



La revista de los
Ingenieros de Caminos,
Cañales y Puertos

3571 DICIEMBRE 2015

REVISTA DE
OBRAS PÚBLICAS

ROP

INTERNACIONAL, PROFESIÓN Y EMPLEO

Argelia, construir en el desierto

NOTICIAS DE LAS OBRAS PÚBLICAS

Torre de control del aeropuerto de El Dorado, en Bogotá

FUNCIÓN PÚBLICA

- Equidad y competencias profesionales en la alta función pública española. **Manuel Arenilla**
- Control de los fondos públicos en infraestructuras, transparencia y responsabilidad. **Francisco Javier Flores**
- Profesionalización del control de la inversión pública. **Justo Mora**





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

Sacyr

www.sacyr.com



Este número de la ROP se cierra en puertas de unas elecciones generales singulares, que previsiblemente suscitarán cambios políticos de calado al haberse incrementado el número de partidos políticos capaces de disfrutar de la confianza del electorado. El Colegio, que siempre se ha caracterizado por su lealtad constitucional, ha contribuido en la medida de sus fuerzas y a través de su Fundación, a la divulgación de todas las propuestas en liza mediante series de desayunos políticos a los que han asistido los máximos representantes de todos los grupos. Saludamos a quienes vayan a constituir el nuevo gobierno, les deseamos los máximos aciertos en beneficio de todos, y nos ponemos a disposición de las instituciones para el cumplimiento de los fines de interés general que todos tenemos marcados.

En noviembre, el Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos acogió una jornada sobre “Inversión y Función Pública”, en la que participaron los principales especialistas y los cargos públicos más directamente relacionados con el tema propuesto. Por la relevancia de la cuestión, que se desprende de la existencia del cuerpo de Ingenieros de Caminos del Estado que culmina el secular vínculo que ha ligado la profesión al sector público, hemos solicitado sendos artículos que ayuden a fijar posiciones: Manuel Arenillas, director del INAP, escribe “Equidad y competencias profesionales en la alta función pública española”; Francisco Javier Flores, vicepresidente de la Asociación de Ingenieros de Caminos del Estado, publica “Control de los fondos públicos en infraestructuras, transparencia y responsabilidad”, y Justo Mora, consejero del Colegio, desarrolla el tema “Profesionalización del control de la inversión pública”.

Ante el comienzo de una nueva legislatura, el presidente de Seopan, la patronal de las empresas de obras públicas, publica un artículo en el que pone de manifiesto el papel capital de la inversión en infraestructuras en la competitividad y el desarrollo económico del país, al tiempo que demuestra con datos fehacientes el retraso que está padeciendo España con relación a los países de nuestro entorno, que produce sensibles déficits en dotaciones de ciertos equipamientos como la sanidad, la educación, el medio ambiente, el agua o las telecomunicaciones.

El 1 de diciembre, poco antes de que esta revista entrara en prensa, se celebraba también en la sede estatal del Colegio un homenaje en memoria del ingeniero de Caminos César Sanz-Pastor, eximio profesional que construyó algunas de las grandes infraestructuras que han acabado haciendo de este país lo que es actualmente. Junto a la reseña del acto, se reproduce íntegramente un artículo publicado en la ROP en enero de 1951 con este sugerente título: “Estudio de una solución para cruce en túnel de la sierra de Guadarrama”.

El número se completa con un excelente trabajo de Antonio Serrano, catedrático de Urbanística y Ordenación del Territorio, que se titula expresivamente “Guerras del agua”, y que cierra un pequeño ciclo que ha aparecido en la ROP. También publicamos un homenaje al matemático padre Dou en el centenario de su nacimiento a cargo de César Lanza. El número se completa con un reportaje sobre los trabajos de empresas españolas de obras públicas e ingeniería española en Argelia, con un reportaje sobre la torre de control que FCC ha hecho en el aeropuerto El Dorado (Bogotá, Colombia) y con un informe sobre la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Burgos.

SUMARIO

EDITORIAL

FUNCIÓN PÚBLICA

- 6 Jornada 'Inversión y Función Pública'
Antonio Beteta apuesta por la inversión pública para acelerar el crecimiento
- 7 **Equidad y competencias profesionales en la alta función pública española**
Manuel Arenilla
- 13 **Control de los fondos públicos en infraestructuras, transparencia y responsabilidad**
Francisco Javier Flores
- 19 **Profesionalización del control de la inversión pública**
Justo Mora

COYUNTURA

- 25 **Guerras del agua**
Antonio Serrano
- 41 **Ubi sunt? (las matemáticas en la ingeniería de hoy)**
En recuerdo del padre Dou
César Lanza
- 49 **Infraestructuras, pilares de crecimiento**
Julián Núñez

CIENCIA Y TÉCNICA

- 53 **Las radiales. Una oportunidad**
Fernando Gutiérrez de Vera y Armando Ortuño Padilla

La revista decana de la prensa española no diaria

Director
Antonio Papell

Redactoras Jefe
Paula Muñoz
Diana Prieto

Fotografía
Juan Carlos Gárgoles

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

Imprime
Gráficas 82

Depósito legal
M-156-1958

ISSN
0034-8619

ISSN electrónico
1695-4408

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

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

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



CÉSAR SANZ-PASTOR

57 Homenaje a César Sanz-Pastor y Fernández de Piérola

INTERNACIONAL, PROFESIÓN Y EMPLEO

65 Argelia, construir en el desierto

NOTICIAS DE LAS OBRAS PÚBLICAS

80 **REPORTAJE**
Torre de control del aeropuerto de El Dorado (Bogotá, Colombia)

86 **ESCUELAS**
Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Burgos

89 **LIBROS**
- Marc Ferri Ramírez. 'El ejército de la paz. Los ingenieros de Caminos en la instauración del liberalismo en España (1833-1868)'
- Novedades editoriales

Consejo de Administración

Presidente

Miguel Aguiló Alonso

Vocales

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

Comité Editorial

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

Foto de portada

Torre de control y edificio de gestión y control de Aviación Civil del aeropuerto El Dorado, en Bogotá, Colombia



Jornada ‘Inversión y Función Pública’

Antonio Beteta apuesta por la inversión pública para acelerar el crecimiento

El Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos acogió el pasado mes de noviembre la Jornada ‘Inversión y Función Pública’, en la que se ha defendido la importancia de la presencia de los ingenieros de Caminos en puestos de decisión de la Administración Pública. Con dicha jornada, el Colegio pretendió promover la discusión y debate del papel dinamizador que la Función Pública debe prestar en el desarrollo y sostenibilidad de la actividad económica del país y su contribución al bienestar social. Y destacar la relevancia del papel de los ingenieros de Caminos, Canales y Puertos en este cuadro general de inversión pública y de tutela del dominio público.

En la sesión inaugural estuvo presente Antonio Beteta, secretario de Estado de Administraciones Públicas, quien ha explicado que la voluntad del Gobierno, plasmada en los Presupuestos Generales del Estado 2016, es impulsar la inversión pública con la intención de acelerar, aún más el crecimiento. “En este proceso de impulso a la inversión, como motor de crecimiento y empleo, los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, ocupáis –dijo Beteta– un lugar esencial como garantes del rigor y la calidad técnicas de las infraestructuras. Una posición que ha contribuido a que nuestro país se encuentre entre los países con mejores infraestructuras del mundo, según el Instituto de Estudios Económicos, lo que da buena muestra del prestigio de quienes las diseñan y las ponen en marcha”.

Por este motivo, la Administración Pública ha considerado siempre la labor de los ingenieros de Caminos en la modernización de las infraestructuras con las que cuenta España y es por este motivo, añadió el secretario de Estado, por el que “la Administración General del Estado cuenta con un Cuerpo Superior propio, el de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, para salvaguardar e impulsar, desde el sector público, vuestra formación y capacitación”. “Un colectivo muy preparado, que ha tenido que superar un difícil grado y un no menos difícil proceso selectivo en su oposición y que ofrece, desde la planificación de las inversiones públicas, la difícil redacción de los proyectos seleccionados, la construcción de los proyectos efectuados, la explotación y conservación de las obras ejecutadas y la innovación constante, un servicio público de calidad a la sociedad y a los ciudadanos”, manifestó. Un cuerpo y una función muy importantes que quiso poner en valor, “consciente del trabajo, arduo y técnicamente complejo, que desempeñáis para que nuestro país tenga las mejores infraestructuras posi-



Juan A. Santamera, Antonio Beteta y Mario Garcés

bles. Una función que el Gobierno quiere ampliar y potenciar, consciente de que unas infraestructuras valoradas en su diseño y calidad, nos permiten robustecer nuestra economía desde la productividad y la competitividad”, añadió Beteta.

También estuvo presente el subsecretario del Ministerio de Fomento, Mario Garcés, para quien la Administración Pública “es un instrumento de servicio a los demás. Esto debe ser la prioridad y la preferencia de cuantos trabajan en el sector, ya que su objetivo debe ser fomentar las oportunidades de los ciudadanos para prosperar”. Además, puso en valor igualmente al Cuerpo de Ingenieros de Caminos del Estado, “formado por personas que han marcado el recorrido de nuestro país”. Aunque se está produciendo un envejecimiento del Cuerpo y “se requiere sangre nueva, ingenieros jóvenes capacitados”. Y es que en los últimos 40 años, “España ha sufrido una mutación increíble en materia de infraestructuras. Se han hecho pequeños y grandes proyectos que han transformado nuestras ciudades”. Pero uno de los problemas, señaló Garcés, es que “no hemos sabido transmitir estos cambios a las nuevas generaciones”. El subsecretario puso de manifiesto el aumento de la inversión en materia de infraestructuras, lo que va a suponer “una palanca y un efecto multiplicador de la economía”. Se prevé la creación de más de 230.000 puestos de trabajo. “Nos esperan muchos proyectos, porque está muy bien ser los primeros fuera de España, pero tenemos que ser los primeros dentro. Y ahora estamos en condiciones de volver a mirar lejos”, concluyó Garcés.

A continuación, publicamos tres artículos relacionados con las materias desarrolladas en la jornada. Escriben Manuel Arenilla, Francisco Javier Flores y Justo Mora. **ROP**

Equidad y competencias profesionales en la alta función pública española



Manuel Arenilla Sáez

Doctor en Ciencias Políticas.

Director del Instituto Nacional de Administración Pública

Resumen

Más allá, y antes, de las consideraciones jurídicas de la función pública, la regulación de las condiciones de acceso a la función pública remite a la conformación de nuestro sistema político-administrativo, especialmente a la necesidad de garantizar la neutralidad de las personas seleccionadas, así como a la representatividad social de la función pública. Nuestra Administración optó hace décadas por una selección predominantemente basada en el conocimiento memorístico, relegando las competencias profesionales, lo que hace que no aproveche suficientemente la experiencia y el conocimiento de la sociedad. Además, en la carrera profesional tienen un peso excesivo los factores ajenos al rendimiento y la formación, lo que podría explicar la escasa ocupación de los puestos directivos por parte de los ingenieros de Caminos.

Palabras clave

Equidad, competencias profesionales, ingenieros de Caminos

Abstract

Over and above the legal considerations of the civil service, the regulation of the conditions for entry into the public administration remits to the establishment of our political-administrative system, and particularly to the need to guarantee the neutrality of the selected personnel and the social representation of the public service. For several decades now, entry into the Spanish civil service has been centred on memorization-based examinations, leaving to one side professional skills and subsequently failing to take sufficient advantage of the experience and knowledge of potential candidates. The civil service career places excessive emphasis on factors other than performance and qualifications, which perhaps explains the scant presence of civil engineers in senior civil service posts.

Keywords

Equality, professional skills, civil engineers

El alcance del directivo público

El sistema de función pública contemporáneo en España se caracteriza por tener una etapa inicial, que va desde comienzos del siglo XIX a principios del XX, que se distingue por la búsqueda de la estabilidad y la profesionalidad de los funcionarios públicos. Esto se consigue formal y generalizadamente en el Estatuto de Maura de 1918, aunque las convulsiones sociales y políticas de las siguientes décadas hacen que no pueda hablarse de una función pública profesional hasta finales de los años 50 del pasado siglo y aún entonces con las limitaciones impuestas por un régimen autoritario. La inclusión por primera vez en nuestra Constitución de 1978 del acceso a la función pública como un derecho de los españoles para el que se exige una serie de requisitos procedimentales —igualdad, mérito y capa-

cidad, a los que hay que añadir la publicidad— muestra la relevancia política que se concede a la selección de los empleados públicos y que se refiere a la necesidad de disponer de un aparato profesional neutral, la Administración pública, distinto del Gobierno que la dirige.

La regulación de las condiciones de acceso a la función pública remite en primera instancia a cuestiones de índole política propias de la conformación de nuestro sistema político. Entre estas hay que destacar la necesidad imperativa de garantizar, por encima de cualquier otra consideración, la neutralidad de las personas seleccionadas, así como la representatividad social de la función pública. Estas razones no sólo están presentes en el acceso, sino también en la promoción interna y, tras el Estatuto Básico



▲ Centro de Convenciones de Orán. Argelia.



▲ Ferrocarril Annaba-Ramdane Djamel. Argelia.

▼ Segundo Cinturón de Argel. Argelia.



Más de cien años comprometidos
con el crecimiento y el progreso



OHL

La fuerza de un gran grupo internacional
de **concesiones** y **construcción**

www.ohl.es

derechos y libertades de los ciudadanos, la aceptación del ejercicio del poder político por los ciudadanos, el logro de la cohesión y la integración social y el desarrollo económico y social. Estas metas no son prioritarias para el sector privado y, además, le son indisponibles desde el punto de vista de la responsabilidad última de su consecución. No obstante, las tendencias en la actualidad van en la línea de buscar una mayor implicación de los ciudadanos, las organizaciones y las empresas privadas en la marcha del bien común.

El caso del directivo público muestra que, si bien cada uno de los elementos que conforman su regulación es merecedor de una detallada gestión que debe lograr la eficacia y la eficiencia, los problemas fundamentales del reconocimiento formal de la figura del directivo público no suelen ser de índole técnica, sino esencialmente políticos al afectar, entre otros aspectos, a la delimitación entre el nivel político y el profesional de la Administración, al margen de maniobra que los políticos tienen para disponer libremente de los puestos superiores del organigrama político-administrativo del conjunto Gobierno-Administración.

Es posible concluir de lo anterior la importancia que el personal directivo representa en el poder ejecutivo, especialmente porque una parte significativa de los cargos de nombramiento político proviene del estrato directivo de la Administración, esté o no reconocido formalmente como tal. Lo que se está señalando es que la importancia del personal directivo proviene de que ocupa una parte de los puestos que forman parte del sistema de poder de una sociedad e intervienen en el proceso de formulación de las políticas públicas. No es difícil deducir que esto tiene incidencia en el establecimiento de las prioridades políticas y en el funcionamiento mismo de la democracia.

Pues bien, por extensión desde el nivel directivo al resto de los escalones de la organización, la importancia de la selección, la planificación, la ordenación y la optimización del empleo público se encuentra en cómo afecta a principios como la igualdad y la representatividad y a cómo y quiénes adoptan las decisiones en el ámbito público.

El enfoque que se está manejando permite abordar los aspectos políticos de la regulación de la función pública española. Así, la ordenación de los recursos humanos profesionales en la Administración pública afecta a la formulación e implementación de las políticas públicas.

En primer lugar, podemos considerar el establecimiento de la frontera entre el nivel político y el profesional de la Administración pública. Se ha señalado el caso de la regulación del personal directivo, pero también afecta a esta cuestión la forma en la que se proveen los puestos superiores entre funcionarios públicos —en la terminología actual, mediante concurso o por libre designación—; la posibilidad de recurrir al mercado privado para la cobertura de determinados puestos mediante los contratos, por ejemplo, de alta dirección; la apertura o no a otras Administraciones; el alcance, número y funciones del personal eventual, esto es, de confianza personal y política de los cargos políticos; o la regulación del paso a la carrera política de los funcionarios públicos y su vuelta a los puestos profesionales de la Administración pública.

Función pública y representación de la sociedad

Nuestro sistema de función pública se fundamenta desde 1964 en la posesión de un título educativo oficial para poder acceder a ella. Además, la función pública se ordena en cuerpos y escalas, que a su vez se clasifican en grupos y subgrupos que se corresponden con los distintos niveles de titulación educativos oficiales. El resultado es que para poder promocionar de un cuerpo a otro situado en distinto grupo de clasificación es imprescindible poseer la titulación exigida para este. Se opta, por tanto, por la posesión de un título educativo como requisito para el acceso y la promoción en las Administraciones públicas. De esta manera, nuestra Administración pública otorga a las instituciones educativas oficiales en exclusiva la acreditación del requisito necesario para que los ciudadanos accedan y promocionen en ella, renunciando así a la acreditación, la certificación o validación de tal requisito por sistemas propios de los organismos públicos o por otros sistemas reconocidos, incluso cuando se trata de promocionar dentro de la organización o de desempeñar tareas idénticas a las del sector privado. Pensemos, por ejemplo, en la alta coincidencia entre la actividad desarrollada por los ingenieros de Caminos en la Administración Pública y en el sector privado.

La conclusión de lo anterior es que el universo de selección para acceder al servicio de las Administraciones públicas se encuentra limitado por los condicionantes del sistema educativo. Dicho de otro modo, los desequilibrios de representación social y de inequidad del sistema educativo se trasladan a la Administración y se unen a los que esta establezca a través del sistema de selección.



La Administración pública también genera sus propios ajustes de representatividad. El más importante se produce por el sistema de selección elegido. En España el procedimiento tradicional habitual es la oposición, esto es, la selección a través de pruebas que evalúan el conocimiento de los candidatos sobre la base de la posesión de un nivel educativo determinado. Como es sabido, este sistema traslada el coste principal de la selección al candidato-opositor y a su familia tanto en términos económicos, como de tiempo y de oportunidad.

La práctica totalidad de los países europeos basan principalmente los procesos selectivos en la evaluación de habilidades y capacidades de los candidatos en función de las necesidades de los puestos o de la organización de destino, mientras que España los basa fundamentalmente en pruebas de conocimiento. Nuestro sistema general de selección está centrado en la garantía constitucional de la igualdad de acceso, pero, sin embargo, relega la adecuación de las capacidades de los candidatos a las necesidades organizativas.

La regla general en el caso español admite excepciones en las que se priman las competencias profesionales y el logro de una serie de evidencias de consecución para acceder o progresar en la función pública. Este sería el caso del personal permanente docente e investigador de las universidades públicas. También encontramos modelos distintos del general basado en el conocimiento en la función militar o en la carrera sanitaria.

La exigencia de la titulación de posgrado para acceder a los cuerpos del subgrupo A1, como se demanda desde algunos sectores, no haría sino agravar la inequidad en los términos que se han ido señalando. Claro es, esto no se aplica a las carreras universitarias que finalizan en posgrado. La necesidad de una mayor titulación, en su caso, podría ser satisfecha por la Administración a través de sus escuelas de formación mediante acuerdos con las universidades. Es también la Administración la que puede paliar las desigualdades de origen mediante la modificación de sus sistemas de selección, aprovechando el talento profesional existente en la sociedad y en la empresa

privada, o mediante la concesión de ayudas sociales que faciliten el acceso.

Apertura y orientación a las competencias profesionales

La elaboración del EBEP dio lugar a una cierta polémica referida a la simplificación de los sistemas de selección, en especial por lo que respecta a la oposición, y a la posible introducción de sistemas propios del sector privado, muy extendidos en los países de nuestro entorno. Entre los argumentos que se manejaban a favor figuraba la agilidad de los procesos selectivos y una mejor adecuación entre la previsión de necesidades, su cobertura y la elección de los candidatos más adecuados a los perfiles de los puestos o de las funciones requeridas, en especial de los primeros destinos. Es cierto que son argumentos de peso, porque si algo caracteriza nuestro modelo de acceso a la función pública es su lentitud y una adecuación defectuosa entre las necesidades, los cuerpos de ingreso, los perfiles de los puestos y las pruebas de selección. Frente a estos argumentos se opone, de una manera más o menos explícita, la posible politización en el acceso a la función pública española.

Al actual ciclo selectivo se le reconoce la capacidad para obtener candidatos capaces y adecuados, cumpliendo la normativa y garantizando los derechos de los ciudadanos. Esto hace que su eventual modificación sería un ejercicio delicado que no debería emprenderse salvo si existen evidencias de que es para mejorarlo. En un reciente estudio del INAP se proponían una serie de aspectos mejorables en materia de detección de necesidades, reclutamiento, proceso selectivo y cursos selectivos: institucionalizar la presentación de informes técnicos y organizativos que sostengan las peticiones de personal de nuevo ingreso; reforzar, diversificar y ampliar los instrumentos y las actividades de difusión de la oferta de empleo público (OEP); fortalecer la imagen de la AGE aprovechando las actividades de difusión de la OEP; ampliar la información de la OEP en relación con los puestos a cubrir, las competencias y habilidades necesarias para su desempeño, las retribuciones, destinos de primera ocupación, etc.; reducir el carácter jurídico y teórico de los temarios; ampliar las pruebas prácticas; mejorar la relación pruebas selectivas/puestos de trabajo/cuerpos de entrada; evaluar las capacidades, habilidades y competencias de los candidatos de acuerdo con los determinantes de desempeño de los puestos de primera ocupación; incorporar la participación de los responsables de las unidades de destino en el proceso selectivo; mejorar los recursos

que permiten realizar diagnósticos, planificar y adoptar decisiones, particularmente los estadísticos; establecer periodos de prácticas cuando no haya previstos cursos selectivos; diseñar los cursos selectivos como instrumentos de inducción organizativa; respetar el carácter selectivo de los cursos; incrementar la competitividad en los cursos; dar participación a los responsables de las unidades de primer destino en la adscripción al destino final de los candidatos.

Por lo que respecta a los destinos de primera ocupación, las propuestas son: mejorar la relación entre los contenidos de los puestos de trabajo de primera ocupación y las funciones de los cuerpos de entrada; aprovechar las capacidades, habilidades, competencias y experiencia de los candidatos en la asignación de los puestos de primera ocupación; y diversificar y clasificar la oferta de puestos de primera ocupación de acuerdo con la amplitud y profundidad de sus contenidos.

Situar a las competencias profesionales en el eje central de la selección y la formación de los empleados públicos permite, junto con la introducción de sistemas de planificación, el establecimiento de objetivos e indicadores, la evaluación del personal y la medición del rendimiento, implantar un sistema de carrera profesional. Sin embargo, la investigación muestra que hoy los criterios de ascenso tienen más que ver con razones ajenas al esfuerzo individual. Esto ocurre en un modelo de Administración que se reclama «de carrera», esto es, un sistema de función pública en el que la organización empleadora asume cierta responsabilidad en el diseño de los mecanismos internos de promoción de su personal. El estudio señala que, en la actualidad, la antigüedad y las relaciones o amistades, muchas de ellas basadas en la pertenencia a un mismo cuerpo, son los dos factores más decisivos para la promoción profesional, aun cuando los propios funcionarios reconocen que el ascenso profesional debería depender del esfuerzo personal y la capacitación de los empleados, esto es, tener buena preparación, adecuado rendimiento y un buen cumplimiento.

En definitiva, los resultados de la investigación señalan inequívocamente que en la promoción o ascenso profesional tienen un peso excesivo factores ajenos al rendimiento y la formación de los funcionarios. Algunos de estos factores son los que hacen que algunos cuerpos del grupo A1 no ocupen los puestos superiores, incluso de sus áreas funcionales. Este podría ser el caso de los ingenieros de Caminos. **ROP**

Control de los fondos públicos en infraestructuras, transparencia y responsabilidad



Francisco Javier Flores Montoya

Doctor ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Vicepresidente de la Asociación de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos del Estado

Resumen

La Administración General del Estado tiene el Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos del Estado para gestionar las inversiones en obras públicas desde su planificación hasta su explotación incluyendo proyecto y construcción.

Una parte considerable de las inversiones de esa Administración se desarrolla a través de organismos en cuyas estructuras organizativas no figuran funcionarios, por lo que su inversión no está controlada por los ingenieros seleccionados, bajo los principios de mérito y capacidad, expresamente para ello.

En el resto de las inversiones tampoco está garantizada su gestión por los ingenieros de este Cuerpo de funcionarios porque en los puestos de trabajo de los órganos no tienen reservadas plazas en exclusiva y pueden ser ocupadas indistintamente por funcionarios de distintos Cuerpos y Escalas.

Palabras clave

Administración General del Estado, Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos del Estado, inversión, gestión, funcionarios

Abstract

The Spanish State Administration incorporates a civil service Civil Engineer Corps to administer investments in public works from the planning stage to operation, including design and construction.

A large proportion of state investments are developed through organizations that do not contain civil servants among their numbers and these investments are not then controlled by those civil-service engineers expressly selected for this task on the basis of merit and capacity.

There is similarly no guarantee that the remainder of the investments are managed by these civil service Engineer Corps as positions within this body are not exclusively reserved for engineers and may be occupied by civil servants from other Corps and posts.

Keywords

General State Administration, Civil Engineer corps, investment, administration, civil servants

En la Jornada sobre Inversión y Función Pública celebrada el 4 de noviembre de 2015 se afirmó que el Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos del Estado no tiene asignadas funciones. Es cierto, pero tampoco tienen asignadas funciones ningún otro Cuerpo de la Administración, porque de acuerdo con el artículo 26 de la Ley 30/84, que regula la Ordenación de la adscripción y funciones de los Cuerpos y Escalas de las Administraciones Públicas, “las funciones se asignan a los Órganos administrativos ya que los Cuerpos y Escalas de funcionarios no podrán tener asignadas facultades, funciones o atribuciones propias de los órganos administrativos”. También establece que únicamente las relaciones de puestos de trabajo podrán determinar los Cuerpos o Escalas de funcionarios y los requisitos que deben cumplir para que

podan desempeñar los puestos a los que corresponda el ejercicio de las citadas funciones.

Después de promulgarse dicha disposición, determinados puestos de trabajo y servicios se han adscrito en exclusiva a Cuerpos de funcionarios, aunque en ningún caso a un Cuerpo de Ingenieros en exclusiva. Así, la asistencia jurídica del Estado se ha encomendado en exclusiva a los Abogados del Estado, la función interventora a los interventores, la función inspectora a los inspectores (de finanzas, de trabajo, de sanidad, de transportes, etc.). Sin embargo, la inspección de proyectos y obras públicas no se ha encargado en exclusiva a los funcionarios que han sido seleccionados expresamente para su gestión y el Ministerio de

Medio Ambiente, competente en obras públicas hidráulicas y de la costa, ha suprimido la inspección de obras.

La Administración del Estado cuenta con distintos Cuerpos de Ingenieros Superiores (Aeronáuticos, Agrónomos, Caminos, Canales y Puertos, Industriales, Minas, Montes y Navales, del Estado) cuyos nombres coinciden con el de la titulación exigida para poder acceder a la oposición a cada Cuerpo. A las Escalas de Técnicos Facultativos Superiores de Organismos Autónomos de los Ministerios de Fomento y Medio Ambiente, se ha podido acceder desde distintas licenciaturas superiores de ciencias e ingeniería.

En la actualidad para acceder a cada Cuerpo Superior de Ingenieros se exige tener un título de Máster de las nuevas titulaciones del proceso Bolonia que capacitan para el ejercicio de la profesión regulada por el antiguo título, mientras que para acceder a las Escalas de Técnicos Facultativos Superiores de Organismos Autónomos basta con un título de Grado de ciencias e ingeniería. Es decir, para ingresar en los Cuerpos Superiores de Ingenieros y en las Escalas de Técnicos Facultativos Superiores de Organismos Autónomos se exige distinto nivel de estudios para poder opositar y distintas oposiciones.

El art. 30 de la Ley General de Obras Públicas de 13 de abril de 1877, establece que “el estudio de los proyectos, la dirección de las obras que se ejecuten por administración y la vigilancia de las que se construyan por contrata, competen, en las obras de cargo del Estado, al Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (del Estado). Por medio de los mismos ingenieros ...”. La ley asigna la competencia de esas funciones de estudio de los proyectos y la dirección de las obras que se financian con fondos públicos a los ingenieros de dicho Cuerpo.

Según lo anteriormente expuesto, las funciones públicas directivas de planificación, proyecto, construcción y explotación de obras públicas financiadas con fondos públicos, por ejemplo de carreteras corresponden a la Dirección General de Carreteras, pero el ejercicio de esas funciones públicas debería estar reservado a los funcionarios del Cuerpo Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos del Estado, seleccionados expresamente para el ejercicio de dichas funciones entre titulados exclusivamente ingenieros de Caminos, Canales y Puertos y Máster Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos y mediante sistemas en que se cumple el principio constitucional de mérito y capacidad.



Llama la atención que los funcionarios de los Cuerpos jurídicos o los que controlan ingresos tengan en las relaciones de puestos de trabajo plazas adscritas en exclusiva, mientras que ninguno de los Cuerpos de Ingenieros, competentes para controlar el gasto público en inversiones, no las tengan.

También llama la atención que las funciones asignadas a los Órganos de la Administración (Subdirecciones Generales) no se distribuyan en las Relaciones de Puestos de Trabajo (RPTs), entre los puestos del Órgano, de lo que se deduce que corresponden a su titular, que puede delegarla (nombramiento de Director de una obra). Así todos los puestos de trabajo de titular de un Órgano en el que recaen las funciones de éste, son de libre designación.



Las funciones públicas con responsabilidades en seguridad, en control del dinero público y en administración del dominio público deben ejercerse con objetividad, transparencia y confianza.

Cuando se analizan las funciones de Órganos de la Administración y algunos titulares que se han designado, al amparo de la libre designación y la no definición de requisitos para ocupar dichos puestos, desde la promulgación de la ley 30/84, produce cierta preocupación y desconfianza. Podrían citarse no pocos ejemplos, pero vamos a limitarnos a mencionar alguno que afecta a funciones de seguridad:

El presidente, el comisario de aguas, el director técnico y el jefe de explotación de cualquier Confederación Hidrográfica forman parte del Comité Permanente que se forma en situaciones de crisis por avenidas extraordinarias. La principal función que tiene dicho Comité es, ya sea individualmente o de forma colegiada, la gestión de los embalses para laminar una avenida. Es importante tener en cuenta que en alguna situación extraordinaria las decisiones podrían ser incluso individuales¹.

Las preguntas que surgen son:

¿Acaso el ejercicio de dicha función no se corresponde con una actuación profesional pública que conlleva una responsabilidad y que exige a cada uno de ellos saber evaluar los efectos de esa actuación, cuándo deben tomar la decisión o cómo debe llevarse a cabo?

Si alguno de ellos no cuenta con las atribuciones profesionales que tienen los ingenieros de Caminos, Canales y Puertos en aguas públicas como establecen, por ejemplo, las Sentencias de 30 de abril de 1987 y de 14 de mayo de 1990 del Tribunal Supremo ¿acaso su simple nombramiento, les otorga competencia profesional para tomar esa decisión?

Acaso si no cuentan con las atribuciones profesionales, ¿se le puede exigir una responsabilidad profesional?

¿Acaso no es intrusismo profesional?

¿Qué responsabilidad tienen los que proponen y los que nombran a alguien que no tiene la necesaria competencia profesional para el ejercicio de las funciones que tiene asignadas el puesto de trabajo de titular del Órgano?

¿Acaso al ocupar un puesto de trabajo en la Administración cualquiera puede ejercer las competencias de una profesión titulada sin tener el título correspondiente?

Otro ejemplo: en la actualidad, para opositar al Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos del Estado es necesario ser ingeniero de Caminos, Canales y Puertos o Máster Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, mientras que para opositar en las Escalas de Funcionarios del Ministerio de Fomento o de Medio Ambiente basta con tener un título de Grado en cualquier licenciatura o ingeniería.

¿Acaso tiene sentido exigir distintas titulaciones para poder opositar y distintos procesos selectivos para ingresar, si luego se van pueden tener las mismas atribuciones profesionales al ocupar un puesto de trabajo en la Administración porque se pueden ocupar los mismos puestos?

¿Cómo se puede justificar que funcionarios de distintos Cuerpos de ingenieros y de las Escalas de la Administración puedan ocupar indistintamente los mismos puestos de trabajo o que no se reserven puestos de trabajo para cada uno de ellos que tengan en cuenta además de la titulación, la formación y la capacidad demostrada por cada uno en el conjunto de su proceso selectivo, como se hace en otros cuerpos de funcionarios?

¿Cómo es posible que en la Administración del Estado, para un mismo puesto de trabajo, como un comisario de Aguas, pueda haberse justificado que el profesional idóneo haya sido ingeniero de Caminos, Industrial, de Montes, biólogo, profesor de instituto o licenciado en Derecho o para el puesto de presidente de una Confederación Hidrográfica, que haya sido profesor de gimnasia, veterinario, ingeniero técnico, economista, ingeniero superior, arquitecto, arquitecto técnico, etc.)?

¿Por qué Abogados del Estado, Interventores, Inspectores de Hacienda, Letrados de las Cortes, etc., pueden tener plazas reservadas en exclusiva y los ingenieros de los Cuerpos Superiores del Estado no?

Acaso las funciones públicas que ejercen los Directores de obras públicas cuando certifican, interpretan un pliego técnico, replantean la obra, comprueban la resistencia de una presa, de un puente, una curva de remanso u otro cálculo hidráulico, están al alcance de cualquiera. ¿Por qué en la Administración pueden ser ejercidas por distintos funcionarios del mismo grupo de titulación?

Conseguir un uso eficiente de los recursos públicos en las infraestructuras del transporte y el agua requiere llevar a cabo análisis técnicos, económicos, financieros, fiscales, de ordenación del territorio, medioambientales y seguridad para los que se requiere una amplia y sólida formación. Además, la seguridad de las presas, puentes, túneles, carreteras, ferrocarriles, puertos y otras infraestructuras tiene una gran incidencia en el funcionamiento de todos los servicios públicos que las utilizan. Por ello, como el presupuesto de las administraciones en infraestructuras es lo suficientemente importante y puede afectar al funcionamiento de



servicios públicos tan esenciales, debe estar controlado rigurosamente por profesionales responsables.

Cuando en la actualidad han aflorado a la luz pública algunos escándalos de corrupción relacionados con obras públicas, se pone de manifiesto que los procedimientos establecidos para controlar los fondos públicos son claramente mejorables.

Las mediciones, la calidad de los materiales, la ejecución rigurosa de las unidades de obra, la costosa investigación y consolidación de los terrenos, el coste de la seguridad, etc., son factores que repercuten en el coste de las obras y que requieren unos medios humanos adecuados para su



control, pero a su vez, estos deben ser también rigurosamente inspeccionados.

¿Cómo puede explicarse que se haya eliminado la inspección de obras en el ministerio que tiene asignadas las funciones para ejecutar las obras hidráulicas y de la costa o que en las relaciones de puestos de trabajo de los ministerios inversores no figuren unas oficinas de supervisión de proyectos creadas como unidades independientes que eviten desviaciones presupuestarias injustificadas?

Para garantizar que las infraestructuras cumplan sus funciones con eficacia y eficiencia, la Administración Pública

debe exigir que los funcionarios responsables de su planificación, proyecto, construcción, explotación, supervisión e inspección, sean, si fuera posible, los mejores, y en cualquier caso, unos profesionales especialmente preparados y seleccionados para que ejerzan esas funciones con independencia, frente a cualquier otro interés que no sea el tan denostado interés general. Si los sistemas de selección actuales no son los mejores, se deben mejorar, pero que los ingenieros seleccionados para desarrollar esas funciones con los actuales procesos selectivos no se dediquen a su ejercicio es un fraude y produce una gran frustración y desencanto.

Cualquiera que analice los presupuestos de los Ministerios de Fomento y Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente podrá observar como gran parte de la inversión pública en infraestructuras se está desarrollando en organismos públicos donde no hay funcionarios, con ello la función pública de control del dinero público que se invierte en la mayor parte de las actuaciones que realizan estos ministerios, se desarrolla sin el control de estos, en contra de lo que establece el artículo 9.2 del Estatuto Básico del Empleado Público que establece que, “en todo caso, el ejercicio de las funciones que impliquen la participación directa o indirecta en el ejercicio de las potestades públicas o en la salvaguardia de los intereses generales del Estado y de las Administraciones Públicas corresponden exclusivamente a los funcionarios públicos”.

La fiscalización que hace la Intervención es un control contable necesario, pero insuficiente y excesivamente somero cuando se trata de controlar un proceso tan largo y complejo como la inversión en una obra pública desde su planificación a la explotación, e incluso sólo la redacción de un proyecto o la ejecución de una obra.

La amplitud, variedad y complejidad de los distintos tipos de obras públicas exige una regulación singular que abarque todo el proceso desde la planificación, proyecto, construcción y explotación incluyendo las singularidades de los distintos tipos de concesiones.

Algunos de los programas de los partidos políticos para las próximas elecciones generales incluyen reformar la legislación de contratos. Si realmente quieren mejorar el uso eficiente de los recursos públicos en infraestructuras para el transporte y el agua, al final de la siguiente legislatura debería haberse avanzado en la buena administración y el



uso eficiente de los recursos públicos de la siguiente forma: Creando una organización administrativa ajustada a las necesidades, ordenada y precisa en las responsabilidades, definiendo con detalle las funciones de los puestos de trabajo, los requisitos necesarios para el ejercicio de las funciones de cada puesto, con relaciones de puestos de trabajo que sean públicas y que cualquier modificación de funciones o de los requisitos para su ejercicio sea motivada.

Estableciendo sin excepciones que solamente sean de libre designación sólo aquellos puestos de trabajo que dependan de otro cuyo nombramiento corresponda al Consejo de Ministros y estableciendo claramente en las relaciones de puestos de trabajo los requisitos profesionales de mérito, capacidad y experiencia, que deben cumplir los titulares de dichos Órganos administrativos, sin excepciones.

Ordenando que las inversiones públicas del Estado en infraestructuras estén bajo la dirección, supervisión e inspección de los funcionarios del Estado seleccionados específicamente para gestionar el tipo de inversión que se trate. **ROP**

Notas

(1) Hasta ahora en los puestos de director técnico y jefe de explotación se ha respetado que tuvieran al menos la titulación de ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, sin embargo los puestos de presidentes y comisarios los ha habido y hay que son funcionarios de profesiones que poco o nada tienen que ver con las funciones técnicas de dichos puestos.

Profesionalización del control de la inversión pública



Justo Mora Alonso-Muñoyerro

Doctor ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Consejero del Colegio Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Resumen

Las obras públicas han contribuido a la mejora de nuestra competitividad, del bienestar social y al desarrollo sostenible de nuestro país. Los ajustes presupuestarios sufridos en los últimos años motivaban más que nunca la necesidad de un adecuado control de la inversión pública.

Para que dicho control sea eficiente es preciso optimizar, en su integridad, el proceso global de creación de infraestructuras: planificación/estudio/proyecto/construcción/ explotación/ reposición/puesta fuera de servicio. Ello requiere que por parte de la Administración se aporte conocimiento técnico y experiencia en materia de obras públicas. Los ingenieros de Caminos al servicio de la función pública constituyen un colectivo idóneo para ello. Paradójicamente su presencia se ha venido reduciendo en número y relevancia, situación que debiera ser reconsiderada por la Administración para un control más profesionalizado y eficiente de la inversión pública.

Palabras clave

Obras públicas, control, infraestructuras, Administración, ingenieros de Caminos

Abstract

Public works have contributed to improving our competitiveness, social welfare and sustainable development of our country. The budgetary adjustments suffered in recent years motivated more than ever the need for adequate control of public investment.

For such control to be effective it is necessary to optimize, in its entirety, the overall process of infrastructure development: planning / research / project / construction / operation / reset / removal. This requires that the Administration technical knowledge and expertise contribution to public works. Civil engineers serving the public are an ideal group for this. Paradoxically its presence has been declining in number and importance, a situation that should be reviewed by the Administration for a more professional and efficient public investment control.

Keywords

Public works, control, infrastructures, Administration, civil engineers

Economía y obras públicas

Es bien conocido el efecto multiplicador y acelerador que sobre la economía de un país se atribuye a la inversión en obras públicas. Asimismo la teoría keynesiana le asigna un papel relevante en la superación de los procesos de depresión con altas tasas de desempleo. Aunque posteriormente criticada por Friedman y otros prestigiosos economistas –por los efectos desbocados que pudiera tener sobre la inflación y el déficit público– todos los gobiernos confieren una especial importancia a la formación de capital social fijo en sus políticas económicas, estrategia que ha recobrado vigencia como demuestra el premio Nobel concedido a Paul Krugman, partidario de un incremento controlado del gasto público en este tipo de situaciones, aunque dicho postulado no se encuentra exento de detractores.

En España, las pasadas realizaciones en obras públicas han resultado un elemento decisivo en la mejora de la competitividad de nuestro país en el contexto europeo y mundial. También tuvieron un efecto muy favorable sobre la creación de empleo y un significativo retorno fiscal en torno al 0,62 % (fuente SEOPAN octubre 2013, conclusiones actualizadas de su estudio del 2009).

Sin embargo, los limitados presupuestos públicos dedicados al sector en los últimos seis años, no sólo han reducido las inversiones en nuevas infraestructuras, sino que han comprometido la explotación y adecuada conservación de las ya existentes.

El año 2015 va a suponer una cierta recuperación del pulso inversor con un gasto en infraestructuras próximo a los 5.000



millones de euros por parte de la Administración General del Estado, distribuidos entre los Ministerios y organismos dependientes, y más de 8.700 millones correspondientes a entes públicos y sociedades mercantiles estatales.

Pero no todo en el pasado fueron bondades en materia de nuevas obras públicas. En los últimos años hemos presenciado la polémica abierta en la sociedad sobre el acierto o la inconveniencia en la elección de determinadas obras, en muchos casos calificadas de faraónicas por los medios, y en relación con presuntas irregularidades en ciertos procesos de adjudicación y contratación. Esto ha producido un impacto negativo en la opinión pública que perjudica a la credibilidad del sector de la obra pública y merma la confianza en las instituciones intervinientes, sean públicas o privadas.

Por tanto en el actual momento de inicio de la recuperación del sector, es preciso sacar conclusiones de las lecciones aprendidas y ofrecer una respuesta satisfactoria a la sociedad en su demanda de un mejor control de las inversiones públicas en infraestructuras, tanto desde el punto de vista del rigor y transparencia en los procedimientos como en la eficiencia en su aplicación en aras del interés general. Para alcanzar estos propósitos es necesario disponer de una

Función Pública moderna, eficiente y profesionalizada, que pueda servir a la comunidad sin otras dependencias que los intereses generales.

El proceso integral de creación de infraestructuras

Los importantes recursos movilizados para la construcción y explotación de las obras públicas requieren un detallado análisis con objeto de garantizar un adecuado uso de los mismos.

Las infraestructuras que soportan la actividad económica del país y hacen posible la prestación de servicios públicos esenciales (transporte, agua, depuración, tratamiento de residuos, comunicaciones...) son el resultado de un complejo proceso concatenado: planificación/ estudio/ proyecto/ construcción/ explotación/ reposición/ puesta fuera de servicio. El objetivo a perseguir es la optimización del proceso en su conjunto con criterios de eficiencia, para alcanzar de forma sostenible su plena funcionalidad al menor coste posible, incluyendo los de oportunidad, sociales y medioambientales. El mejor servicio con el menor gasto. No se trata de una sucesión de elementos independientes sino que, por el contrario, todos se encuentran fuertemente interrelacionados. Un buen estudio previo facilitará la adecuada redacción del proyecto y la calidad de éste influirá en el coste y duración de la ejecución de

las obras. Y, a su vez, la calidad constructiva y la sostenibilidad y racionalidad de la alternativa seleccionada serán decisivas en su operatividad y costes de mantenimiento y explotación. Los servicios prestados podrán ser más baratos y mejores, redundando en la competitividad de la actividad económica a la que dan soporte o en la calidad de los servicios ofrecidos a la sociedad. Prolongará la vida útil de las obras, reduciendo sus costes de reposición, liberando con ello parte de los presupuestos públicos que, al quedar ociosos, podrán aplicarse a otros servicios (sanidad, justicia,...) en beneficio de la sociedad.

En este repaso de lo evidente y conocido, la planificación debe ocupar un lugar destacado ya que lo más antieconómico de todo es la realización de obras innecesarias o sobredimensionadas, concebidas en muchos casos más con pretensiones partidistas que por un interés público real. En este aspecto es fundamental que los procedimientos planificadores prevean los pertinentes procesos de participación pública, superando los antiguos trámites de información o consulta pública, de forma que el auténtico interés ciudadano no quede suplantado por otro tipo de intereses (Convenio de Aarhus y Directivas UE sobre acceso a la información, participación de los ciudadanos y acceso a la justicia en materia de medio ambiente...).

La ingeniería es el elemento clave del proceso, ya que sus resultados condicionan de forma determinante los costes y plazos de construcción, así como los de explotación, afectando a la vida útil y funcionalidad de las obras.

La adjudicación de los concursos para la redacción de proyectos a la oferta más baja es, con frecuencia, contraproducente para la consecución del objetivo pretendido ya que resulta un criterio insuficiente, cuando no inadecuado, para garantizar su idoneidad, lo que arrastra toda una cadena de efectos indeseables conforme a lo anteriormente descrito. El gasto económico en esta fase del proceso supone un pequeño porcentaje del conjunto total del ciclo, por lo que un injustificado ahorro en ella puede suponer la forma menos inteligente y más gravosa de servir a los intereses generales.

En definitiva, es imprescindible que por la Administración se realice una rigurosa evaluación de las ofertas en la que se tenga en cuenta todas estas consideraciones en relación con el ciclo global del proceso, lo que exige que la misma se lleve a cabo por expertos que puedan juzgar con criterio profesional todas estas circunstancias. Las virtudes derivadas de ello sobre el uso eficiente de los recursos públicos y los

intereses generales han quedado suficientemente expuestas en los párrafos anteriores.

En este aspecto la trasposición a nuestro ordenamiento jurídico de la Directiva 2014/24/UE sobre contratación pública, actualmente en tramitación, deberá aportar una mayor racionalidad a la normativa reguladora de esta materia, asunto ampliamente debatido en las Jornadas sobre Ingeniería y Eficiencia celebradas en Madrid el pasado 12 de marzo (II Jornadas FIDEX sobre Nuevo escenario para la Recuperación de la Ingeniería).

Incertidumbres inherentes al proyecto e incidencias en la construcción de la obra pública

Es muy amplia la diversidad de proyectos para la construcción de obras públicas y, por tanto, muy variada su complejidad. No resulta comparable la dificultad de un proyecto para el pavimentado de una plaza que para la ejecución de una gran presa, un túnel o un importante viaducto. No obstante y aunque en la organización de una obra pública se incorporen todos los procedimientos de sistematización, prefabricación... que puedan acortar plazos y abaratar costes, salvo casos singulares su construcción difiere mucho de un proceso de fabricación industrial en cadena en el que la certeza sobre los tiempos y costes de producción es máxima. Los materiales y elementos de fabricación han sido previamente almacenados y verificados. El proceso se desarrolla en naves sin exposición a los agentes meteorológicos. La fabricación en serie proporciona un exacto conocimiento de los rendimientos... Pero ninguno de estos requisitos concurre en la ejecución de una gran obra pública.

Por el contrario, el desarrollo de una obra y su posterior explotación, se realiza a la intemperie. Las condiciones meteorológicas, hidrológicas... son conocidas a nivel estadístico y, por tanto, la cuantía que cobrarán las variables descriptivas de las mismas durante dichos periodos (construcción y explotación) son de naturaleza probabilística (estocástica). Los valores que se adopten en el proyecto dependerán de los riesgos que durante dichas fases se decida asumir, decisión que influirá en los costes finales.

Aún es más influyente la circunstancia de que las obras públicas se ejecutan sobre el terreno. Éste, en general, sirve tanto de material seleccionado para su empleo en la construcción como de elemento sobre el que se apoyan los cimientos de la obra. Interesa, por tanto, conocer sus propiedades físicas (geomecánicas, hidrológicas...) en relación con la función

que se le reserva. Pero estas propiedades no son espacialmente homogéneas ni, en muchos casos, invariables en el tiempo. Para ello se practican sobre muestras del terreno (“in situ” o en laboratorio) los oportunos ensayos característicos. Si su número es suficientemente representativo estos resultados permiten adoptar los valores y parámetros a utilizar en el proyecto. Expresado en términos algo más rigurosos, mediante este proceso se pretende inferir las propiedades espaciales y temporales del continuo a partir de las características de un subconjunto muestral compuesto por un número finito de elementos.

Nuevamente tropezamos con la estadística, por la que sabemos que el error de estimación y el nivel e intervalo de confianza depende de la técnica de muestreo empleada, en definitiva del número y forma de seleccionar las muestras empleadas. La normativa, las buenas prácticas y la experiencia profesional serán decisivas en el acierto de esta labor. Como es habitual en la obra pública, será necesario alcanzar una solución de compromiso entre el coste de la operación y los beneficios esperados en cada caso, hasta alcanzar un equilibrio entre ambos con ayuda de las recomendaciones generalmente admitidas sobre la intensidad de ciertos trabajos previos (topografía, geología, geotecnia, hidrología,...) en función de la envergadura de la obra y de la heterogeneidad y complejidad del ámbito físico de estudio.

En definitiva, todo proyecto encierra unas determinadas incertidumbres relacionadas estadísticamente con la intensidad de los estudios previos realizados con carácter de muestreo. El error cero requiere que el subconjunto muestral coincida con el conjunto universal, circunstancia que sólo se alcanza cuando se ha ejecutado la totalidad de la obra. Por eso hay un proyecto inicial para la ejecución de la obra y un proyecto de liquidación. Recordemos que la RAE define proyecto como “conjunto de escritos, cálculos y dibujos que se hacen para dar idea de cómo ha de ser y lo que ha de costar una obra de arquitectura o de ingeniería”.

Por tanto resulta absolutamente previsible que en un contrato de obra pública surjan incidencias durante su ejecución, cuya probabilidad de ocurrencia está íntimamente ligada con el riesgo asumido en el proyecto. Nuevamente aflora el concepto de proceso integral de la obra pública.

De ahí la importancia que, para el correcto control de la inversión, la Administración confíe y disponga de los profesionales apropiados para garantizar la idoneidad del proyecto y el

acierto en la solución técnica de las incidencias surgidas en su ejecución. Y unos procedimientos adecuados y sencillos para su rápida solución administrativa.

Necesidad del juicio experto

Se ha propiciado un ambiente de recelo en relación con la obra pública y todo lo que le rodea. La consecuencia es que en los procedimientos de adjudicación de concursos (proyectos u obras) se prima lo que algunos, desafortunadamente, denominan “criterios objetivos” porque desconfían de las valoraciones técnicas sobre la calidad de las ofertas. Por las razones ya expuestas y especialmente en el sector de la consultoría, supone un gravoso error para la economía del país y los intereses de la ciudadanía.

Ello implica, además, una grave irregularidad protagonizada, en muchos casos, por los colectivos funcionariales que se atribuyen en exclusividad el monopolio de constituirse en garantes immaculados de la pureza administrativa. Pues, contradiciendo lo que el órgano de contratación ha ordenado para seleccionar la oferta más ventajosa- conforme a los criterios y cláusulas que han sido informados previamente por los Servicios Jurídicos del Estado y habitualmente por la Intervención Delegada - resuelven motu proprio convertirlo en la práctica (eso sí, “objetivamente”) en un procedimiento de subasta.

La selección de la oferta más ventajosa requiere experiencia y profesionalidad por parte de los que han de valorarla. Y la condición de funcionario añade la garantía de independencia que un proceso de esta naturaleza precisa. Por tanto la Administración dispone – o debiera disponer- de los medios humanos necesarios para un juicio experto que garantice que la adjudicación recaiga en la propuesta que mayores virtudes ofrece a los intereses generales. Nadie, cuando va a sufrir una delicada intervención quirúrgica, basaría en su caso la elección del cirujano en la opción más barata, sin mayores consideraciones. No hagamos pues con los intereses públicos lo que no haríamos con los propios.

La falta de conocimientos específicos en la materia, la desconfianza o los intereses corporativos de otros colectivos no deben acabar causando perjuicio en el buen aprovechamiento de los recursos que los ciudadanos han puesto en manos de la Administración.

Por tanto hay que reclamar la credibilidad ética de nuestro colectivo de ingenieros de Caminos, canales y puertos y su

solvencia profesional, mediante la adecuada presencia, independencia y participación en los procedimientos selectivos a los que se ha hecho referencia y, en general, en todos los procesos del denominado ciclo integral de la obra pública.

Comentarios similares pueden hacerse en relación con las incidencias en la ejecución de los contratos de obras, que conducen a la tramitación de los correspondientes proyectos modificados. Cómo discernir si se deben a circunstancias imprevistas, es decir, al margen de incertidumbre inherente al proyecto inicial conforme a los criterios expuestos en párrafos anteriores. ¿Realmente son imputables a una mala calidad del proyecto? ¿El nivel de detalle de la topografía, geología, geotecnia, hidrología... no fue suficiente para los estándares admitidos? ¿Errores de cálculo, de mediciones? ¿Solución constructiva inadecuada? ¿Diseño funcionalmente inapropiado? etc. Sólo el juicio experto puede responder adecuadamente a estas preguntas y adoptar la solución apropiada para superar el problema planteado.

La atención de la Administración por las funciones de los ingenieros directores de proyectos y de obras es cada vez

más reducido. El interés por la formación continua de sus funcionarios técnicos y el grado de concienciación por la trascendencia económica de su misión es muy limitada. Sorprende la despierta consciencia mostrada sobre los procesos recaudatorios, en los que reconoce importantes incentivos a las tareas de inspección en función de sus resultados, olvidando que es la utilización e inversión de los fondos públicos lo que justifica su recaudación. Y su falta de énfasis en un control más eficiente de éstos, que ha reducido prácticamente a un ineficaz sistema formalista de control del gasto público.

El proceso de desprofesionalización sufrido en el control de la inversión

Paradójicamente, mientras la sociedad reclama un control más eficaz de la inversión pública, la Administración General del Estado ha venido disminuyendo en su organización el número y relevancia de los funcionarios mejor cualificados para el desempeño de esa función, como acreditan las cifras de ingenieros de Caminos en activo y su nivel retribuido, erosionado de forma drástica en las últimas décadas en términos comparativos frente a otros Cuerpos de la Administración.





Asimismo se ha procedido a la eliminación o reducción de los órganos creados específicamente para ello. Así las antiguas Inspecciones Regionales, herederas de la Inspección del Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, actuaban con independencia profesional propia, bajo la dirección de un Inspector Jefe, en el seguimiento y control de las obras públicas en cualquier momento de su construcción o explotación. Posteriormente se constituyó la Inspección General de la Contratación de Obra Pública, con funciones propias reguladas por su correspondiente Real Decreto. Esta Inspección General era genuina para el control de las inversiones en infraestructuras públicas y coexistía con las Inspecciones de Servicios existentes en cada Ministerio, dependientes de éstos pero bajo la coordinación general del Ministerio de Administraciones Públicas.

La aparición de los Ministerios de Fomento y de Medio Ambiente supuso la supresión de la Inspección General de la Contratación de la Obra Pública. Las respectivas inspecciones de servicios de cada Ministerio asumieron, entre sus funciones administrativas, genéricas parte de estas actividades. Pero mientras en el Ministerio de Fomento la inspección evolucionó hacia la recuperación parcial de las antiguas tareas de la Inspección General de la Obra Pública, en el otro Departamento Ministerial –cuyo nombre y competencias han sufrido diversas transformaciones– terminaron desapareciendo hasta su eliminación en el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Conclusión

La necesidad de un control más eficiente de las inversiones en obras públicas, requiere una mayor presencia y re-

levancia de los funcionarios profesionales de esta actividad específica. Frente a la idoneidad de este sistema, el actual procedimiento administrativo de intervención y control del gasto público supone, en general, una ralentización de la tramitación administrativa (con su consiguiente coste), sin que se haya mostrado suficientemente eficaz para combatir los males perseguidos.

Este proceso debe guiarse por los principios de eficiencia y transparencia de las Administraciones Públicas en la gestión de los recursos que la sociedad les ha confiado en aras del interés general, mediante la capacitación e independencia profesional de sus funcionarios, entre los cuales los ingenieros de Caminos, canales y puertos al servicio de aquéllas están llamados a desempeñar un papel relevante.

Se precisa pues recuperar e impulsar un procedimiento de control eficaz de la inversión pública, mediante su profesionalización a través de un sistema integral que comprenda desde la planificación y estudio, pasando por el proyecto y construcción, hasta la explotación y fin de la vida útil de las infraestructuras, actividades todas ellas propias de los ingenieros de Caminos, canales y puertos al servicio de las Administraciones Públicas.

Paradójicamente la presencia de éstos se ha venido reduciendo en número e importancia con el consiguiente perjuicio para los intereses generales en un periodo de crisis económica en el que, aparentemente, las exigencias de una política económica restrictiva exigía un mejor control de las mermadas inversiones en infraestructuras. **ROP**

Guerras del agua



Antonio Serrano Rodríguez

Catedrático de Urbanística y Ordenación del Territorio de la Universidad Politécnica de Valencia (prejubilado).

Presidente de la Asociación Interprofesional de Ordenación del Territorio, FUNDICOT

Resumen

El artículo se centra en la problemática del agua recogida en distintos foros internacionales, que les lleva a considerar que las Crisis Hídricas son el Riesgo Global más grave para el próximo decenio, atendiendo a la importancia y gravedad de sus impactos potenciales; en la experiencia práctica de como dichos riesgos se han ido materializando a la largo de conflictos de distinto grado de actualidad; en la consideración del agua en el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) recién aprobados (25/09/2015) por la Asamblea General de Naciones Unidas; y en la problemática actual del agua en algunos ámbitos específicos de este país, recogiendo la experiencia propia de gestión en el Ministerio de Medio Ambiente para lograr una solución estructural a largo plazo para los mismos.

Palabras clave

Desarrollo sostenible, agua, geopolítica, adaptación al cambio climático, políticas hídricas, regadío, planificación hídrica, ordenación del territorio

Abstract

The article focuses on water problems raised in different international forums that have considered Water Crises to be the most serious Global Risk over the next ten years in terms of the significance and severity of potential impacts. Further consideration has been given to the manner in which these risks have materialized as a result of conflicts of varying degrees, the agenda for water within the framework of Sustainable Development Goals (SDGs), recently approved on 25.09.2015 by the General Assembly of the United Nations, and the current water problems in certain specific areas of this country, with reference to the management procedures overseen by the Ministry of the Environment to achieve a long-term structural solution to the same.

Keywords

Sustainable development, water, geopolitics, adaptation to climate change, water policies, irrigation, water planning, regional organization

1. Introducción

Creo que no es necesario señalar que el agua es un elemento básico e insustituible para la existencia de vida (humana o de cualquier otra especie conocida); o que del orden del 97 % del agua existente en la Tierra es salada; algo más del 2 % se encuentra en los glaciares; algo menos del 1 % se encuentra en el subsuelo, y únicamente del orden del 0,03 % discurre por la superficie del planeta, la mayoría en lagos (87 %) o pantanos (11 %) y sólo del orden del 0,0006 % del agua total discurre por los cursos fluviales. Y, sin embargo, es de estos cursos fluviales y de la calidad de sus aguas de la que dependen mayoritariamente tanto la salud de los ciudadanos (las enfermedades que se propagan por el agua causan cada año la muerte a más de 1,5 millones de niños y un quinto de la población mundial no tiene acceso a agua potable segura) como la existencia de muchos de los ecosistemas existentes en

la Tierra (el deterioro en el ciclo del agua es una de las causas de la gran sexta extinción de especies en que nos encontramos). De hecho, el balance intermedio de la Estrategia de Biodiversidad 2020 de la UE, publicado el 5 de octubre de 2015 por la Comisión Europea, establece el fracaso de la Unión Europea en el cumplimiento de sus objetivos de detener la pérdida de la biodiversidad y revertir la degradación de los ecosistemas para el año 2020 en toda la UE, destacando que en muchas especies de fauna y flora persiste la amenaza de la extinción, y que perviven grandes deficiencias en la conservación de los hábitats, la restauración de los ecosistemas y la adaptación de las actividades económicas (fundamentalmente la agricultura) a las necesidades de la biodiversidad, cuya íntima relación con la salud y el bienestar de las personas está claramente demostrada, lo que justifica la importancia de que la Directiva Marco del Agua de la Unión Europea (DMA) y la

Ley de Aguas vigente en España establezcan la calidad del agua y su dimensión ambiental como limitantes previos al resto de sus usos.

Aunque volveremos sobre la implicación anterior, es preciso señalar que este artículo pretende un acercamiento a la problemática hídrica algo diferente. Acercamiento basado en tendencias, preocupaciones, objetivos y propuestas realizados desde instituciones globales con intereses más centrados en el largo plazo y en el bienestar global, que en la problemática específica de una cuenca, en la sobreexplotación de sus acuíferos o en las subvenciones necesarias para asegurar determinadas tasas de beneficio –o incluso la supervivencia– de determinadas actividades productivas. Aunque también nos referiremos a estas cuestiones, el artículo se va a centrar en la problemática del agua recogida, en primer lugar, en la reunión anual del Foro Económico Mundial (World Economic Forum) de 2015, en Davos, para el que sus técnicos hacen públicos una serie de documentos que sirven de guía a las discusiones que se celebraran en el mismo. En segundo lugar haremos referencia a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) recién aprobados (25/09/2015) por la Asamblea General de Naciones Unidas –con el apoyo explícito de España– y a algunos de los documentos preparatorios de los mismos. Por último, nos centraremos en la problemática actual del agua en algunos ámbitos específicos de este país.

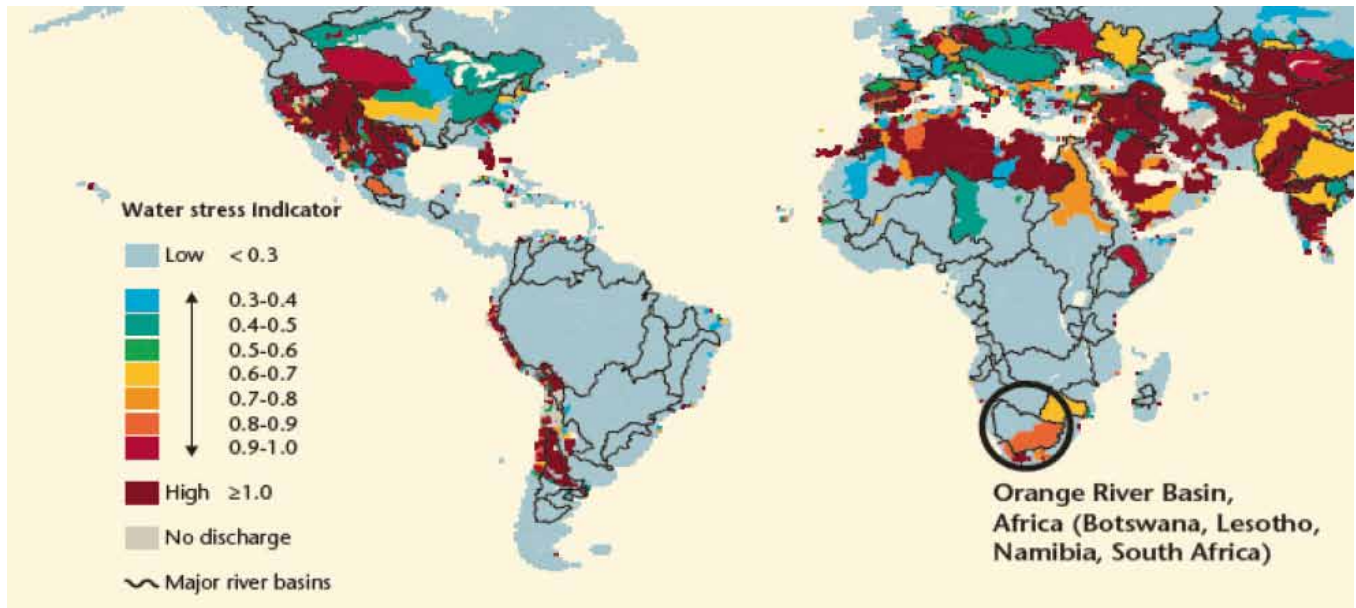
2. El agua como fuente de conflictos mundiales.

Para el Foro Económico Mundial, uno de los documentos que anualmente se presentan es el denominado “Global Risks”, cuyo contenido para 2015 constituye la 10ª edición de la serie. En estos documentos preparatorios se recogen los “Riesgos globales”, definidos como sucesos o condiciones que, si ocurren, pueden causar impactos negativos significativos sobre varios países o sectores productivos durante los próximos 10 años (hasta el 2025). Se elaboran a partir de una encuesta a cerca de 900 participantes (42 % ligados a los negocios, 18 % académicos, 15 % ONG, 8 % Gobiernos y 17 % otros) a los que se les pregunta sobre un total de 28 riesgos (8 económicos; 5 ambientales; 5 geopolíticos; 6 sociales, y 4 tecnológicos) predefinidos por el Gabinete técnico, y en el marco de las 13 tendencias (crecimiento y envejecimiento de la población, cambio climático, etc.) que dicho Gabinete, de acuerdo con las aportaciones científicas más solventes y coherentes con los objetivos e intereses del Foro Eco-

nómico Mundial, considera configuradoras de las pautas de cambio que pueden afectar a la intensidad o interrelaciones entre los riesgos globales.

Y no sorprende que el Riesgo más grave para el próximo decenio, atendiendo a la importancia y gravedad de sus impactos potenciales, sea, precisamente, el asociado a las Crisis Hídricas, que ya aparecía en tercer lugar en el Global Risk 2014. Las razones que aducen para tal clasificación son que el aumento de la demanda de agua por una población creciente y las insuficiencias de agua de calidad para el abastecimiento y regadío aparecen como uno de los focos de conflicto con impacto potencialmente más grave (conflictos entre estados o territorios) en el mundo. Porque, adicionalmente, en las anuales “UN-Water Annual International Zaragoza Conference”, cuyas conclusiones de la de 2015 acaban de hacerse públicas (“Water and Sustainable Development. From Vision to Action”. Report of the 2015 UN-Water Zaragoza Conference. September. 2015), los representantes de las distintas Agencias de la ONU han dejado clara la gravedad de la problemática asociada al hecho de que las necesidades de nuevas disponibilidades hídricas, para el 2030, llevan a estimar que puede existir para esa fecha una demanda insatisfecha del orden del 30 al 40 % en el planeta; y que dicha demanda insatisfecha puede llegar a afectar a del orden del 55 % de la población mundial en 2050, pudiendo ser una de las causas de generación de graves conflictos territoriales. Igualmente, para el 2030, el mundo necesitará un 50 % más de alimento y del orden de un 43 % más de energía, al mismo tiempo que esta oferta es cuestionada y crecientemente encarecida por los límites ambientales del planeta. De hecho, para el 2030, con la dinámica actual, se necesitarían los recursos y capacidad de asimilación y depuración de más de dos planetas para solventar las necesidades de consumo de la humanidad y el reciclado de la contaminación que ésta genera. Y son necesarias medidas urgentes que prevean y eviten los efectos catastróficos a que puede conducir esa situación, ya que existe la tecnología necesaria para resolver en parte estos problemas. Así, las mejoras en la productividad del uso del agua y en la puesta a disposición de nuevas ofertas hídricas pueden resolver el 40 % de las nuevas necesidades hídricas, pero el 60 % restante tiene que venir asociada a nuevos volúmenes de inversión y a capacidades de gestión no aseguradas en la actualidad ni priorizadas por Gobiernos e Instituciones en magnitudes que estén en consonancia con la gravedad potencial de los problemas esperados.

NIVELES DE ESTRÉS HÍDRICO EN LAS MAYORES CUENCAS HIDROGRÁFICAS (2002)



(Fuente: Smakhtin, V.; Revenga, C.; and Döll, P. (2004).—"Taking into Account Environmental Water Requirements in Global-scale Water Resources Assessments". <http://www.iwmi.cgiar.org/assessment/files/pdf/publications/ResearchReports/CARR2.pdf>). Las zonas en color vino burdeos, en el mapa, muestran las áreas en las que los requerimientos ambientales para el agua no pueden ser satisfechas con la demanda ya existente. Como se aprecia en el mapa, España es uno de los países con indudable problemas en el capítulo del agua.

No cabe duda de que el incremento de población esperado hasta 2030, sus necesidades de alimentación y su demanda energética implican una fuerte presión hídrica adicional, con lo que las necesidades de agua se espera que crezcan muy significativamente, mientras que el cambio climático puede afectar de forma muy grave a las áreas que ya soportan déficit hídrico o en las que son crónicas las situaciones de sequía. Situación en la que hay que situar muchas de las regiones españolas, en las que la sobreexplotación de acuíferos y los procesos periódicos de sequías agudas dan una dimensión especial al problema, tal y como detallaremos más adelante. En todo caso, las conclusiones más significativas de las aportaciones internacionales pueden resumirse en:

1) Existe un grave riesgo ambiental derivado de las contradicciones entre los crecientes usos y los limitados recursos, derivadas del crecimiento de población, consumos y agresiones al medio, en los que el agua, como consecuencia fundamentalmente de su utilización agrícola y para la producción de energía, cobra una particular importancia e incidencia.

2) La obtención de agua limpia exige energía y la producción energética exige la disponibilidad de agua en mayor o menor medida y, sobre todo, ambas (agua y energía) tienen una fuerte y creciente incidencia de en la evolución y crisis ambiental del Planeta. La producción energética utiliza del orden del 8 % del agua dulce disponible a nivel mundial, pero en algunos países desarrollados llega a superar hasta el 40 % del total. De hecho, en España, de unos 55.000 hectómetros cúbicos almacenados en los embalses, del orden del 40 % están asociados a la producción hidroeléctrica. Y con la excepción de la producción de energía eléctrica eólica o solar, todo el resto de sistemas de producción de electricidad utilizan agua en mayor o menor proporción (nuclear, térmica, ciclo combinado, termosolar, etc.) o generan efectos contaminantes sobre el recurso hídrico de mayor o menor significación.

3) Existe un claro desequilibrio en términos económicos en la relación agua-energía. Mientras que para una empresa de gestión del recurso hídrico del orden de un 30 % de su coste operativo viene representado por el coste energético necesario para gestionar el agua, para las empresas ener-

+ desarrollo sostenible

Más que agua

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

www.aqualogy.net



AQUALOGY
Where Water Lives

SOLUCIONES INTEGRADAS
DEL AGUA PARA UN
DESARROLLO SOSTENIBLE

Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible
(Resolución A/RES/70/1 adoptada por unanimidad en el Plenario de la Asamblea General de Naciones Unidas de 25 de septiembre de 2015, para entrar en vigor el 1 de enero de 2016).

Objetivo 6. Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos

- 6.1. Para 2030, lograr el acceso universal y equitativo al agua potable, a un precio asequible para todos.
- 6.2. Para 2030, lograr el acceso equitativo a servicios de saneamiento e higiene adecuados para todos y poner fin a la defecación al aire libre, prestando especial atención a las necesidades de las mujeres y las niñas y las personas en situaciones vulnerables.
- 6.3. Para 2030, mejorar la calidad del agua mediante la reducción de la contaminación, la eliminación de vertidos y la reducción al mínimo de la descarga de materiales y productos químicos peligrosos, la reducción a la mitad del porcentaje de aguas residuales sin tratar y un aumento sustancial del reciclado y la reutilización en condiciones de seguridad a nivel mundial.
- 6.4. Para 2030, aumentar sustancialmente la utilización eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir sustancialmente el número de personas que sufren de escasez de agua.
- 6.5. Para 2030, poner en práctica la gestión integrada de los recursos hídricos a todos los niveles, incluso mediante la cooperación transfronteriza, según proceda.
- 6.6. Para 2020, proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos.
- 6.a. Para 2030, ampliar la cooperación internacional y el apoyo prestado a los países en desarrollo para la creación de capacidad en actividades y programas relativos al agua y el saneamiento, incluidos el acopio y almacenamiento de agua, la desalinización, el aprovechamiento eficiente de los recursos hídricos, el tratamiento de aguas residuales y las tecnologías de reciclaje y reutilización.
- 6.b. Apoyar y fortalecer la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y el saneamiento.

géticas el agua no tiene una repercusión significativa en los costes de producir esa energía; y ello pese a su elevado consumo hídrico para generar electricidad (mover las turbinas o enfriar el proceso), a la afección a las disponibilidades de este recurso por la contaminación hídrica generada por la obtención de recursos energéticos (*fracking*, minería...), a la merma hídrica generada por otros tipos de contaminaciones (radiación, vertidos, etc.), o por la inmovilización de recursos hídricos que supone su almacenamiento para la generación hidroeléctrica. El importante gap entre los costes de puesta a disposición más los costes de oportunidad y ambientales asociados al agua, y las tarifas que se cobran por la disponibilidad de este recurso, sobre todo en el campo de las actividades productivas agrarias y en la propia producción de energía llevan a un frecuente despilfarro de recursos hídricos. Dicho desajuste no ayuda a una utilización ni asignación racional del recurso hídrico ni incide adecuadamente en una valoración correcta de los costes reales derivados del consumo/inmovilización del recurso hídrico. Ni tampoco ayuda a una evaluación correcta de la rentabilidad de las inversiones privadas ni

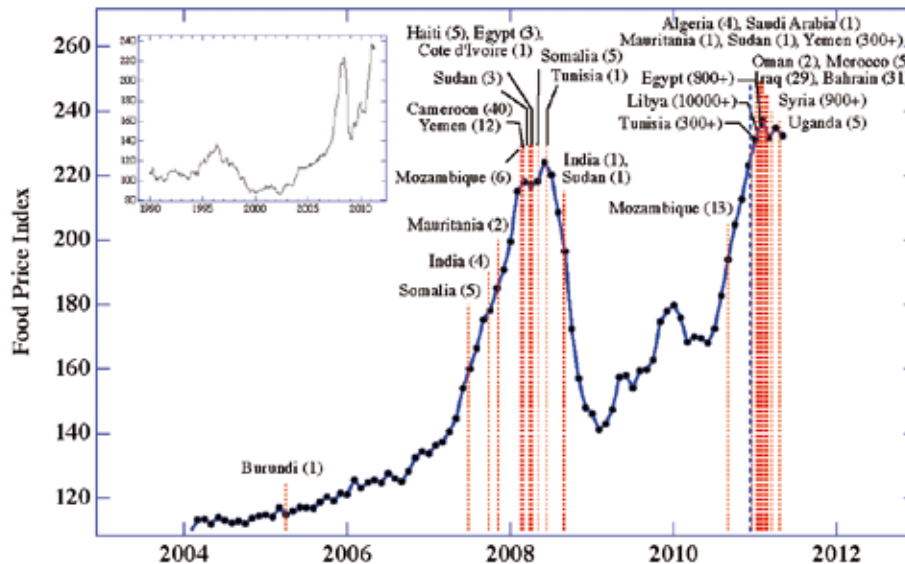
del papel que debe corresponder a la inversión pública en los procesos hídricos o energéticos.

4) Afortunadamente se están observando objetivos cada vez más integrados, al menos en los discursos formales de las instituciones y de muchos gobiernos, con la mirada teóricamente puesta en un desarrollo ambientalmente más sostenible, ante la consciencia de la importancia de esa sostenibilidad ambiental y de las interrelaciones implícitas en la misma con el recurso hídrico. Una muestra clara de este hecho es la incorporación específica del agua en los Objetivos de Desarrollo Sostenible aprobados el 25 de septiembre de 2015 por la Asamblea General de Naciones Unidas, incluido el compromiso específico del Gobierno de España con su contenido.

3. Las guerras asociadas al agua son ancestrales, pero los efectos de sus consecuencias cada vez son más graves

La Historia nos ha demostrado que las sociedades humanas son vulnerables a los efectos climáticos sobre el agua, y que estos han influido en la dinámica de aquellas sobre

PROTESTAS SOCIALES Y PRECIOS DE LOS ALIMENTOS BÁSICOS



(Fuente: Lagi, M.; Bertrand, K.Z.; and Bar-Yam, Y. (2011).- "The Food Crises and Political Instability in North Africa and the Middle East" (<http://necsi.edu/research/social/foodcrises.html>). Precios de los alimentos provenientes de la FAO. Las líneas verticales recogen el inicio de los disturbios. Entre paréntesis la cifra total de muertos)

el planeta de forma clara. Por citar algunos ejemplos, en 1846, año extraordinariamente lluvioso, se produjo la inundación de los campos irlandeses y se pudrió una gran parte de sus cosechas de patatas. Ello provocó una Gran Hambruna, que se prolongaría hasta 1850, muriendo hasta un millón de personas a causa del hambre y las enfermedades, y provocando un éxodo masivo de irlandeses a Gran Bretaña y los EE. UU. Dos años después, en 1848, una amplia y continuada sequía en Europa colaboró ampliamente en los importantes cambios socioeconómicos y políticos que iban a caracterizar ese año. En pleno siglo XX, fenómenos meteorológicos extremos, como las terribles sequías ocurridas en la zona del Sahel (la última gran sequía entre 1968 y 1973) produjeron la mortalidad de un cuarto de millón de personas, y han condicionado radicalmente el modo de vida y las costumbres de los habitantes de países como Mauritania, Mali o Senegal, forzando su emigración continua desde entonces, como única forma de supervivencia. Y ya en el siglo XXI, en septiembre de 2010 Naciones Unidas advertía que la sequía que durante cuatro años estaba afectando al noreste de Siria, estaba

deteriorando su seguridad alimentaria y llevando a más de dos millones de personas a la pobreza extrema, lo que había producido migraciones de miles de personas a asentamientos improvisados cerca de Damasco. Los mismos cuyas protestas contra el presidente del país son uno de los orígenes del actual conflicto militar.

Pero el conocimiento de esta relación entre incidencias climáticas con afección a los recursos hídricos y sus consecuencias sobre los precios de los alimentos básicos no es nueva. En la importante investigación de Marco Lagi, Karla Z. Bertrand and Yaneer Bar-Yam (2011) "*The Food Crises and Political Instability in North Africa and the Middle East*" (<http://necsi.edu/research/social/foodcrises.html>) se mostraba, tal y como se sintetiza en la Figura siguiente, que las importantes crisis de 2008 y 2011 en estos ámbitos coincidían con importantes subidas en los precios de los alimentos básicos, que en muchas ocasiones estaban asociados a incidencias climáticas significativas. Adicionalmente, doce de los quince países con mayor escasez de agua del mundo –Argelia, Libia,

Túnez, Jordania, Qatar, Arabia Saudita, Yemen, Omán, los Emiratos Árabes Unidos, Kuwait, Bahrein, Israel y Palestina— están en el Oriente Medio, tienen un crecimiento explosivo en su población, un tercio de la misma tiene menos de 15 años de edad y, previsiblemente para el año 2030 su población se habrá incrementado en un 132 %.

La conclusión es que el agua —y su relación con circunstancias climáticas y la incidencia de éstas en los precios de la alimentación— está muy directamente asociado con conflictos bélicos, de los que, entre otros, cabe citar el “despertar árabe”. En efecto, éste no tiene en su origen sólo tensiones políticas (dictaduras, corrupción, etc.) y económicas (desigualdad social, imperio de las multinacionales, bajas rentas frente a altos precios, etc.) sino también, aunque sea menos visible, problemáticas ambientales asociadas al ciclo del agua. Y la importancia de esta relación es la que está detrás de considerar el señalado riesgo de “guerras del agua” como uno de los principales a los que se enfrenta la sociedad en la próxima década. Porque no hay que olvidar la existencia de circunstancias ya no controlables a corto plazo, como es el calentamiento global que estamos generando, cuyas consecuencias pueden incrementar muy sensiblemente los riesgos ya existentes, dado que el clima en la actualidad es mucho más variable y caracterizado por fenómenos más extremos. El nuevo ciclo climático, probablemente lleve a situaciones nunca antes conocidas por los seres humanos, aunque sí por la Tierra. Las medidas para evitar su evolución hacia niveles insostenibles, en paralelo a poner en marcha procesos de adaptación lo más adecuados posible, son imprescindibles como única vía de evitar una catástrofe humana de enormes dimensiones que afectará también de una manera muy grave, tanto directa como indirectamente —entre otras vías por las presiones migratorias— al mundo desarrollado.

4. Consideraciones finales sobre las guerras del agua en España

Aunque es evidente que con consecuencias muy diferentes a las previstas para países en desarrollo, España es uno de los países de la Unión Europea con mayor riesgo actual de conflictos asociados al recurso hídrico; riesgo que tiende a incrementarse sensiblemente como consecuencia del calentamiento global y del cambio climático asociado. Porque la principal —aunque no única— problemática del agua en España se deriva de la inadecuación entre la oferta disponible y la demanda a las tarifas a que se repercute el agua, haciéndose insostenible esta

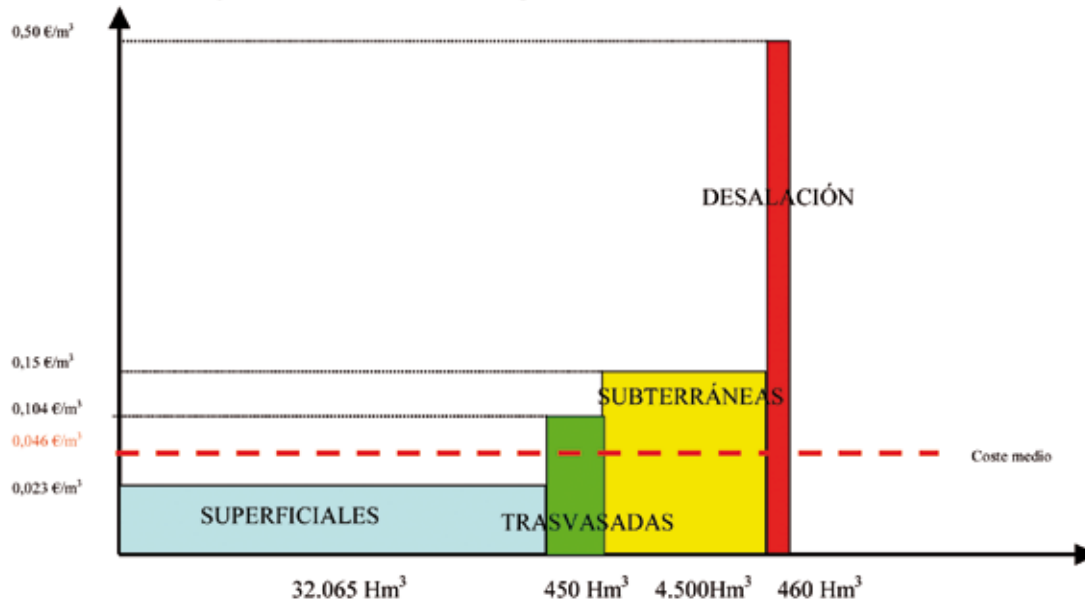
inadecuación en las sequías periódicas que caracterizan a ciertos territorios españoles.

El resultado en algunas áreas es una grave afección ambiental (sobreexplotación y contaminación de acuíferos y de las aguas superficiales y costeras, degradación de ecosistemas, pérdida de biodiversidad, etc.) e importantes pérdidas socioeconómicas en una agricultura de regadío que se ha expandido sin la concesión hídrica necesaria o con la concesión de caudales por encima de las disponibilidades sostenibles actuales. Esta situación genera frecuentes conflictos sociopolíticos entre territorios y usos del agua (agrícolas y energéticos, fundamentalmente) que, además, encuentra una posición defensora a ultranza de los intereses particulares autonómicos por parte de los correspondientes Gobiernos, que colisionan con los intereses generales del país a largo plazo.

Corregir esta situación no es sencillo, pero sí querría referirme a una experiencia propia en el intento de avanzar hacia dicha corrección, y el marco en la que la misma se produce y se explica. Así, cuando en abril de 2004 tomaba posesión del cargo de Secretario General para el Territorio y la Biodiversidad existía una situación que cabía caracterizar por:

- El inicio de una grave sequía que iba a superar los registros históricos disponibles, y con respecto a cuya previsión las medidas adoptadas por los dos Gobiernos anteriores, desde 1996 —año en que finalizó la sequía anterior— habían olvidado prevenir la reiteración de estos fenómenos meteorológicos. Las sequías de fuerte magnitud, en España se vienen produciendo con una cadencia de unos 9-11 años. Los dos últimos períodos de sequía con muy grave afección a la España árida se han producido en el entorno de los años 1995 y 2005. La que está gestándose en la actualidad correspondería al entorno del año 2015 y se desconoce, por ahora, la magnitud global que puede llegar a alcanzar. Sí es previsible que la tendencia en próximas sequías sea la de su agravamiento por la problemática asociada al cambio climático.
- Se había consolidado una utilización histórica de los recursos hídricos, una dinámica de captación irregular o ilegal de los mismos, y un proceso de asignación de las aguas reguladas por parte de los órganos de gestión, que había llevado a que en algunas cuencas fuera imposible la asignación de nuevos recursos hídricos, ya que se habían superado con creces las disponibilidades del “año hidráu-

COSTES MEDIOS Y VOLÚMENES OBTENIDOS EN 2005 POR TIPO DE FUENTE



Fuente: MMA (2007).- “Precios y costes de los servicios del agua en España. Informe integrado de recuperación de costes en los servicios del agua en España. (Artículo 5 y Anejo III de la Directiva Marco del Agua).” Ministerio de Medio Ambiente. Madrid. 2007. Los costes medios señalados no incorporan la internalización de todos los costes, entre otros de aquellos en los que incurren los gestores para la protección y prevención de afecciones a los ecosistemas, o los costes ambientales: daños que los usos del agua imponen sobre los ecosistemas, los recursos ambientales y sobre los servicios correspondientes de los mismos a la sociedad.

lico medio” en las mismas. El resultado era que, sobre todo en años de disponibilidades inferiores al señalado “año medio”, se producían situaciones de sobreexplotación de acuíferos, y se multiplicaban los conflictos y las actuaciones irregulares o ilegales de captación de agua.

- Conflictos que eran, principalmente, la lucha por la disponibilidad de un recurso que la ley había hecho público y que la administración proveía a sus principales demandantes (regadío y producción energética) a tarifas muy inferiores a su coste real de producción; es decir, conflictos que aparecían por la competencia para obtener subvenciones, sin las que ciertas actividades –agrícolas, del sector servicios, energéticas o industriales– no tendrían viabilidad económica o tendrían unos costes de producción muy superiores y unos consecuentes beneficios privados inferiores. Por ello era preciso conocer cuál era el coste hídrico total (incluidas externalidades y costes e oportunidad), y decidir cómo se pagaba, a quién se subvencionaba, en cuanto y porqué. Las tarifas del agua,

como las del gasóleo u otros muchos inputs, pueden estar subvencionadas, pero esa subvención debía ser pública y transparente, y sus objetivos y consecuencias debidamente justificadas desde la perspectiva de su aportación al interés general. Los costes efectivos y los volúmenes asociados a cada tipo de fuente, en 2005, se recogen en el gráfico siguiente. El estudio realizado permitía concluir que existía un incumplimiento real del principio de recuperación de costes, y una aplicación del mismo de manera desigual a los usuarios (las tarifas variaban en diferentes áreas, los costes eran distintos para los usuarios de las aguas superficiales o subterráneas, y se apreciaba que donde se pagaba menos los consumos per cápita y por hectárea de regadío eran mayores. Tras el regadío, que utilizaba del orden del 70 % de los recursos hídricos, el segundo gran usuario de agua, con unos volúmenes implicados cercanos al 20 % del total, era el sector energético e hidroeléctrico. Ambos eran los sectores con una mayor diferencia –en media– entre el coste total real generado y las tarifas aplicadas.

- Se había consolidado la idea de que los trasvases eran el medio más adecuado para resolver los “déficits” de las zonas más áridas gracias a los “excedentes” de las zonas más lluviosas. Y ello pese a la constatación de que costosas obras, como entre otras la del Trasvase Tajo-Segura que conecta cuatro cuencas hidrográficas, habían incumplido objetivos, expectativas (de los 1.000 hm³/año previstos para el trasvase y los 600 aprobados, la media que se había podido trasvasar se situaba en unos 350 hm³/año) y por tanto la tasa de retorno (rentabilidad) esperada, en gran parte por la reducción registrada en la pluviometría general y local, con periodos de sequía cada vez más frecuentes, intensos y prolongados.

- Los regantes, empresas constructoras y las ingenierías asociadas a los proyectos necesarios, así como los políticos y “media” de las zonas potencialmente beneficiadas demandaban cortar el “desperdicio” del agua vertida al mar en el Ebro, Duero, Tajo, Guadiana o Guadalquivir, exigiendo el trasvase del mismo a sus zonas “deficitarias”, sin mayores consideraciones de costes directos (los trasvases exigen fuertes transformaciones territoriales, costes de inversión y costes energéticos de elevación y bombeo del agua, entre otros) o indirectos-externos (afección a las funciones ecológicas del agua dulce en los propios ríos de los que se detraen, o del mar al que vierten, y de los sedimentos aportados por los ríos; imposibilidad de utilización de esos recursos en la cuenca de la que se detraen, con los correspondientes costes de oportunidad, etc.).

- Se había aprobado un Plan Hidrológico Nacional, en 2001, que se centraba básicamente en dos aspectos: en primer lugar, en el Trasvase del Ebro, supuestamente urgente, aunque lo cierto es que del 2001 al 2003 la inversión realizada era prácticamente nula; y, en segundo lugar, en la recopilación de un número amplísimo de actuaciones para el período 2001-2008, (Anexo II del PHN); pero que, como se señaló en el Documento “Seguimiento del PHN (Anexo II Ley 10/2001). Actuaciones por Regiones”, de febrero de 2005, distribuido a los miembros del Consejo Nacional del Agua, el volumen de inversión que representaban las actuaciones de dicho Anexo II del PHN, a precios del 2005, difícilmente se terminarían antes del año 2020. De hecho, el volumen medio de inversión anual que hubiera sido necesario era de unas tres veces la inversión media anual realizada. Y había que destacar la antigüedad de algunas de las actuaciones declaradas como de interés general en el citado PHN (algunas incluso provenían del

Plan de Lorenzo Pardo, realizado durante la República) lo que unido a los cambios socioeconómicos y a la evolución de los usos del suelo, obligó a incorporar (tal y como se recogió en la Ley 11/2005, de Reforma del PHN) la necesidad de una evaluación económica, social y ambiental de las obras consideradas, previas a su ejecución.

- Se había dado prioridad máxima a una infraestructura –el trasvase del Ebro– que cuatro años después de la aprobación del Plan prácticamente no se había iniciado (salvo en una actuación que había servido para una primera piedra propagandística ante las elecciones de 2004), no tenía los proyectos necesarios ni siquiera contratados y, lo que era más grave, contaba con una fuerte oposición en España y en la Comisión Europea, que ante las denuncias de los ecologistas había inmovilizado la concesión de fondos europeos solicitados para esta infraestructura, llevando a que, en 2004, existiera una situación desastrosa en cuanto a justificación y aplicación de dichos fondos europeos.

- En el año hidráulico 2004/05, con niveles record de falta de pluviosidad en los registros históricos de España, algunas desaladoras iniciadas en la anterior sequía histórica (1993/96) estaban a punto de terminarse, pero no tenían las conexiones para poner el agua a disposición de los usuarios o no se habían puesto en funcionamiento. Parece que ahora se repite la misma situación con el previsible nuevo ciclo de sequía, al haberse incumplido los programas de cofinanciación europea de las actuaciones asociadas a las desaladoras y sus conexiones previstas en el Programa AGUA (acrónimo de “Actuaciones para la Gestión y el Uso sostenible del Agua”) para el período 2008-2013, ampliable para su justificación hasta el 2015.

- La UE consideraba inadecuada la adaptación realizada de la Ley de Aguas a la Directiva Marco del Agua y el obligado inicio de la Planificación Hidrológica de las Demarcaciones a crear brillaba por su ausencia.

Es normal que un Gobierno que sustituye a otro de signo contrario critique las insuficiencias y fallos del anterior, o que incluso haga una relectura tendenciosa –y a veces falsa– de su actuación, si los “intereses” que hay detrás de cada Gobierno no coinciden con los del anterior, aunque sean del mismo partido. Por ello es importante que nos centremos en la concepción/filosofía que presidió la gestión del agua en el período 2004-2008 y su relación con las “guerras del agua” que es el aspecto que interesa a este artículo.

LOCALIZACIÓN Y TIPOLOGÍA DE LAS ACTUACIONES DEL PROGRAMA A.G.U.A.



Fuente: Secretaría General para el Territorio y la Biodiversidad (2005).- "Informe de Sostenibilidad Ambiental del programa A.G.U.A.". Ministerio de Medio Ambiente. Madrid. 2006.

Y, en primer lugar, para los que deseamos avanzar hacia una Unión Europea federal con constitución propia, es preciso resaltar que las normas europeas tienen una importancia fundamental, al igual que su cumplimiento. Por ello era imperativo considerar los contenidos de las Directivas Europeas y trasladarlos en la mejor y mayor medida posible a la normativa española. Tal se hizo, parcialmente, con la modificación de la Ley de Aguas de 2005 y sus posteriores desarrollos, a la espera de poder llegar a establecer una nueva Ley de Aguas, prácticamente lista a inicios de 2008, que desgraciadamente no se pudo materializar por los largos procesos de concertación que exigió su contenido con todos los interesados, y el cambio de Gobierno que se produjo tras las elecciones de 2008. En todo caso, principios básicos de las actuaciones desarrolladas entre 2004 y 2008 fueron:

1. Las administraciones públicas deben asegurar la disponibilidad de agua para la vida (el derecho al abastecimiento con agua de calidad y la disponibilidad de recursos hídricos que aseguren la sostenibilidad ambiental de nuestro patrimonio natural para las generaciones futuras) sin olvidar que el agua es también un recurso productivo, en el que los

instrumentos de mercado han de jugar un rol fundamental. Las prioridades eran dos: la ambiental (asegurar el caudal ecológico y la calidad de las aguas) y garantizar el abastecimiento de agua potable a la población. Con carácter complementario se consideraba el asegurar la disponibilidad del recurso hídrico como factor productivo relevante para las actividades económicas, teniendo en cuenta que el agua como input productivo (de la energía, de la agricultura, o del resto de actividades económicas) tiene unas externalidades y un coste de producción, al igual que sucede con la energía, los fertilizantes, o el resto de inputs, que puede ser subvencionado o no. Y, en tercer lugar, pero no con menos importancia en un país donde el turismo es una de sus principales actividades productivas en generación de empleo y renta, se consideraban aspectos ligados al paisaje y a la calidad ambiental de los entornos hídricos.

2. Se consideraba fundamental aplicar los principios básicos de la UE de que el contamina paga, que es mejor prevenir que curar y que hay que internalizar los costes externos para que el mercado asigne eficientemente los recursos. Medidas de una gran eficacia y de bajo coste, que exigen también una gran corresponsabilización y participación social, que sólo

se producen si la población está bien informada y concienciada sobre cómo se ven afectados los intereses de todos y no sólo los de algunas actividades productivas.

3. El Programa AGUA puesto en marcha en 2004 continuaba la realización de las inversiones previstas en el Plan Hidrológico Nacional (PHN), salvo el Traspase del Ebro, incorporando las inversiones urgentes derivadas de las actuaciones obligadas por la sequía y aprobadas por el Parlamento español y recogidas en la Ley de modificación del Plan Hidrológico Nacional, en el año 2005 (Ley 11/2005). El resultado de esta modificación de la Ley del Plan Hidrológico Nacional, al mantener las actuaciones del PHN2001, se concretaba en un amplísimo conjunto de actuaciones que pueden apreciarse en la figura anterior.

4. La Evaluación Ambiental Estratégica del Programa AGUA realizada y presentada a la Comisión Europea tras los preceptivos pasos de exposición pública, demanda de observaciones y alegaciones, contestación a las mismas y publicación de la Memoria Ambiental, entre otras alternativas comparaba la alternativa del Programa AGUA con la de Realización del Traspase, demostrando la preferencia absoluta del citado Programa AGUA respecto a todas las alternativas analizadas y, en particular, respecto a la del traspase que, adicionalmente, difícilmente se hubiera llevado a cabo sin la negada cofinanciación europea.

5. La dependencia energética de España y los consumos energéticos asociados a las actuaciones del Programa AGUA y, en particular a las desaladoras (aunque requieren prácticamente la misma energía que se hubiera necesitado para transportar el agua del Traspase del Ebro, a lo largo de más de 900 kilómetros, desde Tarragona hasta Almería, con bombeos de hasta mil metros en algunos puntos) llevaron a que en la Memoria Ambiental se recomendara la puesta en marcha de una política de generación de energía renovable para el abastecimiento energético, cosa que se realizó con la elaboración e implementación del Programa de Energías Renovables del Programa AGUA, integrando éstas en el propio proyecto de desalación sometido a cofinanciación europea. Tampoco este Programa se ha desarrollado en tiempo y forma, aunque de haberlo hecho, la incomprensible política energética del actual Gobierno habría puesto en cuestión gran parte de sus beneficios.

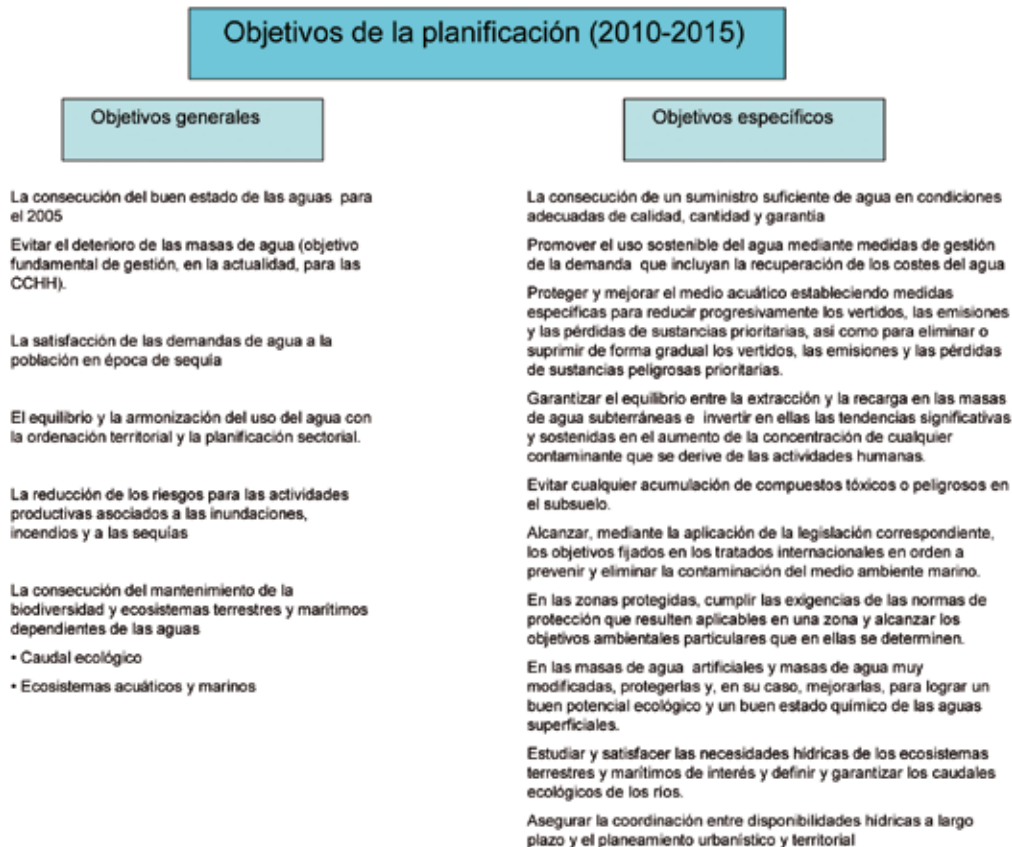
6. Igualmente, se estableció una priorización de las obras del PHN asociada a los resultados de las Evaluaciones de

cada actuación, cuyo resultado se publicaba en la web del Ministerio antes del inicio (si la evaluación era positiva) de las contrataciones asociadas a la misma. Las evaluaciones llevaron a priorizar actuaciones para la modernización de regadíos y de conducciones urbanas –con objeto de ahorrar agua de forma duradera–, la reutilización de aguas con depuración terciaria, o la optimización del uso de infraestructuras ya existentes. Desde el punto de vista de la gestión tenía importancia la gestión controlada de las aguas subterráneas en los numerosos acuíferos sobreexplotados existentes, la creación de bancos públicos de agua en cada cuenca, y la revisión y recuperación o reasignación, en su caso, de concesiones hídricas abandonadas o no adecuadas a la normativa vigente.

7. En una situación caracterizada por el crecimiento de la aridez en España, de fuerte expansión de la demanda de abastecimiento en las áreas metropolitanas, principales ciudades y en el litoral (fundamentalmente en verano por la demanda turística), que se acompañaba de la expansión del regadío en todas las cuencas, de sobreexplotación de los acuíferos con situaciones de salinización irreversible de algunos de ellos, y de fuerte deterioro del caudal de muchos ríos (que impedía el mantenimiento de los ecosistemas presentes en los mismos y generaba la degradación de los espacios protegidos o de los paisajes –algunos de ellos catalogados por la Unesco, como en Aranjuez) la única solución autónoma, no dependiente de decisiones de otras cuencas o administraciones (y, por lo tanto, capaz de evitar racionamiento de agua en épocas de sequía, con efectos desastrosos sobre la demanda turística o sobre las cosechas) se demostraba que era la desalación, que surge por lo tanto como solución frente a las sequías periódicas que el cambio climático va a hacer más frecuentes y de más graves consecuencias. La desalación ha solucionado desde hace muchos años el problema del abastecimiento y asegurado las posibilidades de desarrollo en las Canarias o en multitud de ámbitos áridos de todo el mundo. Y la experiencia española en ósmosis inversa ha permitido que las empresas españolas hayan conseguido contratos muy sustanciales por todo el mundo (Gran Bretaña, Israel, EE. UU., etc.) que han implicado muy importantes retornos para las empresas españolas y para el país.

8. En este marco, las desaladoras iniciadas en el marco del Programa AGUA en la legislatura 2004-2008 tenían una programación por módulos de ósmosis inversa, que deberían irse ejecutando ajustándose a la demanda; con-

OBJETIVOS Y CRITERIOS PARA LA PLANIFICACIÓN DE LAS DEMARCACIONES



(Fuente: Secretaría General para el Territorio y la Biodiversidad (2004).- “Objetivos y criterios para la planificación de las demarcaciones”. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid. 2004.)

taban en todos los casos con la cofinanciación europea garantizada, el apoyo de la Comisión Europea al contenido del señalado Programa AGUA del Gobierno Español, la aprobación del Consejo del Agua, y una estructura de obras y actuaciones que garantizaban la puesta en funcionamiento de las mismas antes de la finalización del período de ayudas europeas 2008-2013 (con actuaciones cofinanciables hasta 2015). El grado de ejecución de obras en 2008, con cargo al período anterior de cofinanciación europea (2003-2007) era óptimo, aunque en 2004 nos encontramos una situación desastrosa en cuanto a aplicación de recursos europeos por parte del anterior Gobierno. Algunas desaladoras tuvieron retrasos por las trabas de todo tipo de los Gobiernos de Murcia y Comunidad Valenciana. No obstante, hoy están terminadas 16 plantas del

Programa AGUA: Barcelona, Oropesa, Moncofar, Sagunto, Alicante (segunda unidad), Muchamiel, Torrevieja, San Pedro del Pinatar (segunda unidad), Valdelentisco, Águilas, Bajo Almanzora, Campo de Dalías, Carboneras (segunda unidad) y dos plantas adicionales en las Islas Baleares. Adicionalmente se puso en funcionamiento la de Marbella (ya construida en 2004, pero que no había entrado en funcionamiento) y se colaboró en la racionalización y mejora del funcionamiento de las anteriormente existentes (Canarias, fundamentalmente).

9. Las desaladoras se consideraban como un “seguro” contra los riesgos periódicos de las sequías o de averías o roturas (como la que aconteció en 2012 en el trasvase Tajo-Segura) cuyas consecuencias sobre abastecimiento,

ecosistemas, turismo, regadíos o actividades industriales podían tener carácter catastrófico. Y, como todo “seguro” su amortización debía producirse a lo largo de toda la época de riesgo y no sólo cuando se produce el “accidente” o “desastre” derivado de los períodos de sequía. Los Planes Hidrológicos de Demarcación tenían la obligación de incorporar estos procesos y los “costes de aseguramiento” que las desaladoras implicaban y su potencialidad y necesidad para recuperar acuíferos sobreexplotados, caudales hidrológicos y recursos hídricos autóctonos, integrando sus costes en los del conjunto del sistema, adicionalmente a establecer contratos específicos con usuarios concretos demandantes directos de las aguas de cada desaladora. La Reforma de la Ley de Aguas, de sus Reglamentos y los Planes de Demarcación junto al Programa AGUA y el Programa de Energías Renovables asociado, eran un todo integrado que debían asegurar la coherencia y optimizar el funcionamiento conjunto del sistema hídrico en cada Demarcación.

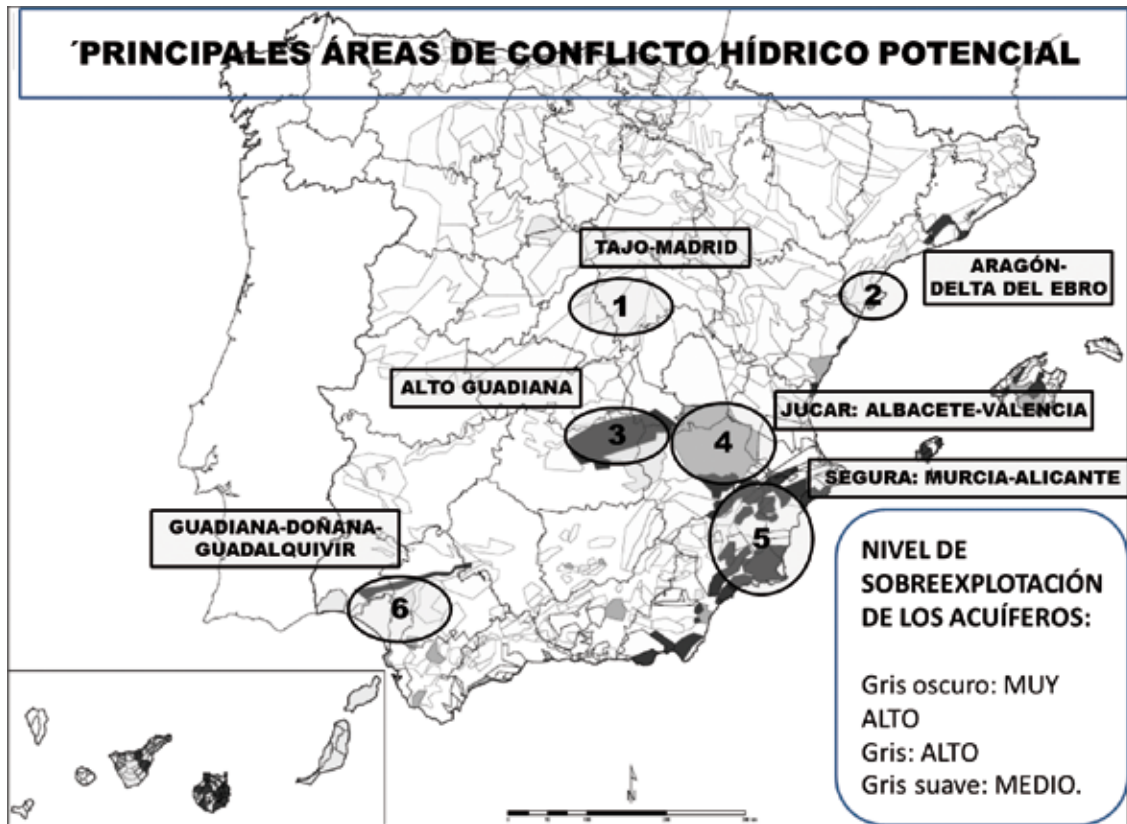
10. Los estudios realizados demostraban que la tarificación del agua por las Confederaciones Hidrográficas cumplían en gran medida los Reglamentos vigentes, pero que estos estaban muy lejos de imputar correctamente todos los costes asociados a la puesta a disposición de los usuarios de los recursos hídricos, junto a la repercusión sobre los mismos de las externalidades asociadas al uso del recurso. La conclusión clara era que había que cambiar la figura de la concesión y los cálculos de tasas aplicables, tal y como están configuradas en la normativa actual, ya que éstas generaban muchas ineficiencias. La DMA incorpora el principio de recuperación de costes, pero se admiten excepciones que han de estar justificada, siempre en el contexto de un uso eficiente y sostenible del agua. El coste del agua desalada para el abastecimiento urbano es perfectamente asumible por los ayuntamientos, industrias, producción energética y turismo. El problema se circunscribe al uso del agua para regadío. Entre 2005 y 2008 se firmaron convenios con agricultores que subvencionaban el agua desalada en un 30 % del coste de producción, pero no se ha continuado la política de potenciar la firma de este tipo de convenios ni se han realizado, en algunos casos, las pruebas de funcionamiento de las desaladoras o las infraestructuras de acceso del agua desalada a las zonas de regadío o de uso potencial del mismo.

11. El objetivo del Programa AGUA era establecer un período de transición hasta la aplicación efectiva de la Directiva Marco del Agua en lo que se refiere a la imputación de

costes, que permitiera una adaptación de las producciones agrícolas y energéticas a los costes del input hídrico, modificando los reglamentos asociados a la Ley de Aguas para la repercusión del coste del agua en toda España. Proceso que se estaba realizando en el marco de las Comisiones creadas al respecto dentro del Consejo del Agua, y que tenía como objetivo final una modificación tanto de la Ley de Aguas como de sus Reglamentos, en paralelo a la realización de unos nuevos Planes de Demarcación (planes hidrológicos de cuenca) que tuvieran en cuenta las obligaciones derivadas de la DMA, la dinámica de cambio climático y el crecimiento de la aridez en las cuencas españolas.

En el inicio del ciclo hidrológico 2015-2016, desgraciadamente se constata que se ha desaprovechado este intento de establecer una Estructura de políticas y actuaciones que integrase la Modificación de la Ley de Aguas y sus Reglamentos, el Programa AGUA con sus actuaciones de desalación y gestión, los Planes de Sequía, los Programas de Energías Renovables del Programa Agua, y la elaboración de los Planes Hidrológicos de Demarcación, para sentar las bases que permitieran resolver la problemática que en este artículo hemos situado en el contexto de las “guerras del agua” en España. Y ello es más grave ante el hecho de que las situaciones de conflicto previsiblemente van a agravarse en los próximos años, incidiendo sobre territorios que realmente son muy sensibles a las disponibilidades hídricas, en los que la sobreexplotación de acuíferos es significativa, y en los que el equilibrio tendencial es difícilmente viable, destacando al respecto, tal y como se aprecia en la Figura siguiente:

- El Delta del Ebro, en el marco de la demanda hídrica de Aragón y Tarragona.
- Los regadíos del Júcar, en Albacete, y del Vinalopó, en Alicante
- La cuenca del Segura, en Murcia y Alicante
- Doñana y el Guadalquivir, en Andalucía.
- El Alto Guadiana, en Ciudad Real.
- La cuenca alta del Tajo, en Guadalajara y, por su afección indirecta a través de los efectos del trasvase Tajo-Segura, en Madrid.



Porque hay que ser conscientes de que es imposible mantener la ampliación de los regadíos en Aragón a la vez que el caudal ecológico solicitado para el Delta del Ebro, los trasvases al sur de Tarragona y norte de Castellón o, mucho menos, el previsto Trasvase del Ebro en el PHN del año 2001, con garantías y con eficiencia y rentabilidad económica para las inversiones previstas; o constatar que los recursos que se pueden considerar excedentes trasvasables para el Tajo-Segura están decreciendo en media inter-sequías de forma acelerada, y que previsiblemente van a ser –a medio plazo– poco más de 200 Hm³ los trasvasables anuales, cifra muy alejada de los 600 previstos y de los 1.000 para los que fue diseñado. Y hay que tener en cuenta las señaladas previsiones ligadas al cambio climático, que tienden a incrementar los problemas hídricos actuales, dado que se prevé un aumento del nivel del mar que salinizará los acuíferos costeros, se prevén cambios en las precipitaciones que provocarán una reducción de los recursos (de entre el 15 y el 30 % como media para España) así como una fuerte variación territorial y temporal en la disponibilidad del agua, un incremento en la duración

e intensidad de las sequías e inundaciones, un aumento de la evapotranspiración que disminuirá los recursos hídricos y profundizará el nivel freático y, en última instancia, un aumento en los costes de acceso a un agua de calidad.

Hoy en día los problemas del agua a medio y largo plazo se pueden solucionar con una adecuada planificación y gestión, aprovechando los conocimientos técnicos disponibles. El haber dispuesto de un ciclo hídrico, desde 2008, afortunadamente de fuerte pluviosidad, nuevamente ha hecho olvidar los problemas históricos padecidos y la gravedad de los acontecidos en 1993-1995 o en el período 2004-2008. Así, se han establecido acuerdos entre las Comunidades Autónomas afectadas por el Trasvase Tajo-Segura en momentos con recursos hídricos que difícilmente soportarán los efectos de la próxima (¿y actual?) sequía. Y aunque las desalinizadoras desarrolladas por el Programa AGUA aseguran ya –y asegurarán en las próximas sequías– el agua necesaria para abastecer a la población, industria y sector servicios, con particular significación del sector turístico, las disponibilidades no serán

suficientes para abastecer la creciente demanda agrícola; y volverán las tensiones y los problemas interterritoriales, que deberían haberse previsto en ese enfoque Estructural integral señalado, incorporando, entre otras, una política que fuera acercando las tarifas del agua repercutidas a los agricultores y a los productores energéticos a los costes reales de la disponibilidad de los recursos hídricos; y ello al margen de las subvenciones que justificadamente se pudieran aprobar para productores específicos. Y tampoco se han tenido en cuenta aspectos fundamentales en la sociedad actual como son la huella hídrica y energética de las actividades correspondientes, de manera que dos de los más graves problemas que afectan a la sociedad española en la actualidad –y que presentarán una problemática creciente en el futuro– pudieran enfocarse con criterios de eficiencia y racionalidad para el interés general.

La previsible evolución climática y territorial en España, junto a los objetivos y regulaciones de las directivas europeas y los compromisos internacionales que implican, hacen imprescindible que la planificación hidráulica, la ordenación del territorio y las políticas ambientales, urbanísticas, de desarrollo rural, agrícolas y sectoriales en general, sean coherentes entre sí y con los objetivos de sostenibilidad ambiental, garantía de abastecimiento, calidad del agua y desarrollos territorialmente equilibrados y socioeconómicamente cohesionados. Esta imprescindible visión integrada centrada en el interés general a largo plazo sólo ha presidido en cortas épocas la gobernanza de este país. Ante los retos que se avecinan no avanzar en este sentido costará mucho al bienestar de los ciudadanos españoles. Y las previsibles “guerras del agua” serán solo uno de los elementos de esa pérdida de bienestar si no se aprovechan las oportunidades que todavía existen de preverlas y evitarlas. **ROP**



Ubi sunt? (las matemáticas en la ingeniería de hoy)

En recuerdo del padre Dou



César Lanza

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.
Computer Science MSc

Resumen

Este artículo rememora la figura de uno de los últimos matemáticos eminentes que han aflorado dentro de la profesión de los ingenieros de Caminos, el padre Alberto Dou S.J. (1915-2009). Dou fue durante muchos años catedrático de la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la UPM y también de la Facultad de Matemáticas de la UCM, cargos docentes que ejerció con dedicación ejemplar y supo además conciliar con otras responsabilidades de relevancia pública en el ámbito universitario. La ocasión que brinda el centenario del nacimiento del padre Dou sirve por otra parte para preguntarse por el papel que desempeñan hoy las matemáticas dentro de las profesiones técnicas y no sólo en los aspectos académicos ligados al ciclo universitario de formación de los ingenieros. ¿Dónde se encuentra hoy el conocimiento matemático en el mundo de la ingeniería y cómo se aplica en la práctica profesional?

Palabras clave

Matemáticas, física, ecuaciones diferenciales, invariantes algebraicos, informática, Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la UPM, Facultad de Matemáticas de la UCM, Real Academia de Ciencias, Compañía de Jesús

Abstract

This article pays homage to one of the last eminent mathematicians to have graced the civil engineering profession, Father Alberto Dou S.J (1915-2009). For many years Dou was a professor at both the Madrid Polytechnic University College of Civil Engineering and at the Department of Mathematics at the Complutense University of Madrid, exercising these positions with exemplary dedication and combining these with other posts of public relevance within the university. This centenary year of the birth of Father Dou serves to question the role currently played by mathematics within the technical professions and not purely with regards to the academic aspects associated with the university training of undergraduate engineers. We may then ask where mathematical knowledge may be found in the engineering world today and how this is applied in professional practice?

Keywords

Mathematics, physics, differential equations, algebraic invariants, IT, Madrid Polytechnic University College of Civil Engineering, Department of Mathematics at the Complutense University of Madrid, Royal Academy of Sciences, Society of Jesus

En diciembre de este año 2015 se habrá cumplido el centenario del nacimiento de Alberto Dou (1915-2009), ingeniero de Caminos, sacerdote jesuita y eximio matemático, que fue catedrático de la Escuela de Madrid y profesor activo de ese centro entre los años 1954 y 1975. En marzo de este último el padre Dou fue nombrado primer decano de la recién creada Facultad de Matemáticas de la universidad Complutense (hasta entonces Sección de Exactas dentro de la Facultad de Ciencias, de la cual también era catedrático) y poco después rector de la universidad de Deusto, obligaciones que unidas a otras posteriores le sustrajeron definitivamente del quehacer docente e investigador en nuestra Escuela. El padre Alberto Dou fue un personaje singular que destacó dentro de la pro-

fesión de los ingenieros de Caminos por su extraordinaria categoría científica, su valor probado como sabio, estudioso y docente de la matemática, y también por su calidad humanística, virtudes que él supo compaginar con una marcada vocación pastoral como miembro activo de la Compañía de Jesús.

Dentro de la matemática aplicada o “matemática del mundo”, Dou se distinguió especialmente por su dedicación a las ecuaciones diferenciales, convirtiéndose en una figura de renombre dentro de esa especialidad. Personaje longevo aparte de fecundo intelectualmente, el padre Dou habría cumplido cien años en estas fechas y no le faltó mucho para

ello, pues falleció apenas hace seis, en la primavera del año 2009. La relevancia académica de Dou puede tomarse como ejemplo aún reciente de la elevada misión, reconocida en la tradición de nuestra Escuela, que han venido desempeñando las matemáticas en la formación de los ingenieros de Caminos, prolongada en el caso de personas a quienes como él, siguiendo a Ortega en su Meditación de la técnica, “no basta con ser ingenieros”.

Las matemáticas forman parte sustantiva de las enseñanzas de la Escuelas Técnicas Superiores, especialmente durante los dos o tres primeros cursos, debido fundamentalmente a dos razones. Primero, su función irremplazable como instrumento pedagógico para la formación de la racionalidad técnica inherente a la ingeniería, especialmente en términos cuantitativos y espaciales. Y en segundo lugar, su necesidad para la comprensión de los conocimientos teóricos de las distintas ramas de la física. En relación con la primera cuestión puede mencionarse que el propio padre Dou, en un artículo publicado en la ROP en el año 1960, relacionaba el saber matemático con “el desarrollo de tres capacidades en los futuros ingenieros: la capacidad general para desenvolverse con soltura en el amplio mundo de la técnica; la capacidad para profundizar en el estudio de los problemas de la especialidad particular de cada uno; y finalmente, la capacidad para investigar y en su caso enseñar a otros”¹. En cuanto a la relación entre matemática y física, donde la primera de ellas juega desde tiempos de Newton el papel de una especie de lingua franca dentro del dominio de la segunda, ciertamente puede asegurarse que la cuestión ocupó un lugar preeminente en el pensamiento de Dou y prueba de ello es el título que eligió para el discurso que pronunciaba en Junio de 1963, al ser recibido como miembro numerario en la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales: “Relaciones entre las ecuaciones en derivadas parciales y la física”.

A lo largo de los siglos XIX y XX los mundos profesional y académico de la ingeniería han resultado ser buena fuente de matemáticos de categoría, en general aplicadores de esa ciencia a la resolución de problemas físicos de la técnica. En España, si nos atenemos a la lista histórica de ingenieros académicos de la RAC, situados bajo la rúbrica de “Ciencias Exactas”, aparte de nuestro padre Dou no pueden ignorarse figuras como las de Subercase, Cortázar, Otero, Saavedra, del Valle, Echegaray, Torres Quevedo, Terradas, Puig Adam, varios Torroja, Goded, Jiménez Salas, Liñán y muchos otros ingenieros que, aparte de profesionales renombrados han sido científicos de mérito. En este sentido cabe mencionar que



El padre Dou en su primer día como rector de la universidad de Deusto (septiembre de 1975)

cinco de los dieciocho presidentes de esa docta Corporación, desde su fundación en 1848, fuesen ingenieros de Caminos (Peña Boeuf, el último de ellos, cierra la nómina presidencial de los ingenieros en el año 1966). En otros países cercanos la lista de ingenieros-matemáticos es aún más larga y se encuentra formada por auténticos pesos pesados de esa ciencia, como puede comprobarse sin más que cruzar los montes Pirineos y recordar la impresionante relación de sabios y creadores que pueden encontrarse dentro de los polytechniciens franceses, desde Cauchy a Mandelbrot.

Pasaremos seguidamente a glosar algunos de los hechos más significativos de la vida de Dou en sus facetas de profesor, autoridad universitaria y sacerdote, para abordar más adelante ciertas consideraciones sobre el estado de la relación que hoy se da entre matemática e ingeniería, más allá del papel que cumple aquélla en el proceso formativo de los estudiantes de las Escuelas Técnicas Superiores.

Breve nota biográfica sobre Alberto Dou S.J. (1915-2009)

Los datos biográficos centrales de Alberto Dou pueden encontrarse en las necrológicas aparecidas tras su fallecimiento. Así, la Gaceta de la Real Sociedad Matemática Española publicaba² en 2009, con ocasión del óbito, varios elogios de Dou provenientes de algunos discípulos con los que él mantuvo una relación científica más directa. Ildefonso Díaz, uno de los más distinguidos entre ellos, recuerda sus múltiples intereses científicos, que abarcaban las ecuaciones en derivadas parciales, la elasticidad, la lógica matemática, la filosofía de la ciencia y el pensamiento teológico. Todo ese repertorio de intereses intelectuales pone de manifiesto el espíritu multidisciplinar del padre Dou como matemático, pensador, historiador e ingeniero, añadiendo a lo anterior su inequívoca función pastoral como sacerdote jesuita. Nada extraño, si se tiene en cuenta que aparte de esta última condición, Dou atesoraba una formación vastísima pues era ingeniero de Caminos, matemático, licenciado en filosofía y también en teología.

Su apasionamiento vital y gran capacidad de trabajo le hicieron acreedor del premio extraordinario en los estudios de sus dos titulaciones académicas de naturaleza científico-técnica, la ingeniería y las ciencias matemáticas. Realizó su doctorado en esta última disciplina bajo la supervisión de Wilhelm Blaschke, profesor de la universidad de Hamburgo y una figura destacada en el campo de la geometría diferencial en aquellos años. Dou fue nombrado en 1954 para la cátedra de matemáticas en la Escuela de Caminos por cooptación de su claustro de profesores (procedimiento regular en las Escuelas de Ingeniería en aquella época) y en 1957 ganó por oposición, al parecer muy disputada, la de análisis matemático en la Facultad de Ciencias de la universidad de Madrid. En junio de 1963 fue recibido como miembro de número en la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, pronunciando una disertación titulada, como se indicaba anteriormente, “Relaciones entre las ecuaciones en derivadas parciales y la física”.

A ello siguieron otras responsabilidades de aún mayor envergadura en las universidades de Deusto y de Comillas, debido a lo cual nuestro personaje pasó a partir del año 1975 a ser paulatinamente un grato recuerdo en la memoria de sus compañeros profesores de la Escuela de Caminos y seguramente de una buena parte de sus estudiantes, pero no ya una persona vinculada activamente al quehacer de nuestra alma mater. Le sucedió en la tarima de la inolvidable aula 4 Alfredo Mendizábal, otro buen matemático dentro de los ingenieros de Caminos catedráticos de aquellos años, estrecho colaborador de Dou y coautor de sus libros más conocidos.



Portada del discurso de recepción de Dou en la Real Academia de Ciencias Físicas, Exactas y Naturales y contestación de Alfonso Peña (Junio de 1963)

Las notas o “apuntes” de sus clases en Caminos sirvieron de base a Dou para la preparación de los tres libros de mayor enjundia de los que fue autor: “Ecuaciones diferenciales”³, en colaboración con Alfredo Mendizábal y Antonio Valle; “Ecuaciones en derivadas parciales”⁴, con Alfredo Mendizábal; y “Ecuaciones en derivadas parciales y su resolución numérica”⁵, igualmente con Alfredo Mendizábal. Su faceta como profesor de la Escuela⁶ ha sido glosada por Emilio de la Rosa, alumno y doctorando suyo. Miguel de Guzmán, otro de sus discípulos y más tarde colega en la profesión docente de la matemática, calificaba la obra de Dou como rica y versátil, tal como era su propia personalidad. En el ámbito de sus quehaceres como científico, Dou abordó el ejercicio de la matemática con una vocación realmente multidisciplinar, como prueba la diversidad de temas sobre los que trabajó con intensidad y conocimiento, de los cuales queda constancia en sus muchas publicaciones. El padre Dou aportó su visión integradora y amplia como pensador e historiador, pero incisiva en su condición de matemático e ingeniero.



Dou en un acto en el Aula Magna de la Facultad de Matemáticas de la UCM (junio de 1988)

En el campo de la ingeniería civil, aparte de su docencia en la Escuela, investigó especialmente en el campo de la elasticidad, aportando su sabiduría matemática a la formalización y resolución de intrincados problemas teóricos, y de ello dejó constancia en las páginas de esta misma Revista de Obras Públicas⁷, publicando en colaboración con José Manuel Antón Corrales. Dentro de esa rama de la física siguió la obra de Von Mises, de quien seguramente los lectores recordarán su conocido criterio sobre fallo elástico, relevante en el ámbito de la mecánica de la fractura.

La trayectoria del padre Dou como matemático comprende varias etapas, dentro de las cuales hay que mencionar una primera dedicada a la geometría diferencial (rama a la cual pertenece su tesis doctoral de 1952 sobre “cuadritejidos planos”, presentada en la universidad de Hamburgo) que duró casi hasta el año 1959. A partir de esa fecha su interés se fijó especialmente en la elasticidad, animado por su estancia en la universidad de Wisconsin-Madison, llegando casi hasta la conclusión de su desempeño docente en la Escuela de Caminos, quince años más tarde. De esta segunda etapa dejó redactados varios trabajos con el anteriormente citado Antón Corrales y un magnífico curso sobre elasticidad teórica, desarrollado en colaboración con Emilio de la Rosa, antiguo doble alumno suyo en la Escuela y en la Facultad,

más tarde colaborador en el primero de esos centros. Pero el tema que dentro de la matemática atrajo sus mejores esfuerzos y en el cual se dio a conocer ampliamente fue el de las ecuaciones en derivadas parciales, que ya constituían en el año 1963 el motivo central de su discurso en la Real de Ciencias. En ese campo estableció una relación estrecha con uno de los matemáticos internacionales renombrados de la época en esa especialidad, Jacques-Louis Lions, profesor en l'École Polytechnique y la Facultad de Ciencias de París. Un proyecto de investigación apoyado por la Fundación March entre 1974 y 1976, llevó a Dou hacia la teoría variacional o débil de solución de las EDP, que aplicó a problemas de la mecánica de fluidos.

Es cierto que a partir del año 1975 su actividad investigadora y también la docente (como demuestra su salida de la Escuela de Caminos, precisamente el mismo año en que el autor de estas notas iniciaba el tercer curso, y por tanto hubiera sido alumno suyo) se vieron afectadas por el desempeño de responsabilidades de alto nivel en el mundo universitario. Primero, el decanato de la Facultad de Matemáticas de la Complutense, tras ello el rectorado en Deusto y algo más tarde en el ICAI, hasta regresar a su tierra natal tras su jubilación en 1984, donde aún mantuvo una fructífera y muy apreciada relación con el mundo académico como emérito.

Aparte de mantenerse en activo en sus afanes científicos como matemático, Alberto Dou se dedicó a partir del año 1981 con fruición y profundidad a los temas humanísticos que se relacionaban más directamente con sus preocupaciones intelectuales y filosóficas, destacando entre ellos “la verdad” (su libro azul de derivadas parciales⁸ exhibía como dedicatoria la frase “En filial testimonio del que es la Verdad”) y el conocimiento artificial, es decir la lógica y la inteligencia en el sentido computacional de Turing. La importancia que le daba al estudio de la evolución del conocimiento científico a lo largo de la historia de la humanidad y de las relaciones entre ciencia y técnica, así como su articulación e impacto en la sociedad, le llevaron a promover la creación de una asociación interdisciplinar: ASINJA (Asociación Interdisciplinar José de Acosta). Activa de manera informal desde 1974 y con entidad legal a partir de 1984, esta asociación se reúne anualmente en el ICAI, habiendo celebrado sus últimas jornadas en Septiembre de 2014. Su finalidad principal es perpetuar un espíritu de reflexión abierto e integrador en torno la ciencia, la técnica y sus implicaciones sociales, en consonancia con el propio estilo humano del padre Dou.



Alberto Dou, ya jubilado (septiembre de 1988)

Sus inquietudes y trabajos a partir de los años ochenta se fueron centrando progresivamente en esos aspectos filosóficos e históricos de su obra, temas en los que se mantuvo fértil casi hasta el fallecimiento, sucedido en abril del año 2009. El padre Dou nunca separó su faceta científica de la profesión explícita de su fe, declarando que en su caso personal los valores religiosos y matemáticos convergían en un único humanismo. Una frase suya que solía citar, y según parece con gusto, así lo refleja: “Del púlpito a la tarima no hay solución de continuidad”. El sentido en que debe entenderse esa afirmación, según él mismo explicaba, es que desde ambas posiciones se comparte una visión única del cosmos y la vida.

Algunas consideraciones sobre matemáticas e ingeniería

Es de justicia reconocer al genio de Newton la primera e irreversible matematización del pensamiento físico. Feynman, una de las mentes más brillantes del siglo pasado dentro de las ciencias físicas, afirmaba acerca de ese hecho lo siguiente: “*The strange thing about physics is that for the fundamental laws we need mathematics*”⁹. En el sentido inverso de la relación interdisciplinar, el gran matemático Richard Courant reconocía a su vez en el prefacio a la primera edición en inglés de una de las obras de referencia ineludible sobre el tema¹⁰, que “*Since the seventeenth century, physical intuition has served*

as a vital resource for mathematical problems and methods”. Henri Poincaré, uno de los grandes creadores y modernizadores de la matemática del siglo XX, ingeniero politécnico en este caso au Corp des Mines, escribió¹¹ que “*La physique mathématique et l’analyse pure ne son pas seulement puissances limitrophes, elles se pénètrent mutuellement et leur esprit est le même*”.

La función de las matemáticas dentro de las ciencias físicas está clara, como vieron todos los anteriores y desde luego el padre Dou entre otros científicos preclaros. No deja de ser curiosa en este sentido la coincidencia temporal del nacimiento de Dou (1915) con la aparición dentro de la física matemática del teorema de Noether. Emmy Noether (1882-1935) es una figura renombrada principalmente por sus desarrollos en el campo del álgebra abstracta, pero también colateralmente por un importantísimo teorema sobre invariantes (simetrías, en este caso) en el cálculo de variaciones, un hallazgo esclarecedor de la complejidad matemática que subyace a las leyes de conservación de la física. Para darnos una idea de la talla de Noether bastará saber que Weyl, Dieudonné o el propio Einstein la encumbraron por derecho propio al Olimpo de esa ciencia en proximidad relativa a figuras como Hilbert o Klein, en un contexto académico en que ni siquiera era posible a una mujer como ella acceder en propiedad a un puesto docente universitario. El teorema de Noether tuvo una importancia seminal para el desarrollo de la física teórica a lo largo del siglo pasado (resolvió el problema de la conservación local de la energía dentro de la teoría general de la relatividad) y no resulta extemporáneo mencionarlo en estas líneas, aunque sea de paso y aprovechando la coincidencia del centenario con Dou.

Pues bien, en vista de la influencia recíproca y el apoyo que se otorgan la física y la matemática, habría que preguntarse si sucede algo semejante entre la ingeniería y la segunda de las ciencias anteriores. Una cuestión que se plantea, por ejemplo, es saber si más allá de la investigación o las actividades académicas que se desarrollan en las universidades, es decir cuando entendemos por ingeniería la práctica profesional que los titulados llevan a cabo en su trabajo habitual, se utilizan mucho o poco los conocimientos matemáticos adquiridos en la Escuela. ¿Sirve esa parte de la educación para algo más concreto que disponer de una cultura y habilidad general en la materia? ¿Es el uso de las llamadas “ciencias de la ingeniería”, y entre ellas las matemáticas, algo hoy fundamental o ancilar para la realización de las actividades ordinarias que llevan a

cabo los ingenieros? ¿Usa mucho o poco las matemáticas el profesional que proyecta, construye o gestiona, y en su caso qué partes o ramas concretas de esa ciencia y de qué manera? En la medida que pudiera ser indicativo al respecto, sépase que el número total de artículos referidos explícitamente con la palabra clave “matemáticas” en la ROP es de 70, sobre un total de 19.528 publicados a lo largo de sus 162 años de existencia, y aproximándose asintóticamente a cero en los últimos 20 (4 artículos).

El papel real de las matemáticas en la ingeniería no debería ser objeto de simplificación, aunque desde luego es probable que el asunto no preocupe mucho al practicante, pues no se conocen en España estudios recientes que arrojen datos empíricos fehacientes sobre el tema ni tampoco manifestaciones representativas a este respecto por parte de personas de renombre dentro de la profesión (más allá del mundo académico o la investigación). Es cierto que el campo de actuación de los ingenieros es ahora tan amplio que incluso abarca actividades con poca relación directa con las ciencias físico-matemáticas, lo cual en buena medida reduce el interés de la cuestión. Por otra parte, y esto es importante, la praxis actual de la ingeniería en sus facetas técnicas se encuentra mediatizada por un sinnúmero de programas y aplicaciones informáticas que actúan como una especie de caja negra entre persona y problema a resolver, sea este de análisis, cálculo, diseño, etc. Los omnipresentes medios informáticos hacen en gran parte opaca a sus usuarios la complejidad de los métodos científicos subyacentes en los programas de aplicación, siendo ello particularmente cierto en relación con los conocimientos matemáticos embebidos en el software de esos sistemas.

Un hecho incontrovertible y de relevancia para la ingeniería en el sentido anterior lo constituye el desarrollo extenso e intensivo de los métodos de modelización discreta (elementos finitos y técnicas análogas), aplicables a una amplísima variedad de los fenómenos que se dan en la práctica totalidad de los dominios científico-técnicos que afrontan los ingenieros. La mayoría de los problemas formalizables a través de ecuaciones diferenciales ordinarias o en derivadas parciales (y no son precisamente pocos) entran en el campo de aplicación de los métodos numéricos, que han encontrado un gigantesco multiplicador en el computador digital. Por otra parte, la penetración de la algoritmia en el mundo de la geometría, el diseño y la manipulación de formas en 2 y 3D, añaden al computador la capacidad de dejar “ver” anticipadamente al ingeniero el



El padre Dou con uno de sus discípulos, el matemático Miguel de Guzmán (diciembre de 2003)

resultado de lo que está estudiando o creando, mediante representaciones o simulaciones que pueden alcanzar un nivel de resolución pasmoso. Si añadimos a ello las aportaciones desde el campo de la inteligencia artificial en términos de computación simbólica y representación informática del conocimiento, las capacidades matemáticas disponibles a través de la informática aumentan casi tanto como permite la aún asombrosa evolución de la arquitectura y tecnología de microprocesadores. Ello permite suponer que una parte importante del saber matemático (y también del físico) que usan hoy los ingenieros se encuentra encapsulado en esas extensiones de su propia capacidad, tanto o más que en el seno del propio intelecto de las personas que los utilizan.

Ese hecho supone una ruptura, una especie de “corte epistemológico” si se nos permite echar mano de la filosofía del conocimiento, en relación con épocas anteriores a la eclosión de las tecnologías digitales, frontera que puede establecerse en torno al año 1980. John Argyris, uno de los creadores del MEF, intuyó ya en 1965 el fuerte impacto que provocaría la informática en las ciencias de la ingeniería y anunció un importante cambio de paradigma en la propia base de conocimientos que usan los ingenieros: “*the computer shapes the theory*”¹², dijo Argyris, aunque no muchos de ellos estuvieron entonces de acuerdo. Las transformaciones del método que se iniciaron hace ya más de tres décadas nos llevan a pensar

que no es ociosa, ni tampoco retórica, la pregunta que plantea el título de este artículo: ¿En qué lugares de la ingeniería se encuentran hoy, con un nivel científico significativo, las matemáticas?

Aparte de la respuesta individual que cada uno pueda ofrecer en función de su propia experiencia, a nivel agregado quizá se puedan hallar algunas pistas interesantes si se amplía la búsqueda de las matemáticas dentro de la ingeniería más allá de lo que es simplemente la praxis profesional ordinaria, y procuramos adentrarnos en temas menos corrientes y con mayor enjundia técnica o densidad teórica, invirtiendo además la dirección de la pregunta. Se trataría de ver qué áreas de la ingeniería se encuentran actualmente en el punto de mira de las distintas especialidades de la matemática aplicada o “matemática del mundo”, usando el término habitual en el entorno del padre Dou. Acudiremos para ello a una fuente autorizada dentro del contexto profesional de esa ciencia, la SIAM - Society for Industrial and Applied Mathematics, asociación creada en el año 1952 y que reúne entre sus miembros a 13.000 individuos, en parte ingenieros, y también a un número respetable de corporaciones industriales. La SIAM se encuentra organizada a través de 21 grupos de actividad, una parte de los cuales tienen como objeto los métodos y áreas específicas de aplicación relacionadas en sentido amplio con el mundo de la ingeniería. Enumerar todas ellas rebasa la intención de este artículo, pero puede señalarse que las especialidades de la ingeniería que reúnen mayor número de ocurrencias en el conjunto de los grupos de actividad de la SIAM son los siguientes: ciencias y técnicas de la computación (en sentido amplio); automática e ingeniería de control; mecánica de fluidos; ingeniería financiera; diseño geométrico; geociencias; ciencia de materiales; optimización; y análisis de riesgos. Aunque se trata de una simplificación no muy rigurosa y por tanto objetable, la lista anterior permite hacernos una idea de los campos del conocimiento técnico que ofrecen hoy día mayor atractivo para las matemáticas.

Completaremos brevemente esa visión del hoy y aquí, tratando de pensar además en el mañana e intuir hacia dónde se dirige el vínculo de las matemáticas con la ingeniería observando además las tendencias de los departamentos de matemáticas de algunas de las universidades politécnicas de mayor renombre. Como ejemplo consideraremos, dentro de Europa, la X-Polytechnique de París y el ETH de Zürich, y en los EE. UU., el MIT y Caltech. En esas

cuatro excelentes universidades el foco de la matemática aplicada parece estar situado actualmente en áreas y temas en buena medida coincidentes con los de la SIAM, aunque buscando especialidades más estrechas dentro de los correspondientes campos de conocimientos. Así, por ejemplo, dentro de la ciencia de materiales la aplicación de las matemáticas se dirige preferentemente hacia la nanoescala, la materia blanda y los biotejidos. En las ciencias computacionales, son la inteligencia artificial y la síntesis digital del conocimiento a partir del análisis de datos masivos las disciplinas que más llaman la atención. Dentro de la mecánica, los sistemas dinámicos y la ciencia de la complejidad. Y cómo no, aparece en todas ellas el campo emergente de los biosistemas como ámbito nuevo de actuación de la ingeniería, aparte de un buen número de aplicaciones de las matemáticas a la economía, desde la modelización estocástica de las fluctuaciones financieras hasta la teoría de juegos y el análisis de los procesos de competencia en los mercados.



David Hilbert (1862-1943), posiblemente el matemático de mayor estatura científica en la transición de los siglos XIX a XX



Emmy Noether (1882-1935), a quien se debe el importante teorema sobre invariantes algebraicos en los problemas variacionales, que contribuyó a fundamentar desde el punto de vista matemático las leyes de conservación de la física

Finalmente, como simple muestra acerca de qué matemáticas (especialidades, métodos, etc.) estamos hablando, iremos en sentido inverso desde la técnica hacia el ámbito de esa ciencia, limitándonos a una disciplina concreta y bien conocida por los ingenieros de Caminos: la mecánica clásica. La consulta de dos referencias de primer orden dentro de la bibliografía de referencia en la materia¹³ permite hacernos una idea sobre las ramas de las matemáticas que están presentes hoy en la conceptualización de esta parte troncal de la ingeniería. Algunas de ellas, aparte por supuesto de las ubicuas EDO y EDP, serían las siguientes: cálculo de variaciones; geometría simpléctica; variedades diferenciables; álgebra de Lie; teoría de las perturbaciones; topología algebraica; geometría riemanniana y otras especialidades de similar altura matemática. Visto lo anterior, bien se puede valorar la vehemencia con que Dou avisaba en el año 1963 a sus colegas académicos, en el discurso de su recepción en la RAC, acerca de la no-trivialidad o si se quiere positivamente, la profundidad científica que puede encontrarse en la base de conocimientos que fundamentan los actos de la ingeniería. Y por mi parte, como el mismo padre Dou dijo al terminar aquel acto, he dicho (modestamente en esta ocasión, claro). **ROP**

Notas

(1) Dou Mas de Xexás, A. "Las matemáticas de Selectivo e Iniciación", Revista de Obras Públicas, nº 2944, Agosto 1960.

(2) Véase La Gaceta de la RSME, Vol 12 (2009), Núm. 2.

(3) Dou, A. Ecuaciones Diferenciales Ordinarias, Madrid, Ed. Dossat, 1969.

(4) Dou, A. Ecuaciones en Derivadas Parciales, Madrid, Ed. Dossat, 1970.

(5) Dou, A. y Mendizábal, A. Ecuaciones en Derivadas Parciales y su resolución numérica, Madrid, E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 1973.

(6) Rosa, E. de la. "Aspectos de la obra de Alberto Dou como ingeniero de Caminos", en Actas de la Reunión Matemática en honor de A. Dou, Madrid, universidad Complutense, 1989.

(7) Dou Mas de Xexás, A. y Anón Corrales, J.A. "Introducción al estudio tensorial de la Elasticidad y su aplicación a láminas", Revista de Obras Públicas, nº 3033, Enero 1968.

(8) Véase la referencia de la nota 4.

(9) Feynman, R. The Character of Physical Law, Cambridge – Massachusetts, The MIT Press, 1965.

(10) Courant, R. y Hilbert, D. Methods of Mathematical Physics – Weinheim, Wiley –VCH Verlag, 1989.

(11) Poincaré, H. La valeur de la science. París, Flammarion, 1970.

(12) El brillante ensayo de Argyris que lleva ese mismo título se publicó hace cincuenta años en la revista Journal of the Royal Aeronautical Society (vol. 65, 1965). John Argyris (1913-2004), profesor de la universidad de Stuttgart y del Imperial College de Londres, fue uno de los creadores del MEF junto con Oleg Zienkiewicz y Ray Clough.

(13) Se han consultado en concreto los dos libros siguientes: Mathematical Methods of Classical Mechanics, de V.I. Arnold, Springer 1978; y Foundations of Mechanics, de R. Abraham y J.E. Marsden, AMS Chelsea, 1978.

Infraestructuras, pilares del crecimiento



Julián Nuñez
Presidente de SEOPAN

Resumen

El papel de las infraestructuras en el desarrollo español ha sido intenso y decisivo, tanto por haber impulsado la mejora de la productividad cuanto por haber servido de base al desarrollo de actividades medulares de nuestra economía (el sistema de transportes ha permitido el auge actual de la industria turística, por ejemplo). Sin embargo, la reducción en este país de la inversión en infraestructuras, que puede fijarse entre un 45 y un 55 % con respecto a Francia, Alemania o Italia, compromete claramente el futuro y comienza a hacerse perceptible un claro déficit en dotaciones de ciertos equipamientos básicos como la sanidad, la educación, el medio ambiente, el agua o las telecomunicaciones. De ahí que sea procedente realizar una reflexión sobre este estado de cosas y volver a apostar por la inversión en infraestructuras, con el concurso de la financiación privada y de inversores institucionales nacionales e internacionales, dispuestos a invertir en proyectos atractivos y de rentabilidad sostenida.

Palabras clave

Obras Públicas, inversión, competitividad, financiación privada, inversión institucional, internacionalización, bienestar social, sinergias

Abstract

Infrastructure has played a profound and decisive role in the development of Spain, boosting improvement in productivity and serving as the basis for the expansion of core economic activities (the contribution to the boom in the tourist industry brought about by Spain's vastly improved transport system serving as an example). However, the current reduction in investment in infrastructure, which may be established as between 45% and 55% of that of France, Germany or Italy, clearly compromises our future and we are now seeing signs of a considerable deficit in the facilities of certain basic services such as health, education, the environment, water or telecommunications. It is subsequently necessary to reflect on this state of affairs and to wager once more for investment in infrastructure, with the participation of private funding and national and international institutional investors, prepared to invest in attractive projects that offer sustained growth.

Keywords

Public Works, investment, competition, private funding, institutional investment, internationalization, social welfare, synergies

Es indiscutible que la inversión pública en infraestructuras realizada en España en los últimos 20 años ha sido decisiva para nuestro desarrollo social y económico. Los números están ahí a la hora de hacer balance en cuanto a la mejora de la competitividad, vertebración y cohesión del territorio, impulso económico, y mejora del bienestar social.

La mejora de competitividad queda perfectamente reflejada en el impacto directo de nuestras infraestructuras en el fortalecimiento del turismo y de nuestras exportaciones, factores decisivos para la salida de la crisis. Los aeropuertos han permitido aumentar el número de turistas un 70 % y los ingresos de esta actividad un 60 %, contribuyendo con 60.300

millones de euros al Producto Interior Bruto. Esta aportación es muy superior a la de los aeropuertos de otros países de nuestro entorno como Francia o Reino Unido. Además, son grandes generadores de empleo: 1,33 millones de puestos de trabajo, de los que el 67 % corresponde a actividades no ligadas directamente con la explotación.

La inversión en puertos ha permitido elevar 10 puntos la contribución de las exportaciones situando su cuota de representatividad en el 32 % del PIB, la segunda más alta de Europa tras Alemania. España es ahora una plataforma logística líder en el Mediterráneo gracias a sus puertos, y un país de escala habitual en los flujos de mercancías de Este a Oeste, tanto por mar como por aire.

Nuestra red de carreteras de alta capacidad, la más extensa de Europa, es clave en la vertebración y cohesión del territorio lo que ha facilitado la reducción de la brecha entre comunidades Autónomas; y la entrada en servicio de las líneas de alta velocidad ferroviaria han permitido reducir los tiempos de viaje entre un 50 % y un 65 %.

Tomando como referencia los últimos 10 años, el impacto económico total generado por nuestras infraestructuras es de 1,6 billones de euros, lo que da idea de su relevancia. Cada euro invertido en infraestructuras casi duplica su valor en actividad económica, hasta 1,92 euros. Esta capacidad de generación de actividad económica está muy por delante de la de otros sectores como la automoción, las telecomunicaciones o la energía. Pero, además de generar valor, las infraestructuras tienen un gran retorno fiscal: de cada euro gastado en infraestructuras, 0,49 euros revierten al Estado a través de impuestos, prestaciones por desempleo y cotizaciones sociales. Y todo ello con un bajo consumo de importaciones, ya que sólo compra en el exterior el 9 % de la inversión, frente al 50 % de sectores como la automoción o al 34 % de la energía. El sector de la construcción e infraestructuras es además uno de los principales motores del empleo, con 14 puestos de trabajo creados por cada millón invertido,

La contribución de las infraestructuras a la mejora de nuestro bienestar social puede resumirse con los siguientes ejemplos. La disminución de la siniestralidad entre 1995 y 2013 en el tráfico de nuestras carreteras que han permitido reducir al 10 % las víctimas mortales. La mejora de la movilidad en las ciudades como consecuencia de la ampliación de las líneas de Metro que, en el caso de Madrid y Barcelona, han supuesto un respectivo aumento del 51 % y 39 % en la demanda de viajeros, y un 23 % en ferrocarril suburbano. Éste último ha facilitado la reducción de los costes externos asociados a la movilidad en coche: congestión, atascos, pérdida de horas productivas o de ocio de los ciudadanos, contaminación, etc. Según Renfe, gracias al desarrollo del ferrocarril en España, se han ahorrado aproximadamente unos 13.000 millones de euros entre 1995 y 2013 en costes externos. A esas mejoras en el estado de bienestar ha contribuido también el desarrollo de infraestructuras ferroviarias de altas prestaciones. Estas han reducido los tiempos de viaje en tren entre un 50 % y un 65 % y el consumo de energía procedente de combustibles fósiles otro tanto, así como la contaminación por emisiones de CO₂, que han caído hasta un 35 % en el corredor del AVE Madrid-Barcelona, por citar

un ejemplo. Un ejemplo que, a propósito de la cuestionada rentabilidad del AVE, es conveniente destacar.

Los grandes proyectos acometidos en nuestro país desde principios de los noventa han permitido además reducir la distancia que nos separaba con los países de nuestro entorno como Alemania, Francia, Reino Unido o Italia.

Es cierto que España disfruta de una buena posición en infraestructuras aeroportuarias alta velocidad ferroviaria y vías de transporte de alta capacidad, pero sería un error caer en la autocomplacencia y pensar que está todo hecho, idea que parece haberse instalado en amplios sectores de la opinión pública.

La rapidez de los cambios demográficos, tecnológicos y geopolíticos ha planteado unas necesidades económicas y sociales diferentes a las que caracterizaban el arranque de la década de los noventa. Por mucho que se quieran buscar analogías o características comunes de los periodos de salida de la crisis última respecto a la de hace 20 años, lo cierto es que ahora destinamos entre un 45 % y un 55 % menos de inversión en infraestructuras en términos de superficie y población respecto a la media de Francia, Alemania e Italia. Estas diferencias entre la estrategia de inversión en infraestructuras española y la de nuestros principales socios europeos muestran a las claras el riesgo de que la brecha se vuelva a abrir con nuestros vecinos, esta vez en un escenario con escasa capacidad de maniobra nacional por el férreo control presupuestario impuesto desde Bruselas.

Pese a la dificultad de este nuevo escenario, es necesaria voluntad política para abrir una reflexión seria en torno a las infraestructuras de futuro y a la financiación de las inversiones necesarias para llevarlas a cabo. Es necesario insistir en que la inversión en infraestructuras es uno de los principales motores de la actividad económica por el retorno fiscal que produce la inversión y la creación de empleo que aporta, además del papel fundamental que tiene en el avance del bienestar social de los ciudadanos.

El desarrollo del sector es fundamental desde muchos puntos de vista. Facilitar la movilidad de personas y mercancías es uno de ellos, ya que es esencial para el desarrollo del turismo y los servicios, mientras que la logística de las mercancías es vital para la agricultura, la industria y el comercio. Las mejoras en las infraestructuras del país impulsan la competitividad de todos los sectores antes mencionados y permiten que lleguen



más turistas, se reduzcan los costes y los tiempos logísticos y haya una mayor calidad en los servicios.

Las sinergias que se obtienen a través de las infraestructuras, pues, son un trampolín que reporta beneficios de forma general. De hecho, los últimos datos dados a conocer por Hacienda sobre ejecución presupuestaria muestran que en el mes de octubre el Estado ha registrado un superávit primario equivalente al 0,1 % del PIB. No es necesario resaltar la importancia de esta circunstancia, que pone al Estado en disposición de reducir el volumen de deuda pública, algo que no ha sido posible en los últimos ocho años.

Sin embargo, a pesar del impacto positivo de la inversión en infraestructuras, desde 2010 España ha reducido su inversión pública, tanto por superficie como por población, un 20 % de media frente a otros países de referencia en nuestro entorno. En este mismo periodo en el que nuestro país realizaba recortes en el presupuesto de infraestructuras, los socios comunitarios más avanzados han incrementado este capítulo con alzas que van del 4 % de Francia, al 17 % de Alemania o, en el caso más extremo, el 43 % en Reino Unido.

Como consecuencia de esta menor inversión, el déficit en dotaciones de ciertos equipamientos como la sanidad, la educación, el medioambiente, el agua o las telecomunicaciones se ha ido ampliando. Aunque disponemos de redes de alta velocidad, el desarrollo de ferrocarril por superficie de población es un 45 % inferior a la media de países comparables.

En agua, por citar otro ejemplo, España ha realizado grandes avances en tratamiento secundario y terciario de aguas, pero hacen falta numerosos proyectos de inversión para cumplir con los objetivos establecidos por la Unión Europea. Además, un país que sufre habitualmente periodos de escasez no puede permitirse que las pérdidas de agua por el deterioro de las tuberías sean superiores a la cantidad ahorrada en la última década con las mejoras en la eficiencia de los electrodomésticos e instalaciones sanitarias y la concienciación de la población sobre el consumo en los hogares.

Algo similar ocurre con los residuos, que constituyen una grave amenaza para la salud y el medio ambiente. Con 464 kilos de residuos por año y habitante, España es el quinto productor de desechos del continente. Según estimaciones de Eurostat, los residuos depositados en vertedero ascendían a 270 kilos por habitante, frente a los 147 de media en la UE-28. Esto es debido a que el tratamiento de residuos que sólo se aplica al 40 % de los urbanos, muy por debajo de los países de nuestro entorno. En la actualidad estamos en el nivel de República Checa, Polonia o Eslovaquia y muy lejos de otros como Bélgica, Dinamarca, Holanda o Austria, donde los vertederos prácticamente han desaparecido. De hecho, en Alemania esa situación es ya una realidad, gracias al tratamiento del 100 % de sus residuos.

Pero hay, desgraciadamente, hay más datos que evidencian nuestro alejamiento de los países de nuestro entorno. La dotación de camas hospitalarias por habitante es un 25 % inferior que la media y la inversión en infraestructuras por



habitante de los últimos 5 años ha sido un 40 % inferior a la de países comparables. En un asunto tan sensible como la educación, pilar básico de la investigación y del futuro, España debe incrementar su esfuerzo. Según datos de Eurostat, para ponernos a la altura de la media de la UE-28 deberíamos invertir 2,4 veces más que el nivel actual o, lo que es lo mismo, dedicar 3.300 millones anuales a este capítulo. Sólo así, podríamos pasar del nivel actual de 30 euros por habitante a los 102 euros del promedio europeo.

Por eso, apostar por las infraestructuras es clave para la riqueza y el bienestar del país y cualquier gobierno responsable debe situar estas dotaciones como eje para el desarrollo futuro. Debemos desarrollar redes potentes de infraestructuras en las áreas deficitarias de directa trascendencia para la vida diaria sin entorpecer el objetivo de reducción del déficit.

Es posible acometer estos nuevos retos de futuro con el concurso de la financiación privada y de inversores institucionales nacionales e internacionales, dispuestos a invertir en proyectos atractivos y de rentabilidad sostenida.

Las empresas españolas de infraestructuras constituyen el primer referente internacional de nuestra actividad empresarial al poseer unas características diferenciales que les permiten competir con éxito en todo el mundo. Ello es debido a su acusada internacionalización, diversificación y especialización. En actividad exterior, la cartera internacional de proyectos contratados por las 10 mayores compañías de infraestructuras españolas representa actualmente el 86 % del total, con una cifra de ventas del 73 %, que irá aumentando progresivamente. Esta situación las configura

en el segundo puesto mundial - por detrás de China - en facturación internacional. En diversificación, la actividad de construcción representa de media el 56 %, teniendo todos los grandes grupos importantes intereses en otras actividades relacionadas o no como las concesiones de infraestructuras y servicios de todo tipo, la energía, las telecomunicaciones,... Y sin duda, su especialización en la gestión integral de proyectos con aportación de financiación privada es su mejor referencia, como así lo confirma la presencia de 5 empresas españolas en el top ten del ranking global de empresas mundiales en financiación privada de infraestructuras - desde 1985 han invertido más de 245.000 millones de dólares -, y que 9 compañías españolas gestionen y operen el 46 % de las concesiones de transporte mundiales.

Esta creciente internacionalización de las compañías constructoras y gestoras de infraestructuras españolas ha permitido al sector participar en numerosos proyectos internacionales financiación privada e inversores institucionales especializados en sectores en los que en España precisamente presenta un importante déficit de dotación, como el educativo, sanitario o medioambiental.

Disponemos, pues, de un sector reconocido en todo el mundo por su solvencia técnica y de ejecución y que ha sido capaz de atraer financiación e inversores privados para proyectos de infraestructuras globales. Tenemos también identificados a grandes rasgos una serie de sectores deficitarios que requieren inversiones de futuro. Nos resta pues voluntad política y un marco jurídico adecuado que facilite la financiación de inversiones que nos permitan encarar estos retos de futuro. **ROP**

Las radiales. Una oportunidad



Fernando Gutiérrez de Vera

Miembro del Comité de Construcción, Financiación de Infraestructuras y Equipamientos del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos



Armando Ortuño Padilla

Miembro del Comité de Construcción, Financiación de Infraestructuras y Equipamientos del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Resumen

Los errores en la planificación de las autopistas de peaje puestas en funcionamiento a comienzos de la década pasada en España, las llamadas “radiales”, y sus consecuencias en forma de escasa demanda de tráfico y problemas financieros derivados, han suscitado un intenso debate acerca del modelo concesional en España y cómo resolver en el corto plazo la situación actual.

Con todo, la potente red de Autopistas ejecutada se plantea como una gran oportunidad para dar respuesta a los crecientes problemas de tráfico (congestión, emisiones de gases contaminantes, etc.) en la Región Funcional Urbana de Madrid.

De este modo, en este artículo se hace un repaso a la situación financiera actual de las “radiales” para esbozar un abanico de posibles soluciones y efectos sobre la movilidad metropolitana madrileña con objeto de que puedan servir como una primera referencia para la opinión pública y responsables de la Administración de cara a la toma de decisiones.

Palabras clave

Autopistas de peaje, radiales, tráfico, situación financiera, soluciones, movilidad

Abstract

Failure in the planning process of highways put in service at the beginning of the last decade in Spain, the so-called “radiales”, and their consequences, very low traffic and financial problems associated, has sparked intense debate about the concessions in Spain and how to solve in the short term the current situation.

Anyway, the strong highways network developed emerges as a great opportunity to address the growing traffic problems (congestion, greenhouse gas emissions, etc.) in the Functional Urban Region of Madrid.

Thus, this article reviews the current financial situation of the “radiales” to outline a range of possible solutions and effects on the Madrid metropolitan mobility so that they can serve as a first reference to civil society and public authorities to make decisions.

Keywords

Highways, radiales, traffic, financial situation, solutions, mobility

Introducción. El origen del problema

Se conoce como “radiales”, en el argot del mundo cercano al Ministerio de Fomento de España, a un conjunto de autopistas de peaje licitadas a principio del presente siglo, y que incluyen varios trayectos, no siempre centrados en la capital. Entre ellas se incluyen la autopista Ocaña-La Roda, la continuación de ésta hasta la M-40, tramo Madrid-Ocaña, el malogrado trayecto Madrid-Toledo, que no se continuará hasta Córdoba como fue la intención inicial, el tramo semiurbano en túnel bajo el parque Juan Carlos Primero llamado Eje Aeropuerto, que consiste en un enlace Norte Sur por la periferia de Madrid, los dos tramos de acceso a la capital conocidos como R-3, acceso duplicado con la autopista Madrid-Valencia, y R-5, paralelo a la autopista de Extremadura y el conocido como Radial 2, que partiendo de la M-30 se encuentra con la A2 al Norte de Guadalajara.

Son conocidos los problemas financieros de las radiales que se comentan más abajo. Sin embargo, sea cual sea su desenlace, es indudable que se trata de un conjunto de infraestructuras de comunicación de alta calidad lo que da pie a estudiar y debatir cómo puede optimizarse su inserción en el conjunto de accesos a Madrid, y cómo pueden constituir una herramienta de mejora del tráfico metropolitano, objetivo del presente artículo.

La construcción de este conjunto de actuaciones, que incluía además la mayor parte del coste de construcción del nuevo anillo circular de Madrid, M-50, supuso una inversión de 6.400 M€ de los cuales 1.300 millones han sido aportados como capital por los distintos concesionarios, y el resto se ha obtenido de diversos créditos, en su mayoría bancarios. La Administración ha intenta-



do convencer a los prestamistas que aportaron los créditos de la conveniencia de traspasar a una sociedad estatal todas las concesiones y aceptar una reestructuración del conjunto de su deuda en base a quitas del principal, garantías complementarias de la Administración sobre el tráfico futuro y garantías de pago a los expropiados. A su vez, los accionistas actuales perderían todo o la mayoría de los fondos aportados como capital.

Teniendo en cuenta que el conjunto de acreedores incluye cerca de cincuenta entidades bancarias, la mitad de las cuales son extranjeras, y que para varias de ellas puede ser más favorable la aplicación estricta de la Ley para el caso de liquidación de contratos concesionales que la propuesta de la Administración, no es sorprendente que finalmente esta propuesta haya entrado en hibernación y las radiales vayan cayendo una tras otra en las previsiones de la Ley, según las cuales un negocio de concesión declarado en liquidación por el Juzgado debe rescatarse por la Administración y pasar a su propiedad, quedando ésta liberada de sus obligaciones mediante el pago de la parte por amortizar de la inversión inicial, cifra a determinar pero que puede rondar en conjunto en nuestro caso 4.000 M€ más los intereses devengados. Este importe, que no llega a cubrir las deudas pendientes, se repartirá entre Bancos y expropiados, por lo que los concesionarios no recuperarán el capital invertido.

La red ampliada. Las distintas posibilidades que se abren ante el rescate de las radiales

Con este abono obligado de cuatro mil millones más los intereses correspondientes, la Administración tomará posesión de un conjunto de infraestructuras con derecho a cobrar peaje en el entorno madrileño, algunas de las cuales tendrán un cash-flow positivo después de soportar los gastos de operación y

mantenimiento. Ello abre un abanico interesante de nuevas posibilidades de gestión de la red de autovías en el entorno madrileño, algunas de las cuales se enumeran brevemente a continuación, aunque requerirán un análisis técnico y económico mucho más detallado. Sólo trata esta enumeración de aportar algunas reflexiones sobre las posibilidades que se abren al decisor, posibilidades que no sólo están relacionadas con la economía de la explotación de la red, sino con la búsqueda del mejor servicio a la sociedad, asunto sin duda especialmente polémico en los tiempos actuales.

El Administrador bajo cuya responsabilidad recaiga la gestión de este conjunto de autopistas se encontrará sin duda vacilando ante el conjunto de nuevas opciones y soluciones distintas e incluso contradictorias. Basta considerar la diferencia entre dos alternativas extremas: la imposición de peajes en las autovías radiales y cinturones circulares, (lo que supondría dar traslado a la directiva de la UE que preconiza esta posibilidad), ya sea de forma general o restringida al transporte pesado, o liberar totalmente de peaje los activos que han pasado a manos de la Administración. Entre ambas se encuentra la de mantener las condiciones actuales y, junto a ellas, todo un abanico de posibilidades que tendrá repercusiones en la calidad de vida de los madrileños, en el uso del transporte público como alternativa al vehículo privado, e incluso en la repercusión sobre presupuestos e impuestos de los nuevos costos de mantenimiento o ingresos de peaje.

Así, el tipo de gestión que finalmente instrumente el Administrador tendrá consecuencias que pueden ser determinantes en los siguientes aspectos: ingresos para la administración pública; grado de utilización de vías actualmente infrutilizadas; fluidez

del tráfico; niveles de contaminación; costes de implantación del sistema; receptividad social a la solución que se adopte; y nivel de tráfico interno en la ciudad de Madrid.

Es imposible aproximarse a proponer la solución óptima sin acordar previamente cuál es el criterio de medida del beneficio social que se pretende obtener. Por ello, a continuación sólo se enumeran algunas de las alternativas posibles que aparecerán como parte del debate al respecto, debate tanto más complejo cuanto que la Administración madrileña responsable de las mejoras no es únicamente el Ministerio de Fomento, quien inicialmente se convertirá en el gestor del conjunto de radiales, sino tal vez la Comunidad Autónoma de Madrid, o incluso esta gestión se verá seriamente afectada por decisiones del Ayuntamiento madrileño.

A continuación se valoran los principales efectos positivos y negativos de las alternativas contempladas, insistiéndose en que son sólo algunas, a modo de ejemplo, de las muchas posibles. El punto de vista del lector sobre los factores que contribuyen a su calidad de vida le ayudará sin duda a la ordenación de preferencias.

Dos tipos de soluciones: de gran impacto (SGI) o de mejoras reducidas (SMR)

Soluciones de gran impacto (SGI)

Se consideran como soluciones de gran impacto aquellas en las que se aprovecha la integración del conjunto de radiales en el sistema de gestión pública directa para adoptar medidas de cambio sustancial en el modo de transporte, o en el uso del vehículo propio, medidas que probablemente generarán un intenso debate público, y que, por tanto, deberán ser estudiadas y justificadas no sólo por su lógica interna sino por analogía, por el resultado obtenido al aplicarse las mismas en otras ciudades. En este sentido, la actual es una ocasión única para replantearse soluciones de gran alcance a los evidentes problemas de tráfico de Madrid y su entorno.

SGI 1. Objetivo principal: minimizar el uso del vehículo privado y adicionalmente maximizar los ingresos para la administración pública: implantación progresiva de peaje universal sin barreras mediante pórticos en principales accesos a Madrid y cinturones circulares.

- Ventajas:
 - Notable generación de ingresos para la Administración Pública, que podría compensar con ellos otros tributos.

- Disminución de la contaminación.
- Aumento de la fluidez de tráfico
- Actuación combinada con la Directiva europea de tarificación a los vehículos pesados.

- Inconvenientes:
 - Costes elevados de implantación del sistema.
 - Rechazo social elevado.
 - Problemas con otras concesiones de Autovías de Primera Generación afectadas por los cambios.

SGI 2. Objetivo: minimizar el uso del vehículo privado: solución tipo Londres, es decir, aplicación de un canon elevado pagando una viñeta para poder circular en el interior de la ciudad, y suprimiendo paralelamente los peajes de las radiales actuales.

- Ventajas:
 - Aumento de la fluidez de tráfico.
 - Incremento de ingresos de la Administración Pública.
 - Disminución sustancial de la contaminación.
- Inconvenientes:
 - Resistencia social al pago de un canon adicional importante (posible redistribución de este sobre coste disminuyendo otros impuestos indirectos).

- Notas: Londres aplica desde 2003 una tarifa ("Congestion Charge") que representa del orden de 500 € por mes (11,50 Libras al día).

SGI-3 - Fluidez de tráfico con generación de ingresos y sistema alternativo: analizar a fondo una solución de gestión activa del tráfico, consistente en complementar la red actual con soluciones puntuales estableciendo en algunas de las principales entradas a Madrid en horas de congestión "managed lanes" tipo Dallas. Al propio tiempo, dejar progresivamente libres de peaje las Radiales.

- Ventajas:
 - Las "managed lanes" podrían cubrir en todo o parte los costes de implantación.
 - Además de solucionar los problemas de congestión, generaría inversión y trabajo en un sector muy necesitado.
- Inconvenientes:
 - Rechazo social elevado ante actuaciones poco experimentadas en Europa y que pueden verse como ampliación de los servicios para "ricos".

- Problemas con otras concesiones de Autovías de Primera Generación afectadas por los cambios

- Notas: en las “managed lanes” los conductores pueden elegir entre los carriles gratuitos o los nuevos carriles pagando un peaje, que fluctúa a lo largo del día en función de las condiciones de congestión en la autopista.

Se trata de combinar un programa de actuaciones de pago contra la congestión en puntos singulares de la red actual con una ampliación de los accesos libres en las radiales. Actualmente, algunas de las radiales de acceso a Madrid están infrautilizadas en horas punta, mientras las vías libres están colapsadas.

Soluciones de mejoras reducidas (SMR)

Se consideran soluciones de mejoras reducidas aquellas que, sin pretender cambiar los principios de uso de la red actual, puedan aprovechar la mayor fluidez que puede generar una gestión integrada de todo el sistema, incluyendo en el mismo las radiales, coordinando la optimización de la señalización con obras complementarias para la mejor utilización de la Red.

SMR 1: mejora de enlaces de las radiales con el resto del viario mediante obras complementarias y señalización modificada

Es conocida la dificultad de acceso actual a alguno de los tramos de peaje citados y la falta de señalización adecuada tras haber privilegiado en los paneles de control estatal los destinos de la Red pública, separándolos respecto de los correspondientes de la Red privada. Basta citar la dificultad de accesos desde el centro de la ciudad a la autopista R-4, y la incertidumbre que se produce en la continuidad de la misma hacia Ocaña y Levante. Otro tanto puede decirse de la escasa utilización del Eje Aeropuerto como alternativa preferente para el tráfico que se dirige desde la autopista A-1 hacia la M-40 Sur y la salida hacia Andalucía. Deben analizarse los sistemas de señalización, complementando las mejoras de los mismos con interconexiones que mejoren el uso conjunto de la red actual y las radiales.

Debe analizarse igualmente si conviene continuar con el cobro en todas o algunas de las radiales actuales. Partiendo del principio de que no hay peor peaje que el que sólo genera ingresos para cobrar el peaje, y de que el EBITDA generado por las radiales es de 30 M€ al año (dato recogido de los representantes de la Administración), es posible que

el beneficio de mantener el peaje sea discutible, al menos, en algunas de las autopistas referidas.

- Ventajas:

- Posibilidad de mejoras en la red a coste reducido.
- Efecto visible en el ámbito ciudadano.

- Inconvenientes:

- Los derivados de obras en la red y su efecto sobre el tráfico.

SMR 2: incorporación, aprovechando la adición de las radiales a la red, de carriles de tráfico reversible y carriles bus-vao.

- Ventajas:

- Reducción de los atascos a la entrada y salida de la ciudad de Madrid en días laborables.
- Posibilidad de mejoras en la red a coste reducido.
- Efecto visible en el ámbito ciudadano.

- Inconvenientes:

- Los derivados de obras en la red y su efecto sobre el tráfico.

Necesidad de adoptar soluciones

Al escribir estas notas en diciembre de 2015, es evidente que el problema referido no ha encontrado solución. Tres de las radiales se encuentran en concurso de acreedores, con Administraciones Concursales que deben afrontar decisiones complejas sobre valoraciones, plazos y sistemas de amortización de las inversiones para conseguir una evaluación correcta de la llamada Responsabilidad Patrimonial de la Administración Pública, base para determinar el pago que recibirán finalmente los acreedores. Desde hace más de tres años los bancos prestamistas esperan definiciones claras que permitan el cobro. Al propio tiempo, la Administración responsable, una vez que ha fracasado la solución negociada inicial parece dispuesta a traspasar el asunto a los próximos gobernantes. La erosión de credibilidad en nuestro sistema concesional se pagará, sin duda, como mayor coste financiero en próximos años. El país que lidera las actuaciones concesionales o de Colaboración Público Privada en el mundo es, paradójicamente, aquel que en su propio territorio ha sido incapaz de una aplicación diligente en sus propios sistemas.

Sirvan las líneas anteriores como incentivo para que decidir el mejor uso de las infraestructuras ya construidas no deba esperar varios años, como está ocurriendo ahora con la solución jurídica. **ROP**

Homenaje a César Sanz-Pastor y Fernández de Piérola

El pasado 1 de diciembre se celebró un homenaje en Madrid para honrar la memoria del ingeniero de Caminos César Sanz-Pastor, en la sede nacional del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. “Fue un avanzado a su época que ya vio en su momento la necesidad de construir determinadas infraestructuras que permitieran la vertebración de España”, según explicó Juan A. Santamera, presidente del Colegio.

Entre sus obras más notables cabe destacar la realización de los túneles del Guadarrama. A través de la sociedad de Canales y Túneles, en 1960, Sanz-Pastor consiguió la adjudicación de la concesión del proyecto, que entró en servicio el 4 de diciembre de 1963 y, posteriormente, participó en la creación de Iberpistas (actualmente del Grupo Abertis) –compañía de la que fue presidente de honor–, a quien se amplió la concesión para llevar a cabo la autopista Villalba-Villacastín-Adanero (AP-6) y a la construcción de un segundo túnel, inaugurado en 1971. “Sin duda, César Sanz-Pastor es el tipo de ingeniero en el que deben mirarse las generaciones actuales y, desde luego, las futuras, para continuar vertebrando España y, lo que en nuestro tiempo, alcanza una proyección internacional, “construyendo el mundo”, si tenemos en cuenta la importancia que nuestra profesión, en resumen nuestras empresas y nuestros ingenieros, tiene hoy día en los cinco continentes”, continuaba Santamera.

A continuación, Juan Lazcano, presidente de la Asociación Española de la Carretera, y Javier Herrero, doctor ingeniero de Caminos, fueron los encargados de pronunciar un panegírico del homenajeado. “Fue un emprendedor, que tuvo la visión de un proyecto y asumió el riesgo de sacarlo adelante”, dijo Lazcano. Además, hizo un repaso por la historia de la realización del proyecto de Guadarrama e hizo referencia a la “calidad y modernidad de las instalaciones, así como el eco internacional que tuvo la obra”. Lazcano recordó que su buen hacer le reportaría así muchas satisfacciones tal y como el propio Sanz-Pastor escribió en el año 1964 en la Revista de Obras Públicas: “Y si algún día estas aspiraciones llegasen a plasmar realidades, acordaos que en algún rincón de España habrá un ingeniero que se alegrará de que ésta haya alcanzado, al fin, la meta deseada”.

Por su parte, Javier Herrero, colaborador de César Sanz-Pastor con quien mantuvo una estrecha relación profesional y



Familiares y autoridades

personal, explicó que “la convivencia con César en el entorno profesional dejaba apreciar una personalidad inteligente y tenaz, con la virtud de saber escuchar y la capacidad de diálogo en todos los niveles”. Destacó la cercanía y el interés con el que seguía todas las obras. “Fue un hombre de empuje, de visión, que sabía trabajar entendiendo a la gente”.

Durante el acto, se hizo entrega de una placa conmemorativa a los hijos del homenajeado por parte de Salvador Alemany, actual presidente de Abertis y continuador de la labor empresarial y emprendedora de César. “Aunque no lo conocí en persona, fue un pionero de sector al que era de justicia rendirle un homenaje. Desde Abertis, era de justicia que hiciésemos esta mirada al pasado, a nuestro origen, cuando pioneros, con César al frente, pusieron en marcha nuestro sector que, aunque ha tenido luces y sus sombras, aciertos y errores, es un sector económico potente y de enorme prestigio personal”, explicó Alemany.

“Esta historia de resiliencia nacida de aquellos pioneros ha sido seguida por técnicos y gestores que han dado continuidad a aquellas ideas y, en este caso, el acto de hoy es una demostración, un ejercicio de resiliencia de una familia que no ha querido olvidar la figura de su padre así como recordar y poner en valor sus vivencias personales y profesionales”, concluyó Alemany.

A continuación, reeditamos el artículo que César Sanz-Pastor publicó en la Revista de Obras Públicas en enero de 1951 sobre el túnel de la sierra de Guadarrama. **ROP**

ESTUDIO DE UNA SOLUCION PARA CRUCE EN TUNEL DE LA SIERRA DE GUADARRAMA

Por CESAR SANZ-PASTOR Y FERNANDEZ DE PIEROLA,
Ingeniero de Caminos.

Estudia el autor la conveniencia, desde el punto de vista de la economía general, de que la carretera de Madrid a La Coruña atraviese en túnel la Sierra de Guadarrama; y después de sentar los antecedentes a la cuestión, pasa a reseñar brevemente un anteproyecto estudiado por él mismo.

I. - Antecedentes.

Las dificultades que para las normales relaciones de una cuarta parte de España con la capital del Estado supone el paso del Puerto del León, movieron al Sr. Presidente de la Excm. Diputación Provincial de Segovia a iniciar, juntamente con otras personalidades, una serie de gestiones para lograr la construcción inmediata de un túnel de cierta importancia que permitiera a los vehículos de tracción mecánica pasar en todo tiempo la Sierra de Guadarrama en condiciones aceptables. La idea, ya antigua, tuvo la mejor acogida y esperamos sea la obra una realidad en breve plazo.

Estudiando antecedentes, pudo verse que era muy interesante la solución que aparece señalada en el plano con la letra A, iniciada por el Circuito Nacional de Firms Especiales hace quince años, pero también de difícil realización a causa de su elevado presupuesto, y que otros tanteos realizados (entre los que destacamos el señalado en el plano como solución B), no llenaban las aspiraciones de los usuarios de la carretera. Procedía, por tanto, hacer nuevos estudios para lograr un trazado que, sin ser tan costoso como el primero, resolviera adecuadamente el problema. Ello motivó el anteproyecto que en breves líneas reseñamos a continuación.

II. - Justificación de la solución adoptada.

Es notorio que hasta la fuente de "La Teja", por la vertiente de Madrid, y el núcleo urbano de Gudillos, en la de Segovia, no encuentran los vehículos que por la C. N. VI de Madrid a La Coruña circulan, dificultades esencialmente distintas de las existentes en otros muchos tramos del camino, razón por la que entendemos que el acondicionamiento de los accesos al Puerto hasta dichos puntos es problema relativamente secundario, en relación con el cruce de la divisoria en su parte central.

Las condiciones medias de vialidad entre los kilómetros 63 al 60 son tan precarias, que aconsejan una urgente mejora con independencia de los tramos adyacentes, máxime si se tiene en cuenta la notable

economía que para los usuarios de la carretera reportará la obra, economía que en definitiva ha de traducirse en un ahorro de divisas relativamente importante.

Preveamos la necesidad de que el incremento de tráfico haga necesario, en un futuro quizá no lejano, la mejora de los tramos de acceso al Puerto, y con la vista puesta en el acondicionamiento del conjunto, planeamos la mejora del tramo central, mas tan sólo de éste nos ocuparemos en nuestro estudio.

Visto cuanto antecede, proponemos comenzar la variante en las inmediaciones de la fuente de "La Teja" (Km. 53, Hm. 8) y terminarla en Gudillos (Km. 61, Hm. 1), afectando, por tanto, el proyecto a la carretera actual en un tramo de 7 300 m. l., que proponemos sustituir por otro de 3 622,24 m. l., de los cuales, 2 355 se desarrollarían bajo tierra.

III. - Descripción de la obra.

Planta y perfil. — La mejor descripción del trazado es el análisis del plano que se acompaña, en el que hemos señalado con la letra C la solución que propugnamos, incluyendo también la traza de los proyectos a que antes hicimos referencia, a fin de facilitar su estudio comparado.

Nos limitaremos a destacar que la disminución de longitud en planta es de 3 700 m., y el ahorro en altura de 189 m., lo que se traduce en que la distancia virtual a recorrer actualmente por los vehículos queda reducida a la quinta parte.

El tamaño del túnel ha sido determinado por el volumen y carácter del tráfico probable y por las condiciones del terreno en que el camino se desarrolla.

El emplazamiento dado a las bocas no lo consideramos definitivo, pues quizá un estudio detallado de la supresión de la travesía de Guadarrama aconseje bajar algunos metros la boca Sur, que puede llegar hasta la cota 1 190, aproximadamente. Ello será función de la pendiente máxima que se admita en el acceso al Puerto.

Las obras de fábrica que en los tramos de acceso se precisan son relativamente insignificantes, pues se reducen a un pontón mod. núm. 2 de la C. R. en la vertiente Sur, y a otro pontón del mismo tipo y una

alcantarilla mod. núm. 2 en la Norte. Para las tres proponemos modelos oficiales de la Colección Ribera.

Las características de nuestra solución en relación a las otras dos señaladas, son las siguientes:

	S O L U C I O N E S			
	ACTUAL	A	B	C
Origen del trazado	47,200	49,390	47,200	52,800
Final del mismo	61,400	61,400	60,600	60,100
Longitud de la obra	—	8,014	13,125	3,600
Longitud definitiva de la carretera	14,200	10,204	14,125	10,500
Longitud definitiva del túnel	—	4,607	1,540	2,355
Cota máxima alcanzada	1 509	1 258	1 360	1 320
Rampa mínima en cielo abierto	22,6 %	5 %	5 %	5 %
Rampa mínima en el túnel	—	2,5 %	3,3 %	4 %
Coste virtual de acondicionamiento de todo el tramo Guadarrama-San Rafael con la misma sección transversal	0	100	60	54

Secciones transversales. — La explanación a cielo abierto que para enlazar el túnel con la carretera actual ha de ejecutarse, tiene importancia secundaria y viene condicionada a las características de aquél, razón por la que sólo haremos referencia a la sección del túnel, justificando su forma y dimensiones.

El tráfico actual puede desarrollarse normalmente con dos bandas de circulación y unos pequeños andenes laterales para peatones. Para el probable tráfico futuro, estimamos suficientes cuatro bandas.

Fijando en cuatro metros el ancho preciso para que un cruce o un alcance puedan realizarse en el túnel con iguales condiciones de seguridad que a cielo abierto, con cintas de circulación de 3,50 m., resulta que necesitamos actualmente 8,00 de calzada y más adelante 16,00.

Después de varios tanteos, hemos encontrado que la solución más económica resulta ser la ejecución de dos galerías, de las que de momento se construiría una sola de 9,5 m. de luz libre, distribuidos en 8,00 de calzada y dos paseos laterales de 0,75.

Su forma será una bóveda semielíptica, apoyada sobre muros verticales de suficiente altura, para dejar un gálibo libre de 5,00 m. en cualquier punto de la calzada, y en la parte superior, espacio suficiente para el establecimiento de las instalaciones de ventilación precisas.

Como primera aproximación partimos de una bóveda semicircular con muros laterales de 2,50 m. de altura, estableciendo las cunetas de desagüe bajo los andenes laterales, lo que da una sección libre de 58 m.².

Con la traza y secciones adoptadas alcanzamos un volumen de terraplén, en término de Cercedilla, inferior al de los productos que por la boca del túnel han de extraerse, por lo que proponemos se empleen éstos en la formación del mismo, no incluyendo para ello partida especial, por constituir la nueva explanación

el lugar más adecuado para el vertido de los productos del túnel.

En la boca Norte estimamos los desmontes necesarios en 20 000 m.³, todos los cuales se emplearán en la formación de terraplenes.

Método de perforación. — La fuerte pendiente del túnel y el movimiento de tierras preciso en los tramos de acceso, aconsejan hacer toda la perforación desde la boca Sur.

El método más adecuado para abrir una galería viene determinado por la naturaleza del terreno y de los medios auxiliares disponibles.

En nuestro caso tenemos, *a priori*, un conocimiento completo y detallado de la estructura geológica de la montaña, por ir la traza muy próxima al túnel del ferrocarril, y éste, todo él, abierto en roca granítica dura, que no necesita entibación; por ello proponemos la apertura del túnel a toda sección, método corrientemente empleado en el extranjero con excelentes resultados.

Disponiendo de un buen equipo de perforadoras y de medios modernos de descombro, podrían darse holgadamente cuatro pegas diarias, organizando el trabajo a base de dos turnos de diez horas, con una de descanso, que se emplearía para ventilaciones de la galería, engrase de maquinaria, etc.; así podría conseguirse un avance medio de 8 m. diarios o sea que la excavación del túnel puede quedar terminada en un año.

Entre nosotros, la velocidad de avance consignada puede parecer excesiva, mas considerando la obtenida en obras similares realizadas recientemente, resulta muy modesta. Han llegado a obtenerse avances medios de 15 m. sin dificultad especial, disponiendo, claro es, de medios auxiliares adecuados, que estimamos indispensable importar, pues no es lógico hacer un túnel

en el año 1950 por el mismo procedimiento empleado por nuestros bisabuelos, en el siglo pasado, cuando hubieron de perforar esa misma Sierra para construir el ferrocarril del Norte.

Revestimiento. — Cualquier revestimiento sería menos fuerte que la roca granítica sana, por lo que proponemos ejecutar un revestimiento de tipo intermedio, únicamente en los tramos donde las diaclasas sean verticales, a fin de contener la zona disgregada por la apertura de la galería, y en el resto, regularizar la superficie con miras a la ventilación, iluminación y efecto estético.

Con un criterio muy conservador evaluamos aquellos tramos en la cuarta parte de la longitud del túnel y, en consecuencia, suponemos en el conjunto un gasto medio de 0,30 m.³ de hormigón por metro cuadrado de superficie de bóveda y hastiales, o sea 6,36 metros cúbicos por m. l. de túnel, que al total supone el empleo de 15 000 m.³ de hormigón.

Los encofrados serán metálicos y la colocación del hormigón se hará por medio de bombas impelentes que manejen satisfactoriamente mezclas secas. Vibrando de un modo normal el hormigón así colocado, se puede obtener en el revestimiento del túnel una calidad igual al puesto en obra en condiciones ordinarias.

Las bocas habrán de construirse de sillarejo, combinado con mampostería, en forma que resulte una obra cuidada pero sin motivos decorativos, que son completamente inadecuados.

Afirmado. — Considerando la ubicación de la obra y las características del tráfico, proponemos emplear en todo el tramo firme de adoquín microgranítico, asentado con mortero de cemento sobre cimiento de hormigón.

Su coste es más elevado que el de un hormigón blindado, por ejemplo, y el tráfico rápido circula por él con menor suavidad; pero estos inconvenientes vienen sobradamente compensados con las ventajas que proporciona: duración prácticamente indefinida, sin gasto de conservación alguno; gran adherencia, posibilidad de quitar el hielo que pueda depositarse eventualmente en los accesos, sin que por ello se deteriore, etcétera, etc.

Los bordillos que han de contener lateralmente el firme serán también de piedra granítica y se colocarán, elevados, en el túnel, y enrasados, en los tramos a cielo abierto. La piedra para su ejecución puede encontrarse en las inmediaciones de la obra.

Alumbrado. — El hecho de que los conductores de vehículos deban pasar en un intervalo brevísimo de tiempo del exterior al interior del túnel, hace indispensable el establecimiento en éste de una iluminación artificial cuya intensidad en los extremos del subterráneo no difiera mucho de la natural existente al exterior, procurando así a los conductores el perio-

do de adaptación necesario para evitar tanto la oscuridad como el deslumbramiento.

Los pasos subterráneos deben, por consiguiente, estar dotados de un sistema de iluminación con múltiples combinaciones que permitan hacer variar, entre límites amplios, los valores de la iluminación sobre la calzada. En realidad, cuando un automovilista pasa bruscamente del pleno sol al ambiente interno de un paso subterráneo, aunque esté intensamente iluminado, siempre recibe la impresión de iluminación insuficiente. Por el contrario, durante la noche, aunque se reduzca considerablemente la intensidad respecto a la empleada durante el día, el automovilista tiene la impresión de que la iluminación es demasiado brillante.

Entre estos dos casos extremos se encuentran todos los intermedios, porque la iluminación externa varía en el curso de la jornada y se modifica mucho de un instante a otro, según que el cielo esté despejado o nublado. Como es necesario evitar los contrastes excesivamente bruscos en los momentos de entrada y salida, es preciso realizar en el subterráneo una iluminación que varíe, siguiendo las condiciones externas. Además, el nivel de la iluminación deberá ser mucho más elevado en las dos extremidades del paso subterráneo que en la parte central.

La iluminación debe, pues, dosificarse progresivamente, y el mejor medio de conseguirlo entendemos es la construcción de una estructura en los tramos de acceso, hecha, en parte, con material translúcido, completando su efecto con la correspondiente instalación eléctrica.

Como manantial luminoso proponemos emplear lámparas de sodio, por su elevado rendimiento y la nitidez de visión obtenida al suprimir prácticamente la aberración cromática.

Los aparatos de iluminación y los accesorios necesarios para el funcionamiento de las lámparas se instalarán en cajas de fundición empotradas en las paredes, dispuestas al tresbolillo. Debe establecerse también una iluminación de seguridad para casos de avería.

Funcionando con la intensidad máxima, la instalación consumiría 50 Kw. aproximadamente. El consumo medio será notablemente inferior.

Ventilación. — La ventilación natural del túnel se realizará durante la mayor parte del año en dirección Sur-Norte, teniendo excepcionalmente la dirección Norte-Sur en determinadas condiciones atmosféricas; no obstante, frecuentemente puede haber estancamientos de corta duración en la ventilación natural, lo que aconseja prever el establecimiento de un sistema de ventilación artificial que pueda funcionar en los momentos precisos, mediante el control automático del óxido de carbono disuelto en la atmósfera.

El sistema más adecuado sería el transversal-longitudinal reversible, empleado a todo lo largo de

los túneles de la carretera de Pensilvania. Permite conservar la economía de la ventilación longitudinal, sin sacrificar la seguridad que proporciona el sistema transversal.

En nuestro caso no podrá aplicarse íntegramente este sistema hasta unificar la dirección del tráfico al construir la segunda galería, por lo que, entretanto, la instalación deberá funcionar simplemente como semitransversal, con un rendimiento útil menor. Ello no supone más inconveniente práctico que un pequeño aumento de consumo de energía, porque los vehículos que en dirección Norte-Sur circulan producirán muy pocos gases al ir cuesta abajo.

El funcionamiento definitivo de la instalación será el siguiente:

En la primera mitad del túnel, al entrar el vehículo, penetra con él aire fresco en el interior y el viciado se expulsa por el conducto superior. El tamaño de los orificios en el conducto varía de forma que a medida que aumenta la distancia a la boca de acceso, se aspira mayor cantidad de aire del túnel.

Pasado el punto medio, las condiciones están invertidas, y en este tramo se inyecta aire fresco a través del conducto superior, y el viciado circula longitudinalmente por el túnel con dirección a la salida.

Proyectamos emplear ventiladores centrífugos accionados eléctricamente, disponiendo maquinaria duplicada y grupos electrógenos de reserva, para no interrumpir el tráfico en caso de avería. Un analizador del aire registrará continuamente el porcentaje de óxido de carbono existente en la atmósfera del túnel.

La capacidad de la instalación de ventilación viene determinada por la densidad máxima de tráfico, que fijamos en 500 vehículos-hora. Para mantener en estas condiciones el contenido de óxido de carbono por debajo de 0,25 por 1 000, precisamos inyectar o extraer un promedio de 0,1 m.³ de aire por m. l. de túnel, o sea, al total, 253 m.³/seg., lo que requerirá una potencia instalada de 300 Kw. En todo caso deberán hacerse ensayos en modelos reducidos.

El consumo medio de energía será considerablemente inferior, porque sólo en determinados momentos deberá funcionar la instalación a plena carga, y por el contrario, durante muchas horas al día será suficiente la ventilación natural.

Drenaje. — Tendremos sólo pequeñas filtraciones de agua, principalmente junto a las bocas, por lo que, con pequeñas cunetas instaladas debajo de los andenes laterales, podremos hacer su evacuación por gravedad.

El revestimiento de los tramos en que haya filtraciones deberá impermeabilizarse debidamente.

Obras accesorias. — Como tales consideramos la instalación de hidrantes, señales de alarma para incendios, teléfono, etc., indispensables en una obra como la que nos ocupa.

También pueden establecerse básculas, escalas de altura, contadores automáticos de vehículos, etc., y si preciso fuera, aislamientos para mejorar las condiciones acústicas.

Presupuesto y plazo de ejecución. — Aplicando los precios medios obtenidos en esta clase de trabajos a las cubriciones de la obra, llegamos a un presupuesto de ejecución material de 43 418 185 pesetas, del que se deduce uno de ejecución por contrata de 49 930 912,75 pesetas.

La obra podría quedar terminada en el plazo de dos años, disponiendo de los equipos modernos de perforación y descombro a que hemos hecho referencia. En caso contrario, se necesitarían cinco años.

IV. - Estudio económico.

La solución adoptada se ha obtenido después de varios tanteos, de manera que fuera mínima la carga anual que al conjunto de la economía nacional representara la construcción, conservación y explotación de la obra. Analicemos el importe de esta carga y los beneficios que la variante reporta, a fin de determinar la rentabilidad de la obra.

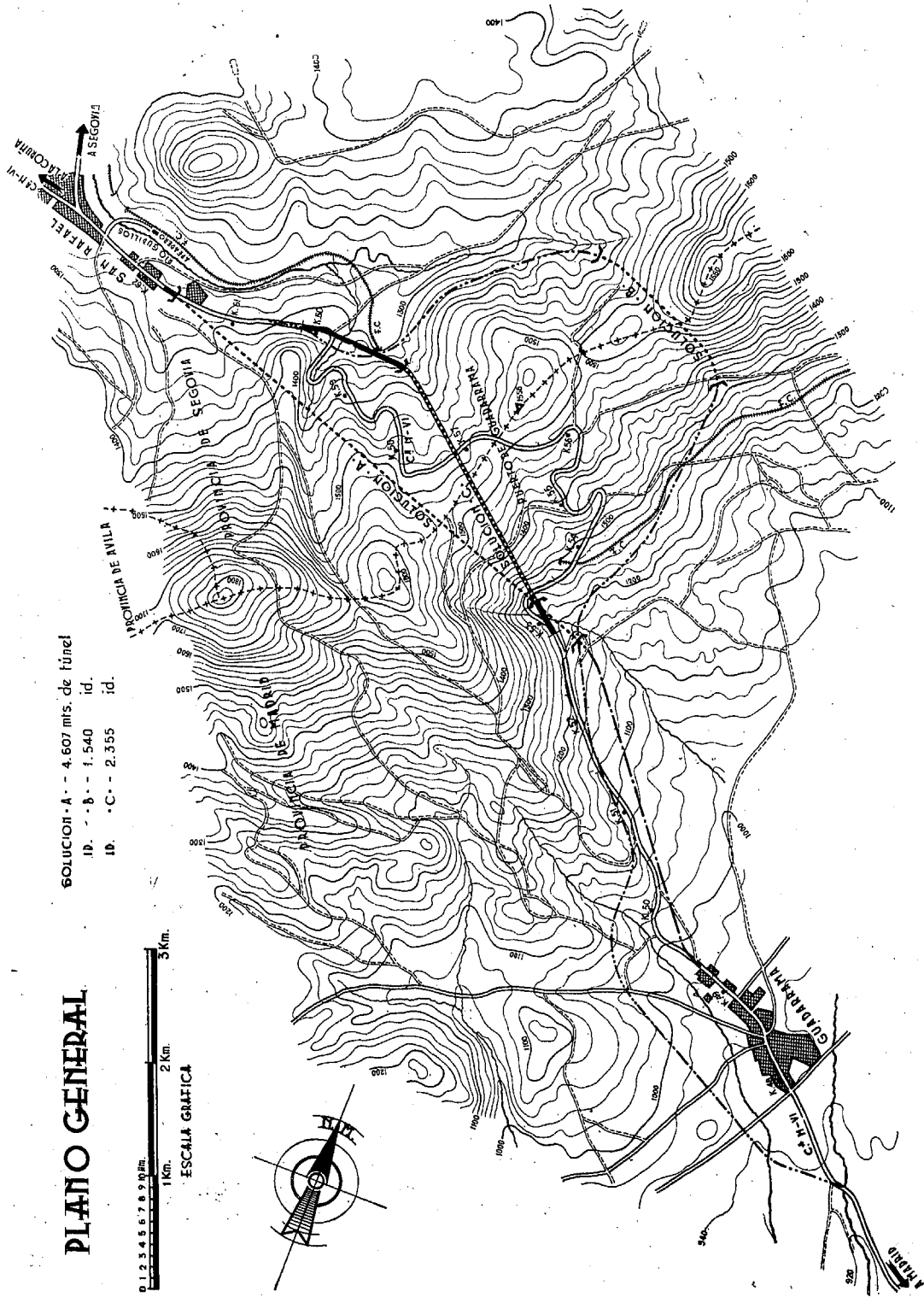
Prescindiremos de los beneficios sociales, estratégicos, etc., que puedan producirse, e incluso también de las ventajas económicas indirectas, consecuencia de la misma, limitándonos a determinar la economía obtenida por los usuarios de la carretera. Para ello emplearemos un procedimiento distinto del utilizado por los Sres. Aguirre y De los Santos — soluciones A y B — en sus proyectos, lo que nos permitirá cotejar los resultados obtenidos por los dos métodos y lograr, en definitiva, una comprobación de la exactitud de los resultados finales.

El Prof. Escario (*Camino*, pág. 20), supone que la relación de costes de transporte, en distintos trazados, es la siguiente:

Terrenos llanos	60
Pendientes medias	70
Pendientes fuertes	100

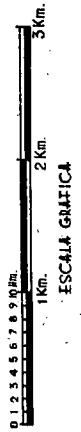
Con el criterio restrictivo que nos hemos impuesto en la determinación de los ingresos, aceptamos estos datos medios y consideramos la variante proyectada como un trazado de pendiente media, y la carretera actual como fuerte pendiente, aunque en realidad el tramo del Puerto de los Leones es excepcional Buena prueba de ello la tenemos en el consumo de carburante y desgaste de motores de los vehículos que por él circulan con frecuencia.

Como datos de frecuentación de la carretera, tenemos los obtenidos por el Circuito Nacional de Firmes Especiales en el año 1935, y los mínimos seña-



SOLUCION A - - 4.607 ms. de túnel
ID. - - B - - 1.540 id.
ID. - - C - - 2.355 id.

PLANO GENERAL



lados por la Jefatura de Obras Públicas de Segovia en un período de máximas restricciones. Son los siguientes:

CLASE DE VEHICULOS	NÚMERO DE CIRCULACIONES	
	Año 1935	Años 1948-49
Motocicletas	7 236	2 419
Turismos	164 982	75 482
Autobuses y camiones.....	71 615	50 187
TOTAL.....	243 833	128 088

A pesar de las restricciones, puede apreciarse el aumento relativo del número de camiones, que son precisamente los vehículos que, por su peso, padecen más en las fuertes pendientes.

El coste kilométrico de circulación, en tramos de carreteras normales, lo ciframos en 0,75 pesetas, para las motocicletas; 2,50 pesetas, para los turismos, y 6,00 pesetas, para los camiones y autobuses.

Con los datos anteriores tenemos elementos suficientes para determinar la disminución de gastos que la obra produce. Son los siguientes:

Con el tráfico del año 1935.....	6 729 757,86 ptas.
Con el tráfico restringido del período 1948-49	3 903 643,62 »

Comparando las distancias virtuales que el trazado actual y el nuevo suponen, llegamos a resultados prácticamente iguales.

En ambos casos no computamos los gastos extraordinarios originados en época de hielos y nieves a los usuarios de la carretera.

Analizamos la contrapartida de gastos:

En primer lugar tenemos el interés del dinero adelantado para la ejecución de la obra, que al 4 por 100 supone dos millones de pesetas anuales, y después, la diferencia de gastos de conservación y explotación de una y otra solución.

En la carretera actual hemos de hacer frente a la conservación ordinaria, al espaleo de nieves y a la frecuente reparación del afirmado; y en la variante proyectada, a su conservación y a los gastos de alumbrado y conservación.

La ventilación podría ser la partida más importante, pero con el escaso tráfico base del estudio económico que estamos haciendo, deberá funcionar en muy contados casos, por lo que, en principio, aceptamos la hipótesis de que los gastos de entretenimiento de las dos soluciones son iguales, sin que por ello cometamos un error de importancia, pues cualquier pequeña variación de la intensidad del tráfico tendría influencia muy superior.

Por tanto, tenemos una utilidad líquida de pesetas 4 700 000, con la intensidad de tráfico del año 1935, y 1 900 000 pesetas, con el restringido de 1948-49.

Como el tráfico ha de incrementarse grandemente tan pronto se normalice la situación actual, y el producto de la obra es valor oro por afectar totalmente a productos importados, vemos claramente la conveniencia de proceder lo antes posible a su ejecución, y por ello proponemos la adquisición de maquinaria especial para la perforación del túnel.

Pocas mejoras viarias ofrecerán un resultado económico tan satisfactorio, y en ello fundamos la esperanza al principio consignada, de que el acondicionamiento del cruce de la Sierra de Guadarrama sea en breve una realidad, superando las excepcionales condiciones en que la economía de nuestra querida Patria se ve forzada a desarrollarse.

CAMINOS QUE UNEN EL MUNDO

Al servicio de la sociedad,
los ingenieros se citan en Madrid

29 de febrero y
1 de marzo

Asamblea anual
del Consejo de
Asociaciones
Profesionales de
Ingeniería Civil de
Haba Española y
Portuguesa

2 y 3 de marzo de 2016

VII Congreso
Nacional
V Congreso
Iberoamericano
1^{er} Congreso
Internacional

de Ingeniería
Civil

4 y 5 de marzo

Asamblea del
Consejo Europeo
de Ingenieros
Civiles

Del 29 de febrero al 5 de marzo

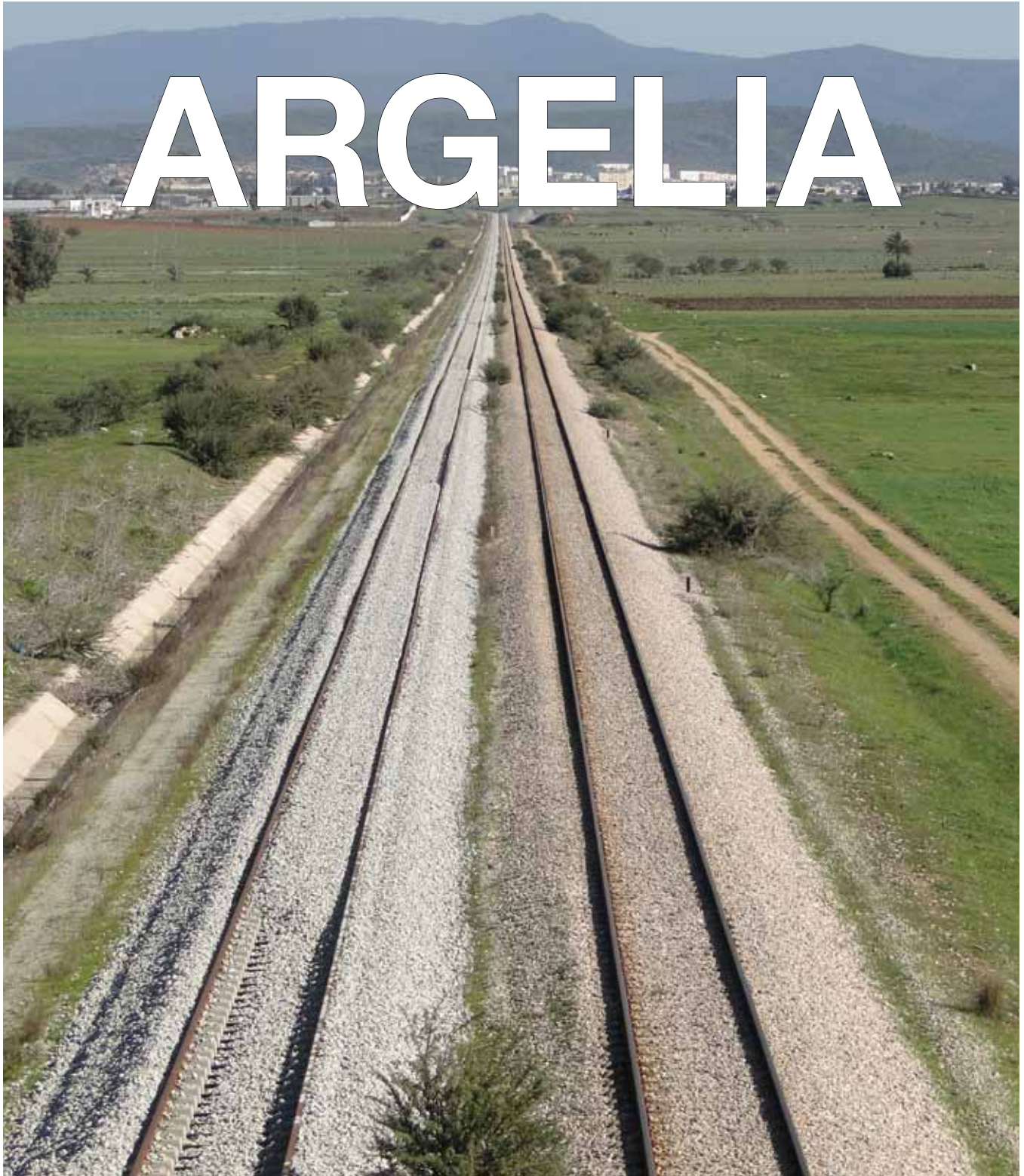
www.ciccp.es



Colegio de
Ingenieros de Caminos,
Canales y Puertos



FUNDACIÓN
CAMINOS



Ferrocarril Annaba-Ramdane Djamel (OHL)

Argelia, construir en el desierto

Paula Muñoz Rodríguez



Ante la bajada del precio del petróleo, la economía argelina vive un momento complicado. Sin embargo, esto no es impedimento para que el gobierno continúe con el plan de infraestructuras previsto hasta 2019. En él, las empresas españolas tienen mucha experiencia que demostrar y así lo están haciendo, en algunos casos, desde hace más de una década.



Con más de dos millones de kilómetros cuadrados de extensión, Argelia es el país más grande de África. Esta condición le obliga a mantener todas sus zonas lo mejor comunicadas posible.

Tras la VI Reunión de Alto Nivel entre ambos países celebrada el pasado 21 de julio en Madrid y el posterior Foro Económico bilateral al que asistieron más de 300 empresas, quedó demostrado que los lazos económicos entre España y Argelia son muy intensos. Como afirma Alejandro Polanco, embajador de España en Argelia, “llevamos dos años siendo su primer socio comercial”. Según los datos de la embajada, esto significa un volumen de 4.982 millones de dólares y una cuota de mercado del 8,54 % el año pasado, de los que, aproximadamente, el 60 % del total corresponden a infraestructuras.

Argelia se ha convertido en un mercado destacado para las empresas españolas. Están las grandes del Ibex-35 –energéticas, constructoras e ingenierías–, pero también muchas pequeñas y medianas empresas que han visto en este país una oportunidad de negocio. Según los datos del Centro Nacional del Registro de Comercio en Argelia hay 298 empresas con capital español.

Esto se está produciendo mientras el gobierno argelino está desarrollando el plan quinquenal 2015-2019, mediante el cual se destinan más del 40 % de sus recursos a proyectos de obra pública, entre los que destacan escuelas, poli-

deportivos, redes de tendido eléctrico, presas y estaciones de desalación.

El Gobierno proyectará la construcción de 13 nuevas ciudades repartidas por todo el país, entre ellas, Sidi Abdallah (al oeste de Argel), Bouinan (al sur de Argel), Boughezoul (a 250 kilómetros al sur de Argel), Hassi Messaoud que trasladará su emplazamiento actual por su proximidad con las estaciones petrolíferas. También está prevista la creación de 1,5 millones de viviendas nuevas. Además, en este mismo plan está destinado otro 40 % a la construcción de infraestructuras de transporte, como una nueva terminal de transbordo internacional de contenedores en el puerto de Djen-Djen (Jijel) y la extensión del metro, tranvía y teleférico de las principales ciudades. En el terreno de las infraestructuras, Argelia cuenta con 111.000 kilómetros, de los cuales está asfaltado el 80 %. En la actualidad, aproximadamente el 90 % del transporte interno de mercancías tiene lugar por vía terrestre en Argelia. Según el Esquema Director de Carreteras 2005-2025, está previsto construir 2.700 nuevos kilómetros de autopistas y autovías, así como rehabilitar 14.000 kilómetros de carreteras y 3.700 de vías secundarias, vías rápidas y circunvalaciones. También se pretende modernizar los puertos y aeropuertos con los que cuenta el país argelino.

Según el ICEX, los proyectos más importantes son:

- La autopista Este-Oeste con 1.216 kilómetros. Esta ruta une las ciudades del norte del país, desde Annaba hasta Tlemcen, y atraviesa veinticuatro provincias. La inversión total del proyecto supuso 11.000 millones de dólares.
- La autovía de los Hauts Plateaux: 1.300 kilómetros que busca frenar el éxodo

Argelia

Argel

Forma de gobierno

República semipresidencialista

Presidente

Abdelaziz Bouteflika

Moneda

Dinar argelino

Superficie

2.381.740 km²

Población

39.928.947 habitantes

Idioma

Árabe y francés

PIB

251.705 millones dólares

rural que tiene lugar desde hace décadas en la gran llanura central del país y comunica los Hauts Plateaux de forma rápida por vía terrestre con la zona norte del país.

- Los enlaces Norte-Sur: 34 carreteras (de unos 100 kilómetros de media cada una) enlazan la autopista Este-Oeste con la autovía de los Hauts Plateaux, por lo que se constituirán como importantes tramos de la red viaria argelina.
- Las circunvalaciones: Zeralda-Boudouaou (une el complejo turístico de Zeralda con la provincia de Boumerdès, al oeste de Argel), Tipaza-Bordj Menaiel (al este de Argel), Khemis Miliana-Bordj Bou Arreridj (al este del país).

Respecto al sector ferroviario, el Gobierno prevé que haya más de 10.400 kilómetros de vías férreas al finalizar 2015. Entre los proyectos destacan la electrificación de 719 kilómetros de líneas, que permitirán la circulación de trenes a 220 km/h) y la apertura de una línea de alta velocidad (350 km/h) que recorrerá el país de oeste a este.

El Ministerio de Transportes desea dotar a las grandes ciudades del país de sistemas de transporte urbano. Argel, Orán y Constantina cuentan con metro y con tranvía, mientras que otras ciudades estrenarán tranvía: Annaba, Sétif y Batna

(noreste), Sidi Bel-Abbès y Mostaganem (noroeste) y Ouargla (centro).

Assignia, un tranvía en desierto de Ourgla

Assignia Infraestructuras –compañía perteneciente al Grupo Essentium– lleva a cabo la ejecución de obras de la primera línea de tranvía de la ciudad de Ouargla, proyecto que conlleva la realización de trabajos en la catenaria, el alumbrado público y la señalización del tráfico. En este proyecto, iniciado en 2013 y cuya finalización se espera para 2016, está trabajando Enrique Catalá, junto con otros 40 españoles más, de los cuales el 80 % son ingenieros.

La infraestructura, que supone una inversión de 200 millones de euros, consta de 11,8 kilómetros de tranvía (de los cuales 10,5 son de doble vía), 23 estaciones de pasajeros, conexión con tres estaciones multimodales y un centro de mantenimiento con una superficie de 10 hectáreas, que tendrá tres hangares para el mantenimiento, lavado y pintado de los vehículos. El tramo de vía se encuentra dividido en seis secciones, cada una de ellas construida en base a una tipología que se adapta a las necesidades urbanas de la zona en la que se encuentra ubicada. De esta forma, todas las secciones contarán con doble vía salvo la última.



Tranvía en el desierto de Ourgla (Assignia)

Además de los trabajos sobre la vía y el centro de mantenimiento, para la ejecución de este tramo de vía es necesaria la construcción de un puente atirantado tipo bowstring sobre la carretera RN49, una de las principales vías de la ciudad. El puente contará con una estructura mixta de hormigón armado y acero laminado. Simultáneamente, se llevará a cabo la construcción de dos pasarelas elevadas. En concreto, Assignia empleará 7.000 metros cúbicos de hormigón armado, 630 toneladas de acero corrugado y 145 toneladas de acero estructural de alta resistencia.

La línea conectará el centro antiguo con la ciudad universitaria de Ouargla. El nuevo servicio de transporte tendrá capacidad para 5.000 pasajeros/hora y cubrirá 34 trayectos dobles con una frecuencia de 12 minutos. Según el Ministerio de Transporte de Argelia, quien ha encargado este proyecto, se calcula

que la infraestructura permita la creación de cerca de 1.000 empleos durante su realización y 500 puestos de trabajo fijo cuando entre en funcionamiento. La obra está enmarcada dentro del Plan Quinquenal del Gobierno argelino que contempla la construcción de otros ocho tranvías en distintos puntos del país norteafricano.

Este proyecto de Assignia Infraestructuras forma parte del Plan Estratégico del Grupo Essentium para los próximos cinco años, centrado en el crecimiento dentro de sus áreas de actividad y zonas geográficas estratégicas, siendo África y Oriente Medio algunas de ellas.

Comsa Emte, especializada en el tratamiento de aguas

Comsa Emte está presente en Argelia desde 2005 a través de la constructora Comsa y de sus filiales Deisa y Deisa Algeria (esta última al 50 % con PMS

International), especializadas en el tratamiento y depuración de aguas residuales. Desde entonces, la compañía ha llevado a cabo más de 20 proyectos en el país, entre obra pública e industrial y entre proyectos internacionales y nacionales. En la actualidad, depura las aguas residuales para una población de más de un millón de habitantes.

La empresa ofrece soluciones con una avanzada tecnología, cubriendo todos los aspectos del tratamiento de aguas: diseño, construcción, funcionamiento y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas. De este modo, se ocupa de dar los pasos iniciales (estudios de viabilidad e ingeniería iniciales) hasta la entrega de instalaciones llaves en mano, puesta en marcha, funcionamiento y mantenimiento.

Su filial Deisa es, a día de hoy, uno de los partners de referencia de la Office National de l'Assainissement (ONA), la entidad pública que gestiona el saneamiento de agua en Argelia, así como de las Directions de l'Hydraulique des Wilayas (DHW) de las distintas regiones departamentales del país.

En paralelo, Deisa también ejecuta proyectos de ámbito privado para el sector industrial argelino, como la central de ciclo combinado de Koudiet, plantas de agua de proceso para embotelladoras de bebidas carbónicas u otros proyectos para el sector químico y farmacéutico.

Durante esta década, Deisa ha ejecutado depuradoras en las principales ciudades del país, como Saida, Boussada, Tissemsilt, Mecheria, Ain Temouchent, Realizane o Sidi Ali Lebhar. Entre sus proyectos más recientes destacan la construcción de diversas depuradoras de aguas residuales en Arris, Sidi Aissa,



Depuradora en Mecheria (Comsa Emte)

Ain El Kihel, Rouached y Bougherdaine, el diseño y suministro de una estación depuradora de aguas residuales (EDAR) para la farmacéutica Biopharm en Argel, la mejora del sistema de tratamiento de aguas de lavado para la empresa Orsim en su fábrica de Oued Rhiou, y el tratamiento de las aguas residuales de la planta industrial que General Emballage posee en Akbou.

En 2008 se creó la filial Deisa Algeria y su crecimiento ha sido exponencial, en particular con la contratación de obra pública, ejecutando en este momento cinco EDAR y una cartera superior a los 1.300 millones de dinares (unos 11 millones de euros). Esta filial permite a Comsa Emte la ejecución de obra nacional, así como una logística y soporte muy importante para los proyectos internacionales, lo que es, sin duda, una ventaja competitiva de gran valor.

Sener, en Argelia desde 2006

Desde la apertura en 2009 de una división plenamente operativa en Argel, Sener está llevando a cabo trabajos de infraestructuras y transporte; aunque su labor en el país argelino se remonta al año 2006, cuando comenzó sus proyectos.

Entre sus últimas adjudicaciones, destaca la dirección de obra de las instalaciones y equipos de explotación en la autopista Este-Oeste de Argelia, que recorre el país a lo largo de 1.200 kilómetros, en paralelo a la costa mediterránea y desde la frontera tunecina hasta la marroquí. Este contrato, que fue adjudicado en 2014 por la entidad pública Algérienne de Gestion des Autoroutes, recoge los trabajos de dirección de las obras del lote Oeste, de 400 kilómetros, ubicado entre las localidades Maghnia (frontera con Marruecos) y Chlef. La finalización

del proyecto está estimada para agosto de 2016. El contrato comprende el control y seguimiento de los trabajos de realización de las instalaciones y los equipos de explotación del tramo.

En este proyecto se encuentra trabajando José Manuel Vicente, ingeniero de Caminos por la Universidad Politécnica de Valencia, de la promoción del 92. Según sus palabras, Sener se encarga de la “asistencia técnica para el proyecto de ejecución de las instalaciones de peaje de la autopista que recorre Argelia de Este a Oeste, desde la frontera con Túnez hasta la frontera con Marruecos, en su tramo occidental. Las obras se desarrollan en las Wilayas de Relizane, Mascara, Sidi Bel Abbes y Tlemcen, a lo largo de 330 kilómetros. La autopista, en este tramo, está ya construida y en servicio”.

Los trabajos de proyecto y construcción, emprendidos por un consorcio portugués-argelino-español consisten en la redacción de estudios técnicos de ejecución, la construcción de áreas de peaje, de servicio, de reposo, además del suministro e instalación de los equipos de peaje, comunicaciones y ayuda a la explotación. Asimismo, se incluye el mantenimiento de las instalaciones y la formación del personal encargado de la explotación. Sener, como responsable de control y seguimiento, se encarga de asegurar la correcta ejecución en condiciones de calidad, seguridad y respeto al medio ambiente, aportar consejos y notas técnicas, verificar estudios y trabajos, elaborar informes de seguimiento y proceder a la recepción de obras y equipos.

Sener también ha llevado a cabo el proyecto constructivo de las primeras tres extensiones del metro de Argel. En la actualidad, realiza la dirección de las

obras de la primera extensión, un tramo de 4,5 kilómetros que comprende cuatro estaciones y que fue inaugurado en julio de 2015.

Igualmente, está desarrollando el estudio de ordenación arquitectónica para la Bahía de Argel, que se integra con la nueva reestructuración estratégica que se le quiere dar a la ciudad. Se trata de un estudio global (del anteproyecto al proyecto ejecutivo), que implica a especialistas de las disciplinas de arquitectura, urbanismo, ingeniería civil e ingeniería marítima, con tramos prioritarios como Les Sablettes, de 4,5 kilómetros y la playa el Kettani, en Bab el Oued, de unos 900 metros. Sener prestará posteriormente asistencia técnica en la ejecución de las obras.

Además de estas obras en curso, Sener ha participado en otras infraestructuras de Argelia. En el ámbito del transporte urbano, intervino en los tranvías de Orán, Ouargla, Skikda, Bejaia, Sidi Bel Abbes y Setif, así como en el metro de Orán.

En este último proyecto, se encargó de los estudios de la primera línea del metro de Orán, un trabajo que incluyó tanto el estudio preliminar como el proyecto básico y de detalle de una línea subterránea de 17 kilómetros y un total de 20 estaciones.

En el tranvía de Orán, realizó el estudio básico, proyecto constructivo y redacción del pliego de condiciones para el concurso de construcción del tranvía, asesoría en la evaluación de ofertas presentadas y posterior seguimiento de obra. Se trata de un tramo de 17,7 kilómetros y 31 estaciones. Igualmente, Sener realizó el estudio y diseño de la estación intermodal de Sidi Maarouf.



Obras en la autopista este-oeste (Sener)

También se ocupó de los estudios de viabilidad para la implementación de líneas de tranvía en las ciudades argelinas de Ouargla, Skikda y Bejaia y llevó a cabo los servicios de ingeniería durante la fase de licitación del tranvía de Setif, con 15,5 kilómetros y 37 estaciones, y el apoyo técnico a la licitación de las obras de la primera línea de tranvía de Sidi Bel Abbes, cuya longitud es de 17,8 kilómetros en los que se reparten 26 estaciones.

Además, en el ámbito ferroviario de larga distancia destacan el proyecto constructivo de modernización de la línea ferroviaria Annaba-Ramdane Djamel, concretamente en un tramo de 40 kilómetros con dos túneles y cuatro estaciones. También el diseño del corredor ferroviario entre las ciudades de Saïda-Moulay Slissen, un tramo de 120 kilómetros con siete estaciones. Igualmente, Sener tomó parte en el

proceso de modernización de las instalaciones fijas de tracción eléctrica de la línea minera del este de Argelia, donde realizó el estudio de anteproyecto sumario y anteproyecto detallado, así como de la elaboración del dossier de consulta a las empresas constructoras, para la renovación de la catenaria y subestaciones a 3.000 VCC en los tramos de Dréam-Boucheougouf, Souk Ahras-Tébessa, Oued Kebrít-Ouenza (minas de hierro) y Aïn Chenia-Boukhadra (minas de hierro), con un total de 244 kilómetros, y para la electrificación a 1x25 KVCA del tramo comprendido entre Tébessa y Djebel Onk (minas de fosfato), de unos 116 kilómetros.

Sener ha estado presente igualmente en otros sectores como los astilleros, con el proyecto de modernización del astillero de Orán, y los aeropuertos, donde ha realizado los proyectos de detalle

de las cinco torres de control de los aeropuertos de Argel, Orán, Constantine, Gardaïa y Tamanrasset, así como el Plan Director del Aeropuerto Internacional de Argel Houari Boumediene, para la ENNA (Entreprise National de Navigation Aeriene).

Ecisa, a la conquista del mercado norteafricano

Esta compañía alicantina aterrizó en Argelia en 2012. En la actualidad, está ejecutando dos proyectos: uno en el ámbito de la obra privada y otro en el de la obra pública hidráulica. El primero de ellos es la ejecución de un complejo residencial de alto *standing*, en el que se incluyen cuatro plantas de aparcamiento, con 15.000 m², tres plantas de centro comercial, de 21.000 m² y dos torres de viviendas de 21 y 25 plantas, con 63.000 m² situadas en la vertical del mismo complejo comercial.



Edificio de viviendas Tours Cherif (Ecisa)

La cimentación se ha diseñado mediante una losa armada de espesor entre 1,8 y 1 m empleándose en la misma 8.000 m³ de hormigón de 30 Mpa. Ha sido necesaria la ejecución de una malla de pilotes de diámetro 800 y 28 metros de profundidad debido a las características geotécnicas del terreno. La estructura ha sido realizada mediante pantallas de hormigón armado y sistema de forjado reticular de espesor 30 y 35 cm con viga descolgada perimetral debido a la alta sismicidad y normativa argelina. Se han empleado tres millones de kilos de acero B500S y hormigón de 40 Mpa. Además para esta obra se ha introducido la técnica del forjado reticular en Argelia. En el país la práctica habitual consiste en forjados tradicionales de sistema unidireccional con vigas descolgadas o bien losa de hormigón.

El segundo de los proyectos es la ejecución de tres complejas estaciones de

bombear y red de colectores de impulsión de aguas residuales. Se trata de un sistema de aguas residuales en Orán, una ciudad con más de un millón y medio de habitantes. Este proyecto está presupuestado en 24 millones de euros. En la actualidad, la red de saneamiento unitaria de la ciudad de Orán está dividida en dos cuencas vertientes: la zona sur que confluye en la estación de bombeo de Petit Lac y que impulsa los caudales hasta la EDAR de El Kerma para su tratamiento, y la zona norte, que vierte sus aguas residuales directamente al mar.

El vertido de las aguas residuales de esta cuenca norte se realiza en diferentes puntos a lo largo de la franja costera de la ciudad de Orán. Así, de este a oeste se encuentran: Fort Lamoune, punto situado junto al puerto pesquero de Orán, que vierte al mar, a través de una galería de sección ovoidal, los caudales

transportados por el colector conocido como de Ras el Ain; diversos puntos de vertido de poca entidad al interior de los muelles de las diferentes dársenas que conforman el puerto de Orán; y el punto de vertido de Cowa Lawa, donde llegan dos galerías, la procedente del centro de la ciudad a través del denominado "Ovoïde Géant" y la Galería de Petit Lac.

Con todo ello, la obra que actualmente realiza Ecisa, tiene como objeto captar todos los caudales de aguas residuales que actualmente llegan al mar por Fort Lamoune, la zona portuaria y por el Ovoïde Géant, e impulsarlos hacia la EBAR de Petit Lac, para desde aquí ser a su vez reimpulsados hasta la EDAR de El Kerma. Para ello, se proyectan tres estaciones de bombeo de aguas residuales en cascada, cuyos parámetros fundamentales de funcionamiento para el año 2015 son:

1. Pêcherie recibe los caudales del colector Ras el Ain (OV-548), unos 200 metros aguas arriba de su vertido al mar en Fort Lamoune. La cota de conexión con este colector es la +6,0 msnm. Asimismo, recibe también los caudales de aguas residuales provenientes del puerto, para lo cual está también previsto un sistema de bombeos en el interior del mismo, con configuración en cascada hacia uno principal que es el que conecta directamente con la EBAR Pêcherie. Esta EBAR se ha dotado de un pretratamiento aguas arriba de los grupos de bombeo. Los caudales captados en esta EBAR son impulsados hasta la EBAR Centre Ville a la cual vierte a la cota +41,50 msnm. Dado que la cota de superficie de implantación de la EBAR es la +18,90 msnm y la de fondo de cántara del bombeo la +3,72 msnm, tiene una profundidad total de 15,18 metros. Para poder ejecutar la excavación de la EBAR, dada la gran profundidad de la misma y la proximidad del colector a entroncar OV-548, se ha previsto la ejecución de un recinto de pilotes de 20 metros de profundidad y 60 centímetros de diámetro, con una longitud total de 1.930 ml de pilotes. Por otra parte, la obra civil de la EBAR conlleva la puesta en obra de un total de 500 m³ de hormigón en el resto de estructuras, 1.600 m² de encofrados y 125.000 kilos de acero.

2. La estación de bombeo de Centre Ville se ha dividido a su vez en otras dos, con objeto de hacer una captación a diferentes alturas, según la cota entrada de los colectores que intercepta, a fin de optimizar el consumo energético de la misma. Así, esta estación se compone de la EBAR Inferior y Superior. La primera de ellas recibe los caudales del Ovoïde Géant (OV-1066) a la cota +12,0 msnm y los eleva hasta la EBAR Centre Ville-Superior a la cota +35,20 msnm. Dado que la cota de superficie de implanta-

ción de la EBAR es la +43,00 msnm y la de fondo de cántara del bombeo es la +9,50 msnm, tiene una profundidad total de 33,50 metros. Para poder ejecutar la excavación de esta EBAR, dada la gran profundidad de la misma, se prevé la ejecución de un recinto de pilotes de 38 metros de profundidad y 60 centímetros de diámetro, con una longitud total de 1.786 ml de pilotes y arriostros con varios niveles de anillos interiores de refuerzo de hormigón armado. Incluye también un total de 88.000 kilos de acero. La segunda recibe los caudales impulsados desde la EBAR Centre Ville Inferior, así como de los colectores unitarios de Gambetta (OV-412) y del Ravin Blanc (OV-160). La cota de entrada de los caudales elevados desde Centre Ville-Inferior es la +35,20 msnm, mientras que la de los colectores la +34,0 msnm. Recibe también los caudales elevados desde la EBAR Pêcherie a la cota +41,50 msnm. Dado que estos caudales ya fueron desbastados en la citada EBAR, acceden a Centre Ville-Superior directamente a la cántara del bombeo. Para los caudales unitarios por gravedad se ha previsto también un pretratamiento aguas arriba de los grupos de bombeo. Por otra parte, los caudales captados en esta EBAR son impulsados hasta la EBAR Gambetta a la cota +79,60 msnm. Dado que la cota de superficie de implantación de la EBAR es la +43,00 msnm y la de fondo de cántara del bombeo es la +30,40 msnm, tiene una profundidad total de 12,60 metros. Se prevé la ejecución de un recinto de pilotes de 17 metros de profundidad y 60 centímetros de diámetro, con una longitud total de 1.850 ml de pilotes. Por otra parte, la obra civil de la EBAR conlleva la puesta en obra de un total de 450 m³ de hormigón, 1.400 m² de encofrados y 125.000 kilos de acero.

3. Gambetta recibe únicamente los caudales impulsados desde la EBAR Centre

Ville-Superior. Al estar estos caudales ya pretratados, no se precisa la instalación de equipos de desbaste. Los caudales recibidos en esta EBAR son a su vez impulsados hasta conectar con la red actual de saneamiento a la cota +124 msnm, que conecta directamente con la EBAR de Petit Lac que los termina de impulsar hasta la EDAR El Kerma. Dado que la cota de superficie de implantación de la EBAR es la +83,25 msnm y la de fondo de cántara del bombeo la +75,60 msnm, tiene una profundidad total de 7,65 metros.

Isolux Corsán, infraestructuras y edificios civiles

Isolux Corsán está inmersa en la realización de una facultad de Ciencias Sociales de 4.000 plazas en Orán. Se trata de un edificio administrativo compuesto por cinco bloques unidos entre sí, formando una línea quebrada en forma de "L".

Todos los bloques constan de una planta bajo rasante y de planta baja. Los dos bloques de los extremos tienen tres alturas, los bloques intermedios tienen cuatro y el bloque central posee cinco alturas. En la zona de urbanización existe un parking subterráneo de una planta bajo rasante con accesos directos al edificio y salida a una plaza superficial sobre dicho parking. Este edificio de 38.000 m² construidos tendrá cinco cúpulas de acero en sus cubiertas de las cuales cuatro serán de base cuadrada y una de base octogonal aportando luz natural a los patios centrales de cada uno de los bloques de forma independiente. En las plantas bajas de cada patio se encontrarán fuentes de agua acompañadas de cierta vegetación.

El bloque central y nexo de unión de los otros cuatro bloques que lo acompañan será el que albergue las dependencias del ministro por tanto zona noble del edi-

ficio con acabados en mármoles y granitos. En este mismo bloque se encuentra un auditorio de 322 m² con 73 butacas, salas de reuniones y despachos de directores con sus correspondientes salas de espera y despachos de secretarías. Los bloques anejos tienen en sus sótanos 220 m² destinados a salas técnicas de las instalaciones que darán servicio al edificio. Exento de los bloques pero en la cota de sótano se encuentra el parking de 2.760 m² el cual cuenta con una capacidad de 70 vehículos. En las plantas bajas se encuentran las cocinas y dos comedores de 244 m² y 80 m² cada uno, repartidas estratégicamente por esta planta baja hay varias salas de rezo. El edificio además contará con un sistema de control de accesos, video vigilancia, detección y extinción de incendios, y cinco ascensores en cada uno de los bloques. En la plaza exterior de 2.760 m² bajo la cual se encuentra el parking se ejecutarán varios estanques con zonas verdes y solados de adoquines prefabricados de hormigón.

Isolux Corsán también está ejecutando la realización de un intercambiador de transportes en Bir Mourad Rais, en Argel. Esta estación está concebida con tres fines de uso: zona comercial en el nivel 1, zona de transportes públicos, autobuses, taxis, futura conexión con el tranvía en los niveles 1 y 0 y parking para vehículos particulares en los niveles 2 y 3. La estructura de los diferentes niveles de la estación será realizada con pilares y vigas de hormigón armado con forjados y losas de hormigón armado. La cubierta se prevé con una estructura espacial metálica compuesta de nudos esféricos y barras tubulares. Esta estructura está rematada por una cubierta con aislamiento térmico y una finalización con una membrana termoplástica reforzada con polipropileno y caucho etileno-polipropileno de alta resistencia

a las intemperies y de color blanco. Las zonas vidriadas estarán constituidas de un vidrio de alto rendimiento térmico. Las fachadas de locales comerciales y acceso andén de autobuses serán constituidas por muro cortina en aluminio lacado con ruptura de puente térmico anclado a la estructura principal de edificio. La superficie total a desarrollar es de 54.942 m² incluyendo zonas cubiertas, semicubiertas y no cubiertas.

También está desarrollando la primera línea del tranvía en Mostaganem, en consorcio con Alstom. En esta obra, Corsán Corviam participa como representante del consorcio CAI, junto a Alstom e Isolux Ingeniería. A lo largo del tranvía se encuentran ocho subestaciones eléctricas de aproximadamente 250 m² cada una, 24 estaciones de pasajeros, cuatro estructuras, tres pasos inferiores con longitudes de entre 180 y 640 m para salvar distintas líneas ferroviarias y autovía de acceso a la ciudad y el viaducto de Ain Safra de vigas doble T isostáticas prefabricadas con una longitud de unos 180 metros en ocho vanos de desarrollo.

Isolux Corsán también ha trabajado en la ejecución de una estación de tratamiento de agua potable en El Bayadh–Wilaya El Bayadh y en el estudio, ejecución y explotación de otra estación de agua potable en Mohammadia–Wilaya de Mascara, con capacidad para 95.000 habitantes. El primer proyecto preveía la realización del estudio, ejecución y explotación de una depuradora con una capacidad de tratamiento para 123.109 habitantes, para un horizonte de proyecto 2020. La depuradora trata las aguas usadas urbanas de la villa de El Bayadh con un volumen diario de 9.697,44 m³/día. El proyecto se dividió en dos partes, A y B. La primera de ellas comprendía los estudios de proyecto ejecutivo y realización de los trabajos de obra civil, suministros y montaje de equipos electromecánicos, tele gestión y control, puesta en marcha de las instalaciones. La segunda parte incluía la explotación de la instalación por un periodo de dos años. La línea de tratamiento adoptada para una respuesta a la capacidad y al nivel de tratamiento definido, es un tratamiento clásico por fangos activados a



Intercambiador de Transportes en Bir Mourad Rais - Argel (Isolux Corsán)

baja carga siguiendo se el proceso de aeración prolongado.

En su cartera de proyectos, Isolux Cor-sán cuenta con la nueva sede del Ministerio de Asuntos Religiosos y WAKS en Carroubier, (Argel) y la realización de un parque urbano y la ampliación del tranvía en la ciudad de Constantine. El importe total de este último contrato es de más de 300 millones de euros.

Entre las obras ya ejecutadas destacan la primera línea de tranvía de Orán y la estación desaladora de agua de mar de Mostaganem.

OHL, en la modernización de los ferrocarriles argelinos

El Grupo OHL trabaja actualmente en Argelia en una obra de infraestructura pública para la construcción de una vía ferroviaria entre las ciudades de Annaba y Ramdane Djamel, en el marco de un proyecto estratégico de desarrollo y modernización de los ferrocarriles argelinos.

El contrato de esta obra fue adjudicado por la empresa pública argelina Société Nationale des Transports Ferroviaires (SNTF) a un consorcio que lidera OHL con una participación del 88 %. El socio de la empresa española, con el 12 % restante, es Infrarail SPA, empresa pública argelina especializada en la construcción y mantenimiento de ferrocarriles.

El proyecto, Execution des prestations de Mise a Double Voie et Modernisation des installations sur la ligne Annaba/Ramdane Djame, está situado en el Noreste de Argelia, concretamente entre las Wilayas de Annaba y Skikda.

La obra, con un presupuesto en torno a los 300 millones de euros, consiste en la construcción de una nueva vía ferroviaria



Construcción de una vía ferroviaria entre las ciudades de Annaba y Ramdane Djamel (OHL)

de 76 kilómetros entre las ciudades de Annaba y Ramdane Djamel. De esta forma, la actual línea ferroviaria entre ambas ciudades se desdoblará para convertirse en una línea de doble vía, permitiendo una comunicación más fluida y moderna hacia el puerto de Skikda, ciudad estratégicamente importante para el estado argelino por ser un punto relevante en cuanto a la exportación de sus materias primas, base de su economía.

Además de la nueva vía, el contrato también contempla la construcción de dos estaciones de pasajeros de nueva creación (Gares de Berrajal y Azzaba) así como la adecuación y modernización de otras dos ya existentes (Gares de Oued Zied y Hadjar Soud), 21 estructuras de diferentes tipologías y dos túneles de 1.600 y 600 metros.

Galán Lubascher, construcción de viviendas

En virtud del acuerdo firmado entre el Gobierno de Argelia y Grupo Ortiz-Indagsa Hormigón Arquitectónico, y por medio de la sociedad mixta formada

entre los profesionales españoles y la empresa argelina Groupe Ola, existe la intención de construir 10.000 alojamientos con el sistema constructivo Indagsa. En este proyecto participa la empresa española Galán Lubascher.

Para la realización de los alojamientos, se instaló en EL Harrach, Argel, una fábrica para producir los paneles en hormigón armado del sistema constructivo, con opción de realizar prelosas armadas o pretensadas de hormigón. Del mismo modo, existe el acuerdo efectuar una transferencia tecnológica del conocimiento del sistema constructivo Indagsa de los técnicos y obreros de la sociedad mixta conformada.

La instalación permite la prefabricación de los paneles de hormigón armado para 2.000 alojamientos cada año. La fábrica se concibe para la producción pero con mesas metálicas fijas de grandes dimensiones que son abastecidas de hormigón realizado en planta de capacidad 120 m³/h con la utilización de dos autohormigoneras de 3 m³.



Alojamientos en Argel (Galán Lubascher)

Se instalaron un compresor de 27 m³/min para la vibración de los moldes y una caldera de 1.500 kilos de vapor para el secado de los elementos prefabricados. El movimiento de todos los elementos se efectúa por medio de cuatro puentes grúa y dos grúas torre con transferencia con capacidad de hasta ocho toneladas.

El prefabricado realizado se trata y se almacena en la parcela hasta el transporte sobre obra para su montaje. Se previeron espacios para vestuarios, oficina, taller de ferralla y laboratorio de control de calidad.

Ingenieros de Caminos en Argelia

En la actualidad, se estima que pueden estar trabajando en Argelia alrededor de medio centenar de ingenieros de Caminos españoles. Para ejercer como tal, el título de estos profesionales tiene que ser traducido y compulsado por el consulado de Argel. En opinión de Francisco José Benítez, gerente del consorcio OHL-Infrarail, adjudicatario del ferrocarril

Annaba-Ramdane Djamel, “en cargos gerenciales es recomendable una experiencia internacional previa, preferiblemente en otro país árabe, por afinidad con Argelia”. Además de estos requisitos burocráticos, en todos los casos se destaca como cualidad necesaria la paciencia. Para el gerente de OHL, “se requiere una buena dosis de sacrificio, paciencia, habilidad, amplitud de miras, dotes de mando”. Lo mismo opina David Ubals, director general de Deisa Algerie de Comsa Emte: “Hay que tener una mente abierta y respetuosa para colaborar con los argelinos, además de mucha paciencia. Ganarse su confianza es básico para conseguir tus objetivos: deben verte como un colaborador suyo, hablar de tú a tú, sin que un eventual ‘ego’ europeo pueda hacerles sentir inferiores”.

A estos requisitos, Enrique Catalá, de Assignia, añade cierto “conocimiento del sistema contractual con la propiedad y dirección de obra (interfaces, fichas modificativas, avenants...)”. Es-

tas cualidades, como afirma Gerardo Quero, area manager para África de Ecisa, “permiten implantar en el país los procedimientos adaptándolos a los recursos y medios materiales y humanos locales. Hemos de comprender que cada país, y en Argelia es así, tiene su propia ‘forma de trabajo’ a causa de su idiosincrasia, recursos, etc. y que un técnico debe dominar una materia pero debe adaptarse y adaptarla a la realidad del país”. También es necesario “gestionar una autorización temporal de trabajo, para lo que se requiere, entre otros documentos, un contrato de trabajo”, comenta José Manuel Vicente, responsable de obra civil de Sener en el proyecto del control y vigilancia de los equipamientos de peaje en la Autopista Este-Oeste, Lote Oeste. En este sentido, señala que “la entrada en el país precisa un visado, lo que también complica mucho la movilidad de los profesionales. Los procedimientos administrativos son complejos y exigen largos y tediosos trámites. Es preferible venir de la mano de una empresa que se encuentre implantada y que facilite y gestione el proceso administrativo necesario para obtener las autorizaciones de trabajo y permisos de residencia”.

La percepción que tienen los argelinos de los profesionales españoles es muy buena. Como comenta José Manuel Vicente, “los ingenieros expatriados son muy valorados y, además, hay una simpatía general en el país hacia los españoles”. Para Francisco José Benítez, “se aprecia su formación y suelen ser los profesionales que representan, en primera línea y ante el cliente, a las empresas españolas en el extranjero. Empresas que son vistas internacionalmente como de primer nivel, por el alto número y dificultad de los proyectos que ejecutan en todo el mundo y por

la experiencia adquirida en el ámbito de las infraestructuras”.

Emilio Arnau, exdelegado del Colegio en Argelia, comenta que los ingenieros argelinos “están muy distantes técnicamente de los españoles. He observado en algunos casos que sólo quieren trabajar en las funciones estrictas por las que se les contrata, por lo que si les pides algo fuera de esa función desisten en hacerlo, ellos aducen que no están preparados para otra cosa”. Y añade “en general se valora a cualquier expatriado europeo, sin embargo luego esperan que con su trabajo solucionen problemas que están arraigados a las costumbres o usos en ese país. Por ejemplo, si eres responsable del área civil en un proyecto en una oficina de control y asistencia técnica, normalmente por contrato tu equipo supervisor deberá ser local. En ese caso y salvo que hagas su trabajo, lo cual es complicado, no tendrás una información correcta, ni a tiempo, por lo que difícilmente puedes hacer bien tu trabajo”.

Y todo ello es porque como afirma David Ubals, “los ingenieros españoles, no solo los de Caminos, tenemos una buena base académica y profesional que permite enfocar los proyectos y su ejecución de forma profesional. Aunque los parámetros que se utilizan en España no siempre aplican en Argelia. El valor del tiempo, los problemas administrativos y burocráticos, los organismos de control, etc. Todo esto añade una complejidad a nuestra actividad en Argelia que hace imprescindible la colaboración del personal local”. Para Gerardo Quero, además, “la metodología de trabajo es muy diferente en España que en Argelia, aunque las distintas técnicas a las que estamos acostumbrados se diseñen e implanten localmente

existe una gran diferencia en cuanto a la disposición de recursos humanos de calidad para ejecutar estos trabajos. En general no existe como en España un tejido industrial amplio con empresas especializadas y profesionales lo que dificulta mucho la ejecución y sobre todo los tiempos y las cadencias de trabajo a las que se está acostumbrado en España”.

El salario medio de estos profesionales varía en función de la política de expatriación de cada empresa. Como afirma Gerardo Quero, de Ecisa, “en general podemos destacar que es usual que las condiciones de partida sean las mismas que las de un ingeniero trabajando en España, o sea un salario bruto/año similar a lo que se añade un plus de expatriación durante el tiempo que dure la misma y puede cubrir aspectos como la propia compensación de la expatriación, gastos de manutención, vivienda etc. Desde este punto de vista, sí que hay un incremento salarial por trabajar en Argelia. En relación a los ingenieros locales el nivel salarial general local es muy inferior a España con sueldos variables pero usuales entre 600 y 1200 euros para personal con experiencia”.

Estos profesionales, como afirma Enrique Catalá, trabajan “durante 21 días seguidos, 10-12 h diarias. El día a día se convierte en una rutina que se podría resumir en trabajo, deporte al finalizar la jornada y conversación diaria con la familia”. El gerente de OHL especifica más la jornada laboral: “Se trabaja de domingo a jueves. Los viernes son inhábiles y los sábados suelen tener la misma consideración que en España. La jornada empieza muy temprano y no acaba tan tarde como en España. A las 7 de la mañana la obra está ya a pleno rendimiento, y dura normalmente hasta las 18 h. El horario de oficina

suele ser de 8 a 19 h, con una hora para comer, que normalmente es a las 12 h para los argelinos y a las 13 h para los expatriados. Las reuniones de trabajo con el cliente suelen ser diarias y bastante prolongadas. La cena es en torno a las 20 h. Se suele vivir dentro de la base de vida. A las 22 h es la hora de ir a dormir. Normalmente se suele trabajar a doble turno, especialmente en los túneles, donde se trabajan en turnos diarios de 12 h”. Y añade, “los expatriados españoles en Argelia no suelen traerse a la familia, ya que no es posible asegurar un modo de vida similar al español, especialmente en destinos alejados. Suelen optar por venir solos. La estancia habitual es dentro de la base de vida. No obstante, los puestos de responsabilidad pueden optar por vivir en pisos, si lo desean, cuya búsqueda en todo caso gestiona y autoriza la empresa. Fuera de la capital del país no existen colegios bilingües para los hijos, lo que es otro inconveniente más para que se vengán a vivir aquí”.

En este punto es donde se encuentra uno de los principales inconvenientes. La separación familiar, del círculo de amistados y de toda actividad de ocio a la que se está acostumbrado en España. En el conjunto de ingenieros entrevistados, José Manuel Vicente se siente afortunado “por encontrarme en Argelia con la familia, lo que me permite una vida mucho más cómoda que a mis compañeros. Dado que llevamos años en el Magreb estamos habituados a las costumbres y no hemos precisado periodo de adaptación en esta etapa en Argelia. Evidentemente no todas las localizaciones son iguales, pero residir en Orán facilita mucho las cosas, especialmente para los que somos de Alicante, dado que tenemos muchos vínculos culturales e históricos, además

de un clima similar y buenas conexiones de transporte”.

Los ingenieros expatriados comentan que su estancia en el país argelino les permite “conocer idiomas, otras culturas y poder tratar con profesionales de otros países, además de continuar trabajando debido a la ausencia del mismo en España”, según Enrique Catalá. Para Gerardo Quero, “trabajar en otro país nutre personalmente a las personas por el conocimiento de otras culturas, formas de trabajo y puntos de vista. A medio plazo creo que induce un crecimiento personal y profesional. Por otro lado el aprendizaje de un nuevo idioma es un aspecto a destacar sin olvidar el aspecto económico”.

Las expectativas de futuro de estos profesionales pasan, de momento, por permanecer en suelo argelino. “Después de diez años, no puedo decir que no encuentre cierto atractivo al país. Pero mi vida personal está cambiando, y con la reciente llegada del segundo hijo, uno a veces se plantea el futuro. ¿Pero qué planes tiene España para los ingenieros de Caminos? ¿Cuántos compañeros de promoción trabajan en España como ingenieros de Caminos actualmente?”, se pregunta David Ubals. Para José Manuel Vicente, “mi proyecto personal, familiar y profesional pasa por residir y trabajar en el extranjero. Confío en las posibilidades de continuar en Argelia, pero no me cierro a otras oportunidades que mi empresa me proponga en el futuro. Puede que mi familia en España se enfade por ello, pero me encuentro muy integrado y a gusto aquí, aunque los añore. Tanto yo como mi familia nos manejamos con cierta soltura y disponemos de bastantes comodidades, por lo que puedo decir que estamos muy contentos aquí”. **ROP**



Enrique Catalá

Ingeniero de Caminos de Assignia



David Ubals

Director general de Deisa Algerie (Comsa Emte)



Gerardo Quero

Area manager para África de Ecisa



Equipo de Indagsa, Grupo Ortiz en Argelia



Francisco José Benítez

Gerente del consorcio OHL-Infrarail



José Manuel Vicente

Responsable de Obra Civil de Sener



Alejandro Polanco

Embajador de España en Argelia

“Argelia ofrece un enorme potencial de desarrollo”

¿Qué necesidades en infraestructuras tiene Argelia?

La mejora de las comunicaciones urbanas e interurbanas ha sido una prioridad para el gobierno argelino en los últimos años. En el anterior plan quinquenal 2010-2014 la dotación destinada al desarrollo de infraestructuras representó el 64 % del presupuesto asignado a dicho plan. El siguiente plan quinquenal, correspondiente a 2015-2019, se diseñó con una inversión total prevista de 262.000 millones de dólares. Sin embargo, la caída del precio del petróleo a partir del segundo semestre de 2014 ha hecho que el gobierno haya rebajado las expectativas y mantenga sólo, por el momento, las obras de infraestructuras estratégicas, así como aquellas adscritas a los planes locales de desarrollo. Otros, como algunos proyectos de tranvías cuya ingeniería de base ya estaba elaborada se han congelado. A pesar de la situación económica, Argelia seguirá requiriendo de infraestructuras. Se trata del país con mayor extensión de África y sus autoridades han anunciado una voluntad de diversificación económica, con especial énfasis en la reindustrialización. Sigue la ampliación de aeropuertos, el interés oficial por la construcción de nuevos puertos, el mantenimiento de la red de carreteras y otras obras civiles. Además de las infraestructuras de transporte hay una creciente

necesidad en desarrollar infraestructuras en el sector del medio ambiente, especialmente proyectos relacionados con el tratamiento de residuos y depuración de aguas.

¿Qué beneficios ofrece Argelia para que las empresas españolas inviertan en este país?

La importante presencia de empresas españolas de todos los tamaños implica un claro interés y retorno por invertir en Argelia. Este país ofrece un potencial de desarrollo enorme, y hay que verlo bajo el prisma de la cercanía y vecindad con España: es un mercado de más de 39 millones de personas, con una renta per cápita de 5.480 dólares en 2014, superior a la de otros países de la región, a poco más de una hora de avión desde cualquier gran ciudad española, con más de cinco vuelos diarios. Como toda apuesta hacia el exterior, requiere de cierta paciencia y del conocimiento de las dinámicas de un mercado distinto con especificidades propias. La legislación argelina requiere de sociedades mixtas, con un 51 % de capital local, lo que hace igualmente importante elegir bien el socio argelino. No obstante, la creación de una empresa de derecho argelino por parte de un inversor español permite acceder a las licitaciones nacionales y beneficiarse, en la parte proporcional al capital local, de un margen de preferencia del 25 % en precio.

¿Cuál es el proceso para que una empresa española pueda realizar infraestructuras en suelo argelino?

Hay múltiples posibilidades. Una empresa extranjera puede acceder a la obra pública bien a través de licitaciones, de adjudicaciones directas públicas o privadas u operando como subcontratista de una empresa nacional o extranjera adjudicataria de un proyecto.

¿Existe una legislación o algún convenio bilateral que favorezca el trabajo de las empresas constructoras españolas en el país? ¿Y de los ingenieros de Caminos españoles en el país?

La relación bilateral se enmarca en el Tratado de amistad, buena vecindad y cooperación de 2012, que es uno de los instrumentos privilegiados en las relaciones de España con otros países y contempla reuniones periódicas al más alto nivel. La Declaración de la VI Reunión de Alto Nivel que tuvo lugar en Madrid en julio pasado recoge la voluntad de ambos países de desarrollar la cooperación en los ámbitos de la vivienda y de la construcción mediante, en particular, la realización programas de alojamiento producidos y realizados según sistemas de construcción industrializados, la rehabilitación de los edificios antiguos, la gestión de la copropiedad y la planificación urbana. Además, se firmó un memorando de entendimiento en materia de infraes-

En noviembre de 2013, Alejandro Polanco fue nombrado embajador de España en Argelia, estado con el que nuestro país lleva dos años siendo el primer socio comercial. Tras su licenciatura en Derecho, este madrileño de 56 años ingresó en la carrera diplomática en 1987. Ha estado destinado en las representaciones diplomáticas españolas en Austria, Eslovenia y Marruecos. Ha sido subdirector general de Personal del Ministerio de Asuntos Exteriores.

estructuras y transportes, que se añade al acuerdo ya existente en materia de vivienda –de 2012– que prevé la constitución de asociaciones conjuntas hispano-argelinas para la realización de proyectos. En términos empresariales, existe además un Convenio para evitar la doble imposición de 2012 y desde la Embajada de España en Argelia seguimos trabajando para mejorar el entorno en el que los profesionales españoles puedan ejercer su trabajo en Argelia. El aumento de la presencia de empresas españolas aquí dependerá en gran medida de la capacidad que tengan de responder a las necesidades actuales argelinas, que son básicamente la búsqueda de modelos de coproducción que impliquen algún tipo de industrialización en el país de ciertas etapas o necesidades de la obra, que favorezca la permanencia de la inversión a largo plazo.

¿Qué requisitos necesita cumplir un ingeniero de Caminos español para poder trabajar en Argelia? ¿Están bien considerados?

La legislación argelina no requiere de requisitos específicos con carácter general. Hay licitaciones que exigen que el “maître d’ouvrage” cuente entre su personal con personal de características específicas, como por ejemplo que haya un jefe de proyecto ingeniero de Caminos con experiencia acreditada en obras de un determinado tipo.

Los españoles cuentan aquí con una imagen de seriedad y prestigio técnico que nos favorece.

¿Cómo perciben los argelinos a las empresas constructoras españolas? ¿Y a los españoles en general?

Como acabamos de comentar, hay una percepción positiva del personal técnico español y ello se extiende al sector de la construcción española, que goza de muy buena imagen en Argelia. Los argelinos viven los lazos de vecindad a los que antes me he referido, por lo que sienten cercanía hacia nosotros y se encuentran cómodos a la hora de tratar profesionalmente con españoles, en comparación con otras nacionalidades.

¿Cómo se valora la mano obra española en Argelia?

Los argelinos son conscientes del nivel formativo y profesional existente en nuestro país, y es por ello que no es extraño que en la contratación de determinadas obras se pida la participación española, ya sea en dotación de personal o en la compra de equipos y materiales. Por ello en los distintos foros de diálogo solicitamos a las autoridades argelinas que faciliten la entrada de los profesionales españoles a Argelia.

¿Cuáles son los principales inconvenientes que tienen los españoles que van a vivir y trabajar a Argelia?

El país es muy extenso y presenta unas

En diciembre de 2004 fue designado embajador de España en la República Islámica de Mauritania y en julio de 2009 fue nombrado director general de Recursos Pesqueros y Acuicultura en el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Antes de su incorporación a la embajada de España en Argelia fue secretario general y patrono de la Fundación Consejo España-Estados Unidos.

condiciones geográficas, climatológicas y de seguridad muy dispares. Trabajar en el Gran Sur argelino es de por sí un reto, al que hacen frente muchos compatriotas a los que admiro y que viven hoy en bases de vida. En el norte, la situación es más benévola. Para el desarrollo profesional, hay que encontrar un punto de equilibrio entre ambas culturas de trabajo, que no siempre coinciden en cuanto a percepción de tiempos y ritmo. Desde el punto de vista administrativo, seguimos trabajando para intentar que la obtención de permisos de trabajo sea más sencilla.

¿Qué recomendaciones haría a un español que está pensando en ir a buscarse la vida a Argelia?

Los españoles residentes aquí superan el millar, con otros tantos registrados como no residentes, concentrados principalmente en las ciudades de Argel y Orán. A quien pueda estar pensando en sumarse a ellos, le animaría a conocer el país y las características de la zona elegida, pues éste es un país enorme con grandes diferencias entre regiones. Una vez aquí, notará cómo los argelinos sienten los vínculos históricos y culturales con España. Es un país maravilloso pero no exento de dificultades. En su relación comercial, y como ante cualquier otra aventura extranjera, siempre es recomendable haber clarificado de antemano las condiciones laborales y salariales con el empleador. **ROP**

Torre de control del aeropuerto de El Dorado, en Bogotá



Construcción de la estructura de la torre

FCC ha realizado la nueva torre de control y el Edificio de Gestión y Control de Aviación Civil del Aeropuerto Internacional El Dorado, en Bogotá (Colombia). Esta nueva infraestructura permitirá agilizar el tráfico aéreo del país

Este mes de diciembre ha entrado en funcionamiento la nueva torre de control del aeropuerto y el Edificio de Gestión y Control de Aviación Civil del Aeropuerto Internacional El Dorado, en Bogotá (Colombia), a 15 kilómetros al oeste del centro de la capital.

Estas nuevas instalaciones, construidas por FCC, permitirán duplicar el número de sus operaciones del tráfico aéreo del primer aeropuerto en volumen de carga y el tercero de pasajeros más importante de América Latina. Con 90 metros, la torre de control de El Dorado se convierte en la más alta de América Latina.

Durante su inauguración, en su discurso, el presidente José Manuel Santos ha destacado que esta nueva infraestructura aeronáutica es el fiel reflejo de la transformación que el país está acometiendo y simboliza el emblema de la modernidad que traerá paz, equidad y educación a todos los colombianos, objetivo prioritario de la actual administración. El nuevo Centro de Gestión Aeronáutica dará respuesta al crecimiento de las operaciones aeroportuarias, que pasarán de 58 a 90 cada hora, lo que sin duda, es un ejemplo de la competitividad que requiere el país colombiano, ha afirmado Santos.

Tras un plazo de 40 meses, con una inversión que asciende a unos 50 millones de euros y una superficie total de 16.000 metros cuadrados, FCC finaliza una infraestructura que influirá decisivamente en el crecimiento del volumen de tráfico aéreo del aeropuerto El Dorado, el primero de América Latina por volumen de carga (648.000 toneladas) y el tercero por pasajeros (20,4 millones al año).

La nueva edificación, con alrededor de 90 metros de altura, se convierte en la torre más alta y mejor equipada de América Latina, dotada con siste-

mas de control de tráfico aéreo que garantizarán el mejor servicio de navegación aérea de la región.

La inauguración de las nuevas instalaciones se realizó tras una visita de las autoridades a las salas de simulación y de control del espacio aéreo de Colombia para terminar con la subida a la sala de controladores donde el presidente ha podido constatar la operación de contacto de una aeronave en tiempo real.

Al acto asistieron la ministra de Transporte, Natalia Abello, y el director de

la Aeronáutica Civil, Gustavo Lenis, en representación del Gobierno de Colombia acompañados, entre otros, por Carlos M. Jarque, primer ejecutivo y CEO de FCC, Vicente Mohedano, director general de FCC Construcción, José María Torroja, director de la Zona América Latina, Pedro Collado, director de la compañía en Colombia y Emilio Oterín, gerente del proyecto de construcción.

La torre está diseñada para satisfacer los requisitos necesarios para el servicio de control de tránsito aéreo del aeropuerto, principalmente en las



Trabajos de construcción



Vista cenital de la torre

áreas críticas, que refuerza la seguridad, el ordenamiento y la agilidad que demandan los usuarios del espacio aéreo. Además, garantizará la capacidad operacional máxima del aeródromo y actualizará la tecnología a la vanguardia mundial.

Esta nueva torre de control cuenta con dos cabinas, una para el control de tránsito aéreo y otra para el control del servicio de dirección en plataforma (SDPM), que garantizan una visibilidad de 360 grados sobre el aeropuerto y la línea de vista a cada una de las cabeceras de las pistas.

Con este proyecto, una de las obras de infraestructuras aeronáuticas más importantes adjudicadas por la Autoridad Aerocivil Colombiana, y desarrollada por FCC, el país contará con un moderno complejo acorde a las necesidades y los retos futuros para la prestación de servicios de tránsito aéreo y navegación aérea en el continente americano.

La presencia de FCC en Colombia, se remonta a los años 80 con la construcción del metro de Medellín. Recientemente, la compañía se adjudicó el túnel del Toyo por 392 millones de euros. En la actualidad, el

Grupo de Servicios Ciudadanos lleva a cabo el dragado del río Bogotá en las inmediaciones de la capital. Este proyecto tiene como objetivo la mejora de la calidad de las aguas, la prevención de inundaciones y la recuperación del cauce como zona multifuncional y de esparcimiento. Además, contempla la ampliación del cauce del río a lo largo de los 40 kilómetros que discurren más próximos a la capital por su parte occidental. Asimismo, la compañía española está trabajando en el sistema de señalización del metro de Medellín, a través de su filial FCC Industrial.

Pedro Collado, director país FCC Construcción en Colombia, amplía información sobre esta obra de la empresa en Bogotá.

¿Con que retos se han encontrado en la construcción de esta obra?

El terreno fue uno de los retos significativos para lograr el éxito de la cimentación. Es un terreno bastante malo con gran profundidad de los lodos típicos de la ciudad de Bogotá. En el Centro de Gestión de la Aeronáutica Civil (CGAV) la cimentación fue con pilotes “in situ” 1.051 unidades en concreto de 50 cm de diámetro con profundidades de alrededor de 25 metros para formar la fundación; en la Torre de control, los pilotes fueron prefabricados, se colocaron unos doscientos pilotes con la técnica de hincado, de 43 metros lineales de profundidad de 40x40 centímetros a una profundidad de unos 42 ml. Toda esta enorme masa de pilotes de la torre se cubrieron con una gran losa de encepado formado por una losa continua de 2 metros de altura, y 1.500 metros cúbicos de concreto, que empezamos a hormigonar el 29 de marzo del 2014 a las 8 de la noche y terminamos al día siguiente a las 12 del medio día; fue una proeza, en el país creo que nunca se había asistido a una colocación tan grande de hormigón masivo de una sola vez en edificación, para hormigonar una losa tan gigantesca que luego dio lugar a la base del fuste de hormigón del que hemos comentado, de 70 metros de altura, seis de diámetro y las paredes de 30 metros de espesor.

Otro de los retos importantes, fue el escaso tiempo que tuvimos para construir la torre de control, en especial su muy original estructura metálica. Esta estructura metálica de 80 de altura,



La torre y el edificio de gestión y control de Aviación Civil



Fachada del edificio de gestión y control



Interior del edificio de gestión y control

1.300.000 kilos y 32 metros de diámetro en la parte superior más ancha. La forman 10 hélices en sentido positivo y otras 10 hélices en sentido negativo. Esta estructura en forma helicoidal con la cual se ha forrado el fuste, y que le da un enorme valor estético a la Torre, fue tremendamente complicada de construir y el tiempo que tuvimos para ello fue muy corto, alrededor de 8 meses, realmente marca uno de los hitos, derivado de las dificultades que conlleva su construcción.

¿Qué novedades técnicas se han desarrollado en su realización?

Para poder realizar los trabajos de pilotaje y que la maquinaria de cada especialidad, pudiera apoyarse bien, se colocó una gran solera de hormigón celular en un espesor de 70 cm que sustituyó a las cenizas que estaban proyectados. Solo después de colocado el hormigón celular a modo de una gran solera la maquinaria pudo trabajar cómoda, limpio y sin barro la base, aun con lluvia, se pudieron hacer los cajeados para los encepados con limpieza, precisión, rapidez y sin desperdicio de hormigón. Vinieron a ver esta solución varias empresas colombianas y a hacer fotos de la efectividad de esta solución para plataforma con barro, muy típico de Bogotá.

¿Cuántas personas han estado trabajando en ella? ¿Cuántos eran ingenieros de caminos españoles?

Tuvimos picos de 400 y 500 personas, como personal de los subcontratistas. En cuanto al personal de *staff* 22 personas, uno de ellos ingeniero de Caminos español.

¿Por qué cree que era necesaria la realización de esta infraestructura?

En los últimos años la aviación civil ha venido creciendo muy fuertemen-

te a 12 % anual, aunque este año ha bajado bastante. Los colombianos piensan en las enormes posibilidades que ofrece el Aeropuerto de Bogotá Colombia en general para el tráfico aéreo Internacional. Por ello, consideran una expansión fuerte en este área y de ello se explica el gran tamaño de los proyectos, como el Centro de Gestión Aeronáutica de Colombia CGAC o este que analizamos de la torre de control en El Dorado.

¿Qué va a suponer para el desarrollo del tráfico aéreo de este aeropuerto?

Aumento del número de aterrizajes y despegues con más seguridad y calidad del tráfico aéreo.

¿Qué ha aportado FCC a la construcción de esta Torre?

Principalmente, podríamos destacar cuatro puntos:

- a. La utilización del encofrado trepan-te para la construcción del fuste
- b. Construcción de la base de hormi-gón celular utilizadas anteriormente
- c. Construcción de la estructura me-tálica con tornillos ocultos (fue un cambio en el diseño, ya que todas las uniones eran inicialmente soldadas) que permitió construir la estructura en tiempo récord de 8 meses.
- d. Construcción de la galería subte-rránea de 70 metros de longitud para la distribución de todas las conduc-ciones desde el edificio de instalacio-nes a los edificios del CGAC y la Torre de Control, lográndose una gesti-ón única de todo el complejo y adaptan-do los diseños iniciales (CGAC y To-rrre) a un único proyecto. **ROP**



Torre en construcción. Estructura helicoidal



Torre finalizada

Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Burgos*



Vista exterior del edificio

El origen de la Escuela Politécnica Superior se encuentra en el Real Decreto 3285/62 (B.O.E. de 15 de diciembre) por el que se crea en Burgos la Escuela Técnica de Aparejadores, cuyos estudios se implantarían curso por curso, encontrándose así la génesis de esta Escuela. Posteriormente, la Orden Ministerial de 6 de marzo de 1963 dispuso que en el curso académico 1963-64, se impartieran las enseñanzas de los llamados 'Preparatorio' y 'Selectivo'; además, por Real Decreto 3608/63 (B.O.E. de 2 de enero de 1964), se crea la Escuela de Peritos de Obras Públicas, comenzando los estudios correspondientes en el curso 1967-68 (segunda escuela de España, tras Madrid). La Ley General de Educación y Financiamiento de la Reforma Educativa, de 4 de agosto de 1970, crea la figura de las Escuelas Universitarias.

La reorganización de los centros y su incorporación a las estructuras universitarias, según Orden Ministerial de

12 de marzo de 1979 (B.O.E. de 22 de marzo), supuso la integración de las Escuelas Técnicas de Grado Medio en la Universidad, pasando a tener categoría de Escuelas Universitarias; es así como los dos Centros existentes hasta la fecha, pasan a denominarse, respectivamente, Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica y Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Obras Públicas y se integran en la Universidad de Valladolid. Años más tarde, y por Real Decreto 1575/1986 de 28 de Junio (B.O.E. de 1 Agosto de 1986) se crea la Escuela Universitaria Politécnica de Burgos unificándose las Escuelas Universitarias de Arquitectura Técnica, Ingeniería Técnica de Obras Públicas e Ingeniería Técnica Industrial.

La Universidad de Burgos nace con la Ley 12/1994 de 26 de mayo de creación de la Universidad de Burgos (B.O.E. 27-5-94), comenzando su andadura con la entrada en vigor de la citada Ley el 28 de mayo de 1994 e independizándose

totalmente, en ese momento, el Campus Universitario de Burgos de la Universidad de Valladolid.

La Ley 12/1994 indica que en la Escuela Universitaria Politécnica de Burgos se impartirán, entre otros, los estudios de Ingeniería Técnica de Obras Públicas, en sus especialidades de Transportes y Servicios Urbanos y Construcciones Civiles, e Ingeniería Técnica en Informática de Gestión. En el curso académico 1995-96 comienzan a impartirse los estudios de Ingeniería Técnica de Obras Públicas, en sus especialidades de Transportes y Servicios Urbanos.

Ya en el año 1998, el Decreto 210/1998, de 1 de octubre (BOCyL de 6 de octubre), de la Consejería de Educación y Cultura de la Junta de Castilla y León, crea la Escuela Politécnica Superior de Burgos, por transformación de la Escuela Universitaria Politécnica; además, este Decreto le autoriza para impartir las enseñanzas conducentes a la obtención del título de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos - primeros estudios de ciclo largo-, comenzando el mismo curso académico 1998-99 y cuya primera promoción sale en 2003.

Posteriormente, debido al proceso de adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior, establecido por el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, modificado por el Real Decreto 861/2010, de 2 de julio, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales, se establecen los actuales Grados en Ingeniería Civil con menciones en construcciones Civiles y en Transportes y Servicios Urbanos. Comienzan su andadura en el curso 2010-2011.

Asimismo, se establece la impartición del Master en Ingeniería de Caminos, canales y puertos. Los retos de la dirección de la Escuela pasan necesariamente por consolidar la implantación del máster, ya en su tercer año de impartición. En palabras de José Rubén Gómez, “esto implica necesariamente analizar y, en su caso, mejorar las diferentes dimensiones que atañen al proceso de enseñanza y aprendizaje. Procesos como la autoevaluación del profesorado, la mejora continua de los medios y métodos pedagógicos, análisis de resultados, deben ser continuamente testados y mejorados”. Respecto a la Escuela, una meta a corto plazo lo constituye el programa Audit. Además, esta titulación está en vías de comenzar con el programa Acredita Plus a fin de obtener el sello EURO-ACE en consonancia con otras titulaciones de este centro.

Por otra parte, próximamente se procederá a la renovación de la acreditación del Máster; respecto a este punto, “la experiencia previa adquirida en la renovación de los grados y másteres que, en la actualidad, también se imparten en la Escuela Politécnica Superior y en los que, en estos momentos, nos encontramos inmersos, nos dotará de una experiencia importante a la hora de abordar con éxito la renovación del Máster de Aaminos”, asegura el director de la Escuela.

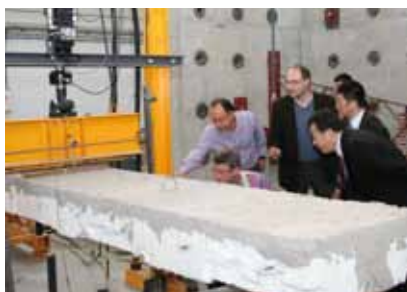
Otro de los factores clave para el buen desarrollo de la Escuela es la comunicación permanente con el alumnado. En este sentido es intención de la dirección potenciar el canal de comunicación, reforzando así el protocolo ya establecido por el Sistema de Garantía de Calidad del título. “Debemos escuchar más a nuestros alumnos, detectar sus necesidades, intuir sus

inquietudes. Bajo este principio cabe destacar el sistema de encuestas tanto a estudiantes como a los alumnos egresados y de gran utilidad dentro del programa Docentia para evaluación del profesorado”, afirma José Rubén Gómez.

Para facilitar el salto de los alumnos a la vida laboral, a lo largo de la historia de la Escuela, “hemos establecido acuerdos con más de 150 empresas como así se puede constatar en las memorias del Grado y del Máster. Existen fuertes vínculos con grandes

empresas, administraciones públicas y otros tipos de entidades, que han hecho posible un primer contacto entre estudiantes y egresados con el mundo laboral, a través de las diferentes fórmulas contempladas al efecto por nuestra Universidad”, señala el director.

En 2017, la Escuela celebrará los 50 años de los estudios de Ingeniería Técnica de Obras Públicas, precursora tanto del actual grado en Ingeniería Civil, como de los estudios de Ingeniería de Caminos. **ROP**



Diversos laboratorios de la Escuela



Salón de actos y boiblioteca

José Rubén Gómez Cámara

*Director de la Escuela Politécnica Superior
de la Universidad de Burgos*

¿Qué perspectivas de empleo tienen los estudiantes que salen cada año de la Escuela?

Siendo sinceros, ciertamente las perspectivas de empleo en estos momentos no son todo lo satisfactorias que nos gustaría, al igual que ocurre en otras escuelas. En cualquier caso, la tasa de empleo de nuestros egresados es considerablemente más alta que en otros niveles de estudios. Además, por el perfil de nuestros estudiantes, a la alta formación recibida le suele acompañar, por lo general, dominio de idiomas e incluso, como está ocurriendo en esta Escuela con algunos estudiantes, formación complementaria en MBA y/o en otras ingenierías de nuestra Universidad, como es el caso de grados y másteres relacionados, sobre todo con el sector industrial, lo que facilita considerablemente la integración en la vida laboral, al diversificar su empleabilidad.

¿En qué otros campos, además de los tradicionales, puede desarrollar su actividad profesional un ingeniero de Caminos?

La formación adquirida por un estudiante de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos es de tal intensidad que, a las habituales salidas ya conocidas, se pueden sumar cualesquiera que precisen de un perfil altamente tecnológico, como puede ser, por ejemplo, la industria y, en particular, la gestión en este sector, por ser este un sector en alza, sobre todo en entornos con cierto nivel de industrialización como es el caso de Burgos. En cualquier caso, el alto nivel de capacitación no solo tecnológico sino también en otras disciplinas

de carácter más transversal, hacen del estudiante una persona altamente capacitada para actividades de gestión, de investigación y, como no, en la componente del emprendimiento en actividades de alto valor añadido.

¿Cuáles son las principales características de los ingenieros de Caminos?

De mi experiencia como director, he podido constatar que el ingeniero de Caminos es un profesional con muy alta cualificación, capaz de abordar con elevadas posibilidades de éxito cualquier cometido en el ámbito de la ingeniería civil y empresarial; labores como la redacción de proyectos, dirección de equipos de trabajo, ejecución de grandes infraestructuras, gestión en administraciones públicas, investigación, docencia, etc. todo ello bajo entornos de dificultad, son funciones propias de este perfil y que desarrolla con máxima eficacia.

¿Qué programas de intercambio tienen con Escuelas de otros países? ¿Qué aportan a los estudiantes?

En estos momentos, la Escuela tiene convenios, entre otros, con Italia, Portugal, Reino Unido, Alemania, Rumania, Polonia, Hungría, Turquía, Chile, Argentina, Brasil, México, Canadá y Estados Unidos. Quisiera resaltar especialmente los convenios con la Cooper Union en Nueva York, la Edinburgh Napier University en Edimburgo y la Chongqing Jiaotong University en China, que están dando muy buenos resultados –los alumnos saldrán titulados en ambas universidades y, además, con un eleva-

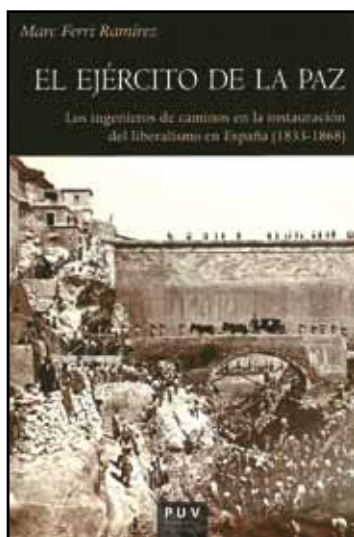
do nivel en los tres idiomas más hablados del mundo–. Es importante indicar que estos programas dotan al alumno de una elevada capacidad para desarrollar su actividad profesional en cualquier parte del mundo.

¿Existen acuerdos entre la Escuela y algunas empresas para que los estudiantes den sus primeros pasos en el ámbito profesional?

Destaca el Programa Cantera donde se combina de modo flexible la asistencia a clase con el desarrollo práctico de proyectos adecuados a su vocación y formación universitaria en el ámbito empresarial. Para ello, el estudiante camina de la mano de un tutor académico especialmente vinculado con el estudiante y un tutor empresarial responsable del desarrollo de la labor del alumno. Todo ello se acompaña de un proceso individualizado de coaching y monitorización, y de un plan personalizado de desarrollo competencial establecido en base a las necesidades del proyecto específico que se lleva a cabo en la empresa o entidad concreta.

¿Cómo valora los servicios de empleo e internacionalización que ofrece el Colegio?

Indudablemente, todo servicio que tenga por finalidad ayudar al egresado a encontrar trabajo, debe ser altamente valorado y potenciado en la medida de las posibilidades. Coincido, en general, con las apreciaciones realizadas por otros directores de Escuela ya entrevistados. Como complemento, indicar que las últimas charlas y jornadas realizadas por el Colegio y ofrecidas en muchos casos, mediante videoconferencia o similares, facilitan, a nuestro juicio, enormemente el seguimiento por parte de nuestros alumnos ya que evitan costosos desplazamientos hasta las sedes correspondientes. **ROP**



‘El ejército de la paz. Los ingenieros de Caminos en la instauración del liberalismo en España (1833-1868)’. Marc Ferri Ramírez, Valencia, Universitat de Valencia, 2015.

Son cada vez más los autores que, desde el ámbito universitario –geógrafos, historiadores, economistas–, se acercan a la España del XIX con una mirada nueva, en que la historia de la técnica cobra una importancia creciente. Los técnicos empiezan a aparecer en unos relatos que antaño estuvieron reservados a los cortesanos o a los espadones. Los estudios de Josefina Gómez sobre los primeros ingenieros de Montes; los de José Luis Ollero, acerca de Sagasta; Carlos Larrinaga, sobre Manuel Peironcely; Rocío Román sobre Gabriel Rodríguez, o Sebastián Hernández, sobre León y Castillo, son algunos ejemplos de ese interés. En Valencia hay dos escuelas especialmente activas en este sentido, la Cátedra Demetrio Ribes, dirigida por Inmaculada Aguilar, y la que José Miguel Ruiz, Iván Portugués y otros varios forman en torno a Joan F. Mateu.

A este último grupo pertenece Marc Ferri Ramírez, cuyas tesis doctoral, dirigida por el propio Mateu y Jesús Millán, versó sobre las obras públicas en el territorio valenciano durante la formación del estado liberal. De esa tesis, con un enfoque más amplio, procede el espléndido libro que comentamos. Su expresivo título “El ejército de la paz” está tomado de una frase de Nicomedes Pastor Díaz, “hoy forman los ingenieros el ejército de la paz encargado de facilitar los progresos de la industria y el comercio”. Fue escrita en 1847, a poco de tomar posesión del ministerio de Comercio, Instrucción y Obras Públicas.

La idea que preside este libro puede resumirse en las dos líneas con que Marc Ferri encabeza su Introducción: “El Cuerpo de Ingenieros de Caminos es una institución clave para comprender la instauración del moderno Estado liberal en la España del siglo XIX”. La obra se estructura en tres capítulos, el primero de los cuales versa sobre los orígenes y el desarrollo del Cuerpo de Ingenieros de Caminos; el segundo se dedica la labor de los ingenieros de Caminos en la política isabelina y el último a las políticas estatales de Obras Públicas. Como no podía ser de otro modo, las páginas de la ROP, son una de las fuentes básicas para su investigación.

La labor, sobre el terreno o en el Parlamento, de ingenieros como Sagasta, Ardanaz, Elduayen o Subercase y de otros menos conocidos, como Areitio, Echevarría, Miranda Núñez de Prado o los hermanos Clavijo, se analiza con enorme aportación de noticias, hasta ahora inéditas. En la parte gráfica, junto a las fotografías de Cerdá o los retratos de los directores de la Escuela de Caminos, encontramos las fotos, hasta

ahora inéditas, de Víctor Martí y Ángel Mayo, cuya labor ha sido puesta de relieve este año con motivo del bicentenario de Lucio del Valle, con el que en tantas misiones técnicas colaboraron.

Curiosamente, el nombre más citado en este libro es el de José Agustín de Larramendi, ingeniero cuya actividad solo llegó a 1840, es decir, no cubre más que siete de los treinta y cinco años que abarca este estudio, que muestra su condición de indismutable servidor del Estado. Para quien esto escribe, que se esforzó, con escaso éxito, en resaltar la labor de Larramendi, resulta estimulante que autores como Burgueño, a propósito de la división provincial de España, y ahora Marc Ferri, acerca de su labor parlamentaria, hayan reconocido el protagonismo de este ingeniero guipuzcoano¹. Las instrucciones de Larramendi –que se recogen en un apéndice– para la continuación en 1832 de la carretera de las Cabrillas, son prueba de que también durante la ‘década ominosa’ existió lo que Julián Marías denominaba “la vegetación en el páramo”.

Marc Ferri merece el agradecimiento de los ingenieros de Caminos y de la Revista de Obras Públicas por su enjundioso trabajo y debe ser calurosamente felicitado por este magnífico libro. **ROP Fernando Sáenz Ridruejo**

(1) Permítame el autor una mínima rectificación a su aserto de que fue Burgueño, en su obra de 1996, quien primero estableció las fechas que jalonan la vida de Larramendi. Suum quique tribuere, era norma básica del derecho romano: la prioridad corresponde a Carlos Domínguez y a la ROP, en cuyas páginas publicó, en febrero de 1991, un artículo titulado “Notas sobre José Agustín de Larramendi (30 de marzo de 1769-27 de mayo de 1848)”.

Todos los libros de esta página están a la venta en la Librería Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. T. 91 308 34 09 F. 91 319 95 56 libreria@ciccp.es



“El ferrocarril. 200 años de historia, economía y derecho en España”. Joaquín Alonso Herrera. 2015, edición personal. 579 p.

Esta obra es un trabajo de madurez y reflexión de toda una vida profesional, al que el autor le ha dedicado más de mil horas de estudio y análisis de la Gaceta Oficial de Madrid, desde el fallecimiento de Fernando VII y la Regencia de María Cristina de Borbón, al reinado de Isabel II y su destronamiento; de los gobiernos de los generales Serrano y Prim, pasando por el reinado de Amadeo I de Saboya, la Primera República Española, los reinados de Alfonso XII y de Alfonso XIII, a la dictadura del general Primo de Rivera, la Segunda República, la Guerra Civil y los primeros gobiernos del general Franco, hasta la creación de la RENFE, como documentos originales históricos fidedignos de la política y de la situación social y económica de España en aquellos siglos. En cuanto a las series estadísticas, se ha basado en la e la base de datos histórica del Instituto Nacional de Estadística, de la Fundación del BBVA, publicaciones del Banco de España, así como de diversas tesis doctorales que se han publicado por las universidades sobre la materia estudiada, y publicaciones de la Fundación de Ferrocarriles Españoles.



“El estudio geotécnico. Campaña de campo y ensayos de laboratorio”. Alberto Mazariegos de la Serna, Félix Escolano Sánchez, José Ramón Sánchez Lavín. 2015, CICCP / Garceta Grupo Editorial. 274 p.

El libro se ha estructurado en cuatro partes:

- En la primera parte se establecen unos criterios generales, esenciales para recopilar la información de la zona lo que permitirá planificar y desarrollar las actividades de reconocimiento del terreno para que el proyecto de cimentación sea el adecuado.
- La segunda recoge las normativas existentes que permiten planificar una campaña de reconocimiento del terreno dependiendo de la tipología, importancia y tamaño de la estructura, con el fin de determinar y cuantificar las condiciones del subsuelo que puedan afectar a la viabilidad, al diseño y a la construcción de una obra.
- En la tercera parte se describen las técnicas de reconocimiento del terreno, la campaña de campo, que se utilizan para cimentaciones, tanto superficiales como profundas y los ensayos de laboratorio necesarios para la caracteriza-



ción geotécnica de los distintos tipos de materiales.

- En la cuarta parte se establece el conjunto de documentos que debe incluir el estudio geotécnico que permita redactar el proyecto de cimentación de la estructura de la obra, recogiendo el informe del reconocimiento del terreno realizado, sus resultados y las condiciones de cimentación analizadas.

“Depuración y desinfección de aguas residuales”. 6ª edición revisada y ampliada. Aurelio Hernández Muñoz. 2015, CICCP / Garceta Grupo Editorial. 1186 p.

Los temas de depuración de las aguas residuales forman parte de las publicaciones relativas a la protección del medio ambiente, con dedicación especial a los recursos de agua y su protección, preparados por la Cátedra de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid.

Este libro persigue los siguientes objetivos:

- a) Servir de texto a los alumnos de los cursos de Ingeniería Sanitaria y Ambiental.
- b) Proporcionar ideas, datos e información a los profesionales que dediquen su actividad a estos temas.

Esta sexta edición del libro actualiza la legislación vigente relativa a la Ley de aguas, al Reglamento del dominio público hidráulico y a las normativas aplicables según los usos del agua, manteniendo el mismo tratamiento, en el resto de los temas del libro, que en ediciones anteriores. **ROP**

CUANDO EL HORMIGÓN OFRECE GARANTÍA DE IMPERMEABILIDAD Y RESISTENCIA: THAT'S BUILDING TRUST



HA LLEGADO EL MOMENTO DE DEJAR DE SOÑAR



HIPOTECA CAMINOS ADQUIRIR TU PROPIA CASA AHORA ES POSIBLE



PLAZO
Hasta 30 años.

0%

Compensación por
desistimiento
total o parcial.

PRÉSTAMO CREDITODO

HACER REALIDAD TUS PROYECTOS YA NO ES UN SUEÑO

HASTA 60.000 € PARA LO QUE TÚ QUIERAS



PLAZO
Hasta 10 años.

0%

Sin comisión por
cancelación anticipada
total o parcial.

Contacta con nosotros y consulta nuestras condiciones ventajosas.

NOTA: la aprobación de estas características está sujeta al procedimiento de aprobación del departamento de riesgos.