

<b>DURMIENTES DE HORMIGON PRETENSADO TIPO MONOBLOQUE</b>	<b>DEPARTAMENTO INVESTIGACION Y NORMALIZACION</b>
	<b>FA. 7 030</b> <b>Febrero de 1971</b>

### **A – ESPECIFICACIONES A CONSULTAR**

1512. A-1. Las características del agregado fino natural se establecen en la Norma IRAM 1512.
- IRAM 1531. A-2. Las características de los agregados gruesos pétreos se establecen en la Norma IRAM 1531.
- A-3. Las características del agua para morteros y hormigones de cemento portland se establecen en la Norma IRAM 1601.
- IRAM 1503. A-4. Las características del cemento portland normal se establecen en la Norma IRAM 1503.
- IRAM 1546. A-5. El método de ensayo a la compresión del hormigón se establece en la Norma IRAM 1546.
1547. A-6. El método de ensayo a la flexión del hormigón se establece en la Norma IRAM 1547.
- A-7. El perfil del riel IRAM 50 se indica en la Especificación F.A. 7 042.

### **B – ALCANCE DE ESTA ESPECIFICACION**

- B-1. Esta especificación establece las características que debe cumplir el durmiente de hormigón pretensado tipo monobloque.

### **C – DEFINICIONES**

- C-1. Durmiente de hormigón pretensado tipo monobloque: Es el durmiente constituido por un elemento de hormigón sometido a tensiones previas de compresión. El esfuerzo de precompresión del durmiente se obtiene mediante alambres o barras de aceros traccionados con la carga correspondiente y que transmiten el esfuerzo ya sea por adherencia, anclaje o una combinación de ambos procedimientos.

### **D - CONDICIONES GENERALES**

#### **DISEÑO**

#### **Condiciones de cálculo**

- D-1. En el proyecto del durmiente deberán tenerse en cuenta las condiciones de cálculo establecidas en la Tabla I, considerándose además el aumento de las cargas por efectos dinámicos.

#### **Presentación del estudio técnico**

- D-2. Deberá presentarse el estudio técnico del diseño del durmiente el cual estará

integrado por una memoria de cálculo y plano general del durmiente.

**TABLA**  
**ELEMENTOS PARA EL CALCULO Y PROYECTO DEL DURMIENTE**

CARACTERISTICAS	TROCHAS	
	Ancha 1676 (mm)	Media o Normal 1435 (mm)
Distancias entre ejes de rieles, en mm.	1746	1500
Tipo de riel	IRAM 50	IRAM 50
Carga máxima por eje, en t (sin considerar el incremento por efecto dinámico)	22	20
Velocidad máxima, en km/h	160	140
Radio mínimo de la vía en curva, en m	800	500
Inclinación del riel con respecto al durmiente	1:20	1:20
Distancia entre ejes de durmientes, en mm	667	667
Cantidad de durmientes por km	1660	1660
Descripción de la base	Entre capas de balasto y sub-balasto mínimo 0,30 m debajo del nivel inferior de durmientes, espesor que puede aumentar en función del tipo de plataforma. El balasto se colocará de modo que el durmiente apoye en los tercios extremos. El balasto estará constituido por piedra partida.	

D-3. El plano deberá incluir:

- a) Diseño del durmiente en escala 1:5 con indicación de las armaduras y elementos de fijación que lo componen.
- b) Diseño de los elementos de fijación del riel-durmiente.

D-4. La memoria de cálculo deberá incluir:

- a) Cálculo del durmiente.
- b) Las cargas y los momentos flectores de ensayo **Q<sub>1</sub>**, **Q<sub>2</sub>**, **Mo**, **Mu** y **Ms**, adoptándose para el cálculo el valor de resistencia de tracción por flexión del hormigón  $\sigma_{bz} = 60 \text{ kg/cm}^2$ .
- c) Características del material para las armaduras principales, secundarias y estribos.
- d) Solicitación a la tracción de las armaduras que deberá ser cumplida con una tolerancia de  $\pm 5 \text{ kg/m}^2$ .
- e) Procedimiento para la medición de la tensión de las armaduras.
- f) Sistema de anclaje.

- g) Valor de la resistencia eléctrica del durmiente.
- h) Descripción del sistema de fijación.

## **PROCESO DE FABRICACION**

### **Hormigón**

D-5. La elaboración del hormigón se hará por medios mecánicos y dosificación en peso. Se deberá disponer para tal fin de todos los elementos necesarios para establecer la proporción en peso de los diferentes constituyentes del hormigón, de modo de asegurar la uniformidad.

D-6. Se establecerá la dosificación del hormigón de manera que se cumpla con las características exigidas al durmiente.

D-7. La relación agua-cemento en peso deberá ser la mínima posible, nunca superior a 0,38.

D-8. La cantidad de cemento en kilogramos por metro cúbico de hormigón no deberá ser inferior a 350 kilogramos por metro cúbico de hormigón colocado, vibrado o apisonado.

D-9. Deberá cuidarse que el hormigón conserve sus propiedades de homogeneidad y evitar segregación en el transcurso del transporte hasta su vertido en los moldes.

### **Armaduras**

D-10. Deberá cuidarse que tanto las armaduras principales como las secundarias estén limpias y libres de toda materia que pueda atacar el acero, hormigón o disminuir la adherencia entre ambos.

D-11. Las armaduras principales deberán estar situadas en la posición proyectada con una tolerancia de 2 mm.

D-12. No deberá haber barras o alambres deteriorados o deslizamientos en los anclajes que produzcan una pérdida de tensión, una vez realizada la pretensión de los mismos.

D-13. Las armaduras secundarias deberán fijarse de modo tal que no puedan desplazarse durante la colocación y vibrado del hormigón.

D-14. Para la medición de la tensión de tracción se utilizarán dos procedimientos adecuados. Los resultados obtenidos no deberán diferir entre sí en más del 5%.

### **Durmiente**

D-15. La precompresión del hormigón será efectuada cuando éste posea resistencia suficiente, de tal manera que no pueda producirse un deslizamiento del extremo de los alambres o barras, superior a 0,5 mm.

D-16. La máxima precompresión en el hormigón, originada por la pretensión será de 120 kg/cm<sup>2</sup>. La pretensión no deberá producir tensiones de tracción en el hormigón.

D-17. Si por sistemas de pretensión, quedaran agujeros en las caras externas del durmiente, éstos se rellenarán con mortero de cemento, de resistencia mínima cilíndrica a los 28 días: 240 kg/cm<sup>2</sup>, asegurando con este cierre que no penetre la humedad.

D-18. Si los aceros o dispositivos de anclaje emergieren en el extremo del durmiente, se adoptarán las precauciones necesarias para evitar oxidación o corrosión.

## **CARACTERISTICAS DEL MATERIAL DE LAS ARMADURAS**

D-19. El fabricante deberá indicar las características del material de las armaduras para su consideración por parte de Ferrocarriles Argentinos.

## **TERMINACION**

D-20. Las superficies exteriores del durmiente deberán estar limpias y exentas de fisuras, falta de material, rebabas o rugosidades.

D-21. La cara inferior deberá ser rugosa y plana.

## **RECUBRIMIENTO**

D-22. Las superficies laterales y de apoyo de los rieles deberán recubrirse con una capa de asfalto aplicado en frío de espesor adecuado.

## **REPARACION**

D-23. La reparación o corrección de irregularidades no será permitida, especialmente en las superficies donde se asientan los rieles; cualquier otra reparación podrá efectuarse mediando aprobación de la inspección de Ferrocarriles Argentinos.

## **MARCACION**

D-24. Los durmientes deberán marcarse por moldeado en bajo relieve con las siguientes indicaciones:

- a) La marca del fabricante.
- b) La sigla F.A.
- c) Mes y año de fabricación, indicando en números (enero de 1971 se indicará, por ejemplo 1-71).

D-25. Las marcas no deberán afectar la aptitud para el uso.

## **PERFILES DE LOS RIELES A APLICAR**

D-26. El durmiente deberá estar preparado para la colocación de rieles de perfil IRAM 50 indicado en la Especificación F.A. 7 042.

## **E – REQUISITOS ESPECIALES**

### **MATERIALES**

#### **Arena**

E-1. Las características de la arena deberán cumplir con lo establecido en la Norma IRAM 1512, con excepción de la exigencia de la Tabla II con respecto a la Ftanita (chert) cuarzosa o calcedónica, con un máximo admisible del 5%.

#### **Agregado grueso**

E-2. Las características del agregado grueso deberán cumplir con lo establecido en la Norma IRAM 1531 con excepción de la exigencia de la Tabla II con respecto a la Ftanita (chert) cuarzosa o calcedónica, con un máximo admisible del 5%.

#### **Cemento**

E-3. Las características del cemento deberán cumplir con lo establecido en la Norma IRAM 1503.

### Agua para hormigón

E-4. Las características del agua para hormigón deberán cumplir con lo establecido en la Norma IRAM 1601.

### Armaduras

E-5. Las características del material de las armaduras ensayadas según G-19 deberán cumplir con lo convenido previamente.

### Hormigón

E-6. **Resistencia a la compresión**: Ensayado de acuerdo a G-1 la resistencia a la compresión deberá ser como mínimo  $460 \text{ kg/cm}^2$  considerando el promedio de tres (3) determinaciones. Cada valor individual no deberá ser inferior a  $420 \text{ kg/cm}^2$ .

E-7. **Resistencia a la tracción por flexión**: Ensayado de acuerdo a G-2 la resistencia a la tracción por flexión deberá ser como mínimo  $60 \text{ kg/cm}^2$  considerando el promedio de tres (3) determinaciones. Cada valor individual no deberá ser inferior a  $55 \text{ kg/cm}^2$ .

### DURMIENTES

#### Medidas

E-8. Verificado de acuerdo a G-3 las medidas de los durmientes deberán cumplir con lo convenido previamente dentro de las tolerancias siguientes:

- a) Distancia entre ejes de rieles (considerándose eje de riel al punto medio de la distancia entre los centros de los orificios destinados a los elementos de fijación)  $\pm 0,5 \text{ mm}$ .
- b) Distancia entre los centros de los orificios destinados a los elementos de fijación  $\pm 0,5 \text{ mm}$ .
- c) Dimensiones de la sección transversal del durmiente:  $\pm 3 \text{ mm}$ .
- d) Dimensiones longitudinales del durmiente:  $\pm 5 \text{ mm}$ .

#### Ensayo de flexión estática

E-9. Ensayado de acuerdo a lo establecido en G-4 a G-7 no deberán producirse fisuras para los valores de carga iguales o menores a  **$Q_1$**  y  **$Q_2$** .

E-10. Ensayado de acuerdo a lo establecido en G-8 a G-13 no deberán producirse fisuras para los valores de los momentos flectores iguales o menores a  **$Mo$** ,  **$Mu$**  y  **$Ms$** .

#### Ensayo de choque

E-11. Ensayado de acuerdo a G-14/G-18 los durmientes deberán estar clasificados en las categorías 0 o 1.

TABLA II

#### DETERMINACION DE LAS DISTINTAS CATEGORIAS SEGÚN EL DAÑO PRODUCIDO POR EL ENSAYO DE CHOQUE

Categoría	Daño
0	Sin daño en la cara inferior del durmiente, en la sección del choque.
1	Pequeña fisura en la cara inferior, en la sección del choque.

## **F – INSPECCION Y RECEPCION**

F-1. Tendrá destinado en la planta de fabricación una inspección técnica la cual tendrá a su cargo la verificación del cumplimiento del contrato.

F-2. El fabricante estará obligado a brindar la colaboración y facilidades necesarias para que la misma pueda desarrollar sus tareas sin inconvenientes en su aspecto técnico.

F-3. Los representantes de Ferrocarriles Argentinos tendrán el derecho de inspeccionar en cualquier momento la fabricación de los durmientes en todos los detalles así como de efectuar todas aquellas verificaciones que crean convenientes a los efectos de asegurarse que las condiciones de fabricación previstas sean cumplidas.

F-4. Los ensayos serán realizados por el fabricante en presencia del representante de Ferrocarriles Argentinos y deberá disponer a tal fin de los elementos de verificación necesarios.

## **PROTOTIPO**

F-5. El fabricante deberá acreditar debidamente documentado los resultados satisfactorios del durmiente en vías de extensión y condiciones de tráfico adecuadas, presentando planos y demás documentos avalados por autoridades competentes de los ferrocarriles usuarios.

## **LOTE**

F-6. El lote para la inspección estará integrado por 100 durmientes o fracción fabricados en la misma fecha y en idénticas condiciones.

F-7. El número de durmientes podrá ser aumentado a juicio del inspector de Ferrocarriles Argentinos.

## **MATERIALES**

### **Hormigón**

F-8. Por cada lote deberán prepararse tres (3) probetas para el ensayo de compresión y tres probetas (3) para el ensayo de flexión. Deberá tenerse la precaución para que el hormigón de las probetas sea representativo de la calidad del hormigón utilizado en la preparación de los 100 durmientes que integran el lote.

### **Armaduras – Cemento – Agregado grueso – Agua para hormigón – Arena**

F-9. Deberá efectuarse la verificación en cada lote. Los materiales ensayados deberán ser representativos de los utilizados en la fabricación del lote.

## **DURMIENTES**

### **Ensayo de flexión estática**

F-10. De cada lote se tomará un (1) durmiente al cual se lo someterá al ensayo de flexión estática.

F-11. El durmiente deberá ensayarse a los 28 días de su fabricación.

F-12. Si el resultado del ensayo no cumpliera con lo establecido en E-9, se procederá de la siguiente manera:

- a) Si alguno de los valores obtenidos resultaron inferiores a  $0,85 Q$  se rechazará el lote completo.
- b) Si algunos de los valores resultaron inferiores a  $Q$  pero superiores a  $0,85 Q$ , se ensayarán tres (3) durmientes adicionales extraídos del lote cuyos resultados deberán cumplir con lo establecido en E-9 para la aceptación del lote.

- c) En el caso en que uno de los tres durmientes no cumplieron con lo establecido en E-9, si los valores de las cargas determinadas en dichos durmientes son inferiores a  $0,85 Q$  el lote será rechazado.

F-12. **Determinación de la carga de fisuración**: Se realizará esta determinación en un durmiente (1) a los 28 días de su fabricación por cada (10) diez lotes, si los valores de las cargas fueran inferiores a  $Q_1$  y  $Q_2$ , se aplicarán las consideraciones del párrafo F-11 al lote del cual se extrajo la unidad observada.

F-13. **Verificación de los momentos flectores de fisuración**: A los efectos de la aprobación del prototipo se realizará este ensayo en nueve (9) durmientes, a los 28 días de su fabricación y curado en forma similar a lo establecido para la fabricación en serie. Los durmientes ensayados serán con cargo al fabricante.

#### **Ensayo de choque**

F-14. A los efectos de la aprobación del prototipo se realizará este ensayo en tres (3) durmientes fabricados y curados en forma similar a la establecida para la fabricación en serie. La edad de los durmientes sometidos a ensayos deberá estar comprendida entre 6 y 12 semanas. Los durmientes ensayados serán con cargo al fabricante.

#### **ENSAYOS ADICIONALES**

F-15. Si durante el curso de la fabricación los resultados de los ensayos pusieran en evidencia falta de homogeneidad en la calidad, la inspección de Ferrocarriles Argentinos podrá exigir la realización de ensayos adicionales, en ese caso se seguirá el procedimiento de aceptación o rechazo convenido previamente.

#### **MEDIDAS Y TERMINACION**

F-16. Se verificarán en cada durmiente que integra el lote.

#### **REGISTRO DE ENSAYOS**

F-17. El fabricante deberá tener a disposición de la inspección de Ferrocarriles Argentinos planillas en las cuales deberán consignar los siguientes datos:

- a) Las características de los materiales empleados en la fabricación.
- b) Resultados de los ensayos de verificación efectuados en los materiales utilizados.
- c) Resultados de los ensayos de verificación efectuados en el durmiente.
- d) Otros datos que se consideren de interés.

#### **G – METODOS DE ENSAYO**

##### **HORMIGON**

##### **Resistencia a la compresión**

G-1. Se sigue el método establecido en la Norma IRAM 1546. Se deben consignar los valores individuales determinados y el promedio de los realizados en tres ensayos.

##### **Existencia a la tracción por flexión**

G-2. Se sigue el método establecido en la Norma IRAM 1547.

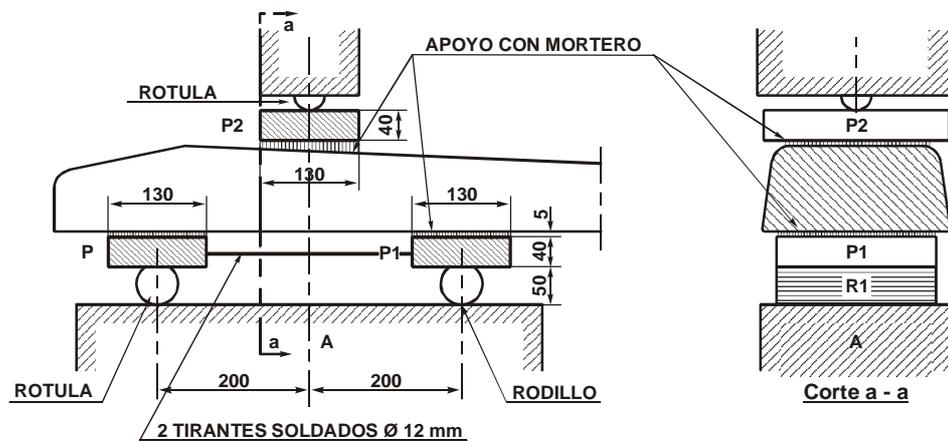
## DURMIENTE

### Medidas

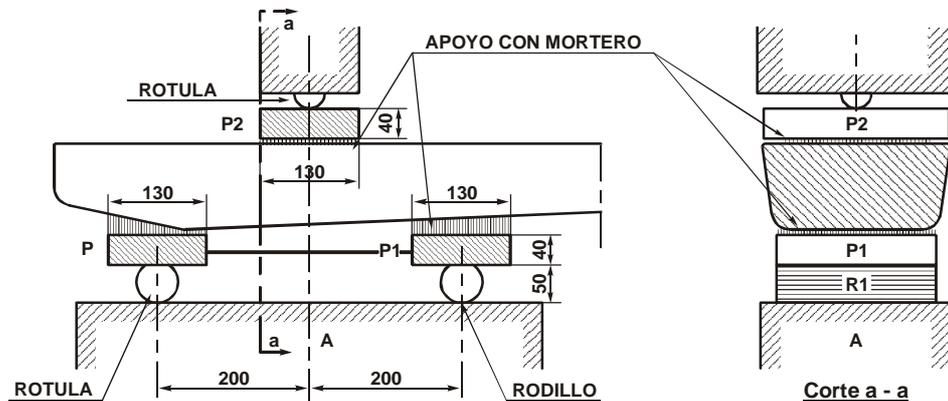
G-3. Se utilizan calibradores adecuados provistos por el fabricante.

### Ensayo de flexión estática

G-4. **Verificación de las cargas de fisuración:** Se efectúa con las condiciones de aplicación de carga que indican las Figuras 1 y 2. En caso de que se incremente el valor de la carga aplicada con velocidad no mayor de 1 t/min hasta alcanzar la carga  $Q_1$  en el caso del ensayo con las condiciones que indica la Figura 1 y la carga  $Q_2$  para las condiciones que indica la Figura 2. Durante el ensayo se verifica la presencia de fisuras mediante la aplicación de una capa de cal y observación con instrumento óptico de 20 aumentos.



**FIGURA 1**



**FIGURA 2**

Nota: Todas las medidas están dadas en milímetros

G-5. El punto de aplicación de las cargas debe coincidir con el eje longitudinal del riel.

G-6. Se considera como fisura aquella que tenga un ancho mínimo de 0,1 mm y longitud mínima de 15 mm.

G-7. Para la determinación de la carga de fisuración se registra la carga para la cual se verifica la presencia de fisuras.

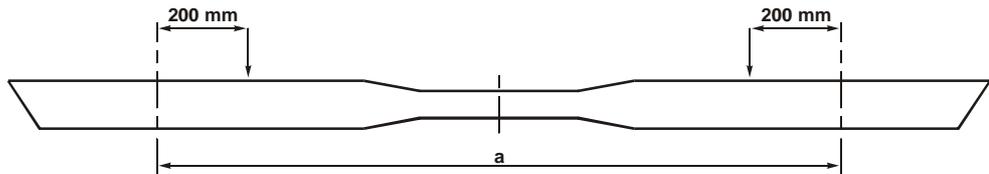
G-8. Esta verificación se efectúa considerando las siguientes condiciones de sollicitación:

a) Verificación del momento flector en el centro del durmiente ( $M_0$ ) con

disposición de la curva según la Figura 3a y el durmiente colocado en posición invertida.

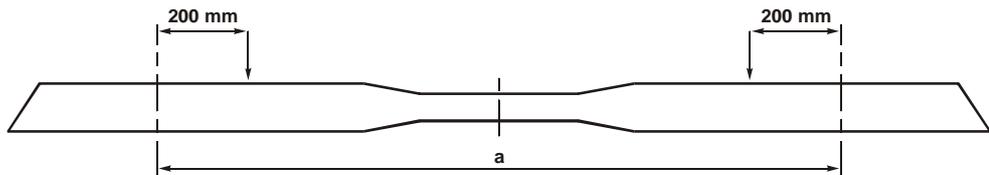
- b) Verificación del momento flector en el centro del durmiente ( $M_u$ ) con las condiciones de carga según la Figura 3b colocado el durmiente en su posición normal en la vía.
- c) Verificación del momento flector en la zona de apoyo del riel ( $M_s$ ) con disposición de la carga según la Figura 4 colocado el durmiente en su posición normal.

**DISPOSICION DE ENSAYO PARA  $M_o$**



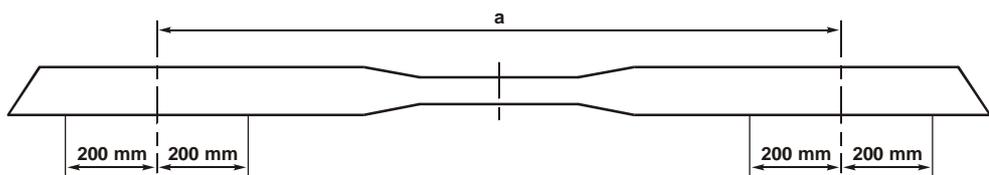
**FIGURA 3a**

**DISPOSICION DE ENSAYO PARA  $M_u$**



**FIGURA 3b**

**DISPOSICION DE ENSAYO PARA  $M_s$**



**FIGURA 4**

**a = DISTANCIA ENTRE EJES  
SEGUN TROCHA**

TROCHA mm	"a" mm
1.676	1.746
1.435	1.500

G-9. Los durmientes deben estar apoyados de modo que las deformaciones se desarrollen libremente. Las cargas actuarán por intermedio de placas de repartición de acero. El contacto de las placas con el durmiente se realiza mediante mortero similar al empleado para encabezar la probeta.

G-10. El ensayo consiste en la aplicación gradual de la carga con incremento uniforme de 1 t/min hasta que su valor sea el 70% del previsto en los cálculos para el momento de

fisuración. Dicho momento de fisuración corresponde a una resistencia a la tracción por flexión  $\sigma_{bz} = 60 \text{ kg/cm}^2$ . A partir de este valor se aumenta la carga, con incrementos del 5%, manteniendo cada período de carga un lapso de 10 minutos a los efectos de verificar la presencia de fisuras.

G-11. Se registra como momento de fisuración a aquel que produce una fisura de ancho mínimo 0,1 mm y longitud mínima 15 mm.

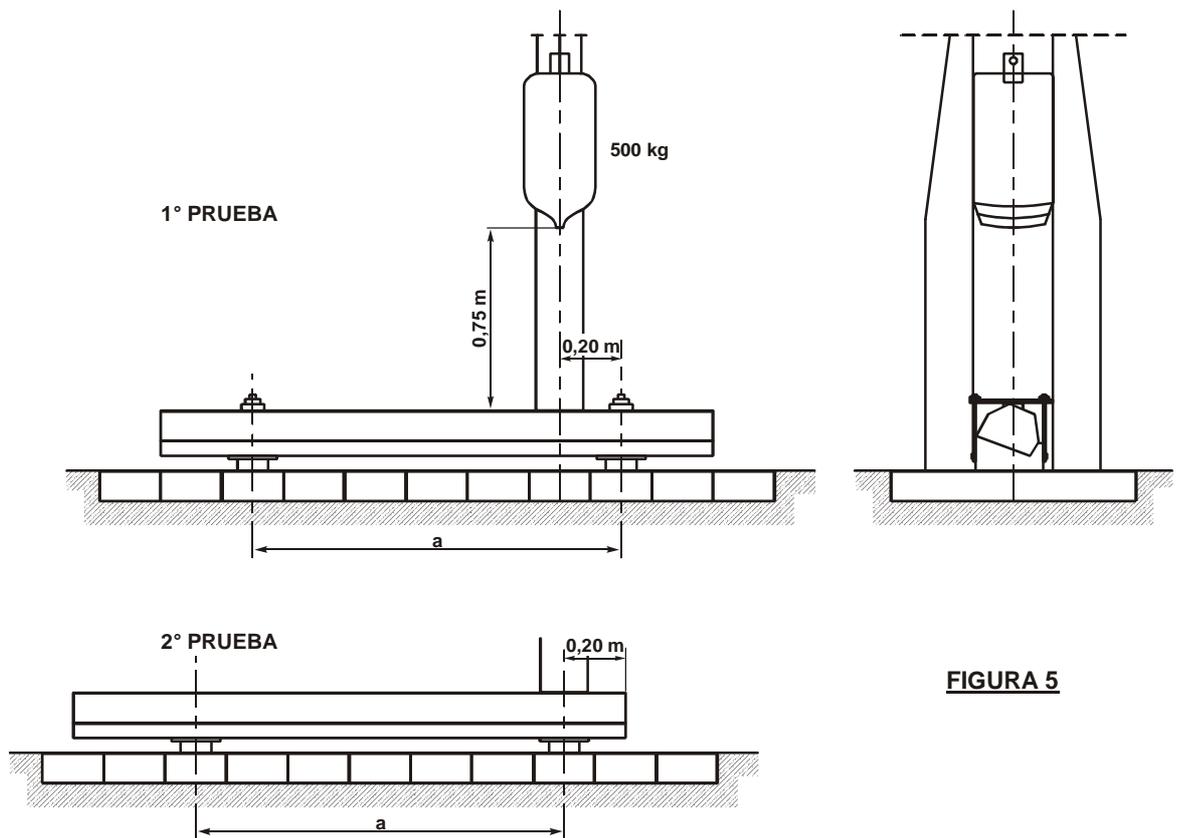
G-12. El incremento de la carga continúa hasta producirse la rotura verificándose el momento de rotura que corresponde para la carga en su valor máximo.

G-13. La apreciación de las fisuras se realiza mediante aplicación previa de una capa de cal y observación por medio de instrumento óptico de 20 aumentos como mínimo.

### ENSAYO DE CHOQUE

G-14. El ensayo se realiza mediante la aplicación de dos impactos con una masa de 500 kg que cae libremente desde una altura de 75 cm y cuya zona de contacto tiene la forma de la pestaña de la rueda.

G-15. El durmiente se dispone de acuerdo a la Figura 5, colocando en las dos caras de apoyo, placas de madera de álamo que se remueven luego de cada golpe. En las superficies de apoyo se interponen chapas de acero de 13 cm de ancho por 4 cm de espesor aproximadamente.



G-16. El durmiente se coloca de modo que el impacto se produzca sobre una de las aristas superiores del mismo y en forma que la bisectriz de ese ángulo coincida con la vertical de la caída de la masa. El eje longitudinal del durmiente se dispone en posición normal al borde de contacto de dicha masa.

G-17. El ensayo se efectúa en dos condiciones de apoyo de acuerdo a lo siguiente:

- a) **1° ensayo:** Los apoyos se sitúan en coincidencia con los ejes de los rieles o sea a la distancia entre ejes de rieles indicada en la Tabla I. El lugar donde se

aplican los impactos está ubicado a 20 cm del eje de un riel y hacia el centro del durmiente.

- b) **2° ensayo:** Un apoyo se sitúa a 20 cm de un extremo del durmiente y el otro extremo a la distancia entre ejes de rieles indicada en la Tabla I. Los impactos deben aplicarse en el lugar correspondiente al apoyo que dista 20 cm del extremo. Debe evitarse que el durmiente se eleve con el golpe.

G-18. De acuerdo con el resultado del ensayo los durmientes ensayados se clasifican en una de las categorías que se indican en la Tabla II.

### **CARACTERISTICAS DEL MATERIAL DE LAS ARMADURAS**

G-19. Se seguirá el método convenido previamente.

### **H – INDICACIONES COMPLEMENTARIAS**

H-1. No trata.

### **I – ANTECEDENTES**

I-1. No trata.

