



AÑO VIII°

BUENOS AIRES, MARZO 31 DE 1903

Nºs 168-169

La Dirección y la Redacción de la REVISTA TÉCNICA no se hacen solidarias de las opiniones vertidas por sus colaboradores.

### PERSONAL DE REDACCIÓN

#### REDACTORES EN JEFE

Ingenieros Dr. Manuel B. Bahía y Sr. Sgo. E. Barabino

#### REDACTORES PERMANENTES

Ingeniero Sr. Francisco Seguí  
 > > Miguel Tedin  
 > > Constante Tzaut  
 > > Mauricio Durrieu  
 Doctor Juan Bialel Massé  
 Profesor > Gustavo Pattó  
 Ingeniero > Federico Biraben  
 Arquitecto > Eduardo Le Monnier

#### COLABORADORES

Ingeniero Sr. Luis A. Huergo	Ingeniero Sr. J. Navarro Viola
> Sr. Emilio Mitre	Dr. Francisco Latzina
Dr. Victor M. Molina	> Emilio Daireaux
> Sr. Juan Pirovano	> Sr. Juan Pelleschi
> José S. Corti	> B. J. Mallol
> Otto Krause	> Guillermo Dominico
> A. Schneidewind	> Angel Gallardo
> B. A. Caraffa	> Mayor Martin Rodriguez
> L. Valiente Noailles	> Sr. Francisco Durand
> Arturo Castaño	> Manuel I. Quiroga
> Fernando Segovia	Mayor Antonio Tassi

(Montevideo) Juan Monteverde	- Ingeniero
> Nicolás N. Piaggio	- Agrimensor
(Roma) Attilio Parazzoli	- Ingeniero
> Ricardo Magnani	- >
(Barcelona) Manuel Vega y March	- Arquitecto
(Madrid) M. Gomez Vidal	- Tte. Cor. de Estado Mayor

Precio de este número, \$ 1.00 m/n

### SUMARIO

Ch.....	EL PUERTO MILITAR—El dique de carena y sus puertas.
S. E. Barabino.....	LA FILOTÉCNICA: (Continuación)—Fotogrametría, Pro Ignacio Porro.
C. Tzaut.....	A PROPOSITO DE PLANÍMETROS Y PANTÓGRAFOS. FERROCARRILES:
W. T. Stead.....	LOS FERROCARRILES NORTEAMERICANOS—(Traducido para la Revista Técnica de "L'Americanisation du Monde").
Ch.....	NOTAS FERROVIARIAS. ELECTROTECNICA:
Manuel D. Appendini	LAS MAGNITUDES ALTERNATIVAS SINUSOS SEGÚN EL MÉTODO DE LOS IMAGINARIOS, DEL PROFESOR STEINMETZ.—Aplicación a la electricidad.(Continuación).
A. Parazzoli.....	TEORIA ELEMENTAL I PRINCIPIOS DEL CÁLCULO DE UNA DINAMO.
Fernando Segovia...	PUNTES METÁLICOS—(Continuación): Vigas de celosía con uniones articuladas.
E. C.....	ENSEÑANZA PRACTICA DE LA INGENIERIA. UN RECORD EN MATERIA DE PATENTES DE INVENCION.
Ch.....	BIBLIOGRAFIA. PUBLICACIONES RECIBIDAS. AGRIMENSURA: Decretos y resoluciones. MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS: Leyes y Decretos, MISCELANEA. LICITACIONES.

### EL PUERTO MILITAR

#### EL DIQUE DE CARENA Y SUS PUERTAS

El hecho ocurrido en el dique de carena del puerto militar, durante la última marea, es decir, el rebalse de las aguas por encima del buque-puerta que cerraba la entrada del dique en el momento de verificarse aquella, viene á renovar las dudas que surgieron, en marzo del año pasado, cuando sucedió un hecho semejante, — aunque de mayores proporciones que el últimamente ocurrido, — respecto de si no convendría aumentar la altura de las puertas que permiten mantener en seco ese dique, á fin de evitar la reproducción de hechos que alguna vez podrían ocasionar serios perjuicios.

Cuando la marea del 19 de marzo de 1902, las aguas subieron 5<sup>m</sup> 56 sobre la marea media ordinaria, rebalsando 6 centímetros sobre la puerta corrediza; en la última marea, las aguas solo subieron 5<sup>m</sup> 03, según los datos publicados, de modo que si hubiese estado colocada la puerta corrediza, cuyo plano superior está á la cota +5<sup>m</sup> 50, no habría ocurrido absolutamente nada; pero estando cerrada la entrada del dique tan solo con el buque-puerta, cuya cota superior es +5<sup>m</sup>.00, las aguas rebalsaron 3 centímetros, produciendo algunos desperfectos en esa puerta.

Despues de ocurrido el suceso de marzo de 1902 y de estudiar los planos del dique de carena, convencidos de que bien podia haberse producido un error — *errare humanum est* — en adoptar la cota fijada al plano superior de las puertas y del mismo dique, nos dirigimos á quien podia, mejor que na-

die, ilustrarnos respecto de las razones que habían mediado para no levantar más ese nivel: al ingeniero Luiggi.

El distinguido técnico, con esa buena voluntad que es peculiar en él, satisfizo nuestro pedido, remitiéndonos una especie de *memorandum* en el que nos explicaba las razones que habían mediado para adoptar los niveles ya indicados.

No llegó, entonces, el caso de hacer conocer esas razones de los lectores de la REVISTA TÉCNICA, porque solicitados por otros temas de mayor urgencia y habiendo afluído en esa época abundantes y valiosas colaboraciones para sus columnas, consideramos que no pasaría la oportunidad de seguir ocupándonos con descripciones de una obra pública ya hecha y generalmente considerada bien hecha.

Pero lo ocurrido durante la última marea hace que sea ésta la mejor oportunidad para ocuparnos de este asunto, por cuyo motivo vamos a reproducir, en síntesis, los fundamentos que tuvo el Ingeniero Luiggi para fijar la cota + 5<sup>m</sup>.50 á la puerta corrediza del dique de carena del puerto militar.

— Las mareas, en Puerto Militar, nos decía, oscilan diariamente, término medio, entre + 0<sup>m</sup>.50 (baja marea media) y + 3<sup>m</sup>.60 (alta marea media), siendo así, en cifras redondas, + 2<sup>m</sup>.00 la media entre la media baja y la media alta marea.

— Siendo de práctica fijar en *tres metros* la altura de los muelles sobre la marea media, resultaba que la cota á adoptarse para el coronamiento de los muros de muelle era de + 5 metros.

— Pero considerando las mareas excepcionalmente altas, que en los 16 años de observaciones existentes (1880-1896) habían alcanzado hasta + 5,25 en el mareógrafo de Bahía Blanca — correspondientes  $\pm$  á 5,00 á 5,10 en Puerto Belgrano —, por prudencia, se adoptó un margen de unos 3 piés, fijándose en + 6<sup>m</sup>.00 la altura del coronamiento de los murallones, entrada de los diques, etcétera.

— El suceso del 20 de marzo (ó 19?) debe atribuirse á la circunstancia de haber coincidido con el equinoccio una marejada escepcional que causó perjuicios en la costa é hizo afluir mucha agua dentro del puerto Belgrano, á lo cual debe agregarse ésta otra más rara, pues, solo cada 28 años puede ocurrir, de haber coincidido con aquellos la marea de sicigia estando la luna en perigeo (mayor proximidad de la luna á la tierra), cuyas tres causas reunidas hicieron que se produjese una marea excepcional que alcanzó á la cota + 5<sup>m</sup>.56.

— A pesar de tantas coincidencias, las aguas no rebalsaron los muelles, ni en el dique hubiese entra-

do el agua si el puente levadizo sobre la puerta corrediza hubiese estado levantado; pero éste no funcionaba por no estar lista aún, entonces, la maquinaria hidráulica.

— En resumen, se trata de una marea de una magnitud nunca vista en los 22 años anteriores y que parece no debería repetirse sino cada 28 años, cuando coincidiesen el perigeo con el equinoccio y con una fuerte marejada, en cuyo caso podría aún evitarse todo contratiempo teniendo levantado el puente sobre la compuerta corrediza — con lo que se alcanza la cota + 6<sup>m</sup>.00 — y listas las bombas de achique á todo evento.

\*  
\* \*

Como se vé, las explicaciones del ingeniero Luiggi parecen ser muy convincentes.

Sin embargo, despues de bien considerado todo y teniendo presente que la última marea no ha sido el resultado de tantas coincidencias como la del año anterior, y sin que esto importe absolutamente formular el más mínimo cargo — que no tendría razón de ser en cuanto las explicaciones que anteceden demuestran que, si los hechos vencen las previsiones, éstas han ido más allá de lo que puede exigirse á un técnico venido expresamente para ejecutar estas obras y que és á la vez un profesional de larga práctica, — nos parece que algo debe hacerse para prevenir cualquier otra eventualidad, coincidencia ó como quiera llamársele, que bien pudiera causar perjuicios mucho más difíciles de reparar que fáciles de evitar.

No vemos, en efecto, el porqué se ha de estar con el Jesús en la boca dos veces al año, con el temor de ver producirse desperfectos en una obra pública tan valiosa cuando, probablemente sin grandes erogaciones, podría ponerse en condiciones de completa seguridad.

Porque así como acaba de ocurrir que la compuerta corrediza no se hallaba en condiciones de ser utilizada, puede suceder nuevamente este caso en otra ocasión ó sobrevenir cualquier otro hecho imprevisto que solo permita contar con el buque-puerta, pudiendo ello acontecer en circunstancias en que, en lugar de una marea de 5<sup>m</sup>.03, sea ella de 5<sup>m</sup>.50, ó algo mayor, pues nadie puede asegurar que no pueda producirse el día ménos pensado una marea de 5<sup>m</sup>.50, aún sin equinoccios, sicigias, ni perigeos, porque las probabilidades no son una seguridad.

Y hay que tener presente que si el coronamiento de los muelles está á la cota + 6.00, el de los muros de flanco del dique de carena solo tiene la cota + 5.00, y que esta misma cota tienen los umbrales de la casa de bombas, cuya maquinaria se halla á un nivel infe-

rior de modo que podría llegar el caso de inundarse el dique rebalsando las aguas sobre él, las que irían á anegar á aquella impidiendo el funcionamiento de las bombas. Ya se vé que las consecuencias podrían ser muy graves.

\*  
\* \*

Es fácil demostrar el peligro que habría en el caso de una marea extraordinaria de 0<sup>m</sup>.50, la que produciría un rebalse de unos 0<sup>m</sup>.33 sobre la puerta; marea que podría colmar el dique en 33 minutos por poco que la velocidad propia del agua alcanzase á un metro por segundo. En efecto: la velocidad producida por la altura de caída, dada por la fórmula

$$v = m \sqrt{2gH}$$

suponiendo el coeficiente  $m = 0^m.40$

nos dá  $v = 1^m.25$

y agregándole la propia del agua al llegar al dique resultaría, en total, una velocidad de 2<sup>m</sup>.25, cantidad que multiplicada por la sección teórica del vertedero (26<sup>m</sup>60 × 0<sup>m</sup>50) dá, en cifras redondas, 30 metros cúbicos en un segundo, es decir, 59.400 m<sup>3</sup> en 33 minutos.

Ahora bien, la capacidad del dique hasta su coronamiento es, según se deduce de los planos, aproximadamente la misma, ó sea 60000 m<sup>3</sup> en números redondos; es decir que á la media hora de haber principiado el rebalse, el agua desbordaría por encima de las paredes del dique, sobre las zonas adyacentes, invadiendo, como hemos dicho, la casa de máquinas.

Y aún hay que considerar que es muy posible que haya en ese momento, en el dique, uno ó mas buques, y suponiendo que su desplazamiento fuera de unas 10.000 ton., el desborde se produciría antes de la media hora, cuando no habria habido tiempo de tomar medidas preventivas.

Resumiendo: diremos que no creemos que sea indispensable levantar los muros que limitan el dique, operación ésta que resultaría muy costosa hoy; pero que sí nos parece prudente que se provea á aquél de un buque-puerta que pueda impedir la entrada al mismo de las aguas de las mareas más altas conocidas hasta hoy.

También juzgamos prudente se tomen las medidas conducentes á evitar que la casa de máquinas se vea expuesta á los percances que, según hemos dicho, podrían ocurrirle, cosa ésta que no nos parece de muy difícil solución.

Oh.

## LA FILOTÉCNICA

(Continuación. — Véase el número 166-67)

### FOTOGRAMETRÍA

PRO IGNACIO PORRO

#### III

El uso del levantamiento fototopográfico va extendiéndose como toda aplicación útil destinada á mejorar ó ampliar los métodos generalmente en uso para la obtención de resultados determinados.

Es sabido cuanta ventaja introdujeron en los sistemas empleados por los topógrafos en el levantamiento de planos, especialmente en los terrenos accidentados, las jeniales innovaciones de Porro, con sus instrumentos distanciómetros, dando en una sola observación las tres ordenadas requeridas para determinar los puntos del terreno.

Hace algunos años, otro método — el de la *fotogrametría* — viene abriéndose camino, i es objeto de persistentes estudios, aplicaciones i mejoramientos en las naciones más adelantadas, lo que no debe sorprendernos ciertamente cuando á las ventajas de la taquimetría va reunida la de la representación, natural podría decirse — fotográfica diré — del terreno, que permite conservar detalles de relieve i disposición que no podrían racionalmente pedirse á ningún topógrafo por más extraordinaria que fuera su retentiva topográfica.

Numerosas son ya las publicaciones hechas relativas á la fotogrametría i no pocos los instrumentos ideados i contruidos por las diversas casas especialistas; hemos indicado varias de aquellas i acabamos de publicar la descripción del taquímetro-fotográfico de la casa Salmoiraghi, de Milán; pero ¿se ha preguntado alguien quién fué el inventor del nuevo método?

A muchos llamará la atención, aunque no sorprenderá ciertamente, saber que tan útil invención se debe al talento del célebre profesor Porro, el padre de la taquimetría.

El método que el ingeniero Ignacio Porro entendía emplear en la fototopografía, fué descrito por el ingeniero Salmoiraghi en el *Politécnico*, Año XIX (1871), en cuyo año el instrumento Porro figuró en la Exposición de Milán. También lo rememora el ingeniero Patrizi en su folleto, ya mencionado. Resumiré tales antecedentes.

Como Porro empleaba una cámara de fondo sensiblemente esférico, denominó el nuevo método de levantamiento *fotografía esférica*.

Entendía servirse de la fotografía para reconstituir, en lo posible, en su gabinete de trabajo, el panorama real observado en el terreno. En efecto, reponiendo la fotografía en la máquina, en un bastidor abierto como el del vidrio esmerilado, de modo de poderla iluminar por detrás, lo que se obtiene volviéndola hácia la luz natural de una ventana, i

poniendo un anteojo delante del objetivo de la máquina, preparado para visar objetos lejanos, con él se verá la imagen fotográfica aumentada, con toda la finura de detalles que comporta el arte fotográfico. Las imágenes de dos objetos vistos con el anteojo determinan el mismo ángulo que dichos objetos forman realmente con el punto de estación.

Se trataba, pues, del punto de vista de su construcción, de disponer las cosas de modo de poder hacer pasar por el anteojo colimador todo el panorama, para medir los ángulos, aún por sus puntos extremos; i Porro construyó un instrumento especial, que describiremos someramente i que resuelve perfectamente el problema.

Consta de una base  $B, B$  en cuyo centro encaja, i jira alrededor de un eje central, una columna  $A$ , con la que se mueve un círculo acimutal graduado  $C_1, C_1$  asegurado en ella, formando alidada, con nonios. Para la lectura de los ángulos hai un microscopio  $m_1$  fijo á una columna  $B$ . En vez del anteojo de los teodolitos ó taquímetros tiene un perno ó eje horizontal  $a, a$  que apoya i jira en los cojinetes de un soporte  $S, S$ , i está provisto de un círculo cenital graduado  $C_2$ , que se mueve con él i con la cámara fotográfica  $C, C$ , i que posee los tornillos de presión i coincidencia correspondientes. Un microscopio  $m_2$  permite verificar las lecturas cenitales.

La cámara fotográfica  $C, C$ , de fondo sensiblemente esférico, está unida á dicho eje horizontal  $a, a$  de manera que el centro del objetivo fotográfico  $O$ , queda muy proximalmente frente al centro de dicho eje i sobre la prolongación del eje vertical de rotación  $A$  de la alidada.

La cámara, pues, gravita escéntricamente sobre el eje  $a, a$ , por cuya razón debe equilibrarse para regularizar el movimiento de ambos.

En los levantamientos topográficos el plano perspectivo se dispone verticalmente, en los de *gabinete*, cuando se hace jirar la cámara  $C, C$  alrededor del eje horizontal  $a, a$ , ó del vertical  $A$  de la alidada, el centro del objetivo  $O$  permanece casi inmóvil, condición que no es de absoluta necesidad, pero sí conveniente para poder ver con el anteojo colimador  $F$  todo el panorama abarcado por la fotografía.

Este anteojo colimador  $F$ , es independiente del resto del instrumento i está fijo en un soporte especial de la columna  $B$ , frente al objetivo de la cámara, de manera que, de cualquier modo se haga jirar esta, acimutal ó cenitalmente, dada la invariabilidad de posición del objetivo  $O$ , el colimador visaré siempre el interior de aquella, i, por ende, todos los puntos

del panorama fotografiado, como si se observaran directamente con un teodolito en el terreno.

Los movimientos acimutales i cenitales de la máquina fotográfica miden precisamente los ángulos que determinan, con el centro del objetivo fotográfico, los puntos visados, i sirven para confeccionar el dibujo correspondiente.

Los puntos de la planimetría se determinan siempre por *interseccion*, sin tener que apelar á las coordenadas perspectivas, engorrosas i cuya precisión es inferior á la que da el método de Porro.

Las distancias horizontales se miden gráficamente, i las cotas altimétricas se determinan mediante los ángulos cenitales observados.

El ingeniero Patrizi, al ocuparse de esta invención de Porro, hace votos porque los estudiosos traten de encarrilar la fotogrametría en la vía tan jenialmente abierta por el talentoso fundador de la taquimetría, i hace público un hecho vituperable, desgraciadamente muy frecuente en el

campo de las invenciones humanas, cual es el de que en un catálogo de un constructor alemán figura un instrumento fundado precisamente en los principios del de Porro, pero bajo el nombre del profesor Schell, sin mencionar para nada al sabio italiano!

Para terminar nos vamos á permitir una observación personal:

¿Quién más aparente para llevar á la práctica el deseo manifestado por el ingeniero de *La Filotécnica* que la misma casa Salmoiraghi, que tanta difusión ha dado y sigue dando á los métodos topográficos del profesor Porro, i tanto perfeccionamiento ha conseguido en la construcción de los instrumentos empleados en la taquimetría?

¿Quién en mejores condiciones que la renombrada casa milanesa, para construir — con las modificaciones que la ciencia i la práctica han introducido en la fabricación de instrumentos de precisión i en la fotografía, — un fotogrametro esférico Porro?

Hacemos, pues, á nuestra vez votos porque nuestro ilustre amigo, señor Salmoiraghi, recoja la heredad del fundador de *La Filotécnica* i presente entre los nuevos productos de su afamado establecimiento uno del jénero indicado.

S. E. Barabino.

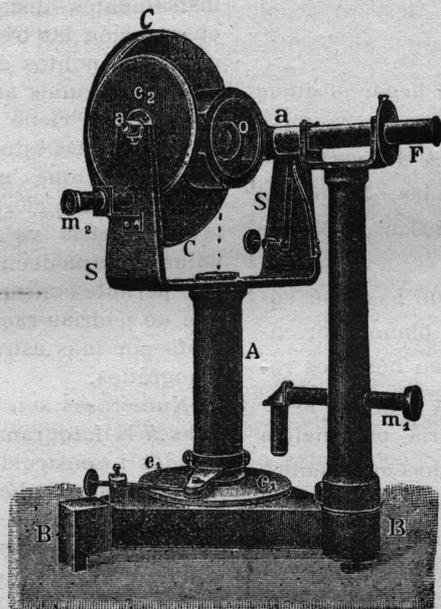


Figura 6

## Á PROPOSITO

DE

### PLANÍMETROS Y PANTÓGRAFOS

Señor Director de la REVISTA TÉCNICA :

Participando en general de las opiniones que vierte el señor ingeniero Nicolás N. Piaggio en los artículos que sobre planímetros y pantógrafos viene escribiendo en la REVISTA TÉCNICA, sobre todo en cuanto á los instrumentos que describe propios para efectuar cálculos aritméticos, me hallado la atención la afirmación que hace en el último número y que considero exagerada.

Me refiero á la declaración de que :

« Tanto el círculo calculador como la regla logarítmica no sirven, en mi concepto, para ninguna oficina técnica y particular » ; declaración que me parece tan errónea como esta otra :

« La escala de Gunther, el reloj calculador de Boucher y el abaco de Lalanne, serán dentro de cincuenta años nada más que simples objetos de curiosidad histórica, verdaderas piezas de arqueología. »

Si he comprendido bien la idea del señor Piaggio, él solo considera prácticos los instrumentos que suministran la mayor exactitud posible, sin considerar el tiempo empleado para obtener un fin determinado.

Partiendo de esta consideración, las máquinas de calcular, ó aritmómetros, son los únicos instrumentos que llenan hasta ahora completamente el objeto y pueden ser de aplicación general.

Pero es el caso que los aritmómetros son instrumentos delicados y caros, y se requiere además bastante práctica para calcular con ellos con cierta rapidez. En muchos casos en que apremia el tiempo, su empleo no puede ser recomendado. Se sabe que el aritmómetro Thomas de Colmar puede servir para efectuar adiciones también ; sin embargo, el Ingeniero italiano Fossa-Mancini, objetando á este instrumento falta de simplicidad y de rapidez y mucha complicación en su mecanismo, inventó una máquina especial, mas sencilla, para adicionar (que obtuvo medalla de oro en la Exposición de Turin, de 1898), creyendo su autor que para las multiplicaciones y divisiones, hay ventaja, bajo el punto de vista de la rapidez, en recurrir á los logaritmos (Ingegneria Civile e le Arti industriali, vol. XXIV).

En Alemania mismo, donde ha sido inventado el Aritmómetro, se prefiere recurrir á tablas numéricas para efectuar los cálculos aritméticos. Las tablas del doctor Zimmermann, de unas 250 páginas, son bastante usadas allí, en razon de su precio relativamente módico (5 marcos).

En la elección del instrumento ó tabla más conveniente para efectuar cálculos determinados, hay, en mi opinión, que hacer intervenir diversos factores, tales como : las circunstancias en que uno se halla, la exactitud que uno se proponga obtener y el tiempo de que se disponga.

Para el Agrimensor, el aritmómetro y el planímetro son de incomparable utilidad. Mediante el aritmó-

metro, pueden efectuarse las multiplicaciones siempre fastidiosas que requiere el cálculo del área del polígono perimétrico del terreno levantado, cálculo que no admite abreviación ó aproximación alguna, y, con el planímetro, pueden verificarse los cálculos y efectuarse los de las áreas secundarias (aunque esto no sea legalmente permitido casi en ninguna parte). El planímetro rinde también grandes servicios en las particiones de heredades, cuando se trata, por ejemplo, de determinar aproximadamente las dimensiones y forma de los lotes, según las partes.

Pero el Agrimensor no puede llevar siempre consigo un aritmómetro, que es un instrumento costoso y delicado, inconvenientes que no tienen el planímetro ni la regla de cálculo.

En cuanto al Ingeniero, el aritmómetro no tiene para él mayor importancia aunque pueda serle útil en raras ocasiones (los cálculos de computos métricos y presupuestos, por ejemplo). Para muchas operaciones, él preferirá recurrir á tablas numéricas ó gráficas, de las que abundan en los Manuales ; por el contrario, el planímetro desempeña un papel importante y más frecuente, como, por ejemplo, cuando se trata de calcular el área de figuras irregulares ó perfiles transversales de ferrocarriles, caminos, canales, etc. Para los cálculos de *Resistencia* que se presentan á menudo y que no requieren una exactitud excesiva por lo general, la regla de cálculo es inapreciable, como lo es para todo cálculo aproximado : regla de tres, cálculo de elementos de máquinas, y otros en los cuales su uso está todo indicado, y para los que no se recurrirá nunca al aritmómetro.

Las reglas logarítmicas especiales, como la de Salmoiraghi, que sirven para el cálculo simultáneo de las distancias horizontales y verticales de puntos levantados taquimétricamente, son igualmente de verdadera utilidad. ¿ Con qué las reemplazaría el señor Piaggio, que no es partidario de cuadros gráficos ?

Los círculos logarítmicos del mismo Salmoiraghi dan 3 y hasta 4 guarismos exactos para la solución de cualquier multiplicación ó división, aproximación que basta en muchos casos.

Por lo que respecta al abaco de Lalanne, si bien es cierto que ahora poco se le usa, prefiriéndosele la regla de cálculo, no puede negarse, sin embargo, que los métodos de Lalanne y su abaco han tenido muchos copistas é imitadores. Por mi parte sé decir que en la práctica profesional me he valido más de una vez de su abaco para diversos cálculos.

El Sr. Director de la REVISTA TÉCNICA recordará seguramente que en los estudios del Ferrocarril de Chilecito á la Mejicana, que hicimos el año 1886, levanté taquimétricamente un plano párcial de la Sierra del Famatina que comprendía miles de puntos relevados, habiendo hallado ventaja en construir un abaco Lalanne para abreviar los cálculos de las distancias y alturas de los puntos levantados, calculando las distancias horizontales  $d$  mediante la fórmula

$$d = \beta L \cos^2 \alpha$$

y, como operaba con un teodolito, la constante  $\beta$  era un número arbitrario, igual á 117,90 en el caso de que

se trata. A fin de obtener mediante el abaco el valor de  $d$ , tuve que graduar un lado del abaco con el elemento  $\beta L = 117,90$  veces la altura leída en la mira (inscribiendo en la escala tan solo el valor de  $L$ ) y, el otro lado, con el elemento  $\cos^2 \alpha$  ( $\alpha =$  ángulo de altura).

Este ejemplo es uno de los muchos casos en que conviene recurrir al abaco Lalanne, que tiene la ventaja de poderse modificar á voluntad para satisfacer necesidades eventuales.

Lalanne es el inventor de la *geometría anamórfica*, de la cual su abaco es una simple aplicación.

Este método anamórfico, que consiste en transformar, para el uso de las tablas gráficas, curvas difíciles de trazar, por rectas ó por círculos, forma ahora parte de los métodos propios de la *Nomografía* ó sea Ciencia de los Abacos.

En el Primer Congreso Científico Latino Americano celebrado en esta Capital el año de 1898, el erudito Dr. Federico Villareal, de Lima, que expuso, de acuerdo con los estudios del ingeniero d'Ocagne, los principios y reglas de esta nueva Ciencia, decía (página 28, tomo II de los trabajos de la 1ª Sección):

«Lalanne, en 1842, mostró que la superficie de un semi-perfil de terraplen, en función de la cota sobre el eje y del declive del terreno, es dada por la ecuación de un hiperboloide, cuyas secciones horizontales parabólicas proyectadas sobre un plano horizontal y acotadas, formaban una tabla gráfica que podía reemplazar á las tablas numéricas; generalizó este método para diversas aplicaciones y en 1846 inventó el método anamórfico, para reemplazar las curvas por rectas.»

Creo que lo expuesto basta para demostrar que la obra de Lalanne no es tan insignificante como lo pretende el autorizado colega y asiduo colaborador de la REVISTA TÉCNICA.

Juzgo oportuno defender las tablas gráficas en general, por cuanto yo mismo he cometido la *peccata minuta* de publicar, en el número 114 de esta Revista, un abaco que llamé *universal*, no por la exactitud que pueda conseguirse con él, sinó por la variedad de los problemas que permite resolver.

Como puede verse por la descripción de este abaco, él consiste en varias escalas logarítmicas dispuestas paralelamente; su principal ventaja á mi juicio, está en el empleo de un hilo que reemplaza la profusión de líneas á 45° características del abaco Lalanne. El hilo aventaja á aquellas: 1° en que no cansa la vista y 2° en que es pronto tendido convenientemente, facilitando la más rápida lectura de los resultados, reduciendo las probabilidades de errores. Por lo demás, mi *Abaco Universal* permite efectuar diversas operaciones aritméticas que no son fáciles de efectuar con el abaco de Lalanne ó con la regla de cálculo.

Mi abaco me ha prestado servicios positivos para calcular momentos de inercia de vigas, especialmente en el caso de secciones disimétricas, en que es preciso calcular separadamente los momentos de segundo grado de las áreas componentes de las secciones con relación al eje que pasa por su centro de gravedad. Es sabido que en cálculos de esta naturaleza, la

aproximación de dos cifras en el resultado definitivo es generalmente suficiente, pues que basta en la práctica saber, por ejemplo, que una viga de hierro trabaja á la flexión á razón de 720 kilos que me dá el abaco en vez de los 710 que me daría el cálculo directo exacto ¿No es acaso la primera cifra tan aceptable como la segunda?

Convengamos pues en que, para el Ingeniero, las reglas de cálculo, los círculos, tablas é instrumentos con escalas logarítmicas no están próximos á cederle el paso á los aritmómetros, por lo menos mientras no se halle nada más sencillo y más barato de lo que existe en el presente.

Saluda á Vd. atentamente

Marzo de 1903

O. Tzaut

## FERROCARRILES

### LOS FERROCARRILES NORTEAMERICANOS

Traducido de "L'Americanisation du Monde", por W. T. STEAD  
para la REVISTA TÉCNICA

Bien que los EE. UU., por si solos, poseen cerca de 350.000 kilómetros de ferrocarriles, debe reconocerse, sin embargo, que las vías férreas son relativamente recientes. Un periodista emprendedor descubrió, hace algun tiempo, en una pequeña ciudad de los EE. UU., al maquinista que condujo la locomotora de Stephenson el día memorable de la inauguración de la línea Liverpool-Manchester. Era apenas un muchacho de 18 años cuando Jorge Stephenson le hizo salir de la usina para hacerle conducir la *Rocket*. Despues de haber dirigido esa máquina dos años entre Liverpool y Manchester, emigró á América durante el año 1837, donde siguió ejerciendo su oficio de mecánico. Goza aún de perfecta salud y de ánimo suficiente para dar una conferencia sobre los primeros esfuerzos de Stephenson, lo que demuestra que el curso de una existencia puede contener la historia de los ferrocarriles, desde su iniciación.

El hecho de que el primer maquinista haya imitado tan pronto á América parece indicar que había adivinado, por una intuición, la maravillosa extensión que debía alcanzar, en los EE. UU., el descubrimiento de Stephenson. Bajo todos los puntos de vista, los norteamericanos ocupan, sin contradicción, la primera línea en todo lo que concierne á ferrocarriles. Han construido casi la mitad de las vías férreas del mundo. No solo han establecido líneas en toda la extensión de su continente sino que hélos ahí hoy que se ocupan de construir puentes en el exterior, obras éstas de las más difíciles entre las que demandan los ferrocarriles. Sin embargo, es solo muy recientemente que los ingleses han reconocido su superioridad en este género de trabajos, y ese mismo público puede volver en si de su asombro

sabiendo que los soldados y cabalgaduras de la Reina solo han hecho la conquista del Sudan gracias á los norteamericanos que han construido puentes sobre el río Atbara. Los ingleses habrían podido sin duda construirlos ellos mismos, pero no podían hacerlo en un plazo conveniente. Pocos incidentes han causado una tal decepción y todos se perdieron en conjeturas para demostrar que le habría sido fácil á la industria inglesa ejecutar esa obra si se le hubiese prevenido con tiempo y se hubiese procedido con justicia á su respecto.

Estas explicaciones, que fueron tomadas en serio, atenuaron un tanto el mal humor de John Bull, pero su efecto debía ser solo momentáneo, pues, el otoño pasado, la « American Bridge Company » obtuvo contratos para la construcción de un minimum de 28 puentes y viaductos necesarios para la terminación del ferrocarril del Uganda. Estas obras se hallan, en este momento, en gran actividad. *Los ingleses habian desparramado el oro á mares para obtener esta colosal empresa* (1) y asegurar así un nuevo mercado á los artículos de fabricación inglesa, pero los norteamericanos llegaron y los suplantaron.

El mismo hecho se produce en otras partes del mundo. Los norteamericanos acaban de construir sobre el río Coktein, en el Alto Burma, el puente más largo del mundo. M. Rhodes fué presa de un profundo despecho cuando se apercibió que, para la construcción de su ferrocarril del Cabo al Cairo, M. Carnegie podía entregarle los rieles, en el Sud de Africa, en condiciones más ventajosas que los industriales ingleses.

En tiempo de guerra como en tiempo de paz, la situación resulta la misma. Mientras el gobierno imperial se entretenía en importar mulas americanas para el transporte de sus tropas, el gobierno del Cabo se ocupaba en formular contratos con ingenieros norteamericanos por locomotoras que los constructores ingleses no podían proveer, apesar de que el gobierno colonial acordaba una prima del 10 % á los fabricantes de nacionalidad inglesa. Es, sin embargo, imposible tratar negocios con seriedad cuando contratos tan importantes como éstos de que hablamos, están sujetos á ser adjudicados por favor y no por mérito. La prima de 10 % es una prueba la más seria del desaliento de la industria inglesa. Si los constructores ingleses no pueden luchar sin una prima de 10 % de ventaja sobre sus competidores norteamericanos, la cuestión está definida y la superioridad de éstos queda proclamada. Sucede con las locomotoras como con los rieles y puentes; no son juguetes artísticos esas máquinas gigantes que

efectúan los transportes de todo un continente, pero son las máquinas más potentes del mundo, que andan con la mayor velocidad. Norte-América tiene el *record* de la resistencia en lo concerniente á ferrocarriles. Los *rápidos* que hacen el trayecto entre Nueva York y Filadelfia, deben recorrerlo á razón de 66 millas por hora ( sea unos 110 kilómetros). Y no es raro que la velocidad alcance á 80 y, mismo, á 84 millas por hora. La tendencia es de construir máquinas cada vez de mayor poder. Los norteamericanos se divierten en grande cuando aperciben nuestros microscópicos furgones. Hubo un tiempo en que sus furgones pesaban diez toneladas, pero hoy pesan 15 y pueden transportar 30. El resultado de este desarrollo continuo hace que el transporte de las mercancías en los EE. UU., sea más barato en una mitad que en nuestro país.

También hubo un tiempo en que los EE. UU., compraban sus locomotoras en nuestro país. Hoy, ellos las expiden á todos los puntos del Imperio Británico. Ultimamente, la reputación de las locomotoras norteamericanas ha sufrido una depreciación: 1° á causa de la calidad inferior de las máquinas que fueron enviadas á Australia; 2° por un informe del superintendente de locomotoras del ferrocarril del Midland, en que indicaba que las operaciones eran más costosas que las de las máquinas inglesas. Según él, despues de unas pruebas de seis meses, las máquinas norteamericanas consumían por un valor de 20 á 25 % en más de carbon, 50 % de aceite y 60 % de reparaciones más que las máquinas inglesas. Este informe fué acogido con gran júbilo por los diarios ingleses; pero un escritor norteamericano sostuvo que él estaba lejos de ser definitivo, y esto por varias razones. Por lo pronto, porque las máquinas llamadas norteamericanas no eran, en verdad, puramente norteamericanas, puesto que habian sido modificadas segun las ideas inglesas; luego, porque el informe no traía ninguna información precisa respecto del carbón consumido, del aceite gastado ó del costo de las reparaciones. Las locomotoras norteamericanas han podido quemar 25 % en más de carbón, pero, por otra parte, pueden ser capaces de arrastrar un 50 % más de mercancías; en cuanto á reparaciones, 60 % puede parecer formidable, pero es el caso que el monto total de las reparaciones, en cada locomotora, no excedía de 10 shellings! Todos los esfuerzos que se intentaron cerca del superintendente del Midland á fin de obtener indicaciones precisas á este respecto, no han dado resultado.

Lo que es curioso, decia el escritor de quien hablamos, es que la primera locomotora norteamericana que se envió á Inglaterra, hace 60 años, habia sido construida como para permitir al director de ferrocarriles ingleses demostrar que era posible á un tren el subir una cuesta empinada de la línea Birmingham-Gloucester. Cuatro locomotoras fueron pedidas en 1840, las cuales cumplieron triunfalmente su misión. Así, decia M. Cunliff, autor de « La locomotion Américaine en Europe », es sobre la línea Birmingham Gloucester que la locomotora norteamericana obtuvo sus primeros éxitos, y es ésta compañía, que forma hoy parte del Midland, la que prueba ahora,

(1) Parece esta una costumbre ya inveterada en los señores ingleses y, por lo visto, no es solo en *South-América* donde usan el argumento £ para obtener contratos provechosos. En este caso, la afirmación no puede ser dudosa, puesto que se cumple la máxima: *de tal palo...*

Esto nos confirma una vez más en la necesidad de recordar á los escritores británicos, que sería conveniente tuviesen muy presente, cuando se refieren á las *dirty south-american transactions*, que todos los códigos penales del mundo tienen cláusulas más ó menos parecidas al inciso 3° del Art. 21 de nuestro Código Penal.

con el informe de sus directores, de arruinar su reputación. Las máquinas de 1840 y las de 1900 han sido igualmente construidas en las mismas usinas.

Las usinas Baldwin, de Filadelfia, han provisto por sí solas las exportaciones anuales de casi una locomotora diaria. En 1899 y 1900, ellas han expedido 701 á Sud-América, á Europa, África y Australia. Lo que representa una victoria para la exportación americana, pues que las otras usinas solo han alcanzado á exportar, en total, durante un año, un número de 525. Por lo que se refiere á la expedición de locomotoras á países montañosos, los americanos han dejado muy atrás todos sus rivales. Se dice que solo queda en los EE. UU., una locomotora inglesa, de la cual dice su maquinista: « es bastante buena máquina cuando nada tiene que hacer; pero cuando se trata de trabajar seriamente, ella se sienta tranquilamente y os mira *con lágrimas en los ojos.* »

Un patriotismo mal entendido impedirá sin duda, durante algun tiempo, la introducción de locomotoras americanas en diversos países, y parece que en Rusia los pedidos responden más á razones políticas que á consideraciones comerciales. Otro obstáculo contra el cual ellas se ven precisadas á luchar es su peso enorme que exige la reconstrucción de vías y puentes. M. Cunliff cuenta la historia de una usina inglesa que, habiendo sido avisada de que las locomotoras que había provisto para la Nueva Zelandia no respondían bien al tipo de rieles y puentes, que debían recorrer contestó: « En éste caso, reformad vuestros rieles y puentes, pues, todas las locomotoras que les proveeremos, serán construidas sobre el mismo modelo; *c'est à prendre ou à laisser.* »

M. Cunliff sostiene que un constructor norteamericano habría respondido: « Esperad nuevos dibujos para el primero del mes. » La costumbre que tienen los norteamericanos de hacer, según determinados modelos, las diversas piezas de sus máquinas y de aumentar también, continuamente, su peso, á fin de obtener una fuerza siempre creciente, requiere el cambio de vías, que deben estar siempre subordinadas al peso de la locomotora. M. Cunliff indica claramente la diferencia que existe entre el modo de proceder en América y en el viejo mundo: « El Americano hace una locomotora para un tiempo limitado. Pone un cuidado particular en la construcción de sus diversas piezas, como puede verse visitando sus usinas. El mecanismo de cada máquina es completamente acequible. Las variadas piezas son de repuesto de modo que las reparaciones pueden efectuarse rápidamente. En cuanto la máquina se halla terminada, ella es puesta en servicio día y noche y ocupada en trasladar los más grandes pesos. Vuelve á la usina cuando requiere una compostura. Mecánicos bien remunerados son empleados para hacerla funcionar. Son hombres hábiles é inteligentes y que ponen gran interés en su trabajo. La duración prevista de esas locomotoras está fijada en 25 años. Cumplidos éstos, usadas aquellas y pasadas de moda, serán reemplazadas por modelos perfeccionados.

« En Inglaterra, lo mismo que en Francia, una locomotora es construida para durar el mayor tiempo posible. Aún cuando deja de estar en relación con

los progresos de la ciencia mecánica, ella es conservada con los más solícitos cuidados. El resultado es una pérdida siempre creciente. »

También es cierto que sí, como lo afirma M. Cunliff, los norteamericanos pueden librar máquinas al Japon á razón de 2.000 libras esterlinas, máquinas superiores á las de fabricación inglesa que cuestan 3.000, es inútil hablar de competencia. La moral de todo ésto es que, como en todo, el éxito de los norteamericanos es el resultado de un trabajo prolijo y metódico. M. Chauncey M. Depew, en su conferencia ante los empleados del ferrocarril, en la Exposición de Buffalo, daba cifras muy interesantes sobre el desarrollo de los ferrocarriles norteamericanos. Las tarifas para el transporte de mercancías en los EE. UU., decía, son casi exactamente un tercio de lo que eran en 1866. En el mismo lapsó de tiempo, los sueldos de los empleados se han casi duplicado. Su salario anual alcanza á 125 millones de libras esterlinas, sea 60 % de los gastos de explotación.

Los EE. UU., que no ocupan sino un 6 % de la superficie del globo, poseen, sin embargo, un 40 % de la extensión total de ferrocarriles. El recorrido de sus ferrocarriles es 6 veces mayor del de cualquiera otra nación y M. Depew declara que desplazan más mercancías cada año que todos los ferrocarriles y los buques de la Gran Bretaña, de la Francia y de Alemania juntas. El superintendente general del ferrocarril « *London and South Western* », que acaba de hacer un estudio de los ferrocarriles norteamericanos, dice, respecto del transporte de viajeros, que nada tienen que aprender de nosotros, pero que en cuanto al de las mercancías, sus sistemas nos invitan á que iniciemos una verdadera revolución en los nuestros.—Nuestro sistema, dice, es costoso: las locomotoras americanas pueden arrastrar 2 ó tres veces el peso que transportan las nuestras. Necesitamos, pues, máquinas más poderosas. Es necesario que nos procuremos igualmente sus frenos automáticos, para aplicarlos á nuestros trenes de mercancías. Solo usamos frenos en la locomotora y en el extremo de cada tren. Debido á sus aparatos perfeccionados, los ferrocarriles norteamericanos están en condiciones no solo de transportar una mayor cantidad de mercancías, sino que andan también con mayor velocidad que los nuestros.

W. T. Stead.

## NOTAS FERROVIARIAS

**Ferrocarriles Norteamericanos:** — Según una publicación norteamericana, los gastos de explotación de los ferrocarriles en los EE. UU., cuya extensión total alcanza hoy á 330 mil kiloms., se compensan exactamente con el producido del transporte de cargas. Esos ingresos y gastos llegan á la respetable suma de 800.000.000 \$ al año, lo que hace un gasto de pesos 2.424 por kilometro.

Diremos, para tener un término de comparación, que en la República Argentina, los gastos totales de

explotación fueron, en 1900, de pesos 23.641.584 para 17.000 kilómetros lo que hace un gasto de \$ 1.400 por kilómetro.

Creemos que sería completamente erróneo deducir de estas cifras que los ferrocarriles argentinos son administrados más económicamente que los norteamericanos; la deducción más lógica sería, sin duda, la que presente al público norteamericano mejor servido por sus vías férreas que el argentino por las suyas.

Resulta, pues, que las entradas de los ferrocarriles norteamericanos, por concepto de pasajeros, son las que cubren los intereses del capital, dividendos y las que dan utilidades.

Hay en los EE. UU. del Norte, aunque pocas, algunas líneas férreas que producen más por concepto de pasajeros que por él de carga. Una de ellas es la New York, New Haven y Hartford, una de las más florecientes del país, que el año pasado dió pesos 700.000 más por la conducción de pasajeros que por la de carga.

En muchos estados norteamericanos, hay leyes que fijan un máximo de 3 centavos por milla como precio del transporte de pasajeros, que pueden cobrar las empresas ferroviarias.

El término medio general es de 2.15 cv. por milla, bajando este promedio á 1.50 cv. en los estados del Este.

Comparada la cifra de 2.15 cv. con los promedios de los correspondientes á las naciones europeas, resulta ésta la más baja, pues ella es de: 2.20 en Inglaterra, 2.25 en Bélgica, 3.01 en Alemania, 3.05 en Austria Hungría, 3.36 en Francia y 4.50 en España.

Por lo que respecta á la carga, los promedios por tonelada-milla son: EE. UU. 0.97 cv.; Alemania 1.35, Francia 1.56, Bélgica 1.60 é Inglaterra 2 centavos.

Teóricamente, si los EE. UU. aplicaran el promedio que rige en Inglaterra para las tarifas de carga, las entradas de los ferrocarriles yankees aumentarían de 950 millones de pesos sobre los 800 millones que hoy producen por tal concepto!

En resumen, puede decirse que las administraciones de los ferrocarriles norteamericanos tienden cada día á perfeccionar sus servicios de pasajeros y cargas, á la par que reducen cada vez más sus tarifas.

¡ Administradores de ferrocarriles argentinos : meditación sobre estos hechos !

El ingeniero Irving Hale predice lo siguiente, en el « Engineering Magazine », respecto del porvenir de la tracción eléctrica en los ferrocarriles, en los Estados Unidos ;

— Dentro de diez años tendremos líneas interurbanas de 15 á 50 kilómetros de longitud, á tracción eléctrica ;

— Dentro de veinte años las principales líneas con fuerte tráfico considerarán el servicio eléctrico de los trenes de pasajeros como necesario á su progreso ;

— Que tanto por comodidad del público como por conveniencias de la explotación, la tendencia será

de aumentar el número de trenes disminuyendo su capacidad ;

— Que serán corrientes las velocidades máximas de 210 kilómetros y las de itinerario de 105 por hora ;

Por fin : que las generaciones actuales verán sustituir los actuales trenes, con sus coches mal enganchados, faltos de espacio, mal ventilados y peor alumbrados y con todos los demás inconvenientes que les son inherentes ; por un solo coche, de vastas dimensiones, de forma tal que hendirá el aire con gran velocidad y con un mínimo de resistencia, provisto de motores eléctricos que no producirán ruido, libre de los desagradables productos de la hornalla de la actual locomotora y arreglado para que los pasajeros puedan dominar las vistas del paisaje á todos rumbos, perfectamente ventilado, con alumbrado eléctrico y capaz de salvar la distancia entre Nueva-York y Chicago entre el crepúsculo y las horas de oficina del siguiente día.

Seguramente, cuando se realicen estas predicciones de M. Irving Hale, los yankees mirarán la actual locomotora á vapor con el mismo sentimiento de terror con que nosotros consideramos hoy una de las arrumbadas galeras que fueran instrumento de . . . . transporte, del inquisidor Vallée.

Los ferrocarriles en el mundo : — A fines de 1840, los ferrocarriles no pasaban, en total, de 7700 kilómetros, de los cuales poseían 4534 km. los EE. UU. y 1348 la Gran Bretaña.

A fines de 1900, su extensión total era de 790.125 kilómetros, divididos en esta forma : América 402.171 km. ; Europa 283.525 km. ; Asia 60.301 km. ; Australia 24.014 km. y África 20.114 kilómetros.

De estas extensiones, poseían: los EE.UU. del Norte, 311.034 km. ; Alemania 51.391 km. ; Rusia europea 48.107 km. ; Francia 42.827 km. ; India inglesa 38.235 km. ; Austria Hungría 36.883 km. ; la Gran Bretaña 35.186 km. y la República Argentina 17.000 kilómetros.

El ferrocarril más elevado del mundo : En el « Bulletin de la Société des Ingenieurs Civils de France », correspondiente á Diciembre último, hallamos los siguientes interesantes datos sobre el ferrocarril peruano llamado de la Oroya, que es ciertamente una de las obras más atrevidas de la ingeniería moderna :

La longitud total de la línea, de Callao á Oroya, es de 222 km, habiendo costado su construcción poco más de 200 mil pesos oro por km. En Chosita, á 53 kilómetros de Lima, principian los primeros *rebroussements* de la línea.

El punto culminante se halla en medio del tunel de la Caldera, cuya longitud es de 4780 m. sobre el mar.

La línea se desarrolla al borde de precipicios de millares de piés de hondura y es con dificultad que se comprende que los ingenieros hayan podido verificar su trazado. El hecho es que en mas de una ocasión han debido suspenderse en el vacío, atados con cuerdas, para poder trabajar. En cierto trayecto, la vía ocupa el cauce del río Rimac que se ha desviado por medio de un tunel, haciéndolo pasar debajo de aquella. Puede hacerse bajar un vagón, por la sola gravedad, desde el tunel ya citado hasta el mar, ó sea en una distancia de 170 km. cuya pen-

diente media es de 28 %/... La vía es de trocha 1m.435. En las locomotoras se quema petróleo. En Europa, la línea más elevada es la del Gornergrat, en Suiza, que alcanza, en su mayor altura, hasta 3019 m. sobre el nivel del mar.

Ampliando estos datos con otros que hallamos en la conocida obra del ingeniero Juan Jose Castro, diremos: que esta línea arranca del mismo puerto del Callao y llega á Lima despues de un recorrido de 12 km., remonta la cordillera por las márgenes del Rimac y arriba á la Est. San Pedro Maura en el kilómetro 53,340 con gradientes menores de 3%; en este punto principia la ascension más brusca, caracterizada por gradientes de 3.85 %, 4 y 4.3 %, razón por la cual se emplean en adelante locomotoras especiales. En el km. 75 se llega á la Est. Cochachaira, á la de Chida en el 160 y á la Oroya con el 209. El radio mínimo de las curvas es de 120 m. y los alineamientos rectos mínimos entre curvas en sentido contrario son de 40 metros, aún cuando en algunos casos se ha estrecho el límite de esas tangentes hasta 15 m. entre curvas parabólicas, para lograr una línea más suave y menos fatigosa para el tren rodante. El constructor de este ferrocarril ha sido el hábil ingeniero D. Enrique Meiggs. — Una de las curiosidades del ferrocarril á la Oroya, dice el Ing. Bresson en su obra « Bolivia », es el puente de *Verrugas*, inmenso viaducto que atraviesa un torrente de 175 metros de ancho, mediante un tablero metálico sostenido por tres pilas de las cuales mide una 90 metros de altura. Muy á menudo la vía aparece como una cornisa en los flancos de los Andes; de un lado están los precipicios y, del otro, una muralla de roca perpendicular encima de un camino aéreo.

Oh.

## ELECTROTÉCNICA

Las magnitudes alternativas sinusoidales según el método de los imaginarios

DEL

PROFESOR STEINMETZ

APLICACIÓN Á LA ELECTRICIDAD

(Continuación. — Véase el núm. 166-67)

25. — Haciendo en la (17)  $\lambda_1 = \lambda$  se obtiene

$$I_0 = E_0 \frac{\lambda r - j r^2}{(r^2 + \lambda^2)\lambda}$$

ó sea

$$I_0 = E_0 \frac{\lambda r}{(r^2 + \lambda^2)\lambda} - j E_0 \frac{r^2}{(r^2 + \lambda^2)\lambda}$$

Llamando tang.  $\theta$  la diferencia de fase entre la intensidad de corriente  $I_0$  y la fuerza electromotriz  $E_0$  resulta

$$\text{tang. } \theta = - \frac{r}{\lambda}$$

es decir,  $I_0$  es en adelante de fase respecto á  $E_0$ .

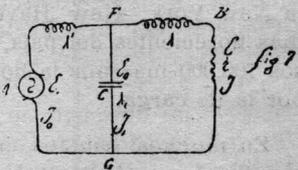
Disminuyendo  $r$ , si  $\lambda$  es constante, este adelante disminuye. Cuando  $r$  es casi cero,  $I_0$  y  $E_0$  tienen casi la misma fase; lo mismo sucede con  $I_0$  y  $E$ .

Tenemos entonces una componente de  $I_0$  inactiva que pierdese por efecto *Joule* en el circuito.

Si con el condensador, colocado como se ha dicho en el circuito, se elimina el efecto de la *reactancia*, no se puede decir en cuanto á rendimiento que se ha adoptado la mejor disposición.

26. — Esta mejor disposición se consigue colocando en la línea, delante del condensador, una *reactancia* magnética  $\lambda'$  (fig. 7).

Sea ahora  $E_1$  la fuerza electromotriz á los polos del alternador.



En este caso  $E_1 = E_0 - j \lambda' I_0$

Pero hemos visto que:

$$I_0 = E_0 \left( \frac{1}{r - j \lambda} + \frac{1}{j \lambda_1} \right)$$

y:

$$E_1 = E_0 \left[ 1 - j \lambda' \left( \frac{1}{r - j \lambda} + \frac{1}{j \lambda_1} \right) \right]$$

ó también

$$E_1 = I (r - j \lambda) \left[ 1 - j \lambda' \left( \frac{1}{r - j \lambda} + \frac{1}{j \lambda_1} \right) \right]$$

siendo

$$E_0 = I (r - j \lambda)$$

Si en éste caso  $\lambda_1 = \lambda$  multiplicando ambos términos de las dos fracciones del segundo miembro respectivamente por  $r + j \lambda$  y  $j \lambda$  tenemos:

$$E_1 = I (r - j \lambda) \left[ 1 - j \lambda' \left( \frac{r + j \lambda}{r^2 + \lambda^2} - \frac{1}{\lambda} \right) \right]$$

ó sea, simplificando:

$$E_1 = \frac{r(\lambda - \lambda') - j \lambda'^2}{\lambda} I.$$

Si tenemos también  $\lambda' = \lambda$  entonces:

$$E_1 = - j \lambda I$$

La intensidad de corriente en el circuito utilizador es independiente de su resistencia ohmica, manteniéndose naturalmente constante la fuerza electromotriz del alternador.

Siendo  $\lambda_1 = \lambda = \lambda'$  se puede escribir

$$E_1 = E_0 - j \lambda I_0 \quad \text{y} \quad E_0 = j \lambda I_1.$$

Sumando, tenemos, después de simplificar

$$E_1 = -j \lambda I \quad (a)$$

De las dos relaciones  $E_1 - E_0 = -j \lambda I_0$

$$\text{y } E_0 - E = -j \lambda I = -j \lambda (I_0 - I_1)$$

sumando y cambiando el signo tenemos también

$$E - E_1 = j \lambda I_0 + j \lambda I;$$

la cual teniendo en cuenta la (a) nos da:

$$E = j \lambda I_0.$$

Pero  $I = \frac{E}{r}$  luego la  $E_1 = -j \lambda I$  se puede

cambiar en 
$$E_1 = -j \frac{\lambda E}{r} = \frac{\lambda^2 I_0}{r}.$$

Esta ecuación nos indica que si mantenemos constante  $I_0$  no solamente queda constante la  $E$ , sino que la  $E_1$  varía en razón inversa de  $r$  ó sea en razón directa de la carga.

Estas dos propiedades son muy importantes en la práctica.

Por ejemplo: Si en el circuito utilizador tenemos lámparas incandescentes en serie, se puede tener constante la diferencia de potencial en los extremos de la línea — condición impuesta — cualquiera sea el número de las lámparas, simplemente teniendo constante  $I_0$ .

Si las lámparas son á arco, cualquiera sea su número, es suficiente averiguar que la fuerza electromotriz á los polos del alternador sea constante.

Resumiendo: si  $\lambda^1 = \lambda = \lambda_1$ , la fuerza electromotriz  $E_1$  á los polos del alternador es siempre en fase con la intensidad de corriente  $I_0$  y varía según la cantidad de energía que se utiliza en el circuito utilizador.

Estas deducciones de carácter general pueden ser materia de aplicaciones prácticas también para el caso de transporte de energía á grandes distancias.

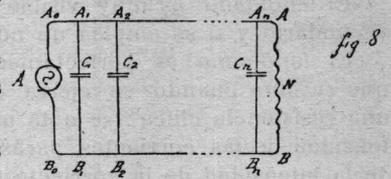
La sola dificultad es que actualmente no sabemos construir condensadores aptos á funcionar en condiciones industriales: es decir, condensadores de tal capacidad como para resistir largo tiempo aunque estén sometidos á grandes potenciales.

27. — Es sabido que la capacidad de un circuito eléctrico, sea él aéreo, subterráneo ó subaqueo equivale á la de un número infinito de condensadores puestos en derivación en el mismo circuito.

Hablando impropriamente, se dice que en el circuito la distribución de la capacidad es continua. En el mismo modo si el circuito presenta una inductancia se dice que ésta es distribuida con continuidad.

Cuando se emplea el método gráfico de los vectores rodantes para estudiar la ley de variación del potencial y de la corriente, en vez de considerar el caso efectivo, se trata ordinariamente un caso ideal en el cual el número de condensadores se supone finito.

Es decir (fig. 8) si  $A_0 A$  y  $B_0 B$  son los reoforos del circuito, en lugar de imaginar, como es efectivamente, que todos los elementos de ellos representan partes de una de las armaduras de un condensador, del cual la otra está en comunicación con la tierra, se supone que á distancias iguales sean colocados en derivación entre los reoforos, los condensadores elementales  $C_0 C_2 \dots C_n$ .



Este caso ideal coincidiría con el caso práctico cuando  $n$  fuese un número infinito. La diferencia entre los dos casos se puede disminuir cuanto se quiera haciendo  $n$  suficientemente grande. Pero el método gráfico nos da solamente una idea general de la ley de variación del potencial y de la corriente y no se presta al cálculo.

Con el método de Steinmetz ese cálculo es posible y se considera el caso efectivo puesto en su máxima generalidad, es decir, considerando la distribución continua de la inductancia y de la capacidad de la línea, y todas las influencias que dan lugar á pérdidas de corriente.

La resistencia de la línea no es solamente la metálica que se opondría á la corriente continua; esa es mas grande por el hecho que la corriente alterada produce mayor desperdicio de energía por el efecto Joule, provocada por su acumulación en la parte periférica del conductor (Skin-effect).

La reactancia de la línea es alterada por la mutua inducción con los conductores que pueden existir cerca, por las corrientes parásitas que se pueden producir en los postes de hierro y en los mismos conductores, y por la presencia de capacidades en serie.

Se sabe que conectando el circuito primario de un transformador á corriente alterada con los polos de un alternador, si se deja abierto el secundario, por efecto de la auto-inducción, en el primario nace tal reactancia que la corriente en él es muy pequeña, tan pequeña que se puede despreciar la energía que el transformador consume á vacío.

Cerrando el secundario, si se hace variar su resistencia, la corriente en el primario varía con tal que la fuerza electromotriz y la resistencia en él sean invariables.

El cerrar del secundario, el cual opera por inducción mutua sobre el primario, trae en este caso por efecto de variar la reactancia en el circuito primario y precisamente:

La disminuye si la resistencia del secundario disminuye. La aumenta si la resistencia del secundario aumenta.

Ahora, si la línea considerada se encuentra en presencia de otras, es lógico pensar que se produce el fenómeno de auto-inducción con consecuencias iguales á las producidas en el transformador.

En el núcleo del transformador se pueden formar circuitos inductivos en los cuales se produce la inducción en el mismo modo como en el secundario; se producen aquí las corrientes parásitas de Fou-

*cault* las cuales mientras crecen en proporción de la corriente primaria reaccionan sobre ella.

El fenómeno es muy visible si se deja abierto el secundario y si se emplea un núcleo macizo.

El fenómeno es perfectamente comparable á lo que se nota cuando se cierra el secundario sobre una resistencia chica: se nota un aumento en la intensidad de las corrientes parásitas y un aumento de la intensidad de la corriente primaria.

Los postes de hierro y los conductores cercanos por los efectos eléctricos, deben considerarse como los núcleos de los transformadores.

Podemos perder corriente aún cuando no esté la línea bien aislada.

Manuel D. Appendini,

Ingeniero Civil y Electricista.

(Continúa)

### Teoría elemental i principios de cálculo de una dinamo

La máxima variación de flujo magnético, á través de una espira que rueda en un campo uniforme, está espresada por

$$2HS = \Phi$$

i la *f. e. m.* media inducida  $\epsilon$ , es dada por la fórmula

$$\epsilon_{\text{media}} \text{ (voltio)} = \frac{2HS}{T} \times 10^8 = \frac{2\Phi}{T} \cdot 10^{-8}$$

donde  $T$  es el tiempo en que se cumple una rotación.

Apliquemos esta fórmula al caso de un inducido de anillo de  $n$  espiras, rodante entre las *piezas polares* de un inductor bipolar.

Como la mitad de las espiras, esto es, las comprendidas entre los cepillos, están entre sí reunidas en serie, la *f. e. m.* inducida será  $\frac{n}{2}$  veces mayor que la espira simple; i suponiendo el campo uniforme, será

$$\epsilon = \frac{n}{2} \frac{2\Phi}{T} \times 10^{-8} = \frac{n\Phi}{T} \cdot 10^{-8}$$

ó bien, llamando  $N = \frac{1}{T}$  el número de vueltas por segundo que da cada espira, ó sea el inducido:

$$\epsilon = n\Phi N \times 10^{-8} \quad (1)$$

*ecuación fundamental de las dinamos*, que vale también cuando los inducidos son de tambor (en cuyo caso  $n$  es el número de los hilos simples contados en el tambor); vale también para los inductores multipolares i para los demás tipos de inducidos, con tal que se atribuya á  $n$  i á  $\Phi$  los valores que les corresponde en estos casos.

Para jeneralizar más, escribiremos la ecuación de la dinamo así:

$$\epsilon \text{ (f.e.m. media en voltios)} = n \text{ (hilos activos)} \times N \text{ (vueltas por segundo)} \times \Phi \text{ (flujo útil)} \times 10^{-8}$$

La ecuación (1) se puede espresar también en

función de la velocidad angular  $\omega$ ; en efecto, puesto que en un segundo se verifican  $N$  vueltas, que cada una equivale á  $360^\circ = 2\pi$ , la velocidad angular será

$$\omega = 2\pi N. \text{ ó } N = \frac{\omega}{2\pi}$$

valor que sustituido en la (1) dá

$$\epsilon = n \frac{\omega}{2\pi} \Phi \times 10^{-8}$$

Veamos como la ecuación fundamental de la dinamo, combinada con la fundamental de los circuitos magnéticos, que es

$$F \text{ (f. magneto motriz)} = \frac{\varphi \text{ (flujo magnético)}}{R \text{ (reluctancia)}}$$

permite calcular una dinamo.

Este cálculo comprende la determinación de sus elementos eléctricos magnéticos i mecánicos. Estos (ejes, cojinetes, soportes, poleas, &,) son del dominio de la mecánica ordinaria; en cuyas fórmulas, al aplicarlas, se deberá tener en cuenta las acciones especiales de la dinamo, como el alzamiento ó la presión ejercida por el inductor sobre el inducido. Si las dinamos se destinan á las naves, en el cálculo de los ejes se debe tomar en cuenta la acción *jiros-tática*.

Los elementos eléctricos i magnéticos que entran en juego en el funcionamiento de una dinamo, son tan numerosos, i las relaciones recíprocas, tan complejas, que sería imposible calcular una dinamo si no se introdujera principios i datos experimentales deducidos de dinamos ya construidas: «La mejor guía para el cálculo de una dinamo, dice S. Thompson, es la experiencia».

Así por la experiencia se sabe que *la potencia de una dinamo es próximamente proporcional á su peso*; luego, si una dinamo de un tipo dado desarrolla un cierto número de kilovatios, otra del mismo tipo, pero de doble poder, tendrá una armadura i una envolvente que pesarán respectivamente casi el doble de la primera.

La experiencia fija también á priori la velocidad de rotación  $N$  del inducido, el número de hilos de cada sección i el de estas, de modo que puede considerarse conocido el de hilos activos.

Si cada sección tuviese un solo conductor i el inducido fuera de anillo, el número  $n$  de conductores i el de los segmentos del colector serían iguales al de las secciones; si el inducido fuese de tambor, el número de los segmentos del colector sería la mitad del de los conductores periféricos. En las dinamos bipolares el número de secciones es jeneralmente un múltiplo de seis, es decir, 48, 54, 60, &; el de conductores para cada sección varía según la intensidad de la corriente que deben conducir.

Ahora, fijando la tensión  $E$  i la intensidad  $I$  de la corriente que requiere la dinamo, en los *cierrahilos*, i admitiendo que la *f. e. m.*  $\epsilon$  sea aproximadamente del 5 al 10 % mayor que  $E$ , la fórmula (1) da

$$\Phi_u = \frac{\epsilon}{nN} \cdot 10^{-8}$$

esto es, nos hace conocer el flujo útil que debe atravesar al inducido para desarrollar la *f. e. m. ε*, que lo hemos designado con  $\Phi_u$  para distinguirlo del total, que llamaremos  $\Phi_t$ , que deberá crear el inductor i ser igual á 1,10 - 1,50 i aún á  $2\Phi_u$ , para tener en cuenta el flujo que se pierde.

La experiencia da los valores más convenientes, por atribuir á la inducción  $B$  (\*) para las diversas piezas de la dinamo i para los diversos materiales, deducidos de buenos tipos de dinamos, cuyos valores pueden variar entre  $B = 10000$  para el hierro forjado i  $B = 5000$  para la fundición, cuando se admita un grado de saturación magnética bajo, i valores dobles cuando el grado de saturación debe ser alto.

El grado de saturación se tendrá alto ó bajo según el tipo de la dinamo: á una, cuyo campo inductor deba ser susceptible de un fuerte aumento en su intensidad, convendrá una saturación baja.

Calculado el flujo que debe atravesar el inducido, i adoptado un valor de  $B$  para este, su sección será dada por

$$S \left( \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}^2} \right) = \frac{\Phi_u}{B}$$

El diámetro i la longitud del núcleo del inducido se deduce de su sección, de conformidad con otros inducidos semejantes. Los inducidos de tambor se hacen generalmente de longitud algo mayor que el diámetro; los de anillo, de  $\frac{1}{3}$  á  $\frac{1}{4}$  del diámetro. La superficie del inducido deberá satisfacer á la condición de un enfriamiento suficiente.

En general, se prefiere los núcleos á dientes ó agujeros, lo que permite reducir al mínimo el *entrehierro*. Si los hilos están envueltos en un núcleo liso, es menester ligarlos sólidamente con una fajadura de alambre de latón ó de hierro perpendiculares al eje, para que no se desprendan durante la rotación: si el inducido es de agujeros, los conductores, detenidos por las acanaladuras, no necesitan ser asegurados al núcleo.

En cuanto á la sección por dar á los conductores, se deduce en base á la intensidad  $I$  de la corriente requerida por la dinamo. La corriente en el inducido se considerará próximamente mayor en un 2,5% de la que se deriva en el circuito estremo, si la dinamo está en derivación. Deberá, también, tenerse cuidado respecto del modo como se genera la corriente en el inducido; así, por ejemplo, el inducido de una dinamo bipolar está dividido en dos mitades reunidas en derivación, luego, á través de cada mitad del inducido, esto es, *á través de cada conductor, pasa solo la mitad de la corriente total; i si la dinamo tiene 4 polos, la corriente en cada conductor del*

*inducido es  $\frac{1}{4}$  de la total, etc.* Se deduce que serán convenientes las dinamos (ó motores) de varios pares de polos, esto es, de cepillos, cuando el inducido debe ser atravesado por corrientes intensas.

La sección de cada conductor se calculará en razon de  $1 \text{ mm}^2$  por 1,5 amperios, más ó menos, de corriente; i se adoptará de tal forma que el espesor del envolvente resulte mínimo.

La resistencia del inducido es siempre mui pequeña respecto de la total del circuito.

Al cálculo del inducido, que se reduce al de las amperio-espiras necesarias para crear el flujo total  $\Phi_t$ , se aplica la fórmula de los circuitos magnéticos.

$$\Phi = \frac{F}{R} \quad \text{i como } F = \frac{4\pi n_1 \cdot I_1}{10}$$

tendremos

$$n_1 I_1 = \frac{10}{4\pi} \cdot \pi \Phi_t R$$

Para calcular la reluctancia  $R$  del circuito, conviene determinar previamente la forma i las dimensiones del inductor, en relación con las del inducido i con las de otras dinamos del mismo tipo.

Deducido  $n_1 I_1$ , se fija el valor de la corriente  $I_1$  de excitación, que será igual á toda la corriente en las dinamos en serie, mientras en las en derivación variará entre 20 i pocos centésimos de la total, según que se trate de dinamos de pocos kilovatios de potencia ó de algunos centenares de kilovatios. Fijado  $I_1$ , se tiene  $n_1$ . A este valor se debe agregar, sin embargo, un cierto número de espiras destinadas á compensar la acción desmagnetizadora del inducido,

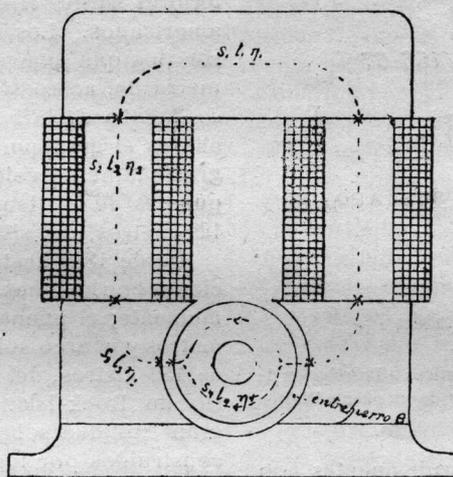
producida por el desplazamiento de los cepillos (escobas), lo que hace que una parte de la cubierta del inducido esté en oposición con la acción del campo inductor. Dicho número de espiras se obtiene, aproximadamente, multiplicando el de los conductores comprendidos entre dos extremos de las dos piezas polares, por la mitad de la corriente total en el inducido i por un coeficiente de *pérdida*.

La reluctancia total del circuito magnético se calcula en base á las secciones, á las longitudes i á la permeabilidad de los diversos tramos del circuito magnético de la dinamo, entendiendo por circuito magnético todo el recorrido de las líneas magnéticas, es decir, el conjunto del inductor é inducido.

Así, por ejemplo, en el caso de una dinamo bipolar, tipo Edison, refiriéndonos á las letras marcadas en la figura, la reluctancia total sería

$$R = \frac{l_1}{\eta_1 s_1} + 2 \frac{l_2}{\eta_2 s_2} + 2 \frac{l_3}{\eta_3 s_3} + 2 \frac{e}{s} + \frac{1}{2} \frac{l_4}{\eta_4 s_4}$$

i suponiendo que todo el flujo  $\Phi_t$  atraviesa el *yugo* ó



Dinamo bipolar Edison

(\*) El vocablo *inducción* es usado aqui en el sentido de *densidad de flujo magnético* por centímetro cuadrado.

culata i los núcleos, mientras solo una parte  $\Phi_u$  atraviesa al inducido i el entrehierro, el número de amperio-espiras necesarias á la envoltura inductora será dado por

$$4\pi n_1 I_1 = \Phi_u \left( \frac{l_4}{2\eta_1 s_4} + \frac{2e}{s} \right) + \Phi_l \left( \frac{l_1}{\eta_1 s_1} + 2 \frac{l_2}{\eta_2 s_2} + 2 \frac{l_3}{\eta_3 s_3} \right) \quad (2)$$

la cual, establecida la corriente  $I_1$  nos dará  $n_1$ , á lo que se debería agregar las espiras compensadoras de la acción desmagnetizadora del inducido.

A. Parazzoli. (\*)

(\*) De su obra: *Lezioni elementari di elettricità industriale*. En el próximo número seguiremos con el *Ejemplo de cálculo de una dinamo*.

S. E. B.

## PUENTES METÁLICOS

(Continuación. — Véase N°. 166-67)

### SEGUNDA PARTE

PUENTES INDEPENDIENTES DE SUS APOYOS

#### CAPÍTULO V

Vigas de celosía con uniones articuladas

SUMARIO: Historia — Cálculos — Detalles constructivos — Descripción de algunos puentes construidos — Cálculo de un puente Warren articulado.

I. — HISTORIA. — La idea de construir puentes con las uniones articuladas, pertenece exclusivamente á los ingenieros americanos, y parece cosa establecida que los puentes de madera Town y Howe fueron el punto de partida de los diversos tipos de puentes articulados, reemplazando las vigas de madera, no por chapas de hierro, sino por espesas barras de forma compleja ó redonda, las cuales iban á unirse en sus extremidades, no por medio de roblones, sino por pernos ó ejes de articulación.

Las diversas disposiciones de los puentes americanos, presentan casi todos el carácter común de formar sistemas triangulados, en los cuales las barras trabajan, en cuanto sea posible, siempre en el mismo sentido, sea á la compresión sea á la tracción. Las vigas continuas no se emplean sino en casos excepcionales.

En el año 1838 se introdujo el hierro en los puentes americanos de madera; en las vigas Pratt, formadas de montantes verticales de madera y diagonales de hierros redondos, y en las vigas Howe, en las cuales la disposición era inversa, (ver Capítulo II de esta segunda parte). Cuando se abandonó la madera, se conservó la forma de las vigas distri-

buyendo el material según el sentido del esfuerzo á que debía resistir. Así, los cordones inferiores se construyeron de barras redondas, y los superiores fueron perfiles complejos de fundición.

Los primeros puentes articulados fueron construidos por M. Squire Whipple; eran de la forma del esquema de la fig. 220. (\*)

Hasta el año 1850, la luz de esta clase de puentes no pasaba en general de 15 metros. Posteriormente se construyeron los puentes Fink y Bollman (figuras 240 y 241), (\*\*) de mayores luces. El puente de sistema Fink sobre el Monongahela, para el Ferrocarril de Baltimore á Ohio está aún en servicio; fué construido en 1853 y su luz es de 62,50 metros.

En el año 1860 adquiere su importancia la viga Linville (fig. 226) (Lám. XI) y desde el año 1867 la construcción de puentes de hierro, un momento paralizada por los prejuicios de los ingenieros americanos de los Estados del Norte, toman un desarrollo considerable, distinguiéndose los tipos Fink, Bollman, Pratt y Warren.

En el año 1870, se empezó á desterrar el uso de la fundición y al mismo tiempo y en los años posteriores surgió el empleo del acero en los puentes americanos. Los ingenieros de aquella nación fueron los que con más ahinco sostuvieron la supremacía del acero sobre el hierro, cuando en Europa se dudaba de la bondad de ese metal, y prueba de ello es el gran puente de acero en San Luis (desgraciadamente volteado por un ciclón en 1895) y los puentes de Plattsmouth y de Bismarck con tramo de 122 metros, del sistema Linville.

Desde 1880 hasta el nuevo siglo XX las construcciones con uniones articuladas han progresado enormemente; el puente giratorio sobre el Raritan, de 144 metros y el arco sobre el Ohio (puente de Cincinnati) de 159 metros, del sistema Linville, el puente giratorio de Rock-Island de U. C. Shaler Smith y otra gran cantidad sobre el Mississippi y sobre el Ohio construidos por ingenieros conocidos, y entre ellos, M. E. L. Corthell, son una prueba palpable de la bondad del sistema.

II. — CÁLCULOS. — Los puentes americanos, como hemos dicho en el número anterior, están formados de sistemas triangulados (ver Capítulo II de la 2ª parte) simples, dobles ó de enésimo orden, según la luz que se trata de salvar. Como además todas las barras concurren á puntos determinados y sus ejes coinciden con las fibras neutras, resulta que los cálculos estáticos se aplican admirablemente á esta clase de puentes, y los esfuerzos secundarios son mínimos (ver Capítulo VII de la 1ª parte) correspondiendo éstos en su mayor parte á los frotamientos que hay que vencer para permitir las pequeñas deformaciones de la viga debidas al paso de las sobrecargas.

Resulta de las consideraciones anteriores que no habrá ninguna dificultad al calcular esta clase de puentes, que la distribución de material según la distinta clase de barras tampoco es un obstáculo

(\*) Véase Lámina XI, núm. 160-61.

(\*\*) Véase Lámina XII, núm. 160-61.

( ver Capítulo V, 1ª parte ) y que por lo demás se aplican con verdadera razón, las hipótesis que hemos explicado en los puentes rígidos.

Los ingenieros norte-americanos emplean cierta clase de cálculos prácticos para sus puentes. A continuación damos el cálculo de una viga Fink, sacado de la obra de M. Malezieux sobre los trabajos públicos en los Estados Unidos.

Para demostrar como se transmiten las cargas en una viga Fink, M. Merrill, supone ( fig. 320 ) (\*) una carga aislada  $W$  en  $m$ , que produce en los tirantes  $m L$  y  $m N$  dos tensiones iguales á  $\frac{1}{2} \frac{W}{\cos \alpha}$ , siendo  $\alpha$  el ángulo que forma el tirante con la vertical. La tensión transmitida en  $N$  se transforma en los esfuerzos de compresión según el cordón superior  $NA$  y según el montante  $Nn$ : la primera tiene por valor  $\frac{1}{4} W \text{ tang. } \alpha$  y la segunda  $\frac{1}{2} W$  y esta que se trasporta á  $n$ , origina en los tirantes  $n I$  y  $n R$  tensiones iguales á  $\frac{1}{4} \frac{W}{\cos \alpha}$ . La tensión transmitida á  $R$  produce una compresión horizontal  $\frac{1}{4} W \text{ tang } \alpha$  y una compresión vertical  $\frac{1}{4} W$  que es absorbida por el estribo: he aquí, pues, un  $\frac{1}{4}$  del peso primitivo que llega á su destino. Si consideramos ahora las dos tensiones según  $m L$  y  $n I$ , se encuentra que la fracción del peso  $W$  que pasa por los diversos tirantes y llega á los apoyos  $A$  y  $R$ , está dado en el cuadro siguiente:

		A	R	
En el punto $m$	tirante $m N (\frac{1}{2})$	$n R (\frac{1}{4})$ .....	$\frac{1}{4}$	
		$n I (\frac{1}{4})$ .....	$\frac{1}{8}$	
	tirante $m L (\frac{1}{2})$	$n R (\frac{1}{8})$ .....	$\frac{1}{8}$	
		$n I (\frac{1}{8})$ .....	$\frac{1}{8}$	
	estribo $II$	$i R (\frac{1}{8})$ .....	$\frac{1}{8}$	
		$i A (\frac{1}{8})$ .....	$\frac{1}{8}$	
			$\frac{5}{16}$	$\frac{11}{16}$

Como se vé, los pesos se transmiten á los apoyos en dos fracciones inversamente proporcionales á las distancias que los separan.

Por este medio se puede conocer los esfuerzos en los montantes, tirantes y cordón, haciendo actuar no solamente el peso propio, sino también la sobrecarga.

Creemos más conveniente, sin embargo, emplear para el cálculo de los puentes articulados, los métodos generalmente usados entre nosotros.

III. — DETALLES CONSTRUCTIVOS. — Vamos á explicar ahora las diferentes maneras como se distribuye el material que entra en la construcción de los puentes articulados. Ya dijimos que se prefiere el acero en cuanto sea posible: los puentes mixtos han pasado á la historia.

(\*) Véase Lámina XVII, núm. 166-67.

Las piezas sometidas á la tracción, como los cordones inferiores, ciertas barras del enrejado y del arriostramiento, están formadas por hierros chatos ó terminados en un ensanche provisto de su correspondiente vacío; los tipos más usados para tirantes que tienen que soportar grandes esfuerzos, están indicados en las figuras 321 (\*) y 322 (Lám XVII).

La cuestión más delicada, en las barras de esta forma, está en la confección de los ojos. Se emplean diferentes sistemas según que se forjen las barras ó que se formen con la prensa hidráulica. Para forjar las barras se siguen los procedimientos ordinarios de la fragua, fabricando por separado la barra misma y su cabeza, que se suelda luego á aquella con el martillo pilon. Es el procedimiento del ingeniero Bender, que ha sido perfeccionado por el ingeniero Mac Donald.

Cuando se emplean las prensas hidráulicas, se puede usar bien el procedimiento de la Compañía Phoenix ó bien el de Sellers. En el primero, la barra calentada precisamente al rojo blanco se introduce en la matriz  $c$  (fig. 323) (Lám. XVII) y se fija con ayuda de tacos  $B$ ; el pistón de la prensa hidráulica  $A$  aplasta al hierro y lo obliga á llenar la matriz. Para formar luego el ojo ó vacío de la cabeza que debe recibir el eje de articulación, se emplean los métodos ordinarios conocidos en la metalurgia, teniendo cuidado de alisar perfectamente los bordes del agujero.

En el procedimiento Sellers se efectúan las siguientes operaciones:

- 1° Calentar al rojo blanco.
- 2° Agregar uno ó dos pedazos de hierro ó acero á la extremidad de la barra, una vez colocada esta en la prensa y soldar el todo, después de pasar por la fase primera.
- 3° Calentar nuevamente al rojo blanco en un horno especial.
- 4° Formar la cabeza y marcar el vacío.
- 5° Punzonamiento del ojo.
- 6° Avellanamiento.

Antes de formar los ojos, se prueban las barras á la tracción, rechazando las que no alcanzan el límite de elasticidad fijado por el pliego de condiciones.

Para determinar las dimensiones de las cabezas de las barras, se pueden adoptar las experiencias de M. Shaler Smith sobre un gran número de barras de la forma de la figura 321 (Lám. XVI) en los puentes de San Carlos en el Misuri y en el viaducto de Kentucky.

- 1° El ancho del ojo en correspondencia del eje de articulación es una cantidad variable, y aumenta con la relación del diámetro del perno de articulación al ancho de la barra.
- 2° En las barras formadas con la prensa hidráulica, la sección peligrosa es la que pasa por el centro del vacío, normalmente al eje de la barra; el ancho de esta sección debe servir de diámetro á la circunferencia exterior del ojo.
- 3° En las barras con ojos soldados (procedimien-

(\*) Véase Lámina XVI, núm. 166-67.

tos Bender) es indispensable determinar dos dimensiones: el ancho del ojo normalmente a la barra, y el ancho según el eje; éste último no debe ser inferior al ancho de la barra.

Es necesario que el diámetro del perno de articulación sea igual ó mas grande que 66 % del ancho de la barra.

De las leyes enunciadas resulta que en muchos casos las dimensiones de las barras dependerán del diámetro de los pernos, que se han calculado teniendo en cuenta las dimensiones de las barras que sufren esfuerzos mayores.

En el cuadro siguiente resume M. Shaler Smith sus resultados.  $S$  es la sección del ojo,  $s$  la de la barra,  $d$  el diámetro del perno,  $l$  el ancho de la barra y  $e$  el espesor.

Relación entre el diámetro del perno y el ancho de la barra.	Ojos orjados con la prensa hidráulica		Ojos orjados al martillo	
	Relación entre la sección del ojo y la sección de la barra.	Máximun de la relación entre el espesor y el ancho de la barra.	Relación entre la sección del ojo y la sección de la barra.	Máximun de la relación entre el espesor y el ancho de la barra.
$\frac{d}{l}$	$\frac{S}{s}$	$\frac{e}{l}$	$\frac{S}{s}$	$\frac{e}{l}$
0.67	1.50	0.21	1.33	0.21
0.75	1.50	0.25	1.33	0.25
1.00	1.50	0.38	1.50	0.38
1.25	1.60	0.54	1.50	0.54
1.33	1.70	0.59	1.50	0.54
1.50	1.80	0.70	1.67	0.70
1.75	2.00	0.88	1.67	0.88
2.00	2.20	1.08	1.75	1.08

Las reglas de la Compañía Keystone Bridge son las siguientes:

- 1° La sección  $S$  debe ser igual á 1.4 ó 1.5 veces la de la barra.
- 2° El diámetro del perno debe ser igual á 0.6 del ancho de la barra.
- 3° La sección del perno no debe ser inferior á la de la barra más fuerte.
- 4° La presión sobre la superficie diametral del perno no debe pasar de 560 á 700 kg por  $\text{cm}^2$  (hierro). Cuando la longitud libre del perno excede 2 veces su diámetro, hay que tener en cuenta los esfuerzos de flexión.

En las barras que componen el cordón inferior, la sección del perno debe ser igual á los  $\frac{1}{5}$  de la sección de la barra.

Estas son las reglas más usadas en Norte América; pero teniendo en cuenta que ellas son un poco antiguas y sobre todo los progresos de la metalurgia, el empleo del acero en la fabricación de los pernos y el uso sancionado en la República Argentina por el buen resultado de los puentes construidos por la Inspección General de Puentes del Ministerio de Obras Públicas y los Ferrocarriles al Pacífico y Nordeste Argentino, se puede deducir, que no es perjudicial reducir un poco los diámetros de los pernos y sobre todo los espesores de las barras.

Las barras sometidas á la compresión en los

puentes americanos son los cordones superiores, los montantes verticales, ciertas barras inclinadas llamadas brazos y las riostras en los arriostramientos horizontales.

Las formas adoptadas para estas piezas son muy variadas, presentan una multitud de combinaciones de elementos simples tales como cantoneras, hierros  $T$ ,  $\pi$ , en  $U$ , hierros zorès, etc.

Para los montantes, como estas piezas tienen una gran longitud, y pueden por tanto flexionar fácilmente bajo la acción de los esfuerzos de compresión, es indispensable darles una gran rigidez; como la flexión de estas barras puede verificarse en un plano cualquiera, se les dá un perfil simétrico é igualmente resistente con relación á dos ejes perpendiculares.

Para los brazos y los montantes verticales, cuando no tienen que soportar grandes esfuerzos, se adoptan los perfiles indicados en las figuras 324-25-26-27-28 (Lám. XVII), los que están compuestos de hierros chatos, cantoneras, hierros  $T$  y hierros  $U$ ; para barras que tengan que soportar esfuerzos más considerables y presenten gran longitud, estos mismos hierros laminados, pero de mayores dimensiones, pueden combinarse de la manera indicada en las figuras 329 á 335.

Los cordones superiores de los puentes americanos son continuos ó interrumpidos en los nudos. Cuando los trozos que componen el cordón superior están ensamblados en correspondencia de los nudos con la ayuda de manchones especiales, pueden constituirse de la misma manera que las barras de la celosía; advirtiendo que como los esfuerzos que sufren los cordones son mayores que los de las diagonales, deben reforzarse las secciones descritas anteriormente.

Actualmente, la tendencia general es la de emplear cordones continuos, compuestos de hierros  $T$  ó  $U$  reunidos por chapas, y que se prestan perfectamente á la unión directa (por medio de ejes de articulación) ya con las diagonales, ya con las piezas colocadas en dirección normal al plano de las vigas principales. En las figuras 336-37 (Lám. XVII) 38 (\*) 39 (Lám. XVII) se muestran estas combinaciones.

En un puente americano ó articulado, todas las ensambladuras principales son más ó menos idénticas y pueden clasificarse en dos tipos distintos: un nudo superior formando la ensambladura del cordón comprimido con las barras del enrejado; y un nudo inferior formando la unión del cordón extendido con las mismas barras; el modo de fijar las piezas transversales que concurren á estos nudos se estudiará simultáneamente.

Se emplean para verificar estas uniones cajas de fundición, pero el procedimiento es defectuoso. El mejor método es usar directamente ejes de articulación que abracen todas las piezas, siendo el cordón superior continuo.

Las disminución de las secciones en las almas de los cordones por el paso de los pernos de articulación, se tiene en cuenta, reforzando la construcción como indica la figura 340 (Lám. XVIII).

(\*) Véase Lámina XVIII anexa.

En las figuras 341 y 342 se indican un nudo superior y otro inferior. La simple inspección de las figuras enseña en qué forma se han llevado á cabo estas articulaciones.

IV. — DESCRIPCIÓN DE ALGUNOS PUENTES CONSTRUÍDOS. — Describiremos á grandes rasgos el puente Cincinnatti sobre el Ohio. Está compuesto de 11 tramos, siendo los mas importantes de 158,30 m de luz y de 91,50 m del sistema Linville ( figura 343 ).

Las vigas principales tienen 15.70 m de altura. Las figuras 344-45-46-47-48 y 349 representan respectivamente una vista y corte del nudo superior extremo, vista y corte de un nudo superior cualquiera y vista y corte de un nudo inferior.

El peso del puente por metro lineal es para la gran viga, de 7500 kg.

El puente construido sobre Niágara, el es muy elegante. Se compone de muchos tramos ; en la figura 350 se dibuja uno de 59 metros. El puente es del sistema Linville.

Los cordones superiores, así como los montantes oblicuos extremos son columnas Phenix, compuestas de seis sectores. ( fig. 351 ).

Los cordones superiores están divididos en tantas partes como mallas hay y estas partes están ensambladas con cajas de fundición. ( figs. 352 y 353 ) ( \* ).

Las viguetas se componen de dos hierros doble T acoplados, de 0,380 m de altura, están suspendidas á las vigas principales por medio de cuatro chapas ( figuras 354 y 355 ).

El largo total del puente es de 1113 metros y ha costado 7.500.000 de francos.

Citaremos ahora algunos puentes nacionales.

Es de notarse el construido sobre el Río Tunuyan, en Rivadavia ( Provincia de Mendoza ). Es del tipo de la 356, un Warren doble. La figura 357 representa un nudo superior, el 5. El cordón superior tiene forma de cajón, que es como sabemos, lo preferido hoy en día, tanto para los puentes articulados como para los rígidos. La figura 340 es una unión del cordón inferior, que á semejanza de los puentes articulados americanos, es tambien un hierro rígido. La figura 359 representa el ojo del tirante que vá al nudo 5. Es proyecto del ingeniero Molina Civit.

La figura 356, representa un nudo superior de un puente articulado construido por el F. C. Buenos Aires al Pacífico.

Las figuras 360-61 y 62 son tres uniones del puente sobre el río Batel, del F. C. Nordeste Argentino.

Los puentes articulados construidos en la República Argentina son ya muy numerosos. La Empresa del F. C. Nordeste Argentino tiene muchos. El puente sobre el Río Corrientes, es digno de mención. Son tramos de 70 metros de luz y construidos con todo el lujo de detalles técnicos que requiere una obra de esta naturaleza. Creo que poco á poco se irá aumentando el número de puentes articulados, pues su gran facilidad consiste en la baratura de la mano de obra, factor importantísimo entre nosotros.

(\*) Véase Lámina XIX anexa.

V. — CÁLCULO DE UN PUENTE WARREN ARTICULADO. — Damos como ejemplo, el puente calculado en el curso de 1902 por el ex-alumno Luis B. Laporte. Como podrá verse en lo que sigue, el proyecto está perfectamente desarrollado, lo que ha merecido á su autor la mejor nota en sus exámenes.

*Programa.* — Se quiere proyectar un puente de hierro del sistema Warren articulado, para camino carretero, en el cual puedan cruzarse dos vehículos y está además provisto de dos veredas de 0.60 metro cada una.

La luz teórica será de 45 m.

Deberá resistir al pasaje de una sobrecarga accidental uniformemente repartida de 400 kg m<sup>-2</sup> en la calzada y veredas.

Debe resistir, además, al pasaje de carros de un solo eje cargado con 4 toneladas, siendo de 1,50 m. la distancia entre ruedas.

La acción del viento se considerará de 250 kg m<sup>-2</sup> para puente descargado y 100 kg m<sup>-2</sup> para puente cargado.

El puente apoyará sobre estribos de mampostería. La calzada será de pino de tea.

Se adoptarán los coeficientes de resistencia usuales.

*Descripción.* — Dividiremos el cordón inferior en 9 partes iguales y tomaremos como altura del puente  $\frac{1}{9}$  de la luz, lo que dá  $b = 5$  m. Las vigas principales tendrán la forma de la figura 363.

El ancho del puente será de

$$4.80 + 2 \times 0.6 = 6 \text{ m}$$

Los tabloncillos de la calzada descansarán sobre los largueros que distan 0.8 m de eje á eje, y éstos sobre las viguetas, que apoyarán en los nudos solamente.

*Calculo de la superestructura.*

a) *Tabloncillos de la vereda.*

Tomando 0.15 m. de ancho para estos tabloncillos, les corresponde una carga máxima de

$$0.15 \text{ m} \times 0.6 \text{ m} \times 400 \text{ kg m}^{-2} = 36 \text{ kg.}$$

origina un momento :

$$M = \frac{p l \times l}{8} = \frac{36 \times 60}{8} = 270 \text{ kg cm.}$$

$$\frac{I}{v} = \frac{M}{\rho} = \frac{270}{60} = 4,5 \text{ cm}^3$$

ó  $\frac{a b^2}{6} = 4,5 \text{ cm}^3$  y como  $a = 15 \text{ cm}$ ,  $b = 1,8 \text{ cm}$  adoptamos  $b = 5 \text{ cm}$ .

b) *Tabloncillos de la calzada.*

Suponiendo que la carga (2000 kg.) actúe en el medio y siendo la luz de 80 cm.

$$M = \frac{P l}{4} = 40000 \text{ kg cm}$$

$\frac{I}{v} = 667 \text{ cm}^3 = \frac{a b^2}{6}$  siendo  $a = 30 \text{ cm}$   $b \doteq 11,5$  adoptaremos  $b = 12,5 \text{ cm}$ ,

Pero puede suceder que las ruedas pasen simultáneamente sobre la misma sección de un tablon y suponiendo que se aproximen cuando más de 30 centímetros una de otra, darán un momento máximo, cuando ocupen la posición indicada en la fig. 364.

$$M = \frac{2P}{l} \left( \frac{l}{2} - \frac{d}{4} \right)^2$$

y en nuestro caso

$$M = \frac{2 \times 2000}{80} (40 - 7,5)^2 = 52812,5 \text{ kg cm}$$

$$\frac{I}{v} = \frac{52812,5}{60} = 880 \text{ cm}^3$$

$$a = 30 \text{ cm} \quad b = 13,26 \text{ m.}$$

Adoptaremos finalmente tablon de 30 x 15 cm. El peso de estos tablon es de

$$1 \text{ m}^2 \times 0,15 \text{ m} \times 700 \text{ kg m}^{-3} = 105 \text{ kg.}$$

por metro cuadrado de calzada

c) *Largueros.*

Tienen 5 metros de largo y distan de 0.8 m unos de otros.

El peso de los tablon produce un momento de

$$M = \frac{Fl}{8} = \frac{0,8 \times 5 \times 105 \times 5}{8} = 262,5 \text{ kg m.}$$

$$\text{ó } M = 26250 \text{ kg cm.}$$

Si se supone además como caso más desfavorable aquél en que una rueda está sobre el medio del larguero, producirá un momento :

$$M = \frac{2000 \times 500}{4} = 250000 \text{ kg cm}$$

$$\frac{I}{v} = \frac{250000}{700} = 394,7 \text{ cm}^3.$$

Adoptaremos un perfil de 26 cm., de altura cuyo módulo es de 446 cm<sup>3</sup> y cuyo peso por metro es de 42 kilogramos.

Comprobándolo al corte, resulta:

$$\rho = R \frac{S}{I.z} = 4000 \frac{258}{5798 \times 0,94} = 190 \text{ kg cm}^{-2}$$

d) *Viguetas.*

Su largo será próximamente de 6.5 m. Distancia entre ejes 5 m.

Se toma el caso más desfavorable de la fig. 365. Además se considera atrás de los carros una muchedumbre compacta que se extiende sobre un ancho de 4.80 m (excluyendo las veredas) y un largo de 3,50 m dando una carga de

$$\frac{3,5 \times 1 \times 400 \times 1,75}{5} = 490 \text{ kg}$$

por metro de vigueta ó 400 por larguero

$$R'_A = 2000 \frac{4,83 + 3,33 + 30,3 + 1,53}{6,5} = 3920 \text{ kg}$$

$$R''_A = 1200 \text{ kg} \quad \therefore \quad R_A = 5120 \text{ kg}$$

$$M_{\text{máx}} = 5120 \times 3,18 - 200 \times 2,33 - 400 \times 1,53 - 2000 \times 1,5 - 400 \times 0,73 = 11911,6 \text{ kg m}$$

ó sea

$$M_{\text{máx.}} = 1191160 \text{ kg cm.}$$

Hay que considerar, además, el peso permanente, sobre cada vigueta : descansan en estas 7 largueros de 5 metros de longitud y cuyo peso es :

$$41,9 \text{ kg m}^{-1} \times 5 \text{ m} = 209,5 \text{ kg}$$

y además el peso de los tablon, que es para cada larguero :

$$5 \times 0,8 \times 105 \text{ kg m}^{-2} = 420 \text{ kg}$$

ó sea 629,5 en total. Tomaremos 630 kg.

Entonces :

$$M_{\text{máx}} = 2205 \times 3,25 - 630 (0,8 + 1,60 + 2,4) = 4142,25$$

ó

$$M_{\text{máx}} = 414225 \text{ kg cm.}$$

En total

$$M = 1.610.000 \text{ kg m.}$$

por tanto,

$$\frac{I}{v} = 2300 \text{ cm}^3.$$

Adoptaremos un perfil de 47,5 cm., de altura, 17,8 centímetros de ala y 1,71 cm. de espesor del alma. Cada vigueta de 7 metros pesará 893,2 kg.

Haciendo el cálculo veríamos que resiste al esfuerzo de corte.

e) *Peso de la superestructura.*

Consideremos el peso que actúa por vigueta :

Tablon de la vereda:	2 x 5 x 0,6 x 0,05 x 700 =	210,00 kg
» » calzada:	5 x 4,8 x 0,15 x 700 =	2520,00 »
Largueros.....	9 x 5 x 41,9 =	1885,50 »
Viguetas .....	1 x 7 x 127,6 =	893,20 »
	TOTAL....	5508,7 kg

ó sean 1101,8 kg m<sup>-1</sup> y si agregamos 20 kg por los accesorios, se tendrá

$$1121,8 \text{ kg m}^{-1} \text{ de puente.}$$

*Cálculo de las vigas principales.*

A) *Cálculo del peso propio*

Apliquemos la fórmula de Wickman :

$$p = \frac{\frac{6 P \rho A}{l + 3 A} + \alpha \delta q l}{\frac{6 \rho A}{l + 3 A} - \beta \delta l} = 1,9 t,$$

sustituyendo valores según vimos en el Capítulo II de la 1ª parte. Se han tomado  $\alpha = 1,9$  y  $\beta = 1,58$ .

El peso de las vigas principales será entonces: 1900 kg. — 1121,8 = 778,2 kg. por metro de puente ó sea

389,10 por metro de viga

B) Tensiones debidas á la carga permanente

Se han determinado por medio de un cremona (figura 366) cargando los nudos del cordón superior, con 1000 kg. c/u y los del cordón inferior con 3800 kilogramos cada uno.

Se ha repartido la carga permanente de ese modo, suponiendo que á cada nudo corresponde el peso de 2,5 metros de viga que, á razón de 6000 kg. m<sup>-1</sup> (redondeando el núm. de 389,1) da 1000 kg.; y además aplicando á cada nudo inferior 2800 kg., como peso de 5 metros de superestructura que soporta. Las tensiones las dá el siguiente cuadro:

Barras	Esfuerzos (t)	Barras	Esfuerzos (t)	Barras	Esfuerzos (t)
0 — 1	— 22	0 — 2	+ 9,8	3 — 4	+ 15,5
1 — 3	— 19,2	2 — 4	+ 26,6	4 — 5	— 11,4
3 — 5	— 33,5	4 — 6	+ 38,6	5 — 6	+ 10,2
5 — 7	— 43,2	6 — 8	+ 45,8	6 — 7	— 6
7 — 9	— 48	8 — 10	+ 48,2	7 — 8	+ 5
2 — 3	— 16,7	1 — 2	+ 20,9	8 — 9	— 0,6

C) Tensiones máximas y mínimas producidas por la carga accidental.

Como las tensiones máximas en los cordones se producen cuando toda la viga está cargada, se ha construído un Cremona suponiendo todo el puente cargado con 400 kg m<sup>-2</sup> ó sea con 3m × 5m × 400 kg m<sup>-2</sup> = 6000 kg por nudo del cordón inferior (fig. 367).

En cuanto á los esfuerzos máximos y mínimos en las diagonales, se han obtenido trazando las parábolas de los máximos y mínimos esfuerzos de corte. Se han corregido de 1/9 (fig. 268). Los puntos límites se han obtenido, por ejemplo, uniendo A' con 4 y B' con 6 para encontrar R".

Tenemos los siguientes cuadros:

Para los cordones

Barras	Esfuerzos (t)	Barras	Esfuerzos (t)
0 — 1	— 26,8	0 — 2	+ 13
1 — 3	— 24,1	2 — 4	+ 33,10
3 — 5	— 42,1	4 — 6	+ 48,2
5 — 7	— 54,2	6 — 8	+ 57,3
7 — 7	— 60,3	8 — 10	+ 60,3

Diagonales

Barras	Esfuerzos en toneladas	
	+	-
1 — 2	26,8	0
3 — 4	20,7	0,5
5 — 6	15,0	1,8
7 — 8	10,6	3,8
9 — 10	6,7	6,7
2 — 3	0,5	20,7
4 — 5	1,8	15
6 — 7	3,8	10,6
8 — 9	6,7	6,7

D) Efecto del viento.

Volcamiento. — Se han determinado las resultantes de los efectos del viento á puente cargado, (figura 369) y á puente descargado. Con ellos se han calculado los momentos respectivos de volcamiento, los que se han comparado con los momentos correspondientes de estabilidad, resultando en ambos casos un coeficiente de estabilidad mayor que 2.

Los resultados y operaciones van en seguida:

Puente descargado  $p = 250 \text{ kg m}^{-2}$

Coefficiente de vacíos á superficie total = 0,77

	Superficie expuesta en m <sup>2</sup>	Presión en kg
Cordón superior . . . . .	0,531	133
Diagonales . . . . .	0,800	200
Barandilla . . . . .	0,310	80
Cordón inferior . . . . .	0,531	133
Resultante . . . . .		546 kg

Brazo de palanca = 2,3 m.

Momento volcamiento = 1255,8 kg m.

Peso por metro de puente 1900 kg.

Ancho mínimo 6 m.

Momento estabilidad = 5700 kg m.

$$\frac{5700}{1255,8} = 4.$$

Puente cargado  $p = 100 \text{ kg m}^{-2}$

	Superficie expuesta en m <sup>2</sup>	Presión en kg
Cordón superior . . . . .	0,531	53
Diagonales . . . . .	0,800	80
Muchedumbre . . . . .	1,800	180
Cordón inferior . . . . .	0,531	53
Resultante . . . . .		366 kg

Efecto del viento de intensidad máxima con puente descargado.

El arriostamiento inferior debe resistir la acción del viento. Haremos el enrejado doble, (con lo que á cada uno corresponde la mitad de la acción total (figura 370).

$$0 - 1 = 7100 \text{ kg. } 2 - 3 = 5300 \text{ kg. } 4 - 5 = 3500 \text{ kg. } 6 - 7 = 1700 \text{ kg.}$$

Adoptando una sección única:

$$I = \frac{S l^3}{5940} = \frac{12 \times 160.000}{5640} = 340$$

resulta una cantonera de  $\frac{120 \times 120}{11}$ .

Esfuerzos desarrollados en las barras por la acción del viento.

El viento dá un momento de torsión (fig. 371)  $p l'$ , que se transforma en otro  $p c$ , lo que origina una carga  $p c$  por metro de puente que recarga á 2 y alivia á 1.

Además, la presión  $p$  produce otro efecto, actuando en el plano de los apoyos y horizontalmente.



*Cálculo de las secciones.*

*Cordón inferior* — Todas sus barras están sometidas á la tracción y las secciones necesarias calculadas con el coeficiente  $\rho = 640 \text{ kg. cm}^{-2}$ , son:

0 — 2	.....	26400 kg	.....	42 cm <sup>2</sup>
2 — 4	.....	71700 »	.....	112 »
4 — 6	.....	104800 »	.....	165 »
6 — 8	.....	124100 »	.....	165 »
8 — 10	.....	130500 »	.....	204 »

Se repartirán del siguiente modo:

0 — 2	.....	2 chapas de	25 × 1,8
2 — 4	.....	4 »	» 25 × 1,8
4 — 6	.....	4 »	» 25 × 1,8
6 — 8	.....	4 »	» 26 × 2
8 — 10	.....	4 »	» 26 × 2

Estas dimensiones no están enteramente de acuerdo con las reglas de Shaler Smith; pero teniendo en cuenta que en el país y en el extranjero se han empleado con éxito estas dimensiones, y considerando los progresos de la metalurgia, es que se pueden emplear sin desconfianza.

*Cordón superior.* — Las barras están comprimidas. Las barras 0-1, 1-3 y 3-5 toman la forma de la figura 373. Las barra 5-7 y 7-9 tendrán dos chapas.

El cálculo se hace como está indicado en el ejemplo del capítulo VIII de la primera parte de estos apuntes.

*Tirantes.* — Se formarán de la siguientes secciones

1 — 2	.....	2 chapas de	20 × 2 cm.
3 — 4	.....	» »	» 15 × 2 »
5 — 6	.....	» »	» 12 × 2 »
7 — 8	.....	» »	» 10 × 2 »

*Brazos* — Trabajan á la compresión y por consiguiente hay que emplear un perfil rígido.

Se adoptará un tipo como la figura 373, con la sola diferencia que el alto será de 22 cm. y el ancho de la chapa 25 cm. para los brazos 2-3 y 4-5. Para las barras 6-7 y 8-9, puede reducirse el ancho de la chapa á 20 cm. Los cálculos como ya se ha dicho.

*Uniones.* — Las uniones se hacen en esta clase de puentes con pernos que generalmente son de acero.

*Perno del nudo 0.* — Está sometido á un corte de 26.400 kg. repartido en 2 chapas, correspondiendo pues 13200 kg., á cada una, y á cada sección de corte corresponderá la mitad; pero admiteremos ese valor para seguridad. Entonces

$$\frac{\pi d^2}{4} \rho = 13200 \quad \rho = 700 \text{ kg. m}^{-2}$$

$$d = 5 \text{ cm.}$$

*Perno del nudo 2.* — Está sometido á las fuerzas indicadas en la figura 374. Por chapa, será fácil ver lo que correspondería y si suponemos, como sucede, que en el estado de equilibrio cada tensión es igual á la resultante de todas las demás, podemos tomar como máximo la máxima de ellas y calcular en este caso la resistencia al corte para 25200 kg.

$$\frac{\pi d^2}{4} 700 = 25200$$

$$d = 7 \text{ cm.}$$

Hay que considerar, además, que el perno está sometido á un momento de flexión en cada extremidad, momento que se puede disminuir si se disponen convenientemente las chapas en la unión.

Si admitimos que ese momento sea

$$25200 \times 4 = 100\ 800 \text{ kg. cm.}$$

$$\frac{I}{v} = 100.8 \text{ cm}^3 \quad \text{ó sea} \quad \frac{\pi d^3}{32} = 100,8$$

$$d = 10 \text{ cm.}$$

Para ponernos en buenas condiciones y de acuerdo con las reglas de Shaler Smith, se puede aumentar el diámetro del perno y darle de 10 á 15 cm.

*Apoyos.*

*Apoyo fijo.* — El perno de articulación se calculará por la fórmula: (Capítulo VI-1ª Parte).

$$r = \frac{2P}{\pi l \rho'}$$

$l = 40 \text{ cm}$ ,  $\rho' = 300 \text{ kg cm}^{-2}$  (fundición),  $P = 55000 \text{ kg}$

resulta  $r = 4 \text{ cm.}$

*Apoyo móvil.* — Si suponemos 4 rodillos y 0.40 m. de longitud

$$P = \frac{55000}{4 \times 40} = 344 \text{ kg m}^{-1}$$

$$r = \frac{P \sqrt{\epsilon}}{3 \times 1000 \sqrt{1000}} = 5,1 \text{ cm.}$$

La figura 375 (\*) representa una vista del apoyo izquierdo del puente.

La figura 376, los ganchos de suspensión de las viguetas sobre los pernos.

(\*) Véase Lámina XX anexa.

Fernando Segovia.

(Continúa.)

Enseñanza práctica de la Ingeniería

En número anterior nos referíamos á lo que invierten los norteamericanos en los laboratorios de sus escuelas de ingeniería y hoy podemos suministrar á nuestros lectores un dato que dará idea de la importancia que se dá á esos laboratorios en Inglaterra.

Hace poco, se ha inaugurado, en la Universidad de Glasgow, conmemorando á Jaime Watt, un laboratorio de ingeniería cuyo equipo ha costado 50.000 libras esterlinas, próximamente seiscientos mil pesetas de nuestra moneda.

Este laboratorio se distingue de la generalidad de los demás en que no contiene nada destinado á enseñar á los estudiantes artes manuales exclusiva-

mente, que fácil les es aprender en la práctica ordinaria de los talleres, siendo más propiamente, su objetivo, familiarizarlos con la observación y aplicaciones de los principios científicos, en cuyo conocimiento consiste verdaderamente la *sabiduría* y no en el almacenamiento en el cerebro de fórmulas inanimadas, ó en el más ó menos hábil manejo de máquinas, independientemente de la preocupación fundamental del valor *comercial ó social*, si se quiere, de las aplicaciones de aquellos principios científicos, sin el cual la ciencia no sería lo que es.

Seguramente que el laboratorio á que nos referimos habría de ser más grato al inventor del condensador, de la máquina de doble efecto y de la de depresión, si diese algún día una vuelta por el mundo, que su propia efigie muda, de mármol blanco, que ocupa un lugar bien ganado en la abadía de Westminster, entre las de otros hombres ilustres.

E. O.

### UN RECORD EN MATERIA DE PATENTES DE INVENCION

El *record* de la importancia en materia de patentes de invención, por lo menos bajo el punto de vista del volumen de las documentaciones, parece que no ha conseguido disputársele aún ningún inventor á un señor Paige, que hace unos ocho años consiguió, en los EE. UU., la correspondiente á una máquina de componer, en cuya fabricación entraban 18.000 piezas y cuyo primer modelo costó 250.000 dollars.

A la primitiva memoria descriptiva acompañaban 204 láminas con unas 1000 figuras, pero á fuerza de mucho concretar esas láminas se redujeron á 163.

Si se considera que la mayoría de las patentes no comprenden más de 2 ó 3 láminas, puede juzgarse de lo divertido que estaria el empleado encargado de informar sobre ésta, el que puso seis semanas íntegras en colacionar y examinar ese tremendo protocolo. Como los derechos cobrados para esta operación, por la Oficina de Patentes, son uniformes, se ha calculado que el Tesoro de los EE.UU. ha perdido unos 1.000 dollars en esta ocasión.

No sabemos cuanto costaría la confección de las láminas y de la memoria descriptiva, que debió rehacerse dos veces, pero si consta que la copia autográfica de la patente (todas las patentes norteamericanas son copiadas autográficamente y puestas á disposición del público al precio invariable de 0.50 centavos) le costó al *Patent Office* 6 dollars por ejemplar, por lo que tuvo ésta mayor salida que de ordinario, adquiriendo muchos el folleto por simple curiosidad.

Seguramente que en el archivo de esas oficinas, figura la patente de Mr. Paige, cuyo resultado no sabemos cuál haya sido, bajo el título de «Nuestra más cara patente.»

## BIBLIOGRAFIA

(En esta sección se acusa recibo y se comentan las obras que se nos remiten dedicándose especial atención á las que se reciben por duplicado.)

### OBRAS

**Curso de topografía;** dictado en la Escuela Superior de Guerra, por el Tte. Coronel Ingeniero D. Luis J. Dellepiane (Tomo I):

Un tratado de topografía, escrito por quien tiene una especial preparación en la materia, como ocurre con el Comandante Dellepiane, Jefe del Instituto Geográfico Militar, profesor de la misma en la Escuela Superior de Guerra y sustituto en ejercicio desde hace un año en la Facultad de Ingeniería, no podía dejar de ser bien recibido por el público á que está especialmente destinado.

Aun cuando una obra de esta naturaleza no puede ser debidamente apreciada sino en su conjunto, el tomo aparecido es garantía de que ella ha de resultar buena por poco que el segundo sea un complemento lógico del primero, como es de suponer que lo será.

Más propiamente destinado este curso de topografía á los oficiales de Estado Mayor del Ejército, viene á corresponder al tratado francés del Tte. Coronel E. Bertrand, ó al español, del también Tte. Coronel de Ingenieros D. Lorenzo Gallego Carranza. Pero, á decir verdad, la obra del Comandante Dellepiane promete ser superior á la de sus colegas á juzgar por la primera parte publicada. Esta superioridad se nota ya, en una simple hojeada del libro, con motivo de la descripción y manejo de los instrumentos, por ejemplo, que es lo que sobresale en el primer tomo. En él se ha dedicado un capítulo muy oportuno á la plancheta Breithaupt y su manejo, como era lógico, dado que el uso de esta plancheta ha sido acertadamente adoptado para los levantamientos topográficos que hace la sección técnica del Estado Mayor. Las distintas operaciones á que dá lugar la plancheta, los métodos de trabajo, entre estos el de Pothenot, todo ello está tratado mucho más claramente que en los autores citados. Otros capítulos interesantes lo son: el de los telémetros, que son también de tanta aplicación en los ejércitos, y el dedicado á la toma de datos en el terreno y á la confección de croquis, que se destaca por la claridad y sencillez de la exposición. En lo único que creemos no aventaja al tratado de Gallego Carranza, la nueva obra, es en la forma de presentar los signos convencionales, cosa que creemos fuera conveniente remediar en la nueva edición que, no dudamos, ha de hacerse de ella.

Por lo demás, la obra del Comandante Dellepiane está bien presentada, prolijamente impresa, con numerosos grabados, buenos en su gran mayoría, todo lo cual contribuye á hacer más grato el estudio de la materia, lo que no es una condición nimia.

Digamos, para concluir, que ha colaborado en su confección el Mayor Ingeniero D. Martín Rodríguez, de quien el Comandante Dellepiane hace un justo elogio en el prefacio con que encabeza su tratado.

Ch.

### PUBLICACIONES RECIBIDAS

*Bulletin de la Société des Ingenieurs Civils de France*, número de Diciembre de 1902. — *Anales del Instituto de Ingenieros de Chile*, número 2, año III. — *Arquitectura y Construcción* de Barcelona, número 126 de enero 1903. — *Ciencia y Letras*, revista mensual de los alumnos de la Escuela de Ingenieros y Arquitectos, de la Habana, Año I, número I; esta publicación, simpática en su presentación, rinde homenaje al ingeniero Sr. Aurelio Sandoval, director de la «Revista de Construcciones y Agrimensura», cuyo retrato publica en sitio preferente. — *Anales de la Sociedad Científica Argentina*, número de febrero 1903; trae un interesante trabajo del ingeniero Mauro Herlitzka sobre el transporte de energía eléctrica á grandes distancias. — *Boletín de Agricultura y Ganadería*, nums. del 4º y 15 de febrero y 4º de marzo; el número del 4º de febrero trae un buen trabajo del ingeniero de minas E. Hermitte sobre máquinas perforadoras para pozos artesianos. — *Revista de Ciencias*, de Lima; número de enero 1903. — *Vida Moderna*, de Montevideo, número de enero 1903. — *Revista del Boletín Militar*, de la Secretaría del Ministerio de la Guerra (núm. 46); es de estricta justicia hacer notar que esta publicación ha mejorado notablemente en sus últimos números á tal punto que no parece una publicación oficial ó de circulo.... que es el mejor elogio tal vez que se le pueda hacer. — *Revue Mineralurgique*, tomo Iº número 1, nueva publicación parisiense dirigida por Daniel Bellet. — *Revista de Construcciones y Agrimensura* (Habana); año V, núm. 1º.

# AGRIMENSURA

## DECRETOS Y RESOLUCIONES

**Marzo 2:** Por el ministerio del interior, se dispone que la comisión nombrada el 6 de Diciembre de 1902 para fijar los límites entre el territorio nacional del Chaco y la Provincia de Sgo. del Estero, de acuerdo con la ley núm. 4141, compuesta de los ingenieros Federico Gomez Molina, Miguel Olmos y Ricardo Muñiz, proceda igualmente a verificar la misma operación respecto al paralelo 28°, límite entre el territorio del Chaco y la Provincia de Santa Fé.

### MINISTERIO DE AGRICULTURA

**Marzo 5:** Se aprueba la mensura practicada por el Agrim. don Carlos Siewert de la sup. de 6.234 ha. 19 a y 42 c parte de las 20.000 acordadas en venta a D. Martin Johnson en el territorio de Sta. Cruz, parte de los lotes núm. 6 y 7, fracc. C. Secc. XIV.

Se deja sin efecto la ubicación fijada por dec. de mayo 3 de 1902 para el trazado del pueblo de San Julian, en el territorio de Sta. Cruz, y de acuerdo con lo propuesto por el ingeniero Lorenzo Maldonado se le manda trazarlo en el citado puerto, sobre la base del núcleo de población actualmente existente allí.

**Marzo 8:** Se nombra jefe de la comisión encargada de explorar la zona X del territorio de Santa Cruz, en reemplazo del Agrimensor Carlos Cardoso, fallecido, al Agrim. Edmundo Pietranera.

**Marzo 20:** Se aprueba la mensura practicada por el agrimensor, don Florencio Basaldua de la sup. de 7300 ha. compradas por la sucesión de D. Mauricio Humphreys de acuerdo con el decreto de 3 de Agosto de 1900.

**Marzo 24:** Se concede la prórroga de un año que solicitan los Sres. Hamilton y Saunders y D. Tomás Saunders para presentar la diligencia de mensura de los terrenos de su propiedad en el territorio de Santa Cruz, que les fueron acordados por Ley N° 3053.

No se hace lugar a una solicitud de los agrimensores Raul Acevedo Ramos y Santiago Arce en la que proponían efectuar la mensura y subdivisión de tierras fiscales destinadas a colonizaciones de familias boers.

Se impone una multa a D. Alejandro E. Ortiz por no haber hecho mensurar oportunamente una propiedad de 4000 ha. en el territorio de la Pampa (Secc. XXIV, fracc. B, lote núm. 21), de acuerdo con el artículo 86 del Código Rural para los territorios nacionales.

## MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

### LEYES Y DECRETOS

**Febrero 9:** Se deja sin efecto la resolución de fecha 4 en lo referente a la venta de elementos de transporte empleados en la construcción de la línea del telégrafo al Sud.

**Febrero 10:** Se felicita a la Dir. G. de Correos y Telégrafos, oficina técnica y personal de la construcción de los 2.123 km. de la línea de Conesa a Cabo Virgenes, por la forma y economía con que se han ejecutado las obras.

Se autoriza el ensanche del taller y varadero oficial de Concepción del Uruguay a fin de ponerlo en condiciones de atender a las reparaciones y entretenimiento del tren de dragado que deberá ejecutar la escavación de los pasos del río Uruguay, debiéndose ejecutar por administración los trabajos que han sido presupuestados en \$ 61.499 m/n.

**Febrero 11:** Se aprueba el contrato celebrado entre el Insp. G. de Arquitectura y D. Luis Pardo, por el cual éste se compromete a terminar las obras de la 3ª Secc. de la Casa Correccional de Menores varones de la Capital.

Se aprueban los proyectos, especificaciones y presupuestos referentes a la instalación del servicio de cloacas en los distritos 17 y 23 de la Capital, cuyo costo es de ps. 4.536.606, 53 y se autoriza a la Dirección G. de O. de Salubridad para sacar esta obra a licitación durante 90 días.

**Febrero 12:** Se autoriza a la Dir. G. de Vías de C. a construir un puente sobre el Arroyo Chirimayo en el camino carretero de Andalgalá a Concepción — El puente proyectado es de 22,50 m. de luz, importando el material metálico propuesto por Le Creusot ps. 1.704,49 oro, según un tipo especial de puente desmontable preparado por la casa, debiendo, además, emplearse en su construcción maderas duras de Tucumán que varios vecinos han ofrecido con ese objeto.

Con motivo de una observación formulada por la Contaduría General, se insiste, en acuerdo, en la imputación dada a la compra de 2 gánguiles para la Insp. de Naveg. y Puertos autorizada por otro acuerdo de diciembre 30 de 1902.

Se prorroga por seis meses desde el 1º de Enero último, los efectos del ferrocarril de Febrero 14 de 1901, relativo al empalme de las vías de los ferrocarriles G. Oeste Argentino y Trasandino en la Estación Mendoza.

**Febrero 13:** Se adopta provisionalmente la cota 6m 50 sobre el cero de la escala del mareógrafo de puerto Galvan (muelle fc. Bahía Blanca y N. O.) para la determinación de la ribera a que se refiere la resolución de 15 de Abril de 1902 para el deslinde de la propiedad del fc. del Sud y terrenos fiscales y otras secciones de la «Estación Ingeniero White».

Se fijan límites a la Intendencia Municipal para extraer, próximo a la Darsena Sur del puerto de la C., arena destinada a obras municipales.

**Febrero 14:** Se autoriza a la dirección de obras hidráulicas para nivelar el malecón de defensa del canal Sud de entrada al puerto de la Capital que se ha asentado de unos setenta centímetros, con piedra que se traerá como lastre en las embarcaciones de las obras del puerto en sus viajes de retorno de Concepción del Uruguay, pudiéndose invertir hasta \$ 2210 m/n en estas obras.

Resolviendo que la Adm. del fc. Andino entregue \$ 29.660 m/n mensuales, del producto de su línea, a la del Argentino del Norte para cubrir el presupuesto de Administración de éste.

Se acepta la renuncia del dibujante de 1ª clase D. Eugenio E. Izard.

**Febrero 16:** Se autoriza al Adm. del fc. Central Norte para firmar las escrituras de los terrenos donados a la Nación para la construcción del ramal de Perico a Ledesma.

Se anula el decreto de Oct. 14 de 1902 nombrando dibuj. de la comisión del fc. a Bolivia a D. Aug. Braeckman.

**Febrero 17:** Se nombra en la Insp. G. de Arquitectura: dibuj. de 1ª clase a D. Carlos Lavelli; id. de 2ª a D. Camilo Paté; id. de 3ª a D. Luis Villar.

Se nombra en la Dir. G. de V. de Comunic.: Calculista de 2ª clase a D. Félix Pereyra.

Se aprueba el contrato *ad-ref* celebrado entre el presidente de las Ob. de Sal. y los Sres. Roberts y Whitney para la construcción del pozo semi-surgente del Hospital Naval de Puerto Militar.

**Febrero 18:** Se aprueba, en acuerdo, la compra de 25020 kg. de plomo en lingotes hecho a la casa Evans, Thornton y Cia por la Insp. G. de P. y Caminos, con destino a los contrapesos del puente levadizo del Riachuelo, por la suma de \$ 4.701,36 oro.

**Febrero 19:** Se resuelve que los concesionarios del ramal férreo de Anatuya a los montes del Chaco construyan una línea telegráfica y no telefónica.

Se organizan las comisiones de estudios de los ramales de los fc. C. Norte y Argentino del Norte, en la forma siguiente: Com. Rioja a Aimogasta: Ing. jefe D. Casimiro Rechniewski, 2º D. Edo. Bergamini, 3º D. Fco. Palénica y dib. D. Carlos Nessi. — Com. de Mazán a Andalgalá: Ing. jefe D. Alberto Beltrutti, 2º D. J. Sheridan Russel, 3º don Oreste Catellani y dib. D. Nolasco Carrera. — Com. de Aimogasta a Tinogasta: Ing. jefe D. Pedro Malère, 2º D. Jorge Cassafoust, 3º D. Enrique H. Faure y dib. D. Adolfo Glade.

Se asignan 2000 \$ m/n mensuales a cada comisión y 8000 por una sola vez a las tres para compra de instrumentos, útiles, elementos de transporte, etc.

Se ratifica el acuerdo de Setiembre 3 de 1902 aprobando el exceso de gasto de \$ 24.770,68 m/n originado por el cambio de ubicación de la estación terminal del telégrafo del Neuquen a Nahuel Huapi.

**Febrero 20:** Se aprueba la recepción definitiva de las baterías construidas en el Puerto militar por la Empresa Dirks, Dates y Van Hatten.

Se fijan los sueldos y sobresueldos que deberán percibir los miembros de las comisiones de estudios de las prolongaciones de los ferrocarriles Central Norte (?) y Argentino del Norte, ramales de: Rioja a Aimogasta; Mazán a Andalgalá y Aimogasta a Tinogasta. (Dicho sea por vía de aclaración, no vemos por donde estos ramales que estarán íntegros en las prov. de Rioja y Catamarca, pueden llegar a ser prolongaciones del Central Norte.)

Se manda efectuar por Contaduría General el descargo que corresponde de las sumas abonadas a la Empresa «La Sanitaria» por planos de obras sanitarias en las fincas de la manzana del Palacio del Congreso.

**Febrero 21:** Se aprueba el Convenio celebrado con el representante de la Prov. de Corrientes para la construcción y explotación de obras de provisión de agua potable en la Capital de la misma y se dispone que la Dir. G. de O. de Salubridad proceda a sacar estas obras a licitación (\*).

**Febrero 25:** Se dispone, en acuerdo, que el ministerio de obras públicas organice una expedición científica al Río Bermejo, cuyo fin será dar cuenta de sus condiciones de navegabilidad así como de las obras que deberán ejecutarse para obtener su mejoramiento inmediato ó futuro, debiendo ir pertrechada la comisión expedicionaria para poder extraer ó hacer volar los raigones que obstruyan el lecho del río, á cuyos efectos se autoriza la inversión de 70.000 \$ m/n.

**Febrero 26:** Se anula la licitación celebrada el 15 de Dic. último para la provisión de materiales y fondos para la prolongación del fc. Argentino del Norte, de Punta de los Llanos á San Juan, por no ajustarse las propuestas presentadas a las bases establecidas.

Se dispone que el 1.º de Julio próximo se reciban propuestas para la construcción de la vía, obras de arte, edificios, material rodante y de tracción, telégrafo y demás accesorios de la línea férrea de Punta de los Llanos á San Juan.

Como el P.E., sospechando que habrá ventajas en modificar el trazado ya aprobado de esta línea, ha dispuesto se estudie uno nuevo desde Papagayos a Serrezuela, en este decreto se especifica que, para el caso de adoptarse el último, los proponentes deben comprometerse á ejecutar indistintamente una ú otra línea por los mismos precios unitarios.

Se autoriza al Adm. del fc. Central Norte para suscribir á nombre del gobierno las escrituras de los terrenos donados con destino al ramal de Anatuya á los montes del Chaco.

Se dispone que la Dir. G. de V. de Comunicación intime á la Emp. del fc. Noroeste Argentino el levantamiento y traslación del ramal de Los Arroyos al ingenio La Invernada, en el trecho en que ocupa el camino nacional (en Gruacha).

Se autoriza á la Adm. del fc. C. Norte para renovar hasta el 31 de Diciembre prox. el contrato con «The Galena Oil Co.» para la provisión de aceites lubricantes.

Se autoriza al Ingeniero M. Iturbe para contratar con el Ing. Lavenas los trabajos de replanteo de la línea á Bolivia entre los Km. 20 y 25 á razón de 300 \$ por kilómetro.

Se autoriza á la Adm. del fc. Argentino del Norte para adquirir de la casa «Baldwin», de Filadelfia, piezas de repuesto de locomotoras por valor de \$ 6.500 oro.

**Febrero 27:** Se acepta la renuncia del jefe de dibujantes de la Com. del fc. á Bolivia, D. Juan A. Montes y se nombra en el cargo á D. Mario Gonzalez del Solar de la Dir. G. de V. de Comunicación, á quien debe reemplazar durante su ausencia, D. Felipe Fiori.

Se aprueba, en acuerdo, el proyecto y presupuesto de obras de reparación en el edificio de la Escuela Normal de Catamarca, autorizándose á la Insp. G. de Arquitectura para invertir en su ejecución \$ 4.300 m/n, debiendo proceder mediante licitación.

Se fija en 500 \$ m/n mensuales la suma por gastos de inspección de la construcción de la estación Terminal del fc. Pacífico, la que deberá depositar mensualmente esa empresa.

Se fija en 500 \$ m/n mensuales la suma por gastos de inspección de la construcción del ramal de San Francisco á Villa María, suma que deberá depositar mensualmente la Comp. Francesa de fcs. de Santa Fé.

(\*) El convenio celebrado es, salvo detalles imprescindibles desde que en este caso solo se trata de provisión de agua potable, la reproducción del celebrado con los representantes de la Prov. de Salta, publicado en el N.º anterior de la REVISTA TECNICA.

Se aprueba el contrato celebrado por el Insp. G. de Arquitectura con D. Sgo. Weill, quien se compromete á construir el pabellón destinado á encerrar el Salón histórico de Tucumán y efectuar reparaciones en el mismo por la suma de \$ 54.706,23 m/n.

## MISCELÁNEA

**Ladrillos baratos:** El ministerio de la guerra ha contratado la fabricación de 4 millones de ladrillos de primera calidad, destinados á los edificios del Campo de Mayo, al precio de 6,50 m/n el millar. Tenemos entendido que el ministerio provee á los contratistas de las chapas de zinc necesarias en la fabricación de estos ladrillos, que se hacen en el mismo campo de mayo, resultando de todos modos su precio muy reducido. Si para nuestra basta un bolón, como vulgarmente se dice, á juzgar por el dato que dejamos consignado la actual administración militar es toda una administración ejemplar.

Lo cierto es que no podríamos citar un solo caso en que alguna repartición nacional haya obtenido ese material á precio tan exiguo.

**Ventilación y Calefacción de los teatros:** Se ha promulgado por la Intendencia la resolución de la Comisión municipal, por la cual se dispone que sea obligatoria la instalación, en todos los teatros de primera categoría, de un sistema de calefacción que funcionará en los meses de invierno, capaz de asegurar una temperatura de 20° en la sala, palco escénico y anexos.

Deberá igualmente asegurarse la ventilación á razón de 40 m<sup>3</sup> por hora y por persona, mediante un sistema que no ocasione molestias á los espectadores ni á los actores.

**Escuela Industrial de la Nación:** Por decreto de fecha 25 de Febrero pasado, ha sido nombrado el ingeniero Eduardo Latzina vice director de la Escuela Industrial que dirige el ingeniero Otto Krause, el que se asegura con éste nombramiento un elemento utilísimo para esa floreciente institución.

## LICITACIONES

### Obras de Salubridad de la Capital

El 17 de Mayo se abrirán propuestas para la construcción de la red general de cloacas en los distritos núms. 17 y 23 de esta Capital.

### Obras de saneamiento de Salta

El 16 de Mayo en el Juzgado de Sección en Salta ó el día 20 de Mayo en la Dirección General de las Obras de Salubridad, deberán presentarse las propuestas para la ejecución de las obras de saneamiento de la ciudad de Salta, consistentes en: 1º las de provisión de agua; 2º construcción de la red de cloacas y conducto de desagüe hasta el río; obras de drenaje del subsuelo, de la parte baja de la ciudad; 4º obras de depuración de la materia cloacal y 5º canal de desagüe de aguas fluviales y de drenaje de los terrenos bajos del Oeste.

### Reparaciones á un edificio

El 15 de Abril se abrirán propuestas en la Dirección General de Contabilidad (M. de O. P.) por las obras de reparación á efectuarse en el edificio que ocupa la Escuela Normal de Catamarca.

## A NUESTROS SUSCRIPTORES

Prevenimos á nuestros suscriptores que con éste número se reparte el ÍNDICE del AÑO OCTAVO, é indicamos á quienes deseen hacer encuadernar el nuevo tomo en la forma de años anteriores, por intermedio de ésta ADMINISTRACIÓN, la conveniencia de apresurarse á remitirnos sus colecciones.

Debiendo iniciarse el AÑO NOVENO de la REVISTA TÉCNICA con el número próximo, prevenimos á nuestros suscriptores del interior y del exterior que se suspenderá su envío á quienes no se pongan al día con

LA ADMINISTRACIÓN.



# CANAL DE NAVEGACION

de

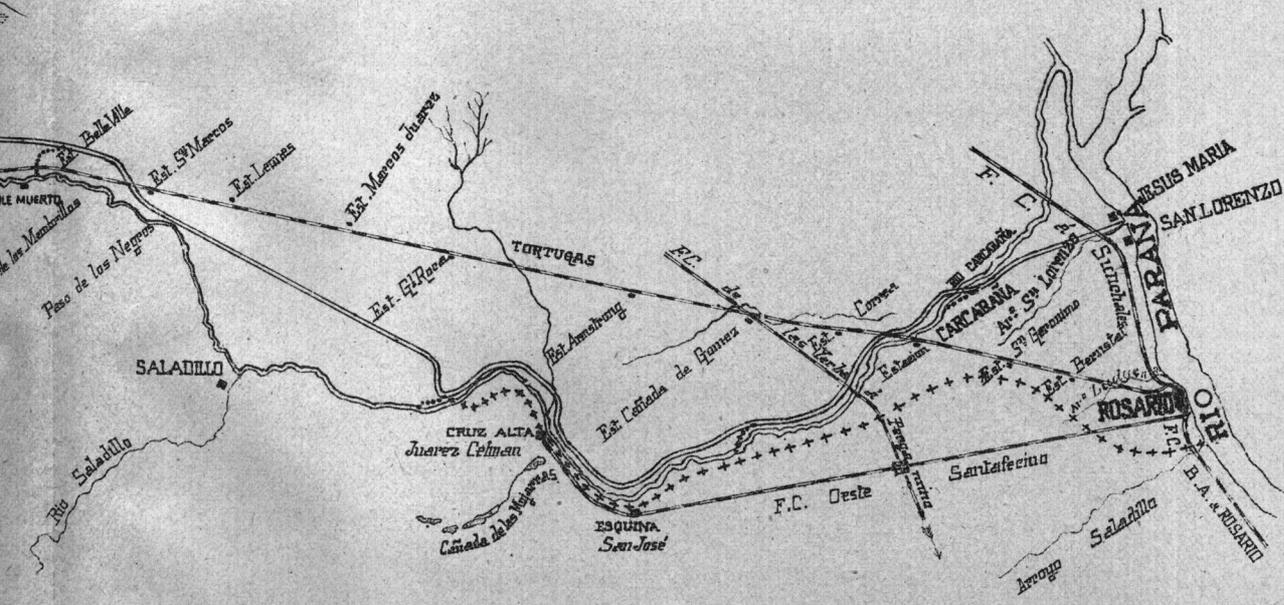
# CÓRDOBA AL RIO PARANÁ

## PLANO GENERAL

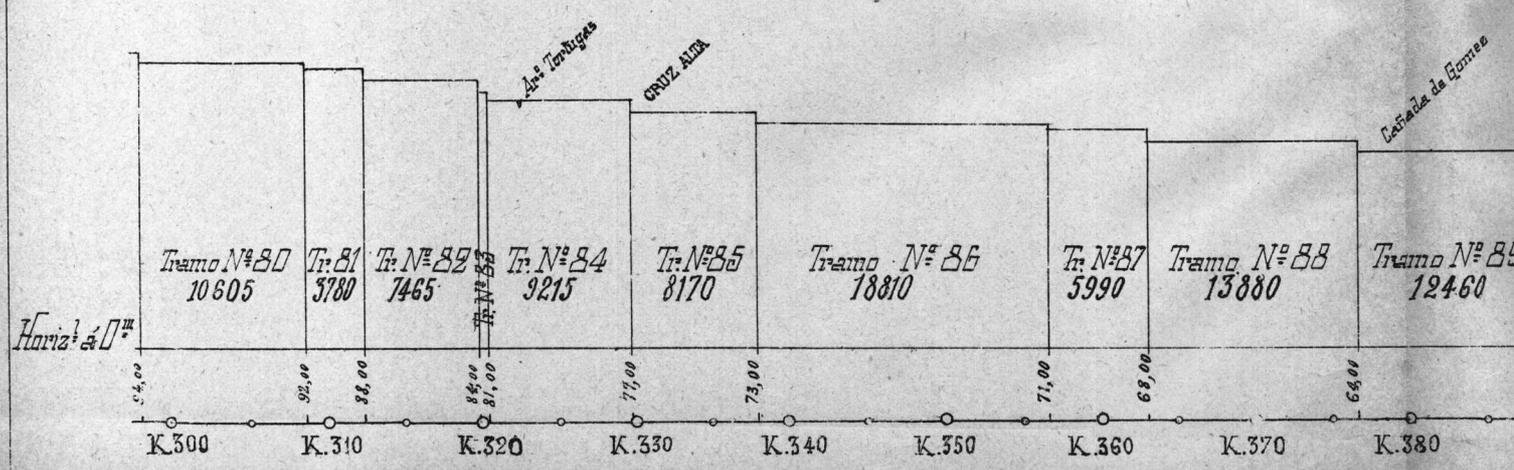
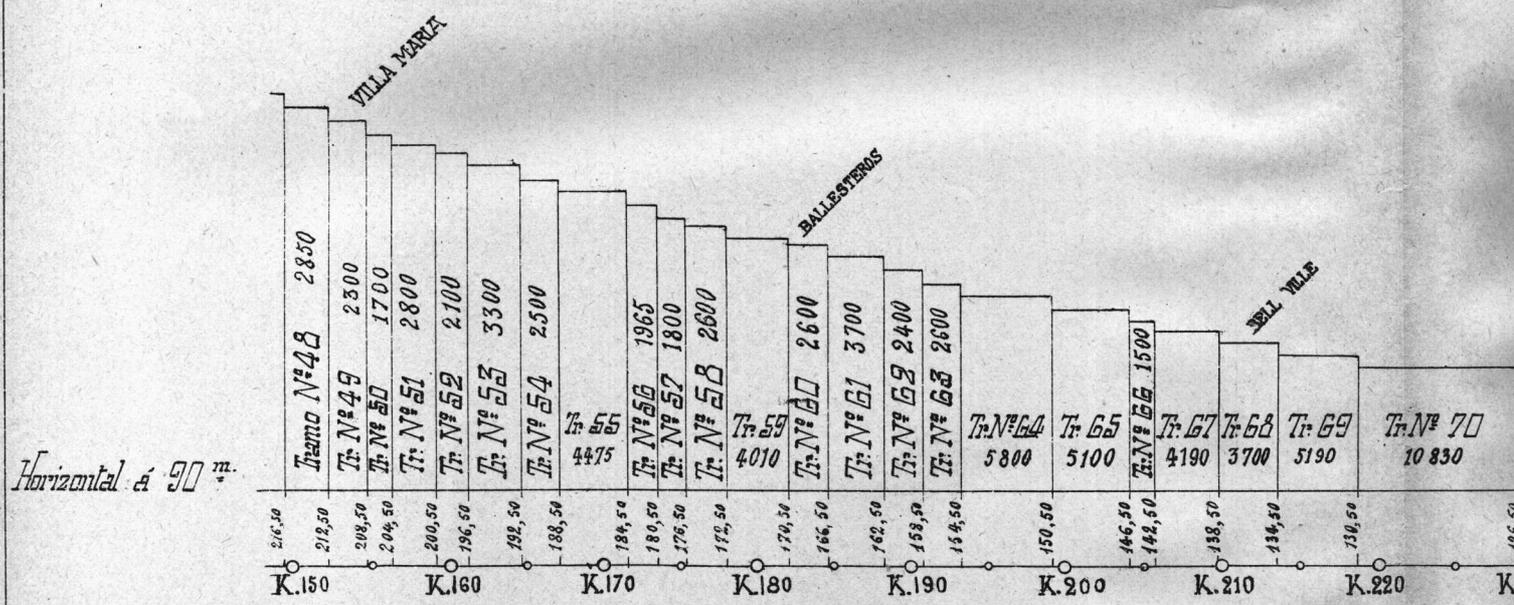
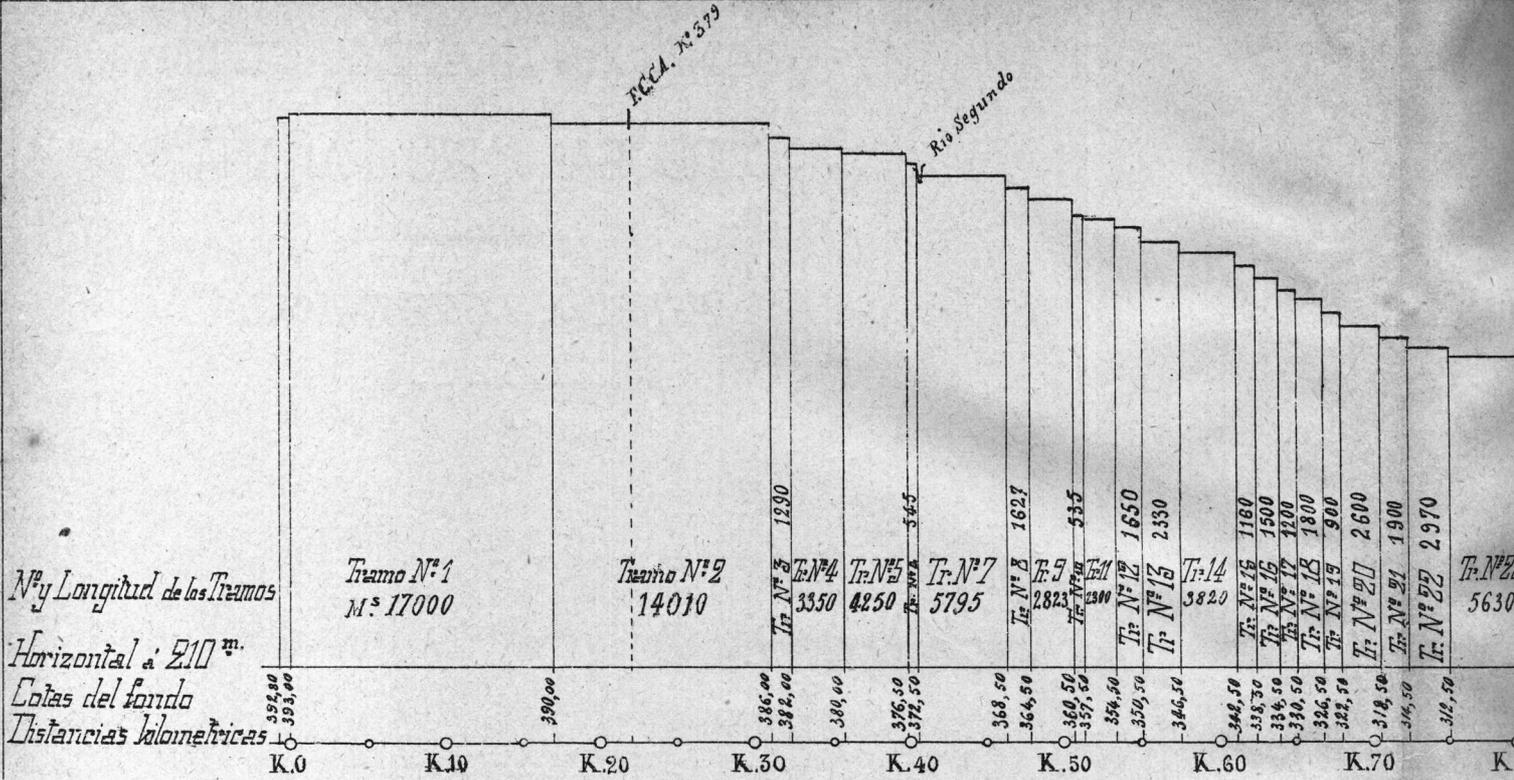


Referencias

-  Canal proyectado.
-  Variante al Canal que debe estudiarse.
-  Canales de alimentacion.
-  Ferro Carriles.

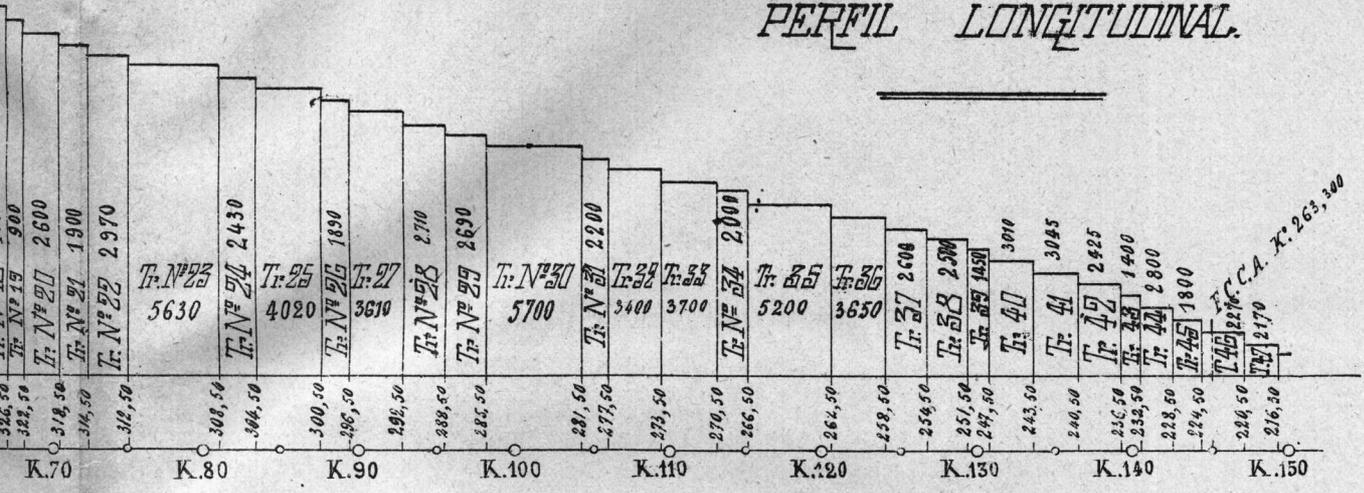


Buenos Aires Febrero 25 de 1880 - Firmado: Luis A. Huelgo

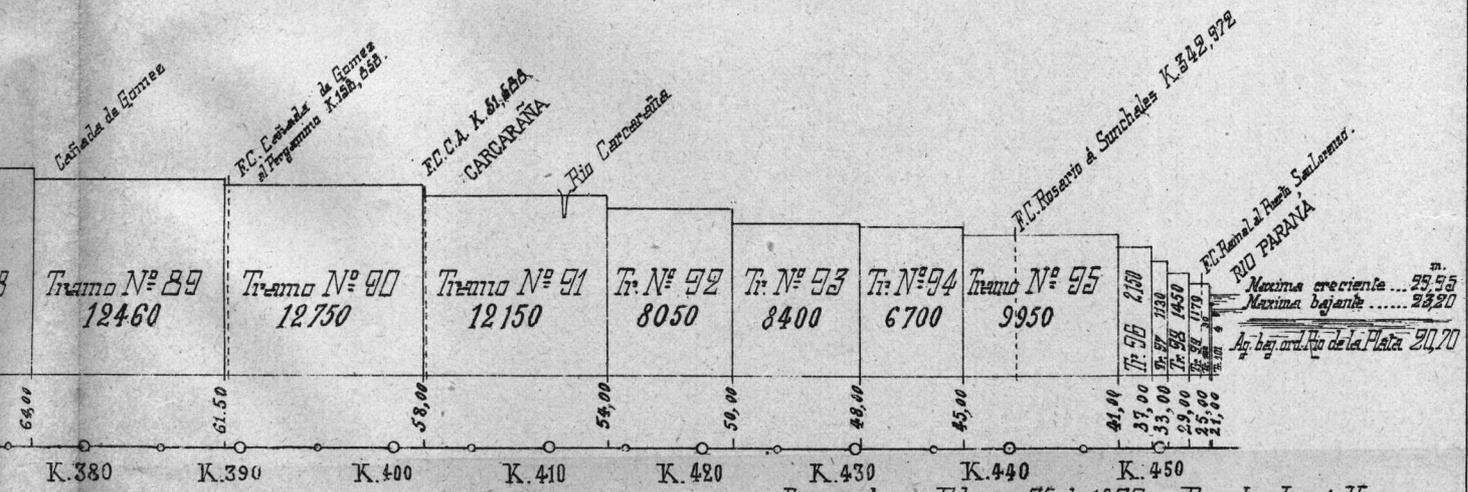
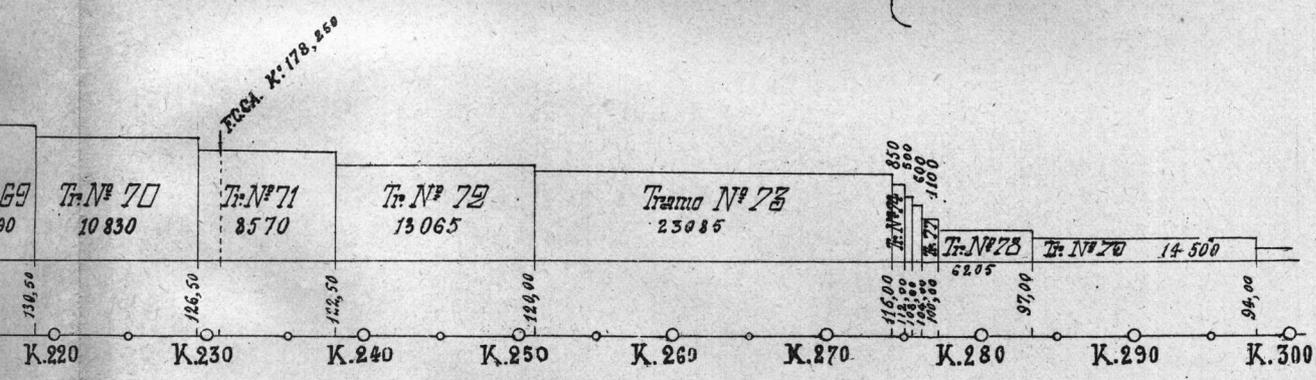


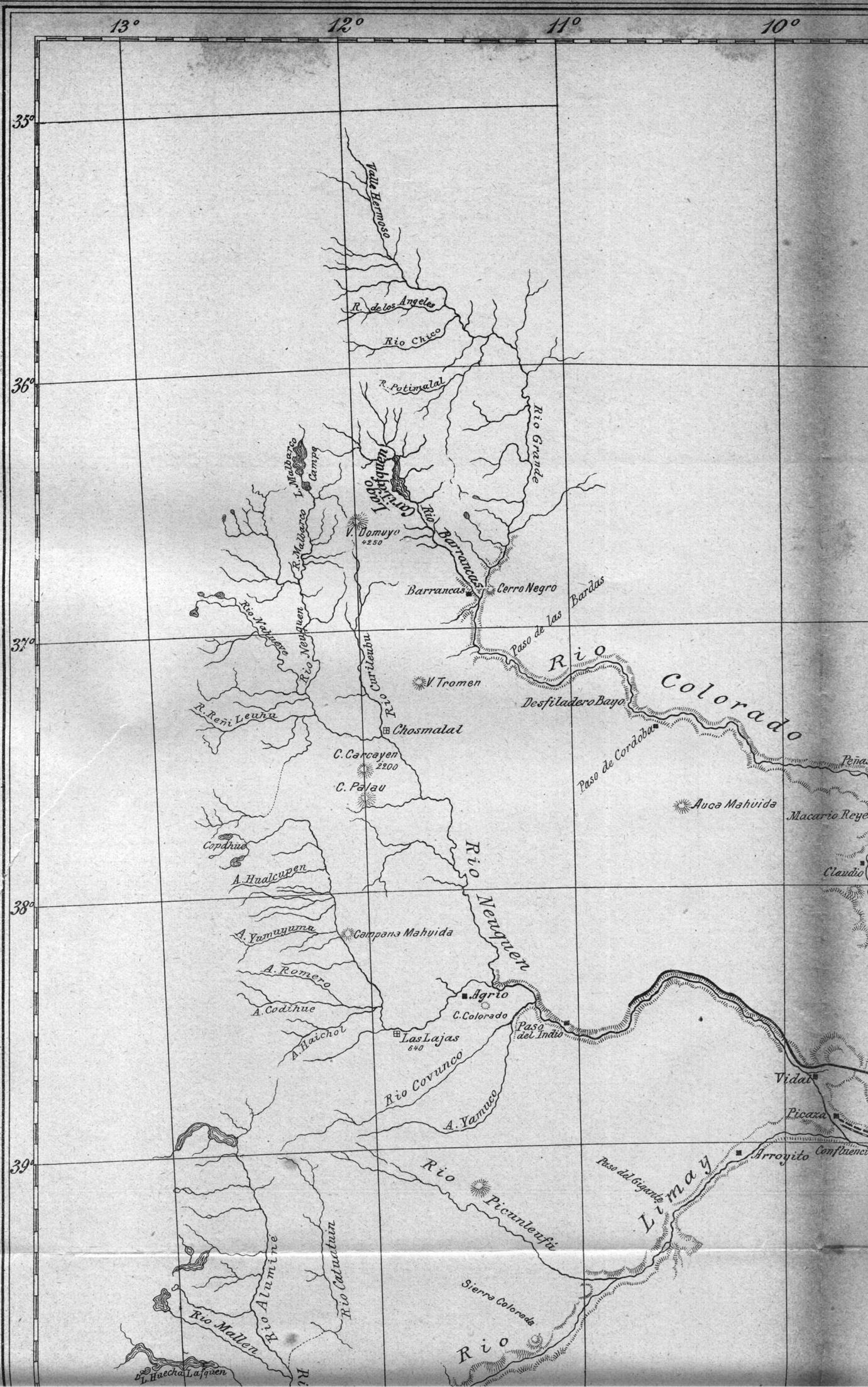
# CANAL DE NAVEGACION de CÓRDOBA al RIO PARANÁ

## PERFIL LONGITUDINAL.



ESCALAS { Horizontal 1:500.000  
Vertical 1:2.500





13°

12°

11°

10°

35°

36°

37°

38°

39°

Valle Hermoso

R. de los Angeles

Rio Chico

R. Potimalal

L. Maibarco

R. Maibarco

Rio Neuquen

V. Domuyo

2250

Curileubu

Barrancas

Cerro Negro

Paso de las Barrancas

Rio Colorado

Desfiladero Bayo

V. Tromen

Chosmalat

C. Carcayen

2200

C. Palau

R. Peni Leuna

Cordhue

A. Hualcapen

A. Yamuyuna

Campana Mahuida

A. Romero

A. Codihue

A. Haichol

Rio Neuquen

Agrio

C. Colorado

Las Lajas

640

Rio Covunco

A. Yamuso

Paso del Indio

Peñas

Auca Mahuida

Macario Reyes

Claudio

Vidai

Picaxa

Arroyito

Confluencia

Paso del Gigante May

Sierra Colorado

Rio

Rio Alumine

Rio Cutuadun

Rio Malen

L. Huacha Laquén

10°

9°

8°

7°

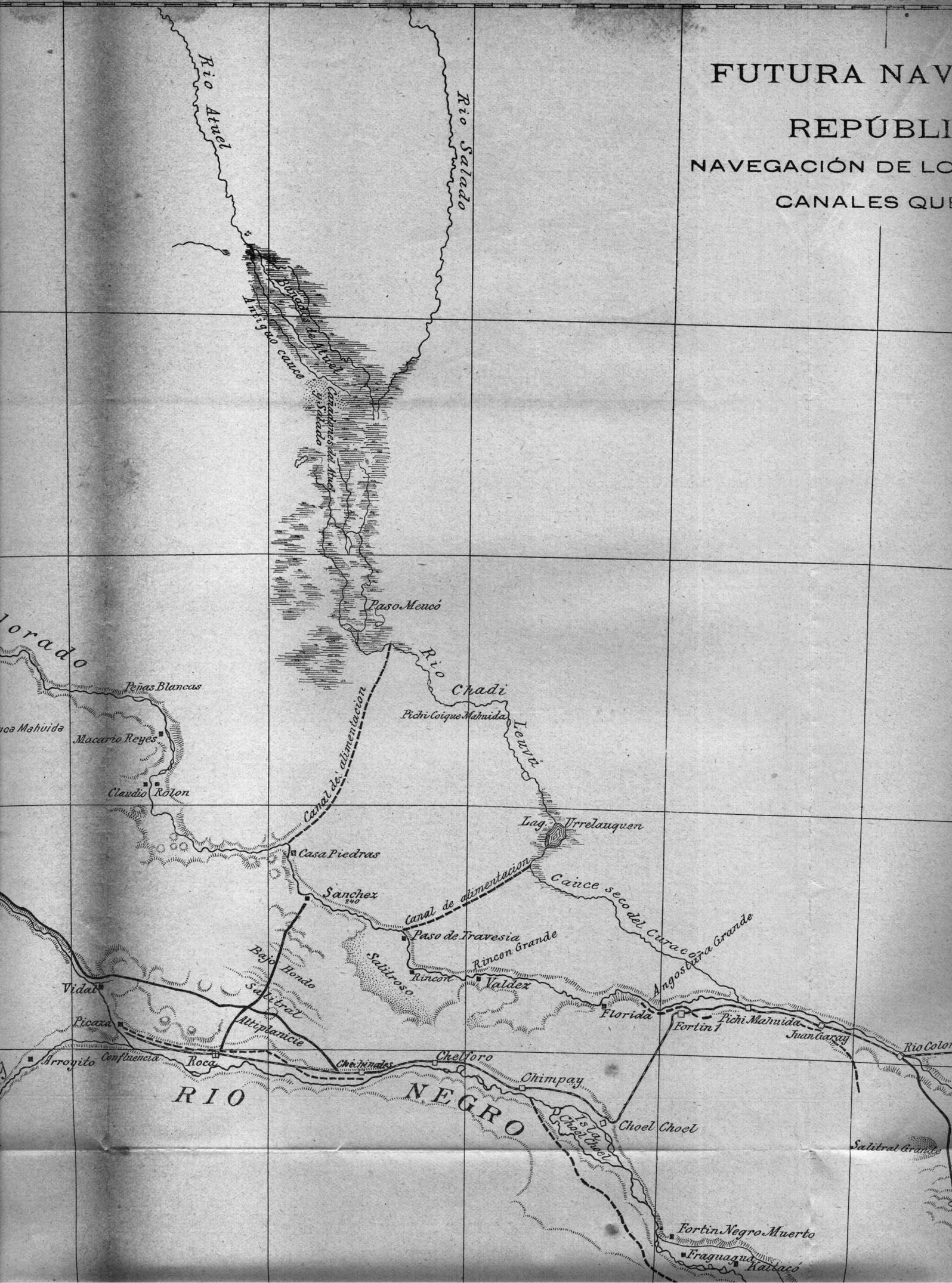
6°

# FUTURA NAV

## REPÚBLI

### NAVEGACIÓN DE LO

#### CANALES QUE



7° 6° 5° 4°

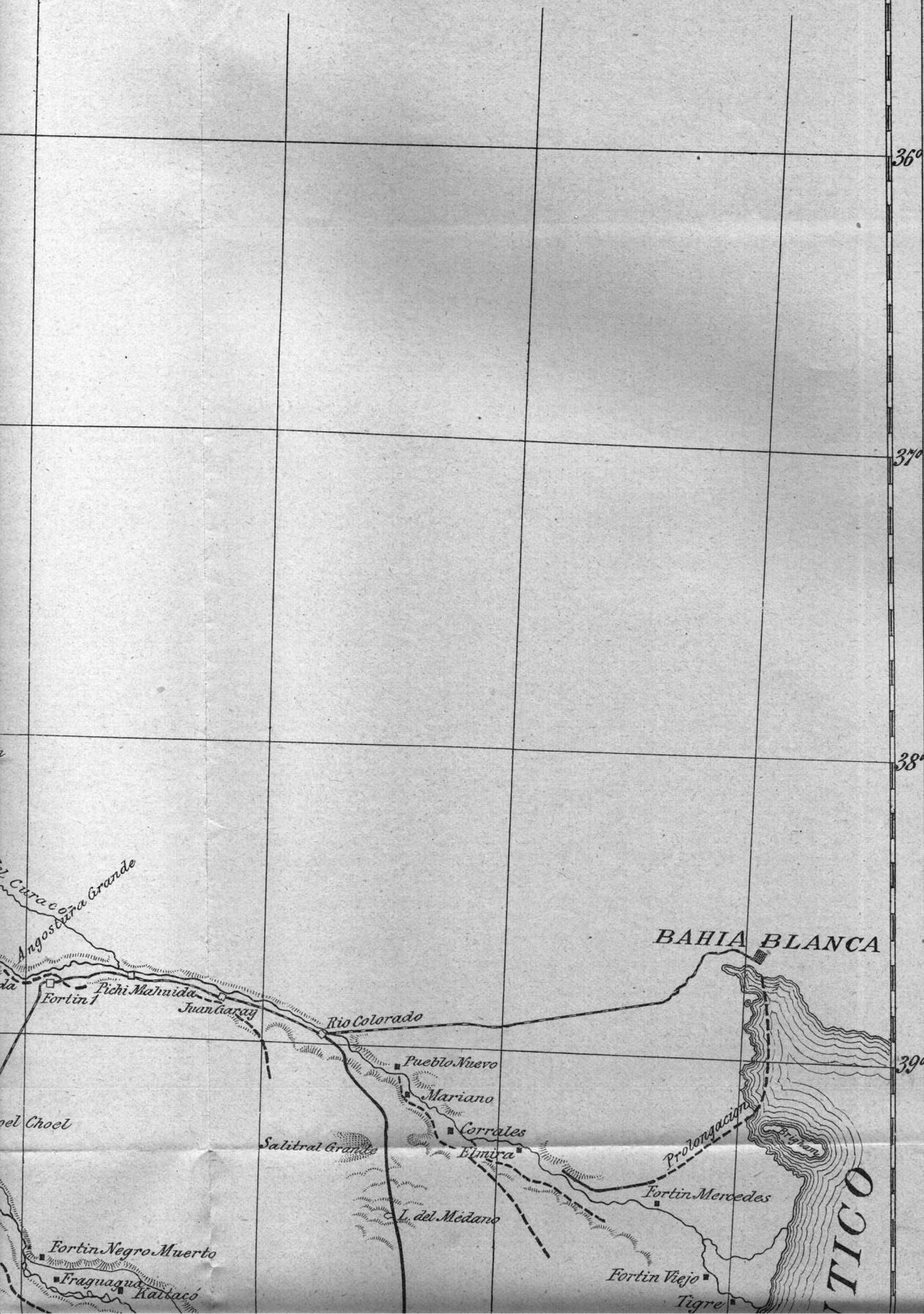
# FUTURA NAVEGACIÓN INTERIOR

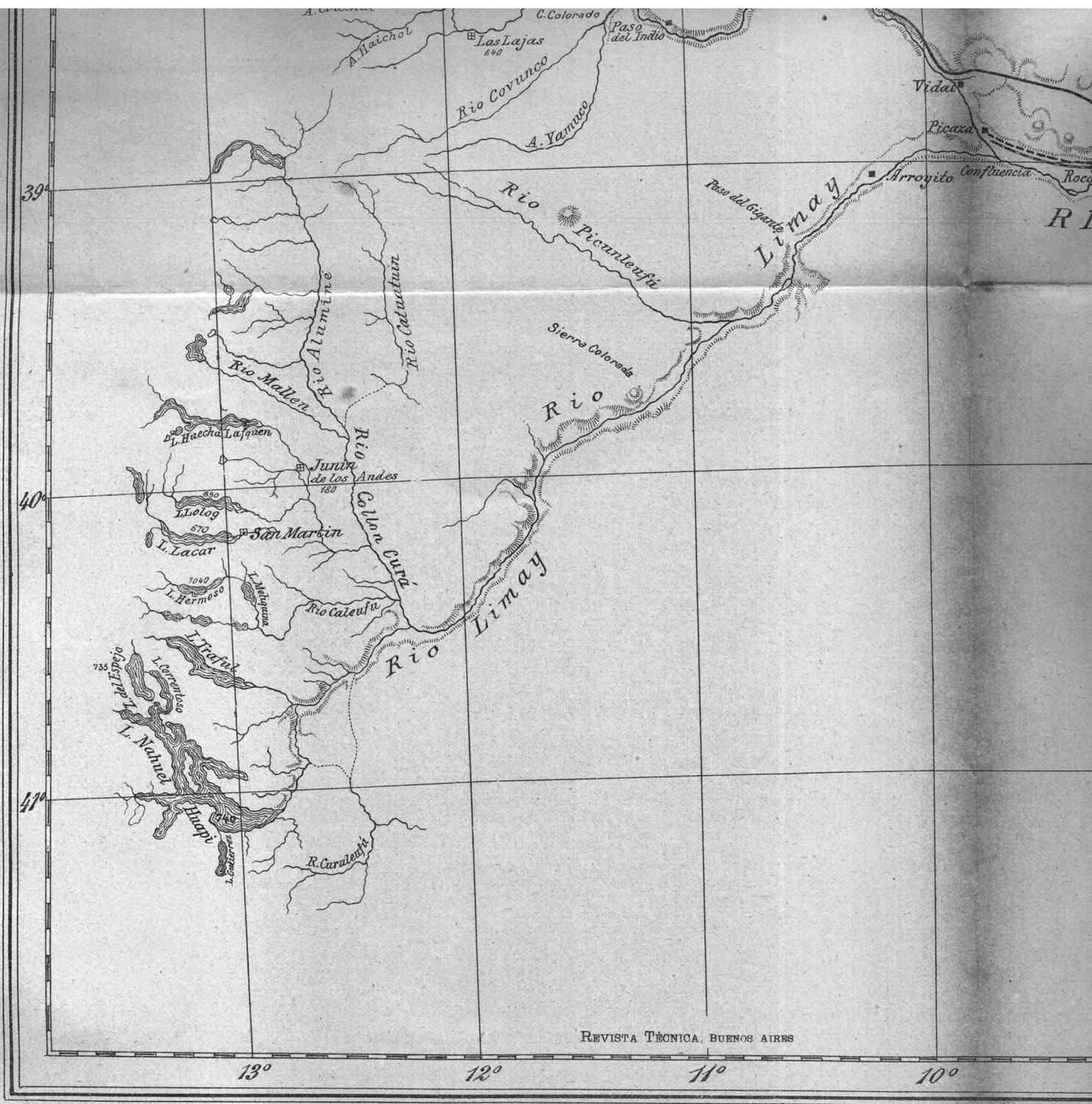
EN LA

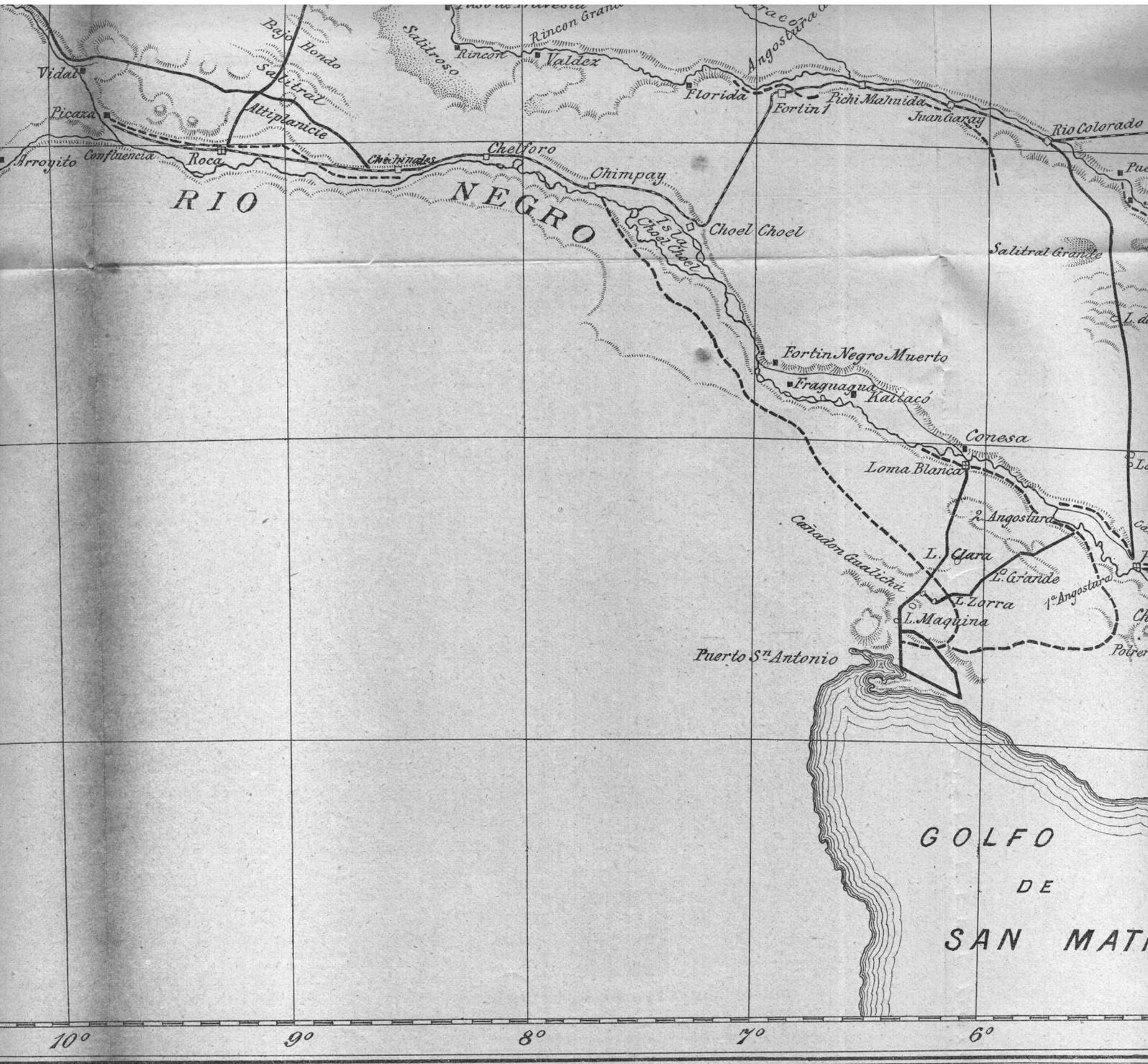
## REPÚBLICA ARGENTINA

NAVEGACIÓN DE LOS RIOS NEGRO Y COLORADO

CANALES QUE CONVIENE ESTUDIAR









BAHIA BLANCA

Rio Colorado

39°

ATLANTICO

40°

GOLFO DE SAN MATIAS

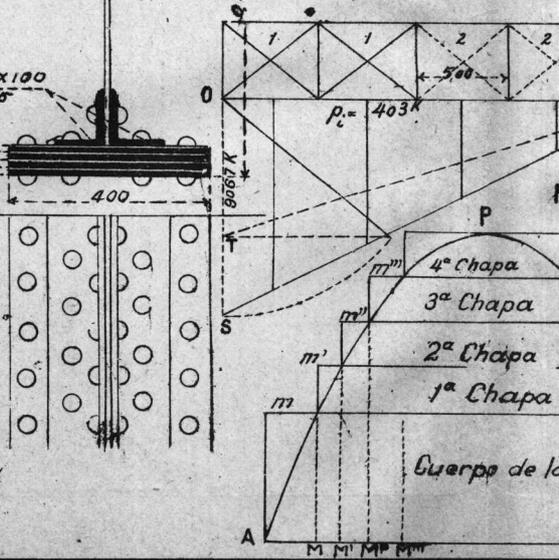
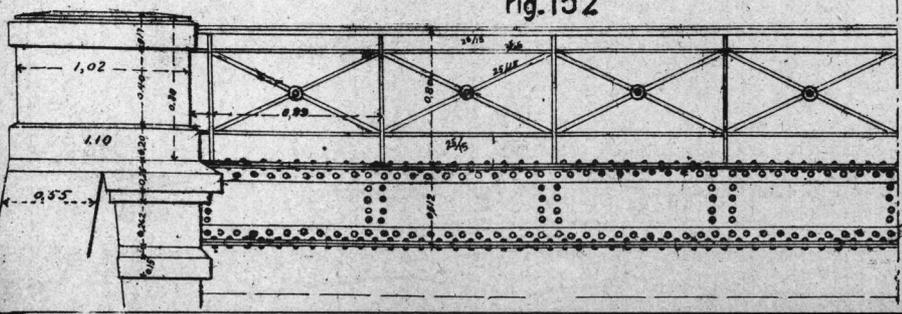
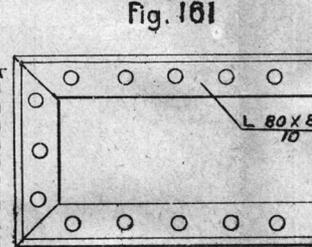
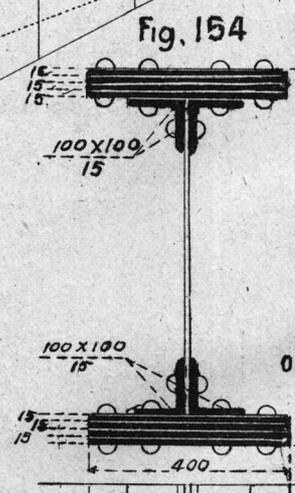
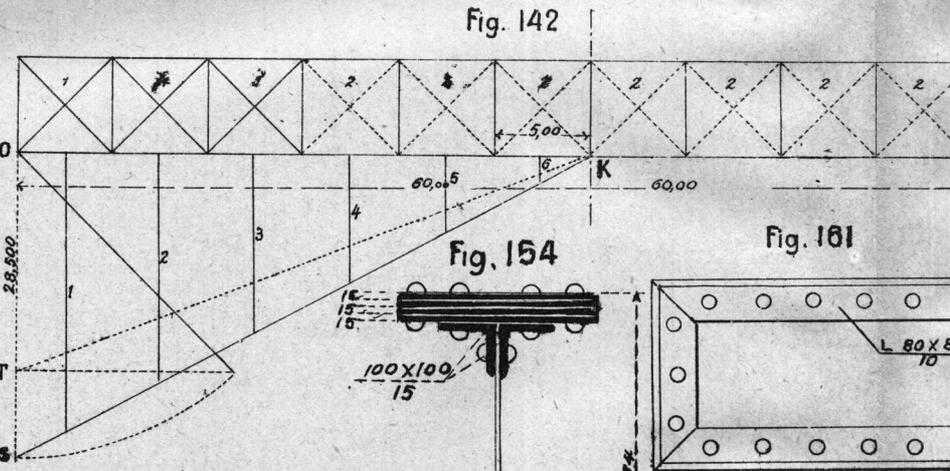
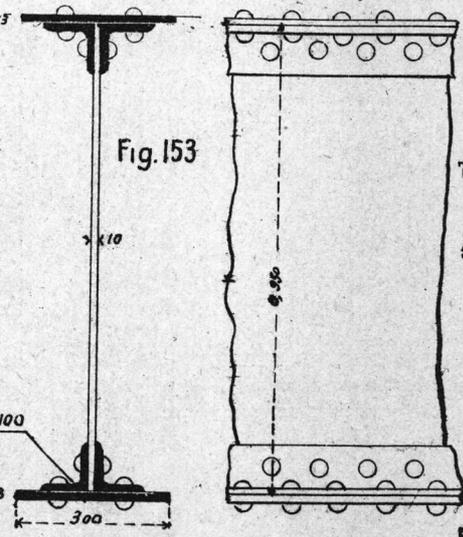
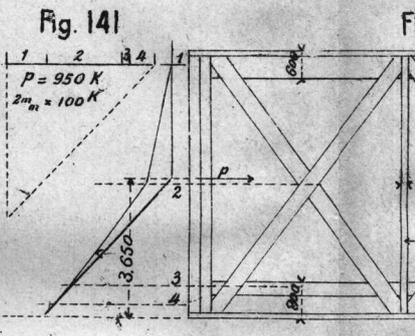
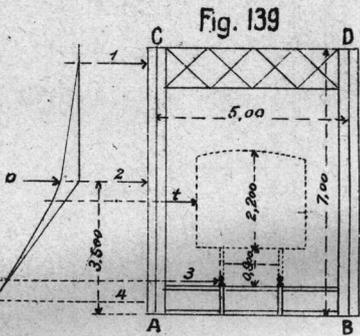
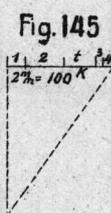
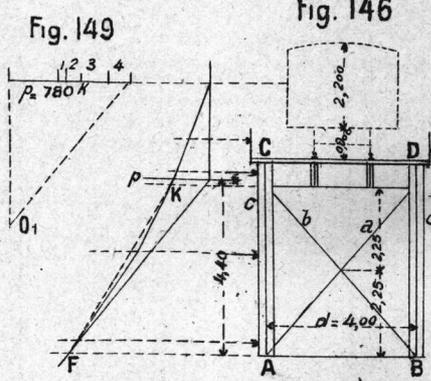
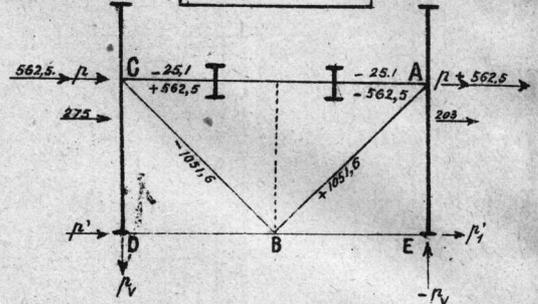
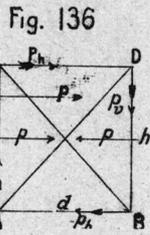
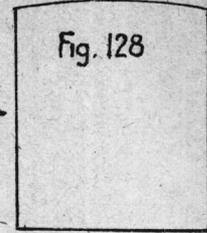
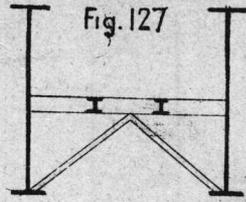
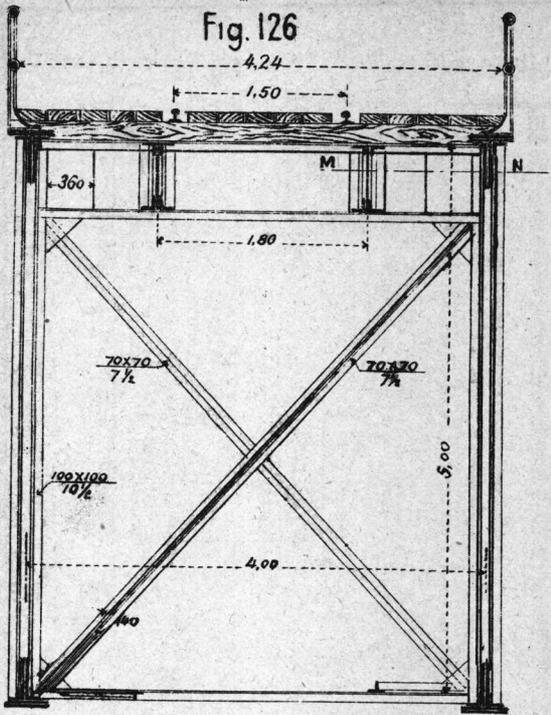
41°

OCEANO

6°

5°

4° Long. Occ. de B. A.



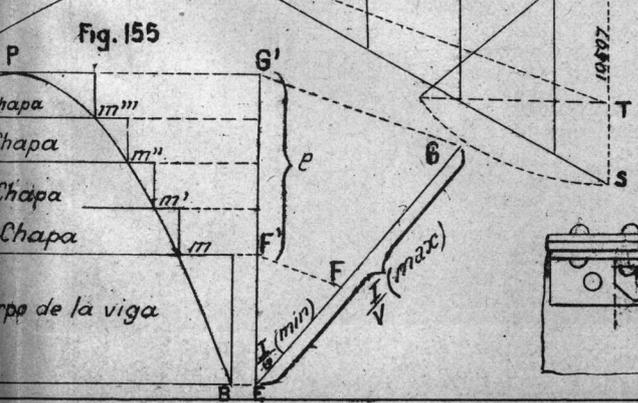
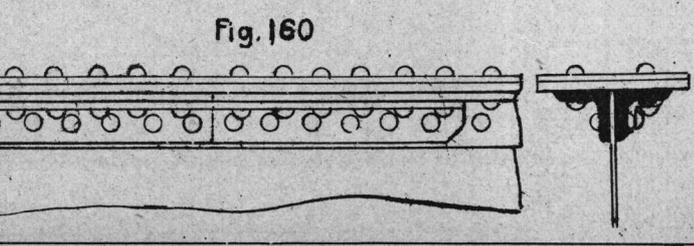
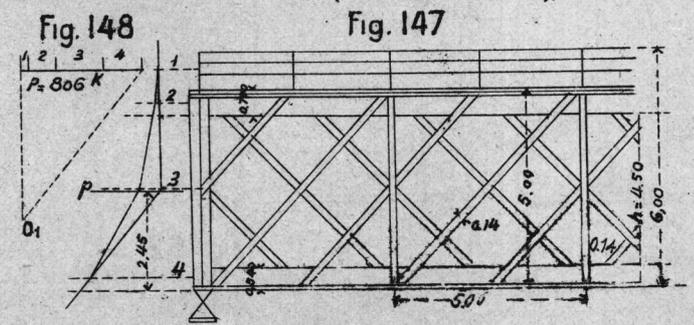
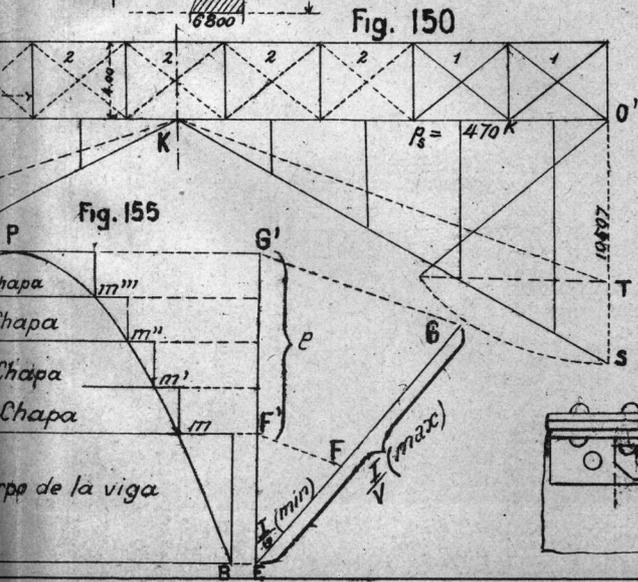
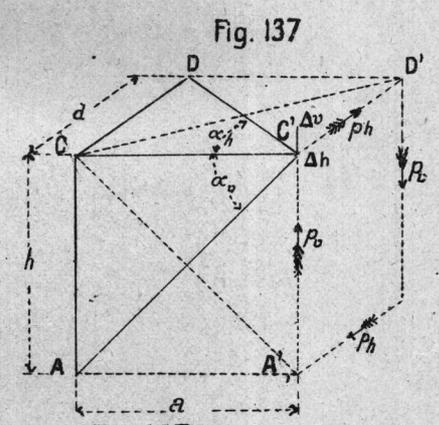
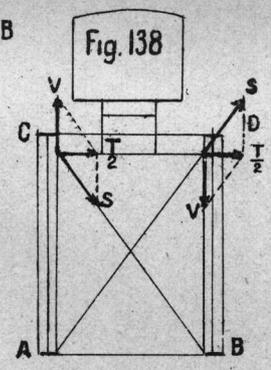
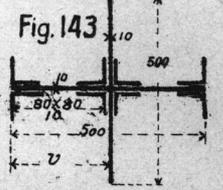
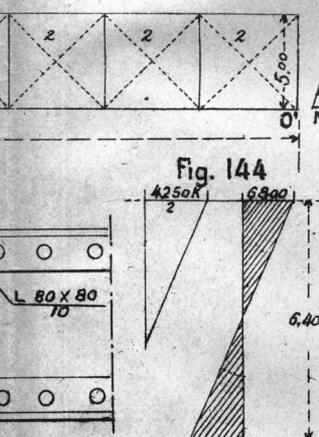
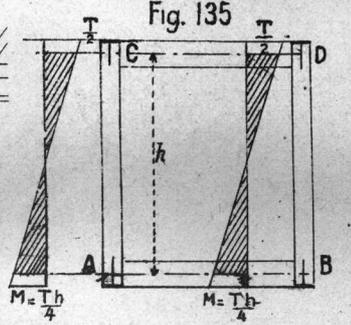
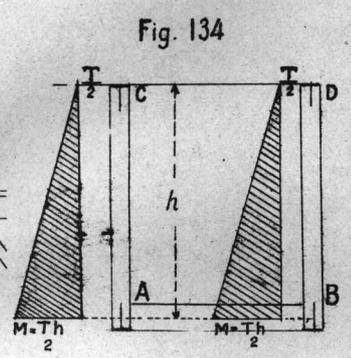
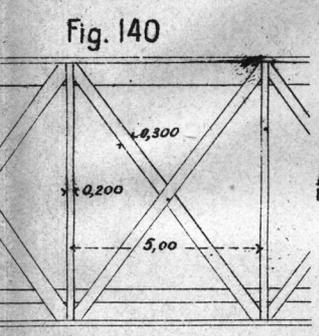
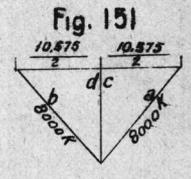
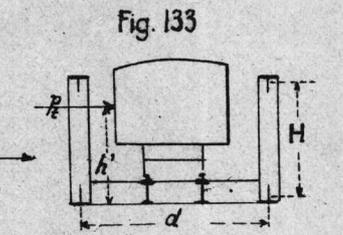
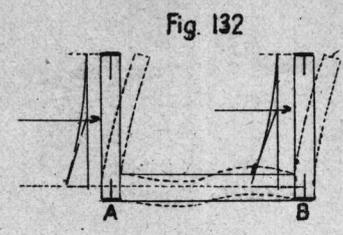
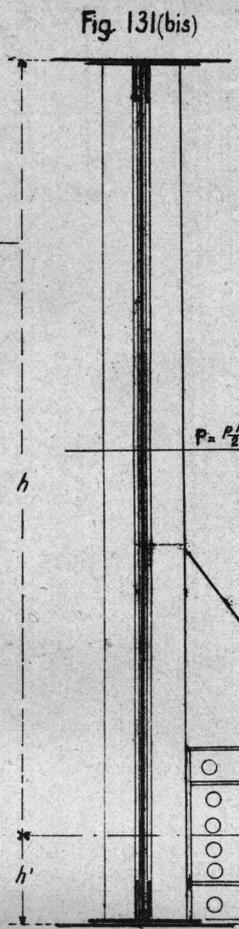
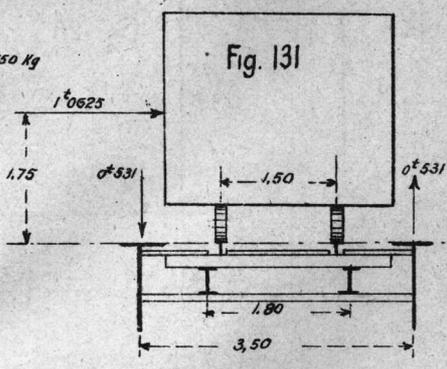
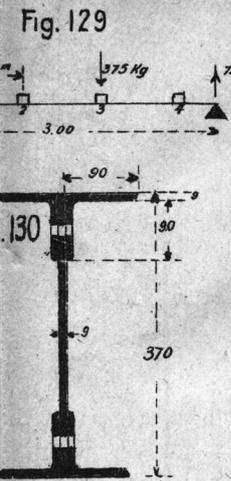


Fig. 156

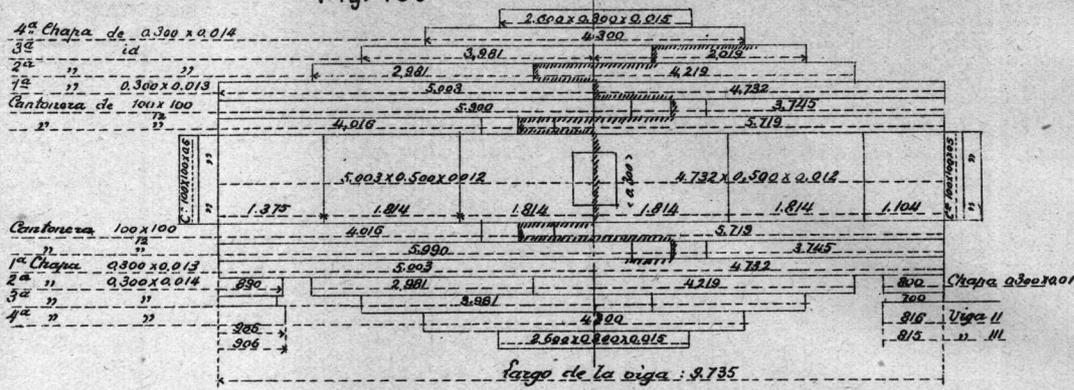


Fig. 159

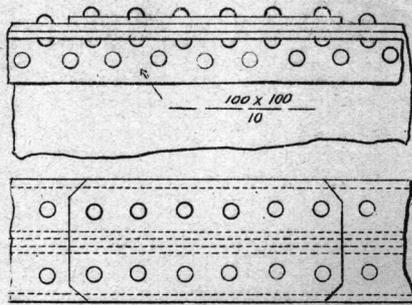


Fig. 162

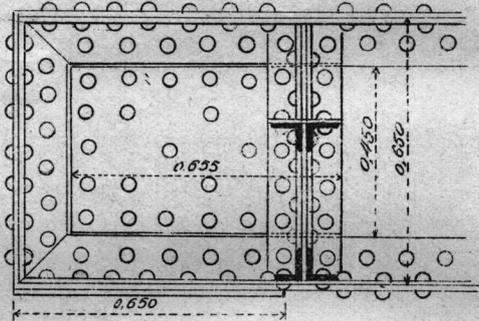


Fig. 163

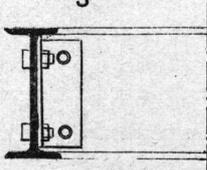


Fig. 164

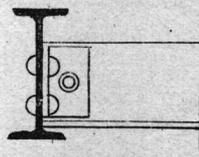


Fig. 165

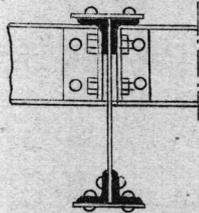


Fig. 166

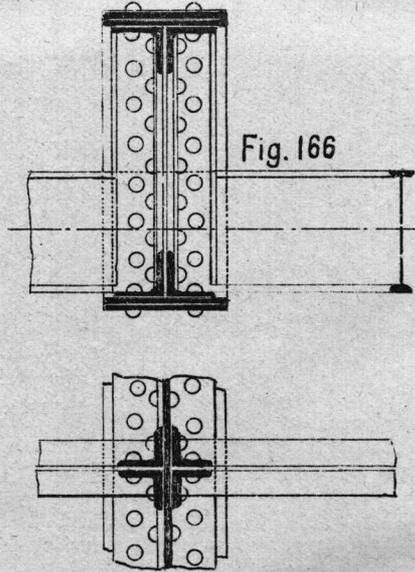


Fig. 171

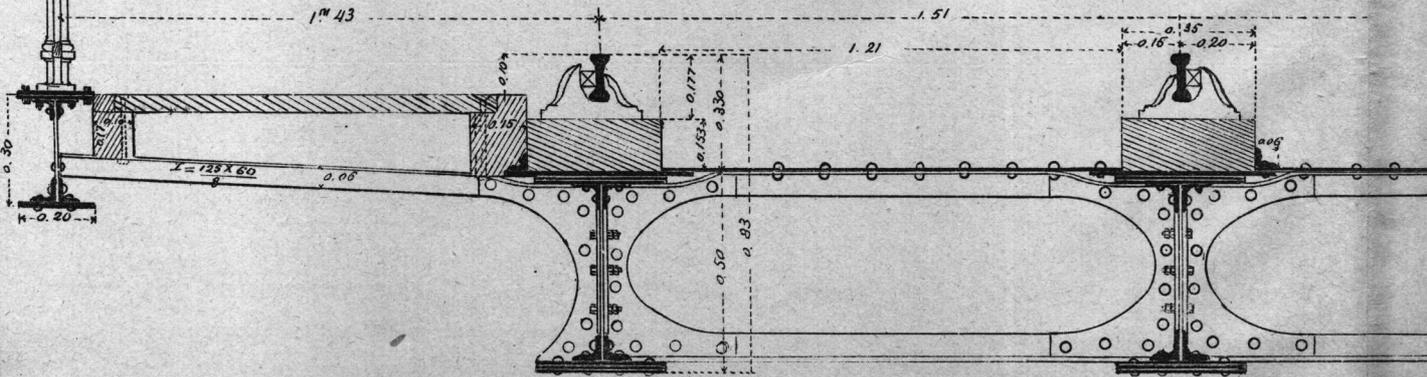
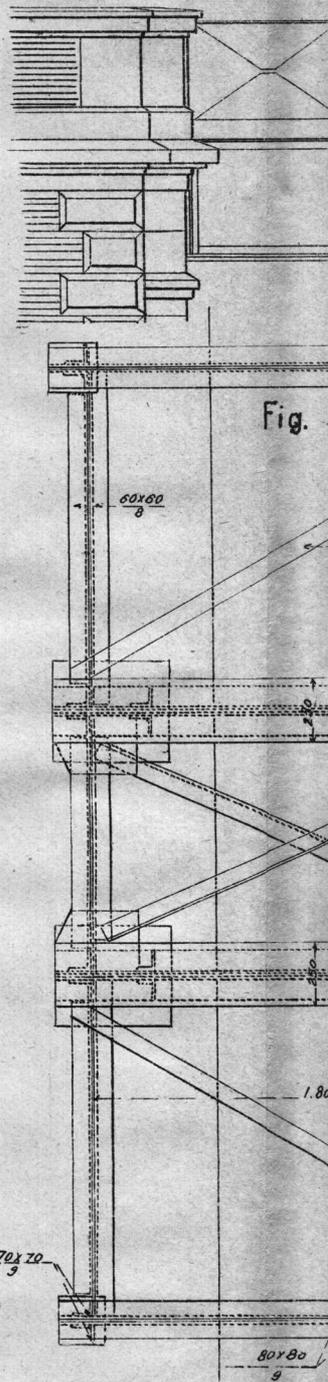


Fig.







Riel (105.50)

Fig. 182

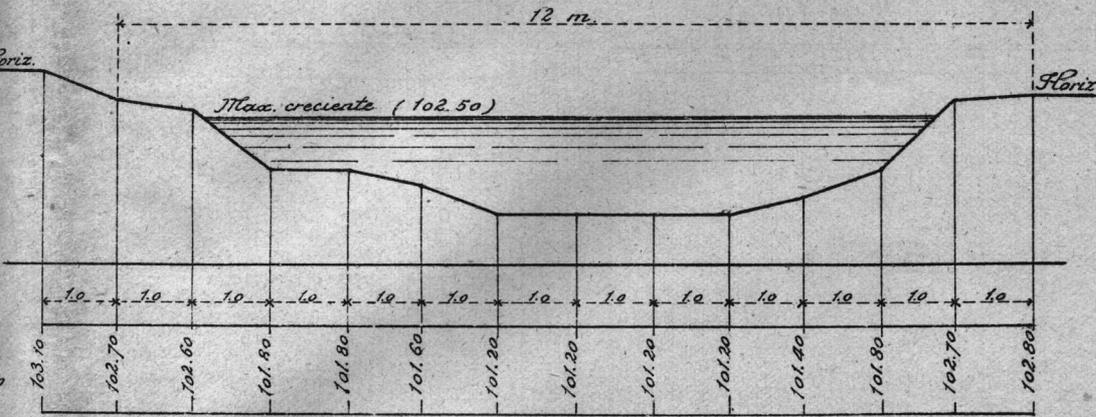


Fig. 177

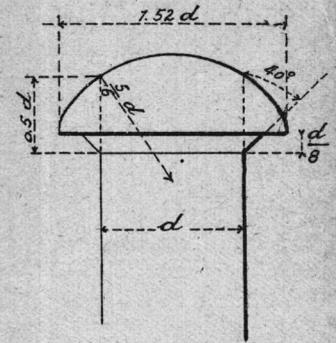


Fig. 176

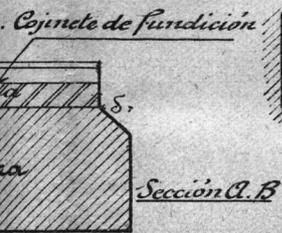


Fig. 179

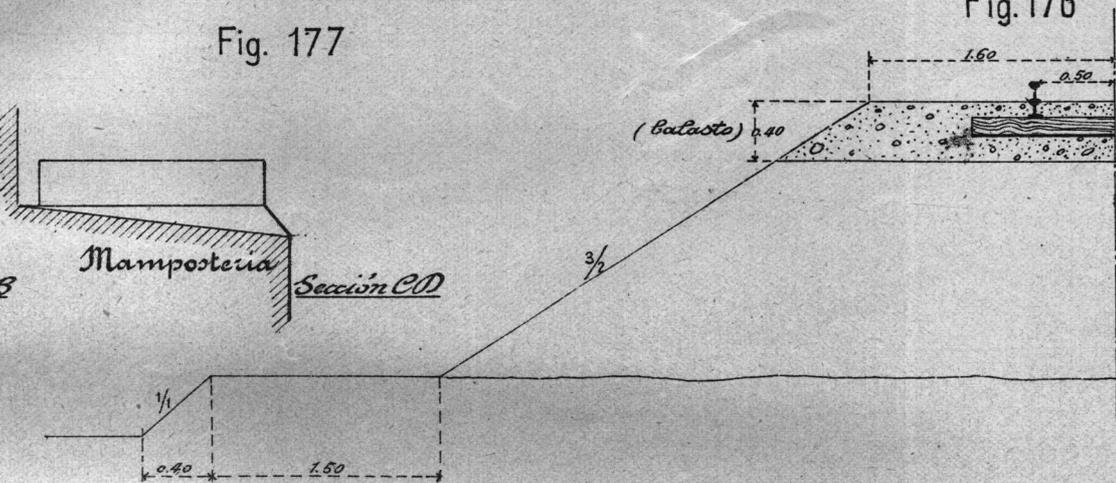


Fig. 178

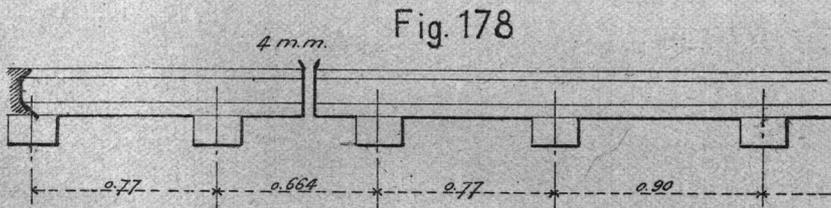


Fig. 180

Fig. 183

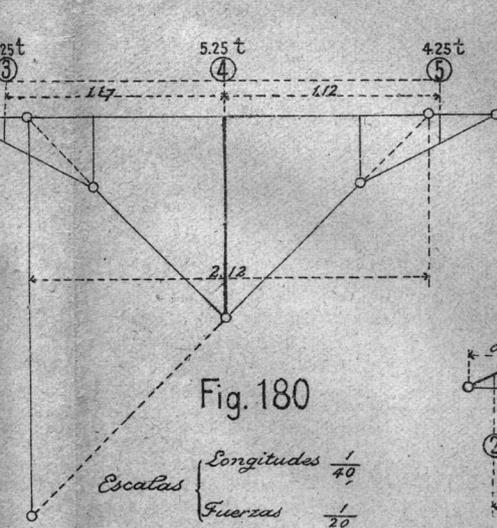
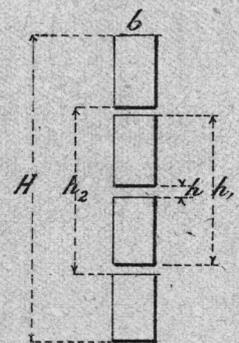
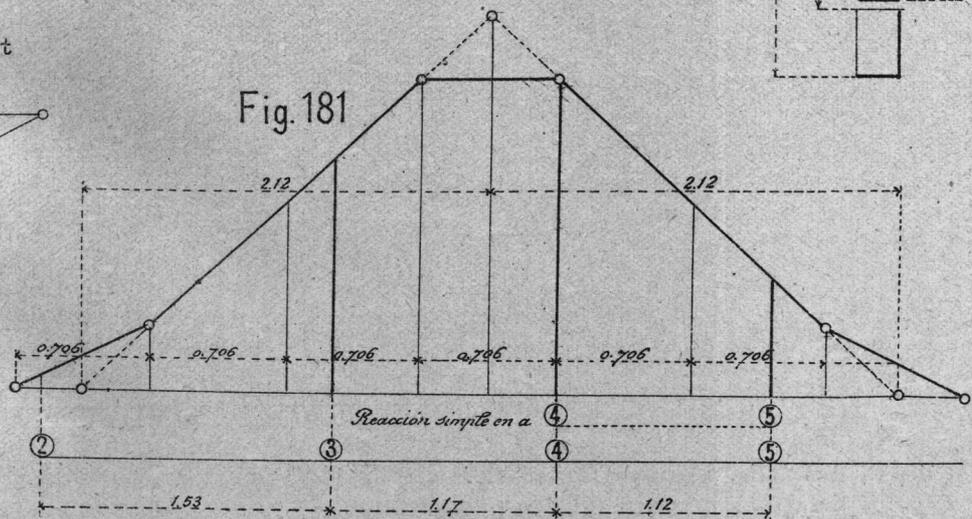


Fig. 181



Escaleras  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Longitudes } \frac{1}{40} \\ \text{Fuerzas } \frac{1}{20} \end{array} \right.$

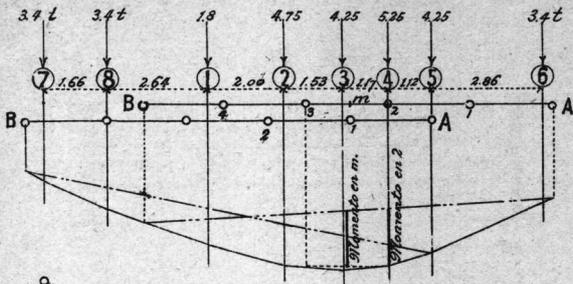


Fig. 187

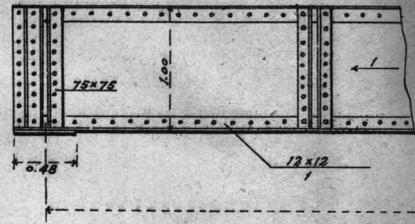
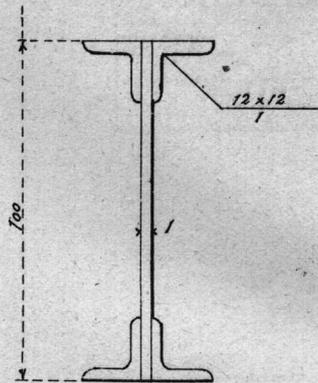
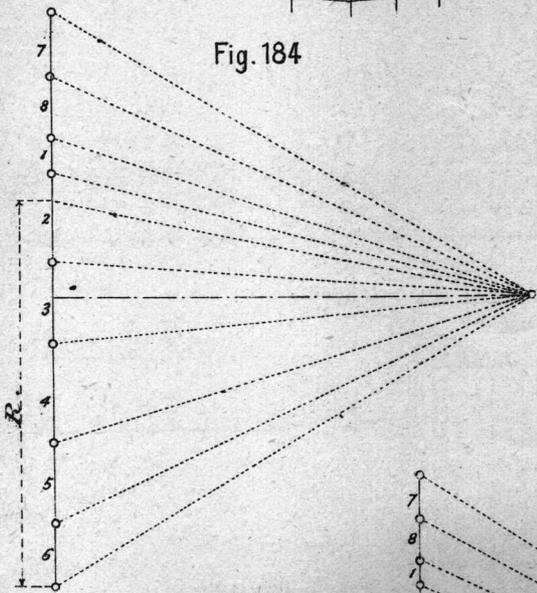


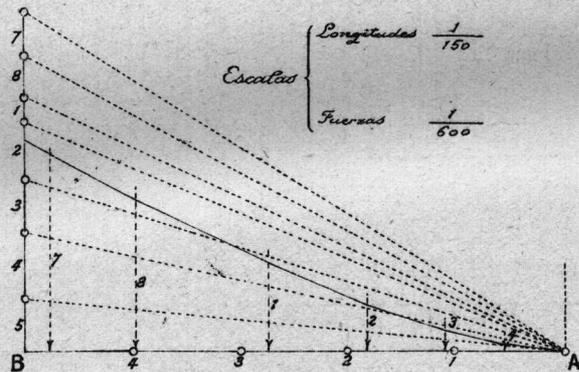
Fig. 184



Escalas

Longitudes	$\frac{1}{300}$
Fuerzas	$\frac{1}{400}$
Momentos	$\frac{1}{500}$

Fig. 185



Escalas

Longitudes	$\frac{1}{150}$
Fuerzas	$\frac{1}{600}$

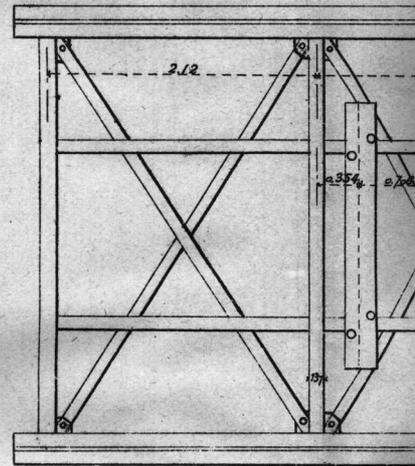


Fig. 193

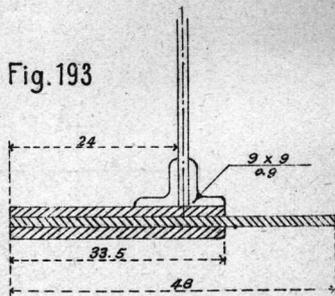


Fig. 194

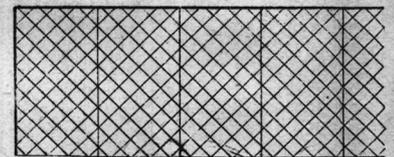


Fig. 186

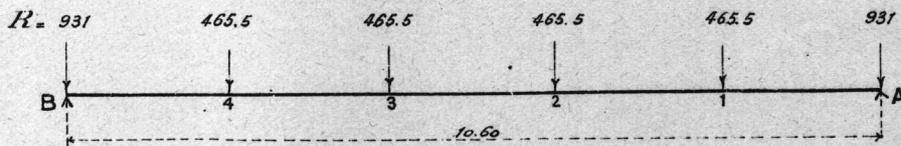


Fig. 195



Fig. 192

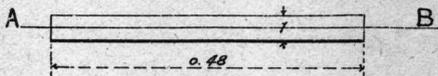


Fig. 206

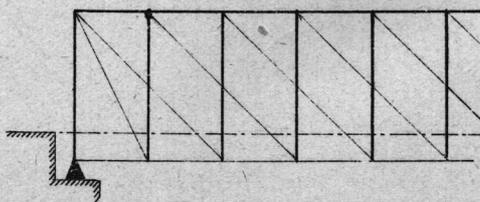


Fig. 196



Fig. 207

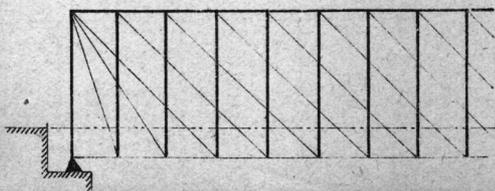


Fig. 208

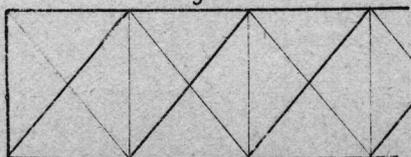


Fig. 189

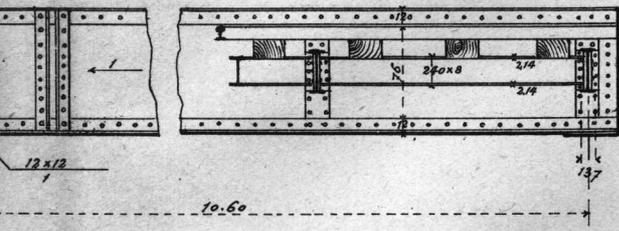


Fig. 188

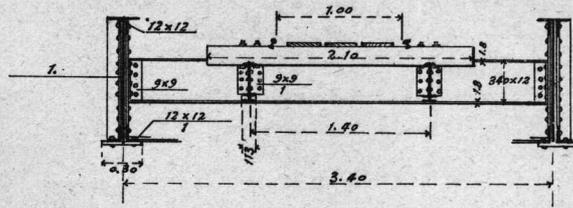


Fig. 190

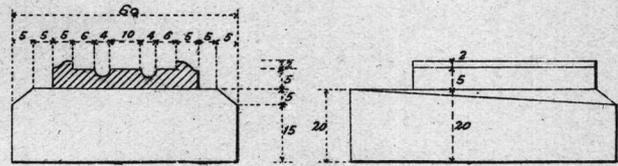
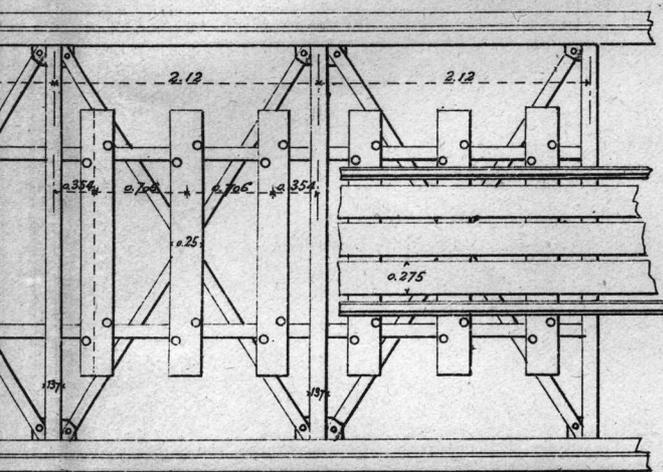


Fig. 191

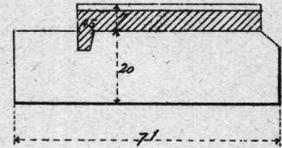
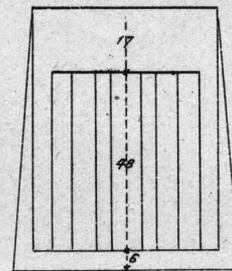


Fig. 197

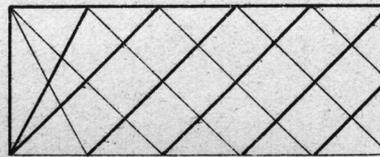
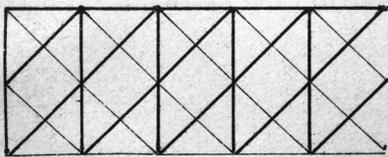
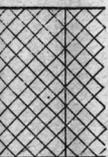


Fig. 200

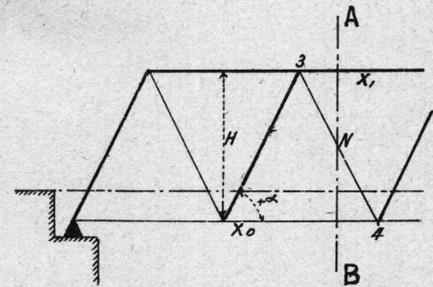


Fig. 203

Fig. 198

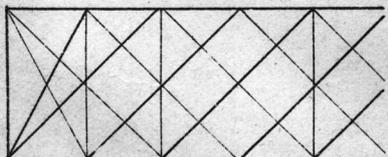


Fig. 201

Fig. 204

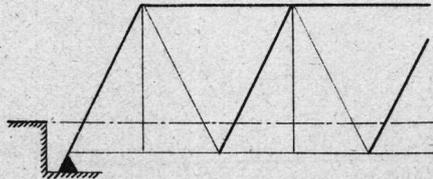


Fig. 199



Fig. 202

Fig. 205

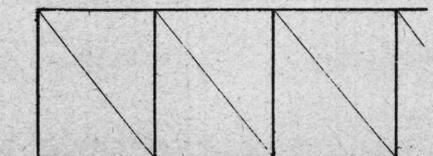


Fig.

Fig. 209

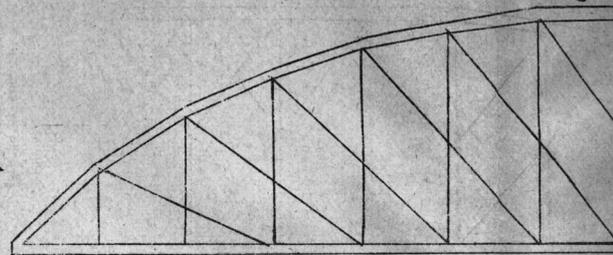
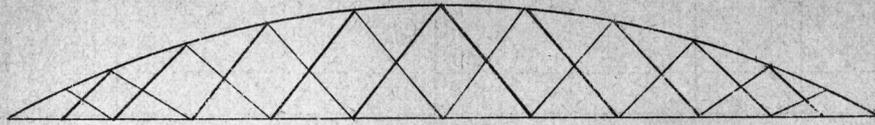


Fig. 210

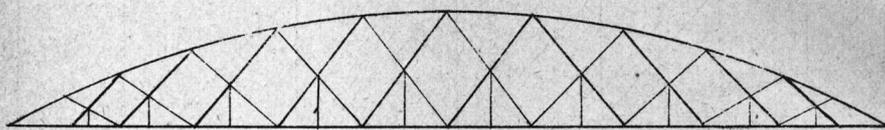


Fig. 212

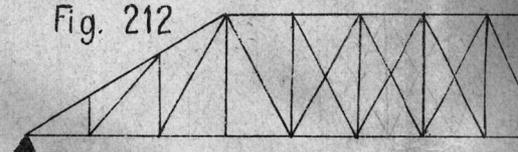


Fig. 215

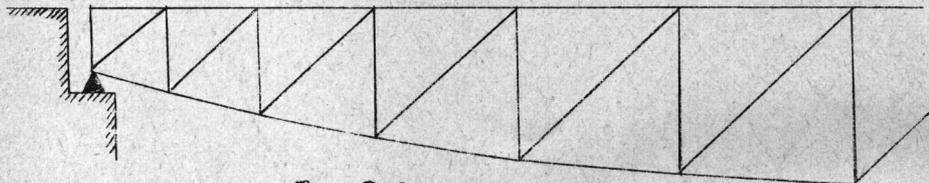


Fig. 216

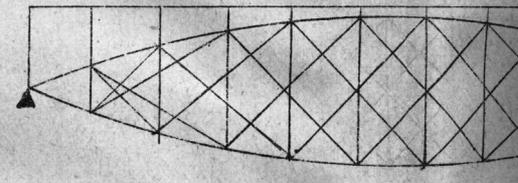


Fig. 218

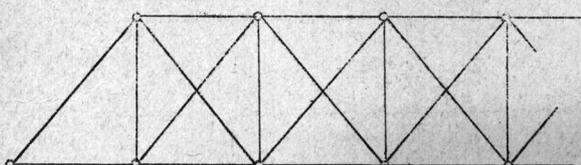


Fig. 219

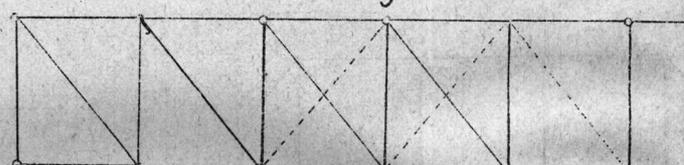


Fig. 222

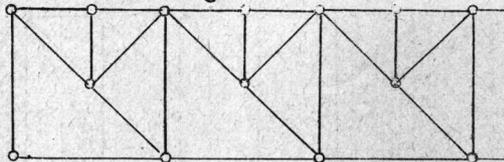


Fig. 223

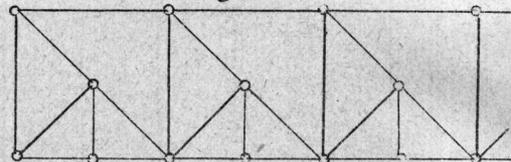


Fig. 224

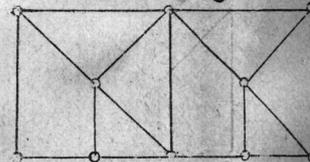


Fig. 225

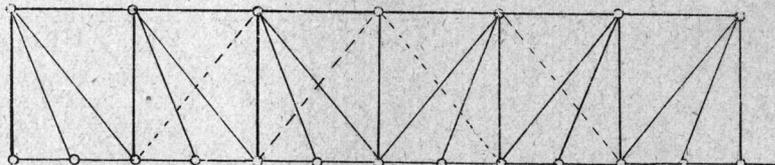


Fig. 227

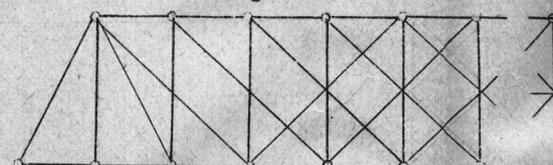


Fig. 229

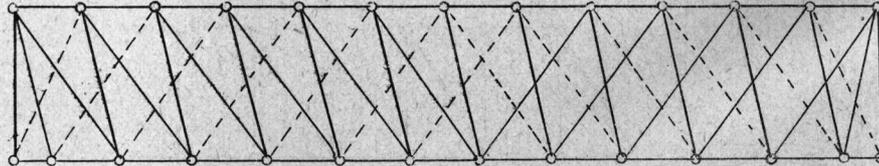


Fig. 230

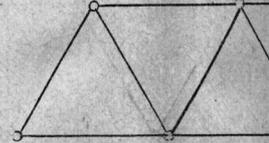


Fig. 233

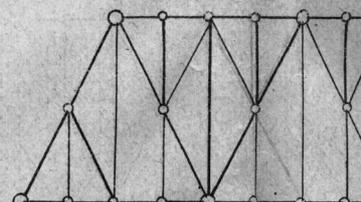
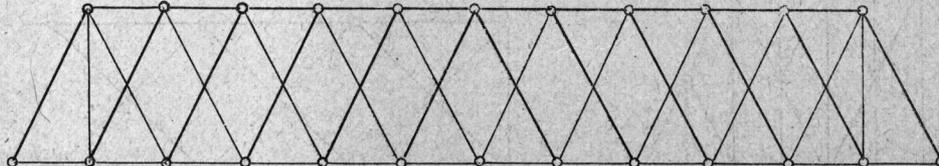


Fig. 211

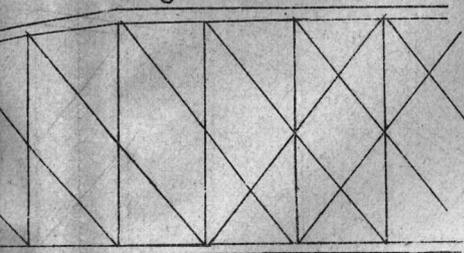


Fig. 213

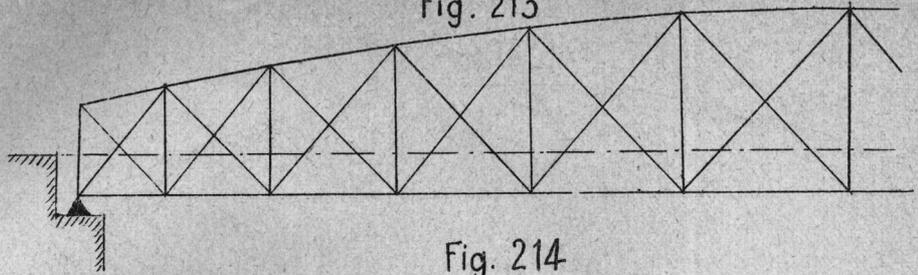


Fig. 214

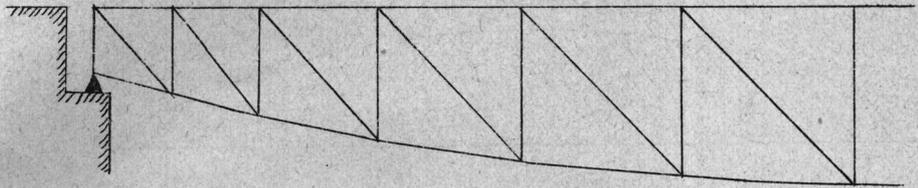


Fig. 216

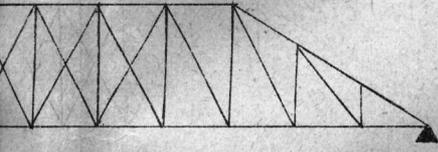


Fig. 217

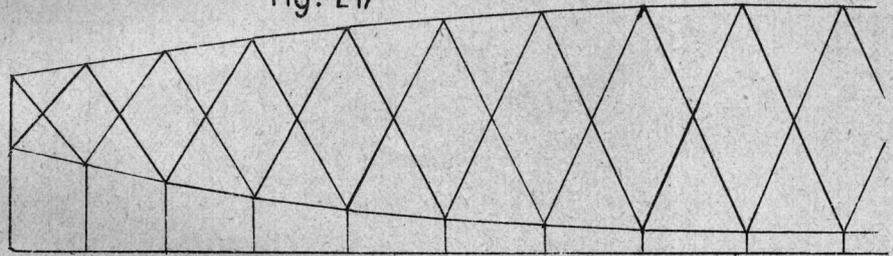


Fig. 220

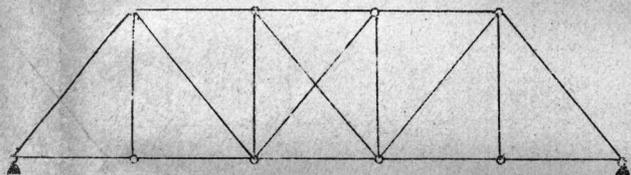


Fig. 221

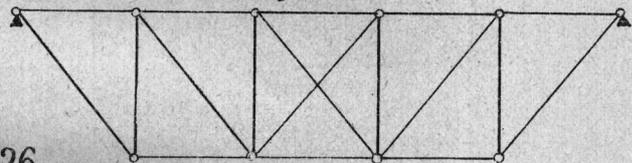


Fig. 224

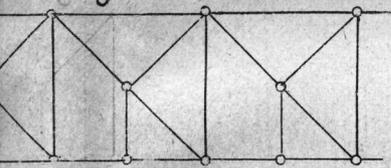


Fig. 226

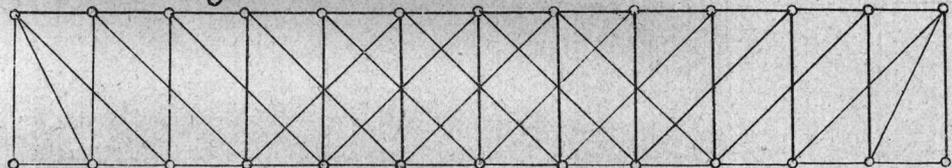


Fig. 228

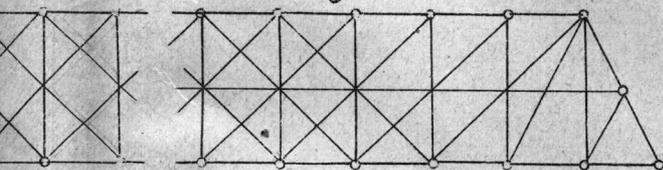


Fig. 230

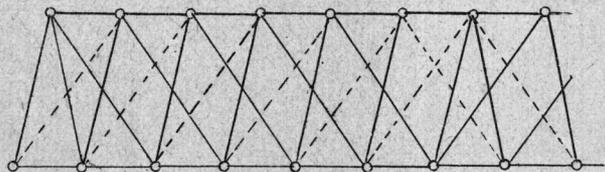


Fig. 231

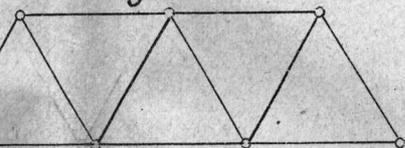


Fig. 232

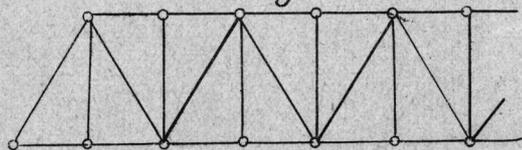


Fig. 234

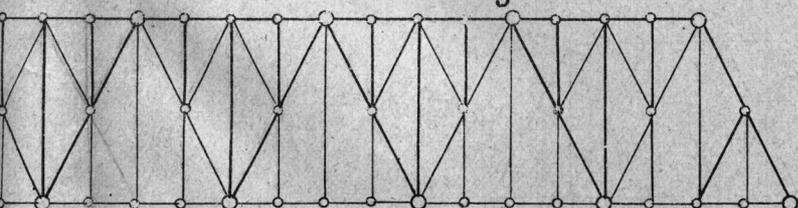


Fig. 236

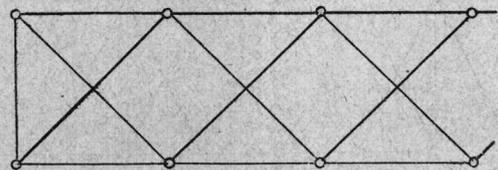


Fig. 235

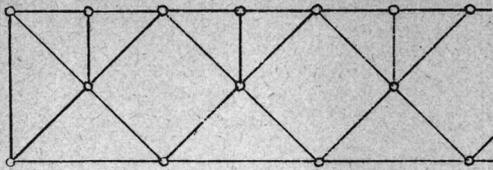


Fig. 237

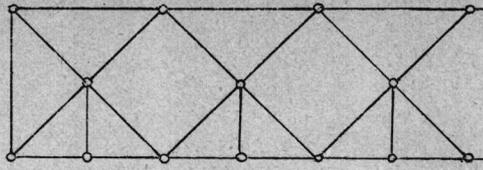


Fig. 238

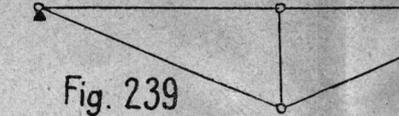


Fig. 239

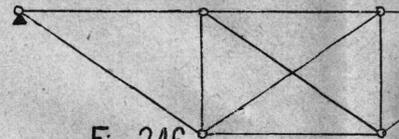


Fig. 242

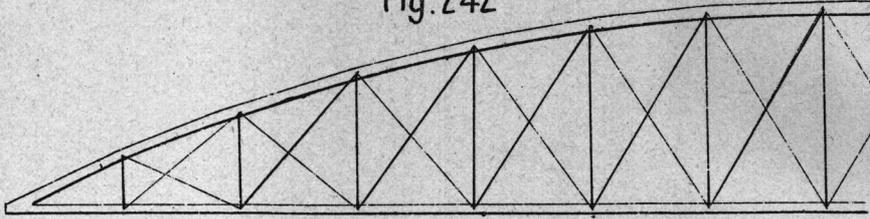


Fig. 246

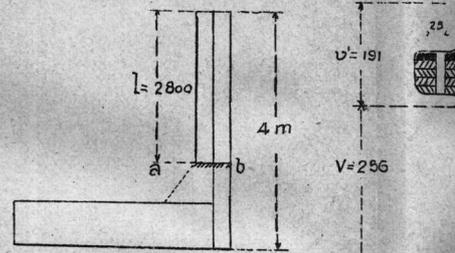


Fig. 243

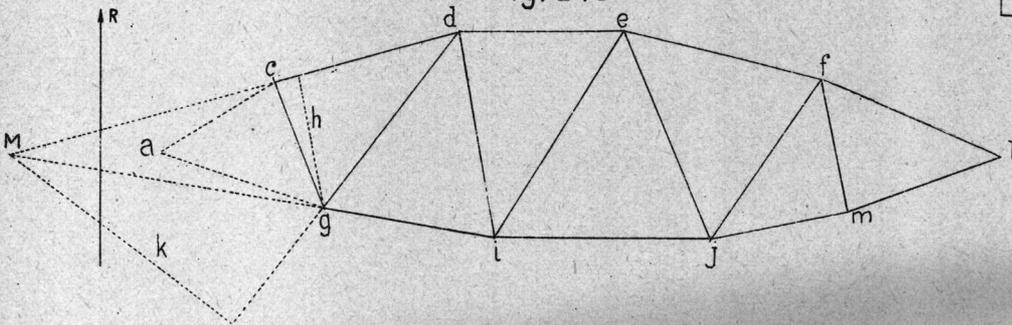


Fig. 248

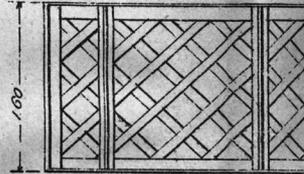


Fig. 252

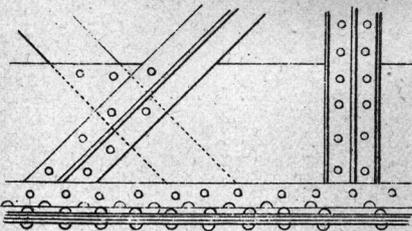


Fig. 253

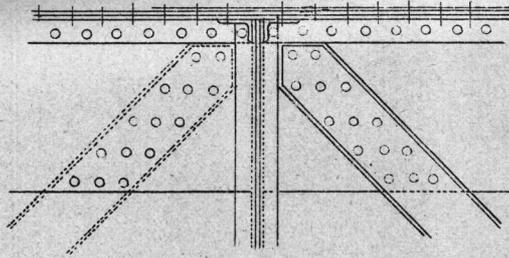


Fig. 254

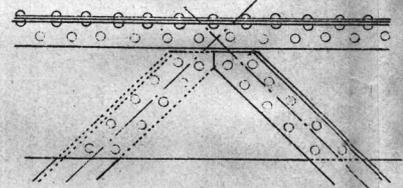


Fig. 257

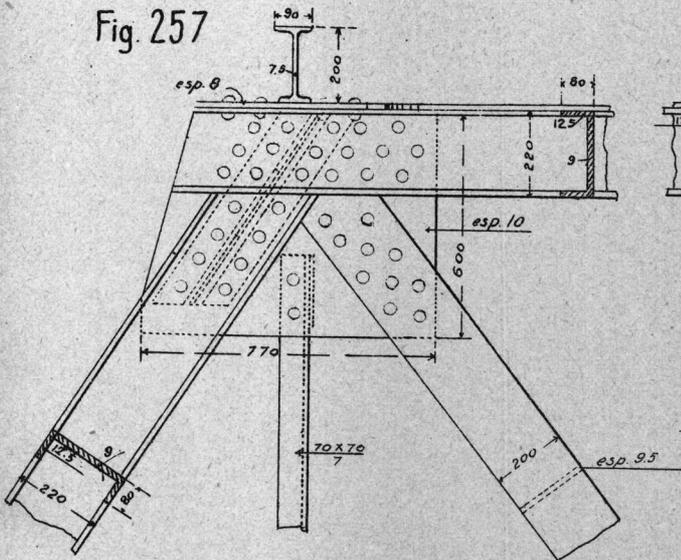
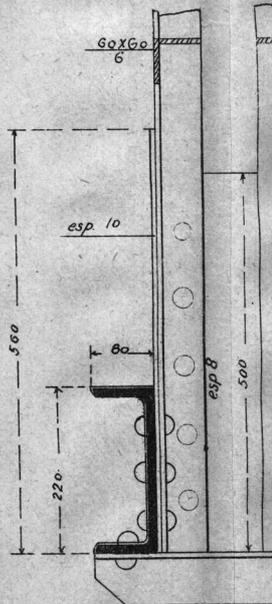
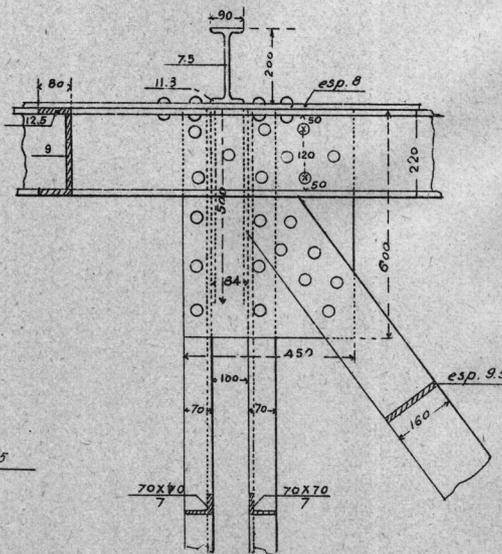
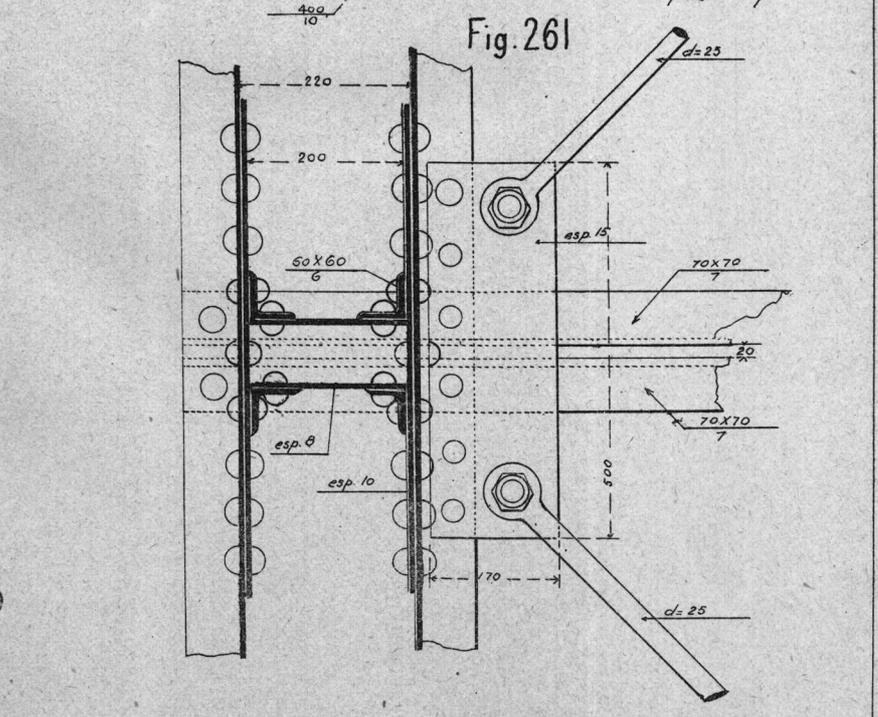
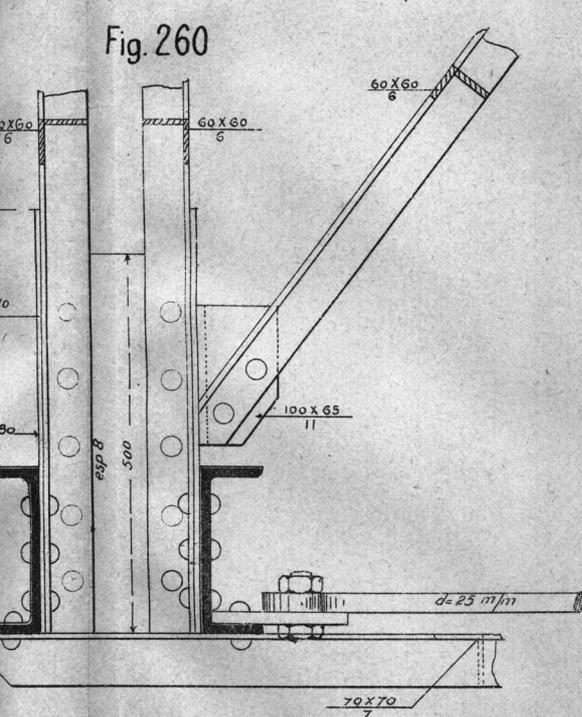
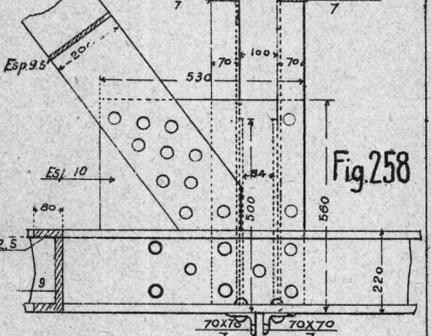
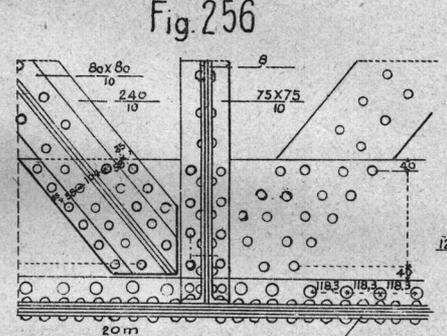
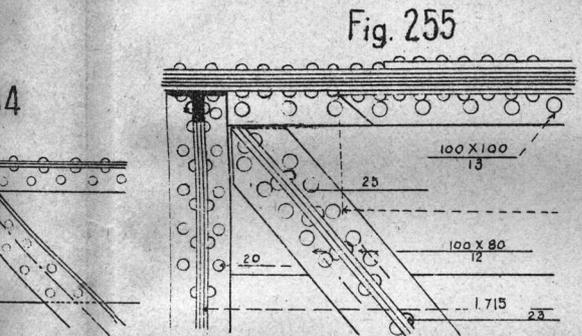
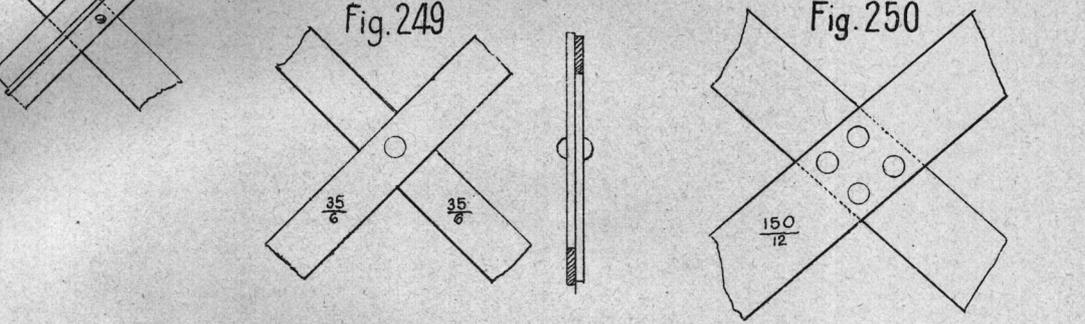
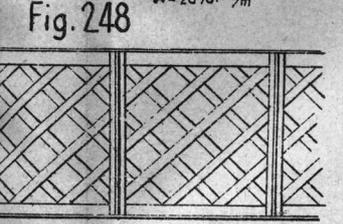
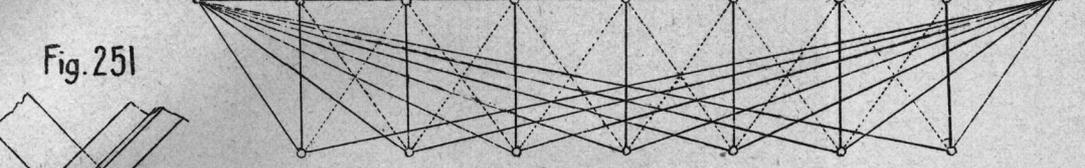
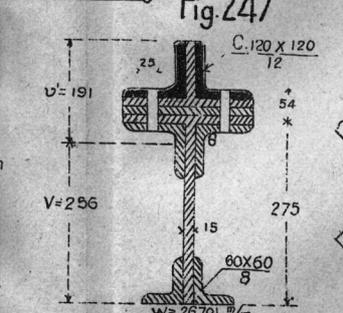
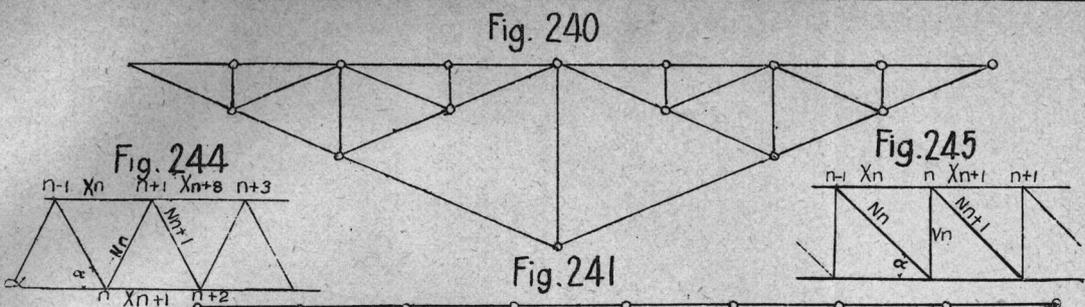
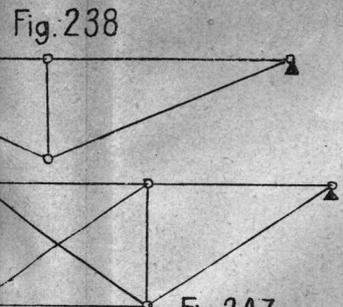


Fig. 259





Insp

Escala = 1:100,000

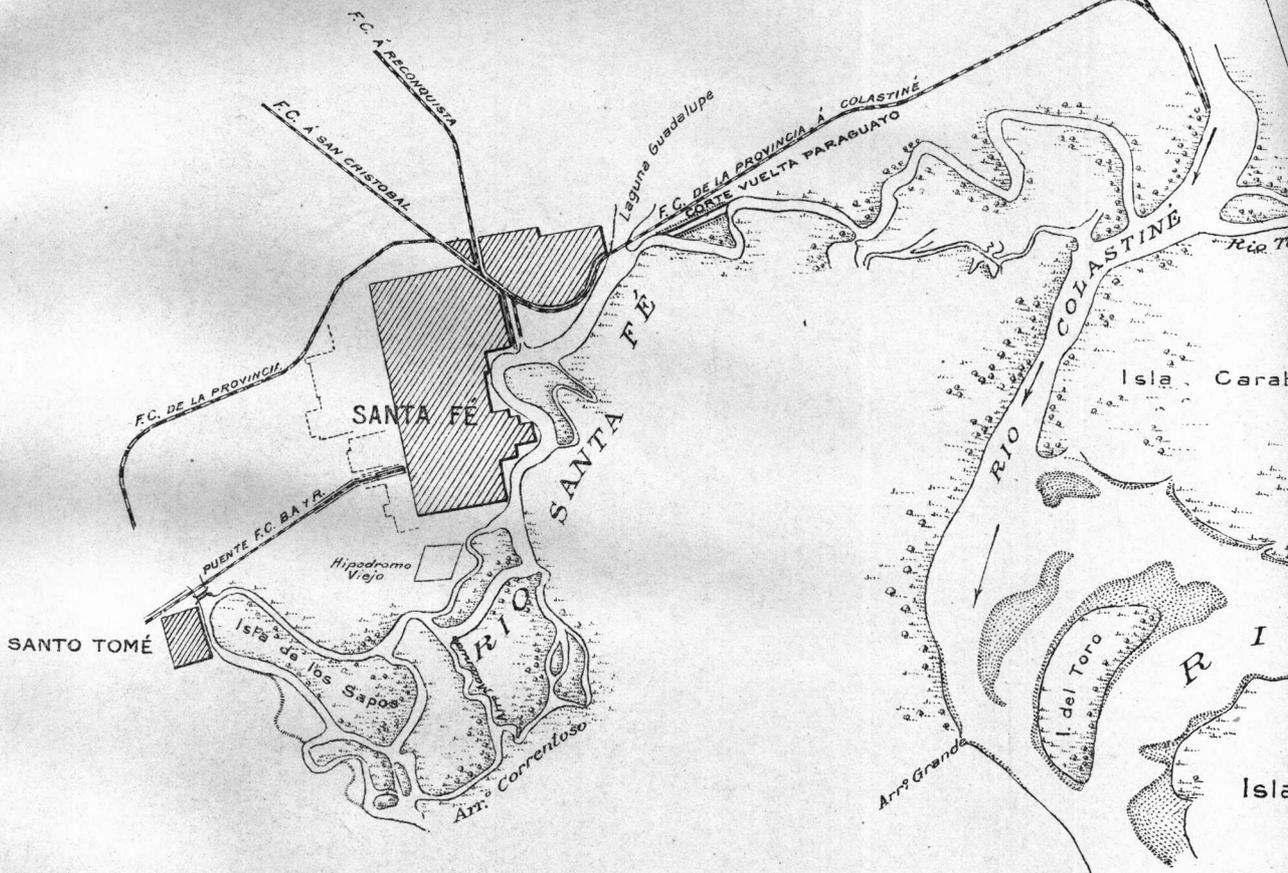
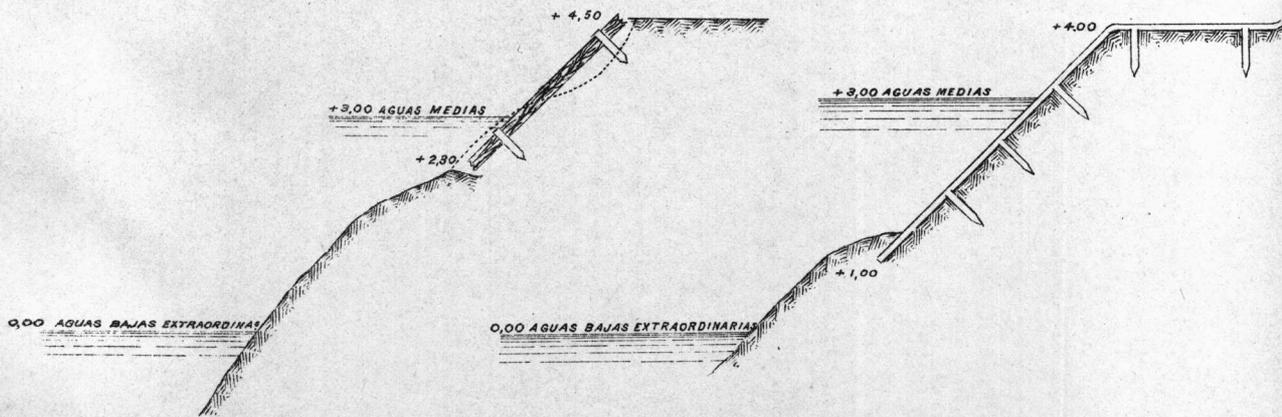


Fig. 1.

Fig. 2.



MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS  
 Inspección General de Navegación y Puertos

OBRAS EN EL PUERTO DE SANTA FÉ



Fig. 4.

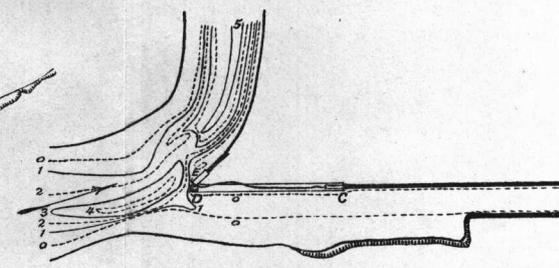
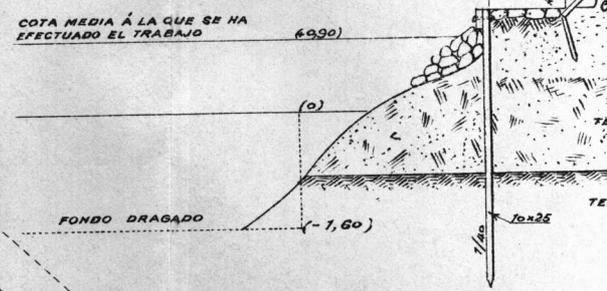
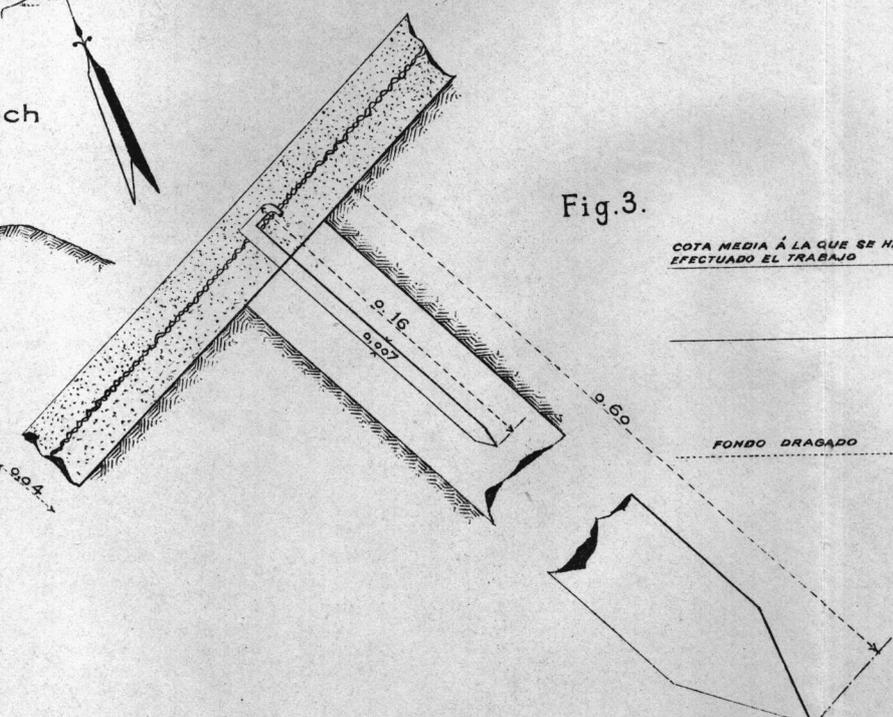


Fig. 5.

Fig. 3.





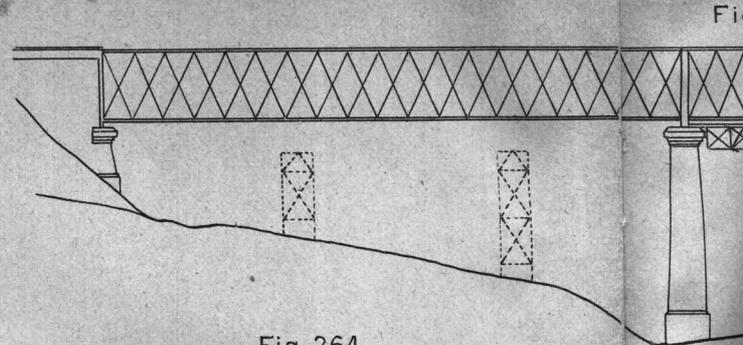
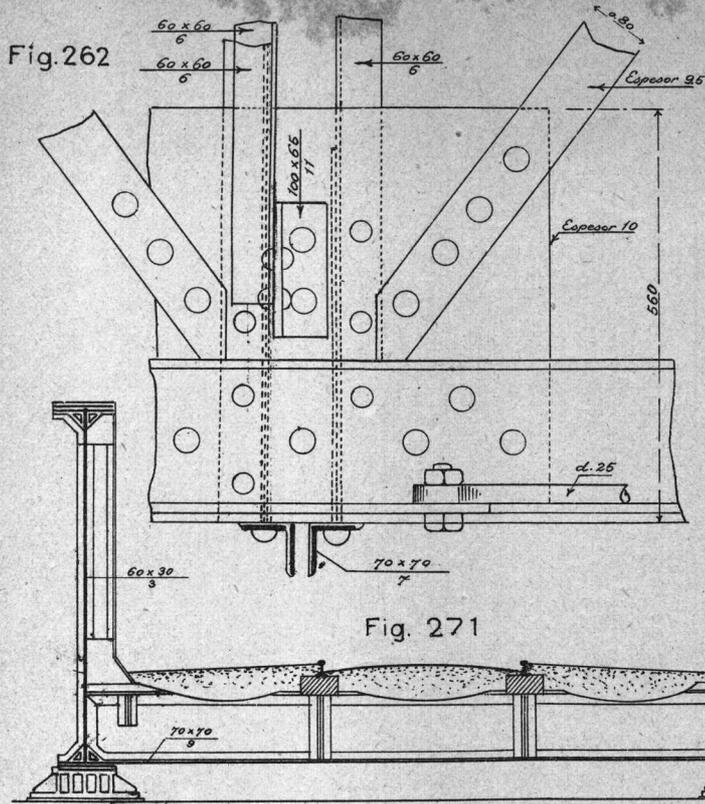


Fig. 264

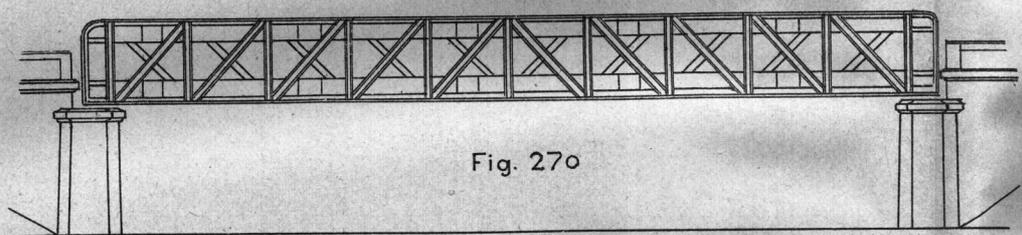
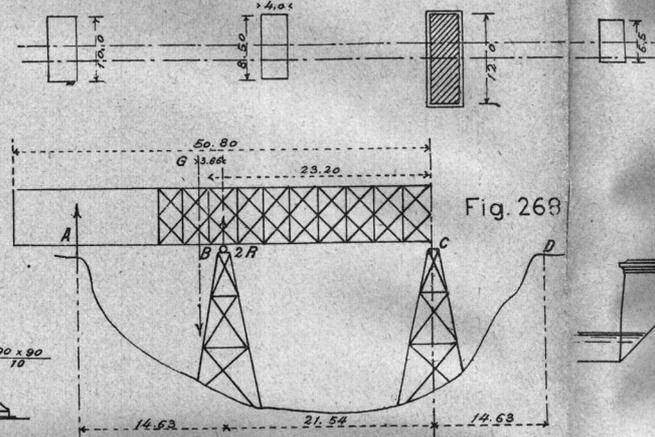


Fig. 270

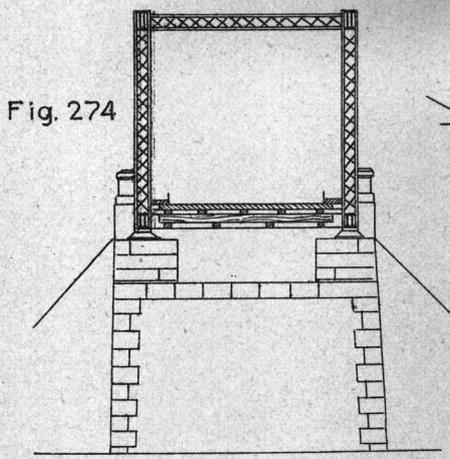


Fig. 274

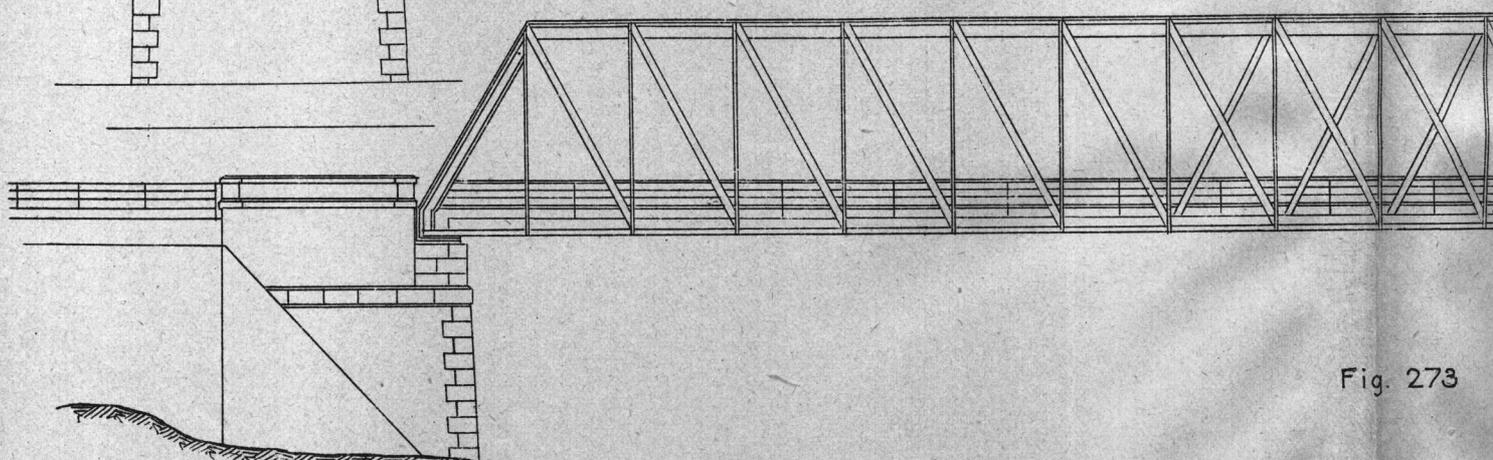
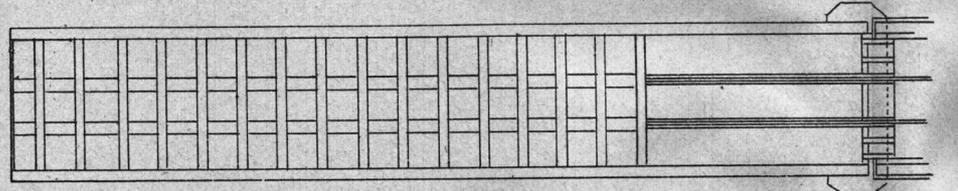


Fig. 273

Fig. 263

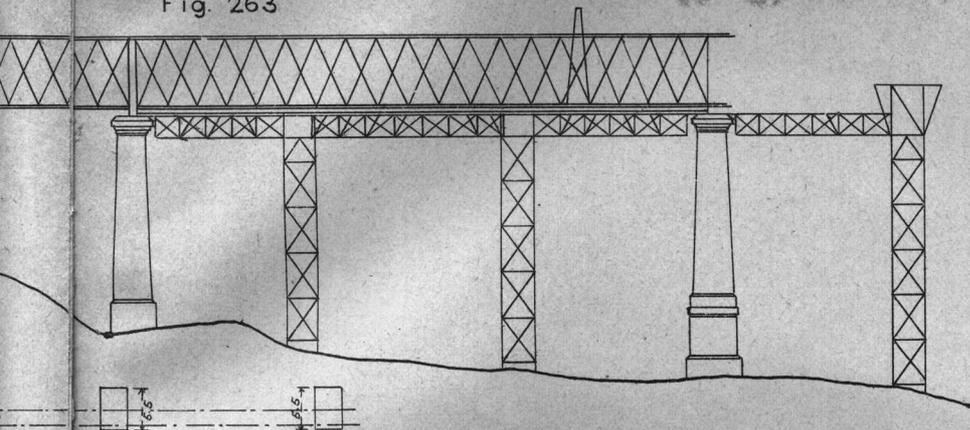


Fig. 269

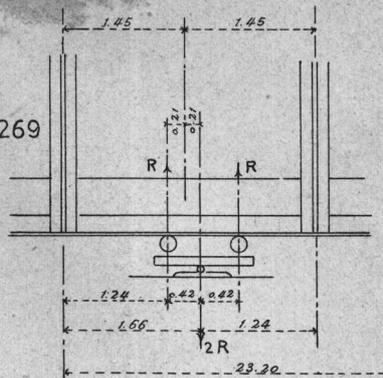


Fig. 265

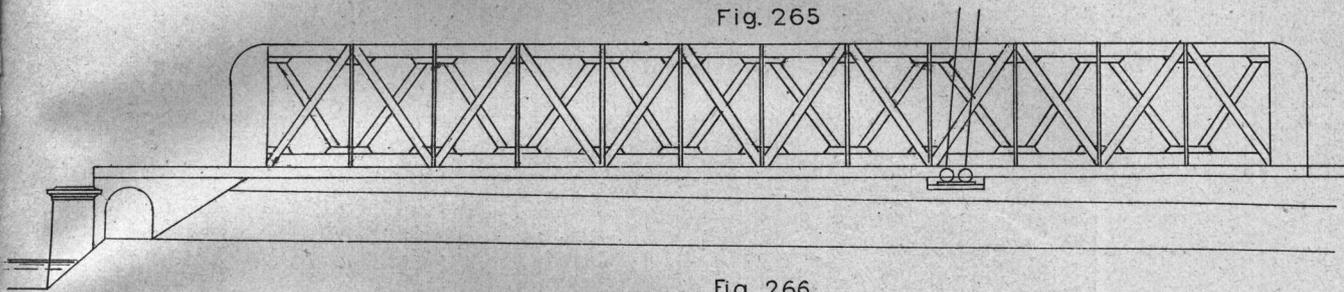


Fig. 266

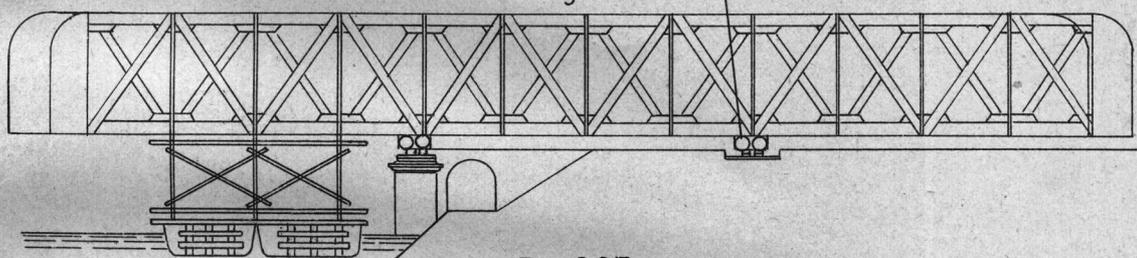


Fig. 267

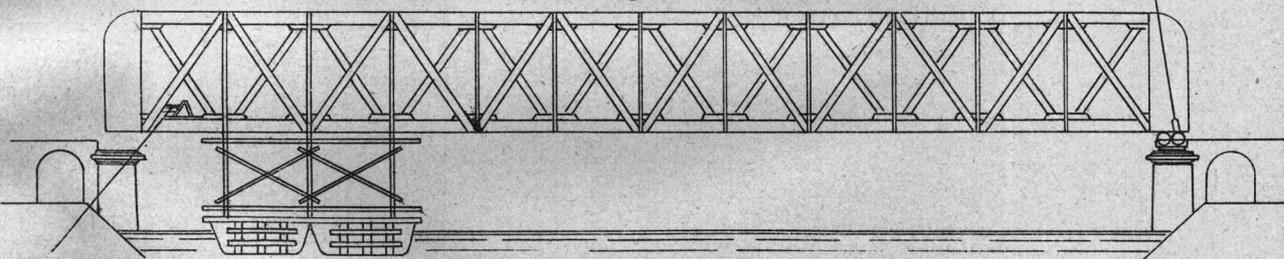


Fig. 273

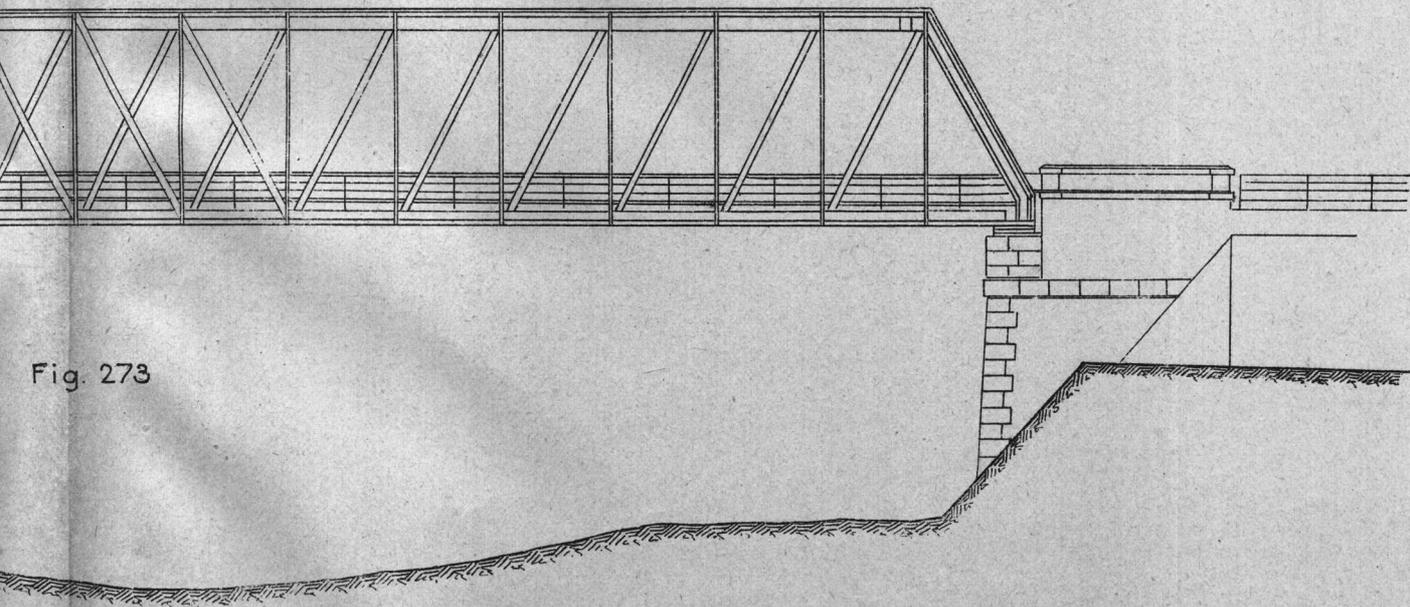


Fig 272.

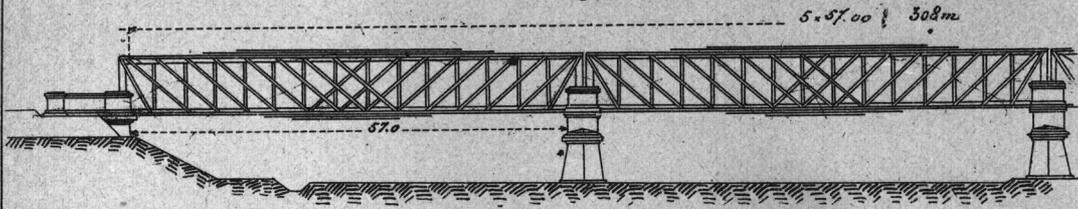


Fig. 277

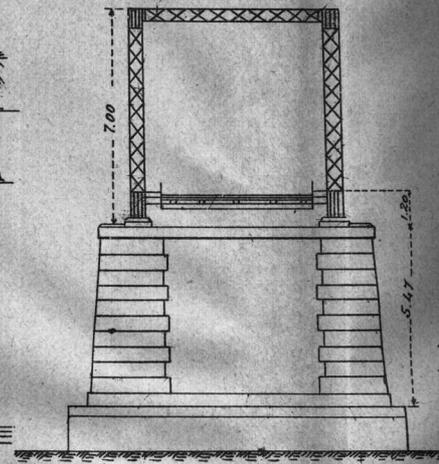


Fig. 275

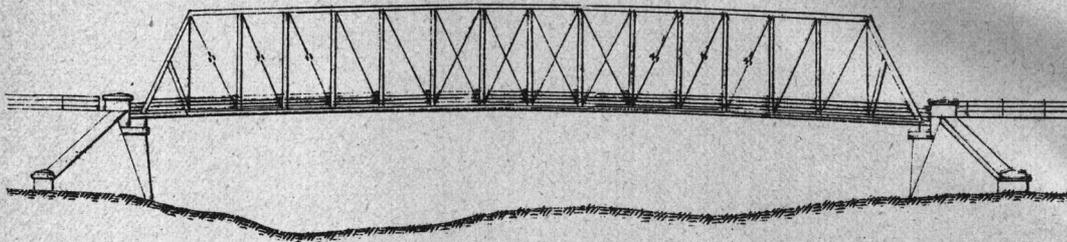


Fig. 276.

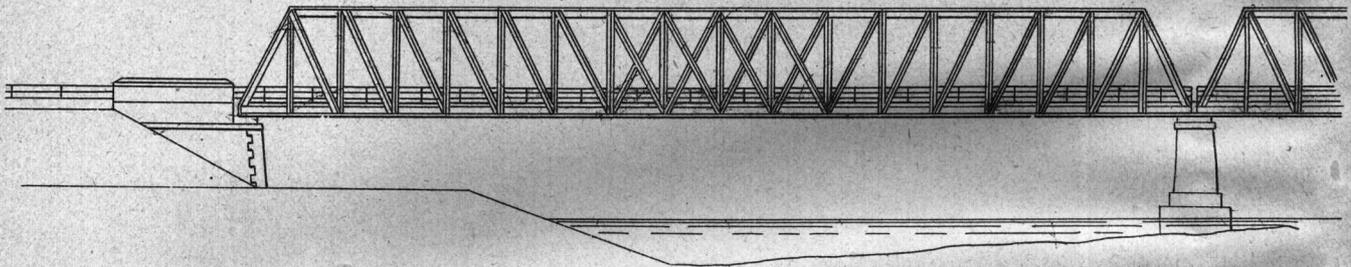


Fig. 278.

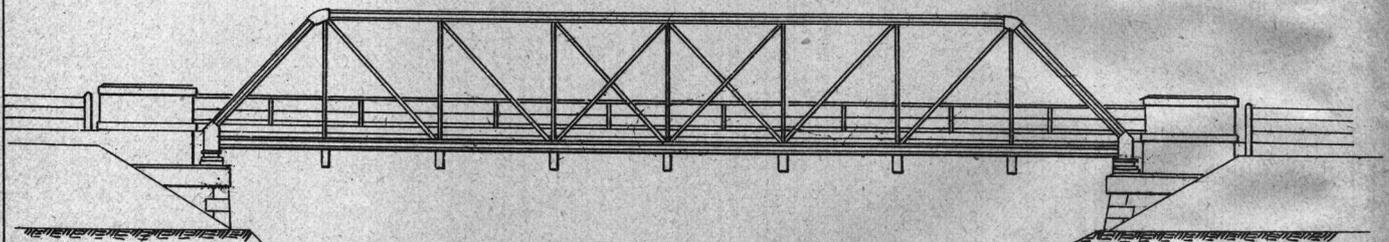


Fig. 279.

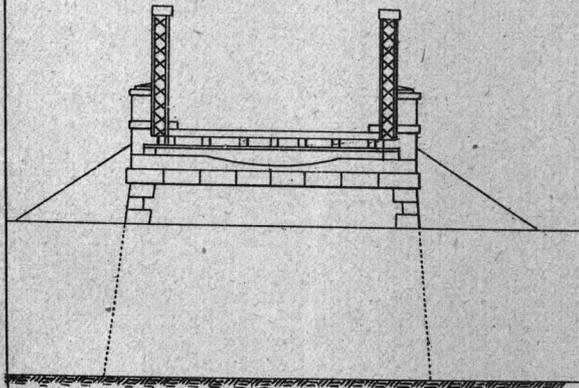


Fig. 280.

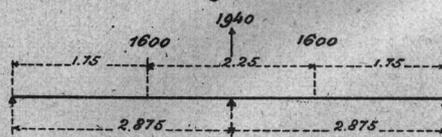


Fig. 281.

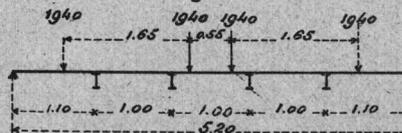
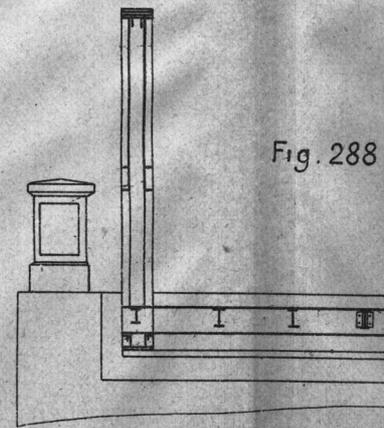


Fig. 288



277

Fig. 282.

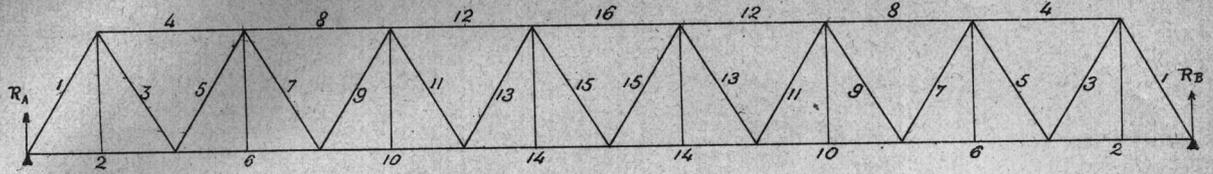


Fig. 283.

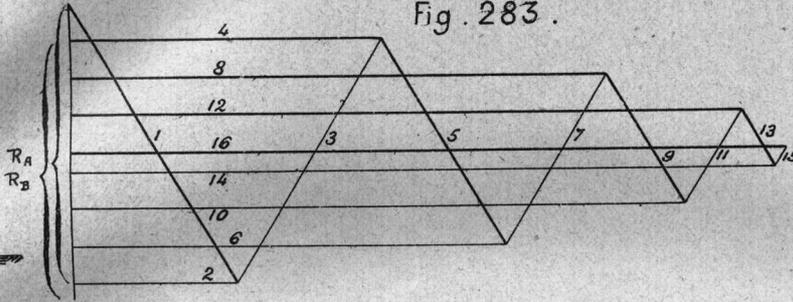


Fig. 287.

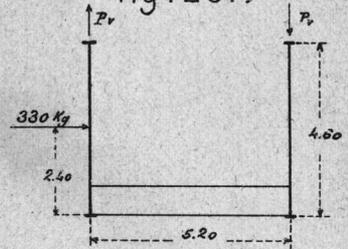


Fig. 284

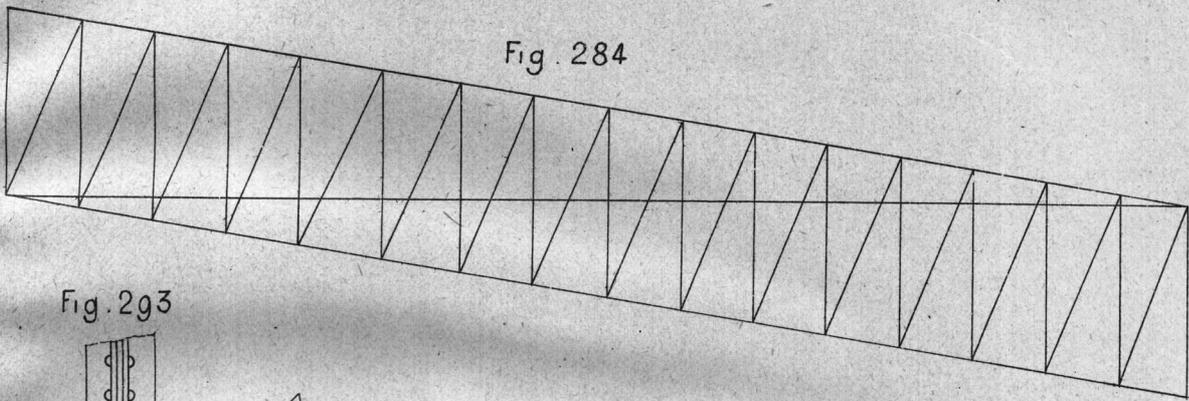


Fig. 293

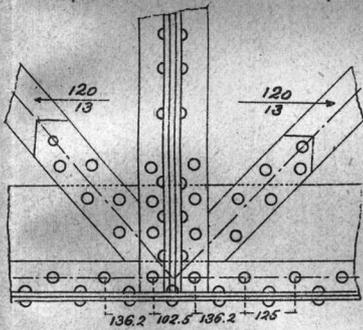


Fig. 286

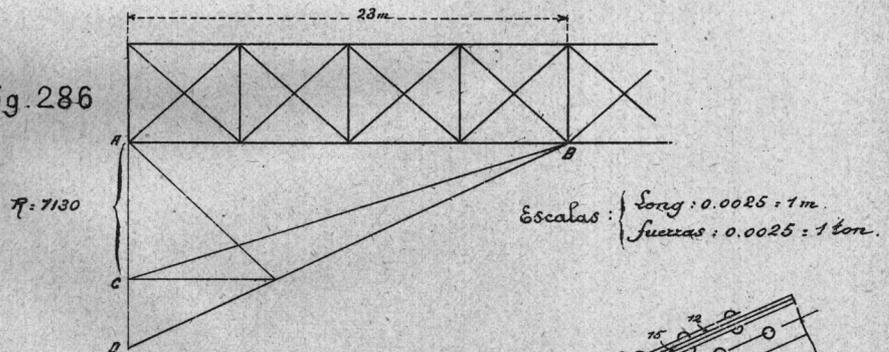


Fig. 288

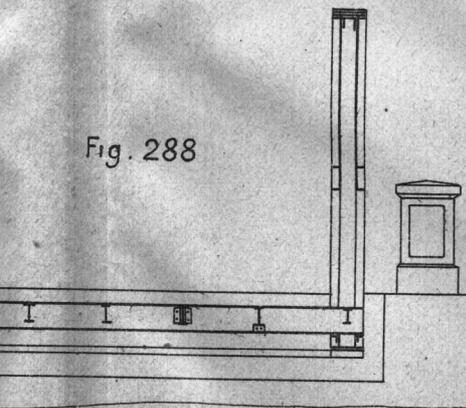
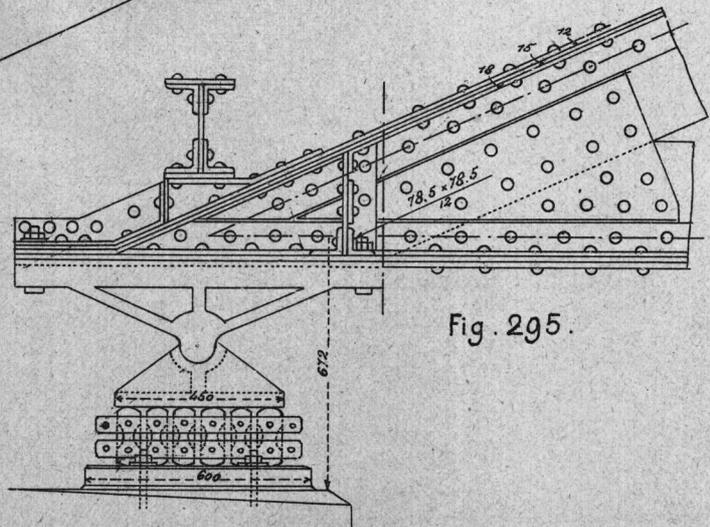


Fig. 295.





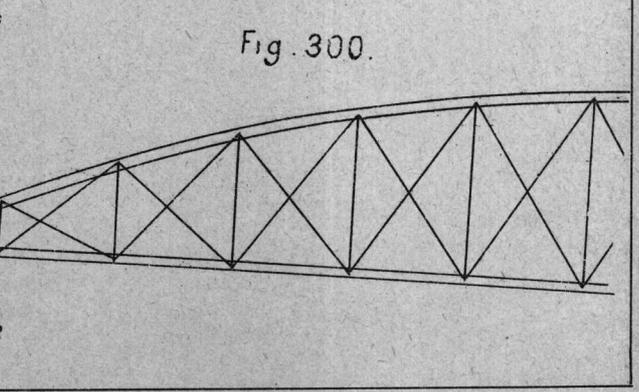
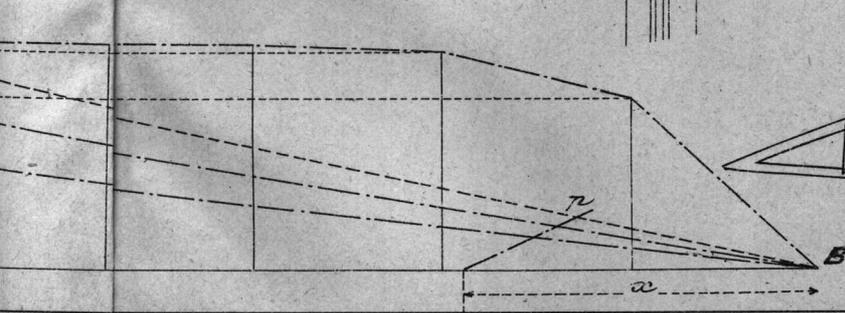
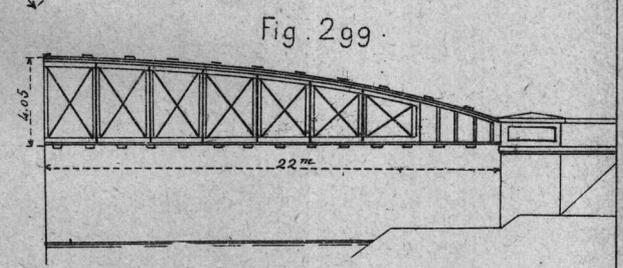
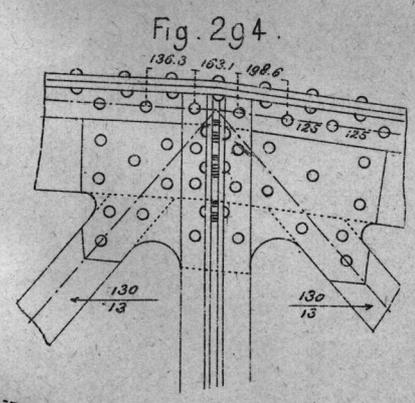
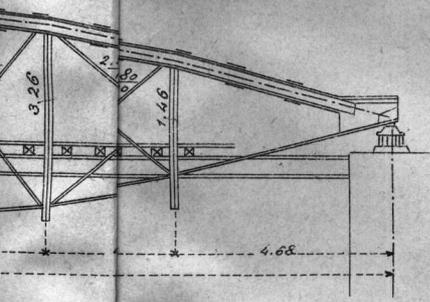
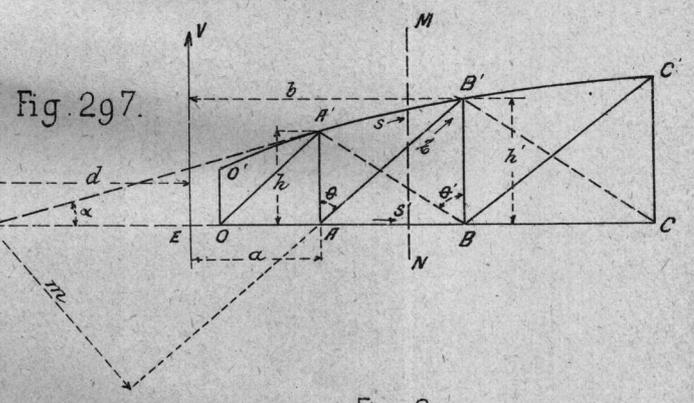
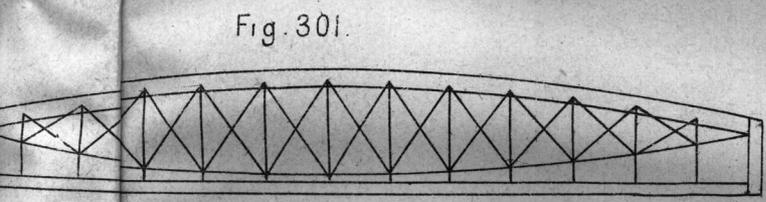
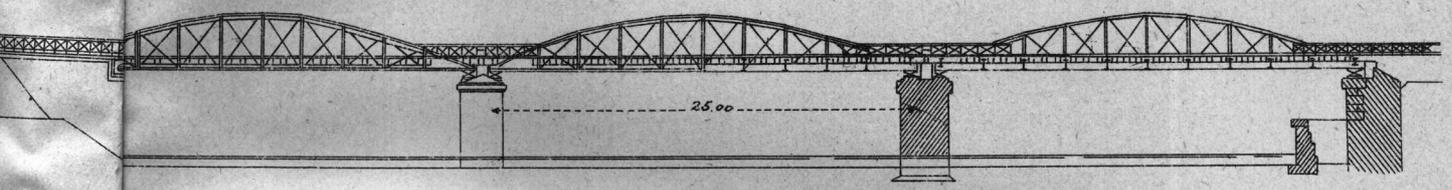
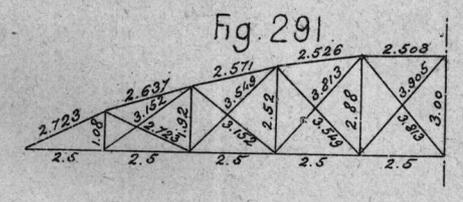
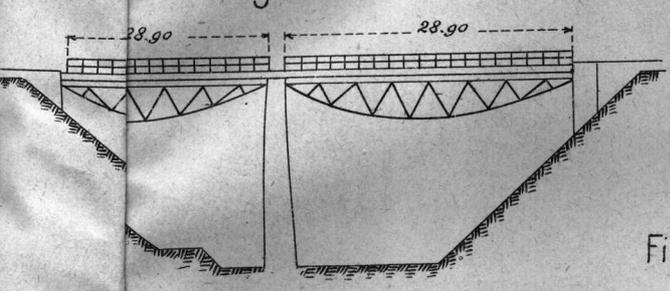
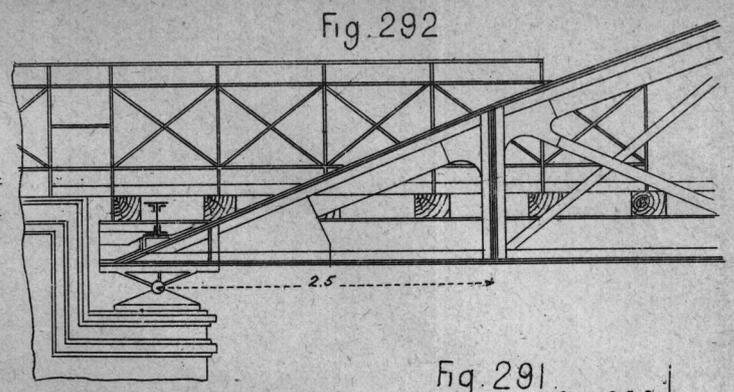
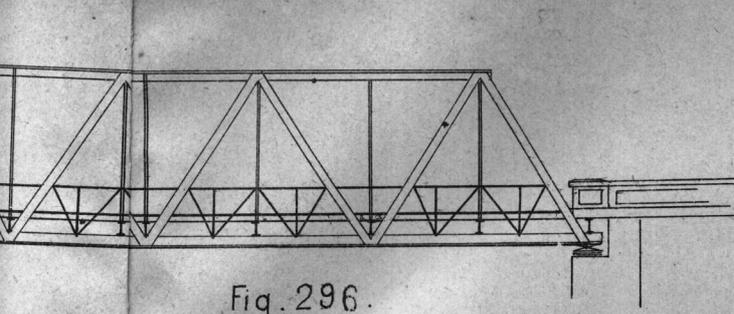


Fig. 302

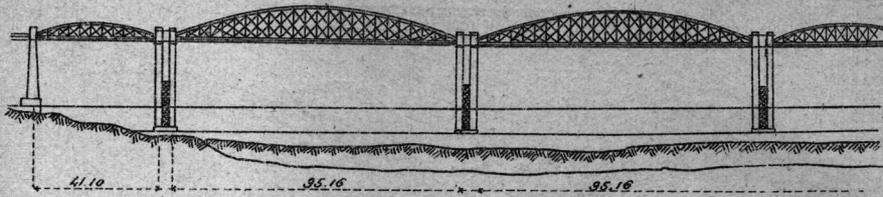


Fig. 303.

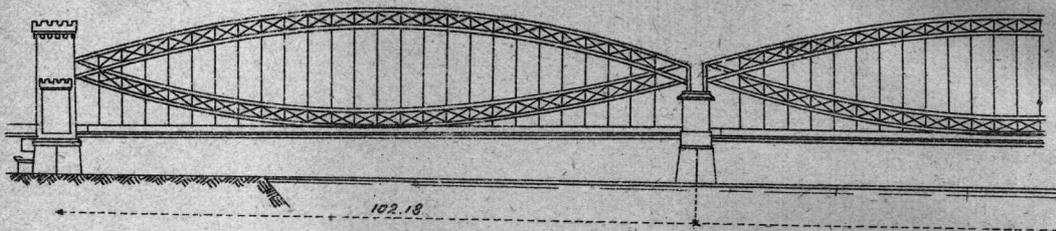


Fig. 312.

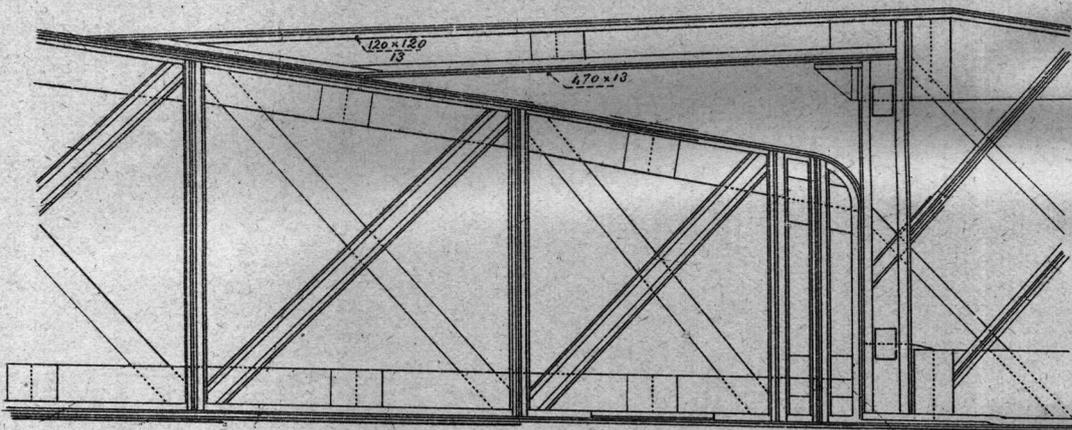


Fig. 310

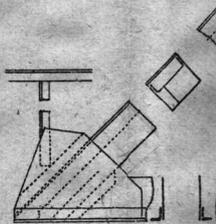
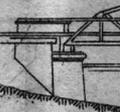
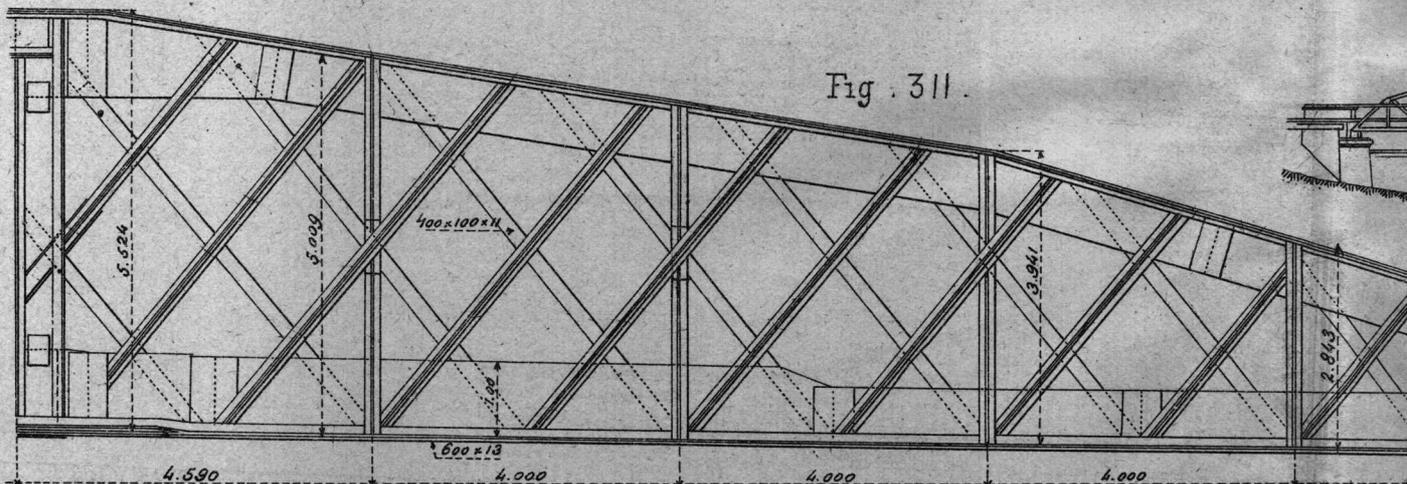
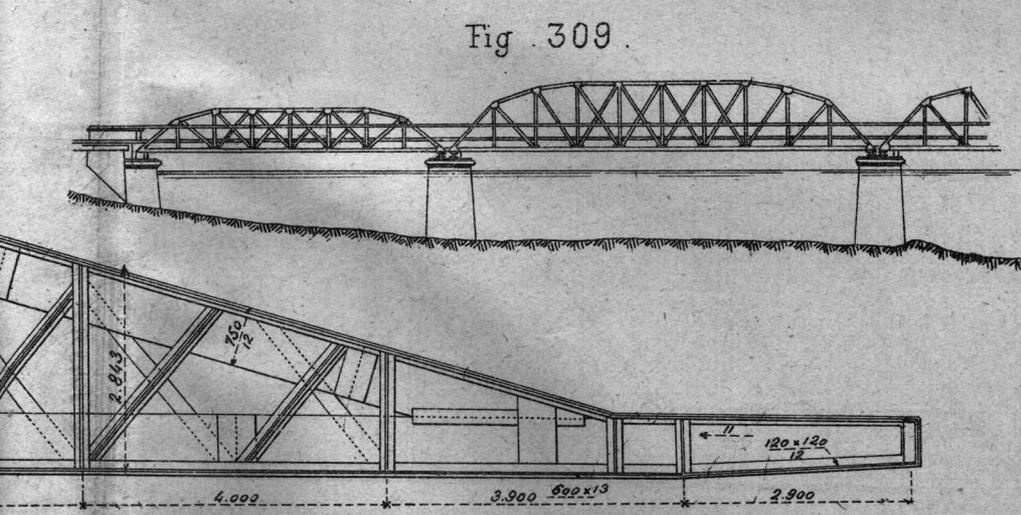
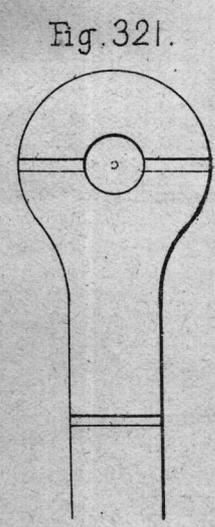
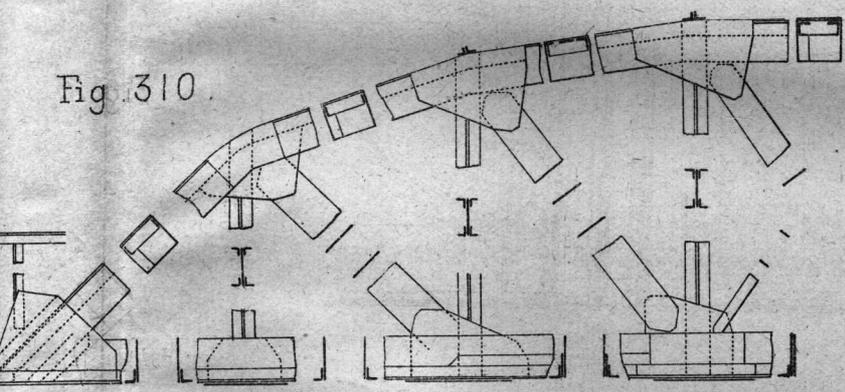
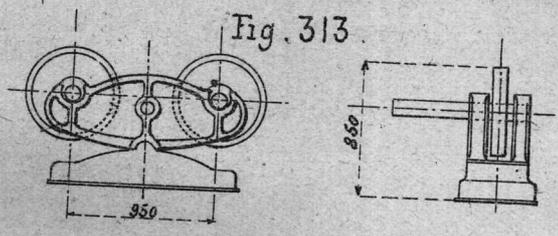
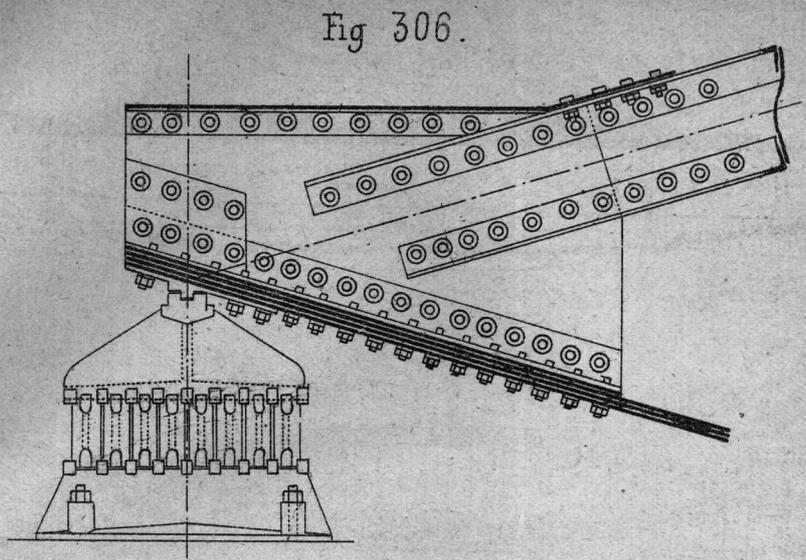
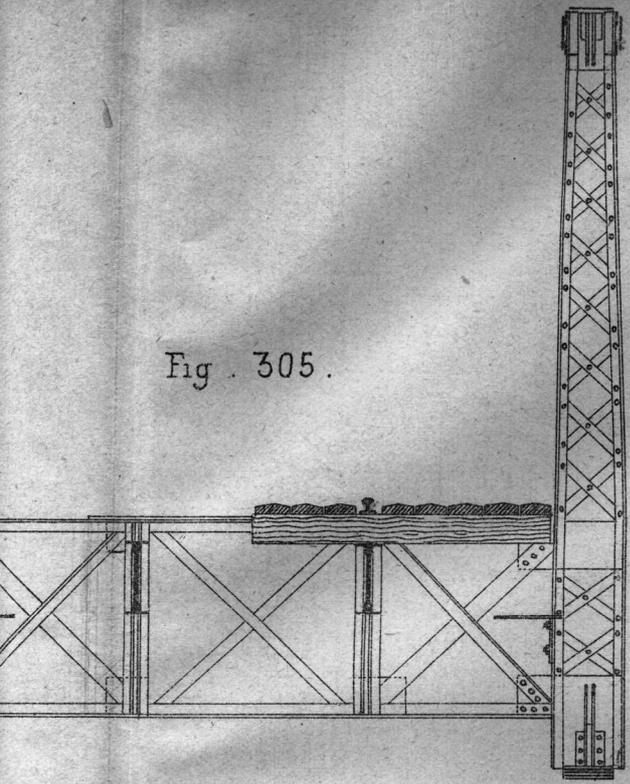


Fig. 311.





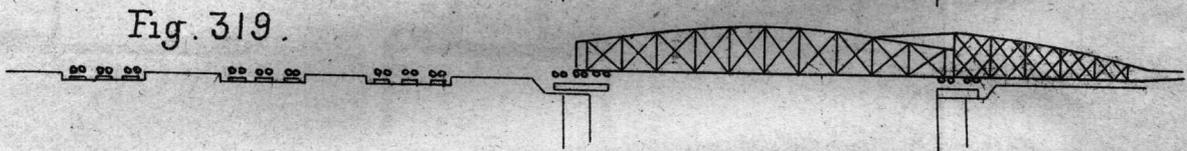
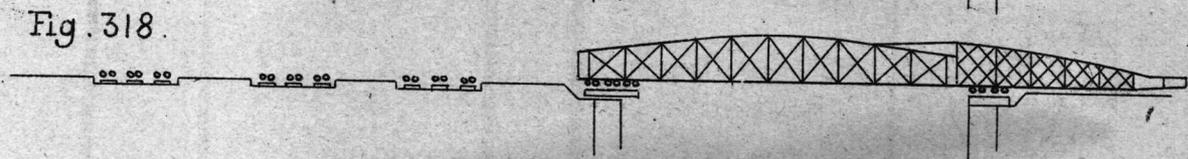
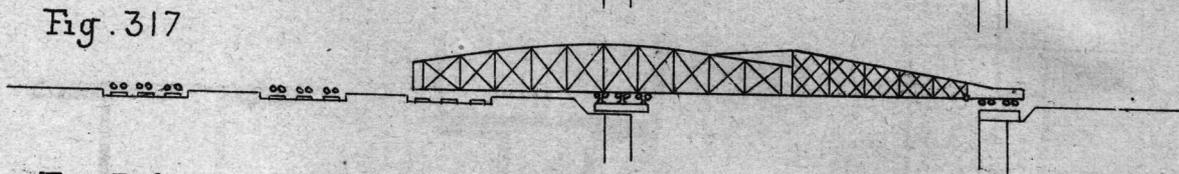
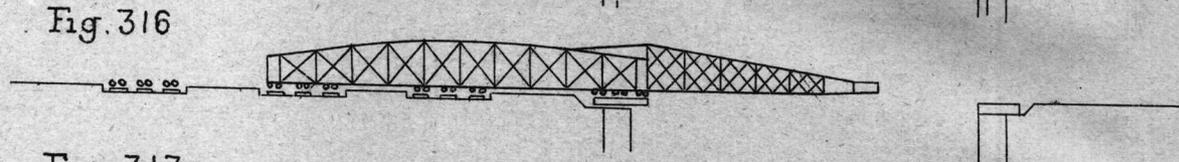
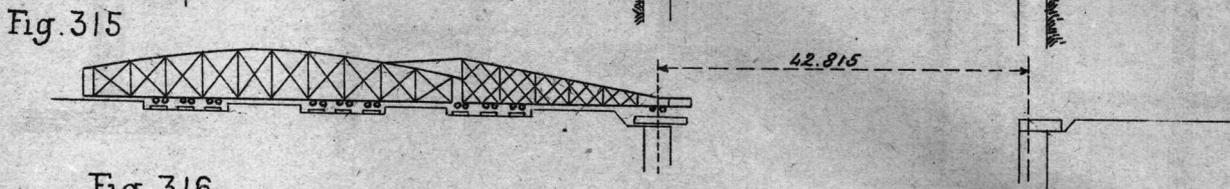
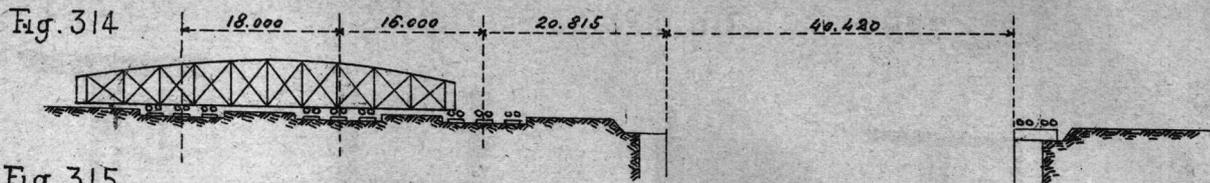


Fig. 339.

Fig. 330

Fig. 33

Fig. 322

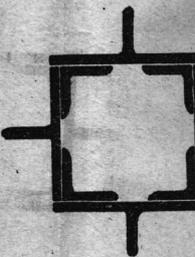
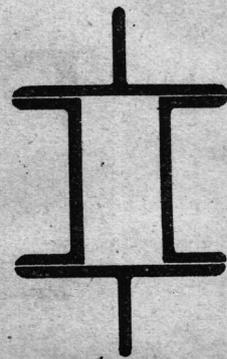
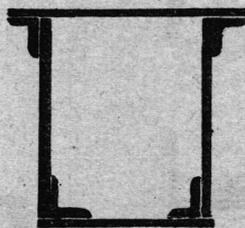
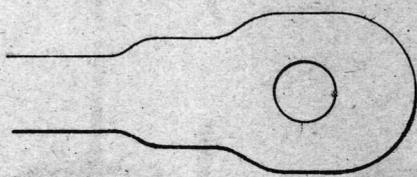


Fig. 320.

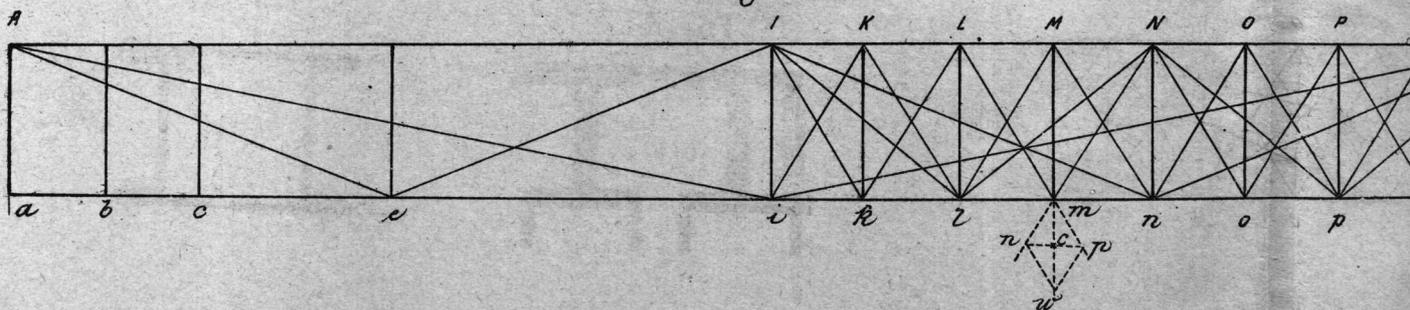


Fig. 324

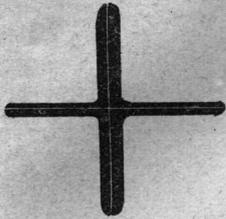


Fig. 325

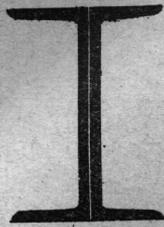


Fig. 326

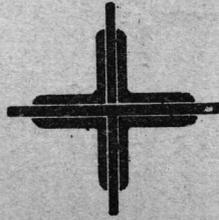


Fig. 327



Fig. 328

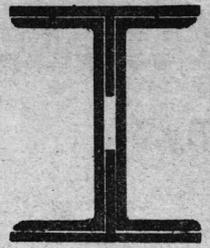


Fig. 323

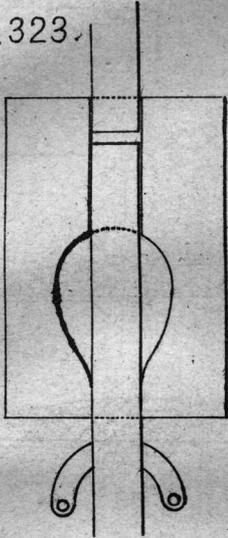


Fig. 331

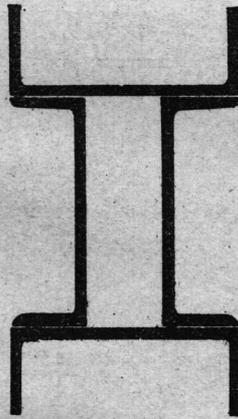


Fig. 329

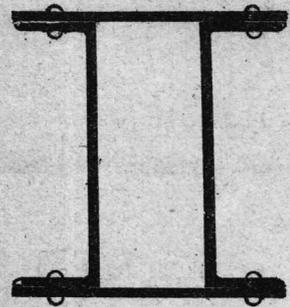


Fig. 332

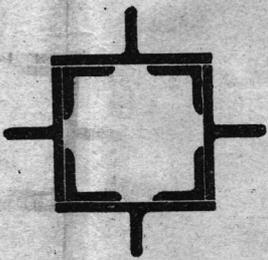


Fig. 333

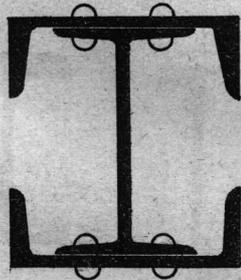


Fig. 334

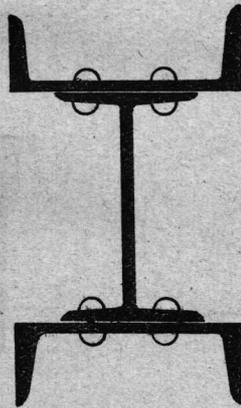


Fig. 335

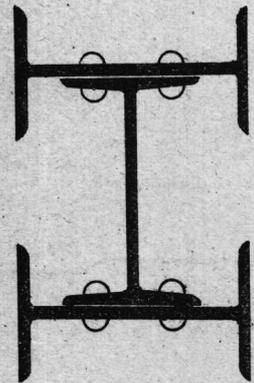


Fig. 337



Fig. 336

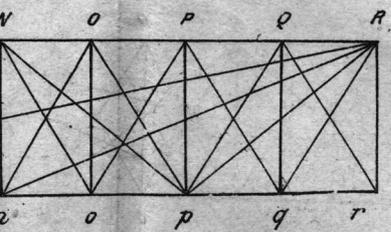
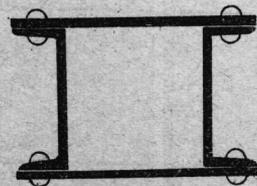


Fig. 338.

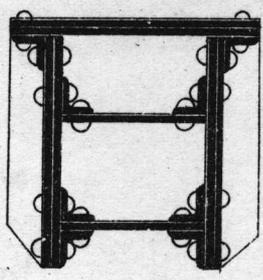


Fig. 340.

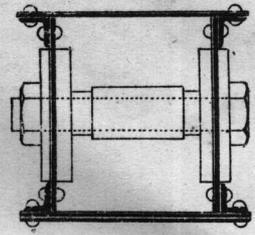


Fig. 358.

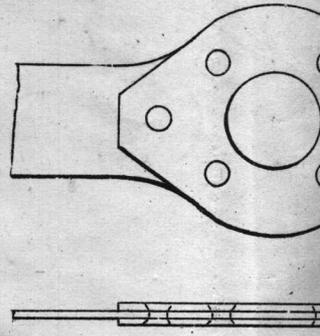


Fig. 357

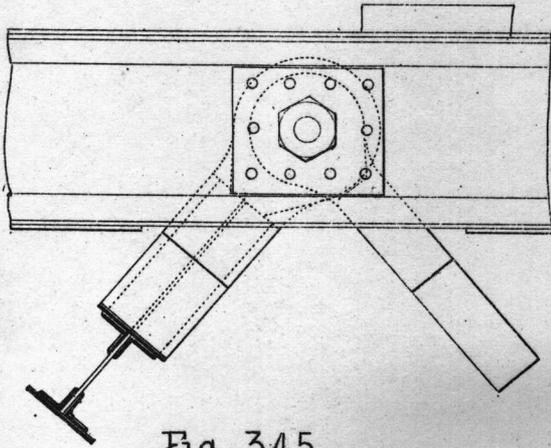
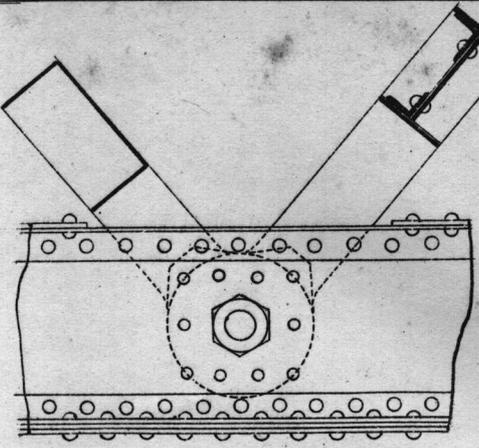


Fig. 345

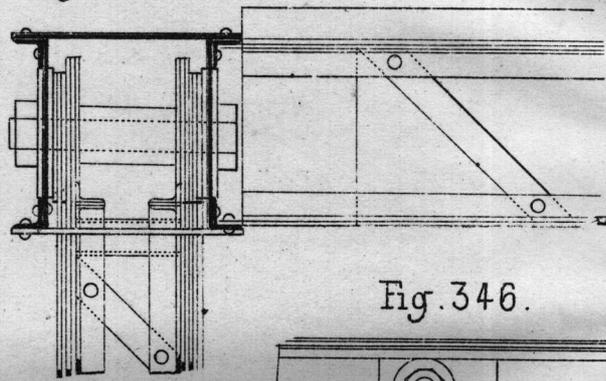


Fig. 344

Fig. 346.

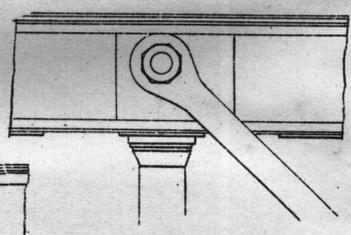


Fig. 347.

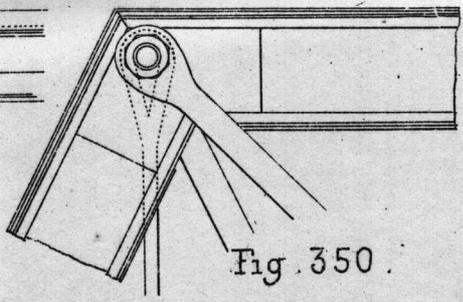
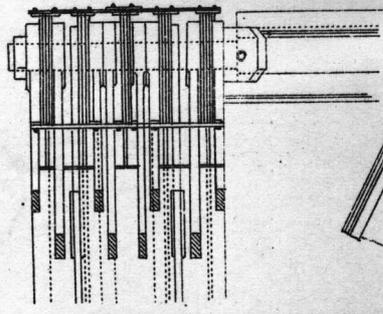
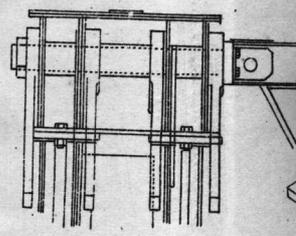


Fig. 350.

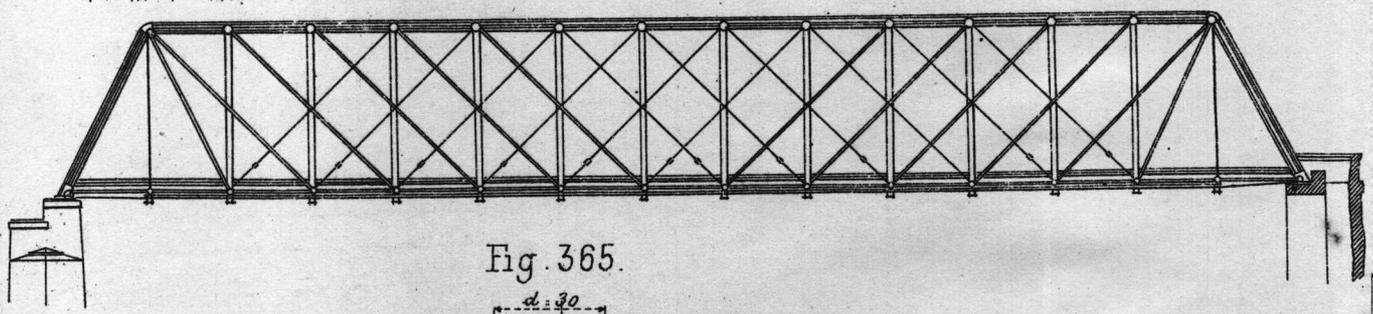


Fig. 365.

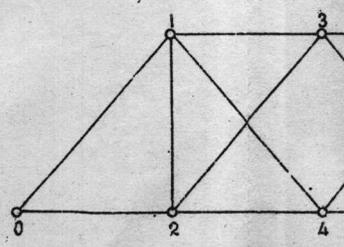
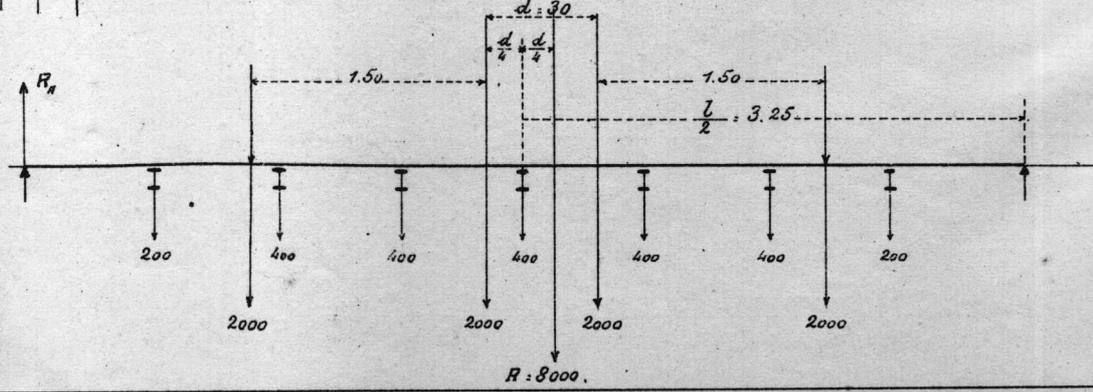


Fig. 358.

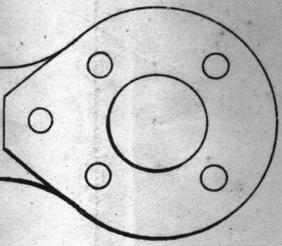


Fig. 343.

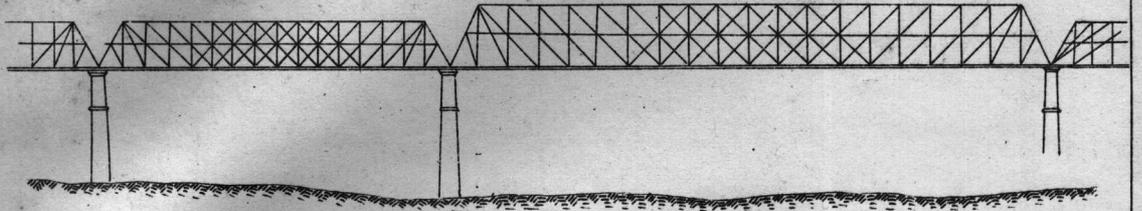


Fig. 348.

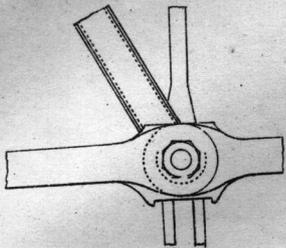


Fig. 349.

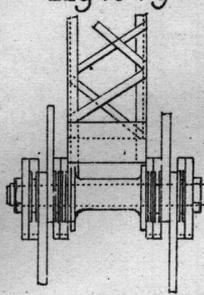


Fig. 341.

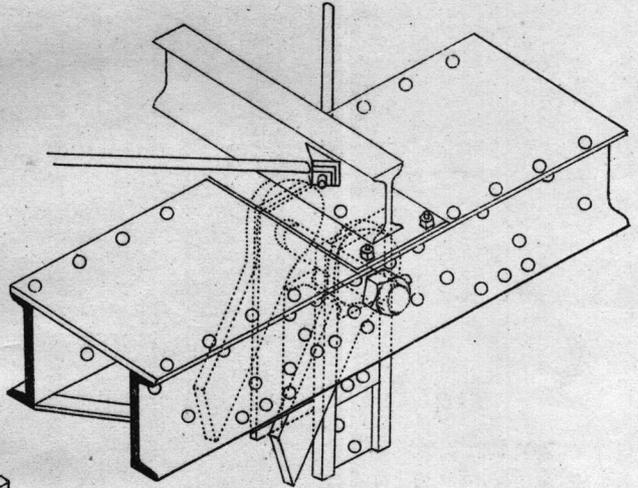


Fig. 347.

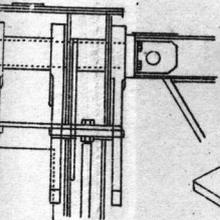


Fig. 342.

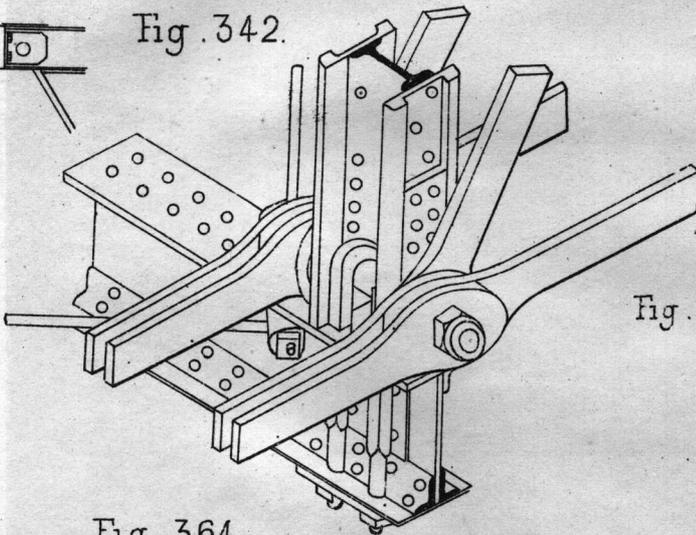


Fig. 351.

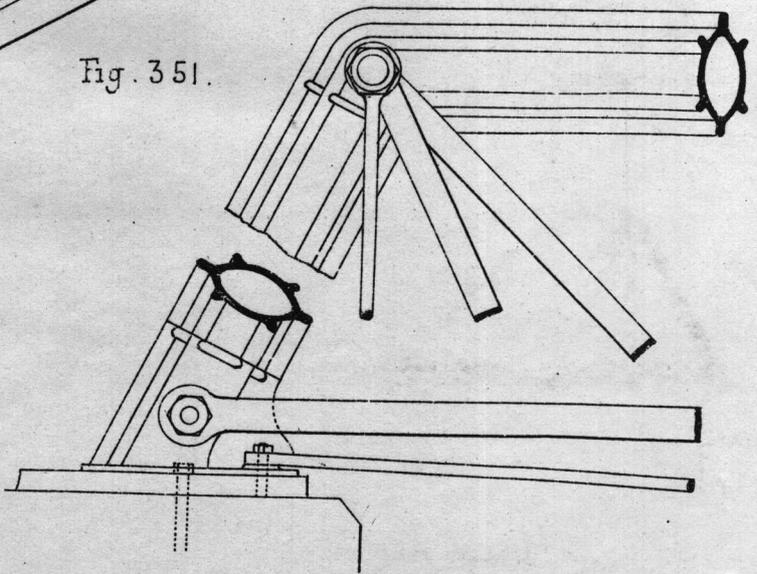


Fig. 364.

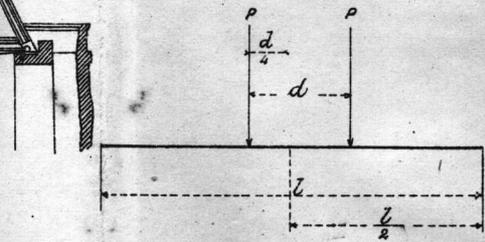


Fig. 356.

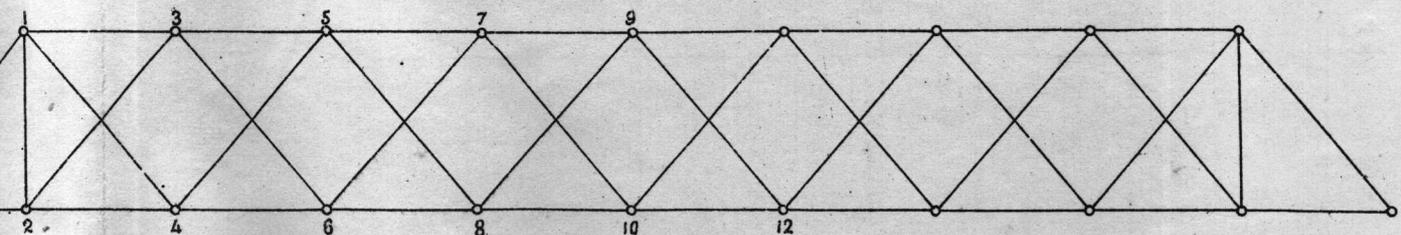


Fig. 352.

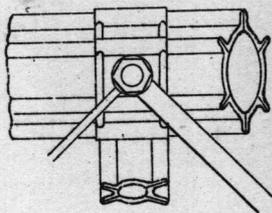


Fig. 353.

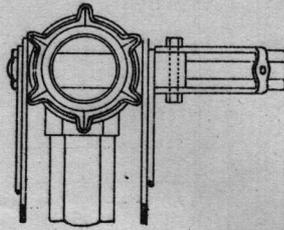


Fig. 360

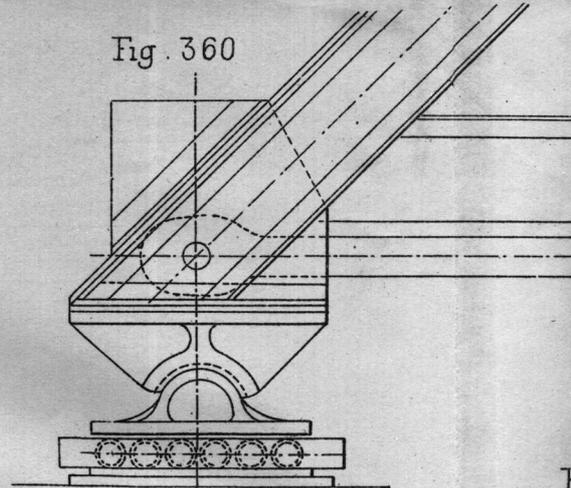


Fig. 372

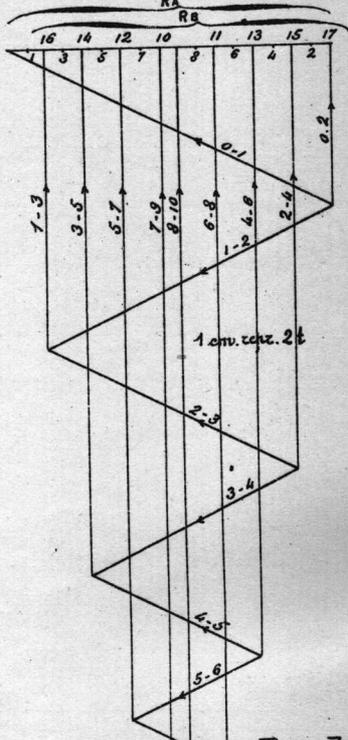


Fig. 354.

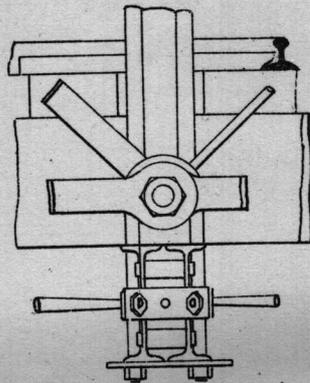


Fig. 362.

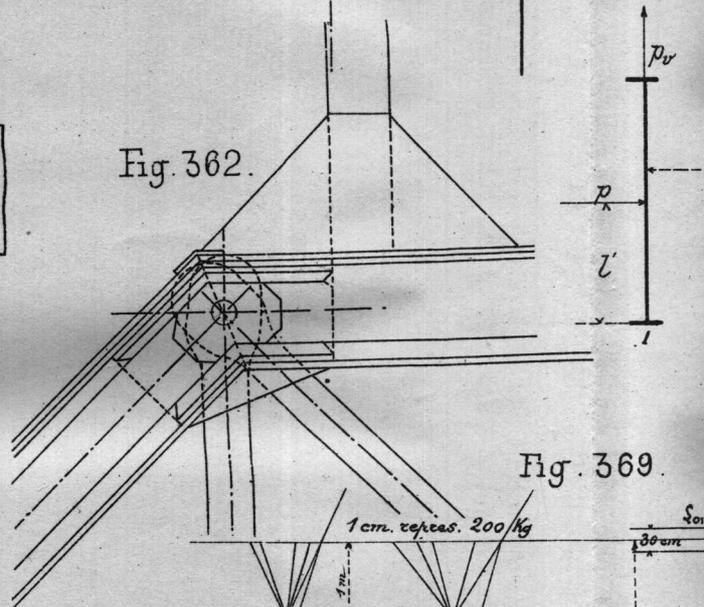


Fig. 368 y 363

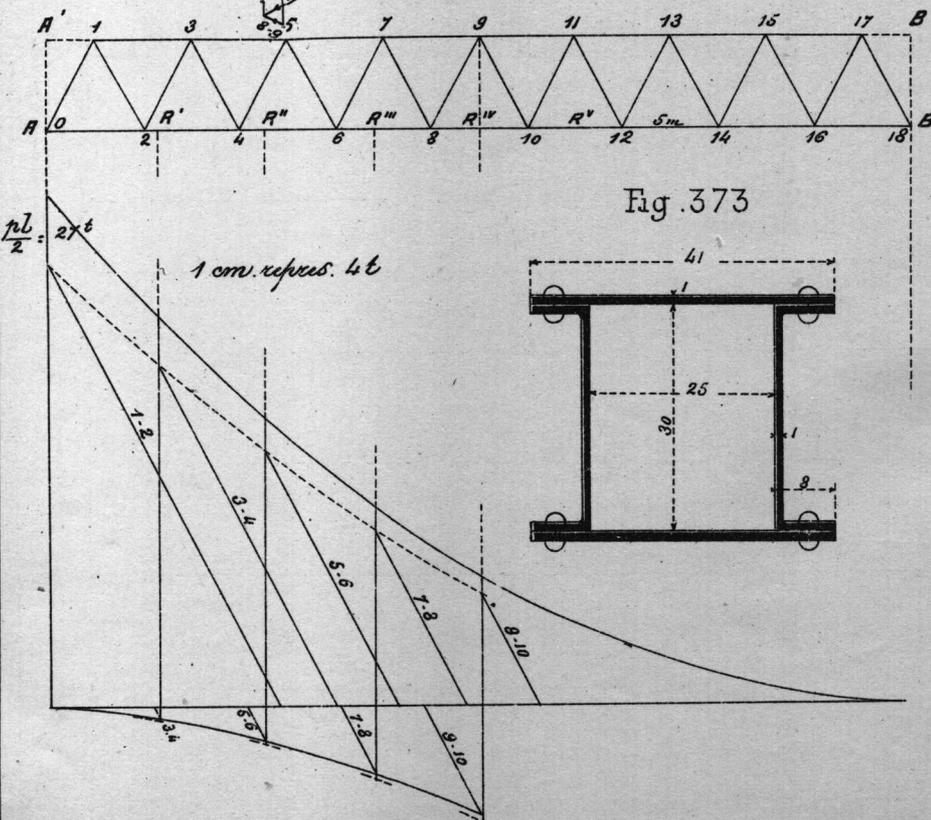


Fig. 373

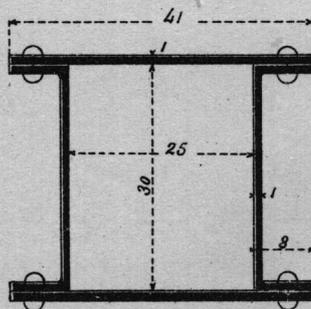


Fig. 369.

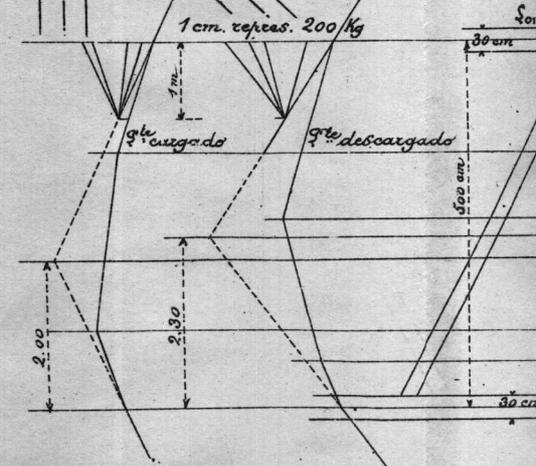
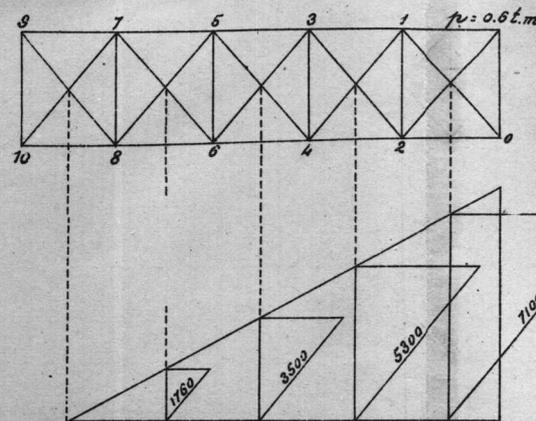


Fig. 370



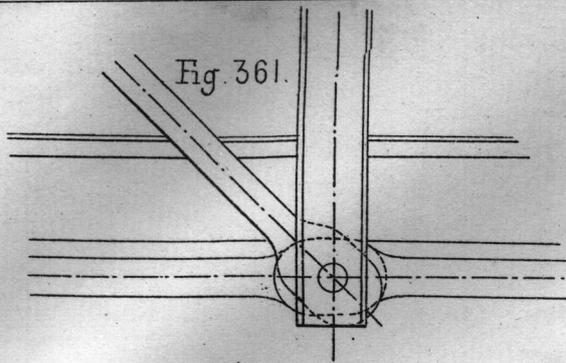


Fig. 361.

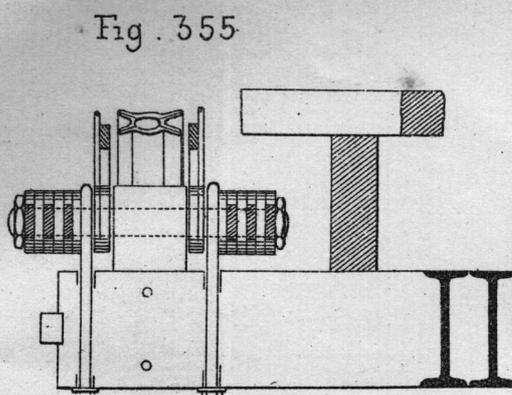


Fig. 355

Fig. 359.

Fig. 371.

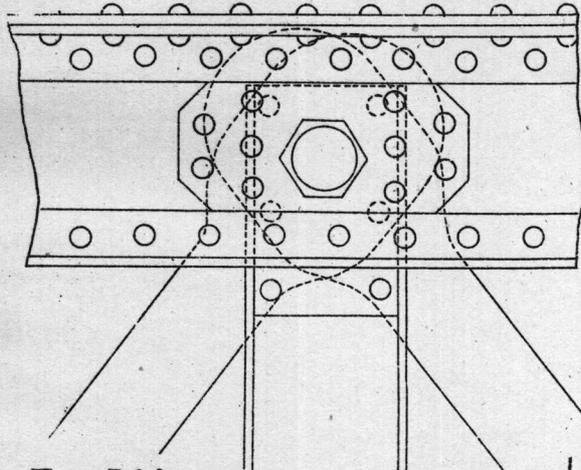
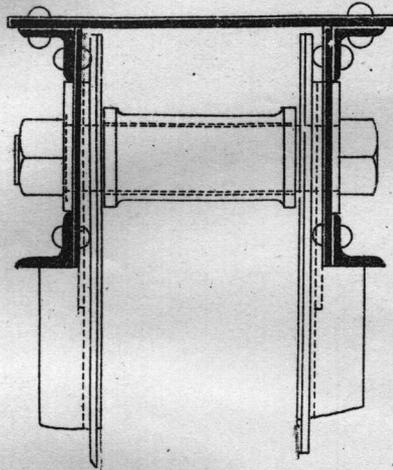
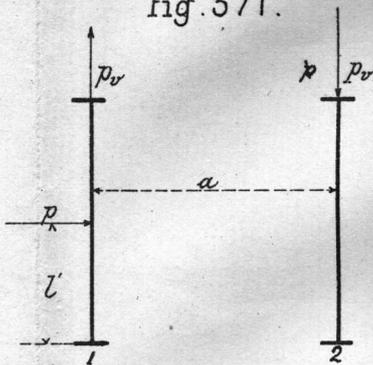


Fig. 366.

Fig. 369.

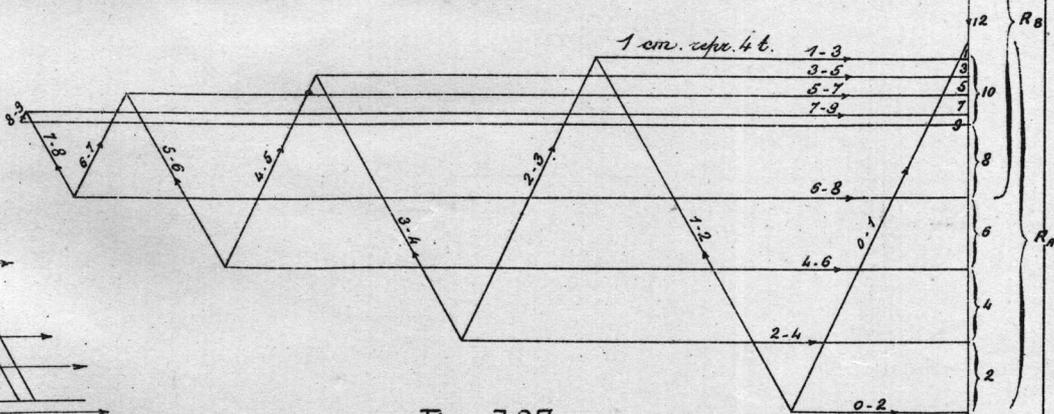
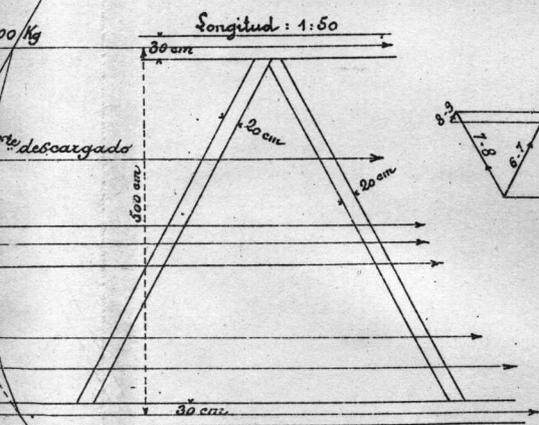


Fig. 367.

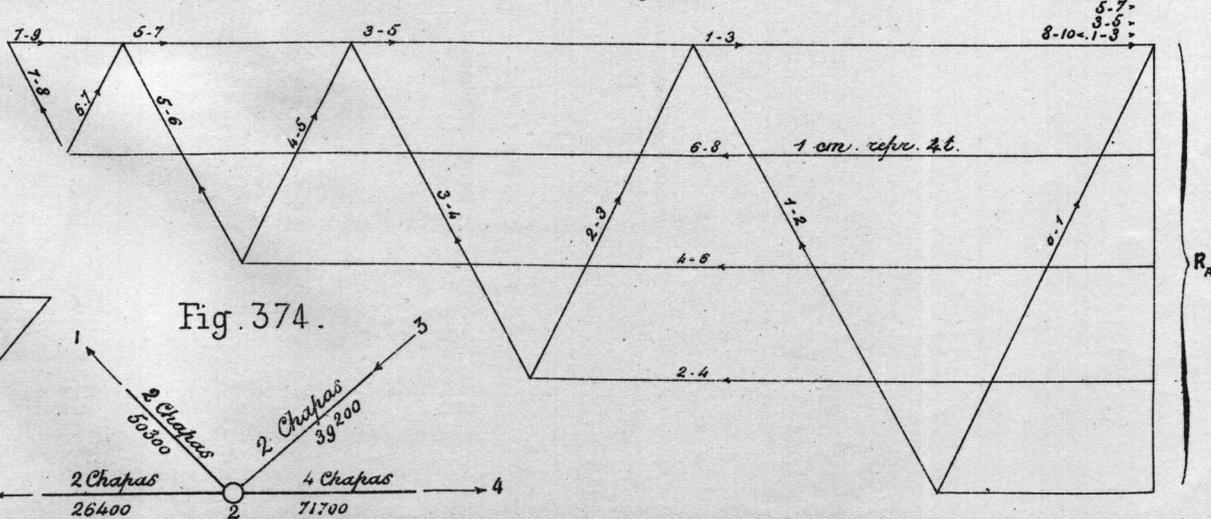
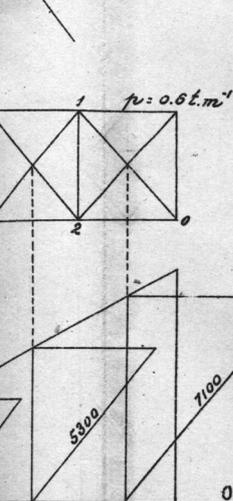


Fig. 374.

Fig. 382.

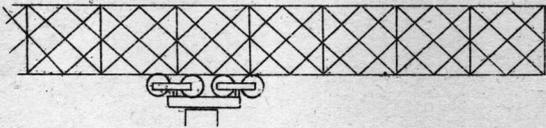


Fig. 383.

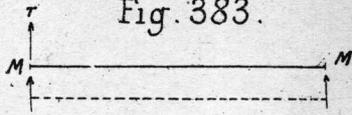


Fig. 381

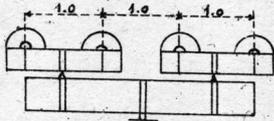


Fig. 375.

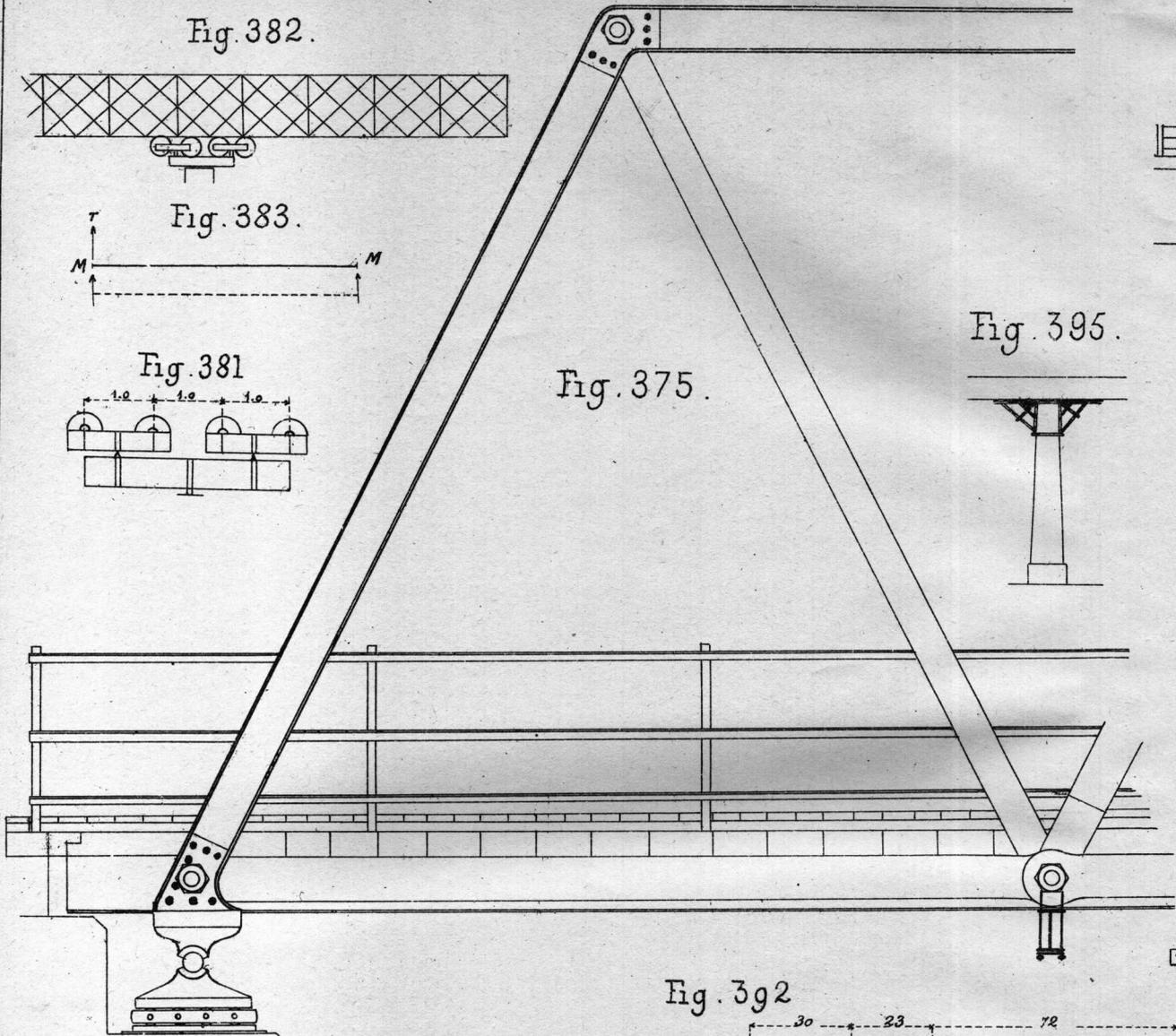


Fig. 395.

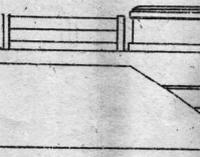
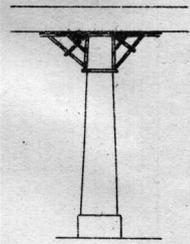


Fig. 392

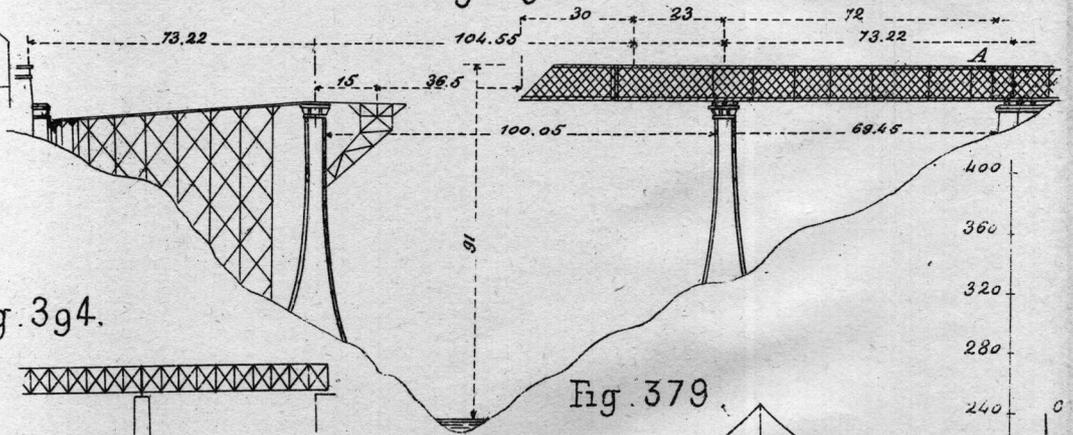


Fig. 394.

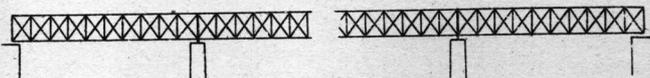


Fig. 378.

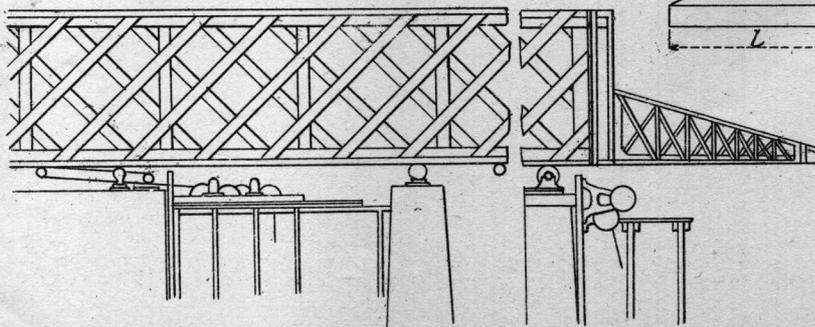


Fig. 379.

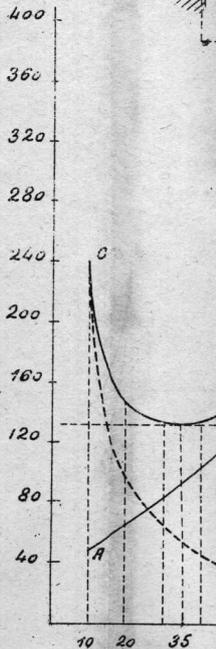
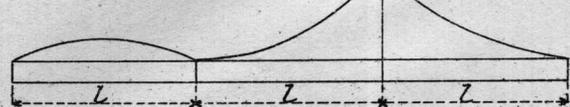


Fig. 378.

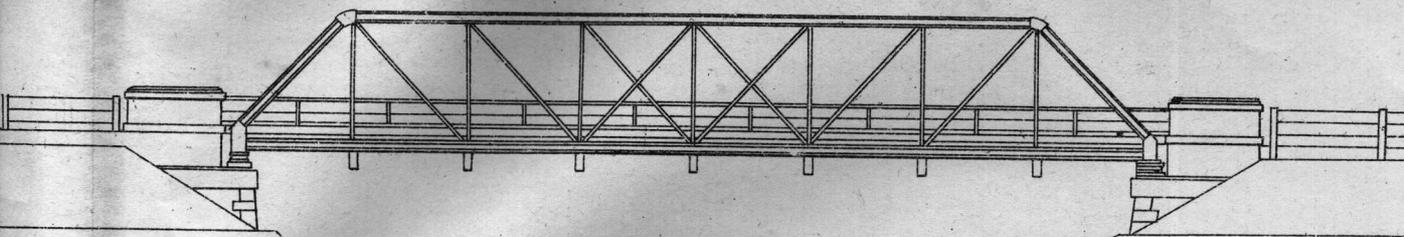


Fig. 376.

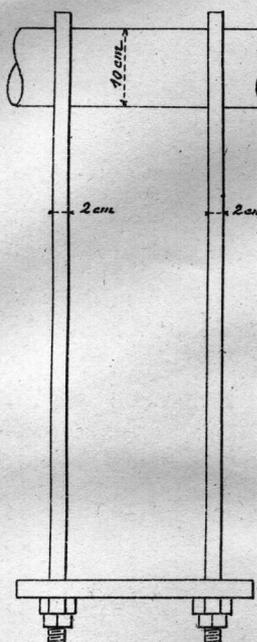
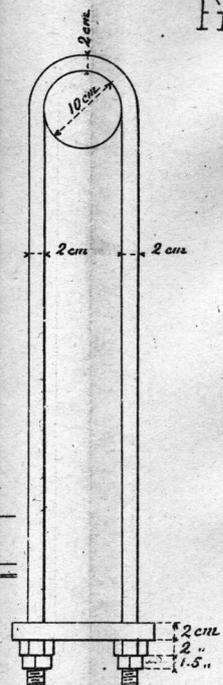


Fig. 386.

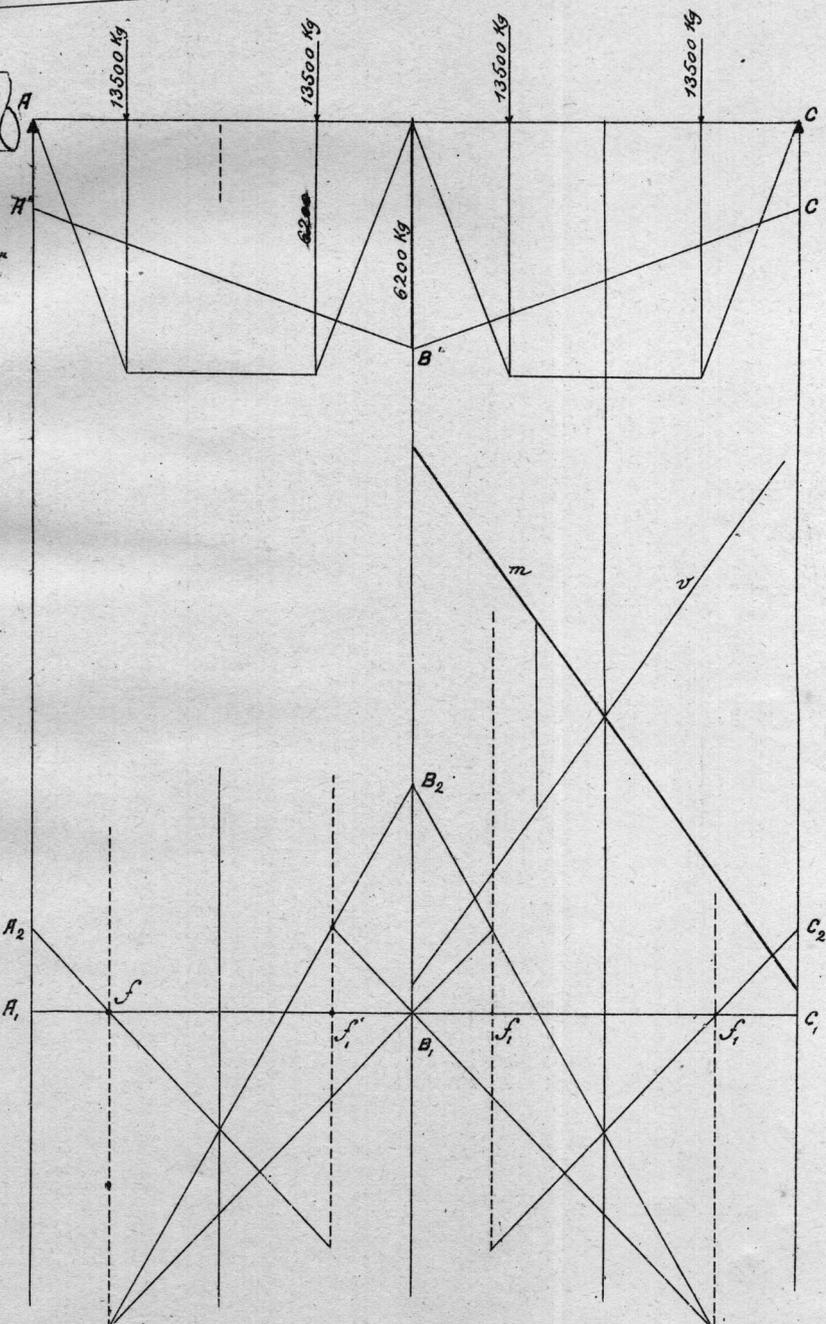


Fig. 399.

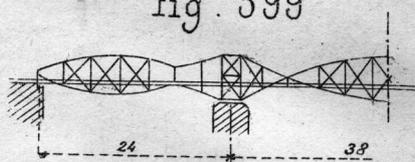


Fig. 377.

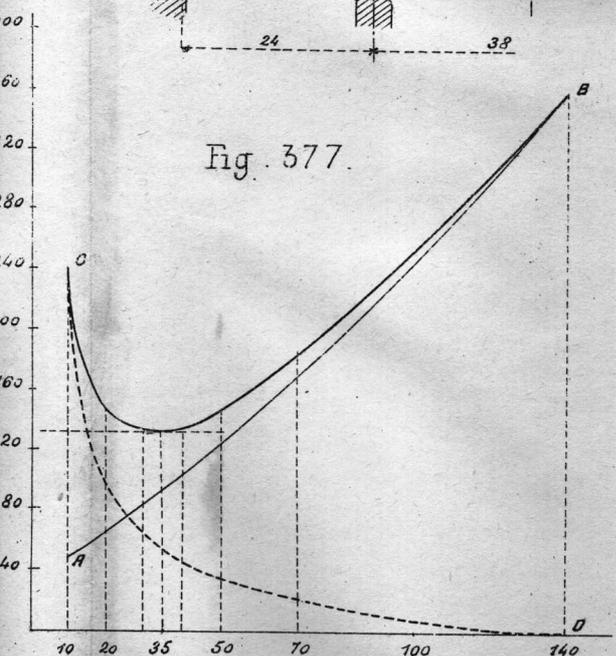


Fig. 380.

