

Propósito de la Revista de Obras Públicas

La Revista de Obras Públicas es, básicamente, una revista de carácter técnico, que pertenece al mundo cultural de la Ingeniería Civil.

Órgano Profesional de los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, su ámbito de divulgación es, pues, tanto el colectivo de éstos como el de su entorno técnico, científico, económico, cultural y social directamente ligado al mismo, de manera que los artículos que en ella se publican presenten el máximo interés para todos sus potenciales lectores.

Tal ha sido su línea editorial desde su fundación en 1853, y su objetivo sigue siendo continuar e innovar esa línea de reflexión sobre el oficio.

Así, la ROP, dentro de su contenido técnico, se adentra en un mundo más amplio que el de las revistas puramente científicas (cuyo objetivo, de mayor especialización, es el de dar a conocer de manera exclusiva tecnologías muy específicas y trabajos de investigación), atendiendo al ingeniero proyectista y al constructor, al mundo de las enseñanzas técnicas y al de las actividades profesionales, así como a las relaciones de la ciencia, la técnica y la cultura con la política sectorial y la sociedad civil.

Sumario

nº 3.463 • Año 153 • Febrero 2006



Editorial

5
La Técnica frente a la Gestión y la Política
[Technology confronted with Management and Policy]
Luis Balairón Pérez

Política de Obras Públicas

7-10
Técnica, Gestión y Política
[Technology, Management and Policy]
Francisco Javier de Agueda Martín

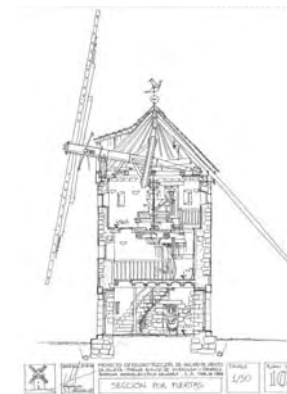
Ciencia y Técnica de la Ingeniería Civil



11-34
Puente de Acero Inoxidable en Cala Galdana (Menorca)
[Stainless Steel Bridge at Cala Galdana (Minorca)]
Juan A. Sobrino Almunia

25-36
Nuevos criterios para la caracterización de las conducciones a presión
[New criteria for the specification of pressure pipes]
Luis Balairón Pérez

Historia y Cultura de la Ingeniería Civil



37-48
Reconstrucción del Molino de Olleta
[Reconstruction of de Olleta Mill]
Francisco Galán Soraluce

Obras y Proyectos de Actualidad

59-66
Autovía de Los Viñedos.
La primera autovía de la Red de Carreteras de Castilla-La Mancha
[The Viñedos Motorway. The first motorway of the Castilla-La Mancha Road Network]
David Merino Rueda,
José Alejandro Hernández Gómez



Secciones

Actividad del Ingeniero	49
La ROP hace 150 años	55
La ROP hace 100 años	56
La ROP hace 50 años	56
Informaciones [páginas amarillas]	67

Se admiten comentarios a los artículos publicados en el presente número, que deberán ser remitidos a la redacción de la ROP antes del 30 de abril de 2006.

DIRECCIÓN

Director:
Juan Antonio Becerril Bustamante

Secretaria General:
Mónica Baeza Ochoa de Ocariz

Redactores Jefes:
Juan A. Sánchez Rey
Juan Pablo Mañueco Grinda

Maquetación:
José Luis Saura

Redacción:

Jesús Benito Torres
Gloria Martín Sicilia

Redacción y Publicidad:
Almagro, 42.
28010 Madrid.
Tel.: 91.308.19.88
Fax: 91.319.15.31

Edita:
Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

Imprime:

Graffoffset SL impresores.

Depósito Legal: M-156-1958.
ISSN: 0034-8619.
rop@ciccp.es
www.ciccp.es/rop/index.htm

Suscripciones:
suscripcionesrop@ciccp.es

Esta revista no se hace necesariamente solidaria de las opiniones expresadas por sus colaboradores.

Publicación decana de la prensa española no diaria. Fundada en 1853



**ABIERTO PLAZO DE
RECEPCIÓN DE SOLICITUDES**

Máster en Gestión de Infraestructuras y Servicios Públicos

Máster Universitario

*University Master in
Infrastructure and
Utilities Management*



**Duración:
500 horas lectivas**

**Fechas:
desde septiembre 2006 a junio 2007**

INFORMACIÓN E INSCRIPCIÓN

Colegio de Ingenieros de Caminos
Carmen Benavente

C/ Almagro, 42 28010 Madrid

Tel.: 91 308 19 88

e-mail: master.infraestructuras@ciccp.es

www.csg-master.com



COLEGIO DE INGENIEROS DE
CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

CONSEJO DE ADMINISTRACIÓN

Presidente:

D. José Antonio Torroja Cavanillas

Vocales:

Miguel Aguiló Alonso
Luis Berga Casafont
Íñigo Losada Rodríguez
Julio Martínez Calzón
Edelmiro Rúa Álvarez
Clemente Saenz Ridruejo
Florentino Santos García
Benjamín Suárez Arroyo

Director:

Juan Antonio Becerril Bustamante

COMISIÓN DE EXPERTOS

Federico Bonet Zapater
Javier Botella Atienza
Gerardo Cruz Jimena
Javier Díez González
José Luis Gómez Ordoñez
Santiago Hernández Fernández
Antonio Huerta Cerezuela
Ernesto Hontoria García
Javier Manterola Armisén
Manuel Melis Maynar
Felipe Mendaña Saavedra
Eugenio Oñate Ibáñez de Navarra
Carlos Oteo Mazo
Mariano Palancar Penella
Santiago Pérez-Fadón Martínez
Ángel Pérez Jamar
José Polimón López
José Rubio Bosch
Javier Rui-Wamba Martija
Fernando Sáenz Ridruejo
Andrés Sahuquillo Herraiz
Francisco Javier Samper Calvete
Vicente Sánchez Gálvez
Antonio Soriano Peña
Pedro Suárez Bores
Ignacio Tejero Monzón
Javier Torres Ruiz
Santiago Uriel Romero
Eugenio Vallarino y
Cánovas del Castillo

COMITÉ EDITORIAL

Francisco Javier Asencio Marchante
Antonio de las Casas Gómez
Mónica Baeza Ochoa de Ocariz
Juan Antonio Becerril Bustamante
Francisco Esteban Rodríguez-Sedano
Rafael Izquierdo de Bartolomé
Juan Rodríguez de la Rúa

Editorial

La Técnica frente a la Gestión y la Política

Desde mediados de los años sesenta del siglo pasado, el prestigio de la técnica, especialmente la conectada con el campo de la ingeniería civil, preocupa cada día con mayor intensidad a quienes asumen desde esta base de decisión, la responsabilidad de mejorar las infraestructuras del país. Otras bases como la Gestión o la Política, inciden cada día más en la sociedad civil disminuyendo la influencia que en otros tiempos tenía la técnica y relegando a segundo término las decisiones de los profesionales que llevaban más de dos siglos siendo los protagonistas casi únicos del desarrollo de las infraestructuras.

Esta preocupación, que tanto nos afecta y que cada día fomenta discusiones, seminarios e incluso congresos donde se debaten las razones de la situación alcanzada es la que nos ha llevado a publicar un interesante artículo en el que se examina el devenir de los tres tipos de decisión que hoy inciden sobre la bondad o no de las conclusiones adoptadas por las correspondientes Administraciones.

La Técnica ha sido siempre la que ha gozado de mayor rigor de los tres estamentos analizados. Nadie, o muy pocos, discuten los resultados producidos cuando las decisiones adoptadas se basan en criterios puramente técnicos, y, normalmente, se dan por buenas las conclusiones basadas en ellos.

La Gestión supone una mayor incidencia del factor humano. Apoyada en parte en criterios técnicos, sus conclusiones se basan normalmente en casos similares y resultan, por tanto, más difíciles de adoptar al ser fruto de la propia intuición de quienes las asumen, aunque sea necesario, eso sí, una gran formación y experiencia que ha propiciado un general aprecio por todo el mundo. Basta con recordar el famoso "método del caso", desarrollado por las escuelas americanas de negocios y que goza de tan gran difusión.

Finalmente, y por contraposición, la Política es la de mayor intuición, menor rigor y menor formación previa, y esto desde los tiempos de Grecia. La sociedad admira las buenas decisiones pero, por su proximidad a ella, la política es la de más fácil crítica, son opinables todas sus conclusiones y, sin embargo es la que decide.

Así, no es extraño que la sociedad polarice su atención en la Política y la Gestión y dé por resuelta la Técnica, especialmente la que se refiere a la Ingeniería Civil. Esta se da por solucionada, se asume que siempre está bien aplicada y, sobre todo, no llega a ella. Es decir, salvo en casos muy significados, pocos son los que contemplan la solución espectacular de una presa en una cerrada complicada, ni advierte suficientemente la belleza de un puente por el que transita, ni quiere conocer los problemas geológicos o de trazado que complicaron un trazado carretero o un túnel que salvaba siglos de aislamiento. Lo que se lleva es la opa de turno y su gestión, o la negociación en el Parlamento de una ley importante o el discurso sensacionalista de un elocuente diputado, hábil en el manejo del lenguaje, aunque su bagaje de conocimientos, en un porcentaje notable, sea escaso.

Lamentablemente, los ingenieros llevamos años mirando hacia atrás, hacia nuestro pasado más glorioso, pero no hemos encontrado aún la solución a nuestra presente –y quizás futura– situación. Es posible que artículos como el que publicamos en este número de la ROP nos sirvan para reflexionar y avivar el ingenio en búsqueda de reencontrarnos con el importante papel y reconocimiento que nos corresponde en la sociedad. ♦



III CONGRESO DE INGENIERÍA CIVIL, TERRITORIO Y MEDIO AMBIENTE

“Agua, Biodiversidad e Ingeniería”

Zaragoza, 25-27 de octubre de 2006



Organizan
COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
ASOCIACIÓN DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

congresoicitema3@ciccp.es
www.ciccp.es

Técnica, Gestión y Política

Technology, Management and Policy

Francisco Javier de Águeda Martín. Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Presidente de Tairona Consultores S.L. TAIRONACON@terra.es

Resumen: Las decisiones de las Administraciones se suelen producir con la intervención de tres estamentos diferentes dentro del proceso de resolución de las cuestiones que se les plantean, y en particular en las relacionadas con las infraestructuras: la Técnica, la Gestión y la Política. Los tres estamentos de decisión tienen muchos puntos en común, pero se diferencian esencialmente en el modo en que la ciudadanía juzga sus resultados. Esa manera de enjuiciar depende fundamentalmente de la percepción social del proceso de elaboración de decisiones en cada uno de los tres ámbitos.

Palabras Clave: Gestión. Ingeniería, Sociedad, Política

Abstract: Administrative decisions resolving political questions and particularly those related to infrastructures are usually taken on the grounds of three different factors: Technology, Management and Policy. These three grounds for decision have many points in common but essentially differ by the way the public appraises the results of the same. This form of appraisal basically depends on the social perception of the decision making process in each of these three areas.

Keywords: Management, Engineering, Society, Policy

1. La Técnica

Hace solamente cinco o seis décadas, la Técnica era la base fundamental de todas las decisiones públicas en el ámbito de las infraestructuras. Otros muchos campos de actividad también acudían a la Técnica para sus cuestiones propias: no hay que olvidar que también existen la Técnica Jurídica y la Técnica Médica, por ejemplo. Eran épocas en las cuales el conocimiento de las ideas básicas de la física, de la mecánica o de la ciencia en general, estaba limitado a un número reducido de individuos. Estos pequeños grupos ejercían una especie de tutelaje sobre la sociedad en general dentro de sus ámbitos de decisión; dentro de este ambiente se creó el Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, que garantizaba a través de un grupo de personas específicamente cualificadas, que las decisiones en el campo de las obras públicas serían en principio las más convenientes para la sociedad. En pago de ello, se recibían unas compensaciones a la altura de las responsabilidades que la sociedad les había conferido. Esta situa-

ción terminó a comienzo de los años 60, en el siglo pasado.

La evolución de la formación de la sociedad española, con el acceso de un mayor número de personas a los datos e ideas sobre el funcionamiento del mundo físico, fue vulgarizando todos estos conocimientos, y con ello el aprecio que de ellos hacía la sociedad (y la compensación que esa sociedad daba a cambio) fue disminuyendo.

Actualmente, una decisión tomada con criterios técnicos es una decisión devaluada, de poca importancia, casi vulgar. Los medios de comunicación no aprecian, excepto en los casos más espectaculares, la formación y el trabajo que requiere una decisión correcta tomada con criterios estrictamente técnicos. Los técnicos se lamentan frecuentemente de esta situación, pero las iniciativas para reconducirla, algunas de las cuales ya indicó el autor en otro lugar (1), no se ponen en marcha. En muchos casos, algunos colectivos ni siquiera son conscientes de la situación actual y siguen aferrados a pasadas glorias que, por supuesto, conservan todo su valor como referencia

histórica, pero que nada resuelven ahora a la vista de las diferencias de entonces con la nueva sociedad.

Hay un aspecto que, sin embargo, no se valora suficientemente por los individuos del estamento técnico: la ciudadanía no discute en absoluto las decisiones que han sido tomadas con criterios estrictamente técnicos. No se cuestiona la decisión de un Ingeniero. Quizá en los países desarrollados se empieza a cuestionar la decisión de un Médico, pero básicamente la sociedad deja que el zapatero haga sus zapatos sin molestarle. Es ésta una gran ventaja respecto a los otros estamentos (la Gestión y la Política) que intervienen en la toma de decisiones sobre infraestructuras, como se expone más adelante. Como corolario, si la decisión ha sido tomada con criterios profesionales comúnmente aceptados, el técnico no asume casi ningún riesgo. Incluso si esa decisión a veces va algo más allá de lo comúnmente aceptado por la Técnica, el individuo que decide a partir de su propia experiencia controla en gran medida el riesgo que está asumiendo al tomar esa decisión, y sabe que depende sólo de él. Aunque en estos casos se equivoque, la sociedad entenderá en buena medida las causas del error y en cierta medida lo disculpará.

Todo esto no devalúa en absoluto la decisión técnica, simplemente la hace más sólida, tanto frente a sí misma como frente al resto de los individuos. Esta es una posición de verdadero privilegio que los otros estamentos de decisión envidian, aunque quizá no lo confiesen, y que los técnicos no han aprendido, por el momento, a valorar suficientemente. La tranquilidad personal después de una decisión técnica es claramente superior a la tranquilidad de los individuos de los otros dos estamentos al tomar sus decisiones desde las funciones que les son propias, y que ahora analizamos.

2. La Gestión

El estamento decisorio del mundo de la Gestión surgió desde el punto de vista histórico justamente cuando las decisiones de tipo técnico empezaron a devaluarse, es decir, hacia 1960.

Las universidades americanas de mayor reputación comenzaron por esas fechas a impartir enseñanzas según las cuales los procesos de decisión ya no tenían una componente solamente técnica, e incluso prescindían de la Técnica en absoluto. En lugar de ajustarse a un conjunto de reglas explícitas, eran decisiones basadas más en experiencias de casos anteriores que habían sido previamente analizados y cuyos resultados se habían puesto a la disposición de los

individuos que quisieran utilizarlos. En un primer momento, este modo de elaborar decisiones solo se aplicó en el campo financiero dando lugar al auge de los gurus del análisis de balances y de los ratios entre magnitudes, a veces de naturaleza muy dispar. Estos modos fueron paulatinamente extendiéndose a otros campos de decisión y se aplicaron al campo de las ciencias de la Producción (como desde entonces empezó a llamarse a la Técnica), a los campos de la Sociología, de la Medicina, de las Relaciones Interpersonales y a otras muchas actividades.

Porque en gran medida hacen intervenir más el factor humano, las decisiones en el estamento gestor tenían y tienen una componente de aleatoriedad muy superior al que hasta entonces habían tenido las decisiones que se estaban tomando por razones solamente técnicas. Esa componente de indeterminación las hace subjetivamente más difíciles porque el número de datos necesario para resolverlas es muy inferior al número de elementos que soportan una decisión técnica. Consecuentemente, la sociedad empezó a valorar ese tipo de decisiones por encima de las decisiones técnicas: se apreciaba que eran decisiones más difíciles de tomar y, por tanto, más dignas de aprecio.

Sin embargo, esa misma dificultad intrínseca hacía, y sigue haciendo, que los gestores que tienen que decidir se equivoquen muchas más veces que los técnicos que deciden. El propio mecanismo de donde surgió el estamento de los gestores establecía unas reglas muy claras de aprecio ó desprecio por parte del resto de la sociedad de las decisiones que se tomaban. La claridad de estas reglas provenía de los resultados de la decisión: si los resultados de la decisión del gestor eran buenos, la decisión era buena; si los resultados no cumplían las expectativas, la decisión era mala. Aquí observamos un cambio cualitativo muy importante en el proceso de sanción de la sociedad: la sanción de la decisión del gestor está condicionada al resultado mientras que la del técnico raramente lo está; cuando el resultado de la decisión de un técnico se evalúa socialmente, aparecen condicionantes claramente no técnicos, por ejemplo, la belleza o la plasticidad de una estructura. La razón social de la bondad de la decisión técnica rara vez es técnica; la razón social de la bondad de la decisión del gestor siempre es un elemento de Gestión.

Los gestores han ido pues ganando poco a poco posiciones a los técnicos en el aprecio que la sociedad tiene de su labor. Sin embargo son ampliamente cuestionados, y no solamente por sus resultados, sino a veces, desgraciadamente, por sus modos. Los términos "contabilidad creativa" ó "ingeniería financiera"

han sido asumidos por la sociedad con un valor claramente peyorativo, a la sombra de las muchas irregularidades que han ido apareciendo al cabo de los años, irregularidades que en ocasiones no son fruto de una voluntad dolosa sino simplemente de una mala decisión del gestor.

Vivimos en estos momentos el comienzo del declive, a juicio del autor, del aprecio de la labor del gestor por parte de la sociedad. Las técnicas de Gestión se están extendiendo cada vez más en gran parte por el avance imparable de la informática y, a su vez, como ya le ocurrió a la Técnica, la Gestión se está banalizando. Quizá esta banalización lleve consigo una comprensión mayor por parte de la sociedad del riesgo que comporta la decisión del gestor, aunque este riesgo siga siendo, en todo caso, mayor que el riesgo de la decisión técnica. Si el técnico, cuando sobrepasa los límites de lo comúnmente admitido controla en gran parte las variables, el gestor, en general, desconoce en buena medida los valores que van a tomar esas variables que, además, son más numerosas en la decisión del gestor que en la decisión del técnico. El mayor riesgo de la decisión del gestor es valorado positivamente por la sociedad actual, y ésta lo premia compensando más a los gestores que a los técnicos por la responsabilidad asumida. No parece pues que vaya a cambiar esta relación de aprecio sociales en un futuro próximo, a pesar de la incipiente banalización de la Gestión que se postula más arriba.

3. La Política

La esencia de la decisión política ha cambiado poco a lo largo de la historia. Esto es así porque tampoco la Política parece haber cambiado esencialmente, a diferencia de lo que les ocurre a la Técnica y a la Gestión. Quizá la visión actual que la ciudadanía tiene de la Política derive cada vez más hacia el desencanto, contrastando con lo que transmiten los escritos que nos han llegado de la Grecia clásica. Sin embargo, el componente ligeramente cínico que el ciudadano percibe en la casi imposible coincidencia en un mismo individuo del anhelo de bienestar propio con el deseo de bienestar ajeno, sigue existiendo de forma casi idéntica. Igualmente, a pesar del tiempo transcurrido, no parece haber cambiado mucho el tipo de decisión política en las últimas décadas. Se trata de una decisión basada fundamentalmente en el Poder.

En un principio, cuando ese Poder era en gran medida autocrático, se trataba de una decisión poco le-

gitimada por el resto de los ciudadanos. La decisión democrática, sin embargo, está avalada por el acuerdo de la ciudadanía, refrendado o no posteriormente en unas elecciones; es pues en este caso una decisión plenamente validada. Sin embargo, la esencia de la decisión no varía por el hecho de que sea democrática o no; es una decisión de puro ejercicio del libre albedrío del decisor, aunque en sus fundamentos tenga obviamente componentes Técnicos y componentes de Gestión.

No quiere decir esto que la decisión política no sea racional, sino que su base de racionalidad no requiere ningún conocimiento previo significativo. Se ayuda de criterios Técnicos o de Gestión, luego en cierto modo necesita del aporte de otros conocimientos para ser adecuada, pero la naturaleza de la decisión política es tal que, a pesar de esos apoyos externos, puede ser totalmente opuesta a ellos y sin embargo seguir siendo la decisión correcta.

En cambio, la decisión política tiene el inconveniente de ser la decisión más contestada por la sociedad, precisamente porque los individuos perciben la esencia de la decisión política enunciada en los párrafos anteriores y no la aceptan tan racionalmente como los otros dos tipos de decisión. Al ser la decisión política una cuestión solo voluntaria, la mayor parte de la ciudadanía opina sobre ella, básicamente con los mismos conocimientos de causa que el propio político que decide. Aunque por supuesto el ciudadano no tenga el sustrato Gestor y Técnico que se han mencionado más arriba, sí la puede juzgar desde la igualdad entre los individuos, base de la democracia por otra parte. Esto es lo que ocurre constantemente. La gran mayoría de las noticias en los medios de comunicación sobre las infraestructuras corresponden a decisiones políticas. Son las que mejor entiende el ciudadano medio y, por tanto, las que más le interesan, porque son las que están más a su mismo nivel de conocimientos; son las decisiones que más discute, e incluso se podría decir, si no contamos las raras unanimidades, que siempre discute.

El riesgo de la decisión política es por tanto muy amplio. Los datos de partida, una vez asumidos los condicionantes Técnicos y de Gestión, son mínimos y en buen número de ocasiones la decisión política se base en ideologías ó en pareceres personales. Con solamente el sentido común del que decide, el riesgo que ese mismo sentido común no sea percibido de igual forma por un buen número de ciudadanos es muy alto. Además, los ecos de esa no coincidencia de percepciones son rápidamente repercutidos por los mismos medios de comunicación que informaron sobre la decisión política al principio del proceso, y

las consecuencias se amplifican. El alto riesgo propio de la decisión política es percibido por el ciudadano, que por eso valora muy positivamente la decisión que él considera correcta votando al que así la toma para que rija sus destinos personales, familiares y sociales durante un periodo determinado.

Otra cuestión es si esta alta valoración se debería traducir en una mayor compensación, como ha ocurrido históricamente con la Técnica y con la Gestión. Es discutible el que la Política deba ser altamente recompensada desde el punto de vista material, por que esto podría atraer hacia ella a los individuos por otras razones que por su sentido de servicio a la Comunidad (que no hay que olvidar es el fin esencial de la organización política), lo que traería como consecuencia la llegada a la política de personas con perfiles más profesionales, que desvirtuarían con sus decisiones el fundamental carácter aleatorio de la decisión política.

4. Epílogo

Se han analizado brevemente algunas diferencias entre las decisiones de la Técnica, de la Gestión, y de la Política, que son directamente aplicables al campo de las infraestructuras. Las decisiones de tipo técnico están fundamentalmente basadas en una serie de reglas, por lo que el que decide tiene menos riesgo de equivocarse y, por tanto, son decisiones menos valoradas por la sociedad. Las decisiones de la Gestión están más bien basadas en experiencias anteriores (que poco a poco se están convirtiendo en reglas) y cuyo riesgo de error es significativamente más elevado; la crítica a las decisiones de la Gestión está condicionada al resultado, mientras que la sanción social de las decisiones técnicas no necesita de condicio-

nes. Por fin, la decisión política no se sujeta a ninguna regla, y tiene por tanto el mayor riesgo de error; al ser asequible a los conocimientos del ciudadano medio, es el tipo de decisión más ampliamente criticado por la sociedad, que compensa la falta de errores del político con la confianza que le otorga para regir los destinos de la sociedad.

A la vista de los cambios históricos que se han ido produciendo en las relaciones entre estos tres estamentos, cabe plantearse hacia dónde va todo el proceso de la formación de decisiones en el ámbito público. Puede teorizarse con que el componente social de toda decisión será el más importante en el futuro, dando aquí a "social" el significado de lo que concierne al conjunto de individuos de la sociedad. Cada vez más las cuestiones que tienen que ver con el bienestar social, con el interés de la mayoría, con la participación, son las más significativas para la sociedad en su conjunto y, por tanto, pueden ser las que tomen la delantera en cuanto a importancia para la toma de decisiones de la Administración. La Sociología, la Psicología (Industrial o no), la Estadística y el Marketing sociales, posiblemente releguen a la Técnica y a la Gestión, aunque sigan siendo necesarias, a planos de influencia muy secundarios, en particular en las decisiones relacionadas con las infraestructuras. El avance de "lo social" puede incluso llegar a adelantar a la Política como factor clave en la toma de decisiones, y reemplazarla por lo que se ha dado en llamar la Sociedad Civil. Incluso, si se observa la proliferación actual de Asociaciones de Vecinos, Plataformas para diferentes fines, Mesas de negociación, Organizaciones no gubernamentales, etc., se puede llegar a plantear la continuidad a largo plazo de la Política basada en una estructura de partidos. El futuro tiene la respuesta. ♦

Referencia

(1) De Águeda, Francisco Javier: "Técnica y Sociedad: El Papel de la Administración". Revistas de Obras Públicas. Octubre 1999

Puente de Acero Inoxidable en Cala Galdana (Menorca)

Stainless Steel Bridge at Cala Galdana (Minorca)

Juan A. Sobrino Almunia, Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
PEDELTA, S. L. Ingeniería de estructuras. www.pedelta.es. jsobrino@pedelta.es
Profesor Asociado E.T.S.I. de Caminos, Canales y Puertos. Barcelona, UPC.

Resumen: Uno de los caminos que resultan más interesantes en el desarrollo de la ingeniería de puentes es la exploración de nuevos materiales estructurales, como puede ser el acero inoxidable debido a sus excelentes prestaciones mecánicas, magnífica durabilidad y posibilidades estéticas. En el presente artículo se describe un puente con estructura mixta de acero inoxidable tipo dúplex y hormigón, recientemente construido en Cala Galdana (Menorca), que constituye la primera realización de un puente de carretera en Europa y probablemente en el mundo.

Palabras Clave: Puente, Diseño, Acero inoxidable, Calculo

Abstract: One of the most interesting lines in the development of bridge engineering is the exploration of new structural materials, such as structural stainless steel, on account of its excellent mechanical performance, magnificent durability and aesthetical possibilities. This article describes a composite structure bridge formed in duplex stainless steel recently built at Cala Galdana (Minorca) which was the first road bridge of its kind in Europe and probably in the world.

Keywords: Bridge, Design, Stainless steel, Calculation

1. Introducción

Uno de los cometidos que garantizará el futuro de la ingeniería civil es la innovación, entendiéndola como una permanente búsqueda e indagación creativa del cómo podemos resolver de manera ética, inteligente y eficiente los problemas de la sociedad partiendo del legado de nuestros antecesores.

Como se constata a lo largo de la historia de la construcción, los avances fundamentales en la ingeniería estructural siempre han estado relacionados con el uso de nuevos materiales. La aplicación emergente de materiales avanzados de elevadas prestaciones mecánicas y durabilidad parece confirmarlo, vislumbrándose un atractivo camino para la ingeniería de puentes.

El incremento en el uso de nuevos materiales (acero inoxidable, materiales compuestos reforzados con fibras sintéticas, etc.) se puede atribuir parcialmente a la sensibilidad creciente de las Administraciones Públicas por el empleo de materiales que requieran un reducido mantenimiento junto con mayores resistencias mecánicas, capacidad de ser reutilizado, etc.

El empleo de nuevos materiales en la ingeniería de puentes constituye una metáfora a la innovación y, al mis-

1. Introduction

One of the main undertakings to guarantee the future of civil engineering is that of innovation, when taking this to be the permanent search and creative investigation into how to solve society's problems in an ethical, intelligent and efficient manner on the basis of the legacy of our forebears.

Throughout the history of construction, fundamental progress in structural engineering has always been related to the use of new materials. The new application of advanced materials with high mechanical properties and durability appears to confirm this tendency and paves the way for an attractive future of bridge engineering.

The increased use of new materials (stainless steel, composite materials reinforced with synthetic fibres, etc.) may be partially attributed to the growing awareness of the Public Authorities in the use of materials which require reduced maintenance while possessing greater mechanical strength and a capacity for recycling, etc.

The use of new materials in bridge engineering serves as a metaphor for innovation while, at the same time,

mo tiempo, una reivindicación del enorme valor de la ingeniería, como elemento impulsor del desarrollo y de progreso de la sociedad, tendiendo puentes hacia el futuro y abriendo el camino a todo lo que viene después.

2. El acero inoxidable como material estructural

Si bien la variedad de los aceros inoxidables es enorme, se cumple como denominador común la presencia de un contenido mínimo de cromo del 11% que, junto a otros componentes como el níquel, molibdeno o nitrógeno, entre otros, permite conseguir una aleación de hierro que exhibe una gran resistencia a la corrosión, maleabilidad, ductilidad y resistencia mecánica, incluso a elevadas temperaturas, así como excelentes posibilidades estéticas y facilidad de mantenimiento y limpieza. El cromo contenido en el acero inoxidable forma una fina, estable y transparente película de óxido del cromo (Cr_2O_3) en la superficie (capa de pasivación) que evita la corrosión. En la tabla 1, se resume la composición de algunos de los aceros inoxidables más frecuentes.

Existe una amplia gama de aleaciones desarrolladas para mejorar propiedades específicas –se pueden encontrar más de 100 tipos de uso frecuente–, relacionadas generalmente con la durabilidad frente a determinados ambientes o agentes corrosivos y sus características mecánicas. Existen cuatro tipos de acero inoxidable según su estructura metalúrgica: ferríticos, austeníticos, dúplex y martensíticos.

Se denomina acero tipo dúplex a aquella aleación de aceros austeníticos-ferríticos con la que se consigue una microestructura de gran resistencia a la corrosión, excelente ductilidad y unas características mecánicas superiores a la gran mayoría de aceros al carbono. Gracias a su elevada resistencia, los aceros tipo dúplex son los idóneos para su aplicación en puentes y pasarelas (1) (2). Al existir un amplio rango de aceros dúplex, la selección del tipo idóneo depende sobremedida de la agresividad del entorno, tipo de corrosión previsto, propiedades mecánicas, tipos de acabado superficial, etc.

El acero inoxidable, a diferencia del acero convencional al carbono, presenta un comportamiento tensión-deformación no lineal, incluso para valores reducidos de tensión, sin tener un límite elástico claramente definido, adoptándose como límite elástico convencional la tensión asociada a una deformación del 0,2%. En chapa gruesa plana y, tomando como ejemplo el acero dúplex

Tabla 1. Composición química de tres tipos de aceros inoxidables
Table 1. Chemical composition of three types of stainless steel

Tipo de acero Steel type	Tipo Type	Cr	Ni	Mo	N
1.4301 (ASTM 304)	Austenítico Austenitic	18.1	8.3	-	-
1.4404 (ASTM 316L)	Austenítico Austenitic	17.2	10.1	2.1	-
1.4462 (ASTM S32205)	Dúplex Duplex	22	5.7	3.1	0.17

providing further claims of the great value of engineering as a promoter of the development and progress of society, tending bridges towards the future and opening the way for all to come.

2. Stainless steel as a structural material

The variety of stainless steels is enormous though their common denominator is the presence of a minimum chrome content of 11% which, together with other components such as nickel, molybdenum or nitrogen, among others, form an iron alloy which offers great resistance to corrosion, malleability, ductility and mechanical strength, even at high temperatures, as well as excellent aesthetical possibilities and ease of maintenance and cleaning. The chrome content in stainless steel forms a fine, stable and transparent film of chrome oxide (Cr_2O_3) on the surface (passivation layer) which prevents corrosion. Table 1 shows the composition of some of the more common stainless steels.

There are a wide range of alloys which have been developed to improve specific properties (over 100 types may be found in common use), these generally being related to durability against certain atmospheres or corrosive agents and their mechanical properties. There are four types of stainless steel according to their metallurgic structure: ferritic, austenitic, duplex and martensitic.

Duplex steel refers to those steels in which the alloy of austenitic-ferritic steels provides a microstructure highly resistant to corrosion and one offering excellent ductility and mechanical properties over and above the vast majority of carbon steels. Duplex type steels may be perfectly employed in bridges and footbridges on account of their high strength (1) (2). As there are a wide range of duplex steels, selection essentially depends on the aggressivity of the environment, expected type of corrosion, mechanical properties and the type of surface finish, etc.

As opposed to conventional carbon steel, stainless steel has a non-linear stress-strain behaviour, even for reduced stress values, without a clearly defined elastic limit, and adopts as a conventional elastic limit the stress associated with a strain of 0.2%. The mechanical properties the duplex steel 1,4462 employed in the Cala Galdana bridge (Minorca) are summarized in table 2, in comparison with stainless steel 1,4404 (ASTM 316 L) and carbon steel S-355.

tipo 1.4462 empleado en el puente de Cala Galdana (Menorca) descrito en este artículo, las propiedades mecánicas del material se resumen en la tabla 2, comparándose con el acero inoxidable 1.4404 (notación ASTM 316 L) y el acero al carbono S-355.

El acero inoxidable se fabrica en forma de barra, alambre, chapa, bobina así como en forma de productos extrusionados o preformados (tubos, barras para hormigón armado, etc.).

Los procesos de construcción de estructuras metálicas con acero inoxidable son similares a los empleados con acero al carbono pero no idénticos, debiéndose adoptarse técnicas de corte, doblado, soldeo o acabado específicas. Los aceros austeníticos presentan excelentes posibilidades de doblado (aunque requieren un 50% más de energía que en el caso de un acero al carbono). Algo semejante ocurre con el soldeo, dificultándose en el caso de los aceros tipo dúplex.

El contacto del acero inoxidable con otros metales durante la fabricación o en su ubicación definitiva puede provocar corrosión galvánica. Por este motivo, la fabricación y montaje de las piezas debe llevarse a cabo en zonas donde no se trabaje con acero al carbono, empleándose utillajes y herramientas específicas.

Los aceros inoxidables austeníticos o dúplex presentan puntos de fusión algo menores que los aceros al carbono, pero su conductividad es menor (30-60%, dependiendo de la temperatura) y el coeficiente de expansión térmica es mayor (45-50%), debiéndose adoptar medidas de soldeo que eviten la formación de gradientes térmicos importantes que provocan el alabeo de las chapas o la acumulación de tensiones. El material de aportación para las soldaduras debe ser específico del tipo de acero inoxidable para garantizar una resistencia mecánica y a la corrosión iguales a las del material base.

Stainless steel is manufactured in the form of bars, wires, plate and coil as well as in the form of extruded or preformed products (pipes, concrete reinforcement bars, etc.).

The construction process of steel structures employing stainless steel are similar, but not identical, to those using carbon steel and require special cutting, bending, welding or finishing techniques. Austenitic steels have excellent bending possibilities (though they require 50% more energy than that of carbon steels). The same occurs with welding, which becomes more difficult in the case of duplex steels.

The contact of stainless steels with other metals during manufacture or in their final location may lead to galvanic corrosion. As such, the manufacture and assembly of sections has to be carried out in areas where carbon steel is not being worked and by using special instruments and tools.

Austenitic or duplex stainless steels have somewhat lower melting points than carbon steels, but lower conductivity (30-60% depending on the temperature) and a greater coefficient of thermal expansion (45-50%), and welding methods should be adopted to prevent the formation of serious thermal gradients which would warp the plate or lead to stress build-up. The weld material should be purposely selected to suit the type of stainless steel in order to guarantee the same mechanical strength and corrosion resistance as the base material.

In the Cala Galdana bridge, inert gas welding techniques were employed of the SMAW (coated electrode), MIG, FCAW and SAW type, and not exceeding 150°C between two consecutive passes. The welding leads to the oxidization of the base metal and a significant change in surface colour and texture which has to be corrected by subsequent

Tabla 2. Características mecánicas mínimas garantizadas de aceros tipo dúplex tipo 1.4462, acero inoxidable 1.4404 y acero al carbono S-355
Table 2. Minimum guaranteed mechanical properties of duplex type steels 1.4462, stainless steel 1.4404 and carbon steel S-355

Propiedad <i>Property</i>	Acero dúplex 1.4462 (Valores mínimos normativas) <i>Duplex steel 1.4462 (Minimum code values)</i>	Acero dúplex 1.4462 (Valores medios en puente de Cala Galdana) <i>Duplex steel 1.4462 (Average values Cala Galdana bridge)</i>	Acero inoxidable 1.4404 (ASTM-316L) <i>Stainless steel 1.4404 (ASTM-316L)</i>	Acero al carbono S-355 <i>Carbon steel S-355</i>
Resistencia a tracción (MPa) <i>Tensile strength</i>	640	767	530	510
Límite elástico convencional (MPa) <i>Standard elastic limit</i>	460	535	220	355
Alargamiento hasta rotura (%) <i>Elongation to rupture</i>	25	35	40	>15%

En el puente de Cala Galdana se han empleado técnicas de soldeo con gas inerte SMAW (con electrodo recubierto), MIG, FCAW y SAW, no excediéndose una temperatura de 150°C entre dos pasadas consecutivas. El soldeo produce una oxidación del metal base y un cambio significativo de color y textura superficiales que se debe corregir mediante un tratamiento posterior. Este aspecto es fundamental para garantizar un acabado y textura deseada. En el puente de Cala Galdana, se ha llevado a cabo un tratamiento mediante una pasta decapante constituida fundamentalmente por ácidos fluorhídrico y nítrico. Su aplicación, durante unas 4 horas, permite eliminar los óxidos generados por las soldaduras y la capa desprovista de cromo situada debajo. Para garantizar una textura uniforme de las piezas, finalmente, se ha aplicado un chorreado a alta presión con micro-esferas de vidrio.

2.1. Aplicaciones del acero inoxidable en puentes

Sorprende que, a pesar del impacto que tiene el acero inoxidable en la industria, en la construcción naval, edificación o en multitud de productos de consumo desde hace más de 50 años, su presencia en la ingeniería civil y en particular en la construcción de estructuras ha sido virtualmente inexistente hasta hace unos pocos años. No obstante, existen ya algunas realizaciones de puentes peatonales realmente interesantes (2): Abandoibarra (Bilbao), Canal de Sickla (Estocolmo), Via Mala Gorge (Suiza), York Millenium Bridge (Inglaterra), Chiavary (Italia), Andrésy (Francia), etc.

Si bien el coste del acero inoxidable es sensiblemente superior al de los materiales más convencionales (acero al carbono y hormigón), un planteamiento estrictamente económico llevado a cabo en el periodo de vida útil de la estructura no impediría la adopción de soluciones estructurales con acero inoxidable gracias al considerable ahorro económico que supone su reducido mantenimiento.

3. Puente de acero inoxidable en Cala Galdana (Menorca)

La isla de Menorca fue declarada por la UNESCO reserva de la biosfera gracias a su entorno natural y su rico patrimonio histórico y etnológico: un museo al aire libre. Cala Galdana es, con su forma de concha, 450 m de longitud y 45 m de ancho, una de las playas más bellas de la isla. El entorno está parcialmente urbanizado, alojando una infraestructura turística emblemática para la isla.

El torrente de Algendar desemboca en la playa de Cala Galdana y su cauce se ha cruzado durante los últimos 30 años a través de un puente de hormigón armado de aproximadamente 18 m de longitud. Debido a su

treatment. On the Cala Galdana bridge this treatment consisted of a pickling paste essentially made up of hydrofluoric and nitric acids. The paste was applied for four hours and eliminated the oxides caused by the welds and the layer uncovered by chrome below. In order to guarantee the uniform texture of the sections, these were blasted with glass microspheres.

2.1. Stainless steel applications in bridges

In spite of the impact that stainless steel has had in industry, naval construction, building or in a whole host of consumer products for over 50 years now, it is surprising that its use in civil engineering and particularly in structural construction has been practically non-existent until very recently. However, stainless steel has been employed in a number of pedestrian bridges of great interest (2): Abandoibarra (Bilbao), Sickla Canal (Stockholm), Via Mala Gorge (Switzerland), York Millennium Bridge (England), Chiavary (Italy), Andrésy (France), etc.

While the cost of structural stainless steel is noticeably higher than that of more conventional materials (carbon steel and concrete), a strictly economic criteria considered over the working life of the structure should not prevent the use of stainless steel structural solutions on account of the considerable savings implied by reduced maintenance.

3. The Cala Galdana stainless steel bridge (Menorca)

The island of Menorca was declared by the UNESCO as a biosphere reserve due to its natural setting and rich historic and ethnological heritage. The island essentially being an open air museum. The 450 m long by 45 m wide, horseshoe shaped Cala Galdana is one of the most beautiful bays in the island. The surrounding area is partially built up and houses one of the island's emblematic tourist infrastructures.

The Algendar freshet flows into the Cala Galdana and for the last thirty years this outlet has been crossed by a reinforced concrete bridge some 18 metres long. Due to the advanced state of decay brought on by the corrosive marine environment and cracking caused by a large settlement in the support provided by one of its abutments, the island's authorities (Consell Insular de Menorca) decided to replace the bridge. The new bridge had to span the 40 m width of the old stream bed and fit in with the surroundings using very durable and low maintenance materials.



Fig. 1. Vista general del puente sobre el torrente de Algendar/ General view of the bridge over the Algendar freshet.

avanzado estado de degradación, inducido por el corrosivo ambiente marino y por la fisuración generada por un importante descenso de apoyo en uno de sus estribos, el Consell Insular de Menorca decidió su sustitución. El nuevo puente debía recuperar el ancho del antiguo cauce del torrente, de más de 40 m de ancho, encajándose armoniosamente en el entorno y haciéndose uso materiales de gran durabilidad y mínimo mantenimiento.

Durante el desarrollo del proyecto se analizaron diferentes alternativas estructurales y materiales, siendo elegido finalmente un arco de acero inoxidable tipo dúplex, de elevada resistencia a la corrosión en ambiente marino, como la solución que mejor respondía a las necesidades del Consell Insular de Menorca. El nuevo puente se convierte, gracias a la innovación tecnológica que se introduce con un material de elevadas prestaciones mecánicas y durabilidad, en un ejemplo paradigmático de la capacidad innovadora de la isla.

La solución ha sido proyectada cumpliendo cuatro explícitos objetivos: respeto medioambiental (durante construcción y en servicio: recuperación del antiguo cau-

Different structural alternatives and materials were examined during the development of the project and the selection finally went to a duplex type stainless steel arch solution with high corrosion resistance in marine environments and one which best responded to the requirements of the authorities. On account of the technological innovation introduced by a material of high mechanical properties and durability, the new bridge has become a paradigmatic example of the innovative capacity of the island.

The solution was designed in accordance with four explicit objectives: respect for the environment (during construction and in service: recovery of the old river bed), high durability, minimum maintenance and as a symbol of cutting edge technology (Figure 1).

3.1. Description of the bridge

The bridge is 55 metres long overall and has a 13 m wide deck. The bridge platform contains a 7 m wide roadway and two 2 m wide walkways providing

ce del río), elevada durabilidad, mínimo mantenimiento y símbolo de una tecnología de vanguardia (Figura 1).

3.1. Descripción del puente

La longitud total del puente es de 55 m y un tablero de 13 m de ancho. La plataforma del puente permite el paso de una calzada de 7 m para tráfico de carretera y dos aceras laterales de 2 m que permiten a los peatones, desde una excelente ubicación, disfrutar de vistas panorámicas.

La estructura principal está constituida por dos arcos paralelos con tablero intermedio. El arco y el tablero se unen en los extremos (zona de estribos) mediante una biela inclinada que toma la componente horizontal del axil del arco y, en consecuencia, no se transmiten fuerzas horizontales significativas a los estribos.

Subestructura

Las condiciones de cimentación de los dos estribos son muy diferentes. Si bien en el estribo 1 - margen derecha - aparece un substrato resistente (calcarenitas del mioceno) a más de 40 m de profundidad, bajo depósitos de tipo aluvial-litoral constituidos por arenas limosas con abundante contenido de materia orgánica y baja compacidad, en el estribo opuesto la calcarenita aparece a unos 4 m de profundidad.

El estribo 1 está constituido un bloque de hormigón armado con una planta de 11,4x9,5 m² y 3,8 m de altura apoyado sobre 14 pilotes prefabricados de 0,4x0,4 m² y 42 m de profundidad. Las superficies verticales vistas se han inclinado para integrarlas en el terraplén y se han colocado rehundidos horizontales para evitar superficies lisas de gran dimensión.

El estribo 2 está cimentado superficialmente apoyándose sobre la calcarenita. Sus dimensiones son mayores a las del estribo 1, con una planta de 11,5x13 m² y una altura de 7,2 m. Las superficies vistas se han tratado de modo análogo al otro estribo para integrarlas en el talud natural (Figura 2).

Ambos estribos reciben las bases inferiores de los dos arcos y de las dos vigas longitudinales del tablero. Los arcos apoyan sobre apoyos de neopreno confinado tipo POT de acero inoxidable y las vigas longitudinales sobre apoyos de neopreno zunchado. Para evitar el despegue vertical del tablero respecto al estribo, se han diseñado dos anclajes verticales constituidos por 4 unidades de postensado retesable de 12 torones de 0,6" tesados al 70% de su carga de rotura. La biela que une la base del arco y el extremo del tablero se ha integrado en un cajado del estribo ubicado en el plano frontal del estribo (Figura 3).



Fig. 2. Estribo 2. Vista durante construcción/
Abutment 2. View during construction.

pedestrians with panoramic views from an excellent observation point.

The main structure is composed of two parallel arches with an intermediate deck. The arch and deck are connected at the ends (in the area of the abutments) by an angled connection strut which takes the horizontal component of the arch axial force and, subsequently, prevents the transfer of significant horizontal forces to the abutments.

Substructure

The foundation conditions of the two abutments are very different. In the area of abutment 1, on the right bank, resistant substrate (miocene calcarenite) lies at a depth of over 40 m below alluvial-coastal deposits formed by silty sands containing abundant organic material of little consistency, while in the other abutment the calcarenite appears at a depth of just 4 metres.

Abutment 1 is formed by a 11.4 x 9.5m x 3.8 m high reinforced concrete block set on fourteen 0.4 x 0.4 m prefabricated piles set 42 m deep. The exposed vertical surfaces have been sloped to incorporate these within the embankment and horizontal indentations have been made to offset the appearance of large flat surface areas.

Abutment 2 is superficially set on the calcarenite. This abutment is larger than that of abutment 1, being 11.5 m long by 13 m wide and 7.2 m high. The exposed surfaces have been treated in the same manner as the other abutment in order to incorporate these with the natural slope (Figure 2).



Fig. 3. Estribo 2. Vista de la estructura completa/Abutment 2. View of complete structure.

Estructura

El esquema estructural está constituido por dos arcos paralelos de 45 m de luz con tablero intermedio. La estructura principal es de acero inoxidable tipo dúplex 1.4462 de elevada resistencia a la corrosión por cloruros, cuyas propiedades mecánicas se han definido en el apartado anterior, empleándose una losa de hormigón armado conectada a una serie de vigas transversales para configurar la plataforma (Figura 4)

Both abutments receive the lower bases of the two arches and the two longitudinal deck beams. The arches are set on stainless steel POT type confined neoprene bearings and the longitudinal beams are set on laminated elastomeric bearings. In order to prevent the vertical takeoff of the deck with regards to the abutment, the vertical anchors have been designed with 4 restressable post-tensioning units with 12 strand 0.6" cable stressed at 70% the breaking load. The strut connecting the base of the arch and the end of the deck is set in a slot formed in the front face of the abutment (Figure 3).

Structure

The structural arrangement is formed by two 45 m span parallel arches with an intermediate deck. The main structure is in duplex type 1,4462 stainless steel with high chloride corrosion resistance and the mechanical properties described in the previous section. A reinforced concrete slab is connected to a series of cross beams to form the platform (Figure 4).

The arches have a rise of 6 m (span/rise ratio = 7.5) and are connected to the deck by two longitudinal beams which are, in turn, connected by cross beams (Figures 5 and 6).

The arches have a triangular cross-section with central web and a constant depth of 0.70 m throughout their directrix, while the width varies between 0.70 and 1.00 m. The central web of the section is arranged in the form of a cellular plate which allows the connection of the arch to

Fig. 4. Sección transversal del tablero/Cross-section of the deck.

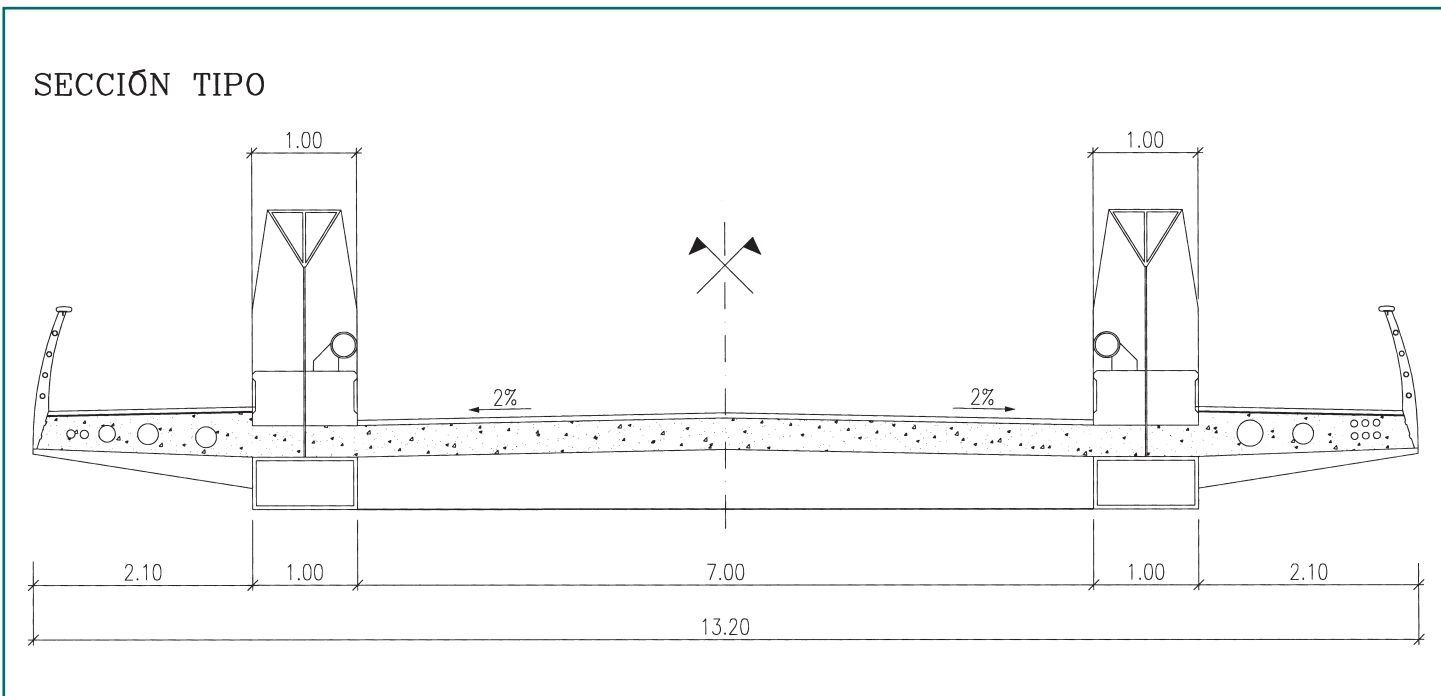




Fig. 5. Vista inferior del puente/ Lower view of the bridge.

Los arcos presentan una flecha de 6 m (relación luz/flecha=7,5) y se vinculan al tablero mediante dos vigas longitudinales conectadas entre si mediante vigas transversales (Figuras 5 y 6).

Los arcos tienen una sección transversal triangular con un alma central. Su canto es de 0,70 m -constante a lo largo de su directriz- y el ancho varía entre 0,70 y 1 m. El alma central de la sección se transforma en una chapa alveolada que permite conectar el arco con las vigas longitudinales del tablero (Figura 7). Las vigas longitudinales son elementos metálicos de sección rectangular de 1x0,5 m², constituidos por chapas cuyos espesores varían, dependiendo de la zona, entre 15 y 25 mm. En el tramo con el arco sobre el tablero, estas vigas tienen un alma

the longitudinal deck beams (Figure 7). The longitudinal beams are formed by 1 x 0.5 m rectangular plate steel elements which vary in thickness between 15 and 25 mm according to area. In the section where the arch is over the deck, these beams have a central web which connects to the web of the arch and enables the direct transfer of the vertical loads from the longitudinal beam to the arch (Figure 8).

The cross beams, spaced every 2 m, are formed in 10 and 12 mm plate steel and have a 0.25 m wide rectangular section and a variable height of between 0.50 and 0.57 m (to form the transversal cross-slope of the deck). These beams are structurally connected to a 0.30 m deep upper slab of reinforced concrete by 20 mm diameter Bernold type connecting studs.

In order to prevent the transfer of the horizontal component of the axial of the arch to the abutments, two sloping struts have been provided - between the base of the arch and the end of the longitudinal beam - which are anchored to the abutments. These 1.0 x 0.5 m struts are formed in 20 and 25 mm thick plate and are internally stiffened both longitudinal and transverse directions.

One of the most complicated areas of design and construction was the lower connecting section between the inclined strut (rectangular section) and the base of the arch (triangular section) supported directly on POT type bearings. The section is heavily stiffened.

The outer walkways are separated from the roadway by the arches. These walkways are supported on a reinforced concrete slab set on cantilevered transverse beams spaced every 2 m and embedded in the longitudinal beams. (Figure 11).

The steel structure weighs approximately 165 T (22 Kg/m²) and the total cost of the bridge including accesses is around 2.6 million Euros.

Fig. 6. Vista general del puente/ General view of the bridge.



central que se conecta al alma del arco, permitiéndose un mecanismo de transferencia directa de las cargas verticales de la viga longitudinal al arco (Figura 8).

Las vigas transversales, separadas cada 2 m, están formadas por una sección rectangular de 0,25 m de ancho y canto variable entre 0,50 y 0,57 m (para conseguir el peralte transversal del tablero), constituida por chapas de 10 y 12 mm. Estas vigas se conectan estructuralmente a una losa superior de hormigón armado de 0.30 m de espesor medio mediante pernos de conexión tipo Bernold de 20 mm de diámetro.

Para no transmitir la componente horizontal del axil de arco sobre los estribos, se han diseñado dos puntales inclinados - entre la base del arco y el extremo de la viga longitudinal- que se anclan en su coronación a los estribos. Los puntales están constituidos por una pieza de sección rectangular, cuyas dimensiones exteriores son 1x0,5



Fig. 7. Vistas del arco y viga longitudinal durante su construcción en taller/ Views of the arch and longitudinal beam during workshop construction.

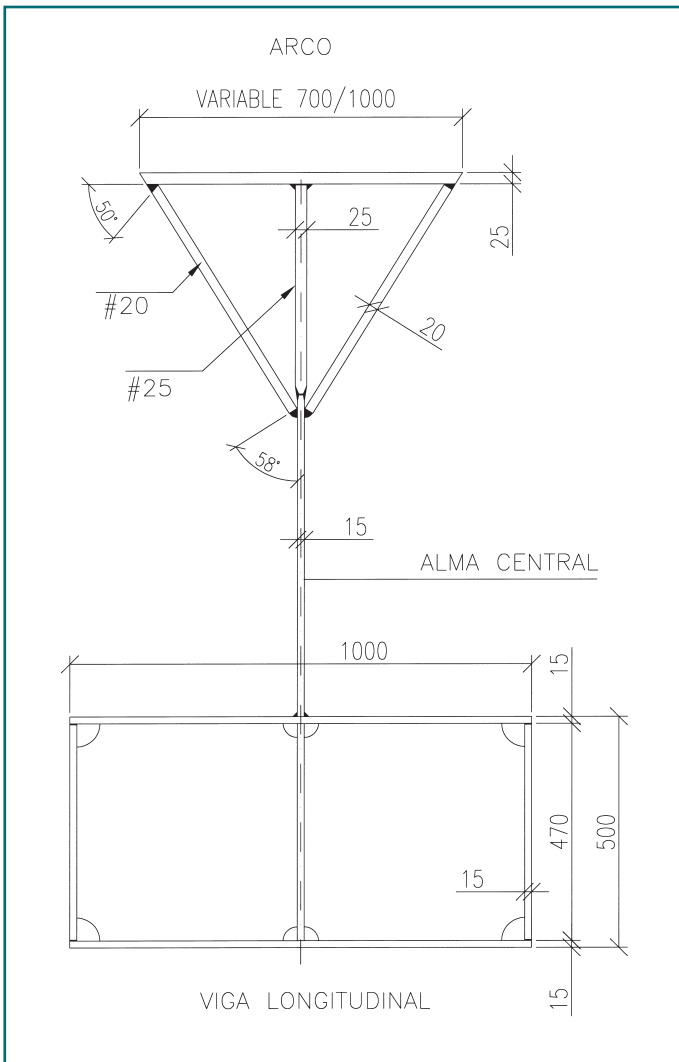


Fig. 8. Sección transversal del arco y la viga longitudinal/Cross section of the arch and longitudinal beam.

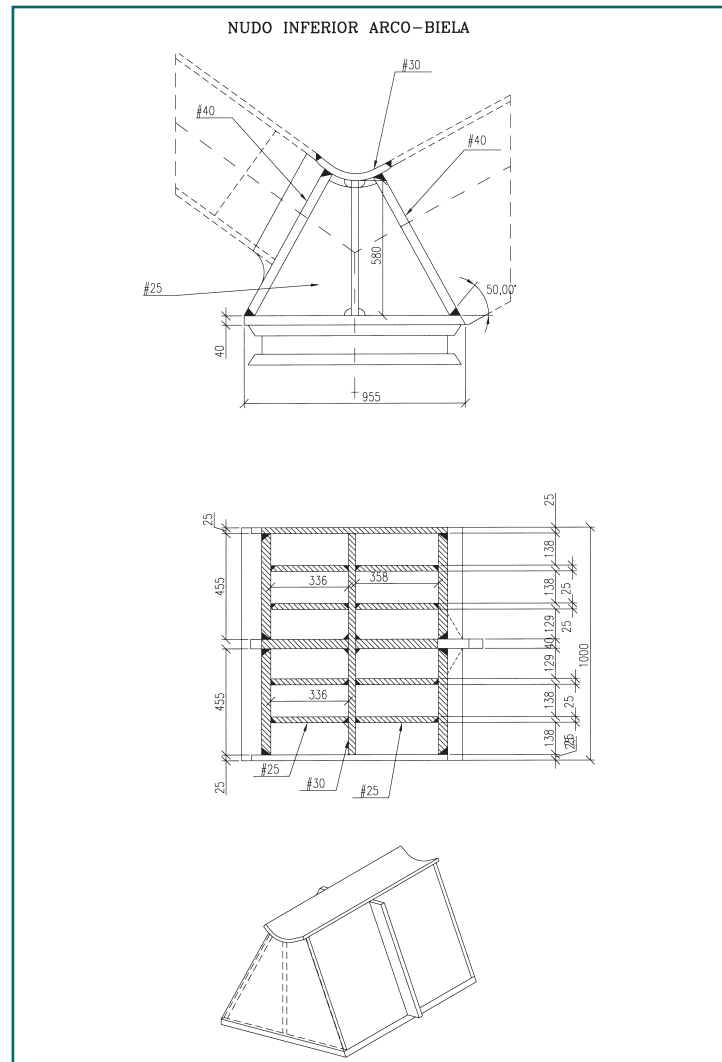


Fig. 9. Definición de chapas del nudo biela-arco/Definition of strut-arch junction plates.

m², formada por chapas, de 20 y 25 mm de espesor, rigidizadas interiormente tanto longitudinal como transversalmente.

Una de las zonas de mayor dificultad de diseño y construcción es el nudo inferior de la unión entre la biela inclinada (de sección rectangular) y la base del arco (de sección triangular) sustentada directamente sobre un apoyo tipo POT (Figura 9). La pieza está fuertemente rigidizada.

Las aceras laterales están separadas de la calzada por los arcos (Figura 10). Éstas se soportan mediante una losa de hormigón armado apoyada sobre vigas transversales en voladizo, empotradas a la viga longitudinal, separadas cada 2 m en sentido longitudinal (Figura 11).

El peso de la estructura de acero es de aproximadamente 165 T (225 Kg/m²) y el coste del puente, incluyendo sus accesos, es de aproximadamente 2,6 millones de euros.

La barandilla se ha diseñado con un pasamanos de madera de elondo de sección transversal elíptica soportado por montantes, de geometría curva, de acero inoxidable distanciados cada 2 m que se empotran en el extremo de la costilla transversal como si de una única pieza se tratara (Figura 12).

Se ha estimado que el incremento de coste de construcción compensa los costes de conservación de la estructura metálica en un periodo de 80 años, inferior a la vida útil del puente (superior a 100 años).

3.2. Comportamiento estructural

El proyecto del puente se ha llevado a cabo empleando los criterios del Eurocódigo 3, parte 1.4, habiéndose consultado bibliografía y recomendaciones existentes de asociaciones europeas (3)(4)(5).

El comportamiento estructural del puente es el propio de un arco auto-anclado que no transmite reacciones



Fig. 10. Vista superior del tablero/ Upper view of the deck.

The railings have been designed with a wooden handrail of elliptical cross-section set on curved stainless steel uprights spaced every 2 m and embedded at the end of the cantilevered slab in the manner of an individual unit (Figure 12).

It is considered that the higher construction cost will be offset by the maintenance costs of the steel structure over a period of 80 years, and below that of the working life of the bridge (greater than 100 years).

Fig. 11. Vista inferior del voladizo que soporta las aceras/ Lower view of the cantilever supporting the walkways.

Fig. 12. Barandillas/ Railings

3.2. Structural behaviour

The bridge design has been carried out on the basis of Eurocode 3, part 1.4 and following consultation of the



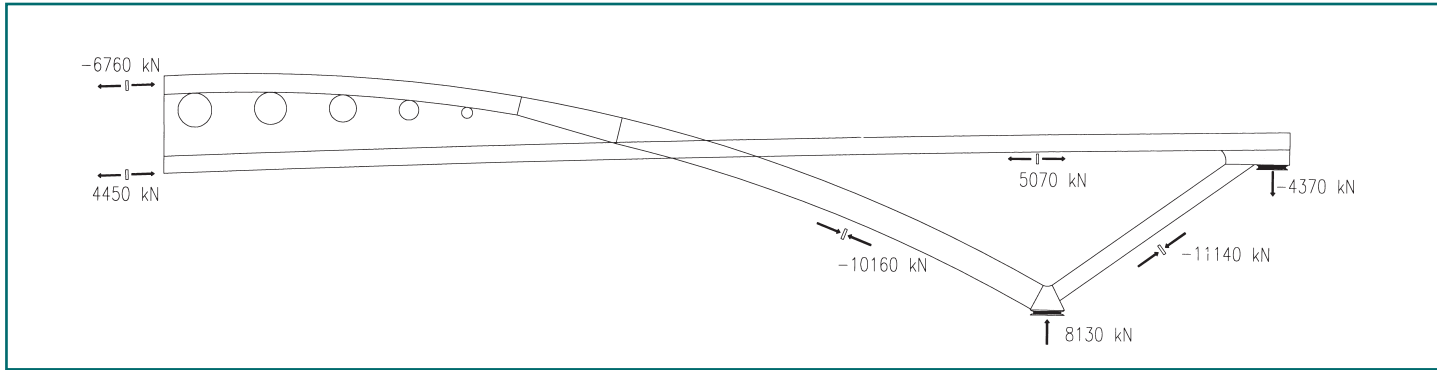


Fig. 13. Distribución de reacciones y esfuerzos axiales p \acute{e} simos en la combinaci \acute{o} n en servicio m \acute{a} s desfavorable/
Distribution of worst case axial forces and reaction under the most unfavourable service conditions.

horizontales al terreno. En la figura 13 se recoge el mecanismo de transmisi \acute{o} n de las reacciones del arco a los estribos y los esfuerzos axiales en los elementos principales.

Los c \acute{a} lculos estructurales se han realizado con un c \acute{o} digo de elementos finitos, habi \acute{e} ndose desarrollado diversos modelos o ajustes de los mismos para contemplar los fen \acute{o} menos de reblandecimiento del acero inoxidable para tensiones superiores al 60% del l \acute{i} mite el \acute{a} stico convencional ($f_{y0,2\%}$) y el efecto de la fisuraci \acute{o} n en determinadas zonas de la losa de hormig \acute{o} n armado. En el modelo se combinan elementos tipo barra y elementos finitos tipo l \acute{a} mina. Para el estudio de la distribuci \acute{o} n de tensiones en determinadas zonas y, en particular, en los nudos principales se han desarrollado modelos num \acute{e} ricos con elementos finitos tipo l \acute{a} mina en r \acute{e} gimen el \acute{a} stico y lineal. Las tensiones en el acero se han limitado a un 75% del l \acute{i} mite el \acute{a} stico convencional para la combinaci \acute{o} n de cargas frecuentes y a un 90% de dicho l \acute{i} mite para la combinaci \acute{o} n caracter \acute{i} stica.

Una vez finalizada la construcci \acute{o} n del puente, se realiz \acute{o} una prueba de carga est \acute{a} tica, donde se plantearon distintos estados de carga, midi \acute{e} ndose fundamentalmente deformaciones (flechas verticales). La estructura presenta un comportamiento m \acute{a} s r $\acute{i$ gido que el esperado. Las flechas medidas han sido del orden del 80 % de los valores te \acute{o} ricos, obtenidos con un valor medio del m \acute{o} dulo de deformaci \acute{o} n de valor $E=200$ GPa, y se han recuperado el \acute{a} sticamente en su pr \acute{a} ctica totalidad. Considerando los resultados del control de calidad del acero, se constata que el m \acute{o} dulo de deformaci \acute{o} n secante para una deformaci \acute{o} n del 0,2 % es un 16% superior al considerado en el modelo de c \acute{a} lculo, lo que explica la diferencia de flechas medida en la prueba de carga.

3.3. Procedimiento de construcci \acute{o} n

Las obras del puente, realizadas por la empresa constructora Ferrovial-Agroman, se iniciaron en octubre de 2004 con la demolici \acute{o} n del puente existente y finalizaron en la primera semana de junio de 2005.

bibliography and recommendations of European associations (3)(4)(5).

The structural behaviour of the bridge is that of a self-anchored arch which does not transfer horizontal reactions to the ground. Figure 13 shows the form of transfer of reactions from the arch to the abutments and the axial forces on the main elements.

The structural calculations have been made using finite element code after developing and including various models or adjustments to take into account the possible softening of the stainless steel under stresses over 60% the conventional elastic limit ($f_{y0,2\%}$) and the effect of cracking in certain areas of the reinforced concrete slab. The model combined bar type elements and shell type finite elements. In order to study the stress distribution in certain areas and particularly in the main joints, numerical models were developed with laminar type finite elements under elastic and lineal conditions. The stresses in the steel have been limited to 75% the standard elastic limit for the combination of frequent loads and at 90% of the said limit for the characteristic combination.

Once the bridge was constructed it was subjected to static load testing employing different load states and essentially measuring the deformation (vertical deflection). The structure was seen have a more rigid behaviour than expected. The average deflections were around 80% the theoretical values obtained by a mean value of the deformation module $E = 200$ Gpa, and it was seen to recover elastically in almost its entirety. In accordance with the quality control results of the steel, it was seen that the secant elasticity module for a deformation of 0.2% was 16% higher that considered in the design model, and explains the difference in the deflection recorded in the load test.

3.3. Construction process

Work on the bridge, carried out by the Ferrovial-Agroman contractor, was started in October 2004 with



Tras la demolición del puente existente y la construcción de un camino provisional sobre el torrente, se retiró el antiguo terraplén en la margen derecha, excavándose el terreno en la zona de los estribos para poder construir los estribos.

Las chapas de acero de acero fueron fabricadas por la empresa Outokumpu en Suecia, incluyendo su corte y preparación de bordes (más de 1000 piezas, Figura 14). El armado y fabricación de las piezas del puente se ha desarrollado en los talleres de Ascámón en Asturias. Los arcos y vigas longitudinales se han dividido en 8 tramos, además de las vigas transversales y costillas de los voladizos. En los talleres se llevó a cabo el primer tratamiento superficial mediante decapante y chorreado.

El montaje en obra se ha realizado mediante grúa. Los 8 tramos se montaron sobre apeos provisionales, uniéndose posteriormente mediante soldadura (Figuras 15 y 16). Paralelamente se colocaron los pernos de conexión, mediante soldadura manual. Finalmente se ejecuta un tratamiento superficial de zonas próximas a las soldaduras mediante chorreado superficial.

Una vez tesados los anclajes verticales de unión tablero-estribos, se colocaron las prelasas de hormigón armado que permitieron el posterior hormigonado de la losa del puente.

Algunas de las etapas enunciadas no se han llevado a cabo de forma secuencial para poder reducir la duración de la obra.

El puente se ha completado con la colocación de barandillas, impermeabilización del tablero, pavimento, iluminación y otros acabados (Figura 17), realizándose posteriormente la prueba de carga estática.

Se ha ejecutado un exhaustivo proceso de control de calidad, acrecentado por el carácter innovador del mate-

Fig. 14. Corte y preparación de bordes en Suecia/Cutting and edge preparation on Sweden.

the demolition of the old bridge and was completed in the first week of June 2005.

After the demolition of the existing bridge and the construction of a provisional road over the freshet, the old embankment on the right bank was removed and the abutment areas were excavated.

The steel plates were manufactured, cut and edge prepared by Outokumpu in Sweden (over 1000 pieces, Figure 14). The assembly and manufacture of the bridge sections was carried out at the Ascamon works in Asturias. The arches and longitudinal beams were divided into 8 sections, in addition to the cross beams and cantilever ribs. Initial surface treatment was carried out at the works by application of pickling paste and blasting.

The assembly on site was carried out by crane. The 8 sections were assembled on provisional supports and then welded together (Figures 15 and 16). At the same time the connection bolts were placed by manual welding. The areas around the welds were then surface treated by blasting.

Once the vertical anchors connecting deck and abutments had been stressed, reinforced concrete pre-slabs were placed to allow the concreting of the bridge slab.

Some of the stages indicated above were not carried out in sequential form in order to reduce construction time.

The bridge was completed with the placing of the railings, the waterproofing of the deck, paving, lighting and other finishes (Figure 17) and was then submitted to static load testing.

A thorough quality control process was carried out, particularly in view of the innovative nature of the material and very close control was made of the

Fig. 15. Montaje de la estructura por tramos/ Assembly of the structure in sections.





Fig. 16. Montaje de la estructura metálica/
Assembly of the steel structure.



Fig. 17. Estructura finalizada/
Completed structure.

rial, habiéndose intensificado en todos los controles propios de las soldaduras en taller y obra con técnicas de ultrasonidos, radiografías y partículas magnéticas. Los valores medidos de los parámetros mecánicos del acero durante el control de calidad han sido mayores que los especificados en el proyecto y en las normativas. En la tabla 2 se resumen algunos de los parámetros más significativos.

welding procedures at the works and on site using ultrasounds, radiographs and magnetic particles. The mechanical characteristics of the steel recorded during quality control testing were higher than both those specified in the design and in the codes. Table 2 shows a summary of the most significant parameters.

4. Créditos y agradecimientos

La interacción positiva entre el cliente, empresa constructora, subcontratistas y la empresa consultora ha permitido hacer realidad este proyecto innovador. PEDELTA quiere agradecer al Consell Insular de Menorca su apoyo y fomento de la aplicación de tecnologías innovadoras para el avance de la ingeniería de puentes. ♦

Acknowledgements

The positive relations between client, construction company, subcontractors and the consulting company have made this innovative project possible. PEDELTA wish to thank the Consell Insular de Menorca for their support and their promotion of innovative technologies for the advance of bridge engineering. ♦

Entidad (<i>Project</i>)	Puente de Cala Galdana		Agustí García Ing. Industrial
Promotor (<i>Promotor</i>)	Consell Insular de Menorca (<i>Minorca Island Council</i>) Dirección de Movilidad		Dirección de obra (<i>Site management</i>) Juan A. Sobrino y Juan V. Tirado, ICCP. Agustí García Ing. Industrial
	Coordinación del proyecto (<i>Project coordination</i>) Marc Casanovas ICCP y Pilar Carbonero ITOP	Empresa Constructora (<i>Contractor</i>)	FERROVIAL-AGROMAN José Baraja, ICCP, Jefe de Obra (<i>Site Manager</i>)
	Rubén Martín ICCP, Director de movilidad (<i>Director of Transport & Mobility</i>) Rafael Folch, ICCP Coordinación de las obras (<i>Site coordination</i>)	Subcontratistas principales (<i>Main subcontractors</i>)	OUTOKUMPU, suministro y corte de chapas (<i>supply and cutting of plates</i>) ASCAMON, taller metálico (<i>steelworks</i>) MK4, suministrador de apoyos POT de acero inoxidable (<i>supply of stainless steel POT bearings</i>)
Proyecto y Dirección de obra (<i>Design and site management</i>)	PEDELTA Proyecto (<i>Design</i>) Juan A. Sobrino, Javier Jordán, Xavier Martínez y Juan V. Tirado, ICCP.		

Referencias/References

–(1) Pascual, J, Ripa, T. y Millanes, F. ; "Algunas singularidades del acero inoxidable como material estructural", CEA 2004, Congreso de la estructura de acero, pp.229-238, La Coruña, 2004.

–(2) Eurinox, "Pedestrian bridges in stainless steel", building series, volume 7, Luxembourg, 2004.

–(3) ENV 1993-1.4 "Eurocode 3: Design of steel structures. Supplementary rules for stainless steel".

–(4) Eurinox, "Design manual for structural stainless steel (2nd edition)", building series, volume 3, Luxembourg, 2002.

–(5) The steel construction institute, "Structural design of stainless steel", SCI Publication P291, Ascot, UK, 2001.

Nuevos criterios para la caracterización de las conducciones a presión

New criteria for the specification of pressure pipes

Luis Balairón Pérez. Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

*Director del Programa de Estructuras Hidráulicas del Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX . luis.balairon@cedex.es
Profesor Asociado de la Universidad de Salamanca. balairon@usal.es. Escuela Politécnica Superior de Ávila*

Resumen: El presente artículo resume las conclusiones principales de la tesis doctoral "Nuevos criterios para la caracterización de las conducciones a presión" defendida por D. Luis Balairón Pérez en abril de 2005 en la Universidad Politécnica de Madrid para la obtención del grado de Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, la cual será publicada este año 2006 en el Programa Editorial del Ministerio de Fomento como monografía CEDEX. En ella se proponen unas nuevas directrices para simplificar la actual normativa técnica relativa a las conducciones a presión.

Palabras Clave: Tuberías, Normativa, Terminología, Coeficientes de seguridad, Clasificación

Abstract: This paper deals the main conclusions of the thesis "New criteria for the standardization of the pressure water pipelines" delivered by Mr. Luis Balairón Pérez in April 2005 at the Madrid Polytechnical University in which a new guidelines are proposed for improving the actual technical standardization in the field of pipes. The complete thesis will be published this year at the official Spanish Ministry of Fomento Editorial Programme as a CEDEX monography.

Keywords: Pipes, Standards, Terminology, Design coefficients, Classification

1. Introducción

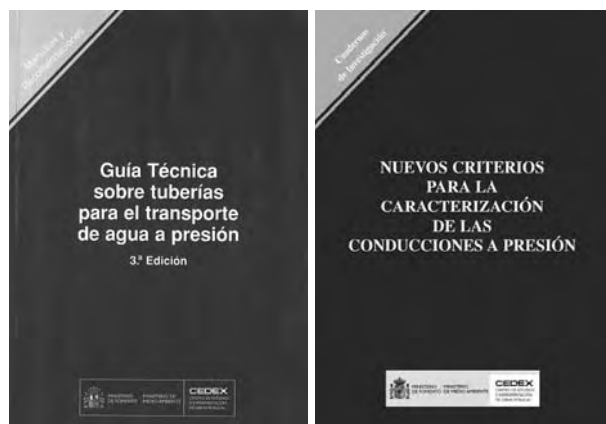
La actual normativa técnica en materia de tuberías, aun siendo abundante, es susceptible de ser mejorada especialmente en lo que se refiere a establecer criterios unificados para caracterizar las distintas tipologías de conducciones, de manera que se trate de solucionar la problemática actual derivada de la enorme dispersión de criterios existente en el sector (distinta terminología, diferentes valores de los coeficientes de seguridad, controles de calidad heterogéneos, múltiples métodos para el dimensionamiento, etc.).

Así, aunque en los últimos 40 ó 50 años se han promovido notables actuaciones normativas en España en materia de tuberías para el transporte de agua en un sentido amplio (abastecimientos y saneamientos de poblaciones, regadíos, hidroelectricidad, trasvases, emisarios submarinos, etc) auspiciadas desde numerosos organismos

(administraciones públicas, operadores del ciclo urbano del agua, organismos de normalización, etc) y con distintos objetivos lo cierto es que la Reglamentación en la materia es claramente mejorable en la actualidad, algo que, de alguna manera, es extensible al resto de obras hidráulicas las cuales cuentan, en general, con un grado de desarrollo normativo inferior al de otras infraestructuras públicas (carreteras, puertos, etc).

En concreto, en el presente trabajo se han realizado unas propuestas encaminadas a lograr una mejor caracterización de las conducciones relativas a los tres aspectos siguientes: terminología, coeficientes de seguridad y parámetros de clasificación. Tales propuestas se basan en el contenido de la Guía Técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión (CEDEX, 2003), documento redactado con el objeto de sintetizar el estado actual de la técnica en lo relativo a la normalización de dichas infraestructuras (ver Balairón, 2004).

Fig. 1. Portadas de la "Guía Técnica sobre tuberías para el transporte de agua presión" y "Nuevos criterios para la caracterización de las conducciones a presión", publicaciones del CEDEX sobre la materia.



2. Terminología empleada para caracterizar las conducciones a presión

La normalización de la terminología científica es una ayuda fundamental a la sociedad por la eliminación que supone de barreras técnicas y comerciales, la cual, además, favorece la transferencia de conocimientos al asegurar una comunicación adecuada. Es, pues, la actividad encargada de fijar denominaciones y sus correspondientes definiciones con objeto de hacer posible una comunicación que no de lugar a confusiones como consecuencia de la univocidad de sus términos, teniendo en cuenta el principio de la economía del lenguaje, de manera que en cualquier ejercicio de normalización industrial, la utilización de criterios terminológicos comunes es clave para el éxito del proyecto.

Una de las cuestiones que mayor confusión crea en el sector específico de las tuberías es la relativa a la terminología que se emplea, pues ésta es, en ocasiones, dispar. Por ello, un avance importante en la normalización de las tuberías sería el proponer unos criterios que simplifiquen en lo posible la situación anterior, estableciendo con la mayor claridad posible la relación entre esa nueva terminología propuesta y la convencionalmente usada hasta ahora. En concreto, las propuestas de simplificación terminológica que se hacen a continuación son relativas a los dos siguientes conceptos fundamentales en el ámbito de las tuberías: los diámetros y las presiones.

2.1. El concepto de diámetro nominal, DN

En el ámbito de las tuberías, el tradicional concepto de diámetro nominal (DN) encierra una mayor complejidad de la que inicialmente cabría suponer, pues, según tipologías, tres son los posibles criterios para entender tal acepción:

- Criterio 1. Que el término *DN* se refiera estrictamente al diámetro interior. Se trata del caso de los tubos de

hormigón (y de los antiguos de fibrocemento), los cuales son fabricados de manera que se mantiene fijo su diámetro interior y las variaciones de espesor se logran por modificación del diámetro exterior.

- Criterio 2. Es el caso contrario, esto es, el término *DN* se refiere estrictamente al diámetro exterior. Ocurre en los tubos de acero y en los de materiales termoplásticos (PVC-U, PE y PVC-O), en los que su proceso de fabricación es tal que se mantiene fijo su diámetro exterior y las variaciones de espesor se logran por variación del interior.

- Criterio 3. En este caso, el término *DN* se refiere, *aproximadamente*, al interior (es el caso de los tubos de fundición). En ellos el diámetro exterior es fijo, de manera que los posibles diámetros interiores reales son variables (en función de cual sea el espesor del tubo). En consecuencia, el *DN*, al referirse en estos tubos por tradición al diámetro interior, ha de ser necesariamente un valor aproximado, pero no exacto, respecto al valor real de dicho diámetro interior (por las razones antes expuestas).

Para mayor dificultad, en los tubos de PRFV el término *DN* puede responder a los criterios 1 y 3. Efectivamente, estos tubos admiten ser fabricados por dos procedimientos diferentes, según sea constante el diámetro interior o el exterior. Si el diámetro fijo en el proceso de fabricación es el interior (arrollamiento mecánico sobre mandril; los llamados tubos de la Serie A), el *DN* se identifica con dicho valor (situación como en los tubos de hormigón; criterio 1). Si, por el contrario, el diámetro fijo durante la ejecución del tubo es el exterior (fabricación por centrifugado, tubos de la Serie B), el *DN* es aproximadamente el interior, tal y como ocurría con los tubos de fundición (criterio 3).

Indudablemente, desde el punto de vista del usuario de una conducción, lo más sencillo sería que el término *DN* se refiriera en todas las tipologías de tuberías a un mismo concepto, bien fuera el diámetro interior, el exterior, el medio o cualquier otro. A más a más, lo más intuitivo sería que el *DN* se identificara con el interior, pues éste es el que condiciona la capacidad hidráulica de una conducción, y la utilidad del concepto de *DN* es precisamente caracterizar dicha capacidad hidráulica.

Ello no es fácilmente alcanzable ya que en el motivo último de que el término *DN* se refiera en unos tubos al diámetro interior y en otros al exterior hay unas poderosas razones de peso que mucho tienen que ver con los procesos de fabricación de cada tipología de tuberías, además de razones de tradición.

Con todo, la propuesta realizada para simplificar el alcance del término *DN* sería respetar dos posibles criterios para su acepción: qué en aquellos tubos en los que el

proceso de fabricación sea tal que el diámetro interior se mantenga fijo y las variaciones de espesor se obtengan por modificación del diámetro exterior, el término DN se refiera al diámetro interior y viceversa (que en los tubos en los que el proceso de fabricación el diámetro exterior se mantenga fijo y las variaciones de espesor se obtengan por modificación del diámetro interior, el término DN se refiera al exterior).

Lo anterior supone mantener los criterios 1 y 2 antes enunciados y eliminar el 3. Obsérvese que, en la actualidad, mientras que en los tubos de hormigón, en los de acero y en los termoplásticos se sigue la propuesta realizada, en los de fundición y en los de PRFV no es así. Todo ello, de manera resumida, podría expresarse de la siguiente forma:

- DN = Diámetro interior (criterio 1) Tubos de hormigón y en los de PRFV (Serie A)
- DN = Diámetro exterior (criterio 2) Tubos de fundición, acero, materiales termoplásticos y PRFV (Serie B)

Una dificultad derivada de lo anterior sería que (en la hipótesis de mantener las actuales dimensiones normalizadas de fabricación de los tubos) los valores normalizados de los DN en los tubos de fundición y en los de PRFV de la Serie B (que realmente son los que cambian respecto a la situación actual) serían diferentes a los actuales.

Ello implicaría la necesidad de cambiar bien las normas para dar cabida a esos nuevos valores o bien variar los procesos de fabricación para adecuarlos a los valores normalizados en la actualidad de los DN. Claramente parece más sencillo lo primero, si bien los DN normalizados en los tubos de fundición y PRFV de la serie B resultarían poco intuitivos.

2.2. La terminología empleada para la caracterización de las presiones

Si la terminología que se utiliza para referirse a los diámetros es a veces confusa, el problema alcanza cotas mucho mayores en el caso de los vocablos empleados para referirse a las presiones hidráulicas que solicitan a una conducción. Así, por ejemplo el tradicional concepto de *presión nominal (PN)* es un claro ejemplo de ello. En unos tubos se entiende que incluye las sobrepresiones debidas al golpe de ariete, en otros no; en según que materiales se refiere a la resistencia del tubo en el corto o en el largo plazo; o, sencillamente, en unos tubos se utiliza el concepto y en otros no se emplea.

Y es que son muy numerosos los conceptos que se utilizan para referirse a dichas presiones sin que en lo más

	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3
Situación actual	Tubos de hormigón Tubos de PRFV (serie A)	Tubos de PVC Tubos de PE Tubos de acero	Tubos de fundición Tubos de PRFV (serie B)
Situación propuesta	Tubos de hormigón Tubos de PRFV (serie A)	Tubos de PVC Tubos de PE Tubos de acero Tubos de fundición Tubos de PRFV (serie B)	

Fig. 2. Nuevos criterios propuestos para caracterizar el término de "Diámetro nominal" en las conducciones.

absoluto esté precisa la frontera entre unos y otros. Así se habla de presión nominal, presión normalizada, presión de timbre, presión máxima de trabajo, presión de servicio, presión de diseño, presión máxima de diseño y así un largo etcétera, sin que esté suficientemente establecido a que se refieren unos u otros términos.

Con el afán de introducir una normalización común para las distintas tipologías de tuberías (terminología, dimensiones, parámetros de clasificación, etc), en el año 2000 se publicó la norma UNE-EN 805, la cual diseñó una terminología novedosa que pretendía ser común para todos los materiales, de manera que las sucesivas normas específicas de cada tipología fueran incorporando dichos vocablos.

En los párrafos siguientes se pretende abundar en esa dirección, estableciendo unos criterios comunes para la terminología empleada para caracterizar a las presiones (tanto las que solicitan a la conducción como las que cada componente es capaz de resistir individualmente), apoyados en las pautas que introdujo la norma UNE EN 805 y confrontados a los tradicionalmente utilizados en España a la luz del PPTG para Tuberías de Abastecimiento de Agua del MOPU de 1974.

a) Presiones hidráulicas que solicitan a la conducción

- Presión estática: *Es la presión en una sección de la tubería cuando, estando en carga, se encuentra el agua en reposo.* Este concepto, aunque obvio, no se encuentra definido en la norma UNE-EN 805:2000, si bien sí era considerado en el Pliego de Tuberías MOPU 1974.
- Presión de diseño (DP) : *Es la mayor de la presión estática o la presión máxima de funcionamiento en régimen permanente en una sección de la tubería, ex-*

Tabla 1. Denominaciones empleadas para referirse a las presiones hidráulicas que solicitan a la tubería

Concepto	Norma UNE-EN 805:2000		Pliego MOPU 1974	
	Denominación	Siglas	Denominación	Siglas
Presión solicitante cuando, estando en carga, se encuentra el agua en reposo	Presión de diseño (la mayor de ambas)	DP	Presión estática	
Presión máxima en funcionamiento en régimen permanente			Presión de servicio	
Presión máxima que puede alcanzarse considerando el golpe de ariete	Presión máxima de diseño	MDP	Presión máxima de trabajo	Pt
Presión a la que se prueba la tubería una vez instalada y previo a la Recepción	Presión de prueba de la red	STP	Presión de prueba en zanja	
			Presión de prueba de estanquidad	

cluyendo, por tanto, el golpe de ariete. El Pliego de Tuberías MOPU 1974 utilizaba el término "presión de servicio" para referirse a la máxima presión en funcionamiento, excluyendo, por tanto, el golpe de ariete. El término "presión de diseño" y sus siglas DP son las adoptadas en UNE-EN 805:2000.

Es diferente el caso de una impulsión que el de una tubería por gravedad; en el primer caso, en el funcionamiento normal, la presión en la tubería será mayor que la estática, siendo la DP, por tanto, la máxima de funcionamiento, mientras que en el caso de una tubería por gravedad, la presión en funcionamiento es menor que la estática, coincidiendo ésta en este caso, por tanto, con la DP.

- Presión máxima de diseño (MDP). *Es la presión máxima que puede alcanzarse en una sección de la tubería en servicio, considerando las fluctuaciones producidas por un posible golpe de ariete.* Este concepto, de gran importancia, sí figuraba definido expresamente en el Pliego del MOPU 74 como "presión máxima de trabajo" y lo representaba con las siglas P_t. Al igual que en el caso anterior, el término "presión máxima de diseño" y sus siglas MDP son las adoptadas en UNE-EN 805:2000.

- Presión de prueba de la red (STP). *Es la presión hidráulica interior a la que se prueba la tubería una vez instalada y previo a la Recepción para comprobar su estanquidad.* El Pliego de Tuberías MOPU 74 entendía que había dos presiones diferentes para esta finalidad: la "presión de prueba en zanja" y la "presión de prueba de estanquidad", si bien no utilizaba sigla alguna para referirse a ellas. Al igual que en los casos anteriores, el término "presión de prueba de la red" y sus siglas STP son las adoptadas en UNE-EN 805:2000.

En la tabla 1, para una mayor claridad, se relaciona la terminología empleada en UNE-EN 805:2000 y el

Pliego de Tuberías del MOPU de 1974 para referirse a las distintas presiones que solicitan a la tubería.

b) Presiones relativas a los componentes

- Presión nominal (PN). La PN (sólo para cuando haya lugar) puede entenderse como un valor numérico de una serie convencional que se adopta, a efectos de referencia, para caracterizar los componentes en relación con la presión hidráulica interior (en kp/cm²) que son capaces de resistir en ausencia de cargas externas.

A modo de resumen, la utilización del concepto de PN es de aplicación para las válvulas y para los tubos de materiales plásticos (PVC-U, PVC-O, PE y PRFV) no empleándose, en general, ni en los tubos de hormigón ni en los metálicos. En estos últimos (tubos metálicos, acero y fundición), cuando se unan mediante bridas, sí se emplea también el concepto de PN para caracterizar a las bridas en relación con la presión interior.

Simplificadamente, y a modo de síntesis, en la actualidad, en los anteriores componentes en los que se emplea este concepto de PN, se entiende que ésta es la presión que dicho elemento es capaz de aguantar en servicio sin considerar el golpe de ariete.k.golpe de ariete; y en ausencia de cargas externas.

La PN es un concepto de gran tradición en el ámbito de las tuberías a presión, el cual no figura recogido en la norma UNE-EN 805:2000, si bien sí se considera en muchas de las normas UNE específicas de producto (incluso recientes). Ya el Pliego de 1974 hablaba de "presión normalizada, P_n", para los tubos fabricados en serie, definiéndola como "aquella con arreglo a la cual se clasifican y timbran los tubos".

- Presión de funcionamiento admisible (PFA), presión máxima admisible (PMA) y presión de prueba en obra

admisible (PEA). La norma UNE-EN 805:2000 introdujo como novedosos estos términos, equivalentes de algún modo al concepto anterior de PN. No obstante, desde hace ya tiempo las normas norteamericanas AWWA para referirse a la PFA o a la PMA, tal como lo entiende la norma UNE EN 805:2000, utilizan las denominaciones de Pressure Class (PC) o Pressure Rating (PR), respectivamente. En cualquier caso, el alcance y significado de los términos anteriores es el siguiente:

- Presión de funcionamiento admisible (PFA). "Presión máxima que un componente es capaz de resistir de forma permanente en servicio"
- Presión máxima admisible (PMA). "Presión máxima, incluido el golpe de ariete, que un componente es capaz de soportar en servicio"
- Presión de prueba en obra admisible (PEA). "Presión hidrostática máxima que un componente recién instalado es capaz de soportar, durante un periodo de tiempo relativamente corto, con objeto de asegurar la integridad y estanquidad de la conducción"

De las anteriores definiciones, es fácil ver que PFA equivale aproximadamente al concepto clásico de PN. Puede también concluirse de ello que en el espíritu de la norma UNE-EN 805:2000 está el eliminar el tradicional concepto de PN y dividirlo en tres, PFA, PMA y PEA. Por otro lado, la formulación básica que rige el comportamiento de una tubería ante la acción de la presión hidráulica interior en servicio es:

$$DP \leq \frac{2eR_m}{D_m C_{DP}} \quad MDP \leq \frac{2eR_m}{D_m C_{MDP}}$$

DP y MDP: presión de diseño y máxima de diseño, en N/mm²

e: espesor de la pared del tubo, en mm

D_m: diámetro medio del tubo, en mm. (D_m = OD - e)

OD: diámetro exterior del tubo, en mm

R_m: resistencia a la tracción del material constitutivo de la tubería, en N/mm²

C_{DP} y C_{MDP}: coeficiente de seguridad ante la actuación de la DP o de la MDP, respectivamente

Conforme a las definiciones introducidas de PFA y PMA, se cumple que:

$$PFA = \frac{2eR_m}{D_m C_{DP}} \quad PMA = \frac{2eR_m}{D_m C_{MDP}} \quad \frac{PFA}{PMA} = \frac{C_{MDP}}{C_{DP}}$$

Tras la aprobación de la norma EN 805, los distintos Comités Técnicos de CEN (CTN) acordaron modificar

sus normas de producto para establecer los valores de las presiones PMA, PFA y PEA de cada tipología de tubería, si bien, en la actualidad, las únicas que han hecho esta transposición completa han sido la UNE-EN 545:2002 (tubos de fundición) y la UNE-EN 1074:2000 (válvulas). En otros materiales (PVC-U y PE, por ejemplo), las respectivas normas de producto no han hecho más que una trasposición parcial (relación de PN con PFA y PEA, por ejemplo, o solo con PFA).

Si los anteriores conceptos de PFA, PMA y PEA estuvieran completamente introducidos en la normalización de todas las tipologías de tuberías, el diseño de las conducciones se vería considerablemente simplificado, pues, conociendo los valores de DP, MDP y STP, se trataría simplemente de seleccionar una tubería cuyas PFA, PMA y PEA fueran superiores, respectivamente, a tales valores (procedimiento que no dejaría de ser una simplificación, pues siempre quedaría verificar que la conducción resiste también la acción de las cargas exteriores: peso de las tierras, tráfico u otras).

3. Los coeficientes de seguridad ante la actuación de la presión hidráulica interior

En Europa, los valores usualmente normalizados para los coeficientes de seguridad (CS) ante la actuación de la presión hidráulica interior son los que se indican la tabla 2.

En la tabla 2 no se han incluido los tubos de hormigón ya que su dimensionamiento es completamente diferente al del resto de materiales por su condición de heterogéneos, de manera que se han excluido de las propuestas realizadas en el presente trabajo de normalización de los CS. En cualquier caso, a la vista de la Tabla 2, pueden concluirse que los CS no están definidos de forma rigurosa en todos los materiales para las mismas hipótesis de carga (ya que en unos unos materiales solo se define el C_{DP}, en otros el C_{MDP}, e incluso en alguno ambos), que la variable sobre la que se aplican dichos CS es diferente de unos materiales a otros y que los valores en sí mismos de los CS son bastante diferentes en cada uno de los diferentes materiales

En el presente artículo se realizan unas aportaciones encaminadas a mejorar la definición de tales coeficientes.

3.1. Tubos de fundición y de acero

En la actualidad, en Europa los tubos de fundición son usualmente dimensionados según el criterio recogido en

Tabla 2. Coeficientes de seguridad (CS) actualmente utilizados en las distintas tipologías de tuberías

Material	C_{DP}	C_{MDP}	Variable sobre la que se aplica el CS	Norma
Fundición	3,00	2,50	Resistencia mínima a la tracción (R_m)	UNE-EN 545:2002
Acero	2,00		Límite elástico (L_e , min)	AWWA M11
PVC-U	DN<110	2,50	Tensión mínima requerida (MRS)	UNE EN 1452:2000
	DN>110	2,00		
PE	1,25		Tensión mínima requerida (MRS)	UNE EN 12201:2003
PVC-O	1,60		Tensión mínima requerida (MRS)	prISO 16422.4:2000
PRFV	1,80		Resistencia a la tracción de la parte estructural del tubo a largo plazo (σ_p , 50)	AWWA M 45

la norma UNE-EN 545:2002, según la cual se establece que el C_{DP} ó el C_{MDP} sean, respectivamente, 3,0 ó 2,5 (ver Tabla 2) sobre el valor de la R_m de la fundición. Otras normas, no obstante (AWWA C-150) proponen simplemente un C_{MDP} de 2,0 afectando al valor del L_e , si bien es un criterio poco utilizado en España.

Los tubos de acero, sin embargo, no tienen un criterio universalmente aceptado para la fijación de los valores de los CS, sino que en función de la norma o manual consultado, el procedimiento es variable.

Así, en primer lugar, debe destacarse el hecho de que el proyecto de norma europea prEN 10.224:1998, llamado a normalizar estos tubos en el ámbito de la Unión Europea en un futuro cercano, nada dice al respecto de los valores recomendados para estos CS, al contrario de lo que ocurre en la práctica mayoría de las restantes tipologías de tuberías, para las que las respectivas normas europeas de producto orientan al usuario al respecto.

En este estado de cosas, la mayoría de los manuales y normas técnicas al respecto (AWWA, 1985; United States Pipe and Foundry Company, 1976; Steel Plate Fabricators Association, 1970) suelen adoptar como C_{MDP} en el diseño de los tubos de acero el valor de 2, aplicado sobre el L_e (eso es lo recogido en la Tabla 2). Sin embargo, otras instituciones (Bureau of Reclamation, 1975; ASCE, 1993) recomiendan como valor del CS el que resulte más restrictivo de las dos siguientes condiciones: C_{MDP} de valor 3 aplicado sobre la R_m ó C_{MDP} de 1,5 considerado sobre el L_e . En cualquier caso, no se suele fijar el C_{DP} en los tubos de acero.

La primera diferencia notable entre todos los criterios anteriores es que en unos casos el CS se aplica sobre el valor de la R_m y en otros sobre el de su L_e , los cuales son dos indicadores altamente representativos de las características mecánicas de un acero o de una fundición y susceptibles de ser aplicados sobre ellos el CS, de manera

que la primera propuesta de este trabajo sería que este CS se aplique en ambos casos sobre la misma variable (L_e o R_m), ya que no parece justificado el que se haga de forma diferente en cada caso.

En concreto, se propone que el CS en los tubos metálicos se aplique sobre el L_e y no sobre la R_m , ya que tiene mas sentido físico limitar el L_e que la R_m , pues, al no ser aconsejable que los materiales metálicos trabajen por encima de su L_e , esta variable es la que representa realmente su capacidad de resistir tracciones.

Además, en los tubos de fundición es prácticamente indiferente aplicar el CS sobre una u otra variable, ya que ambos parámetros están relacionados sensiblemente de forma directa habida cuenta que las propiedades mecánicas de cualquier fundición son casi idénticas (según UNE-EN 545:2002, la R_m de la fundición es 420 N/mm² y el L_e oscila entre 270 y 300 N/mm², con lo que la relación entre ambas se mueve entre 1,40 ó 1,55). En los tubos de acero, sin embargo, la relación entre ambas magnitudes puede llegar a ser altamente variable, de manera que en función de la norma de producto empleada y el tipo de acero seleccionado, pueden resultar valores de la R_m en el acero del orden de 1,15 a 3,00 veces superiores a su L_e , de manera que en el acero no es indiferente establecer el CS sobre uno u otro parámetro, ya que las relaciones no son inmediatas.

En cuanto a los nuevos valores propuestos para los CS en los tubos de fundición aplicados sobre el L_e habría que proceder a transformar los valores actuales minoradores de la R_m . Así, el C_{DP} de valor 3 aplicado sobre la R_m equivaldría a un valor que debería moverse entre 1,93 y 2,14 sobre el L_e ; análogamente, el C_{MDP} de valor 2,50 aplicado sobre la R_m equivaldría a un valor que debería oscilar entre 1,61 y 1,78 sobre el L_e .

Se propone que en los tubos de fundición el C_{DP} aplicado sobre el L_e sea de valor 2,00, cifra que encaja per-

fectamente entre la horquilla de valores antes citada y resulta fácilmente normalizable. Para el C_{MDP} aplicado sobre el L_e se propone el valor de 1,65 ya que queda también perfectamente encajado en la horquilla de valores posibles y además, mantiene la misma proporcionalidad con el anterior C_{DP} propuesto de 2 que la existente entre los C_{DP} y C_{MDP} establecidos en UNE EN 545:2000 aplicados sobre la R_m (3,0 y 2,5).

El diseño resultante con este criterio (y por ende con el de la norma UNE EN 545:2002, pues ambos son muy similares) es algo menos conservador que el de la norma AWWA C-150, pues en ella se propone un C_{MDP} de 2,00 en el L_e . En cualquier caso, la experiencia europea en el uso de estas tuberías no hace necesario aumentar los CS.

Para los tubos de acero se propone aplicar los mismos valores que los especificados para los tubos de fundición (C_{DP} y C_{MDP} 2,0 y 1,65, respectivamente, y minorando el L_e), pues parece lógico emplear similares coeficientes por las analogías que ambas tipologías de tuberías presentan (similares características técnicas, geométricas, económicas, parecidos usos de estas conducciones, etc.).

3.2. Tubos de materiales termoplásticos

Dos son actualmente los posibles criterios para el diseño de los tubos de materiales termoplásticos ante la acción de la presión interior: el utilizado en Norteamérica a partir de las normas AWWA y ASTM y el seguido en Europa conforme las normas EN. Conceptualmente ambos son similares, pues parten de minorar la resistencia que se supone tendrá el material constitutivo de la tubería en el largo plazo por un CS, para, de esta manera, determinar la máxima presión que puede solicitar a dicha tubería a partir de las fórmulas clásicas de la resistencia de materiales:

$$P \leq \frac{2eR_m}{D_m CS}$$

- P: presión hidráulica interior (N/mm²)
- e: espesor de la pared del tubo (mm)
- D_m : diámetro medio del tubo (mm)
- R_m : resistencia a la tracción del material de la tubería a largo plazo (N/mm²)
- CS coeficiente de seguridad

Las diferencias, conforme se detalla en los apartados siguientes, surgen al cuantificar los CS, al considerar o no las sobrepresiones debidas al golpe de ariete en el diseño o al precisar el alcance de la resistencia a la tracción del material constitutivo de la tubería a largo plazo.

- El criterio de las normas norteamericanas AWWA y ASTM. Estas normas han sido utilizadas en Norteamérica

ca para el diseño de los tubos de materiales termoplásticos desde hace más de 40 años. Como criterio general, se basan en identificar la resistencia de cálculo a la tracción del material constitutivo de la tubería a largo plazo con la denominada HDB (Hidrostatic Basis Design; Base Hidrostática de Diseño), que, simplificada, es la resistencia a tracción que se supone tendrá el material dentro de 11 años (100.000 horas). Como criterios específicos para el diseño de los tubos de PVC-U o de PE se siguen los que se indican a continuación.

a) Tubos de PVC-U. En los tubos de PVC-U de diámetro igual o inferior a 3 pulgadas (los típicos de las redes de distribución) la norma AWWA C900 (o el Manual AWWA M23) determina que el C_{MDP} sea de 2,5, limitando la máxima sobrepresión debida al golpe de ariete (ΔP_{max}) a la calculada mediante la fórmula de Allievi suponiendo una velocidad de circulación del agua de 0,6 m/s (2 fps). Ello permite calcular la PFA y la PMA para cada una de las relaciones de dimensiones estándar SDR (relación entre el diámetro y el espesor) normalizadas en AWWA (ver Tabla 3).

En los tubos de PVC-U de diámetro igual o superior a 4 pulgadas la norma AWWA C905 (o el Manual AWWA M23) establece que el C_{MDP} sea 2, sin especificar cual es la máxima sobrepresión admisible debida al golpe de ariete. Con tal coeficiente, los valores normalizados para la PMA son los que se indican en la Tabla 3, en función de las SDR normalizadas en la norma AWWA C 905.

b) Tubos de PE. En ellos, el criterio propuesto por las normas AWWA para su dimensionamiento es algo diferente al anterior. En concreto, tales normas proponen utilizar un C_{DP} de valor 2, a la vez que limitan el valor de la PMA a un múltiplo de la PFA:

- DN < 3 pulg. (AWWA C901)PMA = 1,25 PFA
- DN > 3 pulg. ante sobrepresiones ordinarias (AWWA C906)PMA = 1,50 PFA
- DN > 3 pulg. ante sobrepresiones extraordinarias (AWWA C906)PMA = 2,00 PFA

Lo anterior implica que el C_{MDP} a aplicar al HDB sería, respectivamente para los tres casos anteriores, 1,60, 1,33 y 1,00. Con el C_{DP} indicado de valor 2 los valores de la PFA resultan ser los que se indican en la tabla 3 según tipos de PE y SDR normalizados en AWWA (en concreto, AWWA normaliza tres tipos de polietilenos: PE 2406, PE 3406 y PE 3408, cuyos HDB son 1.250 psi para los dos primeros y 1.600 psi para el PE 3408; 8,61 y 11,02 N/mm², respectivamente). Los valores de las PMA se calcularían mediante los múltiplos anteriores, según casos.

Tabla 3. Valores de PFA y/o PMA en los tubos de materiales termoplásticos según normas AWWA (izda) o CEN (dcha) en MPa

SDR	PVC-U		PVC-U	PE2406 PE3406	PE3408	SDR	PVC-U (DN<90)	PVC-U (DN>90)	PE 40	PE 63	PE 80	PE 100
	(DN< 3 in)	(DN>4 in)										
7,3					0,55	7,4			1,00		2,00	2,50
9,0				0,55	0,69	9,0			0,80		1,60	2,00
11,0				0,69	0,86	11,0	2,00	2,50		1,00	1,25	1,60
13,5				0,86	1,10	13,6	1,60	2,00	0,50	0,80	1,00	1,25
14,0	1,71	1,43				17,0	1,25	1,60	0,40		0,80	1,00
17,0				1,10	1,38	17,6	1,00	1,25		0,60		
18,0	1,30	1,06	1,62			21,0	0,80	1,00	0,32	0,50		0,80
21,0			1,38	1,38		22,0					0,60	
25,0	0,91	0,71	1,15			26,0	0,75	0,80	0,25	0,40	0,50	
26,0			1,10			27,6						0,60
32,5			0,88			33,0		0,60		0,32	0,40	0,50
41,0			0,69			41,0	2,00	2,50		0,25	0,32	0,40

- El criterio de las normas europeas EN. Estas normas son mucho más recientes que las norteamericanas. Están basadas en normas ISO y como criterio general se basan en identificar la resistencia de cálculo a la tracción del material constitutivo de la tubería a largo plazo con la conocida como Tensión Mínima Requerida, MRS, que, simplificada, es la resistencia que se supone tendrá el material dentro de 50 años.

Los tubos de PVC-U, en particular, son dimensionados según los criterios recogidos en la norma europea UNE EN 1452:2000, según la cual el C_{DP} es 2,50 ó 2,00, según que el DN de la tubería sea menor de 90 mm o mayor de 110, respectivamente, aplicado sobre el valor del MRS. Los tubos de PE, por su parte, se dimensionan según los criterios de la norma europea UNE EN 12.201:2003, según la cual el C_{DP} recomendado es 1,25 aplicado también sobre el valor del MRS. Con tales coeficientes, los valores de las PFA en las normas europeas resultan ser los que se indican en la tabla adjunta para los tubos de PVC-U o para los diferentes PE previstos en CEN (en las normas europeas se normalizan cuatro tipos de PE: el PE 40, 63, 80 y 100, cuyos MRS son, respectivamente, 4; 6,3; 8,0 y 10,0 N/mm²).

Los tubos de PVC-O, por su parte, son de desarrollo más reciente y su normalización está mucho menos desarrollada, de manera que el proyecto de norma ISO prISO 14622-4:2000, embrión de las futuras normas europeas al respecto, prevé un C_{DP} de 1,6 también sobre el MRS.

Ninguna de las normas europeas citadas anteriormente, en cualquier caso, establece cual debe ser el C_{MDP} ,

y lo cierto es que dicha ausencia constituye una carencia importante en el acervo tecnológico de estas tuberías, pues en la práctica real hay un claro desconocimiento sobre como se deben dimensionar estos tubos ante la actuación de las sobrepresiones instantáneas debidas al fenómeno del golpe de ariete.

- Comparación entre ambos criterios. Las normas norteamericanas y las europeas difieren, básicamente, en los dos siguientes aspectos:

a) En primer lugar, las normas AWWA normalizan, en general, tanto la PMA como la PFA, mientras que las normas CEN se limitan a regular únicamente la PFA que cada tipología de tubo admite, sin concretar la máxima sobrepresión debida al fenómeno del golpe de ariete admisible en cada caso.

b) Por otro lado, las normas CEN aplican el CS sobre el MRS, mientras que las norteamericanas lo hacen sobre el HDB.

En cualquier caso (normas europeas o norteamericanas), el diseño de los tubos de PVC-U es más riguroso que el de los tubos de PE.

Por otro lado, en el caso del PE, el diseño bien sea con las normas americanas o con las europeas es relativamente similar, mientras que en el PVC-U, en el primer caso (normas AWWA) el dimensionamiento es más conservador que en el segundo (normas CEN), algo que ya ocurría con los tubos de fundición.

En cualquier caso, los estudios de algunos investigadores en la materia (PPI, 2003; Zhou, Z y Palermo, E,

2004) concluyen en que la tendencia en todo el mundo salvo en Norteamérica es a la utilización de los criterios de las normas europeas, por lo que recomiendan la actualización de las citadas normas AWWA y ASTM para adaptarse a los criterios CEN, especialmente en el caso del PE, habida cuenta que las normas europeas tratan mejor las características de los nuevos materiales termoplásticos.

- Propuesta de nuevos coeficientes de seguridad. El planteamiento general de este trabajo respecto a la propuesta de unos nuevos CS en los tubos de materiales termoplásticos ante la actuación de la presión hidráulica interior consistió, básicamente, en tratar de aproximar los criterios de CEN y los de AWWA.

En concreto, dando por válido lo estipulado por CEN en cuanto a establecer los CS sobre el MRS, y adoptando en la medida de lo posible los valores propuestos en tales normas europeas para los C_{DP} , van a completarse tales criterios a partir de la experiencia norteamericana incorporando a los mismos una propuesta para la normalización de las sobrepresiones máximas admisibles, ya que, como se ha indicado anteriormente, la normalización de los CS en los tubos de materiales termoplásticos en las normas CEN adolece, básicamente, de que están fijados los C_{DP} pero no los C_{MDP} , por lo que el principal objetivo de este trabajo fué el tratar de determinar cuales podrían ser éstos.

La determinación de la tolerancia para resistir transitorios en los tubos de materiales plásticos ya ha sido estudiada por numerosos expertos, los cuales apuntan que son razonables sobrepresiones instantáneas de hasta el 50% del valor de la PN (PMA=1,5 PFA; Urrutia, 1997; Jacobi, 1965; Lörstch, 1965; Menges y Robert, 1968; NPG, 2001; Janson, 2003). A partir de tales estudios, y buscando un equilibrio entre que los nuevos CS no sean excesivamente pequeños y respondan al comportamiento real de las conducciones se ha llegado a proponer que el C_{MDP} se calcule mediante la siguiente expresión, con lo que resultan los CS que a continuación se proponen.

$$C_{MDP} = 1 + 0,40 \times (C_{DP} - 1)$$

a) Tubos de PVC-U. Se propone para estos tubos que el C_{DP} tenga un valor único de 2,00 (simplificando la normativa europea), lo que implica que el C_{MDP} en estos tubos sea 1,40.

b) Tubos de PE. Las normas CEN recogen como posibles para el C_{DP} los valores de 1,25; 1,60; 2,00; 2,50 y 3,20 para el diseño de los tubos de PE (aplicado sobre el valor del MRS), si bien recomienda el primero, esto es, 1,25, recomendación que hasta la fecha

es habitualmente seguida en el diseño de estos tubos en Europa.

Se propone para estos tubos que el C_{DP} tenga un valor de 1,60, superior al actualmente utilizado en Europa de 1,25, siguiendo las recomendaciones propuestas desde numerosos foros de aumentar tal coeficiente. Con el C_{DP} de 1,25 se habían constatado dificultades en las pruebas de tubería instalada, en la resistencia ante los transitorios o en el propio diseño mecánico de estos tubos (CEDEX, 2003). Además, un ligero aumento en el CS permitiría una mejor adecuación a los criterios de diseño de las normas AWWA

Tal valor del C_{DP} (teniendo en cuenta la expresión propuesta anteriormente), implica que el C_{MDP} en los tubos de PE sea de 1,25

c) Tubos de PVC-O. No hay en la actualidad una metodología para el diseño de los tubos de PVC-O aceptada de manera universal, ya que la normativa que regula este tipo de tubos (por tratarse de una tecnología relativamente reciente) está aun en fase de elaboración.

De hecho en la actualidad se está elaborando el proyecto de norma prISO 16422-4:2000 que quizás en un corto plazo se convierta en norma europea EN y, consecuentemente, en UNE-EN. Las últimas versiones de dicho proyecto (2003) preveían un C_{DP} de 1,6, sin establecer cual debería ser el C_{MDP} (como en los restantes materiales termoplásticos).

El presente trabajo acepta como válido dicho C_{DP} de 1,6, el cual equivaldría (teniendo en cuenta la expresión propuesta anteriormente) a un C_{MDP} de 1,25 (igual que en el PE).

3.3. Tubos de PRFV

Los tubos de PRFV por su condición de heterogéneos presentan algunas diferencias importantes respecto a las anteriores tipologías de tipo homogéneo. Así, en ellos el CS se aplica minorando el valor de la resistencia a la tracción circunferencial de la parte estructural del tubo a largo plazo, característica mecánica aproximadamente equivalente al de R_m en los tubos de material homogéneo.

En ausencia de normas europeas para el diseño de estos tubos de PRFV, lo usual es dimensionarlos según las especificaciones de la norma AWWA C-950, la cual (ver Tabla 2), establece un C_{DP} de 1,8, afectando al valor de tal resistencia, y determinando, además, que la máxima sobrepresión debida a la actuación del golpe de ariete sea de un 40% respecto al valor de la presión en servicio, sin considerar tal efecto (PMA = 1,4 PFA). Ello implica que, el C_{MDP} sería la relación entre 1,8 y 1,40, esto es 1,30, aproximadamente.

Tabla 4. CS propuestos ante las tracciones en las distintas tipologías de tuberías

Material	C _{DP}	C _{MDP}	Relación PMA/PFA	Variable sobre la que se aplica el coeficiente de seguridad
Fundición	2,00	1,65	1,20	Límite elástico (L_e , min)
Acero	2,00	1,65	1,20	Límite elástico (L_e , min)
PVC-U	2,00	1,40	1,40	Tensión mínima requerida (MRS)
PE	1,60	1,25	1,30	Tensión mínima requerida (MRS)
PVC-O	1,60	1,25	1,30	Tensión mínima requerida (MRS)
PRFV	1,80	1,30	1,40	Resistencia a la tracción de la parte estructural del tubo a largo plazo ($\sigma_{r, 50}$)

Por la experiencia acumulada en Europa, desde el punto de vista de este trabajo se validan tales valores y se proponen los mismos como CS para el dimensionamiento de estos tubos de PRFV.

3.4. Resumen y propuesta

En la Tabla 4 se resume la propuesta de CS a emplear en las distintas tipologías de tuberías para el transporte de agua a presión en su dimensionamiento ante la actuación de la presión hidráulica interior, así como las relaciones entre la PMA y la PFA en cada una. Por simple comparación con la Tabla 2 pueden verse las diferencias introducidas, las cuales redundan sobre todo en una mayor uniformidad en la definición de estos CS.

4. Parámetros de clasificación de las tuberías

4.1. Situación actual

Los parámetros de clasificación de una tubería de material homogéneo son aquellas variables que determinan la capacidad hidráulica y mecánica de una conducción (diámetro, espesor, rigidez, resistencia característica, etc.).

Así entendidos, y en una primera aproximación, cabría pensar que los parámetros de clasificación debieran ser el diámetro de la conducción, el espesor de la pared y, en su caso, la resistencia del material (cuando no sea única para el mismo material, como ocurre en el acero, el PE ó el PVC-O), pues estas variables permiten determinar la capacidad hidráulica y mecánica de una conducción, pero, sin embargo, lo singular de las tuberías es que no hay prácticamente dos tipologías que se clasifiquen por los mismos parámetros, sino que cada una requiere una clasificación específica. En concreto, los parámetros utilizados en Europa para la clasificación de las tuberías son los siguientes según tipologías:

- Tubos de acero. Se clasifican por el DN (que se refiere al exterior), el L_e y el espesor nominal
- Tubos de materiales termoplásticos (PVC-U, PE y PVC-O). Se clasifican por su DN y por su PN y, adicionalmente, cuando sea necesario (PVC-O y PE), por su MRS. Cada combinación de DN y PN implica un valor del espesor nominal.

No obstante, en ocasiones, para clasificar los tubos de materiales termoplásticos en vez de utilizar la PN se emplea el parámetro SDR, pues ambos están directamente relacionados. Incluso otras veces se emplea el concepto serie S (relación entre el radio medio y el espesor) pues también guarda relación directa con ellos.

- Tubos de fundición. Se clasifican por su DN y por la conocida como "clase de espesor", de manera que cada combinación de ambos parámetros implica un valor de espesor nominal.

4.2. Propuesta de nuevos parámetros de clasificación

Se propone clasificar todas las tipologías de tuberías por su DN, por su espesor y, cuando sea necesario, por la resistencia constitutiva del material (esto es, extrapolar el sistema de clasificación de los tubos de acero a los de fundición y a los termoplásticos).

Una vez propuestos en apartados anteriores unos valores de los C_{DP} y C_{MDP} en cada tipología de tubería, la presente sugerencia de clasificación de las conducciones se completaría adscribiendo el valor de PFA y PMA para cada combinación de parámetros de clasificación por simple aplicación de la fórmula de los tubos delgados.

Ello permitiría hacer un predimensionamiento de la conducción, pero no obviaría la necesidad de hacer el dimensionamiento mecánico completo de la tubería para la hipótesis pésima de carga en las condiciones de instalación específicas de cada caso.

La clasificación así propuesta consistiría en una tabla para cada tipología de tubería que contuviera las com-

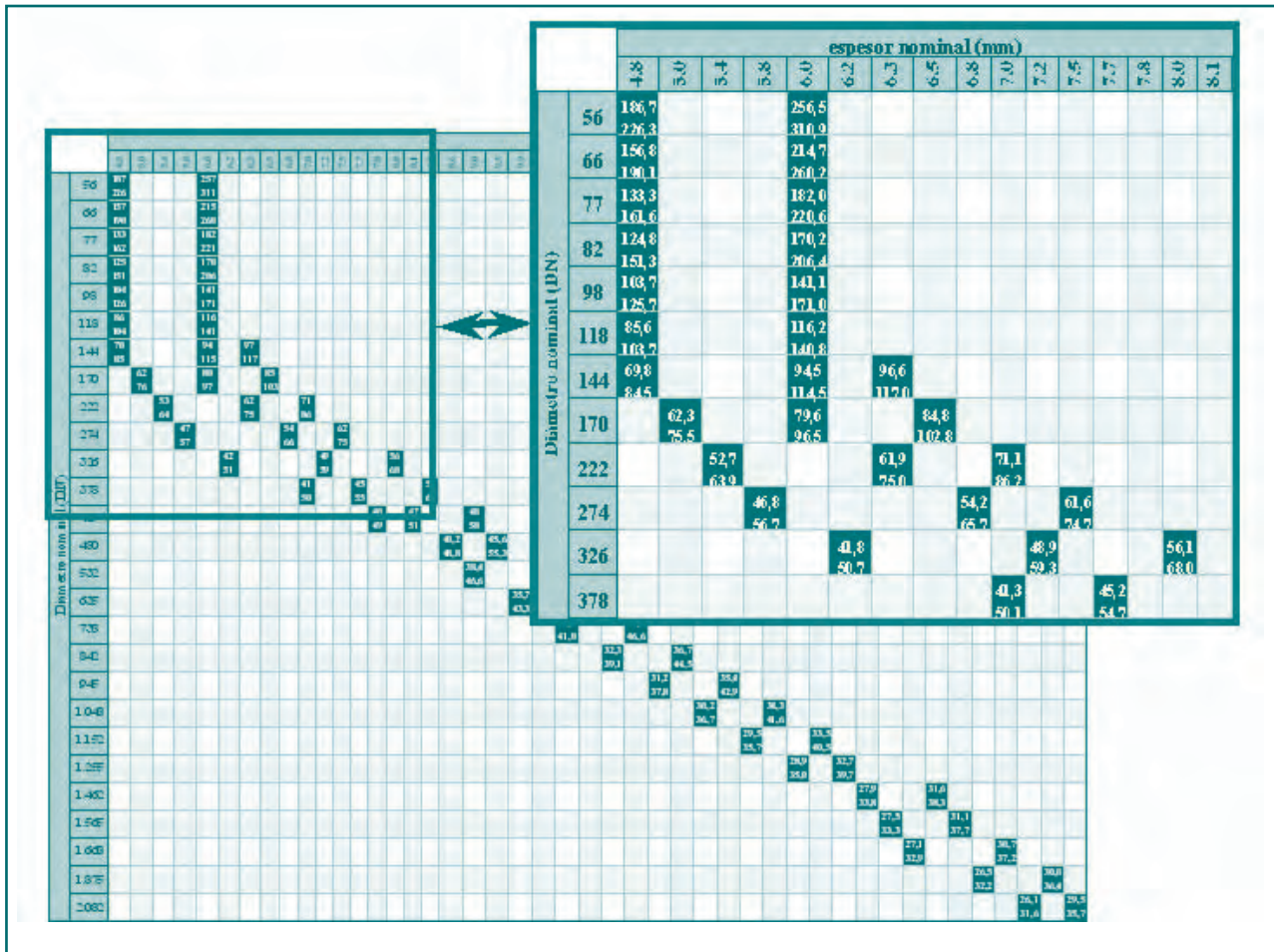


Fig. 3. Clasificación de los tubos de fundición por su diámetro y espesor nominal.

binaciones normalizadas de diámetro y espesor, así como los valores correspondientes de PFA y PMA para cada una de dichas combinaciones (en concreto, para cada combinación normalizada de DN y espesor se recogen en la misma celda los dos valores de PFA y PMA, en kp/cm^2 , el primero arriba y el segundo abajo).

Cuando la clasificación de los tubos requiera además del diámetro y del espesor como parámetros clasificatorios la resistencia del material constitutivo (lo que ocurre en el acero, el PE y el PVC-O), deberán elaborarse tantas tablas como valores normalizados haya para la resistencia, ya que los valores de PFA y PMA resultan diferentes para cada caso.

En la figura 3 se muestra un ejemplo a título orientativo del aspecto que tendrían las tablas de clasificación en los tubos de fundición tal como quedaría utilizando el DN y el espesor nominal como parámetros clasificatorios. Como se ha indicado en párrafos anteriores, en la tesis doctoral que da soporte al presente artículo se ha desarrollado en detalle la propuesta de clasificación B tal como quedaría para cada una de las tipologías de tuberías homogéneas. El presente artículo no puede incorporar todo

el contenido de tal propuesta (por su extensión), de manera que únicamente se muestran algunas figuras a título de ejemplo, que permitan tener una idea del alcance de la propuesta.

5. Conclusiones

Como conclusiones del presente artículo debe destacarse, en primer lugar, que se han propuesto unas simplificaciones terminológicas en el ámbito de las tuberías para el transporte de agua a presión, así como unos nuevos valores de los CS para el diseño de las conducciones a presión que redunden en una mejora respecto a los actualmente utilizados en Europa (ver Tabla 2 y Tabla 4)

Tales coeficientes podrían disminuirse sensiblemente, siempre y cuando la conducción tenga por destino un uso del agua que exija una garantía menor que el abastecimiento domiciliario o cuando los daños causados por posibles averías tengan una cuantía económica inferior.

Una conclusión sencilla de los valores de la Tabla 4 es que mientras que en los tubos de materiales metálicos la

máxima sobrepresión admisible debida al golpe de ariete es del 20% respecto a la presión de diseño, en los tubos de materiales plásticos dicha tolerancia aumenta al 30 o al 40%.

A partir de tales CS se ha propuesto una nueva posible clasificación de las tuberías que aportaría algunas ventajas, como las siguientes:

- La clasificación resulta igual para todas las tipologías, lo que redundaría en una simplificación de los criterios actuales
- El sistema es bastante intuitivo ya que se basa en el manejo de unas tablas de fácil comprensión
- Se aporta la información de los valores de PFA y PMA para las combinaciones normalizadas de diámetro y espesor en cada material, lo que da una idea aproximada de la capacidad de resistir presiones hidráulicas en cada caso particular. ♦

Simbología

CS	Coefficiente de seguridad
C_{DP}	CS ante la actuación de la DP
C_{MDP}	CS ante la actuación de la DP
DN	Diámetro Nominal
DP	Presión de Diseño
HDB	Base Hidrostática de Diseño
L_e	Límite elástico convencional
MDP	Presión Máxima de Diseño
MRS	Tensión Mínima Requerida
PEA	Presión de Prueba en Obra Admisible
PFA	Presión de Funcionamiento Admisible
PMA	Presión Máxima Admisible
PN	Presión Nominal
R_m	Resistencia a la tracción
SDR	Relación de Dimensiones Estándar
STP	Presión de Prueba de la Red

Referencias

-ASCE. *Steel Penstocks*. Nueva York (Estados Unidos), 1993.
 -AWWA. *Manual M11. Steel pipe. A guide for design and installation*. Denver (Estados Unidos), 1985.
 -AWWA. *Manual M23. PVC pipe. Design and installation*. Denver (Estados Unidos), 1980.
 -AWWA. *Manual M45. Fiberglass pipe design*. Denver (Estados Unidos), 1996.
 -Balairón, L. *Guía Técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión*. Revista Tecnología del Agua. Enero 2004.
 -Bureau of Reclamation. *Welded steel penstocks. Monograph 3*. 1975
 -CEDEX. *Guía Técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión*. Madrid, 2003

-Jacobi, H.R. *Dauerbrucherscheinungen an Rohr-Fittings aus Hart PVC*. *Kunststoffe* 55 (1965), p 39-43. 1965.
 -Janson, L. *Plastics pipes for water supply and sewage disposal*. Borealis, 2003.
 -Lörtsch, W. *Kunststoffröhre unter statischer und pulsierender Innendruckbeanspruchung*. *Kunststoffe* 55 (1965), p 460-464. 1965.
 -Menges, G. y Robert, P. *Die Wirkung von dynamischen Innendruckbelastungen auf Rohre aus PE hart, GFK und deren Verbindungen*. *Plastverarbeiter* 21. 1970.
 -Nordic Plastic Pipe Association, NPG. *Pipeline construction using plastic pipe systems*. Estocolmo, 2001.
 -Plastics Pipe Institute, PPI. *Recommended design factors and design coefficients for thermo-*

plastic pressure pipe Informe TR-9/2002. Washington, 2002.
 -Plastics Pipe Institute, PPI. *Guide to differences in pressure rating PE water pipe between the ASTM and ISO methods Informe TR-28/2003*. Washington, 2003.
 -Steel Plate Fabricators Association. *Welded steel water pipe manual*. Illinois (Estados Unidos), 1970.
 -United States Pipe and Foundry Company. *Welded steel pipe. Design details and dimensions*. 1976.
 -Urrutia, J. *Manual técnico. 3ª edición*. Barcelona, Saenger, SA y Pipelife, 1997.
 -Zhou, Z y Palermo, E. *Can ISO and ASTM HDB rated material be harmonized?*. Proc. XII Congreso Plastics Pipes. Milán, 2004.

Reconstrucción del Molino de Olleta

Reconstruction of the Olleta Mill

Francisco Galán Soraluce. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Coordinador de Acciona Energía en la construcción del molino. galansora@telefonica.net

Resumen: Al construir un gran parque eólico en Navarra, cerca de Tafalla, se encontraron los restos de un molino de viento del siglo XVII, que se ha reconstruido reproduciendo los tradicionales de la Mancha, pero con algunas modificaciones que, manteniendo la esencia principal del sistema, lo hacen operativo. El resultado ha sido muy satisfactorio. El Molino de Olleta es uno más de la alineación del parque. Cuando funciona girando con el viento y moliendo trigo se siente la fuerza del viento y permite vivir una etapa de la historia de la energía, y ello en el contexto del actual aprovechamiento energético del viento.

Palabras Clave: Energía Eólica, Molinos de viento, Historia de la energía,
Reconstrucciones históricas de aprovechamientos energéticos

Abstract: During the construction of the vast wind park in Navarra, near Tafalla, the remains of a 17th windmill were discovered. The windmill has since been rebuilt, reproducing the traditional Mancha type windmill though introducing certain modifications which make it operative while maintaining the basic principle of the system.

The result has been more than satisfactory and the Olleta windmill appears as one more structure in the park arrangement. When the mill is operating, turning with the wind and milling wheat, one feels the power of the wind and relives the bygone days of power generation all within the context of modern wind harnessing.

Keywords: Wind energy, Windmills, History of energy, Reconstruction of early power harnessing

1. Localización

Al redactar, en 1995, en Acciona Energía (entonces EHN), el Proyecto de los Parques Eólicos de la Sierra de Guerinda observamos que, en el plano topográfico 1/50.000, figuraba un paraje con el toponímico de "Molinos de Viento". También en el plano 1/5.000 aparecía un paraje denominado "Portillo del Molino de Viento".

Con esta información, y dado que en esa Sierra hay mucho viento y que no hay ríos en toda la zona que hubiesen permitido construir molinos hidráulicos importantes, en Acciona Energía pensamos que habría habido molinos de viento. Buscamos información en el Diccionario de Madoz, en la Geografía Navarra de Altadill y en los trabajos de Julio Caro Baroja sin encontrar ninguna referencia a molinos de viento en esa Sierra.

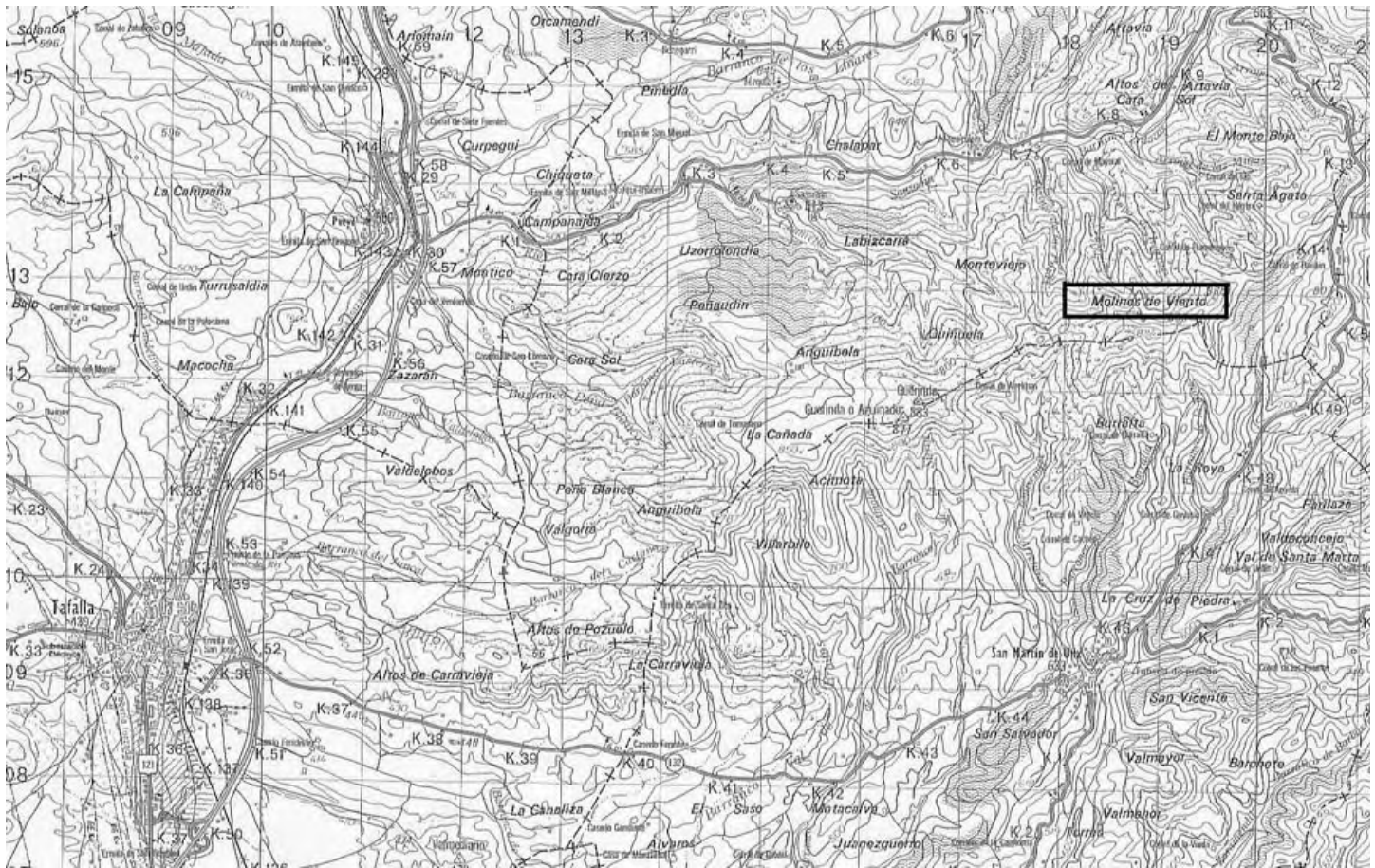
Pese a ello realizamos una búsqueda sobre el terreno encontrando unas ruinas, en forma de círculo de piedras que podrían ser restos de un molino. Contrastamos esta

impresión con vecinos de los pueblos limítrofes quienes confirmaron que eran los restos de un molino, llamado Molino de Olleta, por estar situado en término de ese Concejo.

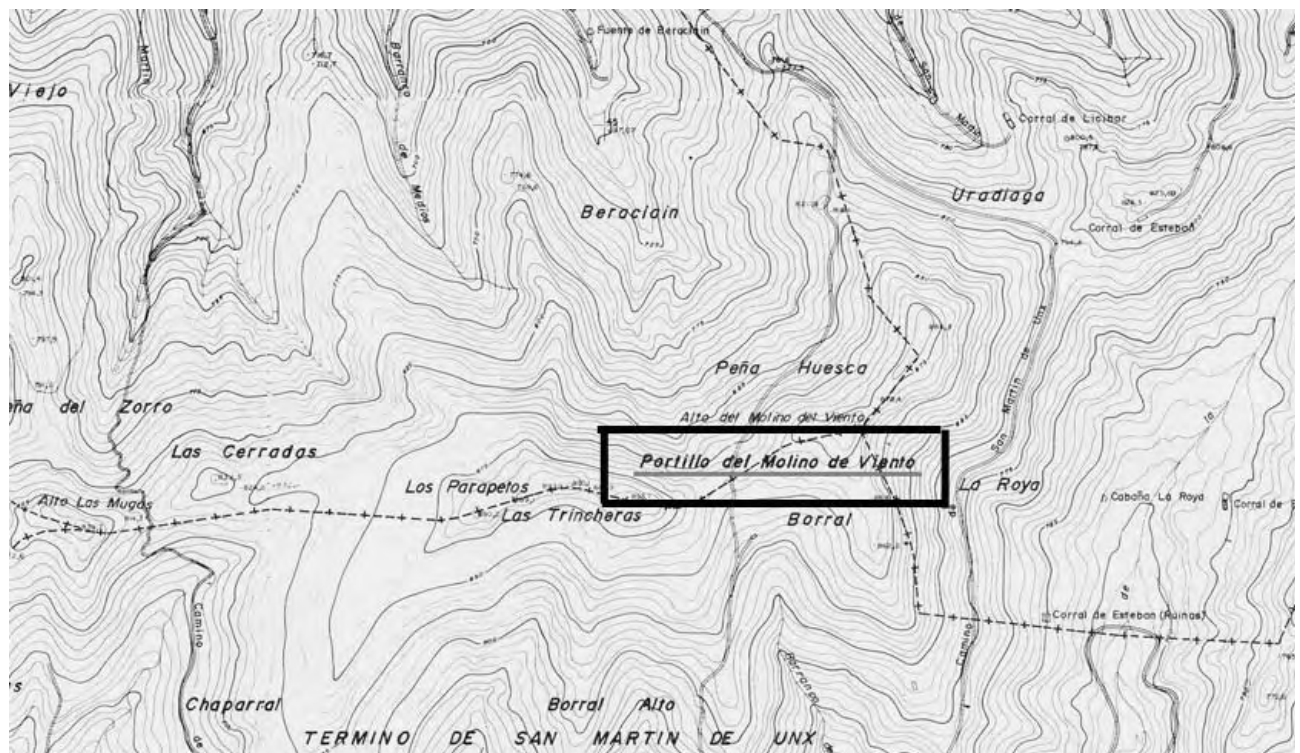
El molino se encuentra situado en un portillo de la Sierra, junto al camino que la recorre cerca de la cresta y con fácil acceso desde los pueblos próximos. Como el paraje se denominaba "molinos" seguimos buscando, pero no encontramos ningún otro resto y parece lo más probable que sólo hubiese uno.

El hallazgo de los restos del molino abrió la oportunidad de hacer una restauración, muy simbólica dada la actividad eólica de Acciona Energía, que permitiría aumentar el patrimonio arqueológico-arquitectónico de Navarra. Consideramos el tema del mayor interés y nos propusimos desarrollarlo de la mejor manera posible.

Previamente nos planteamos quién era el dueño de los restos encontrados. Al estar situados en una cañada, la vía Pecuaría T-9 que une la Cañada Real de Tauste a



Plano 1/50.000



Plano 1/5.000

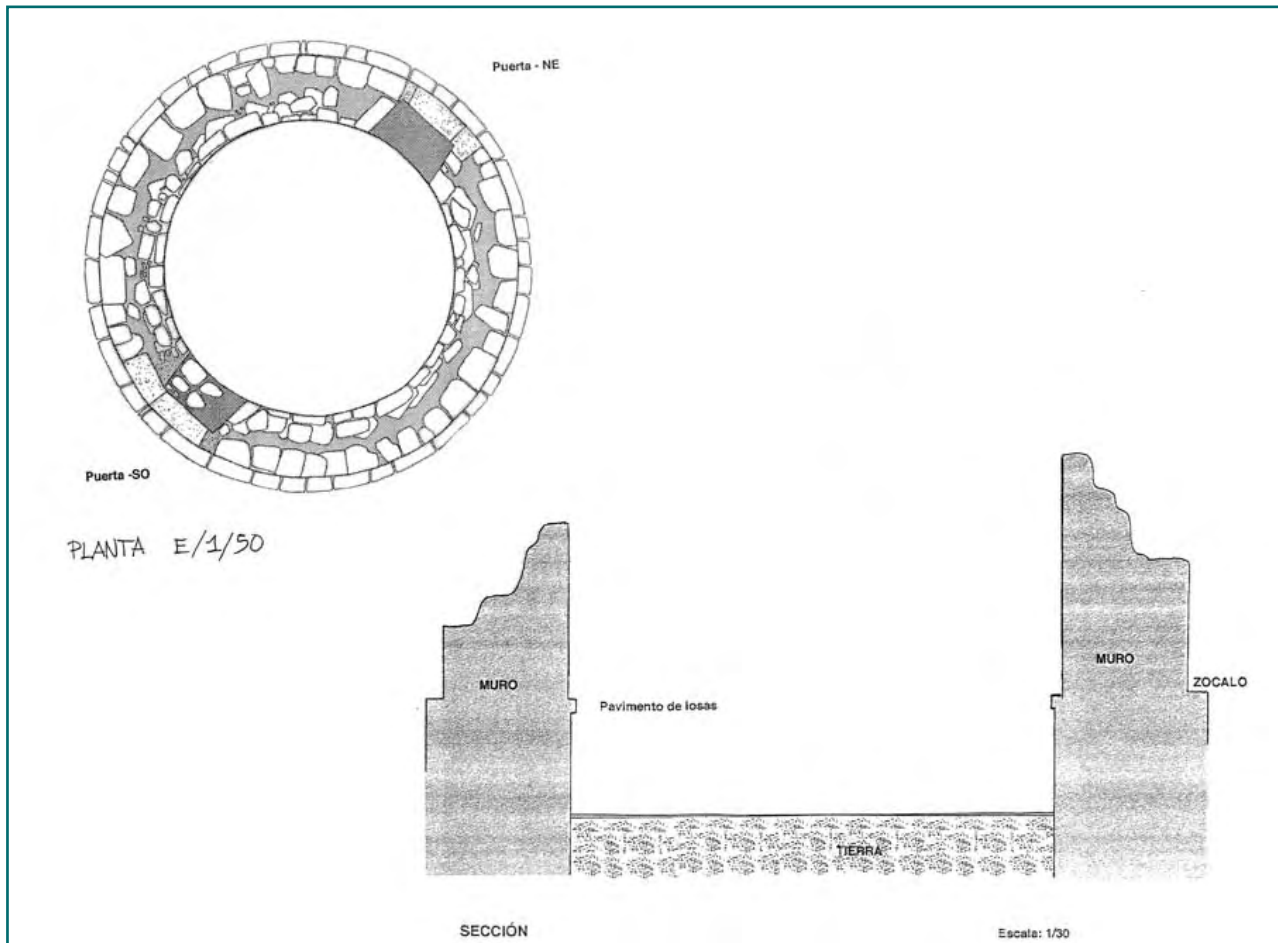


Estado inicial, a la derecha, detalle.

Urbasa-Andía con la de Murillo El Fruto a Salazar, la titularidad corresponde al Gobierno de Navarra que cedió el uso a Acciona Energía condicionado a la reconstrucción (Resolución 335/1.997 del Director General de Economía y Hacienda).

2. Estudio arqueológico

Para empezar el proyecto de restauración se encargó la excavación arqueológica de las ruinas al Gabinete Trama, especialista en este tipo de trabajos.



Plano final de la excavación arqueológica.



Restos encontrados, una vez excavados.

En el verano de 1996 hicieron la excavación y los estudios de investigación correspondientes, que se adjuntan como Anejo nº 1. Encontraron bastante documentación del molino, que perteneció al Concejo de Olleta, en cuyo término se encuentra, y nos enteramos que había sufrido

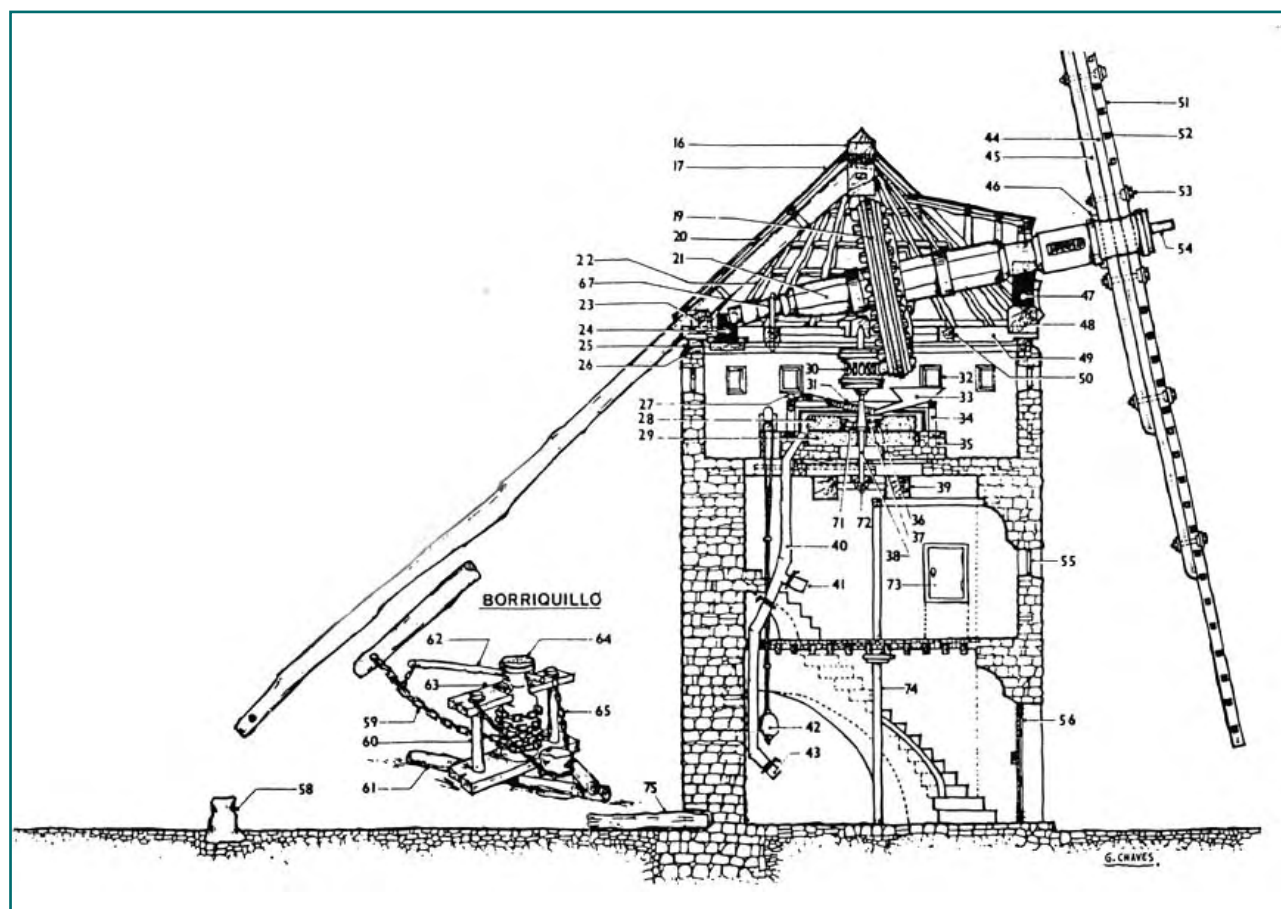
de muchas peripecias a lo largo de su historia, desde mediados del siglo XVII en que parece datarse su construcción.

La excavación sacó a la luz una pared circular, de unos dos metros de altura de 6,10 metros de diámetro exterior, con paredes de piedra de un metro de espesor. No apareció suelo. El molino tenía dos puertas, orientadas al S.O. y al N.E., en las direcciones de menor viento. En la pared había arranques del primer tramo de la escalera. Se encontraron dos monedas del XVIII y bastantes restos de piedra, pero ninguno de madera de la cubierta, mecanismos etc.

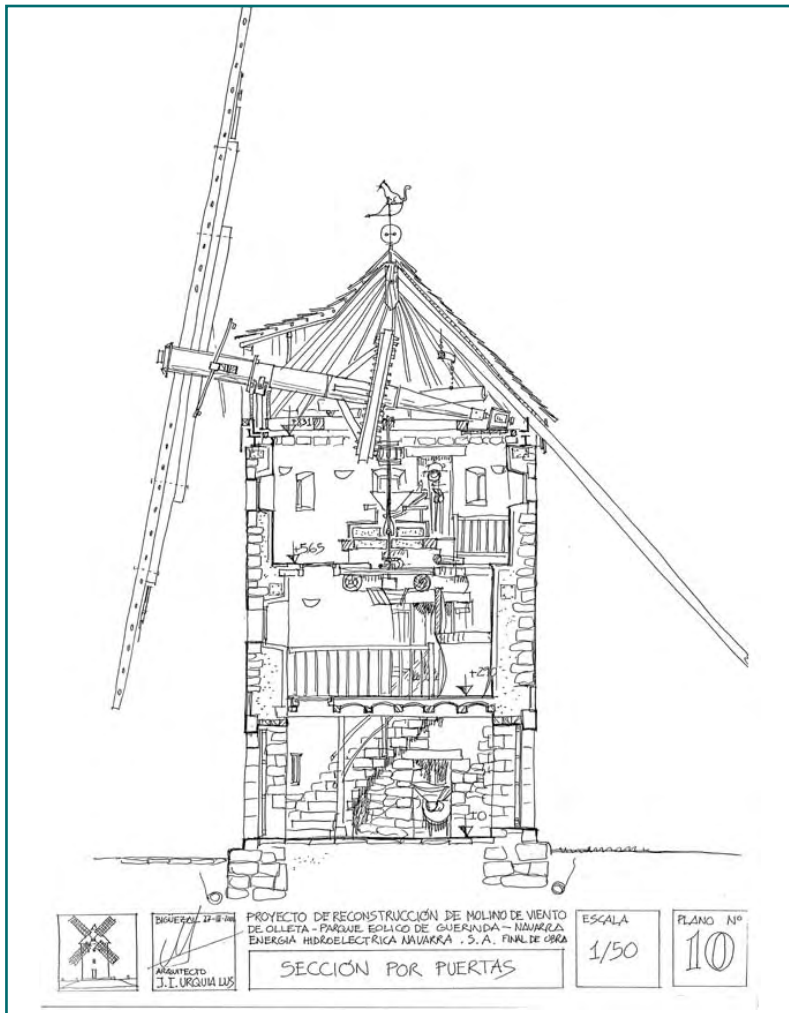
3. Solución de reconstrucción adoptada

Con los restos encontrados podía hacerse una de estas tres actuaciones:

- Mantener los restos en la situación en que se encontraron.
- Reconstruir el molino tal como habría sido en los siglos XVII a XX



Reconstrucción histórica.



Molino construido.

- Hacer una reconstrucción histórica, pero con algunas alteraciones mecánicas, eléctricas y electrónicas que hiciesen factible su funcionamiento.

La primera opción era la más rigurosa desde el punto de vista arqueológico y hubo quién la propuso. Incluso es la obligada legalmente para los bienes de interés cultural, ya que la Ley 16/1985 de Patrimonio Histórico Nacional establece, en su artículo 39, que en los bienes declarados de interés cultural sólo pueden hacerse actuaciones "encaminadas a su conservación, consolidación y rehabilitación y se evitarán los intentos de reconstrucción, salvo cuando se utilicen partes originales de los mismos y pueda probarse su autenticidad". En nuestra opinión, ese criterio legal es excesivamente conservacionista ya que obliga, muchas veces, a mantener ruinas sin gran contenido cuando hay alternativas de reconstrucción que permiten soluciones con uso actual.

En nuestro caso la ley no era de aplicación porque el molino no estaba declarado como bien de interés cultu-

ral y así nos lo manifestó la Institución Príncipe de Viana, en la consulta que realizamos al efecto, que, en cambio, nos recomendaba la reconstrucción según el proyecto preparado.

Por todo lo anterior y dado, en nuestra opinión, el reducido interés de conservar lo encontrado en su estado actual desestimamos la primera opción.

Antes de decidir entre las otras dos opciones visitamos varios molinos de La Mancha en Consuegra y Campos de Criptana para conocer su funcionamiento.

En estos molinos se orientaba la parte móvil hacia el viento, haciéndola girar tirando del palo de gobierno mediante un cabrestante que se anclaba en piedras situadas en el exterior; la estructura de madera giraba sobre los muros de piedra, previamente engrasados, con muchas dificultades, ya que se producían acodalamientos.

El molinero subía por las palas para atar las velas con cuerdas y si aumentaba el viento debía desorientar el molino rápidamente y quitar las velas.

Todo ello implicaba que un molino reconstruido de modo tradicional resultaba de imposible funcionamiento en el momento actual.

La constatación anterior unida a la presencia de Iñaki Urquía, un arquitecto excepcional que sabía solucionar todos los problemas que implicaba una reconstrucción, que podríamos llamar operativa, nos decidió a adoptar la tercera alternativa.

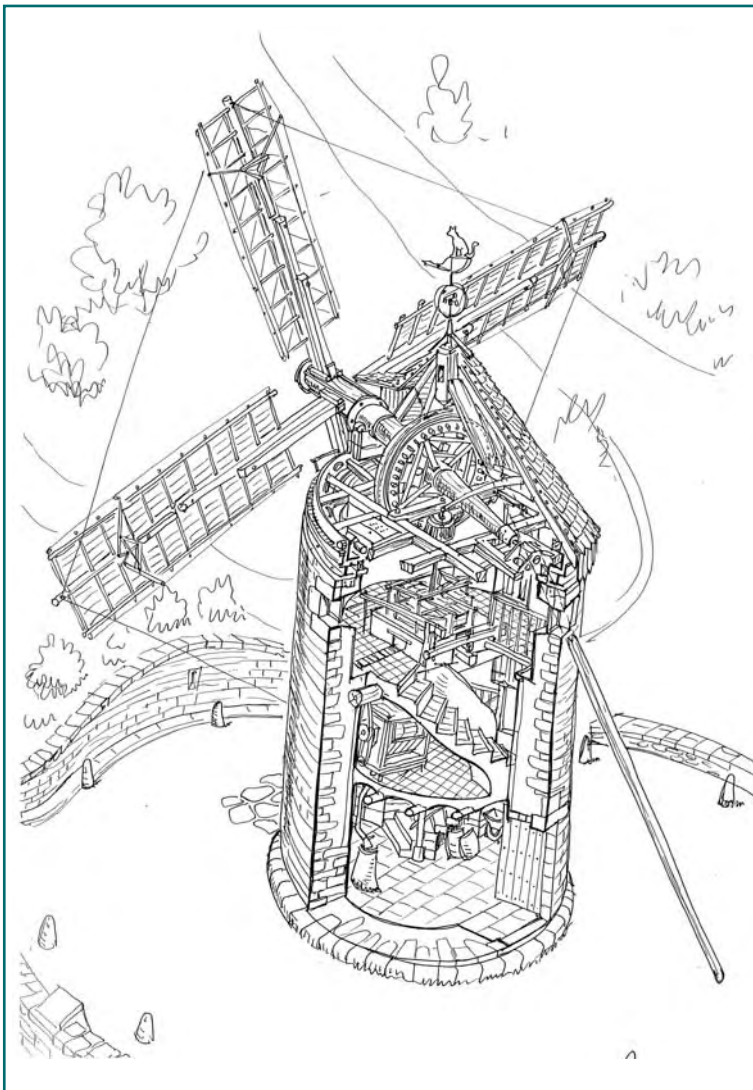
Terminada la reconstrucción, y con alguna experiencia de funcionamiento, creemos haber acertado con la opción elegida, ya que cuando funciona el molino girando con el viento y moliendo trigo, se siente la fuerza del viento y se puede vivir una etapa de la historia de la energía, algo que no se habría conseguido si el molino tuviese que estar parado, por las enormes dificultades y riesgos de hacerlo funcionar en sus condiciones históricas.

Molino y porche.





Arriba, molino funcionando. Abajo, perspectiva del molino.



4. Proyecto

Una vez decidida la solución Iñaki Urquía preparó el Proyecto, muy parecido a los planos de final de obra que se acompañan, y que recogen las pequeñas modificaciones introducidas en la construcción.

Se tomó como referencia los molinos manchegos pero se le dio mayor altura para que las palas, al girar, quedasen a unos tres metros del suelo y no pudiesen golpear a algún visitante distraído. En el interior se dio mayor altura a los engranajes de madera para evitar que algún niño pudiera meter la mano entre los dientes. Esa mayor altura y el hecho de dejar la piedra vista, en vez de enlucida de blanco, le dan un aspecto más parecido a los molinos franceses que a los manchegos.

El funcionamiento básico del molino es similar a los tradicionales. La fuerza del viento sobre las velas provoca el giro del eje principal, ligeramente inclinado. Este eje lleva acoplada una rueda dentada, denominada rueda catalina, que engrana con la rueda linterna, situada en el eje del edificio que, al girar arrastra a la piedra de moler superior, denominada volandera. Esta produce la molienda al girar sobre la piedra inferior, denominada solera, que es fija.

El molino dispone de un sistema manual de acercamiento de las dos piedras, para graduar la finura de la molienda; freno de llanta, accionado con una palanca de madera; palo de gobierno para hacer girar la parte móvil superior tirando de borriquillos que se sujetan en piedras de anclaje colocadas a lo largo del círculo exterior etc.

Toda la construcción se ajusta a los diseños, materiales y dimensiones tradicionales. En los planos y en las fotos que se acompañan puede verse el detalle de todos los elementos.

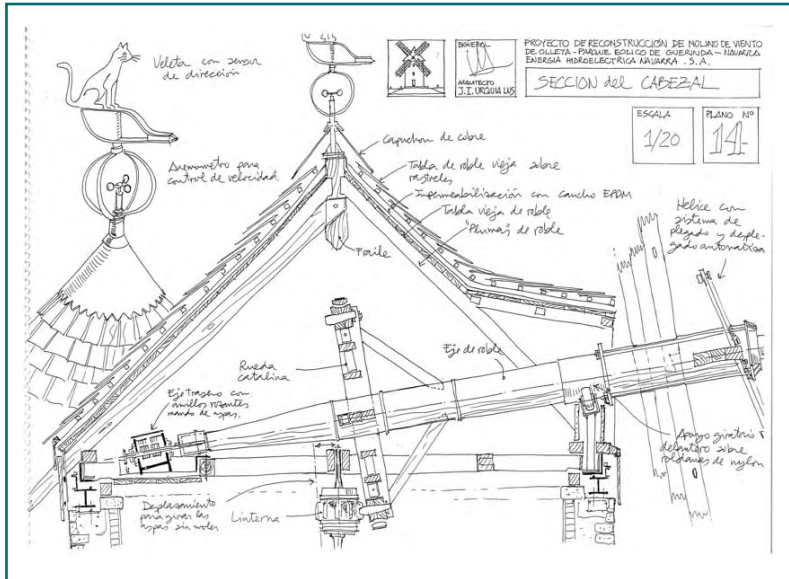
5. Los cambios

La necesidad de poder hacerlo funcionar de modo periódico obligó a introducirle modificaciones mecánicas, eléctricas e incluso electrónicas.

Así el eje de roble no se apoya en las piedras de rebotte y bollega, sino en cojinetes de bolas situados entre chapeados de piedra que los ocultan y reproducen las formas de los apoyos de piedra tradicionales.

El movimiento de la parte superior móvil sobre la fija no se hace deslizando la estructura de madera sobre los muros de piedra sino con unos engranajes, accionados por motores que giran sobre un camino de rodadura formado por sectores de puerta corredera curvados y sujetos a la parte fija.

Las velas no se colocan subiéndose el molinero por las palas para atarlas a mano, sino con accionadores elec-

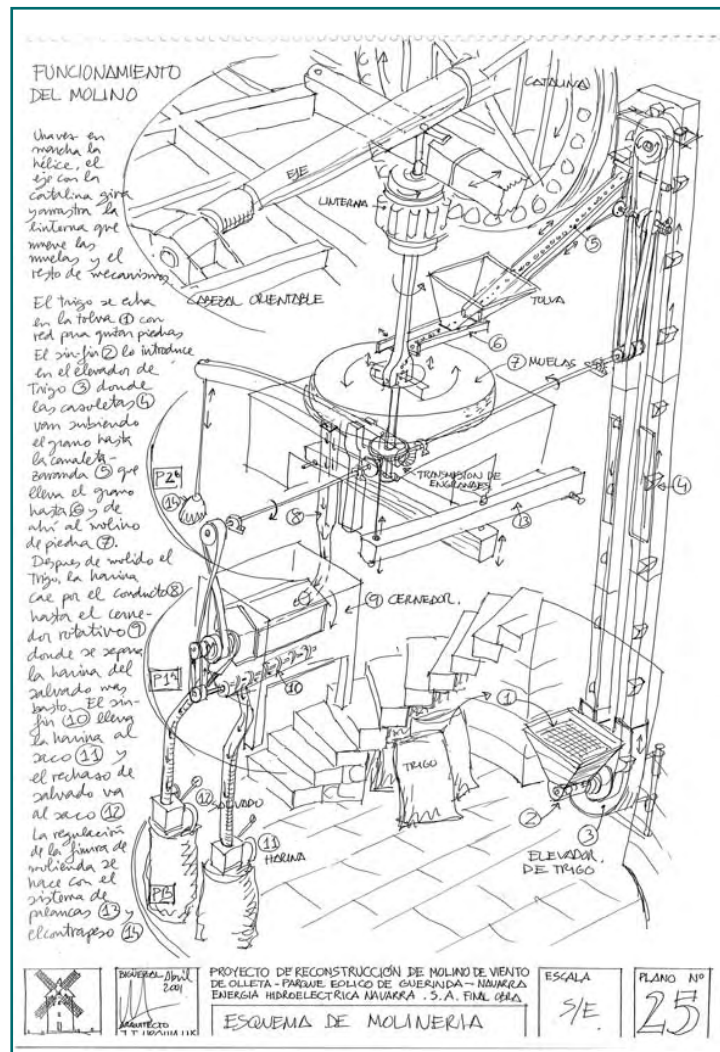
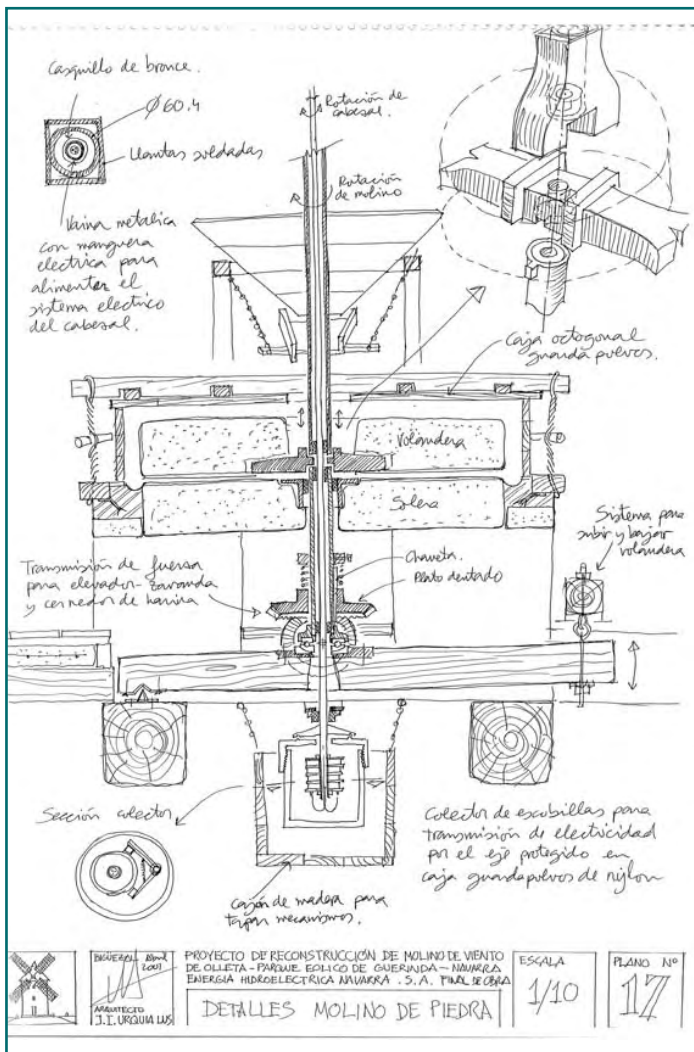


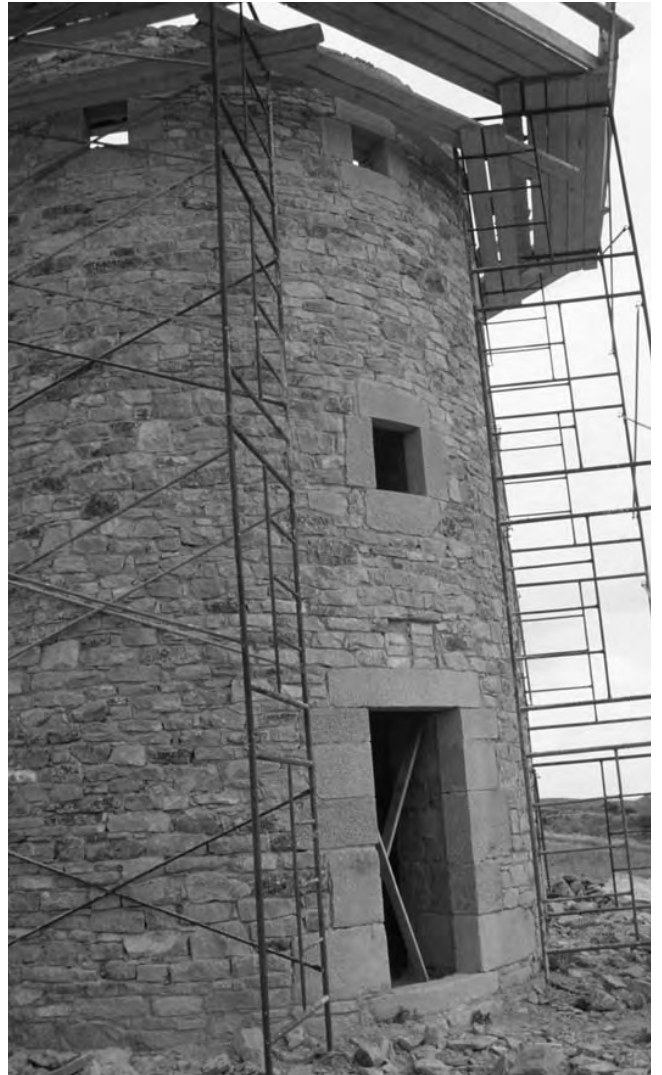
Sección del cabezal. Abajo a la izquierda, Eje principal. A la derecha, Esquema de molinería.

tromecánicos que las pliegan y despliegan gracias a unas cuerdas especiales que resisten la intemperie sin estirarse y que se mueven pasando por poleas usada en barcos de competición.

La orientación no se hace asomándose el molinero a las ventanas del piso superior para ver de qué lado viene el viento y posicionar la parte móvil, con la ayuda del palo de gobierno, sino que una veleta y un anemómetro, similares a los de molinos modernos, indican la dirección y velocidad del viento y, con esta información, un automático permite posicionar el molino en la situación adecuada y desplegar las velas.

La subida del grano no se hace en sacos al hombro, como antaño, sino con una noria, embutida en la pared del molino, que se acciona con un sistema de poleas que giran con una transmisión derivada del eje principal, situada debajo de las piedras de moler. En la parte superior la noria deja caer el grano en una canaleta por la que avanza hacia el punto de vertido gracias a una ex-





De arriba a abajo y de izquierda aderecha. Construcción de la pared, terminando la obra, terminando la construcción y colocación de parte móvil.





céntrica que produce un movimiento de vaivén. Esta transmisión permite también accionar a un cernedor, situado en el piso intermedio, que separa la harina del salvado, que se recogen en sacos situados en el piso inferior.

Todos estos mecanismos requieren disponer de energía eléctrica en las partes fija y móvil. El paso de la corriente a la parte móvil se hace con un sistema de anillos

Parte giratoria con el eje y la rueda catalina. A la derecha, detalle del apoyo del eje en la piedra bollega.

rozantes situado en el extremo inferior del eje principal. Un sistema similar permite el paso de corriente al eje principal para disponer de corriente en los accionadores de las velas.

En la parte móvil se ha situado un autómata que recibe la información del viento y permite, con ayuda de una pantalla de cristal líquido, ordenar los giros de la parte móvil, plegar y desplegar las velas, total o parcialmente etc. Se tiene también información de la velocidad del viento, revoluciones del eje principal etc. La pantalla cuelga de la parte móvil y es el único elemento visible ajeno a un molino tradicional.



Apoyo del eje en la piedra y paso de corriente para los motores de plegado de velas.

6. El Equipo

La construcción del molino ha sido posible porque se consiguió formar un equipo "multidisciplinar" de especialistas en los diversos trabajos a realizar.

Sistema de giro de la parte móvil.





Rueda catalina y eje principal. Abajo, Vista general y sección.



El principal ha sido el arquitecto Iñaki Urquía redactor del proyecto y que ha volcado en la obra su gran capacidad técnica y humana. En los planos que se acompañan puede verse el detalle con que están definidos todos los elementos.

Javier Sanz ha sido el "contratista" que, además de hacer la obra de fábrica, consiguió todas las maderas antiguas y modernas que han permitido la construcción y han dado al molino una patina de siglos. Consiguió acacias de Vera de Bidasoa de 16 m para las hélices y palo de gobierno; encina de Cabrega para la linterna y los dientes de la rueda catalina; robles de Arizcun para el eje principal; tablas de haya para la cubierta; roble seco para las vigas; piedras de molinos antiguos de Zamora para la molienda etc.

El montaje de los mecanismos lo realizó Mariano Carlos, de Talleres Jascar, acoplando los mecanismos eléctricos y mecánicos y montando toda la parte móvil que se llevó al emplazamiento en un transporte muy especial.





Planta baja.

Jesús Mayor y Javier Inza, de la empresa INGETEAM, prepararon el autómata que permite el accionamiento.

José Luis Inchaurredo ha sido el carpintero que ha preparado los mecanismos de madera, dando solución a múltiples problemas estructurales

Antonio Oneca y Clemente Mugueta colaboraron en la solución de elementos mecánicos y de funcionamiento.

Javier "Pinkí" Urmeneta, experto marino, consiguió en un astillero de Australia las poleas de barcos de competición que permiten el accionamiento de las velas

Pedro Ibarra, responsable del mantenimiento de los parques eólicos de Acciona Energía y por tanto del Molino de Olleta, organizó los trabajos eléctricos y los equipos complementarios para seguridad y preparó el manual de seguimiento del funcionamiento.

Enrique Huidobro y Andrés Gastón prepararon la obra civil del entorno y Alicia Lizarraga se ocupó de las plantaciones.

Harinas Guría nos suministró el cernedor y las piezas del elevador de trigo.

Durante la construcción del molino se hizo una maqueta, a escala 1/12. Fue construida por Pilar Gomara y Miguel Tabar, expertos belenistas, que consiguieron reproducir, con todo detalle el Molino de Olleta, aunque sin las alteraciones mecánicas introducidas en el prototipo.

La maqueta se encuentra en la sede de Acciona Energía y se ha llevado a diversas exposiciones y ferias relacionadas con el mundo eólico.

Todo el equipo nos reuníamos periódicamente en mi oficina para analizar el desarrollo de la obra. Nunca ha habido reuniones de obra más agradables e interesantes.

Para no enterarnos del costo total de la obra, no hemos sumado los diferentes gastos; supongo que en la oficina de contabilidad de Acciona Energía lo sabrán, pero han tenido

la deferencia de no decírnoslo. En cualquier caso y teniendo en cuenta que el importe total de los parques eólicos de Guerinda se acerca a los 100 millones de euros será un porcentaje muy reducido.

7. Funcionamiento

El funcionamiento del molino ha sido extraordinariamente satisfactorio. La singularidad de la instalación motiva que Acciona Energía lo muestre a muchos de los que visitan Navarra interesados por su desarrollo eólico y acaba siendo uno de los recuerdos que se llevan de los parques.

A fin de sistematizar las visitas y propiciar su conocimiento va a establecerse próximamente un horario de funcionamiento regular del molino.

Las alteraciones introducidas para facilitar el funcionamiento no hacen perder la esencia del proceso y resultan indispensables para hacerlo operativo.

El funcionamiento, incluso con las modificaciones introducidas para facilitararlo, implica algún riesgo y sólo puede ser puesto en marcha por personal especializado. De ninguna manera puede dejarse que cualquiera lo accione. El espacio interior es pequeño cabe un número reducido de personas, por lo que las visitas deben hacerse en grupos menores de 10 personas.

Existe el riesgo de que, estando funcionando, se produzca un fallo de energía eléctrica que impidiese el plegado de velas, por lo que se ha dispuesto, en un edificio anejo, un grupo electrógeno para emergencias.

Se ha visto necesario realizar un mantenimiento periódico para ajustar los engranajes, comprobar la situación de las cuñas de sujeción de distintos elementos, engrasar todos los puntos móviles, comprobar el accionamiento de las velas, ventilar el molino para evitar acumulación de polvo de trigo que pudiera ser explosivo etc. Para todo ello se ha preparado un manual de mantenimiento, que se adjunta como Anejo nº 3 y con el que, mensualmente, se procede a efectuar las revisiones.

8. Porche y adecuación del entorno

Acabado el molino se consideró de interés construir en sus proximidades un porche, orientado al sur, que sirviese para proteger de la intemperie a grupos de visitantes mientras esperaban para ver el interior del molino.

Se utilizó, como elemento estructural básico una arca de cinco vanos encontrada en el interior de una borda adquirida por Acciona Energía para disponer de piedra necesaria para la construcción de edificios.

El porche tiene en sus dos extremos unos cuartos; el de la derecha lo ocupan unos servicios sanitarios y en el

Detalle del porche.



de la izquierda se guarda el grano para moler, el grupo electrógeno de seguridad para poder desorientar el molino y plegar las velas en caso de fallos de corriente y un equipo de TV para explicar a los visitantes el funcionamiento del molino y su historia.

Las paredes son de piedra arenisca colocada en seco, la estructura de la cubierta de madera procede de derribos y la impermeabilización se consigue con lajas de piedra tal como era tradicional en los edificios rurales de la zona.

En los alrededores del molino se han construido unos muretes de piedra para delimitar zonas de recreo, se han colocado mesas con piedras de moler antiguas y se han efectuado plantaciones de árboles, arbustos y jardinería.

El proyecto del porche y de su entorno también lo redactó Iñaki Urquía y se construyó en el año 2001 por la

empresa de Raúl Mariñelarena. Ha quedado magnífico y constituye una pieza importante del conjunto.

9. Conclusión

El Molino Harinero de Olleta constituye hoy una referencia ilustrativa de cómo, hace casi tres siglos, el hombre aprovechaba la fuerza del viento para cubrir una necesidad - alimenticia - y cómo hoy, en el mismo entorno, es uno más de la fila de aerogeneradores del parque, se utiliza la fuerza del viento para cubrir otra necesidad del presente - producir energía sin contaminar. Hermosa síntesis que habla de la continuidad del esfuerzo del hombre para aprovechar la energía del viento. ♦

Referencias:

- Ramelli, Agostino. *Le diverse et artificiose machine*. editado en París en 1588
- Caro Baroja, Julio. *Historia de los molinos de viento, ruedas hidráulicas y norias*. Editado por IDAE.
- Urquía, Iñaki y Sebastián. *Energía renovable Práctica*. Editado por Editorial Pamiela.
- Cádiz Deleito, Juan Carlos. *Historia de las máquinas eólicas*. Editado por Endesa.

Juan Santamera, nuevo Director de la Escuela de Ingenieros de Caminos de Madrid

Discurso en la toma de posesión

Excmo. Rector Magnífico, Excmos. D. Rafael Portaencasa y D. Saturnino de la Plaza, Ilustrísimas autoridades, queridos amigos: como mandan los cánones, mis primeras palabras quiero que sean de agradecimiento a todos vosotros por acompañarme en este acto. También quiero aprovechar este momento, para mí tan emotivo, para expresar mi agradecimiento a todos los que con vuestra elección habéis hecho posible mi sueño de servir a la Escuela y a la profesión en tan distinguido puesto, desde el que espero poder mostrar el enorme cariño que hacia ellas siento. Pero este turno de reconocimientos quedaría incompleto si no agradeciera especialmente al Director saliente D. Edelmiro Rúa la confianza que hace ocho años depositó en mí, al proponerme como Secretario de la Escuela, pues es seguro que de aquellos vientos vinieron estas tempestades.

Antes de entrar a desarrollar esta reflexión, que no otra cosa son las palabras que he preparado, quiero citar unos versos de nuestro gran poeta Antonio Machado. Desde que los leí, hace ya muchos años, han reforzado en mí un carácter tolerante, de respeto y consideración hacia las opiniones ajenas, alejado por tanto de dogmas, sectarismos y principios inmutables, abierto al diálogo y al sano ejercicio del intercambio de opiniones, ideas y creencias, que de todo esto estamos hechos los humanos. Los versos a los que me refiero, que muchos de vosotros habréis ya identificado dicen sencillamente

“ No tu verdad: la verdad
y ven conmigo a buscarla
la tuya guárdatela.”

Y he querido comenzar por esta manifestación de sano relativismo ya que en mi disertación me voy a referir a lo que me atrevería a llamar algunos dogmas actuales, a zarandearlos un poquito y a contar algunas de mis verdades.



Comencemos pues.

En uno de sus últimos libros, *El valor de elegir*, nos dice Fernando Savater cómo “ya Kant vio el hecho paradójico (desde el punto de vista de todo racionalista) que podemos expresar así: la necesidad de actuar es (para el hombre) mayor que la posibilidad de conocer”. Si en lugar de posibilidad de conocer decimos Ciencia y en lugar de necesidad de actuar decimos Técnica, bien podríamos decir que la Técnica (como necesidad de actuar) siempre ha ido y va por delante de la Ciencia (posibilidad de conocer). No otra cosa se deduce de multitud de ejemplos históricos. Ciñéndome a nuestra profesión, qué decir del antiquísimo arco, “artificio mediante el cual la materia se vence a sí misma”, como hizo inscribir en el puente de Alcántara el ingeniero romano Cayo Julio Lacer hace más de 2000 años. Este elemento estructural debió esperar sin embargo casi estos mismos años para su explicación científica.

O qué decir del hormigón y de sus variedades armado y pretensado, que han generado sendas ciencias para su estudio y conocimiento. Estas razones deberían ser suficientes para convencernos de que la Técnica ha ido siempre por delante de la Ciencia y de que la humanidad ha hecho primero que las cosas funcionen y después ha buscado el porqué han funcionado o fracasado. Que los fracasos también hacen avanzar la Técnica y la Ciencia, a veces en mayor medida que los éxitos, y que la Técnica en sus relaciones con la Ciencia tiene como principal misión la de señalarle objetivos, ya que la Técnica no interroga a la Naturaleza sino que intenta dominarla. De estos asertos extraigo una importante conclusión sobre la esencia de la Educación de los Ingenieros: Esta Educación debe pasar por la “familiaridad con la Ciencia”, como decía Jiménez Salas. “Lo que no significa que el ingeniero haya de ser profesionalmente un científico”.

Aunque no es menos cierta la observación de que “el ingeniero se va dando cuenta de que sus éxitos no se deben solamente a su labor específica, sino que en gran medida dependen fundamentalmente de lo que otros le aporten. Sin lo que los Químicos, los Matemáticos, los Geólogos, los Físicos y tantos otros han ido creando “, el ingeniero” como nos dice Eduardo Torroja “no habría podido salir de la construcción clásica en piedra, ladrillo y madera de hace apenas un siglo”.

Y ya que formar técnicos, es decir ingenieros, debe ser el objetivo máximo que debe presidir nuestro quehacer como profesores, voy a intentar responder a un triple interrogante: qué enseñanza deben recibir los ingenieros; qué tipo de profesorado debe impartir esa enseñanza; y cómo se debe seleccionar a este profesorado. Preguntas a las que habría que añadir otra cuarta, que no pretendo responder, pues hoy día escapa en gran medida de nuestro control, y que sería: quiénes deben acceder a éstos estudios y con qué formación.

Respecto al primero de estos interrogantes, qué enseñanza deben recibir los futuros ingenieros, las opiniones parecen coincidir en que deben recibir una sólida formación científico-técnica, aunque sin olvidar, citando de nuevo a Jiménez Salas, que “los ingenieros somos técnicos y la Técnica consiste en un tejido sutil en el que el conocimiento – la Ciencia – es la urdimbre y la trama es el Arte, el Oficio” y que no hay tejido sin ambos elementos.

Recurriendo de nuevo a la autoridad de nuestros mayores, quiero recordar ahora a quien ha sido una de las cimas de la ingeniería y de la investigación en España, Leonardo Torres Quevedo. Torres Quevedo a principios de siglo exponía las siguientes reflexiones, algunas bastante anticipadoras de uno de los ejes centrales del debate en el que hoy nos encontramos inmersos para la construcción del Espacio Europeo de Educación Superior. Así, en la conferencia que pronunció en el Instituto de Ingenieros Civiles el 15 de noviembre de 1913, lanzó las siguientes afirmaciones:

“ Entre los ingenieros se levantan con frecuencia voces que claman contra nuestro exceso de preparación teórica y, muy especialmente, contra nuestro excesivo



Formar técnicos, es decir ingenieros, debe ser el objetivo máximo que debe presidir nuestro quehacer como profesores

bagaje matemático ...”, o esta otra “...todos podríamos citar ingenieros de mediana cultura teórica que son honra de la ingeniería española ...”. También decía cosas que suenan tremendamente actuales, pues vienen a plasmar su opinión sobre la división que hoy se plantea entre el grado y el posgrado. Decía Torres Quevedo: “es necesario ampliar las enseñanzas teóricas de nuestras Escuelas ... en una Escuela de Ampliación .. reduciendo la parte teórica de la enseñanza técnica en las Escuelas actuales a lo que se juzgue necesario para el ejercicio de la profesión ...”, para terminar diciendo: “no sería difícil, sin perjuicio de la enseñanza – antes al contrario, haciéndola más práctica y eficaz – acortar considerablemente los estudios en las Escuelas profesionales”.

Veamos ahora lo que respecto a esta formación pensaba el que fuera Director de esta Escuela entre 1924 y 1936, Vicente Machimbarrena, “uno de los más finos

educadores que ha producido España y gran transformador del alma mater del Cuerpo de Caminos”, en palabras de Tomás García Diego, y de quien nuestro ilustre cronista Fernando Sáenz Ridruejo ha dicho: “tuvo un sentido humanístico de la técnica, anticipador de la idea que años más tarde plasmaría Ortega al decir que el ingeniero que no es más que ingeniero, no es ni siquiera ingeniero” y que viendo la necesidad de ampliar los horizontes de su alumnos, abrió las puertas de la Escuela a profesores universitarios de distintas especialidades”.

Decía Vicente Machimbarrena

“Las Universidades y Escuelas especiales de Ingeniería se consagran en España, casi exclusivamente, a la enseñanza de las profesiones intelectuales, y muy poco, casi nada, a la investigación científica, sin que ésto último sea de lamentar. Hacer profesionales y hacer hombres de ciencia son cosas distintas; lo primero es fácil en quienes tengan inteligencia y aplicación regulares; lo segundo no es posible si no se nace con vocación firme. Aquéllos (los profesionales) hacen falta en gran número; éstos (los científicos), en número reducido. La ciencia, sin embargo, es indispensable a los centros superiores de enseñanza: viene a ser algo así como la atmósfera vivificante que respiran; pero el ingeniero, el médico, el abogado, etc., no son, en general, hombres de ciencia. El científico puro vive en constante interrogación, y por eso investiga, se plantea problemas, discute soluciones como necesidad de su espíritu, siempre alerta e inquieto. El profesional, en cambio, como hombre de acción, necesita soluciones hechas para aplicarlas sin vacilación, que el tiempo para él es oro. Ante el enfermo que se muere, la obra que se hunde, el pleito que se pierde, huelgan las disquisiciones: el médico ha de extender la receta o el tratamiento que cure; el ingeniero, la fórmula o disposición que sostenga; el abogado, el artículo de la ley o la jurisprudencia que convenza. Todos ellos se sirven de la ciencia, que otros se encargan que progrese. El vulgo llama frecuentemente matemático al ingeniero, por ser aquella ciencia la base de sus conocimientos profesionales; pero es un error. Lo que en general sabe un ingeniero de matemá-

ticas es relativamente poco, aunque sea suficiente para el ejercicio de su profesión; pero no justifica el título de matemático. Puede casi asegurarse que el que sea científico-matemático no será buen ingeniero”.

Permitirme para ir terminando estas reflexiones que pretenden responder al primero de los interrogantes, que haga uso de otra nueva cita de este excelente polemista y hasta cierto punto heterodoxo Ingeniero que fue D. Vicente Machimbarrena, en la que nos dice:

“Es menester que la consideración social, el vigor y la fuerza de que gozan las Escuelas donde nos hemos formado, se mantenga. Creemos un peligro, no el establecer alianzas con la Universidad, pero sí el que la Universidad pueda ejercer sobre nosotros cierta tutela, concediéndonos el título de Doctor. Este título, reconocida la elevación científica de las enseñanzas que se dan en la Universidad, hasta ahora a los ingenieros no nos seduce; no hemos sentido, por ejemplo, la necesidad de ser Doctores, sin duda porque tenemos distinta tradición que la Universidad”. Y finaliza Vicente Machimbarrena con otra proclama no tan conocida como aquella lanzada igualmente por él, de *¡basta ya de Matemáticas!*, pero igual o más provocativa si cabe:

“Por consiguiente, decimos ¡ no queremos ser Doctores ¡”

Por último, no estaría bien terminar este punto sin escuchar las desilusiones que nos confiesan nuestros estudiantes sobre la formación que están recibiendo hoy en nuestras escuelas, aunque estas opiniones vengán expresadas por dos profesores.

Dice el profesor José Luis Gómez Ordoñez de la Escuela de Caminos de Granada: “Que hoy no existe ilusión entre nuestros jóvenes estudiantes es bastante evidente; cuánta amarga sensación de haber equivocado la carrera y de no encontrar casi nada estimulante en nuestras escuelas, nos ha sido confesada a muchos profesores en nuestras tutorías. Es una responsabilidad grave no salir al paso de esta situación. Y, estamos seguros de que sólo recuperando el entusiasmo y el firme compromiso de profesores y estudiantes, el orgullo responsable de ser enseñantes y aprendices de un antiguo y digno oficio,



hoy ausentes en nuestras Escuelas, podremos mejorar este futuro”.

Palabras que complementa el profesor de nuestra Escuela Paco Millanes cuando nos dice: “No resulta difícil constatar que el estado de opinión de los estudiantes de los últimos cursos coincide con el de los ingenieros recién incorporados al ejercicio profesional en un visión crítica sobre el balance de la enseñanza recibida durante su estancia en la Universidad, centrada básicamente en una triple sensación:

- bajo rendimiento de la ratio entre la formación adquirida por una parte y la dedicación y capacidad intelectual invertida por otra, con un coste personal

“... la conveniencia de que los profesores de las Escuelas técnicas, simultaneasen, para mejor enseñar, el ejercicio de su labor docente con el de la práctica profesional, al servicio de la empresa o del Estado”
(Vicente Machimbarrena)

que juzgan excesivo para el resultado obtenido.

- fuerte inseguridad en su capacitación técnica para hacer frente a las exigencias de la actividad profesional, que consideran como algo muy ajeno a las enseñanzas recibidas; y por último
- pérdida apreciable de la motivación con que empezaron los estudios, lo que se traduce en muchos alumnos en un abandono de la tensión académica y del espíritu crítico y científico”

“Hacer frente a esta triple carencia”, termina diciendo Paco Millanes, “debe ser, en nuestra opinión, el principal reto de cualquier propuesta docente”.

Respecto al segundo interrogante, qué tipo de profesorado debe impartir esta enseñanza escuchemos la confesión de José Antonio Fernández Ordoñez, de cómo seguía sin interesarse por la carrera hasta que llegó a las clases de José Entrecanales y Eduardo Torroja, adquiriendo la vocación dice textualmente “no por la transmisión de conocimientos – que es mejor ahora probablemente – sino por la visión de la vida profesional que aprendí con ellos: el amor a lo bien hecho, la tentación del riesgo y su contrapeso en la seguridad de las obras, la honradez en la utilización del dinero ajeno, la manera ética y digna, en resumen, de entender la profesión”.

Recurriendo de nuevo a Vicente Machimbarrena, el ilustre Director nos cuenta en otro de sus innumerables artículos publicados en la Revista de Obras Públicas, cómo en un Congreso de Ingeniería en el que participó se discutió la conveniencia de que los profesores de las Escuelas técnicas, simultaneasen, para mejor enseñar, el ejercicio de su labor docente con el de la práctica profesional, al servicio de la empresa o del Estado.

Nos dice D. Vicente: “Hay quienes creen que los maestros, desde el momento en que hacen profesión de consagrarse a la augusta misión de enseñar, deben romper todo linaje de vínculos con las realidades del mundo en que hasta entonces han vivido (...). El aula, el laboratorio y la biblioteca serán los únicos lugares que frecuenten con

dignidad estos ascetas del pensamiento. (...) En contra de semejantes abstracciones veamos lo que la realidad nos ofrece (...) En todos los países del mundo, profesores eminentes de las Escuelas de ingenieros son al mismo tiempo, consejeros, técnicos, directores, peritos, consultores, etc. de Sociedades Industriales y Corporaciones oficiales, sin menoscabo de la ética”.

Para terminar diciéndonos que “el reglamento de la Escuela de Caminos y lo mismo los de las demás Escuelas de Ingenieros, autorizan a que los profesores se dediquen a trabajos particulares (...); porque solo ventajas se obtienen de que los profesores vivan en contacto con las realidades de la profesión, sin desdeñar a los que, encerrados en su torre de marfil, se apartan del mundanal estrépito de los asuntos industriales”.

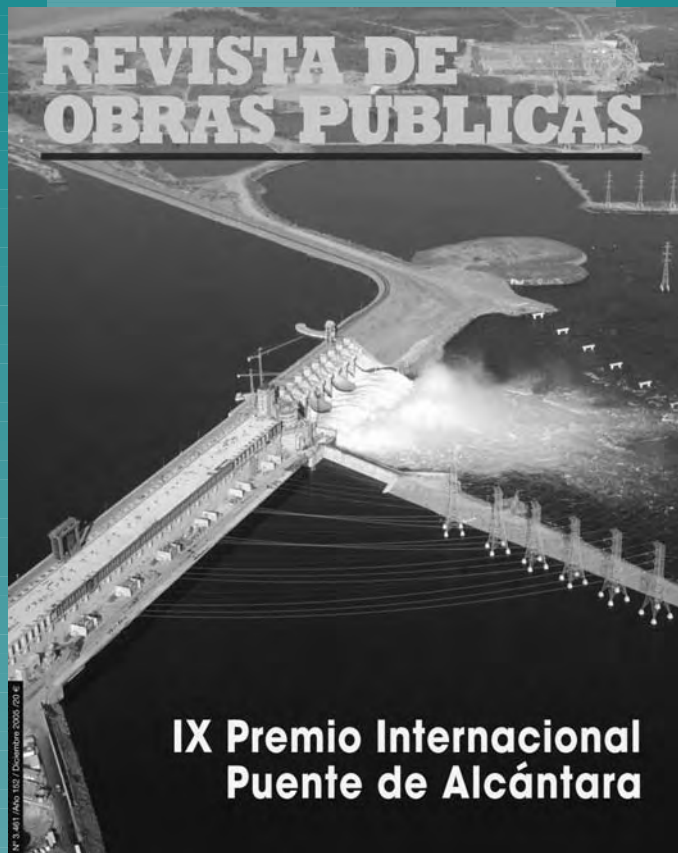
En análogo sentido debo confesaros cómo leyendo el libro, no hace mucho editado por la Fundación Esteyco, sobre la obra y la figura de Javier Manterola, catedrático de Puentes de nuestra Escuela y reciente premio Príncipe de Viana, me llamó la atención la forma en que se refería al que fuera su maestro, el excelente ingenie-

- “1. Olvida toda vana pretensión de encontrar un sistema infalible para seleccionar buenos profesores. No existe.**
- 2. Si quieres encontrar un buen profesor, pregunta a los buenos profesores y contrata al que ellos te recomienden.**
- 3. Controla el trabajo del profesor que hayas seleccionado. Si realmente es bueno, prémialo. Si no lo es, cámbialo si puedes, pero sobre todo cambia de consejeros”.**
(Miguel Ángel Quintanilla)

ro y que fue también profesor de nuestra Escuela D. Carlos Fernández Casado. Decía: *era un estudioso formidable*. Estudioso, qué palabra tan bonita me dije, e inmedia-

tamente la contrapuse a otra que en gran medida ha venido a sustituirla en el lenguaje común de nuestras escuelas y creo que para peor. Me estoy refiriendo a la de *investigador*, término que considero, comparado con *estudioso* un si es no es pretencioso y que desde luego siento que nos cuadra peor a los ingenieros docentes, pues como dice Jiménez Salas “la tarea de la Pedagogía es un equilibrio delicado y difícil, al tener que decidir qué porción del antiguo saber deberá ser impartido al alumno, sistematizar las materias de modo que sean asimilables de manera mucho más compacta y fácil y al mismo tiempo podar constantemente ramas que ya se han secado o que resultan simplemente superfluas”. Máxime en un momento como el actual en el que podemos recibir en un mes un volumen de información comparable a la que un individuo de principios de siglo recibía a lo largo de toda su vida.

Para terminar con este punto voy a enunciar otro pensamiento de J. Manterola. Dice el profesor Manterola: “la investigación oficial en puentes, hoy en día, que yo sepa es inexistente y además tiene sen-



ROP de diciembre 2005

Número monográfico
IX Premio Internacional
Puente de Alcántara

204 páginas color

20 €

Pedidos a
Revista de Obras Públicas
Colegio de Ingenieros de Caminos,
Canales y Puertos
Almagro 42 28010 Madrid
Tel.: 91.308.19.88
Fax: 91.319.15.31
rop@ciccp.es

tido que sea así. Mirado en una determinada dirección, el puente varía por su proceso constructivo, y en este sentido son las empresas constructoras, con sus ingenieros, los principales innovadores". Estos ingenieros de la contrata, añado yo, que a veces son mirados por encima del hombro por algunos de nuestros exquisitos académicos.

Respecto a cómo seleccionar al profesorado quiero comenzar con la *boutade* del que fuera secretario del Consejo de Coordinación Universitaria Miguel Ángel Quintanilla, cuando nos propone cambiar de estrategia en el diseño de sistemas de selección de profesorado y recomendar a las autoridades académicas que sigan estos principios:

1. Olvida toda vana pretensión de encontrar un sistema infalible para seleccionar buenos profesores. No existe.
2. Si quieres encontrar un buen profesor, pregunta a los buenos profesores y contrata al que ellos te recomienden.
3. Controla el trabajo del profesor que hayas seleccionado. Si realmente es bueno, prémialo. Si no lo es, cámbialo si puedes, pero sobre todo cambia de consejeros".

Ahondando más en este punto, relativo a la selección del profesorado, quiero señalar un grave problema que se está creando actualmente: el poco prestigio que se está dando en nuestro país a la labor docente, si no de forma absoluta, si de forma relativa, ya que se está postergando con respecto al prestigio curricular de la labor investigadora. Y no digamos nada del desprestigio en que parece estar envuelta la actividad profesional en la Universidad, siendo como es la esencia de la formación técnica que debemos impartir en nuestras Escuelas. La denominada investigación, con la acumulación de sexenios, debería servir exclusivamente para mejorar los complementos retributivos, lo que no es malo sino todo lo contrario, pero no para determinar si se puede participar o no en los tribunales para la selección del profesorado. Por tanto considero que prestigiar la labor docente en general y la profesional en nuestras Escuelas, permítaseme llamarlas Especiales, es imprescindible si queremos tener buenos profesores. Y considero



Reclamar el máximo de autonomía en la selección de nuestro profesorado, terminando con el sistema actual, al que me atrevo a calificar de endogámico, además de unidimensional y peligrosamente uniformizador para nuestra Universidad Politécnica

igualmente como un dogma no demostrado, un error por tanto, esa idea tan manida de que de la investigación fluye la buena docencia.

Estas razones son las que me llevan a manifestar mi firme intención de que, sin menoscabo de potenciar la investigación, lucharé desde mi dirección para cambiar el sistema y que se restituya en la totalidad de sus derechos, que por supuesto incluye el de que puedan formar parte de tribunales, aunque no tengan sexenios, a los magníficos docentes e ingenieros de nuestra Escuela, así como reclamar el máximo de autonomía en la selección de nuestro profesorado, terminando con el sistema actual, al que me atrevo a calificar de endogámico, además de unidimensional y peli-

grosamente uniformizador para nuestra Universidad Politécnica. Universidad Politécnica que a su vez no debemos olvidar está formada por centros muy diferentes, profesional y vocacionalmente, por no referirme a la peculiaridad o singularidad de muchas de nuestras disciplinas técnicas, que se acomodan bastante mal al vigente modelo de selección de profesorado. Modelo de selección que de no remediarlo puede conducirnos en no muchos años a que entre nuestros profesores no exista ni un solo Ingeniero.

Para terminar estas palabras, que quizás se hayan alargado demasiado, me gustaría encomendarme en mi tarea, para que me guíen, al espíritu de algunos ilustres antecesores de los que solo citaré a dos: Lucio del Valle y de nuevo Vicente Machimbarrena.

De Lucio del Valle y de su forma de regir la escuela diría Inchaurreandieta: "Era entusiasta y respetuoso con la Ciencia, enamorado de la profesión ingenieril, artista de corazón y con una gran autoridad, realizada por su conciencia de tenerla. Llevó a sus reformas el entusiasmo más ardiente y un espíritu esencialmente práctico, que preparaba el necesario equilibrio entre la teoría y los estudios de aplicación".

Y especialmente me encomiendo a Vicente Machimbarrena, el ingeniero pedagogo al que tanto admiro y al que tanto me he referido, quien en palabras de Tomás García Diego realizó en la antigua Escuela, la del Cerrillo de San Blas, "una transformación absoluta en maneras y métodos. Atmósfera de calma y confianza, paredes limpias de letreros, cera en los pisos. Dulzura, educación, sonrisas. Todo un sistema respirándose desde el jardín, en que nadie cortarían una rosa, aunque estuviera la novia esperando".

Y por supuesto a nuestro fundador Agustín de Betancourt y a su concepto del ingeniero ideal, expresado hace ya más de doscientos años, cuando decía que el ingeniero debería "tener una educación no vulgar, la cual no solamente hace recomendables los hombres en el trato con los demás, sino que también da aquel discernimiento y aquel tacto fino que en ciertos casos suele servir aún más que la ciencia".

Muchas gracias.

normas para la publicación de artículos en la Revista de Obras Públicas

1. Normas generales

1.1. Los artículos que se presenten a la ROP deberán cubrir aspectos de política sectorial, científicos, técnicos o históricos y culturales relacionados directamente con la ingeniería civil presentando, además, la debida actualidad.

1.2. La ROP, siguiendo los criterios técnicos y científicos que corresponden a una publicación del prestigio de ésta, someterá a su COMITÉ DE REDACCIÓN cuantos artículos se reciban en su domicilio editorial. Este Comité trasladará dichos artículos a los expertos que se acuerden quienes serán los que decidan acerca de la idoneidad de su publicación. Los informes serán trasladados a los autores y las decisiones asumidas serán inapelables.

1.3. Los artículos deberán ser totalmente inéditos, y no podrán ser publicados en otra revista en el plazo de un año sin consentimiento del autor y de la dirección de la ROP, siendo en cualquier caso necesario hacer referencia a ésta.

1.4. La dirección de la ROP se compromete, en caso de aprobación del artículo, a publicarlo en su integridad, salvo que, por cualquier causa se acordase lo contrario con el autor.

1.5. Tendrán siempre preferencia aquellos artículos que versen sobre temas de interés para el mayor número posible de los lectores de la ROP, es decir, para el mundo de la ingeniería civil, evitando aquellos que caigan en una acusada especialización.

2. Estructuración del manuscrito

2.1. Los artículos principales serán publicados en uno de los siguientes apartados generales de la ROP:

- ◆ Política de Obras Públicas
- ◆ Ciencia y Técnica de la Ingeniería Civil
- ◆ La Actividad del Ingeniero
- ◆ Historia y Cultura de la Ingeniería Civil

2.2. Como regla general, los originales de estos artículos principales no sobrepasarán las 12 páginas escritas por una sola cara, incluyendo gráficos y bibliografía. El número de dibujos, fotografías o gráficos no será superior a 10.

2.3. Tanto los gráficos como las fotografías deberán ser de la mayor calidad, no aceptándose las fotocopias, tanto en color como en blanco y negro. Se recomienda el uso de soportes magnéticos de alta resolución, admitiéndose asimismo el uso de diapositivas y de papel (en blanco y negro o color), tamaño mínimo de 13x18 mm.

2.4. Los comentarios a artículos publicados o las opiniones sobre temas de actualidad, serán publicados en una sección especial denominada "Debate y Opinión".

2.5. Los originales de estos comentarios tendrán una extensión máxima de 4 páginas, incluyendo gráficos y bibliografía. El número de dibujos, fotografías o gráficos no será superior a 5.

2.6. La ROP publicará, periódicamente, las reseñas de las Tesis Doctorales presentadas en las distintas Escuelas de Ingenieros de Caminos, con su resultado. De aquellas que, además, se consideren de interés adicional, se podrá publicar un resumen con un máximo de tres páginas de la Revista.

2.7. Se incluirá un breve resumen del artículo, de no más de ocho líneas, que será publicado al frente del mismo. Si es posible, se acompañará una traducción de dicho resumen al inglés, haciéndose cargo de la misma la ROP en caso de que no se acompañe.

2.8. Los artículos deberán presentarse en soporte magnético, especificando el tratamiento de textos empleado que será uno de los habituales en el mercado.

2.9. Se harán constar los siguientes datos:

Título del artículo, que deberá ser corto y enunciativo.

Nombre del autor o autores, sus títulos profesionales y académicos y señas completas.

Cinco palabras clave que permitan la localización del artículo

2.10. En la redacción del artículo se empleará una forma de expresión clara, evitando frases intrincadas, repeticiones y, especialmente, el uso de la primera persona y (salvo excepción en los artículos que así lo requieran) las anécdotas personales.

2.11. El texto se ordenará claramente, con titulares intermedios. A fin de hacer atractivo el esquema del artículo, se procurará que haya un titular intermedio, al menos, cada dos páginas del original, autorizándose a la Dirección de la ROP a intercalarlos, previo acuerdo con el autor, en los casos en que se considere necesario.

2.12. Se autorizará el uso de la letra cursiva.

2.13. Se procurará incluir toda serie de mapas, planos, dibujos y gráficos que se adjuntarán a los originales debiendo ser todos ellos de la mayor calidad posible para su correcta reproducción. De manera excepcional, la ROP se reserva el derecho de repetir, a su costa, aquellos originales que lo justifiquen, mejorando así, si es preciso, la calidad de los remitidos.

2.14. Todas las ilustraciones deberán ir numeradas correlativamente y con pie de foto.

2.15. Será imprescindible incluir referencias bibliográficas cuando sea posible, las cuales se ordenarán al final del artículo e irán numeradas correlativamente.

2.16. Se evitarán, en lo posible, las notas a pie de página.

3. Artículos en lengua inglesa

La ROP podrá publicar los artículos bilingües (español e inglés) que se refieran a asuntos que presenten interés para sus lectores de lengua inglesa. En este caso, la longitud no sobrepasará los siete folios, además de cuantas fotografías e ilustraciones se consideren precisas.

4. Cartas del lector y contestación a artículos

La ROP aceptará, siempre, las cartas de los lectores y las contestaciones y réplicas a los artículos publicados.

A fin de mantener la actualidad debida, el plazo para remitir estos comentarios es de tres meses a partir de la fecha de publicación del artículo.

5. Plazo de publicación de los artículos

La Redacción de la ROP acordará con cada uno de los autores el plazo de presentación de los artículos remitidos, teniendo en cuenta no sólo el orden de entrada, sino la actualidad de los mismos, publicaciones de otras revistas, volumen limitado de la revista, orden temático, etc.

En el caso de no poder llegar a un acuerdo sobre su plazo de publicación, la ROP devolverá el original a su autor.

6. Ejemplares para los autores

La ROP entregará gratuitamente al autor del artículo dos ejemplares del número de la Revista en que aparezca su colaboración, así como tres separatas del mismo.

Si el autor deseara mayor número de separatas, deberá ponerlo en conocimiento de la ROP antes de proceder a la tirada de la revista, pasándosele el cargo correspondiente.

Noticias Varias

- En la carretera de la Coruña ha sido arruinado en parte el antiguo puente de San Fernando sobre el Manzanares. El daño consiste principalmente en el hundimiento de un gran muro que separa dos de los seis arcos de que el puente se compone. La reparación de esta obra será de bastante consideración, porque a no dudarlo es indispensable aumentar con nuevos claros su desagüe.- El tránsito en la primera legua de esta vía se verifica en la actualidad por el camino viejo de Castilla, e interior de la Real Casa de Campo.
- Los alumnos de la clase de construcción de la Escuela especial de ingenieros han visitado en estos últimos días, acompañados de su profesor, las obras averiadas próximas a esta corte, sacando de ellas vistas y planos que les serán de utilidad no escasa para su instrucción.
- Parece que ha sido nombrado profesor de minerología de la Escuela de caminos, el de la de minas Sr. Naranjo.
- Ha sido autorizado el ingeniero D. Eusebio Page, para pasar al servicio de la empresa del ferro-carril de Aranjuez, en la que parece tomará a su cargo la dirección del material móvil
- Desde el próximo viernes, el ingeniero D. Práxedes Sagasta abrirá en el Ateneo un curso de economía política aplicada a las obras públicas.
- El Sr. Salamanca ha obtenido del ministerio de la Guerra unos puentes militares de los que posee el cuerpo de Ingenieros de ejército, con el objeto de facilitar el servicio de la línea de Aranjuez, debiendo verificarse sobre ellos el paso de los viajeros para cambiar de tren.
- El sábado último el Sr. Godinez de la Paz, diputado por Extremadura, hizo en las Córtes una interpelación al Gobierno, denunciando abusos y faltas cometidas en el desempeño de su cargo por un Ingeniero jefe de aquel distrito. Esta interpelación, eco sin duda de una acusación formulada tiempo atrás en el mismo sentido, es de todo punto inútil si se atiende a que el Gobierno sigue desde dicha época la información procedente en este punto, y que nada puede decirse sobre él hasta que dicha información haya terminado, poniendo en claro la parte de verdad que en dichas acusaciones pueda haber. Nosotros no tenemos que añadir a esto sino que los ingenieros, como ya hemos dicho antes de ahora, no están interesados ni en atenuar ni en agravar las faltas de un individuo de su corporación; y por lo tanto; así como si los cargos resultasen ciertos no abogarán por que se disminuya el rigor de la ley, desean vivamente que en caso de resultar falso, se devuelva su honra pública y solemnemente al acusado, castigando como tengan merecido a sus acusadores.
- El ingeniero D. Eusebio Page ha tenido que encargarse de la dirección facultativa del ferro-carril de Almansa, por haber dejado el servicio de la empresa el Sr. D. Meliton Martín.
- El ingeniero D. José Baldasano ha sido destinado al distrito de Madrid, y D. Antonio María Vazquez ha sido agregado a la secretaría del Ministerio de Fomento para auxiliar los trabajos durante la época de las grandes reparaciones que se van a emprender en las carreteras generales.
- La escuela especial de caminos ha adquirido un magnífico teodolito de Gambey que aprecia en ambos círculos de 3" en 3", perfectamente montado, y cuyo coste, notablemente reducido, ha sido 14.000 reales.
- En el mismo establecimiento se ha instalado ya la cátedra y laboratorio de química, con lo cual los ingenieros de los distritos puede enviar ejemplares clasificados en los materiales de su territorio, para se analizados y empezar a conocer algo sobre este asunto en nuestro país.
- Tenemos entendido que el ingeniero D. Felipe Bena Delgado ha concluido el proyecto de la carretera de Liria, una de las mas importantes de la provincia de Valencia, y de la que forman parte los dos trozos construidos desde Valencia a Burjasot.

◆ La ROP hace... 100 años ◆

Año LIV • Nº 1.582. 22 de febrero de 1906

Relaciones entre los empleados técnicos y sus patronos respecto a la propiedad de las invenciones

En el mes de Noviembre último se celebró en Berlín una gran reunión de inventores y técnicos, para discutir las relaciones que han de subsistir entre los operarios inventores y sus patronos, y las modificaciones que desde este punto de vista convendría introducir en la ley de patentes, de la que da cuenta nuestro colega *Industria e Invenciones*.

La opinión general de la Asamblea fue que los empleados u operarios técnicos que trabajan por cuenta de un patrono, ejecutando un trabajo intelectual para obtener invenciones o descubrimientos, son los únicos inventores que se hallan actualmente sin garantía por parte de la ley para gozar el fruto de su invención; que con esta circunstancia dichos empleados no tienen estímulo para impulsarles en su trabajo, lo que perjudica a la industria alemana; y que al contrario, si se concediese derechos exclusivos a esta clase de inventores, resultaría un gran estímulo para hacer progresar la industria nacional.

Después de las discusiones correspondientes, la asamblea adoptó los siguientes acuerdos:

Que los empleados y obreros técnicos son los propietarios de sus invenciones.

Que el patrono tiene derecho a la utilización de industrial de las invenciones hechas por sus empleados, si entran en el cuadro de sus negocios; pero que en compensación se ha de comprometer, como primer poseedor de una licencia, a pagar los gastos necesarios para la obtención de la patente y su conservación.

Como indemnización para la explotación de la invención abandonada al patrono, el inventor tiene derecho a una parte proporcional de los beneficios que esta explotación proporcione al primero durante la vida de la patente. La parte proporcional se tendrá que elevar, por lo menos, a la tercera parte de los beneficios, a no ser que se presenten circunstancias excepcionales.

Las disposiciones de los contratos que se opongan a estos acuerdos deben considerarse como nulas y de ningún valor.

La asamblea acordó también dirigir al Gobierno una demanda de revisión de la ley de patentes en el sentido de los acuerdos tomados. ◆

◆ La ROP hace... 50 años ◆

Año CIV • Nº 2.890. Febrero de 1956

Los enlaces ferroviarios de Madrid

En el Ministerio de Obras Públicas han sido expuestos algunos planos y dibujos del trabajo que desarrolla la Junta de Estudios y Enlaces Ferroviarios, que han merecido una especial atención por parte del Sr. Ministro, según refirió Radio Nacional y la prensa diaria madrileña, al dar cuenta de la acostumbrada conferencia semanal del Sr. Ministro, correspondiente al pasado día 17 de enero.

Análoga atención ha merecido del Sr. Subsecretario del Departamento y del Director General de Ferrocarriles, Tranvías y Transportes por Carretera, y también del Sr. Presidente del Consejo de Administración de la RENFE y del Sr. Presidente del Consejo de Obras Públicas y señores Consejeros de la Sección de Ferrocarriles.

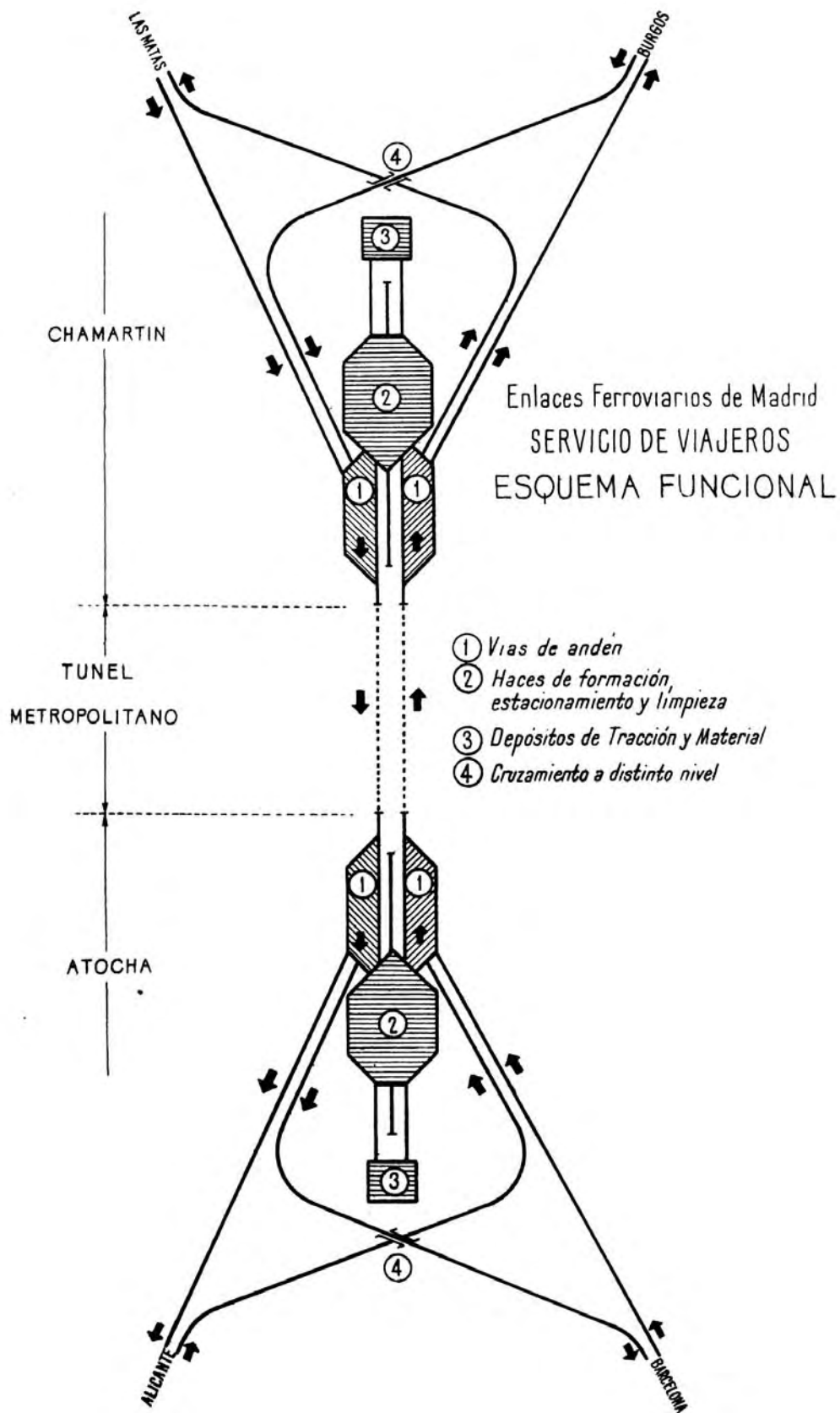
Asistimos a la visita realizada por estos señores, escuchando las explicaciones de D. Luis del Río, Ingeniero Jefe de la Oficina Central de la Junta de Estudios y Enlaces Ferroviarios,

y consideramos del mayor interés dar a nuestros lectores una primera referencia del trabajo desarrollado por este compañero y la oficina que dirige.

Los enlaces ferroviarios de Madrid se resuelven fundamentalmente por dos líneas de enlace: una, de circunvalación, las Matas-Fuencarral-Chamartín-Hortaleza-Vicálvaro-Vallecas-Villaverde, casi exclusivamente para servicio de mercancías; la otra, Chamartín-Atocha, exclusivamente para viajeros, en túnel metropolitano no es propio de esta nota exponer el itinerario que estas líneas siguen y todas las instalaciones que se proyectan a lo largo de las mismas, porque ello nos llevaría demasiado lejos y porque, en general, muchos de nuestros lectores ya lo conocen.

Los planos expuestos y las explicaciones del Sr. Del Río se refirieron principalmente al eje Norte-Sur, Chamartín-Atocha, para servicio de viajeros, y como tema substancial el que él

◆ La ROP hace... 50 años ◆



denomina reivindicación del conocido túnel a lo largo del Prado, Recoletos, Castellana, etc.

Este túnel metropolitano de enlace está construido para doble vía y, claro está, por él podrían ser lanzadas sucesivas circulaciones, sin interrupción, como lo hace el "Metro", hasta cubrir un apretado gráfico de trenes, que satisfaga plenamente a las exigencias del servicio. Pero para ello es preciso que estén debidamente acondicionadas las plataformas de lanzamiento: las dos estaciones extremas, de Chamartín a Atocha. El Sr. Del Río ha ideado una disposición perfecta y sencillísima. Los planos expuestos representan el desarrollo de esta idea hasta el detalle, manteniendo siempre la sencillez, su cualidad característica, que cautiva en todo momento.

Ciertamente queda reivindicado el túnel, el cual se erige en pieza clave de las instalaciones ferroviarias de Madrid para viajeros, que constituirán un verdadero modelo.

En Chamartín confluirán en dos líneas generales tronco: desde Las Matas y desde Aranda de Duero, los ferrocarriles del Norte de España. En Atocha confluirán, también dos troncos, desde Villaverde y desde Torralba, los ferrocarriles de las zonas de Levante, Andalucía y Extremadura. Ambas estaciones, por su lado opuesto, se comunicarán por el túnel de enlace. Son, por consiguiente, iguales, simétricas, funcionalmente.

La disposición ideada por el Sr. Del Río para hacer fluidas estas estaciones, y que la Oficina Central de la Junta ha desarrollado, consiste en hacer que al entrar en estación se crucen, a distinto nivel, la vía de un sentido de circulación de una de las líneas troncos, con la de sentido contrario de la otra línea tronco, y que, emparejadas las vías del mismo sentido de circulación, vayan a correspondientes y suficientes haces de vías de andén, comunicado cada haz con la correspondiente vía del túnel y dejando entre ambas parejas las vías para servicios interiores de limpieza, formación de trenes, depósitos, etc., completamente independientes de las vías de circulación. (Todo esto viene expresado gráficamente en el adjunto esquema funcional).

Para fijar el número de vías de andén que necesita cada haz, se ha partido de las siguientes hipótesis: frecuencia de circulación en el túnel, tres minutos; tiempo de parada en andén de trenes ligeros, sin equipaje facturado, tres minutos; tiempo de parada de trenes de largo recorrido y con equipaje facturado, dieciocho minutos. Resultan ne-

cesarias ocho vías de andén, que en los proyectos se ha elevado a nueve, o sea dieciocho vías de andén en cada estación.

Para la eficacia del sistema es necesario que todos los trenes, incluso los que arranquen o rindan viaje, paren en vía de andén, en régimen de paso. El tren que arranque saldrá del haz de formación de trenes y *pasará* por la vía de andén, parando el tiempo estricto para embarque de viajeros, equipajes y correo. El que vaya a rendir viaje, parará en la vía de andén para desembarque y rendirá viaje en el haz de recepción. Este sistema, aplicado desde siempre en las estaciones aéreas, se aplica también en algunas estaciones ferroviarias del extranjero y es congruente con el moderno concepto de necesaria utilización del orden y la velocidad para el buen rendimiento y para el buen servicio.

Los proyectos de las dos estaciones, de Chamartín y Atocha, se han desarrollado sin ninguna violencia: Chamartín dentro del recinto explanado desde hace tiempo; Atocha, ocupando el espacio que hoy ocupan las instalaciones de mercancías, para lo cual, previamente, habrá que construir la estación de mercancías de Abroñigal, conforme a proyecto también expuesto, en el terreno ya propiedad de la RENFE, donde M.Z.A. pensó construirla en el año 1927.

La nueva estación de Atocha tendrá un edificio de viajeros *sui generis*, montado sobre las vías, a la altura del primer edificio de la Renfe en la Avenida de la Ciudad de Barcelona.

Desmontado el edificio actual, queda aquella zona, hoy tan angosta, en disposición de ser sometida a una urbanización razonable y, en efecto, se presenta una muy interesante, con amplias perspectivas.

Si el trabajo desarrollado en la Junta de Enlaces es meritorio ferroviariamente, viniendo a clarear limpiamente el ambiente de duda y hasta de escepticismo que imperaba estos últimos años, no es menos trascendental en el aspecto urbano. El sector sudeste de Madrid, de tanta fuerza en todos los aspectos, quedará verdaderamente incorporado a la urbanización general, y la plaza del Emperador Carlos V se convertirá en uno de los más bellos centros urbanos de la capital.

Finalmente, en el aspecto económico no se vislumbra objeción seria alguna; al contrario. Las cifras presupuestarias con normales y asequibles; el rendimiento, seguro, inmediato o a muy corto plazo. ◆

Autovía de Los Viñedos

La primera autovía de la Red de Carreteras de Castilla-La Mancha

The Viñedos Motorway. The first motorway of the Castille-La Mancha Road Network

David Merino Rueda. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Jefe de Servicio Regional de Carreteras. dmerino@jccm.es

José Alejandro Hernández Gómez. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Jefe de Servicio de Construcción. jahernandezg@jccm.es

Resumen: Se pone en servicio la primera autovía de competencia regional en Castilla-La Mancha dando cumplimiento a uno de los objetivos del II Plan Regional de Carreteras. El desarrollo de este proyecto ha supuesto un gran esfuerzo a la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, que en cuatro años y medio ha sido capaz de poner en servicio una autovía de última generación con 128 km de longitud entre Toledo y Tomelloso con una inversión total que supera los 284 M€. La financiación se ha realizado con la participación de la iniciativa privada, a través de un sistema de "peaje en sombra". La autovía está dotada de modernos sistemas de información al usuario y vigilancia mediante cámaras de TV.

Palabras Clave: Construcción, Financiación y Explotación de Carreteras

Abstract: The first motorway under the Castille-La Mancha regional authority has recently been opened, in compliance with one of the objectives of the Second Regional Road Plan. The development of this project has required a great deal of endeavour by the regional council who in just four and a half years have been capable of opening a 128 km long state-of-the-art motorway between Toledo and Tomelloso at a total cost of over 284 M€. The motorway is financed by private initiative, using the shadow-toll system and is fitted with modern user information systems and TV camera surveillance.

Keywords: Construction, Financing Road operation

La Junta de Comunidades de Castilla - La Mancha asume en el año 1984 la competencia sobre una red de carretera que superaba los 8.200 Km. y en un lamentable estado de conservación.

Durante el período 1987-1997, se acomete el I Plan Regional de Carreteras en el que se invierte un total de 174.900 millones de ptas. (1.051 M€) y se acondicionan 1.550 km. de la red básica y 2781 km. de la red comarcal y local. Este importante esfuerzo inversor necesitaba un nuevo impulso que permitiera acometer el acondicionamiento de la totalidad de la red de competencia autonómica y que una vez completadas las transferencias con las Diputaciones Provinciales se cifraba en 7.950 km.

En el año 1998, se aprueba el II Plan Regional de Carreteras con un horizonte temporal 1998-2008, que tendría como primer objetivo, teminar el acondicionamiento de la red básica y comarcal con una inversión prevista de 1.350 M€.

Entre las propuestas incluidas en el Plan, se incluía la realización de un programa de vías de alta capacidad que, conjuntamente con la red de carreteras de Estado, permitan conectar las capitales de provincia más Puertollano y Talavera de la Reina por vías de alta capacidad.

En el Plan se dibujaba como una de las vías de alta capacidad más prioritaria la conexión de la capital regional con el centro de La Mancha (Alcázar de San Juan y Tomelloso) y con su prolongación en una segunda fase hasta la capital más poblada de la Región (Albacete). Esto supondría la creación de un eje transversal vertebrador de una parte muy importante de la Región.

Con este objetivo, se acuerda con el Ministerio de Fomento, la ejecución de la Autovía A-43 entre Tomelloso y San Clemente, con conexión a La Roda, tramo libre de peaje dentro de la AP-31, actualmente en construcción.

En el año 2001 se inician los trabajos de redacción del Estudio Informativo de la Autovía de los Viñedos (CM-42)

	Toledo - Consuegra	Consuegra - Tomelloso
Concesionaria	AUMANCHA (Dragados-Cyopsa)	AUVISA (Acciona-Sarrion-CCM)
Prestaciones	Redacción Proyecto - Construcción - Explotación - Conservación de la Autovía y sus elementos funcionales.	
Adjudicación	Abril - 03	Enero - 03
Periodo concesional	30 años	30 años
Plazo ejecución	33 meses	36 meses
Finalización obras	Diciembre 2005	Diciembre 2005
Tipo de vía	Autovía -- 2 calzadas 7/10,50 -- mediana de 10 m	

Sección tipo y características de los 2 tramos

entre Toledo y Tomelloso, apoyándose en el corredor de la carretera CM-400.

El 4 de febrero de 2002 se aprueba definitivamente el Estudio Informativo del tramo Consuegra - Tomelloso y el 8 de julio de 2002 se aprueba el Estudio Informativo del tramo Toledo - Consuegra.

Otra novedad importante de esta Autovía que tiene una longitud total de 127 km., es la forma de financiación del proyecto. Entre las diferentes posibilidades, se elige un sistema de gestión por concesión, bajo el sistema denominado "peaje en sombra", que en esos momentos (año 2002), se comenzaba a utilizar en otras Administraciones de carreteras.

En este caso y para cada uno de los 2 tramos en los que se dividió el conjunto de la autovía, se establece un sistema de concesión para el proyecto, construcción y explotación por un período máximo de 30 años con un sistema de pago del "canon de demanda" en función del tráfico real que circule por la autovía, y con una reducción de tarifas por banda creciente de niveles de servicio, previamente fijadas.

Otra novedad del Pliego es la posibilidad de rescate anticipado de la concesión por cumplimiento de las expectativas de negocio establecido por el licitador en su oferta a través del VAN máximo a cobrar en concepto de canon de demanda que deben ofertar los licitadores al concurso.

El Pliego además, prevé la penalización por mal funcionamiento de la autovía o por incremento en la siniestralidad.

Para el control de tráfico que establece el sistema del peaje en sombra, se han instalado en el conjunto de la autovía 22 estaciones de conteo de vehículos mediante espiras electro-magnéticas en el pavimento.

Cada conjunto de espiras, dispone de 2 cámaras de videoverificación, una cámara fija y otra móvil que, además, permite realizar las labores de vigilancia en la carretera. Además, se han instalado 5 cámaras móviles exclusivamente para vigilancia.

Entre el equipamiento para su explotación, se han instalado 15 paneles de mensaje variable, 4 estaciones meteorológicas y 72 postes SOS para emergencias.

Cada uno de los tramos dispone de un centro de conservación y explotación donde se centralizan los equipos de control e información al usuario, así como, los medios materiales y humanos dedicados a la conservación.

Así mismo, se han construido 3 áreas de servicio en Mora, Consuegra y Alcazar de San Juan que explotaran los mismos concesionarios.

Cabe destacar la rápida gestión de todo el proceso, que ha permitido en menos de 4 años y medio completar la puesta en marcha de la totalidad de la autovía, contados desde el inicio de los trabajos de redacción del Estudio Informativo (julio 2001) y la puesta en servicio del último tramo (diciembre 2005).

Pasamos a describir las características técnicas de cada uno de los tramos.

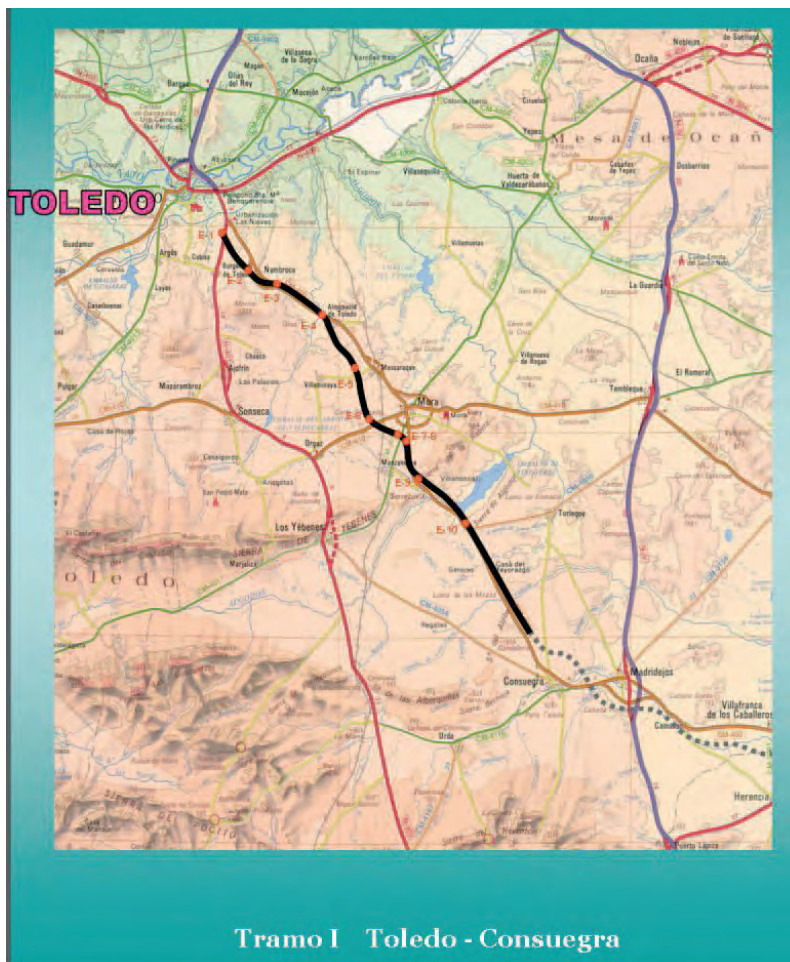
Tramo: Toledo - Consuegra

En su primer tramo, de 52,4 kilómetros de longitud, la autovía de Los Viñedos cruza los términos municipales de Toledo, Burguillos, Nambroca, Almonacid, Mascaraque, Mora, Manzaneque, Turleque y Consuegra.

El concurso de concesión fue adjudicado a la UTE DRAGADOS-CYOPSA-SISOCIA, en las condiciones económicas que se describen en el Cuadro 1.

Este tramo cuenta con nueve enlaces. El primero de ellos, que sirve para la conexión con la N-401, será también el punto de comienzo de la futura Ronda Suroeste de Toledo, otro de los proyectos que contempla el programa de autovías que promueve el Gobierno de Castilla - La Mancha.

Cuadro 1			
Presupuesto de Ejecución por Contrata:	133.123.865,76 € (IVA INCLUIDO).		
Presupuesto Líquido de Adjudicación:	120.883.600,00 € (IVA INCLUIDO).		
Inversión por kilómetro:	2,36 M€/Km.		
	Licitación	Oferta	Baja oferta (%)
VAN MÁXIMO INGRESOS (millones de euros)	376,00	310,25	17,55
TARIFA MAXIMA VEH. LIGEROS (euros / kilómetro)	0,1451	0,0792	45,40



Tramo I Toledo - Consuegra

El resto de enlaces permiten el acceso desde las localidades por las que pasa la autovía: Nambroca (2), Almonacid, Mascaraque, Mora (3), Manzaneque y Turleque, así como la conexión con todas las carreteras que cruzan la autovía: N-401, TO-2123 V, CM-410 Y CM-4017, TO-2231V y CM-4056.

Salvo el primero, todos los enlaces son del tipo diamante con pesas, constituidas éstas siempre por glorietas cerradas con 50 m de diámetro de la isleta central.

En este tramo se han construido un total de 41 estructuras. De estas, hay 10 pasos inferiores, 26 pasos superiores y 5 viaductos.

Los pasos inferiores son, en su mayoría, bóvedas triarticuladas prefabricadas de hormigón armado, con luces variables que garantizan el gálibo mínimo en cada caso..

Uno de los detalles emblemáticos de esta obra lo constituyen los pasos superiores, tanto los de enlaces como los de caminos. Se trata de estructuras mixtas con viga cajón de acero y losas de compresión prefabricadas de hormigón armado fijadas a la viga mediante pernos tipo Nelson. Esta tipología permite un alto grado de esbeltez en las estructuras, entre cuyos condicionantes estaba

el de quedar exentas de apoyo en mediana por motivos de seguridad vial. La viga cajón es siempre única y sus dimensiones, dependen de la vía para la que se proyecta. Otra de las ventajas de esta tipología, aparte de su valor estético, es su alto grado de prefabricación, que ha evitado la existencia de cimbras interrumpiendo la traza durante la construcción de la carretera.

Hubo dos casos especiales que fueron el enlace con la carretera N-401 que requirió un puente curvo de 60 metros de luz, y el cruce con la carretera Orgaz - Mora, en el que se proyectó un puente esviado de 55 m. El canto en todos los casos fue de 2.2 m.

Las estructuras estaban constituidas por un cajón metálico monocelular y losas prefabricadas de hormigón en las cuales ya venía incluida la acera y los anclajes de la barrera de seguridad, modulándose a 2.5 m. de ancho por facilidad de transporte. La unión de las losas y el cajón se hacía mediante conectadores soldados al cajón metálico y la ejecución del hormigonado "in situ" de los correspondientes cajetines.

Este sistema permitió independizar la construcción de las estructuras del movimiento de tierras y afirmado, empezando el montaje de los tableros cuando los trabajos de firmes estaban bastante avanzados. Para el montaje de las estructuras solo se requería el uso de un apeo provisional situado en la mediana.

Los tableros metálicos fueron fabricados en Barcelona y Bilbao y transportados a obra en piezas completas para los de 7 m de ancho y en cuatro partes que se terminaban de ensamblar en obra para los de 11 m de ancho. Los pesos era de 48 tn para los primeros y 90 tn los segundos. En el caso de la estructura del enlace con la N-401 se alcanzaron las 140 tn.

Tramo: Toledo-Consuegra cruce con el río Algodor.



Las losas prefabricadas de hormigón se fabricaron en Sagunto y su peso varía entre 8 y 22 tn, dependiendo del ancho del puente.

El firme de la autovía se ha ejecutado aprovechando al máximo los materiales de que se disponía en la traza y sus alrededores. La explanada se ha configurado siguiendo la nueva Instrucción de Firmes del Ministerio de Fomento. Se ha adoptado una explanada tipo E-3, para lo cual ha habido que estabilizar con cemento los últimos 30 cm de coronación.

El suelo cemento proyectado como base se ha elaborado en una central instalada al efecto hacia la mitad del tramo, utilizando como materia prima los jabres que se dan en la zona.

Sobre el suelo cemento se han extendido tres capas de mezclas bituminosas en caliente, la de rodadura de tipo drenante, con un espesor total de 20 cm. Como aspecto a mencionar en este apartado está el espesor variable de la capa de base, a la que se ha dotado de una sección trapezoidal, de forma que el espesor de la capa es mayor en la zona de la sección más solicitada, la correspondiente al carril derecho, y menor donde las cargas son menores, o sea en el carril izquierdo.

Otro de los aspectos destacables en este tramo es el trasplante de 2000 olivos, algunos de ellos centenarios, que se veían afectados por el trazado. El trasplante se ha efectuado en los enlaces y delimitando la línea de ocupación a lo largo del tronco, a ambos lados de la carretera.

Mediciones y otros datos relevantes del tramo Toledo-Consuegra

Longitud:	52,4 km	- Estructuras
Sección transversal :		- Pasos superiores: 26 Formados por cajones monocelulares de acero sj235 tratado con 3 con tres capas de pintura y losas prefabricadas de hormigón armado fijadas mediante pernos tipo nelson. En total 1650 tn.
Tronco autovía .	Doble plataforma 7/10,50 con bermas de 1 m Calzadas : 2 carriles de 3,50 m Arcenes interiores : 1,00 m Arcenes exteriores : 2,50 m Mediana : 10,00 m	- Pasos inferiores: 10 8 bovedas triarticuladas de hormigón armado 2 marcos de hormigón armado
Velocidad de proyecto:	120 km/h	- Viaductos: 5 Formados por vigas doble "T" de luces 25+25+25 en el viaducto sobre el río Guazaleté, algodor y cañada de torrejón, vigas doble "T" de luces 20+28+20 en el paso sobre el ave y vigas de la misma tipología con luz 12 m en el enlace norte de Nambroca.
Radio mínimo en planta:	900 m .	- Hormigón colocado en obra: 14300 m ³ .
Pendiente máxima:	3,99 %	- kg de acero aeh-400 en obra: 1.810.000 kg
Tráfico:	Se adopta para todo el recorrido la categoría de tráfico T-1, por ser autovía de nueva construcción.	- Señalización y balizamiento: barrera de seguridad doble onda: 166.000 m porticos y banderolas: se proyectan 910 señales verticales, 2.186 m ² de carteles, pórticos y banderolas.
Enlaces:	Nueve 1. Conexión con la N-401 2. Nambroca norte 3. Nambroca sur 4. Almonacid 5. Mascaraque, villaminaya y mora 6. Mora centro y orgaz 7. Mora norte y manzanaque 8. Manzanaque 9. Turleque	- Ordenación ecológica: Olivos trasplantados delimitando la autovía: 2000 uds Otras plantaciones: 80.000 uds. Estudios arqueológicos en varias zonas singulares. Escapes de faunas en valla de cerramiento de la autovía. Pasos de fauna en obras de drenaje. Tratamientos de prestamos y vertederos: 500.000 m ²
Principales unidades de obra:		- varios: Canalización para sos y sistema de conteo: 208.800 ml Estaciones de conteo de tráfico: 10uds
- Movimiento de tierras	1.084.000 m ³ de excavación en tierra vegetal 3.884.000 m ³ de excavación 1.433.000 m ³ de terraplen con material de excavación 3.106.000 m ³ de terraplen de prestamos 1.443.000 m ³ de explanada	- reposiciones: Líneas eléctricas: 20 Líneas telefónicas Gasoducto Oleoducto Abastecimientos Caminos agrícolas: 80.000 m Vías de servicio: 6.000 m
- Drenaje	84 obras de drenaje transversal 1.552 m de caño de 1.80m de diámetro 982 m de marcos de diferentes tamaños min 2x2 max 3x2.5	
- Firmes	247.962 m ³ de suelo cemento 445.011 tn de aglomerado en capa de base e intermedia 112.123 tn de aglomerado drenante en capa de rodadura 122.862 m ³ de zahorra artificial	

Tramo II Consuegra - Tomelloso



Tramo: Consuegra - Tomelloso

Este tramo con una longitud total de 74,6 km. fue adjudicado a una Unión Temporal de Empresas formadas por Acciona, Construcciones Sarrión, Caja Castilla - La Mancha y Construcciones Gismero con las condiciones económicas reflejadas en el cuadro 2.

Discurre por los términos municipales de Consuegra, Madridejos, Camuñas, Villafranca de los Caballeros, Herencia, Alcázar de San Juan, Campo de Criptana y Tomelloso.

Se inicia en el enlace de acceso a norte a Consuegra, circunvalando dicha población por el Norte hasta el enlace 2 con la tipología de diamante en "pesas" de conexión con la CM-400 y de acceso a Consuegra (Sur) y Madridejos. A continuación, discurre por el Sur de Madridejos hasta el enlace 3 con la A-4 donde se ha construido un enlace tipo "trébol" con unas vías colectoras en la A-4.

A continuación discurre al sur de las poblaciones de Camuñas, donde se ha ejecutado un enlace de acceso (diamante en "pesas"), y Villafranca de los Caballeros, donde se ha construido un enlace con la carretera CM-3001 (diamante en "pesas") que da acceso tanto a Villafranca de los Caballeros como a Herencia.

A continuación, se enlaza con la N-420 mediante un enlace con diseño de glorieta inferior de 100 m de diámetro interior que da acceso a Alcázar de San Juan. En Alcázar de San Juan, se han construido dos enlaces, más uno en la CM-3107 (diamante en "pesas"), y otro en la antigua CM-400, cuyo diseño está pensado para conectar la futura semivariante de Campo de Criptana.

En este tramo, entre Alcázar de San Juan y Tomelloso, se proyecta un tramo de desdoblamiento de la CM-400 con las necesarias variantes en el cruce de cauces y en la población de Alameda de Cervera.

En Tomelloso, la variante discurre por el Este, y se han construido enlaces con la actual CM-400, la CM-3103 a Pedro Muñoz y la CM-3102 a Socuéllamos, todos ellos con tipología de diamante en "pesas".

La autovía finaliza en el enlace (trompeta direccional hacia Villarrobledo), con la actual N-310 que en un futuro se convertirá en la A-43, actualmente en construcción y que conectará la Autovía de los Viñedos con Albacete.

Las características técnicas son las de Autovía tipo A-120, con un radio mínimo en planta de 1.000 m. (sólo en dos curvas) una pendiente máxima del 2,78%.

La sección tipo se compone de 2 calzadas separadas de 2 carriles de 3,50 m., arcén exterior de 2,50 m. e interior de 1 m. con bermas de 0,75 m. La mediana es de 10 m.

La sección de firme se ha diseñado para tráfico T1 en el tronco y T2 en los enlaces principales y está constituida por:

- 4 cm. de MBC tipo PA-12
- 6 cm. de MBC tipo D-20
- 15 cm. de MBC tipo G-25
- 25 cm. de Zahorra Artificial tipo 2A-40
- Explanada E3 constituida por

- Desde p.k.0 al 40: 50 m. de suelo seleccionado, con estabilización tipo 3 de los 15 m. superiores.
- Desde p.k.40 al 75: 50 m. de explanada tipo E-3 con material granular con CBR>20

Cuadro 2

Presupuesto de Ejecución por Contrata:	156.512.000 € (IVA incluido).		
Presupuesto Líquido de Adjudicación:	162.562.493 € (IVA incluido).		
Inversión por kilómetro:	2,17 M€/Km.		
	Licitación	Oferta	Baja Oferta (%)
VAN MÁXIMO INGRESOS (millones de euros)	427.000	426.980	0,01
TARIFA MÁXIMA VEH. LIGEROS (euros / kilómetro)	0,1004	0,0840	16,3



Tramo: Consuegra-Tomelloso. Arriba, enlace con la Autovía de Andalucía A-4 en Madridejos. Abajo, viaducto sobre el canal de desagüe de la depuradora de Alcazar de San Juan.



Tramo: Toledo-Consuegra, paso superior de camino.



Tramo: Consuegra-Tomelloso. Enlace con la N-420 en Alcazar de San Juan.

Las estructuras de pasos superiores se han ejecutado mediante vigas cajón con apoyos tipo "cantilever" de tres vanos (18 + 41 + 18) sin apoyo en mediana.

Los viaductos mediante vigas doble "T" de tres vanos.

Los pasos inferiores de caminos con pórticos de 8 x 5,50 m y los pasos inferiores de enlace, mediante vigas cajón de vanos múltiples.

Las mediciones de unidades principales son:

- 2.100.000 m³ de excavación de tierra vegetal
- 6.330.000 m³ de excavación
- 3.360.000 m³ de terraplén procedente de excavación
- 2.030.000 m³ de terraplén de préstamos
- 1.200.000 m³ de explanada
- 1.240.000 m² de estabilización con cemento
- 750.000 Tm. de MBC en capa base o intermedia
- 154.000 Tm. de MBC drenante
- 630.000 m³ de Zahorra artificial
- 4.100 m de caños de drenaje transversal
- 150 m. de marcos para drenaje
- 35 estructuras para pasos superiores
- 10 estructuras de viaductos
- 5 estructuras para pasos inferiores de enlace
- 7 estructuras para pasos inferiores de caminos
- 165.000 m. de barrera de seguridad tipo "bionda"
- 135 km. de caminos agrícolas pavimentados
- 4 km. de vías de servicio. ♦

Autovía de Los Viñedos

Tramo I : Toledo-Consuegra

Promotor: Consejería de Obras Públicas de Castilla-La Mancha

Concesionaria: Aumancha S.A. (Dragados-Cyopsa-Sisocia)
 Director General: Carlos Torres Puya

Constructora: Ute Dragados-Cyopsa-Sisocia
 Inspector: José A. Hernández Gómez

Director de Obra: José Miguel González Gómez-Navarro
 Jefe de Obra: José Luis Conesa de la Presa

Asistencia Técnica a la Dirección de Obra: Prointec
 Asistencia Técnica a la Inspección: Eptisa-Thalls

Tramo II : Consuegra-Tomelloso

Promotor: Consejería de Obras Públicas de Castilla-La Mancha

Concesionaria: Auvisa (Acciona-Construcciones Sarrión-Caja Castilla La Mancha)
 Director General: Joaquín Soriano Villacampa

Constructora: Ute Necso-Construcciones Sarrión
 Inspector: David Merino Rueda

Director de Obra: Gregorio Sanz Aguado
 Jefe de Obra: Candelario Portillo/Tirso Santos

Asistencia Técnica a la Dirección de Obra: Elsamex
 Asistencia Técnica a la Inspección: Eptisa/Ideyco



A. BIANCHINI, Ingeniero, S.A.

**Nuevo revestimiento
GALFAN®**

**gaviones metálicos
gaviones recubrimiento
enrejados triple torsión
alambres y fibras**



Comercial: Gran Vial, 8 · Tel. 93568 65 15 · Fax 93 568 65 11 · 08170 · Montornès del Vallès
Diputació, 279, 1.º, 3.ª · Tel. 93 496 13 00 · Fax 93 496 13 01 · 08007 Barcelona
E-mail: bianchini@abianchini.es - comercial@abianchini.es www.abianchini.es

DIRECTORIO DE EMPRESAS



TECNICAS REUNIDAS
INGENIEROS Y
CONSTRUCTORES

INITEC
INFRAESTRUCTURAS

INFRAESTRUCTURAS Y MEDIOAMBIENTE

CAMPOS DE ACTIVIDAD

- AEROPUERTOS Y TRANSPORTE AÉREO
- DESALACIÓN, POTABILIZACIÓN Y
DEPURACIÓN DE AGUAS
- HIDRÁULICA Y RECURSOS NATURALES
- EDIFICACIÓN/EDIFICIOS SINGULARES
- TRANSPORTE TERRESTRE
- COSTAS Y PUERTOS

ÁREAS DE NEGOCIO

- INGENIERÍA
- CONSTRUCCIÓN
- EXPLOTACIÓN



Rafael Calvo, 3 y 5
28010 Madrid
Tel.: 91 592 39 00
Fax: 91 592 39 01 / 02
e-mail: comercialinf@tecnicasreunidas.es



acciona
Infraestructuras

**VÍAS DE COMUNICACIÓN
OBRAS HIDRÁULICAS
OBRAS MARÍTIMAS
PLANTAS INDUSTRIALES
OBRAS SUBTERRÁNEAS
EDIFICACIÓN Y ARQUITECTURA
RESTAURACIÓN Y REHABILITACIÓN**

Avda. de Europa, 18 · Parque Empresarial La Moraleja
28108 Alcobendas (Madrid)
Tel.: 91 663 28 50 · Fax: 91 663 30 99
www.acciona.com

Modificaciones en la legislación sobre contratos públicos

El gobierno tiene prácticamente ultimado el anteproyecto de ley de contratos de las Administraciones Públicas con el objetivo de "dar un impulso a la productividad eliminando barreras de entrada al mercado de la contratación pública"

Entre las novedades que incorpora el anteproyecto legislativo se encuentra la modificación del régimen de garantías. Así, la fianza definitiva del contratista pasará a ser del 5% en lugar del 4% del importe del contrato como rige en la actualidad. La medida ha sido criticada por representantes del sector que consideran que supondrá un mayor coste financiero con desigual repercusión en las empresas según su tamaño.

Los cambios suponen una modificación bastante amplia de la actual regulación legal, incluso de la relativamente reciente normativa sobre concesiones administrativas, lo cual también ha sido criticado por el sector, por suponer una falta de seguridad jurídica nada deseable. Las empresas de ingeniería por su parte, critican el, a su juicio, trato favorable que se dispensa a Universidades y Centros públicos de investigación, por suponer una competencia desleal al no tener que estar "clasificadas" (acreditar solvencia técnica, económica y financiera) y no tener que presentar ningún tipo de fianza o garantía. El ministerio de Fomento ha formulado diversas propuestas para su posible inclusión en la legislación sobre contratos públicos. Entre ellas se encuentra la obligación de identificar a los subcontratistas de forma que los contratistas, además de la parte del contrato encargado a terceros



indiquen el importe y los subcontratistas previstos. Cualquier cambio o ampliación que proponga el subcontratista deberá recibir la autorización expresa del órgano de contratación. Al imponer el consentimiento expreso de aquel desaparece el silencio administrativo positivo que permitía a las empresas ampliar subcontratos después de haberse adjudicado una obra pública.

También propone el Ministerio de Fomento que el contratista principal responda solidariamente con el subcontratista por los daños personales a los trabaja-

dores subcontratados. Por cierto que, también en relación con la problemática de las subcontratas, recientemente se está denegando la renovación de la "clasificación" de ciertas empresas -obligatoria cada dos años- al no aceptarse (por el órgano de clasificación de contratistas) como experiencia la realización de obras no hechas "directamente" por la compañía, es decir aquellas en las que hayan participado subcontratistas. Por otra parte el Ministerio de Fomento ha aprobado recientemente nuevos pliegos de condiciones para la contrata-

ción, con novedades de cierta significación. A partir de ahora se considerará oferta temeraria aquella que supere a la baja de referencia o baja media de todas las ofertas en cuatro puntos frente a los diez del tope actual. Téngase en cuenta que por ejemplo, en los 23 contratos de AVE adjudicados hasta noviembre las bajas rondaban el 30 % en casi la mitad de los contratos. En otras obras se han producido bajas superiores al 50 % del presupuesto de licitación (véase cuadro).

Otra de las modificaciones es el cambio en la puntuación de la valoración de las ofertas, aumentando el peso relativo de la evaluación técnica que, conjuntamente con la proporción económica determinan el adjudicatario.

Otras modificaciones introducidas se refieren a las medidas tendentes a favorecer el empleo de mujeres, el mayor número de contratos fijos y el fomento de la investigación.

Se exige que el 40% del personal tenga contrato fijo en la em-

Obra	Adjudicatario	Precio Licitación (€)	Precio adjudicación (€)	Baja (%)
Autovía Avila-Salamanca	San José-Cima	52.945.120	42.345.500	20,0
Autovía Extremadura	Vías y Const-Ortiz	22.536.813	15.700.000	12,5
Autovía ruta de la plata	Teconsa	11.562.516	7.837.707	32,2
Carretera N-232	Sacyr	13.341.102	11.542.266	13,3
Autovía Ruta de la Plata	Sando	16.640.382	12.000.370	27,8
Autovía Ruta de la Plata	Intersa-Tapasa	42.898.198	35.853.000	16,0
Autovía Ruta de la Plata	Copcsa	40.818.000	26.881.420	34,0
Autovía del Mediterráneo	Necso	61.247.771	43.198.930	50,4
Autovía del Mediterráneo	Ferrovial	185.818.174	137.308.790	26,1
Autovía del Mediterráneo	Dragados	4.894.286	32.440.443	20,6
Autovía ruta de la plata	Ferrovial	30.407.586	19.477.038	36,1
Autovía ruta de la plata	Sacyr-Cavosa	65.841.488	38.846.237	41,0
Autovía ruta de la plata	Vías y Construcc.	48.877.607	27.900.000	35,0
Autovía Cantábrico	Vías y Constr. Hor. Sierra	33.671.873	22.600.00	32,2

Fuente: "Expansión" a parti de datos del BOE.

presa contratista aunque se trate de contrato por obra. Será un incumplimiento grave no tener un 20% de fijos y pueden sancionarse con hasta tres meses de suspensión. La constructora debe contratar un 10% de mujeres por encima de la media nacional del sector, siempre que la disponibilidad del mercado laboral de la construcción lo permita. Por el contrario habrá sanción si no se alcanza la media. Se exigirá que al menos un 2% sea trabajadores minusválidos, sancionándose si no se alcanza el 1%. Además de la póliza de responsabilidad civil de dos millones las empresas deberán tener una a todo riesgo de tres millones para fomentar la seguridad laboral.

También se fomentará la inversión en actividades de investigación, desarrollo e innovación técnica por parte de la empresa contratista, para lo cual se valorará especialmente en la oferta técnica. Finalmente la protección del medio ambiente recibe una consideración importante, valorándose que las empresas utilicen en más de un 50% materiales ya reciclados o reutilizados y también que en más de un 50% se puedan reciclar.

Las empresas consideran en general que las modificaciones son aceptables. No obstante y por lo que respecto al fomento del trabajo femenino se recuerda que una medida similar de la Administración Autónoma de Madrid ha sido objeto de un expediente por parte de la Comisión Europea que podría conducir a una sanción por ser "contraria a los principios de libertad de empresa". ♦

La desalación, componente principal del programa A.G.U.A.



El programa A.G.U.A. (Actuaciones para la Gestión y Utilización del Agua) surgió como alternativa principal al frustrado trasvase del Ebro y

pretende, en sus 121 actuaciones y con una inversión cercana a los 400 M€, aportar más de 1.000 hm³ de nuevos

recursos hídricos a las cuencas mediterráneas desde Cataluña hasta Andalucía.

Esos nuevos recursos hídricos provendrán de distintas fuentes: aproximadamente un 50% de desalación, un 20% de reutilización de aguas residuales depuradas, un 15% de mejores regadíos y el resto por aprovechamiento de aguas superficiales, subterráneas y mejoras de gestión.

Concentra pues la desalación entre 500 y 600 hm³ y constituye el mayor esfuerzo inversor en este tipo de instalación llevado a cabo en el mundo en un plazo tan corto. (hasta 2008/9).

Se pondrán en servicio 27 plantas de desalación, gestionadas por la sociedad Acuamed heredera de Trasaqua, encargada anteriormen-

Cuadro 1. Las grandes plantas desaladoras en España en operación

Nombre/Lugar	Capacidad m ³ /día	Año
Carboneras	125.000	2004
Cartagena	65.000	2004
Palma de Mallorca	63.000	1998-2001
Las Palmas III	63.000	1990-2001
Marbella	55.000	1997
Almería	50.000	2004
Alicante	50.000	2003
Las Palmas-Telde	35.000	2004
Cdad Regantes Mazarrón	30.000	1997-2000
Sureste Gran Canaria	28.000	1995-2000
Javea	26.000	2002
Sta Cruz Tenerife	22.500	2001
Tordera	22.000	2001
Adeje-Arona	20.000	1992-1996
Lanzarote III	20.000	1992-1996
Inalsa IV	20.000	1999

Cuadro 2. Actuaciones en desalación del Programa A.G.U.A.

Planta	Características básicas			Situación en noviembre de 2005
	Objeto	Agua Bruta	Capacidad (hm ³ /año)	
Cuenca mediterránea andaluza				
Marbella	Puesta en servicio	Mar	20	En servicio
Costa del Sol	Nueva planta	Mar	20	Redacción del proyecto
Málaga	Nueva planta	Salobre	30	Redacción del proyecto
Adra	Nueva planta	Salobre	5	Precontratación
Campo de Dalías	Nueva planta	Mar	30	Precontratación
Níjar	Planta privada coordinada con el Programa A.G.U.A.	Mar	20	Construcción
Carboneras	Puesta en servicio	Mar	42	En servicio
Carboneras II	Nueva planta	Mar	42	En estudio
Bajo Almanzora	Nueva planta	Mar	20	Precontratación
Cuenca del Segura				
Águilas	Ampliación	Mar	5	Información pública
Águilas/Guadalentín	Nueva planta	Mar	40	Información pública
Valdelentisco	Nueva planta	Mar	52	Construcción
San Pedro del Pinatar II	Nueva planta	Mar	24	Construcción
Mojón	Nueva planta	Salobre	4	Información pública
Torre Vieja	Nueva planta	Mar	80	Precontratación
Vega Baja	Nueva planta	Salobre	15	Redacción del proyecto
Cuenca del Júcar				
Alicante	Ampliación	Mar	6	Construcción
Alicante II	Nueva planta	Mar	24	Contratación
Vinalopó/Alacantí	Nuevas plantas	Salobre reutilizada	25	En estudio
Campello	Nueva planta	Mar	18	Información pública
Jávea	Ampliación	Mar	10	Redacción del proyecto
Denia	Nueva planta	Mar	9	Información pública
Sagunto	Nueva planta	Mar	8	Redacción del proyecto
Moncófcar	Nueva planta	Salobre	15	Redacción del proyecto
Oropesa	Nueva planta	Mar	6	Redacción del proyecto
Cuencas Internas de Cataluña				
Barcelona	Nueva planta	Mar	60	Precontratación
Tordera	Ampliación	Mar	10	Precontratación

te de la explotación y construcción del trasvase del Ebro con las ventajas de modularidad, implantación paulatina, escasa tensión territorial y confrontaciones etc, a un coste económico ligeramente superior al del trasvase. España es país pionero en la industria de la desalación, y que cuenta en la actualidad con más de 900 plantas y una

capacidad de desalación de 1.540.000m³/ día, siendo el cuarto país mundial en capacidad de desalación tras Arabia Saudí, Emiratos Arabes y Estados Unidos.

Los precios de la desalación han bajado en la última década de forma espectacular desde los 2-3 €/m³ hasta los 0,6 - 0,4 €/m³ a pie de planta.

Las empresas españolas más activas en este mercado, que pretenden obtener una parte sustancial de las inversiones mencionadas, y que están asimismo presentes en los principales concursos mundiales del sector son: Befesa (filial de Abengoa), Sadyt (Sacyr), Cobra y Urbaser (ACS), Pridesa, Inima (OHL), Aqualia (FCC).

Actualmente se obtienen contratos por parte de estas empresas en Argelia, Chile, EE.UU, Inglaterra, India y se preparan para próximas grandes licitaciones en Omán, Israel, India, Norte de Africa, Australia, China, Oriente Medio, EE.UU, Chile, etc.

Las actuaciones principales, ya en marcha la mayoría y a emprender a corto plazo las

El ferrocarril español paso a paso

La revista Vía Libre, magnífica revista técnica del mundo de los ferrocarriles, ha publicado a lo largo de varios números una cronografía de la historia del ferrocarril, de la que nos permitimos extraer algunos aspectos de la misma.

1829 Real Orden aprobando el primer proyecto de ferrocarril, que uniría Jerez de la Frontera con el muelle sobre el río Guadalete.

1837 Inauguración del primer ferrocarril español, un tramo de la línea de La Habana a Güines, en la isla de Cuba.

1844 El informe de los ingenieros Subercase y Santa Cruz propone la conveniencia del ancho de seis pies castellanos, que finalmente se adoptaría como ancho de vía español.

1848 Se inaugura el primer ferrocarril de la Península, entre Barcelona y Mataró (28 kilómetros), construido por iniciativa de Miguel Biada i Bunyol.

1851 Inauguración del ferrocarril entre Madrid y Aranjuez, primer tramo de una de las grandes líneas radiales. En funcionamiento la primera estación ferroviaria de Madrid, un embarcadero que será la futura estación de Atocha.

1852 Concesión otorgada al Marqués de Salamanca, para la construcción del ferrocarril de Madrid a Irún. Inauguración del Ferrocarril de Langreo.

1853 Se pone en servicio "La Española", primera locomotora de vapor construida en España, con piezas importadas.

1854 Se dispone la construcción de los primeros coches de correos.

1855 Aprobada la Ley General de Ferrocarriles, que protege las inversiones de capital en ferrocarriles y permite el establecimiento de las primeras líneas de ancho métrico. Se funda la Maquinista Terrestre y Marítima, constructora de la primera locomotora fabricada enteramente en España.

1856 Constitución de la Compañía de los Ferrocarriles de Madrid a Zaragoza y Alicante, MZA. Se inicia la etapa de las grandes compañías que construirían la red ferroviaria española.

1858 Se constituye la Compañía de los Ferrocarriles del Norte, (con el tiempo, la más im-



portante). Inauguración del ferrocarril entre Madrid y Alicante.

1863 Por primera vez el ferrocarril español llega a la frontera portuguesa.

1864 Inauguración de la línea Madrid a Irún de la Compañía de Caminos de Hierro del Norte.

1866 Real Orden para estimular la construcción de ferrocarriles secundarios de vía estrecha.

1872 Inauguración del primer ferrocarril urbano en Jerez de la Frontera. Entra en servicio para el transporte de vino.

1877 Nueva Ley de Ferrocarriles. Se constituye la Compañía de los Andaluces.

1882 Concluyen las obras de la estación madrileña de Príncipe Pío de la Compañía de los Caminos de Hierro del Norte.

1896 Circula en Bilbao el primer tranvía urbano electrificado.

1900 Decreto de nacionalización de los valores ferroviarios.

1904 Aprobación de la Ley de Ferrocarriles Secundarios, fijando una red de 9.984 kilómetros.

1911 Se realiza la primera electrificación de los ferrocarriles españoles en el tramo de Jergal a Santa Fé en vía ancha

1914 Creación de la compañía constructora de material ferroviario, Compañía Auxiliar de Ferrocarriles.

1919 Inauguración del Metro de Madrid con una línea de 3.480 metros.

1924 Se aprueba el Estatuto de 1924 que aporta subvenciones del Estado a las compañías. Inauguración del Metro de Barcelona. Creación de la Compañía Nacional

1928 Creación de la primera gran compañía pública, la Compañía de los Ferrocarriles del Oeste. Se pone en marcha el Primer Plan de Electrificaciones. Se inaugura el túnel del Somport, con 7.785 metros de longitud.

1929 Coincidiendo con la Exposición Universal terminan en Barcelona las obras de la Estación de Francia de MZA.

1939 El estallido de la guerra civil supone la crisis definitiva de las compañías privadas.

1941 Se constituye Renfe -fruto de la intervención estatal de las grandes compañías para la explotación de la Red de ancho normal que alcanza los 12.401 kilómetros de líneas.

1944 Se aprueba el Plan General de Electrificación de Renfe. Entra en servicio la primera electrificación de Renfe, Madrid a El Escorial y Cercedilla.

1950 El Talgo II inicia sus servicios entre Madrid e Irún

1951 Con la puesta en servicio de los vagones de Transfesa de ejes intercambiables, se da un paso importante en la superación del diferente ancho para el tráfico internacional de mercancías.

1952 Entran en servicio los trenes TAF en las líneas de Madrid a Gijón y Santander, Galicia, Andalucía y Valencia.

1953 Se habilita un tramo de ensayo con carril soldado y traviesa de hormigón entre Madrid y Aravaca.

1954 Entra en servicio el primer Centro de Control de Tráfico, CTC, entre Ponferrada y Brañuelas.

1955 Llegan a España las primeras locomotoras diesel de línea, las 1600 de origen americano.

1963 Llegan las primeras locomotoras eléctricas bitensión.

1964 Se aprueba el Plan Decenal de Modernización de Renfe. Empiezan a funcionar los Talgo III y los trenes TER.

1965 Se implanta en Renfe el servicio de literas. Supresión de la tercera clase en los principales trenes. Creación de la empresa de ferrocarriles de vía estrecha, Feve, que aglutina a diversas líneas de ancho métrico.

1967 Se inaugura el túnel Atocha-Chamartín en Madrid.

1968 Se inaugura la línea entre Madrid y Burgos, después de cuarenta años de iniciarse las obras. Renfe pone en servicio la venta electrónica de billetes. Talgo inicia el servicio directo internacional entre Madrid y París.

1969 Renfe introduce un coche-cine para los servicios nacionales.

1972 Se aprueba la construcción de la nueva estación madrileña de Chamartín, en la que se invertirán 1.995 millones de pesetas. Se pone en servicio el primer tren puro de contenedores.

1975 Termina la fase de pruebas del sistema ASFA de seguridad en la circulación (Anuncio de Señales y Frenado Automático). Renfe apaga la última locomotora de vapor en el depósito madrileño de Vicálvaro.

1978 Transferidas líneas de vía estrecha de Feve a los gobiernos vasco y catalán. Se forma Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya y EuskoTren. Récord de velocidad mundial con 230 km/h de un tren Talgo, remolcado por una locomotora 300. Intervención por el Estado de la Compañía del Metro de Madrid.

1979 Se pone en servicio el complejo ferroviario de Barcelona-Casa Antúnez.

1980 En la estación de Perlor de Feve, por primera vez, una mujer asume las tareas de jefe de estación. Entra en servicio el primer Talgo pendular, que reduce en dos horas el viaje entre Madrid y París.

1984 Primera temporada del Tren de la Fresa, que junto con el Trascantábrico de Feve, el Tren de Sóller y el Al-Andalus de Renfe, forman los más emblemáticos trenes turísticos españoles.

1985 Suspensión del servicio ferroviario en 900 kilómetros de líneas. Comienza una nueva etapa en la que se busca la especializa-

Inauguración de grandes líneas españolas

1853	Madrid-Alicante
1859	Almansa-Valencia. Córdoba-Sevilla
1861	Sevilla-Cádiz. Alcázar de San Juan-Ciudad Real
1862	Barcelona-Gerona
1863	Tudela-Bilbao Palencia-León
1864	Madrid-Irún. Madrid-Zaragoza.
1865	Barcelona-Zaragoza. Córdoba-Málaga. Tarragona-Barcelona. Manzanares-Córdoba. Albacete-Cartagena
1866	Venta de Baños-Santander. Ciudad Real Badajoz.
1868	Valencia-Tarragona
1958	Zamora-La Coruña
1968	Madrid-Burgos.
1992	Madrid-Sevilla Alta Velocidad

Inauguración de los primeros ferrocarriles en Europa

1825	Primer ferrocarril del mundo, entre Stockton y Darlington
1835	Bélgica: Bruselas a Malinas Alemania: Nüremberg a Furth
1837	Francia: París a Versalles. Rusia: San Petesburgo a Pavlosk
1839	Holanda: Ámsterdam a Haarlem
1847	Suiza. Zurcí Basilea.
1848	España: Barcelona Mataró

ción del ferrocarril en aquellos servicios en los que resulta más competitivo.

1986 Renfe eleva la velocidad máxima a 160 km/h con los primeros trenes a estas velocidades en el triángulo Madrid-Valencia-Barcelona. El Metro de Madrid supera los cien kilómetros de líneas.

1987 El Consejo de Ministros aprueba el Plan de Transporte Ferroviario. Renfe prueba la catenaria para 200 km/h en el tramo Villarrobledo-Albacete.

1988 Comienzan las obras del nuevo acceso ferroviario a Andalucía, NAFA, con la variante de Brazatortas. Esta obra sería el primer paso hacia la línea de alta velocidad Madrid-Sevilla.

1989 Se inicia la reestructuración del sector español de construcción de material rodante. Quedan como grandes empresas CAF, Talgo, GEC Alsthom, Siemens, ABB y AEG.

1990 Impulso de los servicios de cercanías de Renfe con una inversión de 200.000 millo-

nes de pesetas para las infraestructuras de las grandes ciudades y para la compra de nuevo material.

1991 La Unión Europea aprueba la directiva 440 que liberaliza el acceso a las infraestructuras ferroviarias. Las empresas del ferrocarril asumen el reto de lograr una gestión más competitiva.

1992 Se inaugura la línea de alta velocidad entre Madrid y Sevilla en ancho internacional. Construida en un tiempo récord, es la obra de ingeniería más importante de este siglo en nuestro país.

1993 El Plan Director de Infraestructuras diseña las futuras líneas ferroviarias. El enlace entre Madrid y Barcelona en alta velocidad y la construcción de la variante del Guadarrama, entre las propuestas.

1994 En Valencia entra en servicio el primer tranvía moderno de España. Los vehículos son de Siemens. Se incorpora al AVE un coche laboratorio para controlar la línea.

1995 Se inaugura el metro de Bilbao con una línea que alcanzará los 31 kilómetros en 1998. Inauguración de la línea 2 del Metro de Barcelona con el sistema ATO de conducción automática.

1997 Comienzan los servicios de Euromed de velocidad alta en el Corredor Mediterráneo. Creación del GIF, ente público para la construcción de infraestructuras ferroviarias.

1998 Se celebra el sesquicentenario del primer ferrocarril que circuló en la Península.

2000 Aprobado el Plan de Infraestructuras 2000-2007 dedicado principalmente a la construcción de una red de 7.200 kilómetros de alta velocidad.

2001 Se anuncia la compra de 589 trenes para los futuros servicios de alta velocidad.

2002 A los diez años de su puesta en servicio, el AVE de Madrid a Sevilla ha transportado 44 millones de viajeros.

2003 En servicio el tranvía de Bilbao. Se inaugura el Madrid-Lleida en alta velocidad. Inaugurado el Metrosur, anillo de metropolitano que une los municipios del sur de Madrid.

2005 Entra en vigor la Ley del Sector Ferroviario, por la que se reestructura el ferrocarril, dividiendo Renfe en dos empresas, Renfe Operadora para explotación de servicios, y ADIF para la gestión de la infraestructura. ♦

Recuperación del Patrimonio Histórico Artístico



Las comisiones mixtas de los Ministerios de Fomento y Cultura aprobaron el pasado noviembre otorgar subvención con cargo al programa del 1% Cultural a 34 proyectos de conservación y recuperación del patrimonio histórico artístico. Con ello, las ayudas otorgadas en el año 2005 con cargo a los fondos han ascendido a casi 25 millones de euros para un total de 88 proyectos, en cuya selección han primado su singular valor y el principio de la equidad territorial y demográfica.

Los proyectos escogidos incluyen desde puentes a estaciones de ferrocarril, museos, teatros, patrimonio industrial, castillos y yacimientos arqueológicos, además de patrimonio civil y eclesiástico.

Cabe destacar que en el reparto de este importante volumen de recursos correspondiente a 2005 que se nutre de la aportación del Ministerio de Fomento sobre la inversión que éste realiza en obra pública, y que se destina a subvencionar trabajos de conservación y enriqueci-

miento del patrimonio histórico, según marca la Ley de Patrimonio se ha realizado un notable esfuerzo para reestablecer el principio de equidad territorial y demográfica, de forma que las comunidades autónomas con más habitantes se encuentran entre las que reciben las mayores aportaciones. Se pretende así realizar un reparto más equitativo.

Entre los 34 nuevos proyectos subvencionados destacan desde el Cuartel Real de Santo Domingo con sus huertos y jardines en Granada, conjunto presidido por una torre qubba de origen nazarí, a la antigua iglesia de San Miguel en Fraga, templo gótico del S.XIII, pasando por los yacimientos arqueológicos de Puig de Molins en Ibiza, el molino harinero de la Bárceña en Ampuero, el palacio de los Condes de Grajal en Grajal de Campos, el Museo de los Santos en Olot, edificio del S. XIX del Arte Cristiano, la puerta de San Sebastián en Olivenza o del antiguo convento de Nuestra Señora de Valverde en Fuencarral-El Pardo. ♦

La Comisión Europea quiere acelerar el desarrollo de seis corredores prioritarios

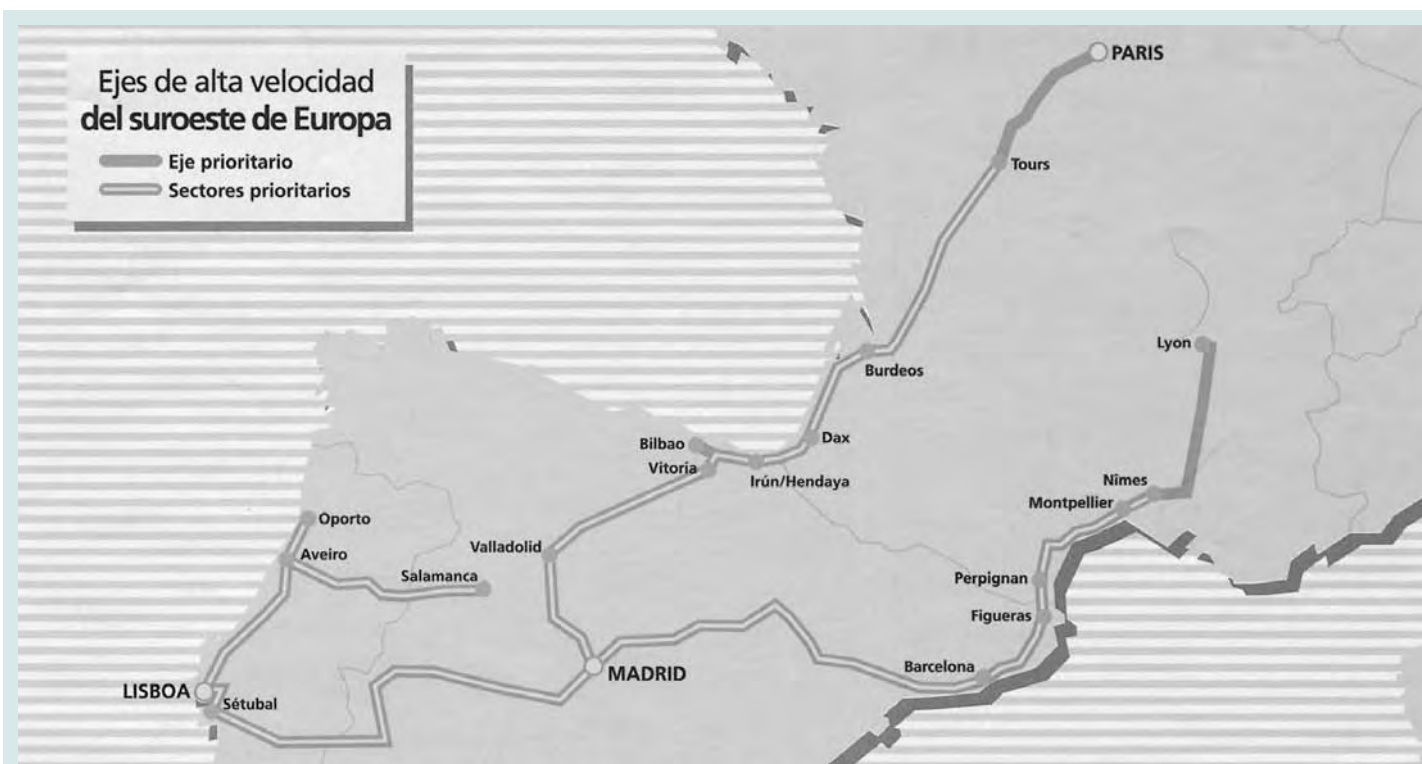
La Comisión Europea ha anunciado el pasado 8 de septiembre la asignación de 356 millones de euros para la realización de estudios y la construcción de proyectos de la red transeuropea de transporte (RTE-T). Cerca del 85% del importe se destina a proyectos prioritarios. Más del 70% se asigna a proyectos ferroviarios y el 20% a sistemas de transporte inteligentes e innovadores, como los sistemas de interoperabilidad en el ámbito ferroviario. Entre los proyectos y los estudios que han recibido una ayuda importante, como complemento a las subvenciones abonadas en años anteriores, cabe destacar GALILEO y las futuras líneas ferroviarias transalpinas Lyon-Turín y del Brennero.

"Sin la contribución de la Comisión Europea, algunos proyectos no verían jamás la luz del día o se retrasarían considerablemente. Sólo el proyecto Lyon-Turín cuenta actualmente con una ayuda de 48 millones de euros para el año 2005, lo que convierte a la UE en el principal proveedor de fondos del proyecto", declaró el vicepresidente de la Comisión Europea, Jacques Barrot.

Los 356 millones de euros se han concedido a proyectos que figuraban ya en el Programa Plurianual Indicativo 2001-2006 (PPI), que abarca principalmente los 30 proyectos prioritarios decididos por el Parlamento Europeo y el Consejo, en abril de 2004. Más de la mitad de los fondos son ayudas para las obras (hasta un máximo del 10%) y el resto se concede para estudios técnicos, económicos, financieros y medioambientales, así como para otras actividades necesarias para la obtención del permiso de construcción (hasta un máximo del 50%). La financiación de proyectos de líneas de alta velocidad se ha subordinado al estricto cumplimiento de las exigencias en materia de interoperabilidad.

En las próximas semanas, se asignará un segundo tramo de proyectos que figuran en el PPI (por unos 150 millones suplementarios). Por otro lado, la Comisión Europea adoptará las medidas necesarias para poder financiar los proyectos incluidos en la red transeuropea de transportes de los 10 nuevos Estados miembros y otros proyectos relacionados, por un importe total de cerca de cien millones de euros. Estas subvenciones tienen por objeto llevar a cabo proyectos complementarios a los financiados mediante el PPI y que son de menor envergadura.

Sólo los proyectos prioritarios de la red transeuropea representan inversiones por valor de más de 225.000 millones de euros de aquí a 2020. Dada su importancia para mejorar la competitividad y la cohesión de la Unión, la Comisión ha propuesto que se aumente significativamente para el período 2007-2013 el presupuesto de las redes transeuropeas. Para paliar los déficit de financiación nacionales que se han observado en los enlaces transnacionales, la Comisión propugna un aumento del porcentaje de apoyo (hasta el 30% y, en casos excepcionales, hasta el 50 por ciento del coste total del proyecto), así como orientar la financiación hacia proyectos transfronterizos. Fuente: Vía Libre



Tramos de los Proyectos (Fecha de terminación)

Proyecto prioritario núm.1 (corredor completo)

“Eje ferroviario Berlín-Verona/Milán-Bolonia-Nápoles-Messina-Palermo”

Coordinador: Karel van Miert.

- Halle/Leipzig-Nuremberg (2015)
- Nuremberg-Munich (2006)
- Munich-Kufstein(2015)
- Kufstein-Innsbruck (2009)
- Túnel del Breñero (2015), tramo trasfronterizo
- Verona-Nápoles (2007)
- Milán-Bolonia (2006)
- Puente ferrocarril-carretera sobre el estrecho de Messina-Palermo (2015)

Proyecto prioritario núm.3 (corredor completo)

“Eje ferroviario de alta velocidad del suroeste de Europa”

Coordinador: Etienne Davignon

- Lisboa/Oporto-Madrid (2011)
- Madrid-Barcelona (2005)
- Barcelona-Figueras-Perpignan (2008)
- Perpignan-Montpellier (2015)
- Montpellier-Nimes (2010)
- Irún/Hendaya-Dax, tramo trasfronterizo (2010)
- Dax-Burdeos (2020)
- Burdeos-Tours (2015)

Proyecto prioritario núm.6 (corredor V).

“Eje ferroviario Lyon-Trieste-Divaca/Koper-Divaca-Ljubljana-Budapest-frontera ucraniana”

Coordinadora: Loyola de Palacio

- Lyon-St Jean de Maurienne (2015)

- Túnel del Monte-Cenis (2015-2017)
- Bussoleno-Turín(2011)
- Turín-Venecia(2010)
- Venecia-Ronchi Sur-Trieste-Divaca (2015)
- Koper-Divaca-Ljubljana (2015)
- Ljubljana-Budapest (2015)

Proyecto prioritario núm.17 (corredor completo)

“Eje ferroviario París-Estrasburgo-Stuttgart-Viena-Bratislava”

Coordinador: Péter Báalazs

- Baudrecourt-Estrasburgo-Stuttgart (2015)
- Stuttgart-Ulm(2012)
- Munich-Salzburg(2015)
- Salzburg-Viena(2012)
- Viena-Bratislava (2010)

Proyecto prioritario núm.27 (corredor completo)

“Eje ferroviario “Rail Báltica” Varsovia-Kaunas-Riga-Tallin-Helsinki”

Coordinador: Pavel Telicka

- Varsovia-Kaunas (2010)
- Kaunas-Riga (2014)
- Riga-Tallin (2016)

Proyecto. “Corredores ferroviarios y despliegue del sistema de gestión del tráfico ferroviario ERTMS”

Coordinador: Karel van Miert

Desarrollo de una red ferroviaria compatible en los corredores que constituyen el corazón de la red, de 20.000 km, ya definida por la Comisión, en la cual se ha implantado el ERTMS

Tramos Prioritarios de la Red Transeuropea

Modo	Proyecto	Contribución económica (millones de euros)
Ferrocarril	Construcción de una vía de enlace entre Enns y Knotens Rohr (Austria)	7.650
Ferrocarril	Construcción de una nueva línea de ferrocarril entre Viena y St. Poelten (Austria)	3.000
Ferrocarril	Línea alta velocidad Bruselas-Lieja-frontera belga/alemana; Bruselas-frontera belga/neerlandesa	5.000
Ferrocarril	Ramal ferroviario desde el aeropuerto de Zaventem con la red de alta velocidad Thalys (Bélgica)	2.000
Ferrocarril	Línea de alta velocidad en Berlín, entre la estación de Lehter y la estación de Papestrasse	12.500
Ferrocarril	Plan para construir una nueva línea de alta velocidad entre Offenburg (Alemania) y Basilea (Suiza)	5.900
Ferrocarril	Línea de alta velocidad en Berlín: entre Sudkreutz y Ludwigsfelde	3.500
Ferrocarril	Aportación económica para el estudio de un nuevo proyecto en el túnel del Breñero (estudios técnicos, etc.)	23.500
Ferrocarril	Túnel de base CENIS (Francia-Italia)	48.000
Ferrocarril	Línea de alta velocidad Madrid-Castilla-La Mancha-Comunidad Valenciana-Murcia (España)	9.000
Ferrocarril	Línea alta velocidad Madrid-Valladolid (Medina del Campo) en España	1.500
Ferrocarril	Eliminación de cuellos de botella (España)	0,840
Ferrocarril	Modernización de los Ferrocarriles Finlandeses en el Triángulo Nórdico	11.000
Ferrocarril	Supresión de cuellos de botella en la red ferroviaria finlandesa (Oulu-Lisalmi/Vartius)	5.300
Ferrocarril	TGV Este Europeo: Fase de construcción I (tramo Vaires-Baudrecourt)	7.000
Ferrocarril	Estudios de anteproyecto del TGV Rin-Ródano (Francia)	5.000
Ferrocarril	Línea de alta velocidad Madrid-Barcelona-Perpignan-Montpellier: estudios del tramo Perpignan-Montpellier y de la vía de enlace Montpellier-Nîmes (Francia)	3.000
Ferrocarril	Línea alta velocidad Bolonia-Florenia (Italia)	18.000
Ferrocarril	Modernización del nudo de Mestre y línea de alta velocidad Padua-Mestre (Italia)	7.000
Ferrocarril	Empalme en alta velocidad del nudo ferroviario de Roma (Italia)	5.000
Ferrocarril	Mejora de la infraestructura del nudo ferroviario de Milán (Italia)	2.500
Ferrocarril	Modernización de la actual línea Turín-Módena y del cinturón de Turín (Italia)	2.000
Ferrocarril	Mejora del nudo ferroviario de Florenia (Italia)	2.000
Ferrocarril	Línea de alta velocidad Lisboa-Oporto (Coimbra-Oporto) (Portugal)	6.500
Ferrocarril	Línea de alta velocidad Lisboa-Oporto (Lisboa-aeropuerto de Ota) (Portugal)	5.000
Ferrocarril	Nuevo proyecto línea de alta velocidad entre Coimbra y Vigo (Portugal)	1.500
Ferrocarril	Ferrocarril Citytunnel en Malmö (Suecia)	15.000
Ferrocarril	Estudios para una estación de intercambio en King Cross entre el aeropuerto y los trenes de alta velocidad y para un nuevo enlace ferroviario al aeropuerto de Heathrow (Reino Unido)	2.000
Ferrocarril	Descongestión del eje ferroviario al norte de Burdeos (Francia)	1.700
Ferrocarril	Superestructura de la línea A15 en Países Bajos	20.000
Ferrocarril	Línea del Ferrocarril Principal Sur/Oeste (Suecia)	12.500
Ferrocarril	Citybanan (túnel bajo la ciudad de Estocolmo, Suecia)	4.000
Ferrocarril	Supresión de cuellos de botella en la red ferroviaria de Finlandia	2.000
Ferrocarril	Ejes ferroviarios Oeste-Este en Grecia: Mejora de conexiones con terceros países, nudos ferroviarios y enlaces con los centros industriales	1.750
TOTAL:		296.240

Aprobadas inicialmente por el Parlamento Europeo las Normas sobre ayudas para redes transeuropeas de Transporte y Energía

El parlamento Europeo ha aprobado las normas propuestas por la Comisión Europea sobre ayudas financieras para la construcción de las redes transeuropeas de transporte y energía para el período 2007-2013. El ejecutivo Comunitario prevé unos fondos de 29.350 millones de euros para ayudas a un número limitado de proyectos de las redes transeuropeas de transporte.

Esa cifra significa una cantidad disponible de 2900 millones de euros por año, frente a los 600 presupuestados en el marco financiero actual (2000-2006). Además se prevé dedicar un total de 340 millones de euros para las redes transeuropeas de energía, lo que supone 49 millones de euros al año, más del doble de los fondos actuales, que son de 22 millones.

La mayor parte de los fondos para transportes, se dedicarán a la cofinanciación de los 30 proyectos considerados "prioritarios" para la UE, que tienen un coste de 225.000 millones de euros y entre los que figuran cinco programas que afectan a nuestro país.

En el Reglamento aprobado inicialmente por el parlamento Europeo se contempla

la posibilidad de que exista una cofinanciación comunitaria para los proyectos prioritarios de transporte con carácter excepcional de hasta el 50 por ciento del coste total, siempre que se hayan iniciado antes del 2010 y que los Estados miembros hayan presentado un plan con todas las garantías financieras necesarias y sobre el calendario de ejecución. ♦

REPSOL invertirá 3.870 M€ para producir más gasóleos

Repsol YPF ha anunciado un plan de inversiones de 3.870

M€ para potenciar en más de un 20% la capacidad de refino de productos medios (Gasóleo) del mercado ibérico. Se trata de inversiones incluídas en el plan estratégico 2005-2009 que ahora se concretan y aceleran.

La más beneficiada por este proyecto es la refinería de Car-

tagena con 2.100 M€ en total y la de Bilbao con 600 M€. Cartagena pasará de una capacidad de conversión cero, hasta el 80%, mientras la de Bilbao desde el 32% al 63%. La media de capacidad de conversión de las cinco refinerías de Repsol pasarán del actual 42% al 66% en 2010. Para incrementar dicha capacidad se instalarán nuevas unidades de coking e hidrocra-



El proyecto supondrá un incremento final de entre el 15% y el 20% de la plantilla de operación de las refinerías de Repsol, que hoy se sitúa en una 2.500 personas.

El objetivo, es paliar el déficit de gasóleos en el mercado ibérico que, por el contrario, es ex-

cedentario en gasolinas. La demanda es tan alta, que ni el proyecto de la competidora Cepsa para hacer lo propio cubrirán la demanda (14 millones de toneladas en total). De hecho, según Repsol, "en cinco años seguiremos siendo importadores netos de gasóleo", por

el incremento del parque de automóviles diésel. Al ritmo actual de crecimiento del consumo, el déficit de gasóleo en 2009 en España será de 25 millones de toneladas.

La capacidad media de refino en el mundo (la conversión del crudo en gasolinas o gasóleos) respecto a la demanda, es la misma que hace 30 años. Sin embargo, el fuerte ritmo de crecimiento de la demanda mundial, con mercados como el indio o el chino con parques de automóviles en proceso de creación, auguran problemas en la oferta. El 70% del crudo que se produce se destina al transporte, lo que hace que la dependencia del precio del petróleo tenga un impacto mayor sobre la economía doméstica que sobre la economía global, pues la industria ha reducido su dependencia respecto al petróleo del

La Maquinista Terrestre y Marítima cumple su sesquicentenario

Una empresa emblemática del sector de construcción de material ferroviario como La Maquinista Terrestre y Marítima (MTM) cumple este año su sesquicentenario. Fue en 1855 cuando comenzó la actividad de La Maquinista y apenas dos años más tarde se creó otra empresa de construcción ferroviaria denominada Macosa.

Aunque su constitución data desde 1855, la aproximación de La Maquinista a la producción de material ferroviario no se materializó hasta 1863 cuando ofreció la construcción de locomotoras al Ferrocarril Zaragoza-Barcelona y al Ferrocarril de Tardienta. Pero pasaron más de

veinte años hasta que MTM construyó sus primeras máquinas, lógicamente de vapor, aunque previamente había producido diverso material fijo ferroviario como por ejemplo puentes giratorios, plataformas, grúas, cruzamientos de vía y señales.

En 1884 salieron de fábrica las dos primeras locomotoras de vapor para el tranvía de Barcelona a San Andrés de Palomar. No obstante, el primer pedido importante no se realizó hasta quince años después por parte de MZA con un encargo de quince locomotoras.

La Primera Guerra Mundial supuso para la empresa una

abundante cartera de pedidos y para atenderlos MTM construyó unos talleres en San Andrés especializados en la construcción de locomotoras en serie. Posteriormente, estos talleres dedicaron su producción al montaje de las máquinas mientras que en la sede de la Barceloneta se hacía la fundición, forja y calderería de las mismas.

Cuando en 1941 se constituyó Renfe con todas las compañías de ancho ibérico, se repartían el trabajo Babcock Wilcox, Euskalduna y cómo no, MTM y Macosa, las dos empresas que ahora celebran su sesquicentenario dentro de Altom.

Han pasado muchos años y de sus instalaciones ha salido mucho material y variado pero la Maquinista pasará también a la historia industrial española por haber montado el primer tren de alta velocidad que circula por nuestro país.

Precisamente, el pasado mes de septiembre el Tren de la Fresa fu remolcado por una de las piezas emblemáticas producidas en 1955 en MTM, la Confederación. Esta locomotora llegó a alcanzar los 150 km/h en pruebas, siendo la máquina de vapor más rápida y de mayor tamaño que ha circulado por las vías españolas. ♦ Fuente: Vía Libre.

ACTIVIDAD EXTERIOR

Acciona construye cinco parques eólicos en Alemania y Francia

Acciona Energía construye en la actualidad tres parques eólicos en Alemania que le permitirán terminar 2005 con ocho instalaciones operativas en ese país y una potencia que supera los 200 MW. Paralelamente, construye dos parques en Francia, con los que incrementará en un 58% su potencia instalada, hasta totalizar 60 MW.

Las tres instalaciones alemanas, a las que se debe añadir la próxima culminación de otra, totalizan 41,5 MW, que vienen a sumarse a los cinco parques ya operativos propiedad de la compañía. Alemania se convierte con ello en el segundo país en implantación eólica de la empresa por detrás de España.

Los parques en construcción son localizados en las ciudades de Langerrieth (14 MW), Möglenz (10 MW) –ambos con aerogeneradores de 2 MW–, a los

que se agregan 1,5 MW del parque de Rehfeld. Estas instalaciones se ubican en el Estado de Brandeburgo y suponen una

versión superior a los 58 M€..

Según la compañía, en el primer semestre de 2006, Acciona Energía construirá y pondrá en marcha en Alemania otros dos parques eólicos –Elsterwerda y Wochlow–. En Francia, Acciona Energía, a través de La Compagnie du Vent (sociedad participada al 50%), tienen en construcción dos parques eólicos en la región de Vendée (Pays de la Loire), que totalizan 22,25 MW. Una de estas instalaciones –Brem sur Mer, de 4,25 MW– consta de 5 aerogeneradores de 859 kW y se prevé esté concluida antes de terminar 2005. Supone una inversión de cinco millones de euros.

La segunda –Espinas-sière–, tendrá 189 MW de potencia,



con nueve máquinas de 2 MW; se invertirán en ella más de 20 millones y sus conexión a red se producirá en la primavera de 2006.

LCV dispone en Francia de 36,08 MW operativos en propiedad, distribuidos en siete parques, y ha instalado un octavo (2,55 MW) para otra compañía. Con la potencia en ejecución sobrepasará los 60 MW en el país. Marruecos, LCV ha instala-

do asimismo un parque eólico para terceros de 10,2 MW.

Acciona Energía es una de las primeras empresas a nivel mundial en el sector de las energías renovables. De acuerdo con los datos de la empresa ha instalado, para sí o para terceros, 2.726 Mw de energías limpias. En eólica ha instalado 2609 MW en siete países (España, Francia, Alemania; Estados Unidos, Canadá, Australia y Marruecos). Cuenta con tres plantas de biomasa –entre ellas una de 25MW por combustión de paja– y 59 MW minicentrales hidroeléctricas. Ha instalado en energía solar, 13 MW fotovoltaicos –entre ellos la planta de mayor potencia en España, propiedad del grupo– y 8.700 m² de colectores térmicos. Además elabora biodiésel de calidad homologada a partir de aceites vegetales de primera utilización y produce aerogene-

Cintra ejecutará la tercera autopista de peaje en Irlanda

Ferrovia gana peso en Irlanda a través de su filial de autopistas Cintra. El segundo grupo español de construcción y servicios negocia con las autoridades nacionales las condiciones para construir la tercera autopista de peaje del país tras ganar su oferta al resto de las presentadas.

Cintra ya se hizo con la primera autopista de peaje que se licitó en 2003 que se inauguró recientemente con diez meses de adelanto.

La inversión en las autopistas irlandesas con estos dos proyectos roza así los 1.000 millones de euros. Estas infraestructuras, además, tienen ya una clara huella española ya que la segunda autopista se la adjudicó ACS (la Dundalk Western Bypass) y la puso en servicio el pasado mes de septiembre. Ha invertido 150 millones.

La que acaba de inaugurar la filial de Ferrovial, la N-4-N-6 entre Kinnegad y Kilkock, es la primera concesión de este tipo que arranca y la de mayor en-

vergadura hasta la fecha, con una inversión de 328 millones de euros. La filial de construcción Ferrovial-Agromán, junto con Siac Construction, empezaron a construir los 39 kilómetros de autopistas en marzo de 2003. Cintra la gestionará durante 30 años junto a su social local Siac.

Asimismo, tendrá la gestión de la tercera autopista de Irlanda durante 45 años, la M3 que une Clonee y el norte de Kells, al noroeste de la capital. También en este caso, va de la ma-

no de Siac y juntas ultiman la negociación con la National Roads Authority.

Además, Cintra también está precalificada en otros dos proyectos por los que también puja ACS, la M-50 de Dublín y la M6, entre Calway y Billinlloe. Se trata de una inversión de 400 y 500 millones respectivamente.

Al margen de estas actuaciones directas la filial polaca de Ferrovial, Budimex, ejecutará un tramo de la carretera Ex-

ACTIVIDAD EXTERIOR

La filial de Comsa en Australia, adjudicataria de las obras de mejora de la línea Melbourne-Sydney

MVM Rail la filial del Grupo COMSA en Australia y Asia, ha resultado adjudicataria de dos importantes obras en el continente australiano.

Por una parte, y en asociación con John Holland, MVM Rail ha sido seleccionada para realizar las obras de mejora de la línea entre Melbourne y Sydney para permitir la circulación de trenes de mercancías de hasta 1.800 metros de longitud. La adjudicación, de un importe que asciende a 47 millones de euros, incluye también la construcción de las instalaciones necesarias para reducir los tiempos de viaje, lo que favorecerá el crecimiento de la cuota de mercado del ferrocarril de mercancías en esta relación, que se sitúa alrededor del 10%.

Por otra parte, la filial de la empresa española en el continente australiano ha sido adjudicataria de obras de construcción y mejora de diversos tramos de vía en el ferrocarril de las minas de hierro de BHP Billiton, en el estado de West Australia. Esta línea, por la que circulan trenes con una carga de cerca de 8.000 toneladas brutas, está considerada como la línea de ferrocarril de carga más importante del mundo.

El conjunto de estas adjudicaciones, que superan los 50 millones de euros, se añaden a las obras en curso en el puerto de Fremantle, en Perth y en la red de tranvías de Adelaida, así como en otros puntos de la red australiana.

Para la firma española con vocación internacional, estas actuaciones en el continente australiano encajan con la firme apuesta por la diversificación, internacionalización y especialización prevista en el plan estratégico del Grupo.

La compañía con más de 100 años en el sector ferroviario, pretende consolidar y extender la implantación internacional de sus actividades que actualmente desarrolla en cuatro continentes.

MVM Rail ha consolidado en los últimos años su posición en el sector de la construcción y mantenimiento de la infraestructura de Australia y Asia con una facturación en 2004 de 20,417 millones de euros. Prueba de ello son las actuaciones que ha realizado en el 2004 entre las que destacan las obras de acceso del Puerto de Fremantle, la construcción de una línea subterránea en la ciudad de Perth y la replanificación de la estación principal de la ciudad. En Melbourne se continúan con los trabajos de renovación y rehabilitación de la red del tranvía, para Yarra Trams.

Respecto a los países asiáticos, en 2004 se han finalizado las obras de rehabilitación del Metro Ligero de Manila, así como las obras de soldadura de carriles por chisporroteo en la Línea de Alta Velocidad de Taiwán. Las otras obras en curso en Asia son las del proyecto de construcción de doble vía de la línea de Rawang a Ipoh en Malasia. ♦

Obras de Urbaser (ACS) en Francia por 50 millones de euros

Un paso más en el mercado complicado para las constructoras españolas. ACS, a través de su filial de servicios Urbaser, ha logrado un contrato para construir y poner en marcha tres plantas de tratamiento de residuos urbanos en la provincia Francesa de Valence en el sureste del país. El contrato suma unos 50 millones de euros y el consorcio que lo ejecutará está controlado en un 80% por Urbaser y en un 20% por la empresa francesa de ingeniería Valorga, en la que la compañía posee el 40%. Las nuevas instalaciones tratarán residuos urbanos de 350 ayuntamientos de la zona, que representa una población de más de 470.000 habitantes. El plazo para ejecutar las obras es de 33 meses.

Se trata de una operación que refuerza la vía abierta en mayo pasado con uno de los mayores contratos conseguidos por Urbaser: la construcción y explotación de una planta de residuos urbanos en Marsella por 1.007 millones a percibir durante 20 años. Francia es un mercado difícil en general para las constructoras españolas que tienen que medirse con gigantes del negocio de servicios como Veolia. ♦

Adjudicado a Dragados un contrato ferroviario en la zona centro chilena por 90 millones de euros

En Chile la Empresa de los Ferrocarriles del Estado, EFE, ha firmado con el consorcio español formado por las empresas Tecsa-Dragados el contrato de provisión de infraestructuras ferroviaria para la Zona Centro, que implica la rehabilitación y mantenimiento por 16 años de 750 kilómetros de vía férrea que comprende los tramos Alameda-Chillán-San Rosendo; San Rosendo-Talcabúano y Concepción-Lomas Coloradas.

El contrato implica una inversión de unos 92 millones de euros. Las obras de este contrato para la Zona Centro beneficiarán al transporte ferroviario de pasajeros y carga entre las regiones Metropolitana y VIII, y específicamente al sistema integrado de transporte Biovías que ampliará los servicios de trenes de cercanía en el Gran Concepción.

Dragados está presente en Chile desde el año 1968 y ha participado en diferentes concesiones urbanas. ♦

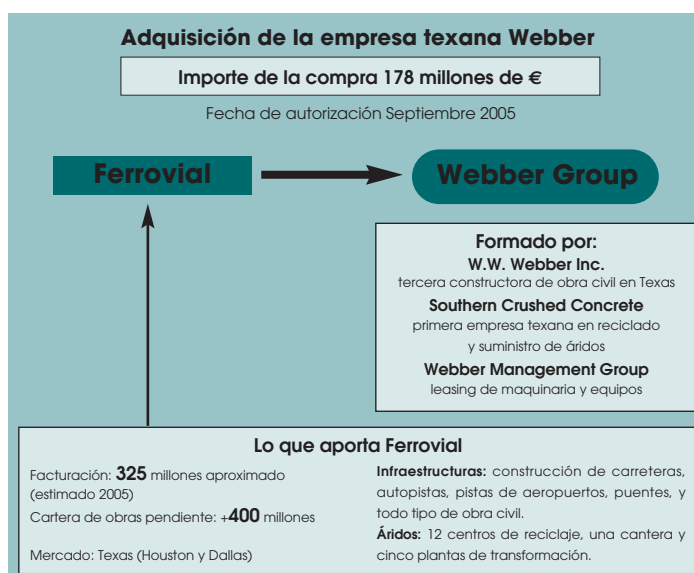
Actuaciones diversas de Ferrovial en el extranjero

Ferrovial se ha precalificado para las obras de construcción de la nueva línea C del Metro de Roma, valoradas en 2.500 millones de euros.

El contrato supone la realización del proyecto y construcción de un total de 25,5 km construidos a unos 30 metros de profundidad, así como la ejecución de 30 nuevas estaciones, e incluye el suministro del material rodante automatizado sin conductor. La presentación de ofertas se prevé para el mes de noviembre.

En Italia también, Ferrovial ha contratado recientemente las obras de construcción de un aparcamiento de correspondencia para el transporte de la ciudad de Milán, situado en la Plaza de Maciachini, junto a la Línea 3 del Metro, la estación de tren de Maciachini y las conexiones con las líneas de tranvía. El aparcamiento dispondrá de un total de 436 plazas, distribuidas en dos plantas, y cuenta con un presupuesto de 6,5 millones de euros.

Ferrovial mantiene una presencia permanente en Italia desde hace más de quince años. En la actualidad ejecuta, entre otras, una importante obra de ingeniería: la construcción del desdoblamiento de la línea ferroviaria San Lorenzo-Andora (18,8 km y 320 millones de euros), que incluye la ejecución de túneles a lo largo de 16 km, 12 de los cuales serán realizados con tuneladora; así como la construcción de dos viaductos. Además, realiza las obras del edificio del Politécnico de Turín y del Politécnico de Milano.



En mayo, Ferrovial presentó en consorcio una oferta para las obras de construcción del Puen-te de Messina, que unirá el sur de Italia con la Isla de Sicilia.

En los últimos meses, Ferrovial ha contratado la construcción de tres nuevos proyectos en Portugal, con un importe total de 18,7 millones de euros.

En la capital lusa, Ferrovial construirá la nueva Escuela Superior de Música de Lisboa por importe de 11,8 millones de euros. El edificio, de cinco plantas, dispondrá de un atrio central, que dividirá la zona de enseñanza de la de administración, así como dos auditorios (uno de ellos de grandes dimensiones). La escuela integrará un patio interior con el objetivo de que todos los espacios tengan luz natural. Además, se seleccionarán especialmente los materiales para garantizar una perfecta acústica en el edificio.

La concesionaria Brisa ha encargado a Ferrovial la ejecución del nudo de Enlace de Estoril de la Autopista de la Costa de Estoril, con el objetivo de conectar el tráfico entre este municipio y Cascáis, un recorrido realizado hasta ahora por la carretera de la costa que soportaba importantes intensidades de tráfico. El importe de las obras se eleva a 3,8 millones de euros.

En la línea azul del metropolitano de Lisboa, la compañía acometerá diferentes obras de acabados, baja tensión, instalaciones y conexiones en la Estación de Santa Apolonia.

En la actualidad, aproximadamente un 23% de la cartera de construcción de Ferrovial es obra a realizar en el exterior. ♦

Magnitudes			
Tráfico autopistas Ausol I	mayo 05	mayo 04	%
Ausol	19.929	18.692	6,6
Ausol II	17.978	15.854	13,4
Autema	20.167	18.138	11,2
R-4	6.577	5.258	25,1
407 ETR	290.272	267.290	8,6
Km recorridos	178.772.107	160.963.583	11,1
Chicago Skyway	49.391	-	
Tráfico aeropuertos (pasajeros)			
Sidney (abril)	2.347.100	2.221.500	5,7
Bristol	464.721	348.571	33,3
Belfast	184.884	168.044	10,0
Cartera de construcción			
(Datos abril)	6.872 mm €	6.250 mm €	10,0
Preventas inmobiliarias	55,2 mm €	57,6 mm €	
Número de viviendas	185	205	

ACTIVIDAD EXTERIOR

Sacyr y Acciona estrenan una autopista en Chile

Las rivales Sacyr Vallehermoso y Acciona han ido esta vez de la mano para acometer uno de los proyectos de infraestructuras más importantes de Chile. En fechas recientes han inaugurado el tramo construido en la autopista Américo Vespucio Sur que circunvala la capital.

En la construcción de los 24 kilómetros de vía la quinta y la tercera constructoras españolas (en una unión temporal de empresas que comparten al 50%) han invertido 425 millones, según fuentes de los grupos. Desde el comienzo de las obras, en diciembre de 2003, han transcurrido casi tres años.

El presidente, Luis del Rivero, mantuvo ayer una encuentro con el presidente chileno, Ricardo Lagos, ante quien se comprometió a mantener Chile como uno de los "ejes prioritarios" de inversión. El consejo de la constructora en pleno se ha trasladado a Chile para celebrar por primera vez una reunión fuera de España.

El grupo tiene más proyectos pendientes en este país. Se ha colocado la primera piedra de la autopista Nororiente, que tendrá 22 kilómetros y requerirá una inversión de 161 millones.

A esto se une que la filial concesionaria Itinere ha cerrado la financiación de las autopistas Los Lagos y Elqui en Chile por 300 millones. La operación, coordinada por el Santander y asegurada pro Banco de Chile y Santander Chile, permite a Itinere desde ahora el cobro de dividendos gracias al alargamiento del plazo de financiación y elimina el riesgo cambiario al ligarla a la moneda chilena. ♦

Las empresas españolas, líderes en concesiones

En sucesivas ocasiones, estamos publicando el creciente protagonismo que las principales Constructoras españolas gozan en el mercado de Concesiones de infraestructuras. Esta Tabla recoge la clasificación en 2005 efectuada por PW Financing.

Los líderes mundiales por concesiones

Datos 2005-12-28

2005	Compañía	Construcción y operativas	Proyectos actuales	Ranking 2004
1	ACS Dragados (España)	46	21	1
2	MIG/Macquarie Bank (Australia)	36	8	3
3	Ferrocarriles/Cintra (España)	26	29	2
4	FCC (España)	21	16	7
5	Abertis/La Caixa (España)	21	3	6
6	Laing/Equino (R.Unido)	20	5	4
7	Sacyr Vallehermoso (España)	19	11	5
8	Cheung Kong Infrastructure	17	7	9
9	OHL(España)	17	5	8
10	Vinci/Cofiroute (Francia)	15	22	10
11	Acciona/Necso (España)	15	18	12
12	Aistom (Francia)	13	6	15
13	Hochtief (Alemania)	12	15	11
14	EGIS Projects (Francia)	12	12	13
15	Balfour Beatty (R.Unido)	12	1	17
16	Andrade Gutierrez (Brasil)	10	4	—
17	AMEC (R.Unido)	10	4	21
18	Bechtel (EE:UU)	8	6	20
19	Skanska (Suecia)	8	4	14
20	Alfred MacAlpine (reino Unido)	8	3	16

Fuente: PW Financing



Telvent efectuará la modernización de las infraestructuras de tráfico en Beirut

El contrato firmado con el Comité para la reconstrucción de Líbano (CDR) para modernizar las infraestructuras y los sistemas de gestión del tráfico de Beirut, y

que asciende a más de 25 M€, consolida a Telvent como líder mundial en el diseño e implementación de los sistemas avanzados en tiempo real de gestión de tráfico.

Telvent dotará a la capital con un moderno centro de control desde el que será gestionado y supervisado el tráfico por un sistema integrado de gestión que tendrá, además, un sistema de información geográfica y un módulo de mantenimiento así como diversas simulaciones.

El corazón de este sistema será la aplicación ITACA de Telvent, sistema adaptativo para el control del tráfico en tiempo real que permite optimizar su fluidez y que incorpora un módulo de simulación y planificación que permite desarrollar estrategias de control de tráfico antes de llevarse a la práctica, simular accidentes, evacuaciones, manifestaciones y otros tipos de eventos y sus correspondientes planes de actuación. Telvent ha implantado el sistema ITACA en algunas de las ciudades más congestionadas por el tráfico en el mundo, como Sao Paulo en Brasil, Fushun en China; HoChiMin en Vietnam o Madrid en España.

Telvent controlará toda la información de las intersecciones

de tráfico en Beirut a través de su Sistema de Información Geográfica ArcFM, desarrollado por la compañía Miner & Miner, filial de Telvent, que permite tener actualizada permanentemente junto a la información relativa a los puntos de medida de los detectores de tráfico; constituyéndose en una poderosa herramienta de análisis que facilita la toma de decisiones. Telvent instalará también un sistema para el tratamiento y procesamiento de las infracciones de tráfico por cruce de semáforo en rojo, que además del control de los infractores y la emisión de las correspondientes actas de infracción, permitirá realizar un seguimiento estadístico de las infracciones cometidas para la toma de de-

FCC y OHL construirán en Argelia una segunda desaladora

El consorcio integrado por FCC e Inima (OHL) ha resultado adjudicatario de la construcción y posterior explotación durante 25 años de una planta desaladora en Argelia, en la que se investi-

rán 100 M€ y con la que se prevén ingresos por 585 millones.

La nueva planta se levantará en la ciudad de Cap Djinet en las proximidades de Argel y será la segunda que el consorcio tendrá en el país, tras la que les fue adjudicada recientemente en Moustagnem, cerca de Orán.

Esta segunda desaladora contará con cuatro líneas de tratamiento y capacidad para producir 100.000 metros cúbicos de agua desalada al día, con la que abastecerá a una población de 500.000 habitantes de Argel y alrededores.

Su construcción incluye una obra marítima consistente en una toma de agua de mar de 1,8 kilómetros de longitud y de un emisario submarino de 900 m. La planta se ha diseñado por Aqualia y SPA, filiales de FCC especializadas en tratamiento, depuración y desala-

Ahorro Corporación crea un Fondo para Infraestructuras

Ahorro Corporación, Grupo financiero participado por la Confederación Española de Cajas de Ahorro (CECA) y 44 de las 46 Cajas, acaba de crear un fondo de Capital-riesgo que invertirá en infraestructuras.

Es el tercer fondo inversor en infraestructuras en España, después del creado por el Banco de Santander con 180 M€, aportados por bancos, cajas e Inditex, y del grupo británico Mill, especializado en proyectos de financiación mixta PPP (Public private partnership).

Los proyectos que serán objeto de financiación, abarcan todos los Campos desde el transporte a la gestión del agua.

Las once cajas que mandan en el fondo (aunque son 20 las que han aportado Capital, y que han aportado 110M€, son: Caixa Catalunya, Ibercaja, BBK, Caixa Galicia, Caixanova, Kutxa, Caja Cantabria, Sa Nostra, Caja Avila, Caja General, y Caja Insular Canarias. ♦

Técnicas Reunidas contrata una refinería en Vietnam

El consorcio formado por Técnicas Reunidas, TECHNIP y JGC Corporation, ha iniciado el pasado mes de noviembre la construcción de la refinería del Dung Quat, en el centro de Vietnam, un proyecto esencial para la autonomía energética del país y que fue un contrato que le fue adjudicado en mayo último por valor de 1.500 millones de dólares. La refinería tendrá una capacidad de tratamiento de 6,5 millones de toneladas anuales y entrará en servicio en 2009.

Dang Hong Son, miembro del comité de gestión del proyecto, no reveló la fecha exacta del inicio de las obras, pero precisó que 600 ingenieros y 300 trabajadores se verán implicados. La refinería, la primera del país, supondrá una inversión total de 2.500 millones de dólares. ♦

Próxima edición Construlan 2006

Del 26 al 29 de abril volverán a abrirse las puertas de Bilbao Exhibition Centre para acoger una nueva edición de Construlan, Salón de la Construcción, Equipamiento e Instalaciones y referencia obligada para el mundo de la construcción no sólo en el norte de la península Ibérica, sino también en el espacio que comprende el eje del Arco Atlántico y con una participación extranjera del 22.8% de las firmas. En esta convocatoria de 2006 la organización ha apostado por potenciar de manera especial sectores como los de Mobiliario de Cocina y Baño, Decoración Interior, Grifería y Maquinaria de Obras Públicas. Así mismo, y en plena escalada del precio del crudo, las Energías Renovables tendrán un peso específico propio, haciendo hincapié en la necesidad de construir un mundo sostenible.

Este certamen contará también con un amplio e interesante programa de Jornadas Técnicas y actos paralelos. En este orden de cosas, se enmarca la celebración del III Premio Construcción e Innovación que de carácter bienal, su objetivo es estimular la innovación tecnológica y la calidad entre los fabricantes y empresas de servicios que desarrollan su actividad en el sector de la construcción, premiando al producto, actividad o servicio más innovador aparecido en el sector de la construcción en los últimos doce meses.

Las bases de estos premios pueden consultarse en: www.construarea.com y www.bilbaoexhibitioncentre.com/construlan. ♦

III Congreso de Ingeniería Civil, Territorio y Medio Ambiente Zaragoza 25-27 de Octubre de 2006

Con el lema "Agua, Biodiversidad e Ingeniería", el III Congreso de Ingeniería Civil, Territorio y Medio Ambiente pretende señalar como uno de los objetivos fundamentales para la conservación de los recursos naturales y culturales, la atención al medio hídrico. El agua es además, un patrimonio común, de carácter público, que obliga en su gestión a la consideración de bien de carácter social y económico, ligado a su escasez.

El ingente patrimonio de obras hidráulicas de ingeniería construidas en España a lo largo del siglo XX para el suministro de agua, el riego, el aprovechamiento energético y la protección de personas y bienes frente a las inundaciones, han contribuido al desarrollo de nuestro país. El patrimonio construido ha conseguido condiciones de habitabilidad y confortabilidad (entendidas en el sentido más amplio, económico, social y ambiental) en gran parte de nuestro semiárido territorio. Condiciones que hay que mantener y ampliar, pues su fragilidad se pone de manifiesto en los episodios recurrentes de sequías o escaseces.



A finales del siglo XX emergen con fuerza en la sociedad nuevos valores y convicciones relativos al agua, entre los que se encuentran las exigencias de conservación de los recursos hídricos, la protección de la diversidad biológica y una mayor sensibilidad de la administración hidráulica hacia los temas ambientales. Propuestas y prácticas a las que hay que hacer frente desde la ingeniería civil actual.

El III Congreso intenta destacar tanto las nuevas, como las tradicionales aproximaciones al agua, que deben desarrollarse apoyándose también en los instrumentos propios de la ingeniería de nuestro tiempo: estudios, planes, proyectos,

obras y gestión. La elección de Zaragoza como lugar de encuentro es clara: se trata de tener la vista puesta en la celebración de la Exposición Internacional de 2008 sobre "Agua y Desarrollo Sostenible", en una ciudad en la que el Ebro abraza sus bordes hasta relacionarlos, como en la antigüedad, con el mar.

El programa de contenidos del III Congreso utiliza como referencia el medio fluvial y costero, en línea con la Directiva Marco del Agua y con las nuevas sensibilidades hacia el litoral, para abarcar también la transversalidad de las redes de transporte y el medio hídrico, los bordes fluviales y litorales de las ciudades, y las respuestas de la ingeniería a las nuevas demandas de la sociedad.

Animamos a que todos los que sienten el mundo del agua, y la ingeniería, presenten sus planes, proyectos, estudios y preocupaciones sobre unos temas que son objeto de debate, y que sin duda lo seguirá siendo en el futuro.

Para más información :

Congresoicitema3@ciccp.es
www.ciccp-es

22 Congreso del Comité Internacional de Grandes Presas Barcelona 18-23 de junio de 2006

Para más información :
www.icold-barcelona2006.org
secretariat@icold-barcelona2006.org.



FE DE ERRATAS

En el número de enero de la ROP, en las páginas de los índices correspondientes al año 2005, se ha cometido el error de poner en las cabeceras de las páginas ÍNDICES 2004 cuando en realidad debería poner ÍNDICES 2005.