

Prefabricación de puentes en España. Un viaje fascinante

Precast Concrete Bridges in Spain. A Fascinating Journey.

Jesús Montaner Fragüet ^a

^a *Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos; Presidente de ALVIPRE.*

Recibido el 12 de mayo de 2025; revisado el 23 de junio de 2025, aceptado el 15 de septiembre de 2025

RESUMEN

En este artículo se da una visión de la evolución de la prefabricación de puentes en España, desde sus inicios en los años 60 hasta la actualidad. Se muestra el camino recorrido a medida que los medios de transporte y elevación permitían la ejecución de elementos de mayores dimensiones y peso, hasta que fue necesario buscar soluciones con continuidad por las limitaciones de transporte, abriendo la posibilidad de adaptar las soluciones prefabricadas a geometrías y tipologías estructurales que a priori no estarían dentro de su ámbito de aplicación. En esta posibilidad de aplicar elementos prefabricados a tableros continuos, jugó un importante papel Antonio Marí Bernat, quien logró dar un soporte técnico a las nuevas soluciones que se proponían, en un momento en que el cálculo mediante la técnica de los elementos finitos comenzaba a desarrollarse.

PALABRAS CLAVE: puentes prefabricados, continuidad, vigas curvas y de canto variable.

©2026 Hormigón y Acero, la revista de la Asociación Española de Ingeniería Estructural (ACHE). Publicado por Cinter Divulgación Técnica S.L. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia de uso Creative Commons (CC BY-NC-ND 4.0)

ABSTRACT

This article provides an overview of the evolution of bridge prefabrication in Spain, from its beginnings in the 1960s to the present day. It traces the progress made as transportation and lifting equipment enabled the execution of larger and heavier elements, until it became necessary to seek continuous solutions due to transport limitations. This opened the possibility of adapting prefabricated solutions to geometries and structural typologies that, at first glance, would not fall within their usual scope of application. In enabling the use of prefabricated elements in continuous decks, Antonio Marí Bernat played a key role, providing technical support for the new proposed solutions at a time when finite element analysis techniques were beginning to be developed.

KEYWORDS: prefabricated bridges, continuity, curved beams, and variable-depth beams.

©2026 Hormigón y Acero, the journal of the Spanish Association of Structural Engineering (ACHE). Published by Cinter Divulgación Técnica S.L. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons (CC BY-NC-ND 4.0) License

* Persona de contacto / *Corresponding author*:
Correo-e / e-mail: fosan@alvipre.es (Jesús Montaner)

Cómo citar este artículo: Montaner, J. (2026). Prefabricación de puentes en España. Un viaje fascinante. *Hormigón y Acero*. 77(308):273-285.
<https://doi.org/10.33586/hya.2025.4129>

1. INICIO DE LA PREFABRICACIÓN EN ESPAÑA

Se puede afirmar con rotundidad que la prefabricación de puentes en España es líder a nivel mundial por la cantidad de soluciones construidas, la novedad de muchas de ellas y las posibilidades de futuro que se abren, facilitando la construcción de cualquier tipología de puente de hormigón usando elementos prefabricados. Puede constatarse y así lo hemos hecho en

distintas conferencias en países como Inglaterra, China, EEUU, Perú, Chile, Georgia, etc.

El desarrollo de estas tecnologías es como un gran viaje a lo largo del tiempo en los últimos 60 años.

Yo me subí a este tren en el año 1973, cuando tras acabar mis estudios en la ETS de Ingenieros de Caminos de Madrid (no había otra entonces) en 1970, con 21 años y tras dos años como investigador en el Laboratorio de Estructuras de dicha Escuela de Caminos bajo la dirección de mi buen amigo, DEP,

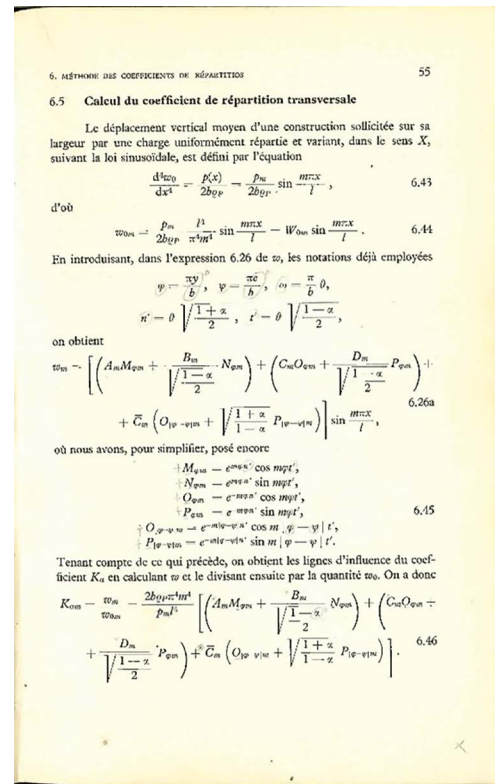
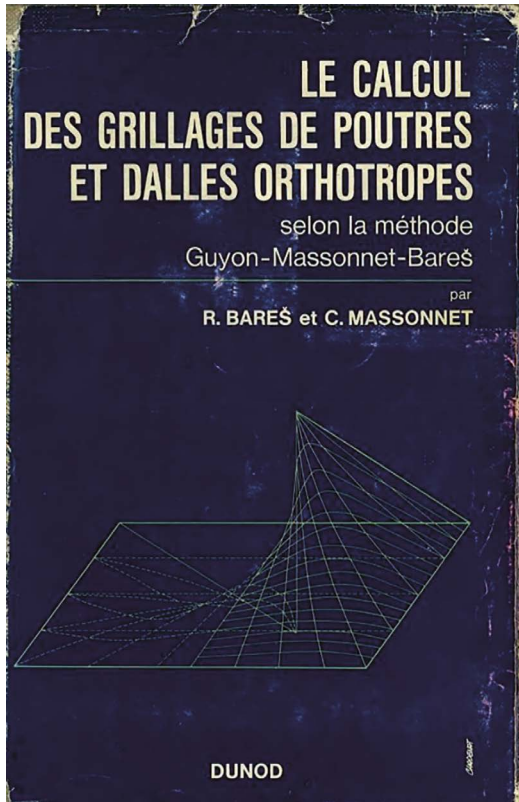


Figura 1. Portada de “LE CALCUL DES GRILLAGES DE POUTRES ET DALLES ORTHOTROPES” y apartado de cálculo de coeficientes de reparto transversal en tableros de vigas y losa según el método de Guyon-Massonnet-Bares [1].

Juan Antonio Torroja, entré a formar parte del departamento técnico de una empresa de prefabricados que acababa de aparecer, ALVISA, que era continuación de otra anterior, IASA (Industrias Albajar S.A.).

Realmente el viaje había comenzado a finales de los años 50, cuando la necesidad de construir una gran cantidad de viviendas hizo aparecer la fabricación de viguetas pretensadas para la construcción de forjados de edificación, ya que eran mucho más baratas y versátiles que las dobles T metálicas que habían empezado a usarse. Estas viguetas con cantos de 18, 20, 25 y hasta 30 cm se usaron hasta la aparición de los forjados reticulares en los años 90. Fábricas de viguetas pretensadas había varias en cada provincia, pero solo 3 empresas dieron el salto a realizar vigas de mayor canto hasta 1.00 m y 1.20 m, para usarlas en la construcción de puentes. Esas empresas eran PACADAR, CADE e IASA.

2. DESARROLLO DE LA PREFABRICACIÓN ESTANDARIZADA DE IASA

Hay que tener muy presente que, en esa época, la red de carreteras española tenía muy poco que ver con la actual y que los elementos de transporte estaban empezando a desarrollarse. Al final de los años 60 habían aparecido los primeros tráileres articulados con plataforma de 12.00 m y una grúa de 15 o 20 toneladas de capacidad de elevación era una máquina excepcional.

En I.A.S.A. había empezado su labor profesional, recién acabada su carrera a mediados de los 60, un ingeniero llamado Juan José Arenas de Pablo natural de Huesca. IASA tenía la sede social en Huesca y, por supuesto, en aquellos años no existía ningún tipo de ordenador ni nada que se le pareciera, como ejemplo, la topografía se resolvía con las tablas de logaritmos, que hoy en día serían como un hacha de sílex comparadas con las herramientas actuales. En el cálculo de los puentes, donde la dificultad estaba en cómo se repartían transversalmente las cargas puntuales prescritas por la Instrucción vigente entre las distintas vigas del tablero (hay que pensar por un momento como se podría hacer esto hoy en día sin ningún tipo de ayuda informática), había un sistema que asimilaba el tablero a una losa ortótropa. Los ingenieros franceses Guyon y Massonet habían desarrollado un método para asimilar el tablero a una losa con rigideces longitudinal y transversal distintas y, con unas fórmulas (Figura 1) que hoy nos parecerían chino, se podía llegar a obtener el coeficiente de excentricidad que nos permitía obtener el esfuerzo a soportar por cada uno de los nervios longitudinales del tablero.

Un ingeniero llamado Rowe había trabajado con esas fórmulas y desarrollado unos gráficos que permitían llegar a ese reparto [2]. Hay que tener en cuenta que en esa época no existían las fotocopiadoras, por lo que este libro, “el famoso Rowe”, se convirtió en la Biblia de todos los calculistas de puentes de la época. Como muestra de ello, en la figura 2, se puede ver las portadas de la citada publicación y del catálogo de la colección de vigas que Juan José Arenas había desarrollado para IASA, donde se aprecia con toda claridad la influencia del mencionado texto.



Figura 2. Portada de "CONCRETE BRIDGE DESIGN" [2] y portada del catálogo de vigas doble T de I.A.S.A. [5].

Cuadro 1.2.1 - DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS MECANICAS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE VIGAS

TIPO	P - 50	P - 50 E	P - 65	P - 65 E	P - 80	P - 80 E	P - 100
A = Area (cm ²)	608	550	892'75	814'50	1.274'50	1.186	1.685
Peso (kg/ml)	152	138	224	205	320	295	425
V ^a (cm)	23'68	25'87	28	30'33	33'53	35'69	43'88
V ^b (cm)	26'32	24'13	37	34'67	46'47	44'31	56'12
I _y (m ⁴)	0'00196	0'00168	0'00487	0'00436	0'01018	0'00937	0'02001
$\frac{V_a^3}{I_y}$ (m ⁻³)	120'82	154	57'61	69'56	32'95	38'09	21'94
$\frac{V_b^3}{I_y}$ (m ⁻³)	134'29	143'63	76'13	79'52	45'66	47'28	28'06
$\rho_a = N \left(\frac{1}{A} - \frac{V_a^2}{I_y} \right)$ (ton/m ²)	N (16'45 — 120'82 ÷)	N (18'19 — 154 ÷)	N (11'20 — 57'61 ÷)	N (12'28 — 69'56 ÷)	N (7'85 — 32'95 ÷)	N (8'43 — 38'09 ÷)	N (5'93 — 21'94 ÷)
$\rho_b = N \left(\frac{1}{A} + \frac{V_b^2}{I_y} \right)$ (ton/m ²)	N (16'45 + 134'29 ÷)	N (18'19 + 143'63 ÷)	N (11'20 + 76'13 ÷)	N (12'28 + 79'52 ÷)	N (7'85 + 45'66 ÷)	N (8'43 + 47'28 ÷)	N (5'93 + 28'06 ÷)
$\frac{S_x}{b_o I_y}$ (m ⁻²)	43	44	30'40	30'70	20'30	20'40	13'20

Figura 3. Características de las secciones del catálogo de vigas doble T de I.A.S.A. [5].


En esa colección de vigas del año 1968 (ver figura 3), puede apreciarse que, para la viga de la mayor sección (P-100), con un peso de 425 kg/ml, y la luz máxima a la que se llegaba, en el entorno de los 22 metros, se obtenía un peso total de 9500 kg, valor ajustado a la capacidad de la maquinaria de elevación de la época. El Ingeniero Arenas dejó la empresa IASA en 1969, continuando su carrera como proyectista de puentes de reconocido prestigio, como hoy todos sabemos.

3. ALVISA Y LAS GRANDES ESTRUCTURAS PREFABRICADAS

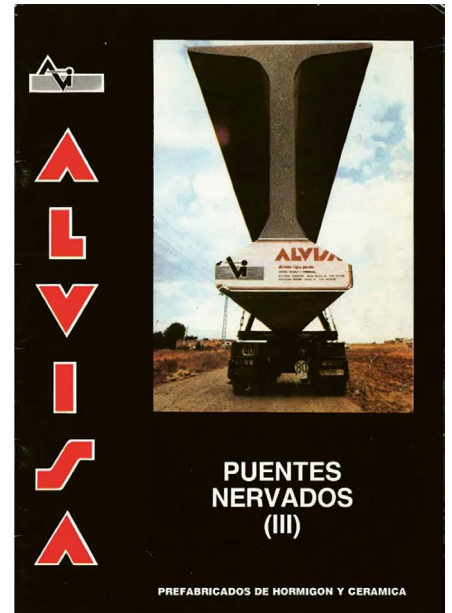
El escenario de la prefabricación evolucionaba muy deprisa y, en el año 1973, los medios de transporte permitían ya pesos mayores. Comenzaban a aparecer los transportes tipo DOLLY, en los que la tractora se independizaba de las ruedas traseras

CARACTERÍSTICAS MECANICAS DE LAS SECCIONES HOMOGENEIZADAS

SERIE N (BASICA)



SECCIONES	N - 40	N - 50	N - 60	N - 70	N - 80	N - 90
ALZADO						
ANCHO DE PUNTA (cm)	19,475	230,80	323,125	396,75	486,80	564,62
ANCHO DE PUNTA (cm)	20,388	25,847	31,768	37,693	42,86	47,78
ANCHO DE PUNTA (cm)	19,612	24,153	29,512	32,307	37,14	42,22
ANCHO DE PUNTA (cm)	170,833	317,975	657,135	1.114,436	1.980,800	2.729,100
ANCHO DE PUNTA (cm)	119,347	91,288	49,374	35,822	23,03	17,51
ANCHO DE PUNTA (cm)	104,803	79,924	42,831	28,99	19,96	15,48
SECCIONES	N - 100	N - 120	N - 150	N - 185	N - 200	N - 250
ANCHO DE PUNTA (cm)						
ANCHO DE PUNTA (cm)	666,75	808,80	1.200,00	1.315,00	1.671,00	2.058,00
ANCHO DE PUNTA (cm)	52,47	61,69	76,348	87,05	105,62	131,34
ANCHO DE PUNTA (cm)	47,53	56,31	71,552	87,95	84,30	118,64
ANCHO DE PUNTA (cm)	3.948,900	7.196,600	15.482,267	28.664,000	38.588,251	70.922,000
ANCHO DE PUNTA (cm)	13,28	8,97	5,06	3,782	2,74	1,85
ANCHO DE PUNTA (cm)	12,03	8,10	4,427	3,427	2,45	1,67



ALVISA

PUENTES NERVADOS (II)

PREFABRICADOS DE HORMIGÓN Y CERÁMICA

Figura 4. Portada y características de las secciones del catálogo de vigas doble T de ALVISA [6].



Figura 5. Imágenes del puente sobre el río Alcanadre (Huesca), 1989: vista inferior acabado, colocación de vigas del vano centra y paso del transporte de las vigas por el puente existente sobre el río Alcanadre.



Figura 6. Imágenes de la duplicación del puente sobre el río Alcanadre (Huesca): vista inferior durante el montaje con lanzavigas, vista inferior y vista general acabado.

haciendo la viga de chasis entre ambas, con lo que el problema de la longitud de la viga pasaba al trazado de la carretera y no al transporte. Asimismo, iban apareciendo grúas de 50, 100 y hasta 150 t de capacidad de elevación, con lo que el trabajo durante unos años fue el ir aumentando la longitud y el peso de las vigas (ver [figura 4](#), catálogo de ALVISA, empresa que sucedió a IASA). A mediados de los años 70 aparecieron en España las vigas artesas que, posteriormente, al menos con 8 o 9 años de diferencia, surgirían en EE. UU.

El viaje fue discurriendo y se fueron fabricando vigas de 30, 35, 40, 45 metros de longitud, hasta que en el año 1988 llegamos a un puente que considero muy importante y estación fundamental en el viaje. Es el puente sobre el río Alcanadre en la CN-240 en la provincia de Huesca ([figura 5](#)), del que teníamos que desarrollar el proyecto completo del mismo. Diseñamos un puente de 225 metros de longitud total, con 5 vanos de 36/51/51/51/36 metros, eliminando las juntas sobre pilas con el sistema de rótulas de continuidad que ALVISA venía usando habitualmente y que luego recogería la Norma Española. Las pilas laterales tenían una altura sobre 17 y 25 m, mientras las dos pilas centrales eran de aproximadamente

50 m de altura. El puente estaba en zona sísmica. El diseño de las pilas con forma piramidal presentaba la dificultad de abordar su cálculo para los esfuerzos de segundo orden con flexión esviada, siendo su sección rectangular hueca y variable en altura. Mi buen amigo Antonio Marí Bernad (Toni) con el que me unía una relación muy cercana, casi familiar, estaba trabajando en el tema de discretizar y compatibilizar deformaciones en secciones de hormigón armado. Mediante un análisis paso a paso, conseguimos encajar perfectamente las 4 pilas. A parte del tema de cálculo, el puente presentaba un problema de montaje muy importante, pero ALVISA había tomado la decisión de adquirir maquinaria pesada no existente en España para apostar firmemente por la prefabricación de grandes elementos, su Gerente, el ingeniero José Emilio Jimeno, había convencido a los propietarios de seguir por ese camino. Así que este montaje se realizó en 1989 con dos grúas LIEBHER, una de 400 t con 50 m de pluma y otra que era la mayor grúa que fabricaba LIEBHER en esa época, una máquina que era la nº6 de las fabricadas, estando las primeras 5 unidades trabajando en Puertos de Europa para la descarga de barcos. La grúa N°6, nunca trabajó en ningún puerto y fue utilizada por ALVISA en

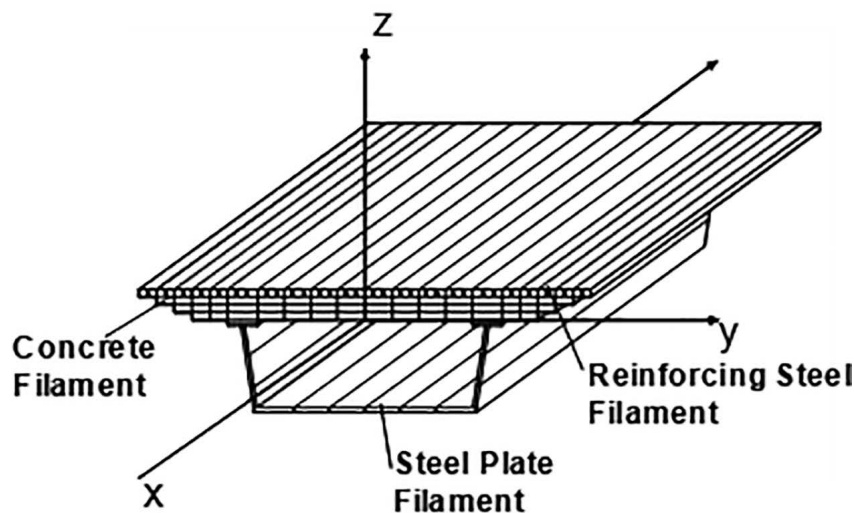


Figura 7. Esquema de filamentos utilizados por el programa CONS en la discretización de un elemento [3].

el montaje de una gran cantidad de estructuras prefabricadas durante los años siguientes. Era una máquina con posibilidad de trabajar con pluma hidráulica de 60m, o con pluma de celosía de hasta 120 m de longitud. Una auténtica maravilla que aumentaba las posibilidades de la prefabricación hasta límites impensables hasta entonces.

El puente con sus 9 vigas centrales (3 por vano) de 51 m de longitud y 150 t de peso fue récord de España en tramos isostáticos. Veinticuatro años después y al convertirse la CN-240 en autovía, se duplicó el puente repitiéndolo exactamente, pero entonces ya habían aparecido los lanzavigas con capacidad de movimiento de 200 t diseñados por ALVISA y su montaje se hizo de forma mucho más sencilla (Figura 6).

Construido este puente, llegamos a la conclusión de que la carrera por vigas más largas y más pesadas había llegado a su fin y había que pensar en otra filosofía. Lo que en el argot de fábrica se decía, “había que empalmar las vigas” o lo que es lo mismo, había que pasar a los puentes hiperestáticos.

4. LA CONSTRUCCIÓN PREFABRICADA EVOLUTIVA

Estamos en el año 1991-1992 y PACADAR construía en Girona un puente sobre el río Oñar, con continuidad basada en la tecnología de moda en aquel entonces del pretensado exterior. La verdad es que a mí esta tecnología nunca me gustó como sistema constructivo (admito que puedo estar equivocado), si bien es muy adecuada para reparaciones o refuerzos de puentes, ya que su coste resulta muy elevado y su conservación muy costosa. Nosotros fuimos por otro camino (y el tiempo nos ha dado la razón) y planteamos un sistema conceptualmente más sencillo: “¿Por qué no atornillamos las vigas entre sí?” que diría un castizo y a ello nos pusimos. La unión, muy sencilla, consiste en dejar separadas las vigas, con sus extremos muy rugosos, lo suficiente para rellenar esta junta con un material autonivelante y de muy baja retracción. Posteriormente se comprime

esta junta superior e inferiormente con barras y/o tendones para asegurar la ausencia de tracciones en dicha sección. El concepto era claro y fácil, pero había un gran problema: ¿cómo se comportarían estos elementos unidos a lo largo del tiempo? Dos hormigones muy distintos, cada uno con sus características mecánicas y reológicas diferentes, a los que vamos a obligar a trabajar unidos a lo largo del tiempo, intercambiando tensiones entre ellos y sus armaduras. El reto era grande y no existía ningún programa de cálculo (hoy en día sí los hay) que lo pudiera abordar.

La solución era Toni y las nuevas ideas que había traído de su estancia en la U.C de Berkeley, para desarrollar los cálculos de estructuras con elementos finitos en ordenadores. Estaba desarrollando un programa llamado CONS [3] donde se discretizaban las secciones en multitud de filamentos de hormigón y/o acero (figura 7). A cada filamento se le asignaban sus características reológicas propias y al establecer la compatibilidad de deformaciones entre los filamentos adyacentes, además de incluir la variable del tiempo en un análisis paso a paso, se podía observar cómo se intercambiaban las tensiones los distintos filamentos a lo largo del tiempo. Los resultados eran espectaculares y confirmaban plenamente la validez del sistema, pero tanto Toni como yo, estuvimos de acuerdo que, como investigadores, había que verlo en la realidad y contrastar los resultados del CONS con un ensayo en modelo real, ya que el paso era lo suficientemente importante para invertir en ello.

Construimos en la fábrica el puente a escala 1/2 con dos vanos (figura 8), uno armado y otro postesado, con una conexión mediante barras pretensadas y colocamos alrededor de 100 puntos de medida de tensiones y deformaciones tanto en el hormigón como en el acero activo, pasivo y barras de empalme, así como células de carga en los apoyos para el control de reacciones. El puente, así construido y monitorizado, lo instalamos en el laboratorio de la ETS de Ingenieros de Caminos de Barcelona [4]. Allí estuvo durante casi dos años sometido a todo tipo de ensayos, realizándose sobre él varias tesis doctorales y sirvió para confirmar que el CONS funcionaba perfectamente (figura 9).



Figura 8. Imágenes del ensayo en el laboratorio de la Universidad Politécnica de Barcelona.

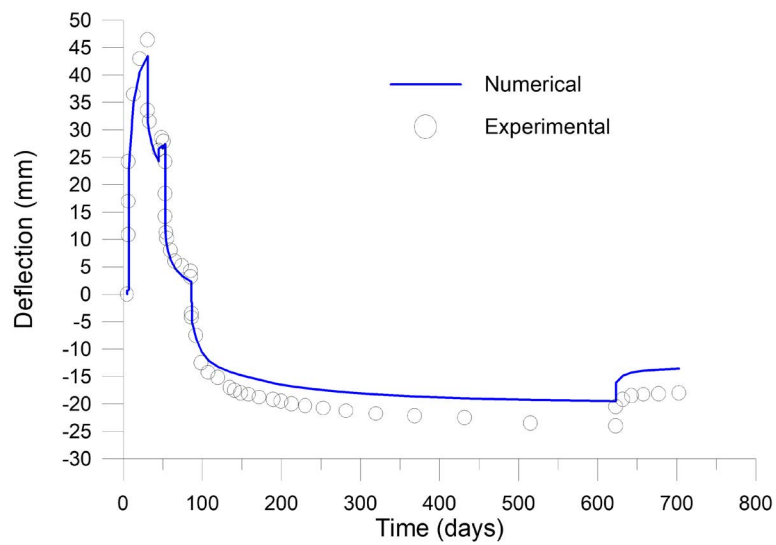


Figura 9. Gráfica comparativa de las deformaciones a lo largo del tiempo entre los resultados del ensayo y los obtenidos con el programa CONS [4].



Figura 10. Paso superior prefabricado continuo en la Autovía A-10.



Figura 11. Construcción del Puente de Las Pilas sobre el río Cinca (Huesca).



Figura 12. Imágenes de puentes curvos con soluciones prefabricadas.

Los primeros puentes de vigas prefabricadas con este sistema de continuidad estructural se construyeron entre 1992 y 1993 en Navarra en la Autovía A-10 o de “La Barranca” (figura 10). En 1996 se alcanzaron luces de 60.00 m en el Puente de Las Pilas sobre el río Cinca en Huesca (figura 11), mientras las primeras estructuras resueltas de esta forma para alta velocidad ferroviaria fue en la Línea de Alta Velocidad Madrid – Barcelona en 2001.

Habíamos abierto la puerta de la prefabricación a un nuevo mundo. El viaje atravesaba una gran frontera. A partir de allí las tipologías fueron apareciendo, luces de 60, 70 y hasta 90 m fueron alcanzables, puentes curvos, puentes con pilas en V,

puentes con trazados complicados, puentes con vigas adosadas para secciones de gran anchura, puentes con jabalcones, puentes con placas realizadas para conseguir cantos de hasta 4.50 m, etc (figuras 12, 13, 14 y 15).

ALVISA desapareció, pero ALVIPRE recogió el testigo y nuevos ingenieros se subieron al tren para realizar nuevos hitos, como la muy reciente “cubierta singular” de la nueva estación intermodal de la Sagrera en Barcelona. Esta estructura sobre las líneas de AVE, consta de 8 cúpulas troncopiramidales de aprox. 1800 m² cada una, que soportan un parque público arbolado con voladizos de hasta 17m de longitud. En este caso, las vigas principales sirven como pasillos de evacuación de la es-



Figura 13. Imágenes de puentes arcos o aporticados con soluciones prefabricadas.



Figura 14. Imágenes de puentes de pilas en V prefabricadas y con jabalcones.

tación, con una dimensión interior libre de 6.40 m por 2.40 m, con lo que las vigas tienen unas dimensiones exteriores de 8.50 m de ancho por 3.40 m de canto. Dichas vigas forman una retícula que sustenta el entramado de costillas transversales sobre las que se disponen inferiormente unas placas de hormigón, a modo de falso techo con un diseño disipador acústico, y superiormente las prelosas de encofrado perdido colaborante,

sobre las que se ejecuta la losa superior de 40 cm de espesor, en la que va dispuesto todo el postesado necesario de la cubierta.

Al tener que funcionar las vigas como pasillos de evacuación, es necesario disponer en el fondo de las vigas y en la losa superior, una gran cantidad de grandes huecos para escaleras y ascensores que dificultan sobremanera el cálculo de la retícula (figuras 16, 17, 18 y 19).

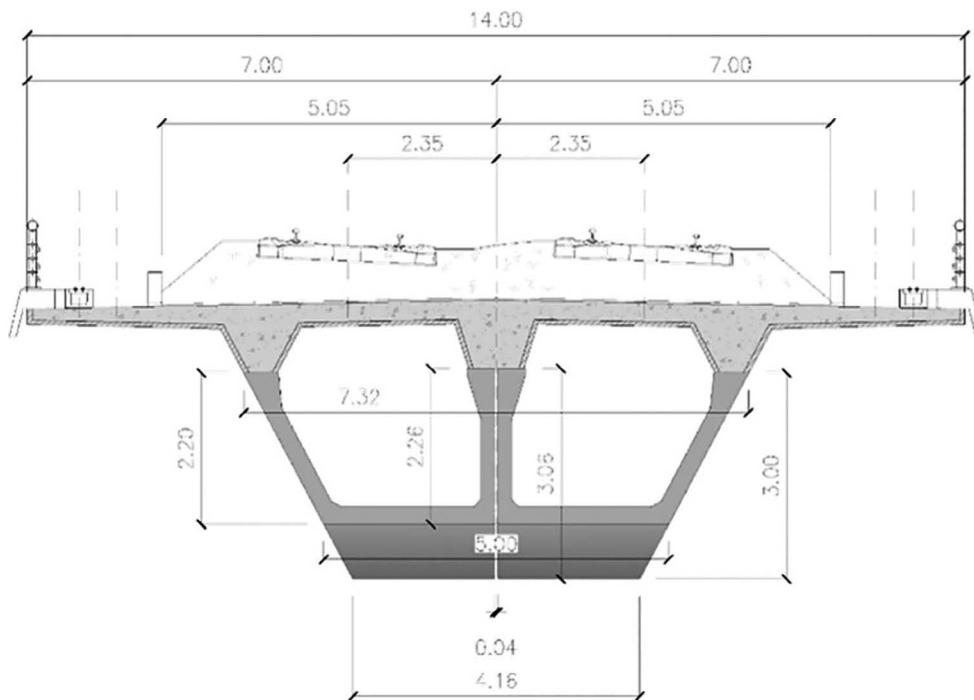


Figura 15. Imagen de puente para línea AVE con vigas adosadas y placa realzada, vano central 60 m.



Figura 16. Vista aérea durante la construcción de la parte singular de la cubierta de la nueva estación intermodal de la Sagrera.



Figura 17. Imágenes de la colocación de semivigas para la construcción del entramado principal de cajones.

La prefabricación de estas grandes vigas “no transportables en sección completa” se ha diseñado la solución de dos vigas en L que unidas por su labio inferior forman una viga U. Esta solución de vigas en L, junto con la que hemos denominado “placa nervada realizada”, abre la posibilidad a la construcción prefabricada en taller de poder realizar vigas con anchos del entorno de los 8 m y cantos totales (viga más losa) de alrededor de 8-9m (figura 20), o lo que es lo mismo, el prefabricado puede acceder, con los lanzavigas correspondientes, a soluciones para las grandes luces, pudiendo competir perfectamente con bastantes ventajas constructivas sobre el método actual de voladizos sucesivos.

5 CONCLUSIONES Y FUTURO

Las crecientes dificultades para conseguir mano de obra cualificada para trabajar en obras in situ, la posibilidad de obtener en fábrica mejor control sobre los materiales y ejecución de las piezas, la posibilidad de uso de materiales específicos en hormigones de altas prestaciones, la independencia de la climatología en el desarrollo de la obra y con ello, el acortamiento significativo de los plazos de construcción, el uso de lanzavigas específicos que facilitan la independencia del terreno en las labores de construcción y menor afección a las actividades o vías

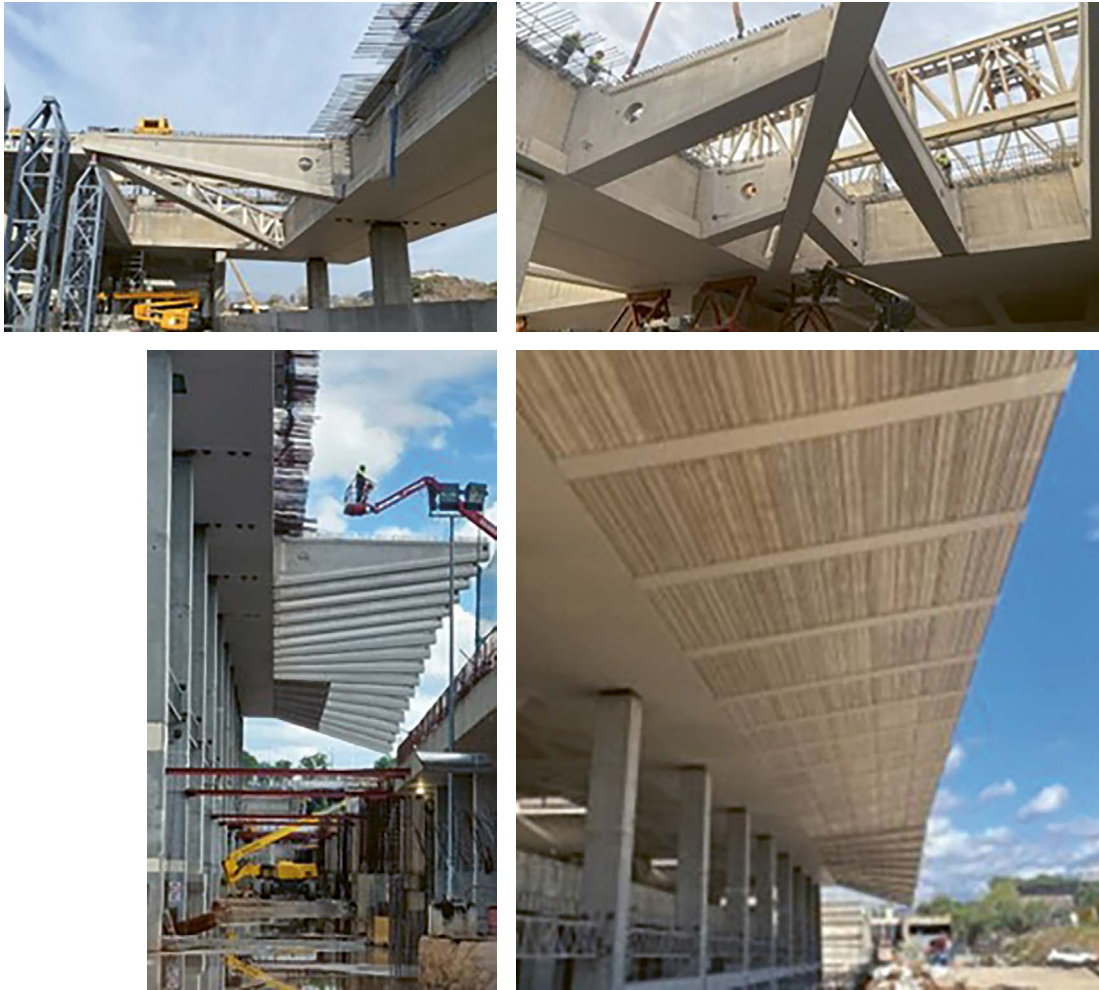


Figura 18. Imágenes durante la construcción de las cúpulas troncopiramidales y voladizos laterales.



Figura 19. Imagen inferior de una cúpula completada.

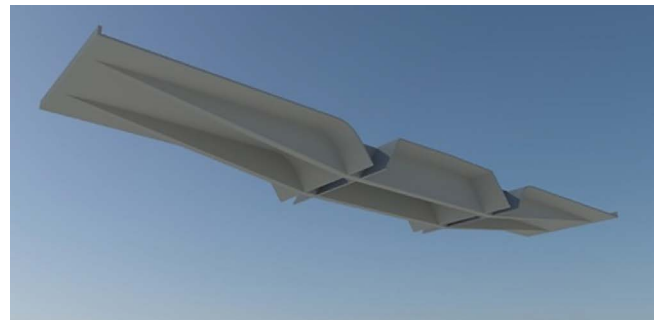
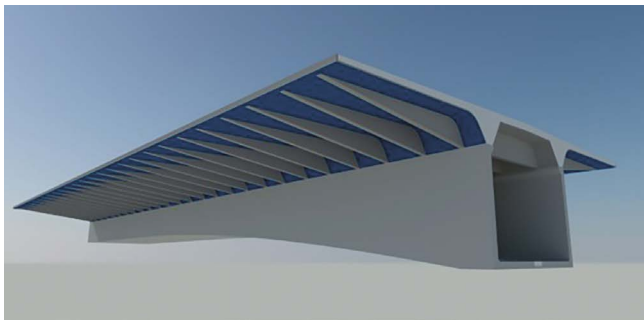
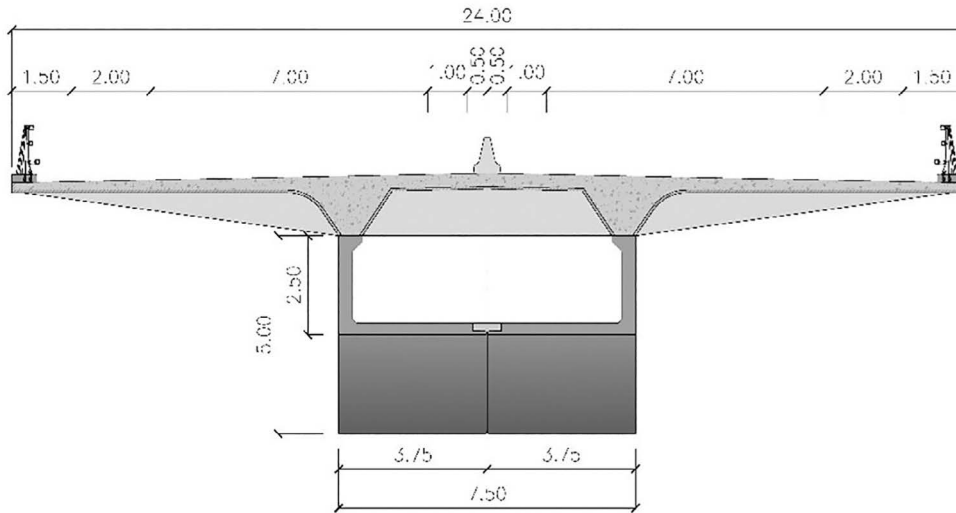


Figura 20. Propuesta de sección transversal con elementos prefabricados para puentes de grandes luces.

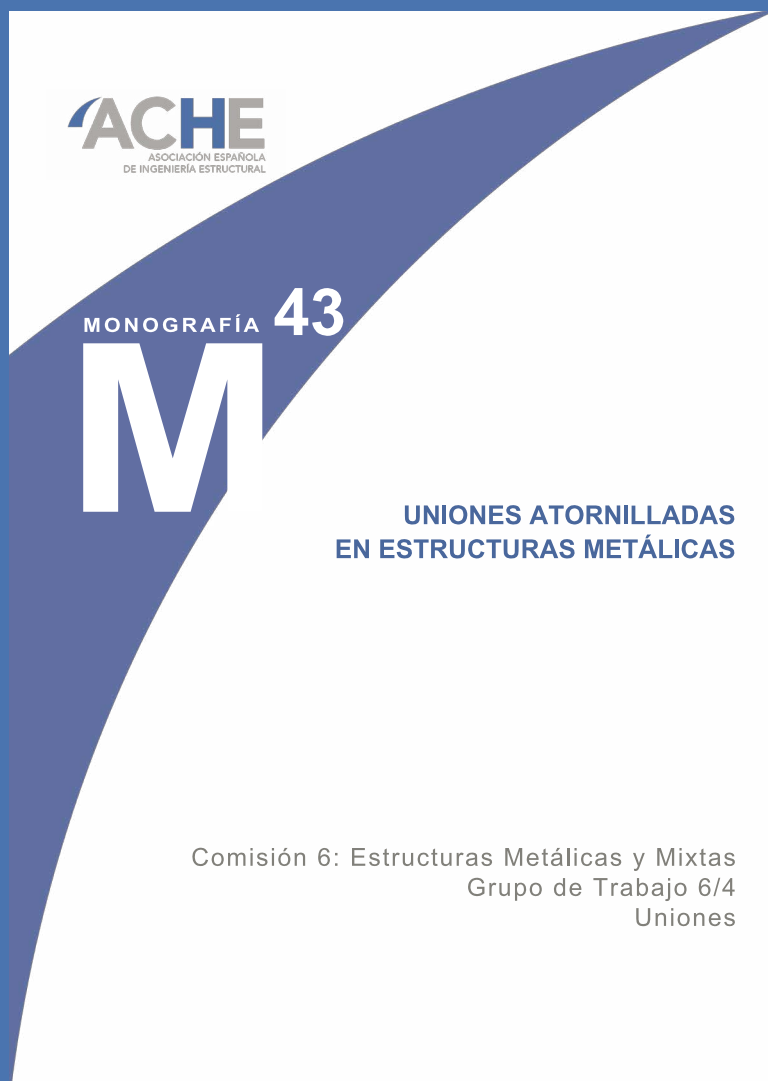
inferiores, la posibilidad de dar solución a cualquier tipo de trazado, condiciones geométricas del tablero y luces entre apoyos, la disminución muy significativa de los riesgos laborales, etc, etc, son factores que hacen que, a nuestro juicio, el uso de la prefabricación en la construcción de puentes de hormigón sea el sistema constructivo del futuro, como se viene demostrando con el uso cada vez más frecuente de estos sistemas en la actualidad. El viaje continúa, pero Toni, estoy convencido de que sin tu ayuda no hubiera sido posible. ¡Gracias Toni!

Referencias

- [1] R. Bares et C. Massonnet., Le calcul des grillages de poutres et dalles orthotropes. Dunod, 1966.
- [2] Roy Edward Rowe, Concrete_Bridge_Design. 1962.
- [3] Antonio. Mari, "Numerical simulation of the segmental construction of three dimensional concrete frames," Eng Struct, vol. 22, pp. 585-596, 2000.
- [4] A. R. Mari and J. Montaner, "Continuous precast concrete girder and slab bridge decks," Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Structures and Buildings, vol. 140, no. 3, 2000, doi: 10.1680/stbu.2000.140.3.195.
- [5] J.J. Arenas, J. E. Jimeno y J. L. Lleyda, "Catalogo puentes nervados," Industrias Albajar, S.A. (I.A.S.A). 1968.
- [6] J. Montaner y J. L. Lleyda, "Puentes nervados (III)," ALVI, S.A. 1984.

ACHE

MONOGRAFÍAS



SECRETARÍA DE ACE
Tel.: 91 336 66 98
www.e-ache.com