

puente en la autopista de Worblen

PAUL KIPFER, ingeniero

562 - 74

sinopsis

La autopista suiza de Berna a Zürich cruza el valle del Worblen sobre una estructura de hormigón pretensado que se apoya a media ladera en el terraplén de una línea ferroviaria. La estructura tiene cinco tramos, de 40,10; 48,5; 48,5; 60,60, y 52 m de luz, respectivamente, en el sentido direccional de Berna a Zürich. El tablero, con eje en curva, está constituido por dos nervios huecos o vigas cajón, continuos, con tabiques pretensados, soportados por apoyos aligerados que descenden hasta un banco rocoso después de atravesar una capa arcillosa poco consistente. La particularidad es que apoyarse sobre un terraplén, las malas condiciones del terreno y la profundidad del firme han ocasionado problemas cuya solución ha requerido serios estudios. La obra se comporta estáticamente como si se tratase de una viga completamente elástica, pues no presenta deformaciones con carácter permanente. Al cargar el tablero—de 21 m de anchura, subdividido en dos calzadas de 8,40 m cada una y dos andenes para peatones—sobre una sola viga de las dos tipo cajón que posee la estructura, la otra, gemela, absorbe del 20 al 30 % del momento total que dicha carga origina. De esta obra se han realizado una serie de ensayos sobre modelo reducido, de los que se han obtenido resultados concordantes con los cálculos que se habían hecho previamente.

La autopista de Zürich a Berna (Suiza) salva el valle del Worblen con un puente en curva, de 250 m de longitud total, con pendiente de 0,15 %, subdividido en cinco tramos, de 40,40, 48,50, 48,50 60,6 y 52 m, respectivamente, y en orden siguiendo la dirección de Berna a Zürich.

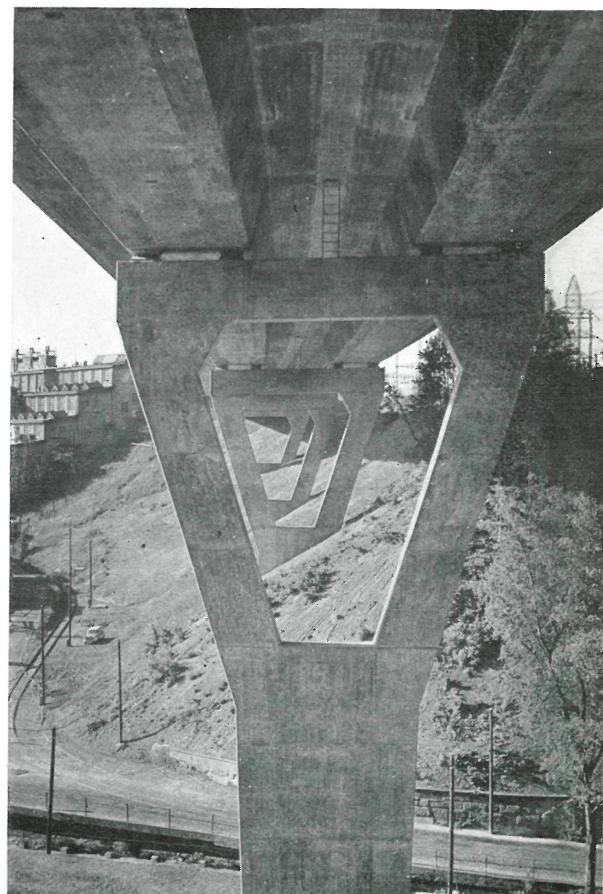
Esta estructura, de hormigón pretensado, muestra una sección transversal celular con pendiente del 2 % hacia el centro de la curva.

El tablero, de 21,10 m de anchura total, se ha dividido en dos calzadas, de 8,40 m de anchura cada una; dos andenes, de 0,60 m, y dos extremidades, sobre las que se levanta el antepecho metálico. El tablero está constituido, estructuralmente, por una losa y dos nervios huecos cuyos ejes se han espaciado a 4,70 m, es decir, que tiene características similares a las de una viga-cajón.

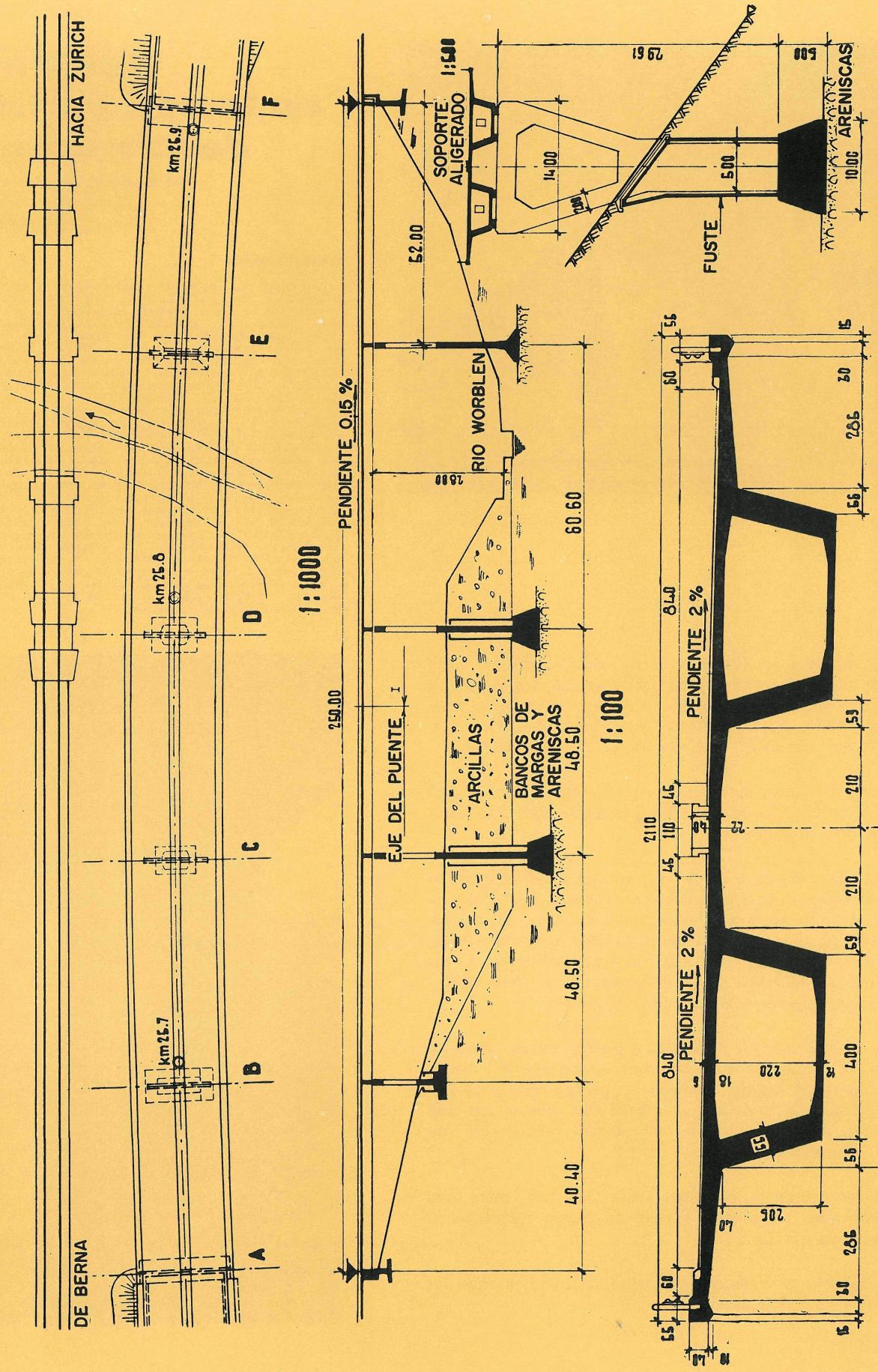
La construcción de esta obra a media ladera, sobre un terraplén de una línea de ferrocarril, con eje de curva y teniendo que descender bastante en profundidad para llegar al firme rocoso de margas y arenas, presentaba una dificultad en cimientos que era preciso vencer con una solución apropiada.

La estructura se comporta, estáticamente, como una viga continua, pretensada y tipo cajón, con curvatura en planta y en vertical.

El soporte B trabaja como péndulo, mientras que los demás se han articulado.



planta, alzado y sección



Montaje de entramados provisionales.

Colocación de armaduras.

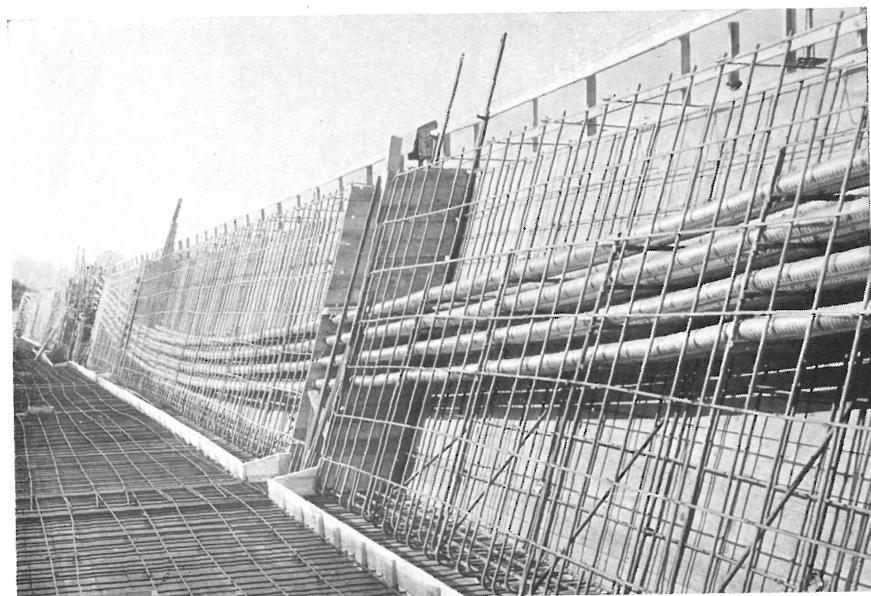
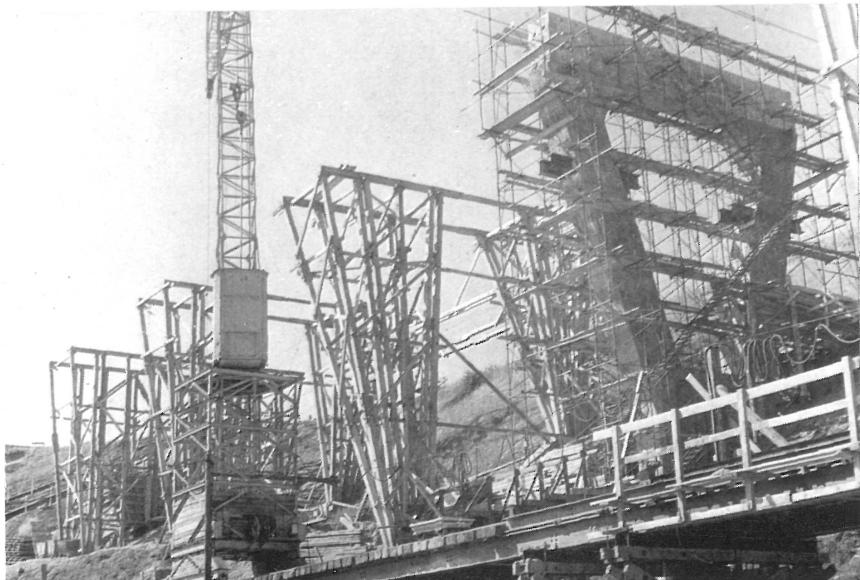
Cables de pretensado.

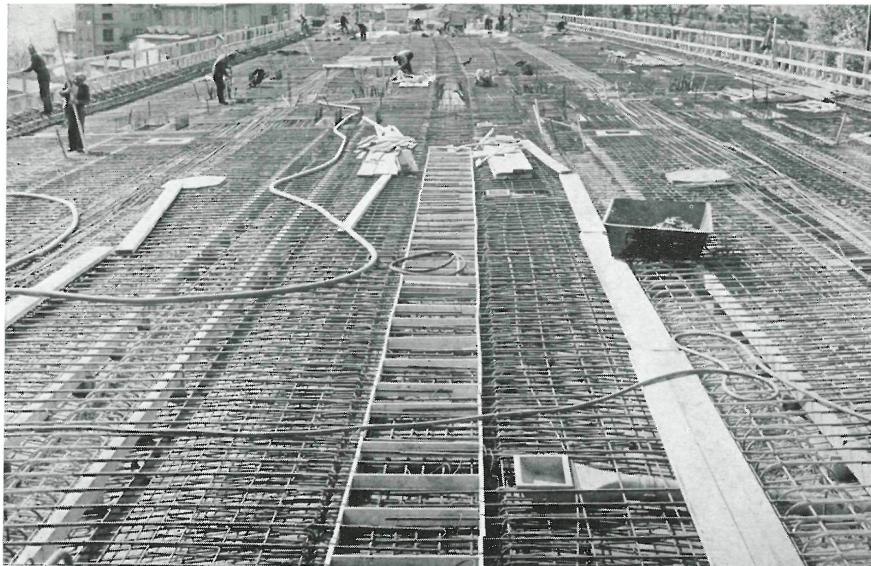
Tanto las consideraciones analíticas como los ensayos realizados, utilizando un modelo reducido y distintas hipótesis de sobrecargas, han conducido a la conclusión de que la losa que une las dos partes celulares del tablero, en forma de viga - cajón, transmite las cargas como si se tratase de un elemento monolítico, efecto que se ha procurado conseguir durante la construcción del puente.

Con objeto de poder corregir posibles asientos diferenciales de la cimbra, se dejó en el entramado provisional de apoyos un espacio abierto en la parte central, de unos 80 cm de luz, que se cerró después de haber terminado las operaciones de tesado del pretensado.

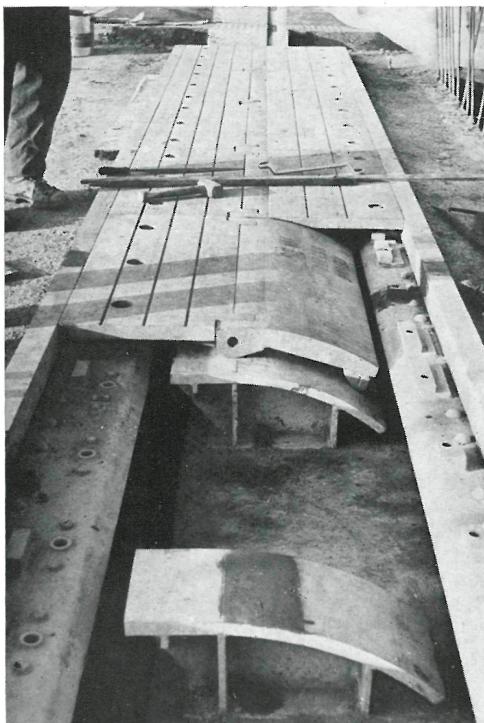
Los entramados auxiliares utilizados para el apoyo de los encofrados fueron objeto de un detenido estudio, impuesto por presentar unas características especiales la topografía local del terreno que exigía reducir a un mínimo el número de apoyos sobre el suelo, toda vez que se tenía que bajar hasta el firme, formar apoyos de distinta altura y disponer arriostramientos complicados que encarecerían la obra y la estabilidad del propio entramado.

El puente ha sido proyectado por el ingeniero P. Kipfer, que también se encargó de su dirección. Los Pliegos presentados al concurso público abierto para el proyecto de ejecución se abrieron en 1959 y la obra se terminó en 1961.



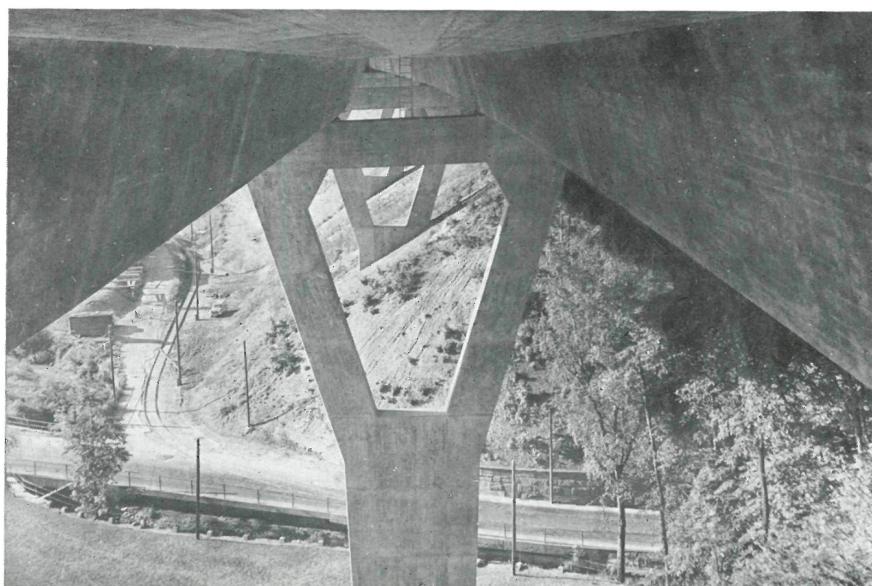


Armaduras de la losa del tablero.



Andén articulado.

Intradós.



construcción

Los ensayos realizados, sobre modelo reducido, por el Instituto de Ensayos de Ingeniería Civil, de Zúrich, y bajo la dirección del ingeniero Rössli, dieron resultados satisfactorios y en concordancia con los análisis estáticos que durante la preparación del proyecto se habían desarrollado.

El puente se comporta elásticamente bajo cualquiera de las condiciones de carga supuestas durante el cálculo, es decir, la estructura recobra su forma primitiva al suprimir las cargas que la deforman momentáneamente, o, dicho de otra forma, no existen deformaciones permanentes.

Con una sobrecarga de 340 toneladas se produjo una flecha de 12,8 mm, o, su equivalente, 1/4.700 de la luz. Los cambios de tensiones fueron del orden de 34 kg/cm² con un módulo de elasticidad de 450.000 kg/cm².

Si se cargaba sólo una de las dos células o nervio en forma de viga-cajón, la otra viga gemela absorbía del 20 al 30 % del momento total experimentado por la estructura como consecuencia de dicha carga. Los efectos oscilantes de la estructura son similares a los de otras obras de este género, y la frecuencia propia es de 2 kilociclos por segundo. El amortiguamiento cuenta con un decremento logarítmico de 0,027.

Pont sur le Worblen

Paul Kipfer, ingénieur.

L'autoroute suisse de Berne à Zürich franchit la vallée de Worblen sur une structure en béton précontraint qui s'appuie, à mi-pente, sur le terre-plein d'une voie ferrée.

La structure compte cinq sections, de 40,10, 48,5, 48,5, 60,60 et 52 m de portée, respectivement, dans la direction de Berne à Zürich.

Le tablier, d'axe courbe, est formé par deux nervures creuses ou poutres caisson, continues, de cloisons précontraintes, supportées par des appuis allégés qui descendent jusqu'à un banc rocheux après avoir traversé une couche argileuse peu résistante.

La particularité de s'appuyer sur un terre-plein, les mauvaises conditions du terrain et la profondeur du revêtement ont posé des problèmes dont les solutions ont fait l'objet de sérieuses études.

L'ouvrage, ne présentant pas de déformations de caractère permanent, se comporte statiquement comme s'il s'agissait, d'une poutre complètement élastique. En charge, le tablier—de 21 m de largeur, divisé en 2 chaussées de 8,40 m chacune et deux trottoirs pour piétons—sur une seule des deux poutres de type caisson que comporte la structure, l'autre poutre jumelle absorbe de 20 à 30 % du moment total produit par cette charge.

Une série d'essais de cet ouvrage ont été exécutés sur modèle réduit et les résultats obtenus ont concordé avec les calculs effectués préalablement.

Bridge over the River Worblen

Paul Kipfer, engineer.

The Swiss roadway from Berne to Zürich crosses the Worblen river over a prestressed concrete structure which rests on the slopes of a railway embankment.

The structure has five spans, of 40.1, 48.5, 48.5, 60.6 and 52 ms length respectively, in the direction Berne to Zürich.

In the horizontal projection the deck is curved, and consists of two hollow continuous box girders, with prestressed partitions. It rests on open columns which reach down to bedrock, after penetrating through a layer of clay of scant consistency.

The fact that the structure rests on a slope, the poor soil conditions and the depth at which firm foundations are situated has led to difficulties, to overcome which detailed study has been necessary.

Statically, the structure behaves as a totally elastic girder, since no permanent deformations take place. On loading the 21 ms wide deck (which is divided into two runways, each 8.40 ms wide, and two sidewalks) on one of its sides, the box girder on the opposite side takes up between 20 and 30 % of the moment due to the loading.

A number of tests on scale models have been done, and these have agreed with the initial design calculations.

Brücke über den Worblen-Fluss

Paul Kipfer, Ingenieur.

Die schweizerische Autobahn von Bern nach Zürich kreuzt das Worblental auf einer Spannbeton - Struktur, die sich zur Hälfte auf die Aufschüttung einer Eisenbahnlinie stützt.

Die Struktur weist fünf Abschnitte von 40,10, 48,50, 48,50, 60,60 und 52 m jeweiliger Weite in der Richtung von Bern nach Zürich auf.

Die Fahrbahn mit gebogener Achse wird von zwei durchlaufenden Hohlbalken mit vorgespannten Wänden gebildet, welche von leichten Stützen getragen werden, die bis auf eine Felsenbank hinuntergehen, nachdem sie eine wenig widerständige Tonschicht durchquert haben.

Die Eigenart, sich auf eine Aufschüttung zu stützen, die schlechten Bedingungen des Geländes und die Tiefe des Anstehenden haben Probleme hervorgerufen, deren Lösung ernste Studien erfordert hat.

Das Werk verhält sich statisch, als ob es sich um einen völlig elastischen Balken handeln würde, denn es zeigt keine Verformungen von Dauer. Beim Beladen der Fahrbahn—von 21 m Breite, unterteilt in 2 Fahrtrichtungen von 8,40 m eine jede und zwei Fußgängersteigen—and zwar einer einzigen Balkens der beiden gleichartigen (die Struktur ist eine Hohlform) absorbiert er 20 bis 30 % des Gesamtmomentes, das die gesamte Belastung hervorruft.

Mit diesem Werke wurden eine Reihe von Versuchen an verkleinerten Modellen angestellt, die mit den Berechnungen, welche vorher gemacht wurden, übereinstimmende Ergebnisse gezeigt haben.