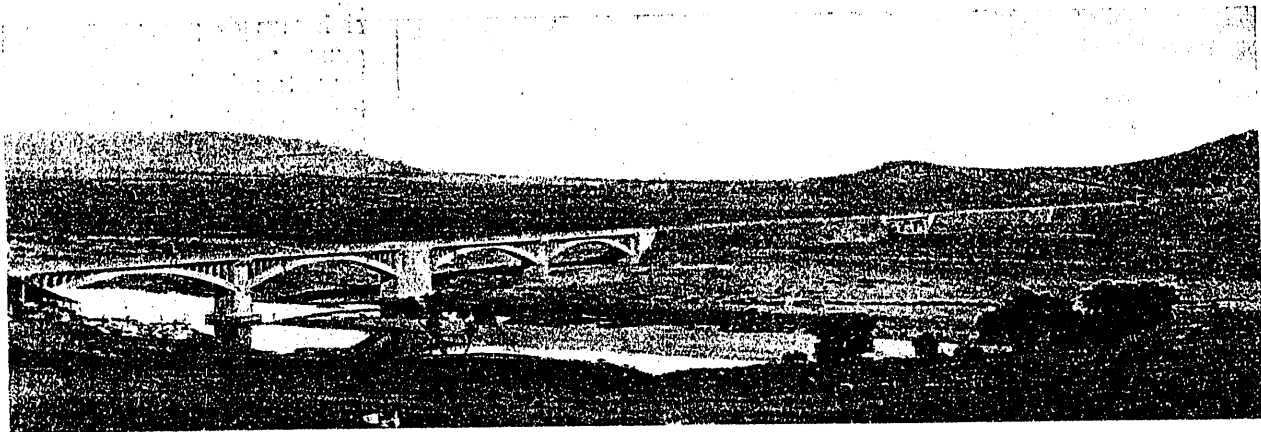


El puente sobre el río Guadiana, en Villanueva de la Serena

Efectuadas las pruebas reglamentarias, el día 11 del pasado diciembre se verificó, con asistencia del señor subsecretario del Ministerio de Obras públicas, en representación del ministro del mismo Departamento, la inauguración del puente sobre el río Guadiana, en Villanueva de la Serena (Badajoz),

y en el de Medellín. Esto no obstante, en nada cambia nuestro razonamiento respecto a la penuria de estas construcciones en el transcurso de los tiempos.

Por consiguiente, con el río Guadiana no rezaba ni lo que en las Partidas dice Alfonso X, al explicar cómo han de amar los reyes a sus tierras: "Deben



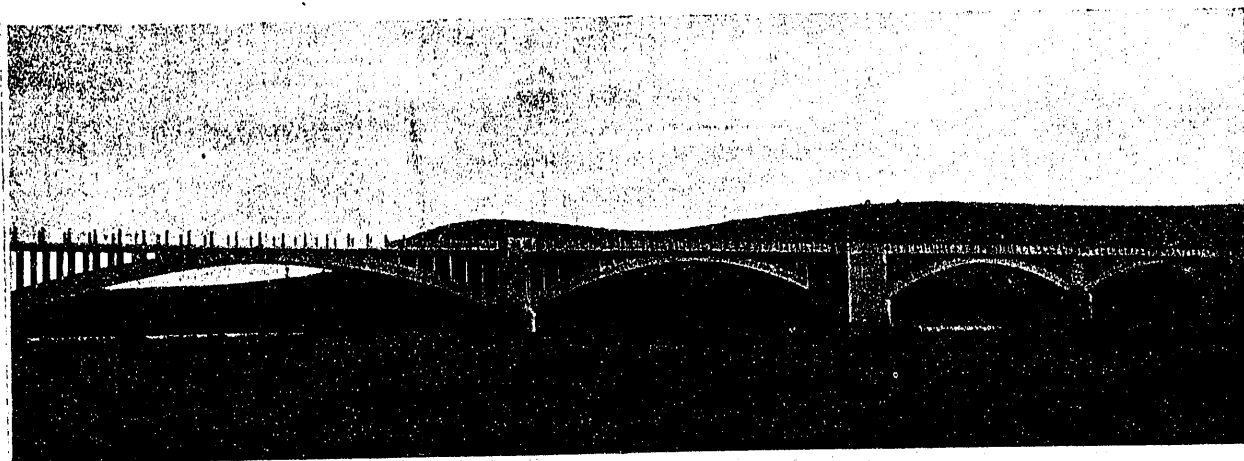
Fot. 1. Vista general de la obra

perteneciente a la carretera de Villanueva a Guadalupe, obras de cuya inspección estoy encargado y cuyo proyecto redacté.

Este puente es de importancia excepcional para un gran sector de la región extremeña, tan necesitada de esta clase de obras, pues en 245 km de recorrido del río Guadiana, en la provincia de Badajoz, solamente existían tres puentes para carretera: el de Medellín, el de Mérida y el puente de Palmas, en Badajoz, probablemente todos ellos, y por lo menos los dos primeros, construídos en la época ro-

mandar labrar las puentes é las calzadas é allanar los pasos malos, por que los omes puedan andar é llevar sus bestias é sus cosas desembargadamente de un lugar a otro", ni la petición de las Cortes de Castilla (años 1586 y 1588), ni tantas otras, que revelan el interés con que siempre se ha solicitado esta clase de obras.

Por otra parte, la anchura de los cauces, la poca firmeza del curso del río y la gran profundidad a que suele encontrarse el terreno firme, cubierto por potentes capas de graveras, circunstancias que obligan



Fot. 2. Tramos en arco para desagüe de la corriente principal

mana, si bien reconstruídos y reformados en diversos tiempos. El puente de Palmas, según Espinosa y Cea Bermúdez, fué construído en tiempo de Felipe II; pero acaso se trató de una reconstrucción de importancia, motivada por alguna fuerte avenida, como antes hicieron los árabes en el de Mérida

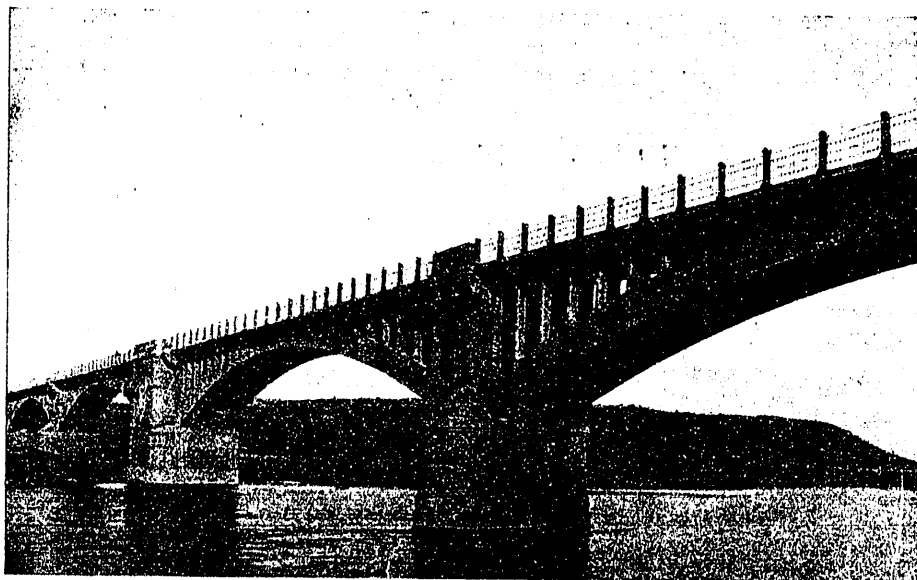
a construir obras de gran longitud y costosa cimentación, explican en parte la parquedad, que llega al punto de hacer que este río sea en toda España el que tenga tramos de más longitud sin puentes, con el consiguiente perjuicio para zonas de gran riqueza agrícola, que ven aumentados los costes de sus trans-

portes con el gravamen de numerosos pasos de barcas. Algunos, como los que hasta ahora existieron en Villanueva de la Serena, en vez del puente, han constituido para sus propietarios un bonito negocio, con recaudaciones normales de unas 7 000 pesetas, y en algunas épocas hasta de 500 pesetas diarias.

reformados, incidentes, etc.; baste decir que mi proyecto, que es el llevado a la práctica, hacía el número *siete* de los estudiados sobre el mismo tema, de los cuales el primero fué redactado en 1884; es decir, *cuarenta y ocho años* de trámites, informes, reformados, etcétera, etcétera.

Sin que tratemos de referir detenidamente estas vicisitudes, estudiando los referidos proyectos y razonando la mejor o peor conveniencia de cada solución que sucesivamente se propuso, ya que ello sería interminable, si hemos de pasar revista a algunos puntos esenciales de tan larga tramitación, por creerla de interés, para fijar la importancia del estudio de unos u otros elementos de juicio en la redacción de un proyecto de puente para poderlo llevar a la práctica con garantías de éxito y eficiencia.

Como hemos dicho anteriormente, el primer proyecto fué redactado en 1884 por D. Guillermo Cuadrado, y consistía en trece arcos de fábrica, escarzanos, de 20 m de luz cada uno, para salvar el cauce principal del río: tres arcos de medio punto, de 10 metros de luz cada uno, para la primera quebrada de la vega; otros tres en la segunda, cinco en la tercera, uno en la cuarta y otro en la quinta, todos de 10 m de luz. Es decir, 13 arcos de 20 m, con 260 metros de desagüe lineal total, y otros 13 de 130 metros, o sea, en total, 390 m de desagüe. Entre



Fot. 3. Detalle de los arcos de 50 m de luz

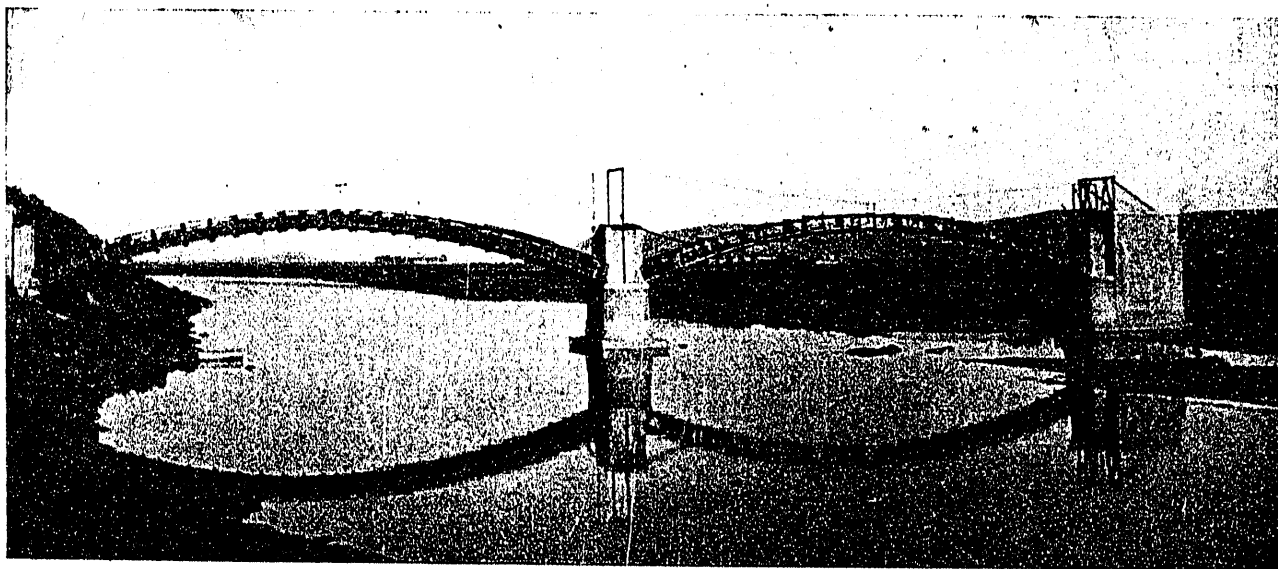
Nos cabe en este punto la satisfacción de haber proyectado y dirigido este puente, y actualmente otro sobre el mismo río, entre el puente de Mérida y Badajoz, cortando otro trozo nada menos que de 60 kilómetros sin puente alguno, con lo cual se pasará de la escasez de las tres obras que desde los romanos cruzaban el río, sin aumentar el número de nue-

vas obras desde la cuarta centuria, a contar con cinco, convenientemente distribuidas en el recorrido del río; número, sin embargo, bien escaso, dada la longitud e importancia de la corriente.

Seguramente no existirá ningún otro puente que tenga tan larga historia de tramitación, proyectos,

estos tramos de desagüe se proponían terraplenes.

En virtud del informe de la Junta Consultiva para que se estudiaran tramos metálicos y una distribución de luces convenientes, previo reconocimiento del terreno e investigación de fundaciones, se redactó un reformado en 1886, sustituyendo los arcos por



Fot. 4. Montaje, sin cimbra, de los arcos 1.º y 2.º de la margen izquierda

tramos metálicos, de vigas Linville, proyecto no aprobado por falta de justificación de luces y número de tramos propuestos.

Redactado otro en 1888, con nueve tramos metálicos de 30 m de luz cada uno, para salvar el cauce principal y los arcos de medio punto en igual nú-

efectivamente muy distintos a lo que al redactar el proyecto se supuso. Partiendo de la necesidad de llegar con las fundaciones a terreno firme, presentó el contratista un nuevo proyecto, que consistía en un puente de 13 arcos, de hormigón armado, de 61,50 metros de luz cada uno y 7 m de flecha, con pilas y estribos de fábrica; el desagüe era, por consiguiente, de cerca de 800 m.

Este proyecto fué devuelto por la Superioridad en junio de 1919, considerándolo inaceptable, y ordenando que por la Jefatura de Obras públicas de Badajoz se practicasen sondeos, haciendo al mismo tiempo un estudio de la potencia de socavación del río, para determinar, y proponer en consecuencia, el sistema de cimentación que se juzgase más conveniente.

A consecuencia de todo lo expuesto se practicaron sondeos, y se propuso como sistema de cimentación el pilotaje o el de plataformas de repartición de esfuerzos, anulándose la adjudicación efectuada a D. Eugenio Grasset y ordenando a la Jefatura de Badajoz la redacción de un nuevo proyecto, en el que se estudiasen los sistemas de cimen-

tación y se viese la oportunidad del empleo de algunos de los modelos oficiales de puentes de hormigón armado.

Cumpliendo la orden citada, redactó D. Carlos Iturrate un proyecto, consistente en dos arcos, de la colección oficial, de 50 m de luz de cálculo cada uno, rebajados a 1/10, salvando el cauce principal, y 27 tramos rectos de 24 m de luz libre, constituyendo un puente sin terraplenes intermedios, de una a otra margen.

mero y disposición que en el proyecto primitivo para los cauces adventicios, fué, por fin, objeto de aprobación en 1888.

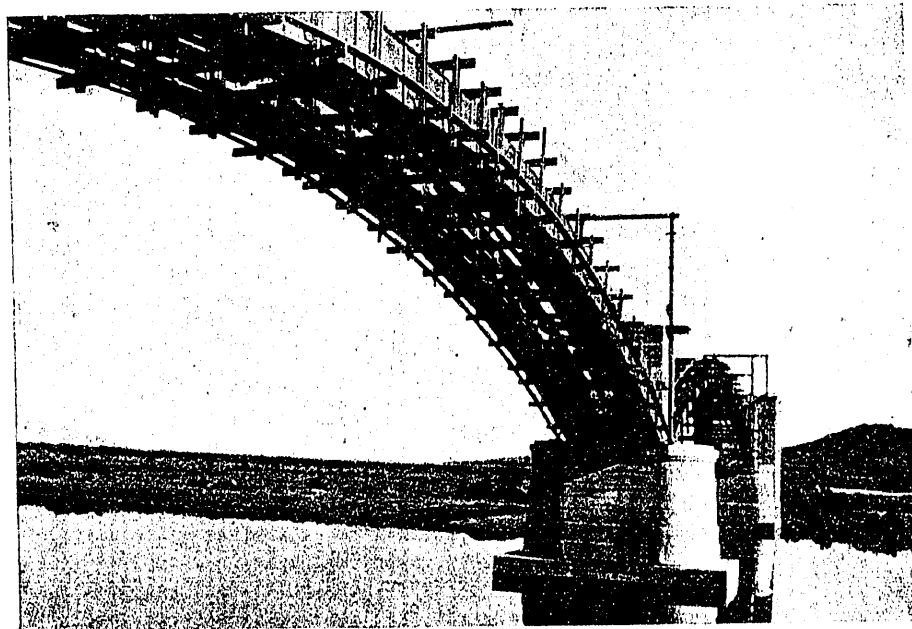
No obstante la citada aprobación, el proyecto no se llevó a la práctica, y, pasado el tiempo, la aplicación y perfeccionamientos nuevos que a la técnica de la construcción aportó el hormigón armado, dió lugar a la celebración de un concurso de proyectos y construcción del puente, cuyo concurso fué adjudicado, en 7 de enero de 1915, a D. Eugenio Grasset, conforme al proyecto redactado por D. Juan Manuel de Zafra.

Consistía este proyecto en siete vigas rectas, de 40 m de luz, y dos laterales, de 18 m, para salvar el cauce principal; cuatro quebradas se salvaban con sendos puentes de dos tramos de 18 m de luz, y otra, la tercera quebrada, con uno de 40, y dos laterales de 18 metros.

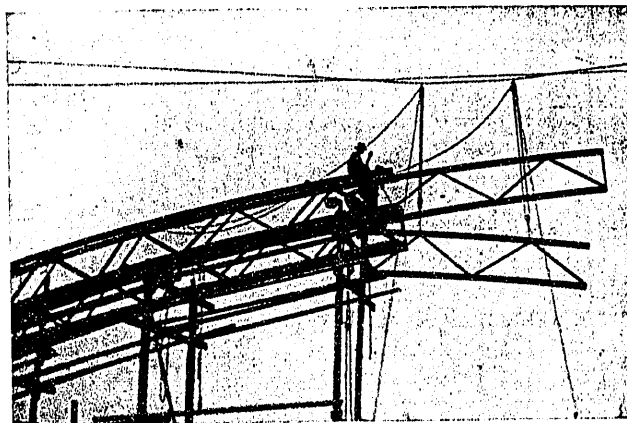
Los tramos de 40 m eran vigas de entramado en A, y las restantes, vigas rectas de alma llena, apoyadas en palizadas de hormigón armado erigidas sobre plataformas, también armadas, situadas a muy somera profundidad, *por suponerse en el proyecto el terreno firme casi a flor de tierra.*

Iniciadas, por fin, las obras en junio de 1915, se suspendieron cuando únicamente estaban ejecutadas parte de las de explanación y firme en el acceso al puente por la margen izquierda. En el estiaje de 1916 el contratista hizo sondeos en la ubicación del puente para, con datos precisos relativos a la naturaleza del suelo de fundación, elegir acertadamente los medios más adecuados para ejecutar las cimentaciones, ya que se sospechaban no tan someras como se supuso en el proyecto.

Los resultados obtenidos en estos sondeos fueron



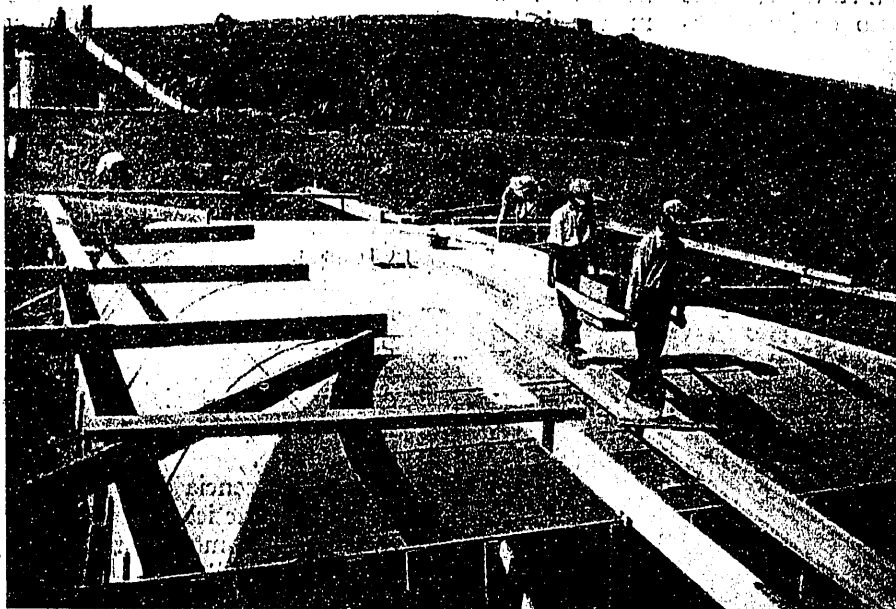
Fot. 5. Montaje sin cimbra. Encofrados de los arcos



Fot. 6. Montaje de una pieza de la armadura rígida

Los apoyos que se proponían eran, para los estribos, pila-estribo y pila correspondiente a los dos arcos, de hormigón en masa, y para los tramos laterales, palizadas de hormigón armado. En cuanto a las cimentaciones, se proponía la ejecución directa por agotamientos de los correspondientes a los apoyos de

los arcos, y para los tramos rectos, pilotes de hormigón armado hincados a 7 m y encepados en sus cabezas por un macizo de hormigón.



Fot. 7. Encofrado para uno de los cajones que se hincaron por aire comprimido

Este proyecto, previas algunas reformas a que dieron lugar las prescripciones de la Superioridad, fué aprobado en 6 de febrero de 1925 por su presupuesto de contrata, de 2 244 057,43 pesetas.

Verificada la subasta, fué adjudicada la ejecución de la obra en 22 de diciembre de 1925 a D. Cayetano Rodríguez Noguera, en 1 496 038,28 pesetas, produciendo una baja de 748 019,15 pesetas, o sea una baja unitaria de 0,35.

Nuevamente se reanudaron los trabajos, apenas comenzados por la contrata del Sr. Grasset; se logró, no sin agotamientos de gran importancia, clavar el cajón de la pila-estribo en la roca, a unos 7 m por debajo de la línea de agua en estiaje. Construido el cajón de la pila central sobre un terraplén, durante las crecidas del invierno de 1926-27, se produjeron socavaciones, que arrastraron casi completamente el terraplén en que se apoyaba el cajón, así como el terreno de acarreo, quedando sostenido en partes salientes de roca, lo que dificultaba el agotamiento del recinto.

Ante la imposibilidad de llevar a efecto directamente esta cimentación, no obstante haberse empleado ya cerca de 50 000 pesetas en agotamientos, se propuso por la Jefatura de Badajoz cambiar el sistema de cimentación por el de aire comprimido. Así fué aceptado en noviembre de 1927.

Encargada la entonces existente Jefatura de Cimentaciones de la ejecución del mencionado trabajo de hinca por aire comprimido, fueron terminadas por aquélla en septiembre de 1928.

En este trabajo, realizado por nuestro querido compañero D. Francisco Martín Gil, fué preciso destruir, dentro del nuevo cajón, el anterior, construido por la contrata e inadecuado, por su estructura y posición, para la hinca por aire comprimido, labor bastante delicada y difícil. Quedó, por fin, terminado el cimiento de la pila central, hincado en pizarra,

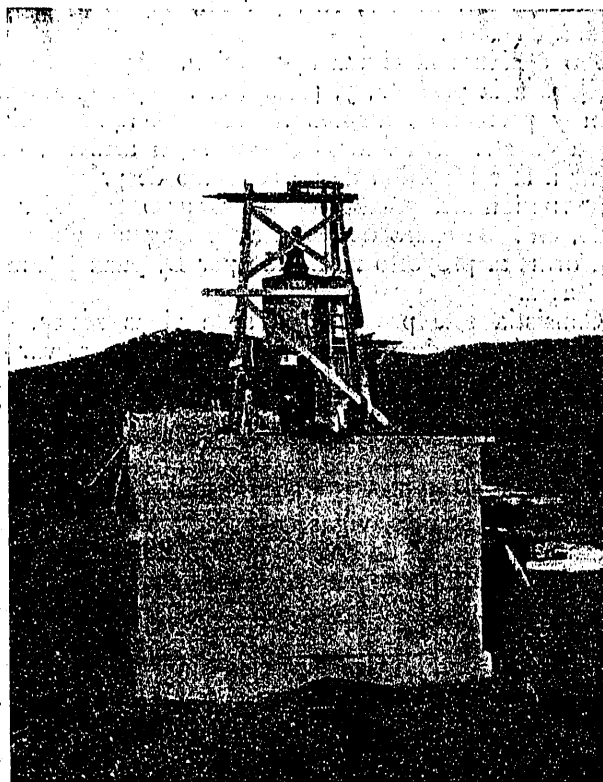
con 5,80 m de profundidad a contar de la zarpa de cimientos del estribo de la margen derecha.

Todas estas consideraciones dieron lugar a que, examinado detenidamente el proyecto por la Superioridad, pareciese a ésta excesivo el desagüe propuesto, ordenando la suspensión de los trabajos y el estudio del proyecto, suprimiendo los claros no precisos como consecuencia del desagüe necesario y sustituyéndolos por terraplenes.

En esta situación, y aún no redactado por la Jefatura de Obras públicas de Badajoz el proyecto así modificado, se encargó a la Jefatura de Puentes y Cimentaciones, en marzo de 1929, de esta obra y de la redacción del consiguiente proyecto, haciéndose cargo de las obras entonces existentes y comenzando la redacción del proyecto, que, por fin, había de ser el último de tan larga y accidentada serie.

Pero antes de pasar a la descripción del último proyecto y de su realización práctica, que será el final de este artículo, hemos de

exponer un ligero estudio crítico que se deduce de toda la serie de órdenes, contraórdenes y fracasos que, en definitiva, constituyen la larga historia que



Fot. 8. Bloque para la hinca por aire comprimido

precede al último proyecto de esta obra, y que, a nuestro juicio, permite fijar los elementos que en todo puente de alguna importancia han de ser objeto

de especial atención y estudio detenido, para no exponerse a parecidas rectificaciones.

En dos grupos pueden clasificarse las soluciones

Resulta, en definitiva, que tan primordial como el estudio de los elementos de la superestructura, es en casi todos los casos el perfecto conocimiento del desagüe necesario, el estudio del terreno de fundación y de los medios más adecuados para la cimentación, conocimiento este último que llega, en general, a fuerza de práctica propia y de bastantes fracasos.

El siguiente artículo lo dedicaremos exclusivamente a indicar un extracto del estudio del desagüe que realizamos con ocasión de este proyecto, por si sus indicaciones pueden servir para casos análogos, y, en tanto, terminamos éste con un resumen del proyecto que hemos redactado y ejecutado.

Por las consideraciones que en otro artículo exponremos, llegamos a fijar el desagüe lineal preciso en 300 m, y el superficial

en 2 700 m², y en función de este desagüe, de la topografía y del subsuelo, estudiamos la distribución de claros y apoyos.

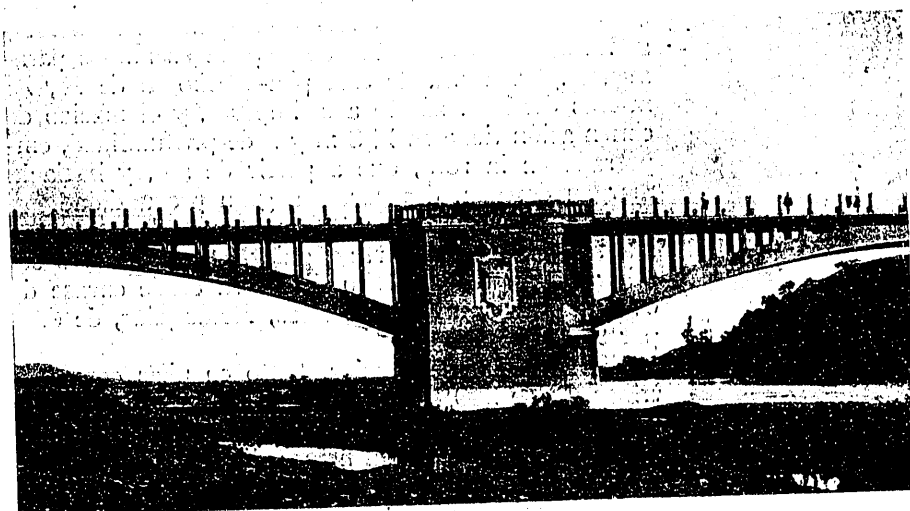
El desagüe lineal para avenidas ordinarias se fijó en 200 m, suficiente para casi todas las crecidas, sal-

intentadas: unas, cual las de los Sres. Cuadrado y Zafra, se componían de grupos de tramos separados por terraplenes intermedios, y otras, la del reformado del Sr. Grasset y el proyecto del Sr. Iturrate, salvaban todo el valle mediante tramos sin solución de continuidad. Esta evidente discrepancia nace, a nuestro juicio, de la falta de un estudio detenido del desagüe, factor de primordial importancia en el planteamiento del problema.

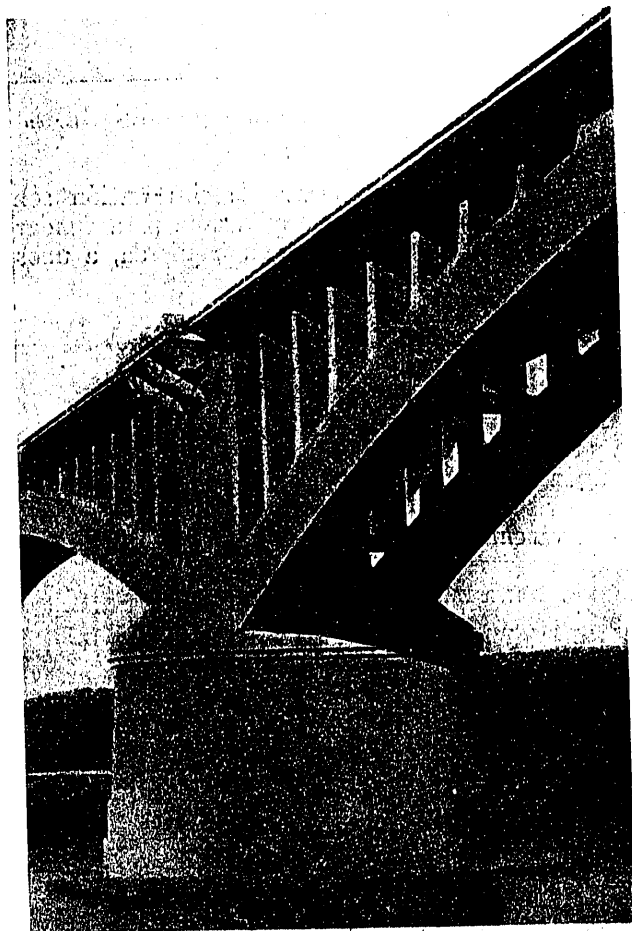
Otra clasificación que puede efectuarse en los proyectos es la que se refiere al conocimiento exacto del terreno de fundación, sin que sea indicio el afloramiento de rocas en una cierta zona para inferir por ello el fácil cimiento en el resto del eje. Así, en este puente, en su margen izquierda, aparece la roca al descubierto, sirviendo de excelente cimentación, y así debió creerse continuaba sensiblemente en el resto en el proyecto redactado por Zafra.

Efectivamente, este proyecto, por la luz de sus tramos—entonces la mayor del mundo en vigas de entramado—, la estructura de los apoyos y cuantas disposiciones generales y de detalle constituían el proyecto, demostraban la originalidad y formidable dominio que de la mecánica aplicada a las construcciones, y especialmente al hormigón armado, poseía el que fué nuestro querido maestro. Pero toda esta estructura venía apoyada en simples plataformas sobre la roca, que se suponía superficial. Pues bien, a 100 m del estribo cimentado en roca hemos tenido que atravesar en las cimentaciones una capa de 12 metros de graveras para llegar, no a la roca, que aun a 20 m no se encontraron en los sondeos, sino a una capa de arcilla.

Por otra parte, aun conocido perfectamente el terreno mediante sondeos, es preciso el estudio detenido del procedimiento eficaz de cimentación, para no tropezar con dificultades al tratar de realizar el proyecto, tales como la imposibilidad de hincar los cajones por agotamientos, dada la permeabilidad del terreno en el cauce principal; no poderse tampoco hincar los pilotes de los tramos de avenidas por la compacidad del terreno y presencia de gruesos cantos rodados en el trayecto de hincar, etc.

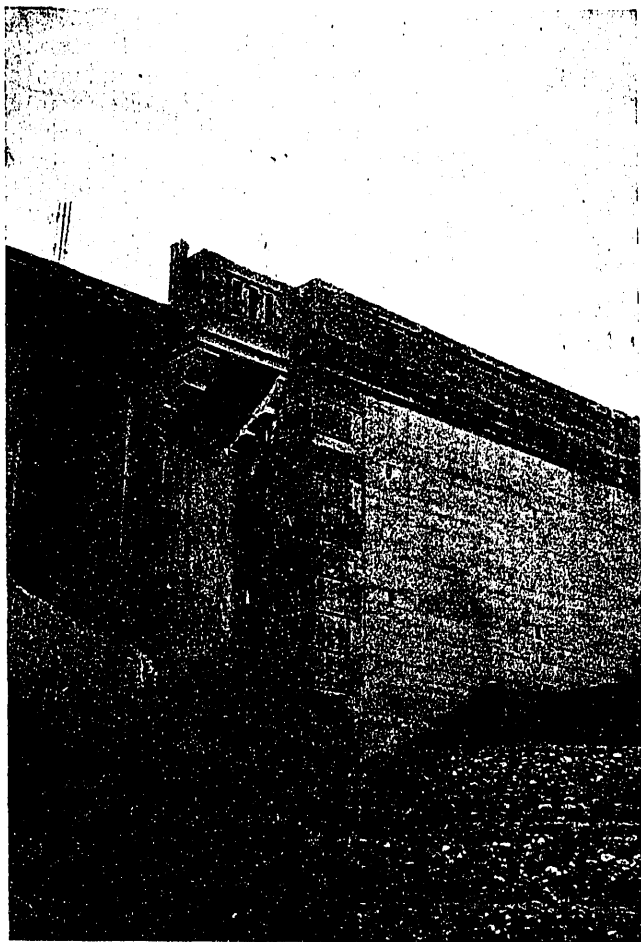


Fot. 9. Pila-estribo de los tramos en arco



Fot. 10. Pila de los tramos en arco

vo aquellas de carácter realmente excepcional. Para la distribución de luces en este desagüe se ha tenido



Fot. 11. Detalle de un estribo con sus gaviones de defensa de la margen del río

en cuenta que las dificultades de cimentación son grandes, ya que la capa de arcilla apta para fundar se encuentra, salvo en la margen izquierda, a unos 12 m de profundidad.

Para salvar este primer cauce se construyeron cuatro arcos de 50 m de luz, rebajados a 1/10, formados cada uno por dos bóvedas gemelas con armadura rígida y arriostradas con piezas de hormigón armado.

El estribo de la margen izquierda va cimentado en la roca que allí aparece al descubierto, siendo la altura máxima hasta la imposta de coronación 9 m. El de la margen derecha tiene desde el zócalo a la imposta 11,076 metros de altura, con semipila de 5 m de altura. El cuerpo del bloque de cimientos, de 14,20 m por 8,50 m, tiene una altura de 12 metros, de los que 2,20 corresponden a la cámara de trabajo, y fué hincado por aire comprimido con uno de los equipos que para estos trabajos dispone nuestra Jefatura.

En cuanto a los detalles de la cimentación, más adelante los expondremos.

Para aprovechar un estribo que, según el proyecto anterior, se había construido, se transformó en pila-estribo, demoliendo parte de su alzado y quedando en el eje de simetría de los cuatro arcos. Para ornamentar el extenso frente que en ella se ofrecía se ha colocado el escudo de España en ambos paramentos. La altura de esta pila-estribo es de 11,075 metros desde el zócalo a la imposta, y el macizo de cimentación tiene 14 × 8 m y 7 de profundidad, empotrado en la roca, que a partir de allí, y hacia la margen derecha, desaparece a gran profundidad.

Las pilas números 1 y 2 (a contar desde la margen izquierda), de planta rectangular, con tajamares semicirculares, tienen 12 m de altura desde enrase de cimientos, y el macizo de éstos, rectangular, de 6,20 por 9,50 m.

El hormigón de alzados, tanto en pilas como estribos, es de 200 kg de cemento.

En cuanto a las cimentaciones de estos apoyos, el del estribo izquierdo, ya hemos dicho que en la roca al descubierto, fué construido en seco, siendo el macizo de cimientos de hormigón en masa de 250 kg.

La pila primera fué cimentada por aire comprimido por la Jefatura de Cimentaciones, y se asienta sobre pizarra de las mismas características que la roca de la margen izquierda, a 5,80 m de profundidad, a contar de la zarpa de cimientos de la pila-estribo.

La pila-estribo, cimentada, según se dijo, por agotamientos, tras no pocos trabajos, a 7 m de profundidad.

La pila segunda se cimentó por aire comprimido, mediante un cajón de hormigón armado.

Las dimensiones de la cámara de trabajo son de 7 × 10,30 y 1,90 m de altura. La altura exterior del cajón es de 2,20 m, y sobre él insiste el macizo de cimientos, de 9,80 m de altura y sección rectangular de 6,20 × 9,50 m.

La estructura de la cámara de trabajo consiste en una losa de hormigón armado de 0,30 m de espesor,



Fot. 12. Cajones para cimentación de los apoyos de los tramos laterales

que forma el techo, armada simétricamente, y las paredes del cuchillo que llevan talud exterior para facilitar la hinca.

En el anillo cortante se coloca un hierro en $\square$, al que se unen dos chapas de palastro para proteger el hormigón, y por si hubiese que emplear barrenos

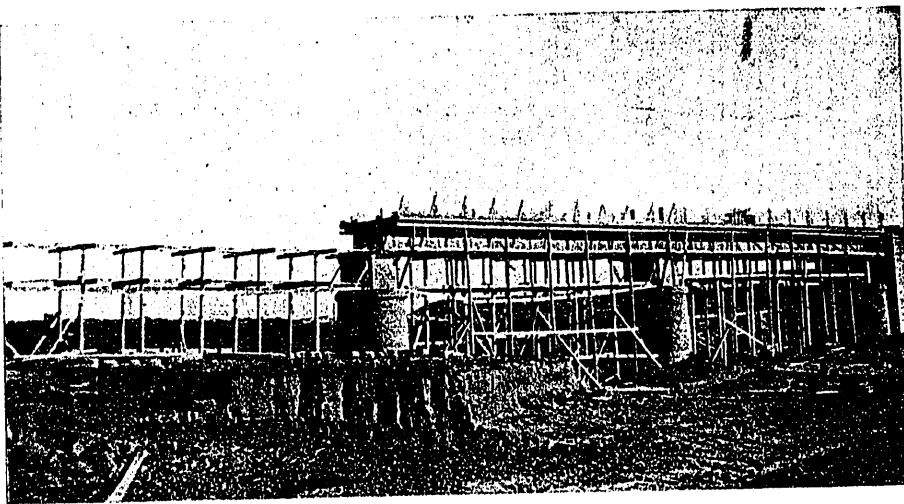
de trabajo al de 200 del bloque, estableciendo al efecto una zona intermedia, en treinta cm de altura a partir del techo, dosificado a 250 kg.

Armado del techo como una losa con armadura simétrica: esto permite descimbrar el cajón cuando no tenga mucho peso encima, con objeto de que no se hínque de primera intención, y con esta hinca más igual, como es costumbre en estos casos, hormigonar solamente un pequeño espesor; la armadura simétrica del techo asegura la resistencia a los dos esfuerzos antagónicos: el peso propio con la parte del bloque que en aquella insiste y la presión del aire comprimido.

La disposición en talud del paramento del cuchillo contribuye a la resistencia de éste, aumenta la base del cimiento y estabilidad de la cámara durante la hinca y facilita ésta, aunque disminuye la adherencia del terreno a las paredes del bloque; pero siendo en esta clase de fundaciones el apoyo del plano de ci-

mientos sobre el terreno consistente el elemento generalmente exclusivo de resistencia, es conveniente su empleo, no debiendo proibirse más que en aquellos casos excepcionales en los que, a imitación de lo que suele suceder con los pilotes, se fie gran parte de la resistencia de la fundación a aquel rozamiento lateral.

Damos a los bloques la planta rectangular, no solamente para evitarnos la complicación de moldes que representa la forma con tajamares, a semejanza de los alzados de pilas, sino porque se evita la tendencia al giro durante la hinca, observada en algunas obras, como la de Hawkesbury, Brenta, etc. Por otra parte, debiendo ser elementos destinados a estar siempre enterrados, no vemos razón para disponer en



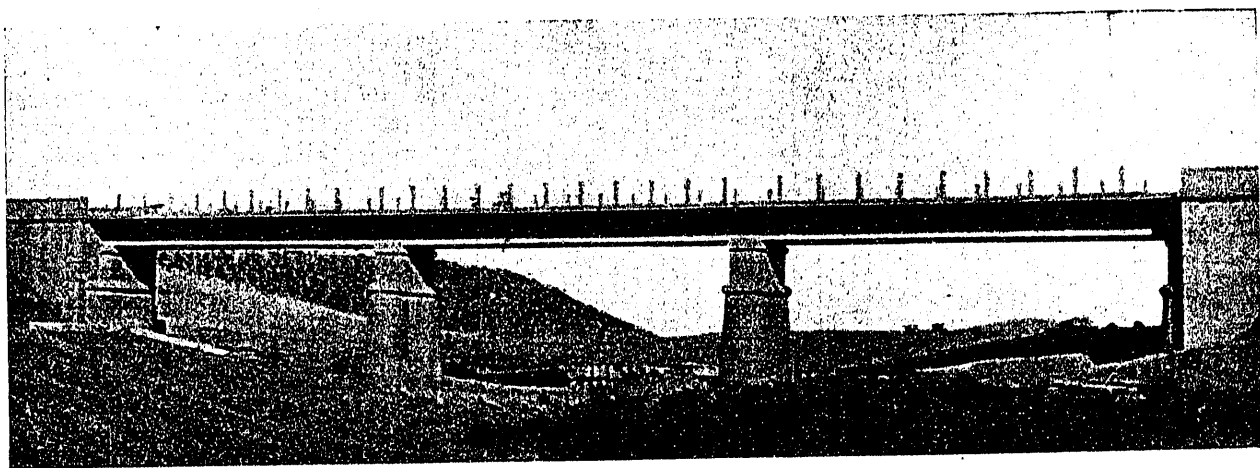
Fot. 13. Construcción de los tramos rectos del primer desagüe suplementario

durante la hinca, y por último, un redondo de 32 milímetros, situado sobre esta $\square$, va rodeado por las armaduras principales al pasar aquéllas de la parte interior de la pared a la externa.

El hormigón de la cámara es de 300 kg.

Este cajón obedece a un modelo al cual he llegado después de observar los diferentes defectos que en otros se han experimentado en la práctica. Los principales detalles que en él he introducido son los siguientes:

Prolongación de las armaduras principales del cuchillo sobre el techo del cajón, hasta empotrarlas en el macizo del bloque, disponiéndolas en longitudes alternadas, con objeto de evitar las grietas que a veces se forman durante la hinca por tracciones en el



Fot. 14. Tramos del primer desagüe suplementario

bloque, al quedar éste sujeto al terreno, por rozamiento lateral, grietas que se localizan en la parte en que bruscamente se pasaba de la parte armada a otra en masa. Coadyuva a evitar este defecto la gradación en la dosificación de hormigones, sin pasar bruscamente del de 300 kg de la cámara

ellos tajamares, que además disminuyen la superficie de apoyo sobre el terreno de fundación.

Por último, la disposición del anillo cortante y placas protectoras de palastro permiten el empleo de barrenos durante la hinca, ya que éstos se colocan preferentemente bajo la cuchilla.

El primer grupo va apoyado en estribos de 10 metros de altura desde el zócalo, con aristas y semipilas de hormigón, en composición armónica con los de los tramos en arco y muros de acompañamiento, de 9,80 m de altura y 3,20 de espesor en la base. Las dos pilas, también con tajamares semicirculares, has-

ma, habiendo llegado a profundidades de 8 m en terrenos con bastantes aguas subálveas y sin necesitar medios muy potentes de agotamiento.

Para enlazar los tramos en arco con los del primer desagüe suplementario se construyeron 230 m lineales de terraplén y 221 m para unir los tramos del primer desagüe con los del segundo. Estos terraplenes, de 7 m de cota media, cubican 61 800 m³, que, con los de acceso, suman 124 000 m³.

Van defendidos en sus cuartos de cono por gaviones Bianchini (fotografías 11 y 15), ya que se dispone de abundantes graveras para su relleno.

La elevada cota de los terraplenes hacía peligroso el dejarlos sin pretilos ni protección alguna para la circulación. Por esto, y aprovechando los numerosos pilotes que no habían podido hincarse, se cortaron en tres porciones cada uno y se empotraron en la arista superior del terraplén, formando los montantes de una defensa, cuyos travesaños se hicieron también de hormigón armado.

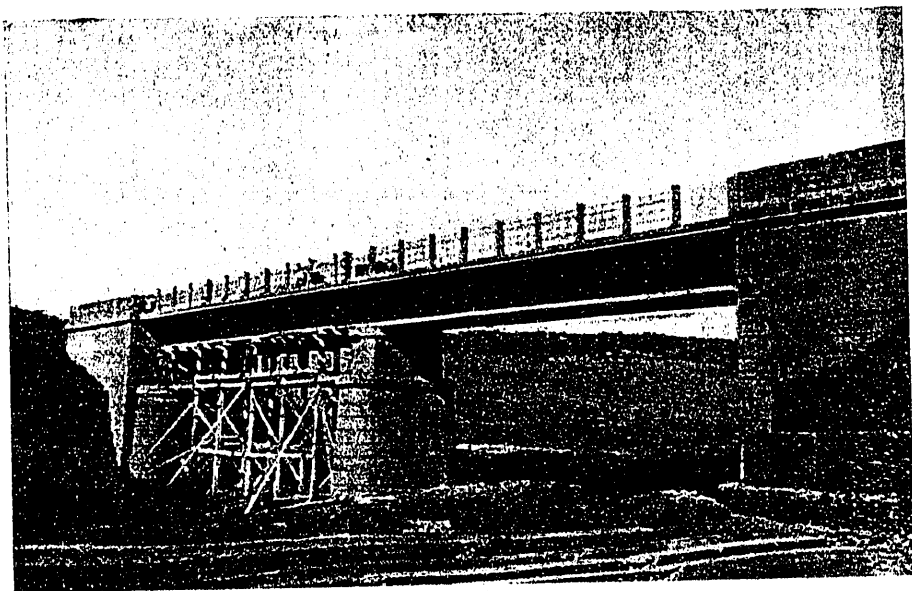
Este trabajo se efectuó mediante un andamio móvil (fotografía 16), que permitía de un modo sucesivo la elevación de pilotes, formación del pozo para empotrarlos y colocación de aquéllos, sistema muy ventajoso, ya que el número de montantes era considerable.

El afirmado en la parte de obra de fábrica es el adoquinado microgranítico sobre lecho de mortero, y en el resto el firme es de piedra machacada, no

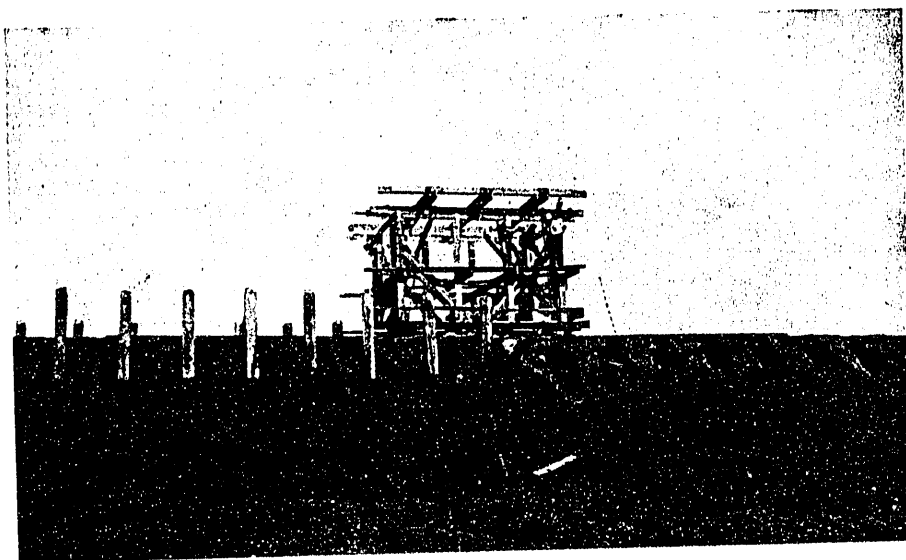
ta la altura de máximas avenidas, se continúan con un cuerpo paralelepípedo, de 1,92 x 3,60 m de base y 1,60 de altura, siendo de 10,15 la total de las pilas, desde el zócalo al canto inferior de las vigas.

El segundo grupo tiene idéntica disposición, salvo el número de tramos, y en ambos los alzados son de hormigón, de 200 kg.

Para las fundaciones de estos grupos—es decir, cuatro estribos y tres pilas—tratamos de utilizar los 285 pilotes de hormigón armado que estaban contruídos al ser preceptuados en el proyecto anterior. Eran estos pilotes modelo Hennebique, de hormigón armado, de sección cuadrada, de 0,30 de lado y 7,80 m de longitud. Pero, no obstante los repetidos intentos para hincarlos, empleando mazas y alturas de caída tres y cuatro veces superiores a los marcados en el Pliego de Condiciones, no fué posible pasar del metro y medio de profundidad, debido a la compacidad del terreno y a la presencia de cantos rodados de mediano tamaño en la trayectoria de hinca. Por ello se substituyó esta cimentación por la de cajones sin fondo, de hormigón armado, con pequeña cuantía de armaduras, de la forma que indica la fotografía número 12. La solución con estos elementos, tal como se proyectaron, fué sumamente satisfactoria, y, desde luego, mucho más segura y de menor gasto de agotamientos y construcción que si se hubieran empleado ataguías o cualquier otro siste-



Fot. 15. Tramos del segundo desagüe suplementario



Fot. 16. Colocación de la defensa en la coronación de los terraplenes

habiéndose empleado ningún firme especial para estos tramos en terraplén, porque, siendo de gran cota, su consolidación completa será lenta, y cualquier otro firme no tendría de momento conveniente aplicación, aunque sí más adelante, dado el gran tráfico previsto.

Acompañan a este artículo varias fotografías, que permiten seguir el proceso de construcción. Los arcos situados sobre el cauce ordinario del río se montaron sin cimbra alguna, mediante cables y utilizando la ventaja de su armadura rígida (fotografías 4 y 5), evitando así la repetición de un accidente ocurrido durante la ejecución del proyecto anterior al nuestro, en que una inopinada y repentina crecida del río produjo el arrastre de los andamios del arco y el derrumbamiento de éste cuando estaba a punto de cerrarse.

Para los otros dos arcos, situados fuera del cauce de aguas medias, nos auxiliamos de ligeros andamios, pero fiando siempre el montaje a los cables exclusivamente, en previsión de posibles accidentes por crecidas rápidas del río.

En las fotografías 4, 5 y 6 se detallan diversas fases de la construcción de los arcos, y en las 12 a 15

los referentes a tramos de avenidas y sus cimentaciones.

Realizadas las pruebas reglamentarias, la máxima flecha observada en los arcos fué de *un milímetro*, y de *dos milímetros* en los tramos rectos, siendo en todo caso las deformaciones perfectamente elásticas.

El presupuesto de ejecución material es de pesetas 1 863 777,06, y de 2 143 057,43 pesetas el de contrata, que produce una economía respecto al proyecto que sirvió de base a la subasta de 100 713,81 pesetas.

Las obras, en lo que respecta a la ejecución de nuestro proyecto, las comenzamos en *julio de 1930*, siendo contratista de éstas D. Cayetano Rodríguez Noguera, y ayudante encargado de las mismas don José Martínez Piqueras, valiosos colaboradores a la feliz terminación del trabajo.

César VILLALBA GRANDA
Ingeniero de la Jefatura de Puentes
y Cimentaciones

El Sr. Machimbarrena, en el Instituto Psicotécnico

Ante el público especializado del Instituto Psicotécnico de Madrid ha pronunciado nuestro director, don Vicente Machimbarrena, el día 20 del pasado mes de marzo, la primera conferencia del grupo "Psicología industrial", de las del curso de dicho Instituto, con el tema "Selección y Trabajo".

Empezó por afirmar que es indispensable hacer selecciones de alumnos en todos los grados de la enseñanza, tanto más intensas cuanto ésta sea más elevada. En la primera enseñanza, por ser general y obligatoria, servirá para clasificar en grupos, de los que señaló como principales tres: el de hipodotados hasta llegar a los anormales, el de facultades medias y el de los superdotados.

La primera enseñanza debe durar hasta los doce años, y más si es la única que se recibe.

Para proseguir las selecciones hay que saber la clase de trabajo a que el hombre se va a dedicar, y con este motivo hizo un estudio del concepto social del trabajo.

En las ciencias económicas sociales no es necesario definir el trabajo con rigor matemático, como en Mecánica, sino que basta decir que es el esfuerzo obligado del hombre para transformar las primeras materias en bienes útiles. Según esta definición, el esfuerzo que lujosamente derrocha el hombre en los deportes no es trabajo.

Hizo una historia del trabajo para demostrar que fué menospreciado, especialmente el manual, en toda la edad antigua y media, incluso por los más ilustres pensadores. Lo noble hasta casi nuestros días ha sido vivir del trabajo de otro.

Suprimidos casi todos los privilegios con la revolución, el siglo XIX enalteció el trabajo, y decretada su libertad, se entregó sin freno al trabajo divinizado. Como consecuencia, éste esclavizó al hombre, que no fué más libre ni más feliz que en las pasadas edades.

El siglo actual protesta contra esta situación y sostiene que el trabajo no es un fin, sino el medio de que el hombre se vale para satisfacer sus necesidades. No debe dominar el trabajo al hombre, sino el hombre al trabajo, que, alternado con ocios abundantes, se aspira a que sea un placer.

Con este motivo hizo interesantes consideraciones

acerca del trabajo del niño, que debe prohibirse; el trabajo de la mujer, que debe limitarse, subordinándolo a su función primordial de la maternidad. Sólo en casos de un ideal truncado, como el de la soltería, o en los desgraciados de la viuda joven o de la mujer casada abandonada, se debe ver obligada la mujer a trabajar.

Hizo consideraciones sobre el trabajo del hombre, según sea manual o intelectual, y acerca del reparto de riquezas, en las que es preciso que impere más justicia que la actual.

La imagen del reparto de riquezas dijo que era una pirámide en la que, para sostener en su vértice a los multimillonarios, hace falta una base amplia y un cimiento de desheredados que, enterrados en los bajos fondos sociales, pagan con su muerte prematura la posibilidad de que un número reducido de afortunados disfrute, no sólo del lujo deslumbrador, sino de la salud y hasta de lo que comúnmente se llama virtud. La salud la disfrutaban más los ricos que los pobres, porque la riqueza permite hacer vida más higiénica y ordenada, y aunque la muerte todo lo iguala, no es lo mismo tener una vida media de treinta que de sesenta años. Y lo mismo pasa con las enfermedades morales, por lo que los pobres rinden más tributo al vicio, y las cárceles, aparte injusticias, se pueblan más de pobres que de ricos.

Volviendo al tema de la selección, dijo que no podía tratarlo en toda su generalidad, limitándose a mencionar dos casos que conoce y por los que está en relación con el Instituto Psicotécnico.

Habló de la rigurosa selección con que la Escuela de Caminos, que dirige, elige sus alumnos, y, preocupada con el acierto, se han hecho comprobaciones de carácter psicotécnico, para hacer una comparación de los resultados obtenidos por los dos procedimientos.

Se encargó el profesor de la Escuela Sr. Lucia, que tiene gran afición a este género de investigaciones, de preparar una serie de *tests* con arreglo a los principios siguientes:

a) Analizar las diversas aptitudes que necesita un ingeniero de Caminos en el ejercicio de su profesión y la relativa importancia de unas y otras.

b) Escoger *tests* sencillos, pero con suficiente valor