

El ferrocarril de Murcia a Caravaca⁽¹⁾

II

Lo importante en esta línea son las obras de fábrica, porque son relativamente numerosas las que tienen el carácter de obras de consideración. El trazado cruza el río Segura, el Quipar, el Argos y dos veces el de Mula; sólo por esta razón, hay cinco puentes de cierta importancia, pero, además, hay que salvar cinco grandes ramblas o barrancos, y, para ello, se han construido otros tantos viaductos, de modo que son diez obras importantes, lo que, afortunadamente, no es frecuente en ferrocarriles de 80 kilómetros.

Las obras construidas en total, incluyendo todas las que tiene la línea, son las siguientes: trescientas seis tajeadas, de 0,60 y 1 m de luz; cincuenta y tres sifones; once acueductos sobre la vía; treinta y tres alcantarillas, de 1,50 y 2 m de luz; treinta y nueve pontones, de 3 a 6 m de luz; un puente, de 10 m de luz; once pasos superiores; tres puentes, y siete viaductos.

Nada hay que decir de las tajeadas y sifones, porque son obras que sólo merecen la mención de su



Acueducto con estribos aligerados

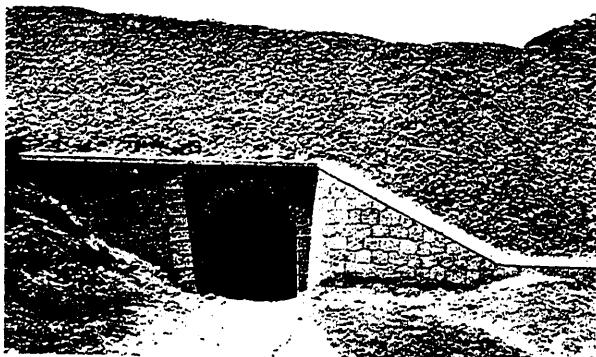
número, siquiera haya habido bastantes que han tenido dificultades excepcionales de cimentación, sobre todo en la huerta de Mula, en la que corre a muy poca profundidad un manto de agua que obligó a hacer agotamientos en casi todas las obras y a poner pilotes y una capa de hormigón sobre las cabezas; este trayecto presentó particulares dificultades, aun para las obras de explanación, en la que han sido necesarios drenajes en grandes extensiones de desmonte, porque se trabajaba en un barrizal, incluso en verano.

Para los acueductos hay dos modelos, que difieren principalmente en la disposición de los estribos; en uno de ellos son de mampostería y resultan algo pesados y macizos a la vista, por lo que, más tarde, hice la sustitución por hormigón en masa, aligerándolo con unos arcos de 2 m, que hace mejor efecto;

la diferencia de coste todavía es a favor del modelo con estribos de hormigón, a causa de la gran diferencia de volumen y de la superficie de mampostería careada que tiene el otro; la canal del acueducto es de hormigón armado.

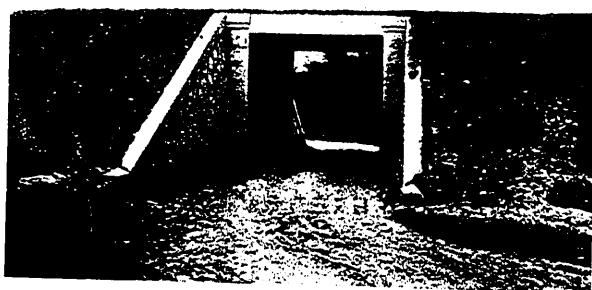
Tampoco diré nada de las alcantarillas, que son de varios modelos, todos excesivamente conocidos.

Los pontones son de 3, de 4, de 5 y de 6 m de luz. En el tipo de 3 m hay uno de bóveda de medio punto y otro de losa de hormigón armado aplicado más bien a los casos de paso inferior, pero también como pontón; en el barranco de Riego Nuevo, entre Bullas y Cehegín, he dispuesto otro pontón de la misma luz,



Pontón de 3 m de luz

de 3 m; pero teniendo en cuenta la carga de terraplén que lleva encima, porque tiene una cota de 21 m, he hecho una bóveda parabólica muy peraltada, de 3 m de flecha y reforzando también los espesores hacia la parte central del cañón, todo lo cual ofrece una resistencia muy superior al medio punto. El pontón de 4



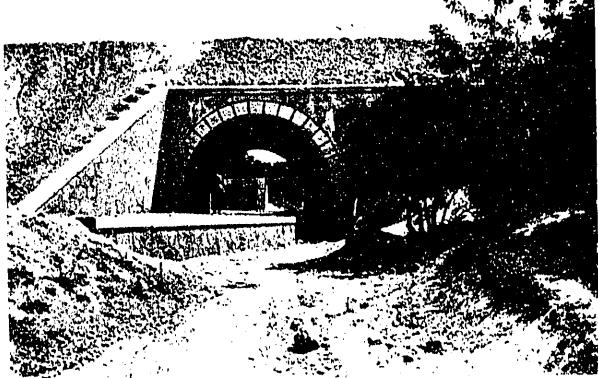
Paso inferior de 3 m de luz

metros de luz es de tramo de hormigón armado, así como el de 6 m; el de 5 m es de bóveda de medio punto, con estribos muy bajos en general.

Es interesante, al tratar de estos pontones, dar cuenta de un fracaso que hemos tenido en dos de ellos, para que sirva de aviso a nuestros compañe-

(1) Véase el número 2407, página 226 de la REVISTA

ros, pues no estando prevenido, a cualquiera creenlos que le puede ocurrir. Se trata de unas obras construidas en unas hondonadas, que en el país se llaman



Pontón de 5 metros de luz

cañadas, y están dedicadas a huerta; las cruza el ferrocarril con terraplenes de unos 12 m de altura.

La primera que se construyó fué en la cañada llamada de la Losilla, y durante un invierno muy seco, el primero de la construcción; se abrió la excavación de cimientos en un terreno de arcilla, al parecer, de tal dureza, que al metro y medio de profundidad, trabajando a pico, era difícil cortarlo, y me pareció buen cimiento para un pontón; se construyó la obra, y se cargó casi por completo con el terraplén, sin novedad; pero, al llegar el invierno siguiente, un día de lluvia, de las características de este clima, al recorrer las obras para observar los efectos del temporal, me di cuenta de que por el pontón no había pasado agua, a pesar de que, según todos los informes, había bajado una enorme cantidad de agua por todas las cañadas; mucho me contrarió y me hizo pensar aquello, porque era evidente que el agua tenía que haber salido por algún lado, y, en efecto, recorriendo el terreno, a más de 120 m aguas abajo del pontón, encontré unas boqueras, como desagües de drenaje, por donde manaba a borbotones todavía el agua que, sin duda, había absorbido el terreno más arriba del pontón. La consecuencia no se hizo esperar, porque antes de una semana se empezó a notar un movimiento en uno de los estribos y el consiguiente agrietamiento de la bóveda; temiendo lo que podía ser causa de aquello, mandé hacer un agujero de sonda en el centro del zampeado del pontón y, a unos 4 m escasos de profundidad, encontramos el terreno convertido en un barrizal; estaba claro que el agua, que se había tragado el terreno, pasaba a esa profundidad por debajo de la obra y, perdida la consistencia, ya no había cimiento de confianza, y, en efecto, el movimiento siguió, y llegó a romperse la bóveda en condiciones alarmantes. Pero como la obra estaba muy bien ejecutada y el contratista no tenía culpa ninguna de lo ocurrido, decidí salvarla, para lo cual hice descargar el terraplén, abrir unas zanjas por fuera de los cimientos de estribos y meter dos filas de pilotes a cada lado, sobre las cuales apoyé nuevos estribos y otra bóveda de 15 cm de espesor, como recracemento de la del pontón. Además, temiendo aún que la obra siguiera bajando en aquel terreno tan reblandecido, imposible de secar, le mandé hacer un revestimiento interior de otros 40 cm, pero de hormigón armado, con lo cual espero

que si baja, lo hará todo a la vez, sin descomponerse; por último, se abrió una zanja, en todo el frente de aguas arriba, de una profundidad de 4 m, y se hizo en ella un muro a modo de rastrillo profundo, con el objeto de hacer subir el agua que fuera a esa profundidad, hasta entrar en el pontón.

Casi al mismo tiempo, en la cañada del Salar, se empezó a notar el mismo movimiento en un pontón igual, al que se aplicó el mismo remedio, cuya eficacia parece definitiva, porque desde entonces han caído grandes lluvias muchas veces y sin que se noten señales de mayor movimiento en las obras; a pesar de ello, no me atrevería a asegurar que con el tiempo no ocurrira, porque este terreno se disuelve en el agua y, si no se puede evitar la corriente subterránea, no sería extraño que algún día se hundiera toda la obra en algún socavón.

Parece que un remedio, en estos casos, podría ser el de hacer drenajes; pero la experiencia de estos terrenos me inclina a creer que pueden ser muy peligrosos, pues llamando el agua a una galería, una vez concentrada, seguramente ocasionaría arrastres importantes y socavones que precipitarían el desastre. La única solución que considero más segura es la de abrir las excavaciones de cimientos con poca profundidad, por ejemplo, 1 m, y llenarlas de agua, a fin de reblandecer el fondo, y entonces clavar pilotes de 6 a 7 m, que ya dan relativa seguridad. Así los dispuse últimamente en una obra próxima a la cañada de la Losilla, con igual cota de terraplén, y se conserva inalterable. Parece absurdo empapar de agua la base de cimentación, pero téngase en cuenta que sin eso no sería posible linear pilotes en aquel terreno que, mientras está seco, tiene dureza semejante a la roca floja, que es precisamente lo que engaña; por otra parte, la cimentación directa, bajando la excavación, es lo peor que se puede hacer, pues además de aumentar el peso de la obra, cargaría en terreno más húmedo y en la zona socavada y, si aún bajáramos más, aparte del coste exagerado en obras pequeñas, tampoco daría un resultado tan seguro, porque lo probable es que las aguas subterráneas se colaran por la unión del terreno y la fábrica, llegando a la base del cimiento a reblandecerlo. En todo caso, siempre es de temer que, a mayor o menor profundidad, se formen socavones, por lo cual, conocido ya este terreno, yo no volvería a proyectar obras superiores a tajeadas de 1 m de luz o mejor tubos de hormigón, multiplicándolos todo lo que fuera necesario para conseguir el desagüe preciso.

En la misma región hay otros tres pontones iguales y en semejantes condiciones y, hasta ahora, no han tenido más que fisuras insignificantes, pero a todos les he mandado hacer los rastrillos profundos para bajar el plano de agua o hacerla subir a pasar por los desagües; de todos modos, no hay tranquilidad en estas obras, que se hicieron todas en el primer año de construcción, en el único invierno seco que ha habido en estos últimos cuatro años, y, después de aquello, en ninguna obra, por pequeña que haya sido, se ha llenado el cimiento sin hacer antes algún agujero de sonda, y en esos terrenos falsos he recurrido al pilotaje.

Como caso especial, citaré el pontón del barranco de la Muela, cerca de Cehegín, en que el terreno, que ya no es de aquella naturaleza engañosa, se presentaba desde luego muy flojo y con agua; hechos los sondeos, se encontró firme a profundidades varia-

bles entre 4 y 9 m, y decidí hacer pilares aislados a 3 m de distancia, para voltear bóvedas sobre ellos; pero al hincar los primeros cajones de hormigón para esos pilares, se pudo comprobar que el agotamiento iba a costar una locura y, además, no se acabaría

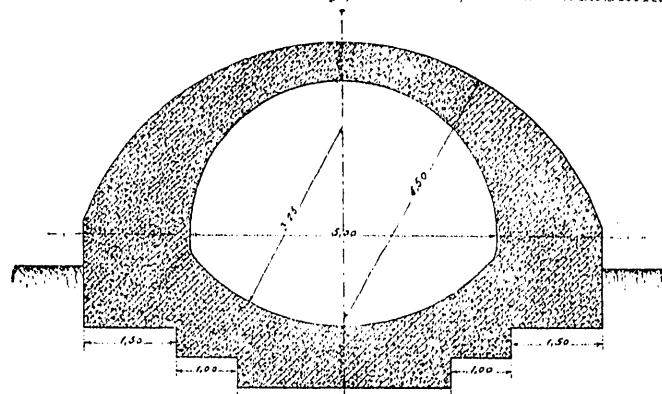
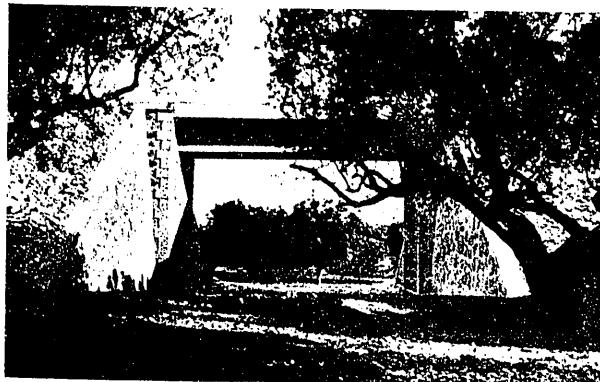


Fig. 1.a

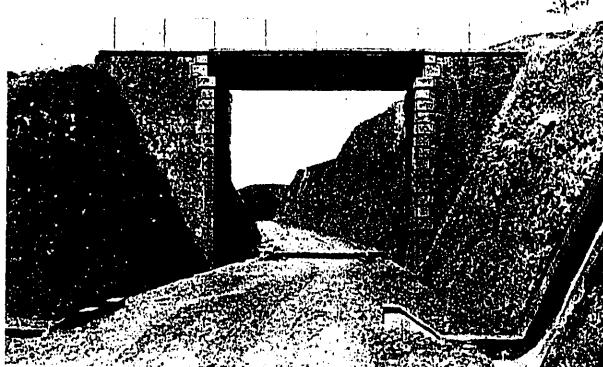
nunca, por lo que decidí cambiar de sistema, haciendo la obra totalmente de hormigón, con fuerte base en bóveda invertida, como se ve en el dibujo (figura 1.a); para consolidar el terreno se clavaron estacas de poco más de 1 m en toda la planta, y bastante



Tramo de 10 metros de luz

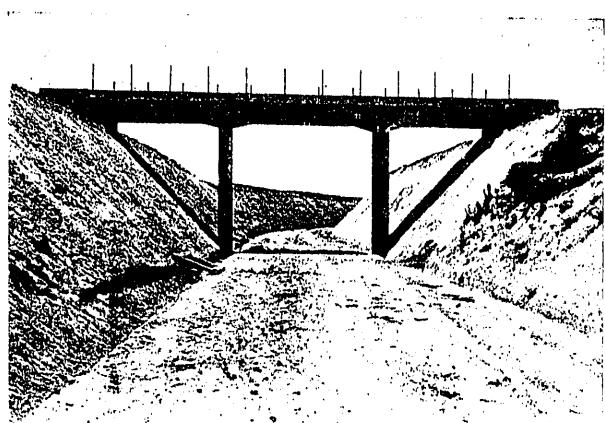
juntas, hasta que resistían a la hincada, hecha con mazos de hierro de 13 kgs, manejados a brazo. Aunque la cota de terraplén es de 10 m, es de creer que esta obra resista bien.

Los pasos superiores son de tres tipos distintos, de los cuales dos son de tramos rectos y otro de arco.



Paso superior, modelo núm. 1

El primero se aplica en los casos en que la trinchera tiene taludes de medio por uno o menos y se reduce a dos estribos de mampostería, sosteniendo un tramo de hormigón armado de 6 m de luz, de la colección oficial para caminos vecinales. El segundo, aplicable en los casos de taludes de uno por uno, tiene tres tramos rectos, sobre palizadas de hormigón armado. El modelo tercero tiene aplicación a los casos de mayor cota de desnivel, en que ya no es conveniente dar mayor altura a los pies derechos, y no se puede bajar la rasante del camino; es un arco de hormigón armado y sólo se ha empleado en el paso de una carretera cerca de Alguazas; no



Paso superior, modelo núm. 2

hay que decir que su coste es mucho mayor que el de los otros.

Los viaductos y puentes son lo único de interés que hay en el ferrocarril y, aunque las fotografías dicen lo bastante, conviene añadir algunos datos para completar la reseña. Se presentan, en primer lugar, cinco viaductos, que se subastaron casi a la vez; a



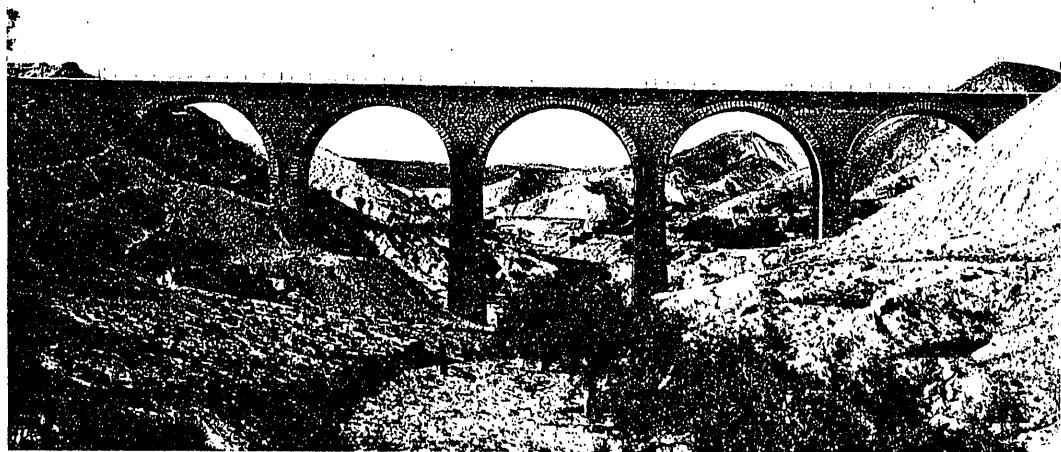
Paso superior, modelo núm. 3

saber: el del barranco de la cañada de Ojós, el de la rambla de la de Belén, el de la rambla del Cañizal, el de la rambla de Perea y el del río de Mula. A primera vista aparece la ventaja de darles a todos los arcos la misma luz, porque de este modo se puede disminuir considerablemente la partida de cimbras, que siempre es importante, ya que, aun en el caso de no ser el mismo contratista para todos, sería fácil que se entendieran unos con otros para hacerlas entre todos; así ha ocurrido, y con cuatro cimbras, hechas de pino tea, se han montado los veinticuatro arcos, y aún han quedado nuevas.

Lo que ocurre al unificar las luces, siendo muy diferentes los casos, es que, inevitablemente, los arcos que van bien a un viaducto, no convienen a otro; con esto contaba, pero no me pareció deber sacrificar una evidente ventaja económica a una consideración de menor importancia.

presentaron en una pila. El hormigonado de los arcos se hizo en cascada y en poco tiempo relativamente se cerraron todos.

Al terminar la descripción de los viaductos presentaré un estado comparativo de los diferentes ele-



Viaducto sobre el barranco de la cañada de Ojós

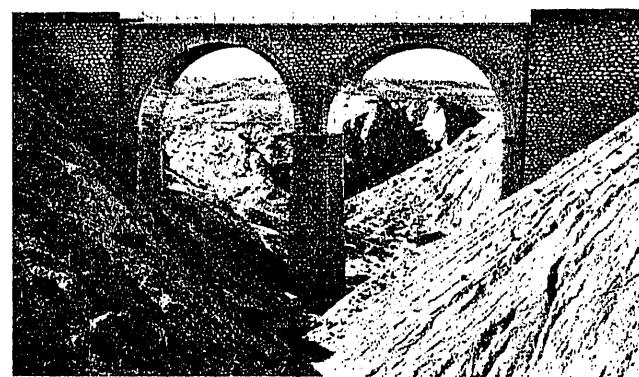
ración de amor propio, ya que es claro que a todos nos gusta más hacer las obras más elegantes, cuando se puede. Para determinar la luz conveniente tuve en cuenta que no importa, en general, dar a un arco mayor luz que la apropiada, pero nunca se debe dar menor; por consiguiente, me sujeté a la que debían tener los arcos del viaducto más alto, que es el de Perea; y como éste tiene unos 40 m, en números redondos, desde la rasante hasta el fondo del barranco, fijé la luz en 16 m, que son los cuatro décimos. Esta luz aún va bien al viaducto del Carrizal, pero ya no es tanto para los de la Belén y cañada de Ojós. Donde está francamente mal es en el río de Mula; pero en cambio allí, aun sin la razón expuesta, hay otra que hubiera aconsejado disminuir el número de pilas, cual es la mala condición del terreno para los cimientos.

El sistema de construcción de todas estas obras es el más económico que se puede seguir; estribos y pilas de mampostería, aristones y coronaciones de piedra artificial y bóvedas de hormigón en masa; cuidando lo posible las fábricas, se ha podido conseguir un aspecto aceptable, pero es claro que no hay que buscar riqueza.

El viaducto de la cañada de Ojós tiene cinco arcos y una altura de rasante sobre el fondo del barranco de 26,34 m. La longitud total es de 114,30 m. En el dibujo no hay más líneas que las de contorno de la construcción y la horizontal de la imposta de coronación; sólo se interrumpe ésta con unos refugios, colocados en los centros de los tímpanos, cada dos arcos, alternados con los correspondientes del paramento opuesto del viaducto. En la ejecución de esta obra no hubo más que facilidades; el terreno, tan desleznable en su superficie, se convierte en seguida en una especie de roca no muy dura, marga azulada que hay que saltar a barreno y que se deshace al contacto del aire y del sol, pero que se conserva inalterable debajo del agua o bajo el cimiento; en esta «láguena», según la denominación del país, se cimentaron, a profundidad que no pasó de dos metros, todos los apoyos, sin más que unas pequeñas filtraciones que se

presentaron en una pila. El hormigonado de los arcos se hizo en cascada y en poco tiempo relativamente se cerraron todos.

Al terminar la descripción de los viaductos presentaré un estado comparativo de los diferentes ele-



Viaducto sobre la rambla de la Belén

barranco, modificada ahora por las excavaciones y sobre todo, por el cono de tierras que se ha formado a la salida de la trinchera de acceso, aconsejaba esta distribución de claros; pero el principal defecto que tiene esta obra es el de no corresponder la luz de 16 m a sus dimensiones generales, pues con arcos de 12 m hubiera tenido mucho mejor aspecto y habrían disminuido mucho los grandes paramentos de muros de acompañamiento, que hacen mal efecto. Como excepción, en este viaducto se han puesto unas impostillas de arranques; es el único que las tiene.

En la ejecución no hubo tampoco dificultad de ningún género y la cimentación fué muy fácil y de toda confianza, en una láguena durísima.

Como el estribo segundo, lado Caravaca, tiene bastante altura y longitud, dando lugar a unos macizos de mampostería de mucha importancia, se ha aligerado con tres pozos de 3 m de diámetro, que algo dis-

minuyen el cubo de fábrica; con el mismo objeto hubo de tantear la conveniencia de hacer unos arcos de 8 ó de 10 m en los dos estribos, y aunque la estética salía ganando mucho, no así la economía, pues lo que disminuye el coste de mampostería aumenta el

del terreno; en el de entrada no se pueden hacer muros de acompañamiento, porque apoya sobre una estribación muy aguda del terreno, en la que apenas hay sitio para asentar el estribo y hubo que hacer unos muros en ala, que hasta tienden que ser distintos uno



Viaducto sobre la rambla del Carrizal

de hormigón, que es mucho más caro, así como la sillería artificial, más otras cimbras, etc., aparte de que en el estribo de entrada no se podría encajar bien, porque la ladera es casi a plomo y apenas deja espacio.

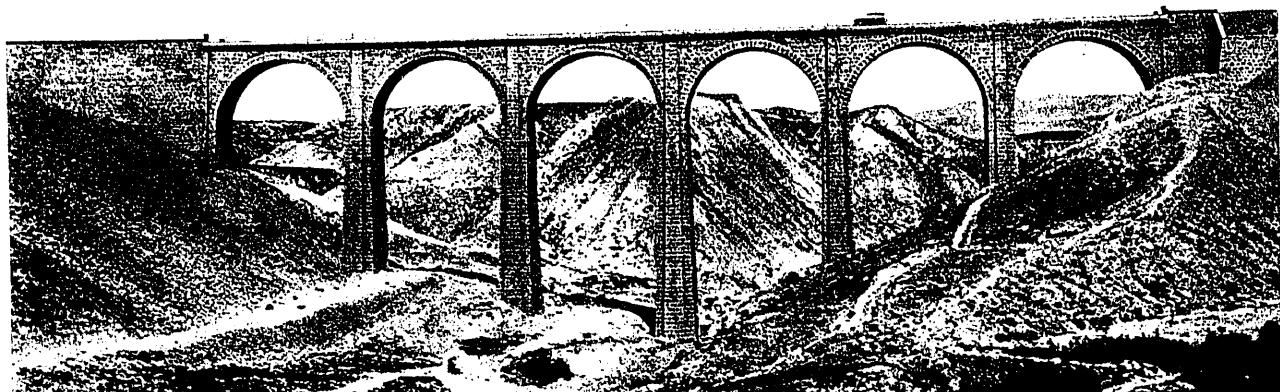
El inmediato viaducto es el del Carrizal, que tiene cinco arcos con una altura máxima sobre el fondo del barranco de 31,48 m y una longitud de metros 134,50. Aunque todavía la luz de los arcos no es la apropiada, ya no hace mal efecto y puede aceptarse como buena. Hemos introducido la variante de adosar unos contrafuertes a las pilas, terminando debajo de la imposta de coronación, y, además de que dan un mayor aspecto de robustez a la obra, cortan los grandes tímpanos, que, en medios puntos de esta luz, resultan algo desairados. Los taludes de los contrafuertes son distintos de los que tienen las pilas, tanto en alzado como en sección transversal.

Los estribos son diferentes, a causa de la disposición

de otro, pues ni siquiera caben en una planta tan irregular y reducida, de modo que, mientras uno de ellos es normal al eje del viaducto, el otro vuelve hacia adelante, buscando el apoyo en la dirección en que hay terreno. El estribo de salida tiene sus muros de acompañamiento, que se prolongan hasta el punto de paso del desmonte, porque tampoco se pueden interrumpir antes, a causa de la pendiente transversal del espolón donde termina el viaducto, por la que se irían las tierras de los cuartos de cono.

En esta obra tampoco hubo dificultad en las cimentaciones, si bien la láguena dura estaba bastante más profunda, sobre todo en alguna pila, en que hubo de hacerse una excavación de 8 metros de profundidad.

A poca distancia de éste se encuentra el viaducto sobre la rambla de Perea, que es el más importante de la línea por su altura, que llega a 37,80 m sobre el fondo del barranco; su longitud total es de 159,80 metros. Como la luz que correspondería, según la re-

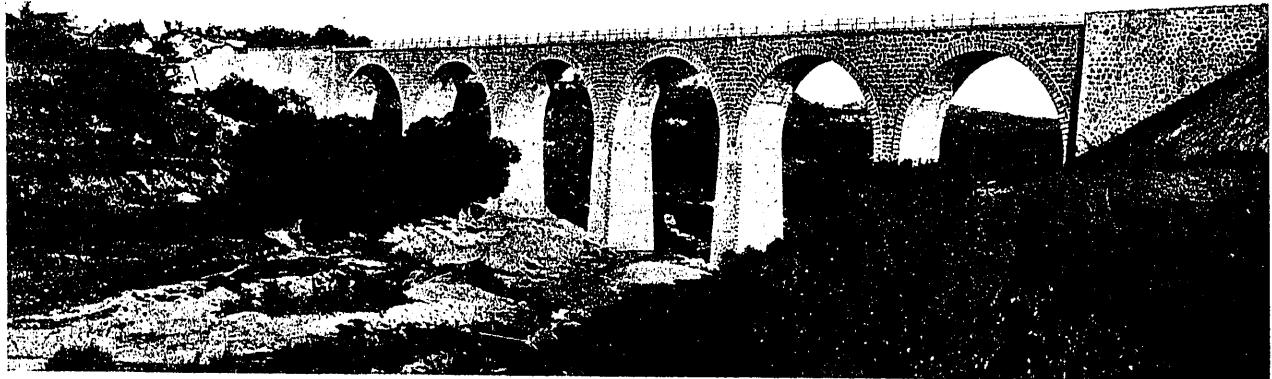


Viaducto sobre la rambla de Perea

gla práctica conocida, es de 15,12 m, con la de 16 m adoptada está bien proporcionado, como puede apreciarse en la fotografía. En esta obra también se han hecho contrafuertes y su aspecto es satisfactorio.

La particularidad más importante es que los taludes son todos variables, según la altura; cada cinco

gravas fuertes de 1,50 m de espesor, sobre la cual se puede cimentar, sobre todo teniendo en cuenta que debajo de ella hay otra delgada de arcilla muy dura y después vuelve la misma grava. Pero esto, que corre por igual hasta cerca de la pila tercera, al llegar a ella se desfigura de tal manera, que el metro y medio se



Viaducto sobre el río de Mula

metros de altura, a partir del plano de arranques en los arcos, y mejor dicho, desde 0,40 m por debajo de dicho plano, que es donde empiezan los taludes, varián éstos en cinco milímetros por metro, aumentando de arriba a abajo, lo que indudablemente da esbeltez a la obra. No será preciso hacer notar que dichos taludes son distintos en los paramentos principales que en los transversales, y también en los de las pilas con relación a los de contrafuertes en ambos sentidos, lo que requiere un gran esmero en la preparación de los sillares de aristones y en la comprobación constante de taludes y espesores, para llegar arriba con las dimensiones precisas. Es lástima, solamente, que la pobreza de los materiales desluzca en cierto modo una obra como ésta; pero también es justo reconocer que el mayor lujo sólo tiene ventajas de carácter estético, porque en cuanto a solidez, nada hay que pedir a estas obras, ejecutadas con todo el rigor de la mejor construcción.

El estribo de entrada, como ocurre en el Carrizal, se asienta sobre un espolón muy estrecho y oblicuo, que no permite hacer muros de acompañamiento ni siquiera aletas; ha sido preciso proyectar unos trozos cortos de muros, de distinta longitud uno de otro, de los que arrancan unas aletas truncadas, terminadas con muretes en vuelta, hasta el punto en que cada uno pierde el apoyo en el terreno. Detrás de estos estribos hay una enorme hondonada, que se rellena con las tierras sobrantes de las dos trincheras de acceso.

Legamos ya al viaducto sobre el río de Mula, último de la serie de arcos de 16 m de luz; no se asemeja a los anteriores, salvo en las luces, y en éste, como dije al principio, la desproporción es manifiesta y el efecto muy malo. La altura de rasante es de 21,50 m y su longitud total de 151,40 m; pero si a estas dimensiones hubiera correspondido una luz de arcos de 9 m, al llegar a hacer los cimientos nos hubiéramos encontrado con que había que hacer una base corrida, pues el terreno tampoco se parece nada, por desgracia, a los de los anteriores viaductos.

Practicados sondeos para reconocer el subsuelo, encontramos a los 4 m de profundidad una capa de

convierte en menos de un metro de grava muy mezclada con arcillas flojas, y es preciso bajar a los 8 m para encontrar otra capa de grava de espesor prácticamente indefinido, pero de consistencia menor que la de la otra parte del cauce. En esta situación, lo que hicimos fué disponer los cimientos de las dos primeras pilas, ensanchando hasta dar una base de 13 por 10,50, de tal modo que la presión por centímetro cuadrado no excediera de 1,5 kgs. En las otras tres pilas el ensanche se hizo mucho más importante, disponiendo una zapata de hormigón armado, como aparece en la figura 2.^a, con lo que la base es ya de 17 por 14,50 y la presión se reduce a 0,90 kgs; todavía en la pila 5 se clavaron estacas de un metro, muy

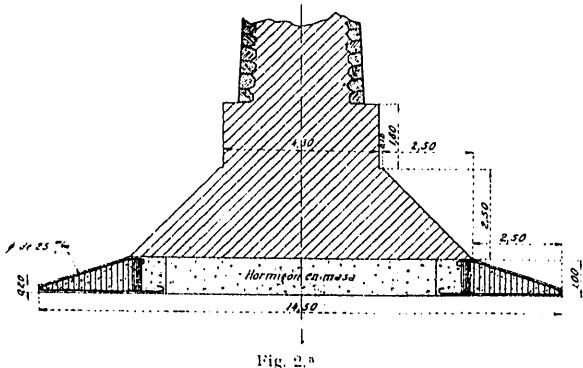


Fig. 2.5

juntas, en una pequeña zona que no presentaba tan compacta la grava. Como se ve, las bases de cimiento en estas pilas se acercan mucho entre sí, de modo que si las luces hubieran sido menores, el cimiento sería corrido y el coste enorme; aun así, los agotamientos duraron siete meses y las dificultades y preocupaciones fueron muy grandes.

Con objeto de aligerar la obra en lo posible, en cada estribo se han hecho tres pozos de 3 m de diámetro, que quedan vacíos, y sobre los muros de timpán y de acompañamiento corre un piso de hormigón armado, que tiene por objeto suprimir la carga de tierras encima de las bóvedas.

Manuel BELLIDO
Ingeniero de Caminos