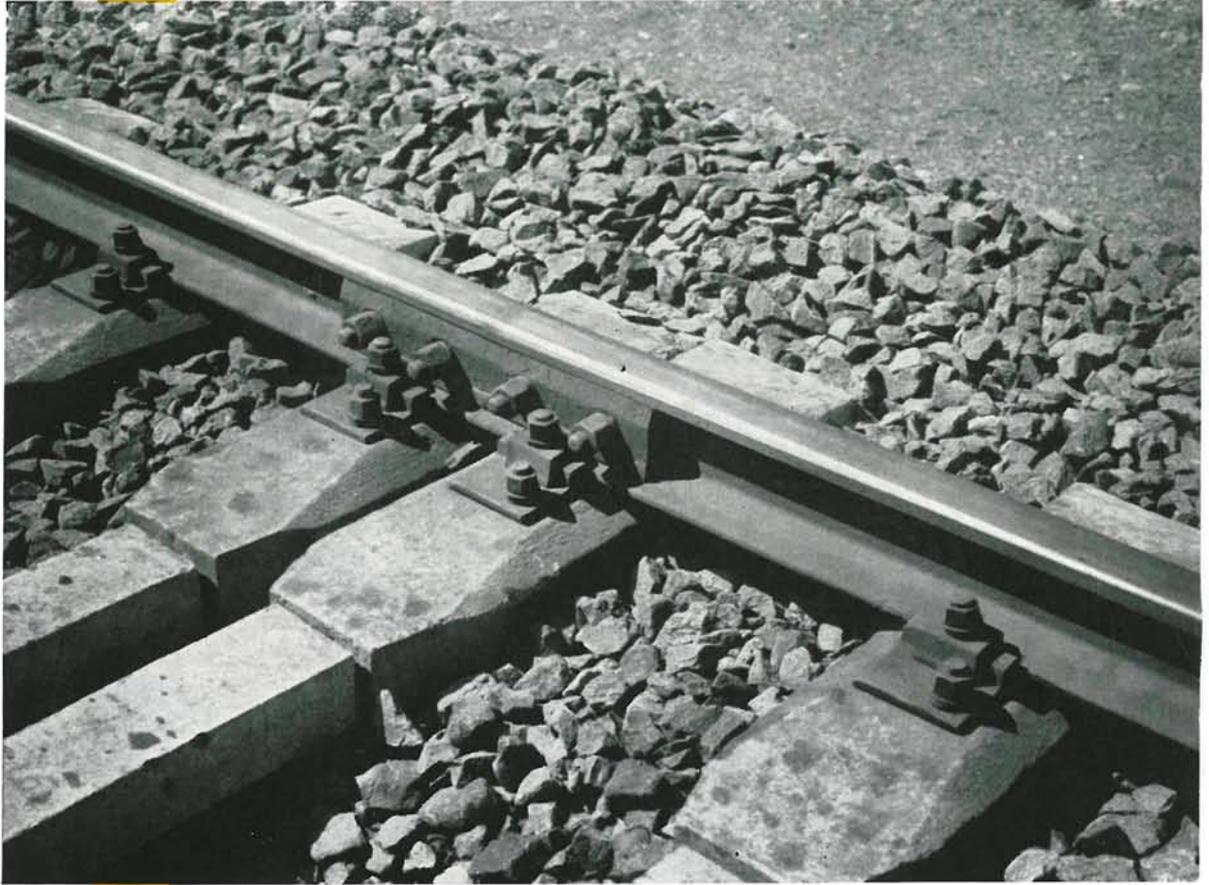


traviesas de hormigón a

Información amablemente facilitada por el Centre d'Information de L'Industrie Cimentière Belgue.



524 - 4

traviesa Franki-Bagon

La sustitución de las traviesas de madera por otras de hormigón, fué idea concebida desde los comienzos del hormigón armado, a fines del siglo pasado, y tan criticada y experimentada, que hoy puede decirse que la utilización de la traviesa de hormigón armado ha pasado, definitivamente, del estado experimental al de empleo ordinario en la explotación de las vías férreas.

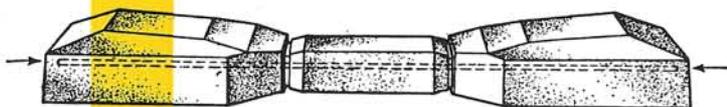
En principio las traviesas adoptaron forma análoga a las de madera, en piezas prismáticas monolíticas, o bien se recurrió a la traviesa mixta, compuesta por dos bloques de hormigón armado, unidos por un travesaño metálico.

Las traviesas Orion y Vagneux corresponden a las primeras realizaciones industriales en gran escala, fabricadas en Francia y Suiza. De sus experiencias surgieron nuevas soluciones, entre las que podemos destacar los siguientes tipos:

Traviesa belga Franki-Bagon, de gran flexibilidad, obtenida por asociación del pretensado y elementos intermedios de bajo módulo de elasticidad, como elemento de enlace de los bloques extremos.

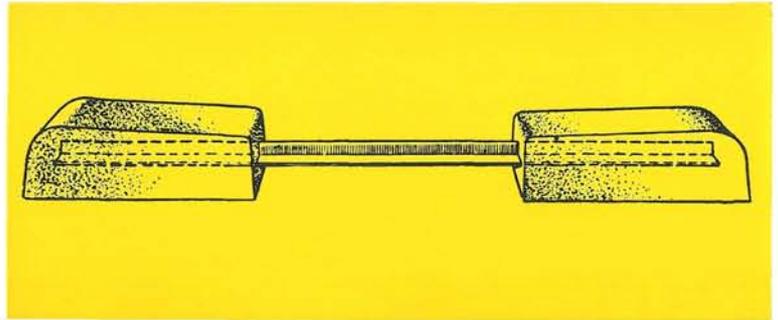
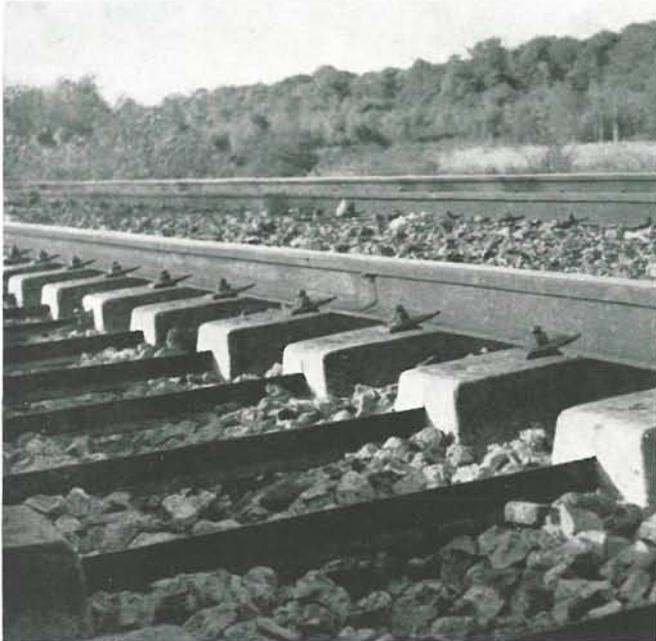
La traviesa francesa R. S., en la cual la elasticidad se ha conseguido uniendo los dos bloques laterales, de hormigón armado, mediante un perfil, de acero duro, que desempeña el papel de travesaño.

Traviesas de hormigón pretensado, cuyos tipos y formas son de gran variedad y, al mismo tiempo, de indudable porvenir.



rado

traviesa R. S.



La vía con carriles soldados, montados sobre traviesas de hormigón, ofrece otra ventaja: la de un rodamiento silencioso sin choques de juntas, y la estabilidad y flexibilidad del conjunto carril-traviesa, debido al mayor peso de la traviesa y su fijación elástica con el carril.

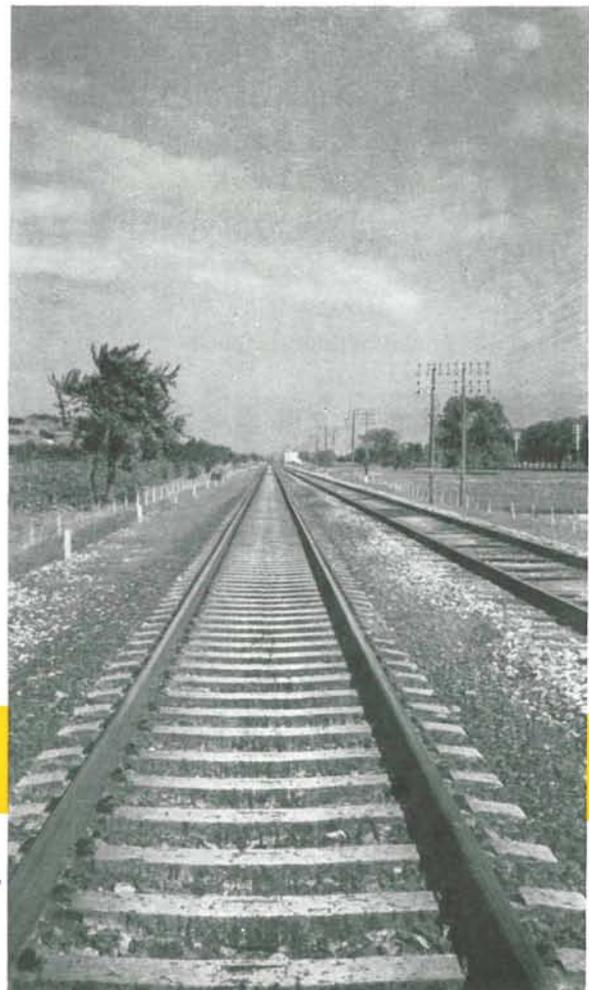
Otra economía, derivada del uso de traviesas de hormigón, es la **disminución de la cantidad de balasto** para el asiento de la vía. Las traviesas de hormigón suelen tener una longitud de 2,2 a 2,3 m, y las de madera, 2,60 m. Esta diferencia, de 30 ó 40 centímetros, representa una economía de balasto del orden del 13 al 18 %, no ya para las vías de nueva construcción, sino durante la conservación.

características

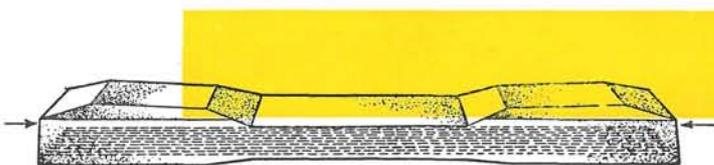
La traviesa de hormigón pesa de 150 a 250 kg y es menos manejable que la de madera, pero su colocación se facilita mucho por medios totalmente mecanizados. Su elevado peso, obtenido económicamente, constituye una de sus mayores ventajas: **la estabilidad de la vía**. Esta estabilidad, notable en vías de carriles de longitud normal, es muy grande si se sueldan los carriles formando grandes tramos. Los carriles resisten mejor los esfuerzos de dilatación, que tienden a levantarlos y deformar la vía, por lo que los ferrocarriles franceses y alemanes, utilizan tramos de carriles de hasta más de 800 m de longitud. Estos países poseen muchas líneas principales equipadas de esta forma.

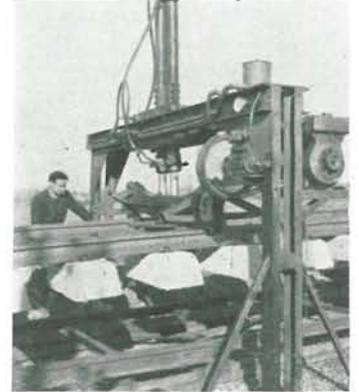
Es lógico que al analizar el costo de una traviesa de hormigón, intervenga el factor de estabilidad; en efecto, los carriles soldados en grandes longitudes, son muy económicos, ya que suprimen muchas juntas, disminuyen los gastos de conservación y es menor el aplastamiento de los carriles en sus extremos.

El empleo de traviesas de hormigón desde este punto de vista, sin contar con la mayor duración del hormigón, es muy ventajoso, y sus efectos se hacen sentir desde los primeros años.

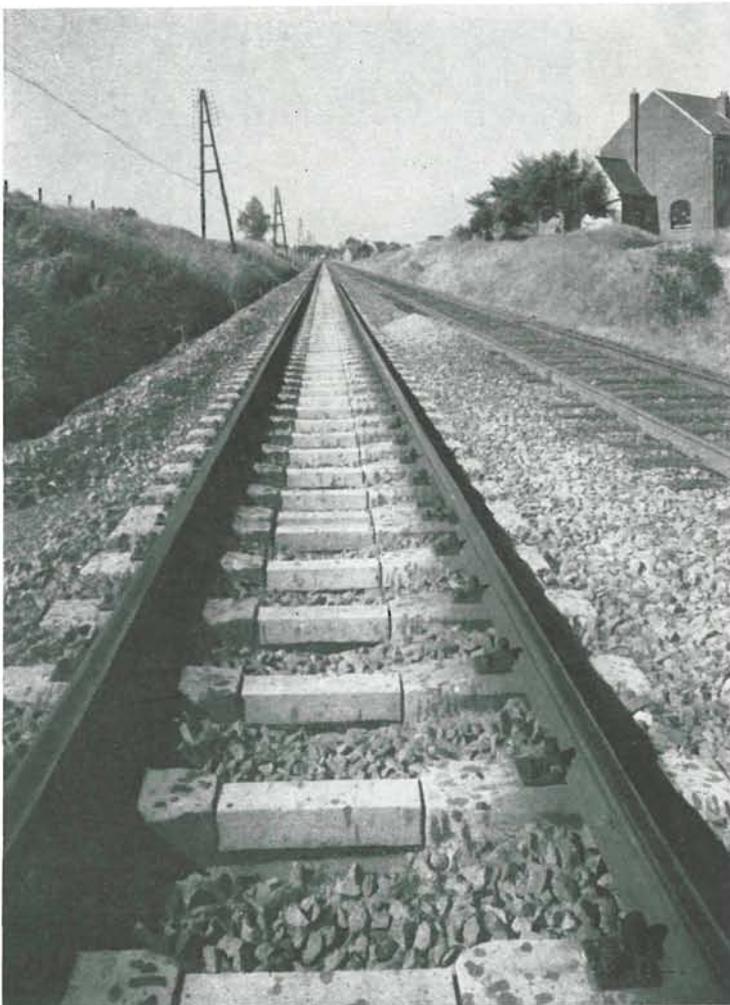


traviesa pretensada V. W.





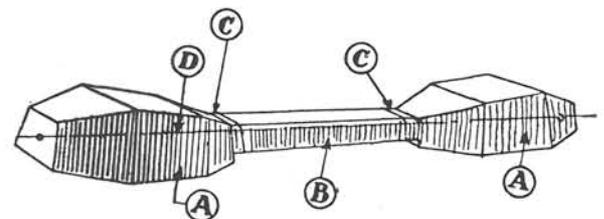
solución belga - traviesa Franki - Bagon



Esta traviesa se compone de dos bloques (A) y de un travesaño (B), de hormigón armado, entre los que se colocan elementos intermedios (C), cuyo módulo de elasticidad es inferior al del hormigón. Las cinco piezas se solidarizan mediante un cable pretensado de ocho alambres, de acero de alto límite de elasticidad y de 5 mm de diámetro. Este cable se ancla en los extremos de la traviesa y transmite al hormigón un esfuerzo de 15 toneladas.

La característica original de la traviesa Franki-Bagon tiene dos cualidades, aparentemente contradictorias: *la estabilidad*, por comportarse como una traviesa monolítica, y *la deformabilidad en servicio*, en el que evidencia una marcada flexibilidad.

Esta deformabilidad, perfectamente elástica, se debe a la precompresión y los elementos intermedios que permiten la deformación. El valor de la precompresión y la dimensión de los elementos intermedios, han sido calculados por vía experimental.



colocación



Al material moderno se le ha de complementar con métodos mecanizados que faciliten su colocación, sin aumentar el costo de mano de obra. De los sistemas mecanizados empleados en Francia y Alemania, sólo nos referimos al procedimiento Desqueunegiral, ya que los restantes se le asemejan bastante.

En las proximidades del trozo de vía que se ha de renovar, se instala un taller de montaje, en el que se preparan los tramos de vía que han de colocarse al día siguiente.

Estos tramos, se cargan después sobre mesillas que los transportan al lugar que han de colocarse. A continuación, se va desmontando tramo a tramo la vía que ha de cambiarse, colocando unos caminos provisionales de rodadura para dar paso a las mesillas que transportan el nuevo tramo. Los nuevos tramos se van colocando debajo de dos pórticos, provistos de gatos hidráulicos, que elevan el tramo de vía. Después se retiran las mesillas y el camino provisional, y los tramos suspendidos de los pórticos van descendiendo hasta apoyarse sobre el balasto.

Este procedimiento de colocación, resulta extraordinariamente económico y más ventajoso que el utilizado para las traviesas de madera.

La traviesa Franki-Bagon se sometió a ensayos en los que se fijó rígidamente por un extremo, sometiendo el otro a esfuerzos alternados que provocaban oscilaciones de unos 15 mm de amplitud.

En estos ensayos, no apareció ningún signo de fatiga después de 25.000.000 de oscilaciones.

El sistema de fabricación resulta simplificado, ya que la traviesa se descompone en tres elementos de poco peso, que facilitan su obtención en serie.

Los bloques se fabrican empleando la vibración combinada con compresión superficial. El desmoldeo se efectúa inmediatamente después del vibrado, de manera que el número de moldes se reduce a un mínimo. Después de tres días de endurecimiento se pretensan y se almacenan.

El hormigón, con áridos de granulometría discontinua, de pórfido triturado y arena del Rhin, es de 450 kg/m³, de cemento portland de alta resistencia. En los ensayos a compresión, con probetas cúbicas, la resistencia es de unos 450 kg/cm² a los tres días, y, frecuentemente, de 800 kg/cm² a los veintiocho.

En 1946, se colocaron 500 de estas traviesas en la línea Bruselas Norte

a Gante Saint Pierre; en 1948, 1.500 traviesas en la línea Denderleeuw-Grammont. En la misma época, se equipó un tramo de ensayo, en Haren Norte, de la línea electrificada Bruselas-Amberes; en esta línea se aislaron los carriles mediante láminas de caucho colocadas entre las placas de asiento y el hormigón. La resistividad después de un año de servicio era tres veces superior a la de las traviesas de madera. En 1951 se colocaron 10.000 traviesas en las líneas Saint Trond a Landen y Tongres a Haselt, con excelentes resultados.

La fijación del carril está asegurada por pernos de 2,5 cm de diámetro, que traspasan la traviesa y cuya cabeza cuadrada se apoya en la parte inferior de la traviesa. La elasticidad de la unión entre el carril y la traviesa, como en las traviesas de madera, se obtiene por la interposición de arandelas entre la placa y la tuerca.

En 1953, fueron colocadas 10.000 traviesas, en la línea Rivage-Trois Vierges y alrededores de Montzen y Moresnet, especialmente, en curvas de 400 metros de radio; pero, introduciendo una modificación en el sistema de fijación, en el que la placa fué reemplazada por el sistema utilizado actualmente en Francia para la traviesa de hormigón, con grapa R. N. y placa de

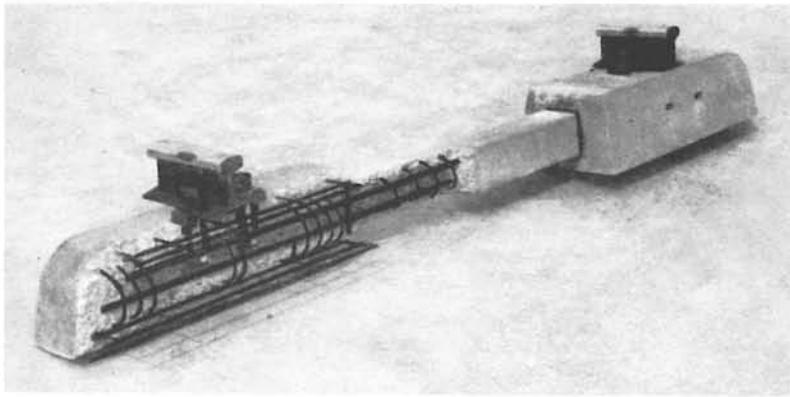
caucho acanalado interpuesta entre el carril y el hormigón.

Numerosos países extranjeros estudiaron el comportamiento de las traviesas Franki-Bagon en sus propias redes, y equiparon tramos de vía con carácter de ensayo. Así lo hicieron: Francia, Alemania, Suiza, Turquía, Checoslovaquia y la India. Los resultados obtenidos son, en todos los casos, excelentes.

Resultados de los ensayos

Las 40.000 traviesas de hormigón colocadas en las vías férreas belgas fueron objeto de un serio examen de la S. N. C. B. Su comportamiento ha sido cuidadosamente vigilado. Estos ensayos, que se encuentran aún en ejecución desde hace siete años, han dado las siguientes conclusiones:

Han satisfecho las condiciones técnicas de la S. N. C. B. respecto a resistencia, aspecto y calidad del hormigón. El cuidado dispensado al hormigón y, especialmente, a la elección de los áridos de gran dureza, así como a una dosificación abundante en cemento portland o de alto horno (en casos particulares se recomienda el empleo de cemento sobresulfatado de alto horno), se ha obtenido un hormigón de

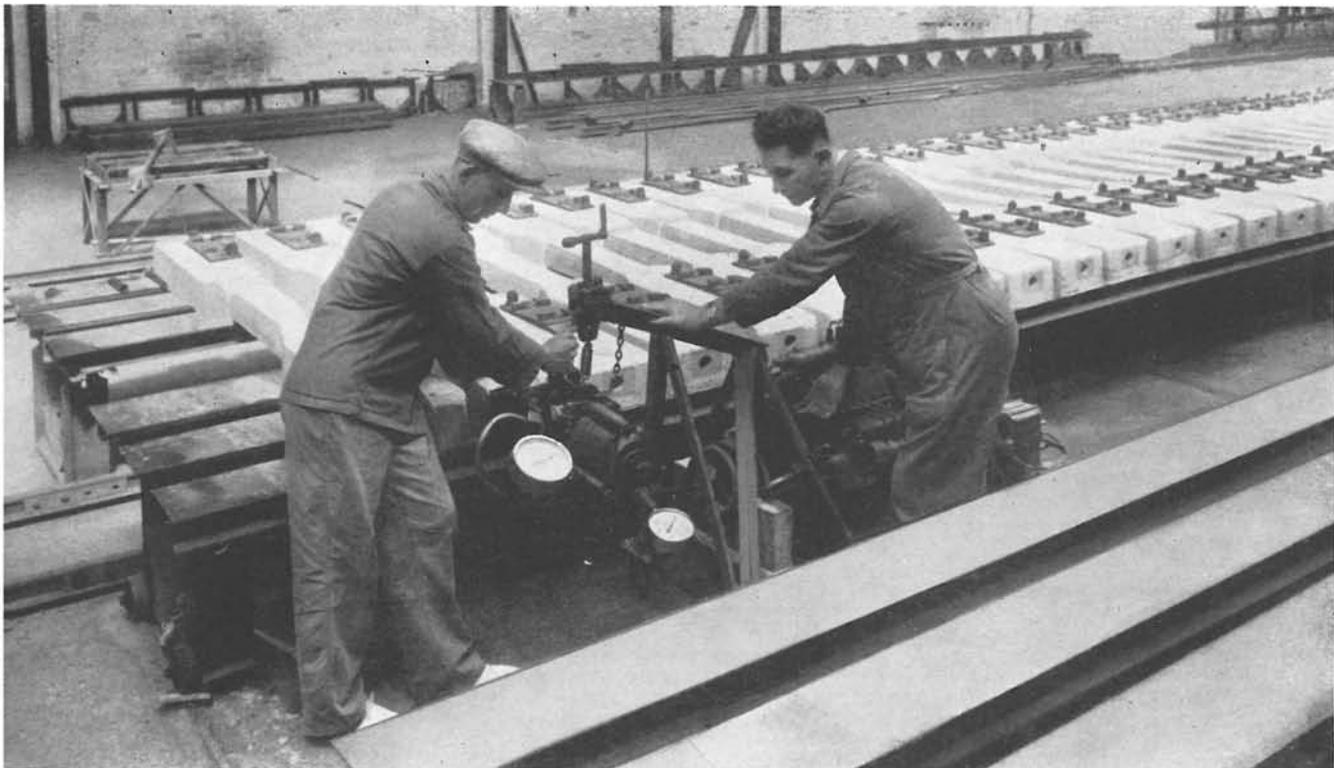


traviesa Franki-Bagon

de máxima compacidad y de alta resistencia, que ha permitido evitar la erosión de la cara inferior de la traviesa que se halla en contacto con el balasto, que significaría, como ha ocurrido algunas veces, un desgaste del hormigón de varios centímetros. El estado de conservación de las traviesas Franki-Bagon, después de seis años de servicio, ha sido satisfactorio.

El comportamiento de las vías, equipadas con traviesas de hormigón, es *satisfactorio*; pues no existe ningún desplazamiento del carril; gran estabilidad de la vía; rodamiento suave, mejorado desde el punto de vista acústico, y gasto de conservación extremadamente reducido.

En vista de estos resultados, la S. N. C. B. estima que, desde el punto de vista técnico, el problema puede ser considerado como prácticamente resuelto. La S. N. C. B., sin embargo, no tiene la intención de limitarse a los ensayos efectuados, por lo que ha hecho un pedido de 10.000 traviesas Franki-Bagon y 10.000 R. S.-V. D. H., provistas todas de grapas R. N.



soluciones francesas - traviesa R. S.

Parte de estas traviesas se colocarán *en tramos de vía* con carriles soldados, de 800 m de longitud, dotados de un aislamiento perfecto. Estos ensayos se efectuarán, simultáneamente, con traviesas de hormigón y de madera, para comparar sus comportamientos, ya que las traviesas de hormigón, de acuerdo a las experiencias francesas y alemanas, se emplearán, especialmente, en vías con carriles soldados de gran longitud.

Resultados económicos

El siguiente cuadro da los precios aproximados actuales de las traviesas de madera y de las de hormigón, así como el de sus diferentes sistemas de fijación.

	Traviesa de madera con		Traviesa de hormigón con fijación elástica	
	placa Angleur	6 tirafondos	Líneas aisladas	Líneas no aisladas
Traviesa sola,	235	235	300	300
Sistema de fijación	210 ⁽¹⁾	40	130	130
Dispositivo aislador	—	—	25	—
Costo total,	445	275	455	430

(1) Los 210 francos es particularmente bajo; la placa Angleur con su equipo completo costaba más de 300 francos a fines de 1952.

El coste de la traviesa de madera está sujeto a variaciones del orden del 100 %, mientras que el de fabricación de la traviesa de hormigón es más estable.

La traviesa de madera está equipada con placas de asiento en las vías principales, y con simples tirafondos en líneas secundarias. Para la traviesa de hormigón, la S. N. C. B. ha decidido emplear la grapa R. N.

Desde el punto de vista económico, tratándose de líneas principales, el costo de la traviesa de hormigón y accesorios es prácticamente el de la traviesa de madera. En las líneas secundarias, que representan la mayor parte de la red belga, la traviesa de madera es aún notablemente más ventajosa.

En esta comparación de precios no se han tenido en cuenta las cargas de amortización de la traviesa respecto de su vida útil y los gastos de conservación, así como la economía de balasto.



Los dos tipos franceses de traviesas de hormigón, prefabricados en serie, son: la **traviesa mixta** de acero y hormigón, derivado del sistema Vagneux perfeccionado por M. Sonnevile, ingeniero de la S. N. C. F. (traviesa R. S.), y la **traviesa pretensada** S. N. C. F. - Valette-Weinberg (traviesa V. W.).

La S. N. C. F. consume anualmente 4.500.000 unidades: de las que unas 620.000 son de hormigón, 500.000 del tipo R. S. y 120.000 del tipo V. W.

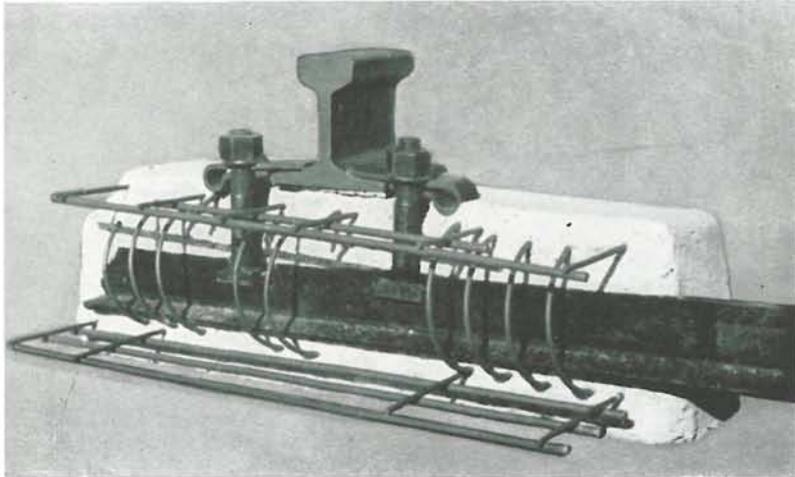
Los precios de las traviesas R. S. y de la pretensada V. W. son, respectivamente, de 1.900 a 2.000 y de 3.000 a 3.100 francos franceses. Y el precio de las traviesas de madera dura creosotada es de 1.800 a 1.900.

Traviesa R. S.

La traviesa Vagneux, está constituida por dos bloques de hormigón armado de 72×29×22 cm, unidos por un travesaño metálico. La armadura de los bloques consiste en una capa superior y otra inferior, completada por un zunchado; las barras utilizadas tienen un diámetro de 8 y de 5 mm. Su objeto es solidarizar los bloques con el travesaño y de zunchar el hormigón alrededor de este último. Una traviesa R. S., para trocha media, pesa alrededor de 180 kg: de los que 22 kg corresponden a las armaduras y el resto a unos 75 litros de hormigón.

El travesaño se obtiene, generalmente, por relaminación de carriles usados, lo que reduce la oxidación y eleva el límite de elasticidad.

traviesa R. S.



La mejora principal consiste en la **fijación** de la vía a las traviesas. Las dificultades que presenta la unión directa del carril con el hormigón, valiéndose de pernos, se ha salvado engrazando la cabeza inferior de éstos en el travesaño, al que, por esta razón, se le dió una longitud casi igual a la de la traviesa (2,15 m para una traviesa de 2,25 m). Estos pernos, en número de cuatro, van dispuestos a cada lado del carril, permitiendo así desmontar fácilmente los pernos.

La fabricación de la traviesa R. S. es muy simple; su hormigón es de granulometría continua 0/40 mm, vibrado y de 350 kg de cemento por metro cúbico. Después de un rápido desencofrado se la trata con un curado húmedo y se almacena.

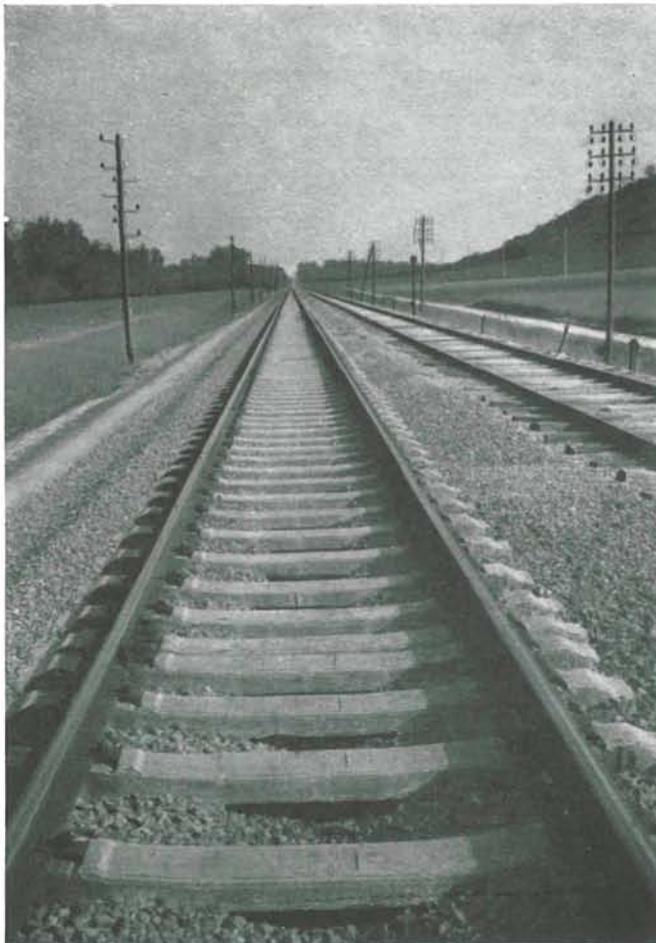
La S. N. F. C. tiene, actualmente, seis talleres de fabricación, de una capacidad total de producción de 1.500.000 traviesas por año.

Las primeras traviesas R. S. llevan ya cinco años en servicio y han dado **resultados concluyentes** , y han logrado una reducción muy sensible de los gastos de conservación.

La forma particular de la traviesa da una estabilidad rotable a la vía, ya que presenta cuatro caras verticales en lugar de dos de la traviesa monolítica, que constituyen otras tantas superficies de contacto con el balasto.

El éxito de la traviesa R. S. en Francia, Bélgica y Holanda ha inducido a otros países a emplearla en sus redes. En Argelia se han colocado ya 150.000; en España se van a fabricar 600.000, y en Italia, 50.000. En Suiza, y a título de ensayo, se han encargado 7.000 traviesas. En este país se han utilizado en la línea más rápida (125 km/h) de la red entre Ginebra y Lausana, donde los carriles se han soldado en una gran longitud. En todos estos países, las traviesas R. S. se fabrican a pie de obra por la industria local.

traviesa S. N. C. F. - V. W.



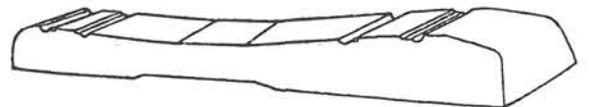
Dados los esfuerzos dinámicos repetidos que ha de resistir una traviesa ferroviaria, el hormigón pretensado resulta ser un material apropiado para su fabricación.

La traviesa S. T. U. P. pretensada dispone de armaduras en forma de "8". Durante el moldeo, una junta la divide en dos partes, que, después del endurecimiento del hormigón, se tesan separadamente.

En la traviesa S. C. O. P., las armaduras de pretensado se tesan antes de hormigonar, y la compresión se obtiene por adherencia.

Como el comportamiento de estos dos tipos de traviesas no fué satisfactorio, se proyectó la traviesa S. N. C. F.-Valette-Weinberg; su peso es de 150 kg; su longitud, 2,30 m; tiene sección trapezoidal, cuya base mayor es de 25 cm y la menor de unos 20 cm. y su espesor es de 147 mm, en correspondencia con los carriles, el que va disminuyendo hasta 95 mm en la parte media. La armadura está formada por dieciséis barras de acero de 5 mm, cuya resistencia a la rotura es de 140 kg/mm² y 105 su límite elástico.

Las traviesas S. N. C. F.-V. W. se fabrican sobre bancos, que permiten obtener diez unidades simultáneamente.



Los alambres de las armaduras tienen una longitud doble de la del banco y se repliegan, por la mitad, para formar horquillas que, en número de ocho, se tesan sólo por una extremidad del banco. En los extremos de cada traviesa, se hace un zunchado para cada dos alambres de la horquilla (B) y se refuerzan con armaduras transversales en forma de U (C), que constituyen el anclaje. La armadura de la traviesa, se completa con cuatro barras de acero ordinario (D).

Colocado el hormigón en los diez moldes, y después de vibrarlos, se someten, durante cinco horas, a una temperatura de 70° C, aflojando después los alambres, que se cortan, finalmente, en los espacios entre moldes.

El sistema de fijación del carril a la traviesa es el mismo que el empleado para el tipo Vagneux, que consiste en embeber en el hormigón una especie de espiral (a) en la que se atornilla el tirafondo (b), cuya extremidad lleva la tuerca (c), que ajusta la grapa (d).

La traviesa S. N. C. F.-V. W. presenta el inconveniente de agrietarse, en el sentido paralelo al carril, cuando la traviesa ha de resistir choques importantes, debidos a defectos de juntas o superficie del carril, defectos que aparecen debajo o en la proximidad del carril.

Estas fisuras se explican, porque la traviesa de hormigón pretensado fué calculada de acuerdo con el momento en cada uno de sus extremos, la carga concentrada y las reacciones que el balasto transmite a la cara inferior, por lo que el esfuerzo de precompresión de la traviesa tenía una gran excentricidad, con objeto de resistir lo más económicamente posible este momento flexor.

Se ha comprobado que al crecer bruscamente la carga se producen momentos de signo contrario, casi tan elevados como el momento originado por la carga, debido a fuerzas de inercia. Este doble sentido del esfuerzo, se agrava por los fenómenos vibratorios que resultan de la superficie del carril y de la velocidad de los trenes. Al pasar la rueda se originan un gran número de deformaciones alternas de alta frecuencia, y de considerable aceleración, que provocan la fisuración por fatiga. Estos fenómenos obligaron a modificar la traviesa S. N. C. F.-V. W. aumentando el esfuerzo de tesado de 32 a unas 40 t, y, además, reducir sensiblemente la excentricidad de este esfuerzo. Este último modelo se está fabricando a razón de 120.000 unidades por año, lo que hace suponer que se ha superado el periodo de perfeccionamiento de esta técnica.

La fijación elástica del carril sobre la traviesa se asegura por una grapa R. N., constituida por una lámina de acero al cromo-manganeso. Esta lámina se repliega formando la rama superior (a), que aprieta el carril contra la traviesa, y la inferior (b), que actúa como apoyo lateral del patín del carril. Esta grapa se fija por un perno o por un tirafondo.

El bucle de la grapa se apoya en una cavidad dispuesta en el hormigón; no obstante, en curvas de radio inferior a 500 m, esta cavidad es mayor para poder colocar un cojinete de caucho, destinado a servir de apoyo contra los esfuerzos laterales. Para mayor seguridad de la fijación, se coloca una placa (s) de caucho acanalado, que reemplaza a la de madera utilizada antes de la guerra con las traviesas Vagneux y Orion. Las traviesas francesas de hormigón, y particularmente la R. S., fueron concebidas para este sistema de fijación. El carácter elástico de esta unión y la gran adherencia entre caucho y metal, solidarizan flexible e íntimamente el carril y la traviesa, sin que el paso de los trenes pueda originar juego alguno. El carril no puede desplazarse sobre la traviesa, y la vía adquiere una gran estabilidad.

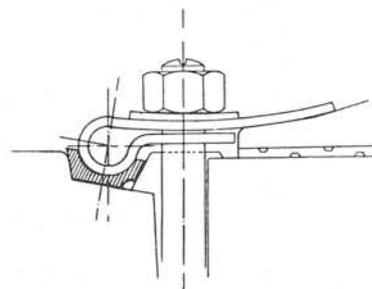
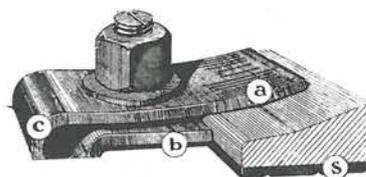
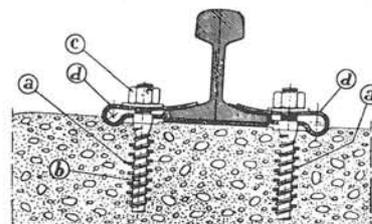
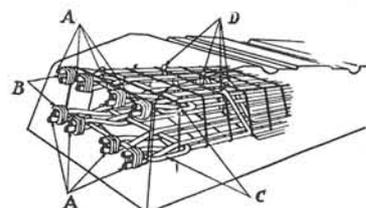
El amortiguamiento de vibraciones obtenido con el caucho, de gran interés para el hormigón armado, contribuye a la buena conservación de las traviesas y su resistencia al tráfico pesado y rápido, por lo que la S. N. C. F. ha soldado los carriles formando grandes longitudes.

Aislamiento eléctrico

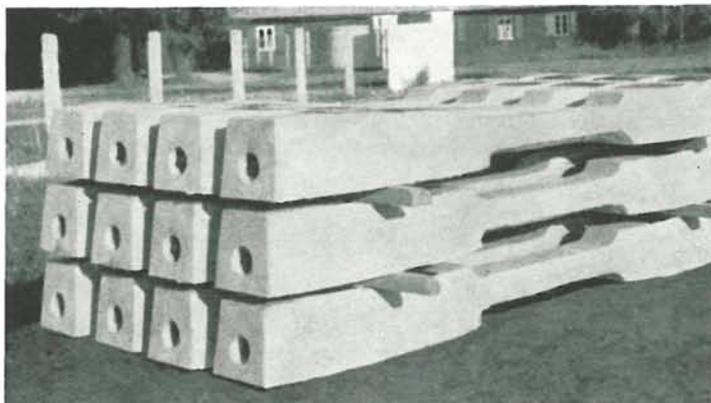
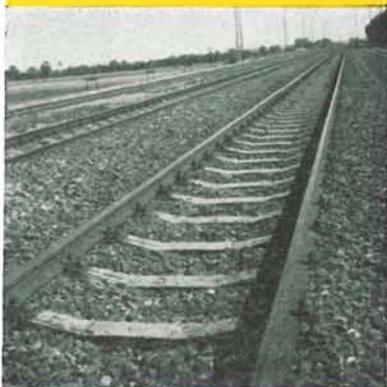
El empleo de traviesas de hormigón en líneas equipadas con señalización o tracción eléctrica, requiere que los carriles se hallen convenientemente aislados de las traviesas; este aislamiento se obtiene por la colocación de una placa aislante entre la grapa R. N. y el patín del carril.

Las placas "Tecalemit" y, más recientemente, "Paulstra", tienen una resistencia eléctrica muy superior a la de la traviesa de madera, sin que su empleo carezca mucho el coste. El precio de una placa "Paulstra" es del orden de 40 francos franceses.

traviesa S.N.C.F.-V.W.



soluciones alemanas - traviesa D. B. B.



Hace aproximadamente diez años que los ferrocarriles alemanes comenzaron a emplear este material; sus estudios y ensayos se orientaron hacia la traviesa de **hormigón pretensado**. Pasado el período experimental, en 1949 se ha entrado en la **producción en masa**.

A fines de 1953, el número de traviesas de hormigón pretensado colocadas en 1.400 km de línea era de 2.100.000. Debido al buen resultado, la «Deutsche Bundesbahn» (D. B. B.), de los 3.200.000 traviesas previstas para 1954, reservó un tercio, es decir, 1.000.000, para las de hormigón pretensado.

Es interesante notar, que las traviesas de hormigón se colocan casi exclusivamente en líneas principales, donde el tráfico es pesado e intenso, así como en las curvas de radio no inferior a 300 m.

El precio de los distintos tipos de traviesas, incluyendo los accesorios de fijación, es el siguiente:

Traviesa de madera	40 D. M.
Traviesa de hormigón pretensado, reforzada para el tráfico pesado	38 D. M.

Este último precio se suplementa con 1,50 D. M. para el aislamiento eléctrico.

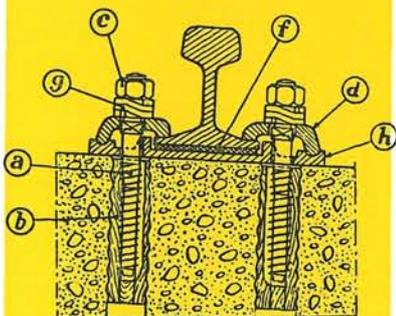
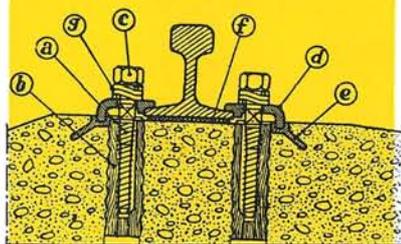
Entre los diversos tipos de traviesas, de la casa Dyckerhoff & Widmann, el más común, destinado a líneas principales, de tráfico pesado y curvas cerradas, es el modelo B 53; pesa unos 230 kg; tiene 2,30 m de longitud; su sección es trapezoidal, con bases de 140 mm y 170 mm, y 195 mm de espesor debajo de los carriles y 120 mm en su parte media. La armadura de pretensado (sistema Karig), está formada por dos barras de acero St 55/85, de 18,6 mm de diámetro, absorbiendo un esfuerzo de 13 t cada una, es decir, una tensión en el acero del orden de 49 kg/mm². Teniendo en cuenta los fenómenos de retracción y fluencia, el esfuerzo de precompresión, transmitido al hormigón, es de 24 t por lo menos.

La **fijación del carril** se asegura con tirafondos (a), como los utilizados en la traviesa Vagneux, atornillados a tacos de madera (b) (haya roja), embutidos previamente en el hormigón. Estos tirafondos llevan en su extremo superior una tuerca (c), ajustada contra una grapa (d) que se apoya, por un lado, sobre el patín del carril, y por el otro, sobre una pieza metálica (e), en forma de U, también embutida en el hormigón.

Para evitar la relajación, el agujero de la grapa para el paso del tirafondo, como el cuerpo de éste en dicha zona, son de sección cuadrada. La elasticidad se asegura por la lámina de caucho (f) o, en algunos casos, de madera de álamo, interpuesta entre el patín del carril y la traviesa, así como con una arandela doble Groover entre la tuerca y la grapa.

En previsión de un posible sustitución de los tacos de madera, debido a la putrefacción o desintegración por efecto de los elevados esfuerzos a que se encuentran sometidos, se han previsto y experimentado los procedimientos para reemplazarlos en el futuro. Para facilitar su colocación, estos tacos se fabrican en dos piezas solidarias mediante un tapón de madera, de forma cónica, que constituye una cuña de presión a medida que desciende hasta el fondo de la cavidad, rellena parcialmente de betún. Los ensayos efectuados con estos tacos, han demostrado que poseen una resistencia al arrancamiento comparable a la de los originales. Para líneas de tráfico particularmente recargado, el sistema de fijación descrito puede reforzarse interponiendo entre el carril y la traviesa una placa metálica semejante a las empleadas en Bélgica.

Los ferrocarriles alemanes aseguran que, con estas traviesas, se ha obtenido un aislamiento eléctrico suficiente.





traviesa B 15

Aparte de la traviesa B-53, la casa Dyckerhoff & Widmann ha perfeccionado, en colaboración con la D. B. B., otros tipos de traviesas, de hormigón pretensado, más ligeros, destinados principalmente a vías secundarias y empalmes. Se confía emplearlas en tramos rectos, de poca curvatura (radios superiores a 800 m), en las líneas principales. En 1954 se espera instalar 25.000 traviesas de este tipo con carácter experimental. La diferencia principal entre la traviesa B-53 y todos estos nuevos modelos, consiste en que éstos sólo llevan una barra o armadura de pretensado.

En principio, se construyeron de tres piezas—tipo B-15—, dos bloques laterales y un travesaño, unidos entre sí por precompresión. Actualmente se fabrican de una sola pieza, armada con una barra de 20,5 mm, que se somete a un esfuerzo de precompresión de 16 t y que da un peso de unos 200 kg—tipos B-161 y B-171—. Su precio es del 15 al 20 % inferior al de las de tipo B-53.

Fabricación

La fabricación de estas traviesas en la República Federal se reparte entre varias plantas, cuya producción individual varía de 100.000 a 400.000 unidades anuales.

En la fabricación de la traviesa B-53, el pretensado se

efectúa de la manera siguiente: las armaduras (a) tienen sus dos extremos fileteados para atornillar, en uno de ellos, una placa de anclaje (b), que sirve de base de apoyo; y en el otro, una tuerca (d) que empuja a una arandela deslizante (c). Esta tuerca es accesible hasta terminar la operación de tesado, procediéndose después a hormigonarla.

El dispositivo de pretensado se compone de tres cilindros huecos que encajan unos en otros: El cilindro interior se atornilla en la parte fileteada de la barra que se ha de tesar, la que se pone en tensión mediante un gato; el cilindro intermedio es una llave tubular que atornilla la tuerca a medida que la barra se alarga, manteniéndola continuamente en contacto con la arandela deslizante, y, finalmente, el cilindro exterior sirve de apoyo del gato contra el hormigón por el intermedio de la arandela.

Este dispositivo permite tesar, simultáneamente, las dos barras que forman la armadura de la traviesa. Esta operación se efectúa en tres etapas: se empieza tesando ligeramente antes que las traviesas salgan del taller, para permitir su manipulación sin riesgos; después de un mes de endurecimiento se vuelve a tesar dándole la carga nominal y, finalmente, a las diez semanas, se insiste para compensar las pérdidas por fluencia. Este dispositivo de pretensado permite un control simultáneo de la deformación del acero y de la magnitud del esfuerzo aplicado.

