

según dicen todos, fué el Quienadero de la Cruz, y hemos encontrado, entre otras cosas, dos restos de aquel fanatismo o de aquella barbarie: una trenza, de mujer indudablemente, y unos hierros oxidados, que debieron ser unas mordazas.

Echegaray no quiso oír más; intercaló en su discurso lo de la trenza y los hierros de manera tan artística y emocional, con tal estro, que aquel párrafo de su discurso ha quedado como una de las piezas oratorias más brillantes de las célebres Cortes Constituyentes. Llamóse desde entonces aquel discurso «el discurso de la trenza», y por él, poco tiempo después, fué ministro de Fomento Echegaray.

* * *

Al provocarse el conflicto entre Francia y Prusia el año 70 y estallar la guerra, dividiéronse las opiniones en España como en la época actual, en los dos bandos de francófilos y germanófilos, aunque entonces no se les diese tal nombre.

Como en los tiempos de la última guerra, las aclaradas discusiones y los planes estratégicos sobre las mesas de los cafés, desarrolláronse con gran aparato, y las peroraciones en materia de arte militar llegaron, lo mismo que ahora, al más alto grado de pedantería.

En nuestra mesa del Suizo no podían faltar los consabidos planes; pero lo que allí más llamó la atención, como en todas las demás tertulias y en España entera, fué, que al iniciarse los movimientos de los dos ejércitos, y antes de que llegaran a ponerse en contacto, comenzó a publicar *El Imparcial* una serie de artículos, con firma desconocida, en los que se juzgaba con gran severidad a Moltke, pero aún peor todavía al ejército francés, cuya derrota declaraban inevitable, a pesar de los viciosos movimientos del alemán.

Se anunciaba en uno de aquellos artículos, por ejem-

pto, que el ejército prusiano ejecutaría cierto movimiento, y a los pocos días el movimiento previsto por el articulista se ejecutaba. «Los alemanes—se decía en otro—derrotarán a los franceses en tal sitio», y el telégrafo, poco después, comunicaba la derrota profetizada. ¿Quién era el ilustre general, el vidente estratega que con tal precisión y certeza iba anunciando todas las catástrofes de aquella formidable lucha que dió muerte vergonzosa al imperialismo francés y vida exuberante y recia al germano? ¿Quién era el anónimo contradictor que desde las columnas de un periódico español daba lecciones a franceses y alemanes y decía a los vencedores que lo hacían de un modo lastimoso, y que si se las hubieran tenido que ver con el genio de un Napoleón I su derrota hubiera sido segura, a pesar de su armamento perfeccionado y de su gran disciplina?

Unos decían que el general Concha; otros, que el general Arístegui; quién que el propio Prim; cuál, que Córdoba. Nada de generales, ni de militares siquiera; el autor era un profesor de la Escuela de Caminos: D. Pedro P. de la Sala, profesor de Puertos, que le dió por la estrategia, y de quien en un periódico alemán se dijo que había sido el único general que había adivinado los planes del gran Moltke.

¡Qué contrastes tan extraños se ofrecen en la vida!... El general victorioso de aquella célebre campaña, erguido y enfundado en la levita militar, como aparece en su estatua ante el Reichstag en Berlín, juzgado, fustigado y recibiendo lecciones desde el rincón oscuro de una mesa del Suizo por un modesto ingeniero de Caminos, nada erguido, ni mucho menos enlevitado, y a quien todas las noches decíale un compañero cuando llegaba la hora de retirarse del café:

—Perico, vistete, que nos vamos.

Carlos de ORDUÑA
Profesor-Secretario de la Escuela de C., C. y P

El ferrocarril de Murcia a Caravaca⁽¹⁾

III

En el artículo anterior se han descrito los cinco viaductos que tienen arcos de 16 m de luz; los otros dos que quedan en la línea son los de La Luz, sobre el río de Mula, y el de Burete. Ambos se subastaron casi a la vez y, como sus alturas máximas no difieren mucho, adoptamos para los dos la misma luz de 10 m para los arcos.

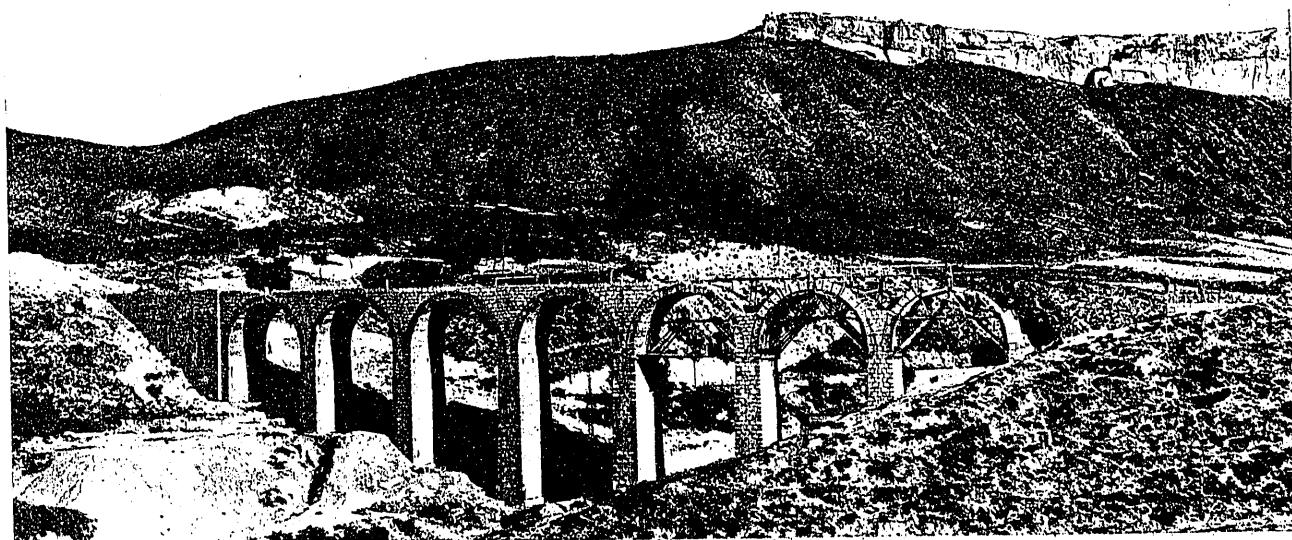
El viaducto de La Luz, así denominado por estar en un sitio que lleva este nombre, que es el que por allí dan a una pequeña Central eléctrica de alumbrado de Bullas, tiene una altura de 23,30 m sobre el río y una longitud de 129,83 m en curva de 300 m de radio. Está constituido por ocho arcos de medio punto y estribos con muros de acompañamiento.

Las bóvedas no son cilíndricas, sino cónicas, con el vértice en el centro de la curva y a la altura del plano de arranques; es sabido que esta solución permite que las pilas difieran poco de la planta rectangular

gular, de tal modo que para este radio la diferencia de espesores en los arranques sólo es de 4 cm entre los paramentos cóncavo y convexo y se reparten por igual entre uno y otro, pues el espesor calculado corresponde al eje del viaducto. Del mismo modo, la luz de 10 m la tienen las bóvedas en el centro del cañón y las boquillas tienen 9,92 y 10,08, respectivamente; la generatriz de intradós en la clave es inclinada, por la misma razón y, siguiendo el mismo movimiento de líneas, el trasdós es inclinado en sección transversal y la imposta de coronación del lado convexo está algo más alta que la del cóncavo. Estas mismas diferencias afectan a los taludes y hemos disminuido el de los paramentos del lado cóncavo, con relación a los otros viaductos, aumentando, en cambio, el del otro paramento. Es claro que tratándose de luces pequeñas y de un radio relativamente grande, las diferencias no se aprecian a la vista, pero tienen su importancia, y no hemos querido prescindir de estimarlas, aplicándolas a la obra.

Las cimentaciones se hicieron en roca a muy poca profundidad y, sin dificultades de ningún género, se está acabando la construcción, que acaso en dos me-

(1) Véanse los números 2 407 y 2 409 de la REVISTA, páginas 226 y 283.



Viaducto de La Luz

ses esté terminada, como se puede apreciar por el grado de adelanto que se ve en la fotografía.

El último viaducto, sobre la Rambla de Burete, tiene una altura de 26,20 m sobre el fondo y longitud total de 127,60 m. Consta también de ocho arcos de 10 m de luz y está en recta. En éste, las luces pudieron ser de 10,50 m, pero como sólo hay dos pilas con la mayor altura, y las demás son bastante más bajas, no parece que haya inconveniente en unificar a 10 m.

Esta obra está algo más atrasada que la anterior, a pesar de lo cual seguramente en unos tres meses quedará terminada, porque sólo faltan las bóvedas, timpanos y coronaciones, y sabido es lo rápido que es la ejecución de aquéllas haciéndolas de hormigón en masa, sobre todo teniendo en cuenta que el contratista dispone de cinco cimbras y, por tanto, poco tendrá que esperar para hormigonar el sexto, sépti-

mo y octavo arcos, aunque se deje cada uno diez o doce días sin descimbrar. Hasta ahora, en todos los viaductos he mandado conservar las cimbras tantos días como metros tienen de luz los arcos, sin la menor novedad, y, aunque esto es un poco caprichoso, creo que puede ser una regla que prudentemente puede admitirse. Hay que tener en cuenta que las partes de bóvedas desde arranques hasta la junta a 60° se llenan antes, de modo que ya tienen un endurecimiento bastante grande cuando se completan los arcos, operación que siempre se hace en una jornada y cargando las claves de las cimbras antes de subir todo el hormigón de los costados.

Antes de seguir, es interesante resumir en un cuadro todos los resultados correspondientes a los viaductos, porque su examen comparativo pone de manifiesto los errores o aciertos de los respectivos proyectos en el orden constructivo.

VIADUCTO DE	Altura máxima	Longitud	ARCOS		EN ALZADO				Precio medio por metro cúbico de fábrica	
			Núm.	Luz	Relación del vacío v		Por metro cuadrado			
					A la superf. total v S	Al lleno v L1	Cubo de fábrica V S	Coste C S		
Ojós	26,34	114,30	5	16	0,65	1,83	1,76	116,15	65,79	
Belén	26,97	95,70	2	16	0,42	0,73	3,43	177,39	51,65	
Carrizal	31,48	134,50	5	16	0,65	1,84	2,28	120,13	52,70	
Perea	37,80	159,80	6	16	0,68	2,15	2,04	109,64	53,85	
Mula	21,50	151,40	6	16	0,64	1,80	2,02	113,32	56,01	
La Luz	23,30	129,83	8	10	0,67	2,08	2,11	118,53	56,24	
Burete	26,20	127,60	8	10	0,65	1,91	2,04	120,46	58,88	

Como puede apreciarse, sólo hay una excepción: el viaducto de La Belén, cuyos datos difieren totalmente de los demás. Dejando éste a un lado, se ve que el promedio de la relación $\frac{v}{S}$ es 0,66 y el de la otra $\frac{v}{L1}$ es 1,94, que coinciden con los que publica Sejourné como promedio de sesenta y cuatro viaductos franceses. En cuanto a los otros promedios no pueden compararse, porque dependen de circunstancias que varían, como ancho de explanación, coste de materiales, etc.; pero también se observa entre

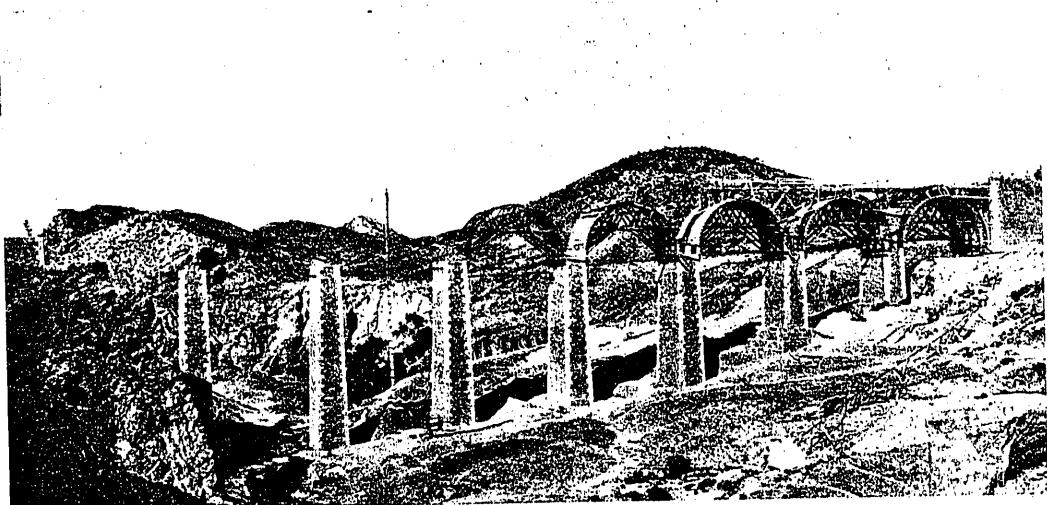
los nuestros uniformidad suficiente para apreciar el mayor o menor acierto de las soluciones.

Los datos del viaducto de La Belén acusan muy poca diafanidad, como debía suceder; el único resultado favorable es el coste por metro cúbico, que concuerda con el mayor volumen relativo de fábricas baratas; pero la solución no es acertada, indudablemente, y sólo me permitiré, en mi descargo, hacer notar que el perfil originario del barranco hace muy difícil encontrar una distribución de luces y arcos conveniente.

Como obras de importancia, resta sólo dar cuenta

de los puentes, que ya se ha dicho que son tres, a saber: el puente sobre el río Quipar, el del Argos y el puente sobre el Segura; todos ellos están en construc-

puente con piedra natural en los aristones y boquillas de las bóvedas, en lugar de la artificial que se aplicó en todas las demás obras; no hay que decir cuánto



Viaducto de Burete

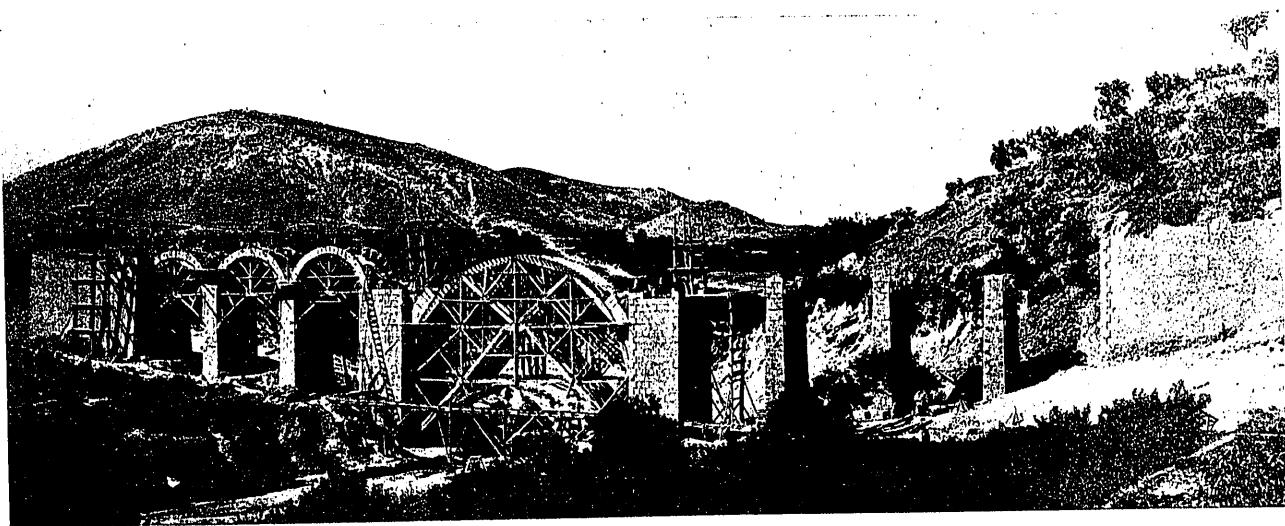
ción más o menos adelantada, por estar en los trozos que se subastaron los últimos.

El puente del Quipar tiene una altura de rasante de 19,60 m y consta de un arco de medio punto, de 21 m de luz, acompañado por otros cuatro arcos de 7 m a un lado y tres de la misma luz al otro. Para el desagüe acaso bastaría con el arco principal, aunque las avenidas son tenibles en ese río; pero se comprende la necesidad de los arcos laterales, dada la altura de la rasante.

El arco central va encuadrado por dos robustos pilastres de paramento vertical, que originan un ensanche en el puente y, a la vez que componen el

gana el aspecto con esta mejora, que es una verdadera excepción en el ferrocarril. Los entrepaños de pilastres y pilas son de mampostería concertada por hiladas, y los de muros de acompañamiento de un concertado irregular bien hecho; los tímpanos y cuerpo de pretiles se harán de ladrillo, y espero que el conjunto de la obra tenga buen aspecto.

Las cimentaciones no han sido difíciles, aunque tampoco tan sencillas como era de esperar, a la vista de la roca que constituye el cerro donde se apoya la entrada del puente; esta roca, no sólo se pierde al pie mismo del cerro, sino que aún, donde en tiempos la hubo, fué recortada y sustituida por las construccio-



Puente sobre el río Quipar

alzado del conjunto, ocultan el espesor de las pilas-estribos, a las que sólo en parte ayudan a resistir los empujes los arcos pequeños; en su coronación la imposta se apoya sobre canecillos, que soportan un pretile de fábrica, el cual interrumpe la barandilla de hierro que corre a lo largo del puente.

Aprovechando la proximidad de una buena cantera de caliza gris muy dura y sana, se está haciendo el

nés de la antigua ciudad de Bigastre, asolada y totalmente destruida por los árabes en el siglo VIII, hasta el extremo de que las excavaciones se han abierto en una verdadera escombrera, entre la cual han aparecido muchísimos restos de objetos de barro y piedra, entre trozos de muros, hornos, sillares sueltos, adornos, etc., todo verdaderamente triturado y revuelto. A pesar de los siglos, los escombros no llegan

nunca a una consolidación suficiente para servir de apoyo a los cimientos de una obra, y las excavaciones del estribo de entrada y las tres pilas de los arcos pequeños exigieron entibaciones muy fuertes a causa de su profundidad. La pila tercera de éstas y las dos que forman estribo del arco central se cimentaron con cajones sin fondo de hormigón armado, cuya ventaja es incontestable cuando hay que trabajar con agotamientos, pues por lo menos economizan el trabajo de las bombas durante la noche, ya que no importa que suba el nivel del agua, que es lo que da lugar a los hundimientos cuando la entibación no es perfecta. De todos modos, no se trataba de ningún trabajo que no sea corriente y conocido de todos los ingenieros, y no hay para qué darle importancia; lo único que produjo trastorno fué la gran crecida que tuvo lugar en diciembre pasado, que llenó dos excavaciones ya casi terminadas y arrastró el puente provisional y materiales de todas clases; pero tampoco esto es cosa nueva.

Teniendo en cuenta la situación en que se encuentra esta obra, puede contarse con que quede terminada en todo el mes de septiembre.

El puente sobre el río Argos es más importante; este río tiene un cauce muy ancho en todo su curso, y las crecidas lo invaden todo, aunque es claro que las aguas no toman mucha altura; pero no por eso deja de ser preciso habilitarlo todo para el desagüe. Como la rasante va a 18,60 m de altura caben arcos de medio punto, y, fijada la posición de los estribos por la situación de unas restingas de roca que hay en ambas márgenes, dividiendo la distancia en tres claros, resultan las luces de 21 m—esta fué la razón de haber asignado dicha luz al arco central del Quipar, con objeto de aprovechar la cimbra—; de modo que el puente está constituido por estos tres arcos principales; pero los estribos, con una altura tan grande relativamente, era preciso aligerarlos por muchas razones, y esto se ha hecho con unos arcos de 11 m, uno a cada lado, que también sirven de paso inferior para no cortar las comunicaciones de la huerta.

Los arcos serán en su totalidad de hormigón en masa, y los tímpanos se aligeran con pequeños arcos de 2 m de luz, sobre pilas delgadas de hormigón armado. No se presenta fotografía porque la construcción está aún muy atrasada y da poca idea de lo que ha de ser.

La gran dificultad de esta obra son los cimientos; ya lo esperaba, porque la construcción del puente de la carretera, a poca distancia de nuestro emplazamiento, dejó memoria en toda la comarca, y aunque se hizo hace más de cuarenta años, era corriente en el país que no podriamos llegar a hacer una fundación segura...; semejante vulgaridad se fundaba en el tiempo que entonces costó cimentar cuatro pilas y dos estribos, teniendo que recurrir, al parecer, a hacer un zampeado corrido, invirtiendo más de 200 000 pesetas en agotamientos; pero sin contar con que el trazado cruza el río—ya se comprende que fué de propósito—en un punto favorable, como se ha dicho, y era de esperar encontrar roca a poca profundidad, hubiéramos resuelto la cuestión, tratándose solamente de dos pilas, acudiendo al aire comprimido.

Como es elemental, se hicieron sondeos en el cauce, en los puntos en que se habían de apoyar las pilas, y, efectivamente, en la primera se encontró la misma

roca caliza de la ladera, a profundidades de 7 m a la derecha y 3,50 a la izquierda, siendo de unos 5 m en el eje del puente; en la segunda pila, el sondeo en el eje bajó hasta 25,50 m sin encontrar la roca; pero a los 2 m a la izquierda ya está a 4,50, es decir, que parece que hay un tajo vertical allí mismo, por lo que se hicieron nuevos agujeros de sonda de 2 en 2 m hacia el mismo lado y en todos se encontró la roca entre 4,50 y 5 m de profundidad. La sonda penetró otros 4 m dentro de la roca, para comprobar que no se trataba de un peñasco suelto, y con esto quedó resuelto correr el eje del puente unos 8 m en la pila segunda, conservando el vértice de la curva de entrada. Certo que el estribo de salida se ha perjudicado, porque aumenta bastante el muro de acompañamiento; pero la ventaja es indiscutible.

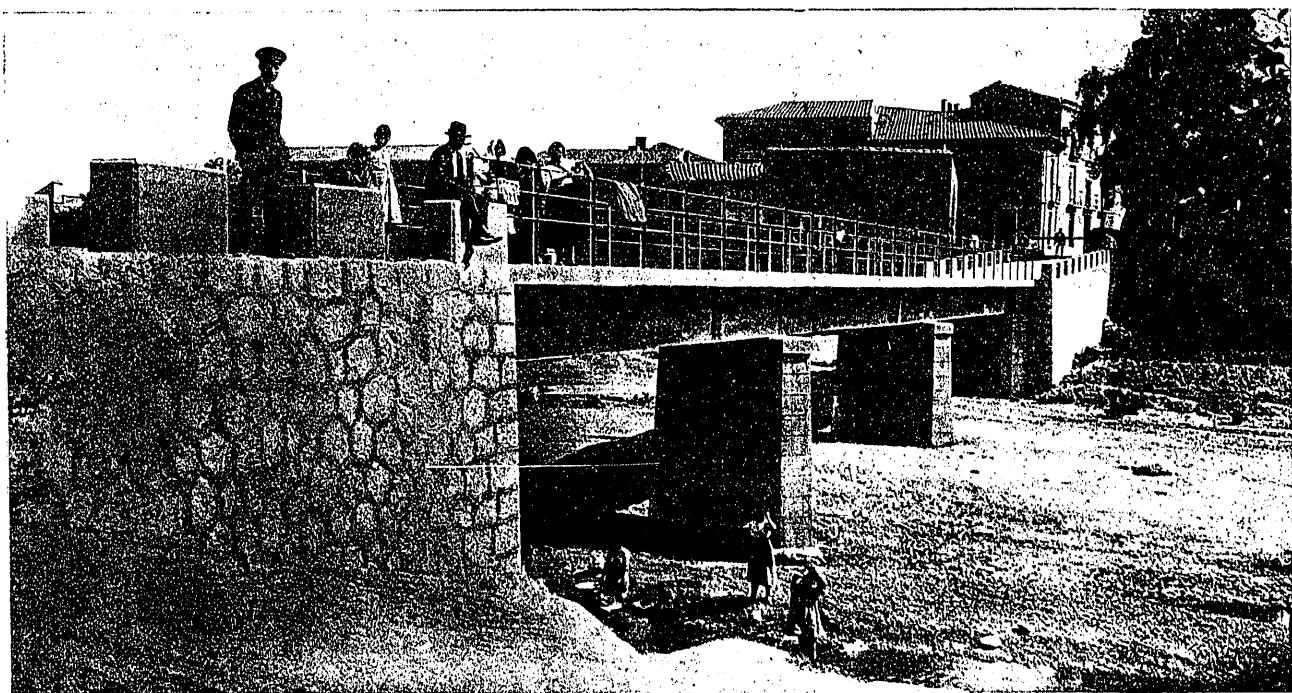
Dadas las condiciones en que queda el puente, se comprende que para profundidad máxima de 5 m no conviene acudir al aire comprimido para cimentar las pilas; pero el problema estaba en atravesar la capa de gravas y arenas, que tiene tres metros de espesor y que filtra todo el río; hemos hecho unos fuertes cajones de hormigón con buen anillo cortante, y, reforzando poderosamente el tren de agotamientos, ya conseguimos bajar por debajo de esa capa en una de las pilas, lo que nos da la tranquilidad de tener resuelto el principal problema. Aparte de esto, también en las pilas-estribos se presentó bastante peor de lo que habíamos supuesto; pero ya tenemos dominado el trabajo, y contamos con poderlo ver terminado en poco tiempo. Después de las cimentaciones, el resto de la obra no ha de ofrecer dificultad alguna.

El último puente que queda por mencionar es el que hay sobre el río Segura, en la parte comprendida entre Alguazas y Murcia. Como la rasante va allí muy baja, el cauce perfectamente delimitado y el fondo es de fangos, arcillas y margas, no hay duda de que el caso es típico para el empleo de los tramos metálicos, con mayor razón, cuanto que la obra está muy cerca de una estación de ferrocarril y los transportes por carro serán insignificantes. El puente se reduce a un tramo de 45 m de luz entre paramentos de estribos y la parte de fábrica apenas tiene importancia.

La cimentación se está haciendo sobre un pilotaje de madera de pino, procedente de los montes de la Puebla de Don Fadrique; las piezas son excelentes, con diámetro mínimo de 25 cm y 7 m de largas. La hinca se hace con una máquina de 9 m de altura y maza de 960 kg de peso, lo que garantiza una resistencia absoluta al llegar al rechazo.

* * *

Al comenzar las obras, dispuso una Real orden que se estudiaran y construyeran los caminos de acceso a las estaciones, incluyéndolos en las contratas de los trozos respectivos. Así se ha hecho, y, en general, estos caminos son muy cortos y sin importancia; pero hay dos de ellos en que las estaciones se encuentran, con relación a los pueblos servidos, a distinto lado del río de Mula, y esto ha obligado a ejecutar dos puentes, cuyas fotografías presentamos. Ambos son de las mismas luces, como es lógico, tratándose del mismo río y a distancia de unos 6 km uno de otro; tres tramos de hormigón armado, del modelo de la Colección oficial para caminos vecinales, para una sola vía y de 11,95 m de longitud, o sean unos 36 m de longitud de tramos. Estas obras están hechas con

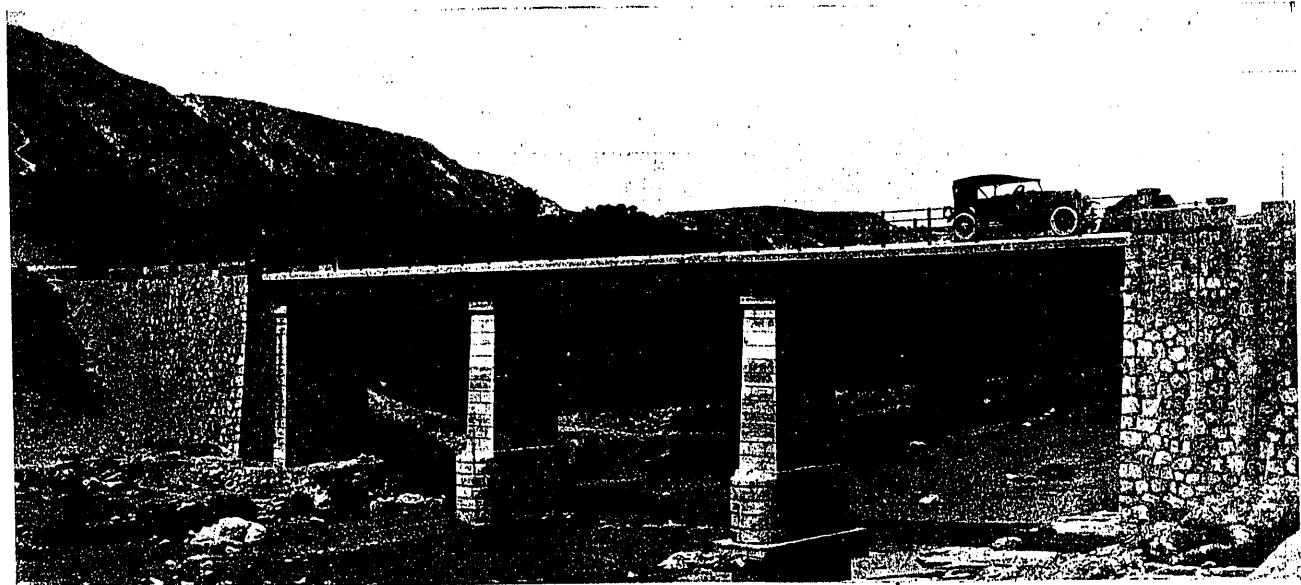


Puente sobre el río de Mula, en el camino de acceso a la estación de Albudeite

la mayor economía, cual corresponde a su carácter, y cumplen su objeto perfectamente.

Para completar esta información sería interesante dar a conocer algunas cifras de coste, pero no lo hacemos porque es prematuro; como se ha visto, algunos trozos no están aún terminados, en otros no está aún hecha la liquidación y, aunque poco podrían

Al terminar la construcción, el Estado habrá aumentado su utilaje con un buen tren de agotamientos y una máquina para la hincada de pilotes, que se podrán emplear en otras construcciones. Gran ventaja sería, por muchas razones, que la Administración llegara a adquirir poderosos medios auxiliares, para trabajar a la moderna, con lo cual, bien en alquि-



Puente sobre el río de Mula, en el camino de acceso al apeadero de los Baños

variar las cantidades, si no se pueden dar como definitivas, no tienen valor. En momento oportuno pensamos volver sobre este aspecto, por demás interesante, y por ahora me limitaré a adelantar que la explanación y obras de fábrica, accesorias, caminos, etcétera, costará, aproximadamente, 210 000 pesetas por kilómetro, lo que no se puede decir que sea caro, para línea de ancho normal en terreno relativamente accidentado, como se ha podido apreciar que es éste de Murcia a Caravaca.

ler o ya computada su cesión en los precios, permitiría el acceso a contratistas relativamente modestos, que no podrían amortizarlos en sus contratas, y que son los que mayores ventajas ofrecen en el orden económico. De otro modo, no hay que pensar en hacer estas obras con la rapidez que el momento exige, so pena de sucumbir a las exigencias de las grandes contratas, que nunca pueden ser tan económicas.

Manuel BELLIDO
Ingeniero de Caminos