

un tablestacado metálico con anclajes en el mismo terreno (fig. 5.^a), cuando éste sea bastante consistente o si está formado por un pedraplén bien apisonado. Conviene tener presente que el terremoto puede elevar los niveles en ríos y canales y en el mar producir olas considerables, como la que en 1923 alcanzó en Atami la altura de 12 m.

En el puerto de Yokohama, según el ingeniero encargado K. Koyanaga, unos 1 050 m del rompeolas se hundieron, quedando por bajo de la bajamar. Los muros de muelle, del tipo de muros de sostenimiento por gravedad y constituidos principalmente por grandes bloques de hormigón, fueron removidos o volcados, resultando en varios casos, como expresa la figura 6.^a, destruidos los muelles y tinglados. Varios de éstos se quemaron.

En las presas de tierra y de fábrica, además de aumentarse los espesores usuales, convendrá dispo-

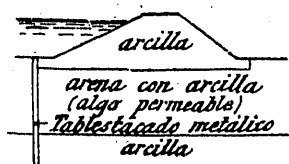


Fig. 7.^a Presa de tierra con cortina protectora.

ner en muchos casos cortinas de tablestacas metálicas que formen paredes algo flexibles e impermeables, semejantes a las representadas en las figu-

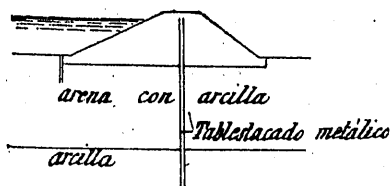


Fig. 8.^a Presa de tierra con núcleo de tablestacas.

ras 7.^a, 8.^a y 9.^a, que corresponden a obras construidas en el Japón.

5.^o Obras urbanas.—Las pavimentaciones de las



Fig. 9.^a Presa de fábrica con cortina protectora.

vías urbanas sufren menos cuando descansan sobre una capa algo gruesa de hormigón, pero siempre pa-

decen bastante cuando el grado de sismicidad es elevado.

Cuando la traída de aguas a la ciudad se hace por canales descubiertos conviene, como se ha hecho en Tokio, que aquéllos tengan las paredes y fondo formando un todo de hormigón armado, y para los trechos en que se sepa que existe o donde se tema un alto grado de sismicidad, ha dado allí buen resultado un recubrimiento interno de un fieltro asfaltado y con una mano de brea, pues así se conserva la impermeabilidad, aun cuando se agriete algo el hormigón. Los depósitos deben ser sólidas torres de hierro u hormigón armado, salvo cuando sea posible encontrar terrenos donde el coeficiente de sismicidad sea pequeño, en los que podrán establecerse.

Las redes de distribución de agua y de gas del alumbrado requieren muy detenido estudio. Tanto en los últimos terremotos japoneses como en el de 1906 de San Francisco de California, los mayores daños se debieron, a que ardió el gas que se escapó de las cañerías rotas, mientras que la rotura de las de agua, impidió que pudieran apagarse prontamente los numerosos incendios.

Los perjuicios del gas del alumbrado son tan grandes en ciudades ubicadas en zonas altamente sísmicas que sería muy conveniente, en muchos casos, suprimir su empleo.

Las galerías de canalización de alcantarillado, gas y agua deben construirse tan profundas como sea posible, al menos las de las redes principales, puesto que las oscilaciones sísmicas disminuyen mucho con la profundidad. Conviene que sean amplias galerías de hormigón armado, las que, además de evacuar las aguas sucias, lleven las tuberías de agua y gas.

Donde estas tuberías hayan de descansar directamente sobre el terreno deberá profundizarse, a ser posible, hasta llegar al sólido y firme. En todos los casos los tubos serán de acero, palastro u hormigón armado, pero no de hierro fundido, que es quebradizo. Como los tubos suelen romperse por sus extremos, convendrá estudiar un tipo de uniones, que sean algo flexibles.

N. PUIG DE LA BELLACASA

BIBLIOGRAFIA

REY PASTOR (A.): *Traits sismiques de la Peninsule Ibérique.* Madrid, 1927.
 MASCIARI-GENOESE: *Trattato di Costruzioni Antisismiche, preceduto da un Corso di Sismologia.*—Milan, 1915.
 NAVARRO NEUMANN: *Terremotos, sismografos y edificios.* Madrid, 1916.
 BRISKE (R.): *Die Erdbebensicherheit von Bauwerken.*—Berlin, 1927.
 SUMMERS (R. E. J.): *Earthquake Characteristics and Building Resistance.*—*Engineering-News Record*, vol. 91, 1923.
 DEWELL (H. D.): *Earthquake-Resistant Construction.*—*Engineering-News Record*, vol. 100, 1928.

El ancho de vía de los ferrocarriles españoles ¹

IV

Memoria de la Compañía de M. Z. A.

c) COSTE DE LA TRANSFORMACIÓN

La parte más fundamental del trabajo de la Compañía de M. Z. A. es aquella en que pretende demos-

¹ Véanse los números de 15 de febrero, 15 de marzo y 15 de abril últimos, páginas 69, 105 y 152.

trar que para hacer la transformación del ancho de vía de la red española había que gastar, en números redondos, mil millones de pesetas con los precios que el material y la mano de obra tenían en 1913, por lo cual algunos entusiastas comentaristas de los razonamientos, que atribuyen a D. Eduardo Maristany, dándoles así la fuerza del prestigio merecido de su personalidad, deducen que actualmente

el coste de los trabajos no bajarían de 1 500 millones de pesetas, cantidad desproporcionada a todas luces a las ventajas positivas que el cambio de ancho reportaría.

Examinemos, sin embargo, cuanto para deducir dicha cifra se dice.

De lo primero que se preocupa el autor en la Memoria de M. Z. A. es de elegir un procedimiento económico y que al mismo tiempo ofrezca garantías que aseguren la *continuidad* y la *seguridad* del servicio del ferrocarril.

Entre los dos procedimientos que cabe seguir, para estrechar la vía, que son: el de ripar uno de los carriles, suspendiendo la circulación durante los trabajos, y el de establecer un tercer carril, que permita simultáneamente la explotación en los dos anchos de vía, opta por el segundo, aunque el primero es más cómodo, en atención a que así el servicio se perturba menos.

Para no colocar el tercer carril en toda la longitud de la red, divide ésta en secciones, ni muy cortas, para evitar la instalación de múltiples estaciones de transbordo, muy costosas, ni muy largas, para reducir la cantidad de material fijo provisional que requiere la instalación del tercer carril, que al final tiene que desaparecer de la vía.

La regla general establecida de colocar un tercer carril, tendrá algunas excepciones, porque en determinados puentes, en los túneles, en los pasos inferiores, etc., la simetría es indispensable, lo que requiere la colocación de dos carriles entre los actuales.

El número de secciones en que se divide la red catalana en el plan ideado de transformación, es el de cuatro: la primera, de la frontera francesa a Barcelona; la segunda, de Barcelona a San Vicente; la tercera, de San Vicente a Mora, y la cuarta, de Mora a Zaragoza.

Elegido este método de transformación, a él se subordinan los cálculos de su coste, y con arreglo al mismo se divide el presupuesto total en cuatro grandes grupos.

En el primer grupo se incluye el presupuesto razonado de transformación en los puentes metálicos, de la vía y del material fijo de la red catalana de la Compañía de M. Z. A. Esta parte es la que con más minuciosidad se estudia, y se ve que ha sido encomendada a un técnico concienzudo de la Compañía, que hace un alarde de conocimiento de la línea, descendiendo a detalles y minuciosidades que no están en relación con el carácter general del trabajo, hecho, según se confiesa, muy de prisa y, por tanto, a la ligera en puntos muy fundamentales.

Por esta razón prescindiremos de inútiles detalles, fijándonos tan sólo en lo esencial.

Para estudiar el presupuesto de las modificaciones necesarias en los elementos metálicos de los puentes, se agrupan en tres tipos:

- 1.º Puentes grandes de vigas principales y tablero.
- 2.º Puentes y pontones de vigas gemelas.
- 3.º Puentes y pontones de vigas-largueros.

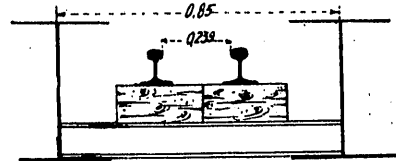
En los primeros se dice, sin demostrarlo, que no puede dejarse que la traviesa ordinaria de madera que sirve de apoyo intermedio entre los carriles y los largueros del tablero pueda hallarse sometida al esfuerzo de flexión que determina el peso de una rue-

da circulando por la nueva vía, y propone, como *solución económica*, sustituir las actuales traviesas de madera por otras metálicas, cuyo peso calcula, para deducir su precio de 72 pesetas, y como el número de ellas es crecido (11 222) el importe de la modificación sube a 807 984 pesetas.

En los puentes y pontones de vías gemelas, en los que cada carril va colocado conforme se indica en el croquis siguiente,



o sea sobre un larguero de buena madera de melis, que se apoya sobre unos hierros en ángulo L o en C, E, cosidos a las dos viguetas de doble te, I, que forman cada una de las vigas gemelas, propone la Memoria que se extracta, un procedimiento, que *califica de expedito*, y en el que se debe construir previamente



otra viga análoga en cuyo interior quepan dos largueros iguales, tal como se indica en el croquis adjunto, para lo cual necesariamente estarán separados los hierros en te, I, y serán mayores y de más altura que los de las vigas gemelas.

Una vez construídas estas vigas en número suficiente, se colocan en obra en sustitución de una de las existentes, modificando lo necesario los estribos y reformando el arriostrado transversal que une las dos vigas gemelas.

Estarian así estos puentes en las mismas condiciones que el resto de la vía con tercer carril, y cuando el cambio de circulación esté hecho, se volverán a sustituir dichas vigas provisionales por las primitivas, con nueva modificación de los estribos, y en los arriostramientos, quedando libres las vigas provisionales para utilizarlas en otra sección, que después ha de transformarse.

Ideado el procedimiento, se complace el autor de la Memoria en hacer una serie de cálculos minuciosos aplicables a vigas de 3, 5,40, 6,8, 8,60 y 10 metros, para deducir el coste de todos los largueros, tornillos y cuanto trabajo de quitar, poner y volver a quitar y poner, recortar, remachar, etc., ocasione el procedimiento, que eleva el coste de la transformación de estos pontones a la cifra de 648 656 pesetas.

Para los pontones de vigas-largueros se afirma, también sin demostración, que la colocación del tercer carril o de dos carriles entre los que constituyen la vía actual, determinaría, al paso de las ruedas por dicho carril o carriles intermedios, un trabajo de flexión, que la traviesa no podría resistir, y las sustituye por traviesas metálicas, cuyo coste se eleva a 90 145 pesetas.

El resumen del presupuesto así calculado de transformación de los puentes de la red catalana, es el siguiente:

Modificación de los puentes de grandes vigas.....	807 984 pesetas.
Modificación de los pontones de vigas gemelas.....	648 656 —
Modificación de los pontones de vigas-largueros.....	90 145 —
TOTAL.....	1 546 785 pesetas.

De esta cantidad total se deduce el valor del material sobrante, después de ultimada la transformación, con lo que el importe queda reducido a 1 404 945 pesetas.

Esta cifra, dividida por la longitud total de puentes de la Red Catalana, que era de 9 202,20 metros, da el presupuesto medio por metro lineal de puente de 152,66 pesetas, el que, multiplicado por la longitud de todos los puentes de la red antigua, que se eleva a 13 750 metros, determina el presupuesto de transformación de los tramos metálicos de dicha red, que es de 2 099 075 pesetas; así que el coste de esta parte de la transformación para la Red de la Compañía de M. Z. A. sería de 3 504 020 pesetas.

Tras este cálculo viene el del estrechamiento de la vía propiamente dicha, y no es fácil seguirlo y menos hacer el análisis de cuantas cifras se consignan, en otro nuevo alarde del minucioso conocimiento de las vías, que hay en cada una de las estaciones de la Red Catalana, en los puentes, en los túneles y toda clase de pasos especiales; pero en medio de tanto detalle, a veces pueril, se intercalan costes a tanto alzado.

Así, por ejemplo, el conjunto de las operaciones necesarias para colocar el tercer carril se valúa sólo en mano de obra en 2 000 pesetas por kilómetro; en esta misma longitud de vía se supone que se inutilizarán al hacer el cambio 300 traviesas y 120 tirafondos; se admite que el levantar el carril sobrante costará 800 pesetas por kilómetro, y así se aceptan otros importantes tantos alzados, sin la debida justificación, que influyen en algunos millones en el presupuesto, con lo que se logra llegar a la cifra de 66 613 893 pesetas para el coste total de la transformación de los puentes metálicos de la vía y del material fijo de la red de M. Z. A.

La misma escasa garantía, y por motivo idéntico al anteriormente indicado, ofrecen todos los cálculos minuciosos que a continuación se hacen en el grupo segundo, que comprende el presupuesto razonado de la transformación del material móvil, aunque se le quiere dar el mismo aparato de exactitud, pues el presupuesto para la modificación de una máquina Compound, de 34 220 pesetas; el de 14 650 pesetas para el de una máquina con cilindros exteriores, y el de 20 000 pesetas, como precio medio de modificación de máquinas de diversos tipos, no está bastante justificado, y lo mismo pasa en los importes unitarios de la reforma de coches y vagones, para llegar a la cifra de 53 727 413 pesetas del presupuesto de la reforma del material móvil.

En el grupo tercero se hace el presupuesto razonado del material móvil que es necesario adquirir para explotar inmediatamente la primera sección, en las que se divide la red total, para hacer la transformación sucesivamente. La cifra a que se llega depende de esta subdivisión en secciones, del material que a la primera sección se asigne, para el que se llega a cifras que, según la Memoria «aunque parecen algo exageradas a primera vista, no lo son en

realidad», y, finalmente, de la hipótesis que se hace de que dicho material, una vez terminada la transformación, valdría la mitad de lo que costó. De este modo se llega a suponer que por este concepto la transformación de la red de M. Z. A. cuesta pesetas 38 720 000.

El cuarto grupo del presupuesto se refiere al coste de las instalaciones provisionales para el período de transición, y en él se incluyen las instalaciones de vías y cambios para almacenar el material nuevo que se va poniendo en movimiento en la red transformada, y el viejo que se retira para llevarlo, sucesivamente, a los talleres. Además, y esto es más importante, se calcula el importe de las estaciones provisionales de transbordo muy a la ligera, pues ante la dificultad de estudiar dichos importes en detalle, lo que se dice que sería muy laborioso, se aceptan tantos alzados por millones, con lo que se llega a la importante cifra total de 48 321 123 pesetas.

Finalmente, después de haber previsto, al parecer, todo con gran amplitud, se añade en el presupuesto total una partida de 41 954 044 pesetas para imprevistos.

A continuación copiamos el resumen del importe a que se llega para hacer el estrechamiento en las vías de la Compañía de M. Z. A.

	Pesetas
Importe del presupuesto de la transformación de los puentes metálicos de la vía y del material fijo	66 613 892
Importe del presupuesto de transformación del material móvil	53 727 417
Importe del presupuesto del material móvil a adquirir para servir la primera sección transformada al ancho normal.....	38 720 000
Importe del presupuesto de las instalaciones provisionales para el período de transición.....	50 708 913
<i>Suma</i>	209 770 222
Imprevistos, 20 por 100	41 954 044
<i>Total</i>	251 724 266
Gastos de administración y dirección, 5 por 100	12 586 213
IMPORTE TOTAL, GENERAL.....	264 310 479

A este presupuesto se añaden los perjuicios en el período de transición, y además los perjuicios de la falta de concordancia en los empalmes de unas y otras líneas.

En este cálculo influyen poderosamente tanto la subdivisión en secciones como el tiempo que se estima necesario en cada una para hacer la transformación. Así, en la valoración de las perturbaciones y perjuicios *inmensos* que habrán de producirse durante el período de transformación, se multiplican los costes de todas las toneladas transbordadas por los años que sucesivamente van tardando las distintas secciones en transformarse, con lo que estos gastos, tan sólo para la Red Catalana, ascienden, en los diez años que dura el cambio, a la enorme cifra de 67 millones de pesetas, en números redondos.

Los perjuicios, por falta de concordancia en los empalmes, se valúan en 8,6 millones.

Añadiendo estas cifras a la del presupuesto antes resumido, se llega al total de 340 millones de pesetas para el coste de la transformación de la red de los ferrocarriles de M. Z. A., y extendiéndolo a la totalidad de la red española en la relación de longitudes

resulta el gasto total de 968 millones, que redondeando la cifra dan *mil millones de pesetas*.

En el capítulo IV de la Memoria que se examina se hacen consideraciones acerca de la desproporción que existe entre esta enorme cifra de millones y los beneficios que el estrechamiento reportaría, y se propone que se recurra al empleo de vagones de ejes cambiables para evitar el transbordo de determinadas mercancías, aunque reconociendo lo imperfecto del sistema.

Admite la Compañía de M. Z. A. la posibilidad de que el Estado, por razones de orden moral y político, se afirmase en la idea de hacer la transformación del ancho de vía, y por si tal caso llegara, hace en el capítulo V consideraciones de orden económico-legal, para demostrar que todo lo que sea carga del problema debe soportarla íntegra el Estado, y los pequeños beneficios deben recogerlos las Compañías concesionarias, dados los contratos que actualmente ligán aquél con éstas.

En los párrafos siguientes se condensa la opinión que sobre esta materia sustenta la Memoria de M. Z. A.

«Las Compañías y el Estado están ligados por contratos bilaterales; las leyes y pliegos de condiciones de cada concesión, y con arreglo a ellas cada Compañía, ha construído sus líneas con la vía actual y ha adquirido y sigue adquiriendo su material; y claro está que una base tan primordial como el ancho de vía de un ferrocarril no puede variarse en un momento dado, por la sola voluntad de una de las partes, con perjuicio, que podríamos llamar mortal, para la otra.»

«No cabe más solución que *el Estado* ofreciera a las Compañías *costear en absoluto, y por completo, la transformación.*»

A pesar de afirmaciones tan *absolutas*, muy que-

brantadas en la realidad actual ferroviaria, no les basta a las Compañías con lo consignado, pues sostienen, además, a pesar de que el Estado ha de pagarlo todo, que *lo natural* es que las obras las ejecuten la propias Compañías, pues sólo ellas están capacitadas para tan delicados trabajos. El Estado debe confiar en que las Compañías le cobrarán lo justo, y para que no se asuste de la cuenta, además de lanzar la cifra de los *mil millones*, que llama *coste propiamente dicho, de la transformación*, preparan el terreno para abrir una cuenta indeterminada de gastos por perjuicios, que califican, *a priori*, de considerables.

Por eso termina la primera parte de este capítulo V del modo siguiente:

«Sólo en estas condiciones, es decir, *no variando lo más mínimo la situación legal de cada concesión, costeando el Estado toda la transformación y compensando a las Compañías en forma aceptada por éstas de todos los mayores gastos y todos los perjuicios* que puedan sufrir durante el período de transición, así como *de los intereses del capital flotante* necesario para tan magna empresa, sólo en estas condiciones, repetimos, las Compañías podrían realizar la transformación del ancho de vía de todas las líneas.»

Y por si no queda bien claro el pensamiento de la Compañía de M. Z. A. en esta parte del problema, o sea en precisar quién debe pagarlo todo, vuelve a repetirlo con las mismas palabras al terminar de nuevo el capítulo V, siguiendo la costumbre de repetir los conceptos varias veces.

Y de acuerdo con esto, al hacer, en el capítulo VI y último, la recopilación del trabajo en forma de conclusiones, se repiten por última vez las ideas expuestas en la Memoria, que hemos extractado, y de las que haremos algunas consideraciones en artículos siguientes.

Vicente MACHIMBARRENA

Altura de agua más conveniente en los grandes depósitos

Conocido el volumen de agua a almacenar en un depósito, se presenta el problema de la determinación de su forma y dimensiones.

En muchos casos, las condiciones del terreno, necesidades del abastecimiento y múltiples consideraciones a tener en cuenta marcan al ingeniero que proyecta la pauta a seguir; pero cuando se pueden elegir libremente las dimensiones del mismo, hay que buscar aquellas que conduzcan al mínimo coste de la obra.

Refiriéndonos al caso general de un depósito de planta rectangular, dividido en dos, construído sobre el terreno con muros de fábrica, solera y cubierta con apoyos, conviene saber qué altura de agua para un volumen dado produce el coste mínimo.

Para una determinada superficie S y suponiendo todos los muros de igual sección, la longitud mínima

de muros se deduce según el siguiente cálculo (figura 1.^a).

$$\left. \begin{array}{l} L = 3a + 2b \\ a \times b = S \end{array} \right\} L = \frac{3S}{b} + 2b$$

derivando con relación a b e igualando a 0.

$$\frac{dL}{db} = -\frac{3S}{b^2} + 2 = 0 \quad b = \sqrt{\frac{3S}{2}} \quad \text{y} \quad a = \sqrt{\frac{2S}{3}} \quad \text{[I]}$$

los valores de a y b hacen mínima la longitud L , que será entonces:

$$L = 3\sqrt{\frac{2S}{3}} + 2\sqrt{\frac{3S}{2}} = 2\sqrt{6S} \quad \text{[II]}$$

Calculemos ahora la altura, y para ello partiremos de la base de muros de paramentos rectos, haciendo luego una transformación para los muros en talud. Sea el muro representado en la figura 2.^a de di-

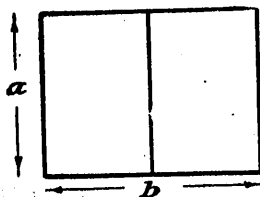


Fig. 1.^a