

# REVISTA TÉCNICA

FUNDADA EN  
ABRIL 1895

DIRECTOR: ENRIQUE CHANOVARDIE

MAYO y JUNIO DE 1910



INGENIERIA



AÑO XV° — N.º 252

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

**SUMARIO:** Métodos gráficos para el cálculo de las obras de hormigón armado, por **Enrique Butty**.—ELECTROTÉCNICA: El alumbrado económico por lámpara eléctrica, por el ingeniero **Manuel Beninson**.—Derivaciones en ríos de aguas muy turbias, por el ingeniero **José S. Corti**.—PUENTES METÁLICOS: Viguetas, (continuación), por el ingeniero **Fernando Segovia**.—La Sociedad de Educación Industrial, por **E. Butty**.—AGRIMENSURA: La superficie del territorio de la República O. del U., por **Melitón González**.—BIBLIOGRAFÍA: Revistas, por **E. B.**—Pliegos números 14 y 15 de la Compilación de estudios sobre transportes por ferrocarriles, por el ingeniero **Tomás González Roura**.

## MÉTODOS GRÁFICOS PARA EL CÁLCULO DE LAS OBRAS DE HORMIGÓN ARMADO.

### NOCIONES GENERALES

Los distintos métodos existentes para determinar las dimensiones de las obras de hormigón armado, conducen á fórmulas complicadas que hacen sumamente laboriosos los cálculos de esta clase de construcciones.

Con el objeto de subsanar este inconveniente se ha llegado en numerosas tentativas á fórmulas más ó menos empíricas, pero de cierta sencillez. Para fundar su prescindencia de los principios teóricos, sus autores se basan en la aparente anarquía que sobre los mismos existe entre los distintos métodos, sosteniendo la inutilidad de esmerarse en cálculos precisos y largos, cuando la base de los mismos no es segura.

Pero tal anarquía no existe en realidad. Solo puede vérsela cuando se hace de estos métodos un estudio superficial. Todos admiten en efecto, la hipótesis del plano, el gran principio de la resistencia de materiales, que tiene ya su suficiente comprobación *a posteriori* por el com-

portamiento de las arriesgadas obras, que solo con su ayuda han podido construirse.

Admiten además la ley de la elasticidad de Hook en virtud de la cual las tensiones son proporcionales á las distancias á la línea neutral y á una misma distancia varían en razón inversa del módulo de elasticidad.

En estos dos principios están de acuerdo todos los autores. En lo que varían es en los distintos valores que atribuyen al módulo de elasticidad del hormigón. De las experiencias precisas parece deducirse que este no es constante, sino que varía según una cierta ley á partir de la línea neutral; en virtud de esta variación las tensiones de compresión en el hormigón no se distribuyen según una función lineal, sino una cuyo grado varía entre 1,1 y 1,2. La pequeñez de este exponente hace que prácticamente se pueda prescindir del mismo y suponer constante el módulo de elasticidad del hormigón á la compresión.

Por lo que respecta á la tracción pueden hacerse las mismas consideraciones. Pero dada la pequeñez de este módulo y el hecho de que en muchos casos, sobretudo en las zonas alejadas de la línea neutral, puede ser nulo, debido á

grietas ocasionadas por mala mezcla del hormigón, por cambios de temperatura y por otras circunstancias difíciles de precisar, se suele despreciar la resistencia á la tracción en el hormigón, sobre todo en los últimos métodos. Según esta hipótesis todos los esfuerzos de tracción son absorbidos por la armadura inferior, y el hormigón abajo de la línea neutra solo tiene por objeto encerrar á las barras de las mismas y acompañarlas en sus deformaciones, en virtud de la adherencia.

En resumen, podemos decir que actualmente y en virtud de las experiencias hechas sobre el módulo de elasticidad del hormigón, prevalece el criterio de considerarlo constante á la compresión y nulo á la tracción. Esto es lo que se hace en los métodos que más se siguen entre nosotros, el de Tedesco y el de los ingenieros alemanes.

Pero algunos entran en una contradicción, y es que al determinar la línea neutra consideran que todo el hormigón pueda trabajar á la tracción y con un módulo de elasticidad igual al de compresión, y luego al determinar las tensiones desprecian completamente la tracción en el hormigón. De aquí nace que la suma de los esfuerzos de compresión no sea casi nunca igual á la de los de tracción, y por lo tanto que las tensiones interiores no constituyan una cupla que equilibre el momento de las fuerzas exteriores. Los trabajos del hormigón á que se llegan con éstas fórmulas son mucho menores en algunos casos que con los alemanes. En un artículo que sobre estos asuntos publicó el Ing. Kambo en los últimos números de la *Ingeniería* del año pasado hace un cálculo comparativo empleando estos dos métodos y llega á diferencias de tensiones en el hormigón de  $10 \text{ kgcm}^{-2}$ , valor que es de bastante importancia.

Nos parece por lo tanto mucho más racional y aceptable el método alemán que expone Kersten en su conocida obrita *La Construction en béton armé*.

Las fórmulas á que llega, son bastantes largas y originan cálculos algún tanto laboriosos.

Hemos creído que una interpretación gráfica de las mismas pueda ser de aplicación práctica. De las soluciones que proponemos algunas ya han sido estudiadas y publicadas en varias obras, entre otras, la del Ing. alemán Emperger.

Nos proponemos sin embargo reunir en conjunto estos procedimientos, formando un método

completo de cálculo gráfico de las obras de hormigón armado, que pueda tener aplicación directa en los distintos casos particulares que en la práctica puedan presentarse, indicando de paso algunas soluciones propias que creemos puedan ser de utilidad.

#### TEOREMA GENERAL

Comenzaremos por demostrar, que la determinación de la línea neutra de una sección de hormigón armado, si se admiten las hipótesis anteriores, se reduce á hallar una línea para la que sea nulo el momento estático de la misma, pero considerando á los distintos elementos con un valor ó intensidad proporcional al módulo de elasticidad correspondiente.

Sea M O P Q (fig. 1.) la sección de una viga de hormigón armado de forma cualquiera y simétrica con respecto á x y. Supongamos ya determinado el eje neutro N N' y adoptemos las siguientes notaciones, que conservaremos en toda nuestra exposición:

$h$  = altura total de la viga, en centímetros.

$a$  = distancia entre la armadura situada abajo de la línea neutra y la fibra inferior de la viga en centímetros (medida desde el centro de gravedad de la sección de la armadura).

$a'$  = distancia entre la armadura situada arriba de la línea neutra y la fibra superior de la viga, en centímetros (medida también á partir del centro de gravedad de la armadura).

$b_x$  = ancho de la viga á una distancia  $x$  de la fibra superior, en centímetros.

$h' = h - a$

$x_n$  = distancia entre la línea neutra y la fibra superior de la viga, en centímetros.

$\sigma_b, \sigma_e, \sigma'_e$  = tensiones máximas en el hormigón y las armaduras inferior y superior, respectivamente, en  $\text{kgcm}^{-2}$ .

$f_e$  y  $f'_e$  = secciones totales de las armaduras inferior y superior respectivamente, en centímetros cuadrados.

$E_b$  y  $E_e$  = módulos de elasticidad del hormigón á la compresión y del fierro, en  $\text{kgcm}^{-2}$ .

Según lo anteriormente admitido las tensiones del hormigón en la zona comprimida se repartirán según un sólido cuya base sea la superficie N' M N<sub>1</sub>' y que termina superiormente en un plano, cuya traza es C E.

En cuanto á la parte sometida á la tracción sabemos que son nulas.

Si llamamos entonces  $\sigma_b$  la tensión máxima en la fibra más alejada del eje neutro y con-



Sustituyendo estos valores en las anteriores, tenemos

$$\frac{\frac{\sigma_b}{E_b}}{\frac{\sigma_e}{E_e}} = \frac{x_n}{h' - x_n}$$

$$\sigma_e = \frac{\sigma_b E_e (h' - x_n)}{x_n E_b}$$

$$\frac{\frac{\sigma_b}{E_b}}{\frac{\sigma'_e}{E_e}} = \frac{x_n}{x_n - a'}$$

$$\sigma'_e = \frac{\sigma_b E_e (x_n - a')}{x_n E_b}$$

Sustituyendo finalmente estos valores de  $\sigma_e$  y  $\sigma'_e$  en la (2) se tiene

$$\begin{aligned} \sigma_b \int_0^{x_n} b_x \frac{(x_n - x)}{x_n} dx + \frac{\sigma_b E_e (x_n - a')}{x_n E_b} f_e &= \\ = \frac{\sigma_b E_e (h' - x_n)}{x_n E_b} f_e \end{aligned}$$

y simplificando

$$(3) E_b \int_0^{x_n} b_x dx (x_n - x) + E_e f_e (x_n - a') = E_e f_e (h' - x_n)$$

Trataremos de interpretar ahora esta ecuación.

En el primer término  $b_x dx$  es el área elemental  $m' n' y x_n - x$  es su distancia á la línea neutra; luego el producto

$$b_x dx (x_n - x)$$

es el momento estático de dicha superficie con respecto á la línea neutra. Finalmente la integral

$$\int_0^{x_n} b_x dx (x_n - x)$$

es el mismo momento estático extendido á toda la superficie situada arriba de dicha línea.

En cuanto á los otros términos es fácil ver que

$$f_e (x_n - a') \text{ y } f_e (h' - x_n)$$

son los momentos estáticos de las secciones de las armaduras con respecto al eje neutro. Por

otro lado cada uno de estos momentos estáticos va multiplicando por el módulo de elasticidad que le corresponde, vale decir que las superficies al considerar estos momentos, se toman proporcionales á los mismos, que era lo que nos habíamos propuesto demostrar.

Dividiendo la (3) por  $E_e$  tendremos

$$\frac{E_b}{E_e} \int_0^{x_n} b_x (x_n - x) dx + f_e (x_n - a') = f_e (h' - x_n)$$

y haciendo

$$\frac{E_e}{E_b} = n$$

resulta

$$(3 \text{ bis}) \frac{1}{n} \int_0^{x_n} b_x (x_n - x) dx + f_e (x_n - a') = f_e (h' - x_n)$$

Ecuación que se puede expresar en lenguaje común diciendo *que los efectos de la determinación de la línea neutra se debe considerar al hormigón como teniendo una «intensidad de sección»  $n$  veces menor que el hierro.*

En cuanto al valor de  $n$  varía según los distintos autores de 10 á 20; adoptaremos  $n = 15$  siguiendo á los ingenieros alemanes.

Sentado este teorema, pasemos al cálculo gráfico de las distintas vigas que en la práctica pueden presentarse, comenzando por el caso más general de una viga de forma cualquiera.

## FLEXIÓN SIMPLE

### VIGA DE FORMA CUALQUIERA

EJE NÉUTRO.—Sea  $M O P Q$  (fig. 2) la mitad de la sección de una viga de forma cualquiera, armada superior é inferiormente, cuyo eje neutro nos proponemos determinar gráficamente.

Para ello dividamos la sección en una serie de fajas paralelas de ancho constante  $e$ , á partir del punto  $M$ .

En los puntos medios del ancho de estas fajas supongamos aplicadas fuerzas horizontales cuyo valor sea la ordenada media  $b$  de las mismas

Sobre una horizontal cualquiera  $m n$  y á partir del punto  $m$  llevemos hácia la izquierda las magnitudes  $m_1, m_2, m_3, m_4, \dots$  iguales respectivamente á  $b_1, b_2, b_3, b_4, \dots$  Sobre la misma y hácia la derecha llevemos

$$\overline{m p} = \frac{n f_e'}{e} \text{ y } \overline{p q} = \frac{n f_e}{e}$$

Tracemos en  $m$  una normal á la  $m n$  y tomemos en ella una magnitud

$$k = o m$$

como distancia polar y con  $o$  como polo construyamos un polígono funicular  $X A B C D E \dots$  de las fuerzas  $b_1, b_2, b_3, \dots$

Además construyamos el polígono  $X H J K$  de las fuerzas  $\frac{n f e'}{e}$  y  $n \frac{f e}{e}$  y prolongemos  $J K$  hasta cortar al polígono anterior con el punto  $N$ .

expresión que es aproximadamente el momento estático de la superficie del hormigón situada arriba de la línea  $N N_1$  con respecto á la misma.

Además se tiene

$$k \overline{N'' N'} = \frac{n f e'}{e} (x_n - a')$$

y multiplicando por  $e$

$$k e \overline{N'' N'} = n f e' (x_n - a')$$

momento estático de  $n$  veces la sección de la armadura superior con respecto á la misma línea.

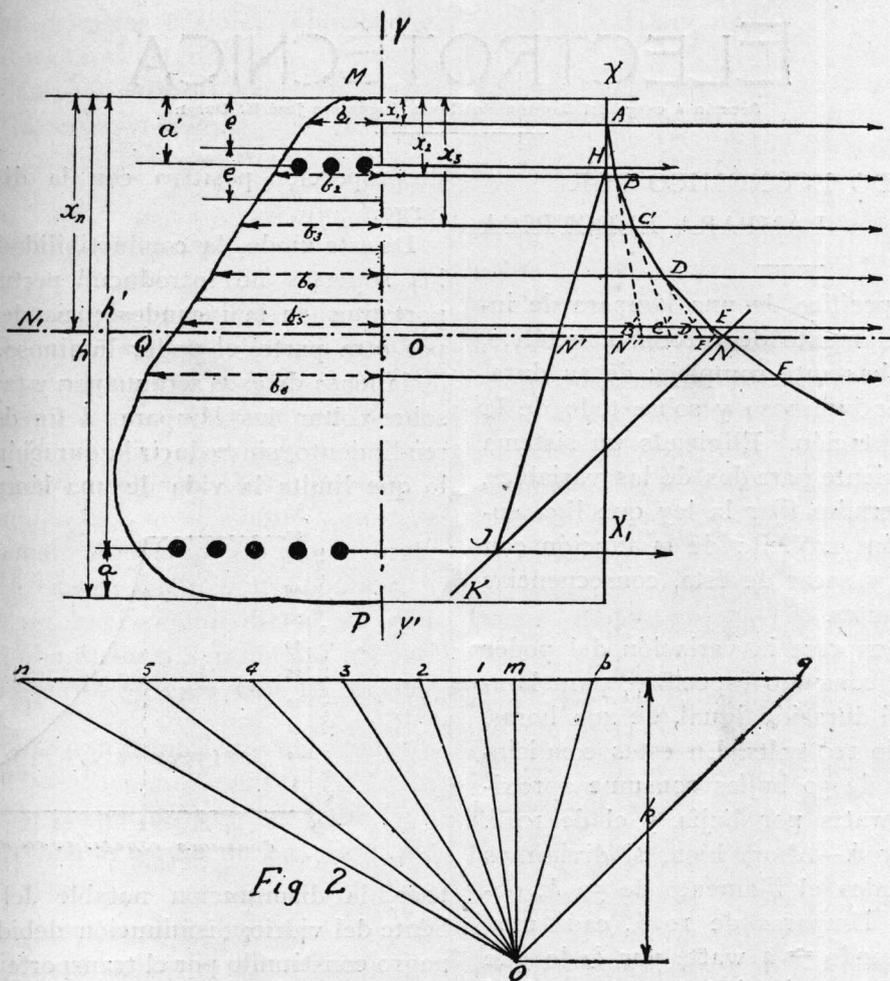


Fig 2

Este punto nos determina la línea néutra, con una aproximación tanto mayor cuanto menor sea el ancho  $e$  de las zonas en que hemos dividido la superficie de la sección.

En efecto, la ordenada  $N'' N$  interceptada por  $X X_1$  y el polígono  $X A B C D E \dots$  sobre la horizontal que pasa por  $N$  es igual á

$$k \overline{N'' N} = b_1 (x_n - x_1) + b_2 (x_n - x_2) + b_3 (x_n - x_3) + \dots = \sum_1^n b (x_n - x)$$

y multiplicando los dos miembros por  $e$  se tiene

$$k e \overline{N'' N} = \sum_1^n e b (x_n - x)$$

Por otro lado tenemos también que

$$k \overline{N' N} = \frac{n f e'}{e} (h' - x_n)$$

$$e k \overline{N' N} = n f e' (h' - x_n)$$

momento de  $n$  veces la sección de la armadura inferior con respecto á  $N N_1$ .

De la figura se saca

$$\overline{N'' N} + \overline{N' N} = \overline{N' N}$$

ó sea sustiuyendo valores y simplificando

$$\sum_1^n e b (x_n - x) + n f e' (x_n - a') = n f e' (h' - x_n)$$

Esta expresión es aproximadamente la (3 bis), puesto que

$$\sum_1^n e b (x_n - x) \approx \int_0^{x_n} b_x (x_n - x) dx$$

y con tanta más aproximación cuanto menor sea  $e$ .

Queda con esto demostrado que  $NN_1$  es el eje neutro.

Si las armaduras se hubieran distribuido por toda la sección, se determinaría del mismo modo

la línea neutra, aplicando á cada una de las barras una fuerza igual á  $\frac{n}{e}$  veces su sección y construyendo un polígono funicular de las mismas. Su último lado nos determinaría, en efecto, con su intersección con el polígono X A B C D... el eje neutro.

ENRIQUE BUTTY.

(Continúa).

## ELECTROTÉCNICA

Sección á cargo del Capitán de Navío, Ingeniero José E. Durand

### EL ALUMBRADO ECONÓMICO POR LÁMPARA ELÉCTRICA

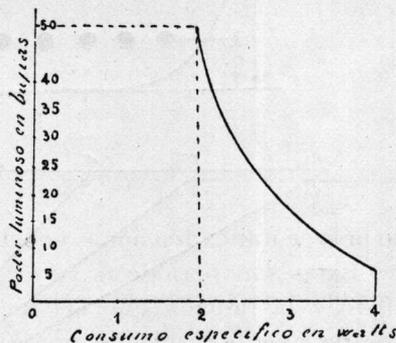
El consumo específico de una lámpara de incandescencia, á filamento de carbón ó metálico, es una función bastante compleja: de su duración, de su poder luminoso y sobre todo de la tensión de alimentación. Eligiendo un sistema de valores conveniente para dos de las variables, la experiencia permite fijar la ley que liga entonces la relación explícita de la función con el 3<sup>er</sup> parámetro y sacar de ésta, consecuencias prácticas importantes.

La curva (1) expresa la variación del poder luminoso con el consumo específico, para lámparas de carbón, á duración igual, de 400 horas, y alimentadas bajo 110 volts. En estas condiciones, el filamento de 50 bujías consume aproximadamente de 2 watts por bujía, y el de 10  $b$ . gasta 3,5 w. por  $b$ .—Ahora bien, si dividimos en 5 partes iguales el filamento de 50  $b$ ., obtendremos cinco lámparas de 10  $b$ ., cada una, bajo 22 volts, gastando  $\approx$  2 watts por  $b$ .; lo que representa una economía de 15 watts, más ó menos, sobre la lámpara de igual poder luminoso, pero de 110 volts.

Los ensayos hechos, últimamente, sobre todas las lámparas nuevas, á filamento metálico, han confirmado el mismo resultado, ó sea: que realizan una economía apreciable de corriente adoptando tensiones de alimentación bajas, y que las lámparas de 20 volts, más ó menos, tienen un consumo específico mínimo. Entonces, los filamentos económicos deben tener una resistencia eléctrica mucho más débil que la de los más empleados hoy día; y para este fin creemos que sería conveniente aumentar la sección en una

desproporción positiva con la disminución del largo.

De este modo, la conductibilidad calorífica de los soportes no introducirá perturbaciones importantes en la incandescencia del filamento, y por otra parte, el poder luminoso, dependiendo de la masa de éste, será mayor; y también podrán sobre-voltar las lámparas á fin de mejorar su rendimiento, sin reducir la duración.—En efecto, lo que limita la vida de una lámpara es, sobre



todo, la disminución notable del poder absorbente del vidrio; disminución debida al depósito negro constituido por el transporte sobre la ampolla de partículas del filamento.

Y es sabido que este depósito depende, únicamente, de la temperatura superficial del filamento; entonces, para una misma duración, cuando la sección es mayor, se puede admitir una temperatura interna mayor (5 % de sobre-tensión aumenta de 20 % el poder luminoso de un filamento de carbón).

Las ventajas de las lámparas á baja tensión y á filamento grueso son todavía más sensibles cuando la distribución es de corriente alternada. El voltaje indicado sobre la lámpara es la tensión eficaz  $E$  de la corriente.

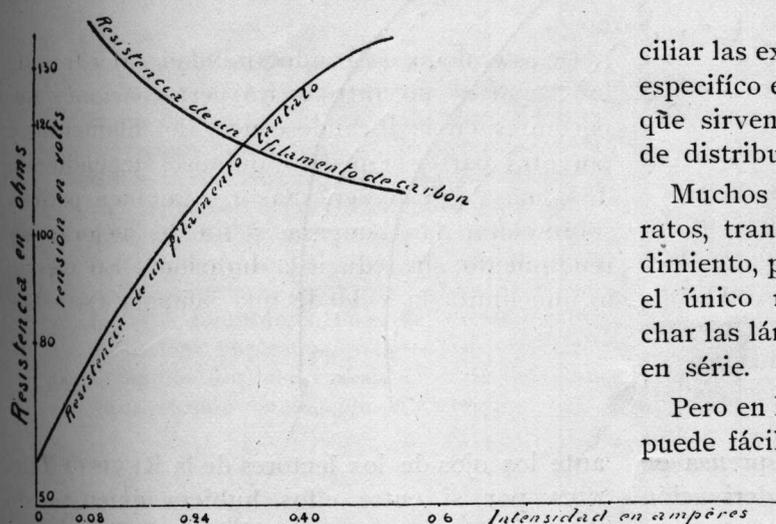
Sea  $e$  el valor instantáneo de la fuerza electro-

motriz, y T su período; entonces tendremos la relación:

$$E = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T e^2 dt}$$

En el caso de una corriente teórica sinusoidal perfecta, la fuerza electromotriz máxima E' sería igual a  $\sqrt{2}$  E. Es fácil pues, darse cuenta de la amplitud de las oscilaciones de temperatura del filamento; y si se trata de lámparas metálicas, éste entrará en fusión á cada 1/4 de período. (Las curvas (2) permiten calcular la variación de la temperatura con el voltage á los terminales de una lámpara, siendo conocidas las relaciones entre la resistencia y la temperatura).

Hay que agregar que la generatriz de corriente



alternada no provee nunca tensiones exactamente sinusoidales. Estas son periódicas [ $e = f(t) = f(t + T)$ ], y la función que las representa puede expresarse bajo la forma de una suma de funciones sinusoidales:

$$e = a_1 \text{ sen } \omega t + a_2 \text{ sen } 2 \omega t + \dots + a_n \text{ sen } n \omega t + \dots + b_1 \text{ cos } \omega t + b_2 \text{ cos } 2 \omega t + \dots + b_n \text{ cos } n \omega t + \dots$$

Los coeficientes son:

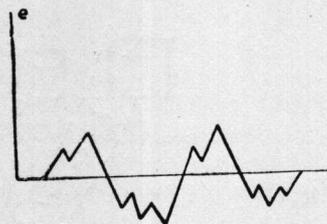
$$a_n = \frac{2}{T} \int_0^T f(t) \text{ sen } n \omega t dt$$

$$b_n = \frac{2}{T} \int_0^T f(t) \text{ cos } n \omega t dt$$

Las curvas características de las corrientes industriales son, pues, á puntos acentuados (esq. 3), y la diferencia entre los valores eficaz y máximo

de la fuerza electromotriz es todavía mayor. Pero, cuanto más grueso sea el filamento empleado, tanto menor variación de temperatura soportará en cada período: los filamentos de masa mayor forman volante, cuya inercia disminuye la amplitud de la variación de temperatura. También estas lámparas son las únicas que pueden dar resultados satisfactorios sobre corrientes de baja frecuencia:

Se trata de ver, ahora, como se puede con-



ciliar las exigencias de los filamentos á consumo específico económico, con las leyes de economía que sirven de base en los cálculos de una red de distribución de alumbrado.

Muchos técnicos se ocupan de combinar aparatos, transformadores de tensión, de buen rendimiento, para corriente continua. Pero, hoy día, el único modo, poco recomendable, de aprovechar las lámparas á baja tensión es colocándolas en serie.

Pero en los circuitos á corriente alternada, se puede fácilmente cambiar el voltage por medio

del transformador estático. Las pérdidas á vacío de éste son insignificantes; lo mismo si la red es de 110 volts, conviene bajar la tensión de cada lámpara, ó mejor de cada grupo de lámparas, empleando el transformador-economisor, según el sistema conocido Weissmann-Wydots.

MANUEL BENINSON.

### DERIVACIONES EN RÍOS DE AGUAS MUY TURBIAS

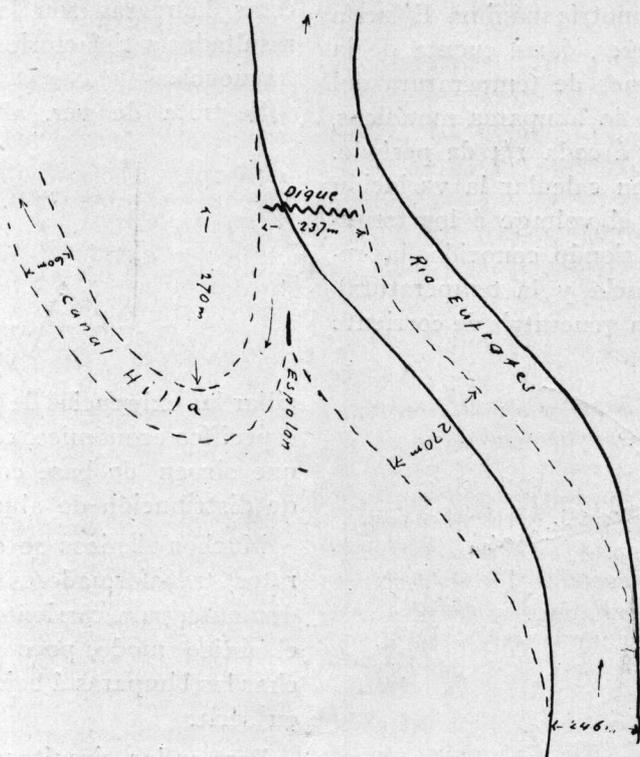
Sir William Willcocks, el conocido Ingeniero Hidráulico que se ha dedicado especialmente á la irrigación, hace la siguiente consulta á sus colegas de todo el mundo:

Encargado de importantes estudios de irrigación en la cuenca del Río Eufrates, se ha encontrado en la necesidad de proyectar una

derivación en un trecho del río que tiene aproximadamente la configuración indicada en líneas llenas en el croquis, y piensa que esa derivación podría llevarse á cabo ventajosamente desviando el lecho del río según está indicado en líneas

las líneas generales de su proyecto, y les invita á que expongan las observaciones que su práctica les sugiera.

Habiendo encontrado esta invitación en Engineering News he creído conveniente ponerla



punteadas, construyendo un dique de prensa en un punto apropiado y haciendo la derivación 270 m. *agua arriba*, pero en forma que el agua, al salir del río para entrar al canal, lo haga *en sentido contrario* al del movimiento que tiene en el río.

«Todas las derivaciones naturales con pendientes suaves», dice, «que no se obstruyen con los sedimentos, se hacen, según he podido observar, en la forma que propongo para la derivación de Hilla, siempre del lado de aguas «mansas, con la corriente principal del río en «la margen opuesta, y en puntos en que el lecho «del río tiene mayor ancho que en su sección normal».

«En el Canal Hilla la pendiente es de 1:25.000 «con profundidades de agua de 3 m. El Río «Eufrates tiene la misma pendiente, pero con «7 m. 50 de agua. Yo propongo construir un «umbral en la boca de la derivación, de modo «que no pueda entrar al Canal sino el agua que «corre por la parte alta de la Sección del Río».

Willcocks pone en conocimiento de sus colegas

ante los ojos de los lectores de la REVISTA TÉCNICA por si entre ellos hubiera quien pueda ilustrar el punto en cuestión.

Mendoza, Septiembre de 1910.

JOSÉ S. CORTI.

## PUENTES METÁLICOS

### VIGUETAS

(Continuación—Véase Núm. 250)

En el número anterior de la REVISTA TÉCNICA, nos ocupábamos del cálculo de las viguetas transversales en los puentes metálicos; vamos á completar ahora los diversos puntos enunciados en aquel artículo:

1°. *La vigueta considerada como una viga simplemente apoyada.*

Este cálculo puede aplicarse en la casi totalidad de los casos, para obtener un mayor momento de flexión y un mayor esfuerzo de corte. Como las viguetas en general van á mayor distancia de 3 metros unas de otras, no habrá la disminución de esfuerzos ó alivio mutuo de que hablamos al tratar de las experiencias de Rabut. La distancia entre viguetas depende de la viga principal y cuando se proyecte un puente Town se podrán colocar estas piezas á la distancia que se quiera, cosa que no sucede en los demás tipos de puen.

tes, pues la separación de los nudos regula la de las viguetas.

Para el cálculo de una vigueta hay que estudiar primeramente cuales serán las cargas máximas que va á soportar y entonces tendremos:

- a).—Determinación del momento de flexión y esfuerzo de este producido por el peso propio supuesto de la vigueta.
- b).—Valores análogos producidos por la carga permanente (rieles, durmientes y largueros).
- c).—Valores análogos producidos por la carga accidental.
- d).—Acción del viento, buscando el recargo de la fuerza opuesta al lado de donde aquel sopla.
- e).—Consideración de las cargas dinámicas agregando al momento total el valor 2 (15-1) %, siendo 1 la luz de las viguetas.
- f).—Determinación del módulo de resistencia por la fórmula conocida

$$\frac{M}{S} = \frac{I}{v}$$

en donde S nunca podrá pasar de 1000 kilogramos por centímetro cuadrado; con preferencia se aconseja el valor de 800 por ser la superestructura la que recibe directamente la acción de las cargas estáticas y dinámicas.

- g).—Determinación del perfil compuesto que satisfaga al modelo encontrado, debiendo tener cuidado de comprobar como indicamos en artículos anteriores de que el trabajo no es superior al admitido, á causa de la combinación de perfiles empleados.
- h).—Comprobación del trabajo al corte del alma de la sección elegida por la fórmula

$$S_1 = \frac{SR}{I_2}$$

en donde

S = momento estático.

R = reacción máxima.

I = momento de inercia.

Z = espesor del alma.

S, no debe pasar de 600 kilos por centímetro cuadrado.

Teniendo en cuenta todas estas consideraciones, se habrá calculado una vigueta resistente y de acuerdo con los métodos actuales corroborados por la ciencia de la experimentación.

2º).—La vigueta considerada como una viga empotrada.

En realidad, como la union de la vigueta con la viga principal es sumamente rígida se tiene en ella un verdadero empotramiento, de modo que el cálculo debería efectuarse en estas condiciones; pero como no hay que tratar de conseguir una economía de material en la superestructura que es casi la parte más delicada de los puentes metálicos; resulta pues que el momento de empotramiento no será utilizado sino para el cálculo de la roblonadura.

La fórmula á emplear sería llamando P y P<sub>1</sub> las dos cargas que actuan en los largueros, x la distancia de cada apoyo á estas cargas, l la distancia entre cargas y L, la luz de las viguetas:

$$M_1 = \frac{P}{L^2} x (L - x)^2 + \frac{P_1}{L^2} (1 + x) x^2$$

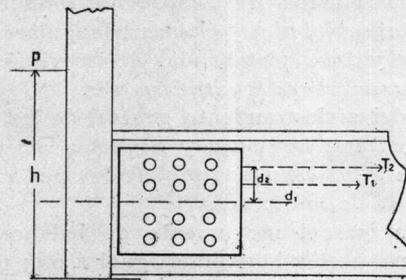
en donde M<sub>1</sub> es el momento de empotramiento buscado.

El diagrama de los momentos en el caso de una viga empotrada da lugar á dos puntos de inflexión; por consiguiente habrá inversión de trabajos en la vigueta, cosa que no perjudica porque la sección es simétrica y está calculada para un momento muy superior al producido en caso de empotramiento.

3).—Cuando en un puente no hay arriostamiento superior la vigueta trabajará á una flexión producida por las cargas y á un flexionamiento originado por el esfuerzo del viento y las deformaciones de las vigas principales.

Este suplemento de esfuerzos es fácil de calcular y debe siempre tenerse en cuenta.

En este caso las uniones de las viguetas con las vigas principales sufren un suplemento de trabajo que se puede tener en cuenta de la manera siguiente:



Si llamamos p el esfuerzo del viento por unidad de li su brazo de palanca, T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> los esfuerzos de corte en las diferentes filas horizontales de los roblones de unión y d<sub>2</sub> y d<sub>1</sub> sus distancias á la fibra neutra de la vigueta tendremos:

$$M = p h$$

$$\frac{M}{2} = T_2 d_2 + T_1 d_1$$

Admitiendo que los esfuerzos de corte en las diferentes filas horizontales de los roblones varían según las ordenadas de una recta

$$\frac{T_2}{d_2} = \frac{T_1}{d_1}$$

$$T_1 = \frac{T_2 d_1}{d_2}$$

$$T_2 (d_2 + \frac{d_1^2}{d_2})$$

$$2 T_2 (d_2 + \frac{d_1^2}{d_2}) = M$$

$$T_2 = \frac{M}{2 (d_2 + \frac{d_1^2}{d_2})} = 2 n \frac{\pi d^2 \rho}{4 t}$$

que nos permite determinar el esfuerzo suplementario de los roblones de unión de las viguetas con las vigas principales.

4).—Cuando hay arriostamientos superiores, sobre todo en los puentes en N ó semiparabólicos se forman los llamados pórticos de entrada por los montates, las viguetas y las riostras superiores. El cálculo de la vigueta teniendo en cuenta la deformación del pórtico no origina en general un mayor esfuerzo en aquella pieza que el obtenido aplicando el método explicado al principio de este artículo.

Dejo pues el estudio completo del pórtico de entrada para cuando trate la acción del viento por considerar que entonces se producen los mayores esfuerzos que pueden hasta hacer peligrar la estabilidad de una obra 5).—*Estudio de las uniones.*

La unión de la vigueta con la viga principal es asunto de sumo interés y no debe mirarse la economía en esta cuestión fundamental, pues todos los esfuerzos de la carga accidental serán transmitidos á las vigas principales por intermedio de las viguetas.

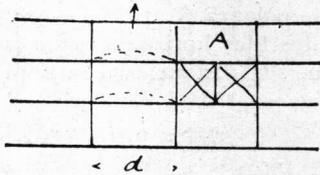
Para detalles de uniones remito al lector á los números 233 y 249 de esta revista.

Cuando la vigueta va remachada simplemente al montante el cálculo de la unión se hará aplicando las fórmulas explicadas en el número 249. Los grandes valores que se encontrarán para los coeficientes de trabajo al corte en los remaches, indican que no podrá emplearse en general este modo de unión sin grandes refuerzos consistentes en chapas horizontales remachadas al cordón inferior y chapas triangulares unidas al montante y á las platabandas de las viguetas.

6).—*Arriostramiento de la superestructura.*

Además del arriostramiento general de los puentes, deben arriostrarse largueros y viguetas con el objeto de oponerse á los esfuerzos producidos por el *balanceo y enfrenamiento* de los trenes.

Se admite que el movimiento de balanceo puede provocar una acción horizontal igual á  $0,15 p$ , siendo  $p$  la carga accidental.



Si por ejemplo esta carga fuera de 6000 kg. por metro de via, la acción horizontal sería  $0,15 \times 6000 = 900$  kg.

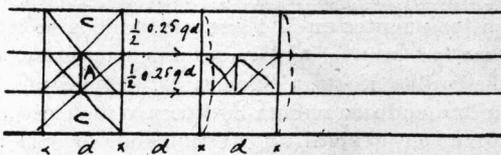
Si llamamos  $d$  la distancia entre viguetas, el esfuerzo será

$$1,15 q. d. = B$$

Este valor  $B$  tiende á hacer flexionar los largueros en la forma punteada que aparece en el croquis y para evitarlo hay que colocar entre las platabandas superiores de los largueros ó longrinas un arriostramiento  $A$  que impide esta flexión lateral horizontal.

Cuando hubiera necesidad de enfrenar un tren en un puente se producirá un esfuerzo longitudinal horizontal de mucha importancia que tiene por valor  $0,25 L_q$  para un máximo de un tren de peso  $L_q$ . En general para cada larguero de acuerdo con las notaciones anteriores tendremos un esfuerzo

$$D = \frac{1}{2} \times 0,25 \times q d$$



Es claro que estos esfuerzos  $D$  tienden á hacer flexio-

nar las viguetas y recargan los trabajos que sufren las uniones de las viguetas con las vigas principales.

Para impedir esta flexión se agrega al arriostramiento  $A$ , el  $C$ , de modo que toda la superestructura queda convenientemente arriostrada.

Su cálculo es elemental; en general se colocan cantoneras de sección  $80 \times 80 \times 10$  que se unen á las platabandas superiores.

En varios artículos de esta revista me he ocupado de la superestructura de los puentes metálicos y sobre todo cuando estos son para ferrocarril; en las conferencias de clase he tratado de circular el fundamento de que esta parte de las construcciones deben calcularse con todo cuidado pues son las piezas más recargadas en un puente, reciben directamente las cargas accidentales estáticas y dinámicas y sus uniones constituyen uno de los puntos más delicados en el conjunto armónico que forma el puente metálico. Antes de que el eminente Rabut comenzara sus estudios, ó mejor dicho hasta hace muy pocos años en que empezó á vulgarizarse *la ciencia de la experiencia*, la superestructura de los puentes se calcula como la cosa más sencilla del sistema, una pequeña investigación estática era suficiente, las remachaduras casi ni en cuenta se tenían. Los desastres sufridos, las sumas invertidas en composuras han abierto los ojos de constructores é ingenieros y como hay que dar el mérito á quien corresponde no puedo menos de transcribir los siguientes párrafos que en uno de sus artículos escribe el ingeniero Rabut.

La deformación teórica de las viguetas y largueros se calcula generalmente considerando cada una de estas piezas como simplemente colocadas sobre apoyos fijos: Los resultados así obtenidos estan muy lejos en general de aquellos obtenidos por la experiencia, y se constata que esta divergencia no desaparece, más bien aumenta cuando se reemplaza la hipótesis del apoyo simple por aquella del empotramiento completo ó incompleto. Al contrario, resulta de las experiencias que hemos hecho especialmente en el puente d'Eanplet, que nos acercamos á la realidad asimilando una fila de largueros á una viga continua sobre apoyos elásticos, y la vigueta á una viga aislada cuyos apoyos serían igualmente elásticos. No es aquí el lugar de dar detalles sobre la teoría de este sistema de vigas, que generaliza el de las vigas continuas á apoyos fijos y en la cual según toda apariencia, las necesidades de la experimentación harán hacer progresos rápidos.

Entre tanto el cálculo usual, tan grosero como debe hacerse, aunque no sea más que para servir de término de comparación é indicar el sentido de las correcciones que fueron necesarias.

En estas condiciones los dibujos relativos á las viguetas son muy sencillos porque todas sus deformaciones son proporcionales á la reacción del larguero. No hay más que trazar una sola línea de influencia, que es recta y deducir de ella la línea representativa de las variaciones al paso del tren de prueba que se compone de líneas rectas. Es suficiente hacer la determinación de los valores absolutos para las secciones si-

tuadas en correspondencia de los rieles por lo que atañe al trabajo, en el medio para la flecha propia y á las extremidades para la inclinación.

En cuanto al larguero, se calcula como los cordones de una viga recta. La determina la línea de variación del trabajo de flexión y de la flecha propia en el medio de la viga y la de la inclinación propia en las extremidades.

Dice también Rabut:

A veces hay también que elegir cuales serán los largueros ó viguetas que hay que someter á la experimentación. Aquí, el cálculo no da ninguna indicación para la elección á hacer, porque teóricamente todas las viguetas trabajan de la misma manera y todos los largueros también; pero se sabe desde mucho tiempo que no puede ser así porque los deterioros producidos por la fatiga de estas piezas están, casi siempre, localizadas en ciertas partes del tablero: por ejemplo viguetas partidas y reemplazadas varias veces seguidas se romperán de nuevo en poco tiempo, entre tanto que otras durarán indefinidamente sin avería. La experimentación de la llave de estas anomalías aparentes haciendo ver que la deformación de una vigueta varía según la resistencia que le oponen las vigas principales á las cuales esta vigueta está ensamblada, y como esta resistencia varía considerablemente por diversos motivos, del medio á las extremidades del tablero, sucede lo mismo para la deformación de las viguetas y por consiguiente de los largueros.

Estos funcionan por otra parte como auxiliares de los cordones inferiores de las vigas principales.

Es así que según las variaciones de la resistencia de las vigas principales podrá uno guiarse para elegir las viguetas que se deben experimentar.

Como se vé Rabut hablaba de lo grosero del método del cálculo de la superestructura deducido de los hechos de la experimentación. Más tarde, colaboradores y discípulos del distinguido ingeniero siguieron la tarea y en números anteriores de esta Revista hemos explicado las conclusiones de los Ingenieros Letiher y Lanna.

La ciencia de la experimentación se abre paso día á día; los trabajos verificados á este respecto van formando cuerpo de doctrina y entre el modo como se calcula hoy un puente y como se calculaba hace diez años hay una enorme diferencia.

En el Congreso Científico Internacional Latino Americano que acaba de sesionar me ha tocado el honor de presentar á tan honorable asamblea el problema de la experimentación de los puentes en la América Latina, haciendo votos porque los poderes públicos creasen oficinas experimentadoras de puentes que estudiaran todo lo concerniente al ramo reuniendo los elementos para poder obtener un método de cálculo rápido y seguro de los puentes metálicos. Esta moción ha sido aprobada por unanimidad después de haber sido apoyada por el delegado chileno Ingeniero Mardones y el delegado oriental. Es de esperar que estas promesas no queden en proyecto, y que la técnica americana pueda escribir también su página en el libro de la ciencia de la experimentación de los puentes metálicos.

(Continúa).

FERNANDO SEGOVIA,

## SOCIEDAD DE EDUCACIÓN INDUSTRIAL

Armar al obrero para la lucha por la vida, proporcionándole los conocimientos que pueda aplicar en sus ocupaciones, es uno de los medios más eficaces para mejorar su situación. Con una educación encarada en el sentido de dar á los jóvenes de clase trabajadora estos conocimientos, se consigue hacer pasar á los que se distinguen, de la simple categoría de jornaleros sin oficio personal, á la de obreros inteligentes y científicamente preparados en las distintas ramas de la industria y además, se coloca á esta misma industria en condiciones de progresar con mucha más amplitud.

Esta instrucción industrial de los obreros, podemos decir que está casi olvidada por los poderes públicos en nuestra Capital, pues si bien es cierto que existe la Escuela Industrial de la Nación, también lo es que ella no llena esta misión, pues da una preparación mucho más amplia de la que necesita un obrero, formando más bien capataces ó jefes de obras, á parte de los estudios preparatorios para el ingreso á la Facultad de Ingeniería á que tiende á reducirse.

Además, sus cursos, con los seis años de que constan, son demasiado largos, pues las condiciones económicas de las familias obreras, no permiten costear, en la generalidad de los casos, los estudios de sus hijos durante tanto tiempo.

Viene á llenar en parte este vacío la Sociedad de Educación Industrial, fundada en 1900, por el Dr. Norberto Piñero.

Esta Sociedad comenzó con el capital de 7.200 \$ y gracias á las donaciones privadas cuenta hoy con un capital de 700.000 \$, distribuido del modo siguiente:

Muebles y útiles	\$	24.000
Materiales	»	2.800
Edificio de la Escuela	»	180.000
Útiles y herramientas	»	18.200
Terrenos de la Escuela	»	310.000
Pabellon Leloir	»	135.000
Maquinarias	»	30.000

Total \$ 700.000

Aparte de las donaciones, solo tiene como entradas una subvención de la Municipalidad de 1.200 \$ mensuales, y las cuotas de sus cien socios actuales.

Con ellas deben mantener un presupuesto mensual de 5.200 \$, comprendidos sueldos y gastos.

El personal de la escuela, que funciona en el edificio de las calles Lavalle y Salguero, se compone del Director, del secretario contador, de 15 profesores, de 10 maestros de talleres, 1 celador, ordenanzas, etc.

Comprende actualmente las siguientes secciones:

Aprendices Mecánicos y Electricistas; Nocturna de Dibujo para Obreros; de Chauffeurs; de Química Industrial; de Plástica y de Dibujo para Señoritas.

ESCUELA DE APRENDICES MECÁNICOS Y ELECTRICISTAS

Concurrerán á esta sección 180 alumnos de los tres años. La enseñanza que se dá es teórica y práctica. La enseñanza teórica se subdivide del modo siguiente:

1<sup>er</sup> año.—Aritmética.

Geometría Plana (1<sup>er</sup> parte).

Dibujo Geométrico.

Dibujo de Máquinas.

2<sup>o</sup> año.—Aritmética.

Geometría Plana (2<sup>a</sup> parte).

Dibujo Geométrico.

Dibujo de Máquinas.

Física (1<sup>a</sup> parte).

Elementos de Química Inorgánica.

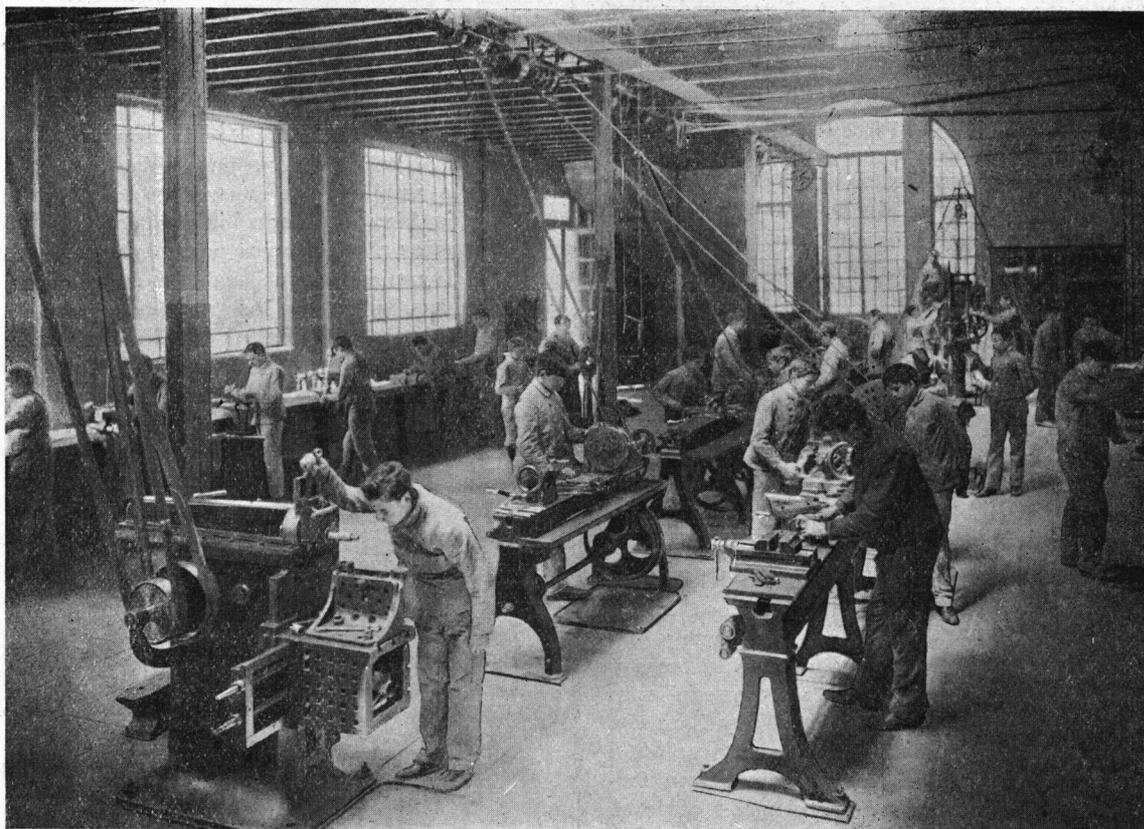
las lecciones prácticas que corresponden á cada grupo.

Estas lecciones versan sobre las materias siguientes:

1<sup>er</sup> AÑO.—*Torneado y ajustaje*.—Torneado de metales, roscas y tuercas, taladrar y barrenar á mano, ajuste de piezas simples, limar y escoplear; nombre, uso y conservación de herramientas y máquinas de taller.

*Herreros y forjadores*.—Forjado, (nociones y ejercicios). Construcción de herramientas simples; cortar, punzonar y barrenar chapas y ángulos; remachar, acoplar y ensamblar; agujerear á mano; roscas, tornillos y tuercas;

## SOCIEDAD DE EDUCACION INDUSTRIAL



TALLER DE AJUSTE (Fig. 1)

3<sup>er</sup> año.—Álgebra Elemental.

Geometría del Espacio.

Dibujo de Máquinas.

Física (2<sup>a</sup> parte).

Química y metalurgia.

Electrotécnica.

Nociones de Contabilidad.

En todas estas materias se dan las nociones de mayor aplicación.

En lo que respecta á la enseñanza práctica, los alumnos de cada año se dividen en tres grupos de *torneado y ajustaje*, *herreros y forjadores*, *fundidores y modelistas*. Los cursos de cada grupo duran tres meses, alternándose luego, á fin de que durante el año escolar, todos reciben

nombre uso y conservación de herramientas y máquinas de taller.

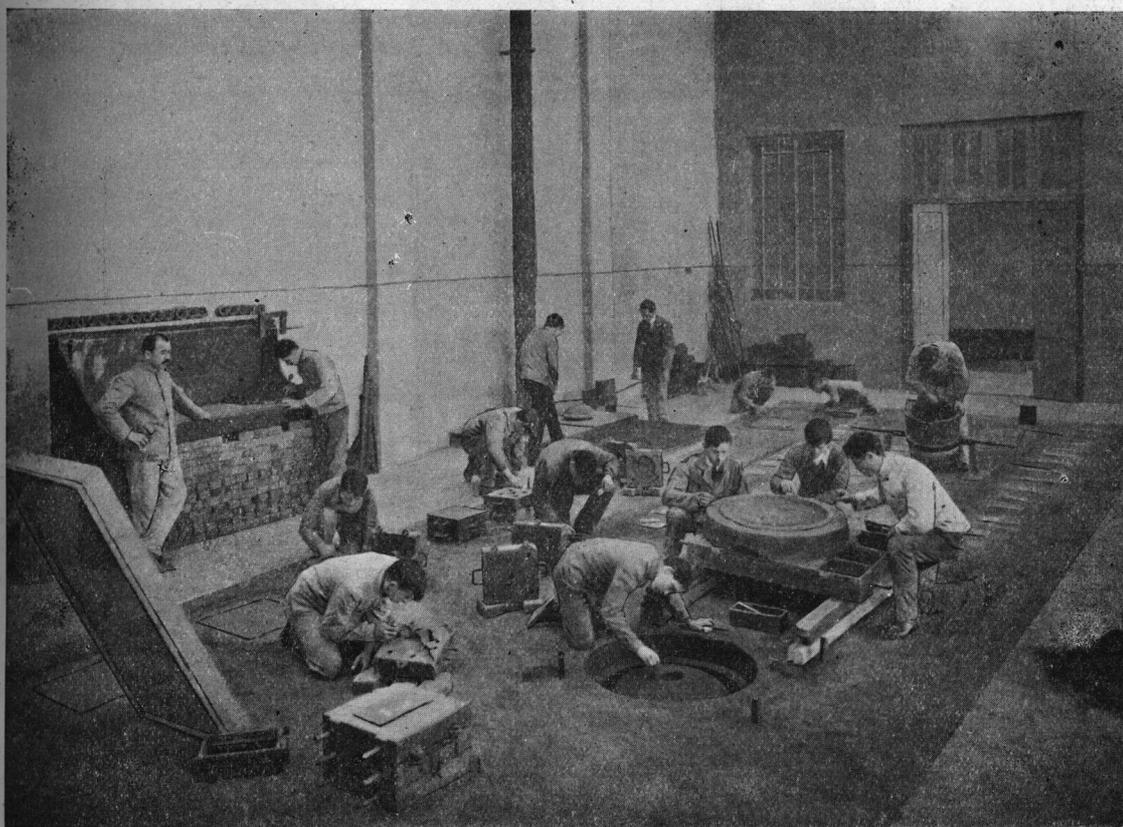
*Fundidores y modelistas*.—Construcción de modelos simples en madera, para fundición.—Torneado en madera de piezas para los mismos.—Moldeado en tierra:—Fundir hierro, plomo y zinc (primeros ejercicios), fundir bronce amarillo y colorado; nombre, uso y conservación de herramientas y máquinas de taller.

2<sup>o</sup> AÑO.—*Torneado y ajustaje*.—Tornear piezas de máquinas tales como válvulas, pistones, robinetes, etc; roscar al torno tornillos y tuercas.—Montaje, desmontaje y ajuste de piezas de máquinas á vapor, industriales y agrícolas.—Calderas, sus montajes y construc-

SOCIEDAD DE EDUCACION INDUSTRIAL



TALLER DE MODELADO (Fig. 2)



TALLER DE FUNDICIÓN (Fig. 3)

ción.—Juntas de uniones para vapor y para agua.—Reparaciones de elementos de maquinas en general.

*Herreros y forjadores.*—Forjado de piezas simples para máquinas y herramientas, cortar, punzonar y remachar ángulos, chapas, etc., para construcción de tanques, bebederos para ganado, cocinas económicas, caños, etc.—Soldar á fuerte, caños, bridas, ramales, etc.—Soldar con estaño el bronce, el zinc y el plomo.

*Fundidores y modelistas.*—Construcción de modelos de madera para piezas de máquinas.—Cajas para moldes de barro.—Moldear en tierra.—Fundición del hierro y del bronce.—Nociones generales de mezcla y aliajes

*Fundidores y modelistas.*—Construcción de modelos, etc. Para esta enseñanza práctica posee la escuela los siguientes talleres:

De torneado y ajustaje (fig. 1).

De modelado y fundición de hierro, bronce, etc. (fig. 2 y 3).

De herrería y caldería (fig. 4).

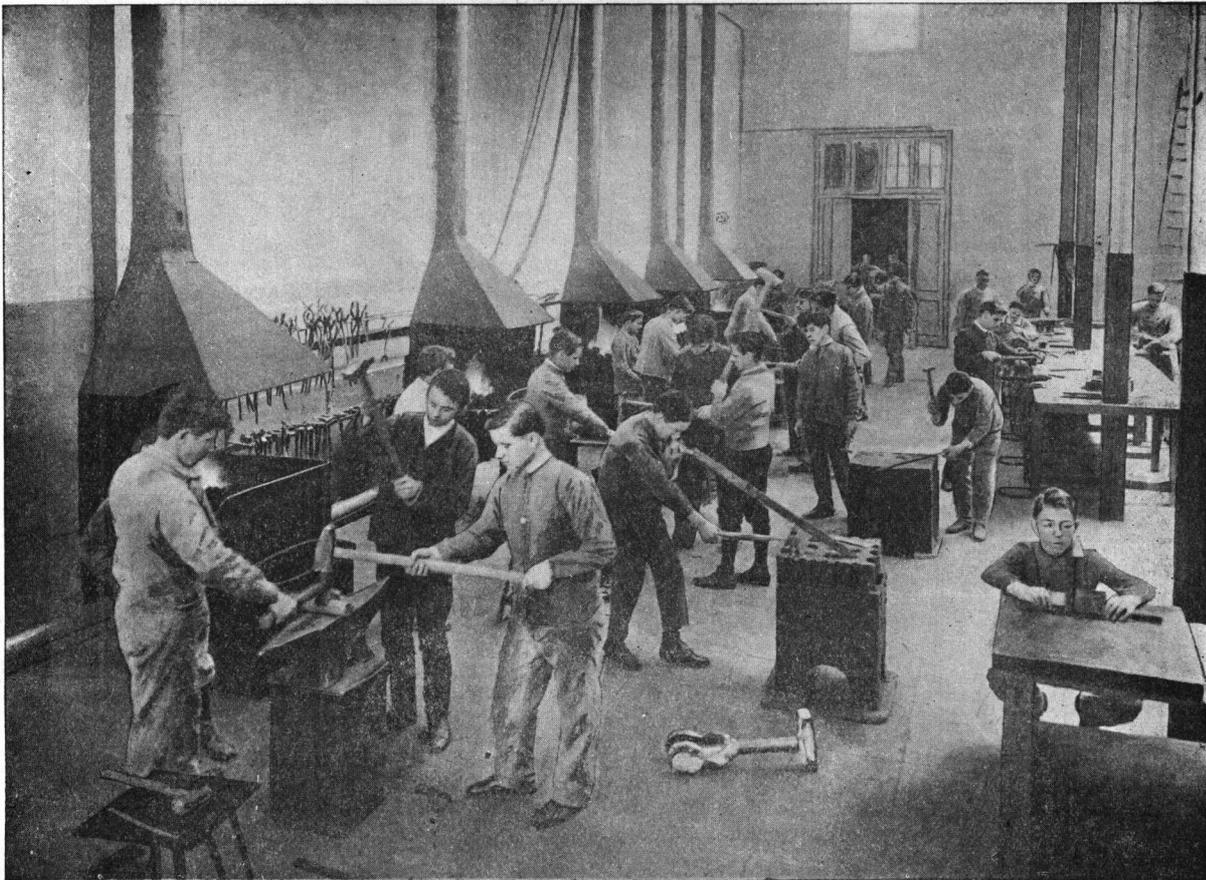
De electricidad práctica (fig. 5).

De copería y plomería.

Además, la escuela posee gabinetes de química y física (fig. 6) y cómodas aulas de dibujo (fig. 7).

Dá una idea del aprovechamiento de los alumnos la

## SOCIEDAD DE EDUCACIÓN INDUSTRIAL



TALLER DE HERRERIA (Fig. 4)

para hierro, bronce amarillo, colorado, manganeso y metal blanco.

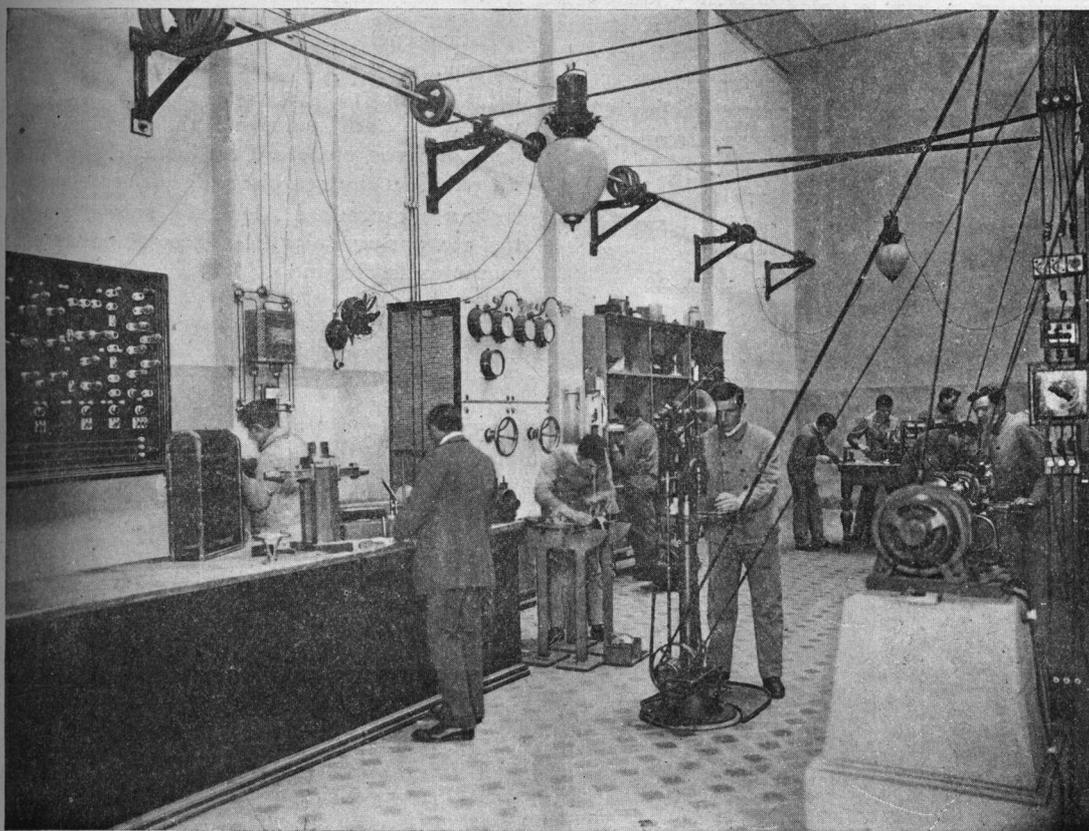
3<sup>er</sup> AÑO.—*Torneado y ajustaje.*—Tornear piezas de máquinas en general con cilindros, manivelas, bielas—Ajustar cojinetes, pistones, válvulas, etc.—Ejercicios prácticos de manejo, alimentación y conservación de calderas—Precauciones indispensables en el manejo de máquinas á vapor—Montaje, desmontaje y ajuste de piezas de máquinas y calderas tales como válvulas, robinetes, bombas, inyectores, tubos, etc.—Ejercicios de movimientos mecánicos, válvulas de distribución de vapor y sus efectos,

*Herreros y forjadores.*—Diferentes modos de preparar el hierro y el acero para caldearlos juntos y facilitar su unión—Precauciones que deben tenerse para caldear el hierro y el acero.

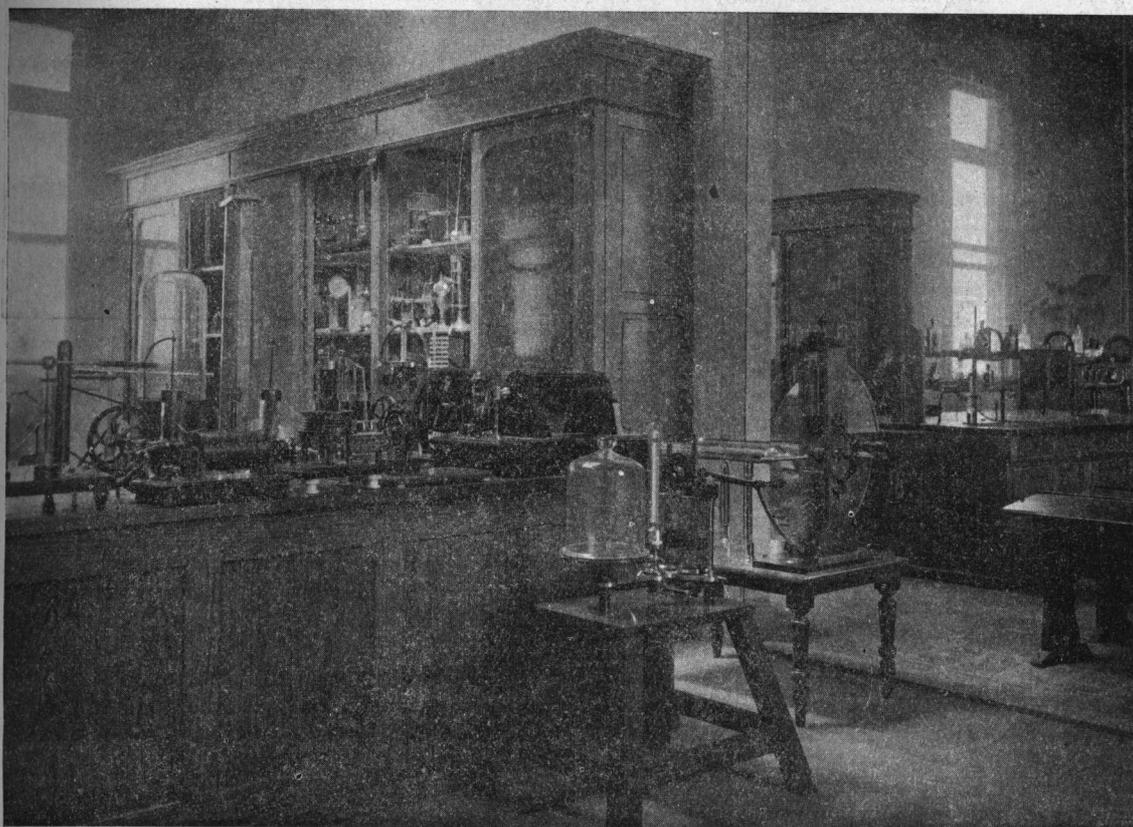
máquina marina de la fig. 8 que ha sido construída por ellos durante el año escolar de 1909. En ese mismo año se construyeron 15 aparatos para ejercicios físicos, que fueron vendidos por la escuela en 345 \$.

Se construyó é instaló igualmente una plataforma para las transmisiones necesarias destinadas á las nuevas maquinarias; una pulidora para el taller de electricidad; una máquina para una piedra de esmeril;

SOCIEDAD DE EDUCACION INDUSTRIAL



TALLER DE ELECTRICIDAD PRACTICA (Fig. 5)



GABINETE DE QUÍMICA Y DE FÍSICA—ESCUELA DE MECANICOS (Fig. 6)

tres malacates para bombas; dos cajas con cojinetes y ejes para piedras de afilar. Se tornearon y ajustaron 180 piezas de bronce para las instalaciones eléctricas de «La Nación», y una cantidad de otros trabajos que proporcionaron enseñanza práctica á los alumnos. También se instaló un torno donado por el Jockey Club una piedra de esmeril, una máquina para roscar, otra para agujerear, y una piedra de afilar.

En el taller de fundición se han fundido 2150 piezas en las que se invirtió 12.000 kilos de hierro, y 685 piezas de bronce con 740 kilos de ese metal.

En el taller de herrería se forjaron unas 240 piezas

#### ESCUELA DE QUÍMICA INDUSTRIAL

Esta escuela se inauguró en el mes de Mayo último. Es práctica y aplicada á las diversas industrias instaladas en nuestro país, como curtiduría, fábrica de cerveza, id de vidrio, manipulación de la leche, fabricación de explosivos, etc, etc. Para instalarla se ha construido un pabellón de tres pisos, de un costo de 150.000 \$ y se han encargado á Alemania, mesas, muebles, aparatos, etc. por un valor de 200.000 \$, cuyas primeras remesas están llegando.

### SOCIEDAD DE EDUCACION INDUSTRIAL



SECCION DIBUJO DE MAQUINAS (Fig. 7)

para las distintas obras en construcción en las demás dependencias de la escuela.

En el taller de modelado se construyeron 345 modelos para diversas máquinas y aparatos, y 75 modelos para máquina compresora de aire, que fueron encomendados á la escuela.

En el taller de electricidad se construyeron 5 estufas eléctricas que fueron vendidas en \$ 180, y una cantidad de otros trabajos del ramo, y actualmente se está concluyendo la instalación de luz eléctrica en todo el nuevo edificio «Pabellón Federico Leloir» y un tablero de distribución de corriente para el gabinete de Física. Estos trabajos tienen un valor aproximado de \$ 2.000.

La figura 13 indica como se realizan estos trabajos.

#### ESCUELA DE PLÁSTICA

Los estudios de plástica ornamental que se dan en esta escuela están destinados á los obreros ornamentistas de edificios, muebles, metales fundidos ó forjados, cinceladores, grabadores y todos aquellos que además de los conocimientos de dibujo lineal y á pulso, necesitan la práctica del modelado, de las formas en relieve, así como una educación estética derivada del conocimiento, de los estilos arquitectónicos y decorativos apropiados á cada oficio de arte.

Los estudios se hacen en dos años, previo examen de dibujo ó siempre que se hayan seguido los cursos de dibujo de la escuela.

En el primer año de estudios se hace la copias

modelando en creta, de ornamentos en bajo relieve, comenzando por fragmentos de estilo clásico, y explicando el maestro las características de cada estilo, la época histórica, y el partido que de él puede sacarse en las varias industrias de arte.

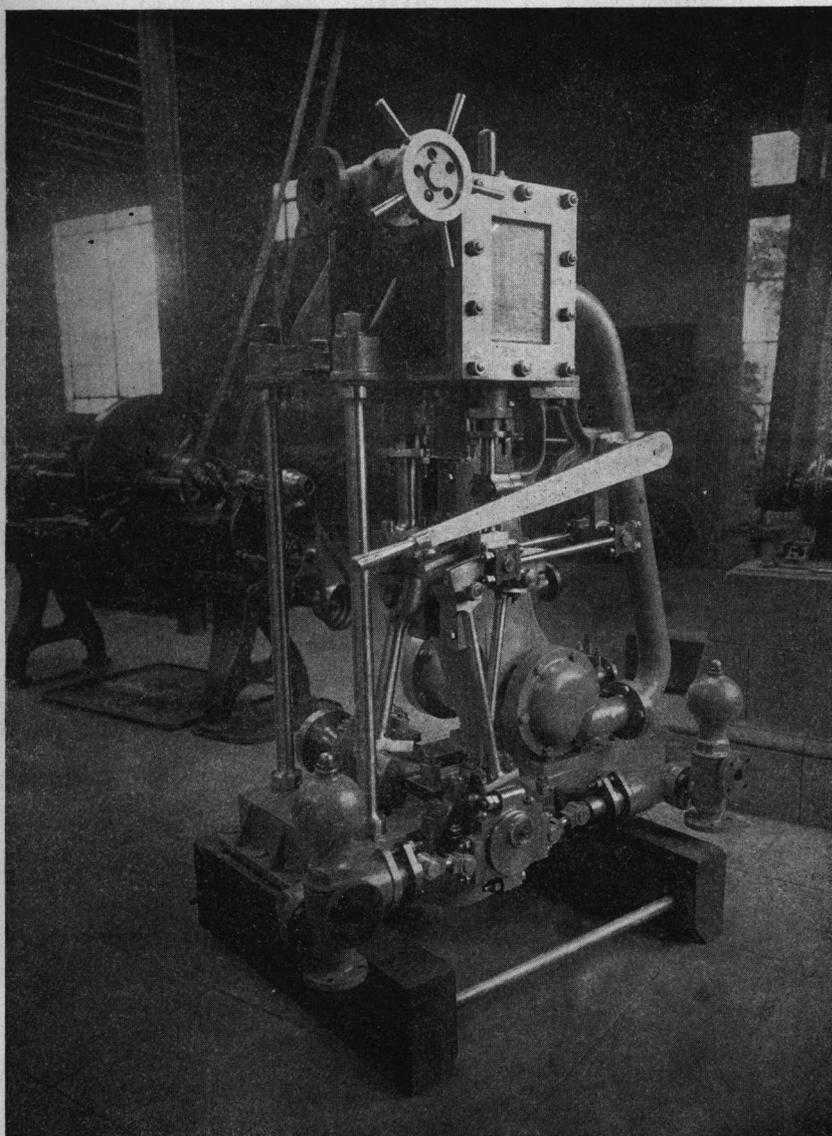
En el segundo año, se prosigue la práctica del modelado, copiando del alto relieve, de ornamentos aislados y de la fotografía, esta última parte á fin de que el

del hierro fundido y forjado para balcones, puertas, etc. etc.; al cincelador en metales, al grabador en piedra, los modelos y formas apropiadas á ese género de decoración.

#### ESCUELA DE DIBUJO PARA SENORITAS

Esta escuela que es de reciente creación, es destinada

### SOCIEDAD DE EDUCACION INDUSTRIAL



MAQUINA MARINA CONSTRUIDA POR LOS ALUMNOS (Fig. 8)

alumno se habitúe á interpretar los dibujos propios ó que se le entreguen para el desarrollo plástico.

Aprovechando el conocimiento teórico-práctico así adquirido de los diversos estilos decorativos, se ejercita á los alumnos en composiciones ornamentales apropiadas á cada oficio; así, por ejemplo; al decorador en estuco, la ornamentaria arquitectónica; al ebanista, la talla y decorado del mueble; al herrero, el ornato

á proporcionar la enseñanza metódica del dibujo aplicado á las diversas industrias femeninas ó á que puede dedicarse la mujer.

\*\*

En resumen, la Escuela Industrial proporciona enseñanza técnica y profesional *gratuita* á unos 800 alumnos mayores de 14 años.

Cuenta con 18 grandes salones para clases, 7 talleres

## SOCIEDAD DE EDUCACION INDUSTRIAL

SECCION DIBUJO ARQUITECTÓNICO (1<sup>er</sup> AÑO) (Fig. 9)SECCION DIBUJO ARQUITECTÓNICO (2<sup>o</sup> AÑO) (Fig. 10)

dotados de la maquinaria, muebles, útiles y herramientas correspondientes y 3 automóviles para la Escuela de Chauffeurs.

El edificio, construido en las calles Lavalle, Medrano, Tucuman y Salguero no cubre todo el terreno, que tiene una superficie de 7600 m. c. Cuenta con espléndidos jardines (fig. 14).

\*  
\*\*

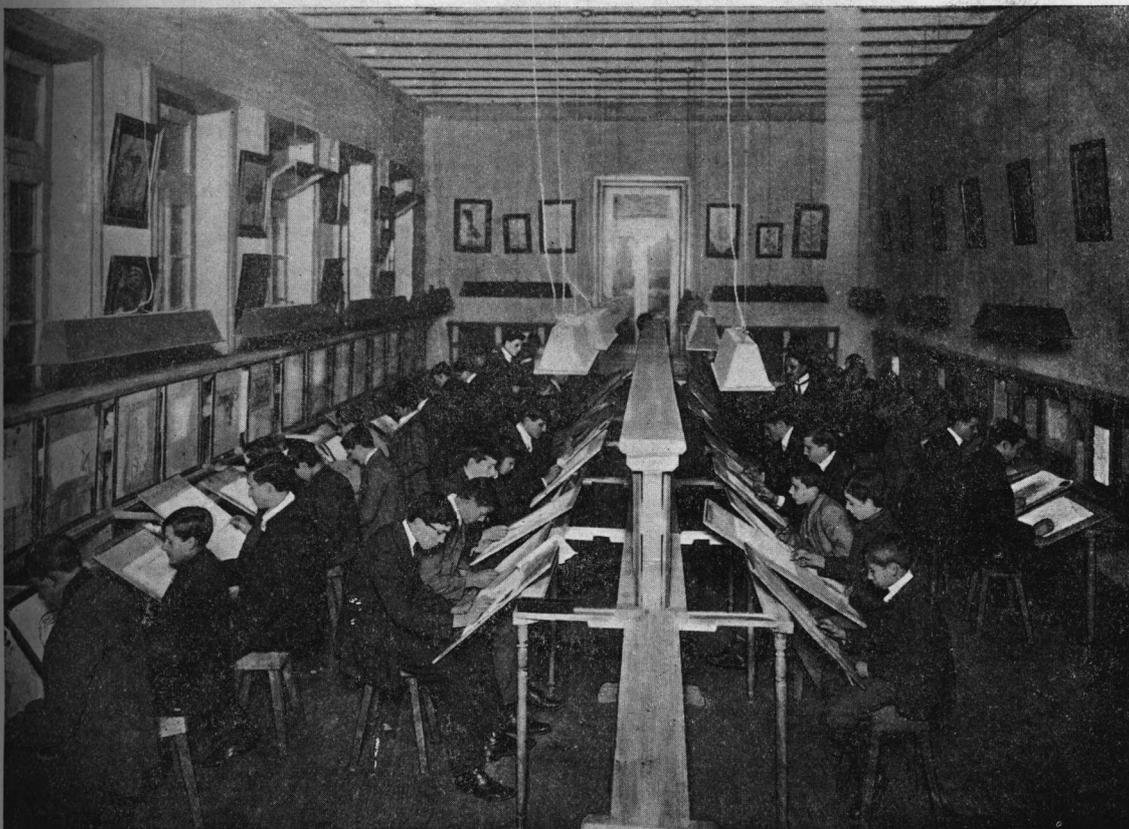
Ultimamente se ha construido un nuevo cuerpo de edificio de tres pisos sobre la calle Medrano, de unos

De esta remuneración, quedan privados los que no saquen un promedio de clasificaciones de 2,5 puntos.

Cada alumno lleva una libreta en que se anotan estas cuotas de acuerdo con la asistencia y el monto total se paga á fin de año.

Existe además el premio Arturo Z. Paz costeadó con 1000 \$ anuales que dona este señor. Consiste en artículos de dibujo, herramientas, etc., por valores de 80, 60 y 40 \$ según los casos, que se dan á los que más se hayan distinguido en sus trabajos prácticos, á los que tengan mejores clasificaciones, etc.

## SOCIEDAD DE EDUCACION INDUSTRIAL



SECCIÓN DIBUJO DE ORNAMENTACION (1<sup>er</sup> AÑO) (Fig. 11)

500 m<sup>2</sup> de superficie, destinado á museo de arte industrial, clases de dibujo, clases de química industrial, anfiteatro para conferencias, sala de máquinas y calderas, etc.

Todos los alumnos egresados de la escuela han obtenido inmediata colocación, ganando jornales elevados y buenos sueldos, alguno de ellos hasta de 300 \$ mensuales.

Además, se ha establecido una serie de premios y recompensas que sirven de estímulo á los alumnos.

Así, una parte del producto de los artículos que se construyen por vía de aprendizaje y estudio, y se vendan después, se empleará en remunerar á los alumnos de 2<sup>o</sup> y 3<sup>er</sup> año en la cantidad 0,25 \$ diarios á los primeros y 0,40 á los segundos.

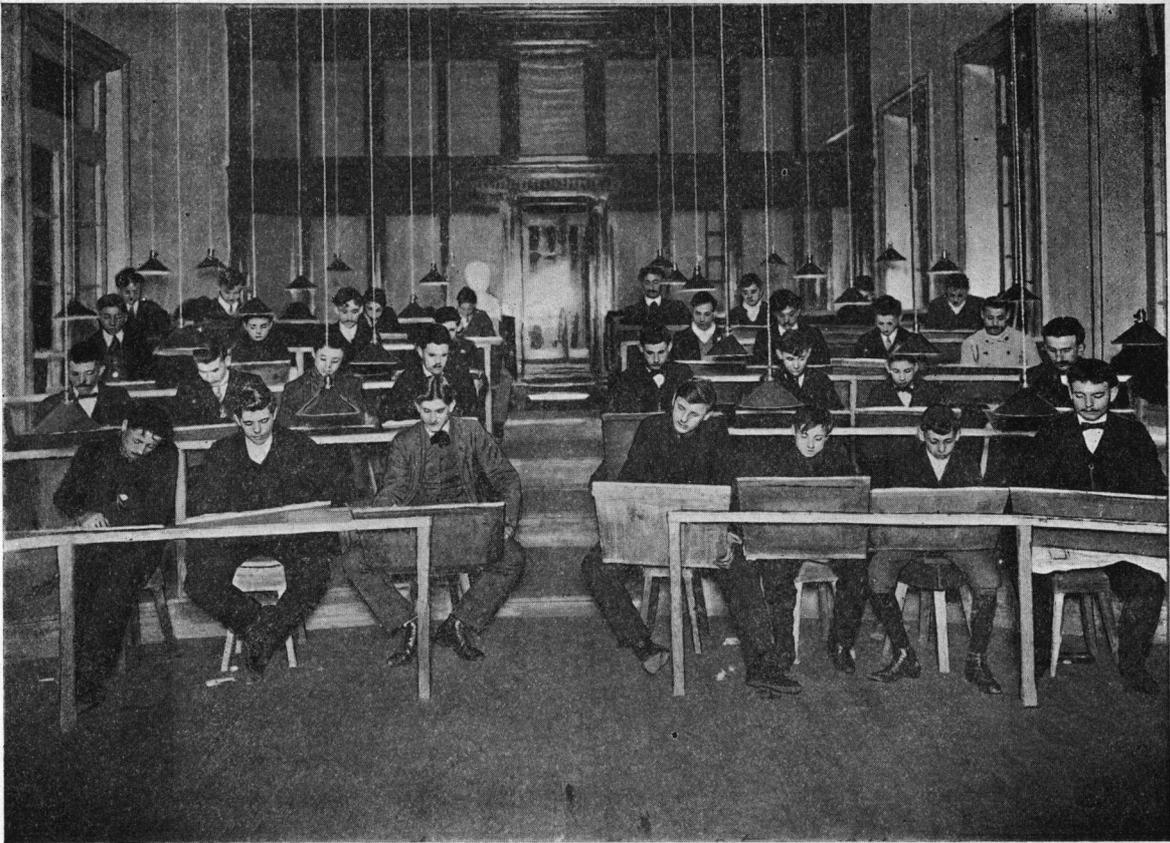
Los estudios prácticos de la escuela se complementan convenientemente con excursiones escolares y visitas á los principales establecimientos industriales y fabriles de la Capital. Los alumnos deben presentar memorias de estas excursiones en que manifiesten sus propias observaciones.

### ESCUELA NOCTURNA DE DIBUJO PARA OBREROS

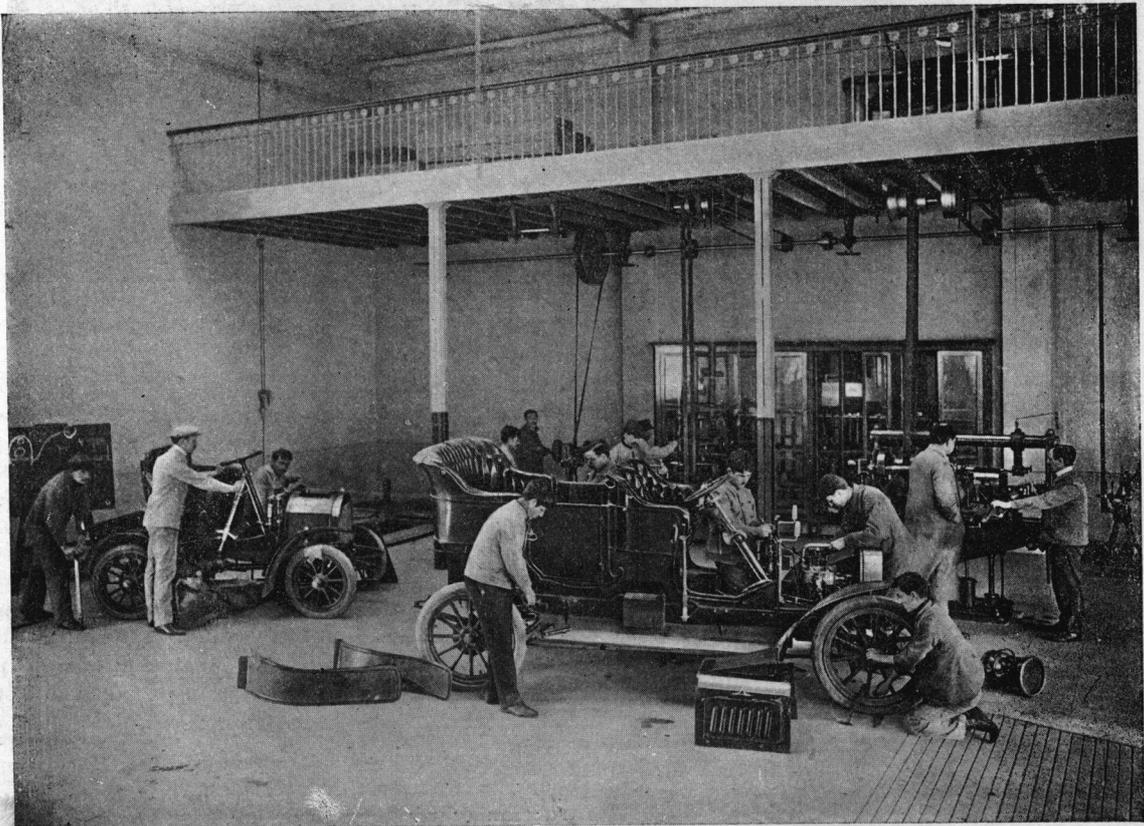
En esta escuela hay inscriptos 620 alumnos. Sus clases tienen lugar todos los días hábiles de 7.30 p. m. á 9.30.

La enseñanza que se da es de dibujo geométrico, arquitectónico, de ornato y de máquinas, aplicado á las diversas industrias, como albañilería, carpintería, ebanistería, herrería, cerrajería, alfarería, mecánica, construcciones arquitectónicas, etc.

## SOCIEDAD DE EDUCACION INDUSTRIAL



SECCION DIBUJO DE ORNAMENTO (2º AÑO) (Fig. 12)



TALLER DE ESCUELA PARA CHAUFFEURS (Fig. 13)

Las figuras 9, 10, 11 y 12 dan una idea de las aulas en que se realiza esta enseñanza.

#### ESCUELA DE CHAUFFEURS

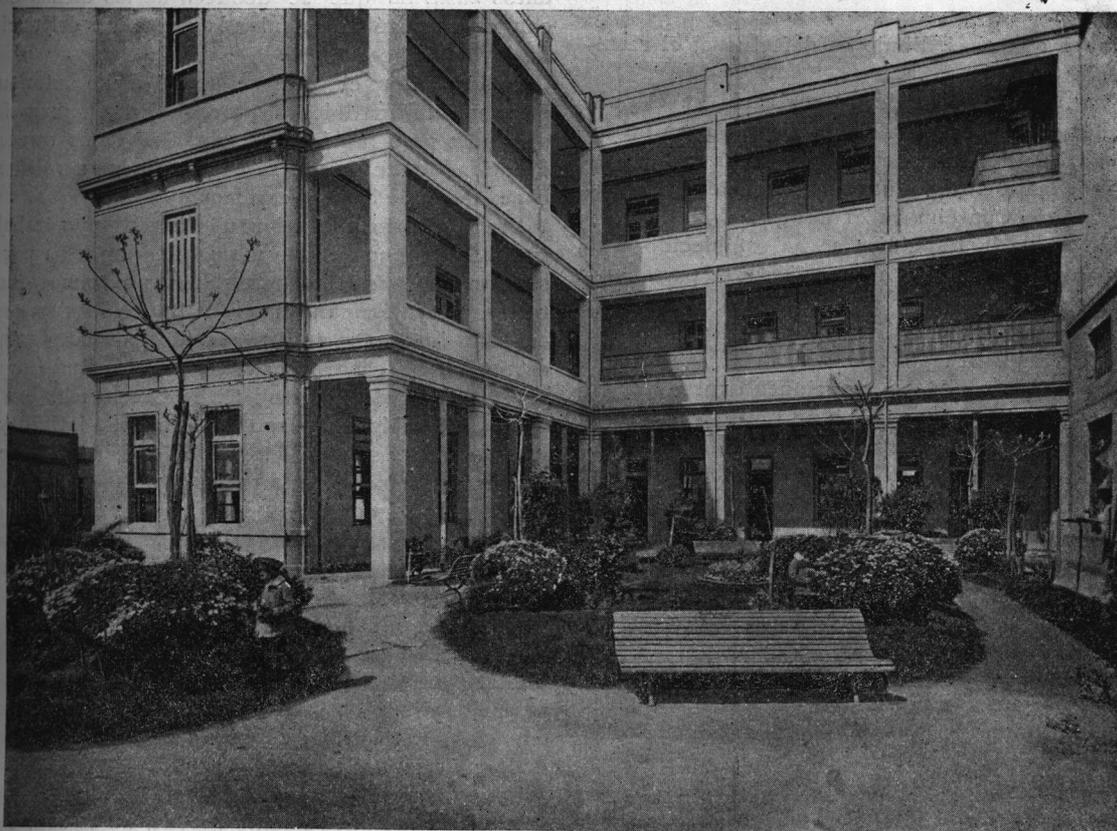
Esta ha sido inaugurada en Mayo de 1908. La afluencia de alumnos á este curso es tan considerable que continuamente hay que rechazar candidatos por falta de local. Han egresado 84 alumnos con su correspondiente certificado, y todos ellos prestan servicios en importantes casas de la Capital.

Los alumnos reciben enseñanza teórica del funcio-

otros conocimientos que la puesta en marcha y dirección del vehículo, sin cuidar las partes más importantes, la conservación de las máquinas, su lubricación y su funcionamiento regular y preciso como debe ser en esas máquinas de alta velocidad, costosas y delicadas, y expuestas á movimientos bruscos muchas veces.

Durante los 14 meses que hace funciona la escuela se ha efectuado en ellas reparaciones (algunas de mucha importancia) á 12 automóviles y electromóviles; estos trabajos proporcionaron una instrucción utilísima á los alumnos por tratarse de máquinas de distintas marcas, tipos y sistemas.

### SOCIEDAD DE EDUCACIÓN INDUSTRIAL



JARDINES DE LA ESCUELA (Fig. 14)

namiento de los diversos tipos de motores eléctricos y de nafta, tecnicismo de todas las piezas del automóvil, etc. En la parte práctica se da enseñanza del manejo, construcción de piezas para reposición, reparación general y conservación de los automóviles.

Al fin del curso rinden exámen de competencia ante un miembro del Directorio, una comisión del Touring Club Argentino y un representante de la Municipalidad y siendo aprobados se les expide la libreta municipal y un certificado de la Sociedad.

Los alumnos que egresen de esta escuela serán indudablemente factores eficientes para la Comuna y para el público y contribuirán eficazmente á mejorar el deplorable estado en que se encuentran la mayor parte de los automóviles en manos de simples cocheros sin

Por concepto de reparaciones la escuela ha percibido la suma de \$ 2.192.60.

Tales son, á grandes rasgos, las características principales y la acción de la Sociedad de Educación Industrial, cuyos trabajos podrán apreciar mejor los lectores de la REVISTA TÉCNICA visitando la instalación hecha por esa Sociedad en la Exposición Industrial del Centenario, para la cual ha sido acertadamente auxiliada por el comité organizador de este interesante torneo nacional, realizando así su propósito de reunir en una sección especial la muestra de los adelantos de la enseñanza técnica, tanto oficial como particular.

E. BUTTY.

# AGRIMENSURA

Sección á cargo del Ingeniero Félix Córdova

y del Agrimensor José Camusso

## LA SUPERFICIE DEL TERRITORIO DE LA REPÚBLICA O. DEL U. (1)

Todos los cálculos que para averiguar la superficie de la República se han hecho hasta ahora, han sido efectuados gráficamente sobre las Cartas más ó menos exactas de que cada cual ha dispuesto para tales operaciones.

De manera que si el dibujo es defectuoso, el resultado lo será también.

La única operación geodésica realizada en el país, con carácter oficial, fué la llevada á cabo para la demarcación del límite internacional con el Brasil, y comprende desde la desembocadura de Chuy en el Atlántico, hasta la del Río Cuareim en el Uruguay.

El perímetro de la República se ha establecido apoyándolo sobre aquella línea y valiéndose para completarlo de las posiciones geográficas obtenidas por diferentes observadores y en distintos parajes de nuestras costas Atlánticas ó fluviales.

Respecto á algunas de las posiciones expresadas en los cuadros de la demarcación de límites, el mismo comisario uruguayo en aquella demarcación y autor de la Carta de la República, dice en su obra «Descripción Geográfica del Territorio», capítulo XVI, lo siguiente:

«Nota.—Todas las posiciones geográficas de esta serie fueron determinadas por la Comisión de límites de la República, en las diversas épocas de la demarcación; debiendo advertirse que muchas reposan sobre una sola observación, por no haber permitido su repetición la premura con que se realizaban los trabajos geodésicos en los últimos períodos, mayormente cuando las longitudes eran determinadas por distancias lunares ó por inmersiones ó emersiones de los satélites de Júpiter, como se detalla en el Diario de esas operaciones donde se encuentran todos los elementos de esos trabajos.»

Las fuentes á que se ha recurrido para otros datos, son las Cartas Inglesas que comprenden el Río Uruguay hasta el Salto; las de la marina francesa que determinó muchas posiciones entre la Colonia y Maldonado; las del Depósito Hidrográfico y de Madrid; la que figura en la obra del Lobo y Riudavets sobre la Navegación del Río de la Plata, etc.

Sobre ese amazon se han hecho todas las averiguaciones para llegar á conocer la superficie del territorio de la República.

Desde el gran establecimiento de Gotha hasta el último autor de planitos que se venden en el comercio, todos han adoptado el procedimiento indicado para el tal *cálculo*, como se puede ver en el almanaque del primero (edición 1909) página 1169, en que después del

cuadro estadístico de superficie y población, en que da para aquella 186.926 kilómetros cuadrados, pone una nota que dice así:

«D'après un calcul *planimétrique* executé á Gotha 178,700 kilom. c.» (No dice sobre cual Carta).

Es único escritor (de que tenemos noticia al menos), que haya hecho un cálculo no apoyándose sobre el graficismo de las Cartas, es aquel que tomando los datos *numéricos* que se deducen de las dichas Cartas con ellos trató de calcular la superficie del territorio de la República.

Si los datos en que se apoyó dicho autor fueron exactos é indiscutibles, el procedimiento lo juzgaríamos acertado: pero muchos de aquellos datos carecen de autoridad suficiente para ser aceptados sin discusión, como después lo explicaremos.

Ese meritorio y concienzudo autor, cuyo trabajo no tenemos á mano en este momento, empezaba por considerar los paralelos y meridianos extremos que respectivamente forman el gran trapecio en que se encuentra inscripto nuestro territorio y acepta así que este se halla entre los 30° y 35° de latitud Sur y los 53° 30' y 59° de longitud O. de Greenwich.

Luego establece el largo del grado de latitud y longitud que corresponde á los lados de cada uno de esos elementos, y suponiendo rectas las líneas y horizontal la superficie, calcula entonces la de cada grado ó trapecio; y reúne enseguida la de todos los que comprende el gran trapecio que á su vez encierra todo el territorio de la República.

Después, de esa totalidad deduce las orillas, ó sea los espacios que existen entre el perímetro de la República, según la Carta que usa para el trabajo y los paralelos y meridianos extremos, aceptando como marco en un principio; lo que queda será la superficie verdadera de la República.

Como raciocinio es exacto; pero los elementos ó premisas ea que ese cálculo reposa, no lo son, carecen del sello que les dé á todos autoridad, como antes se dijo.

Luego la deducción es incierta y solo puede admitirse como aproximada más ó menos á la verdad, según el crédito que merezca el dibujo de la Carta que sirvió de base para llegar á esa conclusión.

Para presentar una prueba de lo que hemos avanzado, referiremos tan sólo un hecho de que todos los interesados puedan comprobar.

No hemos comparado solamente las cartas editadas en la República y que generalmente discrepan entre sí y con la del general Reyes que es la que hasta hoy se considera como oficial, sino que se ha hecho el cotejo entre esta última con las publicadas en el Brasil para Río Grande del Sur (editada por Echenique Irmãos y Ca., 1992), cuyo territorio está separado del nuestro por una *línea común*, que fué la demarcada en 1852 y 1853. Y bien, ella difiere en ambas cartas; no coinciden todos los puntos de la una con los de la otra,

(1) De la revista de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos del Uruguay.

Siendo así, deja suponer que una de las dos cartas en esa parte no es exacta y si esta falta estuviera en la nuestra que ha servido para el cálculo gráfico, este cálculo tiene que ser equivocado en ese trozo, desde el Chuy hasta el Cuareim, é influirá poderosamente para la modificación en más ó menos de la superficie que por el modo indicado se encontró para el territorio de la República.

En comprobaciones de otra naturaleza que se han realizado, para estudiar se tomó la distancia entre dos puntos bien conocidos. Barra del Chuy y Yaguarón, por ejemplo. Se obtuvieron los siguientes resultados, como se ve en otra obra nuestra sobre Construcción de la Carta Geográfica de la República.

«Proyectados los lados de la triangulación sobre la línea que une el punto del primer marco (Barra del Chuy), con el que ocupa la matriz del Yaguarón frente á Artigas, ha resultado que la distancia es de 130.190 metros.

«Calculada después esa misma distancia en función de las posiciones geográficas dada por los antecedentes brasileiros, es de 131.515 metros y en función de los antecedentes de Reyes, 129.467.

Ante semejantes discordancias debemos esperar á que hablen los cálculos analíticos que se realicen, una vez que geodésicamente se terminen los trabajos que deben llevarse á cabo y de los que hasta hoy solo se tiene pequenísimas partes.

Mientras tanto atengámonos á lo que el general Reyes nos dice en la «Descripción geográfica del territorio de la República» con que acompaña su Carta Geográfica, que á pesar de todas las inexactitudes que se le pueden ir encontrando, será siempre obra digna de respeto y admiración, pues asombra que en la época en que fué por primera vez publicada, haya podido su autor con voluntad inquebrantable y trabajo persistente, adquirir, casi sin archivos públicos, compilar, comparar y armonizar los innumerables materiales con que levantó ese monumento que marca el punto de partida en el camino de nuestra Cartografía incipiente.

Con aquella descripción podremos también decir con exactitud, cual fué la superficie que el general Reyes atribuyó al territorio de la República y con ella también decir podremos al mismo tiempo las dudas (sin fundamento) que algunas personas han manifestado sobre la equivalencia métrica de la vara y de la legua á que se refiere aquel autor en su libro y que usó para su Carta.

En aquel dice (pág. 27):

«En estos límites la República encierra una superficie de 63.332 millas geográficas de 60 al grado ó lo que es lo mismo 7036,8/9 (1) leguas cuadradas, divididas en 13 departamentos ó secciones territoriales.»

En el original de la Carta Plana de la Demarcación de límites entre la República y el Brasil, firmada por el mismo general Reyes y en la lámina 4, que contiene la demarcación de la Cuchilla de Santa Ana, se encuentra dibujadas las escalas, métrica y en varas y escrito lo siguiente al lado de esas escalas:

6.000 varas

5.160 metros

(1) Dice en el libro 8/6 que nos permitimos corregir por suponerlo error tipográfico.

Luego la vara adoptada por Reyes era de 0 m. 86 y la legua de 5.160 metros; de donde resulta que las 7.036 8/9 leguas cuadradas que da de superficie al territorio de la República, equivalen á

187.361 kilómetros cuadrados y 338.800 m. c.

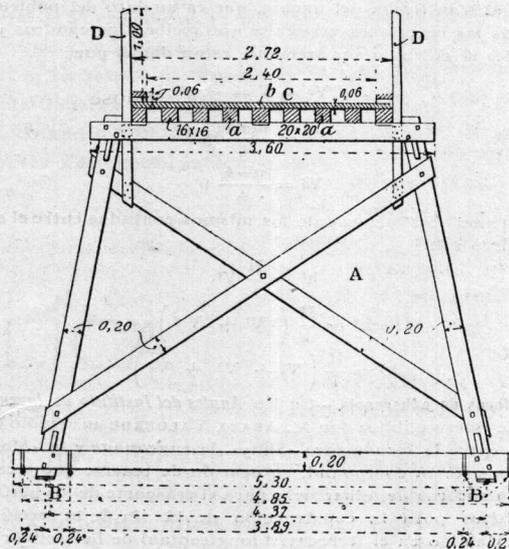
es decir, 8.661 kilómetros cuadrados y 338.800 m. c. más que lo calculado por el establecimiento de Gotha.

MELITÓN GONZÁLEZ.

## BIBLIOGRAFÍA REVISTAS

**Puente de madera sobre cables.**—La revista *Der Ingenieur* del 20 de Noviembre del año pasado describe un tipo económico de puentes debido á N. HOUWING y construido en las Indias Holandesas sobre el río Tü Miniak. Conviene en general para los ríos profundamente encajonados y no navegables, aun para grandes luces. En otros casos no podría tener aplicación á causa de que las vigas descienden y mucho por debajo de la calzada.

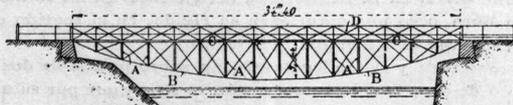
Está formado por cuadros indeformables de madera A (fig. 1 y



2) de diferentes alturas, colocados transversalmente á distancias iguales y suspendidos por dos grupos de tres cables B, que vienen á formar algo así como los cordones inferiores del puente. Estos cuadros se unen además entre sí de modo á impedir toda deformación.

En el *Génie Civil* del 23 de Abril del corriente año, se describen por otro lado una serie de detalles, de las uniones, anclajes de los cables, etc., empleados en el puente de este tipo construido en el Tü Miniak.

Este tiene una luz de 34,40 m., una flecha de 3,44 m., un ancho total de 5,30 m. y un ancho de calzada de 2,40 m. Los cables



tienen 24 m m. de diámetro. Ha sido además calculado para resistir á una carga uniformemente repartida de 400 kg. m<sup>-2</sup>, así como el pasaje de una pieza de artillería de 800 kg.

En cuanto al cálculo de los cables y de los cuadros de madera, es fácil si se da á aquellos una forma de un polígono funicular de fuerzas verticales que actúen sobre los mismos y si además se admite que las fuerzas verticales que actúan según el plano de los cuadros son no solo equidistantes sino también iguales. Esto que equivale á suponer que todos los cuadros tengan un mismo peso, no se aleja mucho de la realidad.

Hay ventaja en adoptar estas disposiciones porque así, cuando el puente esté cargado, los cuadros solo soportarán esfuerzos verticales y no tendrán, por lo tanto ninguna tendencia á resbalar sobre los cables.

Construyendo un polígono funicular de las fuerzas iguales aplicadas en los cuadros con una distancia polar conveniente, obtendremos la forma que conviene dar á los cables; de esta se deduce además las longitudes de las piezas de los cuadros mismos, El primer radio polar, resultante de la reacción vertical del apoyo, punto de arranque del polígono, y del empuje horizontal del mismo que está dado por la distancia polar, nos determina, dividida por la sección del cable el esfuerzo máximo á que este está sometido.

Esta reacción además puede calcularse analíticamente por las fórmulas

$$V = \frac{n p}{2} \quad Y \quad R = \sqrt{H^2 + V^2}, \quad \text{en la que}$$

$$H = \frac{1 p}{f} \left( \frac{n}{2} + \frac{n-2}{2} + \dots + \frac{2}{2} \right)$$

$$R = P \sqrt{\frac{l^2}{f^2} \left( \frac{n}{2} + \frac{n^2}{2} + \dots + \frac{2}{2} \right)^2 + \frac{n^2}{4}}, \quad \text{en la que}$$

H = al empuje horizontal;

P = á la fuerza que actúa sobre cada cuadro;

n = al número de cuadros;

V = á la reacción en el apoyo;

l = á la distancia entre los cuadros;

f = igual á la flecha del puente, que es un dato del problema.

Además las reacciones verticales que reciben los cuadros y con las cuales se calculan sus secciones están dadas por

$$V_1 = V = \frac{2}{n} p$$

$$V_2 = \frac{n-2}{2} p$$

$$V_3 = \frac{n-4}{4} p$$

Finalmente, las alturas de los mismos contadas entre el cable y el tablero son

$$h_1 = \frac{H}{1} V_1$$

$$h_2 = \frac{H}{1} (V_1 + V_2)$$

$$h_3 = \frac{H}{1} (V_1 + V_2 + V_3)$$

**Locomotoras de adherencia.**—En los *Anales del Instituto de Ingenieros de Chile* de Enero publica don M. ARAYA VALDERDE un estudio comparativo entre la locomotora «Shay» de engranaje y la «Mallet» articulada sistema compound, en ocasión de tenerse que recurrir á las locomotoras de adherencia para el transporte de los materiales necesarios para la construcción de la vía de la sección al norte de Cabildo en el ferrocarril longitudinal de la vecina república.

Comienza por la descripción de dichos tipos de locomotoras.

«La Shay fabricada por The Lima Locomotive and Machine Company de Ohio EE. UU., es de una construcción especial, pues sus cilindros verticales, en número de dos para los tipos hasta de 20 toneladas y de tres para los mayores, hasta 150 toneladas, están situados al lado derecho y junto al caldero, obrando sus bielas caladas á 120° sobre un eje acodado sostenido por fuertes descansos y que sigue la dirección de la vía.

A este eje se unen, por ambos lados los ejes que manejarán los piñones que engranan directamente con las ruedas motrices, por medio de conexiones Shay universales de compensación y deslizamiento que permiten la flexibilidad del eje total en las sinuosidades de la línea, pero que mantienen su rigidez en el sentido en el que se transmite el esfuerzo».

«La locomotora y el tender descansan sobre juegos de dos ejes en número de dos, tres ó cuatro, según el tipo y que por su unión con la parte superior de la construcción permiten también gran facilidad en el paso de las curvas.

Se aprovecha así el peso total de ambos como peso adherente, permitiendo el arrastre de grandes trenes, á una velocidad relativamente baja, pero suficiente para ferrocarriles en construcción y más todavía cuando se encuentran en regiones montañosas.

La locomotora Mallet articulada es un tipo especial que sigue las líneas generales de las locomotoras de construcción corriente, y que reúne en sí varias características que las hacen muy apropiadas principalmente para vías en secciones montañosas.

A la par que la locomotora Shay, la Mallet-tender es de adhe-

rencia total pero el esfuerzo motriz es transmitido en ella por el sistema de bielas.

El distintivo de estas locomotoras es que descansan sobre dos grupos de dos ó de tres ejes acoplados, rígido el posterior y flexible el anterior, independientes uno de otro é igualmente accionados independientemente, por los cilindros de alta y baja presión respectivamente: feliz solución dada por M. Mallet, al problema de tener una locomotora económica, potente, de adherencia total y flexible, para la explotación de líneas de fuertes rampas y curvas.

Pasa luego á estudiar cuales son las pendientes máximas por las que pueden subir dichas locomotoras arrastrando un tren de diez carros lastrosos cuyo peso total sea de 925 toneladas.

Llamando  $\alpha$  el ángulo que forma dicha pendiente con la horizontal se tiene para dichos valores máximos:

$$\text{tg } \alpha = 0,066.534 \quad \text{para la Shay}$$

$$\text{y } \text{tg } \alpha = 0,06.504 \quad \text{para la Mallet.}$$

Comparando las velocidades deduce que las locomotoras articuladas Mallet con un peso de 57,96 t, menor que el de la Shay que es de 60 t, arrastra el mismo tren más rápidamente.

La locomotora Shay alcanza á salvar gradientes de 20 ‰ en recta á razón de 15 km. por hora, mientras que la Mallet franquea la misma rampa pero en curva, venciendo, por consiguiente mayores resistencias.

Por otro lado admitiendo una velocidad de 15 km. por hora y una admisión de 0,75 de la carrera, la locomotora Shay consume por hora 1.036,937,6 litros de vapor, 6.733,4 kg. de agua y 1.036 kg. de carbón, mientras que el gasto de la Mallet es de 645,545,2 litros de vapor, 4034,6 kg. de agua y 621 kg. de carbón.

De esto se deduce un mayor rendimiento ó aprovechamiento útil para la locomotora Mallet articulada y uno menor para la Shay. La Mallet por otro lado tiene en su contra el inconveniente de ser de manejo más difícil y de exigir gastos de conservación 3 á 4 ‰ mayores que la Shay.

**Los monorrieles con giróscopos de estabilidad.**—Sabido es que los ferrocarriles monorrieles que hasta ahora parecían haber tenido resultados más ó menos prácticos son los de sistema Breunau y Scherl.

Existe ahora otro sistema, que parece haber dado muy buen resultado, debida á M. P. Schilowsky, de Rosjroma (Rusia) y del cual se ocupa brevemente M. Ch. DANTIN en le *Genie Civil* del 20 de Agosto del corriente año.

Este sistema no tiene más que un giróscopo de estabilidad, que va en una especie de «bogíe» colocada entre dos vehículos. El primero es motor y lleva la caldera que produce el vapor para las máquinas de propulsión y á dos máquinas de estabilidad colocadas en el vehículo que conduce el giróscopo.

Este está maniobrado por una pequeña máquina á vapor monocilíndrica y gira alrededor de un eje vertical, en un cuadro que puede girar alrededor de un eje perpendicular á la vía. Está por otro lado, colocado en un extremo del vehículo correspondiente. En el otro extremo hay un gran péndulo que oscila alrededor de un eje paralelo al riel y que por consiguiente cae ya hacia la derecha ya hacia la izquierda, según la inclinación de la plataforma. Su movimiento provoca, por medio de un motor adecuado, el desplazamiento del giróscopo en el sentido conveniente para producir la estabilidad.

En el mismo artículo, M. Chaudin, á parte de algunas modificaciones á la teoría matemática de los giróscopos de que es autor y que ha publicado también en el *Genie Civil*, se ocupa de la construcción de la primer vía que va á realizarse en Alaska.

M. Brennau acaba de celebrar un contrato, en efecto, en virtud del cual el mayor J. E. Bellaine, de Seward, va á encargarse de la construcción de una vía sistema Brennau, de una longitud de 161 kilómetros; esta vía prolongará la línea ordinaria del Alaska Central Railroad, y permitirá llevar rápidamente á Seward, puerto de embarque, los productos de ricos yacimientos de hulla, que podrán así ser explotados económicamente. La terminación de la línea se calcula que tendrá lugar en Diciembre de 1912. Se comenzará la explotación con dos coches, pudiendo transportar mercaderías ó 50 á 60 viajeros y pudiendo hacer cada uno dos viajes diarios á razón de 32 km. por hora.

Los gastos totales de construcción, incluso el material, no pasan de 25000 francos por milla. Serían siete veces mayores para un ferrocarril ordinario de trocha angosta.

Agrega que el monorriel Brennau de dimensiones normales funciona en la Exposición Anglojaponesa de Londres, como diversión para el público.

E. B.