



La revista de los
Ingenieros de Caminos,
Cañales y Puertos

3619 ABRIL 2020

REVISTA DE
OBRAS PÚBLICAS
ROP



NOTICIAS

- Los ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, frente al COVID-19
- Medidas de apoyo a los colegiados y actuaciones extraordinarias del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

- Miguel Aguiló recibe el Premio Nacional de Ingeniería Civil

CONCURSO NACIONAL DE PROYECTOS DE FIN DE MÁSTER DE INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

- Trabajos ganadores de la tercera edición



**Colegio de
Ingenieros de Caminos,
Canales y Puertos**





EDITORIAL



El Colegio contigo,
al servicio de los colegiados
y de la Sociedad

El Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, ante la crisis sanitaria y social creada por la irrupción de la COVID-19 en nuestras vidas, ha tomado diferentes iniciativas para contrarrestar los efectos de dicha situación, entre nuestros colegiados y entre la sociedad, en general.

Por ello, desde el primer momento de la alerta sanitaria, pusimos en marcha medidas que promocionan el teletrabajo y las reuniones por videoconferencia, restringiendo las reuniones presenciales a las estrictamente necesarias. Así mismo, fomentamos las medidas de conciliación familiar para trabajadores con hijos menores cuya actividad educativa fue suspendida, paralizamos temporalmente los actos con asistencia presencial masiva y cerramos, también temporalmente, el auditorio Agustín de Betancourt y demás salones de actos. Estas y otras medidas se encuentran en el Plan Extraordinario de Actuaciones, aprobado con motivo de esta situación y que se desgranar en las siguientes páginas.

A estas medidas se añadió la necesidad de suspender de manera temporal las elecciones a Junta de Gobierno y Consejo General que estaba previsto que se celebrasen el 21 de abril. En esta situación excepcional, se consideró como objetivo principal la salvaguarda de la salud de los colegiados, los trabajadores del Colegio y la ciudadanía, en general. Por ello, se dispuso un Plan de Contingencia y Continuidad de la Actividad Colegial, en el que se incluían, además del ya mencionado, el aseguramiento de los servicios

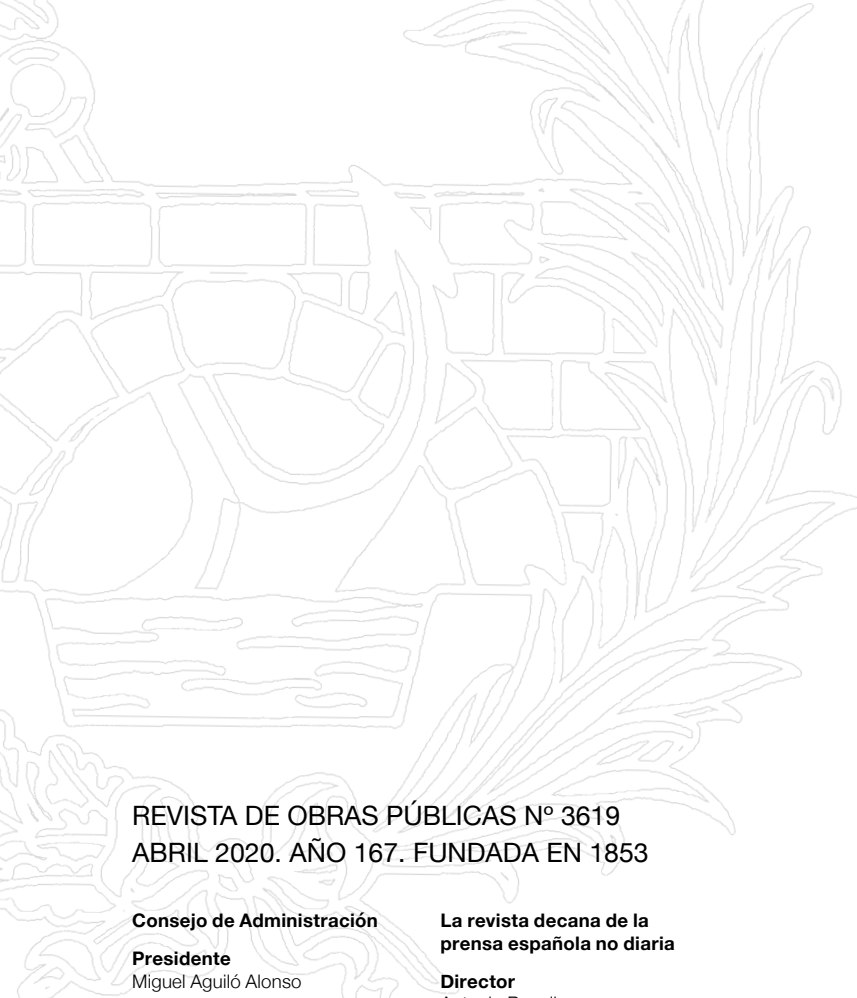
esenciales de toda la Corporación; la minimización de las incidencias y perjuicios para los colegiados y para la Corporación; la prestación de los servicios que lo permitan de manera telemática; la coordinación centralizada de la situación de los diferentes centros directivos, Sede Central y Demarcaciones; y la información puntual de las medidas tomadas y de la situación mediante la página web y a través de las redes sociales.

Las medidas de suspensión de actividades públicas y de aislamiento social para contener la propagación del virus impedían llevar a cabo las actividades de propaganda propias de una campaña electoral, que hubo que suspender, dificultando así el debate entre los candidatos y las posibilidades de que todos los colegiados tuvieran la oportunidad de asistir a actos de presentación y debate sobre los programas de las diferentes candidaturas para orientar su elección de voto.

Cuando deje de estar vigente el estado de alarma, se retomará, con plenitud de garantías el proceso electoral y los hitos del calendario electoral que quedaron pendientes, el pasado 14 de marzo.

Esperamos, de corazón, que esto sea lo antes posible y que podamos continuar con nuestras vidas en un punto cercano al que las dejamos.

Juan A. Santamera
Presidente del Colegio



REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS Nº 3619
ABRIL 2020. AÑO 167. FUNDADA EN 1853

Consejo de Administración

Presidente

Miguel Aguiló Alonso

Vocales

Juan A. Santamera
José Polimón
Vicent Esteban Chapapría
Tomás Sancho
José Javier Díez Roncero
Francisco Martín Carrasco
Benjamín Suárez
José Luis Moura Berodía
M^a del Camino Blázquez Blanco

Comité Editorial

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

Edita

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

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

Director

Antonio Papell

Redactora jefe

Paula Muñoz

Diseño

Julían Ortega

Maquetación y edición

Diana Prieto

Publicidad

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

Imprime

Gráficas 82

Depósito legal

M-156-1958

ISSN

0034-8619

ISSN electrónico

1695-4408

ROP en internet

<http://ropdigital.ciccp.es>

Suscripciones

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

NOTICIAS

- 8 **LOS INGENIEROS DE
CAMINOS, CANALES Y
PUERTOS, FRENTE AL
COVID-19**
- 16 **MIGUEL AGUILÓ, PREMIO
NACIONAL DE INGENIERÍA
CIVIL**

COYUNTURA

- 28 **ALGUNAS NOTAS SOBRE EL
TRÁFICO RODADO POR EL
PUENTE DE ALFONSO XIII
DE SEVILLA**
MARCOS PACHECO
- 32 **PUENTE DE OLLOQUI**
GABRIEL MUÑOZ REBOLLO

SUMARIO

CIENCIA Y TÉCNICA

- 46 ANÁLISIS ESPACIAL
URBANO DEL
ASENTAMIENTO
INFORMAL VAN VAN-
VENCEREMOS CON EL
USO DE LOS SISTEMAS
DE INFORMACIÓN
GEOGRÁFICA

ARQ. HANCEL RODRÍGUEZ SELPA
DRA. ARQ. MARITZA ESPINOSA
ARQ. CRISTINA HELENA LICEA ÁLVAREZ
DRA. ARQ. GRACIELA GÓMEZ ORTEGA

TRABAJOS FIN DE MÁSTER

- 54 ENTREGA DEL PREMIO

CATEGORÍA
PROYECTO MÁS INNOVADOR

- 56 BJØRNAFJORDEN
CROSSING DISEÑO
ESQUEMÁTICO DE UN
TÚNEL SUMERGIDO
FLOTANTE

ENRIQUE CORRES

- 61 MODELADO Y GESTIÓN
MEDIANTE METODOLOGÍA
BIM DE LA ETSICCP
RUBÉN MUÑOZ

CATEGORÍA

**PROYECTO MEJOR CALIDAD Y
CONTENIDO**

- 70 PROYECTO CONSTRUCTIVO
DE NUEVO PUENTE DE
CARRETERA PARA LA
UNIÓN DE LAS VILLAS
DE LAREDO Y SANTOÑA
(CANTABRIA)

MARIO DE LUCIO

- 80 DISEÑO DE
INFRAESTRUCTURAS
PORTUARIAS MILITARES
PARA LA DEFENSA
PASIVA FRENTE ATAQUES
TERRORISTAS. APLICACIÓN
AL PUERTO DE MÁLAGA
ANDREA GONZÁLEZ

El Colegio contigo, al servicio de los colegiados y de la sociedad

Los ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, frente al COVID-19

**JOSÉ
Polimón**

Vicepresidente del
Colegio de Ingenieros de Caminos,
Canales y Puertos

**JOSÉ JAVIER
Díez
Roncero**

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

A mediados del pasado mes de marzo, la irrupción de la COVID-19 en nuestras vidas paralizó de manera súbita nuestro día a día. El confinamiento decretado por el Gobierno el 14 de marzo nos obligaba a permanecer en nuestros hogares, al menos, durante los siguientes 15 días, así como a paralizar ciertas actividades profesionales. Durante ese tiempo, actividades importantes para nuestra economía, como la construcción y la ingeniería, estuvieron exentas de esa parálisis. Sin embargo, según lo dispuesto en el Real Decreto-Ley 10/2020, de 29 de marzo, el 30 de marzo nuestra economía entró en un estado de hibernación que duró ocho días y en el que sí se vio implicado nuestro sector.

Ocho días en los que el Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos se puso, como siempre ha estado, a disposición del Gobierno y las Administraciones para colaborar en lo que fuera necesario, teniendo como principio rector de su actuación el de la protección de la salud y seguridad de la ciudadanía y de los profesionales que, con su trabajo, sirven a la sociedad. Tras este periodo, el 13 de abril la movilidad dejó de estar restringida para el desplazamiento al lugar de trabajo para efectuar prestaciones laborales, profesionales o empresariales y, por ende, los trabajos presenciales y en obra se pudieron recuperar. En este sentido, y así lo manifestamos, la recuperación, con la debida seguridad, de la actividad de las obras públicas, de la construcción y de la edificación contribuirá a la activación económica.

Como consecuencia de esta crisis sanitaria, nuestra institución ha tenido que adoptar una serie de medidas internas que también han afectado al funcionamiento habitual del Colegio. Desde el inicio de esta situación, el principal objetivo de la Junta Directiva del Colegio fue proteger la salud de los trabajadores, los colegiados y la ciudadanía. A él se unió asegurar los servicios esenciales de toda la corporación, minimizar las incidencias y perjuicios para los colegiados, prestar los servicios de manera telemática y coordinar de forma centralizada los diferentes centros directivos, Sede Central y Demarcaciones.



El Colegio contigo, al servicio de los colegiados y de la Sociedad

En este sentido, hemos elaborado un 'Plan Extraordinario de Actuaciones' en el que se recogen asuntos como asegurar la realidad del Colegio, la prestación de servicios y la atención a los colegiados, a las administraciones y a las empresas públicas privadas; minimizar las incidencias y perjuicios para los colegiados derivados de la situación de crisis sanitaria por COVID-19, el estado de alarma y sus consecuencias económicas; apoyar a los colegiados en el escenario post-COVID-19, de cara al escenario de recuperación y de inversiones; y poner en valor la profesión respecto del diseño, construcción y mantenimiento de infraestructuras básicas, esenciales, estratégicas y críticas.

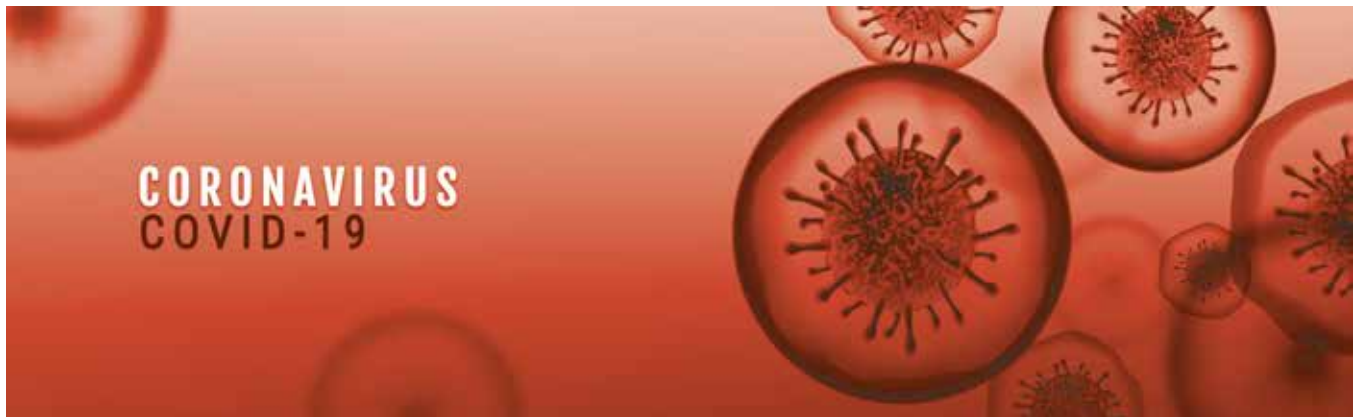
Para ello, optamos por mantener la colaboración con las autoridades y las medidas adoptadas por el Gobierno, las Comunidades Autónomas y el conjunto de las administraciones, para superar la crisis sanitaria e impulsar la recuperación económica. Además, estrechamos la vinculación del Colegio con la profesión, implicada en servicios públicos esenciales, vitales para la sociedad y para los ciudadanos; hemos situado al Colegio y al conjunto de la profesión en el centro de la difícil situación que estamos viviendo, desempeñando servicios públicos esenciales que suponen una garantía para superar la crisis sanitaria, las medidas establecidas e iniciar e impulsar la recuperación económica. Por ello, diseñamos un plan de actuación en el que están implicados, no solo la Junta de Gobierno y Junta de Decanos, sino también todos los órganos de representación, Consejo General, estructura territorial, demarcaciones y Juntas Rectoras del Colegio, la Fundación, Comisiones y Comités.

Con él, pretendemos implicar a todos los colegiados tanto en el sector público como en el privado, tanto en España como en el ámbito internacional y trasladar un mensaje de seguridad y confianza en las posibilidades del país, ante la situación de emergencia nacional, para superar la difícil situación que vivimos en estos momentos y que requiere un plan estratégico de actuación.

Esta nueva situación nos ha obligado a enfrentarnos a nuevos modelos de trabajo que, aunque ya estaban presentes en nuestra vida, su uso no era tan habitual como se ha convertido ahora. De este modo, se ha acelerado la culminación del modelo de prestación digital de servicios del Colegio y hemos diseñado nuevas herramientas para fomentar el teletrabajo, la venta *online* de publicaciones –vía Amazon– y el desarrollo y potenciación de los cursos de formación *online* para todos los colegiados. Esta nueva realidad nos obliga a establecer una relación directa y constante con los colegiados para transmitir los planes de contingencia, las medidas adoptadas y los mensajes a los profesionales y, a través de ellos, al conjunto de la sociedad. Para ello, todos nuestros canales de información (el Boletín de Información, La Voz del Colegiado, la Revista de Obras Públicas, además de todas las publicaciones, folletos, programas de formación, conferencias y encuentros) recogen las medidas adoptadas por el Colegio y los mensajes de centralidad de la profesión al prestar servicios públicos esenciales y al implicarse en campos de actividad decisivos para mantener la economía productiva e impulsar el crecimiento y el empleo.

La crisis sanitaria causada por la COVID-19 y la declaración del estado de alarma han dado lugar a un régimen normativo extraordinario, con una abundante proliferación de normas excepcionales. En este sentido, desde las Dirección Jurídica y Técnica se han realizado grandes esfuerzos por elaborar notas explicativas de este régimen, que se han difundido en los medios de comunicación y las redes sociales del Colegio. Además, las Demarcaciones han puesto en marcha conferencias, talleres o seminarios por videoconferencia sobre dichas novedades normativas.

En paralelo, hemos desarrollado un Plan Extraordinario de Empleo, en coordinación con asociaciones, para potenciar el fomento del empleo en trabajos y servicios demandados en esta situación: servicios esenciales, infraestructuras críticas y estratégicas, logística, etcétera. Sin duda, salir de esta



situación en las mejores condiciones posibles va a suponer un gran esfuerzo por parte de todos.

No se nos escapa nuestra obligación a la hora de apoyar económicamente a los colegiados que lo necesitan o lo van a necesitar. Por ello, nuestro Plan Extraordinario contempla un presupuesto inicial, de 650.000 euros, para abordar todas las medidas contempladas y asegurar la eficacia de las acciones propuestas. El presupuesto incluye la creación de un Fondo de Solidaridad, con cargo a la Fundación Caminos y a las donaciones extraordinarias de los patronos, además de una aportación del Colegio. Este Fondo está destinado a cubrir las necesidades de todo tipo de los colegiados que se tengan que enfrentar a dificultades económicas causadas por fuerza mayor, que tengan como origen la pandemia del coronavirus o situaciones sobrevenidas por sus consecuencias, situación de desempleo, pérdida de familiares, enfermedades o tratamientos médicos prolongados. El monto de este fondo será de 300.000 euros, cuyos destinatarios iniciales serán unos 1.000 colegiados obligados a acogerse a la reducción de cuota del 90 % ya establecida en el Plan inicial de Contingencia. Esto mismo se aplicará en el caso de autónomos, por cese de actividad o reducción de ingresos (menos de 3.000 € al trimestre). Para ellos, hemos establecido unos correctos cauces de asesoramiento profesional a profesionales liberales o trabajadores autónomos en coordinación con asociaciones, como la Federación Nacional de Asociaciones de Trabajadores Autónomos (ATA). Además, en coordinación con las Administraciones Públicas, estaremos presentes en los programas de reactivación económica con especial apoyo a los colegiados en el ámbito de la contratación, en el impulso de la inversión y contratación de ingeniería y obras públicas, para la reactivación económica. Para ello, proponemos la creación de un Observatorio de la Contratación Pública y fomentar especialmente la colaboración público-privada.

Se contempla, asimismo, una partida de 150.000 euros destinada a culminar el proceso para la digitalización del Colegio, un aspecto clave en esta crisis, que tiene como objetivo asegurar la prestación de servicios telemáticos y la comunicación entre los órganos colegiales, la estructura territorial y los distintos departamentos implicados.

Entre las medidas aprobadas, destaca la formación gratuita para desempleados. Nuestro Plan de Formación se llevará a cabo impulsando la formación *online* liderada por las Demarcaciones, utilizando para ello una Plataforma Virtual y aplicando un tratamiento favorable en los precios a colegiados afectados por Expedientes de Regulación de Empleo o cese de actividad.

Es preciso poner en valor el trabajo de los colegiados en servicios esenciales y voluntariado de apoyo en situaciones de emergencia. Trabajos que consisten en el diseño, construcción y mantenimiento de infraestructuras básicas, esenciales, estratégicas y críticas, como las redes de transporte, las presas, las instalaciones y redes de energía, de abastecimiento y saneamiento, edificios de servicios públicos, como hospitales, y otras construcciones, instalaciones o redes sobre las que descansa el funcionamiento de servicios esenciales necesarios para el mantenimiento de las funciones sociales básicas, como la salud, la seguridad, la movilidad, el agua o la energía.

En todos ellos, se han creado grupos de apoyo para situaciones de emergencia, equipos de voluntarios, liderados por las Demarcaciones del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Se trata de una estrategia para poner a nuestro colectivo al servicio de las infraestructuras del país, para garantizar su buen funcionamiento durante la crisis y las situaciones de emergencia, potenciando la idea de Ingeniería Humanitaria, mostrando así el espíritu

de servicio a la sociedad que siempre ha caracterizado a nuestra profesión.

Y en ese escenario, el Colegio ha decidido implementar, como venía haciendo hasta ahora, la digitalización de sus procesos. Entre ellos, cabe destacar la atención colegial *online*, la colegiación, el funcionamiento de la Agencia de Empleo, especialmente respecto a las situaciones laborales de emergencia que estamos viviendo, visado y certificación, coordinación con FAM CAMINOS respecto del seguro de responsabilidad civil. La digitalización permite tener acceso a la información en cualquier instante y lugar y que la comunicación del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos esté siendo constante y fluida con sus colegiados y la sociedad. De este modo, seguimos atendiendo peticiones, enviando comunicados y declaraciones institucionales que ayudan a tener una mejor información y análisis ante la situación que azota el país. Como nexo de unión entre el Colegio y la sociedad, hemos dotado de mayores recursos a los canales digitales para que esta relación directa, constante y bilateral con los colegiados, se transmita a través de todos nuestros perfiles sociales con toda la información referente a COVID-19, la vida diaria de la institución, los servicios esenciales y los planes de formación *online*.

Esta situación, además, nos ha sorprendido en mitad de un proceso electoral que, tras analizar las circunstancias, ha tenido que ser suspendido temporalmente, para garantizar la seguridad de los electores y de los trabajadores del Co-

legio encargados de velar por el correcto funcionamiento de la jornada electoral. La Mesa Electoral General, máxima autoridad del proceso electoral, estuvo en todo momento atenta al desarrollo de la situación y solicitó opinión a los candidatos sobre la continuidad del proceso electoral en una modalidad fundamentalmente telemática. En este sentido, tras recabar el consenso de los tres candidatos proclamados sobre la suspensión temporal del proceso electoral, se acordó su continuación cuando se ponga fin al estado de alarma y a las medidas restrictivas que dificultan el desarrollo normal del proceso. Por supuesto, una vez que finalice la situación que estamos viviendo y cuando el estado de alarma deje de estar vigente, el proceso será retomado con plenitud de garantías. Por el momento, la Junta de Gobierno actual sigue funcionando con normalidad y celebrando las sesiones necesarias hasta la toma de posesión de la nueva Junta.

En ese momento, nos encontraremos con un mundo diferente al que dejamos atrás el 14 de marzo cuando cerramos las puertas de nuestros hogares. Nuestras relaciones personales y profesionales habrán cambiado y tendremos que adaptarnos a una nueva realidad. En esa adaptación jugamos un papel muy importante las instituciones por el soporte que podemos dar no solo a nuestros colegiados, asociados, miembros en general, sino también por el apoyo social que somos capaces de transmitir. En ese momento, más que nunca, el Colegio estará contigo, al servicio de los colegiados y de la sociedad. 🇪🇸



Plan extraordinario de actuaciones

Ante la excepcional situación que vive el país, como consecuencia de la alerta sanitaria provocada por el coronavirus (COVID-19), el Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, está siguiendo las instrucciones de las autoridades sanitarias, para cumplir con las medidas preventivas dictadas.

En este sentido, queremos transmitirte nuestra voluntad de hacer lo que esté en nuestra mano por preservar la salud de los colegiados, los empleados y cuantas personas y profesionales visitan nuestras sedes. De manera muy especial, se han puesto en marcha medidas extraordinarias para asegurar la salud de los trabajadores del Colegio.

A continuación, publicamos las medidas de apoyo a los Colegiados y actuaciones extraordinarias del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos respecto al estado de alarma, la crisis sanitaria por COVID-19 y sus efectos.

OBJETIVOS

- Asegurar y reforzar la atención y prestación de servicios del Colegio a los colegiados, en particular a los más vulnerables.

- Minimizar las incidencias y perjuicios en el ámbito profesional para los colegiados derivados de la situación de crisis sanitaria por COVID-19, el estado de alarma y sus consecuencias económicas.

- Apoyar a los colegiados en el escenario profesional post COVID-19, de cara a la creación de empleo, recuperación económica, de inversiones y de la contratación pública.

- Poner en valor y reforzar la vinculación de la profesión con los servicios básicos esenciales, dada su vocación de servicio público y dedicación al diseño, construcción y mantenimiento sostenible de infraestructuras estratégicas y críticas, sobre las que descansa el funcionamiento de servicios esenciales necesarios para el mantenimiento de las funciones sociales básicas, como la salud, la seguridad, la movilidad, el agua, o la energía y la lucha contra el cambio climático.

ESTRATEGIAS

- Plan de actuación a corto, medio y largo plazo, con Junta de Gobierno y Junta de Decanos, que implique a todos los órganos de representación y gestión, Consejo General, Juntas Rectoras de Demarcaciones, Fundación Caminos, Comisiones y Comités Técnicos.

- Mantener la colaboración con las autoridades y las medidas adoptadas por el Gobierno, las Comunidades Autónomas, las Administraciones locales (Ayuntamientos, Diputaciones, Cabildos,...) y el conjunto del sector público, para superar la crisis sanitaria e impulsar la recuperación económica.

- Situar al Colegio y al conjunto de la profesión en el centro de la difícil situación, implicando a los colegiados de los distintos sectores profesionales, tanto en España como en el ámbito internacional, para prestar servicios públicos esenciales que suponen una garantía para superar la crisis sanitaria e impulsar la recuperación económica.

- Reforzar la colaboración del Colegio con la Mutualidad, FAM Caminos y el Banco Caminos para canalizar las ayudas a los colegiados (Seguros, avales y créditos).

- Trasladar un mensaje de seguridad y confianza en las posibilidades del país, ante la situación de emergencia nacional, para superar la difícil situación que nos azota y que requiere un plan estratégico de actuación.

- Establecer una política inmediata de comunicación para trasladar a los colegiados los trabajos y acciones que está llevando a cabo el Colegio.

- Potenciar el gabinete de respuesta para atender con inmediatez las consultas y necesidades de los colegiados e instituciones.



EJES Y MEDIDAS

EJE 1. Potenciación de la culminación del modelo de prestación digital de servicios del Colegio

Medidas

1. Diseñar nuevas herramientas para fomentar el teletrabajo, las conferencias telemáticas y encuentros en red, la distribución *online* de publicaciones –vía Amazon– y el desarrollo y potenciación de los Cursos de Formación *online* para que Sede y Demarcaciones puedan atender estas necesidades de los colegiados.

2. Establecer una relación directa y constante con los colegiados para transmitir los planes de contingencia, las medidas adoptadas y los mensajes a los profesionales y, a través de ellos, al conjunto de la sociedad. Todos los canales de comunicación del Colegio, el Boletín de Información, La Voz del Colegiado, los boletines de las Demarcaciones, la Revista de Obras Públicas, además de todas las publicaciones, folletos, programas de formación, conferencias y encuentros deberán recoger y resaltar las medidas adoptadas por el Colegio y los mensajes de centralidad de la profesión al prestar servicios públicos esenciales y al implicarse en campos de actividad decisivos para mantener la economía productiva e impulsar el crecimiento y el empleo.

EJE 2. Atención y prestación de servicios colegiales telemáticamente. Difusión

y explicación del régimen normativo extraordinario

Medidas

3. En la dirección de correo electrónico atencioncolegial@ciccp.es se reciben consultas que se tramitan con las Demarcaciones y con los servicios de Sede Central implicados. La crisis sanitaria causada por el COVID-19 y la declaración del estado de alarma ha dado lugar a un régimen normativo extraordinario, con una abundante proliferación de normas excepcionales. Desde la Dirección Jurídica y la Dirección Técnica se elaboran notas explicativas de este régimen, que se difunden en los medios de comunicación y las redes sociales del Colegio.

4. Realización, por Sede y Demarcaciones, de conferencias, talleres o seminarios por videoconferencia (webinars) sobre novedades normativas y potenciación de canales telemáticos de comunicación con colegiados, como la sede electrónica y las app.

EJE 3. Apoyo al empleo de los colegiados

Medidas

5. Plan Extraordinario de Empleo, en coordinación con asociaciones y empresas públicas y privadas, para potenciar el fomento del empleo en trabajos y servicios demandados en esta situación: servicios esenciales; infraestructuras críticas y estratégicas; logística, movilidad, sostenibilidad, etc. Creación de un observatorio de concursos internacionales y de la situación de los colegiados en el extranjero.

6. Divulgación a través de las utilidades telemáticas de la Agencia Nacional de Colocación, de una oferta común de empleo, tanto a nivel nacional, coordinando los servicios de empleo de las Demarcaciones, como en el ámbito internacional.

EJE 4. Apoyo económico a los colegiados que lo necesitan. Reducción de cuotas a afectados por ERTE o cese de actividad

Medidas

7. Reducción del 90% de la cuota a colegiados afectados por Expedientes de Regulación Temporal de Empleo (mayor del 50 % de reducción de jornada) o, en el caso de autónomos, por cese de actividad o reducción de ingresos (menos de 3.000 € al trimestre). Formación gratuita para desempleados. Estos costes se cubrirán con un Fondo de contingencia que se dotará con un porcentaje de los ingresos de cuotas y de visado.

8. Fondo de solidaridad: Creación de un fondo para la atención a los colectivos más vulnerables, a través de donaciones de los colegiados, del Colegio y de la Fundación Caminos, que permita disponer de un fondo económico para abordar las situaciones extraordinarias. Dotación de becas.

EJE 5. Apoyo al ejercicio profesional de los autónomos

Medidas

9. Establecimiento de cauces de asesoramiento profesional a profesionales liberales o trabajadores autónomos y de coordinación con asociaciones,

como la Federación Nacional de Asociaciones de Trabajadores Autónomos (ATA), así como realización, por Sede y Demarcaciones, de webinars sobre cuestiones propias del ejercicio libre.

10. Dentro de los convenios de colaboración suscritos, coordinación con Banco Caminos para la canalización de créditos y líneas financieras de apoyo a los autónomos y pymes y con la Mutualidad y FAM Caminos, con respecto a seguros de vida y ahorro. Creación de un Observatorio del Ejercicio Profesional Libre, para el análisis del ejercicio autónomo de la profesión y sus particulares necesidades, formulación de propuestas a las Administraciones Públicas y difusión de medidas destinadas a autónomos y potenciación de las asesorías de las Demarcaciones para dar servicio a los profesionales autónomos en materia jurídica, fiscal y de seguridad social.

EJE 6. Plan de Formación

Medidas

11. Impulso de la formación *online*, con una puesta en común de toda la oferta formativa y su difusión al conjunto de los colegiados. La formación *online* se ubicará en una Plataforma Virtual que permita el acceso de todos los colegiados.

12. Tratamiento favorable en los precios a colegiados afectados por Expedientes de Regulación Temporal de Empleo o cese de actividad, con carácter preferentemente gratuito.

EJE 7. Coordinación con las Administraciones públicas, comunidades autónomas y corporaciones locales en los

programas de reactivación económica. Apoyo a los colegiados en el ámbito de la contratación

Medidas

13. Coordinación con las Administraciones Públicas, Comunidades Autónomas y Ayuntamientos en el impulso de la inversión y contratación de ingeniería y obras públicas para la reactivación económica, mediante la realización de un Plan Extraordinario de Inversión Pública, así como la agilización, en su momento, de la contratación de personal.

Observatorio de la Contratación Pública para impulsar la aceleración de los mecanismos de contratación de obras y servicios y el acortamiento de plazos de tramitación de contratos y cobros.

14. Colaboración Público-Privada para que, en la fase de reactivación de la economía, entren con fuerza en nuestros sectores los fondos de inversión y los mecanismos de financiación público-privada.

EJE 8. Puesta en valor del trabajo de los colegiados en servicios esenciales y voluntariado de apoyo en situaciones de emergencia

Medidas

15. Puesta en valor de los trabajos que consisten en el diseño, construcción y mantenimiento de infraestructuras básicas, esenciales, estratégicas y críticas, como las redes de transporte, las presas, las instalaciones y redes de energía, de abastecimiento y saneamiento, edificios de servicios públicos (p.ej. hospitales) y otras construcciones, instalaciones o

redes sobre las que descansa el funcionamiento de servicios esenciales necesarios para el mantenimiento de las funciones sociales básicas, como la salud, la seguridad, la movilidad, el agua, la energía y la lucha contra el cambio climático.

16. Constitución de grupos de apoyo para situaciones de emergencia.

Equipo de voluntarios. Su creación responde a un triple sentido:

- Se activará un programa de voluntariado liderado por las Demarcaciones del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- A modo de ejemplo, en distintas Demarcaciones se están creando grupos de apoyo a los que se prestará la mayor colaboración.
- Se trata de una estrategia para poner a nuestro colectivo al servicio de las infraestructuras del país para garantizar su buen funcionamiento durante la crisis y las situaciones de emergencia, potenciando la idea de la Ingeniería Humanitaria.

EJE 9. Potenciación del Grupo de Trabajo con la Mutualidad, Banco Caminos y FAM Caminos

Medidas

17. En desarrollo de los convenios de colaboración vigentes suscritos con Banco Caminos y con la Mutualidad Caminos, se reforzará la colaboración con estas dos entidades y con FAM Caminos, para mantener una coordinación permanente en el ámbito de las ayudas y medidas extraordinarias de las Administraciones Públicas para canalizarlas a los colegiados, así

como aquellas otras acciones que estas entidades puedan abordar en el ámbito de la financiación, planes de pensiones y seguros en beneficio de los colegiados.

EJE 10. Apoyo al colectivo de los jubilados

Medidas

18. En relación al colectivo de los jubilados, el Colegio fomentará su mayor atención por todos los canales (personal, telefónico, telemático...), así como la suscripción de convenios con entidades del tercer sector para la atención de los jubilados que lo necesiten mediante teleasistencia y para la evaluación de sus necesidades a través del Fondo de Solidaridad para solventar las carencias y problemáticas que esta situación esté causando a los jubilados más vulnerables.

EJE 11. Comunicación y redes sociales

Medidas

19. La digitalización posibilita tener acceso a la información en cualquier instante y lugar y la comunicación del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos está siendo constante y fluida con sus Colegiados y la sociedad, a través de preparación de artículos de prensa y su difusión en medios de comunicación y redes sociales. Además de implementar la publicación en Web de las nuevas disposiciones legales se incluirá una guía de preguntas y respuestas más frecuentes.

20. Seguimos atendiendo peticiones de opinión enviando comunicados y

declaraciones institucionales que ayudan a tener una mejor información y análisis ante la situación que azota el país. Como nexo de unión entre el Colegio y la sociedad, dotaremos de mayores recursos a los canales digitales para que esta relación directa, constante y bilateral con los Colegiados, se transmita a través de todos nuestros perfiles sociales con toda la información referente a COVID-19, los problemas de los colegiados, la vida diaria de la institución, los servicios esenciales y los planes de formación *online*.

ANÁLISIS ECONÓMICO

Además de los servicios estables del Colegio, el Plan Extraordinario contempla un Presupuesto especial para abordar todas las medidas contempladas y asegurar la eficacia de las acciones propuestas.

El presupuesto se estructura en dos Fondos:

Fondo de Solidaridad, con aportaciones de colegiados, el propio Colegio, la Fundación Caminos, etc. El Fondo de Solidaridad se destinará a cubrir las necesidades de todo tipo de los colegiados que se tengan que enfrentar a dificultades económicas causadas por fuerza mayor, con origen en la pandemia del COVID-19 o situaciones sobrevenidas por sus consecuencias, situación de desempleo, pérdida de familiares, enfermedades o tratamientos médicos prolongados, así como al colectivo de jubilados en situación de vulnerabilidad.

- Fondo de Solidaridad (estimación inicial) 300.000 euros

Fondo de contingencia para un escenario inicial de 1.000 colegiados beneficiados de la reducción de cuota del 90 % para desempleados, afectados por ERTE o cese de actividad. Se incluyen los gastos para dotar a las Demarcaciones de los servicios telemáticos y la conectividad entre los órganos colegiales y la aceleración de proyectos de digitalización (Gescol Fase II), así como los necesarios para cumplir con las medidas de prevención sanitaria. Estos costes se cubrirán con un porcentaje de los ingresos de cuotas y de visado.

- Fondo de contingencia (estimación inicial) 350.000 euros. €

Fondo de Solidaridad

El Fondo de Solidaridad se destinará a cubrir las necesidades de todo tipo de los colegiados que se tengan que enfrentar a dificultades económicas causadas por fuerza mayor, con origen en la pandemia del COVID-19 o situaciones sobrevenidas por sus consecuencias, situación de desempleo, pérdida de familiares, enfermedades o tratamientos médicos prolongados, así como al colectivo de jubilados en situación de vulnerabilidad.

OBJETIVOS

- El Fondo de Solidaridad se destinará a cubrir las necesidades –económicas, de formación, de conectividad digital, sanitarias– de los colegiados que, por la situación creada por la pandemia del coronavirus y las medidas del estado de alarma, se tengan que enfrentar a dificultades económicas o de otra índole.
- Estará dirigido a los compañeros pertenecientes a los colectivos más vulnerables: colegiados mayores, desempleados y afectados por ERTE, autónomos en situación de cese de actividad o con reducción drástica de ingresos, estudiantes de ingeniería de Caminos en situación precaria.
- Se pretende así movilizar las potencialidades de nuestro colectivo y mostrar la componente social del Colegio y de la profesión mediante una operación de ayuda destinada a paliar, en lo posible, la situación de colegiados afectados por la crisis provocada por la pandemia COVID-19.
- Además, se pretende que este fondo se convierta en un instrumento permanente aplicable en un futuro a contingencias extraordinarias y cuyo patrimonio y destinos estarán separados del funcionamiento económico habitual del Colegio.

ESTRATEGIAS

- Diseñar un Fondo Solidaridad, dentro del Plan Extraordinario

de Actuaciones del Colegio motivado por el COVID-19, que se articulará a través del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos y de la Fundación Caminos.

- Ligar este Fondo con el campo propio de la responsabilidad social corporativa de las empresas más vinculadas a la Profesión.
- Coordinación con la Asociación de Ingenieros de Caminos, la Mutualidad Caminos, el Fondo de Asistencia Mutua (FAM) y el Banco Caminos, así como las Escuelas de Ingeniería de Caminos, ONG, y otras Instituciones, Entidades, Asociaciones y Empresas.
- Comunicación y difusión del Plan de Solidaridad.

A QUIÉN VA DIRIGIDO

- Colegiados desempleados y afectados por ERTE, autónomos en situación de cese de actividad o con reducción drástica de ingresos, en especial aquellos con cargas familiares o en situación precaria.
- Colegiados jubilados o mayores en situación vulnerable, de soledad o precaria, o que necesiten apoyo para disponer de conectividad digital.
- Precolegiados que no tengan posibilidades de continuar sus estudios debido a situaciones de orfandad, bajos recursos económicos, etc.

- Colegiados en situación precaria en actividades de cooperación internacional.

ORIGEN DEL FONDO DE SOLIDARIDAD

- Contribuciones voluntarias de los colegiados a la Cuenta Solidaria.
- Aportaciones del propio Colegio, los Patronos de la Fundación Caminos o las empresas vinculadas a estos, Escuelas, Instituciones, Asociaciones y Empresas. El objetivo del Fondo, en esta primera fase, es de 300.000 euros.
- Las aportaciones se canalizarán por la Fundación Caminos, que expedirá certificación de la donación conforme establece la Ley 49/2002, de 23 de diciembre, de régimen fiscal de las entidades sin fines lucrativos y de los incentivos fiscales al mecenazgo, a efectos de la desgravación fiscal por parte de las personas físicas o jurídicas que realizan la aportación.

APLICACIÓN

- Becas de formación para trabajadores desempleados o afectados por ERTE y autónomos en cese de actividad o con reducción drástica de ingresos.
- Ayudas para la conectividad telemática o digital (tablets,...).
- Ayudas para la formación de estudiantes de Ingeniería de Caminos, precolegiados, en situación de necesidad económica.

- Ayudas por situación de desamparo o necesidad económica.
- Ante la situación de salud pública originada por el coronavirus, ayudas para Equipos de Protección Individual (EPI).

GESTIÓN

- El Fondo será gestionado por un grupo de gestión, que dará cuenta a la Junta de Gobierno del Colegio y al Patronato de la Fundación, conformado por el Presidente del Colegio y de la Fundación Caminos, el Vicepresidente del Colegio y patrono de la Fundación Caminos, un miembro de la Junta de Gobierno del Colegio, un miembro del Patronato de la Fundación Caminos, siendo su secretario el Secretario General del Colegio, que también es el Secretario del Patronato de la Fundación. Las Juntas Rectoras de las Demarcaciones harán propuestas de aplicación para los casos que detecten.
- Los fondos se recaudarán en una Cuenta exclusiva para el Fondo de Solidaridad, separada de otras cuentas de la Fundación o del Colegio.
- Se elaborarán unas Bases Reguladoras, que serán aprobadas por la Junta de Gobierno, para delimitar los perfiles profesionales, familiares y personales, de forma que se tramiten las ayudas con arreglo a un protocolo estricto para garantizar la plena transparencia de la actuación,

en colaboración con las Demarcaciones del Colegio.

- Se creará en la web un apartado informativo del Fondo de Solidaridad donde se informará puntualmente de la recaudación y de la aplicación de los fondos recaudados, así como de las empresas, instituciones y particulares que hayan aportado las donaciones, siempre que los mismos den su conformidad.
- Además, los interesados en recibir las ayudas, lo podrán solicitar de forma telemática mediante un correo electrónico, con el Documento de Solicitud cumplimentado y con los adjuntos y demás documentación justificativa. 📧



Miguel Aguiló

Premio Nacional de Ingeniería Civil



Nuestro compañero, Miguel Aguiló, recogió el Premio Nacional de Ingeniería Civil del Ministerio de Fomento 2019 – Ministerio de Transporte, Movilidad y Agenda Urbana de parte del Ministro, José Luis Ábalos.

Un jurado presidido por el secretario de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda, Pedro Saura, ha concedido el Premio Nacional de Ingeniería Civil del Ministerio de Fomento, correspondiente a la convocatoria 2019, a Miguel Aguiló Alonso. El jurado lo ha hecho tras ponderar las sobresalientes cualidades y circunstancias que caracterizan la trayectoria profesional de este ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

De Aguiló se ha reconocido su larga y fecunda labor profesional, por lo que representa en el campo de la Ingeniería Civil, incluido el desempeño de diversos cargos relevantes en el sector público: director general y viceconsejero de Obras Públicas en la Comunidad de Madrid y, más adelante, presidente del Canal de Isabel II, Astilleros Españoles e Iberia. Actualmente, es director de Política Estratégica en el Grupo ACS. Autor y director de numerosos proyectos de puentes y estructuras, ha logrado galardones como el Premio Nacional de Urbanismo o la Medalla de Honor del Colegio de Ingenieros de Caminos..

En su faceta académica es Catedrático Emérito de la Universidad Politécnica

de Madrid (UPM), donde sucedió a José Antonio Fernández Ordóñez en la Cátedra de “Historia y Estética de la Ingeniería Civil” en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, donde también impartió la asignatura de “Paisaje e Ingeniería Ambiental” y forma parte del Grupo de Investigación de Paisajes Culturales de la UPM.

Además, es autor o coautor de más de 60 libros, de 38 capítulos en publicaciones conjuntas y más de 65 artículos en revistas nacionales e internacionales del sector, desde 1974. Entre sus publicaciones destacan: *Qué significa construir*; *Forma y tipo en el arte de construir puentes*; *El paisaje construi-*



do; 10 tomos de la Colección de obras de arquitectura e ingeniería de ACS sobre presas, puertos, caminos, energía eléctrica, puentes, edificios singulares, pasarelas, alta velocidad y cubiertas, más una síntesis sobre el Legado de lo construido; 6 tomos dedicados a Madrid, Nueva York, Berlín, Sídney, Londres y San Francisco en la Colección de ACS de ciudades. También ha pronunciado más de 130 conferencias y participado en más de 30 mesas redondas.

Por otra parte, es Presidente de la Revista de Obras Públicas, Patrono de la Fundación Caminos, Director del Think Hub Caminos creado por encargo de

dicha fundación, Presidente-fundador de la Fundación Miguel Aguiló desde diciembre de 2009, cuyos fines son la investigación, desarrollo, innovación, formación y divulgación de la ingeniería civil, la arquitectura y disciplinas afines de construcción, especialmente en lo relacionado con su estética, historia y paisaje.

Se ha considerado, por todo ello, que Miguel Aguiló Alonso cumple destacadamente con las características de la convocatoria y cabe subrayar su larga trayectoria, tanto en el ámbito profesional como en el académico y reúne los méritos suficientes para ser galardonado con este premio del Ministerio de Fomento. 🇪🇸

Sobre estas líneas_
A la izquierda, Miguel Aguiló recibe el premio de manos de José Luis Ábalos

A la derecha, placa conmemorativa del premio (arriba), y mesa presidencial con Miguel Aguiló, Pedro Saura, José Luis Ábalos, José Trigueros y César Lanza

Página anterior_ José Trigueros, Pedro Saura, José Luis Ábalos, Miguel Aguiló y César Lanza

PREMIO NACIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Relación de premiados 2019- 2001

2019	Miguel Aguiló
2018	Miguel Ángel Losada
2017	Julio Martínez Calzón
2016	Javier Rui-Wamba Martija
2015	Carlos Sanchidrián Fernández
2014	José Calavera Ruiz
2013	Pablo Bueno Sainz
2012	Juan Miguel Villar Mir
2011	Manuel Elices Calafat
2008	Roque Gistau Gistau
2007	Alcibíades Serrano González
2006	José Antonio Torroja Cavanillas
2005	Santiago Calatrava Valls
2004	Clemente Sáenz Ridruejo (fallecido)
2003	Enrique Balaguer Camphuis
2003	José Antonio Fernández Ordóñez (Premio de honor - fallecido)
2002	Pedro Suárez Bores (fallecido)
2001	Javier Manterola Armisén

PRESENTACIÓN DEL MINISTRO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA, JOSÉ LUIS ÁBALOS



Buenas tardes a todos y gracias por asistir a este acto de entrega del Premio Nacional de Ingeniería Civil.

Unos premios que nacieron con el objetivo de reconocer la aportación de una profesión a la mejora social, económica, estética y tecnológica de nuestro país. Un premio que, en la edición de 2019, reconoce la trayectoria de un ingeniero de dilatado prestigio en el ámbito académico y profesional, tanto en la administración pública como en la empresa privada.

Así que mi más sincera felicitación a D. Miguel Aguiló Alonso por su dedicación y contribución a la investigación, formación y divulgación de la ingeniería civil, especialmente en lo relacionado con su estética, historia y paisaje.

Una labor que lleva realizando desde 2009 a través de la Fundación que lleva su nombre y desde la que se apoyan proyectos que pretenden dar a conocer mejor las grandes obras de ingeniería que engrandecen nuestro paisaje.

La Fundación acerca por tanto la ingeniería a la ciudadanía. Y desde el Mitma queremos hacer lo mismo. Queremos que los ciudadanos conozcan las obras que realizamos, pues son ellos para los que trabajamos y nuestros usuarios finales. Por eso comenzaremos a realizar jornadas de puertas abiertas en las obras más significativas que estén en ejecución.

La ingeniería ha tenido un papel fundamental en la transformación de nuestro entorno. Cada fragmento de una ciudad o territorio refleja un trabajo de ingeniería hecho a lo largo de la historia.

Las carreteras, las líneas ferroviarias, los puertos, aeropuertos e incluso la configuración de las ciudades han ido definiendo y transformando el territorio. Todo cuanto hemos construido pasa a formar parte de nuestro paisaje.

La ingeniería y los avances ligados a ella, han ido respondiendo a las necesidades de cada época. Unas necesidades, por tanto, que han ido evolucionando en una sociedad cada vez más exigente y concienciada con el respeto a nuestro entorno y a la necesidad de integrar las infraestructuras en el medio.

La integración ambiental y paisajística, y la búsqueda de la coherencia con el entorno, cobra cada vez mayor peso en los estudios y proyectos de infraestructuras.

Los nuevos tiempos implican nuevas sensibilidades y exigencias. Los ciudadanos ya no demandan infraestructuras a cualquier precio. Demandan sostenibilidad, soluciones de movilidad accesibles, mayor bienestar en las ciudades y garantía de acceso a la vivienda.

Éstas son las necesidades de nuestro tiempo, y satisfacerlas es el reto y el compromiso del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.

Con este propósito venimos trabajando. Tenemos la ambición de que toda la acción política del Ministerio, al igual que sucede con la ingeniería civil, mejore la vida de las personas.

En este sentido, tal y como adelanté la semana pasada en mi comparecencia en el Congreso, las principales líneas de mi Departamento serán:

- La movilidad como derecho.
- La seguridad de nuestras infraestructuras y su adaptación al cambio climático.
- La transparencia y la digitalización.
- El acceso social a la vivienda y una movilidad inclusiva y universal.
- Y el desarrollo territorial y urbano sostenible.

Unos objetivos que se materializan en unas iniciativas y políticas claras, como son:

- La futura Ley de Movilidad.
- La Agenda Urbana Española.

- Y la Ley de Vivienda que contribuya a garantizar la igualdad de todos los españoles en su derecho a acceder a una vivienda digna.

Planteamos la Ley de Movilidad como el marco estratégico que incluye las principales medidas para garantizar la movilidad de personas y bienes de manera eficiente en todo el territorio.

Esta Ley hará que España transite de unas políticas de infraestructuras y transporte propias del siglo XX, hacia una política de movilidad segura y sostenible imprescindible en siglo XXI.

Para ello, implementaremos medidas destinadas a reducir las emisiones, mejorar la conectividad en nuestras ciudades y garantizar la seguridad y la sostenibilidad.

El horizonte que buscamos es el que proyectan las aspiraciones de nuestro país. Queremos menos atascos, menos emisiones, más empleo y mejor crecimiento. Más si cabe si nos referimos a la movilidad cotidiana, y a la configuración del transporte en la ciudad.

No es casual que pongamos la ciudad como marco de referencia en un mundo cada vez más urbano. En España, la población urbana supone un 82 % del total y se concentra solo en el 20 % de la superficie del país.

El crecimiento en las ciudades se ha producido en paralelo a la popularización del vehículo privado, que trajo consigo un sistema de transporte basado en el desarrollo de infraestructuras que posibilitan su uso. Esa dinámica ha configurado el paisaje de nuestras ciudades.



Sin embargo, en estos últimos años el transporte y la movilidad están siendo protagonistas de transformaciones con dos vectores de cambio: la descarbonización y la digitalización.

En este contexto de transformación, la movilidad en las áreas metropolitanas supone un auténtico desafío, a la vez que tiene un papel crucial para lograr ciudades inteligentes más sostenibles.

Debemos ahondar en el enfoque colaborativo entre la administración general, autonómica y local. Por eso, desde el Ministerio planteamos diferentes líneas de actuación encaminadas a lograr una movilidad sostenible y accesible para todos.

Algunas de las medidas que estamos planteando son los planes de empresa de transporte sostenible, así como iniciativas de movilidad compartida y el fomento de los modos de transporte activos a través, por ejemplo, de manuales de Buenas Prácticas que sirvan de apoyo a las administraciones locales.

Medidas que canalizaremos también como parte de la Agenda Urbana Española, de acuerdo con los criterios de la Agenda 2030.

El modelo territorial y urbano por el que apostamos se inspira en el principio del desarrollo sostenible. Un principio necesario para mejorar el bienestar en nuestras ciudades y estrechamente relacionado con la movilidad, la rehabilitación, la regeneración urbana, y la vivienda asequible.

Por lo que respecta a las políticas de Vivienda, debemos recuperar el tiempo perdido para hacer efectivo el derecho a la vivienda digna como un derecho nuclear de nuestro ordenamiento, además de como una herramienta para el desarrollo económico y la creación de empleo.

Con esta intención:

- Vamos a desarrollar un Plan de Rehabilitación con actuaciones de regeneración y renovación urbana y rural.
- Vamos a buscar fórmulas de colaboración público-privadas y movilizar suelo público.
- Vamos a presentar en el Congreso la primera Ley Estatal de Vivienda de la democracia.
- Y este mes publicaremos los resultados del Sistema estatal de índices de referencia del precio del alquiler, para cuya elaboración hemos cruzado millones de datos. España va a tener a partir de ahora uno de los mercados del alquiler

más transparentes del mundo, lo que nos permitirá detectar zonas con incrementos abusivos y desorbitados sobre las que actuar de manera temporal.

Todas estas políticas se encaminan a construir el estado de bienestar del siglo XXI, en el que las infraestructuras y la ingeniería se incluyen dentro de un concepto más amplio de movilidad, que a su vez interacciona con el territorio y nuestras ciudades persiguiendo la sostenibilidad y la justicia social.

Sabemos cómo hacerlo y contamos para ello con magníficos profesionales, ingenieros que, como Miguel Aguiló, hacen de su trabajo y de su vocación un ejemplo y una guía para todos.

Muchas gracias. 🇪🇸

LAUDATIO DE MIGUEL AGUILÓ POR CÉSAR LANZA



Decía Jovellanos en el elogio de su amigo Ventura Rodríguez, que «...si el aprecio que debe una nación a los talentos se ha de graduar por la suma del bien que le grangean, el individuo cuyo elogio habéis fiado á mi voz, será ciertamente uno de los mas justos acreedores a la estimación de nuestra patria».

Estas palabras, que el conspicuo ilustrado pronunciaba en enero de 1788, en la Real Sociedad Económica Matritense de Amigos del País, ciertamente nos suenan trasnochadas por su retórica aparatosa y grandilocuente. Aún así, aciertan a revelar el motivo que da razón de ser a un premio como el que hoy se entrega a Miguel Aguiló: el valor de los actos realizados por el individuo de mérito, por encima de la inteligencia y demás cualidades que le adornan.

No quisiera ceñir mi loa a los aspectos que brillan en el cursus honorum del premiado. Su trayectoria profesional es de sobra conocida en los ámbitos donde él ha ido afirmando y acrecentando reputación y prestigio. Primero, en la Academia, donde su labor magisterial –que conocí de primera mano en el tiempo ya apartado e irredimible de los años setenta– ha servido para poner de relieve la importancia de enseñar a ver y hacer entender la obra de ingeniería más allá del frío cálculo. En segundo lugar en la esfera pública, civil e industrial, ejerciendo responsabilidades importantes en circunstancias no siempre fáciles. Finalmente, dentro de la empresa privada, contribuyendo a la relevancia internacional de uno de los grupos más importantes de nuestro país. Además, sin perder de vista su copioso caudal como escritor.

Pero todo ello seguramente ustedes lo saben bien y en muchos casos bastante mejor que yo mismo. Por ello, no deseo entrar en los detalles concretos de un curriculum vitae con mucho lustre, verdaderamente, pero que no arroja la clase de luz que yo aspiro a proyectar esta tarde sobre nuestro distinguido personaje. Mi intención es presentar a Miguel Aguiló a través de otras vías de aproximación que, más allá de lo curricular, ayuden a situar con propiedad su quehacer personal siguiendo el surco genético de los buenos y grandes ingenieros que ha habido desde la fundación del cuerpo de Caminos a finales del XVIII.

Hablaré en primer lugar –parece inexcusable– de la razón pragmática, un rasgo que a mi juicio caracteriza a Miguel sobremanera. Sin ser un don exclusivo de ingenieros, la insistencia en fundamentar decisiones y actos en la razón, como categoría central de una forma analítica de pensar y hacer las cosas, se reconoce públicamente –aunque no siempre en tono encomiástico– como signo de nuestra condición profesional. Pero la razón que yo puedo apreciar en Miguel Aguiló no se agota en la honesta claridad del sistema cartesiano ni en el recurso al método vigoroso, científico y certero, con que Newton desveló el conocimiento de los fenómenos que suceden en la naturaleza.

En Aguiló uno se da cuenta de que la razón es la base necesaria de una norma cívica de conducta que ayuda a mantener el tipo en tiempos de cambio acelerado e inestabilidades de toda índole, y evitar que el devenir frenético del mundo nos zarandee como a un pelele. Razón pragmática, que es también el fundamento de una acción comunicativa intencional que se proyecta desde uno mismo hacia el mundo, tratando de poner en claro la propia causa, afirmarse y persistir bregando en la maraña de lo contemporáneo e hiperconectado.

Así es como Miguel ha enfocado su profesión, dando por hecho que el ingeniero existe en relación con el mundo, se encuentra íntimamente inmerso en el mundo. Quienes le conoce-

mos sabemos que lo que dice y escribe tiene rigor y no suele pasar desapercibido. Que en el edificio inteligible del mundo que persigue el ingeniero, ordenado por la razón, Miguel Aguiló no baja la guardia, siempre construye y argumenta.

La segunda estría por la que trataré de incidir en lo destacable del pensar y hacer de nuestro premiado, es la de la modernidad. Sus ideas y actitud frente al hecho palpitante de la modernidad. No desde luego entendida como una etiqueta historiográfica, ni tampoco a modo de período cronológico de referencia para estilos constructivos, modelos tecnológicos o arquetipos culturales concretos y en sí mismos delimitados. Aquí se trata claramente de la modernidad como proyecto inconcluso y continuo de una realidad en marcha, siguiendo en ello la estela de Habermas en un sentido más sociológico que puramente filosófico.

Miguel Aguiló vindica la modernidad en lo que tiene de sustantivo o esencial este concepto dentro de la propia ingeniería: su voluntad de transformar mundo y territorio para encarnar positivamente la idea secular de progreso, a pesar de la cautela que procede establecer sobre la dualidad ético-política de este último vocablo a raíz de la experiencia histórica del siglo XX.

No hay duda de que Aguiló es moderno, yo diría que uno de los ingenieros más modernos que hoy pueden encontrarse en este país. Su modernidad sin prefijo se advierte en la propia estructura intelectual que le arma, su conocimiento teórico, juicio y capacidad de evaluación estética. Desde su posición bien enterada frente a los cambios radicales que envuelven a la ingeniería, se manifiesta a favor de la puesta a punto de un entramado crítico capaz de orientar el diseño, de manera que –siguiendo sus palabras– *«la innovación creativa no se despilfarre en caprichosos fuegos artificiales»*.



Es notable la teorización por él emprendida sobre el diseño y sus paradigmas, articulada en torno a las ideas de tipo y forma en la construcción de los puentes. Miguel Aguiló busca así significados y razones para afrontar la tensión que el ojo fino puede percibir entre técnica y creatividad en toda buena obra de ingeniería. Hay en ello una vía de largo recorrido, en su propósito inédita, para poner en lugar apropiado dentro del arca de los métodos de estudio que empleamos los ingenieros. Teoría que fructificará sin duda más allá de los conceptos, para bien de la praxis.

La última de estas tentativas mías de acercamiento al mérito de Miguel Aguiló será glosando su facilidad para moverse por lugares diferentes, algo que se puede entender como un gusto vocacional por lo cosmopolita y mundano. No me refiero a sus muchos viajes en sentido convencional o geográfico, sino a la facilidad casi líquida con la que transita entre dominios y escalas diferentes del conocimiento de la obra pública.

Aguiló es cosmopolita en el arte de concordar lo diverso, lo cual se advierte, por decirlo con un sencillo ejemplo, en su saber pasar con soltura y sin aparente solución de continuidad del mundo de la empresa constructora al Círculo de Bellas Artes, conectando el dominio abstracto de lo técnico y económico al espacio más ameno y elocuente de lo estético y lo cultural. Esta composición polifónica de presencias suyas es empíricamente constatable por quienes le conocemos y no una condición potencial del sujeto o actitud puramente declarativa. Su talante cosmopolita es parte indisociable, como decíamos, de su forma de estar en el mundo.

También quisiera destacar, siguiendo en esta faceta, su pensamiento integrador de la arquitectura como fenómeno que está en relación directa con la ingeniería, conduciendo a una concepción abierta y sofisticada del lugar, compendio de ciudad, territorio y paisaje construido. De ahí su preocupación por desvelar el sentido último y las claves conceptuales del arte de construir, pues más allá de lo que tiene de instrumental y necesario, es decisión y tarea colectiva de hondo alcance político y no solo espacial. Construir la obra pública trasluce un acto de voluntad que Miguel ha sabido colmar de etimologías y arraigarlo, pleno de significado, en la esencia primordial de la condición humana.

Pues bien, expuestos sus merecimientos del modo que mejor veo en él, como han podido escuchar todos ustedes, es momento de que concluya felicitando a Miguel Aguiló por el Premio Nacional de Ingeniería Civil de 2019, que ya es suyo. Debemos desearle felicidad por ello, no solo en el sentido corriente de bienestar anímico o satisfacción personal y familiar, sino recordando especialmente el significado moral que el término tenía para los antiguos; pues en el mundo clásico la felicidad no era otra cosa que la recompensa de la virtud. 🍷

INTERVENCIÓN DE MIGUEL AGUILÓ, PREMIO NACIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 2019



Doy las gracias al Ministro Ábalos por honrar este acto con su presencia, y por mantener este premio que honra a la profesión. Creo que el destinatario de este acto y este premio es, en última instancia, nuestra profesión, que este año me ha otorgado el honor de representarla.

Doy las gracias al Jurado por haberme elegido a mi para hacerlo, entre miles de Ingenieros de caminos, y porque ser jurado suele ser tarea ingrata, pues se trata de anteponer uno a otros muchos que lo merecen de igual modo. Y más aún en este premio, en el que no hay candidatos previos y el propio jurado debe proponerlos.

A ello se suma la dificultad de elegirlo por su trayectoria, que es un compendio de múltiples hechos y situaciones, ocurridos en fechas distantes, y que debe valorarse con unos criterios siempre menos estables que los propios hechos. El anacronismo está siempre al acecho, pues lo que en su día fue un éxito, hoy puede considerarse una equivocación y viceversa.

Doy las gracias a César Lanza por sus lúcidas palabras. Le pedí la glosa porque hemos hecho muchas cosas juntos, ha escrito sobre mis libros y aprecio su buen juicio. Lo que cuenta siempre sorprende y, a la vez, logra que progresen ideas y convicciones de quienes le escuchan. Espero que les haya ayudado a comprender mejor este premio, o que les haya llevado a territorios de mayor profundidad, como suele hacer.

Doy las gracias a los premiados anteriores, pues es un gran honor estar en el puesto 18 de esa lista. He tenido la suerte de tratar a casi todos y de frecuentar a la mayoría. Incluso

he hecho la glosa de dos de ellos y no pude hacer la que me solicitó un tercero, algo que siempre he lamentado.

Recuerdo con un cariño especial a los tres que nos han dejado: Pedro Suárez Bores, José Antonio Fernández Ordóñez y Clemente Sáenz Ridruejo, premiados en 2002, 2003 y 2004. Los tres fueron más que buenos amigos: Pedro presidió el tribunal de mi tesis en la escuela; con José Antonio compartí trabajo y aficiones durante 15 años; y con Clemente emprendí múltiples iniciativas culturales, como la Fundación Ingeniería y Sociedad que presidí durante 25 años desde 1990.

Doy las gracias a los asistentes, pues han logrado abarrotar este auditorio. Creo que he perdido mi anterior destreza en manejar el *overbooking* y tendré que compensarles con una información más cercana, que incluya momentos compartidos. Pero trataré de hacerlo con pocas palabras para aliviar las molestias.

Luego en la copa podré saludaros a todos, aunque debo anticipar una recomendación sanitaria. Hoy es día de besos, abrazos y apretones de manos, pero no querría que nadie recuerde este acto como origen de algún problema de salud. Debemos limitarnos a inclinar la cabeza y levantar nuestra copa, salvo quienes prefieran las atractivas recomendaciones del azote cariñoso o la caricia en cualquier parte cubierta, que circulan por la red.

Doy las gracias a mis jefes, con quienes he tenido una enorme suerte, pues unos me buscaron para trabajar con ellos y otros lo fueron cuando yo estaba allí y me promocionaron. Entre unos y otros, nunca tuve que buscar empleo y alguno me hizo rechazar otras ofertas. En realidad, han sido verdaderos maestros más que jefes, pues sólo a partir de lo aprendido con ellos se puede entender mi trayectoria.

Lo fue el primero, José Antonio Fernández Ordóñez, con quien me fui a trabajar cuando todavía estaba en la escuela y pasé 12 años. Lo es el actual, Florentino Pérez, con quien llevo casi 25, la mitad de mi vida profesional. Entre estos dos grandes Ingenieros de Caminos, hay otros maestros no menos formidables: Ángel Ramos, Ingeniero de Montes y director de mi tesis doctoral, que alentó y promovió mi carrera académica, y Claudio Aranzadi, Ingeniero Industrial, con quien pasé ocho vertiginosos años que cambiaron mi vida.

Pero la trayectoria de una persona, el curso que ha tomado su vida, no es predecible como la de un proyectil, no depende solo del disparo: está llena de quiebros, indecisiones y circunstancias, a menudo fortuitos, aunque casi siempre vinculados a personas concretas. Esos momentos de cambio no son tranquilos, vienen acompañados de sobresaltos y turbulencias, pues requieren afrontar lo nuevo, que como

dice Walter Benjamin, no se encuentra en oposición a lo antiguo, sino en oposición a lo siempre igual.

En mi caso todo fue nuevo y lo recibí con mente abierta y corazón encogido. Cuando empecé, el hormigón pretensado no se enseñaba y muchos ingenieros ni creían, ni entendían ese material, pero debía convencerles de sus bondades y me tocó aprender bajo presión. Cuando pasé de diseñar y construir, a planificar y gestionar, me costó aprender a desenvolverme en política. Poco después, me tocó entender a los sindicatos del metal y de pilotos, que no se parecían en nada, y luego a competir en el mundo entero, para vender barcos, billetes de avión o conseguir un contrato.

Creemos que es preciso aprender para trabajar, nos gusta pensar que una buena formación trae consigo el empleo, pero la vida enseña que se aprende trabajando y que un buen jefe es el mejor maestro. Cuando se cambia de trabajo, empieza un nuevo curso, con nuevos maestros y es importante elegir bien, aunque suele hacerse bajo gran presión.

En este punto debo dar entrada a Carmen, saltándome la regla de mencionar la familia sólo al final del discurso. Desde hace ya cerca de 60 años, ambos compartimos la saludable práctica del apoyo mutuo y constante, por supuesto plagado de interminables discusiones, pero muy valioso en momentos difíciles.

Me ayudó frente al vértigo de ser responsable de una oficina técnica y tres fábricas con 500 empleados, cuando tenía 25 años y me quedaban cuatro meses para terminar la carrera. Yo tenía pocas dudas, pero ella menos, y me contagió una tranquilidad frente a cuanto pudiera ocurrir, que siempre presidió nuestros procesos de decisión.

Años después, su firmeza fue decisiva para superar la incompreensión de familia y amigos, cuando di un salto en el vacío para pasarme al sector público, porque, a raíz del 23F, creí llegado el momento de trabajar para el país.

El siguiente cambio fue algo más turbulento, pues tuve que afrontar una situación difícil. Sabía que en pocas semanas tendría que abandonar el Canal de Isabel II, porque se me exigía algo que no estaba dispuesto a hacer. Dos ex compañeros de la Comunidad que conocían la situación me invitaron a comer para trasladarme la oferta de presidir una empresa pública del INI. La empresa ganaba dinero y querían mejorar su posición competitiva en un sector en alza con una fuerte dosis de innovación y presencia internacional.

Tenían razón, pero yo no me veía en aquella actividad: intuía que no iba a salir bien, aunque no sabía por qué. Se trataba de una empresa de armamento y, sólo después de los postres y ya en el café, encontré las palabras adecuadas

para expresarlo: no sabría como contar a mis hijas de 13 y 15 años que fabricaba granadas y tanques. Logré encarrilar la sobremesa y conseguir que entendieran mi postura: me gustaba la casa, pero no me veía en aquella habitación.

Para ganar tiempo mientras aquello se calmaba, Carmen y yo nos fuimos diez días de viaje y lo pasamos bien en Roma, a pesar de la preocupación y las muchas vueltas que dábamos al asunto. Un mes después, mis amigos volvieron para ofrecerme –esta vez en nombre de Claudio Aranzadi– un puesto más importante, pero más difícil y menos lucido. Se trataba de pilotar la reconversión naval de doce astilleros y 100.000 empleados, como presidente del grupo. No lo dudé ni un minuto.

Doy las gracias a mis compañeros de trabajo pues, además de maestros, hubo más jefes y muchos colaboradores, que, con escasas excepciones, devinieron en amigos. Muchos están aquí y me gustaría nombrarlos a todos, pero no puede ser y prefiero compartir un momento concreto, en el que trabajamos a gusto.

Cuando el Ministro de industria Carlos Solchaga, de quien dependíamos, pasó a ser Ministro de Economía, el entonces presidente del INI, Claudio Aranzadi, ocupó su puesto y Jordi Mercader, mi colega en los astilleros militares, le sucedió en el INI, mientras Antonio Rodríguez Andía seguía como responsable de la División. Con esa cadena de mando tan trabada, la excelencia, o si se quiere la eficiencia, se propagó hacia abajo con amigos tan potentes como Miguel Manchón, Carlos Martínez Albornoz, Pedro Morenés, José Maldonado, Luis Vilches, Antonio Sarabia y tantos otros. Un equipo de lujo donde todos nos promocionamos: uno fue ministro dos veces, cinco fueron presidentes de grandes compañías y otro Secretario del Consejo de un gran banco.

En mi caso, José María Entrecanales me ofreció encargarme de la diversificación de su grupo, pero Claudio y Carlos no me dejaron irme, y tardé varios meses en saber que lo hacían para promocionarme a presidente de Iberia. En una encuesta de la época entre directivos, se trataba del puesto más codiciado de todas las empresas españolas, aunque ni de lejos fue tan estimulante como Astilleros, ni tan bien remunerado como la constructora.

Doy las gracias a mis amigos del mundo del arte, la música y las humanidades, por su constante influencia en esa trayectoria frente a las turbulencias y la novedad de los cambios. Frecuenté ese mundo desde muy joven gracias a mis padres, a mis hermanos arquitectos Juan y José, a mi hermana Paz, investigadora en historia del arte, y al constante impulso de Carmen y muchos otros amigos. No solo he disfrutado con ello, sino que me ayudado a trabajar mejor y a comprender mi profesión.

A muchos de ellos les conocí en mi época con José Antonio, siempre generoso para compartir sus numerosas amistades. Aunque algunos artistas, como Eduardo Chillida, Eusebio Sempere, Lucio Muñoz, Eduardo Sanz o Salvador Vitoria, con quienes compartí tantas cosas, ya nos han dejado, he seguido viendo a sus parejas o a su familia, como a Amalia Avia, Isabel Villar o Marie Claire Decay y tantos otros amigas y amigos que han gratificado mi vida durante muchos años con su arte y su compañía.

Entre las fuentes de esas influencias, debo recordar aquellos viajes de ingenieros en primavera y otoño, realizados durante muchos años. Junto a Álvaro García Meseguer y Alberto Corral que ya nos dejaron, a esos viajes venían Javier Manterola, Julio Martínez Calzón, Enrique Pérez Galdós y el arquitecto Esteban Terradas, con sus parejas Lolacha, Marisa, Rita y Ana, también presentes aquí.

Recuerdo también los viajes de prácticas con los alumnos, tanto de Caminos, con Clemente Sáenz, Florentino Santos y Marisa Delgado; como de Arquitectura con Darío Gazapo, que ya nos dejó, Juan Miguel Hernández León y tantos otros. En todos esos viajes los hilos del arte, la historia, la arquitectura y la ingeniería se entretrejan para generar nuevas ideas, capaces de dar sentido a las obras y lugares visitados.

Entre esos viajes, los de trabajo y los familiares, he debido recorrer centenares de miles de kilómetros y he pasado meses o años en muy diversos lugares, pero siempre trenzando esos tres hilos. Sin ellos, no se puede entender el afán de teorizar la ingeniería y de relacionarla con el arte y el pensamiento que ha presidido mi búsqueda y mis escritos.

Doy las gracias a mis colegas de la Fundación Miguel Aguiló, que alientan ese espíritu de transversalidad, desde su creación hace diez años en el ámbito de la escuela, para investigar sobre el paisaje y el patrimonio construido.

Allí conviven viejos amigos y compañeros, como Santiago González Alonso y Antonio Sarabia, con profesores como Jorge Bernabéu, Patricia Hernández Lamas, Beatriz Cabau y José Antonio Martín Caro, junto a investigadores como Oscar Castro y jóvenes becarios.

Por último, doy las gracias a mi familia, que es quizá lo más difícil. Ya he hablado de Carmen, siempre perfecta y con una carrera profesional larga y meritoria en el Consejo de Investigaciones Científicas. A pesar de que empezó en ciencias y acabó en letras, estudiando otra carrera de por medio, y de un largo y extenuante período en la Moncloa, siempre supo conciliar con la familia. No me atrevo a seguir con la loa, pues –como ayer me decía Juan Barja– su nombre es latino y significa poema y jardín. Sería peligroso que esto pareciera un poema, por el riesgo de meterme en un jardín.



A mis hijas Irene y Ana no les pude dedicar de pequeñas el tiempo que me hubiera gustado y, aunque ahora lo intento, no resulta fácil verlas a menudo. Admiro sus carreras, pero tienen trabajos muy exigentes. Como decía una vieja amiga, ¡qué suerte tienen mis yernos! Juan y Guillermo también trabajan lo suyo y el tiempo que les queda a todos ellos lo dedican a sus cuatro maravillosos hijos. Me conmovió como brillaban de orgullo los ojos de mis nietos, cuando se enteraron de que me habían concedido este premio.

La mayor, Marta, tiene 16 años, es tan alta como yo, le gusta mi ropa y se pone guapa con mis chaquetas y abrigos. A Juan le gusta el baile tanto como el rugby y hay que tener cuidado de que no te estruje con sus abrazos. A Claudia le gusta la música tanto como a mí y el baile tanto como a su primo, pero practica un tipo de baile sincopado que nadie puede seguir. Sandra, la pequeña, juega muy bien al baloncesto, pero lo que más le gusta es el fútbol. Es del Madrid, su ídolo es Florentino y tiene su foto en la puerta de su cuarto, de manera que, cuando voy a darle un beso antes de dormir, me encuentro con mi jefe.

De nuevo, todo se entreteje, pero mañana será jueves y seguiremos trabajando.

Muchas gracias a todos, por su atención. 🍷





COYUNTURA

Algunas notas sobre el tráfico rodado por el

puente de Alfonso XIII de Sevilla

MARCOS
Pacheco

Historiador
Universidad de Sevilla

RESUMEN

El presente artículo pretende mostrar un aspecto, aún desconocido, del primer puente levadizo con el que contó Sevilla. Desprovisto de datos ingenieriles, ya tratados en otras aportaciones, incidimos en un problema diario con el que se encontraron, durante décadas, más los propios hispalenses que los técnicos de la Junta de Obras. Utilizando como fuente principal los medios de prensa locales de la época, hemos podido transcribir algunas de las quejas y problemas que las características del puente de Alfonso XIII suscitaban.

PALABRAS CLAVE

Puente de Alfonso XIII; puerto de Sevilla; río Guadalquivir; historia de Sevilla; puentes levadizos

ABSTRACT

This article intends to reveal a previously unknown aspect of the first bascule bridge built in Seville. In the absence of engineering details, as indicated in previous reports, we shall focus on a daily problem faced for decades by the Sevillian population itself, rather than the technicians of the Junta de Obras, the former Port Works Council. By resorting to the local press of the time as our main source of information, we have been able to unearth some of the complaints and problems posed by the characteristics of the Alfonso XIII bridge.

KEYWORDS

Alfonso XIII Bridge; port of Seville, Guadalquivir River; history of Seville; bascule bridges

Desde su inauguración, en 1926, hasta su “jubilación”¹, acaecida en 1992, el puente de Alfonso XIII ha prestado un importante servicio al puerto y a los sevillanos. Especialmente singular fue su papel como único acceso o salida a la ciudad por el sur desde 1926 hasta 1968, año de la apertura del entonces “puente del Generalísimo” (hoy de Los Remedios). Sin embargo, con el paso del tiempo el crecimiento urbanístico del sector sur, la construcción de nuevas barriadas y la mejora de las conexiones con otras poblaciones cercanas, además de la introducción en masa del vehículo particular en los años sesenta y setenta, pronto hizo que el “puente de hierro”, como popularmente se le conocía, se convirtiera en una pieza clave para las comunicaciones de la capital. A todo ello también debíamos de sumarle el movimiento portuario de camiones, ya que hasta 1962-68, años de la reforma del puente de San Telmo (en el que su tramo móvil quedó inmovilizado e inauguración del ya citado puente de Los Remedios), sus instalaciones se extendían por las dos márgenes desde el puente de Isabel II, o de Triana, hasta la esclusa. Tras el desplazamiento de la actividad industrial aguas abajo, el tráfico entre ambas orillas sufriría un nuevo empuje en 1975 con la inauguración de la dársena del Batán².

Por aquellos años, el Ayuntamiento procedió a desviar la circulación del tráfico pesado por el centro de la ciudad hacia la zona más cercana a los muelles. Desde entonces, aquellos camiones que tuvieran su origen en la provincia de Cádiz y que fueran con destino a Huelva, Extremadura e incluso Portugal, o viceversa, tendrían que pasar través del puente de Alfonso XIII, lo que lo convirtió en un enlace de vital importancia cuya “fatiga” técnica forzosamente fue acentuándose. No olvidemos que sobre el mismo discurría una carretera nacional y que los pueblos del Aljarafe poco a poco también fueron contribuyendo a su desgaste. Hasta fechas tan recientes como 1990, recordemos de nuevo, fue una de las principales vías de comunicación de

la ciudad con dicha comarca y pueblos ribereños.

Para evitar este deterioro, que negativamente gravaba las cuentas de la Junta de Obras de la Ría del Guadalquivir y Puerto de Sevilla, por ser la institución que hacía frente a los costes de su reparación³, además de para aliviar los grandes atascos que en sus dos únicos carriles se producían, el 30 enero de 1984 la delegación de tráfico y transportes del ayuntamiento hispalense decretó la prohibición para el tráfico rodado pesado (aquellos vehículos que excediesen de 8 toneladas) de circular por el puente⁴. Y es que por estas fechas sobre el puente de Alfonso XIII pasaban al orden de 20.000 vehículos diarios, entre ellos más de 3.000 de carga⁵. Para que se hagan una idea de dicha magnitud, en 2010 por el puente del Centenario, que en cierta medida liberó al viejo puente de sus funciones de conexión interprovincial, soportaba un tráfico de 106.434 vehículos por día, siendo 5.300 de ellos camiones⁶.

Debemos esclarecer que el “puente de hierro” se construyó según la normativa vigente de los años veinte, pero a finales de la centuria las condiciones de los vehículos habían cambiado mucho y el tonelaje de los transportes aumentado con el tiempo. La solidez de esta obra de ingeniería estriba, en gran medida, en que fue pensada para sostener también al tráfico ferroviario. Hasta 1965 los vagones cisterna de la cercana refinería Campsa, hoy CLH, ubicada en la margen derecha de la corta de Tablada, atravesaban el puente y la vía existente por toda la margen izquierda, pasando por los muelles de Las Delicias, Nueva York, Turismo, Arenal y la Sal. Desde dicha fecha, en la que se creó un ramal situado junto al muro de defensa que bordeaba el campo de la Feria (Los Gordales), el Tardón y la barriada de los Ángeles hasta llegar al Tapón de Chapina, se permitió aliviar enormemente la circulación de trenes por el mismo, que quedó reservado para maniobras de locomotoras.



Como curiosidad, y a consecuencia de los numerosos cierres que el puente de Alfonso XIII protagonizaba por las entradas/salidas de embarcaciones o averías/repificaciones que en él se llevaban a cabo, el Ayuntamiento tuvo que habilitar desviaciones provisionales para redirigir el tráfico. El ABC de Sevilla del 31 de octubre de 1984 recoge una carta enviada al entonces alcalde de Sevilla, Manuel del Valle, en el que el servicio municipal de parques y jardines del propio Ayuntamiento advertía del “*serio peligro que para el ecosistema del parque de María Luisa supone la entrada de vehículos (...). Dañando el paseo de magnolios, al haberse creado esta vía rápida de salida a la Pasarela*”⁷.

Los sevillanos, especialmente conductores y usuarios del transporte público, serían los más perjudicados por estas distorsiones del tráfico. Transmitirán sus quejas sobre los atascos ocasionados por el puente en numerosas cartas al director publicadas en los medios de prensa locales. En el ABC, en particular⁸, para el 18 de julio de 1964 podemos encontrar la queja de M. F. P., así firmó, en la que comenta que:

*Cuando llegó el autobús al puente de Alfonso XIII estaba abierto para darle paso a un barco que venía muy despacito, a la altura de la nueva Fábrica de Tabacos, y una vez que pasó dicho barco, siguió abierto para que pasaran dos remolcadores que venían detrás, a muy prudente distancia; total, media hora parados a la entrada del puente*⁹.

Por último, y de entre muchas, Nati García Núñez el 3 de noviembre de 1984 comentaba harta ya de los embotellamientos: “*¿Qué le pasa al puente de Alfonso XIII, que trae cola? ¡Si esto parece Chicago en vez de Sevilla! O más bien una manifestación de coches en son de protesta*”¹⁰.

El “puente de hierro”, según las memorias de su ejecución, estaba pensado para puntas de paso de 30.000 cabezas de ganado provenientes de la dehesa de Tablada, pero a principios de los años noventa soportaba cerca de 30.000 vehículos diarios¹¹; todo un claro ejemplo de la dislocación de los planes iniciales y de la evolución de los medios de transporte en la capital hispalense.

Finalmente, y ante el galopante crecimiento del tráfico terrestre y las limitaciones navales que presentaba, se decidió sustituir el viejo puente por el de “Las Delicias”, situado al sur de él y muy próximo. Esta nueva infraestructura es doble, es decir, cuenta con un tramo independiente para el ferrocarril y otro para vehículos por carretera con tres carriles por banda. Al entrar en servicio coincidiendo con la Exposición Universal de 1992, el de Alfonso XIII dejó de prestar servicio, iniciándose un periodo para él de dudas y propuestas.

Finalmente, en 1998 fue desmontado y en 2003 trasladado, por partes, hasta un nuevo emplazamiento con vistas a convertirse en un futuro, pero muy incierto, mirador al puerto de Sevilla. ☹

NOTAS

- (1) Por la construcción, en 1990, del puente levadizo y ferroviario de Las Delicias.
- (2) Inauguración de la dársena del Centenario. ABC de Sevilla, 11/02/1975, p. 1.
- (3) Ahora no es de ella.
- (4) El puente de Alfonso XIII quedará cerrado al tráfico de camiones. ABC de Sevilla, 28/01/1984, p. 48.
- (5) Aprobada la reparación del puente de Alfonso XIII. ABC de Sevilla, 09/02/1984, p. 11.
- (6) Morente, A. El V Centenario soporta el doble de tráfico que cuando se abrió. El Correo de Andalucía de Sevilla, 26/12/2010.
- (7) La entrada de coches en el Parque está dañando los jardines. ABC de Sevilla, 01/11/1984 p. 31.
- (8) Debido a la facilidad para acceder a todos sus números digitalizados y con la facilidad de descargarlos y almacenarlos en formato PDF.
- (9) Digno de estudio. ABC de Sevilla, 18/07/1964, p. 52.
- (10) Los problemas del tráfico. ABC de Sevilla, 03/11/1984, p. 38.
- (11) Para el comisario del Puerto, mantener el Puente de Hierro sería condenar el muelle de Las Delicias. ABC de Sevilla, 18/03/1997, p. 52

REFERENCIAS

- Barrionuevo Ferrer, Antonio. Sevilla: Las formas de crecimiento y construcción de la ciudad. Sevilla: Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla, 2005.
- Del Moral Ituarte, Leandro. El Guadalquivir y la transformación urbana de Sevilla (Siglos XVIII-XX). Sevilla: Ayuntamiento de Sevilla (Biblioteca de Temas Sevillanos), 1992.
- Fernández-Andrade Marín, Carlos (2014). “Puente de Alfonso XIII o de Hierro: un malogrado puente de Sevilla”. En Ruiz de Lacanal, M^a. Dolores (coord.). Buenas prácticas de protección del patrimonio natural y cultural: buena praxis en patrimonio industrial. Sevilla: Universidad de Sevilla, 2014, pp. 87-89.
- Franco, Eugenio Alonso. “El puente de Alfonso XIII”. En Franco, Eugenio Alonso (coord.). Los puentes sobre el Guadalquivir en Sevilla. Sevilla: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 1999, pp. 109-119.
- Rubiales Torrejón, Javier (coord.). Historia Gráfica del Puerto de Sevilla. Sevilla: Junta de Obras del Puerto de Sevilla y Equipo 28, 1989.
- Rubiato, Francisco Javier. Los puentes del Guadalquivir. Madrid: Colegio Oficial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2004.
- Salas, Nicolás. Sevilla y sus puentes. Sevilla: Guadalturia Ediciones, 2009

Puente de Olloqui

Realizado en hormigón armado en 1904 por el ingeniero de Caminos Gabriel Rebollo Canales, para el ferrocarril de vía estrecha de Plazaola (Navarra)



Fig. 1_ Puente de Olloqui sobre el Leizaran ante el caserío. Infraestructura de ferrocarril minero de Plazaola, Navarra. Acuarela de Miguel Antón

GABRIEL Muñoz Rebollo

Arquitecto

RESUMEN

Referente pionero del Hormigón Armado –HA–, Rebollo Canales desarrolla en el puente-arco de Olloqui, sobre el río Leizaran, para el ferrocarril minero de Plazaola a Andoain, una bella traza de arco único, record por su luz de 20 m que abre su ancho al empotrarse en el muro vertical del estribo.

PALABRAS CLAVE

Puente, arco, Olloqui, Navarra, ferrocarril, luz

ABSTRACT

A pioneering landmark in Reinforced Concrete (RC) structures, the Olloqui bowstring arch bridge, designed by Rebollo Canales to cross the River Leizaran for the mine railway from Plazaola to Andoain, constitutes a beautiful single arch section, with a record 20 m span at the time, which opens out at its connection with the vertical wall of the abutment.

KEYWORDS

Bridge, arch, Olloqui, Navarra, railway, span

1 Introducción a las intervenciones pioneras en HA del ingeniero Rebollo Canales

En importantes ciudades de España ejecutó Gabriel Rebollo significativas estructuras en HA desde finales del siglo XIX, colaborando en su inicio profesional con la Sociedad francesa Hennebique. Interviene en el proyecto del puente de 'La Perra'-Mieres, 1897, del Arquitecto Ramón Grotta Palacio, de dos tramos y tablero superior sobre el río Caudal y, tras su fallecimiento prematuro, queda como único responsable de la Dirección de Obra. Con igual patente estructural proyecta y dirige el puente tranviario de 'La Peña'-Bilbao, 1899, de seis tramos y tablero superior, que cruza oblicuo el cauce del Nervión en un diseño curvo de los dos primeros que parten tangentes a la Ría, evitando grandes expropiaciones. Éxito profesional por el insólito trazado y record por el breve plazo de construcción, que se traslada al Gabinete Técnico parisino donde trabajan los compañeros Ribera Dutaste, Zafra, Liñán, y otros técnicos de diversas nacionalidades.

Creada su propia constructora en 1902, la Comanditaria «Rebollo, Estibaos, y otros», proyecta y ejecuta en su patente de Sistema de Armado de Hormigón, sobre el río Ebro la Pasarela de Sobrón-Álava, 1903, de estilo modernista, es contrata del balneario embotellador del 'Vichy Español'; el puente de Oloqui -1904, encargo de la Sociedad Minera del Plazaola; y posteriormente, el también modernista Viaducto San Miguel-Huesca -1912, puente urbano sobre el río Isuela, obra emblemática que se sitúa extramuros tangente a la torre románica y ábside del Monasterio de Las Miguelas, al que incidía perpendicular el viejo puente de tres ojos a demoler, y se orientaba un adjudicado obsoleto 'proyecto-tipo' de sillería, sin categoría y peligroso por su poca luz ante las crecidas. Realizada su estructura en dos arcos triarticulados,



marca un hito del HA en la Ingeniería española, y por tanto en su trayectoria innovadora, reflejada en las Comunicaciones a los Congresos de Historia de la Construcción celebrados en Segovia (2015), San Sebastián (2017) y Soria (2019), y en varios artículos publicados en la ROP.

Oloqui es un encargo de la Explotación Minera Plazaola al Ing. Rebollo Canales, que aplica Sistemas Estructurales de HA como investigador, al ser compatible esta fórmula con la función pública que realiza en este periodo, al ser nombrado oficialmente en Alicante, Director y Facultativo del Puerto de Denia, para las Obras de Escolleras y Bocana. Intervención que ejecuta con material obtenido del peñón de roca, como cantera próxima, y que finalizadas no alteran su trazado en 30 años, que se perfilan ligeramente. Acomete diez años después su intervención en San Miguel en la carretera de la Jefatura de OP de Huesca, subsanando la adjudicación fallida para contactar con la estación del ferrocarril a Jaca, en Sabiñánigo.

Fig. 2_ Trazo del arco único rebajado de Oloqui. El diseño recalca su ensanche en los estribos y las traviesas en ménsula sobre los montantes que forman una 'caja armada' como tablero, protectora en los descarrilamientos. Imagen del autor, 2016

Fig. 3_ Línea Ferroviaria de Plazaola. El río Leitzaran desemboca en el río Oriá, en Andoain, donde empalma el tren de Vía Estrecha con los FFCC del Norte, dejando las ferrerías de Oloqui y Ameraun en el centro. Esquema con escala gráfica



Suspendido el servicio mixto -mercancías y viajeros- que dio en 1914 una segunda vida al primitivo tren minero, prolongado al Cantábrico -Puerto de Pasajes- desde Pamplona, se reconvierte hoy en una turística «Vía Verde» que discurre por quebradas del terreno entre pasos construidos en vigas de hierro en celosía, como El Olázar, que la Empresa Rebollo y Estibaus rehabilita al igual que otras infraestructuras de distintas compañías ferroviarias, como El Bogatell en Barcelona.

2 Original diseño en su innovador sistema patentado por el HA

El boceto del Puente de Olloqui presenta como elemento diferenciador la viga-arco única cuya curvatura rebajada, acomete los estribos ensanchando su sección de forma original en los últimos sextos de su longitud. El arco distribuye linealmente sus montantes rematados en traviesa que vuela por ambos extremos en diseño de doble ménsula que soporta los largueros y forma los andenes laterales que guarnecen la vía.

Infraestructura íntegra del Ingeniero Rebollo Canales cuyo proyecto pionero cita Ribera en sus escritos por ser calculado como puente para locomotoras de 36 Tm en el Sistema de HA, que consigue una resistencia que permitió circular años más tarde a máquinas de 64 Tm -doble potencia y tonelaje- debido al nuevo ferrocarril que en 1914 alteró la línea métrica existente, ampliando el trayecto a Pasajes de viajeros y mineral, transbordando en Andoain a vagones de la Compañía FFCC del Norte.

Coincidentes en Hennebique en los primeros años de iniciación Gabriel Rebollo (promoción de Escuela del '96), los Ingenieros J. Eugenio Ribera Dutaste y Ramón Grotta y Palacios (promociones del '87, y '91) fraguaron una amistad con muestras de afecto al joven Ingeniero, relatadas en 'Puentes de Fábrica y Hormigón de España': «*Mi compañero*», y en el capítulo del libro sobre San Miguel «*De ser junto a mi, preconizador del HA*»; e igualmente cuando expresa referido a Olloqui: «*Consolida su experiencia en el tratamiento de un HA que se comporta perfectamente*».

De mayor interés si cabe, son los escritos de Feliciano Navarro Ramírez y del profesor Antonio Burgos Núñez, ambos Ingenieros de Caminos, que desarrollan ampliamente la obra de Gabriel Rebollo. Navarro describe el resultado obtenido en el control final de la medición de flechas y contraflechas: «*Magnífico por su correcta ejecución*». Y Burgos, en su definitivo libro Los orígenes del HA en España, atestigua: «*La contribución de Rebollo fue especialmente significativa*» pues, «*abriría nuevos caminos diseñando audaces e innovadoras soluciones constructiva para puentes*».

3 Descripción del puente ferroviario de Olloqui, en arco único rebajado

Record por su luz de 20 m Olloqui presenta un Puente con un desarrollo de arco: 21'60 m y sección rectangular: 0'50 m de canto, y ancho constante en su parte central: 1'50 m y variable en sus extremos hasta doblarla: 3'00 m, mostrando una curvatura rebajada de 2'50 m -proporción 1/8- de sagita o flecha. El arco se hincha de los riñones

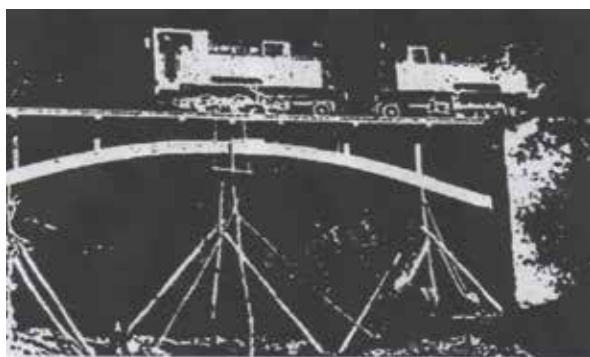
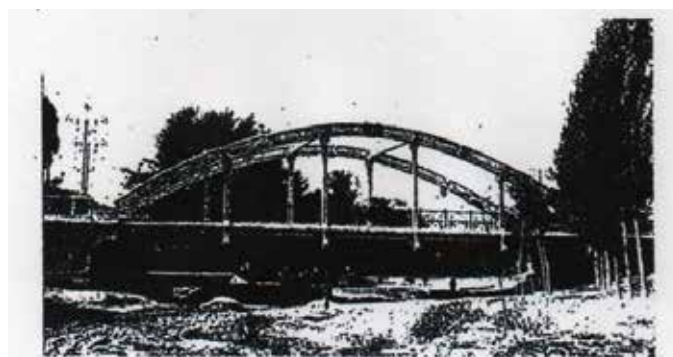


Fig. 5.ª Puente de Atoquin, en el ferrocarril de Andoain a Plazaola

Por otra parte, mi compañero Rebollo ejecutó en 1904, en Atoquin, un arco de 20 m (fig. 5.ª), para el ferrocarril de Andoain a Plazaola, para vía de un metro, que se comporta perfectamente, aunque desde 1914 pasan por él locomotoras de 61 toneladas, en lugar de 36 toneladas que habían sido previstas; lo que es una prueba concluyente del margen de seguridad que ofrecen los puentes de hormigón armado.

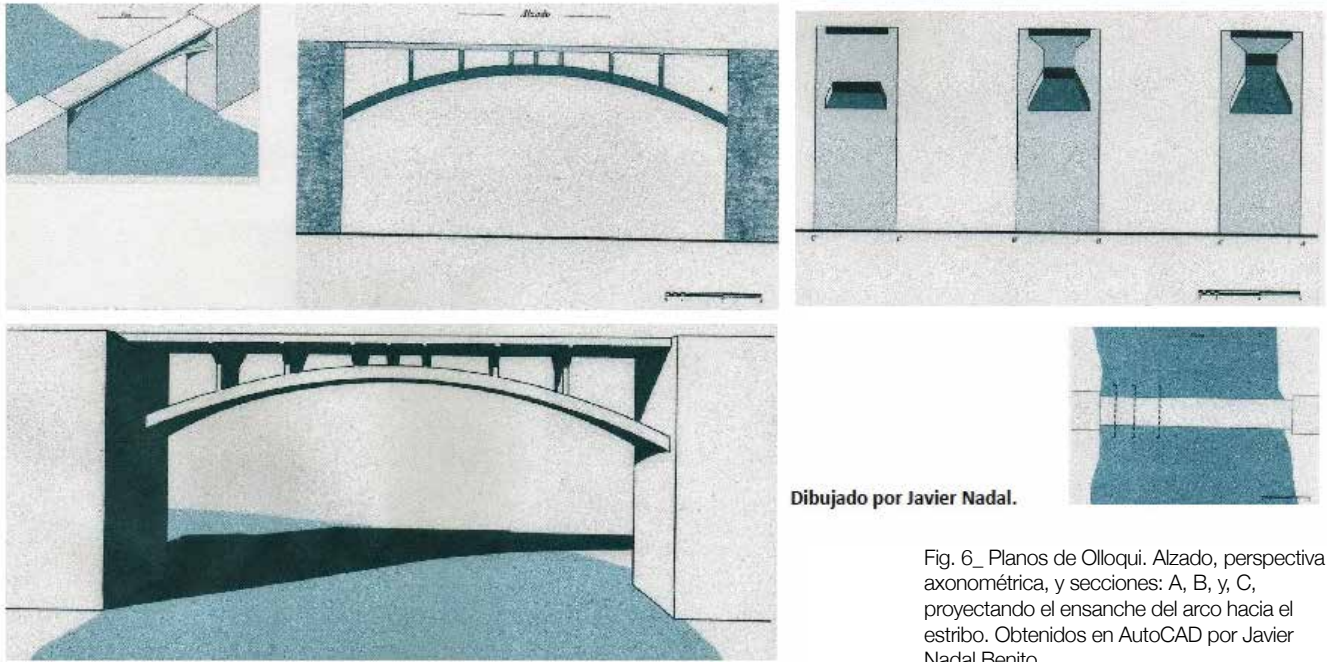


En España, que yo sepa, sólo existen tres puentes con arcos o bóvedas articuladas, todos ellos para carretera. El primero, construido por nuestro compañero don Gabriel Rebollo, fué el de arco parabólico superior representado por la fotografía.

Fig. 4_ Publicaciones de J.E. Ribera. En su Libro y en ROP, 1924, 72, tomo I (2409). Ambas reseñan el interés de los puentes de HA de Olloqui y San Miguel



Fig. 5_ El puente de HA de Olloqui. Imagen con el caserío navarro entre la vegetación y detalle del empotramiento del arco único, que amplía su ancho al acometer el estribo. Fotografías del autor, 2016



Dibujado por Javier Nadal.

Fig. 6_ Planos de Olloqui. Alzado, perspectiva axonométrica, y secciones: A, B, y C, proyectando el ensanche del arco hacia el estribo. Obtenidos en AutoCAD por Javier Nadal Benito

al apoyo de modo continuo, abriéndose en dos curvas cóncavas hasta duplicar su dimensión en el estribo, es decir, desde el montante más extremo hasta penetrar en el paramento vertical, a dos tercios de su altura, lo que reviste gran interés y originalidad.

Los montantes —en forma de yunque alargado— ocupan alineados todo el ancho, enfatizando la ingeniería pionera del FF. CC. por el doble efecto de formar las traviesas cuerpo de un tablero que, muy fino de canto, es apoyo de los perfiles metálicos que lo constituyen, y cuyo remate o borde corona la traviesa y cubre la lámina superior del

tablero, receptor directo de la carga en los raíles de la vía métrica, que acumula los andenes paralelos. Detalle que Navarro relata en su artículo: «Encima del arco están situados los montantes de hormigón armado, que tienen el ancho del arco y 0'20 m de espesor, estando distanciados 2'60 m»; y continúa: «sobre estos, descansan largueros, también de hormigón armado, separados 1'10 metros, y que sostienen una caja de hormigón armado con flejes que se rellenan con balasto, sobre el que insertan las traviesas y los carriles». Añadiendo que «los andenes volados sobre ménsulas que forman cuerpo con los montantes».

Los montantes son de igual sección y de altura variable en su dado o base, según su separación respecto la clave, desapareciendo bajo ella, asentándose solo la traviesa en ménsula y creciendo progresivamente los contiguos al acercarse al estribo, según la curvatura rebajada del arco, en un reparto de las cargas que inciden en el momento que produce la traviesa según dista del apoyo.

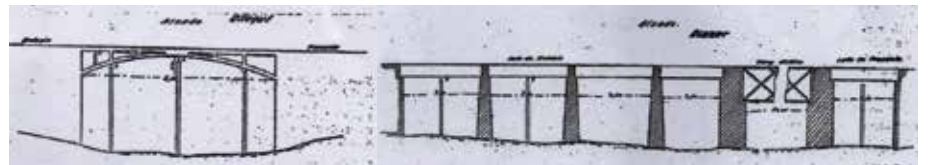
El puente de Olloqui se sitúa en un paisaje natural, que complementa su dibujo y su estética, de clima duro y húmedo del Norte de España y exuberante vegetación, al que resiste y mantiene su es-



Fig. 7_ Vía Verde del Plazaola. Plataforma del Puente de Olloqui, sin balasto, a la entrada del túnel, a la que los caminantes se asoman a admirar el Leitzarán, que vadea la calzada del Puente Viejo de piedra de tres ojos, camino rural de Elduain a Zubizar, con sus tajamares y poyetes. Entrecruzado por el talud de la vía del ferrocarril de HA, una galería a cota más baja une ambos puentes como vértice de un triángulo



Fig. 8_ Croquis de los Puentes de Olloqui y de Olazar para la prueba de carga. Esquemas rotulados, y acotados, con puntales para el Control de flechas y contraflechas. Artículo de F. Navarro en la ROP (1904)



estructura. El puente aparece como antesala de un túnel del trayecto del Plazaola que discurre entre montes siguiendo el curso del río Leitzarán para desembocar en el río Oria 11 km después, en Elduain. Por allí transitan los senderistas de la «Vía Verde» que observan asomados a su barandilla un bello paraje sin saber con certeza que bajo ellos se esconde una obra inédita de la ingeniería que *«merece un rodeo»*, como dicen las guías turísticas, para apreciar el entorno que forman en su encuentro los puentes de piedra y de HA, cerrando con el río este espacio histórico.

4 Artículo en la ROP del 12 de enero de 1905 del ingeniero Feliciano Navarro Ramírez

Firmado un año antes (octubre de 1904), se publica bajo el título «Puentes de Hormigón Armado», aportando Na-

varro datos muy válidos que compensaría como un «método de construir» en base al nuevo Puente de Olloqui, valioso proyecto de su compañero Gabriel Rebollo, que incluye también la modificación del Puente de Olazar en la misma Línea y Empresa, la Rebollo & Estibaús, cuyos tramos metálicos procede a sustituir por vigas rectas de HA.

Valiosos croquis e imágenes de ambas obras que recopila el articulista y divulga con su *«aplausos a la empresa por sus métodos constructivos»*, junto a la literatura del *«histórico tren de Plazaola»* que investigadores y analistas del transporte e infraestructuras del ferrocarril –trazados, estaciones, material móvil, pasajeros– reúnen en una iconografía de aspecto técnico de la construcción del ferrocarril minero.

Del mayor interés son las pruebas y controles de resistencia positiva del

puente recogidas en el Acta Formal de Entrega –Recepción de Obra– a la constructora, suscrita por los contratantes, cuyo conocimiento de tablas y gráficos resulta fundamental como garantía y mantenimiento para la Ferroviaria.

Publica Navarro en el artículo los alzados para la prueba de carga, señalando cotas, luces y rebaje del arco, numerando «cuatro puntales verticales colocados de tierra al arco», y dentro del arco bajo la sujeción al tablero como estructura auxiliar de madera, indica con exactitud dónde se realiza la medición de las deformaciones –instantáneas o permanentes– al paso de locomotoras en movimiento o detenidas, trasladando los datos al Cuadro Oficial de Pruebas. No pertenecen por tanto a la cimbra de sujeción del arco, cuyo hormigón, fraguado muy anteriormente después de su

vertido, entró en carga a los 28 días, estando listos para medir con el flechímetro la distorsión causada; acotando igualmente la comba del arco al señalar en la luz del puente su cuerda, y definir la proporción exacta del segmento –sagita–.

El proceso estructural de Olloqui, en imágenes de la época, se define con claridad en el transcurso de la obra. En la fig. 10 la cimbra del puente en su inicio: a) del fondo del encofrado, con la forma original del arco ensanchado en sus extremos a partir del último tercio. Hacia los apoyos se aprecia el andamiaje correspondiente al dibujo del croquis, que ensambla la carpintería de armar aun sin costados, preparada para empotrarse en el estribo a construir en la roca viva excavada del monte. Al fondo, aparece la bocaneta anexa, también cimbrada. El arco bajo el tablero en la imagen b) refleja

las traviesas en ménsula remate de los montantes en el fino canto del tablero, incorporando operarios que desmontan la construcción auxiliar de un arco iluminado en toda su curvatura para instalar los aparatos medidores de control.

El Hormigón Armado es poco conocido por la sociedad y los gremios de la época, según el Ingeniero Navarro, pues descubierto por Joseph Lambot en 1855, que expone en París su ‘casco de barco en HA’, extendió «su aplicación en los puentes, a gran escala» desde 1895, como consecuencia del adelanto científico que considera las ventajas de solidez y economía del nuevo invento ante los materiales utilizados hasta la fecha por «las distintas casas constructoras que muestran con sus proyectos y obras esta verdad inconcusa».

Especificando obras del movimiento moderno, dignas del conocimiento de las vanguardias, al señalar Olloqui: «En la línea férrea de Andoain a Plazaola, recientemente inaugurada, se han probado puentes en HA, unos en tramo recto, y el más importante, en arco de 20 m, con rebajamiento de 1/8, primero en España de esa longitud»; y continúa: «Construido por la casa ‘Rebollo y Estibaús’, proyecto del distinguido Ing. Gabriel Rebollo Canales, del cual he solicitado datos y antecedentes sobre el puente en arco, por poner de manifiesto esta obra que considero como un gran paso en la explotación y ejecución del ferrocarril», insistiendo en su importancia: «Si se convierte en realidad el futuro plan de ferrocarriles secundarios, imprescindibles en este país, faltaría de medios rápidos de comunicación».

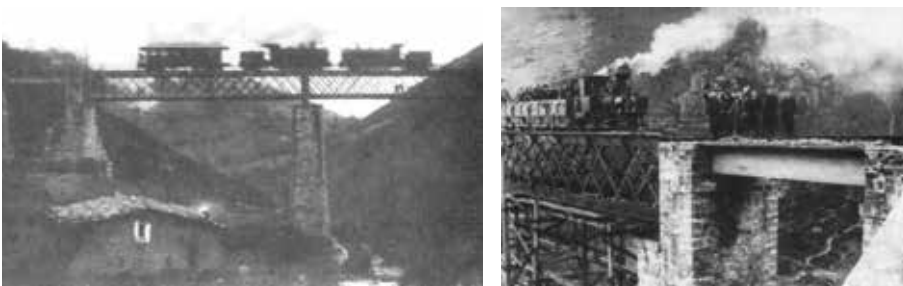


Fig. 9_ Puente de Olazar del Plazaola. Tramos sustituidos en HA por la Empresa de Rebollo y Estibaús. Vista de la viga -con Ingenieros y Laborantes- al paso de la locomotora en el control de flechas. Fotografías de época

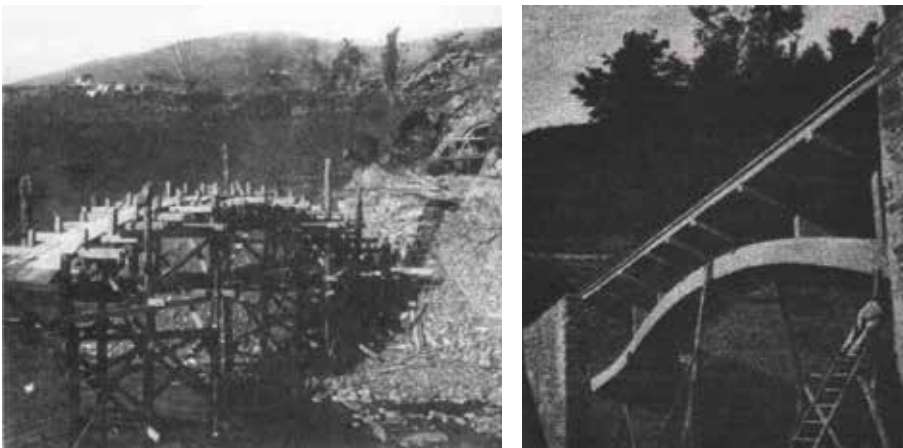


Fig. 10_ El nuevo Olloqui en fase de construcción: presentando la cimbra con el fondo del encofrado; la traza del arco rebajado en su curvatura penetra ensanchado en el macizo del estribo, en un falso efecto de su curvatura

5 Pruebas de control con el flechímetro de Berthelemy registradas in situ

Procedimiento de cálculo y ejecución sobre la interesante tipología del Puente de Olloqui para formular la fundamental viga-arco, dejando las flechas para el Acta de Pruebas, como señala Navarro: «En los arcos, la armadura es simétrica y resiste especialmente al momento flector, mientras los empujes y esfuerzos cortantes están resistidos por la masa de hormigón y nuevas armaduras en caso necesario independientes de las que equilibran la flexión»; aclarando más su funcionamiento: «Si los arcos van empotrados, se logra este empotramiento por medio de zapatas de suficiente amplitud para que el empuje en el arranque pase siempre por su tercio central y la presión en la fábrica del estribo quede inferior a su trabajo práctico».

Circunstancia perceptible en Olloqui, pues su arco incide en los estribos en dicha proporción, trabajando con la masa que resta hasta la cota del tablero. En el puente San Miguel, Rebollo implanta ocho años después la articulación en HA, extendida o practicada solo en puentes de hierro, que si bien Ribera proyectó, nunca construyó en HA, indicando Navarro: «En los arcos articulados de ventajosa aplicación en gran número de casos, la sección del arco la hace variar con el movimiento flector, y las articulaciones, bien son de fundición la rótula y cojinetes, siendo de HA las placas de apoyo, o se constituye con placas de plomo»; y «en todos los casos, relaciona las secciones de hormigón y armadura a fin de obtener el mínimo de coste».

El precio era un parámetro importante para introducir el HA en el mercado de la construcción. Los preconizadores del Sistema eran empresarios competitivos que acudían a las licitaciones resolviendo

obras problemáticas ya adjudicadas –incluso comenzadas– con soluciones arcaicas u obsoletas, a las que la nueva ingeniería daba modernidad y elegancia artística.

Los contratos ofertados por Rebollo contenían resoluciones rápidas, económicas y durables, sin prácticamente mantenimiento, con una concepción práctica del diseño más innovador que lo contratado por el cliente a otra constructora: un proyecto redactado con mayor esfuerzo intelectual con un moderno material –el hormigón– de excelente comportamiento ante inclemencias del clima, seguro ante el riesgo de incendio y de precio y plazo mínimos en la ejecución.

El tiempo o periodo de construcción de la obra es un parámetro crucial, en el que incide Navarro al alcanzar Olloqui «un auténtico record», y tratarse de fechas invernales desfavorables para el fraguado del hormigón y de crecidas



Fig. 11_ Labor de campo de Ingenieros, Ayudantes y Sobrestantes que proceden en la obra pública al estudio del terreno, toma de muestras y datos y posterior replanteo in situ de lo proyectado. Carné oficial del Ing. Rebollo Canales, que asumió en Olloqui la labor creativa y tecnológica. Boca-túnel donde los técnicos inician la visita de obra en una vagoneta tirada por un mulo



Fig. 12_ Dos imágenes actuales del arco en su desarrollo y del estribo, mostrando ambas detalles de su esbeltez y de la construcción de los montantes y travasas en ménsula, en su diseño y ubicación

ESTRIBOS	AMPLIFICADOR DEBIDO		ALICATADO METRICO	OBSERVACIONES
	Módulos			
Primera	Núm. 1. Flecha	0,5	1,0	Colocado en el eje longitudinal del arco.
	2. Contraflecha	0,5		
Segunda	1. Flecha	0,5	1,0	Idem 11. 10. Centro inscrito arista izquierda del arco. Eje longitudinal del arco.
	2. Contraflecha	0,5		
Tercera	1. Flecha	0,5	1,0	Idem 11. 10. Centro inscrito arista izquierda del arco. Eje longitudinal del arco.
	2. Contraflecha	0,5		
Cuarta	1. Flecha	0,5	1,0	Larguete izquierdo cabeza inferior. Eje longitudinal del arco.
	2. Contraflecha	0,5		

Quinta	1. Flecha	0,5	1,0	Eje longitudinal del arco. Centro inscrito arista izquierda del arco. Eje longitudinal del arco. Idem 11. 10. Larguete izquierdo.
	2. Contraflecha	0,5		
	3. Flecha	0,5		
	4. Contraflecha	0,5		
Sexta	1. Contraflecha	0,5	1,0	Eje longitudinal del arco. Centro inscrito arista izquierda del arco. Eje longitudinal del arco. Idem 11. 10. Larguete izquierdo.
	2. Flecha	0,5		
	3. Contraflecha	0,5		
	4. Flecha	0,5		

Fig. 13_ Tabla de pruebas tomadas por el aparato amplificador. Datos en puntos distribuidos según el croquis de cargas o peso de locomotoras-ténderos –dos estáticas de 28 Tm o móviles cruzándose a 30 km/h- que muestran que el comportamiento del Sistema HA es asumible por la calidad de los componentes y por la ejecución

del Leizaran con grave peligro de la cimbra: «Este puente fue ejecutado en el plazo de 25 días, y con ser notable este corto lapso de tiempo empleado es su ejecución, lo es todavía más si se tiene en cuenta que la época en que tuvo que comenzarse fue en diciembre, es decir, la época peor del año, no solo por los temporales constantes que en esos meses del año suele haber, sino por las pocas horas de trabajo que esos días dan, pudiendo asegurar que hecha la obra en otro tiempo, se hubiera podido ejecutar en quince o veinte días»; y «dato elocuente sobre las ventajas del HA, pues dudo mucho que de ejecutarse un puente como este con otros materiales, inclusive la madera, pudiera hacerse en tan breve plazo».

Las dimensiones del proyecto y el cálculo y dosificación se describen comprobando su cálculo: «Los coeficientes de trabajo admitidos son bastante reducidos, tanto para el hormigón como

para el acero, y en el cálculo de los diversos elementos de la obra se ha comprobado que dichos materiales en todo caso, soportarán cargas unitarias aun superiores a los coeficientes fijados de antemano»; y señala las cantidades de la pasta: «No obstante el pequeño trabajo que el hormigón desarrolla, se ha fabricado con gravillas y arenas de elección, que fueron lavadas, dosificándose la cantidad de cemento puro por metro cúbico de hormigón, lo que se hizo por ensayos directos sobre el volumen de huecos de la mezcla de gravilla y arena. Tipo medio de dosificación: - 900 litros de gravilla de 0m,01 a 0m,03 de diámetro. - 350 a 400 litros de arena de grano grueso. - 280 a 320 Kg de cemento Portland artificial de Rezola. Análoga a las que facilita Mr. Carlut en 'Cementos y Cales Hidráulicas'».

Sobre el cemento y la armadura de rieles nuevos continúa el Ingeniero ha-

ciendo para los arcos hincapié en el tipo de acero Besemer-Vignole de 15 kg, pues señala que si bien el criterio del Sr. Rebollo: «Hubiera deseado rieles simétricos de tipo inglés», dadas las dificultades tuvo que adoptar los existentes en España, admisibles en el Control de Calidad de flechas y contraflechas en medición menor de 1'5 milímetros del 'Flechímetro de Berthelemy', lo que explica cien años después su buen estado de conservación, por el correcto diseño y cuidada ejecución: «Al cesar las cargas, las reacciones fueron instantáneas y absolutas, volviendo al cero todas las agujas de los amplificadores. No pueden ser los resultados más satisfactorios». Se congratula en el epílogo Feliciano Navarro de los favorables controles de Olloqui, despidiéndose efusivamente: «Siéndome muy grato consignarlo, por tratarse de Ingenieros españoles los autores del proyecto y ejecución».

Fig. 14_ Olloqui. El caserío situado junto al puente del tren y su casero. La Ferrería, los hornos con sus anteparas –bocas de acceso– en proceso de limpieza y restauración cercanos a la presa de piedra (de mediados del XVIII), anteriormente represa de madera. (Fotografía del autor, 2016; y de X. Cabezón, 2006)



Fig. 15_ Esquemas a escala gráfica del cruce del camino de Elduain a Zubizar con el nuevo puente de HA en los meandros del río que enlazan los distintos sectores: caserío; complejo de ferrerías, ramal ferroviario, canal de lavado, represa, fábrica de papel y central eléctrica

6 Entorno preindustrial de la ferrería y otras construcciones mineras

El Leitzarán, además de contribuir a la faena agrícola de la pedanía, da lugar al atravesar el Valle de Olloqui a un incipiente complejo preindustrial apoyado en la explotación minera de Plazaola (fig. 16). Caminos empedrados y pasos rurales entre los caseríos próximos; puente del FF. CC. en hormigón junto al apeadero y su ramal –vía muerta–; hornos y fraguas de la ferrería; canales de agua para la fábrica de papel; y central eléctrica tras la represa y el estanque. Auténtico “parque temático” con eje en el tren minero que el bosque posibilita de agua para lavado de mineral y sumi-

nistro eléctrico, y de combustible para los hornos, con espacio para verter la escoria. Mapas e imágenes del histórico Plazaola recopilados de folletos y sitios web que dibujan el área en cinco Ha: vía (en color tierra), túnel (en gris claro); camino y puente de tres ojos a Zubizar (tierra estrecho) y río (azul); otros lugares de peor acceso: galería minera y cabañerías.

‘Ollakiegi Biskai’ completa a la ferrería como elemento principal (color rosa); al embalse y al canal de lavado del mineral, con la represa y la central eléctrica para obtener fuerza (verde); a la estación con vía muerta o ramal de 120 m para la manufactura, emplazada 280 m al sur (gris fuerte); y la fábrica papelera que aprovecha los servicios comunes.

El caserío aceptó fotografiarse y explicó los avatares de la decadente zona de extracción clausurada hacia 1860, y cuya presa para el canal de lavado del mineral (h. 1740) dota de un funcionamiento moderno por gravedad cimentada sobre estructura de madera clavada al suelo, macizada con piedras –sin anclar al estribo– directamente a la roca, a Carponea y Olamia (ferrería y papelera).

El grupo Burdina Taldea (2012) aseó cuatro anteparas del bloque de hornos, de meritorio y reconocido valor histórico. El tren minero continuó un siglo más cumpliendo su función industrial (sobre histórico ferrón del señor de Berástegui, Don Lope Sánchez, 1415, en privilegio concedido 50 años después a la explotación por Enrique IV de Trastámara –en



Fig. 16_ Fotos antiguas de Olloqui. Caserío. Nuevo puente del tren a Andoain, a cota elevada. Y represa de la Ferrería. (Sitio web de Amigos del Ferrocarril

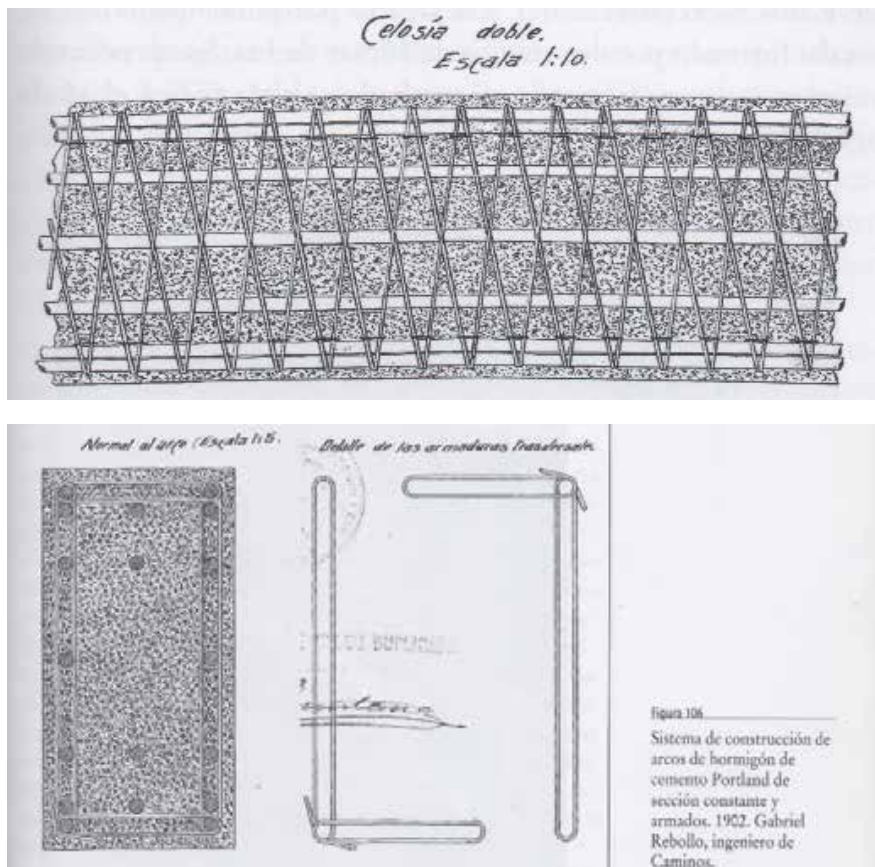


Fig. 17_ Planos de la armadura de las vigas de hormigón. Patente de G. Rebollo para las estructuras de sus puentes: celosía doble, normal al arco y transversal, de 1902. (Señaladas en el Libro de A. Burgos. Orígenes del HA. CEDEX)

información de Xabier Cabezón, 2006)–. Trabajos sobre el Plazaola desde su inicio hasta la conversión en tren mixto que dan idea de la misión correctora de los problemas detectados y que Rebollo ofrece en su proyecto en HA como solución idónea para subsanar las condiciones obsoletas del puente metálico, marcando el hito innovador en su tablero y el record de su luz en su arco.

El ing. de Caminos Burgos Núñez deja importantes referencias de la producción de Rebollo Canales, haciendo historia de las licitaciones y obras de Estada y del acueducto de Losa, y define Olloqui como «*el más señalado de la vía férrea*», incluyendo modelos del Sistema Patentado del HA –fig. 18– de gran interés por su valoración y exposición en la Arquería del Mº de Fomento, en la que el CEDEX presentó un valioso plano histórico y maqueta, por ser «*especialmente significativa la contribución de Rebollo diseñando soluciones constructivas audaces e innovadoras*».

7 Un paraje «con encanto» en la reconvertida «Vía Verde» del Plazaola

La historia del tren minero del Plazaola, al aprobarse la Ley de marzo de 1908 de los 'Ferrocarriles Secundarios y Estratégicos', pasó por una operación mercantil-gubernamental al ser ampliado a Pamplona y alcanzar Lasarte desde Andoain. Operación económica con garantía del 5 % de interés del capital invertido, cambió la perspectiva de la concesión a Francisco Hormaechea de la vía métrica, permitiendo a los yacimientos de hierro de Berástegui trasbordar la exportación en Pasajes. La Sociedad Anónima Leizarán solicitó al Mº de Agricultura, Industria, Comercio y OP autorización en septiembre de 1904 para circular de Plazaola a Leizarán con viajeros, pero años después, en 1907, quebró al constatar que los tráficos de material y personas, atendidos en coches mixtos, no eran rentables.



Fig. 18_ Cartel publicitario, en un intento de rentabilizar la línea San Sebastián-Pamplona. Maqueta en Meccano del Puente de Oloqui, contemplando el paisaje de la 'vía métrica' del Plazaola. Realizada por JA. Alario, Ing. Industrial



Transferido a la nueva Concesionaria Minera Guipuzcoana logró años después (1911) el empalme de la línea en Amara con Ferrocarriles Vascongados (1914), pero ante la competencia de los autobuses por carretera tampoco se rentabilizó económicamente.

En el verano de 2016 recorrí junto a un compañero la Vía Verde del Plazaola para estudiar la zona y realizar un reportaje fotográfico. Tras el túnel adyacente al Puente de Oloqui se abre un privilegiado enclave visible desde la barandilla del tablero de hormigón construido hace más de un siglo, admirándose el caserío que el cauce fluvial separa del fantástico rincón que la antigua calzada con el moderno ferrocarril forma en triángulo equilátero. El río Leitzarán fluye bajo los puentes de piedra y de hormigón, conectado el hierro de los raíles fundido a fuego en los hornos con la fuerza del agua represada, mientras bajo el talud ferroviario un paso en galería vertebrada a distinta cota la accesibilidad de los puentes en un intrincado rincón favorecido por la belleza natural de la geografía norteña. ☺

REFERENCIAS

- Burgos Núñez, A., (2009). Los Orígenes del HA en España, pág. 371-378. Mº de Fomento, Cedex-Cehopu.
- Cárcamo Martínez, J., (2012). Patrimonio industrial en el país vasco. Fábrica Ceres. Col. Aparejadores y AT de Vizcaya.
- Casas Gómez, A de las., (2012). Andalucía; Guía de Obras Públicas. Colegio de Ing. de Caminos.
- Congresos de Historia de la Construcción. Se presentaron: San Miguel, en Segovia (2015); Sobrón, en San Sebastián (2017); y Oloqui, en Soria (2019).
- Ferrer Marsal, J., (1999). El Puerto de Denia, una ilusión de progreso. Generalitat Valenciana.
- Martín-Nieva, H., (2000). La introducción del HA en España: las primeras patentes registradas en este país. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- Navarro Ramírez, F., (1905). Puentes de Oloqui y Olázar, tomo 12 -1-05, y Puentes de hormigón armado. Revista de Obras Públicas 53, tomo I: 9-12.
- Navarro Vera, JR., (2001). El Puente Moderno en España, 1850-1950. La cultura técnica y estética de los Ingenieros. Tomo II. Fundación Juanelo Turriano.
- Peel, C. y Vique, L., (2009). La imagen del hormigón armado ¡HA! 1893-1936. Mº de Fomento.

- Ramos Gorostiza, y Martínez Vara, (2008). Las ideas económicas de los Ing. de Caminos: La ROP (1853-1936). Págs. 27 y 28. Universidad Complutense de Madrid.
- Rebollo Canales, G., (1901). Construcciones de hormigón armado sistema Hennebique. Revista de Obras Públicas, 48, tomo I -1340: 197-200; y otros.
- Muñoz Rebollo, G. La Revista de Obras Públicas publicó artículos sobre San Miguel, ene-2017, y Sobrón, ene-2019.
- Ribera, J. E., (1925-1932). Puentes de Fábrica y Hormigón Armado. Fundación Juanelo Turriano.
- Rocha Aranda, O. da (2009). El modernismo en la arquitectura madrileña. C. S. de I.C.
- Romero Muñoz, D., (2012). Comisaría exposición 'Puentes Arco en España'. CEHOPU. Sala "La Arquería de Nuevos Ministerios". Mº de Fomento
- Sáez Ridruejo, F., (1983). Los primeros ingenieros de caminos (1799-1839). Los fundadores del cuerpo. Revista de Obras Públicas, 130, (3213): 369-378.
- Sáez Sanz, A., (2012). Artículo 'Gabriel Rebollo y sus Puentes norteños'. Catálogo Expº. 'Puentes Arco en España'.
- Sesar Pérez, R., (1998). Arxiu del Port de Denia (1836-1969). Ayuntamiento de Denia.

listos para la revolución de los recursos



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

www.suez.es



CIENCIA Y TÉCNICA



Análisis espacial urbano

del asentamiento informal Van Van-Venceremos con el uso de los Sistemas de Información Geográfica

ARQ. HANCEL
Rodríguez Selpa

Departamento Municipal de Planificación Física,
Palma Soriano,
Santiago de Cuba (Cuba)

DRA. ARQ. MARITZA
Espinosa Ocallaghan

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

ARQ. CRISTINA HELENA
Licea Álvarez

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

DRA. ARQ. GRACIELA
Gómez Ortega

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

RESUMEN

Las deficiencias en los mecanismos de gestión de los asentamientos humanos informales y la desactualización en la información urbanística, contribuyen a la proliferación de los problemas ambientales existentes. El objetivo de esta investigación es implementar un Sistema de Información Geográfica para el análisis espacial del asentamiento Van Van-Venceremos localizado en Santiago de Cuba, lo que contribuirá a su diagnóstico efectivo, monitoreo y desarrollo urbano sostenible. La metodología aplicada cuenta con dos fases: la estructuración, en la cual se definen las variables agrupadas en temas; la explotación, en la que se ejecuta la herramienta digital mediante consultas simples y complejas.

PALABRAS CLAVE

Sistema de Información Geográfica, análisis espacial urbano, asentamiento informal, sostenibilidad

ABSTRACT

Deficiencies in administrative mechanisms regarding informal human settlements and a lack of updated town-planning information, contribute to the prevailing proliferation of environmental problems. The object of this investigation is the introduction of a Geographic Information System for the spatial analysis of the Van Van-Venceremos settlement in Santiago de Cuba, which will contribute to its effective diagnosis, monitoring and sustainable urban development. The applied methodology consists of two stages: structuring, in which the variables grouped by subject matter are defined; and operation, in which the digital tool is executed by simple and complex queries.

KEYWORDS

Geographic Information System, spatial analysis, urban, informal settlement, sustainability

1

Introducción

“La mitad de la humanidad, aproximadamente unos 3.500 millones de personas, viven en ciudades, de ellos 828 millones habitan en barrios marginales” [1]. “Un planeamiento territorial acorde al crecimiento del número de pobladores, en vez de dejarlo a la acción espontánea de los inmigrantes, puede contribuir a evitar nuevos asentamientos carentes de infraestructuras” [2]. No obstante, para lograr un resultado satisfactorio, próspero y sostenible a largo plazo, se hace imprescindible el conocimiento de datos urbanos específicos.

El desarrollo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) a nivel mundial ha favorecido en gran medida el proceso para la obtención de datos [3]. Las herramientas como los DRONES y las técnicas de mapeo interactivo en tiempo real, son solo algunos de los avances más significativos en el campo, lo que ha promovido el uso del Big Data como fuente de datos prácticamente inagotable [4]. El surgimiento de conceptos urbanos como las *smart cities*, basados en el uso de las tecnologías de avanzada para alcanzar ciudades con un alto grado de desarrollo y resiliencia, constituye uno de los mayores avances en el campo de la documentación de espacios urbanos.

En la región de América Latina y el Caribe se observa una falta importante de datos de calidad y una deficiencia particular en la recopilación de información acerca de los asentamientos humanos informales [5]. La implementación de la Nueva Agenda Urbana (NAU) en América Latina y el Caribe a partir del desarrollo del Plan de Acción Regional (PAR), pretende impulsar el uso de tecnologías que permitan la revisión y el monitoreo de los asentamientos. Países como México han alcanzado un gran avance en este sentido, aplicando el Índice de Ciudades Prósperas (CPI) en casi todas las ciudades. Cuba, por otra parte, ha creado estrategias como el Plan de Acción Nacional para la implementación de esta iniciativa global (actualmente en proceso de ejecución); y para el monitoreo de sus avances se apoyará en el uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) [6].

La ciudad de Santiago de Cuba cuenta con 57 asentamientos informales, que representan una población ilegal de 12781 personas [7]. Van Van-Venceremos es uno de los primeros asentamientos informales surgido a principios de la segunda mitad del siglo XX, emplazado hacia la zona sur de su bahía. En él se observan insuficiencias en la información urbanística actualizada lo que impide trazar acciones para erradicar la insalubridad y otras problemáticas ambientales. Es por ello que la investigación plantea implementar un SIG como herramienta para el análisis espacial del asentamiento, lo que

contribuirá a optimizar la gestión de información y garantizar un diagnóstico efectivo, monitoreo y desarrollo urbano sostenible.

2

Materiales y métodos

Por la actualidad del trabajo, no se conocen en Cuba, estudios prácticos con la aplicación de los SIG para el análisis de asentamientos informales, específicamente con el empleo de la herramienta Quantum GIS (QGIS). Teniendo en cuenta los referentes conceptuales y bibliográficos en la temática fueron examinados diversos instrumentos metodológicos, entre los que se destacan: Fornet (2006) [8], Bello (2013) [9], Torregroza (2014) [10], P. V., M.R. Delprino (2017) [11]; el estudio que se muestra, se acomete atendiendo al procedimiento planteado por Bello (2013), donde las variables empleadas y resultados obtenidos, resultan claves para análisis urbanos.

El análisis espacial del objeto de estudio, se basa en la adaptación del procedimiento de Bello (2013). Aunque él utiliza como caso de estudio el reparto Vista Alegre en Santiago de Cuba, con una distribución espacial definida y altos valores arquitectónicos, urbanos y ambientales; el hecho de establecer dos fases (estructuración y explotación), hace que el procedimiento pueda ser adaptable a otros sectores o piezas urbanas, manteniéndose muchas de las variables de análisis e incorporando otras relacionadas con las características de los asentamientos informales.

Fueron definidas 31 variables agrupadas en seis temas: manzana, parcela, viales, áreas verdes, espacios públicos y edificaciones (figura 1). Cada variable quedó relacionada en cuanto a: campo, fuente de procedencia, descripción de dato, aspectos que mide, tipo de dato, documentos oficiales, organismos o instituciones que miden la variable a nivel nacional e internacional.

En el proceso investigativo se utilizaron diferentes métodos, dentro de ellos se puede citar el análisis-síntesis, utilizado para sintetizar las teorías, conceptos, tendencias actuales acerca de la documentación y obtención de datos, así como la metodología aplicada. La utilización del método histórico-lógico en el estudio de la evolución histórica del sitio. Asimismo, el método de observación se aplica en el trabajo de campo, en el reconocimiento de las características del asentamiento para su inventario. Se utilizaron otros métodos como los estadísticos, abstracción-concreción y el de modelación con la finalidad de reflejar los resultados obtenidos desde el punto de vista gráfico.

MANZANAS	
Superficie	Forma de las Manzanas
VIALES	
Nombre	Material
Clasificación	Estado técnico
ÁREAS VERDES Y ESPACIOS PÚBLICOS	
Superficie	Calidad de los espacios públicos
Clasificación	
EDIFICACIONES	
Inmueble	Acceso al agua
Dirección	Evacuación de los desechos
Año de construcción	Acceso a la computación
Niveles	Acceso a internet
Uso actual	Exposición a riesgos y desastres
Documentación legal	Tipología constructiva
Estado constructivo	No. de habitantes clasificado por sexo
Acceso a la electricidad	No. de fumadores
No. de niños	No. de personas que ingieren bebidas alcohólicas
No. de adultos	Ingreso económico promedio
No. de impedidos	Ocupación laboral (trabajo estatal, por cuenta propia, amas de casa, estudiantes, otro tipo de vínculo laboral, desvinculados)

Fig. 1_ Síntesis de las variables

3 Resultados y discusión

Para la aplicación del procedimiento, se escogió el área de centralidad del asentamiento, dividiéndose en tres sectores. El área fue seleccionada atendiendo a la gran concentración de población, su alto nivel de exposición a riesgos y desastres y el carácter heterogéneo de sus edificaciones.

A partir del trabajo de campo, se corroboró la falta de actualización de los datos existentes en la Dirección Provincial de Planificación Física de Santiago de Cuba y se conformó una base de datos planimétrica y alfanumérica (figura 2). Para ello fue imprescindible la revisión y adquisición de nueva información en el levantamiento in situ del área, así como, la actualización de la información cartográfica y planimétrica existente.

Las consultas simples y complejas permitieron realizar el análisis espacial urbano a partir del comportamiento individual de cada una de las variables y la interrelación entre ellas, arribando a las siguientes conclusiones:

- El área seleccionada se compone de 1649 habitantes, de los cuales el 47,7 % son del sexo femenino mientras el 52,3 % son del sexo masculino. De la población total, el 20,8 % son niños, el 77,6 % adultos y el 3,6 % discapacitados. Se determinó que dos de cada 10 personas son fumadoras (alrededor del 21,7 %), mientras que uno de cada 10 ingieren bebidas alcohólicas. La población mantiene un promedio de ingreso de \$ 502,3 mensuales. El 36,4 % de las personas mantienen vínculo laboral con el estado, el 13,8 % son trabajadores por cuenta propia, el 17,9 % estudiantes y el 18,3 % amas de casa. Solo el 8 % de la población se encuentra desvinculada laboralmente.

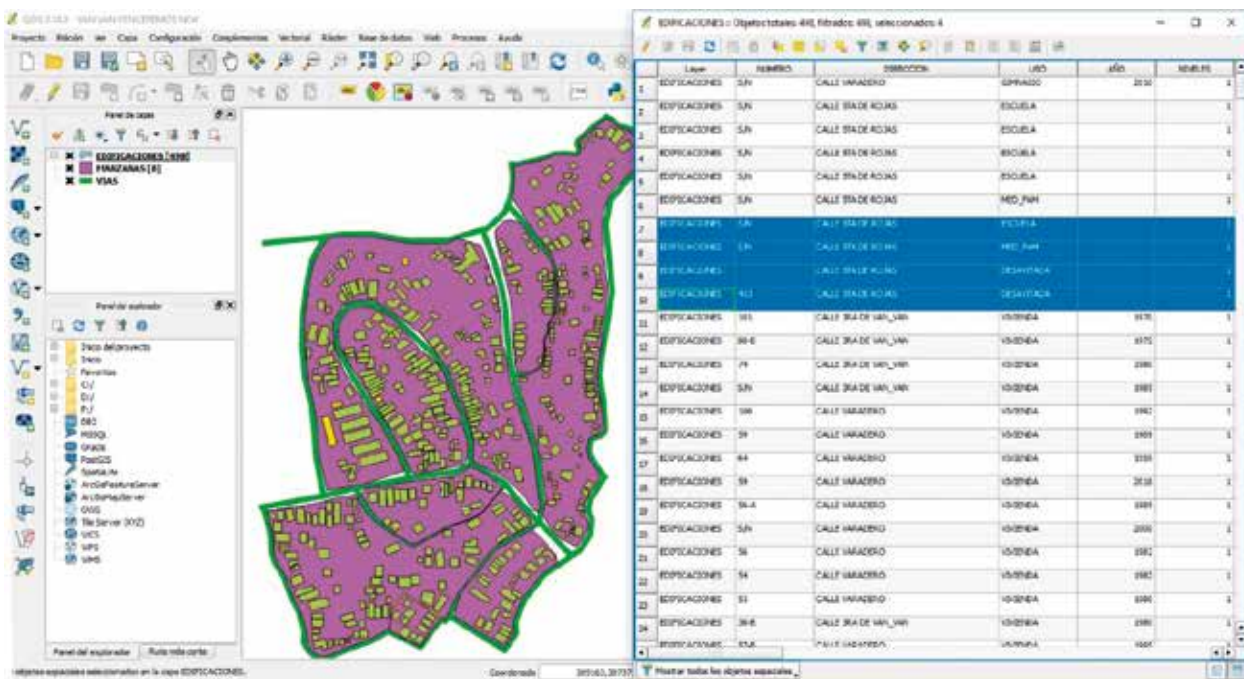


Fig. 2_ Base de datos planimétrica y alfanumérica



Fig. 3_ Estado de la red vial

- El área de centralidad cuenta con seis manzanas, su superficie total no excede los 76 790 m², la manzana de mayor dimensión tiene un área de 19 819 m² mientras que la de menor dimensión posee un área de 950 m². El sector no cuenta con espacios públicos, las áreas verdes crecen hacia el interior de las manzanas y en espacios vacíos entre edificaciones sin un criterio de ordenamiento. Mediante el balance de área realizado, se definieron 23 761 m² destinados a área edificada, 8 408 m² a las vías y 44 520 m² corresponden a las áreas verdes.

- Todas las manzanas presentan forma irregular, definida por el carácter espontáneo de apropiación del espacio. A partir del trabajo de campo realizado se estableció una comparación entre la morfología urbana actual y la morfología del 2013, observándose variaciones en las manzanas por la incorporación o eliminación de senderos, ampliación de los ya existentes, reducción y ampliación del área edificada.

- Dentro del sector, todas las vías se clasifican como vías locales. Alrededor de un 70 % de las mismas se encuentran en regular y mal estado. Aproximadamente 938 personas lo que representa el 56,8 % de la población total, (de ellas 193 niños y 30 discapacitados) se encuentran en riesgo de accidentes por estar vinculados directamente a vías en regular y mal estado (figura 3).

- En cuanto al uso de las edificaciones, el 97,9 % es destinado a viviendas, sólo el 2,1 % es destinado para los servicios, existiendo una escuela primaria, un consultorio médico y un gimnasio particular. Los datos antes expuestos corroboran la escasez de servicios en el área los cuales no cubren las necesidades de la población residente.

- El sector cuenta con 498 edificaciones, construidas entre los años 1945 y el 2018. El análisis de la evolución edilicia del

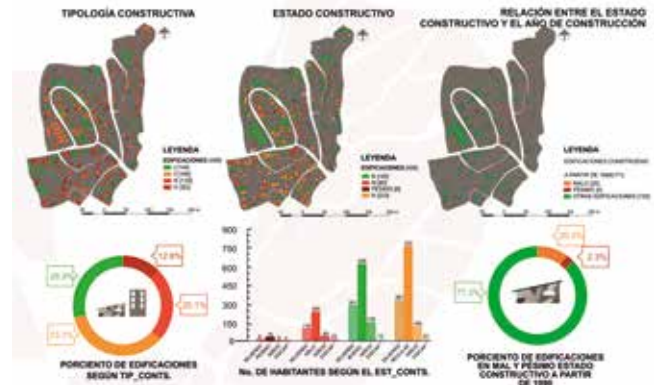


Fig. 4_ Tipología y estado constructivo de las edificaciones

área determinó que los periodos en los que se realizaron la mayor cantidad de construcciones están comprendidos entre los años 1965 hasta 1990, retomándose esta tendencia en los últimos años desde el 2010 hasta el 2018.

- Predominan las edificaciones de un nivel con 441 viviendas y solo existen dos edificaciones de tres niveles. El mayor porcentaje de viviendas corresponde a la tipología I con 144 viviendas, le sigue la tipología II con 166 viviendas, la tipología III con 125 viviendas y la tipología IV con 63 viviendas.

- A partir de estos datos se hace evidente la variedad de materiales empleados, a pesar de que el mayor porcentaje corresponde a las edificaciones con paredes de mampostería y cubiertas de hormigón armado. Alrededor del 66,6 % presentan cubiertas de tejas acanaladas de fibrocemento, chapas metálicas o papel asfáltico. Aproximadamente 187 personas habitan en edificaciones de tipología IV con techos de tejas acanaladas de fibrocemento, chapas metálicas, madera, papel embreado y asfáltico, guano u otro material. De ellos 89 son mujeres, 44 son niños y 21 presentan algún tipo de discapacidad, lo que refiere las bajas condiciones de habitabilidad en la zona.

- El 36 % de las viviendas se encuentran en buen estado constructivo, mientras que el 45 % de las edificaciones se consideran como viviendas durables lo que significa que su estado constructivo es regular, requiriendo de mejoras materiales. Las mayores afectaciones se localizan en paredes de hormigón o madera, así como en las cubiertas. Se visualizan grietas y desconchados en columnas y vigas, humedad en muros, edificaciones con paredes de madera en mal estado. Aproximadamente 91 viviendas se encuentran en mal y pésimo estado por lo que 264 personas necesitan de viviendas nuevas. Sólo siete edificaciones han sido categorizadas en estado pésimo, considerándose irreuperables (figura 4).

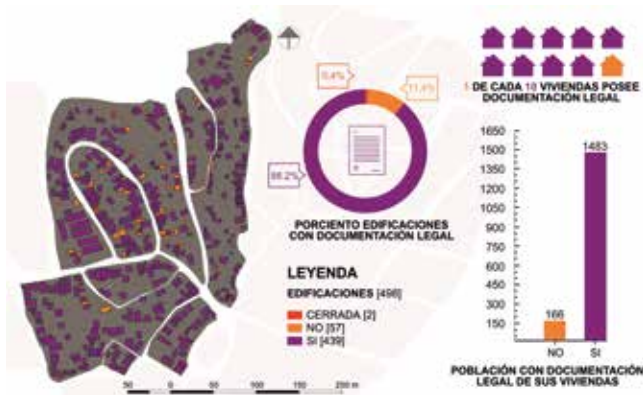


Fig. 5_ Documentación legal de las edificaciones

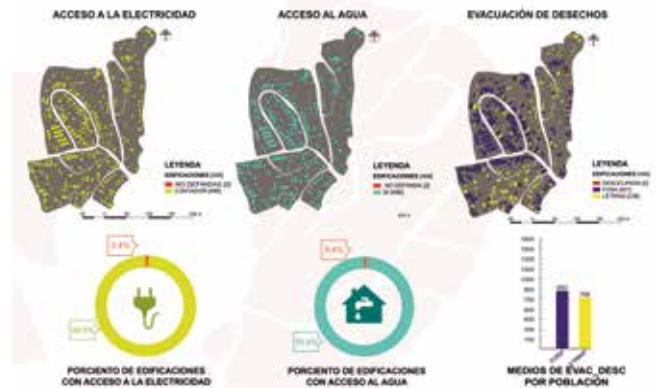


Fig. 6_ Acceso a los servicios de infraestructura técnica

• A partir de 1990 hasta el 2018 se han construido 171 viviendas, 39 de ellas se encuentran en mal y pésimo estado lo que evidencia que a pesar de las facilidades brindadas para la construcción y los planes de ordenamiento urbano realizados en la ciudad de Santiago de Cuba, aun persisten las viviendas que no cumplen con las condiciones mínimas de habitabilidad.

• El análisis de la documentación legal de los inmuebles arribó a que nueve de cada 10 viviendas posee este tipo de documentación, alrededor de un 88,2 % de las viviendas, las que albergan 1 483 habitantes del área, mientras que el 11,4 % de las edificaciones en las que habitan 166 personas, conviven de manera ilegal en el asentamiento (figura 5).

• El 99,6 % de las edificaciones posee acceso al agua potable y al servicio legal de electricidad, favoreciendo a 1 649 habitantes, totalidad de la zona estudiada. El 51,6 % de las viviendas evacuan los desechos sólidos por fosas y el 47 % lo efectúa a través de letrinas. El 100 % de la población analizada no cuenta con servicio de alcantarillado. Por otra parte, la recolección de desechos es poco sistemática, lo que acrecienta la contaminación ambiental del área estudiada (figura 6).

• El nivel de acceso a las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) constituye uno de los indicadores que mide el nivel de desarrollo en las ciudades. En el área estudiada el 12,2 % de las edificaciones cuentan con computadoras, lo que representa que 246 personas tienen acceso a las mismas desde su hogar. Por otra parte, el acceso a internet se manifestó en el 4,6 % de las viviendas brindándole servicio a 73 pobladores. Estos datos ofrecen una perspectiva acerca del bajo nivel de acceso a las TIC, cuando solo 4,4 % de la población cuenta con conexión a internet y uno de cada 10 tiene acceso a una computadora (figura 7).

• La exposición a riesgos y desastres de la población es uno de los indicadores más evaluados a nivel mundial. El área estudiada presenta una alta exposición al riesgo sísmico, fenómeno común para toda la zona sur del oriente cubano, posee además, un alto índice de exposición a fenómenos como cables de alta tensión, deslizamientos de tierra e inundaciones. Alrededor del 45,4 % de las edificaciones en las que habitan 748 personas, se encuentra expuesta a alguno de los riesgos y desastres antes mencionados, de los cuales 175 son niños y 24 discapacitados (figura 8).

4 Conclusiones

La investigación del sector seleccionado en el asentamiento Van Van–Venceremos, ha permitido declarar las siguientes problemáticas ambientales: alto nivel de exposición de la población a riesgos y desastres, considerable número de viviendas en mal y pésimo estado constructivo, red vial en regular y mal estado, ausencia de redes de alcantarillado y puntos para la recolección de desechos, ausencia de espacios públicos y existencia de áreas verdes sin tratamiento.

La metodología de Bello (2013) aplicada en sus dos fases, asumiendo como muestra el área de centralidad del asentamiento, permitió conformar una herramienta digital estructurada en una base de datos actualizada. Se realizaron consultas simples y complejas, obteniendo mapas temáticos de cada una de las variables a partir de los cuales se realizó el análisis espacial urbano; aspecto que sienta las bases para los estudios sobre el manejo de la información urbanística en los asentamientos informales de la ciudad de Santiago de Cuba. 📍

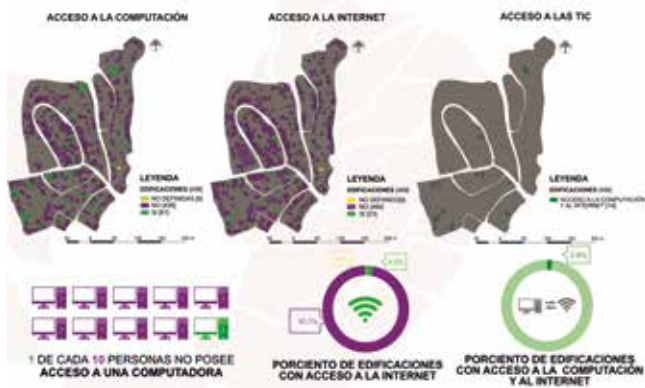


Fig. 7_ Acceso a la Tecnología de la Información y las comunicaciones (TIC)



Fig. 8_ Exposición a riesgos y desastres

REFERENCIAS

[1] Colectivo de autores: "Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2017"; Naciones Unidas, Nueva York; 2017.

[2] S. Belsky, Eric: "Planificar un desarrollo integrador y sostenible.", Situación Mundo, 2012.

[3] Pacheco Prado, Diego: "Drones en espacios urbanos: Caso de estudio en parques, jardines y patrimonio edificado de Cuenca", Estoa, No. 11, diciembre 2017.

[4] Caraguay Procel, Jorge Adrián; M. Frolich, Larry: "Ecología humana y la urbe inteligente: Utilizando mapeo interactivo para el análisis socioambiental del uso de agua y de energía eléctrica en Ibarra-Ecuador", CIENCIA, Vol. 19, enero 2017.

[5] Colectivo de autores: "Plan de Acción Regional para la implementación de la Nueva Agenda Urbana para América Latina y el caribe 2016-2036"; Naciones Unidas; Santiago de Chile; 2018.

[6] Colectivo de autores: "Herramienta para la implementación de la Nueva Agenda Urbana en Cuba", Cuba: Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (ONU-Hábitat); Cuba, marzo 2018.

[7] Estudio realizado por el Departamento Municipal de Planificación Física, 2013

[8] Fornet Gil, Pablo: "Origen del SIT", conferencia "SIG, Planeación y Gestión Urbana: el Sistema de Información Territorial del Plan Maestro de la Oficina del Historiador. ", V Encuentro de Manejo y Gestión de Centros Históricos; La Habana Vieja; diciembre de 2006.

[9] Bello Caballero, Luis E.: "Gestión urbana de sitios con valor patrimonial a partir de Sistemas de Información Geográfica. Caso de Estudio: Reparto Vista Alegre de Santiago de Cuba ", Tesis en opción al título académico de máster, Tutores: DraC. Arq. Milene Soto Suárez, DraC. Arq. María Teresa Muñoz Castillo, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, diciembre de 2013.

[10] Torregroza Fuentes, Edilbert: "Aplicación del Sistema de Información Geográfico Quantum GIS en la regionalización ecológica de la cuenca Ciénaga de la Virgen (Cartagena de Indias-Colombia)", RITI Journal; Vol.2; Cartagena de Indias, 2014.

[11] P. V., M. R. Delprino, Ermini; B. Giobellina: "Mapeo de la agricultura urbana y periurbana en el área metropolitana Santa Rosa-Toay: Aproximaciones metodológicas para la lectura territorial"; RIA; Vol. 43; No 3; 2017



TRABAJOS FIN DE MÁSTER



TERCERA EDICIÓN

CONCURSO NACIONAL

Proyectos Fin de Máster

DE LA INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



El presidente del Colegio, Juan A. Santamera, durante la bienvenida



El presidente del Colegio, Juan A. Santamera, durante la bienvenida

El pasado 25 de noviembre tuvo lugar la entrega de la tercera edición de este premio con la presencia del presidente del Colegio, **Juan A. Santamera**, quien dio la enhorabuena a todos los premiados y afirmó que “todos los proyectos han obtenido una calificación de 9 o superior y son proyectos originales, realizados de forma individual por el estudiante y englobados en cualquiera de los campos que abarca la profesión del ingeniero de Caminos, Canales y Puertos”. Con este premio, además de reconocer el trabajo realizado, “pretendemos estrechar los vínculos entre las Escuelas y el Colegio. En este punto, cabe reconocer la labor que realizan las Escuelas, como garantes de los conocimientos y de los programas de excelencia, todo ello encaminado a poner a disposición de la sociedad los mejores profesionales en este ámbito”, subrayó.

A continuación, el secretario general del Colegio, **José Javier Díez Roncero**, leyó el acta del Jurado del Concurso Nacional de Proyectos Fin de Máster poniendo en valor “el gran nivel de los 16 proyectos presentados al Premio y su excelente calidad, lo que demuestra la gran preparación que han recibido de la Escuelas donde han realizado sus estudios”.

En la categoría de '**Proyecto más innovador**', recibieron el premio ex aequo:

- **Enrique Corres Sojo**, de la Escuela de la UPM, por el proyecto titulado “*Diseño esquemático de un túnel flotante sumergido*”. Se trata de un anteproyecto para la realización de un túnel sumergido flotante para crear una conexión permanente en Bjørnafjord como parte de la autopista costera



E-39 en Noruega, estudiando distintas alternativas para cruzar este tipo de cauces de agua caracterizados por su gran anchura de 5 300 m y una profundidad máxima de 550 m.

- **Rubén Muñoz Pavón**, de la Escuela de la UPM, por el proyecto titulado “*Modelado y gestión mediante metodología BIM de la escuela*”. El propósito de este TFM es el de aplicar la metodología BIM a la fase en la cual se encuentra la infraestructura donde reside la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid. Comenzando de cero y mediante el modelado de todas y cada una de las dependencias de las que dispone la Escuela, otorga a cada una de ellas la información necesaria para poder mejorar la gestión actual de la misma.

El premio al ‘Proyecto mejor calidad y contenido’ recayó, en aequo, en:

- **Mario de Lucio Alonso**, de la Escuela de A Coruña, por el proyecto titulado “*Puente de carretera sobre el estrecho de San Martín para la unión de las villas de Laredo y Santoña (Cantabria)*”. El nuevo puente sobre la bahía de Santoña tiene una longitud total de 890 m y cruza el Estrecho de San Martín desde la villa de Laredo hasta la de Santoña. La concepción de este puente pretende establecer un valioso vínculo entre las zonas de mayor importancia de la zona oriental de Cantabria, al mismo tiempo que conseguir una adecuada integración de la estructura en el estuario. Se trata de una estructura mixta hormigón-acero en la que el tramo central está compuesto por una solución atirantada

en semiabancado de 200 m de luz, vanos de retenida de 90 m y un gálibo de navegación de 28 m.

- **Andrea González Gutiérrez**, de la Universidad Europea de Madrid, por el proyecto titulado “*Diseño de infraestructuras portuarias militares para la defensa pasiva frente ataques terroristas. Aplicación al puerto de Málaga*”. El presente trabajo tiene como objetivo la creación de un guía que permita la adaptación de los puertos militares y, para ejemplarizar su aplicación, se realiza un caso práctico adaptando el Puerto de Málaga. La mejor alternativa se ha escogido mediante el método de ELECTRE (se han estudiado 6 alternativas para garantizar la defensa frente la intrusión por vía marítima y 3 para la elección de la ubicación de los polvorines). Se realizaron cálculos de nueva infraestructura y cimentación, así como planos, presupuesto y planificación, todo ello con metodología BIM (3D, 4D y 5D).

Tras los agradecimientos, la secretaria de Estado de Universidades, **Ángeles María Heras**, puso en valor la iniciativa del Colegio con este premio a jóvenes estudiantes. “La ingeniería es la aplicación de la ciencia. Ciencia y tecnología son imprescindibles para que la sociedad siga avanzando”, subrayó. Además, instó a fomentar las vocaciones en ingeniería y ciencias, tanto en chicas como en chicos, ya que “desde estas disciplinas podemos ayudar mucho a la sociedad a tener un país mejor, más avanzado, más tecnológico y más innovador”, concluyó.

A continuación, reproducimos los trabajos ganadores. ©

Bjørnafjorden Crossing

Diseño esquemático de un túnel sumergido flotante



ENRIQUE
Corres

Ingeniero estructural en
Sumitomo Mitsui Construcción



LEONARDO
Todisco

Profesor ayudante Doctor de
la Universidad Politécnica
de Madrid

RESUMEN

En el marco de la autopista costera E-39 en Noruega, se han estudiado diferentes alternativas para cruzar Bjørnafjord, un fiordo con de 5 km de ancho y 600 m de profundidad. Las estructuras utilizadas en la actualidad presentan algunas limitaciones en cauces de tales dimensiones. Como alternativa se plantea la construcción de un túnel sumergido flotante, una celosía compuesta por tubos de hormigón pretensado con trazado curvo en planta y anclada mediante elementos tubulares traccionados al lecho del fiordo. Esta solución permite responder a las solicitaciones estructurales minimizando el impacto visual y el riesgo de colisión con embarcaciones.

PALABRAS CLAVE

Puentes de grandes luces, túnel sumergido flotante, hormigón

ABSTRACT

Within the context of the E-39 coastal highway in Norway, various different alternatives have been studied for the crossing of Bjørnafjord, a 5 km wide and 600 m deep fjord. Modern-day structures present a series of limitations in bodies of water of these dimensions. As an alternative, consideration has been given to the construction of a submerged floating tube bridge, a structure composed of prestressed concrete pipes with a curved horizontal alignment, vertically anchored to the bed of the fjord by steel tube tethers. This solution responds to the structural loads while at the same time reducing the visual impact and the risk of collision by vessels.

KEYWORDS

Large span bridges, submerged floating tube bridge, concrete

La autopista costera E-39 recorre la costa oeste de Noruega y conecta Kristiansand y Trondheim. La costa oeste del país posee un elevado número de fiordos los cuales suelen ser cauces de agua profundos y de grandes dimensiones, como por ejemplo Romsdalsfjorden de 16 km de ancho y entre 300 y 600 m de profundidad o Sognefjorden de 3,7 km de ancho y 1250 m de profundidad. En la actualidad se utilizan ferries para cruzar estos obstáculos naturales [1].

La costa oeste de Noruega incluye una parte significativa de la población del país al igual que de su economía. Por esta razón, numerosos estudios y proyectos han evaluado la posibilidad de crear conexiones permanentes en estas áreas. La Administración Noruega de Vías Públicas supervisa y dirige estos estudios.

Bjørnafjorden se encuentra en la región de Hordaland. Actualmente la autopista cruza este fiordo mediante un ferry entre Halhjem al norte y Sandvikvåg al sur, el cual recorre una ruta de 20 km en 40 minutos, sin considerar posibles tiempos de espera, embarque y desembarque.

El proyecto propuesto supondría la creación de una conexión permanente entre Røtinga (al norte) y Reksteren (al sur). En esta zona el fiordo tiene 5300 m de ancho y 550 m de profundidad. La batimetría indica que la pendiente del fondo marino en la zona sur es significativamente más pronunciada que en la zona norte del fiordo, alcanzando rápidamente la profundidad máxima. Las rocas del emplazamiento del proyecto fueron originadas durante el Paleozoico pero su forma actual corresponde a la Orogenia Caledoniana hace 420 millones de años. Está compuesto mayoritariamente por rocas metamórficas, intrusivas, volcánicas y algunas capas de sedimentos. Los sedimentos se concentran en la zona más profunda del cruce llegando a espesores de 60 m.

En la actualidad las principales soluciones para cruzar cauces de agua son las siguientes:

- Puentes convencionales con cimentaciones en el lecho del cauce
- Túneles sumergidos instalados a escasa profundidad bajo el fondo marino
- Túneles convencionales excavados bajo el fondo marino a dos o tres diámetros de profundidad
- Puentes flotantes

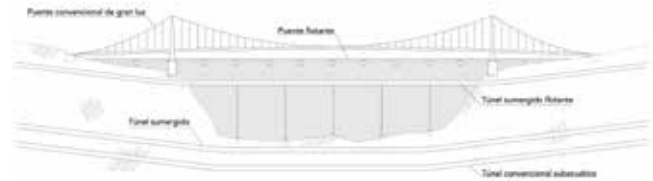


Fig. 1_ Posibles estructuras para cruzar cauces de agua

El puente de mayor luz en la actualidad es el Akashi Kaikyo con 1991 m. Dadas las características del fiordo, la luz debería ser del orden del doble del récord mundial y la construcción de la cimentación de las torres a dicha profundidad hacen inviable esta opción.

Los túneles convencionales presentan el inconveniente de que deben ser excavados bajo el fondo marino. Considerando las limitaciones de pendiente de las vías de tráfico, la longitud del túnel para alcanzar la profundidad del proyecto imposibilita esta opción.

Los puentes flotantes evitan las cimentaciones en aguas profundas y las operaciones subacuáticas. Puentes con una sección tipo cajón como el New Evergreen Point Bridge, permiten utilizar el empuje de Arquímedes contrarrestando el efecto del peso propio, pero están sometidos a los efectos de la corriente y el oleaje, además del viento y otras acciones superficiales. Los puentes flotantes con flotadores aislados como Norddordland Bridge limitan los efectos de la corriente y el oleaje, pero suelen poseer una mayor exposición al viento. El trazado curvo presenta un buen comportamiento ante acciones laterales sin necesidad de soportes laterales intermedios. Además de los puentes flotantes rectos, las plataformas petrolíferas en aguas profundas utilizan también elementos traccionados como soporte llegando hasta los 1580 m de profundidad en áreas expuestas a severas condiciones climáticas [2].

Una acción crítica en estructuras parcialmente sumergidas es el impacto de embarcaciones. Dichas acciones dependen del tipo de tráfico en la ubicación del proyecto y pueden ser en muchos casos acciones críticas en el diseño.

Los túneles sumergidos evitan esta problemática junto con las acciones del oleaje y las corrientes marinas. Sin embargo, su utilización está condicionada por las características del lecho y la profundidad. En la actualidad el túnel sumergido más profundo construido es el Marmaray Tunnel que cruza el Estrecho del Bósforo en una zona con una profundidad máxima de 58 m. No obstante, se trata de excelentes referencias sobre fabricación, construcción y reparación de estructuras sumergidas construidas por segmentos [3].

La estructura propuesta es un túnel sumergido flotante (TSF) anclado mediante elementos en tensión al lecho marino. Se trata de una estructura tubular con trazado curvo, con soportes intermedios compuestos por tubos metálicos y fija en sus estribos donde se da continuidad a los túneles que dan acceso a los usuarios de la autopista. Dicha solución permitiría cruzar el fiordo con un mínimo impacto visual en un lugar de alto interés turístico. Al mismo tiempo, minimiza la exposición a las acciones climáticas en superficie y sus afecciones al tráfico. Hasta este momento ningún TSF ha sido construido, no obstante, esta tipología estructural está íntimamente relacionada con los puentes flotantes y los túneles sumergidos, los cuales se encuentran en funcionamiento desde hace varias décadas.



Fig. 2_ Perspectiva de la estructura propuesta vista desde el noroeste

Esta tipología presenta algunas de las ventajas mencionadas anteriormente pero también numerosos retos. El empuje de Arquímedes permite reducir los efectos del peso propio parcial o completamente. Adicionalmente si el túnel no requiere elementos de flotación superficiales y se encuentra a una profundidad suficiente, el riesgo de colisión de navíos es mínimo. Sin embargo, se trata de estructuras muy esbeltas y requieren un detallado estudio de los efectos dinámicos de la corriente y el oleaje.

Una de las primeras propuestas de una estructura de semejantes características fue planteada para el Estrecho del Bósforo en 1860 por S. Préault pero nunca llegó a construirse. En la primera mitad del s. XX creció su interés como posible solución para los fiordos en Noruega y diversos estudios e investigaciones empezaron a estudiar la viabilidad del concepto. En la década de 1990 en la que los primeros puentes flotantes fueron construidos en Noruega, en un proyecto para cruzar Høgsfjord un TSF fue considerado viable por la Administración Noruega de Vías Públicas, aunque finalmente no fue construido. Otro proyecto importante de una estructura de este tipo de finales del s XX es el del Estrecho de Messina con una longitud de 5.3 km y 350 m de profundidad pero que fue finalmente abandonado. Hasta la fecha otros emplaza-

mientos en países como Japón, Suiza, España o China han sido estudiados para la construcción de TSFs [3-5].

En el caso particular de Bjørnafjorden varios estudios realizados por ingenierías como Dr. Tech. Olav Olsen, COWI o Aas Jakobsen han analizado la posibilidad de construir puentes flotantes sobre flotadores aislados, puentes colgantes con pilas intermedias flotantes y túneles sumergidos flotantes [5-7].

La estructura propuesta es una celosía con elementos tubulares de hormigón pretensado. Los cordones superior e inferior distan 40 m y tienen un diámetro exterior de 12,6 m y las diagonales de 7,5 m. El eje de la estructura es horizontal en elevación y circular en planta con un radio de 6430 m, una longitud total de 5319 m y soportes verticales cada 197 m. La distancia entre los estribos es de 5168 m lo que corresponde a una relación flecha/luz de 1/9,5.

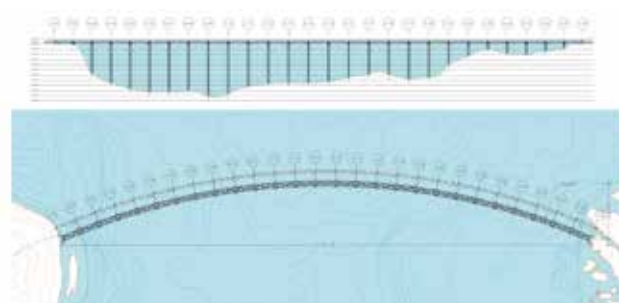


Fig. 3_ Planta y alzado de la solución propuesta

Los tubos principales permiten acomodar dos vías de tráfico y espacio adicional para paradas de emergencia. Las diagonales permiten la evacuación de un túnel al otro en caso de emergencia. El trazado curvo en planta presenta un buen comportamiento frente a cargas transversales uniformes. No obstante, en este tipo de cauces el agua puede fluir en sentidos opuestos simultáneamente en distintas partes del fiordo. Ante estas solicitaciones la celosía presenta un buen comportamiento para resistir momentos flectores.

El TSF está coaccionado en los estribos y posee 26 apoyos adicionales compuestos por cuatro tubos metálicos huecos anclados al fondo del canal conectados a la estructural mediante unos cajones transversales cada 197 m.

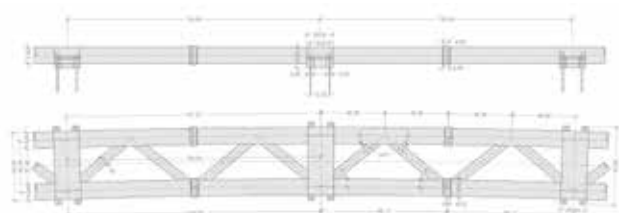


Fig. 4_ Planta y alzado de un segmento tipo del TSF

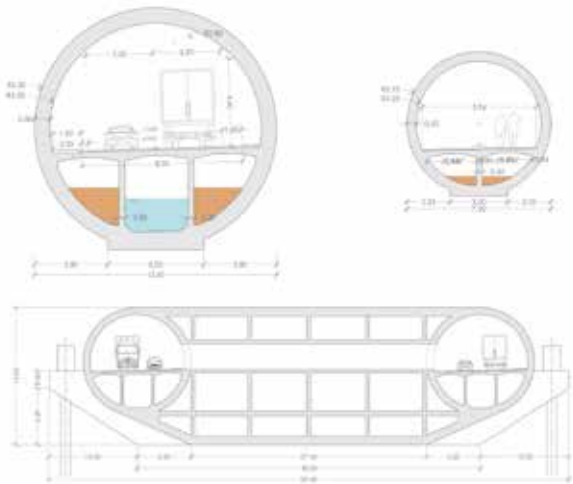


Fig. 5_ Secciones tipo de los tubos principales, las diagonales y los elementos de conexión de los soportes intermedios

Como ha sido mencionado previamente, teóricamente la sección de los diferentes componentes puede ser diseñada de tal modo que el empuje neto sea ascendente, descendente o nulo. Las acciones permanentes en esta estructura incluyen el peso propio inicial de los elementos estructurales y los no estructurales tras su fabricación junto con una parte variable a lo largo del tiempo correspondiente al agua absorbida por los elementos de hormigón en contacto con agua y al peso debido a posibles organismos marinos que puedan aparecer en el exterior del túnel. Adicionalmente, una serie de tolerancias han sido consideradas para tener en cuenta la incertidumbre para todos estos valores durante la ejecución. Del mismo modo, el empuje de Arquímedes ha sido calculado con la densidad media del agua en la zona de proyecto obtenida durante estudios de las condiciones climáticas en el fiordo. La posible variabilidad de este valor ha sido considerada del mismo modo que las tolerancias en las cargas permanentes.

Debido a la gran cantidad de incertidumbres y variabilidad de las acciones permanentes a lo largo del tiempo, en la práctica obtener una sección con flotación neta nula resulta complicado. No obstante, en caso de que fuera posible, la estructura debe ser capaz de resistir las acciones de tráfico, para lo cual requiere de elementos auxiliares dada su gran longitud. Según el tipo de soporte adicional utilizado el empuje neto requerido por la estructura será diferente.

Las acciones variables incluyen la sobrecarga de tráfico y las acciones ambientales: viento, oleaje, efectos de la corriente, variaciones de temperatura y variaciones del nivel del mar. Situaciones accidentales como el fallo de los tirantes que componen los soportes intermedios o la inundación de compartimentos de lastre también han sido consideradas.

Para este proyecto la sección circular es el resultado de un estudio de variantes comparando posibles alternativas. La sección ha sido diseñada de tal modo que el peso propio y la carga permanente son inferiores al empuje de Arquímedes, es decir, la estructura tiene una flotación neta positiva. El valor de esta fuerza es del orden del 11 % del peso propio inicial de la estructura y ha sido calculado para garantizar que los soportes no pierdan la tensión bajo ninguna combinación de carga.

Existen tres alternativas para resistir las cargas verticales: utilizar elementos en tracción, utilizar elementos flotantes o utilizar elementos similares a pilas convencionales. Esta última opción ha sido descartada dada la inviabilidad de construir ese tipo de elementos. Para resistir las acciones laterales se han comparado dos opciones: un trazado recto con soportes laterales inclinados y un trazado curvo sin soportes laterales adicionales.

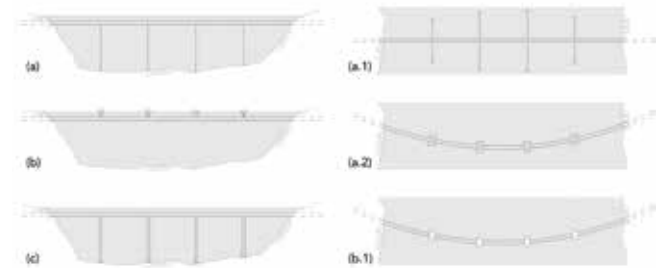


Fig. 6_ Alternativas de túnel sumergido flotante evaluadas. (a) TSF con elementos en tracción, (b) TSF con cajones flotantes, (c) TSF con pilas cimentadas en el fondo marino

Tras comparar las alternativas, la opción retenida es un SFT con trazado curvo y tirantes verticales. Esta opción reduce el riesgo de colisión de embarcaciones. Frente a cargas laterales con un trazado curvo se reducen los momentos flectores, aumenta la rigidez del sistema y se reduce la longitud de los tirantes. Sin embargo, un eje curvo aumenta la longitud de la estructura y, por ello, resulta beneficioso minimizar la curvatura.

El esquema considerado ha sido comparado con un puente de hormigón convencional de sección cajón y canto variable con la misma distribución de luces. El peso propio del SFT es aproximadamente 4 veces superior al peso del cajón. Sin embargo, gracias al empuje de Arquímedes la carga permanente resultante es inferior al 50 % de la actuante en el puente convencional y actúa en el sentido opuesto. Adicionalmente la sobrecarga actúa en sentido descendente, por lo tanto, la aplicación de las cargas de tráfico reduce los esfuerzos en la sección a un valor cercano al 30 % de los esfuerzos en el puente convencional.

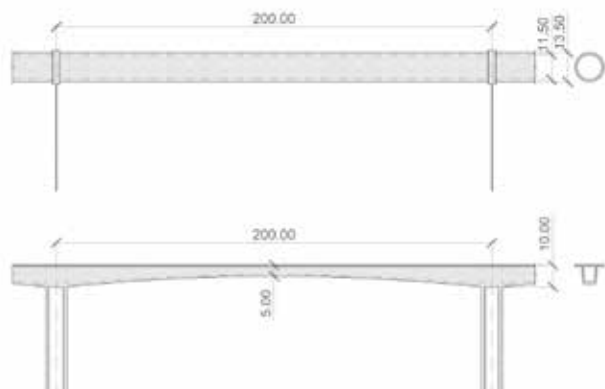


Fig. 7_ Esquema del TSF y el puente con sección cajón y canto variable comparados


La estructura está compuesta por 28 segmentos de hormigón pretensado de dos tipos: 26 segmentos generales y 2 segmentos para los estribos. Los segmentos generales miden 197 m de largo y los de los estribos 138,5. Dichos segmentos serán fabricados y transportados cerca del emplazamiento final de la estructura para el ensamblaje de la estructura completa en una zona protegida de la costa y con una curvatura similar a la de la estructura. Dos elementos más en cada estribo deben ser fabricados e instalados previamente a la construcción del SFT: un tapón para el túnel y un cajón que sirva de soporte para los segmentos de los estribos.

Estos segmentos pueden ser fabricados en diques secos existentes en Noruega y que son utilizados para las plataformas petrolíferas del Mar del Norte. La fabricación de cada segmento posee una duración estimada de 5 meses. Considerando que los segmentos puedan ser fabricados en dos instalaciones simultáneamente esta etapa requeriría aproximadamente 5 años.

Durante este tiempo los trabajos previos requeridos en el emplazamiento del proyecto y en la zona de ensamblaje pueden ser desarrollados, incluyendo la construcción de accesos y el establecimiento de instalaciones y servicios. También es necesario realizar las excavaciones en los estribos e instalar el tapón del túnel y el cajón de soporte en ambos extremos del túnel. Una vez estas operaciones han sido realizadas se deben instalar los pilotes de anclaje y posteriormente los tirantes.

Una vez la estructura haya sido completada, ésta puede ser remolcada hasta su posición final y lastrada para su inmersión. Una vez en posición la estructura puede ser conectada a los soportes intermedios y los estribos. Finalmente, los elementos no estructurales y acabados del túnel pueden ser

instalados. Durante este proceso una monitorización completa de la estructura debe ser llevada a cabo para garantizar su correcto funcionamiento. Tras esta última fase, el TSF podrá ser abierto al tráfico.

El estudio incluye también una estimación del presupuesto de ejecución material. De acuerdo con esta estimación, el coste de la solución propuesta podría ser próximo a los 18000 €/m². Dicho valor es superior al precio promedio de un puente de luz moderada en España que puede ser próximo a los 6000 €/m². No obstante, es inferior al coste estimado del Akashi Kaikyo Bridge, que se valora alrededor de 28800 €/m². 

BIBLIOGRAFÍA

- [1] K. J. Hove, J. A. Hasselø and H. I. Johnsen, "Coastal Highway Route E39 Project", 2015. [Online]. Available: <http://docplayer.net/7419008-Coastal-highway-route-e39-project.html>. [Accessed: 03-Jan-2019]
- [2] C. Gloyd, "History of floating bridges in the state of Washington"
- [3] C. Ingerslev, "Immersed and floating tunnels", *Procedia Eng.*, vol. 4, pp. 51–59, 2010
- [4] S. Kanie, "Feasibility studies on various SFT in Japan and their technological evaluation", *Procedia Eng.*, vol. 4, pp. 13–20, 2010
- [5] R. M. Larssen and S. E. Jakobsen, "Submerged floating tunnels for crossing of wide and deep fjords", *Procedia Eng.*, vol. 4, no. 1877, pp. 171–178, 2010
- [6] Statens Vegvesen, "Design Basis Bjørnafjorden Side- and end anchored floating bridge", 2017
- [7] A. Fjeld, "Feasibility study for crossing the Sognefjord - Submerged Floating Tunnel", 2012

Modelado y gestión mediante

Metodología BIM

de la ETSICCP



RUBÉN
Muñoz

TUTORES

MARCOS
García
Alberti

ANTONIO ALFONSO
Arcos
Alvarez

RESUMEN

La metodología BIM se abre paso a través del tiempo y adquiere cada vez más protagonismo en países cuya implantación no es aún obligatoria pero sí que lo será en un futuro muy próximo. BIM trasciende no solo por su importancia si no también por la gran amplitud de sus alas, llegando a abarcar todas las fases de un proyecto convirtiendo así el trabajo realizado en una fase inicial completamente útil en una fase final.

En este artículo se hace referencia al gran avance de esta metodología y a su implantación en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, concretamente en la fase de gestión de la infraestructura mediante la creación de una metodología apoyada en un sistema de modelado y de gestión propiamente BIM y que sirven como sustento de la gestión y uso académico del curso 2019/2020 de la Escuela.

PALABRAS CLAVE

BIM, Gestión de espacios, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

ABSTRACT

BIM methodology is gaining ground with time and has an ever-increasing presence in those countries where its use is not currently mandatory but is expected to be so in the very near future. BIM is a transcendent process, both in terms of importance and scope, encompassing all stages of a project and making the work carried out at an early stage fully usable at a final stage.

This article outlines the great progress of this methodology and refers to its introduction at the School of Civil Engineering (ETSICCP), specifically at the infrastructure management stage, through the creation of a methodology based on a BIM modelling and management system, which served as the basis for the administration and academic programme for the 2019/2020 academic year at the School.

KEYWORDS

BIM, Space management, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

1 Introducción

Building Information Modeling (BIM) es una metodología de trabajo colaborativa para la creación y gestión de un proyecto de construcción. Su objetivo es centralizar toda la información del proyecto en un modelo de información digital creado por todos sus agentes [5].

BIM supone una interacción constante y por tanto una efectividad constatada entre las ramas que afectan al proyecto, desde el ámbito del diseño en 3D, pasando por el presupuesto, planificación temporal y gestión y mantenimiento futuro [8].

La implantación de BIM a lo largo de los últimos años ha sido de manera progresiva, destacando en países cuyas administraciones públicas han puesto en valor el uso de esta metodología, e incluso en algunos casos lo han incorporado de manera obligatoria.

Cabe destacar la directiva europea de contratación pública de 2014/24/UE, que como sabemos al tratarse de una directiva, los países miembros deben incorporarla a su legislación doméstica [2, 5, 6, 13].



Fig. 1_ Disciplinas aplicación de BIM



Fig. 2_ Grado de implantación de BIM en el mundo [5]

2 Antecedentes

2.1. Proyectos BIM de gestión

La metodología BIM se ha ampliado hasta tener un gran protagonismo en la fase de Gestión de la Infraestructura. Muchos son los casos en lo que se implanta dicha metodología, destacan el Hospital Carolinas HealthCare System [11], Cárcel de la Real Fábrica de tabacos de Sevilla [9] o la Casa de Hylas [1]. Todos tienen en común la aplicación BIM para la gestión de espacios y en alguno de ellos incluso para la reconstrucción de patrimonio ya derruido. A pesar de las grandes ventajas de la implantación de BIM hay que ser consciente de los posibles riesgos y amenazas del mismo, destacando principalmente las sociales [3].

2.2. Proyecto BIM EDU

El desarrollo del trabajo Fin de Máster al cual hace referencia este artículo se ubica a su vez dentro de un proyecto de mayor envergadura y promovido por la Universidad Politécnica de Madrid denominado BIM-EDU. Dentro del mismo se encuentran múltiples directrices para implantar y promover la metodología BIM dentro de la escuela, como por ejemplo la impartición de asignaturas BIM y la de realización de diferentes Trabajos Fin de Máster basados en metodología BIM.

2.3. Características de la infraestructura

En este punto se justifica la importancia de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, no solo a nivel geométrico si no también a nivel académico. La infraestructura mencionada alberga la impartición de múltiples grados y másteres, concretamente desde 1969 alberga

la impartición de estudios que acreditan a la profesión de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. La infraestructura proyectada por Luis Laorga y Jose López Zanón consta de las siguientes características:

- Laboratorios. La escuela consta de los siguientes:

Nombre de laboratorio y número de dependencias	Área total (m ²)
Laboratorio de Cálculo : 11	288,7874
Laboratorio de Caminos : 18	657,6077
Laboratorio de Electrotecnia : 7	403,67848
Laboratorio de Estructuras : 29	982,4562479
Laboratorio de Ferrocarriles : 8	216,2764714
Laboratorio de Física : 54	1350,382785
Laboratorio de Geología : 18	749,8706111
Laboratorio de Geotecnia : 15	487,710992
Laboratorio de Hidráulica : 7	931,6955808
Laboratorio de Idiomas : 2	94,278046
Laboratorio de Informática : 6	242,321496
Laboratorio de Ingeniería Nuclear : 5	207,191221
Laboratorio de Ingeniería Sanitaria y Ambiental : 25	1024,638086
Laboratorio de Materiales de Construcción : 20	606,4733703
Laboratorio de Procedimientos Generales de Construcción : 14	360,1653194
Laboratorio de Puertos : 26	1691,383697
Laboratorio de Química : 9	363,0886
Laboratorio de Sistemas Eléctricos : 14	528,6144841
Laboratorio de Sistemas Inteligentes : 16	287,5843266
Laboratorio de Termodinámica y Termotecnia : 8	486,100719
Laboratorio de topografía : 13	540,4976755

Tabla 1_ Laboratorios ETSICCP

- Aulas. En lo referido a espacios destinados a la docencia, la infraestructura cuenta con 38 aulas distribuidas a lo largo de las plantas 1 y 2. Cabe destacar que existen muchos espacios en los laboratorios para la impartición de clases pero estos no están categorizados como Aulas propiamente dicha. Un resu-

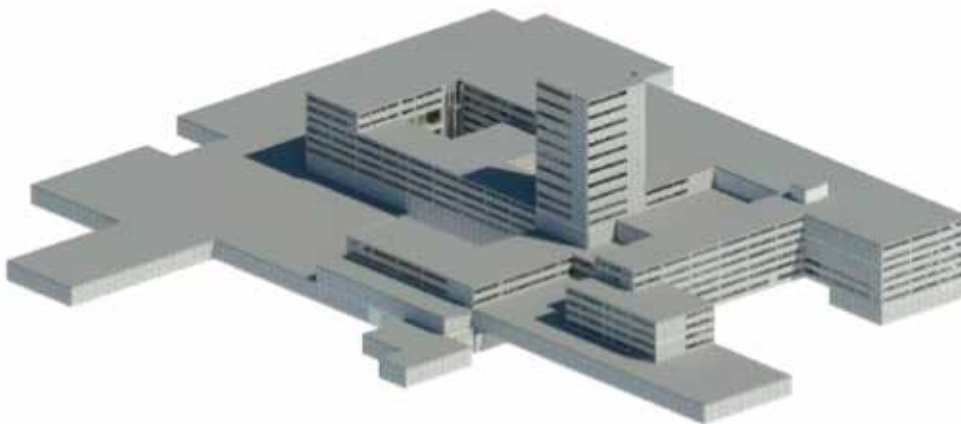


Fig. 3_ Renderización exterior del modelo de la ETSICCP

men de las características de las mismas se adjunta en la tabla a continuación.

Nombre	Área	Nombre	Área
Aula 7	58,786 m ²	Aula 5	57,822 m ²
Aula 8	58,786 m ²	Aula 6	59,526 m ²
Aula 9	57,223 m ²	Aula 30	58,786 m ²
Aula 4	239,206 m ²	Aula 31	58,786 m ²
Aula 3	117,686 m ²	Aula 32	57,223 m ²
Aula 2	115,081 m ²	Aula 26	360,162 m ²
Aula 1	239,214 m ²	Aula 27	368,118 m ²
Aula 19	55,672 m ²	Aula José Echegaray	69,613 m ²
Aula 12	56,392 m ²	Aula Agustín de Betancourt	62,187 m ²
Aula 13	56,392 m ²	Aula de Informática	90,563 m ²
Aula 14	56,392 m ²	Aula 38	100,100 m ²
Aula 15	56,392 m ²	Aula 39	100,028 m ²
Aula 16	56,392 m ²	Aula 40	58,670 m ²
Aula 17	56,392 m ²	Aula 41 de Idiomas	57,268 m ²
Aula 18	56,392 m ²	Aula 45	103,298 m ²
Aula 22	113,497 m ²	Aula 46	101,205 m ²
Aula 11	54,908 m ²	Aula 28	57,822 m ²
Aula 23	103,298 m ²	Aula 29	59,526 m ²
Aula 24	101,205 m ²	Aula de Exámenes	1652,127 m ²

Tabla 2_ Aulas ETSICCP

- Estudios impartidos. Cabe destacar la gran impartición de estudios que tienen cavidad en esta infraestructura, impartándose tanto titulaciones de grado, de Máster, de doble grado y Doctorados. Los estudios son los siguientes:

- o Grado en Ingeniería Civil y Territorial
- o Grado en Ingeniería de Materiales
- o Doble grado en Ingeniería Civil y territorial más ADE
- o Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos
- o Máster en Ingeniería de Materiales
- o Máster en Ingeniería de Estructuras, Cimentaciones y Materiales
- o Máster en Sistemas de Ingeniería Civil
- o Doble Máster en ICCP y Sistemas de Ingeniería Civil

- Asociaciones. La infraestructura alberga a su vez numerosas entidades de prestigio y que laboran sus tareas de investigación desde la propia escuela. Destacamos a:

o TRANSyT: Centro de Investigación del Transporte, cuya página oficial es <http://www.transyt.upm.es/index.php/es/>

o I+D+I UPM: Grupo de investigación en innovación de la UPM, cuya página web es la siguiente: <http://www.upm.es/observatorio/vi/index.jsp?pageac=centro.jsp&idGrupo=04>

3 Modelado

El modelado de la infraestructura se realiza con documentación de partida formada por planos en planta de todos los niveles de la escuela.

Anterior a este modelado se realiza un BIM Execution Plan, en el cual se recoge el tiempo dedicado al modelado de cada parte, a la recogida de datos académicos y a la sincronización de datos y modelo. Además se indica la nomenclatura a otorgar a cada familia o elemento creado en el modelo para que cualquier persona pueda identificar cualquier elemento o modelar uno nuevo estando en consonancia con los elementos ya creados.

3.1. Niveles

Los niveles son modelados gracias a la toma de datos in situ de las alturas de la infraestructura, distinguiendo 3 tipos de alturas principales: sótanos, plantas principales y las plantas de la torre. La definición de los mismos es una parte crucial del proyecto ya que serán la base del modelado de cada planta, afectando a información futura como volúmenes de habitaciones (útil para información de instalaciones de calefacción o aire acondicionado), área de muros, etc.

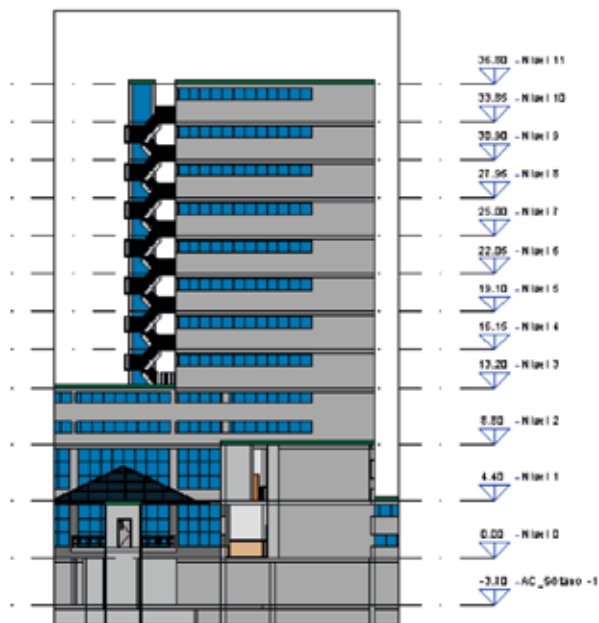


Fig. 4_ Niveles de la infraestructura

3.2. Habitaciones

La herramienta que nos proporciona el programa de modelado BIM llamada “Habitaciones” permite caracterizar un espacio físico del modelo dotándolo de múltiples datos, algunos de forma incluso automática como áreas, perímetros y volúmenes. He ahí donde radica la importancia de haber modelado de manera correcta los niveles y muros mencionados anteriormente. Además de esta información automática se crean parámetros de proyecto ajenos a los ya considerados por Revit. Se crea así pues el parámetro llamado “Código UPM” alfanumérico registrado en una base de datos y se otorga a todas y cada una de las dependencias que existen en la infraestructura, permitiendo así unir en un espacio físico, filtrable y localizable tanto códigos, como nombres, áreas, volúmenes, etc.

Además de esta característica, la asignación de nombres a espacios físicos permiten la elaboración de planos de ubicación en función de la nomenclatura. Destacar que estos planos están en continua conexión con el modelo, de tal manera que cualquier reforma o alteración de las aulas se vera reflejada de manera instantánea en los planos mencionados.

4 Recopilación y sincronización de datos educativos

El objetivo principal en este apartado es poder recopilar todos los datos de importancia característica de la ubicación y duración de todas y cada una de las clases impartidas en el edificio. La función es la de permitir a la herramienta BIM Navisworks el poder reproducir la actividad docente en la ETSICCP.

Los estudios de los cuales se ha recogido la información para el curso 2018/2019 son los siguientes:

- Grado en Ingeniería Civil y territorial
- Grado en Ingeniería de materiales
- Máster en Ingeniería de materiales
- Máster habilitante Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos
- Máster Universitario de Sistemas en Ingeniería Civil
- Máster de Estructuras y Cimentaciones

El procedimiento de recopilación de datos de los estudios mencionados conlleva varias fases descritas a continuación.

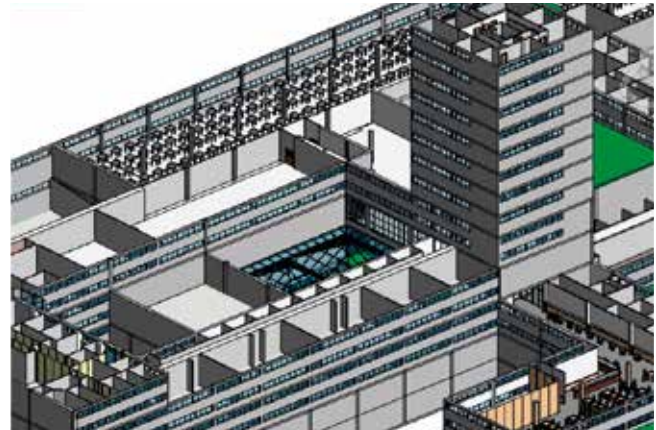


Fig. 5_ Vista exterior del modelo sin cubiertas

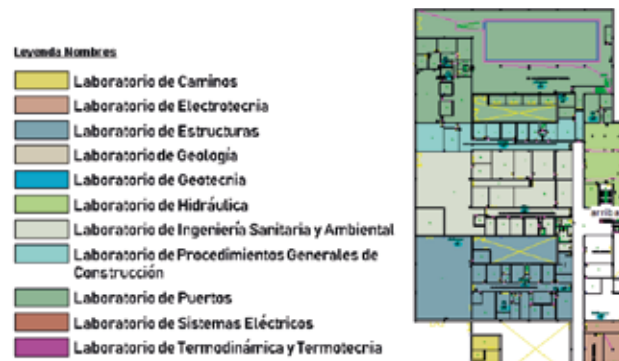


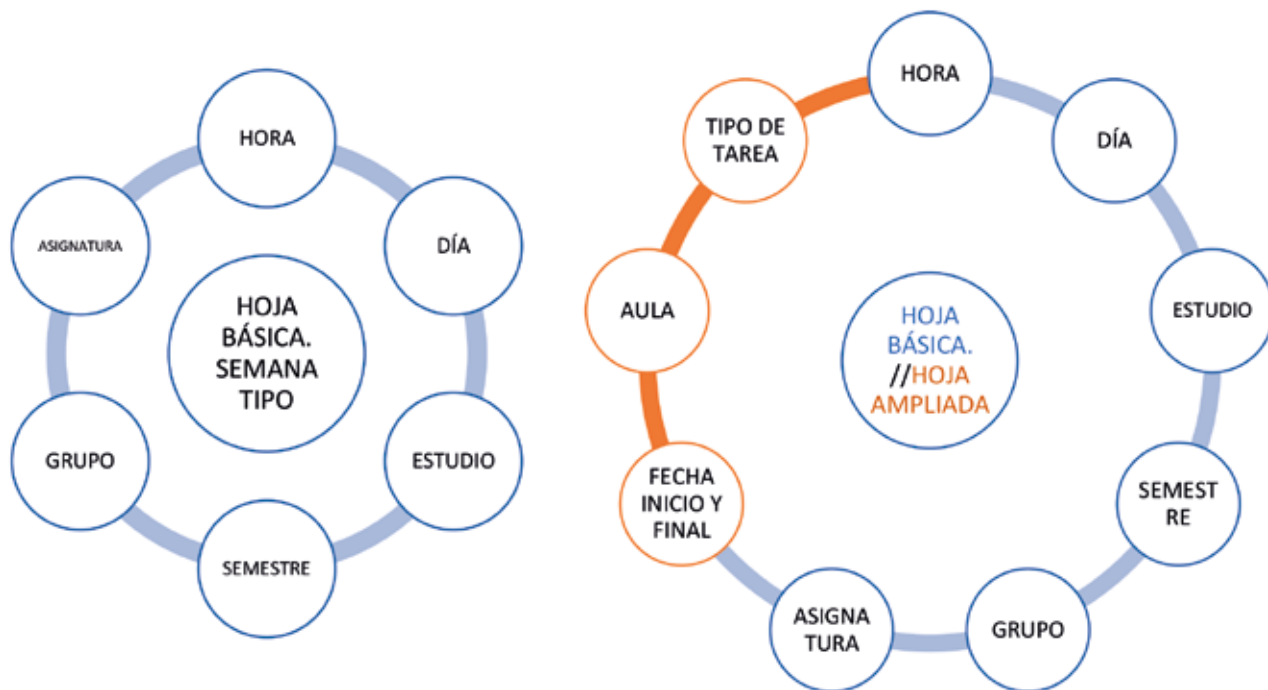
Fig. 6_ Plano ubicaciones de laboratorios

4.1. Recopilación e introducción de datos

La recopilación de datos se ha realizado mediante la consulta de las diferentes guías de aprendizaje disponibles en la escuela, o bien mediante la consulta de la página web.

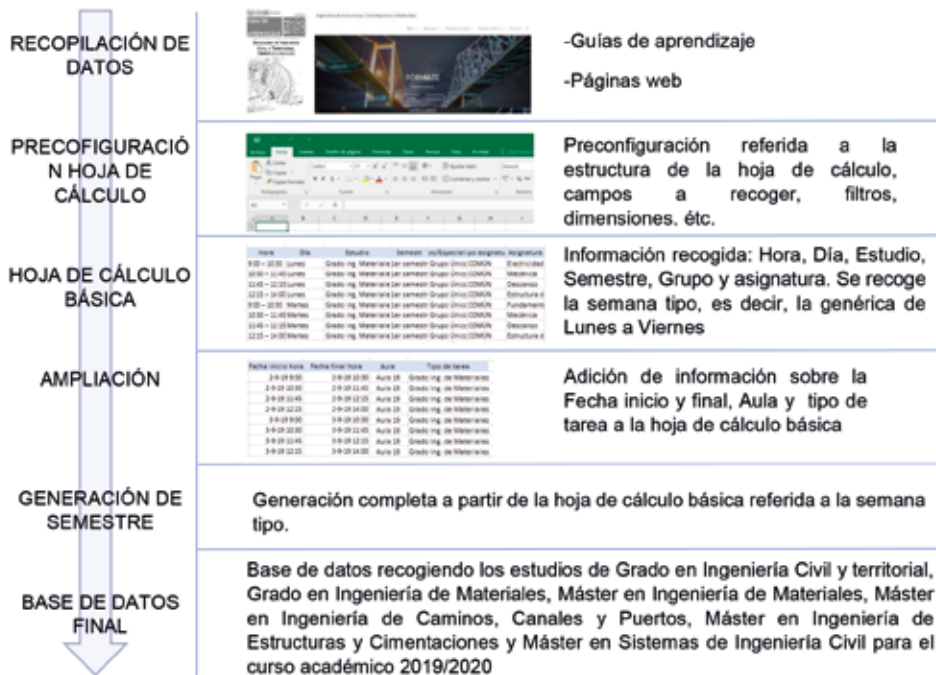
El procedimiento de generación de hojas de cálculo ha sido el que se muestra en los gráficos adjuntos. En primer lugar se realiza una hoja de cálculo básica y posteriormente se amplía para albergar nuevos campos de información, entre ellos:

- Fecha inicio y final. Este nuevo campo proporciona la posibilidad de otorgar a cada asignatura un día del año determinado, es decir, con este campo la base de datos pasa de tener un martes genérico a, por ejemplo, un martes 3 de diciembre de 2019.
- Aula. Este campo es de vital importancia ya que mediante el mismo se producirá la sincronización entre modelo y base de datos. Siendo este el puente de unión entre ambos cabe destacar la nomenclatura, que debe ser exacta tanto en el modelo como en la base de datos para un buen funcionamiento de la metodología aplicada.



Esquema 1_ Hoja de cálculo básica

Esquema 2_ Hoja de cálculo ampliada



Esquema 3_ Proceso de creación de base de datos

- Tipo de tarea: La utilidad de este campo es la de otorgar una gama de colores a las asignaturas en función del estudio durante la representación del diagrama de Gantt en el modelo.

Una vez creada la base de datos “Ampliada” se procede a la generación del semestre completo, para poder crear la base de datos completa, la cual abarcará todos los grupos de todos los semestres y estudios mencionados.

Todo el proceso, desde su inicio hasta su final, está recogido de forma esquemática en el esquema 3.

La creación de esta base de datos totalmente ampliable y modificable puede vincularse con diferentes softwares destinados a la gestión en infraestructuras de edificación llamada FM (Facility management) o CMMS (Computerized maintenance management systems) [7, 10].

4.2. Adaptación anual de la recogida de datos

En vistas de la complejidad en la recopilación de los datos para la elaboración de la base de datos del curso 2019/2020, se ha realizado una simplificación del proceso que permita a la escuela facilitar esta labor y que se realice mediante un proceso mucho más automatizado. Para ello se ha modificado la estructura de las hojas de cálculo anteriormente mencionadas y se ha procedido a la creación de una macro para simplificar todo el proceso.

El esquema 4 muestra, de forma esquemática, las herramientas de la Macro creada.



Esquema 4_ Herramientas de Macro elaborada

Las características de la macro y sus funciones son:

4.2.1. Herramienta Inicio

Esta herramienta nos permite limpiar toda la hoja de cálculo y dejarnos sólo las filas que debemos sobrescribir, es decir las referidas a la “Semana tipo” para la generación correcta del nuevo semestre.

4.2.2. Herramienta generación de semestre

Nos permite realizar el paso contrario a la herramienta predecesora. Es decir, una vez actualizados los datos y actualizados para el nuevo semestre esta herramienta completa de manera automática la generación del mismo hasta la fecha de finalización.

4.2.3. Horario reducido

Esta macro nos permite simplificar el Excel y consultar solo los datos más importantes. Su creación radica en poder dar a la escuela un horario el cual introducir en las guías de aprendizaje, eliminando información que atañe a la metodología BIM y dejando la realmente importante para el alumno, es decir, aula, asignatura y hora.

5

Gestión metodología BIM

Navisworks es la herramienta que plasma en última estancia los resultados finales que nos proporciona este proyecto. Por un lado abarca todo el modelo Revit, con toda la información asignada durante el modelado y por otro lado recoge la base de datos creada mediante la hoja de cálculo. Se produce por tanto en esta plataforma la fusión entre estos dos pilares vitales del proyecto.

5.1. Diagrama de Gantt

Gracias a la gran base de datos introducida mediante Excel y asignada al modelo mediante Navisworks, esta misma herramienta nos permite ver reflejado en el modelo cualquier intervalo de tiempo a lo largo del periodo escolar, pudiendo chequear la ocupación de las aulas o todas las asignaturas que se están dando en la escuela en un periodo de tiempo. El resultado de este proceso se adjunta en la figura 7.

5.2. Simulaciones visuales

Un aspecto muy destacable de Navisworks es la posibilidad que nos ofrece de realizar de manera sencilla e intuitiva diferentes trayectos a lo largo del modelo importado.

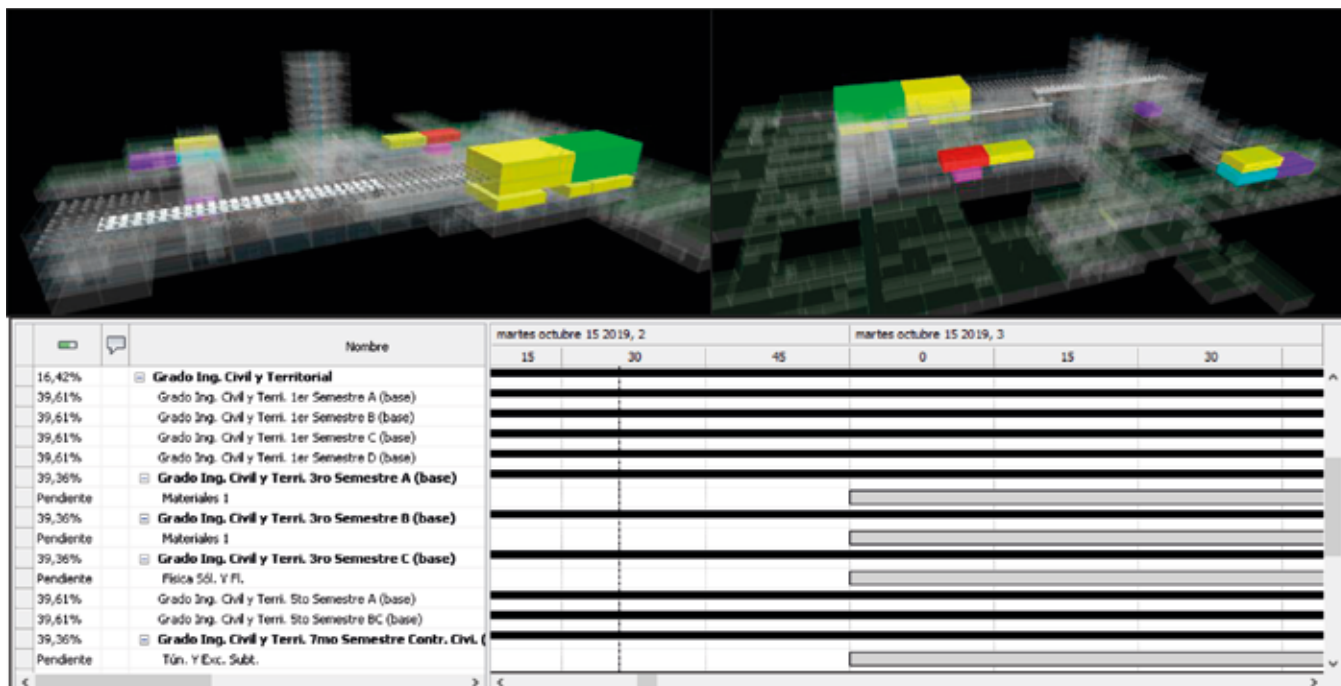


Fig. 7_ Representación diagrama de Gantt en el modelo

Legenda Nombres

- | | | | |
|--|---------|--|------------------------|
| | Aula 1 | | Aula 18 |
| | Aula 2 | | Aula 22 |
| | Aula 3 | | Aula 23 |
| | Aula 4 | | Aula 24 |
| | Aula 5 | | Aula de CAD |
| | Aula 6 | | Cafetería |
| | Aula 7 | | Capilla |
| | Aula 8 | | Comedor |
| | Aula 9 | | Conserjería |
| | Aula 11 | | Delegación de alumnos |
| | Aula 12 | | Laboratorio de Idiomas |
| | Aula 13 | | Publicaciones |
| | Aula 14 | | Salón de Actos |
| | Aula 15 | | Secretaría |
| | Aula 16 | | Vestíbulo |
| | Aula 17 | | |



Fig. 8_ Plano de ubicaciones de planta baja

6

Conclusiones

El objetivo principal que se propuso desde un inicio para este Trabajo Fin de Máster es el de dotar de una metodología BIM de gestión para un posible uso futuro de la misma por el personal de la escuela y de los alumnos.

Se encuentran entonces dos focos en los cuales centrarse para la evolución de esta metodología, uno es el modelo de la escuela y otro es la actualización de información. Ambos se fusionan dando lugar a una síntesis entre elementos físicos reales e información intangible. De tal manera que ambos focos son actualizables de manera anual, destacando el calendario académico.

Como conclusión en lo referido a los frutos que ha dado esta investigación encontramos:

- Proporcionar información de ubicación, nombre y código UPM a todas y cada una de las habitaciones, aulas y/o espacios.
- Elaboración de recorridos a través de la escuela a modo de guía para cualquier visitante futuro
- Representación gráfica de la ocupación y tipo de ocupación de las aulas en cualquier periodo de tiempo del año escolar 2019/2020.
- Ubicaciones basadas en patrones de color de las diferentes zonas de interés de la escuela.
- Múltiples posibilidades de futuro actualmente en desarrollo: gestión de taquillas, gestión de equipos, formatos PDF, etc. 📌

B	C	D	E
Nombre	Código UPM	Área	Volumen
Aula 7	04A.00.091.0	58.79 m ²	176.36 m ³
Aula 8	04A.00.092.0	58.79 m ²	176.36 m ³
Aula 9	04A.00.093.0	57.22 m ²	171.67 m ³
Aula 4	04A.00.077.0	239.21 m ²	717.62 m ³
Aula 3	04A.00.078.0	117.69 m ²	353.06 m ³

Tabla 3_ Datos asignados a aulas

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Angulo Fornos, R. (. (2012). 'Construcción de la base gráfica para un sistema de información y gestión del patrimonio arquitectónico: Casa de Hylas'. Angulo Fornos, R. (2012). 'Construcción de la base gráfica para un sistema de información y gestión del patrimonio arquitectónico: Casa de Hylas'. *Arqueología de la arquitectura*, 9, 13-27.
- [2] Autodesk. (s.f.). <https://www.autodesk.com/>. Recuperado el 28 de febrero de 2019, de <https://www.autodesk.com/solutions/bim>
- [3] Azhar, S. (2011). *Building information modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry. Leadership and management in engineering*, 11(3), 241-252., 241-252.
- [4] BIM Community. (s.f.). <https://www.bimcommunity.com/>. Recuperado el febrero de 2019, de <https://www.bimcommunity.com/technical/load/28/11-bim-applications-to-bealwaysonline>
- [5] Building Smart. (s.f.). <https://www.buildingsmart.es/>. Recuperado el 19 de Febrero de 2019, de <https://www.buildingsmart.es/>: <https://www.buildingsmart.es/bim/>
- [6] Edifica y obra civil. (s.f.). <https://edificayobracivil.centrosdeformacion.empleo.madrid.org/>. Recuperado el 25 de febrero de 2019, de <https://edificayobracivil.centrosdeformacion.empleo.madrid.org/>: <https://edificayobracivil.centrosdeformacion.empleo.madrid.org/aplicaciones-bimbuilding-information-modeling-para-obra-civil>
- [7] Erdener, E. (2003). *Linking programming and design with facilities management. Journal of performance of constructed facilities*, 4-8.
- [8] ITEC (s.f.). <https://itec.es/servicios/bim/>. Recuperado el 25 de febrero de 2019, de <https://itec.es/servicios/bim/>: <https://itec.es/servicios/bim/>
- [9] Julián, J. E. (2012). 'Generación de modelos de información para la gestión de una intervención: La cárcel de la Real Fábrica de Tabacos de Sevilla'. 'Generación de modelos de información para la gestión de una intervención: La cárcel de la Real Fábrica de Tabacos de Sevilla'. *Virtual Archaeology Review*, 3(5), 63-67.
- [10] Korka, J. W. (1997). *Facilities computerized maintenance management systems. Journal of architectural engineering*, 118-123.
- [11] OGBAMWEN, J. (2016). Gestión de proyectos de construcción mediante Building Information Modeling (BIM) e *Integrated Project Delivery* (IPD). Análisis y estudio de dos casos en EE. UU. OGBAMWEN, J. (2016). Gestión de proyectos de construcción mediante Building Information Modeling (BIM) e *Integrated Project Delivery* (IPD). Análisis y estudio de dos casos en EE. UU.
- [12] Pinterest. (s.f.). www.Pinterest.com.
- [13] Thenbs. (s.f.). <https://www.thenbs.com/>. Recuperado el 2 de marzo de 2019, de <https://www.thenbs.com/knowledge/what-is-building-information-modelling-bim>

Proyecto constructivo del nuevo

puente de carretera

para la unión de las villas de Laredo y Santoña (Cantabria)



AUTOR

MARIO
De Lucio

TUTOR

ARTURO
Antón

E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de A Coruña, Universidade da Coruña

RESUMEN

El nuevo puente sobre la bahía de Santoña tiene una longitud total de 890 m y cruza el Estrecho de San Martín desde la villa de Laredo hasta la de Santoña. El tramo central está compuesto por una solución atirantada de 200 m de luz, vanos de retenida de 90 m y un gálibo de navegación de 28 m. El tablero simplemente apoyado se construye de forma simétrica mediante empuje desde los estribos de ambos lados. Para ello, se ha optimizado el proceso de lanzamiento de tal forma que se aprovecha el propio sistema de atirantamiento del puente para compensar los esfuerzos flectores máximos producidos durante el empuje, no siendo necesarios elementos adicionales de compensación de esfuerzos. La concepción de este puente pretende establecer un valioso vínculo entre las zonas de mayor importancia de la zona oriental de Cantabria, al mismo tiempo que conseguir una adecuada integración de la estructura en el estuario.

PALABRAS CLAVE

Nuevo puente, Laredo, Santoña, sistema de atirantamiento, estuario

ABSTRACT

The new bridge over Santoña bay has a total length of 890 m and crosses from the city of Laredo to Santoña. The main stretch is a cable-stayed deck with a 200 m main span, 90 m side span and a vertical clearance for navigational purposes of 28 m. The simply supported steel deck is being built by segments incrementally launched from both sides. With that purpose, the launching process has been optimized so that its own cable stayed support system compensates the forces generated during construction. The conception of this new bridge aims at establishing a new valuable bond between Laredo and Santoña while at the same time achieving an adequate integration of the structure in the estuary.

KEYWORDS

New bridge, Laredo, Santoña, cable stayed support system, estuary

1

Introducción

Laredo y Santoña con una población de 11.347 y 11.004 habitantes (INE), respectivamente, son junto con Castro-Urdiales los dos municipios más poblados de la zona oriental de la provincia de Cantabria. Ambas villas marineras basan gran parte de su economía en la industria pesquera y conservera. El turismo también juega un papel importante en ambas poblaciones, provocando un aumento de hasta 100.000 habitantes durante el periodo estival.

La única conexión terrestre existente entre las dos localidades y los municipios adyacentes, es la carretera autonómica CA-241 o más bien conocida como “Carretera de los Puentes”. Esta vía de 5,1 km de longitud posee una IMD aproximada de 10,000 v/d, de los cuales un 6 % son pesados, y enlaza con la autovía del Cantábrico A-8 a través de la Nacional N-634, discurrendo sobre el Parque Natural de las Marismas de Victoria y Joyel. Sus desfavorables características geométricas (calzada excesivamente estrecha, poca visibilidad en curvas, mala iluminación) y el deterioro del entorno natural sobre el que está construida, la convierten en una infraestructura inadecuada desde el punto de vista técnico, social y medioambiental. Tanto es así que la CA-241 ha sido incluida en numerosas ocasiones en el listado de tramos de vías convencionales más peligrosos para circular por nuestro país, o más conocidos como puntos negros, que realiza la DGT cada año.



Fig. 1_ Situación actual de las conexiones terrestres entre Laredo y Santoña

Por otro lado, a pesar de que la separación de ambas villas puede inscribirse en un radio máximo de 700 metros por mar

a través del Canal de San Martín, el trayecto actual más corto siguiendo el itinerario A-8 – N-634 – CA-241, supone recorrer una distancia de 18 km, lo que puede requerir un tiempo de viaje de hasta 35 minutos en hora punta, con los riesgos que conlleva utilizar la CA-241.

La actual situación de las conexiones terrestres alrededor la Bahía pone de manifiesto la necesidad de plantear nuevas alternativas de enlace entre Laredo, Santoña y las localidades adyacentes, que permitan mitigar total o parcialmente los inconvenientes técnicos, sociales y medioambientales anteriormente comentados. En este sentido, se propone la construcción de un nuevo puente de carretera sobre el Canal de San Martín que una las localidades de Laredo y Santoña. Dicho puente permitirá, además de la circulación en ambos sentidos de automóviles, el paso de peatones y vehículos no motorizados.

2

Descripción de la solución adoptada

2.1. Descripción general

El puente tiene una longitud total de 717 metros, y está situado entre los P.K. 0+058 y P.K. 0+775 según el presente proyecto. El vano principal, situado entre el P.K. 0+317 y P.K. 0+517, se resuelve con una solución atirantada mediante un sistema de cables central en semi-abanico. Dicho tramo atirantado posee una disposición simétrica, formada por un vano principal $l_a=200$ m, y dos vanos de retenida de $l_m=90$ m.

Los viaductos de aproximación se sitúan entre los P.K. 0+58 y P.K. 0+233 desde el lado Laredo, y P.K. 0+6182 y P.K. 0+775 desde el lado Santoña. La disposición de vanos en estos viaductos es asimétrica, ya que se dispone de tramos de 55, 60 y 42 m de longitud.

Tanto el tramo principal como los de aproximación comparten el mismo tablero, dándole máxima continuidad longitudinal al puente, el cual se encuentra simplemente apoyado en las seis pilas que forman la estructura.

El hecho de que todo el puente se encuentre apoyado sobre las pilas deriva del proceso constructivo contemplado, el cual consiste en empujar el puente desde ambas orillas como un todo-uno aprovechando el propio atirantamiento como sistema de lanzamiento. Dado que el sistema de atirantamiento es central, la rigidez a torsión del sistema la proporcionan los apoyos de anclaje que finalizan los vanos de retenida, consiguiendo así una relación recomendada por muchos autores de $l_a/l_m < 0.5$. El tablero, formado por una sección cerrada como se verá más adelante, también contribuye a rigidizar la estructura frente a torsión.

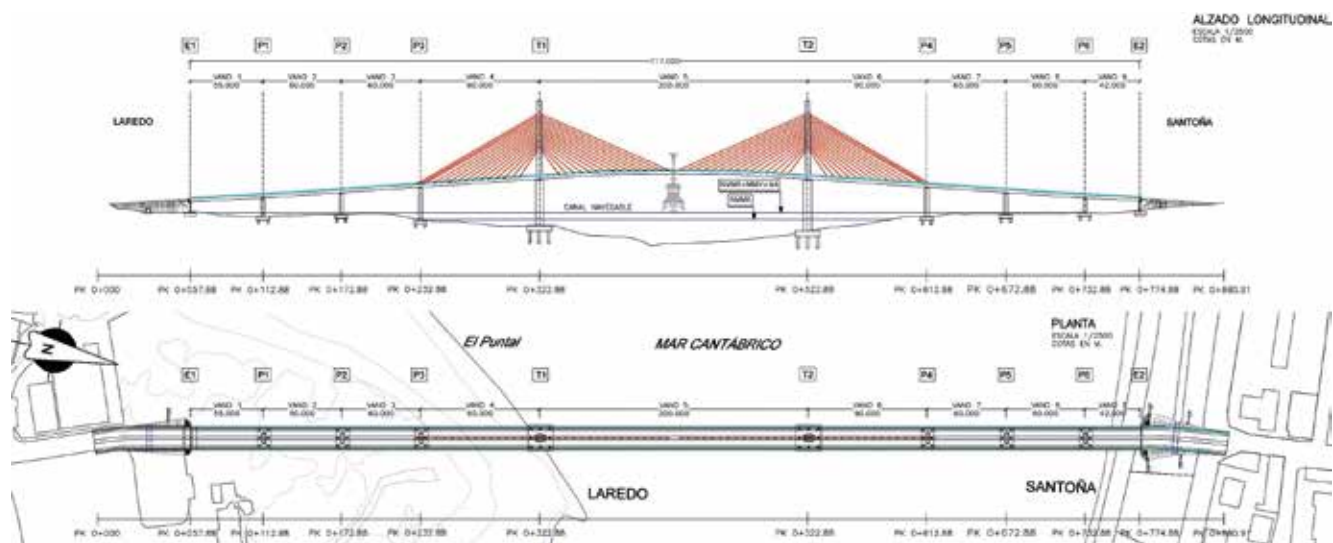


Fig. 2_ Vista general en alzado y planta del puente



Fig. 3_ Infografías del puente donde se puede apreciar el aspecto general del puente, la curvatura en alzado del tablero, la cual posee una pendiente máxima del 7 %, y la unión pilono-tablero-pila

2.2. Tablero

El tablero está formado por una losa ortótropa de chapa de acero de sección cajón con forma heptagonal aerodinámica. Las dimensiones generales del rectángulo envolvente de la sección son 2.4 m de canto y 18 m de ancho, estando el centro de gravedad a 2.269 m de altura respecto a la base. Por tanto, la relación canto-vano es de 1/80, y la relación ancho-vano, 1/11. El tablero final estará compuesto de dovelas prefabricadas de 6 m de ancho.

La sección transversal en sí misma está compuesta por las chapas envolventes, las cuales forman el heptágono exterior del que está compuesto la sección cajón, y los rigidizadores

longitudinales. De acuerdo con la nomenclatura de la RPM-95, las dos chapas superiores que forman el ala superior están previstas de la inclinación del 2% respecto de la horizontal con la que contará la carretera. La chapa inferior, la cual constituye el ala inferior de la sección, es horizontal. Las 4 chapas restantes forman las almas laterales del tablero.

Las chapas superiores tienen un grosor de 14 mm, mientras que en las de los 3 lados inferiores el grosor es de 10 mm.

Tanto la chapa superior como la inferior, están previstas de rigidizadores cerrados trapezoidales. Los de la chapa superior y los del recinto cerrado rectangular que aloja el hueco del pilo-

no, han sido escogidos, de entre los propuestos por la norma RPM-95 y la EAE, teniendo en cuenta que sobre la losa circularan vehículos de manera directa.

Concretamente se ha decidido disponer el perfil tipo 2, número 6, con un grosor de 8 mm, una altura de 300 mm, una base mayor de 300 mm y una base menor de 116.6 mm, con chaflanes de 25 mm de radio. La separación entre rigidizadores es de 300 mm, y por tanto hay un total de 28 en la sección. Como es habitual, las medidas están tomadas con respecto a la fibra central de la chapa de acero que forma el rigidizador, tomando esta como un elemento sin grosor.

Por su parte, las chapas del ala inferior y de las almas laterales inferiores, tienen unos rigidizadores más anchos, de 400 mm de base mayor, 300 mm de base menor y 275 mm de alto. El grosor es el mismo que en el caso anterior, 8 mm, y la separación entre rigidizadores es 600 mm. En el ala inferior hay un total de 11 rigidizadores de este tipo, y continúan ascendiendo por las almas laterales inferiores 4 más en cada lado, para un total de 15 rigidizadores inferiores. En las chapas de las almas laterales superiores y en la longitud restante de los inferiores se soldarán rigidizadores planos rectangulares de 100 mm de

altura y 10 mm de grosor. Se separarán cada 300 mm en las chapas laterales superiores e inferiores, disponiendo un total de 3 en cada una.

Los diafragmas estarán colocados cada 3 m. Están compuestos por una chapa de acero de 30 mm, maciza y con aligeramientos circulares, los cuales funcionan las veces de paso de hombre para facilitar las tareas de inspección e instalación. Los aligeramientos están reforzados perimetralmente rigidizadores horizontales y verticales. Todos los diafragmas situados en el tramo atirantado, se encuentran reforzados en la parte superior por una platabanda longitudinal de 15 mm que recoge la componente horizontal de la fuerza de los cables.

2.3. Esquema de torres y pilas

Como parte del sistema de atirantamiento, los pilonos, de acero, están formados por una sección octogonal que se encaja dentro de un rectángulo de 4.5 x 2 m y 5 cm de espesor. Tienen una altura total de 55 m sobre la rasante del tablero. Se disponen acanaladuras longitudinales de geometría semi-circular a lo largo de toda la sección en la zona de anclaje de los cables. Con el objeto de resistir de forma más eficiente las compresiones generadas por el momento flector en el pie del

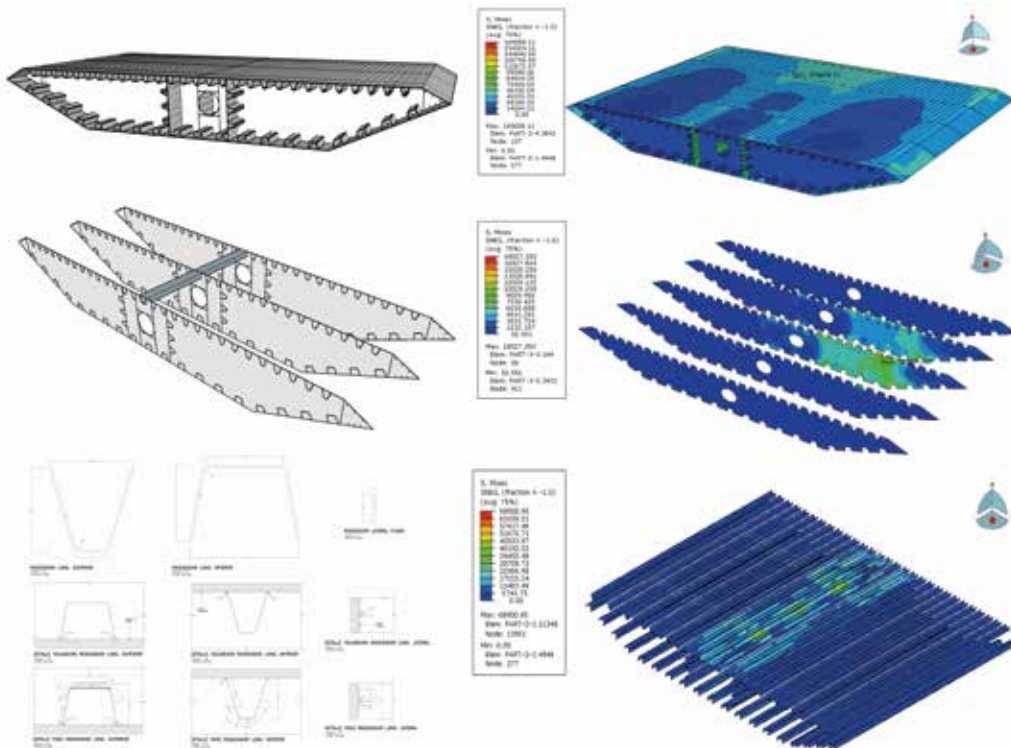


Fig. 4_ Detalles en 2D y 3D de una dovela del tablero, en los que se aprecia la chapa envolvente, los diafragmas y los rigidizadores. También se muestran los modelos de elementos finitos locales utilizados para su validación estructural

pilono, se rellena la sección de hormigón hasta el encuentro del primer anclaje, a 18 m sobre la rasante.

La superestructura metálica del tramo principal se encuentra simplemente apoyada en dos grandes pilas huecas de hormigón, de sección octogonal. Sus dimensiones son 6 x 8.2 m, de manera que aproximadamente 3/4 partes de la superficie inferior del tablero se encuentra apoyada sobre la pila. Su espesor es de 0.5 m.

Las pilas de los vanos de aproximación, también de hormigón, están compuestas de una sección rectangular de 3 x 8.2 m y 0.3 m de espesor. Dicha sección se estiliza mediante un acuerdo parabólico que recorre el lado largo de la misma.

2.4. Sistema de atirantamiento

Como se comentó anteriormente, el sistema de atirantamiento utilizado es una combinación de los sistemas convencionales en arpa y abanico. El llamado sistema en semi-abanico, o también híbrido, combina las ventajas de estos dos esquemas para conseguir una rigidez a torsión mejorada en un puente con un sistema central de cables.

En la figura 6 se muestra el sistema de atirantamiento planteado. De cada pilono nacen 30 cables, los cuales se encuentran equiespaciados tanto en el mástil, con anclajes cada 2 m, como en el tablero, con anclajes cada 6 m. Los dos últimos cables del vano de retenida se disponen cada 3 m, consiguiéndose así un punto fijo en las pilas situada en los P.K. 0+238 y P.K. 0+613.

La tipología de los tirantes es de cordones rectos paralelos tipo "New Parallel Stay Cables" (NPWS), en los que el haz de tendones está ligeramente torsionado en una larga capa para facilitar el enrollado y desenrollado de los mismos, y hacer que el filamento se autocompacte cuando se lo someta a tensión axial. Estos cables se caracterizan además por disponer de una capa de protección de polietileno extruida directamente sobre los tendones, con lo cual no existe hueco alguno entre estos y la funda plástica exterior, asegurando la máxima protección para un ambiente marino como en el que se encuentra el puente. Los tirantes dispondrán de un dispositivo de triple protección frente a la radiación ultravioleta, corrosión y fatiga térmica, con la ventaja de reposición, modificación, retesado, etc.

En aras de optimizar la cantidad de acero de los cables, se utilizan tres tipos de tirantes con un número de cordones descendente a medida que nos acercamos al apoyo. Los cables tipo 1 estarán formados por 40 cordones, los tipo 2 por 35 y los tipo 3 por 20. Cada cordón está formado por 7 alambres de 5 mm de diámetro.

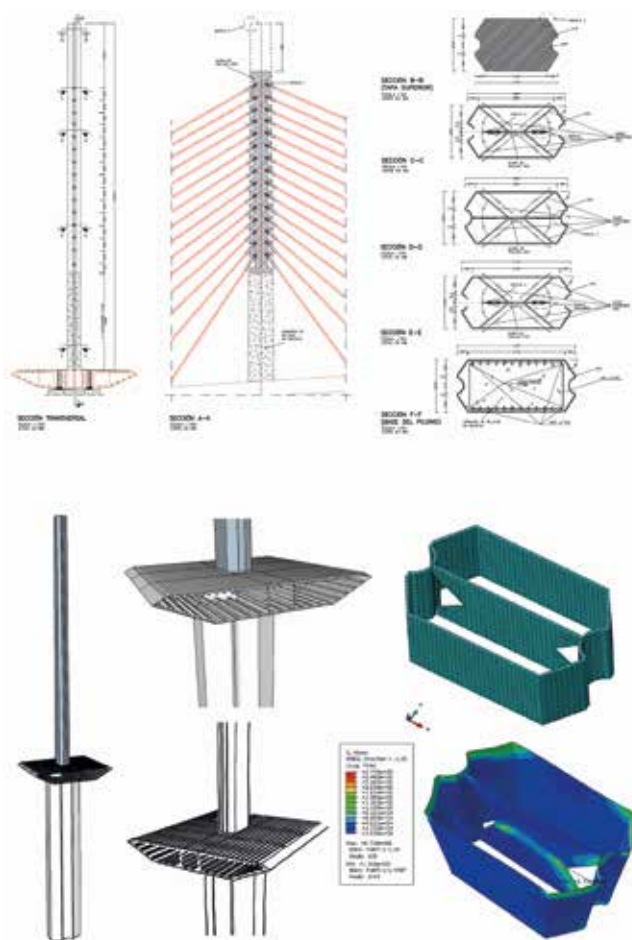


Fig. 5_ Detalles constructivos de los pilonos metálicos y de los modelos de elementos finitos utilizados para su validación estructural

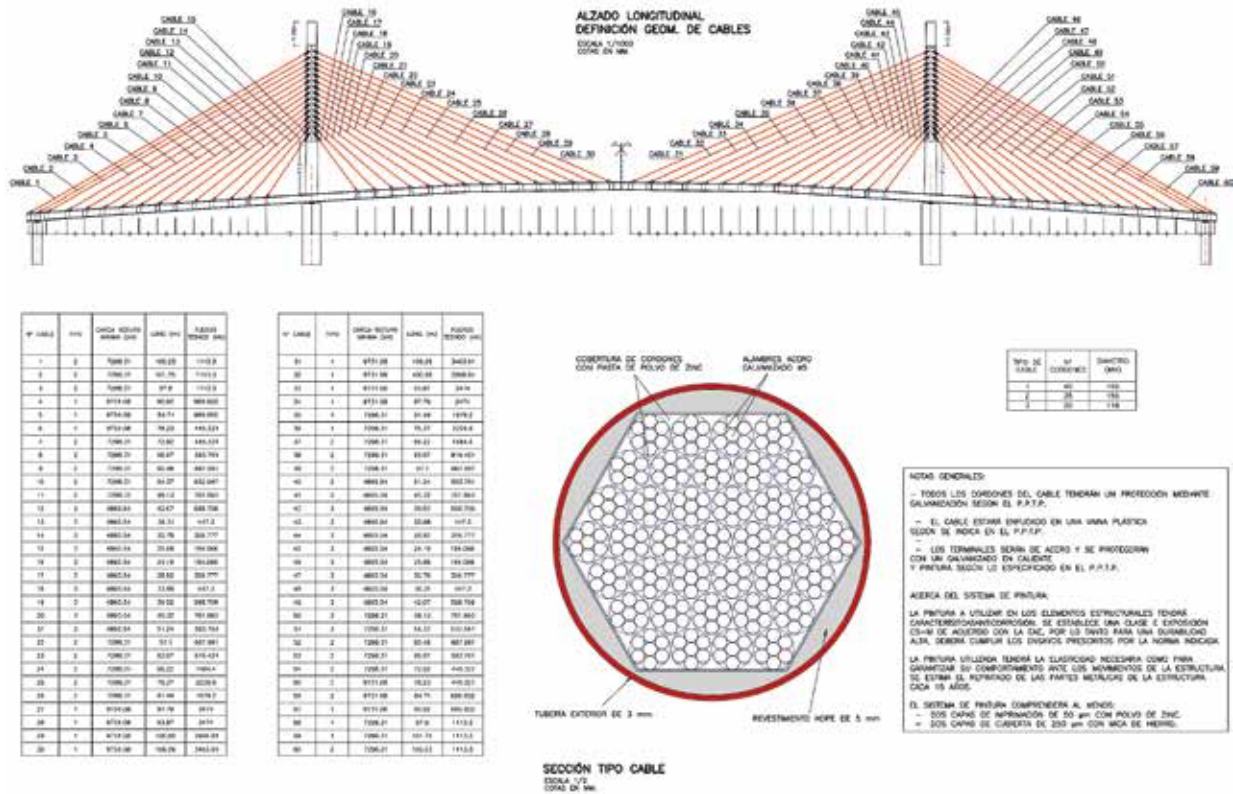


Fig. 6_ Sistema de atirantamiento planteado

3 Proceso constructivo

La ejecución de la superestructura del puente se realiza mediante lanzamiento con atirantamiento frontal.

Dada la complejidad que presenta una técnica constructiva como es el empuje o lanzamiento con atirantamiento frontal, resulta imprescindible modelar las diferentes fases del proceso constructivo, de manera que se conozcan los desplazamientos y esfuerzos máximos en las posiciones más desfavorables que adopta la superestructura.

El proceso de empuje planteado en este proyecto no es el tradicional. El sistema de empuje habitual mediante atirantamiento frontal, consiste en una torre articulada al tablero y cables fijados a la cabeza de la torre y anclada al tablero en posiciones simétricas respecto a ella, de modo que se obtiene un sistema de pretensado externo con una elevada excentricidad. En los casos en los que los momentos flectores son muy elevados,

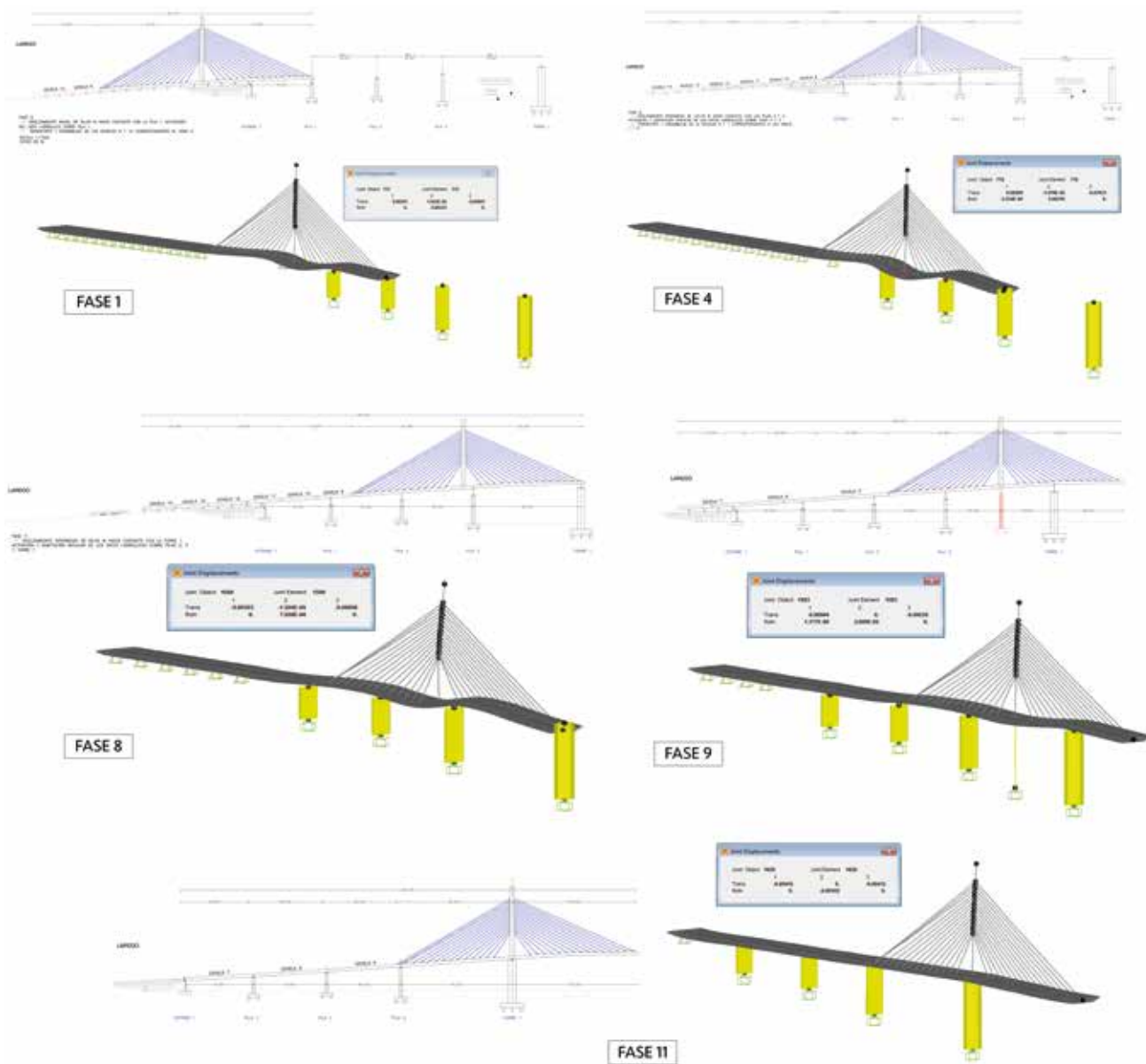


Fig. 7_ Esquema gráfico de las fases del proceso constructivo más relevantes y modelo de barras utilizado para obtener los desplazamiento y esfuerzos durante cada una de ellas

se puede combinar un sistema de atirantamiento frontal con una nariz de lanzamiento, consiguiendo así un atirantamiento provisional de carga variable en la parte delantera del tablero para reducir las tensiones temporales existentes durante las configuraciones de voladizo. Esta técnica combinada ha sido utilizada en viaductos como el de Millau. En este caso se han optimizado las fuerzas de tesado de los cables, de manera que se aprovecha el propio atirantamiento del puente, no siendo necesarios elementos de compensación de esfuerzos.

4 Resumen del presupuesto y ficha técnica

En base a lo expuesto, el presupuesto de Ejecución Material asciende a la cantidad de: 96,681,801.09 €. A continuación, se muestra el resumen del presupuesto y la ficha técnica del puente. 📄



CAPÍTULO	IMPORTE (€)
1. ACTUACIONES PREVIAS	27.185,20
2. MOVIMIENTO DE TIERRAS	
2.1. Excavaciones	412.614,36
2.2. Terraplenes, rellenos y estabilización de suelos	70.143,49
TOTAL CAPÍTULO 2	482.757,85
3. ESTRUCTURA	
3.1. Cimentaciones	2.773.083,29
3.2. Estribos	493.454,83
3.3. Pilas	1.088.033,39
3.4. Tablero	52.639.633,82
3.5. Sistema de atirantamiento	3.880.717,17
3.6. Aparatos de apoyo	151.389,49
3.7. Acabados	714.128,59
3.8. Proceso constructivo	2.445.728,49
3.9. Prueba de carga	24.680,50
TOTAL CAPÍTULO 3	64.210.849,57

CAPÍTULO	IMPORTE (€)
4. FIRMES Y PAVIMENTOS	
4.1. Firmes de carretera	328.156,56
4.2. Zonas peatonales	41.872,80
TOTAL CAPÍTULO 4	370.029,36
5. DRENAJE	162.334,74
6. PROTECCIÓN Y DEFENSAS	740.790,06
7. ILUMINACIÓN	32.040,14
8. INTEGRACIÓN AMBIENTAL Y TERMINACIÓN DE OBRAS	128.565,37
9. GESTIÓN DE RESIDUOS	281.615,14
10. SEGURIDAD Y SALUD	708.635,05
Presupuesto de ejecución material	67.144.802,48
13 % de gastos generales	8.728.824,32
6 % de beneficio industrial	4.028.688,15
Presupuesto base de licitación	79.902.314,95
21 % IVA	16.779.486,14
Presupuesto base de licitación con IVA	96.681.801,09

FICHA TÉCNICA

Título	Puente de carretera sobre el estrecho de San Martín para la unión de las villas de Laredo y Santoña (Cantabria)
Localización	Bahía de Santoña (Cantabria)
Longitud	890 m
Presupuesto	96.681.801,09 euros
Estructura	<ul style="list-style-type: none"> • 9 vanos de longitud: 55 + 60 + 60 + 90 + 200 + 90 + 60 + 60 + 42 m • Tablero de acero S355 J0 de sección cajón aerodinámica de 18 m de ancho y, canto constante de 2.4 m. Simplemente apoyado sobre las pilas • Sistema de atirantamiento de tipología híbrida (semi-abanico) formado por un solo plano central de cables. Los anclajes del tablero se encuentran equiespaciados 6 m • Pilonos de acero de 55 m de altura sobre la plataforma con sección octogonal variable. Anclajes en torres colocados cada 2 m • Dos tipos de pilas: <ul style="list-style-type: none"> - Pilas principales: sobre ellas descansan los pilonos metálicos. Tienen una sección octogonal de 8,2 x 6 m. Alturas totales de 34 y 38 m - Pilas de los vanos de aproximación: sección rectangular estilizada de 8,2 x 3 m. Alturas totales comprendidas entre 23 y 32 m
Sistema constructivo	<ul style="list-style-type: none"> • Pilas ejecutadas por encofrado trepante • Tablero ejecutado desde ambas orillas de manera simétrica mediante lanzamiento con atirantamiento frontal aprovechando el propio sistema de cables del puente • Transporte del tablero dividido en dovelas de 20 m de longitud mediante 4x4 líneas de carretes autopropulsados tipo SPML o similar, y descenso sobre apoyos provisionales

MEDICIONES GENERALES:

Volumen de desmonte	6,663 m ³
Volumen de terraplén	2,495 m ³
Acero B500 S en barras de losa superior de tablero	312,470 kg
Acero B500 S en barras de pilas	449,697 kg
Acero B500 S en barras de cimentaciones	965,800 kg
Acero B500 S en estribos	190,446 m ³
Acero estructural S355 J0 en chapas de tablero	19,690,599 kg
Acero estructural S355 J0 en chapas de pilonos	588,012 kg
Hormigón armado en pilas HA-50	2,229 m ³
Hormigón armado en losa superior de tablero HA-30	1,935 m ³
Hormigón armado en cimentaciones	7,972 m ³



Fundación
Caminos

Premio Nacional
a la

INNOVACIÓN EN INGENIERÍA

LEONARDO TORRES QUEVEDO

1ª Edición 2020

**PRESENTACIÓN DE CANDIDATURAS
HASTA EL 1 DE JUNIO DE 2020**

Diseño de

infraestructuras portuarias militares

para la defensa pasiva frente ataques terroristas.
Aplicación al puerto de Málaga

M^a DOLORES
Esteban

RUBÉN RAÚL
Rodríguez



AUTORA

ANDREA
González

Ingeniera de Caminos, Canales
y Puertos. Universidad Europea

Doctores en Ingeniería de Caminos, Canales y
Puertos. Profesores de la Universidad Europea

RESUMEN

La Armada Española debe enfrentarse a los atentados terroristas del Siglo XXI y garantizar la defensa de sus instalaciones y las aguas territoriales españolas. Para ello es necesario realizar estudios que permitan analizar la metodología de los ataques terroristas actuales, los cuales han cambiado considerablemente desde el 11-S. También se debe analizar la normativa disponible y realizar una búsqueda intensa de barreras físicas y nuevas tecnologías antiintrusión para garantizar la impenetrabilidad de los puertos militares, tanto por tierra como por mar. Por otro lado, se deben analizar los riesgos a los que está sometido un puerto militar y aplicar medidas preventivas para mitigarlos o eliminarlos.

En el presente trabajo se realiza un caso práctico adaptando el Puerto de Málaga a usos militares. La alternativa se ha escogido mediante el método de ELECTRE, se han realizado cálculos de nueva infraestructura y su cimentación, así como planos, presupuesto y planificación, todo ello empleando la metodología BIM, cuya entrada en la Administración ya está anunciada.

PALABRAS CLAVE

Armada Española, ataques terroristas, defensa pasiva, metodología BIM, Puerto de Málaga

ABSTRACT

The Spanish Navy has to be ready to face 21st century terrorist attacks and guarantee the defence of its facilities and Spanish territorial waters. To this effect it is necessary to conduct studies to analyse the methods of modern-day terrorist attacks, which have changed considerably since 9/11. An analysis must also be made of prevailing legislation and an intense search should be made with respect to the physical barriers and new anti-intrusion technologies required to guarantee the impenetrability of military ports, from both land and sea. A study should also be conducted of the risks facing a military port and the preventive measures applied to mitigate or eliminate such risks.

In the present work, a practical case-study is made by adapting the Port of Malaga to military use. The alternative has been selected by the ELECTRE multi-criteria decision analysis method and calculations have been prepared for the new infrastructure and its foundations, together with the plans, budget and planning, through the use of BIM methodology, which is expected to be adopted by the Spanish Administration in the short term.

KEYWORDS

Spanish Navy, terrorist attacks, passive defence, BIM methodology, Port of Malaga

1

Introducción

La Armada Española es heredera de las armadas castellanas y aragonesas, con siglos de tradición. Sin embargo, en los tiempos que corren, este ejército ha cambiado enormemente para adaptarse a los retos del Siglo XXI (Armada Española, 2019).

Por otro lado, la actividad terrorista ha aumentado considerablemente en los últimos años, y el mundo ha sufrido su terror. Desde los atentados del 11-S su metodología cambió de grandes ataques, que buscaban el espectáculo, a unos de menor escala, predominando los atropellos, ataques con armas blancas y lobos solitarios, difíciles de predecir [7, 16].

Por ello, es necesario que la Armada Española se prepare para combatir los posibles ataques que pueda sufrir sus instalaciones en territorio nacional y su personal, y adoptar las medidas necesarias.

Esta necesidad motivó la realización del Trabajo Fin de Máster, en adelante TFM, para el cual fue necesario realizar estudios que permitan analizar el modus operandi de los ataques terroristas actuales, analizar los riesgos a los que está sometido un puerto militar y analizar las distintas formas de defensa tanto con barreras físicas como con sistemas tecnológicos, además se realizó un estudio de seis alternativas de defensa ante intrusión marina y tres para la ubicación de los Polvorines, eligiendo la más adecuada mediante el método ELECTRE.

Por último, se realizó el dimensionamiento de las soluciones empleando la metodología BIM.

2

Propuesta de la metodología

Para la realización de este trabajo se han llevado a cabo las siguientes acciones:

- Estudio de los diferentes ataques terroristas previos y posteriores al 11-S.
- Entrevistas con personal de la Armada Española para la búsqueda de información.
- Estudio de tecnología disponible en el mercado y barreras físicas terrestres y marítimas.
- Estudio de alternativas para dar solución a la defensa portuaria mediante el empleo de la metodología ELECTRE.

- Análisis de riesgos a los que se enfrenta un puerto militar.
- Cálculo de acuerdo a la normativa vigente de diferentes infraestructuras portuarias, así como su cimentación.
- Dimensionamiento de la solución mediante el empleo de la metodología BIM, en 3D y 4D.

3

Evolución de los ataques terroristas

El objetivo del terrorismo es, como su nombre indica, infundir terror en las poblaciones para la consecución de un objetivo, ya sea teológico, ideológico o político. Durante principios del siglo XX, a nivel internacional aparecen grupos como el IRA y el FPLP y a mediados de siglo, y a nivel nacional, ETA y GRAPO, pero el grupo más sonado a nivel internacional es sin lugar a dudas, Al-Qaeda [12, 16].

Su ataque más conocido, el 11-S, conmocionó al mundo occidental y marcó un punto de inflexión en el concepto de seguridad obligando a instaurar un estado de emergencia permanente, convirtiendo al terrorismo en un asunto prioritario dentro de la política.

Sin embargo, en los últimos años, se han producido ataques mediante lobos solitarios o pequeños grupos organizados, los cuales tienen un impacto mayor en la población, ya que son menos predecibles y fáciles de realizar y además, son baratos. Su funcionamiento consiste en uno o un grupo pequeño de individuos que ataquen a la población en lugares de mucho tránsito con el empleo de armas blancas, armas de fuego o vehículos pesados [12, 16].

4

Instalaciones dentro de una base naval así como elementos de defensa antiintrusión

4.1. Instalaciones contenidas en una base naval

Una base naval es un puerto en el que los barcos militares se refugian, avituallan, efectúan sus reparaciones, etc. Del mismo modo, pueden realizarse diferentes ejercicios de instrucción antes de iniciar una operación o misión. Son en definitiva, bases de apoyo para los barcos.

Las instalaciones militares son muy diversas, sin embargo, se puede afirmar que existen unas instalaciones mínimas dentro de las bases navales, recogidas en la figura 1 (Entrevista a personal de la Armada, 2018; Estado del Arte del TFM).

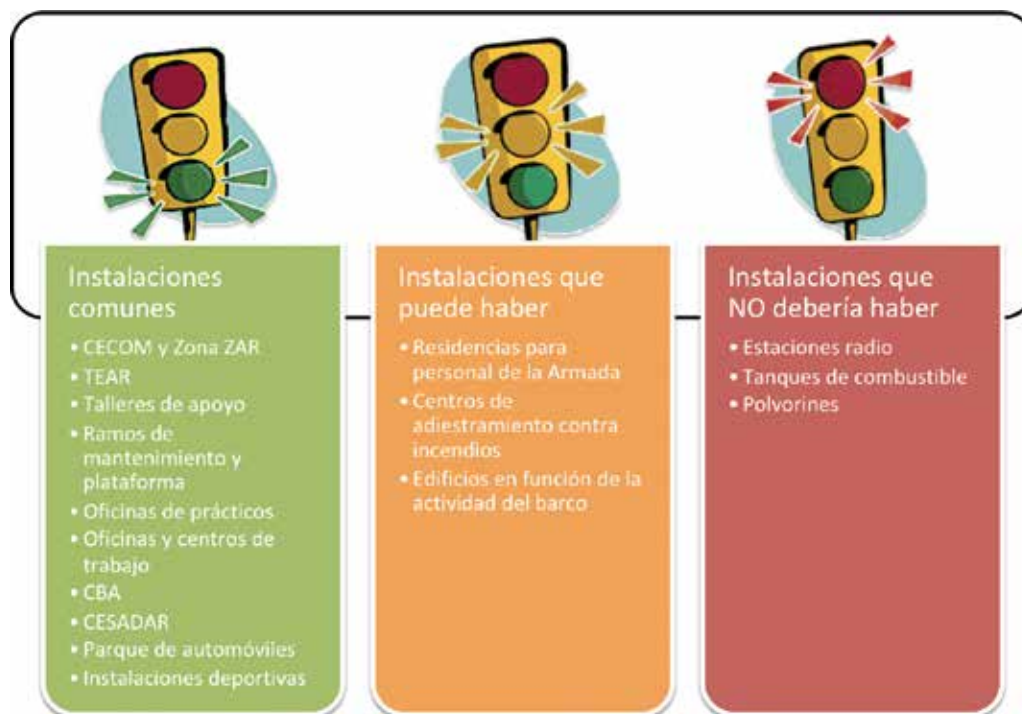


Fig. 1_ Resumen de las instalaciones comunes, las que puede haber y las que no debe haber dentro de una base naval (elaboración propia)



Fig. 2_ Barreras físicas y sistemas de detección disponibles en el mercado, ámbito marítimo y terrestre (elaboración propia)

5 Análisis de riesgos. Aplicación al caso del puerto de Málaga

4.2. Barreras físicas y sistemas de detección

Los sistemas de seguridad tienen como objetivo la protección de las personas, perímetros e instalaciones donde se ubican, pero también tienen el objeto de detectar posibles amenazas.

La figura 2 muestra un resumen de los elementos de detección disponibles en el mercado, así como las barreras físicas que pueden emplearse para la protección de las instalaciones [11].

La identificación de riesgos se realiza a través del estado del arte y la consulta a expertos, siendo clave el veto al personal no autorizado a las instalaciones por vía marítima y terrestre.

A cada riesgo se le da una probabilidad de ocurrencia, la cual se multiplicará por un impacto [9, 13], cuyo producto es la severidad. A modo de ejemplo se muestra la tabla 1, que muestra 3 de los 72 riesgos identificados.

Grupo	Riesgo	Prob	Imp	Sev	Estrategia	Prob Post-Plan	Imp Post-Plan	Sev Post-Plan
Medio ambiente y desastres naturales	Epidemias	0,3	0,8	0,24	Mitigar: Vacunar al personal del puerto. Cierre del puerto	0,3	0,1	0,03
Terrorismo	Invasión buzo	0,1	0,2	0,02	Mitigar: Colocación de 2 sónares en la bocana	0,1	0,05	0,005
	Explosiones	0,3	0,4	0,12	Eliminar: Vigilancia constante de las bases navales	0,1	0,2	0,02

Tabla 1_ Ejemplo de los riesgos identificados en un puerto militar (3/72) (elaboración propia)

6 Estudio y selección de las alternativas para la defensa de infraestructuras portuarias de carácter militar. Aplicación al caso del puerto de Málaga

A continuación se realiza una breve reseña de las 6 alternativas planteadas para garantizar la protección frente invasión por vías marítimas:

a) Alternativa 0. Esta alternativa se basa en la no intervención de la configuración actual del puerto, el cual no ofrece ningún tipo de protección frente posibles ataques.

b) Alternativa 1: Construcción de compuertas. Esta alternativa plantea la construcción de unas compuertas que pudieran abrirse y cerrarse de forma mecánica.

Un claro ejemplo de aplicación son las compuertas del Puerto de Rotterdam, que cubren una luz de casi 400 m de largo, 22 m de altura y 210 m de longitud. Su coste ronda los 440 millones de euros y su mantenimiento los 10 millones de euros anuales [6, 8, 15].

Su aplicación en el Puerto de Málaga sería similar, ya que la profundidad de la bocana es de 17 m y su longitud sería de 350 m, pudiendo llegar a 500 m para proteger la totalidad de la explanada.

c) Alternativa 2: Colocación de cadenas. Esta alternativa plantea la colocación de cadenas en la bocana, aunque no evitaría la entrada de buzos o pequeñas embarcaciones. Se emplearía la cadena de un portacontenedores de la compañía Maersk, donde cada eslabón alcanza los 225 kg de peso.

Por otro lado, si una embarcación chocara a gran velocidad este sistema, podría producirse el arrancamiento de las mismas, con un gran impacto en la estructura y en la defensa portuaria [4]. Además, sería necesario disponer de varias hileras (al menos tres), debido a las grandes profundidades de la

bocana, lo que puede producir enredos, además existe una alta dependencia tecnológica.

Se estima que su precio ascendería a 3.615.300,00 € y un mantenimiento anual del 2 %.

d) Alternativa 3: Barco puerta. Los barcos puertas son un sistema empleados en diques secos para cerrar las esclusas [5].

Un requisito importante en el cálculo del cajón metálico, es el cálculo de su estabilidad, además, se debe tener en cuenta los problemas de sobreesfuerzos en las bisagras debido a las tensiones cortantes [5].

Esta alternativa se emplearía en el muelle uno, desmontando una sección de 100 metros e instalando dicho sistema, de esta forma, se crea un segundo acceso, pero se produciría una pérdida de líneas de atraque.

Se estima que su construcción ronde los 50 millones de euros y su mantenimiento anual el 2 % [14].

e) Alternativa 4: Vaciado entre el dique nuevo y el dique antiguo. El Puerto de Málaga no siempre ha tenido la distribución que presenta actualmente, ha sufrido grandes remodelaciones y ampliaciones a lo largo de sus historia [10].

El desarrollo de esta alternativa consistirá en el desmontaje que une el dique antiguo con el dique nuevo, creando una segunda bocana, sin embargo, no podrían emplearla todos los barcos de la Armada, lo cual limitaría mucho la operatividad del puerto.

Se estima que el coste de ejecución sería de 40 millones de euros y un mantenimiento anual del 2 %.

f) Alternativa 5: Construcción de nueva infraestructura. Consiste en la ampliación del dique existente hasta alcanzar 25,5 m de profundidad y la construcción de un nuevo dique de

protección a 660 m de la explanada existente. En esta alternativa estudiaron a su vez distintas soluciones técnicas:

- i. Prolongación del dique existente mediante dique en vertical conservando su sección existente.
- ii. Construcción de un dique en talud, debido a la baja capacidad portante del terreno.
- iii. Mejora de la cimentación del dique en talud mediante el empleo de grava, lo que reduciría los asentos a largo plazo, ya que introduce grava en el terreno para conseguir otros parámetros intrínsecos [2, 3].
- iv. Dique vertical cimentado mediante banquetas, uno de los métodos más empleados en España en los últimos años, aunque debido a la acción del oleaje es necesario realizar grandes labores de mantenimiento.

v. Dique vertical cimentado mediante pilotes, aunque interesante, al realizar los cálculos se apreció que la opción más económica consistiría en la realización de 98 pilotes por cajón, de 1,5 m de diámetro y 30,5 m de profundidad, es decir, un volumen de 3.104 m³, lo que es económicamente inviable.

La alternativa se escogió empleando el método de ELECTRE, siendo la predominante la alternativa 5, la cual se desarrolló prolongando el dique existente manteniendo su sección actual y la construcción de un dique en talud a 660 m de la explanada.

A continuación la figura 3 muestra un ejemplo de las fichas resumen de las alternativas.

7 Modelado en BIM

BIM es el acrónimo de *Building Information Modelling*, una metodología de trabajo colaborativa que permite la creación y gestión durante todo el ciclo de vida de la edificación y las infraestructuras, lo que genera un modelo digital único que contiene toda la información necesaria para todos los agentes. De esta manera, se evoluciona de los métodos tradicionales de dibujo basados en el 2D y se comienza a trabajar en el 3D, el cual incorpora información geométrica, 4D, que incorpora los tiempos, 5D, que incorpora los costes, 6D, para la incorporación de costes ambientales y 7D, para el mantenimiento.

En la página siguiente, las figuras 4 a la 7 muestran pantallazos del modelo generado.

Alternativa 5: Construcción de nueva infraestructura	
Ortofoto de la zona	Descripción de la alternativa
	<p>Construcción de nueva infraestructura:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prolongación del dique vertical existente mediante dique vertical • Construcción de un dique en talud
	Diseño en planta
	
Criterios de diseño	
Ventajas	Limitaciones
<ul style="list-style-type: none"> • Nuevas líneas de atraque • Defensas pasivas del puerto • No dependencia de la tecnología • Pueden emplearlo todos los buques de la Armada 	<ul style="list-style-type: none"> • Coste inicial elevado • Mantenimiento • Tiempo de ejecución elevado • No evita la intrusión de buzos, embarcaciones pequeñas ni embarcaciones gran tamaño

Fig. 3_ Resumen de la alternativa 5 (elaboración propia)



Fig. 4_ Vista derecha del puerto (elaboración propia)



Fig. 5_ Zona deportiva: pista militar, gimnasio y piscina cubierta (elaboración propia)



Fig. 6_ Detalle constructivo sección del dique en talud (elaboración propia)

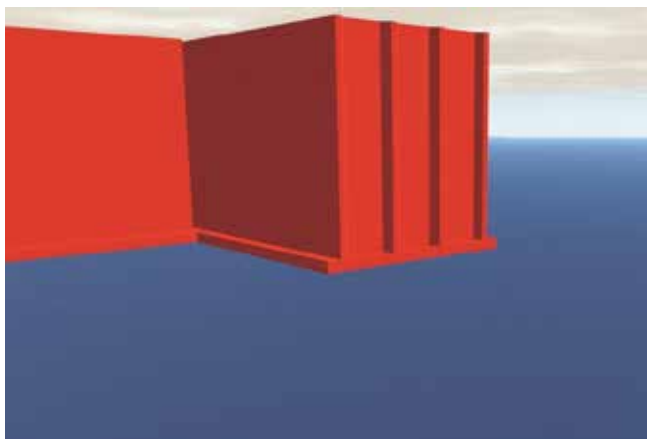


Fig. 7_ Detalle de los cajones empleados en la prolongación del dique (elaboración propia)

8

Conclusiones y futuras líneas de identificación

El objetivo fundamental de este TFM es la creación de una guía de adaptación de puertos militares para garantizar su defensa ante ataques terroristas, así como la realización de un caso práctico en un puerto civil. Siendo más específicos, las conclusiones derivadas son:

- Debido a la variación de los ataques terroristas, la infraestructura debe dimensionarse para resistir ataques tanto a gran como a pequeña escala.
- La tecnología debe apoyar a las barreras físicas, en ningún caso deben depender de ella. Se recomienda la construcción de muros perimetrales preparados para resistir el impacto de vehículos pesado cargados con explosivos fabricados con hormigón armado con cuantías de armadura dispuestas para resistir el impacto y la ductilidad.
- Las instalaciones sensibles deben ubicarse fuera del puerto, por motivos de seguridad, lejos de poblaciones.
- Los polvorines deben enterrarse.
- En las bocanas deben instalarse sónares como elemento disuasorio para buzos.
- La metodología BIM permite unificar la forma de trabajo, reducir las incongruencias y optimizar el tiempo de realización de proyectos. Sin embargo, su implementación está resultando más lenta de lo planeado, por lo que se continuará coexistiendo con los métodos tradicionales.

En cuanto a las futuras líneas de investigación, se propone el estudio de la defensa de instalaciones portuarias militares para amenazas procedentes del ámbito aéreo, estudiando los drones y los ataques cibernéticos.

Por otro lado, sería conveniente el acceso a la normativa militar, ya que podría condicionar aspectos de diseño dentro del puerto. ☹

BIBLIOGRAFÍA

[1] Armada Española. (2017). Armada Española. Retrieved 14 de noviembre de 2018 from <http://www.armada.mde.es/ArmadaPortal/page/Portal/ArmadaEspañola/buquessuperficie/prefLang-es/>

[2] Carvajal, E. Y. (2013). 'Análisis numérico de los efectos de ejecución de columnas de grava'. Congreso de métodos numéricos en ingeniería, Bilbao

[3] Cimarq. (2017). 'Mejora del terreno con columnas de grava por vía seca'

[4] Civantos, D. (3 de septiembre de 2013). 'La cadena del ancla del buque más grande del mundo hace a los hombres liliputienses'. Lainformación.com

[5] Concepción Sánchez, S. (2011). 'Diseño y cálculo de una compuerta de bisagra inferior para un dique seco'. Ingeniería Técnica Naval

[6] Deltares. (11 de enero de 2018). *Overview storm surge barriers*. 11201883-002-ZKS-0001

[7] Elorza, A. y. (2004). 'El nuevo terrorismo islamista, del 11S al 11M'. Madrid: Temas de hoy

[8] Kimmelman, M. (17 de junio de 2017). *The dutch have solutions to rising seas*. *The New York Times*

[9] Lozano, B. Y. (2001). 'El análisis de riesgo: base de una buena gestión empresarial'. Centro Nacional de Seguridad Nuclear

[10] Marín Cots, P. (2004). 'El Plan Especial del Puerto. Breve historia de un largo proceso. INTERREG III B "C2M": Integración del frente marítimo en el centro histórico'. Ayuntamiento de Málaga.

[11] Optex. (2015). 'Sistemas de detección de intrusos y obstáculos en diferentes planos'

[12] Rapoport, D. (2004). 'Las cuatro oleadas del terror insurgente y el 11 de septiembre'. Madrid: Temas de Hoy

[13] Romero, D. (2017). 'Metodología para la Evaluación del Riesgo en Instalaciones Portuarias'. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid

[14] Silvanita, Aprillia, N., Mulyadi, Y., Citrosiswoyo, W., & Suntoyo. (2018). *Cost and time analysis of graving dock project*. *Institut Teknologi Sepuluh Nopember*

[15] Tarantola, A. (25 de octubre de 2013). *Monster Machines: These Gargantuan Gates Keep Europe's Largest Port From Drowning*. Gizmondo AU

[16] Townshend, C. (2002). 'Terrorismo, una breve introducción'. Madrid: Historia Alianza Editorial

Máster en TECNOLOGÍA DIGITAL E INNOVACIÓN EN INGENIERÍA

FEBRERO - DICIEMBRE 2020



Módulo I	TRANSFORMACIÓN DIGITAL (5 créditos)
Módulo II	BUILDING INFORMATION MODELING, BIM (5 créditos)
Módulo III	BIG DATA Y ANALÍTICA DE DATOS EN INGENIERÍA. DATOS ABIERTOS (5 créditos)
Módulo IV	DIRECCIÓN Y GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN EN LA INGENIERÍA Y LAS OBRAS PÚBLICAS (5 créditos)
Módulo V	TERRITORIO INTELIGENTE (5 créditos)
Módulo VI	SERVICIOS DE TRANSPORTE INTELIGENTE (5 créditos)
Módulo VII	CIBERSEGURIDAD Y PROTECCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS CRÍTICAS (5 créditos)
Módulo VIII	INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y BLOCKCHAIN. APLICACIONES A LA INGENIERÍA CIVIL (5 créditos)
Módulo IX	MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL DE LA DIGITALIZACIÓN DE LA ECONOMÍA Y LA SOCIEDAD (5 créditos)
Módulo X	TRABAJO FIN DE MÁSTER (TFM) (15 créditos)

Carga lectiva: 60 créditos ECTS



2ª EDICIÓN



Colegio de
Ingenieros de Caminos,
Canales y Puertos

INFORMACIÓN Y RESERVA DE PLAZA

91 700 64 62 master.tidi@ciccp.es

UNED

Somos los caminos que elegimos

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

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

bancocaminos.es



**Banco
Caminos**
BANCO PRIVADO