

**NORMA
VENEZOLANA**

**COVENIN
3423:1999
(COPANT 1644:1997)**

**ZAPATAS DE COMPOSICIÓN
DE BAJO COEFICIENTE DE FRICCIÓN
PARA VAGONES DE INTERCAMBIO
DE TROCHA 1000. MÉTODOS DE
ENSAYO DINÁMICOS**



PRÓLOGO

La presente norma es una adopción de la norma COPANT No. 1644:1997, fue considerada de acuerdo a las directrices de la Comisión Técnica de Normalización CT XXVIII Transporte a través del convenio para la elaboración de normas suscrito entre el MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES y FONDONORMA, siendo aprobada en la reunión del Consejo Superior No. 99-02 de fecha 10/02/99.

**NORMA VENEZOLANA
ZAPATA DE COMPOSICIÓN DE BAJO
COEFICIENTE DE FRICCIÓN
PARA VAGONES DE INTERCAMBIO
DE TROCHA 1000. MÉTODOS
DE ENSAYO DINÁMICOS**

**COVENIN
3423:1999
(COPANT 1644:1997)**

1 OBJETO

1.1 Esta norma establece los métodos de ensayos dinámicos para determinar el coeficiente de fricción y desgaste de la zapata, así como el desgaste de la zapata y rueda, en las zapatas de composición de baja fricción utilizadas en los vagones de intercambio de trocha 1000.

2 REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones legales que al ser citadas en este texto constituyen requisitos de esta norma Venezolana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realizan acuerdos con base en ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones más recientes de las normas citadas seguidamente:

IRAM 9111: 1972 - Termómetros de COPANT, llevan registros actualizados de sus normas.

COVENIN 3420:1999 Zapatas de composición de bajo coeficiente de fricción para vagones de intercambio de trocha 1000. Requisitos e inspección y recepción.

COVENIN 3421:1999 Zapatas de composición de bajo coeficiente de fricción para vagones de intercambio de trocha 1000. Medidas.

COVENIN 3432:1999 Zapatas de composición de bajo coeficiente de fricción para vagones de intercambio internacional de trocha 1000. Métodos de ensayo en caliente y en servicio.

3 REQUISITOS

3.1 Determinación del coeficiente de fricción y desgaste de la zapata

Consiste en someter a la zapata en estudio, a un programa de ensayos bajo distintas condiciones de frenado y velocidades, para determinar los valores y características indicadas en 6.3 y 6.4.

3.2 Determinación del desgaste de zapata y rueda

Consiste en someter a una probeta del material de la zapata, a un programa de ensayos que implica: número de frenadas, velocidades de aplicación del freno y fuerza sobre la zapata, para determinar el desgaste de zapata y rueda, por diferencia de masa.

4 APARATOS

4.1 Coeficiente de fricción y desgaste de las zapatas

4.1.1 Se utiliza un dinamómetro cuyo momento de inercia total debe ser, como mínimo, de 120 daN m s², que permita la aplicación de una o dos zapatas por rueda y dotado de elementos y accesorios para determinar:

- a) velocidad de la rueda y fuerza sobre la zapata;
- b) tiempo y distancia de frenado hasta la detención;
- c) temperatura de rueda y zapata;
- d) que permita graficar, por lo menos, el coeficiente de fricción en función de la velocidad.

Además debe disponerse de una balanza de 10 kg que permita leer el 0,1 g, un termómetro común del tipo especificado en la norma IRAM 9111, cinta métrica, calibrador de colisa y termocuplas.

4.1.2 La rueda del dinamómetro debe ser enteriza, de acero forjado o laminado, con un contenido de carbono comprendido entre 0,46 % y 0,75 %.

4.2 Desgaste de zapata y rueda

Se utiliza un dinamómetro cuyo momento de inercia total debe ser, como mínimo, de $0,35 \text{ daN m s}^2$, que permita ubicar dos probetas sobre la rueda y dotado de elementos y accesorios para determinar:

- a) velocidad de la rueda;
- b) fuerza sobre la probeta;
- c) temperatura de rueda y probeta;
- d) número de aplicaciones del freno para cumplir con el programa de ensayo previsto en esta norma.

Además debe contarse con una balanza analítica, una balanza de 10 kg que permita leer el 0,1 g, calibrador micrométrico que permita leer el 0,01 mm y un indicador de reloj que permita leer el 0,01 mm.

5 ELEMENTOS POR ENSAYAR

5.1 Determinación del coeficiente de fricción y desgaste de la zapata

Zapata de composición en estado de suministro.

5.2 Determinación del desgaste de zapata y rueda

Probeta de la forma y medidas que establece la norma COVENIN 3422:1999 (extracción de probeta).

6 DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE FRICCIÓN Y DESGASTE DE LA ZAPATA

6.1 Condiciones de ensayo

6.1.1 Zapatas de composición de bajo coeficiente de fricción

El ensayo se realiza con dos zapatas de freno operando sobre la rueda.

6.1.2 Preparación de la rueda

Se pule la rueda y se inserta en la misma la termocupla en un orificio practicado de modo que ésta quede alojada, aproximadamente, a 10 mm de profundidad y en el centro de la banda de rodamiento de la rueda.

6.1.3 Hermanado

6.1.3.1 Zapatas de bajo coeficiente de fricción

Se realiza aplicando el freno a una velocidad de aproximadamente 55 km/h con una fuerza de 3000 daN por cada zapata; la temperatura de la rueda antes de cada aplicación debe ser mayor que 80 °C.

Se repite esta operación tantas veces como sea necesario hasta lograr que la superficie de fricción sea del 80% pudiéndose facilitar el hermanado por desbaste manual cada tres frenadas.

6.1.4 Preparación de la zapata

Luego de realizar el hermanado se coloca la termocupla en un orificio practicado de modo que ésta queda alojada, aproximadamente, a 10 mm de profundidad de la superficie de contacto entre zapata y rueda y a 50 mm, aproximadamente, del borde de ataque de la zapata, como muestra la figura 1.

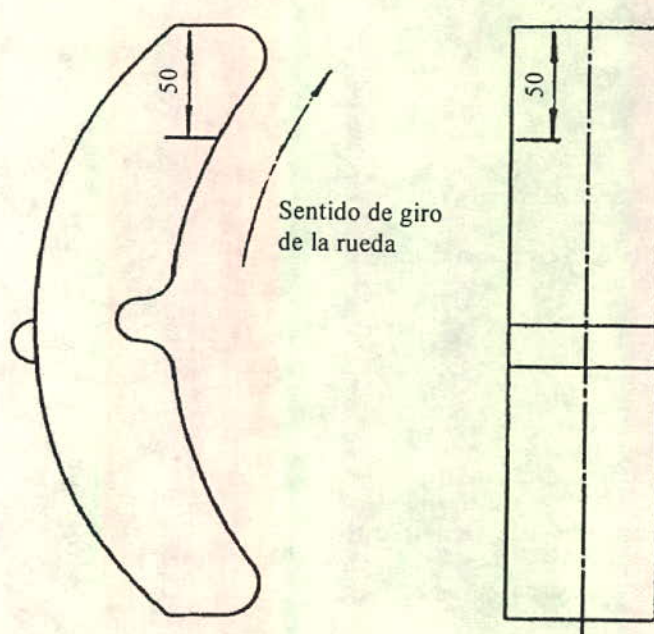


Figura 1

6.1.5 Pesada de la zapata

Las zapatas se pesan antes y después de finalizado el ensayo, sin la termocupla, en la balanza con capacidad de 10 kg, registrándose:

- W_{1D} la masa de la zapata derecha antes del ensayo, g,
- W_{1I} la masa de la zapata izquierda antes del ensayo, g,
- W_{2D} la masa de la zapata derecha después del ensayo, g,
- W_{2I} la masa de la zapata izquierda después del ensayo, g,

6.2 Ensayo

Las zapatas se ensayan según el programa y condiciones establecidas en la tabla 1.

6.3 Valores por determinar

6.3.1 Durante la realización del ensayo se determinan, por medición directa, con ayuda de diagramas o por cálculo, los valores siguientes:

- a) la carga equivalente sobre la rueda (F_r);
- b) la velocidad de rotación de la rueda en el instante de la aplicación del freno (V_o);
- c) la fuerza neta sobre la zapata (F);
- d) el esfuerzo de frenado sobre la rueda (F_t) o momento torsor de frenado (M_t);
- e) el tiempo de frenado (t);
- f) la distancia de frenado (L);
- g) la temperatura de rueda y zapata (θ_r , θ_z);
- h) la desaceleración promedio (a);

- i) el coeficiente instantáneo de fricción ($\dot{f}$);
- j) el coeficiente medio de fricción ($\bar{f}$);
- k) el desgaste de la zapata (D).

6.3.2 Cálculos

6.3.2.1 Coeficiente instantáneo de fricción (f).

6.3.2.1.1 Se calcula mediante la expresión siguiente:

$$f = \frac{F_t}{F} \quad \text{o} \quad f = \frac{M_t}{F \cdot r}$$

Donde:

- F la fuerza neta sobre la zapata, en daN;
- F_t el esfuerzo de frenado sobre la rueda, en daN
- M_t el momento torsor de frenado, en daNm;
- r el radio de la rueda, en m.

6.3.2.1.2 Se gráfica, en cada frenado, el coeficiente instantáneo de fricción en función de la velocidad. Con los valores obtenidos se calcula el promedio para cada velocidad, y su resumen se adjunta en la tabla 3.

6.3.2.2 Coeficiente medio de fricción ($\bar{f}$) 3. Se calcula mediante la expresión siguiente:

$$\bar{f} = \frac{I \cdot x \cdot V_o}{3,6 \cdot x \cdot r^2 \cdot x \cdot t \cdot x \cdot F}$$

Donde:

- I el momento de inercia, en daNm/m²;
- r el radio de la rueda, en m;
- V_o la velocidad de la rueda en el instante de aplicación del freno, en km/h;
- t el tiempo de frenado, en s;
- F la fuerza neta sobre la zapata, en daN.

6.3.2.3 Desgaste de la zapata

6.3.2.3.1 Determinación de la pérdida de masa total de la zapata (Wt)

Con los valores obtenidos según 6.1.6, se calcula la pérdida de masa de las zapatas en la forma siguiente:

$$W_{3I} = W_{1L} - W_{2L}$$

$$W_{eD} = W_{1D} - W_{2D}$$

$$W_t = W_{3L} + W_{3D}$$

Donde:

- W_{3L} la pérdida de masa de la zapata izquierda, en g;
- W_{3D} la pérdida de masa de la zapata, en g.

6.3.2.3.2 Cálculo del desgaste

El desgaste de las zapatas se calcula mediante la expresión siguiente:

$$D = \frac{W_t \times 10^4}{\rho \times A \times n}$$

Donde:

W_t la pérdida de masa total de las zapatas, en g;

ρ la densidad de la zapata, en g/cm³, determinada de acuerdo con la norma COVENIN 3422;

A la proyección del área de la zapata sobre un plano horizontal a 10 mm del respaldo en cm²;

n para zapata de bajo coeficiente de fricción, igual a 2.

6.4 Observaciones subjetivas

6.4.1 Durante el ensayo se debe observar si se produce desprendimiento de olor, humo, formación de chispas, ruido y banda roja.

6.4.2 Al finalizar el ensayo se debe observar el estado de la superficie de fricción de la zapata y la rueda para verificar si aparecieron defectos tales como:

a) zapata: fisuras, inclusiones metálicas, desprendimiento, exfoliaciones, películas carbonizadas;

b) rueda: fisuras, ralladuras, marcas térmicas, color.

6.5 Informe de resultados

Los resultados obtenidos y observados durante la realización del ensayo se registran según las tablas 2 y 3.

7 DETERMINACIÓN DEL DESGASTE DE ZAPATA Y RUEDA

7.1 Condiciones de ensayo

7.1.1 Probetas

El ensayo se realiza sobre las probetas para ensayos dinámicos indicados en la norma COVENIN 3422.

7.1.2 Hermanado

Se realiza aplicando el freno a una velocidad de 50 km/h con una fuerza de 200 daN sobre cada probeta. La temperatura de la rueda, antes de cada aplicación, debe ser menor o igual que 80 °C. Se repite esta operación tantas veces como sea necesario hasta lograr que la superficie de fricción sea del 75 %, pudiéndose facilitar el hermanado por desbaste manual.

7.2 Ensayo

7.2.1 Al comenzar el ensayo se pesan las probetas y la rueda y se mide el diámetro exterior de la rueda con un calibrador micrométrico, registrándose:

W_{1I} la masa de la probeta izquierda antes del ensayo, en g;

W_{1D} la masa de la rueda antes del ensayo, en g;

W_{1R} la masa de la rueda antes del ensayo, en g;

d_1 el diámetro inicial de la rueda, en mm.

7.2.2 El ensayo se realiza aplicando el freno a una velocidad de 35 km/h, con una fuerza de 100 daN sobre cada probeta. La temperatura de la rueda, antes de cada aplicación debe ser menor o igual que 140 °C. Se repite esta operación hasta completar 2000 frenadas.

7.2.2.1 El ciclo de frenado debe ser, en total, de 60 s y consta de:

- a) aceleración: 20 s;
- b) tiempo de aplicación del freno: 10 s;
- c) enfriamiento: 30 s.

7.2.3 Se pesan las probetas y se registra:

W_{2l} la masa de la rueda después de rectificada, en g;

d_2 el diámetro de la rueda después de rectificada, en mm.

7.2.4 Se rectifica la superficie de fricción de la rueda hasta la desaparición de las anomalías que hubieran aparecido en el ensayo. En esta operación el error de concentricidad del diámetro exterior no debe ser mayor que 0,02 mm LTI (lectura total del indicador) y la oscilación en el diámetro exterior no debe ser mayor que 0,02 mm LTI.

7.2.5 Se pesa la rueda y se mide el diámetro final, obteniéndose:

W_{2R} la masa de la rueda después de rectificada, en g;

d_2 el diámetro de la rueda después de rectificada, en mm

7.3 Cálculo del desgaste de zapata y rueda

7.3.1 Desgaste de la zapata en gramos

Se calcula mediante las expresiones:

$$W_{3l} = m_{1l} - W_{2l}$$

$$W_{3D} = m_{1D} - W_{3D}$$

$$W_T = m_{3l} + W_{3D}$$

7.3.2 Desgaste de la probeta expresado en espesor consumido por frenada

Se calcula mediante la expresión:

$$D = \frac{W_T \times 10^5}{\rho \times 2 \times A \times N}$$

Donde:

D el desgaste expresado en mm . 10^{-4} por frenada;

ρ la densidad del material de la probeta, en g/cm^3 , determinada de acuerdo con la norma COVENIN 3422;

A la superficie promedio de contacto, en $cm^2 = 14,5 \text{ cm}^2$;

N el número de frenadas: 2000.

7.3.3 Desgaste total de la rueda en gramos

Se calcula mediante la expresión:

$$W_{TR} = W_{1R} - W_{2R}$$

7.3.4 Desgaste total de la rueda expresado en espesor consumido por frenada

Se calcula mediante la expresión:

$$D_{TR} = \frac{W_{TR} \times 10^5}{\rho \times A \times N}$$

Donde:

ρ la densidad de la rueda = $7,8 \text{ g/cm}^3$;

A la superficie de la banda $\pi \cdot d_1 \cdot b$;

d_1 el diámetro de la rueda, en cm;

b el ancho de la banda: 3 cm;

N el número de frenadas: 2000.

7.4 Informe de resultados

Los resultados obtenidos y observados durante la realización del ensayo se registran según la tabla 4.

Tabla 1. Programa de ensayo y condición de frenado para determinar el coeficiente de fricción y el desgaste de la zapata

Frenada Nº	Velocidad en el instante de aplicación del freno V_o (km/h)	Fuerza actuante sobre la zapata F (daN)	
		Baja fricción	Alta fricción
1	65	2 000 x 2	1 500 x 1
2	95	3 000 x 2	3 500 x 1
3	35	2 000 x 2	1 500 x 1
4	95	2 000 x 2	1 500 x 1
5	65	2 000 x 2	1 500 x 1
6	35	3 000 x 2	3 500 x 1
7	95	2 000 x 2	1 500 x 1
8	95	2 000 x 2	1 500 x 1
9	35	2 000 x 2	1 500 x 1
10	95	3 000 x 2	3 500 x 1
11	65	2 000 x 2	1 500 x 1
12	95	3 000 x 2	3 500 x 1
13	65	2 000 x 2	1 500 x 1
14	95	2 000 x 2	1 500 x 1
15	65	3 000 x 2	3 500 x 1
16	35	2 000 x 2	1 500 x 1
17	95	3 000 x 2	3 500 x 1
18	35	2 000 x 2	1 500 x 1
19	65	2 000 x 2	1 500 x 1

8 BIBLIOGRAFÍA

En el estudio de esta norma se han tenido en cuenta los antecedentes siguientes:

IRAM - INSTITUTO ARGENTINO DE RACIONALIZACIÓN DE MATERIALES
IRAM FA L 13492: 1982 - Zapatas de composición para uso ferroviario.
Métodos de ensayo dinámicos.

ALAF - ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE FERROCARRILES
ALAF 1-012 - Zapatas de composición de baja fricción para vagones de intercambio en la trocha 1000
- Métodos de ensayo dinámicos.

[illegible]

Tabla 3

ENSAYO DINÁMICO - DINAMÓMETRO DE 120 daN m s2 (mínimo)				
Coeficiente instantáneo de fricción - Desgaste de zapata (Resumen)				
FABRICANTE	NORMA	Nº DE ZAPATA	FECHA	INSPECTOR NOMBRE FIRMA
Gráficos (véase 6.3.2.1.1/2)			Frenadas de servicio	
			f 0	
			f35 km/h	
			f 65 km/h	
			f 95 km/h	
			Frenadas de emergencia	
			f 0	
			f35 km/h	
			f 65 km/h	
			Desgaste de zapata	
			D: g mm.10 ³	
			Observaciones	

Tabla 4

ENSAYO DINÁMICO - DINAMÓMETRO DE 0,35 daN m s ² (mínimo)													
Desgaste de la rueda y zapata resultados				Planilla de									
FABRICANTE	NORMA	N° Probeta		FECHA									
		izquierda	derecha										
N° de frenadas													
Valores medidos y calculados													
Probeta				Rueda									
<u>Masa en gramos</u> <table border="1" data-bbox="333 869 874 1088"> <thead> <tr> <th></th> <th>Izquierda</th> <th>Derecha</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Inicial</td> <td>W_{1I}</td> <td>W_{1D}</td> </tr> <tr> <td>Final</td> <td>W_{2I}</td> <td>W_{2D}</td> </tr> </tbody> </table>					Izquierda	Derecha	Inicial	W _{1I}	W _{1D}	Final	W _{2I}	W _{2D}	<u>Número</u> <u>Diámetro en mm</u> Inicial: d ₁ Final: d ₂
	Izquierda	Derecha											
Inicial	W _{1I}	W _{1D}											
Final	W _{2I}	W _{2D}											
<u>Desgaste en g</u> <table border="1" data-bbox="333 1216 696 1411"> <tbody> <tr> <td>Izquierda</td> <td>W_{3I}</td> </tr> <tr> <td>Derecha</td> <td>W_{3D}</td> </tr> </tbody> </table>				Izquierda	W _{3I}	Derecha	W _{3D}	<u>Masa en g</u> Inicial: W _{1R} Final W _{2R} <u>Desgaste total en g</u> W _{TR} Desgaste total de la rueda expresado en espesor consumido por frenada D _{TR} mm.10 ⁻⁴ /frenada					
Izquierda	W _{3I}												
Derecha	W _{3D}												
<u>Desgaste total en g</u> W _T <u>Desgaste de la probeta en espesor consumido por la frenada</u> D: mm .10 ⁻⁴ /frenada													
<u>Superficie de la probeta</u>				<u>Superficie de la rueda</u>									
Exfoliaciones: Fisuras: Film carbonizado: Inclusiones matálicas:				Color: Hendiduras: Rayaduras: Marcas térmicas:									

COVENIN
3423:1999
(COPANT 1644:1997)

CATEGORÍA
C

FONDONORMA

Av. Andrés Bello Edif. Torre Fondo Común Pisos 11 y 12
Telf. 575.41.11 Fax: 574.13.12
CARACAS

publicación de:



FONDONORMA

I.C.S: 45.060

ISBN: 980-06-2246-2

RESERVADOS TODOS LOS DERECHOS

Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio.

Descriptores: Zapata de freno, freno, guarnición de freno.