

# CUADERNO DE CONDICIONES

## PARA EL CÁLCULO I CONSTRUCCION DE PUENTES

(Aprobado por Decreto Supremo número 334 de 5 de Marzo de 1907) (1)

Las disposiciones contenidas en el presente «Cuaderno de Condiciones» son aplicables a todos los puentes bajo vías férreas que se construyan en el país, ya sea en las líneas del Estado, ya sea en las de propiedad particular.

### CAPÍTULO PRIMERO

#### Proyectos

##### *I. — Documentos del proyecto*

Los proyectos de nuevos puentes, o de reconstrucción o refuerzos de los existentes comprenderán las siguientes piezas, recomendándose particularmente adoptar las escalas que se indican i los signos convencionales que se espresan en la Lámina I:

a) Plano jeneral de ubicacion (1 : 500);

b) Planos de conjunto (1 : 100) i de detalles (1 : 20 a 1 : 10) tanto de la superestructura como de la infraestructura con la anotacion de las dimensiones necesarias para la correcta ejecucion, i con la indicacion de los niveles de agua, perfil trasversal de la vía o rio que se cruza, naturaleza del terreno, resultado de sondajes, etc.;

c) Plano de distribucion de los elementos de la vía;

d) Memoria descriptiva de la obra, i justificativa de las disposiciones i de las dimensiones adoptadas;

e) Pliegos de cubicacion de materiales i presupuesto correspondiente, con justificacion de los precios unitarios adoptados.

NOTA. — En los casos de reconstrucción o de refuerzo de puentes existentes se agre-

---

(1) Sec. 3.<sup>a</sup>, Núm. 334.—Valdivia, 5 de Marzo de 1907.—Vistos estos antecedentes i considerando que hai conveniencia en uniformar las bases de cálculo para los puentes de ferrocarril que se construyan en el país, decreto:

Apruébase el adjunto «Cuaderno de Condiciones para el Cálculo i Construcción de los Puentes de Ferrocarril» formado de comun acuerdo por la Direccion Jeneral de los Ferrocarriles del Estado i por la Direccion Jeneral de Obras Públicas, que deberá aplicarse a todos los puentes de ferrocarril, tanto fiscales como particulares que en lo sucesivo se construyan en el país.

Anótese, comuníquese i publíquese.—MONTT.—*Anselmo Heria R.*

garán los planos i detalles de la obra en servicio, indicando en aquéllos, en el segundo caso, las partes que deban agregarse o modificarse.

Tratándose de superestructuras metálicas, estos proyectos tendrán como base la verificación experimental de la obra.

*II. — Disposición de la vía sobre los puentes*

*A. Gálibo.* — Las diferentes partes de la obra deberán disponerse de acuerdo con el gálibo correspondiente a la vía. Hasta 2 m de altura sobre el nivel superior del riel, las barandillas o parapetos, si la vía es superior, o las suelas i diagonales en los demás casos deberán colocarse de manera que dejen un ancho libre de 4,40 m en los puentes bajo vía de 1,676 i de 3,70 m en los de vía de 1 m. Los montantes verticales i todo otro elemento no mencionado, se dispondrán de manera que dejen el espacio libre que indica el gálibo correspondiente. (Lámina II).

*B. Durmientes.* — Se consultarán durmientes consolidados convenientemente a los largueros o cabezas de vigas, recomendándose adoptar el dispositivo que indica la figura 1 (lámina III). Los durmientes se colocarán de manera que el espacio libre no sea superior a 0,45 m, i sobre ellos i en los costados exteriores de la vía se fijarán, en el caso de superestructuras metálicas, entablados longitudinales formando pasillos de un ancho mínimo de 0,60 m. En los puentes de fábrica, los durmientes, tanto para vía de 1 m como para de 1,676 m, descansarán sobre una capa de lastre de un espesor mínimo de 0,30 m i tendrán 2,75 m de longitud.

*C. Rieles.* — Se consultarán rieles del largo máximo disponible, colocándolos en el plano vertical de simetría del larguero o viga principal, segun el caso; con juntas de 2 mm como máximo i dispuestas de manera que se alejen en lo posible del centro del tramo i de los centros de largueros.

En los puentes provistos de aparatos de dilatacion se consultarán juntas de rieles al lado exterior de los apoyos móviles, con un eclisaje especial que, asegurando la continuidad de los rieles, permita una dilatacion de igual amplitud que la calculada para las vigas.

En todo caso se consultarán guarda rieles a ámbos lados de los rieles principales, dispuestos de manera que el espacio libre entre las cabezas sea de 0,16 m i que su altura no sea inferior a la de los rieles de la vía.

Estos rieles de seguridad se prolongarán unos 20 m mas allá del puente, terminándolos con aparatos de enrielar.

*III. — Bases de cálculo*

*A. Cargas permanentes.* — Para la estimacion de las cargas permanentes se tomarán como densidad de los materiales las que se indican a continuacion:

|                     |      |
|---------------------|------|
| Hierro. . . . .     | 7,8  |
| Acero . . . . .     | 7,85 |
| Fundicion . . . . . | 7,3  |

|                                 |           |
|---------------------------------|-----------|
| Acero fundido .....             | 7,9       |
| Plomo.....                      | 11,4      |
| Madera de pino.....             | 0,75      |
| » de roble.....                 | 1,00      |
| Arena seca.....                 | 1,6       |
| » mojada.....                   | 1,9       |
| Tierra arcillosa.....           | 1,8       |
| Ripio i lastre.....             | 1,9       |
| Albañilería de mampostería..... | 2,3       |
| » de sillería.....              | 2,6       |
| » de ladrillos de arcilla.....  | 1,8       |
| » de hormigon.....              | 2,3 a 2,5 |

*B. Sobre-carga móvil.*—*a)* Se admitirá como sobre-carga móvil para el cálculo de los diversos elementos de un puente, el tren tipo correspondiente a la vía que debe soportar (lámina IV); colocándolo, para cada pieza, en la posición mas desfavorable e imaginándolo en todo caso armado en la forma que indican aquellos esquemas.

Sin embargo, para puentes situados en vías o en secciones de vía que deban ser recorridas por trenes anormales deberán ejecutarse los cálculos tomando el tren efectivo mas desfavorable que pueda circular sobre la vía incrementando el peso de sus ejes en 15%, siempre que ese tren, así incrementado, produzca sollicitaciones superiores a las del tren tipo correspondiente.

Podrá tambien tomarse para el cálculo, en tales casos, el tren efectivo mas desfavorable aumentando el peso de sus ejes en 20% siempre que ese tren, así incrementado, produzca sollicitaciones inferiores a las del tren tipo.

*b)* Para los puentes de fábrica, podrá tomarse como sobre-carga móvil la que resulte de repartir el peso de los ejes mas desfavorables que quepan en la media luz de la bóveda, sobre un rectángulo de ancho igual a la longitud del durmiente i de largo igual a la media luz.

*c)* En el cálculo de puentes situados en vías no consultadas en el presente pliego se tomará como sobre-carga móvil el tren mas desfavorable que pueda circular por la vía incrementando el peso de sus ejes en 15% a los menos.

*C. Acciones dinámicas.*—Las acciones dinámicas quedan consultadas adoptando las tasas máximas de trabajo que se fijan mas adelante.

*D. Sollicitaciones especiales.*—*a)* En los puentes situados en secciones con pendiente superior a 10 por 1,000, o en secciones que deban recorrerse con los frenos apretados, se considerará un esfuerzo longitudinal uniformemente repartido actuando segun el eje de la vía, i cuyo valor total sea equivalente al 15% del peso de la parte del tren tipo que pueda cubrir el tramo.

*b)* En los puentes en curva cuyo radio sea inferior a 500 m en vía de 1,676 m i a 300 m en vía de 1,00 m, se tomará en cuenta el peralte del riel exterior i la acción de la fuerza centrífuga desarrollada por el tren tipo, animado de una velocidad de 50 km por

hora en el primer caso i de 30 km en el segundo. El punto de aplicacion de esta fuerza se supondrá colocado a 1,50 m sobre el nivel superior del riel, para la vía de 1,676 m i de 1,00 m para vía de 1,00 m.

*E. Accion del viento.*—La accion del viento se estimará como una fuerza uniformemente repartida de 250 kg/m<sup>2</sup> en el caso de puente libre, i de 150 kg/m<sup>2</sup> en el caso de tramo cargado, considerando, para cada pieza, la mas desfavorable entre ámbas hipótesis.

a) En caso de puente libre se tomará como superficie *S* espuesta al viento, la superficie neta de la primera viga, sumada con la superficie neta de la segunda reducida en la razon del área de los huecos de la primera a su área total, o sea:

$$S = t' - S'_h + (S''_t - S''_h) \frac{S''_h}{S''_t}$$

b) En la hipótesis de tramo cargado, el tren tipo se representará por un rectángulo vertical cuyo lado inferior resbala sobre el riel i cuya altura es de 3,50 m para vía de 1,676 m i de 3 m para vía de 1,00 m.

Ademas de esta superficie rectangular llena, colocada en la posicion mas desfavorable para cada pieza, se considerarán las partes de puente que queden fuera de dicho rectángulo, ateniéndose a la formula anterior.

c) Para las pilas metálicas, la accion del viento se determinará con las hipótesis anteriormente indicadas, pero sin reducir las superficies netas espuestas al viento en los diversos entramados de la pila.

*F. Estabilidad trasversal.*—El coeficiente de estabilidad trasversal debe ser superior a 1,5, debiéndose considerar en la hipótesis de la letra (b), que simultáneamente con el rectángulo allí indicado, actúa una sobre-carga uniformemente repartida de 1,800 kgs por metro líneal, para vía de 1,676 m i de 1,500 kgs para vía de 1,00 m.

#### IV. Tensiones moleculares admisibles

*A. Materiales metálicos.*—En los cálculos se admitirán como fatigas máximas del metal i como valores de la carga límite de elasticidad i coeficiente de elasticidad, las siguientes cifras:

## I. SUPERSTRUCTURA

CARGAS LÍMITES ADMISIBLE EN KG. POR mm<sup>2</sup>

| DESIGNACION             | Traccion          | Compresion                              | Desgarramiento longitudinal i cizalle. | Aplastamiento      | Remaches cizalle | Carga Límite de    | Coficiente de   |        |
|-------------------------|-------------------|---|--|--------------------|------------------|--------------------|-----------------|--------|
|                         |                   |   |  |                    |                  | ELASTICIDAD        |                 |        |
|                         | R                 | R'                                      | R''                                    | R' <sub>a</sub>    | R'' <sub>r</sub> | R <sub>e</sub>     | E               |        |
| Cargas verticales solas | Hierro.....       | $8 \left( \frac{11+l}{14+l} \right)^2$  | R                                      | 0.7 R              | 2 R              | 0.8 R              | ...             | ...    |
|                         | Acero.....        | $10 \left( \frac{11+l}{14+l} \right)^2$ | R                                      | 0.7 R              | 2 R              | 0.8 R              | ...             | ...    |
| Esfuerzos totales       |                   | R <sub>t</sub>                          | R' <sub>t</sub>                        | R'' <sub>t</sub>   | R' <sub>at</sub> | R'' <sub>rt</sub>  | R' <sub>e</sub> | E      |
|                         | Hierro.....       | R + 1,5                                 | R' + 1,5                               | 0.7 R <sub>t</sub> | 2 R <sub>t</sub> | 0.8 R <sub>t</sub> | 20              | 20.000 |
|                         | Acero.....        | R + 1,5                                 | R' + 1,5                               | 0.7 R <sub>t</sub> | 2 R <sub>t</sub> | 0.8 R <sub>t</sub> | 22              | 22.000 |
|                         | Acero fundido.... | 10                                      | 10                                     | ...                | ...              | ...                | 28              | 22.000 |
| Fundicion.....          | 1,5               | 7                                       | ...                                    | ...                | ...              | 15                 | 10.000          |        |

NOTAS.—a) En este cuadro,  $l$  es la luz de las vigas, travesaños o largueros que se calculan.

b) En el caso de esfuerzos de traccion, las anteriores tasas de trabajo se refieren a las secciones netas.

2. PILAS METÁLICAS.—Las fatigas máximas admisibles son las indicadas en el cuadro que precede, siendo  $l$  la luz del menor de los tramos que se apoyan en la pila.

3. PIEZAS CARGADAS DE PUNTA.—Se considerará como tal toda pieza comprimida cuya longitud libre sea superior a 20 veces el mínimo radio de jiro de su seccion transversal.

B. Otros materiales.—Las tensiones moleculares máximas admisibles serán fijadas en cada caso particular, de acuerdo con la calidad del material de que se trate, i siempre que sea posible en vista de ensayos previos. Referidas al cm i al kg, las cifras de los siguientes cuadros se dan solo a título de simple indicacion i con las restricciones que se expresan en seguida:

1. MADERAS

| DESIGNACION  | Trac-<br>cion | Compre-<br>sion | CIZALLE                             |                                      | APLASTAMIENTO                       |                                      | Carga<br>Límite de | Coeficiente<br>de |
|--------------|---------------|-----------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--------------------|-------------------|
|              |               |                 | En el sen-<br>tido<br>de las fibras | En sentido<br>normal<br>a las fibras | En el sen-<br>tido<br>de las fibras | En sentido<br>normal<br>a las fibras |                    |                   |
|              | R             | R'              | R' <sub>c</sub>                     | R'' <sub>c</sub>                     | R <sub>a</sub>                      | R' <sub>a</sub>                      | R' <sub>e</sub>    | E                 |
| Pino Oregon  | 80            | 80              | 10                                  | 80                                   | 100                                 | 20                                   | 120                | 120 000           |
| Roble pellin | 70            | 60              | 10                                  | 60                                   | 80                                  | 20                                   | 100                | 100 000           |

En las construcciones de madera de carácter esencialmente provisional (puentes de servicio, cimbras, etc.), las tensiones moleculares admisibles pueden superar a las indicadas hasta en un 50%. Pero en ningun caso se hará soportar a una pieza una tension molecular superior a un quinto de su resistencia de ruptura al esfuerzo de que se trata.

2. ALBAÑILERIAS

|   |              |    |
|---|--------------|----|
| Piedras talladas para asientos de aparatos de apoyo .....         | 40           |    |
| Cantería o sillería aplantillada (juntas i lechos tallados) ..... | 30           |    |
| Sillería ordinaria o mampostería por hileras horizontales.....    | 20           |    |
| Mampostería concertada i ordinaria.....                           | 10           |    |
| Ladrillos ordinarios .....  | 6            |    |
| » aprensados .....  | 8            |    |
| Hormigon... {   | Núm. 0 ..... | 30 |
|   | » 1 .....    | 25 |
|   | » 2 .....    | 20 |
|   | » 3 .....    | 15 |
|   | » 4 .....    | 10 |

En ningun caso la presion que deban soportar las albañilerías excederá de 1|15 de la resistencia de ruptura por compresion del material empleado, ni de 1|20 en las piedras de asiento.

No se admitirá el trabajo por traccion en albañilerías que estén bajo el nivel del plano de aguas máximas. En las partes al aire libre podrá adoptarse una tasa de trabajo por traccion que alcance hasta 1|10 de la resistencia de ruptura por traccion del mortero empleado.

En las obras de cemento o de hormigon armado, no se contará con la resistencia de la argamasa a la traccion.

*C. Terrenos de fundacion.*— La presion máxima sobre el terreno de fundación será fijada, en cada caso particular, en vista de reconocimientos i experiencias directas.

Como simples indicaciones jenerales, se dan las cifras siguientes:

|   |     |                     |
|---|-----|---------------------|
| Para tierras sin cohesion espuestas a remojarse.....  | 0,0 | Kg. cm <sup>2</sup> |
| Para arcilla remojada no espuesta a corrientes.....   | 0,5 | »                   |
| Para arena fina remojada no espuesta a corrientes.....  | 1,0 | »                   |
| Para tierras coherentes, arcilla semi-dura, terrenos arenosos, poco húmedos o mui arcillosos..... | 2,0 | »                   |
| Para tierras finas, arcilla compacta, terrenos secos i poco arcillosos.....                       | 4,0 | »                   |
| Para terrenos de arena gruesa i gravilla, bien compactos, no espuestos a corrientes.....          | 6,0 | »                   |
| Para terrenos de cascajo conglomerado mui firme.....  | 8,0 | »                   |

Para roca compacta la misma presion que la aceptada para el macizo de fundacion.

## CAPITULO II

### Recepcion de los materiales

#### I MATERIALES METÁLICOS

1. La recepcion de los materiales metálicos destinados a la construccion de puentes tanto en las líneas del Estado como en las de propiedad particular, queda subordinada a los ensayos prescritos en el presente pliego de condiciones.

2. Estos ensayos se practicarán bajo la direccion del ingeniero que designe la oficina correspondiente. Las atribuciones de este ingeniero se estienden a la vijilancia en las diferentes fases de la fabricacion del metal i preparacion de la obra, a la verificacion de los aparatos de ensayo etc., para lo cual la fábrica proveedora le dará aviso oportuno de la fecha en que ha de iniciar las operaciones.

3. El resultado de los ensayos se consignará en una memoria especial que formará parte integrante del acta de recepcion de la obra, i que deberá ser firmada por el Ingeniero Inspector ántes mencionado i por el representante del contratista.

4. Los gastos que orijinen los ensayos serán de cuenta del contratista.

5. No obstante la aceptacion de los materiales metálicos por parte del Ingeniero Inspector, queda vijente la responsabilidad del contratista por las deficiencias que pudieran advertirse posteriormente.

6. Toda pieza laminada de acero será marcada a la salida del laminador con un número que indique la colada de que proviene.

7. Cada una de las piezas de un puente figurará en un estado o memorandum con indicacion de su naturaleza, del número de la colada de que proviene i de su modo de fabricacion.

8. Para cada uno de los ensayos que se indican mas adelante se cortarán, en frio, i

con las precauciones necesarias para no alterar la textura del metal, dos probetas tomadas de las piezas de cada serie de laminado.

9. Si en cualquiera de los ensayos que se indican, algunas de estas probetas diesen un resultado inferior al especificado, se procederá a practicar un nuevo ensayo sobre otras dos probetas tomadas de la misma serie de laminado. El hecho de que alguna de estas nuevas probetas acuse un resultado inferior al prescrito, autoriza al Injeniero Inspector para rechazar todo el material de la misma serie de laminado.

10. Los ensayos que se especifican para el hierro se harán sobre un 5% de las piezas, quedando autorizado el Injeniero Inspector para rechazar las partidas en que los ensayos den resultados inferiores a los prescritos.

### A. Acero dulce

11. El acero dulce (fer fondu, Flusseisen, mild steel) deberá presentar una fractura homogénea, de granos finos i brillantes.

#### I. ACERO EN BARRAS PERFILADAS I PALASTROS

##### a) *Ensayo a la traccion.*

12. Las probetas tendrán una longitud útil de 200 mm con seccion trasversal uniforme de 300 mm<sup>2</sup>, como minimum. Se conservará la superficie de laminado en las caras anchas i se acepillarán los cantos a máquina.

13. Esperimentadas a la traccion deberán acusar una resistencia de ruptura comprendida entre 40 i 44 Kgs/mm<sup>2</sup>, con un alargamiento suficiente para obtener un coeficiente de calidad (producto de la carga de ruptura en Kg/mm<sup>2</sup> por el alargamiento en por ciento) por lo ménos igual a 1,000.

La carga límite de elasticidad deberá quedar comprendida entre 0,55 i 0,65 de la carga de ruptura.

##### b) *Ensayos en frio.*

14. Las probetas tomadas de las barras o palastros tendrán de 50 a 60 mm de ancho debiéndose redondear ligeramente sus aristas longitudinales.

15. Ambas probetas recortadas de las barras en el sentido de su laminado, i una de las cuales habrá sido calentada hasta el color rojo cereza i enfriada inmediatamente por inmersión en agua a 28° C, dobladas sobre sí mismas, con un diámetro interior de acordamiento igual a su espesor, no deberán manifestar asperezas, grietas ni otros defectos. Las probetas recortadas en el sentido trasversal al laminado deberán satisfacer el mismo ensayo, con un diámetro de acordamiento igual al doble de su espesor.

##### c) *Ensayos en caliente.*

16. Las probetas de 50 a 60 mm de ancho, calentadas hasta el color rojo cereza,

deberán permitir la perforación con un punzón de diámetro inferior igual al semi-ancho de la probeta, sin manifestar indicios de grietas u otros defectos.

## 2. ACERO PARA REMACHES I PERNOS

### a) *Ensayo a la tracción.*

17. Las probetas tendrán un largo útil igual a ocho veces su diámetro i no recibirán ningún trabajo de preparación.

18. Esperimentadas a la tracción deberán acusar una resistencia de ruptura comprendida entre 38 i 40 Kgs/mm<sup>2</sup>, con un alargamiento suficiente para producir un coeficiente de calidad por lo ménos igual a 1 100.

La carga límite de elasticidad deberá quedar comprendida entre 0,55 i 0,65 de la carga de ruptura.

### b) *Ensayos en frío.*

19. Ambas probetas, una de las cuales habrá sido calentada al rojo cereza i enfriada inmediatamente por inmersión en agua a 28° C, dobladas a martillo hasta que se replieguen sobre sí mismas, no deberán manifestar asperezas, grietas ni otros defectos, tanto en las recortadas de las barras en el sentido de su laminado como en las recortadas en el sentido trasversal a su laminado.

20. Las probetas, de una longitud igual a dos veces el diámetro calentadas hasta el color rojo cereza, deberán poderse recalcar (refouler) según su eje hasta los dos tercios de su longitud, no debiendo presentar indicios de grietas.

21. Las cabezas de remaches calentadas hasta el color rojo cereza, deberán permitir ser aplanadas totalmente sin que manifiesten rasgaduras, aun cuando el trabajo se continúe al color azul que sucede al rojo.

## B. Hierro

22. El hierro (fer soudé, Schweisseisen, wrought iron) deberá presentar una fractura blanca, fibrosa i desprovista de granos de cristalización.

### I. HIERRO EN BARRAS PERFILADAS I PALASTROS

#### a) *Ensayo a la tracción.*

23. Las probetas tendrán una longitud útil de 200 mm, con sección trasversal uniforme de 300 mm<sup>2</sup> como minimum. Se conservará la superficie de laminado en las caras anchas i se acepillarán los cantos a máquina.

24. Esperimentadas a la tracción deberán acusar una resistencia mínima de ruptura de 36 Kgs/mm<sup>2</sup> con un alargamiento de 12%. La carga límite de elasticidad deberá quedar comprendida entre 0.5 i 0.6 de la carga de ruptura.

#### b) *Ensayos en frío.*

25. Las probetas tomadas de las barras o palastros tendrán de 50 a 60 mm de ancho, debiéndose redondear lijeramente sus aristas longitudinales.

26. Las probetas recortadas de las barras en el sentido de su laminado, no deberán manifestar rasgaduras ni otras alteraciones cuando sean dobladas sobre sí mismas, con un diámetro interior de acordamiento igual a cuatro veces su espesor. Las probetas recortadas en el sentido trasversal al laminado deberán satisfacer el mismo ensayo con diámetro interior de acordamiento igual a veinticuatro veces el espesor.

*c) Ensayos en caliente.*

27. Las probetas calentadas hasta el color rojo cereza deberán satisfacer los mismos ensayos del número precedente, con diámetro de acordamiento cero i dieziseis respectivamente.

## 2. HIERRO PARA REMACHES I PERNOS

*a) Ensayo a la traccion.*

28. Las probetas tendrán un largo útil igual a ocho veces su diámetro i no recibirán ningun trabajo de preparacion.

29. Esperimentadas a la traccion deberán acusar una resistencia mínima de ruptura de 36 Kgs/mm<sup>2</sup> con un alargamiento mínimo de 18%. La carga límite de elasticidad deberá quedar comprendida entre 0,5 i 0,6 de la carga de ruptura.

*b) Ensayos en frío.*

30. Las probetas dobladas a martillo sobre sí mismas de modo que formen un ojo de un diámetro interior igual al radio del hierro circular, no deberán manifestar indicios de grietas en la seccion de dobladura.

31. Dobladadas a martillo hasta un ángulo de 45° con un diámetro de acordamiento interior igual al del hierro circular, deberán poder ser enderezadas completamente sin agrietarse.

*c) Ensayos en caliente.*

32. Las probetas, de una longitud doble de su diámetro, calentadas hasta el color rojo cereza i recaladas con el martillo segun su eje, deberán permitir ser reducidas hasta la mitad de su longitud primitiva sin rasgarse.

33. Las cabezas de remaches calentadas hasta el color rojo cereza deberán permitir ser aplanadas totalmente sin que se manifiesten rasgaduras de mas de 2 mm de longitud.

## C. Fundicion

34. Las piezas amoldadas de fundicion (fonte, Roheisenguss, cast iron) se fabricarán empleando lingotes de fundición gris de primera fusion. Serán de grano fino i homogéneo, i sin defectos.

a) *Ensayos a la flexion.*

35. Una barra en bruto de este metal, de seccion cuadrada de 30 mm de lado, colocada sobre dos apoyos a nivel, distantes de 1 m, deberá poder soportar en su punto medio una carga que aumente progresivamente hasta 450 Kgs ántes de romperse.

b) *Ensayos al cincel.*

36. Con un cincel colocado normalmente a una de las aristas longitudinales de una barra de seccion rectangular deberá poder practicarse un entalle fino sin que la arista se destruya.

#### D. Acero fundido

37. El acero fundido (acier moulé, Gusstahl, cast steel) deberá ser fabricado por el procedimiento Martin o por crisol. La fractura deberá ser homogénea i libre de soldaduras.

a) *Ensayo a la traccion.*

38. De cada colocada se amoldarán probetas cilíndricas de unos 20 mm de diámetro i de 200 mm de largo útil, que torneadas hasta reducir su diámetro a 15 mm deberán acusar una resistencia mínima de ruptura por traccion de 57 Kms/mm<sup>2</sup> con un alargamiento mínimo de 10%.

### II. MADERAS

1. Las piezas de madera que deban emplearse en la construccion de puentes, deberán tener sus caras planas i sus aristas vivas; deberán ser perfectamente sanas, sin defectos i desprovistas de albura.

2. Las piezas deberán ser aserradas en todas sus caras. Sin embargo, podrán aceptarse las maderas de hilo, o sea simplemente escuadradas al hacha, i aun las maderas rollizas, en pilotes i en las obras de carácter esencialmente provisional (puentes de servicio, cimbras, andamiajes, etc).

3. Las dimensiones de las diferentes piezas deberán conformarse con las especificadas, no admitiéndose tolerancia por defecto en la escuadría, pero sí hasta un 5% por exceso.

4. El Ingeniero Inspector practicará la recepcion de la madera, pieza por pieza, i rechazará todas aquellas que presenten defectos que las hagan inaceptables para la obra.

### III. CEMENTO PORTLAND

1. Solo se admitirá en las albañilerías de puentes los cementos de fraguado lento o semi-lento que satisfagan las condiciones impuestas en el presente pliego.

2. Se rechazará incondicionalmente todo cemento cuyo embalaje no ofrezca ga-

rantía contra la sustitucion de su contenido, o que permita a éste la absorcion de la humedad.

3. De las barricas o sacos que por no tener indicios de haber sufrido humedad sean declaradas admisibles, se tomará *ad-libitum* el cemento necesario para practicar los ensayos que se indican, sin mezclar las muestras estraidas de sacos o barricas diversas.

#### CUALIDADES

4. Cada una de estas muestras deberá satisfacer separadamente las condiciones impuestas. En los ensayos a que se refieren los párrafos 5, 6 i 7 se empleará el agua potable, manteniendo la temperatura de esta i del aire ambiente durante toda la operacion a una temperatura comprendida entre 15 i 18° C.

El amasado de la pasta deberá practicarse con la espátula sobre una superficie lisa e impermeable durante unos cinco minutos contados desde el momento en que se agregue el agua al cemento.

La cantidad de cemento tratado deberá ser suficiente para formar de una sola vez dos probetas para cada uno de los ensayos 3 i 6, i seis para cada uno de los especificados en el párrafo 7,

La proporcion de agua que haya de emplearse será previamente determinada para formar pastas de consistencia normal i deberá ser la misma para todos los ensayos de una misma muestra.

El contratista o su representante tendrá el derecho de presenciar los ensayos i de representar por escrito al encargado de efectuarlos si observase que algunas de las operaciones no se practican en la forma prescrita en el presente pliego.

1. DENSIDAD APARENTE.—La densidad aparente del cemento que ha pasado por el tamiz de 4,900 mallas, vertido suavemente por medio de un plano inclinado en una medida de 0,10 m de altura i de un litro de capacidad debe ser superior a 1,00.

2. PESO ESPECÍFICO.—El peso específico deberá ser superior a 3,00.

3. FINURA DE MOLIENDA.—Se comprobará por medio del cernido empleando cedazos metálicos de 900 mallas por  $\text{cm}^2$  con hilos de 0,15 mm de diámetro, i de 4,900 mallas por centímetro cuadrado con hilos de 0,05 mm de diámetro.

El residuo deberá ser inferior a 5% sobre el primer cedazo e inferior a 25% sobre el segundo.

4. COMPOSICION QUIMICA.—Se rechazará todo cemento que contenga mas de 15% de ácido sulfúrico o sulfuros en cantidad dosificable. Se declarará sospechoso aquel que contenga mas de 4% de óxido de fierro, mas de 3% de magnesia, o cuyo índice de hidraulicidad sea inferior a 0,44.

5. DURACION DEL FRAGUADO.—Se rechazará todo cemento para el cual el fraguado principie ántes de los 30 minutos o termine ántes de las tres horas, o despues de las doce horas, contadas desde el momento en que se mezcle el cemento con el agua.

6. INDEFORMABILIDAD.—Galletas cilíndricas de 0 10 m de diámetro i de 0 02 m de espesor en el centro i adelgazadas en los bordes, confeccionadas con pasta de consisten-

cia normal sobre placas de vidrio, i sumerjidas en agua unas 24 horas despues de su confeccion, deberán conservar planas sus caras inferiores i no presentar grietas ni deformaciones, cualquiera que sea el tiempo que se las mantenga en el agua. Todo cemento que no satisfaga esta condicion deberá ser rechazado.

7. **RESISTENCIA A LA RUPTURA.**—Las probetas formadas con pasta de cemento puro de consistencia normal, mantenidas durante 24 horas en el aire húmedo, de las cuales 12 horas fuera de los moldes, i sumerjidas despues en agua dulce durante 6 i 27 dias, deben dar como cifras medias de resistencia de ruptura por traccion valores superiores a 25 i 35 Kgs/cm<sup>2</sup>, respectivamente.

Las probetas confeccionadas con mortero normal en las mismas condiciones anteriores, deben dar como cifras medias de resistencia de ruptura por traccion valores superiores a 12 i 18 Kgs/cm<sup>2</sup>, respectivamente, i a 120 i 180 Kgs/cm<sup>2</sup> como cifras medias de resistencia de ruptura por compresion.

Si la cifra de resistencia a la traccion manifestada a los 28 dias no supera a la obtenida a los 7 dias, en 5 Kgs/cm<sup>2</sup> a lo ménos, si se trata de cemento puro, i en 2 Kgs/cm<sup>2</sup> a lo ménos, si se trata de mortero normal así como tambien si los ensayos no han satisfecho las condiciones impuestas en los párrafos 1, 2 i 3, se someterán a ensayos nuevas probetas a los 84 dias. Se declarará rechazada la partida si las cifras medias de resistencia de ruptura por traccion manifestada en estos nuevos ensayos son inferiores a 45 Kgs/cm<sup>2</sup> para el cemento puro i a 25 Kgs/cm<sup>2</sup> para el mortero normal.

8. Los sacos o barriles de cemento serán conservados en lugares secos, cerrados i cubiertos, i en grupos que correspondan a cada partida.

No se permitirá el uso del cemento proveniente de un saco o barrica cuyo contenido no sea bien pulverulento, aunque pertenezca a una partida ya aceptada.

#### IV. MATERIALES PETREOS

**A. Arenas**—Las arenas destinadas a la confeccion de morteros i hormigones deberán estar exentas de materias orgánicas i de sales alcalinas. Deberán ser ásperas al tacto, no contener mas de un 7% de arcilla repartida uniformemente en el conjunto, de granos duros, no friables, i que no tengan estructura escamosa. El tamaño de los granos debe ser tal que sus diámetros queden comprendidos entre 0,5 mm i 2 mm en las arenas destinadas a morteros; entre 0,5 i 5 mm en las destinadas a hormigones; e inferiores a 1 mm en las destinadas a morteros para rejuntados i enlucidos.

Sin embargo, podrán ser aceptadas las arenas que no satisfagan algunas de las condiciones anteriores, si probetas confeccionadas en la forma ántes dicha con el propio cemento i en la misma proporcion que ha de usarse en la obra, diesen a los veintiocho dias como cifras medias de resistencia de ruptura, valores superiores a cinco veces el coeficiente de trabajo previsto en los cálculos.

Si estas mismas arenas satisficieran esta condicion sólo despues de haber sido lavadas, podrá permitirse su empleo practicando previamente esta operacion en la faena.

**B. Piedras**—Deberán ser de grano fino i homogéneo, de color uniforme, contextura

compacta i dura, sin pelos, grietas ni cavidades rellenas de sustancias estrañas; inalterables a los agentes atmosféricos. Golpeadas con un martillo darán un sonido claro i seco sin desagregarse.

Las superficies de fracturas deberán ser limpias i ásperas.

**C. Cascote de piedras.**—1. Las piedras partidas deberán provenir de rocas compactas i no friables, de naturaleza granítica, caliza o arenisca. Estarán completamente exentas de materias orgánicas i de sustancias térreas o arcillosas.

2. La forma de los trozos deberán aproximarse a la esférica, escluyendo la forma de ajuelas; sus tamaños deberán no ser uniformes, i se exigirá que los trozos pasen en todos sentidos por el anillo de 0,06 m de diámetro, i sean retenidas en el de 0,02 m.

3. Si el cascote de piedra está destinado a obras de hormigon armado, todos los trozos deberán pasar por el anillo de 0,025 m de diámetro.

**D. Grava.**—1. Se empleará la grava que no manifieste principios de disgregacion; deberá estar completamente exenta de materias orgánicas, i de sustancias térreas o arcillosas.

2. Sus tamaños deberán no ser uniformes, i se exigirá que todos los trozos pasen en todos sentidos por el anillo de 0,06 m de diámetro i sean retenidos en el de 0,02 m.

3. La gravilla que se emplee en las obras de hormigon armado deberá pasar por el anillo de 0,25 m de diámetro.

**E. Ladrillos.**—Los ladrillos destinados a ser empleados en la construccion de puentes deberán ser bien cocidos, con sus caras planas i aristas vivas. La fracturá deberá ser fina i compacta. Golpeados con un martillo deberán dar un sonido claro. Sumerjidos en agua no deberán absorber mas de 10% de su peso en veinticuatro horas. Su densidad debe ser superior a 1,75.

## CAPITULO III

### Ejecucion

#### I. NORMAS JENERALES

1. Los planos, pliegos de cubicacion de materiales presupuestos, estacados, etc., se dan solo a título de simple indicacion. En consecuencia, el contratista queda obligado a verificar la exactitud de todos los datos que le suministra la Administracion, incluso los que se refieran a la estabilidad i resistencia de la obra en jeneral i en sus detalles.

2. Antes de solicitar la entrega del estacado, el contratista deberá someter a la consideracion de la oficina correspondiente todas aquellas modificaciones que, como resultados de sus estudios, estimase necesario introducir para evitar toda dificultad posterior o todo retardo en los trabajos. Quedará responsable de los errores, deficiencias, etc., que puedan subsistir por falta de cumplimiento de las disposiciones anteriores, i de las consecuencias que pudieran derivarse.

3. El plano especial i el acta de entrega del estacado, deberán ser firmados por el ingeniero en quien la oficina delegue sus facultades, i por el contratista o su represen-

tante legal. En dicha acta se dejará constancia, si el caso se presenta, de las modificaciones que el contratista haya estimado conveniente proponer, i de las resoluciones que sobre ellas hayan recaído.

4. Una vez entregado el estacado de la obra al contratista, la conservacion de las señales, puntos de referencia, etc., corre de cuenta i bajo la responsabilidad esclusiva de aquel.

5. La vijilancia ejercida por los ajentes de la administracion sea en la fábrica, sea en el sitio de la obra; las verificaciones i pruebas provisionales de materiales u obra, etc., no disminuye en ningun caso la reponsabilidad del contratista, quien la conserva plenamente hasta la terminacion del plazo de garantía, tanto por lo que se refiere a las obras mismas, como a los actos de sus asociados, empleados u obreros, i a las consecuencias por accidentes del trabajo.

## II ESCAVACIONES

1. Las escavaciones se practicarán en la forma que las condiciones locales lo exijan, hasta alcanzar la profundidad consultada en el proyecto.

2. A las paredes de las escavaciones se les dará el talud que la naturaleza del terreno exija para que no se produzcan derrumbes, o bien se les mantendrá verticales por medio de entivaciones o enmaderacion convenientemente reforzada; pero en uno i otro caso, siempre que las bases de contrato no contengan estipulacion en contrario, se considerará como volúmen neto de la escavacion el que resulte de tomar como base la del macizo de fundacion con una huelga jeneral de 0,20 m, i taludes inclinados sobre el horizontal de un ángulo cuya tanjente trigonométrica es igual a 3.

3. Si llevada la escavacion hasta el nivel fijado, no se hubiere alcanzado aun el terreno capaz de soportar con seguridad la presion máxima admitida en el proyecto, el Ingeniero Inspector ordenará proseguir la escavacion hasta encontrar el terreno previsto, o bien consolidar el suelo, o aumentar la base de fundacion, segun lo exijan las condiciones especiales de la obra.

4. La orden de iniciar las fundaciones se basará, en todo caso, en un reconocimiento del terreno bajo el fondo de la escavacion, hasta la profundidad que el Ingeniero Inspector juzgue suficiente para garantizar la seguridad de la obra.

5. Una vez que la escavacion haya alcanzado hasta el terreno apto para fundar se nivelará el fondo i se rectificará el perímetro. Si se hubiese recurrido al pilotaje se apisonará ademas el fondo en el espacio libre entre pilotes.

6. Sobre el fondo así preparado se colocará un capa de hormigon de 0,80 m de espesor si no se hubiera empleado pilotaje, i de 1,20 m en este último caso, debiéndose disponer la capa de hormigon de modo que quede con un espesor de unos 0,60 m sobre la cabeza de los pilotes.

## III. MORTEROS

1. La fabricacion de los morteros podrá efectuarse a mano o a máquina. Si se hace

la fabricacion a mano, ésta deberá ejecutarse bajo techo, sobre un suelo limpio, unido i resistente, i en cantidades que no superen a las que puedan ser empleadas ántes que principie el fenómeno del fraguado.

Se empezará por mezclar convenientemente la arena i el cemento i se agregará en seguida el agua en la cantidad indispensable para formar una pasta plástica i homogénea.

Queda escludido el uso de morteros de doble batido.

2. Salvo que el ingeniero autor del proyecto justifique la adopcion de dósís especiales, se emplearán las proporciones siguientes, suponiendo barricas de 170 kgs de peso neto i sacos de 50 kgs de peso neto:

| MORTERO          | PROPORCION | LITROS DE ARENA POR |                |
|------------------|------------|---------------------|----------------|
|                  |            | Barrica de 170 kgs  | Saco de 50 kgs |
| Núm. 1 . . . . . | 1 : 4      | 486                 | 143            |
| Núm. 2 . . . . . | 1 : 3      | 364                 | 107            |
| Núm. 3 . . . . . | 1 : 2,5    | 304                 | 89             |
| Núm. 4 . . . . . | 1 : 2      | 243                 | 72             |

El mortero número 1 se empleará en las mamposterías ordinarias i concertadas.

El mortero número 2 en las albañilerías aplantilladas i en las obras de ladrillo.

El mortero número 3 en las obras que deban ser impermeables i en las de cemento armado.

El mortero número 4 servirá para los rejuntados, enlucidos i chapas.

#### IV. HORMIGONES

1. La fabricacion de los hormigones podrá efectuarse a mano o a máquina. La fabricacion a mano deberá ejecutarse bajo techo sobre un suelo limpio, unido i resistente, confeccionando previamente el mortero i agregando en seguida el esqueleto de grava o cascote de piedra, perfectamente limpio i humedecido en cantidad suficiente para que no absorba el agua de mortero.

2. Se deberá dar la preferencia al cascote de piedra sólo en los casos en que su empleo resulte mas económico que el uso de grava.

3. Salvo en los casos en que el ingeniero autor del proyecto justifique la adopcion de proporciones especiales, se emplearán las siguientes:



| HORMIGON    | PROPORCION | LITROS POR BARRIL<br>DE CEMENTO DE 170 KGS |           | LITROS POR SACO DE 50 KGS |           |
|-------------|------------|--|-----------|---------------------------|-----------|
|             |            | Arena                                      | Esqueleto | Arena                     | Esqueleto |
| Número 0... | 1:2:4      | 243  | 486       | 71                        | 142       |
| Número 1... | 1:2,5:5    | 304  | 608       | 90                        | 180       |
| Número 2... | 1:3:6      | 364  | 728       | 107                       | 214       |
| Número 3... | 1:4:8      | 486  | 972       | 143                       | 286       |
| Número 4... | 1:5:10     | 607  | 1214      | 178                       | 356       |

El número 0 se empleará en las obras de hormigon armado.

El número 1 en las bóvedas.

El número 2 en los macizos de elevacion.

El número 3 en los de fundacion.

El número 4 para rellenos.

4. En general, la colocacion en obra de los hormigones se hará dentro de moldes de madera o palastro, por capas de 0,10 m a 0,30 m de altura convenientemente apisonadas con pisones de 15 a 20 kg de peso, i en un plazo máximo de dos horas contadas desde el principio de la fabricacion del lote de hormigon correspondiente.

Despues de cada interrupcion en la colocacion del hormigon, así como tambien al principiar una nueva capa, se deberá barrer i humedecer cuidadosamente la superficie de arriba de la capa ya confeccionada.

5. En la confeccion de bóvedas, el hormigon se colocará por trozos radiales, ejerciendo el apisonado de cada trozo tanto en sentido de los radios como en el sentido tangencial al intrados. Estos trozos, a manera de dovelas, deberán construirse simétricamente con respecto al plano trasversal medio de la bóveda a fin de cargar las cimbras tan uniformemente como sea posible.

6. Los moldes que hayan servido para la colocacion en obra de los hormigones sólo podrán retirarse una vez que aquel material haya adquirido la consistencia necesaria para no sufrir desagregaciones.

7. El ingeniero autor del proyecto indicará en su memoria justificativa el tiempo mínimo que las bóvedas deban permanecer sobre sus cimbras. Este espacio de tiempo no será en ningun caso inferior a cuatro semanas.

8. Se cuidará de humedecer los macizos espuestos a la accion directa de los rayos solares por riegos frecuentes, o mantenerlos cubiertos con materias humedecidas que no se adhieran al hormigon, por lo ménos durautc los tres dias siguientes a su confeccion.

## V. ALBAÑILERIAS

**A. Sillería o cantería de tallado fino.**—1. Los sillares o dovelas que se empleen en las bóvedas, asientos de aparatos de apoyo, coronamientos, cornisas, etc., tendrán la forma, dimensiones, i número de caras labradas que se indique en los planos. El tallado de estas caras será hecho al cincel hasta obtener una superficie perfectamente lisa.

2. Salvo en las bóvedas, para las cuales el ingeniero autor del proyecto fijará el procedimiento de construcción que haya de emplearse, los sillares se colocarán a baño de mortero en cantidad suficiente para que refluya al exterior, excluyendo el empleo de cuñas definitivas i el relleno por derrame.

3. Se rechazará el empleo de sillares quebrados, o con saltaduras o fallas en las aristas.

4. En las partes de albañilería en voladizo, los sillares tendrán una cola o parte durmiente por lo ménos de igual longitud a la parte saliente.

5. Las prescripciones 2, 3 i 4 son igualmente aplicables a las construcciones de piedras artificiales.

**B. Sillería de labrado ordinario o rústico**—1. Esta clase de albañilería será compuesta de sillares colocados de soga i tizon, en hileras horizontales, de una altura mínima de 0,25 m i cuyas otras dimensiones sean superiores a una i media i dos i media veces la altura respectivamente.

2. Las caras de paramento serán de labrado rústico, no debiendo haber partes salientes superiores a 0,08 m, o de talla lo ordinario o de punto grueso. En uno i otro caso el perímetro de estas caras será marcado por un encintado de labra fina de 0,025 m de ancho.

3. Los lechos i juntas laterales recibirán una labra ordinaria en un ancho mínimo de 0,15 m a partir de las aristas de paramento i se regulará el resto de modo que las juntas no tengan mas de 0,015 m de espesor.

4. Los sillares se colocarán, previamente humedecidos, descansando por sus lechos de cantera sobre una capa de mortero, golpeándolos con un mazo de madera hasta hacer refluir la mezcla hácia el exterior.

5. Queda excluido el empleo de cuñas definitivas i el relleno por derrame.

**C. Mampostería concertada.**—1. Esta clase de albañilería será realizada empleando mampuestos cuya menor dimension lineal sea superior a 0,30 m, desbastados en forma que realicen un paramento con figuras poligonales que ajusten entre sí.

2. Los mampuestos se colocarán, previamente humedecidos, sobre una capa de mortero, golpeándolos para que tomen buen apoyo. Sólo se tolerará al interior el empleo de cuñas ahogadas completamente en mortero.

**D Mampostería ordinaria.**—1. Las dimensiones de los mampuestos deberán ser semejantes a las de las piedras empleadas en los paramentos respectivos, procurándose que la fábrica suba por capas horizontales sobre todo el ancho de la obra.

2. Los mampuestos, desbastados de manera que no presenten salientes frágiles ni

concavidades pronunciadas, serán colocados, previamente humedecidos, sobre capas de mortero, i golpealos hasta que tomen buen asiento. Se tolerará el empleo de cuñas o lajuelas que queden enteramente rodeadas de mortero.

**E. Albañilería de ladrillos.**—1. Las fábricas de ladrillos de arcilla, se construirán disponiendo los trozos a sogá i tizon de acuerdo con el aparejo indicado en el proyecto.

Cada hilera será colocada sobre la anterior a baño de mortero, humedeciendo previamente las piezas por inmersión en el agua, durante el tiempo necesario.

2. Las juntas de paramento no deberán ser superiores a 0,01 m.

**F. Rejuntados.**—1. En los paramentos interiores, i en los exteriores hasta 0,50 m bajo el nivel del terreno, el rejuntado (emboquillado) se efectuará simultáneamente con la albañilería i con la misma mezcla empleada en la obra.

2. En los paramentos vistos se descarnarán las juntas hasta una profundidad de 0,20 m i se ejecutará el rejuntado humedeciendo previamente las juntas, i empleando mortero número 4.

**G. Enlucidos i chapas.**—1. Las fábricas de hormigon u otras cuyos paramentos deban ser enlucidos segun el proyecto correspondiente, sólo recibirán la capa de mortero número 4, del espesor consultado, una vez que hayan secado completamente, humedeciendo de antemano la superficie que ha de enlucirse.

2. En el caso de emplear chapas de asfalto o de fieltro asfaltado, el enlucido de la albañilería deberá hacerse sin alisar.

## VI. OBRAS METÁLICAS

**A. Ejecucion.**—1. La ejecución de las obras metálicas deberá conformarse estrictamente tanto en las dimensiones como en la constitución de las piezas, a los planos respectivos, no pudiendo introducirse otras modificaciones que las que hayan sido previamente aceptadas por la oficina correspondiente.

2. En el peso calculado de las diversas piezas sólo podrá aceptarse un aumento de 2%.

3. Las diversas piezas de las vigas principales deberán confeccionarse, salvo que haya estipulación especial en el proyecto, de modo que la contra flecha de armadura sea igual a un milésimo de la luz.

4. Antes de la ejecución, todas las piezas deberán ser enderezadas sin golpes, i limpiadas de las escamas de laminado. Sus superficies deberán ser limpias i sin sopladuras; sus aristas rectas i en ángulo vivo, i su sección transversal uniforme.

5. Toda pieza de acero que sea indispensable doblar o forjar deberá ser calentada con las precauciones necesarias para no alterar el metal, debiendo quedar terminada la operación antes que la temperatura baje del color rojo sombrío.

6. Toda pieza que haya sufrido una forja importante deberá ser recocida, si aquella operación no se ha ejecutado empleando carbon vegetal.

7. Los cantos de las piezas que hayan sido cortados a la tijera serán emparejados i alisados a los ménos en 2 mm a la máquina de acepillar, al esmeril o a la lima.

8. Las piezas amoldadas de fundicion o de acero fundido no deberán presentar sopladuras ni escamas. Serán acepilladas en las superficies planas de friccion i de rodadura, i torneadas en las circulares: rótulas i rodillos.

9. Los remaches deberán ser fabricados a máquina, evitando que sean quemados en esta operacion. Las cabezas tendrán la forma de casquete esférico, de diámetro a lo ménos igual a 1,65 del diámetro del remache. El centro de la cabeza deberá quedar exactamente en la prolongacion del cuerpo cilíndrico.

10. La cabeza i el cuerpo de los pernos serán forjados en una sola pieza. El filete deberá ser de arista viva, con el número de espiras suficientes, i permitir el cambio de tuercas sin que éstas queden con juego ni entren con rozamiento demasiado duro. Las caras de apoyo de las tuercas i de las cabezas de pernos deberán ser alisadas al torno. El vástago deberá sobresalir de la tuerca calada en su posicion definitiva por lo ménos de dos pasos de filete, debiendo terminar esta estremidad segun una superficie esférica.

11. El trazado i distribucion de la remachadura deberá ejecutarse con aproximacion a ménos de un milímetro.

12. Los agujeros para remaches i pernos serán perforados al taladro o al punzon i su diámetro no deberá exceder en mas de  $1/20$  al del cuerpo cilíndrico que debe llenarlos. Si se usa taladro únicamente, la perforacion de las distintas piezas que se ensamblen se ejecutará, siempre que sea posible, a traves de todas ellas, pudiéndose agujerear previamente una de las piezas para que sirva de patron.

En caso de usar puzon, los agujeros se perforarán con un diámetro inferior en 4 mm al necesario, debiendo obtenerse la dimension definitiva por medio del taladro i en la forma ya espresada.

13. Siempre que no pueda efectuarse la operacion en la forma indicada, se admitirá en la correspondencia de los agujeros una tolerancia hasta de 5% del diámetro del remache; pero en este caso, aquellos serán repasados al escariador i se emplearán remaches de mayor diámetro.

14. La remachadura se efectuará ensamblando provisoriamente las diversas piezas mediante el empleo de pernos que entren sin juego en los agujeros, i en número no inferior a  $\frac{1}{4}$  del número de remaches del ensamble.

15. Los remaches se calentarán uniformemente hasta una temperatura que no sea inferior al rojo cereza i se limpiarán de las escamas ántes de colocarlos en los agujeros.

16. La remachadura deberá ejecutarse a máquina, debiendo todo remache quedar colocado ántes que la temperatura baje al color rojo sombrío.

17. Las cabezas de colocacion de los remaches, de forma igual a las de fabricacion, deberán quedar bien centradas i no presentar grietas ni rebabas; el cuerpo del remache deberá llenar perfectamente el agujero i el contacto entre las piezas ensambladas de verá ser completo.

18. Terminado el ensamble se comprobará la buena ejecucion de la remachadura,

debiéndose renovar todos aquellos remaches que no satisfagan las condiciones ya indicadas.

19. En los talleres sólo deberá ejecutarse la remachadura de piezas que formen un conjunto de transporte fácil i seguro, i que no dificulte la armadura en el lugar de la obra.

20. Terminada la elaboracion de cada parte independiente de la obra aquella deberá ser armada provisionalmente en los talleres i revisada por el Ingeniero Inspector, quien rechazará toda pieza o grupo de piezas que no cumpla con las condiciones estipuladas.

21. Si el Ingeniero Inspector lo estimase fundadamente aceptable, se podrá prescindir de la armadura provisional; pero ninguna pieza deberá salir de los talleres sin que previamente haya sido verificada por medio de una ensambladura provisoria con las adyacentes.

22. Para facilitar el montaje definitivo las diversas piezas o grupos de piezas deberán ser marcadas ántes de su salida de los talleres de acuerdo con un plano especial de armadura.

**B. Montaje.**—1. El montaje de las superestructuras metálicas deberá hacerse sobre apoyos provisionales de nivel, cuñas o zoquetes dispuestos de manera que las cuerdas de las vigas principales afecten la misma forma parabólica con que las plantillas hayan sido trazadas.

2. Sólo despues de terminada completamente la armadura, i despues de haber verificado la exacta posicion de los diversos elementos, se podrá dar principio a la remachadura jeneral.

3. La remachadura podrá ejecutarse a máquina como ha sido especificado para la ejecucion en los talleres, o bien a mano, empleando martillo de 4 kgs i en seguida copa i combo de 8 kgs.

4. Terminada la remachadura, se quitarán los zoquetes i se practicará una prolija nivelacion de las cuerdas de las vigas principales procediéndose en seguida a colocar la superestructura sobre sus descansos definitivos.

5. En caso de que se emplee lanzamiento, podrá suprimirse en el montaje todas aquellas piezas que, sin debilitar la resistencia de las armaduras al lanzamiento, puedan aligerar la construccion.

6. La parte inferior de los apoyos definitivos se embutirá en las piedras de asiento, realizándose el contacto con interposicion de una lámina de plomo de 6 mm de espesor. La parte superior se apernará a la cuerda inferior de las vigas principales interponiendo una lámina de plomo de 2 a 3 mm de espesor.

7. Los apoyos deberán quedar perfectamente nivelados, corrijiéndose en su colocacion, las pequeñas diferencias de altura que pudiera haber en las piedras de asiento.

8. Se observará una constante i prolija inspeccion en las operaciones de transporte de las piezas del puente, así como en la armadura i montaje, rechazándose toda pieza deformada i todo remache defectuoso.

9. La enrieldadura deberá ejecutarse en las condiciones indicadas en los planos i de manera que la vía afecte la misma flecha jeneral de la superestructura.

**C. Pintura.**—1. Toda pieza metálica deberá ser perfectamente limpiada con cepi-

llos metálicos i recibirá una mano de aceite de linaza i una segunda de pintura de minio ántes de la remachadura, i preferiblemente despues de practicada la perforacion de los agujeros para remaches.

2. Terminada la remachadura en los talleres, los diversos trozos ensamblados recibirán una segunda mano de pintura de minio si proviene de fábricas extranjeras.

3. Las piezas de fundicion o de acero fundido recibirán una mano de pintura engrasada ántes de salir de los talleres, en todas las superficies que hayan sido acepilladas o torneadas.

4. Una vez terminada la remachadura definitiva de la obra, i despues de colocada sobre sus descansos, recibirá una mano de pintura de minio sobre todas sus superficies, si proviene de talleres nacionales, i sólo sobre las partes deterioradas i sobre las cabezas de remaches si proviene de fábrica extranjera.

5. Despues de la recepcion provisoria de que se hablará mas adelante se pintarán as partes metálicas con dos capas de pintura de color plomo azulado.

## CAPITULO IV

### RECEPCION DE LAS OBRAS

#### I. NORMAS JENERALES

1. Las pruebas de recepcion tienen por objeto no sólo verificar la buena ejecucion de la obra, sino que tambien juzgar de la seguridad que presenta al público i de la aproximacion de los métodos de cálculo.

2. La pruebas de recepcion de la obra serán practicadas en presencia del contratista o de su representante legal, por una comision de ingenieros designados por el jefe de la oficina correspondiente.

3. Esta comision procederá a practicar las pruebas de recepcion despues de haber recibido del jefe de la citada oficina una copia de los siguientes documentos:

a) Planos completos de la obra por recibir con la memoria justificativa correspondiente.

b) Acta de entrega del estacado.

c) Actas de recepcion de los materiales empleados.

d) Memorias de los ingenieros que hayan tenido a su cargo la obra durante su preparacion i ejecucion.

Ademas efectuará ella misma el cálculo de las tensiones moleculares i de la flecha elástica máxima que desarrolle el tren de prueba que haya de emplearse.

## II. TREN DE PRUEBA

El tren de prueba se formará, para cada vía, con dos locomotoras en su posición normal de marcha seguida de carros cargados, debiendo en todo caso, recurrirse al material existente más desfavorable que pueda circular por la línea en que esté ubicada la obra.

Siempre que sea posible se deberá verificar por medio de básculas apropiadas el peso por eje o rueda de las locomotoras i carros del tren de prueba, a fin de introducir en los cálculos comparativos los esfuerzos solicitantes reales.

La comisión fijara en cada caso particular, la longitud mínima del tren de prueba i el programa a que deberá ceñirse al verificarlas.

## III. PRUEBAS DE RECEPCION PROVISORIA

1. Estas pruebas deberán practicarse ántes que vehículo alguno haya circulado por el puente.

El programa de recepcion deberá comprender los puntos siguientes:

*a)* Nivelacion prolija de los apoyos i de las cuerdas superiores e inferiores de las vigas principales frente a los travesaños o a los nudos del enrejado, tomando puntos de referencia perfectamente fijos i estables. Los puntos nivelados de las vigas principales serán, de preferencia, cabezas de remaches pintadas de azul i encerradas en un círculo rojo.

*b)* Verificación de las flechas elásticas producidas por el tren de prueba en las vigas principales, travesaños i largueros.

*c)* Observacion de la flecha de deformacion permanente que pueda producirse durante las pruebas.

*d)* Medida de las tensiones interiores producidas en las diversas piezas para la posición más desfavorable del tren de prueba respecto de las piezas que se experimentan.

*e)* Observacion de las oscilaciones laterales desarrolladas en las vigas principales i en las pilas o machones por el pasaje a velocidad del tren de prueba.

*f)* Observacion de la temperatura del aire desde una hora ántes hasta el final de la experimentacion.

2. Las pruebas de recepcion se dividirán en estáticas i dinámicas:

**A. Pruebas estáticas.**—3. En estas pruebas se procederá como sigue:

*a)* Practicada una primera nivelacion, como se ha indicado, se colocará el tren de prueba en las posiciones que produzcan los mayores esfuerzos en las vigas principales; en cada posición se medirá la flecha de deformacion de las vigas i las tensiones interiores desarrolladas en las piezas correspondientes.

*b)* En los puentes de vigas continuas i en los de doble vía se harán las combinaciones de sobre carga que produzcan los esfuerzos máximos en los diversos tramos, considerados aislada o conjuntamente de dos en dos.

c) El tren de prueba se mantendrá sobre cada tramo el tiempo que sea necesario para que las flechas producidas alcancen su valor máximo, después de lo cual se hará una segunda nivelación de las vigas principales.

**B. Pruebas dinámicas.**—4. Se hará pasar sucesivamente el tren de prueba a velocidades próximas de 25 i 50 km por hora, reduciéndose esta última velocidad a 35 km, si se trata de vía de 1,00 m.

5. Se harán las siguientes observaciones:

a) Las flechas de deformación elástica producidas en los puntos medios de las vigas principales.

b) Las oscilaciones laterales.

c) Las tensiones interiores desarrolladas tanto en las piezas del tablero como en las vigas principales.

6. Estos mismos datos podrán observarse haciendo pasar un tren de pasajeros a una velocidad aproximada de 60 km para vía de 1,676 m i de 45 km para vía de 1,00 m.

7. Después de cada clase de prueba se practicará un examen minucioso de la ferretería, a fin de constatar si se han producido deformaciones de ensambles u otros defectos que acusen mala ejecución.

8. En caso que se produzcan defectos en la obra, deberán ser reparados por el contratista de su propia cuenta, repitiéndose en seguida las pruebas en la misma forma anterior.

9. Con los datos i observaciones recojidas durante las pruebas, la comisión encargada de ellas informará al jefe de la oficina correspondiente, haciendo en su informe el estudio comparativo entre los resultados obtenidos en las pruebas i los del cálculo, para las mismas condiciones de sollicitación i de temperatura.

10. Este estudio comparativo deberá manifestar que los resultados del cálculo i de la observación directa guardan las siguientes relaciones:

a) Las flechas de deformación elástica observadas en las pruebas estáticas deberán ser inferiores a las teóricas.

b) Las flechas de deformación permanente no deberán ser superiores a un quinto de las flechas elásticas observadas.

c) Las flechas elásticas medidas en las pruebas dinámicas no deberán sobrepasar la flecha calculada en más de 15%,

d) Las oscilaciones laterales medidas en las pruebas dinámicas no deberán ser, en general, mayores de  $1/8000$  de la luz del tramo; para tramos menores de 15 m. no deberán ser superiores a 2 mm.

11. Si el informe de la comisión fuese favorable se procederá a pintar la superestructura con dos manos de pintura de superior calidad (páj. ...), con lo cual se considerará la obra recibida provisionalmente, pudiendo en seguida ser entregada al tráfico normal de los trenes.

12. Desde la recepción provisoria i hasta un año después, la conservación de la

superestructura correrá a cargo del contratista, siendo de su exclusiva cuenta todos los gastos que ésta oriñe.

#### IV. PRUEBAS DE RECEPCION DEFINITIVA

1. Trascurrido el año de garantía, se repetirán nuevamente las pruebas de las superestructura en la misma forma prescrita para la recepcion provisoria i si sus resultados fuesen favorables se liquidará definitivamente el contrato.

2. En el caso en que estas pruebas diesen resultados desfavorables, se destinarán las retenciones de garantía o una parte proporcional de ellas, a practicar las reparaciones que los defectos de ejecucion puedan ocasionar.

3. No podrá efectuarse la recepcion definitiva de ninguna obra, sin que sus alrededores hayan sido completamente despejados de andamios, cimbras, escombros, restos de materiales, etc.

4. Una vez practicada la recepcion definitiva, la oficina a cuyo cargo haya estado la construccion deberá archivar, en un solo legajo, todos los documentos i planos relativos a la obra de que se trata.

5. Una copia de todos estos documentos i planos deberá entregarse a la oficina que debe tener a su cargo la explotacion de la línea en que el puente esté situado.

#### CAPÍTULO V

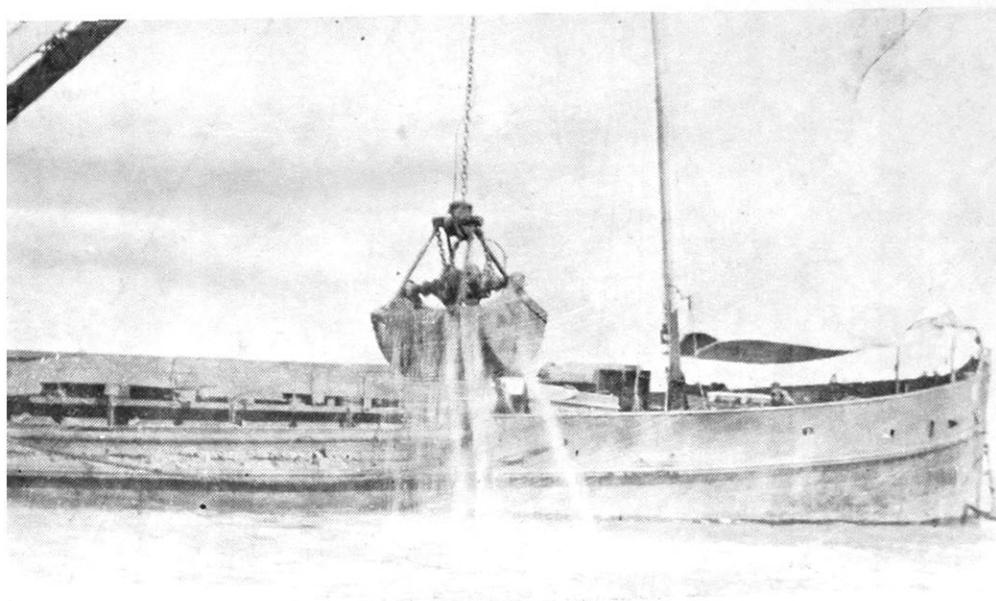
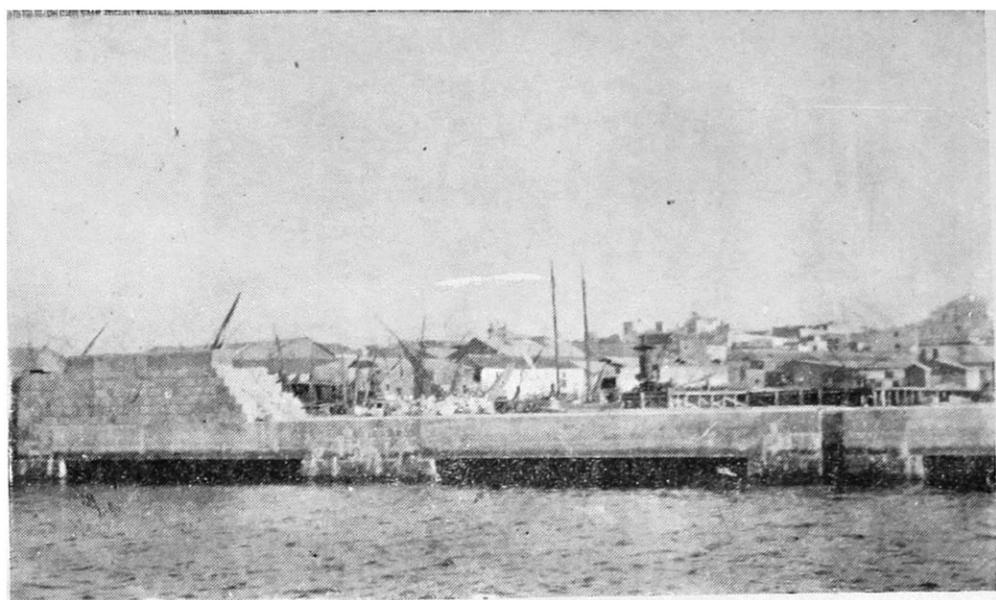
##### EXÁMEN PERIÓDICO DE LOS PUENTES EN SERVICIO

1. Aparte de la supervijilancia permanente que exige la buena conservacion de las obras, las administraciones de vías férreas deberán practicar por intermedio de sus ingenieros, por lo ménos cada cinco años, un exámen minucioso de todos sus puentes en servicio, i someterlos a las mismas pruebas que se han prescrito en el capítulo anterior.

2. En el caso de accidente sobre un puente, se deberá practicar asimismo una visita minuciosa de la obra, i someterla a las pruebas reglamentarias en el caso de que queden dudas acerca de su resistencia.

3. Las observaciones hechas i los resultados obtenidos en las visitas que se prescriben en los números anteriores deberán darse a conocer, conjuntamente con los proyectos completos de reparaciones, si fuese necesario efectuarlas, a la Direccion Jeneral de los Ferrocarriles si se trata de puentes situados en las líneas del Estado, o al Ministerio de Obras Públicas, si se trata de puentes situados en líneas de propiedad particular.

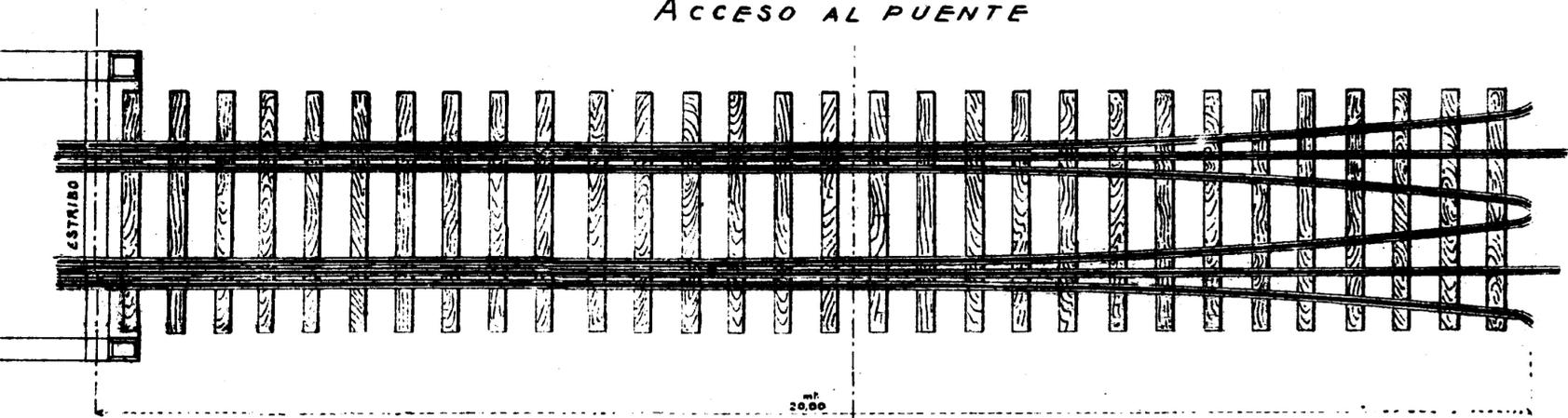
4. Una copia de cada uno de los documentos a que der origen estas visitas se agregará al legajo a que hace referencia el número 4 del título IV del capítulo anterior.



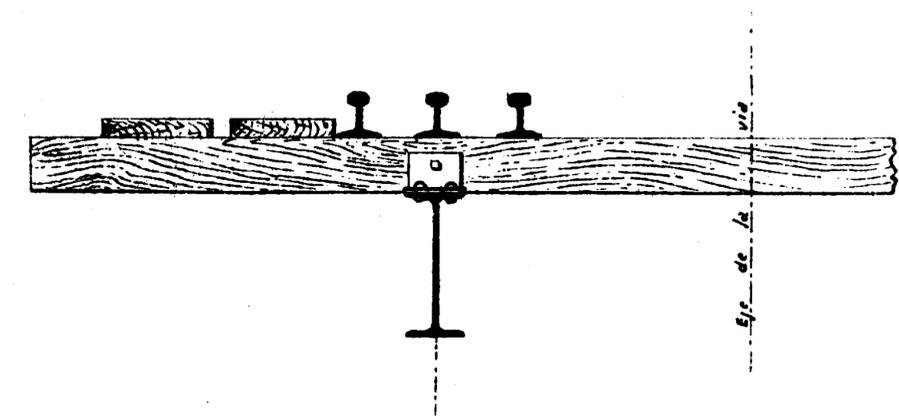
CONSTRUCCION DEL PUERTO DE MONTEVIDEO

DISPOSICION DE LA VIA SOBRE LOS PUENTES

ACCESO AL PUENTE

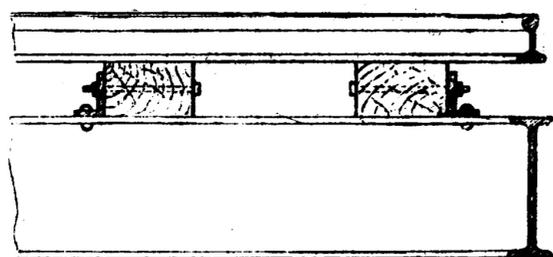


SECCION TRASVERSAL DE LA VIA



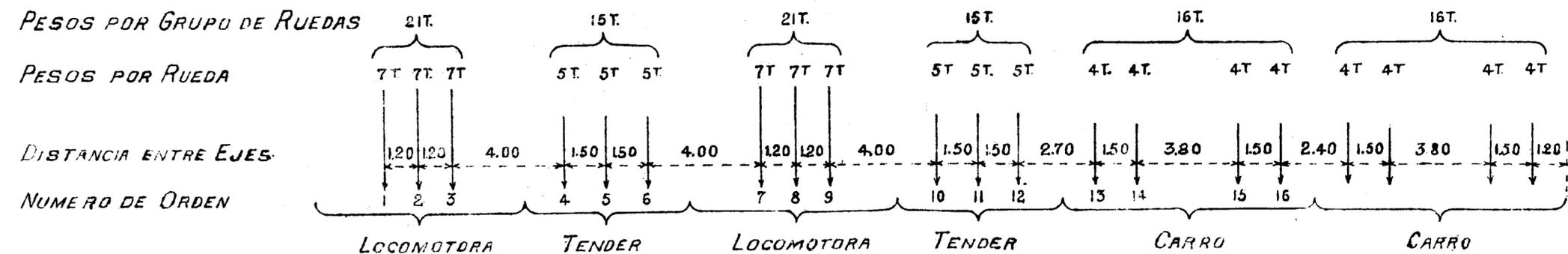
CORTE LONGITUDINAL

fig. 1.

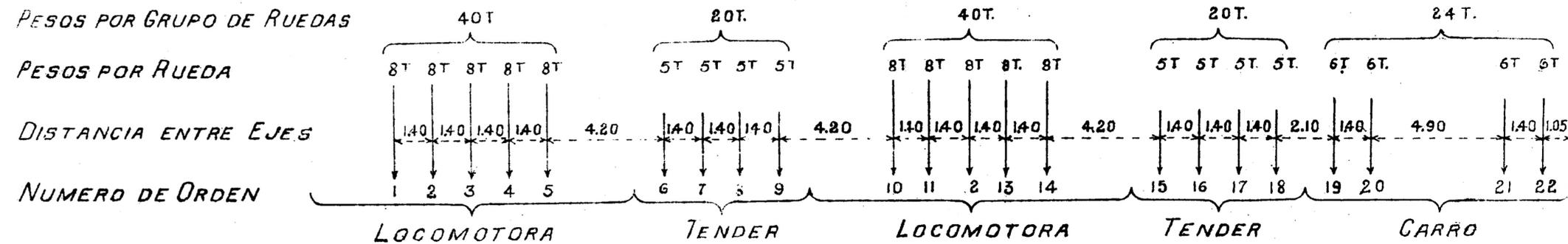


TRENES TIPOS

VIA DE 1,00 M.



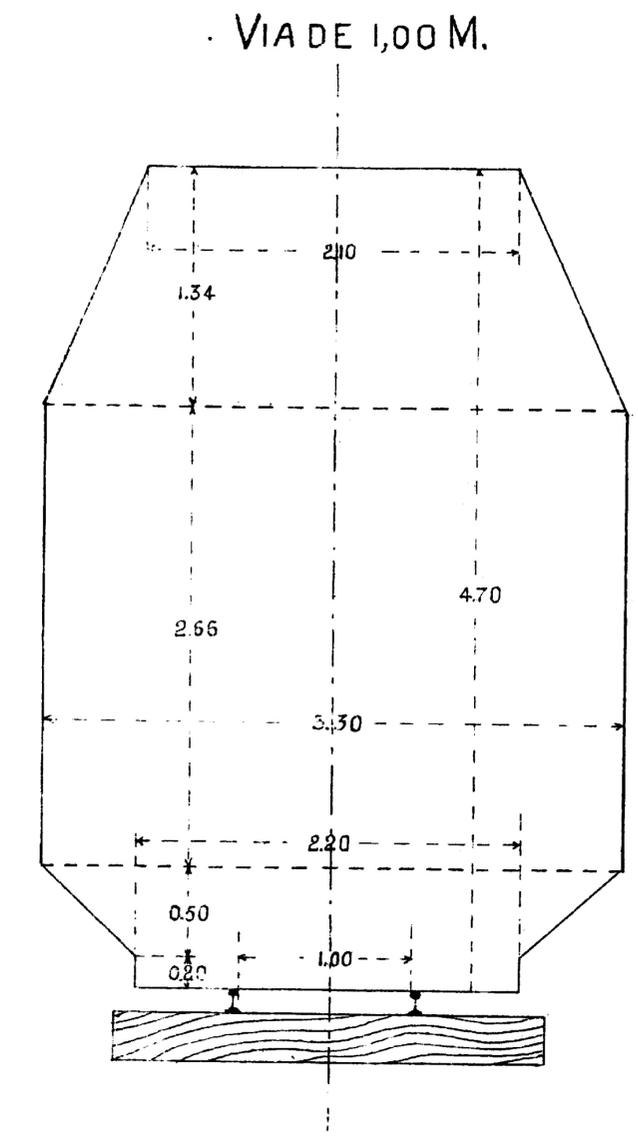
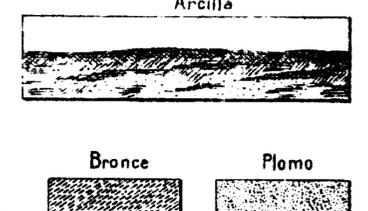
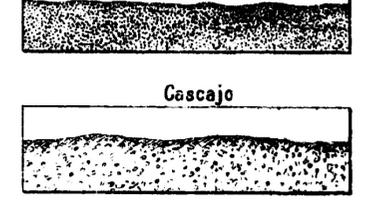
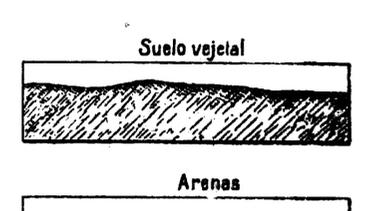
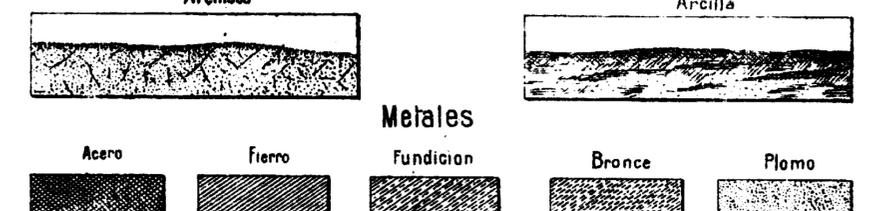
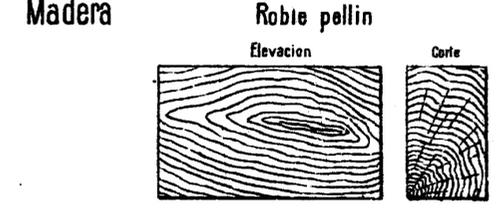
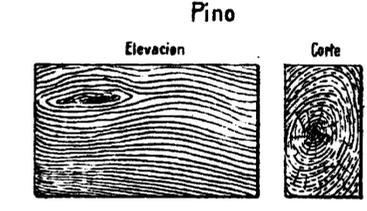
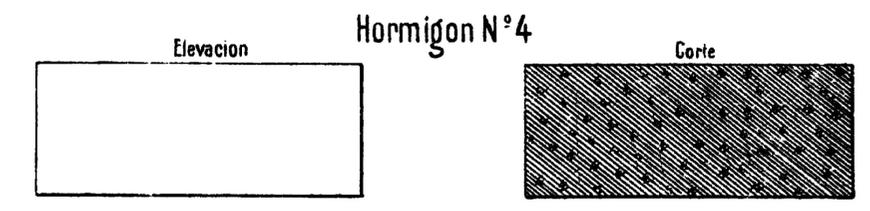
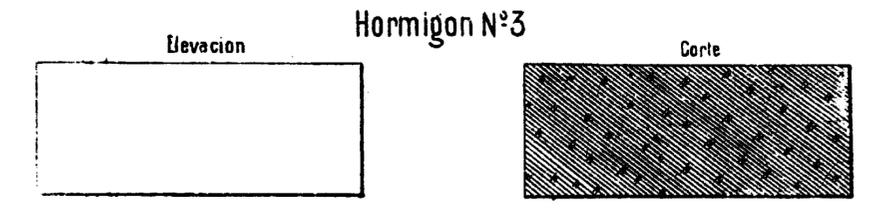
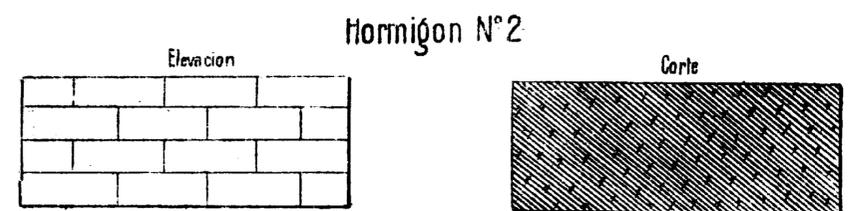
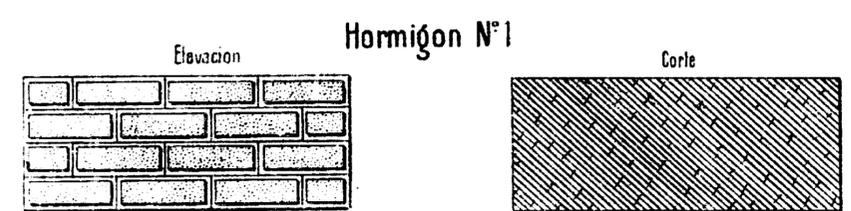
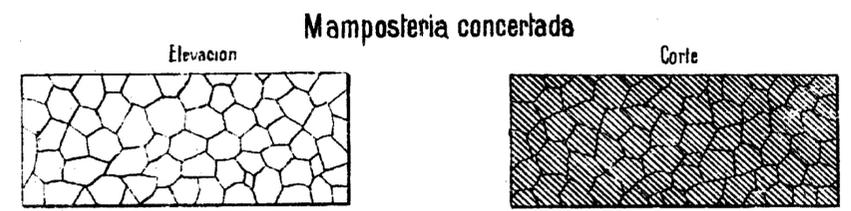
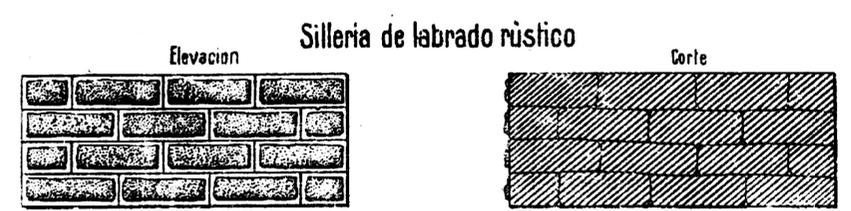
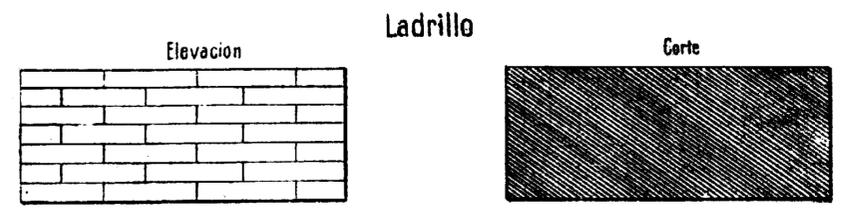
VIA DE 1,676 M.



# HACHURADOS CONVENCIONALES

Lamina I

Lamina II



GALIBOS

