

GRAN VIADUCTO SOBRE EL SALADO, DE LA LINEA DE LINARES A ALMERIA

CORRIMIENTOS DE LOS TRAMOS METÁLICOS

Viaducto del Salado, 3 Enero.

En el escaso tiempo que queda para la salida del correo procuraré consignar, aunque sea desordenadamente, cuantos apuntes he tomado en el día de hoy.

A continuación presentamos algunos datos sobre las obras del trayecto desde Baeza recogidos en el viaje, conversando con un Ingeniero de la Compañía, cuya amabilidad agradecemos.

VIADUCTO DEL GUADALIMAR

Situación. — Kilómetro 7 + 846. — *En recta y horizontal.*

Luz. — 165,00 metros dividido en tres tramos: los dos laterales de 52,50 metros y el de en medio de 60 metros.

El carril va situado á 21 metros de altura sobre el estiaje, y á 15 sobre las altas aguas; esta altura vino impuesta por la rasante á la travesía del valle.

Terreno. — Unos 2,5 de terreno detrítico, arena ó gravas y debajo una potente capa de marga dura mezclada con bancos de asperón.

Una de las pilas está en el río y se fundó por medio de un doble recinto de pilotes y tablestacas relleno de tierra arcillosa apisonada, dentro del cual y agotando, se fundó la pila compuesta de un macizo de hormigón coronado por mampostería con chaflanes en sus extremos revestidos de sillarejo.

Parte metálica. — Dos vigas de 5 metros de altura: montantes separados 3,75 y celosía sencilla. Arriostramientos en celosía verticales y horizontales. Piso superior.

Material empleado. — El acero.

Coefficientes de resistencia. — Para las vigas principales, 8,5 kilogramos por 1 mm² de sección llena. Para las piezas del tablero, 7,5 ídem, ídem.

VIADUCTO SOBRE EL ARROYO LUPION,

DE 27 METROS DE LUZ

Situación. — Punto kilométrico 10 + 137,80.

Un sólo tramo de 28,20 metros de largo; altura del carril sobre las altas aguas, unos 8 metros; el estiaje, 13 metros.

La rasante forma una rampa de 0,0058 subiendo hacia Almería. En planta la vía está en curva de 500 metros.

Tipo del puente. — Dos vigas en celosía sencilla, con montantes separados 2,35; altura de las vigas, 2,80; piso superior. Doble arriostrado horizontal y vertical de celosía.

Material del puente. — El hierro.

Coefficiente de resistencia. — 6 kilogramos por 1 mm² de la sección entera.

En el replanteo aprobado se proyectó un puente de 8 metros de luz, habiéndose sustituido después por esta obra, tanto por la oblicuidad con que aquella hubiera encontrado á la corriente, cuanto porque se afirmó por personas de la localidad que las crecidas habían llegado

alguna vez hasta 8 metros del fondo del lecho, por lo cual se ha preferido enrasar la base de los estribos con la altura asignada á las máximas crecidas, con lo cual no habrá para las aguas obstáculo alguno y los cuartos de cono de enlace con el terraplén no son atacados por las aguas.

Estribos de fábrica aligerados, fundados sobre una capa de hormigón extendida sobre la marga dura, cuya profundidad se ha obtenido por medio de sondeos en las orillas.

PUENTE DEL MATADERO

Situación. — Kilómetro 25 + 871.

Luz. — 40,40 metros. — Rasante horizontal. — Eje recto.

La línea de Linares á Almería salvó el arroyo metálico por un puente metálico de 40,40 de luz.

Para el desagüe era suficiente un pontón de 5 metros, que era la obra propuesta en el replanteo aprobado, pero como era el mismo paraje se corta en menos de 40 metros dos veces un recodo del camino del Molino de Alonso á la carretera de Jaén, se ha creído lo más económico salvar á la vez el recodo y dicho barranco con el puente propuesto.

La parte de fábrica de la obra es análoga á la del arroyo Lupión, estribos con muros en vuelta y aligeramiento, cimentados en hormigón sobre la arcilla que forma el fondo del barranco. Muros de sostenimiento contienen el terraplén del lado Almería para que no caiga sobre la desviación.

Altura del carril sobre las altas aguas 15 metros, sobre el fondo del arroyo 18 metros.

Las vigas tienen 42 metros de eje á eje de los apoyos.

Son de celosía sencilla con montantes separados 3,500 metros.

Altura de la viga 4.500; piso superior.

Arriostrados superior á inferior de barras y celosía y otro vertical correspondiendo á los montantes de las vigas principales. Material empleado el acero coeficiente de resistencia por mm² de viga llena; 8,50 kilogramos para las vigas principales y 7,50 para las de piso.

VIADUCTO DEL GUADALQUIVIR

En recta y horizontal.

Situación. — Kilómetro 27 + 172. — *Luz.* 143,50 metros.

Altura de las vigas 4.500. — *Separaciones de los montantes* 3,500.

Tipo, material, coeficientes de resistencia de la parte metálica y de los apoyos iguales á los del Guadalimar.

Difiere solo en que el agua es muy poco profunda, por lo cual se proyectó para el cimientó un recinto sencillo de pilotes y tablestacas.

A 1,05 metros debajo del estiaje aparece ya una capa de marga dura sobre la cual hay una de terreno detrítico, arena y grava de poco espesor.

Longitud de las vigas.. { Tramo central..... 52,50
 { Dos tramos laterales á..... 45,50

Altura del carril sobre las avenidas, 12 metros; altura del carril sobre el estiaje, 21 metros; altura del carril sobre el fondo del río, 23 metros.

Piso superior.

VIADUCTO SOBRE EL ARROYO DE BÉDMAR

de 27 metros de luz en el punto kilómetro 32 + 183,80.

Se había proyectado en el replanteo un puente de 14 metros de luz, pero se prefirió por los mismos motivos que para el de Lupión aumentar su luz hasta 27 metros, colocando la base de los estribos en la línea de las altas aguas.

Altura del carril sobre las altas aguas, unos 12 metros.

Idem id. sobre el estiaje, unos 16 id.

La rasante es horizontal.

En planta la vía va en curva de 1.000 metros de radio.

Prescindiendo de la altura y de las anteriores diferencias este puente es idéntico al del arroyo Lupión.

VIADUCTO DEL JANDULILLA

Cruza la línea este río en el punto kilómetro del replanteo 45 + 076 distante unos tres kilómetros (hacia Almería) de la estación de Jédar.

En el replanteo se proyectó un puente de 25 metros de luz, desagüe suficiente si se tiene en cuenta que inmediatamente agua arriba sobre la corriente, la carretera del Capellán pasa por un puente de 15 metros de luz.

El estudio definitivo de esta obra ha hecho darle una luz total de 85^m,50 dividida en tres tramos: uno central de 35,25 y dos laterales iguales de 25,85. Con esto se ha obtenido: 1.º salvar con el tramo central todo el cauce del río aun en sus mayores crecidas. 2.º Alejar el estribo Linares de las orillas movedizas del río, lo bastante para que no peligren los cuartos de cono correspondientes. 3.º En el lado Almería dejar un vano suficiente para el paso inferior del camino desviado de la finca de Iturraide a la carretera del Capellán.

Altura del carril en el centro de la obra... sobre el fondo del río... 17 metros.
... sobre las avenidas... 9 »

La rasante del puente está en rampa de 0.013 subiendo hacia Almería.

En planta las vigas son continuas, formando las de cada dos tramos contiguos un ángulo sensiblemente igual al de la tangente de la curva de 300 metros de radio, que forma la vía sobre toda la extensión del puente.

Las vigas metálicas de celosía ordinaria sencilla van unidas en la parte superior por viguetas y largueros y en la inferior por barras transversales de arriostamiento, unidas entre sí y a las viguetas por dos triangulaciones, una vertical y otra horizontal.

Altura de la vía 2,80. Vigueta 0,500 máximo.

El metal empleado es el hierro. Coeficiente de resistencia 6 kiló metros por milímetro cuadrado de sección.

Estribos con muros en vuelta y aligeramientos.

Pilas de fábrica con paramentos de sillarejo desbastado y aristas de sillería.

VIADUCTO DEL SALADO

El viaducto sobre el Salado, en la línea de Linares á Almería, está situado entre las estaciones de Quesada y Larva, más allá de Baeza (provincia de Jaén). Es, por muchos conceptos, la obra metálica más importante construída hasta ahora en España. Sus luces de 105 metros son superiores á la del tramo único del puente de Cobas, en el ferrocarril de León á Asturias y Galicia, que no pasa de 97 metros, y es el mayor que existe hoy día. La altura de la rasante sobre el fondo del valle es de unos 110 metros, superior á la de los célebres viaductos de Javroz y Schwarzwasser (Suiza), y á los dos de Oporto sobre el Duero (Portugal), y se acerca mucho á la del viaducto de Garabit, línea de Marvejols á Neussargues (Francia.)

El fondo del valle está compuesto de rocas yesosas, mezcladas en algunos puntos con margas. En la margen derecha se

eleva el cerro de la Cabrita, consistente en bancos de caliza, que quedan separados de la formación yesosa por una falla casi vertical, situada junto al estribo derecho. Este cerro tiene una altura de 100 metros y presenta escarpes verticales de unos 30 metros. El barranco tiene una anchura de 30 metros por término medio.

El ferrocarril, á la salida del viaducto que nos ocupa, cruza el cerro de la Cabrita por medio de un túnel de 120 metros de longitud.

La obra comprende tres tramos continuos de 105 metros de luz cada uno, que se apoyan sobre dos estribos y dos pilas de fábrica por el intermedio de cajas de rodillos de dilatación con rótulas.

La viga tiene una altura de 10 metros, poco menos de la décima parte de la luz. Es de cabezas rectas y de celosía ordinaria doble, con montantes en todos los cruzamientos de barras. Nada hay que decir respecto á su ancho y á las cargas, que son los que fijan los reglamentos para las vías simples de ancho normal.

El piso está situado algo más abajo de las cabezas superiores de las vigas. Frente á cada montante existe un arriostamiento transversal completo, que, además de la riostra horizontal á la altura de las cabezas inferiores y de las diagonales, lleva otra riostra horizontal intermedia que pasa por la intersección de las diagonales. Para facilitar la vigilancia y el servicio de conservación, se ha establecido, sobre el entramado inferior que constituye el arriostamiento horizontal, una pasadera de un metro de ancho provista de barandillas y escaleras de comunicación con la plataforma principal situada á la altura de la rasante. El arriostamiento horizontal inferior se compone de riostras trasversales frente á los montantes y cruces de San Andrés formadas por las diagonales de los rectángulos, que tienen por lados estas riostras y las cabezas inferiores.

En la margen derecha no ha habido necesidad de hacer estribo; el último tramo se apoya directamente en la roca caliza del cerro de la Cabrita. El estribo de la margen izquierda es de poca altura (unos 8 metros); lleva un aligeramiento inferior formado por un arco de medio punto de 7^m,50 de luz que sirve para salvar una profunda falla que existe en el terreno, y su unión con el terraplén inmediato se realiza por medio de muros en ala cóncavos en desplomo. La inclinación de los paramentos del estribo es de 0,05.

Las pilas de fábrica tienen una altura de 75^m,80 entre la coronación y la base del zócalo. Su ancho en la coronación es de 4 metros, y en la base, de 8^m,24, resultando un talud de 0,028 en la sección transversal. En la sección longitudinal, el talud de los paramentos del frente de la obra es de 0,07. Las alturas aparentes sobre el terreno natural son de 72^m,50 en la pila izquierda y de 74^m,55 en la derecha.

Al ejecutar la obra, se ha variado ligeramente el perfil de las pilas para ensancharlas, por medio de retallos situados á diversas alturas, hasta reducir la presión máxima en la base del cimiento á 12 kilogramos por centímetro cuadrado.

La altura total que ha resultado para las pilas, contando los cimientos, viene á ser de unos 90 metros. Se han construido de mampostería caliza trabada con mortero de cal de Teil. Los paramentos son de sillería de la misma piedra caliza tomada también con cal de Teil. Las esquinas son de la misma fábrica que los paramentos, salvo un ligero aumento de labra, reducido á una cinta labrada á cincel que recerca las caras de los sillares de ángulo, con lo cual se destaca perfectamente la línea recta de la arista. Las pilas son de forma piramidal.

A causa de su excesiva altura, ofrecía la construcción de estas pilas dificultades especiales, y era indispensable prescindir de castilletes y andamiajes de madera, que hubieran resultado sumamente costosos. Para evitarlos, se ha recurrido al sistema empleado por primera vez, según creemos, en el viaducto de Souleuvre, cuyos procedimientos de ejecución fueron descritos detalladamente en la REVISTA DE OBRAS PUBLICAS en un artículo publicado en 1890 (véase página 109 del tomo VIII de la cuarta se-

rie). Consiste en dejar en el centro de la pila un pozo ó chimenea, cuya sección es, en el viaducto del Salado, de $2^m,00 \times 1^m,25$, y que comunica con el pie de la pila por medio de una galería que atraviesa la base del apoyo; sus dimensiones son $2^m,50$ de luz y 3 metros de altura. Por el interior del pozo circulan jaulas análogas á las de los pozos de los túneles ó de las minas, para elevar los materiales y para que puedan subir y bajar los operarios.

El sistema de corrimiento es, en principio, semejante al empleado en el viaducto de Souleuvre, obra que presenta muchas analogías con la del Salado, aunque sus tramos son menores (no pasan sus luces de 62 metros), y la altura es también inferior, pues la pila más alta tiene 70 metros.

El procedimiento se reduce á apoyar los tramos metálicos sobre rodillos montados en rótulas, y en imprimir á estos rodillos, á brazo, un movimiento de rotación por medio de grandes palancas de escape. Puede verse la descripción detallada en el citado artículo de la REVISTA.

Este corrimiento debió tener lugar en el último verano, y en aquella época teníamos pensado ir á presenciarlo, pero dificultades surgidas entre la Empresa constructora y la Compañía concesionaria, dieron lugar á que aquella suspendiese los trabajos, y ésta para no sufrir los perjuicios de una explotación imposible, se resolviera á terminar las obras por su cuenta y á realizar el lanzamiento del tramo metálico. Esta operación presentó graves dificultades, porque no la quieren hacer sino las casas que los construyen; fueron vencidos todos los obstáculos por la Compañía de ferrocarriles del Sur, y una vez terminados los estribos, pilas y tramo metálico, y dispuestos los aparatos de apoyo, ha empezado el corrimiento.

El viaducto del Salado está á 60 kilómetros de Baeza; por las obras importantes que hay en el trayecto y hemos reseñado, se comprende la dificultad que la compañía ha tenido que salvar para hacer su línea, lo cual no ha podido realizar sin el concurso del Estado y el interés que en la construcción de tan importante vía han puesto los Sres. Ministros de Fomento, singularmente los señores Linares Rivas y Navarro Rodrigo.

El éxito obtenido se debe á D. Ivo Bosch, banquero español, hombre de gran iniciativa el cual ha perseverado en su propósito de hacer el ferrocarril de Almería, venciendo cuantos obstáculos se le han presentado, hasta llegar á la próxima realización de su fin.

Entre los compañeros aquí reunidos, se recuerda con gusto que la *Compañía de los Caminos de hierro del Sur de España*, ha sido la que ha dado colocación á mayor número de Ingenieros de Caminos, ya del Cuerpo, ya de los que aún no han ingresado, contándose que de éstos han estado diez en la misma, hasta su ingreso en el servicio del Estado.

Mañana se espera á una Comisión de Profesores de la Escuela de Ingenieros de Caminos y de alumnos de la misma, bastante numerosa, que desea también presenciar la operación del corrimiento del tramo. No puede menos de celebrarse la idea del Director de la Escuela Sr. Inchaurreandieta, de enviar á los alumnos á visitar obras importantes, por ser de gran valía siempre unir las lecciones de la práctica á las teóricas. No en vano decíamos en el número de esta REVISTA de 18 de Agosto último, según creo recordar, que iba nuestra Escuela á seguir nuevos y provechosos derroteros.

Hoy nos hemos reunido en la obra los Ingenieros de Caminos Señores López de Letona, Peironcely, Ortiz de Lanzagorta, Carlos M. Vázquez, Acedo, Moreno Osorio, el Ayudante Sr. Corbacho y los Ingenieros extranjeros Mrs. Guerin y Basinski, y los que hemos venido para representar á la REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS y el *Madrid Científico*.

La locomotora núm. 1 de la línea lleva el nombre del Presidente del Consejo de Administración, *Figuerola*, y la número 2, *Ivo Bosch*.

La Compañía nos ha obsequiado con espléndido almuerzo. Al final se ha brindado por el éxito de la operación y por los hom-

bres citados en esta carta que, venciendo toda clase de obstáculos, la han llevado á su casi feliz término.

Corrimiento del tramo.—Por cada maniobra de las palancas avanza $0^m,13$; se reduce á $0^m,06$ cuando hay que salvar una cubrejunta que se realiza mediante una cuña como en todos los casos análogos. Cada hora avanza unos 5 metros y unos 30 al día.

Hoy hay tres juegos de palancas en tierra firme y una en el estribo. Los rodillos en éste son ocho bajo cada viga. Esfuerzo que se ejerce con las palancas, unas 25 toneladas.

En el momento que lo hemos visitado (2 tarde) los rodillos más cargados eran los del tercer juego de palancas. Se ha abierto una trinchera especial para el lanzamiento del puente, pues la línea explanada entra en curva en el viaducto. Está toda la viga montada.

Las comprobaciones de la alineación de la viga acusan que el movimiento de ésta se hace sin desviación alguna.

Los gatos hidráulicos de más potencia que hay para auxiliar la operación de rectificar el asiento de los rodillos, son de 250 toneladas cada uno.

Se espera terminar el corrimiento el 15 del corriente.

Hoy el tramo ha pasado unos 15 metros de la primera pila; el extremo del pescante queda á unos 40 metros.

Un poco antes de llegar el tramo á la mitad del espacio, entre la primera y la segunda pila, se montarán las palancas en los rodillos de la primera pila, pues entonces habrá carga suficiente para que surta efecto la potencia aplicada á ellos.

Además de las palancas se imprime el movimiento por medio de un torno situado en el extremo del tramo y piso del puente; sirve de regulador.

Una vez apoyado el extremo del tramo en el estribo Almería, se procederá á bajarlo y sentarlo sobre los rodillos fijos. Tiene que bajar unos $0^m,40$; se tardarán unos 15 días. A fin de Enero estará todo terminado. Esta operación es lenta y difícil, pues sólo se puede bajar cada vez $0^m,05$.

La viga está muy bien construída, pues las flechas calculadas para el lanzamiento resultaban de $0^m,62$ y las efectivas han llegado sólo á $0^m,42$.

La operación se lleva perfectamente; se ejerce una vigilancia constante sobre los rodillos para que todos sufran la misma presión y no patinen; se comprueba la alineación; se mide el avance por cada maniobra, etc.

Hemos avanzado hasta el extremo del pescante, desde donde resulta el efecto sorprendente, á 100 metros sobre el cauce, y se aprecia la importancia de esas pilas de fábrica que empujece las dimensiones de los sillares hasta parecer de ladrillo.

Es una obra notable y marcha muy bien, aunque se ha tenido que luchar con la dificultad de la falta de aparatos á propósito para empezarla antes. En 20 días se han traído de Lisboa, de Barcelona, de Vigo, de Bruselas, etc.

Los Ingenieros Sres. Guerin, Basinski, Moreno Osorio y Acedo han estado y están continuamente dirigiendo la operación.

Al principiar el lanzamiento se tuvo que suspender por el vendaval.

Todo hace prever que el éxito coronará la obra y terminamos haciendo votos por ello.

REDACTOR CORRESPONSAL.

* *

Vadollano, 4 (7 noche).

Viaducto Salado.

Llegado Comisión Profesores y alumnos Escuela Ingenieros Caminos que han venido presenciar corrimiento tramos viaducto Freart, Gaztelu, Boguerin, Sonier, Moya; y Hortzman, Pontes, Otaola, Silva, Pelegrí, Martínez Herrera, Lanzas, Matos, Parias, Pérez de los Cobos, Otaño, Aguirre, Merello, Arambarri,

Granda, Calvo, Buitrago, Abreu, Ramis, Pérez de Petinto, Moreno Agustín, Llorens, Anguis. Reunidos con Ingenieros citados carta ayer. Compañía Sur recibió con gran amabilidad Comisión. Al final almuerzo hicieron votos feliz éxito operación corrimiento y prosperidad Compañía, congratulándose estar reunidos este acto, hablando nombre todos Freart, Boguerín, Sonier, Horstman y Pérez Petinto. Un Ingeniero Compañía manifestó tenía orden Ivo Bosch acogiesen a Comisión con todo género atenciones, tanto más viniendo por iniciativa D. Rogelio Inchaurreandieta, á quien profesá Compañía gran respeto y cariño. Aplausos.

Se saludó á Ingenieros extranjeros, contestando Basinski en

sentidas frases. Muestra entusiasmo alumnos el haber venido diez y seis á su costa. Hay aquí gran gentío pueblos inmediatos enterados visita. Mañana quedarán colocados rodillos segunda pila. Hoy correrá tramo veinte metros. Trabajan ya palancas rodillos primera pila. Tramo bajará en ocho periodos los cuarenta centímetros para sentarlo definitivamente. Visitado barranco, efecto sorprendente. Examinado pozo central pilas. Grato aspecto grupos alumnos por todas partes viaducto tomando notas, diseños y fotografías, y otros, acompañados de Profesores, examinando detalles ejecución y corrimiento.

LOS REDACTORES CORRESPONSALES.