

Eduardo Torroja

Ingeniero Constructor

Joaquín Antuña Bernardo
Arquitecto

Antonio de las Casas
Ingeniero de Caminos, canales y Puertos
Gerente del CEHOPU

RESUMEN

Además de las cubiertas laminares Eduardo Torroja realizó numerosas obras en las que su aportación fundamental fue idear y poner en práctica los procesos constructivos para llevarlas a cabo. Creemos que tanto esta actividad como ingeniero constructor, como su labor divulgadora, con la intención de promover la mejora de la calidad de la construcción basada en un conocimiento científico, tanto de materiales como de técnicas, son una de sus aportaciones fundamentales a la historia de la ingeniería

ABSTRACT

In addition to his shell roofs, Eduardo Torroja carried out numerous works in which his main contribution was the actual design and introduction of the construction methods required. We feel that this activity as an engineer-constructor together with his influential writings, which aimed to promote better construction quality based on scientific knowledge of both materials and techniques, serve as the basis of Torroja's legacy to Spanish engineering and architectural history.

INTRODUCCIÓN

En la exposición que se ha realizado en los Nuevos Ministerios sobre la obra de Torroja se ofrecía una visión de conjunto de toda su obra. Se mostraba tanto su actividad de proyectista como su labor didáctica e institucional reflejada en publicaciones y en el trabajo en asociaciones y comités nacionales e internacionales de los que formó parte a lo largo de su vida.

En una muestra de estas características no es fácil reflejar aspectos de la personalidad del autor, y esta hay que imaginarla entre los resultados de su actividad profesional.

Entre los escritos en los que diversos autores comentan la personalidad de Torroja, una constante, reconocida por él mismo, es su timidez. En la carta-testamento de despedida que escribe a sus colaboradores en el Instituto de la Construcción y

el Cemento dice "Nunca encontré palabras para expresar los más hondos sentimientos de mi corazón; éste ha sido siempre uno de mis defectos..." Este rasgo personal va unido el sentimiento de admiración y respeto que despertaba en aquellos con los que trabajaba, tanto ingenieros que trabajaban con él, discípulos u obreros de Instituto de la Construcción, del Laboratorio Central del CEDEX, como alumnos de la escuela de Ingenieros de Caminos, así como el cariño y respeto con el que se le recuerda en los centros de trabajo que dirigió.

La organización casi patriarcal de estas organizaciones en especial del Instituto de la Construcción pueden explicar en parte el origen de estos sentimientos. Por otra parte, una organización de la que él mismo se reconoce responsable cuando en la carta antes citada dice "A mi sólo me corresponde el existo en la elección de las personas y en haberos preparado el

ambiente de trabajo y de colaboración.”

Sin embargo estos comentarios que hoy pueden hacer personas que trabajaron en compañía de Torroja corresponden a los últimos años de su vida, después de haber construido sus obras de mayor repercusión. Para conocer la personalidad del ingeniero que trabajó antes del año 1936 tenemos que referirnos a los comentarios escritos, imaginando entre líneas lo que no nos explican.

Pero además de los escritos propios y de otros sobre él, podemos fijarnos en la trayectoria profesional de sus primeros años para comprender el origen de su pensamiento y de su personalidad.

Al terminar la carrera Torroja empieza a trabajar con el ingeniero José Eugenio Ribera en la empresa Hidrocivil. Ribera había sido profesor suyo en la Escuela de Ingenieros de Caminos. De la misma forma que los primeros años en la vida de una persona imprimen el carácter de lo que va a ser en el futuro, los primeros años de actividad profesional pueden dejar una impronta significativa que se refleja en la trayectoria futura. En efecto, Ribera fue una personalidad excepcional que revolucionó el mundo de la construcción en nuestro país y sin duda impresionó a Torroja. Así, se puede establecer una relación entre diversas actividades de Ribera y las que más adelante realizará Torroja.

Ribera es uno de los primeros Ingeniero español que funda una empresa de ámbito nacional con el propósito de construir obras empleando tecnología innovadora, en concreto para realizar obras de hormigón armado, planteando también métodos de construcción novedosos. De la misma forma Torroja participará en la creación de varias empresas a lo largo de su carrera. Una de ellas es la compañía Obras Metálicas Electro Soldadas (OMES), con la que pretende generalizar el empleo de uniones electro soldadas en la construcción de estructuras metálicas y con la que construirá varias obras, entre ellas el hangar de Cuatro Vientos (Fig. 1), o los puentes de estructura mixta de Tordera, Posadas y Muga.



Figura 1.

Otra será la empresa Investigaciones de la Construcción (ICON), en donde se desarrollan técnicas y aparatos de medición y control relacionados con la construcción y la construcción y ensayo de estructuras sobre modelos reducidos.

Ribera viajó constantemente y estuvo siempre al tanto de lo que ocurría en Europa en el campo de la construcción, de la misma forma Torroja siempre estuvo bien informado. Pero no sólo estuvo informado, sino que siempre tuvo una preocupación en difundir esa información en España entre todos los que participaban en el mundo de la construcción. Con este fin en 1934 se funda la revista Hormigón y Acero y entre otros artículos, presentaban en cada número una densa selección bibliográfica de publicaciones de todo el mundo de temas relacionados con cualquier aspecto de la construcción.

En HIDROCVIL Ribera daba a los ingenieros la dirección y la responsabilidad de los trabajos que tenían a su cargo, un modelo de organización en el que Torroja se apoyará al formar

los grupos de trabajo que a lo largo de su vida irá formando.

En esta situación Torroja se encarga de modificar el proyecto del acueducto de Tempul cerca de Jerez de la Frontera para eliminar dos de las pilas del mismo ante la imposibilidad de construirlas con una seguridad razonable. Para resolverlo realiza un tramo central apoyado en los extremos de unas ménsulas sujetadas por unos cables. En este caso el problema consistía en cómo tensar los cables, para ello eleva las cabezas de las pilas con unos gatos hasta que el tramo central se separa de la cimbra, después se sobrecarga la obra, se fijan las cabezas de las pilas y se hormigonan los cables. Se trata de una solución singular que no volverá a repetir. Esta singularidad de las soluciones es otra de las características de su obra, que en los proyectos de acueductos es evidente. Proyectará otros tres acueductos, Alloz, Tablollina y Cabeza Muerta y los tres son soluciones diferentes para un mismo tipo de construcción.

En los años que trabajó en Hidrocivil, entre 1923 y 1927 hay en Madrid una intensa vida cultural en torno a la Residencia de Estudiantes y de la que Torroja no está al margen. En 1924 se funda la Sociedad de Cursos y Conferencias, de la que son socios varios arquitectos jóvenes, y según M. Sáenz de la Calzada, Torroja también forma parte de ella. La sociedad se encarga de difundir en España entre otras, las ideas de la arquitectura moderna, del racionalismo, a través de una serie de conferencias de arquitectos europeos como Gropius, Le Corbusier, Mendelson.... El racionalismo, que Torroja aplica a su actividad de ingeniero constructor, se convertirá en una preocupación constante, el depurar la forma hasta dejar sólo lo imprescindible, y los elementos decorativos, si los hay, que vayan claramente diferenciados.

Por ello, en esos años en que muchos arquitectos ligados a la vanguardia, en muchos casos se pierden en los aspectos formales del lenguaje del movimiento moderno, ventanas alargadas, cubierta plana ..., sin preocuparse por el proceso constructivo, Torroja asume el racionalismo hasta las últimas consecuencias y se convierte en una preocupación constante en su trabajo como ingeniero. Y esto no quiere decir que no tenga una preocupación formal, que si la tiene y es además fundamental, pero la solución expresiva se alcanza por la propia construcción de la forma. En la cubierta del mercado de Algeciras no cabe mayor economía expresiva, no sobra nada.

La actividad profesional de Torroja en esos años está unida a la de los arquitectos con los que coincidía en la citada Sociedad de Cursos y Conferencias, Fernando García Mercadal realizará las viviendas de la Plaza de Cuba, y las obras de la cooperativa Los Remedios en las que Torroja realizará la estructura

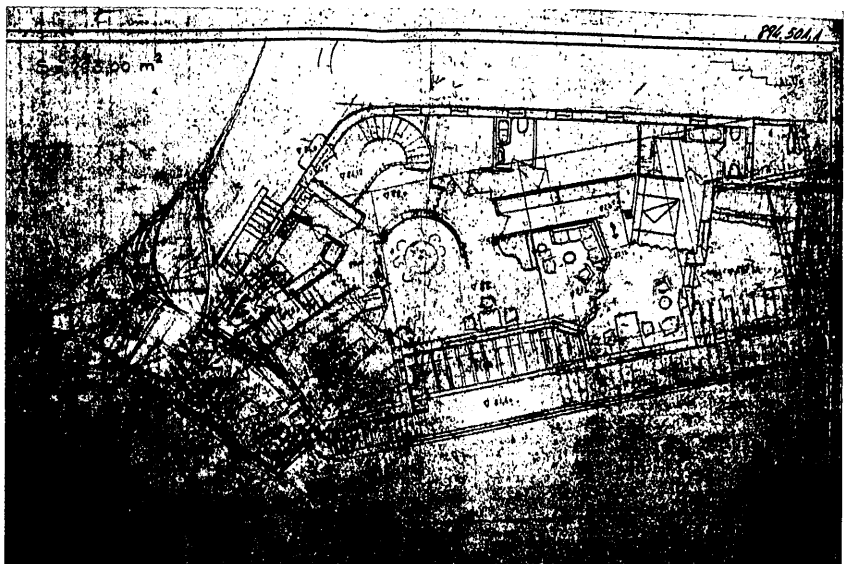
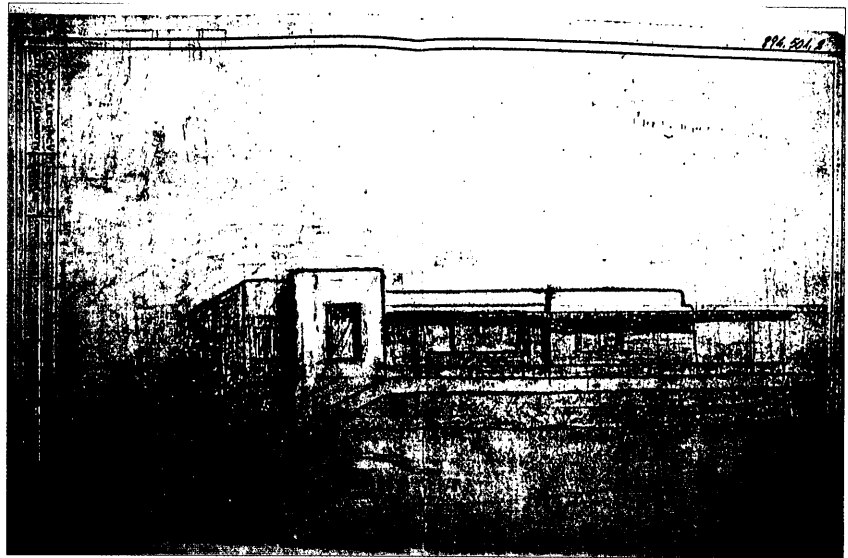


Figura 2.

de las viviendas y proyectos de acometida y saneamiento, con Luis Lacasa colaborará en una propuesta de viviendas económicas, además de las obras de la Ciudad Universitaria. Cuando muchos años después en 1.960, proyecte su propia casa de vacaciones en Génova (Fig. 2), un pueblo cercano a Palma de Mallorca, tendrá sin duda presentes las ideas de aquellos años.

En el año 1927 abandona la empresa HIDROCIVIL y forma su oficina de proyectos en Madrid. En diciembre de ese mismo año redacta por propia iniciativa un proyecto de puente para trenes y automóviles para la Bahía de Cádiz (Fig. 3) de 1.250 m. de longitud que une las puntas de Trocadero y Puntales y que reduce en 17 Km por ferrocarril y en 18 Km por carretera el recorrido para entrar por tierra a Cádiz, con la intención de presentarlo a la administración del Estado para que decida su aprobación y construcción.

En la memoria del proyecto se muestra convencido de las posibilidades del Puerto de Cádiz como puerto del sur de España y por ello, piensa que es necesario dotarlo de las infraestructuras necesarias para que llegue a serlo. Coincide en esto con Ribera quien afirma ya en 1910 que "Cádiz debe ser el puerto de Europa para toda América del Sur". Este empeño en llevar a cabo ese proyecto queda patente en las obras que su empresa realizó en el puerto de Cádiz a lo largo de 28 años.

En el primer capítulo de la memoria del proyecto, que titula "Utilidad de la Obra", hace un estudio económico del proyecto. Para ello hace una estimación conservadora del tráfico por ferrocarril y por carretera entre Cádiz y el interior basándose en los datos del tránsito de mercancías que se produce en el puerto de Cádiz. De estas estimaciones concluye que el ahorro económico que supone la obra por la reducción de recorrido hace que en un plazo de 16 años la obra estará amortizada.

El proyecto del puente consiste en varios tramos metálicos con piso de hormigón y un tramo central giratorio de dos brazos iguales que giran sobre un apoyo central para permitir el paso de embarcaciones. La estructura de los tramos metálicos está formada por el piso de hormigón que no es un elemento independiente de los cuchillos, sino que forma parte de la cabeza de compresión de estos. De esta forma, como se indica en la memoria, "...la resistencia del hormigón se aprovecha al máximo, y el coste de la estructura puede reducirse al mínimo." Esta técnica no es una invención suya sino que, como el autor reconoce en la memoria, "... se utiliza desde hace pocos años en puentes de ferrocarril con resultados satisfactorios".

Finalmente la obra no se construiría. Sin embargo, el hecho de haber realizado el proyecto por propia iniciativa, y el contenido del mismo, son una manifestación clara del talante del joven ingeniero que lo realiza, y que apunta unos rasgos de su personalidad y de su actividad que se manifestarán a lo largo de su vida.

Entre ellos podemos comentar los siguientes:

La preocupación por utilizar los últimos avances técnicos.
La preocupación por la racionalidad constructiva y la utilización eficaz de los materiales que en definitiva busca el llegar a realizar soluciones económicas.

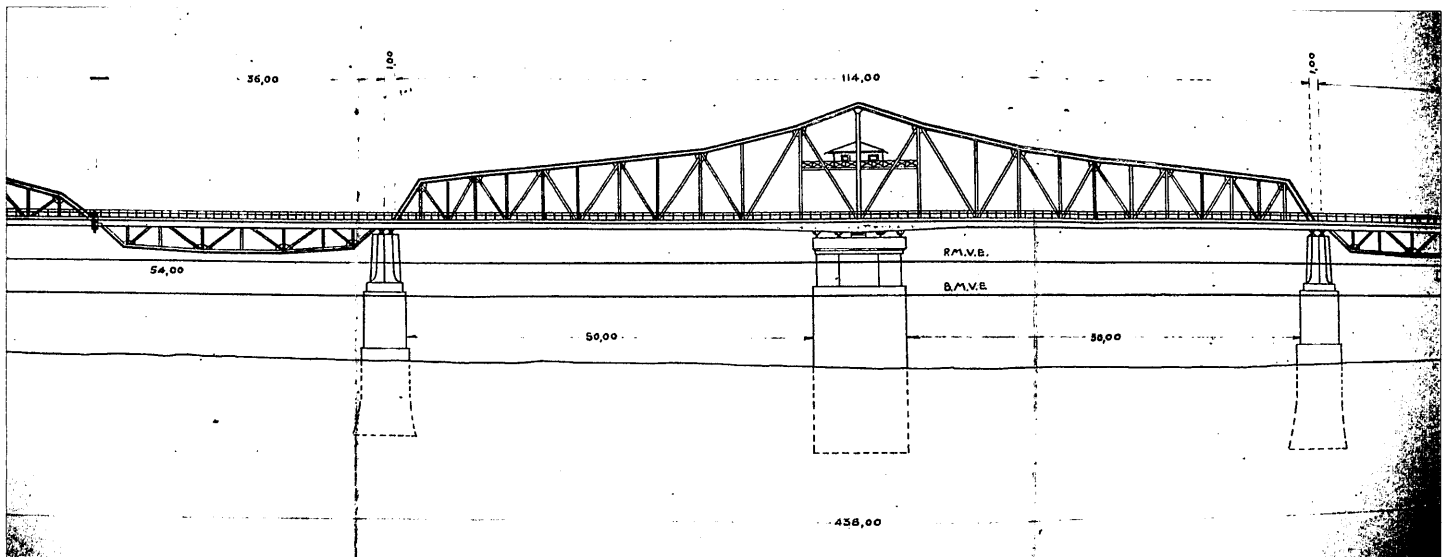
La preocupación por el interés general y la conciencia de que la obra pública debe servir a este, a largo plazo y por encima de intereses particulares.

La oficina técnica mantendrá su actividad ininterrumpidamente, de forma que en todo momento combinará el trabajo práctico proyectando y dirigiendo obras de todo tipo, con todas las demás actividades que irá realizando sucesivamente.

En esos años hasta 1932 realizará numerosas obras de saneamiento y abastecimiento de aguas en diversas localidades. Entre ellas proyecta en 1928 el abastecimiento y el saneamiento de Osuna (Fig. 4) en donde construye un depósito circular enterrado cubierto con una bóveda de hormigón armado de 15.10 m. de luz libre, con un radio interior de 16.65 m y con una flecha de 1.80 m. Esta bóveda está apoyada en el muro del depósito y tiene un espesor de 15 cm con un óculo central de 1.00 m. de diámetro. Vemos pues que cuando en 1932 proyecta la cubierta del mercado de Algeciras está ya familiarizado con la práctica de realizar cúpulas de hormigón armado, pero después de hacer la que en su momento es la mayor del mundo ya no vuelve a plantear una solución parecida.

Desde 1928 colaborará con el equipo de arquitectos que proyecta y dirige las obras de la Ciudad Universitaria de Madrid y hasta el año 1936 realizará numerosas obras de todo tipo. Acometidas y saneamientos, la instalación de calefacción de todo el conjunto, puentes, viaductos y las estructuras de los edificios. En estos proyectos la atención de Torroja se concentrará entre otras cosas en cómo organizar el trabajo tanto del proyecto de las estructuras como del control de la ejecución de las obras, contando con un número limitado de personal. Siste-

Figura 3.



matiza el cálculo de los diferentes elementos, y reduce al mínimo el número de piezas diferentes. Todo esto lo refleja en unos planos de obra esquemáticos y manejables que le permiten un fácil control de la obra.

Al mismo tiempo, para tres puentes que se tienen que construirse proyecta tres soluciones diferentes que son las de los viaductos del Aire, de Quince Ojos y del puente de los Deportes.

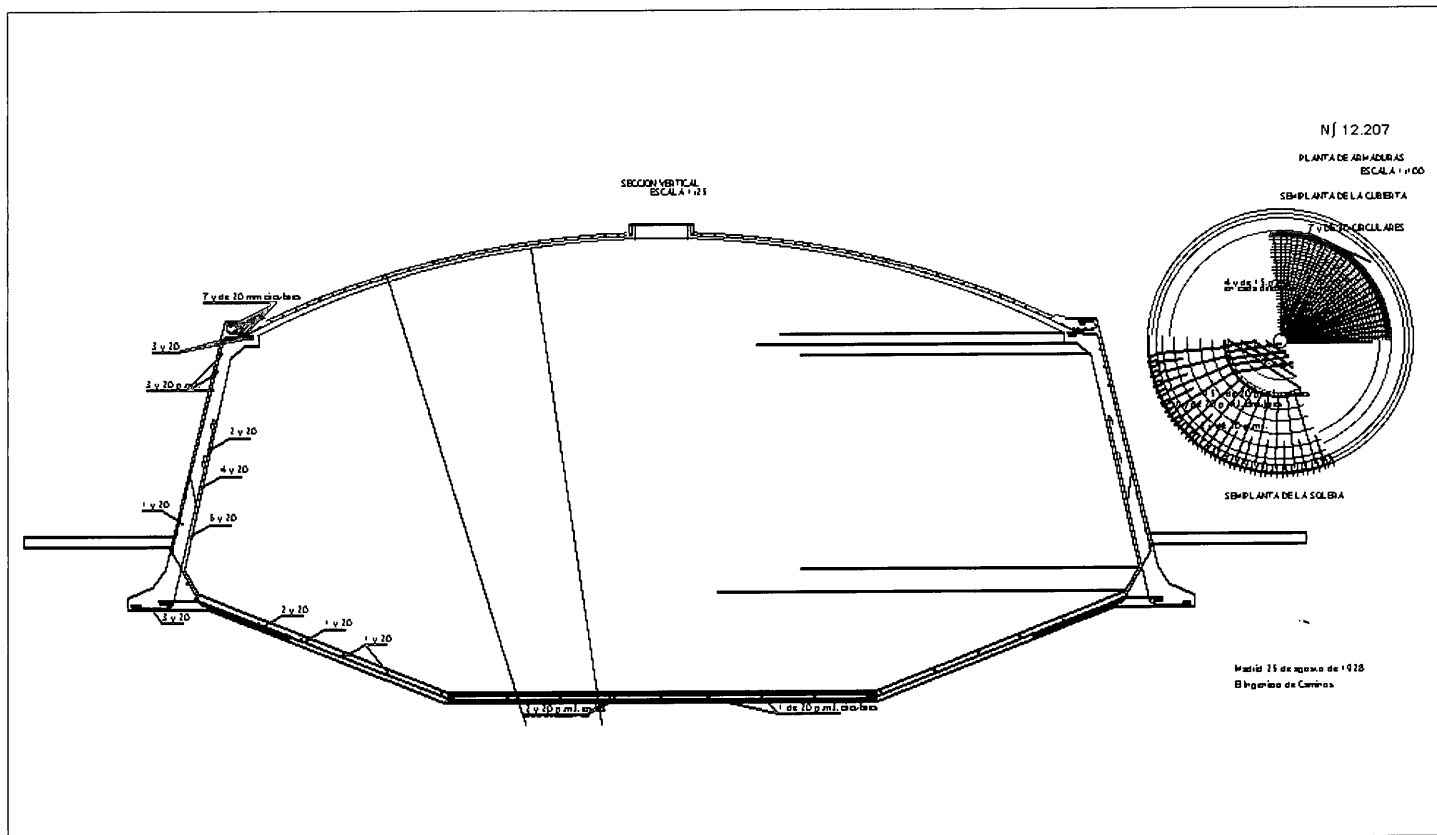
El interés que en estos años de trabajo a mostrado por el proceso constructivo de las obras que proyecta le lleva a reconocer que es necesario mejorar la calidad de la construcción en nuestro país. Una preocupación que por otra parte había vivido de cerca en los años que trabajó en Hidrocivil. Este es además un deseo y una preocupación compartida por muchos técnicos y una necesidad reclamada por la opinión pública. En este ambiente un grupo de ingenieros y arquitectos fundan en 1934 el Instituto de la Construcción y la Edificación que pretende promover y divulgar trabajos de investigación en el campo de la técnica de la construcción. A partir de entonces el Instituto será objeto de atención constante por parte de Torroja. A través del instituto en sus diferentes épocas se dará vía de expresión a su voluntad de difundir los avances tecnológicos. Para ello se editarán varias revistas, en 1934 empieza a editarse la ya citada Hormigón y Acero, en la que figura como director junto con Enrique García Reyes, y hay un comité cien-

tífico entre los que se encuentra Freyssinet. En 1948 comienza a editarse Informes de la Construcción, y en 1949 Últimos Avances en Materiales de Construcción y Últimos Avances Técnicos en Edificación.

En 1935 realizará sus dos proyectos más espectaculares, las tribunas del hipódromo de la Zarzuela y el frontón Recoletos, en colaboración con los arquitectos Arniches y Domínguez, y Zuazo respectivamente. Cabe dudar que si los arquitectos hubiesen sido otros el resultado final no hubiese sido el mismo, de lo que no cabe ninguna duda es que sin Torroja ninguna de las dos obras hubieran sido construidas en la forma en que lo fueron. Como en el caso del mercado de Algeciras, no volvió a plantear una estructura similar a ninguna de ellas.

En el año 1936 se produce un hecho sorprendente que nos da otra pista en el intento de comprender la personalidad de Torroja. Y es el homenaje que le tributan los ingenieros de caminos promovido por Eugenio de Ribera, su profesor de la escuela y quien le contrató en Hidrocivil. y al que Torroja corresponde editando un libro en el que se recopilan sus obras. En una desgraciada coincidencia el homenaje se produce en la primavera de 1936, unos días antes fallecía Ribera y apenas dos meses después comenzaba la guerra civil española que supuso el final de tantas cosas. Con un fatal sentido premonitorio este homenaje coincidió con el fin de una trayectoria profesional. A partir de ese momento, después de la guerra, la ac-

Figura 4.



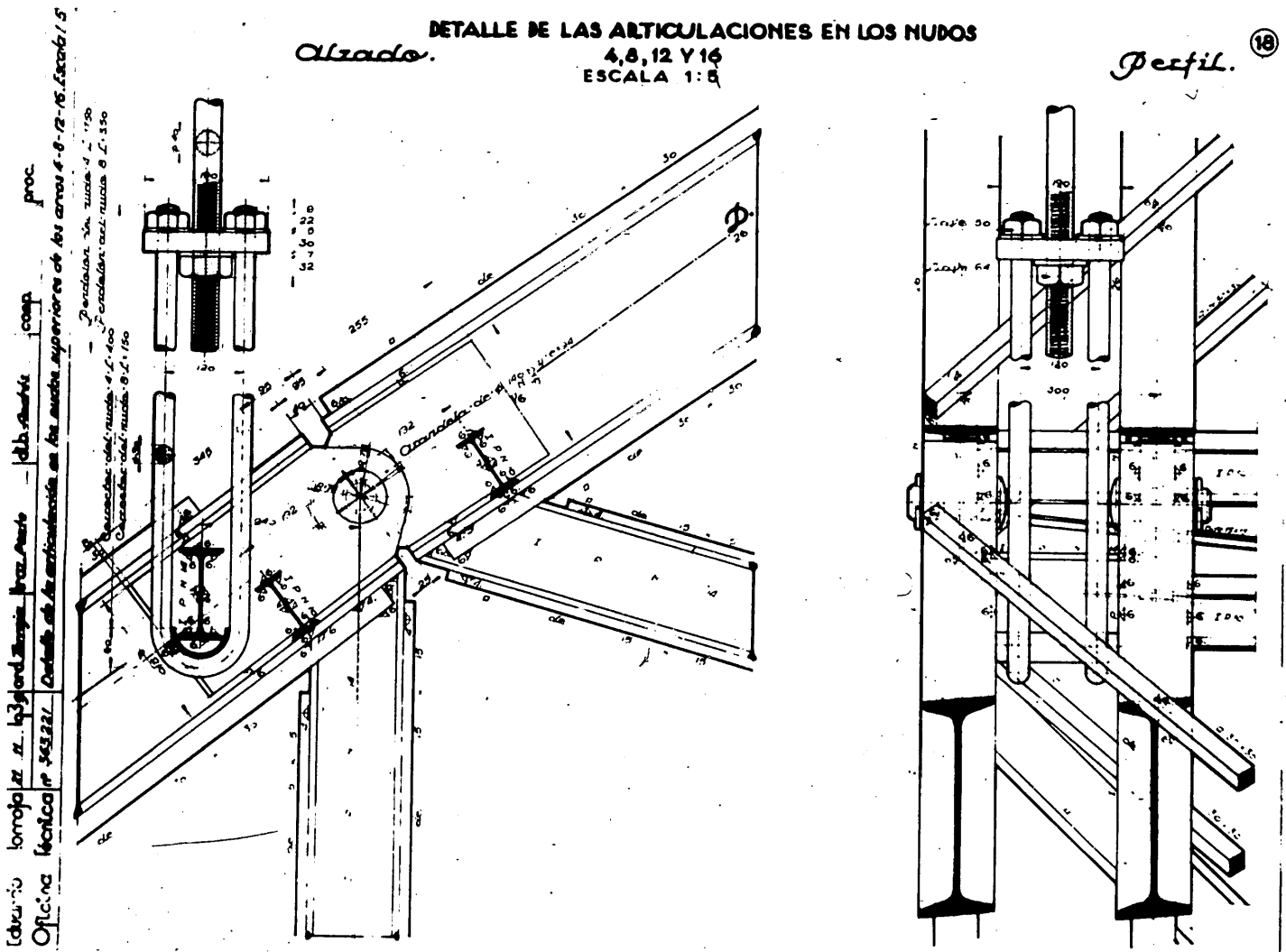


Figura 5.

tividad de Torroja se diversifica. Además de continuar la actividad de la oficina de proyectos, en 1939 es nombrado profesor de la Escuela de Ingenieros de Caminos en donde se irá haciendo cargo de varias asignaturas, continua siendo director del Instituto de la Construcción y la Edificación y es nombrado director del Laboratorio Central de Ensayos de Materiales.

Después de la guerra hará varios proyectos de puentes. En varios de ellos, Tordera, Muga, Posadas, Llobregat..., utilizará el sistema que ya había planteado en el puente de la bahía de Cádiz que consiste en utilizar el hormigón del tablero como cabeza de compresión de las vigas del puente. En el arco del puente Martín Gil sobre el Esla (Fig. 5), utilizará un sistema similar al que patentó Ribera, al utilizar la cimbra metálica como armadura del arco. En este proyecto la labor de Torroja consiste en un estudio detallado del proceso de construcción, con el diseño de las piezas y de los medios necesarios, y con un control exhaustivo de los procesos de montaje de la cimbra metálica y de su posterior hormigonado. En otro puente de

1941 en Almarail (Fig. 6), provincia de Soria, planteará la utilización de armaduras pretensadas.

Continuará proyectando estructuras de edificación, desde edificio de viviendas hasta complejos industriales como la factoría FEFASA en Valladolid.

Pero la tarea más absorbente será el organizar tanto el Laboratorio central de Ensayos de Materiales, como el Instituto de la Construcción y el Cemento. Para ambas instituciones proyectará los edificios en los que se instalarán y que hoy siguen funcionando. Esta dedicación se suaviza en 1953 cuando se inaugura el instituto en la sede de Costillares.

Pero a partir de esos años asume otra ocupación de ámbito internacional que consiste en acudir a las reuniones de las asociaciones que se empiezan a formar en Europa a después de la guerra mundial relacionadas con el hormigón armado y pretensado. Así, después de fundarse en España en 1949 la Asociación Española del Hormigón Pretensado, en 1951 acude al 1º Congreso Internacional del Hormigón Pretensado, ese

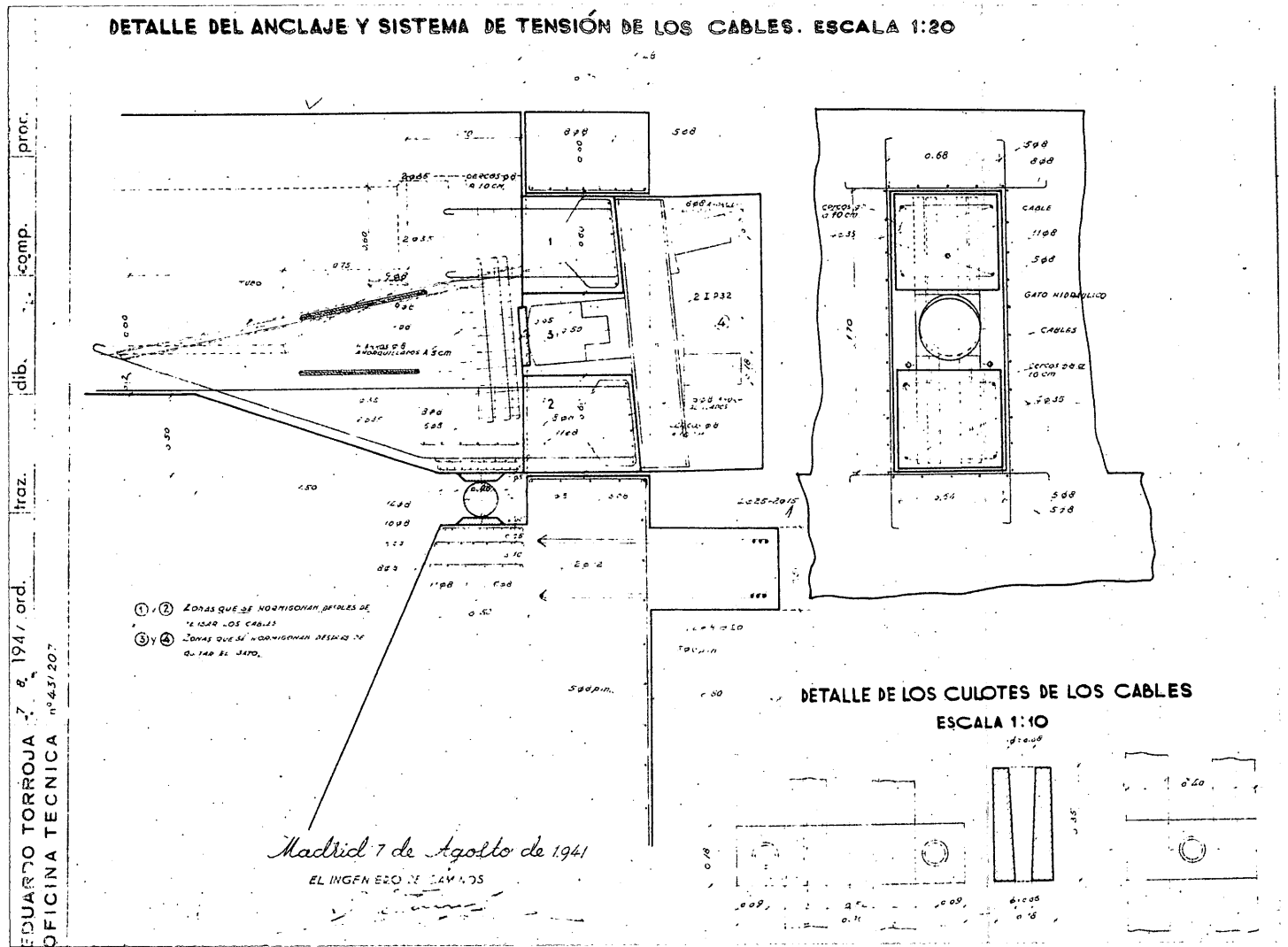


Figura 6.

mismo año, es nombrado Presidente de la Reunión Internacional de Laboratorios de Ensayos de Materiales (RILEM). En 1952 se constituye la Federación Internacional del Pretensado (FIP), de la que es nombrado Vicepresidente en 1955 y Presidente en 1958. En 1953 el Instituto de la Construcción y el Cemento forma parte de la RILEM. En 1955 asiste a la primera reunión del CEB. En 1959 se crea la Asociación Internacional de Estructuras Laminares (IAS) de la que Torroja es nombrado presidente.

A partir del año 1955 y por iniciativa del constructor François Fernández, hará numerosos proyectos con los que se presentan a concurso organizados por el gobierno del Reino de Marruecos. Son proyectos de puentes y depósitos de agua. Si los proyectos de puentes son convencionales, en los de depósitos retoma la investigación de las posibilidades de las estructuras laminares aplicandoles la tecnología del pretensado. Así construye los depósitos de Sidi Bernoussi y la cuba hiperbólica de Fedala.

Al mismo tiempo que plantea varias posibilidades de utilización de láminas de hormigón en cubiertas, desde la cubierta del Club Tachira, hasta la cubierta con elementos prefabricados de hormigón armado o las láminas plegadas como la de la Universidad Laboral de Tarragona.

En estas obras colaboran con Torroja otros ingenieros. Como él mismo dice en el prólogo del libro que edita con motivo de su homenaje "... he de hacer constar mi agradecimiento a los respectivos directores, colaboradores y ayudantes, a los que se debe la parte mayor y principal de todas estas obras, y, en particular, a los Arquitectos a quienes he procurado ayudar en el desarrollo de sus magníficas concepciones." Si hoy podemos recoger una enseñanza de Torroja es sin duda la necesidad de colaboración entre los diferentes técnicos que intervienen en el proceso creador de las obras de construcción, esa colaboración que fomentó en los centros de trabajo en que desarrolló su labor. ●