

En este cuadro se ve que la resistencia del mecanismo de la locomotora Atlantic es inferior á la resistencia de la Pacific, aunque la resistencia del mecanismo en kilogramos por tonelada de locomotora varía casi proporcionalmente á la velocidad de 3,9 á 6,5 en la locomotora Atlantic y de 4,7 á 7,1 en la Pacific.

Si se admite las cantidades de resistencia de la locomotora y del tender del cuadro anterior, se puede determinar finalmente la resistencia á la tracción del tren total (comprendido locomotora y tender), producida en las llantas de las ruedas motrices de la locomotora de vapor.

Deben hacerse las siguientes observaciones:

Cuando el perfil de la línea no presenta rampas superiores á 5 milímetros por metro, como sucede en la línea de París á San Quintín, las locomotoras tipo Atlantic son, indudablemente, superiores á las del tipo Pacific, en la tracción de trenes de 200 toneladas.

La velocidad de 120 kilómetros por hora se alcanza fácilmente en horizontal; en rampa de 5 milímetros puede realizarse la de 104 por hora, mientras que una locomotora del tipo Pacific no excede de 96 kilómetros por hora.

En el número correspondiente al 10 de Junio de 1910, de la *Revue générale des Chemins de fer*, se publicó un gráfico de marcha de un tren de 272 toneladas, arrastrado por una locomotora

2.741 de la Compañía del Norte, y sirve de apoyo a las observaciones precedentes.

Ahora bien; desde el momento en que el perfil presente rampas del 0,8 por 100, y con trenes de 300 toneladas, se hace imprescindible el uso de la locomotora de vapor, tipo Pacific.

Otros gráficos demuestran igualmente que, con rampas del 0,8 por 100, la locomotora Pacific no debe remolcar trenes que excedan mucho de 500 toneladas.

Las locomotoras 6.001, de la Compañía de París-Lyon-Mediterráneo, arrastran trenes de este tonelaje en las rampas de acceso al túnel de Blaisy-Bas.

Del total de todas las consideraciones precedentes se puede sacar, en conclusión, que el empleo de la locomotora de vapor tipo Pacific se hizo necesaria en las líneas que presentan rampas del 0,8 por 100, desde el momento que se intentó poner en servicio trenes de peso superior á 250 toneladas, y que actualmente, dada la limitación de 18 toneladas por eje impuesta por la resistencia de las obras de arte, parece demostrado que la locomotora Pacific ha llegado en la explotación al límite de su rendimiento.

H.

(Continuara.)

REVISTA EXTRANJERA

Puentes flotantes sobre el Misisipi para el paso del Milwaukee and St. Paul Railway.

El ferrocarril de Milwaukee and St. Paul atraviesa el Misisipi entre la Pradera del Perro (Wisconsin) y North Mc-Gregor (Jowa), en un punto en que el lecho del río está dividido por una isla en dos brazos navegables. Estos brazos, de 600 metros de anchura, próximamente, son atravesados cada uno por un puente de madera que comprende un tramo móvil constituido por un pontón que flota sobre el río y que se desplaza para permitir el paso á los barcos que no pueden pasar por debajo de los tramos fijos inmediatos.

La posición del pontón sigue, naturalmente, las variaciones del nivel del río, que son de bastante importancia. Ha sido, pues, necesario instalar sobre el puente una plataforma móvil verticalmente capaz de fijarse sólidamente á una altura dada, de manera de constituir, con los tramos fijos del puente, una vía sensiblemente de nivel.

Por otra parte, cuando el tren penetra sobre el pontón, turba proporcionalmente su equilibrio y modifica su posición en el sentido vertical, de modo que ha debido preverse, para unirle a los tramos fijos, una disposición especial que permita ligeras desnivelaciones y una cierta inclinación del pontón hacia un extremo ó hacia el otro.

En fin, se ha provisto al pontón de un mecanismo motor que permite su desplazamiento con relativa rapidez, cuando se tiene que abrir el paso á la navegación.

La travesía del Misisipi se ha realizado en estas condiciones desde 1874. Se retrocedió entonces ante los gastos que hubiera ocasionado la construcción de un puente metálico con tramo levadizo ó giratorio, dada, sobre todo, la gran anchura del paso navegable libre exigida para el servicio de navegación. Pero desde esta época los pontones se han reconstruido en diferentes ocasiones y cada vez se han perfeccionado.

El pontón del brazo Oriental se ha reconstruido en 1914, y el del brazo Occidental, que lo ha sido después, se ha terminado

recientemente. Se ha podido hacer constar que la duración de un pontón no excede de quince años, próximamente. Esta duración relativamente pequeña se explica en parte por los esfuerzos considerables que se desarrollan en la estructura durante el pasode los trenes: se producen entonces esfuerzos de flexión en el casco del pontón alternativamente en un sentido y en el otro, los que dan por resultado una fatiga considerable en las ensambladuras de las piezas de madera que constituyen la armadura del pontón.

La obra entera, tal como se presenta en la actualidad, se compone (figuras 1.^a y 2.^a): en el brazo Oriental, de una estacada de madera de un pontón de 64 metros de longitud, que ocu-

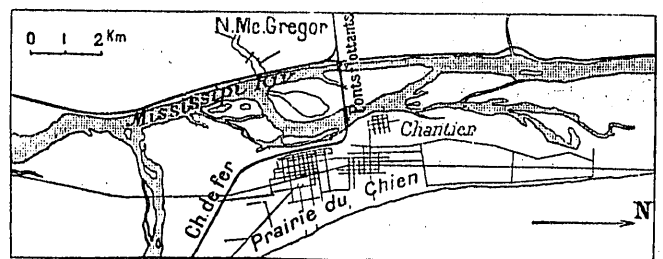
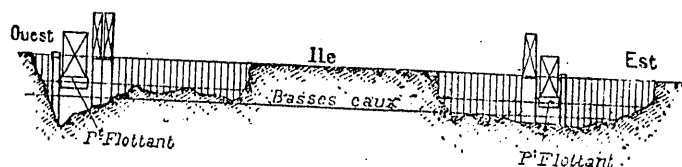


Fig. 1.^a

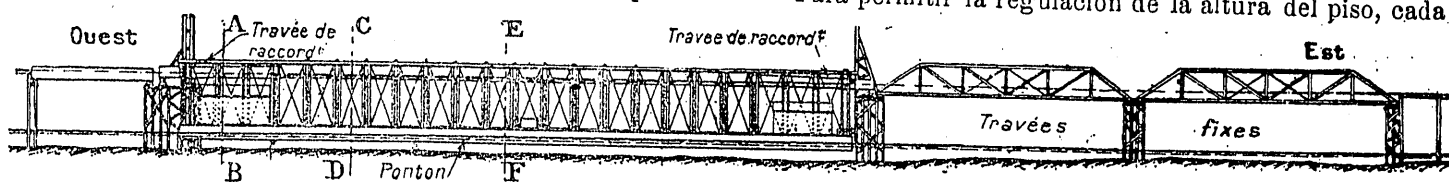
pa casi el punto medio del canal, después un tramo metálico de 30 metros, próximamente, de longitud, por debajo del cual pueden pasar los barcos de pequeño tonelaje; y, en fin, una nueva estacada; sobre el brazo Occidental, la estacada de madera ocupa la mayor parte de la construcción sobre la parte baja de la isla, siguen á aquélla dos tramos metálicos fijos sobre el curso del agua, y, finalmente, el pontón, de 84,20 metros de longitud, que un corto estribo de anclaje separa sólo de la orilla. Este último pontón, el más reciente, es el que vamos á describir extractando el artículo que el Ingeniero de Artes y Manufacturas, M. Calfas, publica en *Le Génie Civil*.

El pontón, cuya disposición general muestran las figuras 3.^a á 8.^a (las tres últimas representan los cortes por *AB*, *CD* y *EF*), tiene una longitud de 84,20 metros y una anchura de 16,75 metros. Está constituido por un casco muy robusto, cuyas cuadernas están formadas por unas piezas de madera de $0,20 \times 0,45$ metros, unidas por barras diagonales. Este casco, de 2 metros, próximamente, de profundidad, lleva dos especies de estacadas

Fig. 2.^a

longitudinales, entre las cuales se mueve la plataforma que soporta la vía, á la cual le sirven de guía.

Cada una de estas estacadas se compone de dos dobles filas de pilares de madera de gran sección que descansan sobre el casco del pontón por el intermedio de vigas longitudinales que ocupan toda la altura del casco. Las filas de pilares, unidas transversalmente por aspas de madera y longitudinalmente por dia-

Fig. 3.^a

gonales de hierro redondo, constituyen también vigas que sirven para regularizar, en una cierta medida, la distribución de la carga á lo largo del pontón.

Los pilares ó montantes verticales están formados de piezas de madera que tienen una sección de $0,20 \times 0,20$ metros, salvo las de las filas interiores, que tienen $0,20 \times 0,25$. Estas piezas están unidas cuatro á cuatro, formando cada grupo un pilar propiamente dicho. Los tabloncillos horizontales están constituidos por piezas de madera de $0,20 \times 0,40$ metros, en número de cuatro para las filas interiores y de tres para las filas extremas, ensambladas entre sí y á los montantes verticales por medio de fuertes pernos. Las barras diagonales, constituidas por hierros

metros; llevan en medio de la anchura del pontón una junta realizada por dos cuñas sujetas con pernos. El puente tiene 10 centímetros de espesor y está constituido por piezas de madera de $0,10 \times 0,30$ metros.

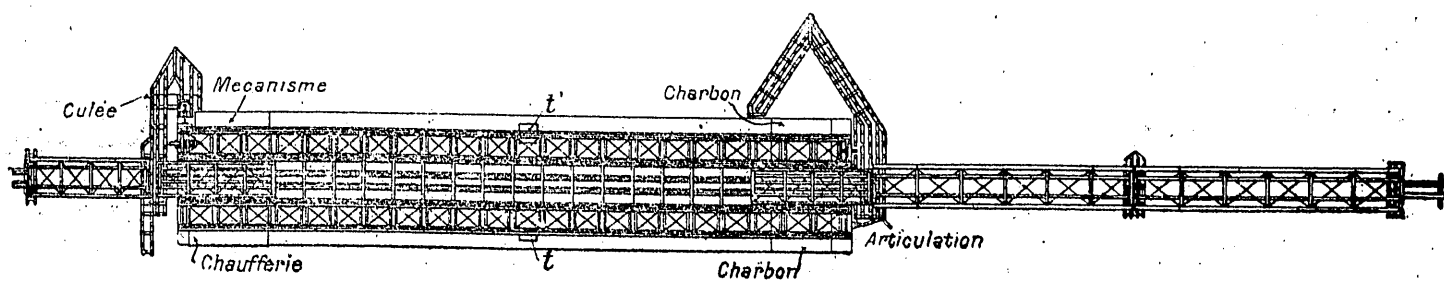
La madera empleada en la construcción del pontón es abeto, que fué creosotada preliminarmente, excepto el piso, el bordaje, los bloques de roble y las piezas que soportan el mecanismo. Se había hecho constar, en efecto, que el creosotado disminuía la dureza de la madera, y hacía difícil la ejecución de las juntas impermeables, así es que las piezas sometidas al desgaste se han pintado simplemente, así como el casco. Se ha protegido á éste, por el lado de agua arriba, con un revestimiento de placas de palastro de 6 milímetros de espesor, que evita los daños que pudieran ocasionar los choques de los hielos arrastrados en invierno por el Misisipi.

Piso móvil.—El piso móvil está constituido por una serie de piezas de puente, correspondiente á los pilares de soporte, unidas por largueros bajo carriles. Su longitud, 59,75 metros, es inferior á la del pontón, porque se continúa en sus dos extremos por los tramos móviles de enlace, de 15,25 metros de longitud cada uno.

Para permitir la regulación de la altura del piso, cada pieza

de puente ó traviesa del piso está suspendida, en sus dos extremos, de un cable que se manobra, por un mecanismo apropiado, con ayuda de un árbol longitudinal, dispuesto en el eje de la estacada. Pero, una vez alcanzado el nivel deseado, se acuña el piso por medio de unos bloques de roble *b* dispuestos bajo los extremos de las piezas de puente, entre las piezas de madera que constituyen los pilares de guía, como lo muestran las figuras 9.^a y 10. La carga del piso móvil y de los trenes se lleva así por los montantes *f*, sobre el bloque transversal *g*, que la transmite el mismo al tablón inferior de la viga constituida por la estacada.

Los largueros del piso están constituidos cada uno por un grupo de tres piezas de madera de $0,25 \times 0,45$ metros, sujetas

Fig. 4.^a

redondos de 32 milímetros de diámetro, se ensamblan con los tabloncillos por medio de zapatas de fundición incrustadas parcialmente en las caras exteriores de los tabloncillos.

Las cargas verticales se transmiten de los pilares á los tabloncillos inferiores por medio de bloques de roble muy duros.

El arriostramiento de las dos filas de pilares de cada estacada se realiza por medio de piezas de madera de $0,20 \times 0,20$ metros y de hierros redondos de 45 milímetros de diámetro. Este arriostramiento forma una estructura capaz de resistir á los esfuerzos transversales debidos, principalmente, al balance, y que pueden ser muy elevados cuando la plataforma móvil se encuentra en la parte superior de su recorrido.

Los tirantes que soportan el puente entre dos cuadernas, son piezas de madera de $0,10 \times 0,30$ metros; en el sitio de los pilares están constituidos por las cuadernas mismas, de $0,20 \times 0,45$

con pernos, fijándose á las traviesas ó piezas de puente por unas abrazaderas sobre las cuales descansan.

No está, sin embargo, rígida esta ensambladura, y la parte del larguero limitada entre dos vigas transversales puede tomar una cierta inclinación.

Esta movilidad relativa de las ensambladuras se ha adoptado con objeto de dar á la obra una cierta flexibilidad, para contrarrestar un funcionamiento irregular del aparato de elevación, y es útil, sobre todo, en el caso en que, estando éste fuera de servicio, se emplearan gatos para regular sucesivamente la altura de cada viga transversal.

Las vigas articuladas ó tramos de enlace que unen en cada extremo el piso del pontón á los tramos fijos, son enteramente metálicas.

Está constituida cada una por dos vigas macizas laterales

unidas por tirantes que llevan unos largueros bajo carriles. En cada uno de sus extremos el tramo de enlace descansa sobre unos soportes de rótula, que permiten la inclinación debida al paso de los trenes ó á los desniveles del río.

Sin embargo, el apoyo sobre el pontón, que se realiza en el extremo del tercercuadro, es fijo, mientras que en el otro extremo el tramo de enlace puede levantarse de su apoyo sobre el estribo

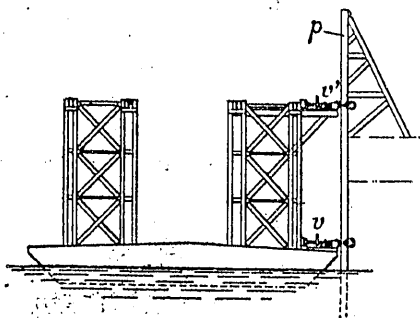


Fig. 5.ª

fijo de manera de ser soportado enteramente por el pontón durante el desplazamiento de éste.

Los desniveles del Misisipi pueden llegar, en el emplazamiento del puente, hasta á 6,70 metros, pero ordinariamente no exceden de 3,60 á 4,80 metros, y los desniveles diarios son, como máximo, de 90 centímetros, de modo que se puede regular fácilmente la altura del piso.

Mecanismo de elevación del piso.—Dada la masa considerable del piso, no se ha adoptado un sistema de elevación con gatos y

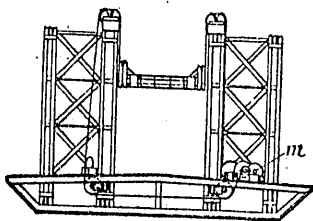


Fig. 6.ª

se ha instalado un mecanismo de elevación eléctrico, de más fácil maniobra.

El piso está suspendido de unas poleas apropiadas de 34 cables de acero, de 16 milímetros de diámetro, que se arrollan sobre otros tantos tambores de fundición, acanalados, montados sobre dos árboles longitudinales colocados en el eje de cada estacada (figuras 3.ª á 8.ª). Cada uno de estos árboles es movido, en el punto medio de su longitud, por un motor eléctrico por ej

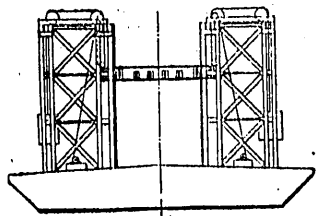


Fig. 7.ª

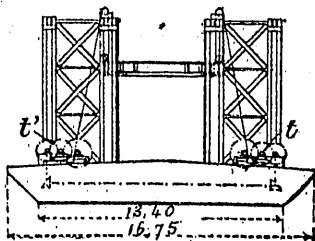


Fig. 8.ª

intermedio de un sistema de engranajes. Los dos tornos *t* y *t'* (fig. 8.ª) así constituidos están provistos cada uno de un freno de bandas que permite inmovilizar el piso en una posición cualquiera.

Los extremos de los cables de elevación están fijados al tablón superior de la estacada por el intermedio de pernos en U regulables.

Cada cable se arrolla en seguida alrededor de una polea fijada á la prolongación de la viga transversal del piso, entre las piezas de madera de guía, pasa después el cable sobre una polea, en la parte superior de la estacada, y, en fin, termina en el tambor.

La carga suspendida de cada polea es de 2.270 kilogramos, ó sea 1.135 kilogramos sobre cada ramal de cable. En los extremos del piso, la carga sería mucho mayor, á causa del peso del tramo de enlace, que se reparte entre el estribo del puente y el extremo del pontón, y es enteramente soportada por éste durante los desplazamientos. Para evitar esta sobrecarga, cada tramo al enlace está equilibrado casi completamente por medio de un contrapeso, de manera que la carga sobre los cables correspondientes á las extremidades del piso no exceda de 1.360 kilogramos.

El árbol de gobierno de los tambores de elevación de cada una de las estacadas tiene una longitud total de 60,50 metros; está formado de elementos que corresponden cada uno á la lon-

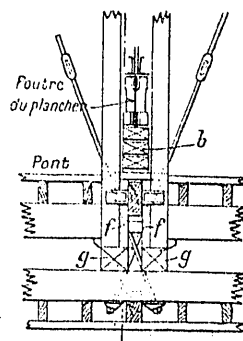


Fig. 9.ª

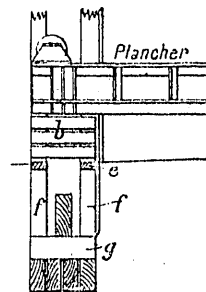


Fig. 10.ª

gitud de un cuadro y cuyo diámetro varía de 140 milímetros en medio del pontón á 89 milímetros en los extremos. Está soportado por dos cojinetes en cada montante, á una y otra parte del tambor. Los tambores tienen 36 centímetros de diámetro y 38 de longitud.

Los dos motores que actúan sobre las dos líneas de árboles tienen cada uno una potencia de 11 caballos; están conectados eléctricamente, de manera de arrancar ó detenerse conjuntamente.

Para solidarizar todavía más el funcionamiento de los mecanismos de elevación de los dos lados, se han unido mecánicamente los dos tornos de elevación por medio de un árbol transversal que pasa por debajo del puente, y por engranajes de ángulo.

La elevación de los tramos de enlace, soportados por el pontón, se gobierna por dos tornos eléctricos *m* (figuras 4.ª y 6.ª); dispuestos diagonalmente á los dos extremos del puente. El tramo está suspendido, para este efecto, de dos cables correspondientes á las dos vigas, y que pasan sobre una polea, cuya chapa se ha fijado exteriormente al tablón inferior de la viga. Después de pasar por unas poleas colocadas en la parte superior de la estacada, el cable vuelve á bajar hasta el torno, directamente para la viga que se encuentra al mismo lado que el torno, y pasando por debajo del puente principal del pontón, para la viga del lado opuesto.

Cada torno se mueve por medio de un motor eléctrico de 10 caballos, que actúa sobre un tambor de doble canal, sobre el cual se arrollan los dos cables.

Mecanismo de rotación del puente.—Un mecanismo más potente sirve para producir el desplazamiento del puente cuando se quiere dejar libre el canal navegable. Este mecanismo se pone en movimiento por medio de una máquina de vapor de 70 caballos, montada en uno de los ángulos del pontón; esta máquina es la que movía el puente anterior.

Durante la rotación el puente gira alrededor de un eje vertical, constituido por un tubo metálico que rodea á un pilote de madera, con el cual se ha hundido en el lecho del río. Este eje está solidarizado por un arriostramiento apropiado con un grupo de pilotes formando estribo.

Para producir la rotación, el pontón *p* (fig. 11) es halado, en un sentido ó en el otro, por medio de una cadena sumergida en el lecho del río, fijada en *a* y *a'*, y que se arrolla sobre la mu-

neca del torno halado. El pontón pasa así de p a p' , girando alrededor de la articulación b .

La operación completa, comprendiendo la elevación de los tramos de enlace, y la rotación de 90° del puente no dura más que cinco minutos.

Cuando se vuelve el puente á su posición de cierre se ase-

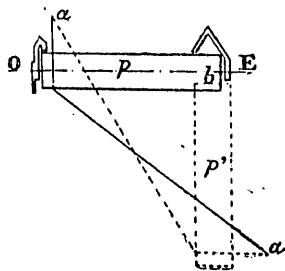


Fig. 11.

gura la continuidad absoluta de la vía por medio de diversas disposiciones. Dos cerrojos dispuestos en los dos extremos del pontón le mantienen en su sitio. En el ángulo opuesto á la articulación, la disposición de cierre se compone de una varilla t en forma de T (figuras 12 y 13) sobre cuyo brazo transversal están montados dos rodillos de 365 milímetros de diámetro. A una y otra parte de esta varilla se encuentran unos tapones de resorte r y r' , también provistos de rodillos. Estos rodillos, que sobrepasan ligeramente el aplomo del extremo del pontón, vienen á chocar contra unos tapones fijos, montados sobre el estribo, y entre los cuales penetra el extremo de la varilla; para que ésta penetre en su alojamiento se la debe hacer girar 90° , de manera que el brazo transversal sea vertical, después se la hace

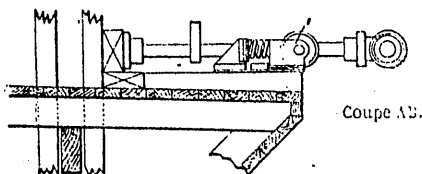


Fig. 12.

girar en seguida en sentido inverso, con lo que se efectúa el acunamiento.

Durante el final de la rotación del pontón, su extremo se apoya por el intermedio de un perfil horizontal c , en un carril de guía, lo que asegura la precisión del movimiento.

En el lado de la articulación se encuentra otro cerrojo más sencillo, constituido por una varilla que penetra en un hueco de guía apropiado. Unos cerrojos análogos están instalados en la

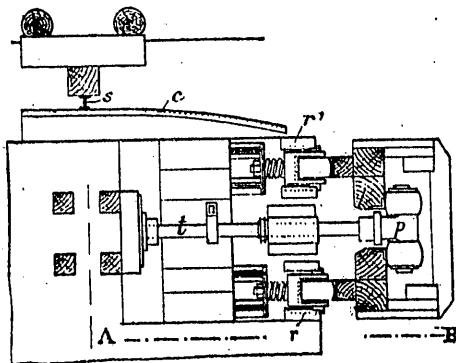


Fig. 13.

parte superior de la estacada, pero no se emplean más que en caso de temporal para prevenir el movimiento de balance del pontón. Las partes fijas de estos cerrojos v y v' están sostenidas por un pilar especial p (fig. 5.^a).

En fin, para mantener los carriles que lleva el pontón en la prolongación exacta de los carriles de los tramos fijos, los ex-

tremos de la estacada llevan unos cortes en bisel que vienen á apoyarse contra las superficies correspondientes del tramo de aproximación.

Por otra parte, los carriles mismos del pontón tienen sus extremos tallados en bisel, de manera de enlazarse con los carriles fijos.

Las maniobras de elevación se gobiernan desde la sala de máquinas, que está instalada sobre el pontón, por medio de registradores eléctricos, y un cuadro indicador muestra á cada momento en esta sala la posición de los tramos de enlace, lo que permite no comenzar la rotación del pontón más que cuando los tramos están en la posición deseada.

Botadura de los pontones.—Los pontones se han construido

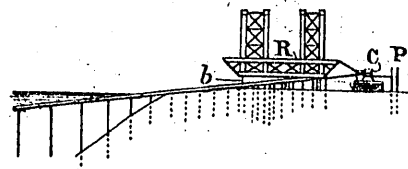


Fig. 14.

en la orilla y se han botado en seguida, antes del montaje de los mecanismos. El pontón de la Llanura del Perro se ha construido sobre una plataforma dispuesta á lo largo de la orilla Oriental del Misisipi (figuras 14 y 15). Una vez terminado el casco, se estableció transversalmente á la plataforma una serie de vías de deslizamiento espaciadas 6 metros, próximamente, é inclinadas un octavo; estas vías se prolongaban por debajo del nivel del agua, sobre pilotes, y estaban cubiertas de madera dura que daban una buena superficie de deslizamiento.

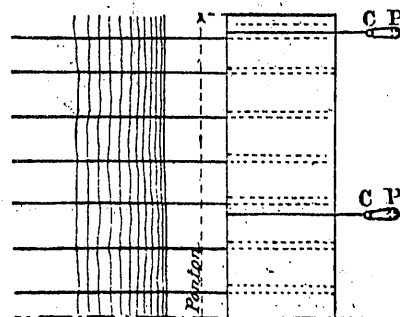


Fig. 15.

Detrás del pontón se dispusieron cuatro cabrestantes C , amarrados á unos grupos de cuatro pilotes P , hincados para servir de anclajes. Se fijaba el pontón al cabrestante por unos cables de acero que rodeaban al casco, y que comprendían sobre el puente una corta sección de cable de cáñamo R que podía cortarse rápidamente.

Las piezas de la plataforma sobre las cuales descansaba la armadura del pontón se han demolido entonces una á una, de manera que el pontón no gravitase más que sobre unos bloques de madera dura b que descansaban sobre las vías inclinadas y servían, en cierto modo, de quillas de lanzamiento. Tomadas estas disposiciones, bastó cortar con una hacha las piezas de cable de cáñamo R insertas en la longitud de los cables de amarre, para que el pontón empezara á deslizarse.

Para las reparaciones eventuales que hubieran de efectuarse en este pontón, se ha dispuesto una especie de dique parcial que se puede aplicar contra la parte del pontón que tuviera que repararse. Este dique se compone de una fuerte caja, abierta por su parte superior, que tiene el perfil del cajón, contra el cual ha de aplicarse. Unos burletes de algodón forman junta y se extrae con una bomba el agua del interior de la caja, para que los hombres puedan penetrar en él. La reparación puede así efectuarse sin que cese de flotar el pontón.