

NOTAS SOBRE EL PROYECTO Y CONSTRUCCION DEL PUENTE SOBRE EL RIO GUAYURIBA (COLOMBIA)

Por ENRIQUE GARCIA REYES,
Ingeniero de Caminos.

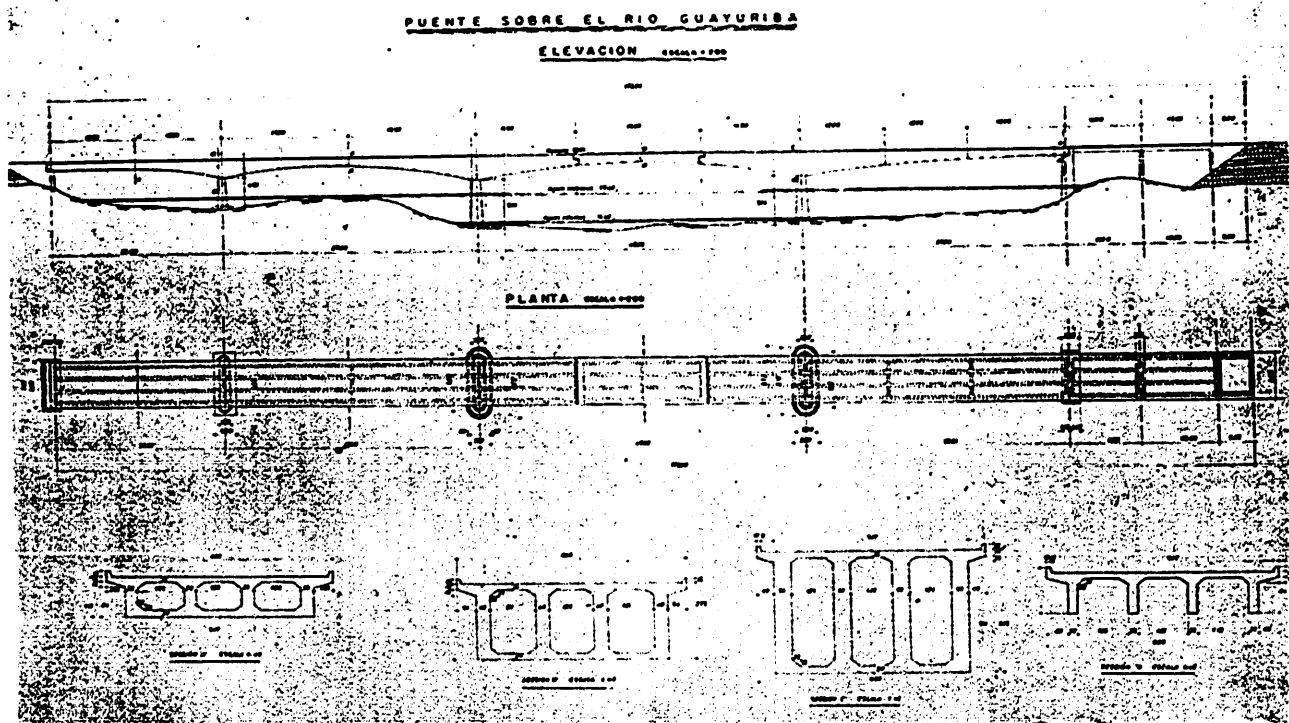
La REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS se honra al poder contar entre sus colaboradores al gran Ingeniero español D. Enrique García-Reyes, que tan alto ha puesto en América el buen nombre de los técnicos españoles. El artículo que publicamos describe la construcción de un importante puente sobre un río muy caudaloso en el que era muy difícil poder apoyar una cimbra. Para sustituirla hubo de recurrirse a una estructura metálica móvil, que se fué trasladando de una parte a otra del puente, a medida que avanzaban las obras.

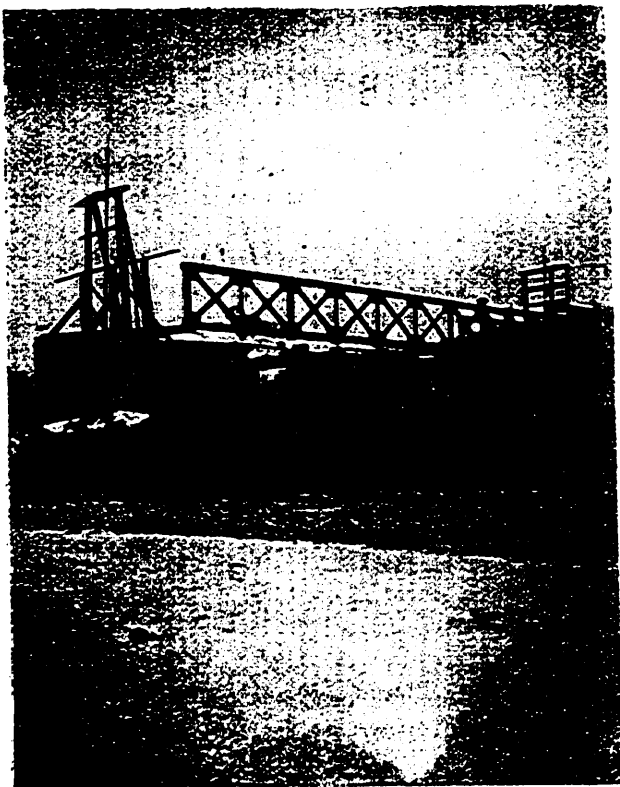
Para el cruce de la carretera Bogotá-San Martín, en Colombia (Sudamérica), con el río Guayuriba, se acaba de completar un puente de hormigón armado, cuya forma de construcción representa una solución de interés para el caso muy corriente en que el régimen de avenidas de un río no permita apoyar la obra sobre una cimbra.

El puente objeto de esta nota está constituido, conforme se aprecia en el esquema adjunto, por cuatro tramos y dos pequeños accesos. El tramo más importante que cruza el río en aguas mínimas, tiene 47 m. de luz; a ambos lados van dos tramos de 37 metros de luz, y además, hay otro tramo de 25 m. de abertura. La estructura está formada por vigas de cajón de hormigón armado de sección variable. A un

lado, los tramos de 25 y de 37 m. son continuos, prolongándose hacia la luz mayor mediante una ménsula de 14,50 m. de longitud. Al otro lado, el tramo de 37 m. se prolonga igualmente hacia el central otros 14,50 m. Como la luz en éste es de 47 m., queda un vano entre ménsulas de 18 m.

Los cimientos se han realizado mediante cajones de hormigón armado hincados a una profundidad variable de 7 a 9 metros, en la cual se encontró una roca dura. Las pilas tienen 1,00 en el enrase de los tramos, con un talud de los paramentos de 1/20, y son macizos de hormigón en masa con una ligera armadura en su contorno. Los dos estribos son nuevos de hormigón armado, así como los muros de acompañamiento extremos.





Montaje del puente metálico auxiliar para construir el tramo central de 18 m., apoyado en las dos ménsulas.

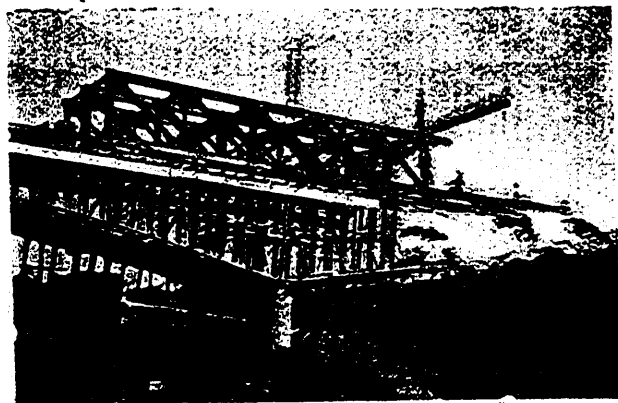
La disposición transversal es a base de vigas-cajón variables en ancho y en altura. La variación de cantos de las vigas es parabólica. El de 47 m. de luz tiene una altura en las secciones de apoyo de 3,40 metros, siendo de 1,15 m. el canto del tramo apoyado de 18 m. de luz. En los tramos de 37 m. la variación es de 2,75 a 1,15 m. En cuanto a los anchos de las vigas en cajón, los tabiques varían de 0,35 me-

tros en el centro de las luces a 0,50 m. en los apovos. El tablero vuela a ambos lados de los tabiques extremos hasta obtener el ancho uniforme de 6,60 m., lo que permite el paso de dos vías de tráfico de 3,00 metros.

El proyecto se realizó de acuerdo con el tren de sobrecargas H-20-44, de las especificaciones americanas. La longitud total de la obra es de 172 m., en la cual está comprendida la de los tramos de acceso, de 11 y 10 m. de luz, además del muro de acompañamiento, de 5 m. de longitud.

Por tratarse de un río con avenidas extraordinarias, que alcanzan hasta un metro por debajo del nivel de enrase de las pilas, fué necesario estudiar con mucho cuidado el sistema de construcción de la obra. El problema fundamental consistió en evitar las cimbras apoyadas en el cauce, principalmente en el tramo de 47 m. Para ello, se proyectó un puente metálico de 20 m. de luz, constituido por cuatro cerchas de 2,40 m. de altura, capaz de soportar el peso del hormigón fresco, de las armaduras y del personal y elementos de la construcción, tanto durante el tramo central apoyado en las ménsulas de 18 m. de longitud, como durante la ejecución de las mismas ménsulas.

El proceso de ejecución fué como sigue: Una vez proyectado y construido este puente metálico de gran rigidez, fué colocado debajo del tramo de 35 m., completando el resto del vano con cerchas de madera, apoyadas en las pilas del puente y el puente metálico. Después se ejecutaron las ménsulas montando el tramo metálico anclado en el hormigón ya ejecutado y dispuesto en voladizo con la contraflecha correspondiente. Se llevó así a cabo la construcción de cada una de las ménsulas de 14,50 m. de longitud. Bastó, por último, apoyar en el extremo de éstas el puente metálico para realizar el tramo central apoyado, sin



Montaje del puente metálico auxiliar para construir una de las ménsulas de 14,50 m. de longitud.



El puente metálico auxiliar, dispuesto para la construcción de una ménsula de 14,50 m. de vuelo.

necesidad de apoyo alguno sobre el río. El sucesivo cambio de posiciones del tramo metálico dió lugar a un cierto retraso en el plazo inicialmente previsto para la construcción, ya que para cada parte de la obra fué necesario dejar durante veintiún días el puente metálico (del que colgaban los encofrados), mientras se alcanza la resistencia mínima exigida para el hormigón.

El diseño de la estructura se hizo con hormigón de $3\,000 \text{ lib./pulg.}^2 = 210 \text{ Kg./cm.}^2$, a los veintiocho días. Tanto de los ensayos previos como de los resultantes del hormigón tomado de las mezclas en obra, se consiguió, a los veintiún días, resistencias superiores a las $2\,500 \text{ lib./pulg.}^2 = 175 \text{ Kg./cm.}^2$, lo cual permitió, con amplia seguridad, descimbrar las diferentes partes del puente con este plazo de veintiún días. Como carga de trabajo de las varillas para el hormigón se adoptó: $20\,000 \text{ lib./pulg.}^2 = 1\,400 \text{ kilogramos/cm.}^2$.

El proyecto del puente no presenta dificultades especiales. Se trata de una estructura sencilla: A un lado un tramo isostáticamente apoyado, con una ménsula. Al otro lado, dos tramos continuos, prolongados también por una ménsula. Y en el centro, el tramo isostático de 18 m. de longitud. La ventaja de disponer de losa superior e inferior en los cuatro elementos resistentes que forman las vigas en cajón, permite considerar cada viga según una viga doble T y utilizar la ventaja del espacio suplementario para colocar las armaduras en las cabezas, aprovechando también las cartelas. Las varillas van todas soldadas a tope a todo lo largo, sin otra preocupación que la de alternar los puntos de soldadura. La armadura de las vigas está constituida por redondos de $1\frac{1}{4}'' = 32$ milímetros, los cuales también se sueldan en los puntos de cruce con las barras de repartición y con los estribos o marcos.

Como se indica antes, una vez ejecutados los tra-



Vista por debajo del encofrado del vano central, colgado del puente-cimbra metálico.

mos laterales, la luz central se realizó en tres posiciones distintas del puente metálico. En las fotografías que se acompañan se aprecia todavía dicho puente metálico en la posición central con el encofrado inferior todavía sin retirar. El peso total del puente metálico auxiliar es de 32 Tn. Está constituido por cuatro cerchas paralelas, rigidamente arriostradas, cada una de ellas dividida en tres trozos, para faci-



El tramo central de 47 m., con la cimbra que sirvió para su ejecución.

litar el montaje y el transporte. Estas operaciones se realizaron muy fácilmente con un equipo auxiliar muy sencillo, constituido por dos cables longitudinales. En esta forma se logró el objetivo fundamental de evitar apoyos en el centro de la corriente, sin el peligro de las avenidas del río sobre una posible cimbra sustentada directamente sobre el cauce.

cimbra todavía sin desmontar. En mayo de 1956 se procede a la colocación de la barandilla y a las pruebas reglamentarias de la estructura.

Los aparatos de apoyo, de hormigón armado, son del tipo de articulaciones pendulares. Un tabique de contorno permitirá que todas las pilas lleguen hasta el nivel del enrase de las vigas, dejando el libre giro

Vista de conjunto del puente, con la cimbra metálica que sirvió para su construcción colocada en el tramo central.



La solución adoptada, muy económica y aconsejable para el caso de ríos torrenciales de la naturaleza del Guayuriba, permite resolver casos análogos con absoluta seguridad, suprimiendo los riesgos del efecto de la corriente sobre las obras provisionales.

En las fotografías adjuntas se aprecia bien el efecto general del puente. La obra está ya resistiendo su propio peso, inclusive el tramo central, con la

que se necesita para la apropiada sustentación del sistema.

Este puente ha sido proyectado y construido por la Empresa "Construcciones García-Reyes y Cia. Limitada", bajo la dirección del suscrito y de los ingenieros Manuel García-Reyes y Gilberto Méndez, para el Ministerio de Obras Públicas de la República de Colombia (Suramérica).