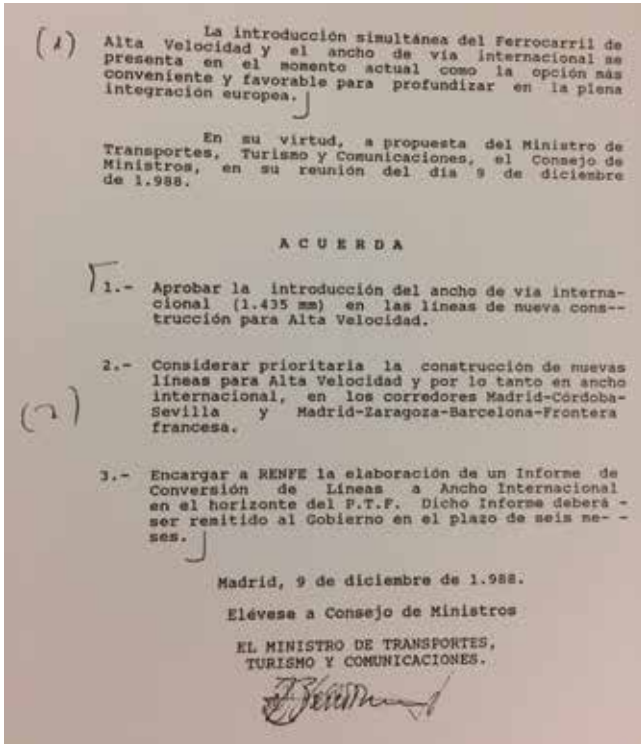
## Una comedia ligera

Ya hemos dicho que la decisión de otoño de 1988 quebraba la política ferroviaria del Gobierno cuyos principales instrumentos eran el PTF y los Contratos-Programa Renfe-Estado. Pero el cambio de ancho tuvo también un efecto inmediato en la línea de alta velocidad Madrid-Sevilla que estaba en construcción y sobre la que había un compromiso político de gran relevancia para su puesta en servicio en 1992 con ocasión de la Expo de Sevilla.

El primer impacto fue sobre el concurso aplazado del material móvil. Para los fabricantes el cambio de ancho no era ningún problema por lo que se mantuvieron las ofertas y los compromisos industriales. Sin embargo, las necesidades de Renfe en el nuevo escenario eran muy inferiores a las previstas en el concurso. El cálculo de las necesidades de las ramas de alta velocidad, se había realizado con ancho ibérico en toda la red y la previsión de una serie de servicios adicionales de viajeros que apoyándose en la troncal Madrid-Sevilla extendían su acción al norte y al este de Madrid (Cantábrico y Mediterráneo) y al sur de Sevilla (Málaga, Cádiz, Huelva), utilizando la red convencional y beneficiando así a un territorio mayor. En el caso de las locomotoras se preveía su utilización en el conjunto de la red habida cuenta de su versatilidad (viajeros y mercancías). Al disponerse de la nueva línea en ancho europeo, aislada del resto de la red, esos servicios y ese tipo de utilización ya no eran posibles, con excepción de los que realizarían los trenes Talgo de rodadura desplazable que, obviamente, nada tenían que ver con el concurso y cuya necesidad aumentó de inmediato.

Tanto el ministro como el presidente de Renfe recibieron sendas notas (por cierto, sin que hubiera ninguna complicidad entre sus remitentes) en las que se alertaba sobre este asunto. Concretamente la que recibió el ministro cifraba las nuevas necesidades en 10 ramas de alta velocidad y 15 locomotoras universales. Se soslayó esta “pequeña e inoportuna” cuestión y se resolvió el concurso como estaba previsto con un reparto salomónico entre Alstom (hoy Alstom) y Siemens. Posteriormente hubo que introducir una modificación por la que 60 locomotoras se entregaron en ancho ibérico. Años más tarde, con motivo de la puesta en servicio del Euromed en el año 1997, seis ramas fueron transformadas a ancho Renfe, pasando a denominarse Serie 101. Más adelante con la entrada en servicio de nuevas líneas de alta velocidad, fueron transformadas otra vez a ancho europeo. Se demuestra así que el material podía adaptarse a ambos anchos mediante operaciones sencillas en taller sin alterar sus prestaciones, desmintiendo con los hechos a quienes sostenían que el ancho europeo era necesario para la alta velocidad.

En lo que concierne a las infraestructuras el impacto se produjo en las prolongaciones de la línea de nueva construcción, el denominado Nuevo Acceso Ferroviario a Andalucía (NAFA): los tramos Córdoba-Sevilla y Madrid-Getafe. La previsión, antes del cambio de ancho, era adaptar la línea existente entre Córdoba y Sevilla a 200 km/h y acceder a las ciudades a través de los corredores y vías existentes. Como eso no era posible se tuvieron que construir nuevos accesos y se remodelaron las estaciones



Acuerdo del Consejo de Ministros del 9 de diciembre de 1988

El Informe elaborado por Renfe en noviembre de 1988 en un mes, plazo inferior al que dispusieron los redactores del Subercase-Santa Cruz 150 años antes, fue sin duda un magnífico trabajo cuyos autores fueron Javier Pérez Sanz y Manuel Megía. Como ya hemos dicho antes, el Informe no pone en cuestión la conveniencia del cambio de ancho, sino que se centra directamente en el procedimiento para acometerlo. “Renfe ha recibido el mandato del gobierno para elaborar un informe que evalúe las repercusiones técnico-económicas que se derivarán de la introducción del ancho de vía europeo en nuestra red ferroviaria”<sup>6</sup>. El Informe estima que “el esfuerzo adicional que es necesario realizar como consecuencia del cambio de ancho se eleva a 347.000 millones de pesetas”. Esa cifra incluye los 27.000 M destinados al material móvil. Si recordamos que el PTF preveía un volumen de 475.300 M para sus dos programas de Variantes y Dobles Vías, confirmamos que al ministro de Hacienda no le había fallado el olfato: nada menos que un 72,4 % de incremento de coste para un mismo nivel de prestaciones. Para terminar resaltemos que el Informe preveía que en el año horizonte del PTF (2000), estarían equipados en ancho europeo un total de 6900 km, de los que 1700 km serían de nueva construcción y 5200 km transformados de la red convencional. Como veremos más adelante, 30 años más tarde, la realidad está lejos de ese escenario diseñado para el año 2000.

terminales. Hubo que construir una nueva línea específica en ancho europeo entre Córdoba y Sevilla, para mantener los servicios convencionales sobre la existente. La nueva línea fue encargada a Renfe por su mayor facilidad para endeudarse, lo que rompía una vez más el reparto de tareas establecido, por el que Renfe debía concentrarse en explotar la red, operar los servicios y controlar el déficit. Para ello fue necesario un nuevo acuerdo del Consejo de Ministros (7/7/1989) autorizando a Renfe a un endeudamiento adicional mediante una nueva aportación al Contrato-Programa de 67.000 M de ptas.

La complejidad de los accesos ferroviarios en dos anchos de vía, se repetiría y se repite por toda la geografía de la alta velocidad española, constituyendo uno de los sobrecostes importantes derivados del cambio de ancho y presentando a veces una gran dificultad técnica, como, por ejemplo, en el caso de Barcelona Sants. La resolución de esta problemática se inserta en operaciones urbanísticas y territoriales de gran calado, dando lugar a unas negociaciones complejas con las Administraciones involucradas y a unas necesidades de inversión tan grandes que, con frecuencia, han provocado su paralización como, por ejemplo, en el caso de Valencia y Valladolid.

El diseño de la Madrid-Sevilla para tráfico mixto perdió todo su sentido y efectividad al adoptarse el ancho europeo. Ni cuando se inauguró la línea, ni ahora 26 años después, ha podido circular un solo tren de mercancías al carecer la línea de accesos a las terminales de mercancías (obviamente la inversión en la línea hubiera podido reducirse al diseñarla exclusivamente para viajeros con rampas de 25 %).

Un último elemento del Acuerdo, *last but not least*, es ciertamente trascendente: El Gobierno consideró prioritaria la construcción de la LAV Madrid-Barcelona-frontera francesa modificando las previsiones del PTF que sólo contemplaba su adaptación a 200 km/h, aunque ya incluía la construcción de nuevas variantes de trazado a velocidades superiores a 250 km/h. Para ello tampoco se necesitaron nuevos estudios, ni fue preciso analizar los existentes. En este caso, sin embargo, puede decirse 30 años después y tras 10 años de funcionamiento de la línea, que la decisión, aunque improvisada y no motivada, fue un acierto. En 1989 el gobierno, a la vista de su coste y por iniciativa del Ministerio de Hacienda, desestimó el proyecto de conversión de la red convencional al ancho europeo, sin que ello precisara de un acuerdo específico.

# 7

## La construcción de la torre de Babel

Como consecuencia de lo ocurrido en 1988, la política y la planificación ferroviaria no han podido seguir una senda clara y definida, quedando sometidas a diversas y sucesivas sacudidas en función de continuos cambios de estrategia. Trataremos de resumir lo ocurrido en estos 30 años caracterizando diversos períodos políticos.

### 1991-1996

Ante el desconcierto generado por las decisiones de 1988 el nuevo ministro Borrell decide la realización de un nuevo plan: el

Plan Director de Infraestructuras (PDI) con horizonte 2007. En cuanto al ferrocarril el PDI define un nuevo modelo, apuesta por el desarrollo de la alta velocidad concentrando las actuaciones en los corredores más potentes y limitando la extensión del ancho internacional a esta red de alta velocidad de nueva construcción, que se diseña para tráfico exclusivo de viajeros. Se da prioridad al Corredor Mediterráneo (recordemos<sup>7</sup> que las líneas acondicionadas a 200 km/h pertenecen también a las redes de alta velocidad, cualquiera que sea su ancho) y se inician las primeras actuaciones en la Madrid-Barcelona: Variantes Zaragoza-Lleida y Ricla-Calatayud de las que se disponía ya de proyectos constructivos. Los recursos presupuestarios se benefician de los fondos europeos (Feder y Cohesión posteriormente) y el ferrocarril entra en una fase claramente expansiva.

### 1996-2004

En una primera etapa el ministro Arias considera que no hay razón para modificar el PDI y se siguen desarrollando los grandes proyectos, destacando la prioridad dada al Madrid-Barcelona y el inicio de la Variante Norte Madrid-Valladolid mediante la adjudicación de varios contratos de proyecto y obra para acelerar su ejecución. En 1997 se inaugura el Euromed Valencia-Barcelona, mientras los presupuestos ferroviarios siguen creciendo.

A partir del año 2000 el nuevo ministro Álvarez Cascos inicia una etapa singular. Comienza a hablarse de un nuevo plan, el PIT (Plan de Infraestructuras de Transporte), un plan que nunca existió. No consta ningún documento con el contenido del plan, ni en consecuencia se materializó una aprobación formal de tal documento virtual. Curiosamente existen documentos de seguimiento del plan en los que se habla de las realizaciones del ministerio, pero sin ser relacionadas con el documento base, inexistente. El PIT (al que en el ministerio peyorativamente se le llamaba el "plan chicle" por su capacidad de adaptación a un entorno movedizo) fue realmente una etiqueta, una suerte de marca comercial, de la que se colgaba cualquier decisión o compromiso adquirido por el ministro. El rasgo más característico del período es que se inician numerosas obras de alta velocidad en todo el territorio nacional y cuando no se dispone de proyectos constructivos se recurre al concurso de proyecto y obra (tan problemático para los intereses de la Administración). Se trató pues de una política clientelista, muy poco eficiente, pues en el sector público, como en el privado, las inversiones se deben poner en valor cuanto antes, evitando dispersar las actuaciones y demorar su entrada en servicio. La variante de Pajares o la Y Vasca, con los accesos a las ciudades sin resolver, son quizá los ejemplos más claros de esta política, aunque no los únicos. Esta peculiar manera de hacer las cosas llevó de facto a unos compromisos de una red de alta velocidad de unos 9.000 km, lo que excedía y excede con mucho los límites de la sensatez económica, como puede verse en la abundante bibliografía existente.

### 2004-2011

La ministra Álvarez Arza decide elaborar otro plan, el PEIT (Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte) para tratar de poner un poco de orden y desactivar el nivel de compromisos adquiridos. Sin embargo, la contestación territorial hace imposible una marcha atrás e incluso, se producen nuevas demandas que elevan el techo hasta los 10.000 km. Dado que



Adif Líneas de Alta Velocidad

muchas de las denominadas líneas de altas prestaciones van a soportar tráficos débiles de alta velocidad, el PEIT establece que sean diseñadas para tráfico mixto de viajeros y mercancías. En consecuencia el PEIT<sup>8</sup> requiere “la definición de una estrategia precisa de cambio de ancho de vía en la red convencional” que debe apoyarse en la finalización del cuadrante nordeste (Puerto de Barcelona-frontera francesa). En el año 2009 se alcanzó el record de inversión en el conjunto de los entes inversores del Ministerio: 19.000 M€, lo que supone un 1,7 % del PIB (Alemania o Reino Unido, por ejemplo, se sitúan en el entorno del 0,6 %).

Le correspondió a su sucesor, Blanco, iniciar una política de recortes como consecuencia de la crisis económica. Sin embargo, se desaprovechó la coyuntura para imponer una mayor racionalidad en la política de inversiones. La madurez del sistema de transportes requería desacelerar la inversión en obra nueva y asegurar una buena conservación y gestión de los activos. Por el contrario, mientras se reducía drásticamente el presupuesto de conservación en carreteras, en el 2011 el ministro presentaba en Barcelona el plan de actuaciones en el Corredor Mediterráneo con unas necesidades de inversión superiores a los 50.000 M€.

### 2011-2018

En septiembre de 2012 la ministra Pastor presentó en el Congreso de los Diputados el Plan de Infraestructuras, Transporte y Vivienda (PITVI) 2012-2024 que ese mismo verano había sido aprobado por el Gobierno. El Plan introducía un mensaje económico de gran calado: las inversiones del Ministerio, incluidos sus entes dependientes, estarían en el 0,7-0,8 % del PIB. Esa declaración no se compadecía con el mapa ferroviario del plan (que, por ejemplo, incluye el ferrocarril del Cantábrico y la Ruta de la Plata) y la expresión de sus prioridades: LAV Madrid-Galicia, Corredor Mediterráneo, Eje Atlántico, Y Vasca, Enlace Chamartín-Atocha en ancho estándar, etc. En relación con el

ancho de vía el Plan “potenciará el uso de material ferroviario de rodadura desplazable... superando así las discontinuidades de ancho, tanto fronteras como interiores”<sup>9</sup>. Esta declaración viene acompañada de un compromiso: “Se abordará la definición de la estrategia de adaptación del cambio de ancho de la red, incluyendo el estudio completo del coste total”.

Una vez más el proceso de transformación de la red al ancho estándar (como se dice actualmente) quedaría en un desiderátum. Sea por las dificultades intrínsecas del proceso o sea por la presión política y mediática que se cierne sobre este asunto, lo bien cierto es que el Ministerio, tras los dos informes que secuencialmente realizó Renfe en 1988 y 89 (el segundo, aunque más extenso, no presentaba novedades sobre el anterior) y que nunca fueron tomados en consideración, no ha sido capaz ni tan siquiera de presentar un plan o un procedimiento plausible de transformación de la red al ancho de vía estándar. Y ello, a pesar de los compromisos adquiridos en el PEIT o en el PITVI.

## 8

### El corazón de las tinieblas

#### ¿Dónde estamos 30 años después?

A las dificultades técnicas, operativas y económicas del cambio de ancho se añade una expectativa política y mediática que contamina todo el proceso. Mientras tanto, en esos 30 años la red ferroviaria española ha sufrido un cambio extraordinario, cambio que afecta de manera más llamativa al transporte de viajeros, tanto en cercanías, como sobre todo en alta velocidad. Según el propio Adif la red de alta velocidad tiene una extensión de 3.152 km. de los que 2.514 son en ancho estándar, 567 en ancho ibérico y 71 en vía mixta, equipada con tercer hilo o carril.



Adif Ancho de vía y cambiadores

En lo que respecta a la extensión del ancho estándar poco se ha hecho en el ferrocarril convencional. Se ha tendido vía mixta en la conexión del Puerto de Barcelona (Barcelona-Morrot) con la sección internacional Figueres-Perpiñán, aprovechando aquellos tramos de la LAV Barcelona-Figueres que, aunque con limitaciones, admiten tráfico de mercantes. Adicionalmente se ha dispuesto también tercer carril entre Zaragoza y Huesca y entre Valencia y Castellón como antenas o prolongaciones de las líneas de alta velocidad y, curiosamente, en las Cercanías de Madrid entre Hortaleza y el Aeropuerto (T-4) para recibir algún día trenes de alta velocidad. Por el contrario, es incomprensible que el enlace Atocha-Chamartín cuyo túnel fue terminado en el 2011, no haya entrado todavía en servicio siendo una de las actuaciones más urgentes y necesarias de la red para poder conectar las dos subredes inconexas, que conforman el mapa de la alta velocidad española.

En definitiva en esos 30 años se ha creado una red interior nueva de alta velocidad y ancho estándar que sólo enlaza con la red europea en la frontera mediterránea. Los únicos tráficos internacionales de mercancías que pueden realizarse en ancho europeo se apoyan necesaria y únicamente en Barcelona-Morrot junto al Puerto de Barcelona. Su impacto en la demanda ha sido, por el momento, muy limitado. En viajeros, en temporada de verano hay seis trenes diarios por sentido entra Barcelona y París o Marsella. Los tiempos de viaje, 6h 40m y 4h 10m respectivamente, no son tiempos muy competitivos y sólo podrán reducirse el día que Francia mejore su conexión desde Perpiñán hasta enlazar con la línea de alta velocidad en Montpellier. En mercancías circulan entre Barcelona-Morrot y Perpiñán menos de 20 trenes semanales por sentido. Este volumen de tráfico es muy inferior al que esperaba TP Ferro, la concesionaria de la sección internacional Figueres-Perpiñán, lo que motivó su quiebra y el posterior rescate por las administraciones concedentes. Las previsiones de TP Ferro eran

de 58 circulaciones diarias, 34 de viajeros y 24 de mercancías.

De manera que se ha pasado de una situación histórica en la que había dos fronteras técnicas localizadas en Irún y en Port Bou, a una nueva situación en la que tenemos un conjunto de fronteras interiores, distribuidas ya por toda la geografía peninsular. Hay actualmente cerca de 20 puntos o estaciones en la red que disponen de instalaciones para el cambio automático de ancho. Cómo nos preguntábamos recientemente en otro artículo publicado en la ROP sobre el Corredor Mediterráneo<sup>10</sup>:

*“¿Por qué lo que está siendo una solución para la coexistencia de los dos anchos en España, no lo era para los tráficos internacionales con Francia, como por cierto ya se decía en el PTF?”*

El resumen de lo acontecido queda pues definido por la proliferación de las fronteras interiores, por el mantenimiento del ancho ibérico en la red convencional y por el escaso impacto en los tráficos internacionales, particularmente en las mercancías, en el único enlace adaptado: Puerto de Barcelona-Perpiñán. Ello permite seguir albergando dudas razonables sobre el futuro del proceso de transformación de la red iniciado en 1988 e incluso preguntarse: La decisión del 88 ¿no habrá sido el segundo error histórico cometido por España sobre el ancho de vía?

## 9 Fuga sin fin

Hay dos elementos técnicos que deben destacarse de cara a ese futuro incierto de la red. El material móvil de ancho variable, con sus correspondientes cambiadores automáticos de ancho, y la vía mixta. Son los dos instrumentos que facilitan la gestión



Cambiador de ancho de Antequera



Cambiador ancho Roda de Bará

ferroviaria y en los que deberá apoyarse cualquier estrategia de cambio de ancho que pueda ser definida.

Ya en el año 1966 Renfe (por cierto, D. Carlos Roa era su Director General, que en su época era equivalente a un CEO actual), bajo el paraguas de la UIC (Unión Internacional de Ferrocarriles), convocó un concurso internacional para el diseño de sistemas de cambio automático de ancho de ejes. Aunque el concurso fue ganado por Ateliers de Constructions Mécaniques de Vevey y en segundo lugar por la sevillana OGI (Oficina General de Ingeniería), ninguno de los dos sistemas consiguió progresar. Por el contrario, el sistema Talgo de rodadura desplazable, aunque excluido del concurso por no cumplir las condiciones técnicas (como es sabido, los trenes Talgo no disponen de ejes), fue inaugurado en noviembre de 1968 por el ministro Silva entre Madrid y París. Está comercialmente operativo desde 1969 (Catalán Talgo) y ha funcionado con éxito entre Barcelona y Madrid y diversos destinos europeos como París, Ginebra o Milán. Actualmente el sistema Talgo puede alcanzar los 250 km/h y puede ser utilizado también por las locomotoras, evitándose así el penoso cambio de tracción que aumentaba el tiempo de paso de una a otra red.

Posteriormente CAF desarrolló una nueva solución técnica denominada Brava (Bogie de Rodadura de Ancho Variable Autopropulsado) cuya presentación se produjo en 1999 y su entrada en servicio en el año 2006. El sistema Brava, como indica su propio nombre, es también de aplicación para los bogies motores y circula comercialmente a 250 km/h, si bien el fabricante asegura que puede circular a 290 km/h.

Sin embargo ningún sistema de cambio automático de ancho ha sido aplicado comercialmente al tráfico de mercancías, donde

siguen empleándose los tradicionales cambios de ejes o cambios de bogies, que requieren mucho tiempo para la operación de paso de una a otra red. No hay dificultades relevantes de tipo técnico para su implantación, pero los sobrecostes implícitos en su utilización han hecho que hasta el momento no hayan resultado atractivos para su explotación comercial.

Los denominados cambiadores de ancho han sufrido una importante evolución en todos estos años, disponiéndose ya de cuatro generaciones de diseños. Desde la primera instalación de uso comercial en Port Bou en 1969 se han ido produciendo sucesivas mejoras entre las que pueden destacarse:

- En los denominados cambiadores de segunda generación (Madrid-Sevilla) se han simplificado las operaciones de cambio mediante un diseño adecuado del perfil longitudinal (aunque todavía no en bañera como los de la siguiente generación), con lo que se reducen el tiempo (y los costes) del cambio de veinte a diez minutos aproximadamente.
- Los llamados cambiadores de tercera generación se instalan en la línea Madrid-Barcelona cuando ya están en uso los sistemas de cambio automático de ancho en los bogies motores lo que simplifica todavía más las operaciones. Por otra parte para que puedan ser utilizados por los dos sistemas Talgo y Brava se crean dos plataformas intercambiables mediante desplazamiento horizontal o abatimiento. Estos cambiadores son fácilmente transportables a otras ubicaciones en función del desarrollo de las líneas de ancho estándar.
- Finalmente se ha diseñado un cambiador único, válido para los dos sistemas españoles e integrados en una sola plataforma. Posteriormente este cambiador se ha perfeccionado admitiendo



también el paso de trenes de viajeros y mercancías con las soluciones polaca (SUW2000) y alemana (Rafil/DB), con el consiguiente ahorro de espacio y de costes.

La experiencia española muestra como las tecnologías disponibles para el cambio automático de ancho de vía del material rodante están plenamente desarrolladas técnica y comercialmente. Actualmente se aplican en las líneas de alta velocidad a 250 km/h y no parece que haya obstáculos para su uso a 300 km/h en un próximo futuro. Considerando los diseños actuales de las instalaciones de cambio de ancho puede concluirse que la interoperabilidad entre las redes de distinto ancho en España está solucionada satisfactoriamente para trenes de viajeros. No así para los mercantes.

La vía mixta con la disposición de un tercer hilo o carril se ha desarrollado en los últimos años como una solución para poder compatibilizar los tráficos en distinto ancho, bien en líneas de una sola vía, bien en líneas con superposición de tráficos diversos de viajeros (cercanías, *intercities* o regionales) y mercancías. Planteada inicialmente como solución transitoria durante el proceso de cambio de ancho de la red, parece que su uso se quiere generalizar y se ha dispuesto incluso en líneas de alta velocidad como recientemente entre Valencia y Castellón (200 km/h). Para los políticos, con la cómoda complicidad de algunos técnicos del ámbito ministerial, es una solución ecléctica y fácil porque, sobre el papel, resuelve las necesidades de los distintos tráficos. Sin embargo, no ha habido, ni hay, unanimidad a la hora de valorar la idoneidad de su uso, como lo prueba el repetido cambio de criterio del Ministerio sobre su disposición, por ejemplo, en el corredor Mediterráneo y en la Variante de Pajares, dada la afección a los tráficos convencionales.

La problemática del tercer carril se debe a dos cuestiones elementales: la escasa distancia existente entre los carriles contiguos y la excentricidad del eje de la vía. Ello afecta, entre otros, a los siguientes elementos:

- Operaciones de mantenimiento. No es posible utilizar las bateadoras automáticas, porque no caben los bates. Hay que utilizar bateadoras manuales o de desvíos, lo que representa una mayor dificultad para garantizar la exigente geometría de vía que requiere la alta velocidad.

- Aparatos de vía. Además de las limitaciones de velocidad en vía desviada, los desvíos sólo permiten salida en un ancho: el ibérico hacia el mismo lado del tercer hilo y el estándar hacia el del hilo común. Ello obliga al uso de cambiadores de hilo para cambiar la disposición del carril interior a derecha o izquierda de la vía, imponiendo también limitaciones de velocidad. Al no poder ser comunes las vías de apartado para los dos anchos obliga a un redimensionamiento por exceso de las estaciones.

- Disposición de andenes. Deben disponerse en el lado del hilo común. Aun así la distancia del tren al andén es superior en los de ancho ibérico, como consecuencia de la excentricidad del eje (11,65 cm).

- Electrificación. La catenaria computada (bitensión) permite la circulación a 200-220 km/h.

- Instalaciones de seguridad. No pueden instalarse circuitos de vía al producirse cortocircuitos por el tercer carril y sus sujeciones, lo que obliga a utilizar contadores de ejes para detectar el tren, con las limitaciones que ello supone. No puede instalarse el ERTMS (lo que no tiene solución, por ahora) y se está utilizando ASFA con limitaciones de velocidad a 200-220 km/h

Aunque todas estas cuestiones están en permanente evolución, parece evidente que, con las limitaciones descritas, conviene ser muy prudente en la disposición de la vía mixta, reduciéndola a tramos cortos y de tráfico limitado. La provisionalidad o transitoriedad de estas instalaciones no es predecible, porque el proceso de cambio de ancho, si se sigue insistiendo en ello, es un proceso de plazos largos o muy largos, como ha podido comprobarse en estos últimos 30 años.



Desvíos y cambiador de hilo en vía mixta

# 10

## Fuga sin fin

El panorama no es halagüeño. Es posible que los de las “certezas” se mantengan en sus trece, pero los que metodológicamente pertenecemos al reino de las dudas, seguimos teniéndolas. No sé si tenemos la “razón”, pero desde luego tenemos “razones” para dudar. La decisión del 88 pertenece ya a la historia, fuera o no fuera un error. Es irreversible. Eso sí, deberíamos saber cuánto ha costado ese viaje a ninguna parte. En el nuevo escenario el ancho de vía estándar en las líneas de alta velocidad es ya un dato, un condicionante. Sin embargo, en la red convencional está casi todo por hacer y, en consecuencia, se está a tiempo de pensar, llevando el debate a un terreno desapasionado, técnico, definiendo los posibles escenarios, analizándolos, valorando sus costes, comparándolos y eligiendo las mejores soluciones, sin despreciar aquellas que se apoyan en el material móvil. En suma, lo que siempre hemos hecho los ingenieros. Soy consciente de las dificultades políticas y mediáticas que encierra este discurso, pero cada cual debe asumir sus responsabilidades. Mientras tanto, parafraseando a Groucho Marx, podemos concluir que hemos llegado desde la nada, a la más absoluta de las miserias. 📍



### NOTAS

- (1) Informe Subercase-Santa Cruz. Docutren. Fundación de los Ferrocarriles Españoles
- (2) Informe de la Comisión para el Estudio de los Ferrocarriles Españoles. MTTC. 1984
- (3) Diario de sesiones Congreso de los Diputados 1 de marzo de 1988
- (4) Cuadernos de notas del presidente González. Fundación Felipe González
- (5) Debatir antes de estrechar. El País. 24 noviembre 1988
- (6) Informe sobre la introducción del Ancho Internacional. Renfe. Noviembre 1988
- (7) Directiva 2016/797 sobre la interoperabilidad del sistema ferroviario. 2016
- (8) PEIT Plan estratégico de Infraestructuras y Transportes. Ministerio de Fomento. 2005
- (9) Plan de Infraestructura, Transporte y Vivienda PITVI 2012-2024
- (10) El Euromed y el Corredor Mediterráneo. Antonio e Ignacio Monfort ROP 2018

### REFERENCIAS

- Informe Subercase-Santa Cruz. Docutren. Fundación de los Ferrocarriles Españoles. Edición facsímil de la Gaceta de Madrid. 21 enero 1845



- Informe de la Comisión para el Estudio de Los Ferrocarriles Españoles. Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones, MTTC. 1984-1986.
- Contrato-Programa Renfe-Estado. Ministerio de Transportes (MTTC). 1984
- PTF. Plan de Transporte Ferroviario 1987-2000. MTTC. 1987
- Comisión de Industria, Obras Públicas y Servicios Congreso de los Diputados. Diversas compareencias en relación con el PTF (Plan de Transporte Ferroviario) 1 de marzo de 1988
- Informe sobre la Introducción del Ancho Internacional. Renfe. Noviembre 1988
- Informe de Conversión de Líneas a Ancho Internacional. Renfe. Julio 1989
- Cuadernos de notas de Felipe González. Fundación Felipe González. 2018
- Nota sobre el proyecto de transformación del ancho de vía. Secretaría General de Planificación y Presupuestos. Ministerio de Economía y Hacienda. 23 de noviembre de 1988
- PDI. Plan Director de Infraestructuras 2005-2020. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente. MOPTMA. 1993
- PDI. Plan Director de Infraestructuras (2ª edición). MOPTMA. 1994
- PEIT. Plan Estratégico de Infraestructuras de Transporte 2005-2020. Ministerio de Fomento. 2005
- PITVI Plan de Infraestructuras de Transporte y Vivienda 2012-2024. Ministerio de Fomento. 2012
- Directiva 2016/797 sobre la interoperabilidad del sistema ferroviario. 2016
- Real decreto 1434/2010 de 5 de noviembre sobre interoperabilidad del sistema ferroviario. 2010
- Propuesta de adjudicación de trenes de alta velocidad y locomotoras de gran potencia. Renfe. Diciembre 1988
- Declaración sobre la Red. ADIF. 2018
- Informe anual 2017. Observatorio del Transporte del Transporte y la Logística. Ministerio de Fomento. Marzo. 2018
- El transporte internacional de mercancías en España. Observatorio del Transporte del Transporte y la Logística. Ministerio de Fomento. Marzo 2018
- La experiencia internacional en alta velocidad ferroviaria. Fedea. Febrero 2015
- Infraestructuras de transporte, economía y territorio. Aula Carlos Roa. Octubre 2008
- La politisation de la grande vitesse espagnole 1986-2011. Université Paris-Est. Tesis Doctoral. Ander Audikana. Julio 2012
- Aproximación a la Geografía del despilfarro en España. Juan Romero y otros. Asociación de Geógrafos Españoles. Junio 2018
- La vía de tres carriles Ruth De San Dámaso Martín Dirección General de Operaciones e ingeniería ADIF. 2012
- Ejes ferroviarios de cambio automático de ancho de vía. Rafael Rubio Eloa. ROP. Mayo 1987

# Integración paisajística

del campus universitario Antonio Maceo Grajales de la Universidad de Oriente



DANIEL ENRIQUE  
**García**

Departamento de Arquitectura y Urbanismo, Facultad de Construcciones, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba (Cuba)



MARITZA  
**Espinosa**

Departamento de Arquitectura y Urbanismo, Facultad de Construcciones, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba (Cuba)



GRACIELA  
**Gómez**

Departamento de Arquitectura y Urbanismo, Facultad de Construcciones, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba (Cuba)



KYRA  
**Bueno**

Departamento de Ingeniería Civil, Facultad de Construcciones, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba (Cuba)

## RESUMEN

Es objetivo del trabajo la elaboración de una propuesta de gestión y ordenamiento que logre la integración paisajística del campus universitario Antonio Maceo Grajales de la Universidad de Oriente. Para ello se caracterizó el objeto de estudio, su evolución histórica, describiéndose los componentes naturales y antrópicos. El proceso metodológico utilizado se resume en: síntesis de la problemática ambiental del área precisando sus valores paisajísticos, definición de lineamientos generales a nivel territorial y lineamientos específicos para cada una de las unidades de paisaje planteadas, evaluación de su potencial paisajístico y definición de criterios de intervención que soporten las propuestas realizadas.

## PALABRAS CLAVE

Paisaje, unidades de paisaje, gestión ambiental, ordenamiento ambiental

## ABSTRACT

*The object of the work is to prepare a management and organization proposal to achieve the landscape integration of the Antonio Maceo Grajales Campus at the Universidad de Oriente. To this end, a character assessment was made of the object of the study, detailing its historic development and identifying its natural and man-made components. The methodological process employed incorporated: a review of the environmental problems affecting the area with indication of its landscape values; a definition of general guidelines at a territorial level and specific guidelines for each of the landscape units under consideration; an evaluation of the landscape potential; and a definition of the intervention criteria to support the proposals.*

## KEYWORDS

*Landscape, landscape units, environmental management, environmental organisation*

# 1

## Introducción

Actualmente, a nivel mundial, se le brinda gran atención al tratamiento del paisaje a los campus universitarios. De manera general en estos proyectos se plantean dos principios fundamentales: por un lado, dotar a los espacios públicos de una identidad reconocible, y por el otro, permitir que tanto la gestión como el uso de los mismos sea acorde con la vida universitaria. Para cumplir con estos principios resultan de vital importancia el adecuado diseño de las áreas verdes, las circulaciones, los accesos principales, el mobiliario y las texturas presentes en el entorno. Internacionalmente existen numerosos campus universitarios que poseen estas características, los cuales constituyen interesantes soluciones urbanísticas debido en gran medida a sus niveles de funcionalidad y confort, donde sus valores paisajísticos están en una misma armonía.

La investigación que se acomete, tendrá como objeto de estudio el campus universitario Antonio Maceo Grajales de la Universidad de Oriente, localizado en la ciudad de Santiago de Cuba, siendo la primera experiencia de un estudio paisajístico detallado en instituciones de este tipo en Cuba. Este campus universitario, presenta un elevado grado de descualificación de su imagen. En él, se evidencia de manera general una falta de integración en los diseños de sus espacios y la existencia de un asentamiento ilegal en sus predios, debido a que sus límites no están completamente definidos, lo cual ha provocado la inhabilitación de la antigua vía de comunicación con la residencia estudiantil, la creación de microvertederos y la circulación constante de personas ajenas a la universidad por toda su área, propiciando en muchas ocasiones actos delictivos en contra de los medios materiales, así como del personal docente y estudiantil. No obstante, el sitio posee grandes potencialidades por su topografía irregular, la presencia de vegetación exuberante con frondosos árboles esparcidos por toda la zona y excelentes visuales desde, hacia y dentro del propio campus.

Siendo esta institución una de las más prestigiosas casas de estudios del país, y la sede fundacional de la segunda institución dedicada a la educación e investigación a nivel superior y de postgrado en toda Cuba, un verdadero hito a nivel de ciudad por sus valores arquitectónicos, históricos y culturales, demanda un tratamiento acorde a su relevancia, se impone la necesidad de llevar a cabo un estudio paisajístico, encaminado a elaborar una propuesta para la gestión y el ordenamiento del paisaje, llegando a destacar los principales atributos formales, compositivos y tipológicos de la misma, lo cual constituye la novedad del estudio realizado.

El aporte fundamental de la investigación es de carácter práctico y se sustenta en la propuesta de ordenamiento general del

territorio y sus criterios de diseño, atendiendo al estudio del paisaje y la integración de sus componentes. La propuesta permitirá la eliminación de las ilegalidades, el realce de la jardinería, las áreas verdes, el sistema de circulación, las señaléticas y otros aspectos que inciden en el diseño de exteriores, aportando un impacto social positivo en la comunidad universitaria.

# 2

## Materiales y métodos

Para el estudio de integración paisajística en la presente investigación, se consultaron numerosos instrumentos metodológicos y definiciones conceptuales de diferentes autores, entre los que se pueden citar: Curdes Gehard (1997) [1], Prinz Dieter (1998) [2], Aguiló (1998) [3], Gómez Ortega (2005) [4], Pérez-Chacón (2006) [5], Escribano Bombín (2006)[6], Rodríguez, Valdés (2008)[7], "Reglamento del Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental" (2009) [8], Cambón Freire (2011) [9] y la "Instrucción Metodológica Complementaria"(2012) [10], Licea, Cristina (2016) [11] y Alonso Bubaire (2017) [12], se verificó el hecho, de que aunque todos apuntan hacia la realización de estudios paisajísticos con enfoques de integralidad, carecen de unidad de criterios en cuanto al tema del paisaje urbano, se destaca que las dos últimas fuentes citadas, constituyen excelentes casos de estudios enfocados al ordenamiento del paisaje vial en dos arterias importantes de acceso a la ciudad de Santiago de Cuba.

Se seleccionó la metodología de Aguiló (1998), que a pesar de no ser específica para tratar el paisajismo urbano; por la generalidad del análisis, la valoración de los componentes y las características visuales que expone; puede ser aplicable al examen y valoración del paisaje del campus universitario Antonio Maceo Grajales, donde el paisaje es predominantemente urbano, con una presencia notable de elementos naturales. La aplicación de este instrumento metódico es fundamental para obtener como resultado un estudio paisajístico integral, que marque las pautas para la elaboración de una propuesta de diseño que sea funcional, confortable y estéticamente atractiva.

Se consideran acertadas las consultadas realizadas a especialistas de la Universidad de Oriente que trabajan para la declaratoria del Conjunto Patrimonial de esta sede<sup>1</sup>, así como a otros expertos del Centro de Vialidad y Transporte<sup>2</sup> de Santiago de Cuba. El procedimiento de análisis de lo general a lo particular, en continuo proceso de retroalimentación se estructuró en tres fases: Diagnóstico, Gestión y Propuesta de Diseño. El objetivo general de la presente investigación conduce a la realización de la propuesta de gestión y ordenamiento del paisaje del objeto de estudio.

En el proceso investigativo se aplicaron diversos métodos científicos, se puede citar el de análisis-síntesis, utilizado para

analizar y sintetizar las teorías, conceptos y metodologías, así como las tendencias actuales sobre el estudio del paisaje en campos universitarios, se evidencia además en la aplicación de la metodología para la integración paisajística y en la desarticulación de los componentes a considerar en el procedimiento metódico. La utilización del método histórico-lógico facilitó el estudio de antecedentes de integración paisajística en campus universitario, la caracterización del objeto de estudio, el conocimiento de su evolución y el estado de la situación actual. El método de inducción-deducción se emplea para la definición de la metodología a implementar en el estudio de integración paisajística; el método de observación se usa en el inventario y caracterización. Se utilizaron otros métodos como el sistémico-estructural para definir de acuerdo al análisis realizado las potencialidades y restricciones del área de estudio y el de la modelación para elaborar las simulaciones en 3D, de la unidad de paisaje seleccionada, que reflejen las transformaciones propuestas.

### 3 Resultados y discusión

Como parte de la aplicación de la metodología de análisis se realizó el diagnóstico, tomando en consideración factores naturales y antrópicos referidos a: uso de suelo, áreas libres y espacios públicos, mobiliario urbano, infraestructuras técnicas, asentamiento ilegal, sanidad ambiental, que permitieron determinar la situación actual que caracteriza al paisaje del campus universitario Antonio Maceo Grajales, ofreciéndose la información necesaria que permitió diagnosticar el estado general de los componentes del medio, los cuales se destacan a continuación (figura 1):

- Existen varios inmuebles en el campus que poseen valores patrimoniales.
- Topografía irregular. Excelentes condiciones de visibilidad e intervisibilidad.
- Existencia de una vegetación exuberante conformada por césped, arbustiva y árboles de mediano y gran tamaño.
- Los límites territoriales del campus no se encuentran bien definidos.
- Presencia de un asentamiento ilegal con viviendas precarias dentro del territorio del campus. Constante circulación de personas ajenas a esta institución.
- Presencia de microvertederos dispersos por todo el campus.
- Mal tratamiento a las áreas verdes y espacios públicos, no existencia de una definición y un diseño integral.

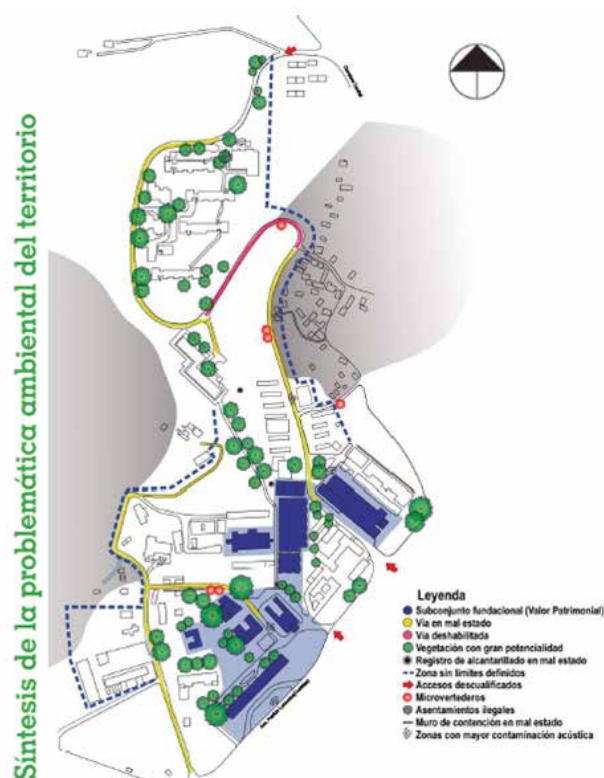


Fig. 1\_ Síntesis de la problemática ambiental del territorio

- No existe una integración arquitectónica en el medio construido.
- El mobiliario urbano presenta diseños anticuados y poco interesantes.
- Existen zonas con insalubridad debido a la insuficiencia de las redes de infraestructura técnica y elevados niveles de descalificación en las vías de acceso al campus.
- Existencia de edificios en ruinas y estructuras de otros que nunca se levantaron.

A partir del diagnóstico realizado se pudieron identificar los elementos bióticos, físicos, culturales y económicos más significativos, resumidos en el inventario de los componentes del paisaje (figura 2), incluyendo los inmuebles, infraestructuras técnicas y el sistema de espacio exteriores, definiéndose los componentes del ambiente que inciden en la delimitación de las cinco unidades de paisaje planteadas en el estudio del potencial paisajístico del área, las que se resumen a continuación (figura 3):

Inventario de los componentes del paisaje



Fig. 2\_ Inventario de los componentes del paisaje

- Unidad de paisaje No. 1: Subconjunto Fundacional (Zona Sur). Constituye el acceso principal y la imagen más reconocible del campus universitario Antonio Maceo Grajales. En esta área se concentran los elementos con mayor valor patrimonial posee una vegetación exuberante y zonas con excelentes condiciones de visibilidad e intervisibilidad, dadas por las características irregulares de su topografía y su posición privilegiada dentro su entorno.

- Unidad de paisaje No. 2: Subconjunto Fundacional (Zona Este). Es una de las zonas con mayor circulación dentro del campus universitario. Cuenta con un importante acceso vehicular actualmente muy descualificado, en ella está localizada la principal instalación deportiva y cultural del campus (Cancha Mambisa) y son evidentes los niveles de deterioro que presentan sus áreas verdes y espacios públicos,

- Unidad de paisaje No. 3: Zona de Biofísica Médica. Destaca la presencia de las instalaciones de Biofísica Médica y dos edificios docentes. El área posee un acceso vehicular en condiciones deplorables, proliferan microvertederos y la vegetación espontanea, existen dos accesos igualmente descualificados que conducen a otras áreas del recinto.

- Unidad de paisaje No. 4: Zona de acceso a becas. Escalinata y antigua carretera de comunicación. Es la zona de transición de las instalaciones docentes a la residencia estudiantil. Como elementos componentes fundamentales posee: la escalinata y la antigua vía de acceso a la residencia, ambas con elevados niveles de descualificación en su imagen. Existe un asentamiento ilegal con viviendas precarias y microvertederos, esta zona es fuente de excelentes visuales.

## Definición de las unidades de paisaje

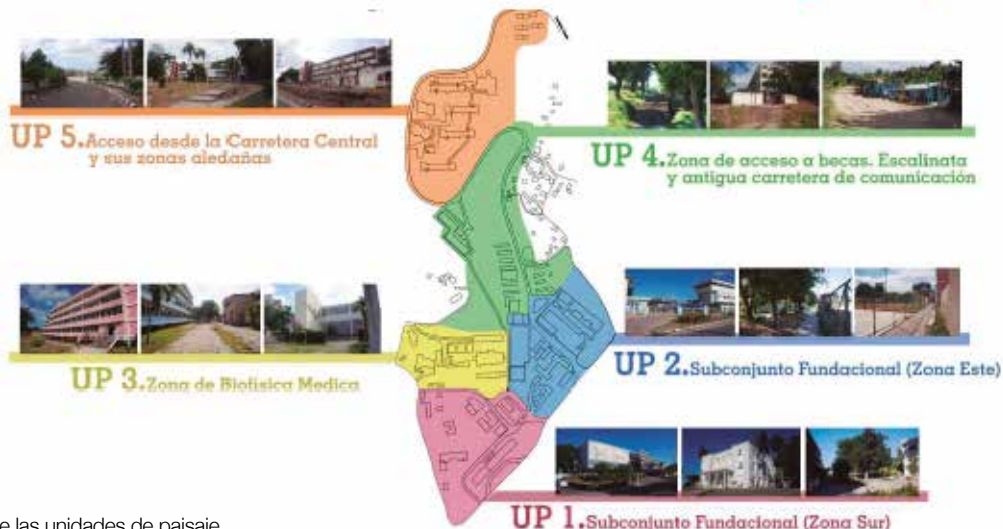


Fig. 3\_ Definición de las unidades de paisaje

- Unidad de paisaje No. 5: Acceso desde la Carretera Central y sus zonas aledañas. Constituye el segundo acceso más importante del campus universitario por su estrecho vínculo con la Carretera Central y la zona de la residencia estudiantil, siendo fundamental en el funcionamiento y la logística del mismo. Representa una de las zonas de mayor potencialidad del campus y su punto de mayor altura, exhibiendo magníficas vistas hacia la ciudad de Santiago de Cuba y del relieve montañoso que la rodea.

Las unidades de paisaje fueron analizadas atendiendo a las áreas de percepción visual (visibilidad e intervisibilidad), calidad visual o escénica y fragilidad visual, aspectos que permitieron reconocer en el territorio los valores paisajísticos naturales y escénicos asociadas al predominio del medio natural, a su relieve variado y la riqueza del fondo escénico. El campus universitario Antonio Maceo Grajales se desarrolla en un contexto urbano, teniendo como principales componentes a las edificaciones propias de la universidad. Las edificaciones se aprecian simétricas, ortogonales, con predominio de la horizontalidad, presencia de texturas homogéneas por efectos volumétricos y predominio de los colores claros en sus fachadas. El edificio del Rectorado, como acceso e imagen principal de la Universidad de Oriente, se encuentra especialmente jerarquizado por su tamaño, estilo y posición privilegiada dentro del contexto, teniendo a la topografía como uno de sus principales recursos. Volumétricamente el campus se percibe como un espacio fluido, con límites poco evidentes y donde predominan las perspectivas semiabiertas.

El elevado nivel de deterioro de varias edificaciones de la universidad, el grado de descualificación que presentan la mayoría de sus áreas verdes y espacios públicos, así como la proliferación de microvertederos y viviendas precarias en el asentamiento ilegal, constituyen los principales elementos que inciden negativamente en su imagen general, los que afectan los valores patrimoniales, naturales y escénicos.

A los problemas diagnosticados, se le brinda solución a partir de un proceso de gestión preliminar, el cual consiste en administrar o pensar en las diligencias que se requieren para lograr el ordenamiento del territorio, al respecto, se definieron lineamientos generales técnicos y administrativos, que dan respuesta a los problemas ambientales diagnosticados y que sirven como soporte a la implementación de los programas y proyectos. El proceso de gestión considera también la capacitación de los ciudadanos, propiciando su participación activa en la toma de decisiones y en la ejecución de sus actividades, la puesta en práctica de este proceso, debe ser de forma continua y en correspondencia a los plazos y al alcance de las tareas. Se definen lineamientos específicos considerando las características y los componentes naturales y antrópicos de cada unidad de paisaje, los cuales precisan las acciones que se proponen para la zonificación general del territorio, constituyendo ésta una primera aproximación a la integración paisajística deseada (figura 4).

Teniendo en cuenta el procedimiento de análisis establecido para el estudio paisajístico a nivel de territorio, queda determinado que el sitio seleccionado para la propuesta de diseño será la unidad de paisaje No. 1, que abarca la Zona Sur del Subconjunto Fundacional. El motivo de su selección está dado por el hecho de que esta constituye el principal acceso y la imagen distintiva del campus universitario Antonio Maceo Grajales. En esta área están concentradas varias de las principales edificaciones y espacios con valor patrimonial de toda la sede y presenta características naturales y escénicas de gran potencialidad paisajística.

Asumiendo este razonamiento, la propuesta planimetría realizada (figura 5) responde a los criterios generales de integración paisajística planteados para el territorio y a los lineamientos específicos expuestos para la unidad de paisaje concretándose a partir de:

- Realización de un proyecto urbanístico en el que se integren de manera funcional y estética los distintos espacios públicos y circulaciones interiores, aportando identidad al conjunto.
- Jerarquizar el edificio del Rectorado, como acceso e imagen principal del campus universitario de la Universidad de Oriente. (figura 6)
- Realización de un nuevo diseño para todas las áreas verdes, cualificando estos espacios con el empleo de variadas especies.
- Realización de una propuesta de diseño para la jerarquización de los accesos vehiculares integrado a la cerca perimetral existente. (figura 7)
- Incorporación de elementos de señalización e infografía, los cuales deberán estar integrados con los criterios de diseño del resto del mobiliario urbano propuesto.
- Sustitución de los actuales elementos del mobiliario urbano, por otros con diseño moderno, funcional y resistente, el cual estará en armonía con la nueva propuesta.
- Pavimentación y equipamiento adecuado de los accesos vehiculares, el parqueo principal contará con mayores niveles de jerarquización, accesibilidad e integración con las demás zonas del campus.
- Creación de una escalera sobre el muro de contención ubicado al Norte de esta unidad de paisaje, logrando un mayor nivel de interconexión y movimiento (figura 8)
- Creación de una escalera con rampa junto a la Biblioteca Central y el Departamento de Extensión Universitaria. Sustitución de las deterioradas losas de hormigón que recubren el suelo de la plaza, por una nueva y texturizada capa de hormigón que delimite adecuadamente la superficie de la plaza. Incorporación de una



## Propuesta para la integración paisajística a nivel de territorio

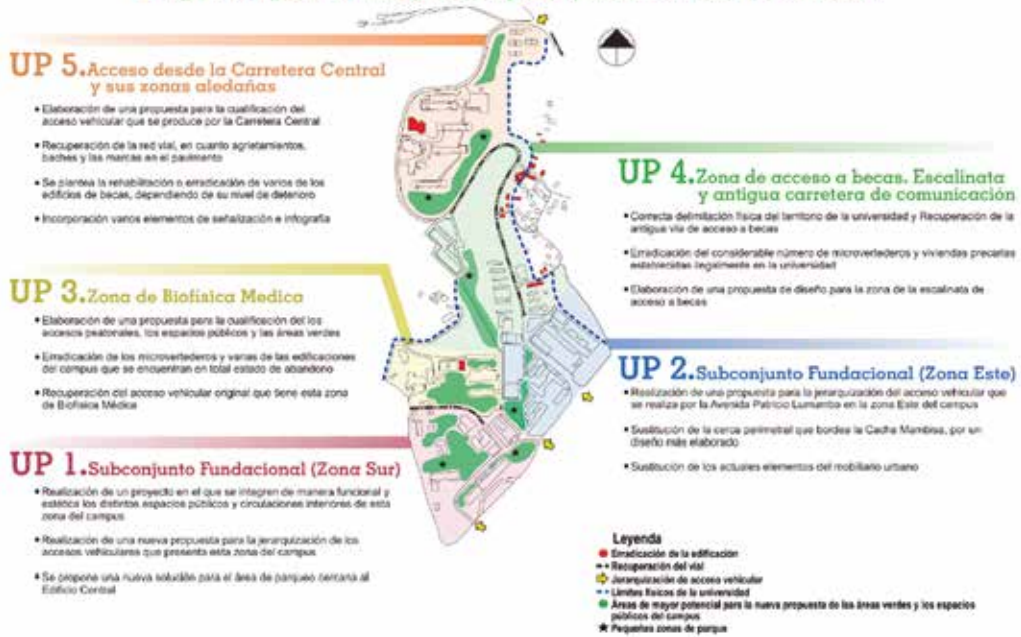


Fig. 4\_ Propuesta para la integración paisajística a nivel del territorio

## Propuesta planimétrica de ordenamiento territorial



Fig. 5\_ Propuesta planimétrica de ordenamiento territorial, Unidad de Paisaje No 1.

## Cualificación del acceso principal



- Nueva propuesta de áreas verdes donde se aprecia un equilibrio entre varias especies de palmeras y amplias zonas de césped
- Incorporación de nuevos elementos de señalización para enfatizar este acceso
- Revitalización del mural y los colores de la fachada principal del Edificio del Rectorado como imagen principal de la Universidad de Oriente
- Pavimentación del acceso vehicular



## Acceso vehicular No. 1 por la Avenida "Patricio Lumumba"



- Pavimentación de la vía con material asfáltico
- Diseño e incorporación de un portón para la jerarquización de este importante acceso
- Se realizarán ligeras transformaciones en la cerca perimetral con la incorporación de nuevos elementos decorativos
- Rehabilitación y adecuado tratamiento de las aceras



## Mejoramiento de los niveles de accesibilidad (Escalera 1)



- Creación de una escalera junto a la facultad de Ciencias Sociales y Humanidades, para salvar el desnivel de 4m que separa las dos principales terrazas de esta zona del campus
- El uso de la vegetación ornamental como recurso fundamental para lograr una integración armónica entre lo natural y lo construido
- Incorporación de luminarias peatonales
- Uso de hormigón con terminación rugosa (antiresbalante) para la solución de la escalera



Fig. 6\_ Detalle propuesta de diseño. Cualificación del acceso principal

Fig. 7\_ Detalle propuesta de diseño. Acceso vehicular No1 por la Avenida Patricio Lumumba

Fig. 8\_ Detalle propuesta de diseño. Mejoramiento de los niveles de accesibilidad (Escalera 1)

pérgola de madera para reforzar el confort y la estética en este espacio.

- Erradicación de la zona de parqueo junto a la Plaza de los Mártires e incorporación de áreas verdes y redimensionamiento de las circulaciones. Recuperación de la red vial.
- Soterrar el sistema de canalización de las aguas pluviales por constituir una barrera que dificulta la circulación en esta área.
- Ubicación de contenedores para la recolección de los desechos sólidos.

## 4 Conclusiones

La definición del procedimiento a aplicar para la evaluación del paisaje y sus componentes, se definió asumiendo la metodología de Aguiló (1998), por considerar los diferentes componentes del paisaje, adecuarse a diferentes escalas de estudio y haber sido probada su aplicabilidad en diferentes escenarios. Se consideraron sus fases fundamentales y el procedimiento a seguir.

A partir de la misma se realizó el análisis del área de estudio, con relación a sus elementos tanto naturales como antrópicos y los componentes que definen la imagen paisajística (visibilidad e intervisibilidad, calidad visual o escénica y fragilidad visual), en las unidades de paisaje seleccionadas, lo que permitió diagnosticar la problemática ambiental existente y definir los valores paisajísticos del área de estudio. Atendiendo a la problemática ambiental detectada, se planteó el proceso de gestión preliminar, lo que permitió establecer lineamientos generales para el área de estudio.

Para las unidades de paisajes, se establecieron criterios de intervención y de uso de suelo, materializándose en una propuesta de integración paisajística que se expresa en la zonificación general del territorio y los lineamientos específicos para cada una de ellas. Para esto el procedimiento de análisis se realiza según los mismos aspectos considerados a nivel territorial, determinándose el potencial paisajístico.

Se realizó la propuesta integral de las pequeñas unidades de paisaje, con modelos tridimensionales y simulaciones que manifiestan las potencialidades del área y cualifican la imagen en su totalidad. 📍

### NOTAS

(1) Entrevista realizada a la. DraC. Arq. Flora Morcate Labrada, coordinadora del expediente técnico para la declaratoria del Conjunto Patrimonial de la Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, marzo 2018.

(2) Entrevistas realizadas a la MsC. Ing. Pilar Ruiz Caballero, especialista principal del Centro de Vialidad y Transporte de Santiago de Cuba, abril 2018.

### REFERENCIAS

[1] Curdes, Gehard: "Stadtstruktur und Stadtgestaltung", Ed. Kohlhammer GmbH, Stuttgart, Alemania, 1997.

[2] Prinz, Dieter: "Planificación y configuración urbana", Ed. Gustavo Gili S.A., Barcelona, 1983.

[3] Aguiló, Miguel y otros: Guía para la elaboración de estudios del medio ambiente. MOPT, Madrid, España, 1998.

[4] Gómez Ortega, Graciela: "Instrumental para la evaluación de la influencia en la calidad de vida, de los componentes del medio construido en los asentamientos rurales concentrados, en las condiciones particulares de Santiago de Cuba." Tesis doctoral Tutor: Dr. Arq. Rubén Bancroft. CUJAE. Habana. Cuba, 2005.

[5] Pérez-Chacón, Emma: "Unidades de paisaje: Aproximación científica y aplicaciones", en Paisaje y ordenación del territorio, Ed. Consejería de Obras Públicas y Transportes, Sevilla, España, 2006

[6] Escribano Bombín, Rafael: "Propuesta de una metodología para la integración de las actuaciones forestales en el paisaje", en Paisaje y ordenación del territorio, Ed. Consejería de Obras Públicas y Transportes, Sevilla, España, 2006.

[7] Rodríguez, Roberto: "El paisaje urbano en el centro histórico de la ciudad de Santiago de Cuba. Método gráfico-teórico para su caracterización morfotológica. Tesis Doctoral, Tutor: Dra. C. Arq. Eliana Cárdenas Sánchez, Dra. C. Arq. Flora de los Angeles Morcate Labrada. Facultad de Arquitectura. Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba, 2008

[8] Reglamento del Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental. CITMA 2009.

[9] Cambón Freire, Elena: El paisaje de la cuenca visual de la bahía de Santiago de Cuba. Procedimiento Metódico para su caracterización y valoración. Tesis Doctoral. Tutor: Dr. Arq. Sergio Ferro Cisneros, Dra. Arq. Lourdes Rizo Aguilera. Facultad de Arquitectura, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba, 2011.

[10] Méndez-Cuesta, Ibis María y Ferro Sergio: "Instrucción Metodológica para Estudios de Paisajismo Vial." Instituto de Planificación Física, Dirección Urbanismo, julio del 2012.

[11] Licea, Cristina: "Estudio de integración paisajística de la Circunvalante Santiago de Cuba, sector Rotonda del Aeropuerto- Puente Histórico San Juan." Tesis de Grado. Tutor; Dra. C. Arq. Maritza Espinosa, Dra. C.Arq. Graciela Gómez. Facultad de Arquitectura. Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba, 2016.

[12] Alonso Bubaire, José: Propuesta de integración paisajística del acceso a Santiago de Cuba por la Autopista Nacional, Sector Nudo No. 5 hasta Carretera del Caney. Tesis de Titulación. Tutoras Dra. Arq. Maritza Espinosa y Dra. Arq. Graciela Gómez. Facultad de Construcciones, Universidad de Oriente. Santiago de Cuba, 2017.

Parte III

**INTERNACIONAL,  
PROFESIÓN Y EMPLEO**





# III PLAN ÁFRICA

Se trata de una estrategia de política exterior que da un mayor peso a la visión de África como oportunidad



Hemos tenido acceso al documento provisional que recoge las principales acciones del III Plan África, cuyo resumen reproducimos a continuación

## Enfoque general

El III Plan África es una estrategia de política exterior –estrategia de segundo nivel que concreta, para la región subsahariana, la Estrategia de Acción Exterior aprobada en 2014– que parte de un análisis actual de la región y de la presencia española en el continente. Pretende introducir un enfoque más amplio que Planes anteriores, muy focalizados en la cooperación al desarrollo, si bien trata de incorporar y potenciar las abundantes sinergias que hay con el V Plan Director de la Cooperación Española 2018-2021, además de otras estrategias sectoriales, tales como la Estrategia de Seguridad Nacional o la Estrategia de Internacionalización de la Economía Española. Se trata además de sumar esfuerzos en la línea de las nuevas prioridades y objetivos en el marco de las relaciones de la UE con África subsahariana. A nivel global, esta estrategia representa igualmente un instrumento para el desarrollo político de la Agenda 2030 en el subcontinente.

El III Plan África da un mayor peso a la visión de África como oportunidad y no sólo como fuente de amenazas. Este enfoque coincide ampliamente con los objetivos de los propios países africanos, expresados en la Agenda 2063 de la Unión

Africana, y con los de la Unión Europea, expresados en su Estrategia Global de política exterior y de seguridad (2016), entre otros documentos de referencia, lo que creará abundantes oportunidades para la concertación con nuestros socios africanos y europeos.

El III Plan se ha elaborado a lo largo de 9 meses, con consultas a nuestras Embajadas y otros Ministerios, a Gobiernos Autonómicos, así como a la sociedad civil (ONGD, centros de pensamiento, universidades, sector privado), que ha contribuido a 3 borradores sucesivos. Se han celebrado 5 reuniones y seminarios de consultas con sociedad civil en RI Elcano, INCIPE, Casa África y CEOE. El Sr. ministro la presentó en la Comisión de Asuntos Exteriores del Congreso de los Diputados el pasado 19 de diciembre, abriendo posteriormente un plazo para comentarios hasta el 10 de febrero. Concluida esta consulta, habría de presentarse para su aprobación en Consejo de Ministros.

El análisis parte de una realidad insoslayable que es el futuro demográfico de África y la creciente e imparable dinámica demográfica opuesta respecto a Europa. En los próximos 30 años, África pasará de 1.200 millones de personas a más de 2.400 millones, mientras Europa caerá por debajo de los 600 millones de habitantes. Este crecimiento supone un evidente desafío: si no existen condiciones de vida dignas para

esa población, se girará hacia el radicalismo, el conflicto político y la migración irregular. Pero por otro lado, si se crean esas condiciones de vida dignas, África puede convertirse en un espacio de crecimiento económico acelerado (ya lo es en relación con Europa), lo que redundaría en un crecimiento más sólido también en Europa.



## Planteamiento estratégico

El desafío que plantea África, y en particular el desafío migratorio, exige atacar las causas profundas de la migración, que no son otras que la carencia de condiciones de vida dignas. El Plan África identifica cuatro dimensiones esenciales para que existan esas condiciones de vida dignas, las cuales constituyen por tanto los objetivos estratégicos del Plan África:

1. Paz y seguridad: contener y extinguir los conflictos violentos y contribuir a la paz y la seguridad de África;
2. Desarrollo sostenible para el Crecimiento inclusivo y resiliente. Impulsar y participar del crecimiento económico africano, con énfasis en la creación de empleo y la inversión;



Para alcanzar los objetivos del Plan se plantea una estrategia basada en movilizar todos los recursos de la sociedad española de forma coordinada

3. Instituciones: apoyar el fortalecimiento de las instituciones y fomentar la apertura política en la región, con particular énfasis en el respeto a los derechos humanos y la igualdad de género;

4. Movilidad: promover una movilidad ordenada tanto con Europa como dentro del propio continente africano.

Como estrategia de política exterior, el Plan África pretende defender los intereses españoles, pero dada la naturaleza de los cuatro objetivos enunciados, el alineamiento con los intereses de los propios africanos es evidente, lo que creará amplias oportunidades de cooperación.

Para alcanzar los objetivos se plantea una estrategia basada en movilizar todos los recursos de la sociedad española (que van mucho más allá de los del MAUC) de forma coordinada, concentrándolos en unos pocos “países ancla”, que tienen la capacidad económica y demográfica de crear oportunidades para los africanos en su propio continente, y

En tiempos de escasez de recursos financieros adicionales, el Plan África III propugna una dinámica reforzada de coordinación de medios y recursos disponibles

que se pueden convertir además en “exportadores de estabilidad” hacia sus respectivas subregiones. Estos países son, en primer lugar, Nigeria, Etiopía y Sudáfrica, por sus dimensiones y liderazgo regional; en segundo lugar, Senegal y Angola, por su proximidad geográfica y cultural y la densidad de nuestras relaciones bilaterales; y, en tercer lugar, Mozambique, Kenia, Tanzania, Costa de Marfil y Ghana, todos ellos países estables y de gran potencial de crecimiento económico. Es importante recordar que el 80% de las migraciones son intraafricanas: sólo uno de cada 5 migrantes llega a Europa. Una estrategia realista debe crear polos de atracción migratoria dentro del continente, y con capacidad adecuada de absorción ordenada.

Esta estrategia se articula a través de 5 principios que reflejan el análisis de la realidad africana hecho en la primera parte de la estrategia, así como de nuestra presencia y capacidades:

1. Diferenciación entre países, regiones, materias y enfoques en función de los intereses en juego, tratando de crear







“países ancla” que puedan actuar como polos de estabilidad y creación de empleo, y distinguiendo países donde primará cada uno de los objetivos.

2. Asociación entre todos los actores implicados y el uso de todos los recursos disponibles. Se crean para ello dos mecanismos de coordinación: una Mesa África para la sociedad civil, y un Grupo Interministerial para África residenciado en Presidencia del Gobierno.

3. Multilateralismo, que implica afrontar los retos globales mediante soluciones y medios globales, apoyándose en las organizaciones regionales africanas, particularmente en la Unión Africana (UA), la CEDEAO y la SADC. La estrategia apuesta por reforzar el diálogo político y la colaboración con estas organizaciones africanas en distintos ámbitos –paz y seguridad, gobernanza, integración económica, desarrollo económico, humano y social o empoderamiento de la mujer africana, entre otros–, a partir de la experiencia adquirida –firma de Memorandos de Entendimientos con la UA y CEDEAO– y del creciente protagonismo que están cobrando como actores relevantes en el devenir del continente africano.

4. Promoción y defensa de los derechos humanos y el enfoque de género que actúa como un elemento transversal. El principio de promoción y protección de los derechos humanos y el enfoque de género tienen sus derivadas en cada

uno de los objetivos estratégicos. En particular, dada la naturaleza esencialmente demográfica del desafío, la promoción de la educación de las niñas y del empoderamiento de las mujeres africanas debe ser prioritaria. Se pone también especial énfasis en la oportunidad de desarrollo del protagonismo español en la promoción de la agenda Mujer, Paz y Seguridad en África Subsahariana.

5. Unidad de acción en el exterior en la actuación de la Administración.



### Seguimiento y evaluación del Plan

El documento no establece un marco temporal definido, en la medida en que pretende ser flexible y porque nace con vocación de adaptarse a los cambios que vaya experimentando la región. Se contempla no obstante su revisión a los tres años.

Se llama la atención sobre los mecanismos de coordinación y seguimiento del Plan. En tiempos de escasez de recursos financieros adicionales, el Plan África III propugna una dinámica reforzada de coordinación de medios y recursos disponibles que pasan por la activación y profundización



La información será evaluada por el Instituto de Evaluación de Políticas Públicas. Este mecanismo también es novedoso y convierte el Plan África en la primera estrategia del MAUC que será evaluada de forma externa e independiente

de la red creada en el curso de las amplias consultas realizadas durante la redacción del Plan, lo cual ha sido muy agradecido (nivel interministerial, regional y con la sociedad civil y sector privado).

De este seguimiento dependerán en gran medida el éxito y la obtención de resultados tangibles. El seguimiento se plantea a dos niveles: la elaboración de planes anuales a cargo de las Embajadas, y mecanismos de coordinación centrales: un Grupo Interministerial, la Comisión Interministerial para África –CIMA–, coordinado por el MAUC y el relanzamiento de la Mesa África como plataforma de información e intercambio entre la Administración y actores españoles claves en África Subsahariana (sociedad civil, mundo académico, sector privado, administración descentralizada).

El III Plan África cuenta con un Anejo operativo que incluye los objetivos específicos, líneas de acción e indicadores de cumplimiento, que constituyen la base sobre la que se evaluará el cumplimiento del Plan. La Dirección General para África recopilará en el último trimestre de cada año la información suministrada por las Embajadas, la Mesa África y el Grupo interministerial, en relación con el grado de realización de las líneas de acción y de los indicadores recogidos en anexo a esta estrategia y en los Planes de las Embajadas.

La información será evaluada por el Instituto de Evaluación de Políticas Públicas. Este mecanismo también es novedoso y convierte el Plan África en la primera estrategia del MAUC que será evaluada de forma externa e independiente. ☎

Colegio de Ingenieros  
de Caminos, Canales y  
Puertos

# BASIS

## III EDICIÓN 2019

[www.ciccp.es](http://www.ciccp.es)



**Tercera Edición**  
**PREMIO**  
**INTERNACIONAL**  
**DE OBRA**  
**PÚBLICA**  
**AGUSTÍN DE**  
**BETANCOURT**

*AGUSTIN DE*  
*BETANCOURT*  
*INTERNATIONAL*  
*PROJECTS ON CIVIL*  
*WORKS AWARD*



# Somos los caminos que elegimos

Nadie llega a ser lo que es sin tomar decisiones. Y una decisión es, a fin de cuentas, como un camino.

**Nosotros hemos elegido el de la transparencia y el compromiso para llegar donde más queríamos estar: a tu lado.**

[bancocaminos.es](http://bancocaminos.es)



**Banco  
Caminos**  
BANCO PRIVADO