

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

FUNDADA Y SOSTENIDA POR EL CUERPO NACIONAL DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

Redactor-Presidente..... Excmo. e Ilmo. Sr. D. Luis Sáinz, Inspector general de primera clase del Cuerpo.
Redactores..... Los Sres. Presidentes de las Comisiones regionales de Ingenieros.
D. Luis Gaztelu, Profesor de la Escuela de Caminos.
D. Manuel Maluquer, Ingeniero del mismo Cuerpo, *Secretario*.
Colaboradores..... Todos los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
Corresponsal en Londres.. D. Enrique Sanchis, Ingeniero del mismo Cuerpo.

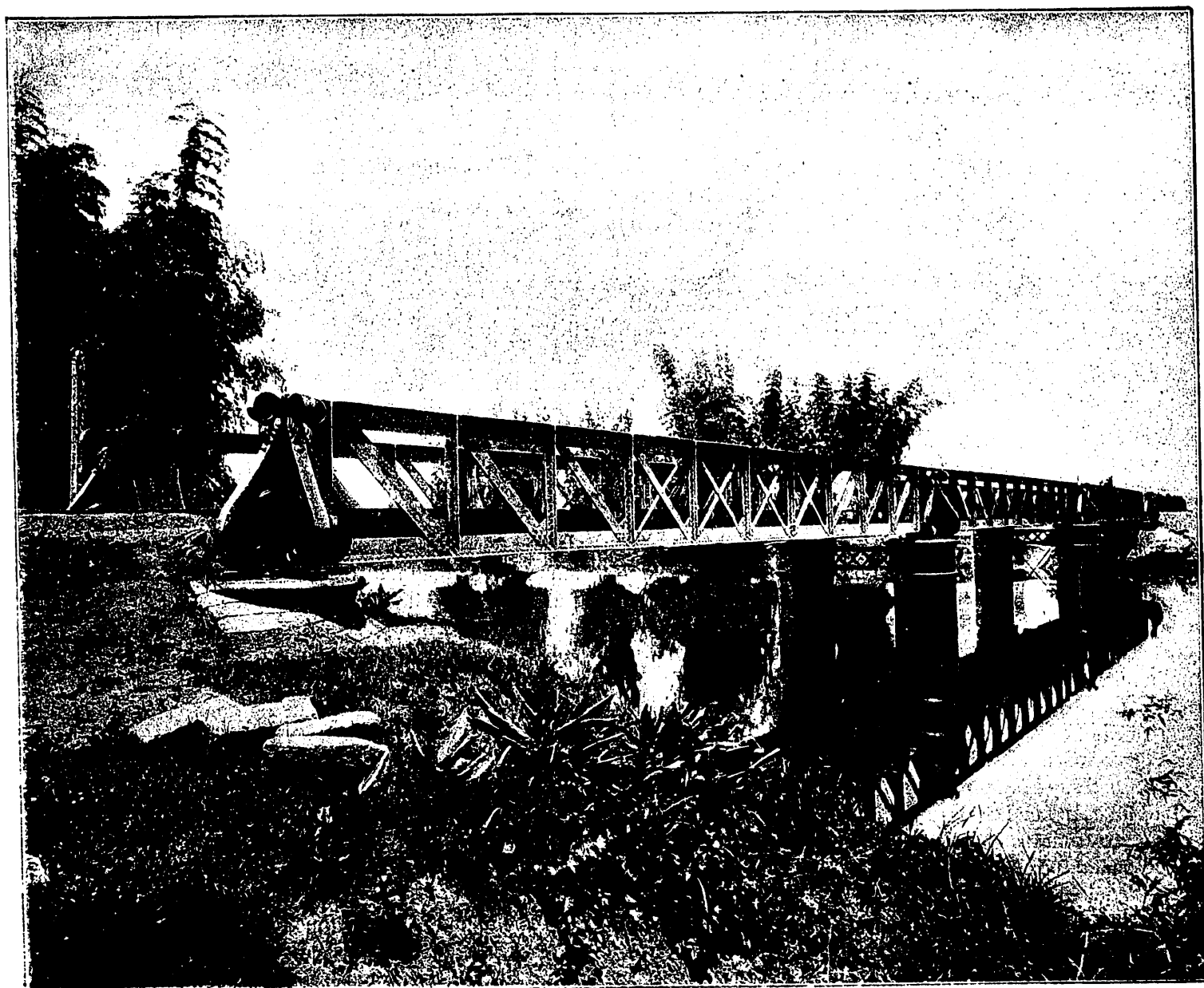
SE PUBLICA LOS JUEVES

Redacción y Administración: Puerta del Sol, 9, pral.

ULTRAMAR

FERROCARRIL DE MANILA Á DAGUPAN (FILIPINAS)

PUENTE SOBRE EL RIO BOCAUE



La empresa concesionaria del ferrocarril de Manila á Dagupan propuso á la Superioridad, y ésta aprobó, emplear, para salvar los cursos de agua que atraviesa el trazado, un tipo de vigas y apoyos para todos aquellos puentes cuya luz podía componerse con tramos de 20,00 metros de luz, facilitando extraordinariamente la construcción de las innumerables obras que ha sido preciso ejecutar, dado que por otra parte las condiciones del terreno por el que aquél se desliza son muy análogas y se prestan á emplear en la mayoría de las expresadas obras el mismo sistema de fundaciones y sólo en casos excepcionales se han podido emplear otros sistemas, uno de los cuales fué el del puente sobre el río Grande de la Pampangá, de que ya tienen noticia nuestros lectores por la breve reseña que de él se ha dado á conocer en números anteriores de esta REVISTA; en el presente número se acompaña una vista de una obra ejecutada con el tipo que nos proponemos reseñar.

Vigas principales.—Las vigas principales son de celosía del conocido sistema Warren; las dimensiones principales de éstas son:

Longitud total, 21,55 metros.

Luz salvada, 20,00 ídem.

Entregas sobre los apoyos, 0,755 ídem.

Altura de las vigas entre planchas, 2,00 ídem.

Separación de las vigas de eje á eje, 4,10 ídem.

La luz de la viga se halla dividida por montantes espaciados 2,00 metros de eje á eje en 10 paneles.

La celosía que con los montantes une las cabezas de la viga es sencilla en los tres primeros paneles de cada lado y doble en los cuatro centrales.

Las cabezas se hallan compuestas de un alma de 300×9 milímetros, dos escuadras de $80 \times 80 \times 10$ milímetros y una plancha corrida de 300×9 milímetros, completando los espesores necesarios para resistir los variables momentos de flexión con planchas de 300×8 milímetros.

Los montantes verticales están compuestos de cuatro escuadras de $70 \times 70 \times 8$ milímetros y una plancha en dirección normal de la vía de 300×10 milímetros, reforzados interiormente con planchas triangulares del mismo espesor. Las entregas sobre los apoyos son de alma llena de plancha de 9 milímetros de espesor, reforzada normalmente en sus extremos con planchas de 300×10 milímetros y dos escuadras de $80 \times 80 \times 10$.

La celosía, que como se ha dicho es sencilla en los tres primeros paneles de cada lado, se compone de dos barras de 280×11 milímetros en el primero, de 240×10 milímetros en el segundo y 200×9 milímetros en el tercero; los correspondientes á los cuatro paneles centrales, que son de celosía doble, están compuestas de dos barras de 155×9 milímetros y una de 80×8 milímetros para el quinto panel y dos de 120×8 milímetros y una de 110×9 milímetros para el sexto, correspondientes, respectivamente, á las dos direcciones de dichas barras.

Viguetas.—Las vigas principales están unidas en su parte inferior por las viguetas en correspondencia con los montantes y unidas á ellos por las placas de refuerzo ya mencionadas, hallándose, por lo tanto, distanciadas 2,00 metros de eje á eje.

Su sección es de una doble T, compuesta de un alma llena de 520×9 milímetros y cuatro escuadras de $80 \times 80 \times 10$ milímetros.

Largueros.—De vigueta á vigueta, en la parte central de las mismas, separados 1,12 metros de eje á eje, van los

largueros que sostienen las traviesas sobre las cuales, á su vez, descansan el carril y contracarril de la vía.

Su sección es de doble T, compuesta de un alma llena de 300×8 milímetros y cuatro escuadras de $60 \times 60 \times 8$ milímetros.

Otros largueros más pequeños, distantes de los anteriores 1,20 metros, formados por hierros en forma de T, de $120 \times 60 \times 9$ milímetros de sección, sirven para el apoyo de las cabezas de las traviesas; sobre éstas y á ambos lados de los carriles, descansa un entablonado de 0,052 metros de espesor para el paso de peatones.

Arriostramiento.—Inferiormente va arriostrado el tablero por grandes cruces de San Andrés, comprendiendo el espacio de dos paneles formados por barras planas, cuya sección es 70×8 milímetros.

Para el cálculo de los elementos de las vigas descrito, se ha partido de los siguientes datos:

Longitud de la locomotora, 9,50 metros.

Peso de las mismas, 34.000 kilogramos.

Peso por metro lineal de puente, 1.000 ídem.

Velocidad del viento, 230 millas, ó sean 370,14 kilómetros por hora, que produce una presión por pie cuadrado inglés, ó sean 0,09 metros cuadrados, de 75 libras inglesas, ó sean 34 kilogramos, equivalente á 366 kilogramos por metro cuadrado, esfuerzo que la Compañía aceptó para precaver el efecto de los terribles vientos huracanados que reinan en la isla de Luzón en ciertas épocas del año.

Apoyos.—Para pilas y estribos, á excepción de aquellos casos en que las condiciones del subsuelo han permitido construir apoyos de fábrica, el tipo elegido consiste en tubos de hierro hincados á cielo abierto hasta la profundidad conveniente.

Dichos tubos son gemelos, correspondiendo dos á cada apoyo, distantes los ejes de los cilindros 4,10 metros por la separación de las vigas de los tramos.

Cada cilindro está compuesto de diversas piezas de 2,00 metros de altura, unidas entre sí por pernos de 28 milímetros de diámetro que atraviesan los rebordes interiores de 200 milímetros de longitud por 32 milímetros de espesor, reforzados por cuchillos triangulares del mismo espesor de que van provistos los sistemas de cada pieza.

El diámetro exterior de los cilindros es 1,83 metros y su espesor 32 milímetros.

Coronan estos cilindros sencillos capiteles compuestos de dos partes: la inferior, de 0,92 metros de altura, y la superior, de 0,40 metros, unidas á enchufe entre sí y la inferior con los cilindros antes mencionados, por el mismo sistema de pernos y rebordes.

Cuatro tirantes de 2,50 metros de longitud y 51 milímetros de diámetro, empotrados en la fábrica de hormigón hidráulico, de que se rellenan los tubos una vez llegados á la profundidad deseada, y verificadas las pruebas de resistencia prescritas, que consiste en cargar con 50 toneladas cada tubo sin que se acuse el menor descenso, sirven para unir invariablemente la parte superior de la coronación al resto del cilindro, una vez terminada su hincá.

Entre los dos cilindros que componen cada apoyo queda un espacio de 2,27 metros, en el que se colocan las vigas que unen entre sí á aquéllos.

Dichas vigas, que son de celosía, tienen una altura de 0,726 metros, y sus cabezas están compuestas de hierros en forma de T, de $160 \times 120 \times 13$ milímetros, uniéndose á las paredes de los cilindros por intermedio de planchas

de refuerzo del mismo espesor que aquéllas y pernos de 26 milímetros de diámetro; estas vigas, colocadas á diversas alturas, van á su vez unidas por cruces de San Andrés, formados de varillas de 32 milímetros de diámetro con sus correspondientes tensores.

Sobre la parte superior de la coronación de los cilindros van colocadas las placas de asiento que, para los apoyos correspondientes á las pilas, comprenden la longitud de las dos entregas de los dos tramos que sobre ellas descansan, siendo su longitud 1,65 metros y 0,402 su anchura; dichas placas van unidas á las coronaciones por medio de pernos

fijados á nervios que éstas llevan interiormente; estos pernos atraviesan las planchas de las vigas, á cuyo efecto, los agujeros que éstas llevan son alargados á fin de permitir los movimientos que produzca la dilatación del material.

Las vigas reposan sobre las placas de asiento por intermedio de una lámina de plomo, cubriéndose la disposición descrita para impedir que el polvo penetre en el interior é impida deslizamiento de las vigas sobre las placas.

Finalmente, sobre la coronación de las pilas se adosan, cubriendo la entrega de las vigas unos adornos de fundición puramente decorativos.

PROYECTO DE RECTIFICACIÓN DEL RÍO LLOBREGAT ⁽¹⁾

POR D. PEDRO GARCÍA FARIA

Dificultad que ofrece el proyecto.— Si problemas difíciles ofrece la hidráulica, merece colocarse en primer término el que se refiere al cambio de cauce de los ríos, y con mucha mayor razón si éstos tienen carácter torrencial y un régimen tan variable como el del río Llobregat, que motiva el presente proyecto.

Con objeto de proceder con pleno conocimiento de causa explicaremos las soluciones adoptadas, comparándolas con otras propuestas ya anteriormente, y que podríamos reproducir si no ofrecieran los inconvenientes que, á nuestro juicio, presentan.

Discusión acerca de si conviene la rectificación tomando por base el álveo actual ó construyendo un nuevo cauce.— Dos ideas se ofrecen al intentar el proyecto: y son la de mejorar la traza actual del río, y la de crearle un álveo nuevo en los terrenos en que sea necesario. Militan en favor de la primera razones de economía mal entendida, á las que se asocia el temor que engendra acometer una empresa tan vasta como es la de crear un nuevo cauce á un río que, si es pobrísimo en aguas de estiaje, gracias á su carácter torrencial, á las muchas sangrías que mermian su menguado caudal, es temible en las épocas en que grandes aguaceros simultáneos en distintos puntos de la cuenca y la mala disposición del lecho, concurren á elevar la altura de las aguas por encima de las márgenes, rebasándolas é invadiendo la vega.

Inconveniente del trazado curvilíneo del río.— Es cierto que en los puntos elevados del delta la velocidad es pequeña é insuficiente para causar daños de consideración; pero no deja de ser cierto que en las líneas de fondo del mismo delta las corrientes son bastante impetuosas y arrastran cuanto á su paso encuentran, incluso las cosechas y el terreno mismo. Además, al invadir todo el llano el río des-

bordado, aunque no sea más que durante un par de días, convierte en inmenso pantano toda la vasta superficie del delta del río, inundando no sólo los campos, sino los mismos pueblos, dejando en unos y otros el germen de enfermedades maláricas y otras muchas que la conveniencia pública exige se eviten cuidadosamente; cosa imposible de lograr, á menos que se empleen cantidades mucho mayores, conservando el sinuoso cauce actual, por mucho que se suavizasen algunas de las rápidas y violentas curvas que presenta, y aun así sería difficilísimo impedir que la violencia de la corriente, chocando uno y otro día con la margen en sus senos ó partes cóncavas, dejara de destruirlo; porque uno de los más violentos y avasalladores esfuerzos que se conocen es el de las grandes avenidas, al encontrar un obstáculo que detenga ó aminore su marcha y origine corrientes y remolinos, que acaban frecuentemente por socavar el obstáculo, arrastrando sus restos y librándose ancho y desahogado paso sobre los mismos. En cambio, esta misma corriente, debidamente encauzada y dirigida, sin obstáculo alguno que se oponga á su marcha, regida por las inmutables leyes de la hidráulica y desahogando su impetuosa violencia, recorriendo, sin que nada se oponga á su paso, el camino correspondiente á la energía almacenada en la inmensa ola líquida en movimiento, esa misma corriente se sumerge en el mar, avanzando sobre su superficie y limitándose á teñir de rojo esas mismas aguas, con las que al fin ha de confundirse, no sin quedar antes despojada de los materiales que arrastraba, y que la abandonaron tan luego perdió la potencia de arrastre de que se hallaba animada anteriormente. Además del paludismo y otras enfermedades infectivas, la disposición actual del río ofrece otro gravísimo inconveniente: el de constituir una amenaza perenne para los pueblos de la vega; pues en cuanto los propietarios colindantes con el río descuiden la defensa de sus márgenes, y éstas son destruidas en una avenida, el río puede cambiar de lecho, y al cambiar de cauce destruir algunos de los aludidos pueblos. Recuérdese, con efecto, que el Excmo. Sr. Gobernador civil de la provincia, en 29 de Marzo de 1853, ya consignó que en los fuertes aguaceros de Septiembre y Octubre de 1850 el río abandonó enteramente el cauce que llevaba y se hizo paso por otra línea, inundando gran porción de terrenos de cultivo, amenazando próximamente á la villa de San Baudilio del Llobregat y aun el pueblo

(1). Este artículo, preparado para publicarlo después del del ensanche de Cartagena, por tratar de un asunto de que no se ha ocupado hace tiempo esta REVISTA, ha resultado de actualidad porque las inundaciones recientemente ocurridas en la comarca del Llobregat han hecho sentir la necesidad, cada día más apremiante, de la rectificación de dicho río. Es un extracto de parte de la Memoria del importante proyecto redactado en el año 1890 por el ilustrado Ingeniero de Caminos D. Pedro García Faria, quien ha tenido la amabilidad de proporcionarnos dichos datos.

La continuación de este artículo, que publicaremos en el número próximo, trata del drenaje tubular en el Llobregat, proyecto de riego con aguas sucias y con las vistas y subterráneas obtenidas por elevación y el presupuesto general y sistema económico para llevar á cabo las obras.