



BUENOS AIRES
Agosto 15 de 1905

PUBLICACIÓN QUINCENAL ILUSTRADA

AÑO XI.—Nº 218

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

Sumario: *Durmientes de Cemento Armado*, por el ingeniero Alfredo Ebelot = **ELECTROTÉCNICA:** *La electricidad en París, en 1905:* (Especial para la REVISTA TÉCNICA), (Continuación), por el ingeniero Francisco Durand = *Agrimensura - Topografía - Triangulación:* (Continuación) A propósito de un nuevo «Curso de Topografía» publicado en Montevideo por el agrimensor NICOLÁS N. PIAGGIO, por el ingeniero Constante Tzaut = **BIBLIOGRAFIA**, por el ingeniero S. E. Barabino.

DURMIENTES DE CEMENTO ARMADO

EL objeto del presente estudio es examinar á qué condiciones ha de responder un durmiente de ferrocarril hecho de cemento armado, y exponer de qué manera el autor de estas líneas ha tratado de realizarlas en un nuevo tipo de durmiente de esta clase para el cual sacó recién patente de invención en la República Argentina.

A primera vista, podrá parecer impropio ocuparse de sustituir, en este país, el durmiente de madera dura por otro de cualquier sistema, siendo reconocido por la universalidad de los ingenieros que el durmiente de madera dura se clasifica entre los mejores que existan. Sin embargo, la demanda ha sido tan considerable en estos últimos tiempos, y tiene visos de volverse tan excesiva, que se comprende que la cuestión se haya planteado.

El consiguiente aumento de precios, la dificultad de abastecer regularmente de durmientes las líneas en construcción, las dificultades mayores con que se tropezará en breve, cuando se inicien las obras de las líneas en proyecto, son inconvenientes que tendrán una repercusión funesta sobre el costo y la rapidéz de ejecución de una red ferrocarrilera que la República Argentina tiene sumo interés en ver puesta en servicio cuanto antes y sin innecesarios recargos de gasto.

Se ha de tener, además, presente que, llevando más allá de ciertos límites, bajo la presión de imprevisoras conveniencias del momento, la explotación de una riqueza natural que se reproduce con gran lentitud, como es el caso de los bosques de madera dura, se corre el riesgo de agotarla por largos años, comprometiendo el porvenir de una valiosa industria so pretexto de prestarle un servicio.

Movidas por estas consideraciones, varias empresas constructoras de vías férreas han solicitado ó se proponen solicitar la autorización de emplear travesaños metálicos, que la industria extranjera podría fácilmente suministrarnos á corto plazo y en cantidades ilimitadas. El defecto de que adolece esta solución es obligarnos á sacar del exterior todos los elementos de establecimiento de nuestros ferrocarriles. Además, dándoles el debido peso, los tales travesaños metálicos resultarían muy costosos por lo largo de los trasportes marítimos y terrestres que tendrían que sufrir, y haciéndolos livianos, darían vías exageradamente vibrantes, impropias para la circulación de trenes de gran velocidad.

Los durmientes de cemento armado adolecen más bien del defecto opuesto. Forzosamente pertenecen á la categoría de los durmientes pesados, por lo que se prestan á la construcción de vías de una notable estabilidad. Pero con ellos quedan muy atenuados los inconvenientes que resultan de esta circunstancia en cuanto á gastos de transporte. Frecuentemente

se hallan á la mano, á lo largo de la línea á construir, los más pesados materiales de que están constituidos, á saber: la arena y el cascajo. Escalonando en puntos convenientes los talleres de fabricación, cuya instalación es sencillísima, se producirán los durmientes casi al pié de la obra, y solo tendrán que recorrer largas distancias el hierro y el cemento, cuyo peso, en la composición de un durmiente, es relativamente ínfimo.

En un principio, tendría que importarse el cemento, lo mismo que el hierro. Las buenas marcas extranjeras de cemento poseen el indisputable mérito de que las propiedades que poseen, abonadas por una larga experiencia, son bien conocidas y presentan una perfecta constancia, debido á minuciosos é invariables métodos de fabricación. Es una garantía de que sería imprudente prescindir al valerse del empleo de un material nuevo para proporcionarse durmientes.

Pero no es inoficioso hacer notar que existen en el país todos los elementos para obtener cemento utilizable en esta aplicación. En un sinnúmero de puntos del territorio argentino se pueden producir cales hidráulicas inmejorables, á las que no sería difícil comunicar el suplemento de hidraulicidad necesario para la confección de durmientes, ora agregando á la piedra de cal, antes de la calcinación, una dosis conveniente de arcilla, ora por medio de la adición, en el momento del empleo, de polvo de ladrillo ó de un silicato líquido. Dable es esperar que tomaría gran vuelo esta industria si, con la adopción de durmientes de cemento armado en nuestras vías férreas, sus productos tuvieran asegurado un activo mercado de venta. Es una consideración que merece llamar la atención de los poderes públicos.

Dejando así ligeramente esbozadas las consideraciones generales que sugiere el asunto, entraré ahora y me concretaré en adelante á encarar el lado técnico de la cuestión. El durmiente que me servirá de ejemplo para explicar las disposiciones adoptadas é indicar la marcha de los cálculos se refiere á una vía de 1 m. de trocha en que circulen locomotoras análogas á las usadas en el Central Norte.

No hay modo de someter á cálculo la determinación del momento de flexión á que tiene que resistir un durmiente. Depende enteramente de las condiciones, sumamente variables, que ofrecen el terreno y el balasto.

Supongamos que uno de los ejes motores de una locomotora, cargado con un peso $2P$, esté al aplomo de un durmiente, de modo que cada extremidad de éste soporte una carga P . Si el terreno y el balasto fueran perfectamente elásticos, estas dos fuerzas ver-

tales solo tendrían por efecto hacer penetrar el durmiente en el suelo paralelamente á sí mismo, y no habría flexión.

Pero si por un motivo cualquiera uno de los puntos del lecho en que descansa el durmiente presenta mayor resistencia que los puntos vecinos, el durmiente trabaja como si descansara sobre un apoyo, y la reacción de éste determina en el durmiente una flexión cuya intensidad depende de P y de la distancia entre P y el apoyo.

Notemos que si el mencionado punto de apoyo se halla entre los dos rieles, la flexión producida en el durmiente tiene su convexidad dirigida hácia arriba, resultando que trabajan á la extensión las fibras situadas arriba del eje neutral, á la compresión las fibras situadas debajo de éste. Lo contrario pasaría si el punto de apoyo estuviese en la parte comprendida entre el riel y la extremidad del durmiente. Resultaría una flexión cuya convexidad sería dirigida hácia abajo, trabajando á la compresión las fibras superiores al eje neutral, á la extensión las inferiores al mismo.

Igualmente, si consideramos el caso en que la carga $2P$ del eje motor se ejerce entre dos durmientes, imprimiendo al riel una flexión; esta flexión subleva los dos durmientes inmediatos paralelamente á sí mismos, si pueden moverse libremente en el sentido vertical, pero los deforma según una curva cuya convexidad se dirigiría hácia abajo, si algún obstáculo se opone á que el durmiente sea sublevado paralelamente á sí mismo.

Se deduce de lo que antecede que en un durmiente de ferrocarril las fibras situadas á una y otra parte del eje neutral pueden trabajar alternativamente á la extensión y á la compresión. De consiguiente, al estudiar un durmiente de cemento armado, es indispensable combinar las armaduras de modo que tanto la parte superior como la inferior de la sección normal opongan la debida resistencia á uno y otro de estos esfuerzos.

Estamos así conducidos á formar nuestro durmiente con un paralelepípedo de hormigón provisto de dos armaduras metálicas, dispuestas simétricamente con relación al centro de figura del sólido. Hé formado estas armaduras con varillas de hierro redondo. Las hé colocado de modo que la generatriz exterior de cada varilla esté á m. 0,01 de la correspondiente cara exterior del paralelepípedo. Hay una ventaja evidente, para aumentar el momento de inercia, y de consiguiente el momento resistente, en que medie la mayor distancia posible entre las armaduras y el eje neutral.

Ahora ¿cual ha de ser el momento resistente del

sólido? Como queda dicho, no se ha de determinar por consideraciones teóricas, sino prácticas. Daremos, pues, á nuestro durmiente, un momento resistente igual, ó más bien algo superior, al momento resistente de los durmientes de madera dura adoptados en las líneas nacionales de trocha de un metro.

Estos durmientes tienen las dimensiones siguientes: $0,24 \times 0,12 \times 1,80$. Luego, haciendo trabajar la fibra más cargada á razón de $0,6$ por milímetro cuadrado, ó dando á R por valor 6×10^5 , tenemos para el momento resistente:

$$\mu = R \frac{I}{V} = 6 \times 10^5 \times \frac{0,24 \times 0,12^2}{6} = 345.$$

Para que el durmiente de cemento armado ofrezca un momento resistente análogo, se le han dado las dimensiones siguientes: masa de hormigón, misma sección que el durmiente de quebracho, $0,24 \times 0,12$, redondeando solamente las aristas vivas por motivos fáciles de comprender; armadura metálica, 8 varillas de hierro redondo de $0,01$ de diámetro, repartidas á saber: 4 á $0,01$ de distancia de la arista superior, 4 á $0,01$ de la arista inferior. En estas condiciones, el eje neutral pasa por el centro de gravedad del rectángulo de hormigón.

Es evidente que, si llamamos M_1 el momento resistente del rectángulo de hormigón, M_2 el momento resistente de la armadura metálica, tomándolos uno y otro relativamente al eje neutral del sólido, el momento resistente total M será igual á la suma de ambos, ó que tendremos $M = M_1 + M_2$.

Admitiendo que trabaja el hormigón á razón de 25 k. por centímetro cuadrado, ó haciendo $R = 25 \times 10^4$, M_1 nos está dado por la fórmula general:

$$M_1 = R \frac{I}{V} = R \frac{ab^2}{6} = 25 \times 10^4 \times \frac{0,24 \times 0,12^2}{6} = 144.$$

Para determinar M_2 , hemos de calcular el momento de inercia de la armadura relativamente á un eje que no pasa por el centro de gravedad de la misma. Por esto, nos valdremos de la relación

$$I_d = I + m d^2$$

que permite pasar del momento de inercia I de un sólido de masa m , relativamente al eje pasando por el centro de gravedad, al momento de inercia I_d del mismo sólido relativamente á un eje paralelo al primero y situado á una distancia d .

Aplicando esta relación á la sección normal de una de las varillas, para la cual $I = \frac{\pi r^4}{4}$ y $m = \pi r^2$, puesto que la masa de la sección normal de un cuer-

po homogéneo se confunde con la área de esta, el segundo miembro toma la forma:

$$\frac{\pi r^4}{4} + \pi r^2 d^2 = \pi r^2 \left(\frac{\pi r^2}{4} + d^2 \right).$$

Como I y d tienen el mismo valor para cada una de las 8 varillas, el momento de inercia de todas juntas será igual á 8 veces esta expresión y podemos escribir

$$I_d = 8 \pi r^2 \left(\frac{\pi r^2}{4} + d^2 \right).$$

La fórmula general $\mu = R \frac{I}{V}$ toma en este caso la forma:

$$M_2 = R \frac{8 I_d}{\frac{1}{2} b'} = 8 \times 10^7 \times \frac{\pi r^2 \left(\frac{\pi r^2}{4} + d^2 \right)}{\frac{1}{2} b'}$$

Admitiendo, como se hace generalmente en construcciones de cemento armado, que se pueda hacer trabajar el hierro á razón de 10 k. m/m cuadrado, ó haciendo $R = 10^7$, y llamando $\frac{1}{2} b'$ la distancia entre el eje neutral y la fibra más exterior, ó más cansada, de una armadura cualquiera. Aquí $b' = 0,12 - 0,02$.

En el durmiente que representa la figura, tenemos:

$$r = 0,005, \quad d = 0,0045, \quad \frac{1}{2} b' = 0,05$$

Introduciendo estos valores en la fórmula y efectuando los cálculos, se obtiene:

$$M_2 = 257.$$

De consiguiente

$$M = M_1 + M_2 = 144 + 257 = 401.$$

El momento resistente del durmiente de cemento armado así constituido es algo superior, como lo teníamos determinado, al momento resistente del durmiente de quebracho en servicio en las vías nacionales.

Ocupémonos ahora del esfuerzo cortante, admitiendo que sobre la vía considerada circulan locomotoras de 36 toneladas de peso adherente, en orden de marcha, repartido sobre tres ejes motores. Esto dá 12.000 k. por eje y 6.000 k. por rueda. Estos 6.000 k. gravitan directamente sobre la extremidad del durmiente al paso de la locomotora. Es un esfuerzo cortante considerable.

Para hacerle equilibrio, no tendré en cuenta sino la armadura metálica, haciendo caso omiso de la resistencia que le oponga el hormigón.

Como nuestras 8 varillas de hierro redondo de $0,01$ serían sometidas, á consecuencia de semejante esfuerzo cortante, á un trabajo que hé considerado

demasiado fuerte, he complementado la armadura metálica con 4 enrejados de alambre que unan entre sí cada par de varillas inferior y superior, siendo dispuesto el enrejado de modo que las mallas sean más apretadas á una y otra parte de la ensambladura del riel con el durmiente, punto en que se ejerce con toda su intensidad el esfuerzo cortante, (fig.1).

Así las cosas, puede admitirse que, para cada par de varillas, 4 alambres del enrejado, 2 á la derecha y 2 á la izquierda de la ensambladura, resisten directamente al esfuerzo cortante, ó sea 16 alambres para los 4 pares de varillas. Si damos á estos alambres 0,003 de diámetro, de modo que su radio r^1 , expresado en milímetros, sea igual á 1,5, siendo igual á 5 el radio r , también expresado en milímetros, de las varillas, la superficie en milímetros de las superficies metálicas cuyas acciones moleculares destruyen el esfuerzo cortante está dada por

$$8 \pi r^2 + 16 \pi r^{12} = 628 + 672 = 1300 \text{ m/m cuadrados.}$$

Como se vé, si las varillas tuvieran que resistir solas al esfuerzo cortante, éste las haría trabajar á razón de 10 k. por m/m cuadrado. Es un límite

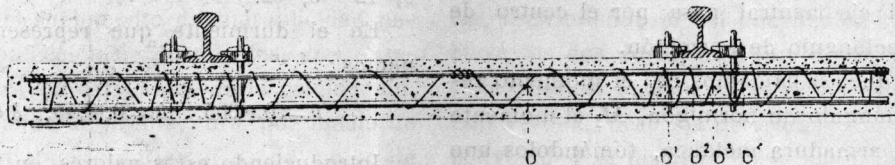


Figura 1

corrientemente admitido para piezas metálicas de un sólido de cemento armado tratándose de esfuerzos permanentes. Es preferible en este caso, en que están en acción esfuerzos discontinuos y violentos, reducir el trabajo del metal á unos 5 k. por m/m por medio del suplemento de resistencia debido al enrejado, que contribuye así á dar al sólido mayor elasticidad, aliviando el trabajo de las fibras, y al propio tiempo mayor rigidez, asegurando la perfecta solidaridad, contra las acciones exteriores, de cada par de varillas, la una inferior y la otra superior.

Uno de los puntos delicados de la construcción de durmientes de cemento armado, es la ensambladura del riel con el durmiente. Para obtenerla, he aprovechado la adherencia considerable que se establece entre el hormigón y las piezas metálicas que éste envuelve en los sólidos de cemento armado.

A es un perno de hierro dulce ó de acero fundido que, una vez dispuestas las varillas en el molde, y antes de principiar á echar el hormigón, se fija verticalmente á dos de ellas, una superior, otra inferior, por medio de un nudo hecho con alambre, (fig. 2 y 3).

La extremidad superior del perno A, que sobresale del durmiente á corta distancia de la base del riel, está dispuesta de modo que se pueda ensartar en ella una pieza C, cuya punta presente el mismo perfil que la base del riel, sobre la cual puede ser apretada por medio de una cuña entrada á martillazos en una abertura reservada en la cabeza del perno. Habrá dos pernos por cada ensambladura, uno á la derecha, otro á la izquierda del riel.

Otra disposición, igualmente basada en la fuertísima adherencia que se ha comprobado existe entre el hormigón y el perno A, consistiría en guarnecer este, en la parte superior, de un paso de rosca susceptible de recibir una tuerca que, al ser apretada, haría presión sobre la base del riel. Sería la aplicación de un principio análogo al que ha presidido á la adopción de los tirafondos usados en las líneas nacionales, existiendo la diferencia de que aquí la rosca sería exterior al durmiente, y la analogía de que la adherencia entre el durmiente y el perno sería por lo menos igual á la que se nota en las vías existentes entre el durmiente y el tirafondo.

Para mostrar con qué rapidez el método de

cálculo adoptado permite determinar los elementos de un durmiente en todos los casos de la práctica y al propio tiempo cuán fácil es comunicar al durmiente que se acaba de describir las condiciones de resistencia exigidas por un tren rodante extremadamente pesado, aduciré otro ejemplo.

Admitamos que sobre la vía, de trocha de 1 m., para la cual se haya de estudiar un durmiente, se tenga necesidad de hacer circular locomotoras de 80 toneladas de peso adherente repartido sobre tres ejes motores. Es evidente que el momento resistente de un durmiente de madera dura debería, en este caso, recibir un aumento en relación con el aumento del peso de la locomotora, pues sin necesidad de conocer el momento de flexión máxima que un durmiente haya de aguantar, sabemos que queda siempre proporcional á este peso.

De consiguiente, si 345 es el momento resistente del durmiente usado en vías destinadas á locomotoras de 36 toneladas, el momento resistente de un durmiente de madera dura para la vía ahora considerada habría de ser igual á $345 \times \frac{80}{36}$, ó en números redondos, y determinados generosamente, á 700.

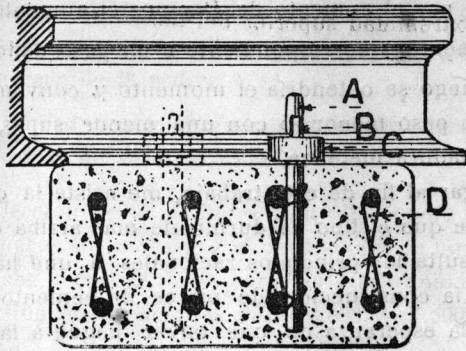


Figura 2

Veamos de combinar un durmiente de cemento armado que ofrezca un momento resistente poco diferente de este, si bien algo superior. Es fácil ver que hay que aumentar la superficie del hormigón simultáneamente con la resistencia de la armadura metálica, conservando, para que el hormigón y el hierro trabajen armónicamente, una justa proporción entre las secciones de ambos.

Hé sido conducido á dar al sólido de hormigón $0,26 \times 0,16 \times 1,80$, y á las varillas de la armadura, siempre en número de 8, y siempre distantes $0,01$ de la cara exterior del hormigón, un diámetro de $0,012$. Las ecuaciones anteriores se vuelven :

$$M_1 = R \frac{ab^2}{6} = 25 \times 10^4 \times \frac{0,26 \times 0,16^2}{6} = 243$$

$$M_2 = R \frac{8 I_d}{\frac{1}{2} b'} = \frac{8 R}{\frac{1}{2} b'} \pi r^2 \left(\frac{\pi r^2}{4} + d^2 \right) = \frac{10^7 \times 8}{0,07} + \pi \times 0,006^2 \left(\frac{\pi \times 0,006^2}{4} + 0,064 \right) = 528$$

$$M = M_1 + M_2 = 243 + 528 = 771.$$

Por lo que es del esfuerzo cortante, en este caso igual á 13.300 k. , le haremos frente dando á los alambres del enrejado un diámetro de 4 m/m. Tenemos en efecto :

$$8 \pi r^2 + 16 \pi r'^2 = 8 \pi \times 0,006^2 + 16 \pi \times 0,002^2 = 1700 \text{ mm}^2$$

lo que corresponde, en lo relativo al esfuerzo cortante, á un trabajo límite, para el metal, comprendido entre 7 y 8 kilos.

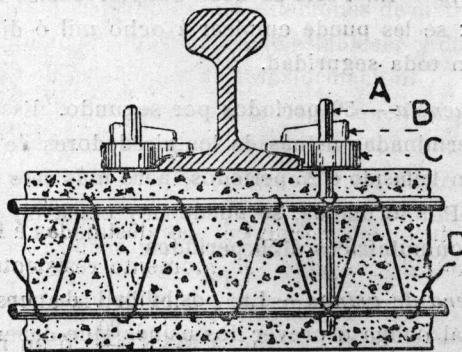


Figura 3

Se notará que, con aumentar en $0,004$ la altura del durmiente, y en $0,0002$ el diámetro de las varillas horizontales, hemos doblado el valor del momento resistente. Este resultado no ha de sorprender. Es una consecuencia de las conocidísimas propiedades del momento de inercia. Pero demuestra con qué economía y precisión un durmiente de este tipo puede amoldarse á las más variadas y recargadas exigencias del servicio de una vía férrea.

El método de cálculo empleado para la determinación del momento de inercia de un cuerpo heterogéneo es absolutamente general. Supongamos que la armadura metálica no sea simétrica relativamente al centro de figura de la masa de hormigón, que exista, por ejemplo, como á menudo sucede, de un solo lado de ese centro, en la parte inferior del sólido.

Entonces el eje neutral estará situado debajo del

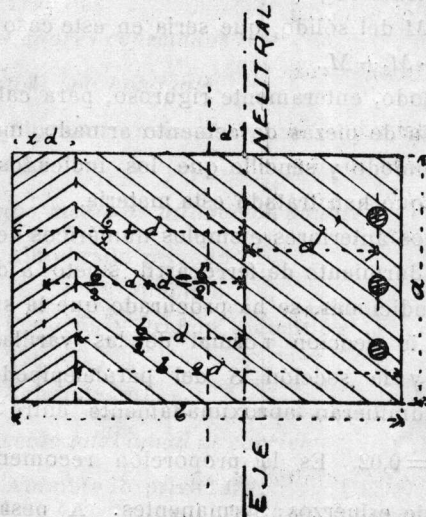


Figura 4

centro de figura, á una distancia d de este, y á una distancia d' del eje, que pasa por el centro de gravedad de la armadura. (fig.4) El rectángulo de dimensiones a y b que forma la sección normal del sólido puede considerarse como formado de dos: uno de dimensiones a y $(b - 2d)$, cuyo centro de gravedad está sobre el eje neutral del sólido, y cuyo momento resistente M_1 , relativamente á este eje neutral, es igual á

$$R \frac{I}{V} = R \frac{\frac{1}{12} a (b - 2d)^3}{\frac{1}{2} (b - 2d)}$$

otro, situado en la parte superior del sólido, de dimensiones a y $2d$, de área $2ad$, cuyo centro de gravedad está á una distancia del eje neutral representada por $\frac{1}{2} (b - 2d) + d = \frac{1}{2} b$, y cuyo momento resistente tiene, de consiguiente, por expresión

$$R \frac{I}{V} = R \frac{\frac{8}{12} ad^3 + 2 \frac{ad b^2}{4}}{\frac{1}{2} b + d}$$

En fin, si llamamos I el momento de inercia de la armadura relativamente al eje pasando por su centro de gravedad, S su sección y d' la distancia de su centro de gravedad al eje neutral, su momento resistente será como anteriormente

$$R \frac{I d'}{V} = R \frac{I + S d'^2}{V} = M_3.$$

Queda así determinado el momento resistente total M del sólido, tomado relativamente al eje neutral del mismo, puesto que tenemos $M = M_1 + M_2 + M_3$.

Si, conjuntamente con la parte inferior de la armadura metálica [existiera otra parte situada arriba del eje neutral y disimétrica respecto á la primera, se tomaría del mismo modo su momento de inercia I_a relativamente al eje neutral, utilizando la relación $I_a = I + m d^2$; conociendo I_a se deduciría el momento resistente M_4 , y por ende el momento resistente total M del sólido, que sería en este caso igual á $M_1 + M_2 + M_3 + M_4$.

Este método, enteramente riguroso, para calcular la resistencia de piezas de cemento armado, me parece más cómodo y sencillo que los indicados por los autores que han tratado esta materia.

En los dos anteriores ejemplos numéricos de cálculo de un durmiente de ferrocarril sujeto á determinadas condiciones, se ha procurado que la superficie s de la sección normal de las varillas de armadura, y la sección S del paralelepípedo de hormigón admitieran aproximadamente entre sí la relación $\frac{s}{S} = 0,02$. Es la proporción recomendada en el caso de esfuerzos permanentes. A pesar de tratarse aquí de esfuerzos discontinuos, repentinos y asaz violentos, me ha parecido que podía adoptarse porque el trabajo molecular que tendrán que desarrollar, tanto el hormigón como el metal, será en realidad muy inferior al que se ha admitido. Efectivamente es lícito afirmar que el esfuerzo máximo de las fibras del durmiente de madera dura que nos sirvió de término de comparación nunca llega al límite que le hemos asignado, y el durmiente de cemento armado ha sido determinado de modo que ofrezca un momento resistente superior.

Sin embargo, si se prefiriera dar á la relación $\frac{s}{S}$ un valor poco diferente de 0,01, que es indicado por los autores como más conveniente tratándose de esfuerzos discontinuos determinando intensas vibraciones, no sería difícil llenar este requisito formando las varillas de la armadura, no ya con hierros redondos llenos, sino con tubos de acero. En la expresión $\mu = R \frac{I}{V}$, acrecentárase así por un doble

concepto, por el aumento de R y por el aumento de I , el momento μ correspondiente á un peso dado de metal. Luego se obtendría el momento μ conveniente con un peso menor, ó con una menor superficie de la armadura metálica.

Al llegar al fin de este trabajo, me asiste la convicción de que el tipo de durmiente más arriba descrito consulta los principios racionales á que ha de obedecer la construcción de piezas de cemento armado, y la esperanza de que talvez llegue á facilitar la solución de un problema que día por día asumirá un carácter más apremiante.

Alfredo Ebelot.

ELECTROTÉCNICA

LA ELECTRICIDAD EN PARÍS EN 1905

(ESPECIAL PARA LA "REVISTA TÉCNICA")

(Continuación — Véase núm. 217)

III. CASA BROWN-BOVERI, DE BADEN (Suiza)

Esta firma parte de la hipótesis de que nada existe en París; de que todo está por crearse en él.

Esta nueva instalación debe ser á corriente alternativa trifásica, á muy alta tensión, con poderosas unidades.

La corriente alternativa monofásica debe ser eliminada, pues se adapta difícilmente á la distribución de la fuerza motriz. Por el contrario, la trifásica responde á todas las necesidades: alumbrado, fuerza motriz, electro-metalurgia, tracción.

Para ciertos casos particulares, en que la corriente continua se impone, puede transformarse la trifásica en continua mediante conmutatrices ó convertidores.

Voltaje — En París se debe adoptar cables subterráneos: se les puede emplear á ocho mil ó diez mil volts con toda seguridad.

Frecuencia — 50 períodos por segundo. Es cierto que determinadas usinas de los alrededores de París producen trifásico á 25 períodos, pero más vale adoptar 50. Por lo demás, se puede hoy construir fácilmente conmutatrices á 50 períodos.

Número de usinas — La posibilidad de un paro accidental obliga á prever dos usinas, que deben ubicarse cerca del Sena (por razón del agua y del car-

bón), una al N. Oeste, la otra al S. Este de París; estas usinas podrían alimentar, á voluntad, una parte cualquiera de la red.

Poder de las usinas — Cada usina: de 60.000 á 80.000 kw. en servicio normal.

Elección de unidades — Tan altas como sea posible, pero, sin embargo, el paro súbito de una unidad, no debe recargar demasiado las otras unidades. Parece que puede elegirse entre 6.000 y 7.500 kw. por unidad.

Fuerza motriz — La turbina á vapor se impone, y, especialmente, la turbina Brown-Boveri-Parsons.

Distribución de la energía — La corriente primaria alimentaría sub-estaciones.

El resto de la nota trae indicaciones muy vagas respecto del muy importante punto de la distribución de la corriente al consumidor.

IV. COMPAÑIA PARISIENSE DEL AIRE COMPRIMIDO

Esta compañía es una de las que proveen electricidad á París. Su respuesta debe, pues, diferir totalmente de las que hemos analizado.

No se debe — dice ella — hacer tabla rasa con las instalaciones actuales para sustituirlas con un programa enteramente nuevo de producción y de distribución de energía eléctrica en todo París, pues este programa correría el riesgo de pasar de moda aún antes de haber sido completamente ejecutado, y, á fortiori, antes de haber sido amortizado!!! (*).

La Compañía Parisiense dice, en seguida, que le parece peligroso, para la ciudad, el establecer una Estación Central única: esta solución ofrecería múltiples inconvenientes del punto de vista de las probabilidades de incendio, y de las complicaciones de carácter económico, social y militar mismo.

Por ahora, se impone el distribuir corriente continua para todo el centro de París, y alternativa ó trifásica en la periferia.

Y, para esta corriente continua, es preferible el producirla *directamente*, en una usina, y hacer pasar la corriente en simples sub-estaciones de distribución y de regulación, más fáciles de establecer y de explotar que sub-estaciones de transformación.

En este orden de ideas, la usina que la Compañía ha levantado en el *Quai Jemmapes*, en París, responde perfectamente al programa. Su radio de acción es muy extendido, y su poder (alrededor de 7.000 kw.) puede ser fácilmente aumentado.

(*) Podríamos observar que, llegado ese caso, las instalaciones de los actuales sectores, ya anticuadas, se hallarán notablemente más viejas y fuera de moda,

En cuanto á la corriente alternativa ó trifásica, parece que debiera producirse extra-muros, en una usina especial, que se construiría *ad-hoc*.

V. ALLGEMEINE ELEKTRICITÄTS GESELLSCHAFT, DE BERLIN

Vamos á analizar, tan rápidamente como sea posible, la respuesta de la Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft, de Berlin, fechada el 25 de agosto de 1904.

Por lo pronto, hace referencia á algunos datos consignados en la Memoria anual de las « Berliner Elektrizitäts Werke » (Usinas de Electricidad de Berlin).

Luz — Equivalente de lámparas conectadas:

a) Consumidores privados	33.190 kw.
b) Alumbrado público	557 »

Motores — Motores conectados:

a) Pequeña y grande industria	42.413 »
b) Tranvías	15.337 »

Acumuladores conectados 1.911 »

Provistos, por habitante:

a) Sin los tranvías	35 watts
b) Con » »	42 »

Duración media de utilización anual:

a) Alumbrado privado	548 horas
b) » público	2.753 »
c) Pequeña y grande industria	757 »
d) Tranvías	2.903 »
e) Acumuladores	1.870 »

Producción total anual de corriente:

a) Alumbrado privado	17.177.083 kw.h.
b) » público	1.494.987 »
c) Pequeña y grande industria	26.800.942 »
d) Tranvías	45.110.656 »
e) Acumuladores	3.178.693 »
Total	96.762.361 kw.h.

Kilowatts-hora por habitante

a) Sin tranvías	23,3
b) Con »	43,5

Carga máxima de las usinas 45.100 kw.

Precio del carbón: 16,32 marcos la tn. puesto en la sala de calderas (hulla de 7.000 calorías).

Consumo de carbón por kw.h.: kg. 1,298.

Gastos de producción (personal) por kw.h. Pf. 0,81

» » » de corriente » » » 2,90
Pf. 3,71

Capital total de instalación de las usinas: 67.042.122 Marcos.

Sea: 720 M. por kw. instalado
1.500 » » » maximum provisto

Recetas brutas: 14.597.192 Marcós.

Impuestos :

a) Municipales y Cantonales: 17,8%	
sobre las entradas brutas, sea .	2.589.041 M.
b) Al Estado	47.000 »
c) Comunales	137.000 »
	<hr/>
Total	2.773.041 M.

Teniendo cuenta de todos los gastos, el coste de producción del kilowatt-hora sube á 5,6 pf., ó sea, unos 0,fr.07.

Vendiendo el kw.h. á 20 céntimos puede demostrarse :

Que la lámpara Ernst es más económica que el pico Auer con el gas á quince céntimos el m³.

Si el kw.h. es vendido á 15 cm., el alumbrado público por lámparas de arco es más económico que cualquier otro procedimiento á gas (aún con los picos de alta intensidad luminosa, funcionando á alta presión), calculando siempre ese gas á 15 cm. por metro cúbico.

Con la corriente á muy bajo precio, los industriales (de pequeña y grande fuerza motriz), y las empresas de tracción, tienen todo interés en dirigirse á grandes centrales.

Si se adopta la cifra de Berlín (1 lámpara conectada ó su equivalente por habitante), se puede prever, para París, 3.000.000 de lámparas, lo que corresponde á un poder total de usinas centrales de *trescientos mil caballos* (no comprendida la reserva).

No conviene concentrar este poder en una sola central. Parece que el máximo de poder de una central no deba pasar de 100.000 caballos, para que la explotación se mantenga económica.

Se propondrá, pues, tres centrales de cien mil caballos, más la reserva.

Estas usinas requieren una gran cantidad de agua para la condensación; el carbón debe poder llegar hasta ellas por agua y por ferrocarril. No deben estar distantes más de 20 km. de París. Parece que debería situárselas :

La 1^a sobre el Sena, aguas arriba de París;

» 2^a » » » abajo »

» 3^a en una dirección perpendicular á la línea de unión de las dos primeras.

Sistema de corriente :

a) Para las centrales :

Se trata de transportar grandes cantidades de corriente á largas distancias. No se puede, pues, trepidar sino entre la corriente alternativa simple, y la trifásica.

La primera parece presentar un brillante porvenir á la tracción eléctrica de los ferrocarriles.

Pero los motores trifásicos son los mejores y los más sencillos que se pueda ejecutar. No tienen ni colectores, ni escobas, y pueden sufrir una sobrecarga igual á su poder normal.

Por lo demás, mediante la trifásica, que se transforma fácilmente, se puede alimentar los ferrocarriles con alternativa simple.

Por consiguiente, convendrá producir, en las centrales, trifásica de alta tensión.

b) Para los consumidores.

Aquí se puede :

O transformar esta corriente, en sub-estaciones sin personal, con transformadores estáticos, en corriente continua á baja tensión; — ó bien, transformarlo, en sub-estaciones provistas de personal, con transformadores rotativos, en corriente continua á baja tensión.

Razones de simplificación en la red conducen á preferir la 1^a solución, y, por consiguiente, la distribución de corrientes trifásicas á baja tensión.

Elección de la fuerza motriz y disposición de las Centrales:

No puede pensarse, por ahora, en construir motores á gas de 10.000 á 20.000 caballos. El empleo de las turbinas á vapor se impone.

Podrá componerse cada Central de :

Cinco grupos de 20.000 caballos

Dos » » 10.000 »

Sea un total de 120.000 caballos.

Los dos grupos de 10.000 caballos servirán de reserva.

La Sociedad pasa, en seguida, en revista los diversos elementos que constituyen las estaciones centrales : sala de máquinas, íd. de calderas, depósito de carbón, evacuación de cenizas y carbonillas, calderas, economizadores, sobrecalentadores, condensación, &c.

Distribución de la energía.

a) Elección de la tensión y feeders "

La Sociedad preconiza la tensión de 12.000 volts.

Los feeders son dispuestos de manera que cada punto de alimentación sea alimentado por dos cables, provenientes de la Central por distinto camino. Estos diversos puntos de alimentación deberían ser conectados por cables á alta tensión. La sección de todos estos cables debería calcularse para una caída de potencial total de 5 á 6 %.

b) Sub-estaciones de transformación, etc.

Transformadores:

Las sub-estaciones de transformación deben estar distantes unos 300 metros entre sí. Su carga media será de 100 kw. Para reducir el número de tipos, se emplearía solamente transformadores de 50, 70 y 100 kilowatts.

c) Red de distribución á baja tensión:

Para la tensión á adoptar, puede trepidarse entre 110 y 220 volts; la de 220 volts permite realizar cierta economía sobre la red, además de asegurar un mejor funcionamiento de la lámpara Nernst.

Pero esta tensión de 220 volts es peligrosa, hasta mortal, en instalaciones mal ejecutadas; además, la tensión de 110 volts permite reducir, bastante sensiblemente, el consumo de lámparas á incandescencia.

En resumen, la Sociedad no manifiesta preferencias por una ú otra tensión.

Para la red misma, conviene adoptar el sistema á 4 hilos, de los cuales uno neutral. Se dispone así de dos potenciales diferentes: el más elevado para las lámparas Nernst y los motores, y el más débil para las lámparas comunes á incandescencia.

Cálculo del rendimiento.

Coste de instalación:

Para los grupos motores generadores de que se ha hablado, puede estimarse así el coste de la instalación.

	Por caballo instalado
Construcciones, comprendida la alimentación de agua, los aparatos para el transporte del carbón, etc.	fr. 32
Calderas	» 32
Máquinas y aparatos eléctricos de la Central	» 80
TOTAL	frs. 144

El coste de dos centrales, de 120.000 caballos cada una, sería, pues, de 34.560.000 frs.

El poder máximo total de 200.000 caballos, dá, calculando un rendimiento de 94 % para la transformación:

$$200.000 \times 0,736 \times 0,94 = 138.000 \text{ kilowatts}$$

Calculando una pérdida de 10 á 12 % en las dos redes á alta y á baja tensión, se vé que se puede proveer alrededor de 120.000 kw. á los abonados.

Esto dá un coste, para la Central, de 290 fr. por kilowatt provisto.

Para las redes, los gastos serán:

Conductores de alta tensión, transformadores con accesorios	260 frs.
Conductores á baja tensión con estaciones de transformación y ramales de abonados	325 »

Esta última cifra (325 frs.) puede suprimirse para los grandes consumidores que reciben directamente la corriente á alta tensión en un transformador instalado sobre su propio terreno.

Los gastos de instalación de energía útil son, pues, de:

Para los grandes abonados	550 frs. por kw.
» » pequeños »	875 » » »

Gastos:

Debe preverse, para intereses y amortización del capital invertido, 3,5 %; para las reparaciones, amortización del material, ó la formación de un fondo de renovación, debe aún calcularse un 4 %. Para el combustible, debe preverse 6 kg. de vapor por kw.h. producido, ó 7,5 kg. por kw.h. útil, lo que hace 1 kg. de carbón.

Este carbón podrá obtenerse al precio medio de 20 frs. la tonelada.

Combinando los datos que anteceden, con otros que proporciona la explotación de las Usinas de Berlin, puede formularse el cuadro siguiente:

a) Gastos constantes por kw. útil provisto:

	Grandes abonados	Pequeños abonados
	Frs.	Frs.
Intereses	19.25	30.65
Reparaciones, amortización del material y amortización del Capital.	22.00	35.00
Gastos de personal	4.40	5.90
» generales	8.25	9.35
TOTALES	53.90	80.90

b) Gastos variables por kw.hora útil provisto:

	Grandes abonados	Pequeños abonados
	Cént.	Cént.
Carbón (*) y otras materias empleadas en la explotación	2.20	2.20
Gastos de personal	0.39	0.52
» generales	0.75	0.83
TOTALES	3.32	3.55

Designando por *n* las horas de utilización anual, el coste por kw.h. útil provisto, es pues de:

$$53,90 + 0,0332 n \text{ frs. para los grandes abonados}$$

$$80,90 + 0,0355 n \text{ » » » pequeños »}$$

Estas fórmulas dan.

Para los grandes abonados:

Para 3.000 horas de utilización	5,3 cént. por kw. h.
» 6.000 » » »	4,2 » » »

(*) El carbón representa 2 céntimos (1 kg á 20 frs. la tn.)

Para la luz :

Para	400 horas de utilización	23,8 cent. por kw. h.
»	800 » » »	15,7 » » »
»	4.000 » » »	5,6 » » »

Si uno se basa sobre una duración de utilización de 800 horas, para la que el precio de la corriente de alumbrado será de 20 céntimos, se llega, para cada kw.hora, a un beneficio neto de 6,3 céntimos, y para 100.000 kilowatts (en la hipótesis que los 20.000 kw. restantes sean atribuidos á los grandes abonados), á una cifra total de fr. 5.040.000, lo que dá un dividendo suplementario de $6\frac{1}{2}\%$ (agregados á los intereses ya indicados de $3\frac{1}{2}\%$) para el capital de instalación.

En esta cifra no está comprendido el beneficio á realizar sobre los grandes consumidores.

Al terminar, la Sociedad recuerda que estas cifras no pueden pretender ser de una gran exactitud, ni de una gran rigurosidad en el detalle.

Presenta, en fin, un cuadro encantador de la transformación industrial y social de París, cuando se haya realizado la construcción de estas grandes centrales.

Francisco Durand.

Ingeniero de la Escuela Central de París

(Continúa)

AGRIMENSURA - TOPOGRAFÍA - TRIANGULACIÓN

A propósito de un nuevo "Curso de Topografía" publicado en Montevideo

por el Agrimensor D. NICOLÁS N. PIAGGIO

(Véase N. 217)

Como puede verse páginas... y... de la obra del Sr. Piaggio, este es poco partidario del uso de la plancheta y tiene algo de razón en ello. La plancheta es, en efecto, un instrumento incómodo á transportar y que sirve más para levantar los detalles que el esqueleto de un plano. Sin embargo, si su uso aquí no está todavía indicado, sería un error el creer, como parece dispuesto á hacerlo el autor de la obra de que me ocupo, que la plancheta no sea un instrumento de verdadera utilidad. Es gracias á ella que en Europa el topógrafo y el agrimensor pueden levantar, á precios módicos, planos detallados y exactos, tanto de los accidentes del suelo, como de la propiedad.

Para referirme á casos concretos, indicaré aquí como se hacen los levantamientos de planos en Sui-

za, por ejemplo, por medio de la plancheta, instrumento que goza de mucho aprecio en ese país.

En Suiza se distingue el topógrafo del agrimensor, en que el primero levanta, á pequeña escala, mapas á la vez planimétricos y altimétricos, y el segundo levanta, en escalas grandes, los planos catastrales, es decir, los referentes á la propiedad.

El *Topógrafo* es allí ingeniero y á la vez oficial de artillería ó del genio; es él á quien comisiona la Oficina topográfica federal para el levantamiento de los mapas del Estado Mayor. Estos mapas, levantados hace próximamente 50 años, á la escala de $1/100000$ se van rehaciendo desde entonces á escalas mayores: de $1/25000$ en países de llanura y de $1/50000$ en países de montaña. La dimensión de cada hoja es reducida. El topógrafo encola por entero el papel sobre la plancheta, luego cuadrícula minuciosamente la hoja y dibuja los puntos de la triangulación geodésica que caben en ella. Si estos puntos no bastan para un buen relevamiento, procede á hacer una triangulación auxiliar, empleando el teodolito.

Para levantar el plano, se atornilla directamente la plancheta á la plataforma del instrumento y se le hace tomar la posición horizontal por medio de los tornillos nivelantes del mismo. Por medio de un tornillo de ajuste, se da á la plancheta la orientación debida. La alidada empleada es semejante á la parte superior de un teodolito altazimutal; el retículo es provisto de varios hilos y el anteojo funciona como estadímetro. La regla de la alidada es doble: una de metal sobre la que descansa el aparato y otra de marfil ligada á la primera como las reglas para trazar paralelas. Es sobre el canto de esta última, y por medio de un lápiz duro, que se trazan las visuales á los puntos levantados. Las distancias se estiman por medio de las longitudes interceptadas sobre la mira por los hilos del retículo. Por medio de una regla metálica, se calcula la altura del punto y su distancia; esta distancia se lleva, con el compas, á la escala debida en el plano. La mira, bastante parecida á las de Porro, mide 6 m. de altura. Situados, en el plano, todos los puntos que hay conveniencia en levantar desde una misma estación, al doble objeto de la planimetría y de la topografía, se esboza, con el terreno á la vista, el trazado de las curvas de nivel y en las montañas se figuran los picos, agujas, precipicios, en donde el trazado de las curvas se hace imposible.

Los puntos elegidos para estaciones forman generalmente una línea poligonal que saliendo de un punto de triangulación llega á otro en su término ó vuelve al mismo de origen algunas veces.

En países de serranías, especialmente, es preciso,

á menudo, resolver gráficamente el problema llamado de la carta; por medio de la plancheta, con el método de Pothenot, esta resolución se hace sencilla y rápida (véase tratado de Topografía del Coronel Ingeniero Dellepiane).

El levantamiento de la hoja de un mapa dura un verano, á veces dos.

Tal es, rápidamente descrito, el modo como procede con la plancheta el ingeniero-topógrafo. Para levantamientos especiales, se usa á veces el sextante y los micrómetros.

El *Agrimensor* es rara vez ingeniero; su tarea es concreta esencialmente al levantamiento de los planos catastrales, cuando no interviene en el levantamiento de planos particulares, en divisiones de herencias, replanteo de límites, etc.

Es á los agrimensores solamente que puede ser adjudicado el levantamiento del plano catastral de un municipio. De costumbre, cada 50 años debe procederse á un nuevo levantamiento. El terreno correspondiente á un municipio no pasa generalmente de una ó dos leguas cuadradas. Se principia la operación, cubriendo con una red de triángulos la zona por levantar. Los triángulos de primer orden tienen lados de 4 á 7 kilómetros, los de segundo orden 1 á 2 km. y los de tercer orden de 200 á 400 metros, si mal no recuerdo. La triangulación arranca de alguna torre ó campanario cuyas coordenadas son conocidas, por formar ellas parte de los triángulos de tercer orden de la red geodésica. La triangulación del municipio se hace con teodolito, distribuyendo de tal modo los puntos que en cada hoja de plano se hallen por lo menos 3 ó 4.

Las bases son medidas en terreno llano, 2 ó 3 veces, con la cinta metálica, buscando que el error medio sobre un kilómetro no pase de 5 centímetros próximamente.

Hecha esta triangulación auxiliar y calculadas las coordenadas de los puntos, se procede al levantamiento de las hojas del plano, el que se hace á diversas escalas: $\frac{1}{500}$ las hojas que contienen pueblos, $\frac{1}{1000}$ para predios y chacras, $\frac{1}{2000}$ las propiedades de gran extensión y $\frac{1}{4000}$ los páramos y selvas.

La plancheta del Agrimensor es provista de tornillos nivelantes y tornillo de ajuste para facilitar la orientación. Hace tiempo que no se usan las de rodilla á la Cugnot. El tablero es fijado á la plataforma y de bastante mayor tamaño que la plancheta del topógrafo. La hoja de papel se cuadrícula en cuadrados de 10 cm. de lado, por medio de una plancha de cobre que lleva agujeros á propósito. Luego, se sitúan en aquella los puntos triangulados, por medio de sus coordenadas, y se fija la hoja en

el tablero por medio de prensitas. La alidada empleada es de antejojo, con un pequeño sector de círculo vertical; la regla de la alidada es de bronce y no lleva regla á paralelas; las visuales se trazan por medio de una punta de acero fijada á un trozo de regla, semejante á un diminuto cepillo de carpintero. En el punto de estación, al que se hace corresponder exactamente con el punto del terreno, se clava una rondana ó guarda-centro. La distancia de la punta de acero al borde de la alidada se gradúa para que sea igual al semi-diámetro de la rondana, siendo colocada esta por un procedimiento muy sencillo para que su centro se confunda con el punto que representa la estación en el papel.

Para el levantamiento de una hoja de plano, se procede así: Se principia por hacer un croquis nítido y á gran escala del plano á levantar y se dá un número á todos los mojones y puntos que deben ser levantados, número que se indica con pintura ó se inscribe sobre una estaquilla colocada en el punto ó al pie del mojón; el croquis debe contener todos los detalles exigidos por los reglamentos, los que varían de un Cantón á otro. Hecho el croquis y determinados los puntos donde habrá que hacer estación para el levantamiento, se recurre á la plancheta, comenzando por hacer estación en los puntos de triangulación; los demás puntos donde hay conveniencia de hacer estación están señalados por un jalón y son determinados por 2, 3 ó más intersecciones y por medidas directas como verificación. Para la primera orientación de la plancheta, se elige la recta más larga que separa dos de los puntos de triangulación; á veces, por excepción, se calcula la orientación sobre un punto fuera de la hoja y se le orienta así. Las visuales dirigidas á las estaciones son trazadas de toda la longitud de la alidada para reducir los errores de orientación. La brújula-declinatoria es usada para orientaciones secundarias en los bosques y para señalar, en la hoja, la dirección del meridiano magnético.

Los puntos para estaciones son elegidos de tal manera que sea posible dirigir 3 visuales á cada uno de los puntos del levantamiento, los que están así determinados por 3 líneas que deben cortarse en un punto único si la plancheta ha sido bien orientada. Cuando no es posible obtener tantas intersecciones, se completa el levantamiento por medidas directas que se inscriben en el croquis. Un peón señala con un jalón provisto de bandera las estacas ó mojones que deben ser vistos desde la estación é indica, por señas, al agrimensor, el número del punto jaloneado. El levantamiento de una hoja suele durar 3 ó 4 días; se invierten 2 ó 3 más para verificar los puntos, dibujar

los límites y líneas auxiliares; lo demás de la minuta y las copias se concluye en invierno. El relevamiento de los arroyos encajonados y circundados de monte es hecho con la brújula cuadrada de agrimensor, de 20 cms. de lado, procediendo por abcisas y ordenadas. Cada 200 ó 300 metros se junta este levantamiento con líneas determinadas con la plancheta.

He entrado en todos estos detalles para hacer comprender la diferencia entre los procedimientos usados allí y los que nos son familiares aquí. Mientras aquí las medidas con la cinta de acero ó con la cadena juegan un papel preponderante, allá se busca reducir tanto como es posible la medición de líneas, en razón de la dificultad de medir bien líneas largas, en países como los de Europa que presentan tantos accidentes de terreno.

La propiedad está allá muy subdividida y los límites de los predios no son líneas rectas sino en longitudes de 15, 20, 40, ó 50 m. á lo sumo, de manera que el número de mojonés que se precisa para deslindar un pequeño campo es siempre grande; la razón de ello es que la propiedad, en su origen, fué delineada por los mismos agricultores y no por geómetras ó agrimensores.

Si en vez de plancheta, se tomase con el teodolito los mismos ángulos que gráficamente dibuja aquel instrumento, se obtendría mayor exactitud en la medida de los ángulos es cierto, pero al dibujar estos ángulos en el papel se perdería esta ventaja, además de tener que luchar con los inconvenientes de la monotonía del trabajo, de la facilidad mayor de equivocarse y del enorme tiempo que habría que invertir inútilmente en esta operación del dibujo.

En Alemania, en vez de proceder por triangulaciones de detalle como en Suiza, se prefiere recurrir á redes poligonómicas que sirven para ligar los planos catastrales con la triangulación. Se distingue dos clases de redes: las principales y las secundarias. Las redes principales deben ligar, por el camino más corto, un punto de triangulación con otro, sin desviaciones grandes entre las líneas que se suceden, es decir, que los ángulos deben diferir poco de 180°; los lados se eligen de 60-200 metros de longitud media. Las redes secundarias se apoyan sobre puntos de la red principal y deben servir como estaciones para el levantamiento de los detalles y siguen generalmente los caminos, y límites de propiedad.

Además, en la proximidad de estas redes se determina la situación de algunos puntos por medio de intersecciones, á fin de obtener el número de puntos fijados por los reglamentos y necesarios para un buen relevamiento.

En Baden, para el catastro, deben fijarse 30 á 40 de estos puntos por kilómetro cuadrado; en Prusia, este número de puntos varía según la escala exigida para el plano, de acuerdo con el cuadro siguiente:

Dimensiones de los lotes de tierra	Menores de 5 áreas	de 5 á 50 áreas	Mayores de 50 áreas
Escalas adoptadas para los planos..	1 : 500	1 : 1000	1 : 2000
	ha	ha	ha
En terreno llano y descubierto — 1 punto cada	1,0	3,0	7,5
En terreno algo accidentado—Id. id.	0,75	2,0	5,0
Id. muy id. —Id. id.	0,5	1,0	2,5

En las ciudades, las redes siguen las calles lo más paralelamente posible. Los lados deben ser medidos dos veces, con reglas de madera mantenidas horizontales y, en terrenos accidentados, con la cinta de acero. Para terrenos muy inclinados, se mide según el terreno y se multiplica el resultado por el coseno de la inclinación.

Al medir las longitudes, se producen errores, unos regulares, que obran en el mismo sentido, cuando la cinta se separa de la recta, se hunde en el suelo, etc., y otras irregulares. Los errores regulares pueden alcanzar á un 0.03 % de la longitud. Los errores irregulares crecen con la raíz cuadrada de las longitudes, de manera que si m es el error medio de una medida de longitud L , el error medio de una longitud L será $M = m \sqrt{L}$.

Para m , se adopta en Baden:

- cuando se mide con reglas de madera. . . $m = 0.003$
- » » » la cinta de acero . . . $m = 0.005$
- » » » la cadena $m = 0.008$

Como lo veremos luego, los errores tolerados son mucho mayores.

Ángulos — Los ángulos son medidos con el teodolito, dos veces por lo menos, con el anteojo en sus 2 posiciones; se admite que el error sobre los lados que tienen relativamente poca longitud es mayor que el que deriva de los ángulos. El error de cierre de una red, no debe pasar de $1,5 \sqrt{n}$ minutos, en que n = número de ángulos medidos.

* *

Las precedentes consideraciones que me han sido sugeridas al estudiar el Curso de Topografía del señor Piaggio, me han traído á la memoria un proyecto firmado « Besselocsaheb » (véase REVISTA TECNICA N° 213-14) relativo á la triangulación general de la República, y es mi intención ocuparme de este asunto en un próximo artículo, aún cuando más no fuera que para contribuir en algo al estudio de esta

cuestión. Pero, antes de dar por terminada esta parte me permitiré reproducir las tolerancias usuales para las mensuras en algunos países de Europa, á fin que puedan servir de base en el caso que se quisiera reformar los reglamentos en uso entre nosotros, pues que ellos son generalmente anticuados y deficientes bajo este punto de vista.

Tolerancias permitidas en Alemania y Suiza

GRAN DUCADO DE BADEN :

Para longitudes de 30m 60m 150m 300m
Se tolera, en países de serranía el $\frac{1}{200}$ $\frac{1}{250}$ $\frac{1}{400}$ $\frac{1}{500}$
» » de llanura el $\frac{1}{250}$ $\frac{1}{350}$ $\frac{1}{600}$ $\frac{1}{800}$

Para superf. de 1 5 10 20 40 60 80 100 200 áreas
Se tolera, entre 2
cálculos de sup.
errores corres-
pondientes al... $\frac{1}{20}$ $\frac{1}{60}$ $\frac{1}{100}$ $\frac{1}{140}$ $\frac{1}{175}$ $\frac{1}{200}$ $\frac{1}{225}$ $\frac{1}{250}$ $\frac{1}{300}$

BAVIERA — Topografía :

En la *poligonometria*, diferencias con la suma de los ángulos :

En redes principales $\frac{2}{3} (1 + \sqrt{n})'$
En redes secundarias (*) $(1 + \sqrt{n})'$

Tolerancias en la longitud de los lados :

$\frac{1}{3000}$ en terreno llano
 $\frac{2}{3000}$ en terreno accidentado.

PRUSIA — a) Reglamento para topógrafos.

Diferencias permitidas en las medidas de longitud
 $\frac{2}{1000}$ en terreno llano
 $\frac{3}{1000}$ » accidentado.

Tolerancias en los cálculos de superficie

hasta 1 ha. 1, m²4 por área
de 1 á 10 ha. 0, m²8 id.
para más de 10 ha. 0, m²7 id.

En las nivelaciones :

kilómetros. 0 0.02 0.045 0.10 0.25
tolerancia en m/m. 4 6 9 14 20
Id. 0.50 1 2 3 4 5 6 7.5
Id. 28 40 49 56 63 69 77

b) *Agrimensura* — Para poligonometría, diferencias toleradas en los ángulos :

1.5 \sqrt{n}' en llanura
3 \sqrt{n}' en terrenos accidentados.

En las medidas, se tolera las siguientes diferencias : (La clasificación I se refiere á terrenos llanos — II á terrenos accidentados y III á terrenos muy accidentados)

(*) n = número de ángulos.

Longitudes m.	10	25	50	75	100	150			
Tolerancias {	I .	0.06	0.10	0.14	0.18	0.21	0.27		
	II .	0.08	0.12	0.18	0.22	0.26	0.33		
	III .	0.09	0.14	0.20	0.26	0.30	0.38		
Id.	200	250	300	350	400	500	600	1000	
Id. {	I	0.32	0.36	0.41	0.45	0.49	0.57	0.65	0.95
	II	0.39	0.44	0.50	0.55	0.60	0.70	0.79	1.16
	III	0.45	0.51	0.57	0.63	0.69	0.81	0.92	1.34

Para las superficies, las diferencias toleradas son : (*)

Sup. en a.	0.1	0.2	0.3	0.5	0.7	0.9	1.0	2.0
Tol. en a.	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.11
Id.	3	4	5	10	15	20	25	30
Id.	0.13	0.15	0.17	0.25	0.30	0.35	0.39	0.43
Id.	35	40	45	50	55	60	70	80
Id.	0.46	0.49	0.52	0.55	0.58	0.61	0.66	0.70
Id.	90	100	150	200	300			
Id.	0.75	0.79	0.97	1.13	1.41			

Para planos á escalas pequeñas, $\frac{1}{4000}$ y $\frac{1}{5000}$ las tolerancias son mayores y son iguales á una vez y media las precedentes.

WÜRTEMBERG — Diferencias toleradas en las medidas de terrenos :

Cuando la pendiente es inferior á 2 % . . . $\frac{1}{1000}$
Para pendientes de 2 á 7 % $\frac{2}{1000}$
« » mayores $\frac{3}{1000}$

En los cálculos de superficies : 25—50 á 75 m² por ha. según clase de terreno.

Para las nivelaciones :

Longitudes en km.	0	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0.6				
Tolerancia en mm.	4	6	8	10	12	14	16				
Id. id.	0.8	1.0	1.2	2	3	4	5	7	10	20	30
Id. id.	18	20	25	30	35	40	50	60	80	100	

SAJONIA —

Tolerancias admitidas en la medida de longitudes 0.1 %
Id. en los cálculos de áreas $\frac{1}{3}$ %
para predios pequeños $\frac{1}{2}$ %

SUIZA — En poligonometría, el error de ángulo no debe exceder de $4 \sqrt{n}'$.

Tolerancias sobre medidas de longitud, en planicie :

M.	3—30	30—60	60—90	90—120
Cm.	3—9	12	15	18

En montaña, tres veces más.

Entre 2 cálculos gráficos de un predio, la diferencia debe limitarse

para 10	20	40	60	80	100	200	áreas
á $\frac{1}{100}$	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{200}$	$\frac{1}{220}$	$\frac{1}{240}$	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{310}$	

Para mayores superficies: por cada 50 a., 10 m² más.

(*) Se suponen cálculos gráficos por medio del compás y de la escala.

Resumen y conclusiones

Dejando aparte las tolerancias arriba mencionadas, que son proporcionales á las longitudes, y que se aplican más bien á la topografía que á la agrimensura, resulta que los errores y tolerancias sobre una longitud x varían según los países entre los límites dados por las fórmulas siguientes :

EN PRUSIA :

$$y = \frac{1}{1000} \sqrt{800x + x^2} \text{ en terreno muy accidentado.}$$

$$y = \frac{1}{1000 \times 1.22} \sqrt{800x + x^2} \text{ id algo id}$$

$$y = \frac{1}{1000 \times \sqrt{2}} \sqrt{800x + x^2} \text{ id llano.}$$

BADEN :

$$y = 0,0216 \sqrt{x} \text{ (aprox.) en llanura}$$

$$y = 0,0345 \sqrt{x} \text{ (id.) en montaña}$$

SUIZA :

$$\text{Aproximadamente } \begin{cases} y = 0,0185 \sqrt{x} \text{ en llanura} \\ y = 0,0300 \sqrt{x} \text{ en montaña} \end{cases}$$

En Europa, estas tolerancias se hacen efectivas especialmente cuando se trata de verificar planos catastrales. En estas verificaciones, el ancho de un lote de tierra es medido según una línea transversal que corta el plano en cualquier dirección y se verifica con la medida exacta tomada en el terreno. Ahora bien, los planos de terrenos pequeños son dibujados á la escala de $\frac{1}{500}$, y por más que el agrimensor ponga especial cuidado en dibujar el plano, llevando todas las medidas en este por medio del compás y de la escala metálica, es difícil, á pesar de ello, apreciar, en el papel, más allá de $\frac{1}{5}$ de mm. que se admite como límite de tolerancia, el que representa, á esa escala, m. 0,10. Este ejemplo explica por qué las tolerancias deben ser sensibles para las pequeñas distancias, pero á partir de 100 á 150 m. las tolerancias admitidas son más uniformes y crecen casi proporcionalmente con las longitudes.

Aquí, los planos llevan inscritas las longitudes de los lados del perímetro del lote ó del campo y las verificaciones de planos se refieren siempre á estos lados que han sido medidos, de manera que la escala gráfica no se consulta y parece, por consiguiente, posible y práctico admitir una tolerancia uniforme que podría fijarse en un tanto por mil.

Por ejemplo, podría adoptarse el 1‰ en la Capital Federal, en cualquier terreno, y el $1\frac{1}{2}\text{‰}$ en las Provincias, en terrenos llanos, y el 3‰ en las sierras y terrenos muy accidentados.

Estas tolerancias parecen suficientes. Sobre un lote de terreno en la Capital Federal, de 50×100 m.,

las tolerancias serían de 5 cm. en el ancho y 10 cm. en la longitud, diferencias bastante apreciables. En las ciudades y pueblos de provincias, estas serían, respectivamente, de $7\frac{1}{2}$ y 15 centímetros.

Admitidas estas tolerancias diastimétricas ¿cuales serían las que habría que admitir para las áreas?

Supongamos un lote de tierra ó campo de forma rectangular, cuyas dimensiones exactas de los lados representaremos por a y b . Con la tolerancia del $1\frac{1}{2}\text{‰}$, estas dimensiones pueden variar

$$\begin{matrix} \text{desde} & a - 0,0015 a & \text{hasta} & a + 0,0015 a \\ & b - 0,0015 b & & b + 0,0015 b \end{matrix}$$

El área mayor que pueda resultar para el lote sería dada por

$$(a + 0,0015 a) \times (b + 0,0015 b) = ab + 0,003 ab + 0,00000225 ab$$

y el área menor

$$(a - 0,0015 a) \times (b - 0,0015 b) = ab - 0,003 ab + 0,00000225 ab$$

El resto $+0,006 ab$ sería la mayor diferencia que pudiera ser tolerada entre dos cálculos.

Como un campo de cualquier forma puede siempre, teóricamente, ser dividido en rectángulos, se deduce, pues, que la regla es general.

Resulta así que con la tolerancia admitida del $1\frac{1}{2}\text{‰}$ para las longitudes, la mayor que cabe admitir para las áreas es del 6‰ . Con la tolerancia del 1‰ en las distancias, correspondería la del 4‰ para las áreas.

Estas tolerancias para las áreas, aceptables en superficies pequeñas, serían exageradas para grandes campos y podrían reducirse casi á la mitad, porque entonces hay menos probabilidad que los dos cálculos de la superficie del mismo correspondan el uno á la menor y el de verificación á la mayor tolerancia, ó vice-versa.

Apesar de lo dicho y en vista de que en las ciudades hay lotes de terreno de poco frente y martillos cuyas dimensiones son muy reducidas, y por tanto no conviene que la tolerancia sea demasiado exigua para estos casos, á fin de no dar tema á contestaciones, es casi imprescindible admitir un límite mínimo que podría ser fijado en 5 cm.; á estos 5 cm. se agregaría siempre el 1 ó $1\frac{1}{2}\text{‰}$ de la distancia para obtener el valor de la tolerancia; es decir, que la tolerancia y para una distancia x sería dada, en la Capital Federal, por la fórmula $y = 0,05 + 0,001 x$.

Para las áreas, habría que admitir una escala descendiente en el tanto de la tolerancia. Las siguientes fórmulas que tienen cuenta de las consideraciones que preceden, podrían servir para fijar los límites de las tolerancias.

$y = 0,003 \sqrt{400x + x^2}$ cuando las tolerancias en las longitudes han sido fijadas al 1 ‰

$y = 0,0045 \sqrt{400x + x^2}$ id. id. al 1,5 ‰

$y = 0,009 \sqrt{400x + x^2}$ id. id. al 3 ‰

En estas fórmulas y designa la tolerancia y x la superficie.

Para hacer más sensible la comparación, se ha calculado las tolerancias correspondientes á los dos primeros casos y se ha repetido, debajo, las corrientes en Prusia.

	Superficies en áreas.	0 ^a .1	0.2	0.3	0.5	0.7	0.9	1	2	3	4	5
Argentina..	Tol. corresp. al 1 ‰	0.019	0.027	0.033	0.042	0.050	0.057	0.060	0.085	0.104	0.121	0.135
	» al 1,5 ‰	0.028	0.041	0.049	0.064	0.075	0.085	0.090	0.128	0.156	0.181	0.202
Prusia,	Tolerancia corriente.	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.11	0.13	0.15	0.17
	Superficies en áreas.	10 ^a	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Argentina..	Tol. corresp. al 1 ‰	0.192	0.237	0.275	0.309	0.341	0.371	0.398	0.425	0.450	0.475	0.498
	» al 1,5 ‰	0.288	0.355	0.412	0.464	0.511	0.556	0.597	0.637	0.675	0.712	0.747
Prusia,	Tolerancia corriente.	0.25	0.30	0.35	0.39	0.43	0.46	0.49	0.52	0.55	0.58	0.61
	Superficies en áreas.	70 ^a	80	90	100	150	200	300				
Argentina..	Tol. corresp. al 1 ‰	0.544	0.588	0.630	0.671	0.862	1.039	1.375				
	» al 1,5 ‰	0.816	0.882	0.945	1.006	1.292	1.559	2.062				
Prusia,	Tolerancia corriente.	0.66	0.70	0.75	0.79	0.97	1.13	1.41				
	Superficies en hectáreas	5	10	50	100	500	1000	20000 ha				
Argentina..	Tol. corresp. al 1 ‰	2.013	3.550	15.589	30.594	150.60	300.60	6006 ha				
	» al 1,5 ‰	3.019	5.324	23.383	45.891	225.90	450.90	9009 ha				
No hay en Prusia terrenos de estas dimensiones)												

Esta cuestión de tolerancias puede encontrar su aplicación en muchos casos. Por ejemplo, un señor Z ha vendido una propiedad de 5.000 hectáreas en remate. Los señores A B C y D han comprado cada uno un lote de 1.000 hectáreas y los señores E y F los 2 lotes restantes de 500 hectáreas.

En el momento de hacer la división para proceder á la entrega de los lotes, resulta que se encuentra una diferencia de 21 hectáreas. ¿Como debe repartirse esta diferencia?

Hay que suponer, naturalmente, que este terreno se halla fuera de la Capital Federal. Las tolerancias para lotes de 500 y de 1.000 hectáreas siendo admitidas de 2,ha259 y 4,ha509 respectivamente, su importe total sería igual á $4 \times 4,509 + 2 \times 2,259 = 22,554$.

Las 21 hectáreas de diferencia deberían, pues, repartirse proporcionalmente á las tolerancias correspondientes á cada lote y no habría lugar á reclamo ni de una ni de otra parte. Este sistema tendría que ser empleado no solamente cuando la diferencia encontrada resulta de menos, sino también cuando resulta de más. Si la diferencia hallada excediese de las tolerancias, el vendedor podría quedar con el sobrante si ella es en exceso y, si fuese de menos, debería tenerse cuenta de ella deduciéndola, proporcionalmente, á los compradores, previa deducción de las tolerancias.

Angulos — Para los ángulos, se podría admitir 2 minutos sexagesimales en cada ángulo.

**

Hemos creído que interesarían estos detalles sobre tolerancias en operaciones de mensura, etc., por cuanto es difícil hallar datos referentes á las mismas, según hemos tenido más de una ocasión de constatarlo. Nuestros reglamentos pecan de defectuosos ó de elásticos. Así, á cada rato se presenta el caso de tener que determinar el sobrante de un campo y es costumbre hacer una mensura para ello; cuando

esto ocurre, se toma como valor del excedente la diferencia entre la superficie que indica el título y la que arroja la mensura.

¿No sería lógico deducir también la tolerancia de la superficie de la mensura, dado que á menudo el excedente resultaría ilusorio?

¿Por qué admitir una tolerancia excesiva de 1 ‰ en la longitud de los lados y ninguna en el valor de la superficie?

Constante Tzant.

BIBLIOGRAFIA

(En esta sección se acusa recibo y se comenta las obras que se nos remite, dedicándose especial atención á las que se recibe por duplicado.)

OBRAS

Historia técnica del puerto de Buenos Aires, por el ingeniero LUIS A. HUERGO — Aunque con un retardo excesivo, por haber carecido de espacio en números anteriores, no queremos prescindir de reproducir en estas columnas, de la entrega de los Anales de la S. C. Argentina, de marzo último, las líneas que dedicó nuestro redactor, el ingeniero Barabino, á la última obra del ingeniero Huergo, publicada en esta revista á fines del año pasado.

Estamos persuadidos que los que no han tenido aún ocasión de leer esta conceptuosa página de crítica técnica han de convenir con nosotros en que no pocos profesionales hay que, tras prolongada labor, dejan menos enseñanza útil de la que suelen a veces contener algunas carillas bien pensadas y mejor escritas.

Juzguen nuestros lectores:

«Admira la constancia con que el incansable decano de los ingenieros argentinos defiende sus ideas profesionales respecto del puerto de la Capital, no perdiendo ocasión de hacer constar como los hechos le han dado, le dan y le seguirán dando razón en cuanto ha sostenido relativamente al errado proyecto de los archigrandes ingenieros Hawkshaw, Son & Hayter.

Es un hecho de todos sabido que cuando el ingeniero Huergo propuso hacer del Riachuelo un gran puerto, con un ensanche hácia el norte frente a la ciudad, los altos dignatarios argentinos le hicieron a un lado por las razones que nuestros lectores conocen perfectamente, pues se dijo que obedecían a un acto de *prudencia* de aquellos mandatarios que necesitaban garantizarse del buen resultado del puerto bonaerense, confiando su proyectación a ingenieros extranjeros de «competencia reconocida», temerosos de que los ingenieros nacionales fueran incapaces de encerrar entre murallones, más ó menos robustos, una zona de agua dulce en nuestra playa, de dar á dichos murallones la debida fundación, por el *pésimo* terreno de cimentación (arena y tosca!); de excavar con dragas terrenos tan *tenaces* como el limo ó la arena, pues no es lo mismo dragar con las mismas excavadoras aquí que allá y menos aun que... acullá! Los poderes de entonces, comprendieron que no había en el país un solo profesional argentino que supiera proyectar y construir una esclusa, un depósito de mercaderías; pedir á una casa extranjera maquinaria aparente, pues quizá confundiera el hierro dulce con el... amargo; y, lo que es peor aún, que fuera capaz de proyectar una distribución racional de puerto.

Con estas ideas, fruto de la más profunda... convicción; fomentadas especialmente por senadores muy entendidos en cuestiones «económicas», el proyecto Huergo — á pesar de haber sido defendido por *todos* los ingenieros argentinos y extranjeros aquí existentes, una punta de ignorantes, fué desestimado por aquellos á quienes correspondía resolver, y nuestro magno puerto fué entregado á la proyectación de personas «entendidas», sólo incapaces de... equivocarse, y gracias á ello tenemos hoy el económico puerto de la Capital (cuesta ya unos 50.000.000 de pesos oro y está inconcluso!), perfectamente distribuido, á pesar de sus dos esclusas perfectamente inútiles, jamás utilizadas (después de haber costado más de 1.500.000 pesos oro); á pesar de sus *cinco* puentes giratorios, cuyo único defecto es el de ser una eterna rémora para el movimiento de explotación y obligar á un gasto de conservación no indiferente; malgrado la extensa ristra de doques (más de 3 kilómetros de largo); comodísimo, en cambio, gracias al ancho innecesario de sus doques (160 m.); gracias á la estrechez de su dársena sud (dársena de qué? de construcción? de reparaciones? de flotación? de armamento?) pero con una extensión de 1.000 metros por... 100 de ancho, á la que, para darle algún destino, la han transformado en doque de cargas y descargas construyendo un muelle de madera, cuyo mérito es el de haber obligado á reconstruirlo por completo, pues se pudrió que fué un... disgusto!; gracias á su *antepuerto*, que sería un modelo de tal si tuviera mucho más largo, mucho más ancho y mayor profundidad; gracias á su dársena norte, inmensa superficie de agua sin aplicación productiva, á pesar de la boca tan grande que le han dejado, por donde entran cómodamente no solo los

grandes buques de ultramar sino que también las grandes... marejadas del E., S. E. y S.; gracias á su canal norte que ayuda de una manera remarcable al del sud... á aumentar el coste de las obras y los gastos de conservación, porque el del sud sólo no bastaba al interés económico... del puerto!.

Gracias, pues, á la previsión de nuestros poderes públicos (L. y E.), descartado el ingeniero Huergo con su puerto denticular, tal vez teniendo que un puerto así *comiera* mucho dinero, tenemos hoy... el que tenemos, sin dientes, pero que ha comido al Erario una barbaridad de millones, y que, como digimos, está *bien distribuido*, es *cómodo* y *económico* y aún agregaremos *bien construido*, pues si los mallecones de madera desde el Riachuelo á la calle Belgrano se han podrido y el oleage los ha destruido; si una de las chimeneas de la casa de máquinas está en pié gracias á unos cuantos sunchos de hierro; si en la *dársena* sud hay constantemente que rehacer el revestimiento de piedra en el talud del este y reconstruir el muelle en el costado oeste, lo demás, *gracias á «exceso excesivo» de dimensiones* y consecuentemente de coste, se mantiene en bastante buen estado.

La fama, pues, de los ingenieros proyectantes estaría casi confirmada entre nosotros si á ello no se opusieran por un lado los hechos, y consecuentemente la tenaz propaganda del ingeniero Huergo y la opinión técnica de todos los ingenieros del país, y, por otro lado, otro «grande ingeniero» — hablo del señor Corthell — que consultado durante dos ó tres años por el Gobierno de la Nación, y solicitados sus grandes conocimientos portuarios para resolver la cuestión del ensanche del puerto actual — que resulta pequeño á pesar de ser un... gran puerto — se plegó á los muelles en espina de pescado (denticulares!) dando así, sin quererlo, un golpe de maza á la reputación de los señores Hawkshaw, Son, Hayter & Dobson, proponentes de la ristra de... doques!.

Pero no divaguemos y volvamos á la memoria del ingeniero Huergo.

Teniendo presente que nadie es profeta en su propia tierra, quiso consultar la opinión de los técnicos norteamericanos y europeos, aprovechando del Congreso Internacional de Ingenieros que debía realizarse en Saint Louis, con motivo de la Exposición, y previa historiación de los proyectos de puertos para la capital y de la construcción del realizado, someter á su discusión la siguiente cuestión:

¿ ES CONVENIENTE MANTENER LOS DOS CANALES DE ENTRADA ACTUALMENTE EN USO EN EL PUERTO DE BUENOS AIRES Ó SOLAMENTE UNO?

¿ EL DEL RIACHUELO Ó EL DEL NORTE?

La memoria del autor, escrita por él mismo originariamente en inglés, fué presentada y discutida en aquel congreso de ingenieros. El señor Huergo ha agregado á la edición española de su memoria, un resumen de la discusión habida en las sesiones correspondientes del mismo, en la que tan poca airosa figura hizo el ingeniero, especialista consultor, señor Corthell.

No entrando en los límites de una bibliografía la consideración detallada de la obra del señor ingeniero Huergo, cuya lectura recomendamos á los que no la conozcan, nos concretaremos á trascribir el juicio manifestado respecto de la misma por el ilustre ingeniero norteamericano Lewis M. Haupt, en la sesión del 5 de octubre, en el mencionado Congreso Internacional de Ingenieros; y los juicios emitidos por el ingeniero hidrógrafo señor A. Bouquet de la Grye y por el ingeniero jefe del puerto de Amberes, señor Gustavo Royers».

S. E. Barabino.