

guardó su vida ante el peligro cantado y previsto, trasladándose a Bilbao, a la paz de su hogar, tan feliz que servía de ejemplo en tierra donde los buenos hogares abundan naturalmente, como los verdes prados o la lluvia mansa. Pudo estar esos días en Madrid o en Bilbao sin faltar a la letra escrita de su deber; pero hubiera sido un traidor a sí mismo y a su propia y voluntaria formación de cristiano, que le impedía esperar tranquilo la hora de las guirnaldas y los arcos de triunfo, cuando las flores de la retórica intentan, vanamente, cubrir las manchas de la lucha.

Lo tenía todo y supo perderlo todo. Bondad, talento, opulencia, simpatía, felicidad; todo lo ofrendó al morir por no abandonar la palanca de mando, que necesitaba el calor de sus manos, y allí dejó para siempre ese calor, cuajado en sangre generosa, por su fábrica y por su patria, pues murió en acto de servicio. Su mayor anhelo fué siempre ese: servir, como debiera ser en todos los que dirigen. A mayor categoría, mayor servicio. Nobleza obliga, decían nuestros mayores. Y él, hasta morir, pero principalmente muriendo, sirvió a su causa. Fué su ase-

sinato, en el entonces tenebroso aire de España, como un relámpago de cegadora luz sobre el porvenir nacional si los *otros* triunfaban... Y la revolución, en un *tournant* decisivo, se precipitó en el vacío, porque todas las conciencias honradas decidieron que *eso* no podía ser. No fué, pues, su vida, aun terminada a los cuarenta años, una vida cortada en flor, sino segada en fruto sobre tierra en sazón de siembra. Y ni una sola gota de su sangre se perderá; por lo pronto, a nosotros, sus compañeros, al salpicarnos en el rostro ya se nos ha hecho honra y obligación de ejemplo.

Por ello imaginamos a Oreja en ese instante cumbre de su tránsito, en esa cima misteriosa en que se ve de pronto todo el pasado y para siempre todo el porvenir, no con la faz convulsa del sufrimiento, sino con la sonrisa de sus días más felices, al contemplar atrás una vida sin mácula, alejándose rígida, y delante, llegando, la claridad, la eterna claridad...

¡Descansa en paz, amigo! Has muerto como un hombre: con la mano en el mando y la frente hacia Dios.

El nuevo puente de Puerta de Hierro sobre el río Manzanares, en Madrid¹

IV

Vamos a descender, en este último artículo, al detalle práctico, a la pequeña observación sin trascendencia, pero que tal vez pueda ser útil a quienes, sin experiencia personal, tengan que construir o dirigir obras como ésta.

Ante todo, dar cuenta del gran servicio que nos prestó el perfil geológico del terreno de emplazamiento, levantado por la Jefatura de Sondeos, pues gracias a él pudimos apreciar que en un cauce relativamente estrecho, como es el del Manzanares en el lugar de emplazamiento del puente que nos ocupa, había que preparar dos sistemas de cimentación, tan diferentes en técnica y en coste como son la fundación directa y el pilotaje con 9 m de longitud de pilotes.

Y es que en los ríos que, como el Manzanares, acarrean enormes cantidades de arena, se pierden fácilmente los cauces antiguos, pudiendo producir desagradables sorpresas el no encontrar terreno para fundar a la profundidad esperada.

Una operación que se hizo con extraordinario cuidado fué el replanteo, pues tanto el puente como la palizada tienen en planta la curvatura de toda la vía, curvatura que había de acusarse limpiamente, no sólo en los paramentos, sino también en las pilas de columnas de apoyo; para conseguir esto no quisimos emplear los métodos prácticos de trazado de curvas, sino que analíticamente fueron deducidas las coordenadas de los centros de todas las columnas respecto a ejes, cuidadosamente fijados, y llevadas al terreno, plano y horizontal, de arranque de todos

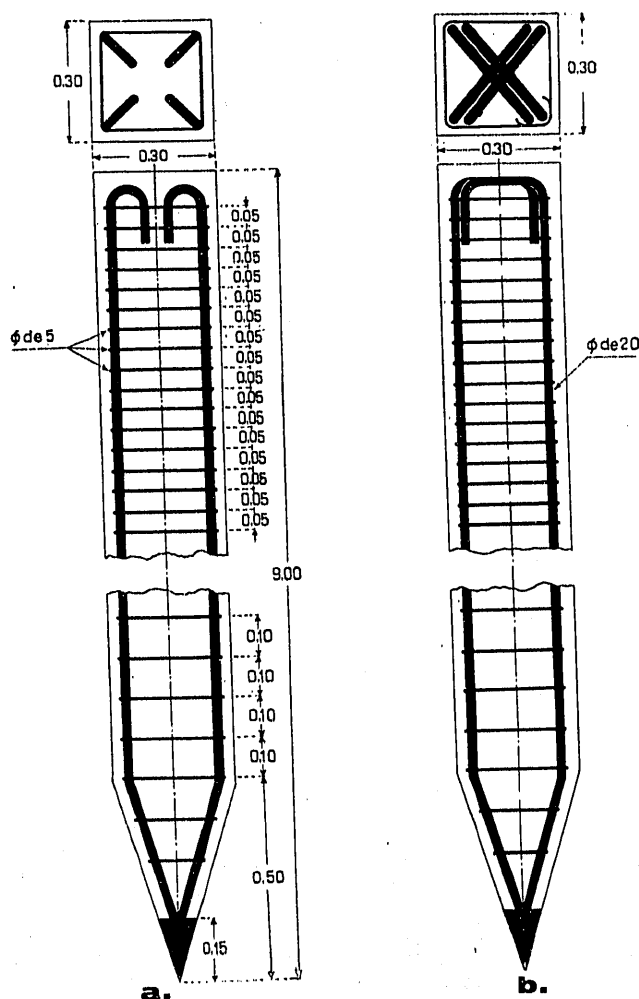


Fig. 1. Pilotes de hormigón armado: a, armadura proyectada; b, ídem construida

¹ Véase el número anterior, página 361.

los apoyos. Así se consiguió el buen aspecto y exactitud que deseábamos.

Los estribos y pilas del tramo principal han sido cimentados directamente sobre el terreno, a una profundidad variable entre 3,50 y 5 m. Los agotamientos no tuvieron importancia, pues el río pudo desviarse fácilmente, median-

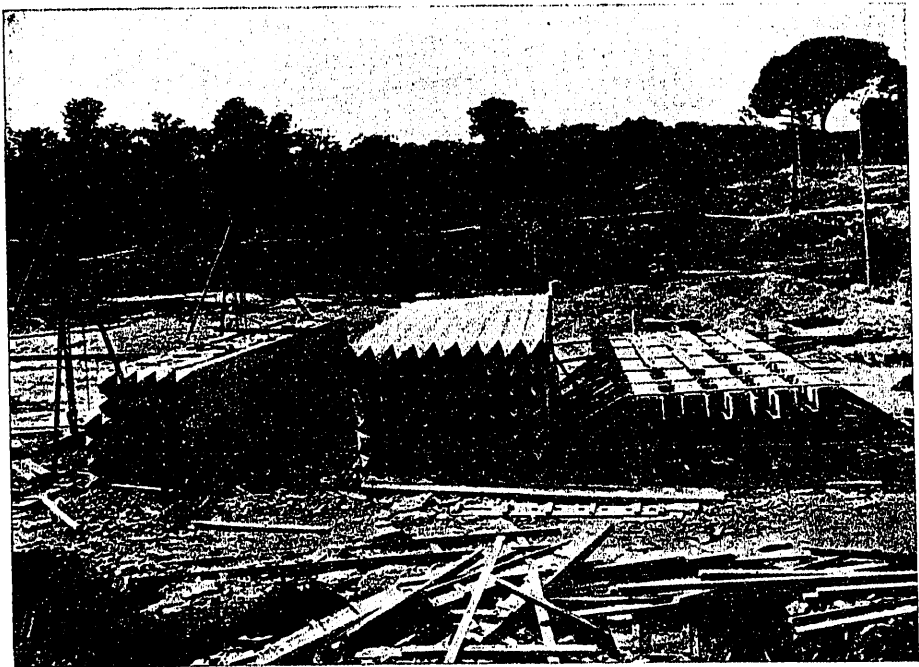


Fig. 2. Taller de construcción de pilotes

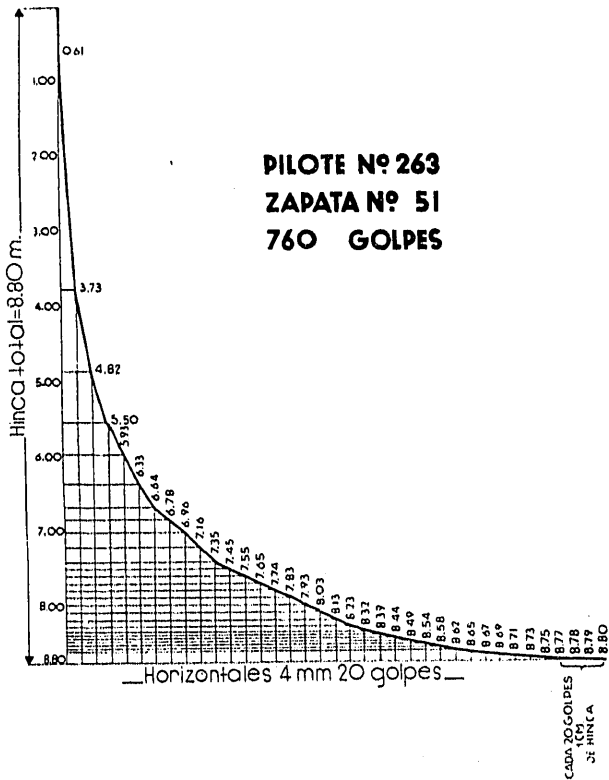
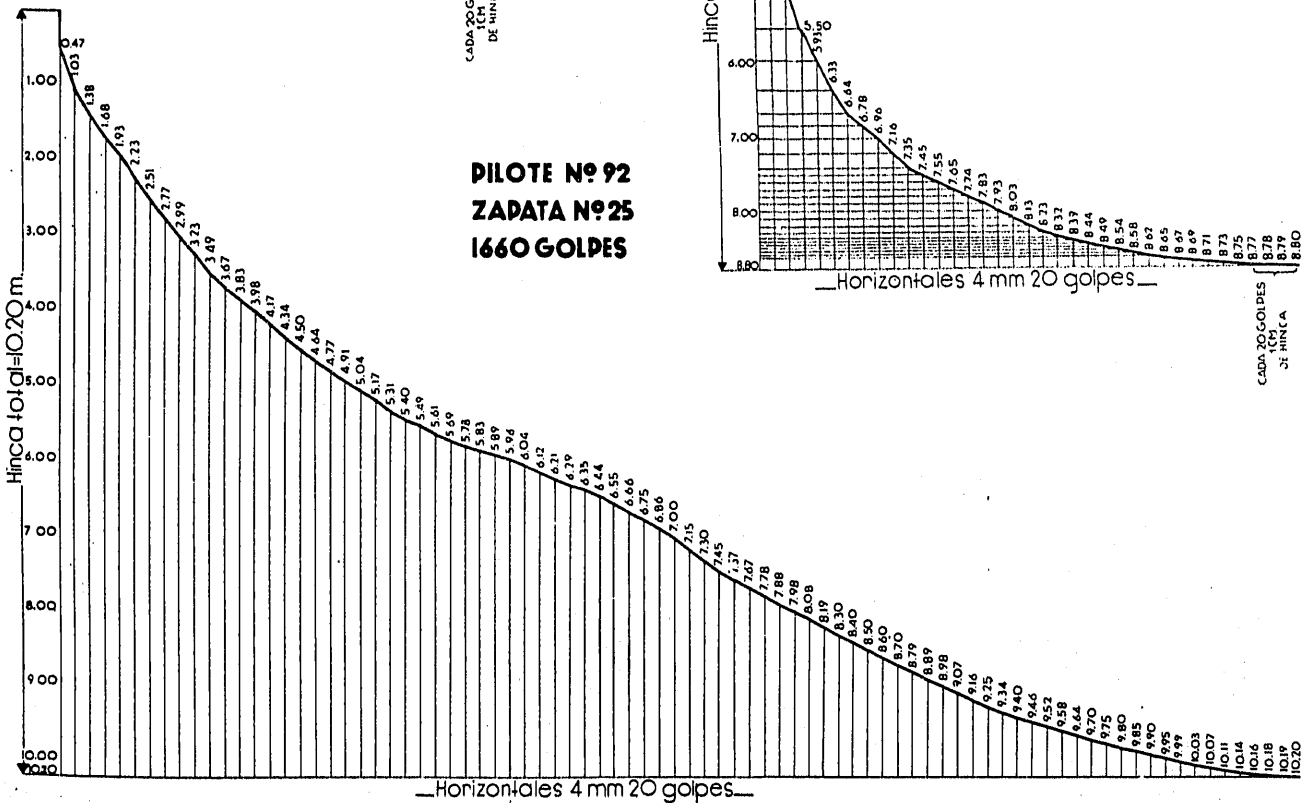
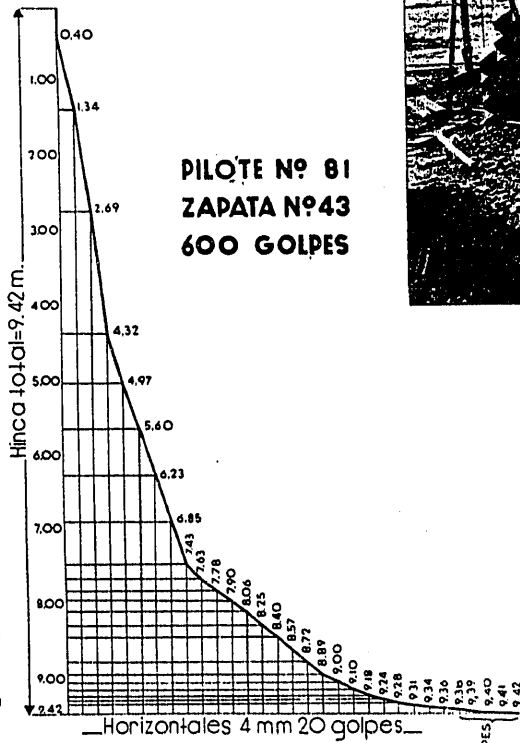


Fig. 3. Gráficos de la hincada de los pilotes

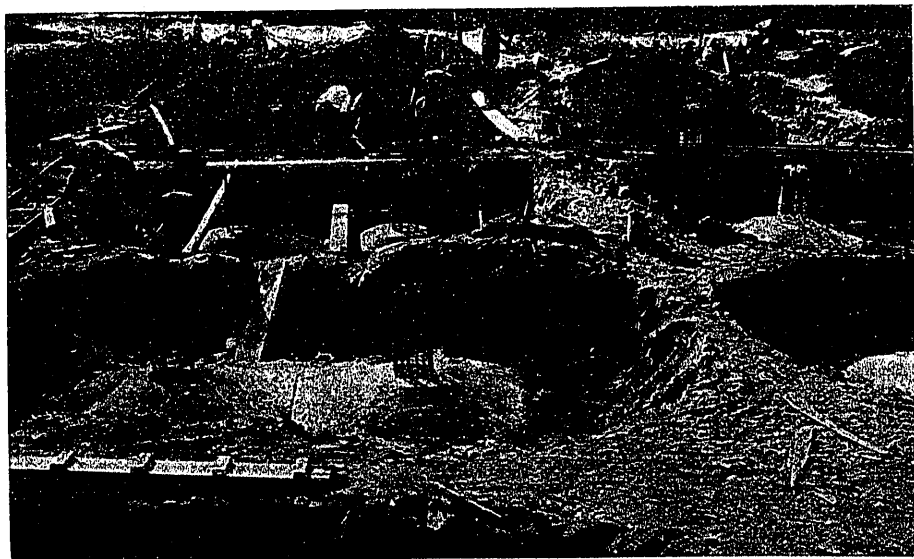


Fig. 4. Parte inferior de las armaduras de las columnas, empotradas en las zapatas

lo hemos adoptado para otro puente ya en construcción.

Con objeto de no retrasar demasiado el comienzo de la hincada de pilotes, los primeros fueron fabricados con un cemento de alta resistencia inicial. Estos se clavaron con una edad de fraguado de quince días; los demás pudieron dejarse veintiocho días, y no se dió ni un solo caso de rotura a los golpes o al ser sometidos a flexión para izarlos a la machina. También, para reducir la superficie ocupada por el taller de fabricación de pilotes, se empleó el procedimiento de hacerlos apilados; horizontalmente, entre cada dos ejes se deja el espacio para otro, que se fabrica to-

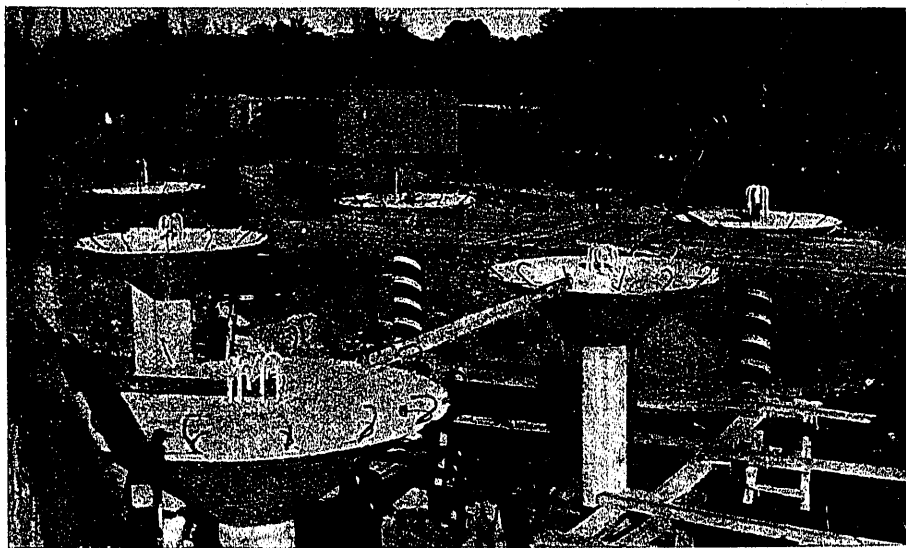


Fig. 5. Columnas terminadas y dispuestas para empezar la construcción de los encofrados para las losas



Fig. 6. Hogueras encendidas entre las columnas, para evitar la helada del hormigón

te una ataguía de tierra y un pequeño canal labrado en la margen derecha.

Las columnas de la palizada están cimentadas sobre pilotes de hormigón armado de sección cuadrada, de 30 cm de lado y 9 m de longitud, provistos de azúches de palastro. Las armaduras de los pilotes estaban proyectadas en la parte de cabeza, como se ve en la figura 1 a; pero acababan rompiéndose bajo los golpes de la maza, aunque, naturalmente, entre ésta y el pilote se interponía un tarugo de madera; entonces las cabezas de los pilotes que se estaban fabricando fueron armadas como muestra la figura 1 b, con un resultado tan satisfactorio, que

mando los adyacentes como moldes (una vez ligeramente endurcidos) y separados por hojas de papel; en cuanto la capa inferior está suficientemente dura, se fabrica análogamente la superior, separadas ambas por una capa de papel, y así sucesivamente.

Este sistema, además de espacio, ahorra moldes y es rápido; tiene el inconveniente de que los primeros pilotes que hay que emplear son los últimos construídos; pero este peligro, de posible falta de fraguado, se anula no empezando a emplear la pila hasta veintiocho días después de fabricado el último pilote. En la figura 2 se puede

apreciar el proceso de construcción y utilización; a la derecha hay una pila a medio construir; en el centro hay otra en periodo de fraguado, y a la izquierda, la que se está empleando.

Una vez modificada la armadura de las cabezas se empleó en las machinas mazas de 1 500 kilogramos, en vez de las de 1 000 kg, y se llegó a recorridos de caída de 1,50 m aproximadamente, con excelente resultado.

Durante la hinca de todos los pilotes se tomó una serie de da-



Fig. 7. Disposición de la cimbra

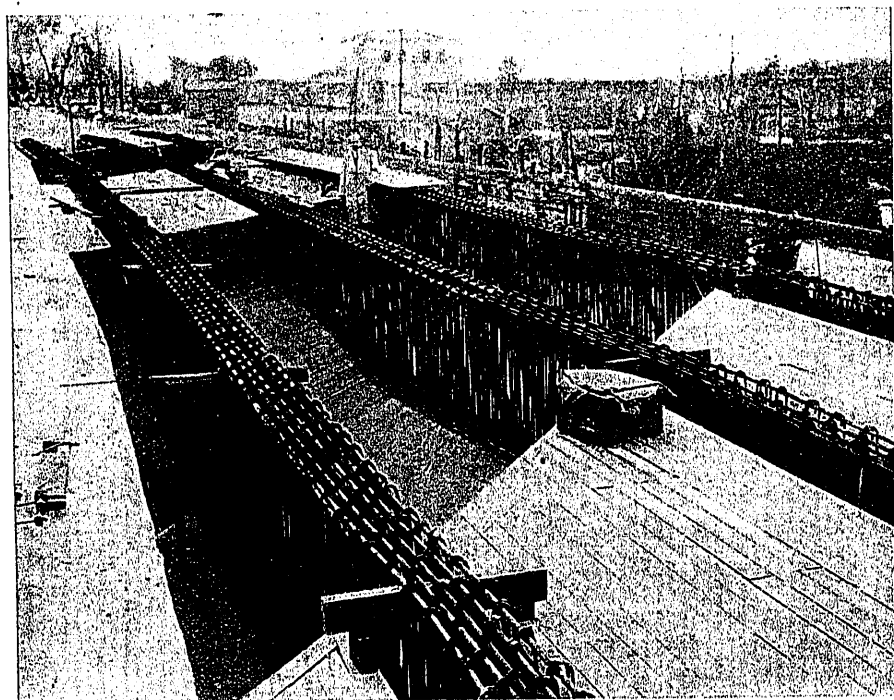


Fig. 8. Armaduras de los cuchillos, montadas

lugar a un rechazo falso, indicador de una resistencia con la que no se podía contar en el porvenir, y esto nos indujo a suprimir el quinto pilote (central), reforzando la armadura de la zapata para que pudiera resistir los nuevos esfuerzos a que había de estar sometida.

Empotrada en la zapata se inicia la armadura de las columnas de la palizada (fig. 4); éstas son de una pieza, incluso el capitel cónico, sobre el que insisten las losas de piso. Los moldes empleados para las columnas están forrados interiormente de chapa de cinc soldada; con esto se ha conseguido un buen

tos, con los que se han formado curvas de hinca, de las que damos como ejemplo las de los pilotes números 81 y 263, elegidos arbitrariamente entre los que, por ser la inmensa mayoría, podemos llamar normales en aquel terreno y en todos los arenosos, y la del número 92, uno de los que más golpes necesitaron para llegar al rechazo propuesto, y que indica una resistencia algo extraña, ya que la intensidad de los golpes fué análoga en todos los pilotes (fig. 3).

Las zapatas de apoyo de las columnas de la palizada estaban proyectadas sobre cinco pilotes; pero observamos que la hinca del central encontraba una extraordinaria resistencia, debida sin duda a la compresión causada en el terreno por los cuatro pilotes circundantes, dando



Fig 9. Atagüa y cauce de desviación

aspecto de las columnas y una superficie tan lisa que ha hecho innecesario el enlucido o pintura. En la figura 5 puede apreciarse el principio de la colocación del encofrado para las losas, sobre las columnas terminadas.

Como el hormigonado de algunas columnas se hizo en pleno invierno, se tuvo mucho cuidado de suspenderlo en cuanto los termómetros marcaban 0°; además, en torno a las columnas recientes se encendían hogueras (fig. 6) día y noche; así se evitó que se “helara” ningún hormigón.

Como, debido a la pendiente longitudinal y al peralte, no existen dos columnas de igual altura, se empezó a construir por las más altas y luego fueron cortándose los moldes, operación más rápida y económica que la inversa.

La descripción más elocuente de la cimbra es la fotografía 7; en ella se ve que se prefirió la multiplicación de pies derechos de pequeña sección, pues en los casos de pocos apoyos el movimiento de uno afecta a una superficie de puente mucho mayor. Esta cimbra resistió perfectamente una avenida que obligó a romper la atagüa construída para desviar el río.

También en la figura 7 puede verse el aspecto de los estribos, revestidos de sillarejo de granito con las juntas muy acusadas. Este revestimiento sirvió para ahorrarse moldes para el hormigón ciclópeo de que están rellenos los estribos.

El orden de construcción de los elementos que constituyen el tramo principal fué: primero, colocación de las armaduras de los cuchillos (fig. 8); luego, armadura de los forjados inferiores; después, hormigonado de éstos y de las vigas, y, por último, armadura y hormigonado de los forjados superiores.

Para fijar el río en las proximidades del puente y acercar su cauce a la margen derecha, mejor defendida que la izquierda (que por ser baja y arenosa se presta a inundaciones y a hacer divagar el cauce), hemos dispuesto unos pequeños espigones de gaviones metálicos, que en muy poco tiempo han originado depósitos de arena y fango que se han poblado de vegetación, defendiendo la orilla y forzando al río a discurrir por el sitio deseado.

La atagüa (fig. 9) de que hemos hablado, no solamente sirvió para su fin inmediato de dejar en seco parte de la obra, sino que consiguió que los estribos y pilas del antiguo puente de San Fernando se recalzasen con arenas, pues ya estaban muy descarnados.

* * *

Creo interesante dar aquí el resultado de las pruebas realizadas para recepción del puente (fig. 10). Para ello se dispuso de dos rodillos compresores de

vapor, de 20 ton de peso cada uno, y de cuatro camiones cargados de grava y peso total aproximado, cada uno, 14 ton. Los andenes fueron cargados con un peso aproximado de 500 kg por metro cuadrado.

Primera prueba.—Tramo central derecho

	Lectura del flexímetro
Vacío	9,30 mm.
Con dos apisonadoras	9,40
Con dos apisonadoras y 4 camiones...	9,48
Vacío	9,38
Cargas dinámicas... { Vacío	9,38
	Cargado 9,42 - 9,35
	Vacío 9,38

Segunda prueba.—Tramo central izquierdo

Vacío	2,38
Con una apisonadora	2,45
Con dos apisonadoras	2,49
Con dos apisonadoras y dos camiones.	2,55
Con dos apisonadoras y cuatro camiones	2,55
Vacío	2,36
Cargas dinámicas... { Vacío	2,36
	Máxima. 2,40
	Vacío 2,38

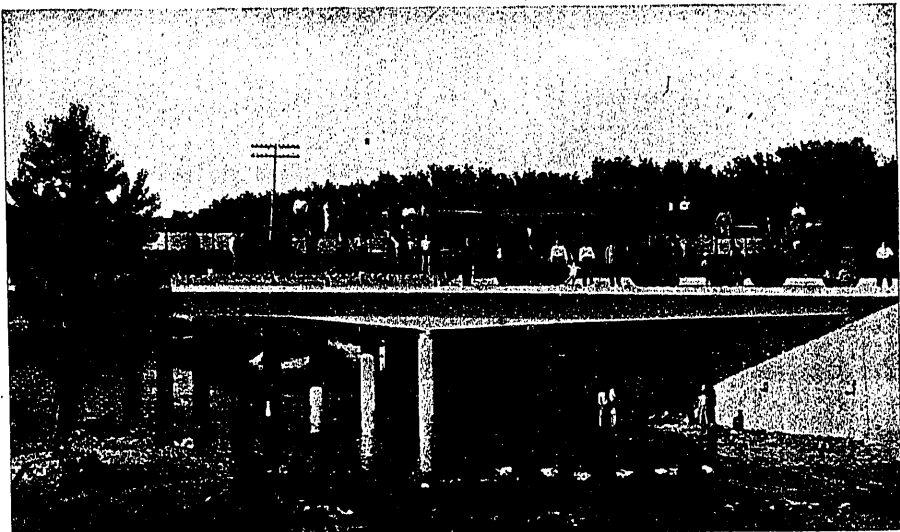


Fig. 10. Pruebas de los tramos (2-6-1934)

Tercera prueba.—Tramo lateral

Vacío... ..	4,52
Con dos apisonadoras y cuatro camiones...	4,50
Vacío	4,52

Cuarta prueba.—Palizada

Centro...	{	Vacío	0,00	décimas mm.
		Con carga total... ..	5,00	" "
		Sin camiones... ..	2,00	" "
		Vacío	1,00	" "
Lateral...	{	Vacío	0,00	décimas mm.
		Con carga total	3,00	" "
		Vacío	1,50	" "

Como se ve, la rigidez de estos puentes es extraordinaria.

* * *

No quiero dejar pasar esta ocasión sin comunicar a los lectores de la REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS que el Gabinete Técnico de Accesos y Extrarradio de Madrid va a realizar por primera vez en España, y tal vez en Europa, experiencias sobre el comportamiento elástico y plástico del hormigón armado en puentes.

Estas experiencias serán efectuadas durante el fraguado, en las pruebas y bajo el tráfico normal, con aparatos de auscultación como los ya instalados en algunas presas de embalse. Van a llevarse a cabo en el puente sobre el Manzanares que une los trozos primero y segundo, ya en construcción, de la carretera de El Pardo a la Sierra de Guadarrama.

Del resultado de estas experiencias ofrezco hablar en la REVISTA, contando con la amabilidad de su director, ya que también estoy encargado de las obras, ya comenzadas, de ese puente.

Silverio DE LA TORRE PARRAS
Ingeniero de Caminos

Introducción a la mecánica de tierras

1.º El problema

El estudio de una cimentación tiene, como es bien sabido, dos partes: una se refiere al cimiento propiamente dicho, y la otra al terreno que absorbe las presiones transmitidas por dicho cimiento. Cuando se conoce esta ley de transmisión es ya fácil resolver la primera parte del problema utilizando los recursos de la resistencia de materiales.

Para comprobar la estabilidad de la sustentación, en el caso de cimentaciones directas, se determinan las cargas extremas sobre el terreno (figuras 1 y 2) y se comparan con un cierto coeficiente práctico, extraído casi siempre de los manuales. Además, la componente tangencial H debe ser absorbida por el rozamiento entre la base de la obra y el terreno.

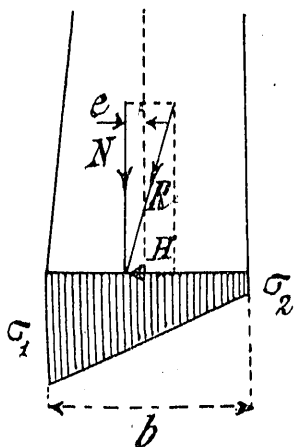
Este método supone implícitamente las siguientes hipótesis: 1.º El terreno obedece a la ley de Hooke. 2.º La acción de la carga R sólo afecta al prisma de tierras que cubre la solera del cimiento.

La primera hipótesis sólo puede admitirse en con-

yecto a los cálculos rudimentarios que acabamos de exponer.

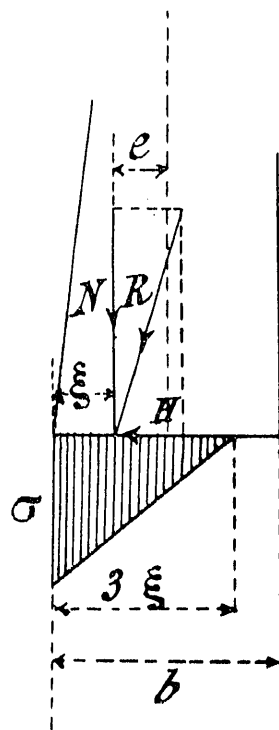
Existe hoy un cuerpo de doctrina, sistematizado por Terzaghi, para realizar el estudio de estas cimen-

Fig. 1



$$\sigma_{1,2} = \frac{N}{b} \left(1 \pm \frac{6e}{b} \right)$$

$$(e \leq \frac{b}{6})$$



$$(e > \frac{b}{6})$$

$$\sigma = \frac{2}{3} \cdot \frac{N}{\xi}$$

Fig. 2

taciones del mismo modo, si bien con principios diferentes, que se calcula una estructura elástica. Este nuevo capítulo de la técnica moderna, llamado "mecánica de tierras", se ocupa de determinar, mediante ensayos de laboratorio, las constantes físicas (rozamiento interno, cohesión, etc.) que caracterizan el comportamiento de un terreno, para calcular con ellas el régimen de tensiones moleculares y de deformaciones en un punto cualquiera de su masa sometida a un sistema conocido de fuerzas exteriores. Concretamente, por lo que se refiere al problema de una cimentación, la mecánica de tierras trata de investigar las relaciones mutuas entre los elementos siguientes: fuerzas exteriores, sus líneas o superficies de aplicación, profundidad del cimiento, asientos y duración de la carga.

tados casos. La segunda, nunca. Por eso, en cimentaciones de cierta importancia, sobre tierras sueltas o arcillas dotadas de mayor o menor cohesión, no es posible limitar el estudio de la parte fundamental del