

**NORMA
VENEZOLANA**

**COVENIN
361:1995**

**LIGA PARA FRENOS DE USO
AUTOMOTOR.**

(2^{da} REVISIÓN)



PROLOGO

La Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN), creada en 1958, es el organismo encargado de programar y coordinar las actividades de Normalización y Calidad en el país. Para llevar a cabo el trabajo de elaboración de normas, la COVENIN constituye Comités y Comisiones Técnicas de Normalización, donde participan organizaciones gubernamentales y no gubernamentales relacionadas con un área específica.

La presente norma sustituye totalmente a la Norma Venezolana COVENIN 361-85, fue elaborada bajo los lineamientos del Comité Técnico de Normalización CT4: **PETROLEO, GAS Y SUS DERIVADOS** por el Subcomité Técnico SC2: **PETROLEO CRUDO Y SUS DERIVADOS**, y aprobada por la COVENIN en su reunión No 136 de fecha 11-10-95.

En la elaboración de esta Norma participaron las siguientes entidades: MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS, PETROLEOS DE VENEZUELA, COLEGIO DE INGENIEROS DE VENEZUELA, INTEVEP, S.A., CORPOVEN, S.A., LAGOVEN, S.A., MARAVEN, S.A., QUIMICOS DE SEGURIDAD, NEOCHEM LABORATORIES, BASF VENEZOLANA, MAMUSA, GENERAL MOTORS VENEZOLANA, C.A., MITSUBISHI MOTORS.

**NORMA VENEZOLANA
LIGA PARA FRENOS
DE USO AUTOMOTOR**

**COVENIN
361:1995
(2^{da} REVISIÓN)**

1 OBJETO

1.1 Esta Norma Venezolana establece las características y métodos de ensayo que deben cumplir las ligas para frenos de base no petrolífera, de uso automotriz en los sistemas de frenos hidráulicos.

1.2 Las ligas para frenos son usadas en sistemas de frenos hidráulicos de vehículos para carreteras equipados con cierres, remaches o doble labio tipo cierre - ganglio hecho de goma natural (GN), goma estireno - butadieno (EB) y elastómero etileno - propileno (EP); estas ligas no deben ser usadas bajo condiciones árticas.

2 REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones 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 realicen acuerdos en base a ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones más recientes de las normas citadas seguidamente.

COVENIN 1009-82 Productos derivados del Petróleo. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad en hidrocarburos líquidos. Método Karl Fischer.

COVENIN 424-91 Petróleo y sus derivados. Determinación de la viscosidad cinemática y cálculo de la viscosidad dinámica.

COVENIN 1898-82 Especificaciones para termómetros.

COVENIN 3009-93 Especificaciones de agua para reactivo.

3 DEFINICIONES

Para los propósitos de esta Norma Venezolana se aplican las siguientes definiciones:

3.1 Liga para frenos: Es el fluido empleado para transmitir la presión en los sistemas de frenos hidráulicos de los vehículos automotores.

3.2 Punto normal de ebullición: Es la temperatura a la cual el líquido comienza a evaporarse bajo condiciones de equilibrio a presión atmosférica normal (1atm).

3.3 Viscosidad: Es la resistencia que ofrecen las moléculas de un producto a fluir y es función inversa de la temperatura.

3.4 Viscosidad cinemática. Véase la Norma Venezolana COVENIN 424.

4 REQUISITOS

4.1 La liga para frenos no debe presentar partículas en suspensión, sedimentos ni estratificación o aspecto gelatinoso.

4.2 La liga para frenos no debe tener adhesividad al tacto.

4.3 La liga para frenos debe cumplir con los requisitos dados en la tabla 1.

5 INSPECCION Y RECEPCION

Este capítulo está elaborado con el propósito de ofrecer una guía para determinar la calidad de los lotes aislados, así como también la de los lotes de comercialización.

A menos que exista acuerdo previo entre el fabricante y el comprador de la liga para frenos, la inspección y recepción del producto deberá cumplir con lo establecido en el presente capítulo.

5.1 Lote

Es el conjunto de todos los envases que contienen liga para frenos, el cual ha sido elaborado bajo las mismas condiciones de fabricación (materia prima, maquinaria, mano de obra) y que se somete a inspección como un conjunto unitario.

5.2 Tamaño de la muestra.

Es el número de unidades que debe tomarse al azar para formar la muestra y se indica en la tabla 2. Se entiende por unidad, un volumen de 0,5 L para la liga para frenos comercializada en envases de una capacidad mayor a 0,946 L, y para la liga para frenos comercializada en envases de una capacidad menor o igual a 0,946 L se

entiende por unidad, un envase lleno de liga para frenos a su máxima capacidad.

5.3 Criterios de aceptación y rechazo

5.3.1 El contenido de las unidades, extraídas según la tabla 2, se agita, se mezcla debidamente y se toman únicamente dos muestras de 8 L cada una, las cuales se destinan para realizar los ensayos especificados en el capítulo 6. Una de las muestras se debe guardar como testigo, debidamente sellada y rotulada.

5.3.2 Si durante la extracción de las unidades se evidencia la presencia de impurezas o sedimentación en los envases (véase 4.1), se debe apartar y rechazar cada uno de estos envases; se procede entonces a extraer al azar un número de unidades igual al doble de las unidades rechazadas del lote de donde se extrajeron las primeras muestras rechazadas, y en caso de repetirse la presencia de impurezas o sedimentación en los envases, se debe rechazar el lote de donde se extrajeron estas muestras.

5.3.3 Cuando se realice un muestreo de tanques o de envases de capacidad mayor de 4 L, las porciones que forman la muestra se deben extraer por medio de una sonda para líquidos, mediante el procedimiento descrito en 5.3.3.1.

5.3.3.1 Se debe agitar el contenido de los envases o tambores antes o durante la extracción de la muestra y se deben tomar cantidades iguales de la parte superior, media e inferior del tanque o envase. La muestra de la parte superior se debe extraer de una zona situada a 1/10 de la longitud total del envase o tambor y la muestra inferior se debe extraer del fondo del envase o tambor.

5.3.4 Si los resultados del análisis practicado no cumplen alguno de los requisitos establecidos en la tabla 1, se rechaza el lote. Sin embargo en caso de presentarse un reclamo plenamente justificado sobre los resultados de las pruebas, se debe repetir el análisis sobre la muestra testigo para verificar las pruebas motivo de reclamo (véase 5.3.1). Si el resultado de este segundo análisis cumple con los requisitos establecidos, se procede a repetir el procedimiento desde la toma de la muestra; en caso contrario se rechaza definitivamente el lote.

6 METODOS DE ENSAYO

6.1 Determinación del punto de ebullición

6.1.1 Aparatos

El aparato utilizado para realizar el ensayo se muestra en la figura 1 y consta de:

6.1.1.1 **Balón de destilación** de 100 mL, cuello corto y de vidrio resistente al calor con unión hembra 19/38 normal esmerilado interiormente, con un tubo lateral de 10 mm de diámetro externo (véase la figura 2).

6.1.1.2 **Condensador de reflujo** enfriado por agua y con una camisa de 200 mm de longitud. Con unión macho 19/38 normal en su extremo inferior, esmerilado externamente y provisto con punta de goteo (véase la figura 1).

6.1.1.3 **Termómetro** (véase Norma Venezolana COVENIN 1898) del tipo 3C o 3F para fluidos con punto de ebullición por debajo de 300 °C, puede ser utilizado el tipo 2C o 2F.

6.1.1.4 **Fuente de calor.** Calentador eléctrico de temperatura controlable, equipado con una cápsula de porcelana u otro material refractario, provista de una abertura de 32 mm a 38 mm de diámetro exactamente sobre el elemento calefactor del calentador, de manera que el calor proveniente del calentador incida directamente sobre el balón a través de dicha abertura, o una manta de calentamiento con temperatura controlable. En cualquier caso la fuente de calor debe ser capaz de suministrar el calor requerido para cumplir con las velocidades de calentamiento y reflujo.

6.1.1.5 **Piedras de ebullición** de carburo de silicio de aproximadamente 2 mm de diámetro.

6.1.2 Procedimiento

6.1.2.1 Se limpia y se seca rigurosamente el balón de destilación, condensador, termómetro, piedras de ebullición y el recipiente porta - muestras.

6.1.2.2 Se coloca la muestra de 60 mL de liga en el balón de destilación con 3 o 4 granallas de carburo de silicio.

6.1.2.3 Se ensambla el conjunto balón - condensador y se introduce el termómetro calibrado a través del tubo lateral del balón hasta que el extremo del bulbo esté a 6,5 mm del fondo del balón y en el eje del mismo. Se sellan el termómetro y el tubo con una pieza apropiada de goma. No permita que el termómetro toque las paredes laterales del balón. Cuando se usa calentador de manta, se introduce el balón en él y se monta el conjunto. Todo el conjunto se sostiene en su lugar por medio de una abrazadera. Se conectan los tubos de entrada y salida de agua del condensador.

6.1.2.4 Se comienza el calentamiento y simultáneamente se abre la entrada de agua al condensador para evitar el escape de contaminantes volátiles. El calentamiento se debe efectuar a una velocidad tal que en 10 min \pm 2 min, el fluido alcance una velocidad de reflujo de 1 gota/s o más pero no exceda de 5 gotas/s. Luego se ajusta el

suministro de calor de tal manera que se obtenga una velocidad estable de reflujo de 1 a 2 gotas/s durante los 5 min \pm 2 min siguientes. Se mantiene esta velocidad de reflujo por 2 min adicionales y se toma como temperatura medida, el valor promedio de las temperaturas observadas en cuatro lecturas tomadas a intervalos de 30 s, que no difieran en más de 0,5 °C.

6.1.2.5 Se repiten los procedimientos indicados entre 6.1.2.1 y 6.1.2.4 inclusive, utilizando una nueva muestra de la liga para frenos.

6.1.2.6 Se anotan las temperaturas observadas, la temperatura medida, y la presión barométrica.

6.1.3 Expresión de los resultados

6.1.3.1 Si la presión barométrica de ensayo es menor o mayor que la presión atmosférica normal (101,3 KPa), se debe corregir la temperatura medida, sumándole o restándole respectivamente el valor de corrección indicado en la tabla 3, determinado en función del valor de la temperatura medida no corregida. Se toma la temperatura medida corregida como temperatura resultante y se anota este valor.

Si la diferencia entre las dos temperaturas resultantes es menor o igual que 3 °C se toma como punto de ebullición el valor promedio de las dos temperaturas resultantes y se anota este valor promedio.

Si la diferencia entre las dos temperaturas resultantes es mayor que 3 °C se debe repetir el ensayo según lo indicado en 6.1. Se toma como punto de ebullición el valor promedio de las cuatro temperaturas resultantes y se anota este valor promedio.

6.1.3.2 Precisión

a) Repetibilidad. Se permite una desviación estándar de los resultados obtenidos (temperaturas resultantes) por el mismo analista en días diferentes de 0,4 °C con 72 grados de libertad. Dos de estos resultados se consideran dudosos si ellos difieren en más de 1,5 °C, con un nivel de confianza del 95 %.

b) Reproducibilidad Se permite una desviación estándar de los resultados obtenidos (temperatura resultantes) por analistas de diferentes laboratorios de 1,8 °C con 17 grados de libertad. Dos de estos resultados se consideran dudosos si ellos difieren en más de 5 °C, con un nivel de confianza del 95 %.

6.1.4 Informe

El informe deberá contener como mínimo lo siguiente:

- Fecha de realización del ensayo
- Nombre del analista

- Identificación de la muestra
- Realizado de acuerdo con la presente norma
- Resultados parciales y/o finales

6.2 Determinación del punto de ebullición húmedo del reflujo de equilibrio

6.2.1 Reactivos

6.2.1.1 Sulfato de amonio ($\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$) puro.

6.2.1.2 Agua destilada

6.2.1.3 Líquido para ensayo de compatibilidad, suministrado por el fabricante de la liga para frenos, su composición se indica en la tabla 4.

6.2.2 Aparatos

6.2.2.1 Recipientes cilindricos de vidrio con una capacidad aproximada de 475 mL y de aproximadamente 100 mm de altura y 75 mm de diámetro. Cada recipiente en su parte superior está roscado y provisto de una tapa roscada. Las superficies roscadas del recipiente y de las tapas deben estar en perfectas condiciones para garantizar un sello a prueba de vapor de agua.

6.2.2.2 Desecadores y tapas de vidrio con la forma y tamaño que se indican en la figura 3 y tapas tubulares, cada una con un tapón de goma en su parte superior.

6.2.2.3 Platos de los desecadores perforados de porcelana con un diámetro de 230 mm, sin base de apoyo y con una cara esmaltada.

6.2.3 Procedimiento

6.2.3.1 Se lubrican las juntas esmeriladas del desecador. Se introducen 450 g \pm 25 g de sulfato de amonio en cada desecador y se añaden 125 mL \pm 10 mL de agua destilada, la separación entre la superficie inferior del plato de porcelana y la superficie de la mezcla de sulfato de amonio debe estar entre 45 mm \pm 7 mm. Se tapan los desecadores y se colocan a cada uno su respectivo tapón de goma. Se colocan sin agitar, los desecadores en un lugar con una temperatura controlada de 23 °C \pm 5 °C durante un mínimo de 12 h antes de comenzar el proceso de humidificación. Para cada ensayo se debe preparar y utilizar una nueva mezcla de sulfato de amonio y de agua destilada.

6.2.3.2 Se introducen 100 mL \pm 1 mL de liga para frenos en uno de los cuatro recipientes de vidrio. Se coloca este recipiente sin tapanlo y sin agitarlo en uno de los cuatro desecadores.

6.2.3.3 Se introducen 100 mL \pm 1 mL de liga para frenos en uno de los tres recipientes de vidrio restantes. Se

coloca este recipiente sin taparlo y sin agitarlo, en uno de los tres desecadores restantes.

6.2.3.4 Se preparan $200 \text{ mL} \pm 1 \text{ mL}$ de líquido para ensayo de compatibilidad para que al inicio de la prueba su contenido de agua en peso sea de $0,50 \% \pm 0,05 \%$. En cada uno de los recipientes de vidrio restantes se coloca $100 \text{ mL} \pm 1 \text{ mL}$ de líquido de compatibilidad preparado. Estos recipientes se colocan sin taparlos y sin agitarlos en los dos desecadores restantes. Se debe colocar un recipiente en cada desecador. El contenido de agua se determina según la Norma Venezolana COVENIN 1009.

6.2.3.5 Se colocan los cuatro desecadores en un lugar con una temperatura controlada de $23 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$, y permita que las muestras de liga para frenos y del líquido para ensayo de compatibilidad absorban humedad. Periódicamente durante el proceso de humidificación, se quita el tapón de goma de cada uno de los dos desecadores que contienen las muestras del líquido de compatibilidad. Con una jeringa hipodérmica provista de una aguja larga se toma de cada desecador una muestra no mayor de 2 mL del líquido de compatibilidad. Se determina el contenido de agua según la Norma Venezolana COVENIN 1009.

6.2.3.6 Se toma un máximo de 10 mL de cada una de las muestras del líquido de compatibilidad, durante el proceso de humidificación.

6.2.3.7 Cuando el contenido de agua promedio de las dos muestras de líquido de compatibilidad alcancen una concentración de $(3,50 \pm 0,05) \%$ en peso, se sacan de los desecadores los dos recipientes que contienen las muestras de liga para frenos y se tapan rápidamente los recipientes de manera que quede bien montada y apretada cada tapa rosacada.

6.2.3.8 A cada una de las dos muestras del líquido para frenos, se le debe determinar el contenido en agua según Norma Venezolana COVENIN 1009 y el punto de ebullición según se indica en 6.1.

6.2.3.9 Si la diferencia entre las dos temperaturas resultantes es menor o igual a $4 \text{ }^\circ\text{C}$, se toma como punto de ebullición la media de las temperaturas resultantes y se anota este valor.

6.2.3.10 Si la diferencia entre las dos temperaturas resultantes es mayor que $4 \text{ }^\circ\text{C}$ se debe repetir el ensayo según lo indicado en 6.2 y se toma como punto de ebullición la media de las cuatro temperaturas resultantes y se anota este valor.

6.2.3.11 Informe

Véase 6.1.4 de esta norma.

6.3 Determinación del valor pH

6.3.1 Reactivos

6.3.1.1 Etanol ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) al 98 % de pureza.

6.3.1.2 Agua destilada neutralizada a un pH de 7,0.

6.3.2 Aparatos

Medidor de pH con apreciación de 0,5 equipado con un electrodo de vidrio y un electrodo de referencia calomel.

6.3.3 Procedimiento

6.3.3.1 Se calibra el medidor de pH para el intervalo de trabajo.

6.3.3.2 Se prepara una solución de 100 mL constituida por 80 mL de etanol y 20 mL de agua destilada neutralizada.

6.3.3.3 Se mezcla el material a ensayar (100 mL de liga para frenos) con la solución preparada de etanol - agua.

6.3.3.4 Se determina el pH de la solución resultante electrométicamente a $23 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ (véase 6.3.3.3).

6.3.3.5 Se repite el ensayo por duplicado utilizando una nueva muestra de liga para frenos, según lo indicado en 6.3.3.2 y 6.3.3.4 inclusive.

6.3.4 Informe

Véase 6.1.4 de esta norma.

6.3.5 Precisión

Cuando la diferencia entre dos mediciones de pH es menor o igual que 0,2, el promedio de ellos se debe redondear a un lugar decimal para tomarlo como valor de pH y se anota este promedio. Si la diferencia entre dos mediciones de pH es mayor que 0,2, el ensayo debe repetirse según lo indicado en 6.3.

6.4 Determinación de la estabilidad a alta temperatura

6.4.1 Aparatos

El aparato de ensayo es el mismo que se utiliza en la determinación del punto de ebullición (véase 6.1.1).

6.4.2 Procedimiento

6.4.2.1 La muestra a ensayar consiste en dos muestras de 60 mL de liga para frenos sin usar.

6.4.2.2 Con una de las muestras se determina el punto de ebullición según 6.1.2 y se anota como T_1 . Este punto se realiza solamente de no haberse hecho antes el ensayo 6.1, si se hizo, se anota el resultado del ensayo de 6.1 como T_1 y se continúa como se indica en 6.4.2.3.

6.4.2.3 La otra muestra se somete a calentamiento a la temperatura de $185\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ y se mantiene por $160\text{ min} \pm 2\text{ min}$ a esta temperatura. El calentamiento se debe efectuar a una velocidad tal que en 5 min el fluido alcance una velocidad de reflujo de 1 gota/s ó más pero que no exceda de 5 gotas/s . Luego se ajusta el suministro de calor de tal manera que se obtenga una velocidad estable de reflujo de $1\text{ a }2\text{ gotas}$ durante $5\text{ min} \pm 2\text{ min}$. Se mantiene esta velocidad de reflujo por 2 min adicionales y se toma como temperatura medida, el valor promedio de las temperaturas observadas en cuatro lecturas tomadas a intervalos de 30 s que no difieran en más de $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

6.4.2.4 Se determina el punto de ebullición de la muestra sometida a calentamiento en 6.4.2.3, siguiendo el procedimiento indicado en 6.1.2. Si la presión barométrica de ensayo es menor o mayor que la presión atmosférica normal ($101,3\text{KPa}$), se debe corregir la temperatura medida sumándole o restándole respectivamente, el valor de corrección indicado en la tabla 3, determinado en función del valor de la temperatura medida no corregida. Se toma la temperatura medida corregida como temperatura resultante y se anota este valor como T_2 .

6.4.2.5 Se repite el ensayo por duplicado utilizando una nueva muestra de liga para frenos, según lo indicado en 6.4.2.1 y 6.4.2.4 inclusive.

6.4.3 Expresión de los resultados

La estabilidad a alta temperatura (variación del punto de ebullición) se calcula por la diferencia de temperatura T_1 y T_2 según la siguiente fórmula:

$$E = T_1 - T_2$$

donde:

E es la estabilidad a alta temperatura, en $^{\circ}\text{C}$;

T_1 es el punto de ebullición inicial, en $^{\circ}\text{C}$;

T_2 es el punto de ebullición final, en $^{\circ}\text{C}$.

6.4.4 Informe

Véase 6.1.4 de esta norma.

6.5 Determinación de la estabilidad química

6.5.1 Reactivos

Líquido para ensayo de compatibilidad, suministrado por el fabricante de liga para frenos cuya composición está indicada en la tabla 4.

6.5.2 Aparatos

El aparato para determinar el punto de ebullición es igual al indicado en 6.1.1.

6.5.3 Procedimiento

6.5.3.1 La muestra a ensayar consiste de 30 mL de liga para frenos sin usar.

6.5.3.2. Se mezcla el material a ensayar con 30 mL de líquido para compatibilidad.

6.5.3.3 El calentamiento se debe efectuar a una velocidad tal que en $10\text{ min} \pm 2\text{ min}$ el fluido alcance una velocidad de reflujo de 1 gota/s o más pero que no exceda de 5 gotas/s . Se ajusta el suministro de calor de tal manera que se obtenga una velocidad estable de reflujo de 1 gota/s a 2 gotas/s durante $5\text{ min} \pm 2\text{ min}$.

6.5.3.4 Se mantiene esta velocidad de reflujo por 1 min adicional y se toma como temperatura inicial medida, el valor máximo de las temperaturas observadas durante este minuto y se anota como T_a . Después que el fluido comienza a refluir a una velocidad de 1 gota/s a 2 gotas/s , y en los $15\text{ min} \pm 1\text{ min}$ siguientes se ajusta y se mantiene la velocidad de reflujo en 1 gota/s a 2 gotas/s .

6.5.3.5 Se mantiene esta velocidad de reflujo por 2 min adicionales y se toma como temperatura final medida, el valor promedio de las temperaturas observadas en cuatro lecturas tomadas a intervalos de 30 s , que no difieran en más de $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ como se hizo en 6.1.2.4, y se anota como T_f .

6.5.3.6 Se repite el ensayo por duplicado utilizando una nueva muestra de liga para frenos, según lo indicado en 6.5.3.1 y 6.5.3.5 inclusive.

6.5.4 Expresión de los resultados

La estabilidad química, se calcula por la diferencia de temperatura según:

$$E_q = T_a - T_f$$

donde:

E_q es la estabilidad química, en $^{\circ}\text{C}$;

T_a es la temperatura máxima, en $^{\circ}\text{C}$;

T_f es la temperatura promedio de 4 valores leídos a intervalos de 30 s , en $^{\circ}\text{C}$.

6.5.5 Informe

Véase 6.1.4 de esta norma.

6.6 Determinación de corrosión

6.6.1 Reactivos y materiales

6.6.1.1 Etanol ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) al 95% o isopropanol o solvente Stoddard.

6.6.1.2 Agua destilada, grado reactivo (véase Norma Venezolana COVENIN 3009).

6.6.1.3 Recipientes cilindricos de vidrio, con capacidad de 475 mL aproximadamente y de dimensiones aproximadas de 100 mm de altura y 75 mm de diámetro de base. Las tapas roscadas deben ser de acero estañado. Cada tapa tendrá un orificio de ventilación de 0,8 mm \pm 0,1 mm de diámetro ubicado en el centro de la misma.

6.6.1.4 Juegos completos de láminas, con las características especificadas en la tabla 5.

6.6.1.5 Pinzas para manipular las láminas especificadas en el punto 6.6.1.4.

6.6.1.6 Lana de acero grado 00.

6.6.1.7 Tela de franela limpia y libre de pelusa.

6.6.1.8 Tornillos y tuercas de acero sin recubrimiento, rosca gruesa, tamaño 6 hilos/plg u 8 hilos/plg, clases 2A (tornillo), 2B (tuercas), longitud de 16 mm a 18 mm.

6.6.1.9 Gomas para frenos del tipo estireno - butadieno (EB), cuya composición se indica en la tabla 6.

6.6.2 Aparatos

6.6.2.1 Horno de convección por gravedad, capaz de mantener la temperatura del material a ensayar a 100 °C \pm 2°C.

6.6.2.2 Desecador, conteniendo silica gel u otro agente desecante.

6.6.2.3 Balanza con apreciación de 0,1 mg.

6.6.2.4 Centrifuga, capaz de girar dos o más tubos centrífugos llenos, a una velocidad controlada para dar una fuerza centrífuga relativa entre 600 y 700 en la punta de los tubos. El cabezal giratorio, los anillos y las copas del muñon, incluyendo el cojinete de goma deben resistir la máxima fuerza centrífuga que puede ser suministrada por la fuente de poder. Las copas del muñon y los cojinetes deben sopòrtar firmemente los tubos cuando la centrifuga está en movimiento. La velocidad de rotación del cabezal se calcula usando esta ecuación:

$$r.p.m. = \frac{r.c.f.}{d} \times 265$$

donde:

r. c. f. es la fuerza centrífuga relativa;

d es el diámetro del balanceo medido entre las puntas de los tubos opuestos cuando están en posición rotatoria, en pulgadas.

6.6.2.5 Tubo de centrifuga, conforme a la figura 4.

6.6.2.6 Micrómetro con una apreciación de 0,02 mm o comparador óptico.

6.6.2.7 Medidor de dureza Shore A.

6.6.2.8 Papel de lija de agua 320 A.

6.6.3 Procedimiento

6.6.3.1 Se preparan dos juegos completos de láminas de los metales que aparecen en la tabla 5. Se abre un hueco de 4 mm a 5 mm de diámetro, el cual debe estar a una distancia aproximada de 6 mm de uno de los extremos de cada lámina. Los agujeros deben estar limpios y libres de rebabas. Con excepción de las láminas de hojalata, las demás láminas deben limpiarse con papel de lija de agua 320 A y solvente Stoddard o etanol, hasta que las imperfecciones, como rayas y picaduras desaparezcan de la superficie, se debe usar un nuevo papel de lija para cada tipo de lámina metálica. Con excepción de las láminas de hojalata, las demás se pulen con lana de acero grado 00. Se lavan las láminas, incluyendo las de hojalata, con etanol al 95 %, se secan con una franela limpia libre de pelusa, se colocan en el desecador, el cual se mantiene a 23 °C \pm 5 °C durante 1 h como mínimo. Las láminas después de pulidas se deben manipular con pinzas limpias para evitar contaminación con los dedos.

6.6.3.2 Se pesa cada una de las láminas con precisión de 0,1 mg y se ensamblan por medio de un tornillo de acero sin recubrimiento. Las láminas metálicas se deben colocar en el siguiente orden; hojalata, acero, aluminio, fundición, latón, cobre y zinc, de tal manera que estén en contacto electrolítico (véase la figura 5). Se debe enroscar y apretar cada tuerca en un tornillo de tal forma que cuando se levante cada ensamblaje de las láminas por su respectiva lámina de cobre no exista movimiento relativo entre cada una de sus láminas, al mantener cada ensamblaje de láminas, en posición horizontal. Se doblan las láminas que no sean de fundición, de tal manera que haya una separación de por lo menos 3 mm \pm 0,5 mm entre las láminas adyacentes, medidos en una distancia de aproximadamente 5 cm del extremo libre de las láminas y exista una separación mínima de 10 mm entre las láminas adyacentes medidos en el extremo libre (véase la figura 6). Se sumergen las láminas ensambladas en una solución de 95 partes de etanol al 95 % y 5 partes de agua destilada, se secan con una franela limpia libre de pelusa, se colocan en un desecador, el cual se mantiene a 23 °C \pm 5 °C durante 1 h como mínimo. Las láminas después de pulidas

se deben manipular con pinzas limpias para evitar su contaminación.

6.6.3.3 Se mide el diámetro de la base de dos gomas para frenos en dos direcciones perpendiculares, utilizando un micrómetro con apreciación de 0,02 mm o comparador óptico. En este caso, el diámetro se debe medir en un plano paralelo a la base de la goma y situado a 0,4 mm del borde de la misma. Se desecha cualquier goma para frenos en la cual los diámetros medidos difieran en más de 0,08 mm. Se promedian las dos mediciones del diámetro de la base tomadas a cada goma y se toma este valor promedio como el diámetro de la base de la goma antes del ensayo, y se anota. Se determina la dureza de todas las gomas para frenos a $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ siguiendo las instrucciones del fabricante del medidor de dureza Shore A. Se soporta cada goma para frenos por medio de un junque de caucho que tenga una superficie plana, con forma circular, un diámetro mínimo de 19 mm, un espesor de por lo menos 9 mm y una dureza de 5 grados Shore A, mayor que la de las gomas para frenos utilizadas. Se mide la dureza de cada goma para frenos en cuatro puntos de su superficie distanciados a $6\text{ mm} \pm 0,25\text{ mm}$ del centro de cada goma y espaciados, alrededor de este centro, a 90 grados centesimales entre sí. Se promedian estas cuatro mediciones de dureza para cada goma para frenos, se redondea al grado Shore A más cercano y se toma este valor promedio como la dureza de la goma para frenos. Se pesan las gomas para frenos en aire (M_1) redondeando al miligramo más cercano, luego se pesan las gomas para frenos inmersas en agua destilada a temperatura ambiente (M_2) conteniendo no más del 0,2 % del agente humectante o un equivalente aceptable. Se coloca una goma para frenos con el borde del labio hacia arriba en cada uno de los dos recipientes destinados para este ensayo. Se inserta un juego de láminas ensambladas sobre una de las gomas para frenos con el tornillo en contacto con la cavidad de la goma para frenos y el extremo libre extendido hacia arriba.

6.6.3.4 Se mezclan 760 mL del material a ensayar con 40 mL de agua destilada; se añade una cantidad de esta mezcla en cada uno de los recipientes suficiente para cubrir el juego de láminas metálicas mínimo 10 mm por encima de los extremos libres (véase la figura 7). Se tapan los recipientes y se colocan en el horno a una temperatura de $100\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante $120\text{ h} \pm 2\text{ h}$. Se retiran del horno y se dejan enfriar a temperatura de $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 60 min a 90 min. Se sacan las láminas metálicas del recipiente mediante pinzas, agitándolas dentro del líquido para remover cualquier sedimento que puedan tener adheridas. Se examinan las láminas y el recipiente para ver si tienen adherido algún depósito cristalino, se desarma el conjunto de láminas y se remueve el fluido adherido a cada lámina mediante un lavado con agua, y se secan con un paño humedecido en etanol al 95 %. Se examinan

en las láminas la existencia de corrosión, picaduras y decoloraciones. Se llevan éstas al desecador, el cual se mantiene a $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 1 h.

6.6.3.5 Se pesa cada una de las láminas con una exactitud de 0,1 mg. Se determina la diferencia de peso por unidad de área en cada lámina. Se promedian las pérdidas de peso de las láminas del mismo material incluidas en los 2 juegos de láminas. Se sacan del recipiente las gomas para frenos mediante las pinzas, se remueve cualquier sedimento flojo adherido, agitando la goma para frenos dentro del líquido del recipiente. Se enjuagan las gomas para frenos en etanol al 95 % y se secan al aire. Se examinan las gomas para frenos y se verifica cualquier evidencia de desprendimiento, pegajosidad, ampollamiento u otras formas de deterioro. Transcurridos 15 min después de sacar cada goma para frenos del fluido se mide el diámetro de su base, su dureza y se pesan las gomas para frenos en aire (M_3) redondeando al miligramo más cercano; luego se pesan las gomas para frenos inmersa en agua destilada a temperatura ambiente (M_4) conteniendo no más de 0,2 % del agente humectante o un equivalente aceptable, mediante el procedimiento indicado en 6.6.3.3, redondeando al miligramo más cercano. Se observa si la mezcla líquida - agua dentro del recipiente está gelatinosa. Se agita el líquido dentro del recipiente para suspender y dispersar uniformemente el sedimento, se transfieren 100 mL de este fluido al tubo centrífuga y se determina el porcentaje de sedimento de acuerdo con el siguiente procedimiento:

a) Se coloca el tubo de centrífuga con el fluido, en la centrífuga y se balancea con otro tubo en el muñón receptor opuesto. Se hacen girar durante 10 min a una velocidad suficiente para producir una fuerza centrífuga relativa entre 600 y 700 en la punta o fondo de los tubos sometidos a este giro. Se repite esta operación hasta que el sedimento en cada tubo permanezca constante durante tres lecturas consecutivas. Se toma como porcentaje de sedimentos de la liga para frenos el valor promedio de los porcentajes de sedimentos determinados por cada muestra de liga para frenos.

6.6.3.6 Se mide el valor del pH del fluido sometido a corrosión por el procedimiento especificado en 6.3.

6.6.3.7 Se determina el cambio del diámetro de la base, de la dureza y del volumen de las gomas para frenos y se anotan estos valores (Véase 6.6.4).

6.6.3.8 Se repite el ensayo por duplicado utilizando una nueva muestra de liga para frenos, nuevas gomas para frenos y nuevas láminas de metales, según lo indicado en 6.6.3.1 y 6.6.3.7 inclusive.

6.6.4 Expresión de los resultados

a) La diferencia en peso de cada lámina por cada unidad de área debe calcularse mediante la siguiente fórmula:

$$C = \frac{m' - m}{s}$$

donde:

C es la diferencia en peso de cada lámina por cada unidad de área, en miligramos por centímetros cuadrados;

m' es el peso de cada lámina después del ensayo, en miligramos;

m es el peso de cada lámina antes del ensayo, en miligramos;

s es el área de cada lámina antes del ensayo, en centímetros cuadrados.

b) La variación del diámetro de la base de cada goma para frenos debe calcularse mediante la siguiente fórmula:

$$D = d' - d$$

donde:

D es la variación del diámetro de la base de cada goma para frenos, en milímetros;

d' es el diámetro de la base de cada goma para frenos después del ensayo, en milímetros;

d es el diámetro de la base de cada goma para frenos antes del ensayo, en milímetros.

c) La variación de la dureza de cada goma para frenos debe calcularse mediante la siguiente fórmula:

$$H = h' - h$$

donde:

H es la variación de la dureza de cada goma para frenos, grados Shore A;

h' es la dureza de cada goma para frenos después del ensayo, grados Shore A;

h es la dureza de cada goma para frenos antes del ensayo, grados Shore A.

d) El cambio de volumen debe expresarse como porcentaje de volumen inicial, calculado de la manera siguiente:

$$V = \frac{(M_3 - M_4) - (M_1 - M_2)}{(M_1 - M_2)} \times 100$$

donde:

V es el cambio de volumen, en porcentaje;

M₁ es el peso inicial de la goma para frenos en aire, en gramos;

M₂ es el peso inicial de la goma para frenos en agua, en gramos;

M₃ es el peso final de la goma para frenos en aire, en gramos;

M₄ es el peso final de la goma para frenos en agua, en gramos.

6.6.5 Informe

Véase 6.1.4 .

6.7 Determinación de pérdidas por evaporación

6.7.1 Reactivos y materiales

6.7.1.1 Medio refrigerante para obtención de la temperatura requerida en 6.7.3.12 .

6.7.1.2 Tubo de ensayo de vidrio incoloro, de forma cilíndrica y fondo plano de aproximadamente 30 a 33 mm de diámetro interno y de 115 mm a 125 mm de altura.

6.7.1.3 Cuatro (4) cápsulas de Petri de vidrio, de 100 mm de diámetro y 15 mm de altura (aproximadamente) con sus tapas.

6.7.2 Aparatos

6.7.2.1 Horno de convección por gravedad, ventilado en la parte superior, capaz de mantener la temperatura del material a ensayar a 100 °C ± 2 °C.

6.7.2.2 Balanza con apreciación de 0,01 g y adecuada para pesar cápsulas de Petri.

6.7.2.3 Termómetro con apreciación de 1 °C.

6.7.2.4 Desecador

6.7.3 Procedimiento

La muestra a ensayar consiste en 100 mL de liga para frenos sin usar.

6.7.3.1 Se pesan las 4 cápsulas de Petri con sus tapas con una precisión de 0,01 g.

6.7.3.2 Se colocan 25 mL del material a ensayar en cada una de las cápsulas de Petri, se tapan y se vuelven a pesar con una precisión de 0,01 g.

6.7.3.3 Se determina el peso del material a ensayar por la diferencia en pesos de las cápsulas llenas y vacías (según 6.7.3.2 y 6.7.3.1 respectivamente).

6.7.3.4 Se colocan las cápsulas con las tapas invertidas dentro del horno y se mantienen a una temperatura de $100\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante $46\text{ h} \pm 2\text{ h}$.

6.7.3.5 Se sacan las cápsulas del horno e inmediatamente se les coloca la tapa en posición normal y se dejan enfriar dentro del desecador hasta alcanzar la temperatura de $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

6.7.3.6 Se pesa nuevamente cada cápsula con su tapa y se anotan estos valores.

6.7.3.7 Se regresan las cápsulas al horno según lo indicado en 6.7.3.4, manteniéndolas a una temperatura de $100\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante $24\text{ h} \pm 2\text{ h}$.

6.7.3.8 Se repiten los procedimientos indicados en 6.6.3.6 y 6.7.3.7 hasta alcanzar el equilibrio en peso evidenciado por un incremento de la pérdida de peso menor de 0,25 g por cápsula en 22 h, o por un máximo de 7 días.

6.7.3.9 Se calcula el porcentaje de fluido evaporado de cada cápsula y se promedia el porcentaje evaporado de las 4 cápsulas, para determinar la pérdida por evaporación.

6.7.3.10 Se dejan reposar las cápsulas durante 1 h, a la temperatura de $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

6.7.3.11 Se examina el residuo de las cápsulas y se desmenuza cualquier sedimento con la punta de los dedos, para determinar cualquier precipitado sólido y abrasivo.

6.7.3.12 Se combinan los residuos de las 4 cápsulas y se introducen en el tubo de ensayo (véase 6.7.2.2) y se mantienen en posición vertical dentro del medio refrigerante (de manera que el tubo de ensayo no sobresalga más de 25 mm del medio refrigerante), a una temperatura de $-5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ por $60\text{ min} \pm 10\text{ min}$.

6.7.3.13 Se saca el tubo de ensayo e inmediatamente se coloca en posición horizontal. Si el residuo fluye por lo menos 5 mm a lo largo de la pared del tubo en un tiempo no mayor de 5 s, el punto de fluidez está por debajo de $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$

6.7.4 Informe

Véase 6.1.4 de esta norma

6.8 Determinación de la tolerancia al agua

6.8.1 Reactivos

Agua destilada

6.8.2 Aparatos

6.8.2.1 Centrífuga (según 6.6.2.4).

6.8.2.2 Tubo de centrífuga, conforme a la figura 4.

6.8.2.3 Horno de convección forzada, o por gravedad capaz de mantener una temperatura de $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

6.8.2.4 Baño de enfriamiento, capaz de mantener una temperatura de $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

6.8.3 Procedimiento

6.8.3.1 La muestra a ensayar consiste en 100 mL de liga para frenos sin usar.

6.8.3.2 Ensayo a $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Se mezclan 3,5 mL de agua destilada con el material a ensayar y se vierten en el tubo de centrífuga. Se coloca el tubo de centrífuga con la mezcla en un baño frío, el cual se mantiene a $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, durante $22\text{ h} \pm 2\text{ h}$. Se saca, el tubo del baño, se seca rápidamente con un paño limpio y libre de pelusa, humedecido con etanol o isopropanol. Se examina el contenido para verificar si presenta estratificación y sedimentación. Se invierte el tubo y se determina el número de segundos para que la burbuja de aire vaya hasta el nivel superior, (Se considera que la burbuja de aire ha llegado al nivel superior del líquido cuando la parte superior de la burbuja alcance la graduación de 2 mL del tubo).

6.8.3.3 Ensayo a $60\text{ }^{\circ}\text{C}$. Se mezclan 3,5 mL de agua destilada con el material a ensayar y se vierten en el tubo de centrífuga.

Se coloca el tubo de centrífuga con la mezcla en el horno, el cual se mantiene a $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, durante $22\text{ h} \pm 2\text{ h}$.

Se saca el tubo del horno e inmediatamente se examina el contenido para verificar si presenta estratificación y se determina el porcentaje de sedimentos por volumen, de acuerdo con el procedimiento indicado en 6.6.3.5 a).

6.8.3.4 Informe

Véase 6.1.4 de esta norma.

6.9 Determinación de la compatibilidad

6.9.1 Reactivos

Líquido para prueba de compatibilidad, suministrado por el fabricante de la liga para frenos, cuya composición se indica en la tabla 4.

6.9.2 Aparatos

6.9.2.1 Horno de convección forzada, o por gravedad capaz de mantener una temperatura de $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

6.9.2.2 Centrífuga (véase 6.6.2.4).

6.9.2.3 Tubos de centrífuga, conforme a la figura 4.

6.9.2.4 Baño de enfriamiento, capaz de mantener una temperatura de $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

6.9.3 Procedimiento

6.9.3.1 Se mezclan en el tubo de centrífuga 50 mL del líquido para prueba de compatibilidad con los 50 mL de material a ensayar.

6.9.3.2 Ensayo a $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Se tapa el tubo de la centrífuga mencionado en 6.9.3.1 de esta norma, con un tapón de corcho y se coloca en un baño a $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante $22\text{ h} \pm 2\text{ h}$. Se saca el tubo de centrífuga, se seca rápidamente con un paño limpio y libre de pelusa, humedecido en etanol o isopropanol. Se verifica si hay estratificación y sedimentación.

6.9.3.3 Ensayo a $60\text{ }^{\circ}\text{C}$. Se tapa el tubo de centrífuga mencionado en 6.9.3.1 de esta norma, con un tapón de corcho y se coloca en el horno, el cual se mantiene a $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante $22\text{ h} \pm 2\text{ h}$ mencionado en 6.9.3.1.

Se saca el tubo del horno e inmediatamente se examina el contenido para verificar si hay estratificaciones. Se determina el porcentaje de volumen de sedimentación de acuerdo con el método descrito en 6.5.3.5 a).

6.9.3.4 Informe

Véase 6.1.4 de esta norma.

6.10 Determinación de la fluidez y apariencia a bajas temperaturas

6.10.1 Reactivos

Etanol ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) al 95 % o isopropanol.

6.10.2 Equipos o instrumentos

6.10.2.1 Botellas de vidrio para muestras con una capacidad aproximadamente de 125 mL, un diámetro externo de $37\text{ mm} \pm 0,05\text{ mm}$ y una altura total de $165\text{ mm} \pm 2,5\text{ mm}$.

6.10.2.2 Cámara de enfriamiento, un baño con aire frío capaz de mantener una temperatura por debajo de $-55\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

6.10.3 Procedimiento

6.10.3.1 Ensayo a $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Se mezclan 100 mL de liga para frenos en una botella de vidrio para muestras, se tapa con un tapón de corcho y se coloca en una cámara fría que se mantenga a $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante $144\text{ h} \pm 4\text{ h}$. Después de transcurrido este tiempo, se saca la botella de la cámara, rápidamente se seca con un paño limpio, libre de pelusa, humedecido con etanol o isopropanol. Se examina el líquido para ver si hay evidencia de estratificación. Se invierte la botella y se determina el número de segundos que se requieren para que la burbuja de aire llegue hasta la parte superior.

6.10.3.2 Ensayo a $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$. Se mezclan 100 mL de liga para frenos en una botella de vidrio para muestras, se tapa con un tapón de corcho y se coloca en una cámara fría que se mantenga a $-50\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante $6\text{ h} \pm 2\text{ h}$. Una vez transcurrido este período, se saca la botella de la cámara y se seca rápidamente con un paño limpio, libre de pelusa, humedecido con etanol o isopropanol. Se examina el líquido para ver si hay evidencia de estratificación y sedimentación. Se invierte la botella y se determina el número de segundos que se requieren para que la burbuja de aire llegue hasta la parte superior.

6.10.3.3 Informe

Véase 6.1.4 de esta norma.

6.11 Determinación de efectos sobre la goma

6.11.1 Reactivos y materiales

6.11.1.1 Etanol ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) al 95 % o isopropanol.

6.11.1.2 Gomas para frenos (véanse tablas 6,7,8 y 9).

6.11.1.3 Recipientes cilíndricos de vidrio, con capacidad de 250 mL y unas dimensiones internas aproximadas de 125 mm de altura y 50 mm de diámetro con tapas de acero estañado sin insertos, o recubrimientos orgánicos.

6.11.2 Aparatos

6.11.2.1 Horno de convección por gravedad capaz de mantener la temperatura del material a ensayar a $70\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $120\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

6.11.2.2 Micrómetro con apreciación de 0,02 mm o comparador óptico.

6.11.2.3 Medidor de dureza Shore A.

6.11.2.4 Balanza con apreciación de 0,1 mg.

6.11.3 Procedimiento

6.11.3.1 La muestra a ensayar consiste en 300 mL de liga para frenos sin usar.

6.11.3.2 Ensayo a 70 °C. Se limpian dos gomas para frenos del tipo estireno - butadieno (EB) con isopropanol y se secan rápidamente con una tela de franela limpia y libre de pelusa. Se mide el diámetro de la base, la dureza y el volumen de cada goma por el procedimiento indicado en el punto 6.6.3.3. Se colocan estas dos gomas para frenos en un recipiente, se le agregan 75 mL del material a ensayar y se coloca este recipiente dentro del horno de convección.

6.11.3.3 Se calienta por $70 \text{ h} \pm 2 \text{ h}$ a $70 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$. Se saca el recipiente del horno y se deja enfriar a $23 \text{ °C} \pm 5 \text{ °C}$ por 60 min a 90 min. Se remueven las gomas del recipiente, se lavan rápidamente con isopropanol y se secan al aire.

6.11.3.4 Se examinan las gomas para determinar una posible desintegración, la cual se evidencia por pegajosidad, ampollamiento o desprendimiento de material.

6.11.3.5 Se mide el diámetro de la base, la dureza y el volumen de cada goma, por el procedimiento indicado en el punto 6.6.3.5, a los 15 min siguientes se procede a retirarlas del líquido y se determina el cambio del diámetro de la base, de la dureza, y del volumen de las gomas para frenos y se anotan estos valores (véase 6.6.4).

6.11.3.6 Ensayo a 120 °C. Se limpian dos gomas para frenos del tipo estireno - butadieno (EB) con isopropanol y se secan rápidamente con una tela de franela limpia y libre de pelusa. Se mide el diámetro de la base, la dureza y el volumen de cada goma por el procedimiento indicado en 6.6.3.3 de esta norma. Se colocan estas dos gomas para frenos en un recipiente, se le agregan 75 mL del material a ensayar y se coloca este recipiente dentro del horno de convección.

6.11.3.7 Se calienta por $70 \text{ h} \pm 2 \text{ h}$ a $120 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$. Se saca el recipiente del horno y se deja enfriar a $23 \text{ °C} \pm 5 \text{ °C}$ por 60 min a 90 min. Se remueven las gomas, se lavan rápidamente con isopropanol y se secan al aire.

6.11.3.8 Se repite el procedimiento indicado en 6.11.3.4 y 6.10.3.5.

6.11.3.9 Se mide el diámetro de la base, la dureza y el volumen de cada goma, por el procedimiento indicado en 6.6.3.5 de esta norma, a los 15 min siguientes se procede a retirarlas del líquido y se determina el cambio del diámetro de la base, de la dureza y del volumen de las gomas para frenos y se anotan estos valores (Véase 6.6.4)

6.11.3.10 Ensayo a 70 °C. Se cortan dos trozos de goma de una lamina de etileno - propileno- dieno (EPD), con un tamaño de $(25 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}) \times (25 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm})$, se limpian con isopropanol y se secan rápidamente con una tela de franela limpia y libre de pelusa. Se mide la dureza y el volumen de cada trozo de goma por el procedimiento indicado en 6.6.3.3. Se colocan estos dos trozos de goma en un recipiente, se le agregan 75 mL del material a ensayar y se coloca este recipiente dentro del horno de convección.

6.11.3.11 Se repiten los procedimientos indicados en 6.11.3.3 y 6.11.3.4.

6.11.3.12 Se mide la dureza y el volumen de cada trozo de goma, por el procedimiento indicado en 6.6.3.5, en los 60 min siguientes al retirarlos del líquido.

6.11.3.13 Se determina el cambio de la dureza y del volumen de cada trozo de goma y se anotan estos valores según se indica en 6.6.4.

6.11.3.14 Ensayo a 120 °C. Se cortan dos trozos de goma de una lamina de etileno-propileno-dieno (EPD), con un tamaño de $(25 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}) \times (25 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm})$, se limpian con isopropanol y se secan rápidamente con una tela de franela limpia y libre de pelusa. Se mide la dureza y el volumen de cada trozo de goma por el procedimiento indicado en 6.6.3.3. Se colocan estos dos trozos de goma en un recipiente, se le agregan 75 mL del material a ensayar y se coloca este recipiente dentro del horno de convección.

6.11.3.15 Se repiten los procedimientos indicados en 6.11.3.7 y 6.11.3.4.

6.11.3.16 Se repiten los procedimientos indicados en 6.11.3.12 y 6.11.3.13.

6.11.4 Expresión de los resultados

Véase 6.6.4 de esta norma.

6.11.4.1 Precisión

Se indica el hinchamiento de la goma al 0,03 mm más cercano. Resultados por duplicado, los cuales concuerdan entre 0,10 mm son aceptables para promediar (95 % de confiabilidad).

a) Repetibilidad (un sólo analista). La desviación estándar de los resultados (cada promedio de determinaciones por duplicado) obtenidos por el mismo analista en diferentes días se estima no difieran en más de 0,51 mm con 46 grados de libertad. Dos valores deberán ser considerados dudosos (95 % de confiabilidad) si ellos difieren por más de 0,13 mm.

b) **Reproducibilidad** (multilaboratorios). La desviación estandar de los resultados (cada promedio de los duplicados) obtenidos por diferentes analistas se estima no difieran en más de 0,08 mm con 7 grados de libertad. Dos de estos valores se considerarán dudosos (95 % de confiabilidad) si ellos difieren por más de 0,20 mm.

6.11.5 Informe

Véase 6.1.4 de esta norma.

6.12 Determinación de la resistencia a la oxidación

6.12.1 Reactivos y materiales

6.12.1.1 Peróxido de benzoilo, con 90 % o más de pureza.

6.12.1.2 Solvente Stoddard

6.12.1.3 Agua destilada

6.12.1.4 Etanol ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) al 95 %.

6.12.1.5 Tubos de vidrio, de aproximadamente 22 mm de diámetro y 175 mm de longitud con tapón de corcho.

6.12.1.6 Recipientes de vidrio, de 120 mL de aproximadamente 30 mm de diámetro y 150 mm de longitud, con tapón de corcho.

6.12.1.7 Hojas de estaño, de 99,9 % de estaño y 0,025 % de plomo como máximo y de un tamaño de (12 mm \pm 0,05 mm) x (12 mm \pm 0,05 mm) y un espesor comprendido entre 0,02 mm y 0,06 mm.

6.12.1.8 Pinzas para manipular las láminas.

6.12.1.9 Tornillos y tuercas de acero sin recubrimiento, rosca gruesa, tamaño 6 hilos/plg u 8, 32 hilos/plg, clases 2A (tornillo) y 2B (tuercas), longitud de 10 mm a 13 mm.

6.12.1.10 Lana de acero grado 00.

6.12.1.11 Papel de lija de agua 320 A.

6.12.1.12 Gomas para frenos según se indica en las tablas 6, 7, 8 y 9.

6.12.1.13 Tela de franela limpia libre de pelusa.

6.12.2 Aparatos

6.12.2.1 Horno de convección por gravedad capaz de mantener una temperatura de 70 °C \pm 2 °C.

6.12.2.2 Desecador, conteniendo silica gel u otro desecante.

6.12.2.3 Balanza con apreciación de 0,1 mg.

6.12.2.4 Dos juegos de láminas de aluminio y fundición de hierro con las características indicadas en la tabla 5 de esta norma.

6.12.3 Procedimiento

6.12.3.1 Se preparan dos juegos de láminas de aluminio y fundición de hierro, tal como se indica en el punto 6.6.3.1.

6.12.3.2 Se pesa cada lámina con una precisión de 0,1 mg y se ensamblan los dos juegos de láminas por medio de un tornillo de acero sin recubrimiento. Se separan las láminas colocando entre sí trozos de hoja de estaño, en los extremos de las láminas que están próximas al tornillo para evitar el contacto entre las láminas. Se enrosca y aprieta cada tuerca en un tornillo de tal forma que no exista movimiento relativo entre las láminas metálicas.

6.12.3.3 Se colocan 30 mL \pm 1 mL del material a ensayar en el recipiente y se agregan 60 mg \pm 2 mg de peróxido de benzoilo y 1,5 mL \pm 0,05 mL de agua destilada. Se coloca el tapón al recipiente y se agita el contenido evitando que el mismo toque al tapón.

6.12.3.4 Se coloca el recipiente verticalmente en el horno a una temperatura de 70 °C \pm 2 °C durante 120 min \pm 2 min, agitando cada 15 min, para que se disuelva el peróxido benzoilo.

6.12.3.5 Se saca el recipiente del horno sin retirar el tapón y se mantiene a la temperatura de 23°C \pm 5 °C durante 2 h.

6.12.3.6 Se coloca aproximadamente 1/8 de sección de una goma para frenos en el fondo de cada uno de los dos tubos.

6.12.3.7 Se agregan 10 mL de la solución preparada en 6.13.3.3 de esta norma a cada tubo.

6.12.3.8 Se coloca un juego de láminas preparado según 6.13.3.2 de esta norma en cada tubo con el extremo libre de las láminas descansando sobre la sección de goma para frenos y la solución, en tal forma que cubra alrededor de la mitad de la longitud de las láminas y el extremo con el tornillo quede fuera de la solución. Se coloca el tapón de corcho a los tubos y se mantiene durante 70 h \pm 2 h a la temperatura de 23 °C \pm 5 °C.

6.12.3.9 Se aflojan los tapones y se colocan los tubos durante 168 h \pm 2 h en el horno, el cual se mantiene a 70 °C \pm 2 °C.

6.12.3.10 Después del período de calentamiento se sacan los tubos y se desensamblan las láminas metálicas. Se

examinan y se verifican si tienen trazas de depósitos de goma.

6.12.3.11 Se limpian las láminas con la tela de franela húmeda en etanol y se examinan para ver si hay picaduras y/o rugosidad en las superficies.

6.12.3.12 Se colocan las láminas en un desecador el cual se mantiene a $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 1 h.

6.12.3.13 Se pesan las láminas con una precisión de 0,1 mg

6.12.3.14 Se determina la diferencia de peso en cada una de las láminas por unidad de área, tal como se indica en 6.6.4 a) de esta norma. Se promedian, las pérdidas de peso de las laminas del mismo material incluidas en los dos juegos de láminas y se toma cada promedio como la pérdida por corrosión para láminas del mismo material. Si solamente una de las dos réplicas (véase 6.13.3.8) cumple con los requisitos de la resistencia a la oxidación especificados en la tabla 1 de esta norma se debe repetir una sola vez el ensayo de la determinación de la resistencia a la oxidación como se indica en el punto 6.12, estas dos réplicas deben cumplir con los requisitos de la resistencia a la oxidación especificados en la tabla 1.

6.12.3.4 Informe

Véase 6.1.4 de esta norma

6.13 Determinación del comportamiento en servicio simulado de la liga para frenos

El siguiente procedimiento se usa para evaluar la calidad de lubricación de la liga para frenos.

6.13.1 Reactivos y materiales

6.13.1.1 Alcohol etílico (etanol) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, isopropanol al 95 %.

6.13.1.2 Gomas para frenos, que no lleven más de 6 meses fabricadas.

6.13.1.3 Tela de pulir o papel esmeril Nº 3/0.

6.13.2 Aparatos

Constituido por los siguientes componentes y ensamblado como se muestra en las figuras 8, 9 y 10.

a) **Conjunto de cilindro principal**, con carcasa de hierro fundido y un diámetro aproximado de 28 mm, provisto de un depósito regulador de acero sin ningún recubrimiento.

b) **Cuatro conjuntos de cilindros** diseñados y fabricados para ser utilizados en las ruedas delanteras de un

automóvil, con carcasa de hierro fundido con un orificio recto de 28 mm de diámetro. Deben estar equipados con los correspondientes accesorios.

c) **Mecanismo apropiado** para aplicar presión al vástago de empuje del cilindro principal, con el fin de simular, la operación de frenado de un vehículo. Este mecanismo debe estar acondicionado por un motor eléctrico o por un sistema apropiado hidráulico de vacío o de aire a presión. Si se usa un motor, el mecanismo debe estar provisto de levas y de palancas adecuadas, una caja de engrajes reductores y una válvula de seguridad. La presión aplicada por el mecanismo será graduable y éste será capaz de aplicar un empuje suficiente al cilindro principal para lograr una presión mínima de 7 MPa en el sistema simulador de frenos. El mecanismo debe proyectarse para lograr velocidades de bombeo de aproximadamente 1000 ciclos/h. Un contador eléctrico o mecánico se debe emplear para registrar el número total de ciclos. Entre el cilindro principal y dos de las cuatro ruedas se debe instalar dos manómetros registradores de 0 a 7 MPa; uno de ellos tendrá un ciclo de 24 h y el otro de 1 min. Cada manómetro debe estar provisto de una válvula de cierre y otra de purga para extraer el aire de los tubos de conexión.

d) **Cámara de aire caliente o estufa**, de capacidad suficiente para poder alojar los cuatro conjuntos de ruedas montados, junto con el cilindro principal y las conexiones necesarias. Esta cámara debe estar aislada y equipada con un medio apropiado de calefacción para alcanzar y controlar termostáticamente temperaturas de $120\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

6.13.3 Procedimiento

6.13.3.1 Preparación del equipo

Se procede según las diferentes partes de la siguiente manera:

a) Conjuntos de cilindro de rueda

Se desmontan los cilindros y se retiran las gomas. Se limpian todas las partes metálicas con etanol y se secan con aire comprimido limpio. Se inspeccionan las superficies de trabajo de todas las piezas metálicas y se desechan aquellas que presentan cortaduras, arañazos, picaduras o rugosidades. Se eliminan, frotando con tela de pulir y etanol, las manchas que se aprecien sobre las paredes de los cilindros, desechando cualquiera que no quede limpio de mancha por este procedimiento. Se mide el diámetro interno de cada cilindro en dos puntos situados cada uno a 19 mm del extremo del cilindro, y tomando en cada punto dos medidas perpendiculares, siendo una de ellas paralela a la línea central del orificio de entrada del líquido de frenos al cilindro. Se desecha cualquier cilindro en el que alguna de estas cuatro medidas no sea $28,63\text{ mm} \pm 0,03\text{ mm}$. Se mide el diámetro externo de cada pistón según dos líneas perpendiculares y se desecha cualquier pistón en el que alguna de estas dos medidas no esté entre

dos límites de 28,55 mm a 28,52 mm. Se seleccionan las piezas de forma que la tolerancia entre cada pistón y cilindro sea de 0,08 mm a 0,13 mm. Se calcula el diámetro medio interno y el diámetro medio externo de cada cilindro. Se toman las gomas nuevas exentas de polvo e hilos, desechando aquellas que presentan algún defecto. Se miden los diámetros en la base y boca de todas las gomas con aproximación de 0,02 mm mediante un comparador óptico o un micrómetro y realizando dos medidas perpendiculares de cada uno. Las medidas en la base se hacen en un plano paralelo a ella y situado a 0,4 mm de la misma. Se desecha cualquier goma si los diámetros medidos en la boca o en la base difieren en más de 0,08 mm. Se obtienen los diámetros medios de boca y base de cada goma. Se determina la dureza de cada goma por el procedimiento descrito en 6.6.3.3 (véase figura 11), se limpian las partes de goma con un trapo sin hilos humedecido en etanol y se secan con aire comprimido limpio. Se acoplan los cilindros de rueda, según las instrucciones de su fabricante, humedeciendo previamente con el líquido a ensayar todas las piezas metálicas y de goma, excepto las carcazas de los cilindros. Se comprueban manualmente los cilindros, ya acoplados, para facilitar su funcionamiento y seguidamente se instalan en sus respectivos lugares en el sistema simulado de frenos..

b) Conjunto del cilindro principal

Se desmonta el cilindro y se retiran las gomas. Se limpian todas las partes metálicas con etanol y se secan con aire comprimido y limpio. Se inspeccionan las superficies de trabajo de todas las piezas metálicas y se desechan aquellas que presentan cortaduras, arañazos, picaduras o rugosidades. Se eliminan, frotando con tela de pulir y etanol, las manchas que se aprecien sobre las paredes de los cilindros, desechando cualquiera que no quede limpio de mancha por este procedimiento. Se toman las gomas nuevas exentas de polvo e hilos, desechando aquellas que presentan algún defecto. Se humedece la goma secundaria con la muestra, se monta en el pistón y se mantiene el conjunto en posición vertical durante 12 h por lo menos a $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Se miden los diámetros y durezas de cada goma como se indica en 6.6.3.3 empleándose para las gomas secundarias la placa de apoyo y el procedimiento descrito en 6.6.3.3 (véanse las figuras 12 y 13). Se limpian las gomas con un trapo sin hilos humedecido con etanol y se secan con aire comprimido limpio. Se inspecciona la boca y el orificio de salida del cilindro y se desecha si presenta defectos. Se mide el diámetro interno del cilindro en dos puntos; uno equidistante de la boca y la salida del cilindro y el otro aproximadamente a 19 mm del reborde de la boca, tomando en cada punto una medida en sentido horizontal y otra vertical. Se desecha el cilindro si alguna de estas cuatro medidas no está comprendida entre 28,57 mm y 28,65 mm. Se mide cada uno de los diámetros exteriores del pistón, según dos líneas perpendiculares y se desecha si alguna de estas mediciones no están comprendida

entre 28,52 mm y 28,55 mm. Se humedecen en la muestra todas las piezas metálicas y de goma del cilindro principal, excepto la carcasa de este y el conjunto del vástago que ejerce la presión. Se monta todo el cilindro principal, de acuerdo con las instrucciones de su fabricante, se comprueba manualmente que funciona con facilidad y se instala en el sistema simulado de frenos. Se inspecciona visualmente la tubuladura del cilindro principal a los de rueda y se cambia por completo si se aprecia corrosión o depósitos en su interior

6.13.3.2 Técnica de ensayo

Se llena el sistema simulador de frenos, ya montado (véanse las figuras 8, 9 y 10), con el líquido a ensayar y se purga el aire de todos los cilindros de rueda y de los tubos conectados a los manómetros. Se aplica manualmente al sistema una presión superior a la requerida para el ensayo y después se inspeccionan las posibilidades de fugas. Se ajusta el mecanismo de accionamiento y/o la válvula de seguridad, para lograr una presión de $7\text{ MPa} \pm 3,5\text{ MPa}$, siendo esta relativamente baja durante la primera parte del ciclo y creciendo hasta dicho valor al final de los 23 mm aproximados del recorrido del pistón. Esto permite a la goma primaria del cilindro principal pasar el orificio de compensación con una presión relativamente baja, siendo además el recorrido del pistón del cilindro de rueda aproximadamente de $2,5\text{ mm} \pm 0,25\text{ mm}$ cuando se alcanza la presión de $7\text{ MPa} \pm 3,5\text{ MPa}$. Se ajusta la velocidad de bombeo a 1000 ± 100 ciclos/h y se anota el nivel de la muestra en el depósito del cilindro principal. Se hace funcionar el sistema durante 16000 ciclos \pm 1000 ciclos a $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$. En caso de fuga, se repara esta reajustándose la holgura en las gomas y añadiendo la muestra necesaria para recuperar el nivel inicial del líquido en el depósito del cilindro principal. Se comienza de nuevo el ensayo y se eleva a temperatura de la cámara hasta $120\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, en $6\text{ h} \pm 2\text{ h}$. Durante el ensayo, se observa si los cilindros de rueda funcionan bien y se anota la cantidad de muestra necesaria para rellenar el depósito cada 24000 ciclos. Después de 85000 ciclos totales (incluidas el número a $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ y las requeridas operando a $120\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$) se detiene el ensayo y se deja enfriar el sistema, hasta temperatura ambiente ($23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$). Se observa si hay excesivas fugas en los cilindros de rueda, se hace funcionar el sistema otros 100 ciclos, se comprueban de nuevo las fugas en ellos y se anota la pérdida de líquido en estos últimos ciclos.

Transcurridas las 16 h, se retira el sistema del cilindro principal y los cilindros de rueda, cuidando de tapar los orificios de entrada al retirarlos, para evitar que salga el líquido contenido en ellos. Se desmonta cuidadosamente cada cilindro y se pasa el líquido contenido en ellos a un recipiente de vidrio, cuidando de recoger cualquier residuo depositado en su interior, enjuagando los cilindros con el mismo líquido ensayado y arrastrando todo el sedimento con un cepillo suave.

Se limpian las gomas con etanol, secándolas con aire comprimido y observando si presentan pegajosidad, rayaduras, ampollas, roturas o cambios de forma respecto a la inicial. Pasada 1 h, después de desmontado el sistema, se miden los diámetros de la base y boca de cada goma, como se indica en 6.6, pudiendo ahora existir una diferencia de más de 0,08 mm en los dos diámetros medidos, en la base o en la boca de alguna de ellas. Se determina la dureza de cada goma como se indica en 6.6.

Se observa si el líquido recogido presenta gelificación o formación de barro y/o arenilla y dentro de la hora siguiente a su recogida, se agita en su recipiente, se pasan 100 mL de él a un tubo de centrífuga y se determina el porcentaje de sedimento como se indica en 6.6.3.5 a). Se inspeccionan las piezas de los cilindros, indicando si aparecen restos de goma o puntos atacados sobre los pistones o paredes de los cilindros. Se frota las paredes de los cilindros con un paño humedecido con etanol para apreciar la abrasividad y facilidad de eliminación de los depósitos adheridos a ellas. Se limpian todas las piezas de los cilindros con etanol, secándolas con corriente de aire. Se miden y anotan los diámetros de pistones y cilindros como se indica en 6.12.3.1. Si se encuentran dificultades mecánicas durante el ensayo que no pueda atribuirse al líquido, se repite empleando piezas nuevas.

6.13.4 Expresión de los resultados

Se indicarán los aspectos siguientes:

- a) Grado de corrosión en las partes metálicas apreciables a simple vista (todos los cilindros, pistones y otras partes).
- b) Variación respecto al diámetro inicial de cilindros y pistones.
- c) Variación del diámetro de la base de las gomas.
- d) Variación de la dureza de las gomas y aspectos de las mismas (véase 6.6).
- e) Apariencia de las gomas.
- f) Porcentaje de interferencia del diámetro de la boca de las gomas calculado por:

$$I = \frac{D_1 - D_2}{D_1 - D_3} \times 100$$

donde:

I es la variación de interferencia del diámetro de la base de las gomas, en porcentaje;

D₁ es el diámetro original de la boca de la goma, en milímetros;

D₂ es el diámetro final de la boca de la goma, en milímetros;

D₃ es el diámetro interior original del cilindro, en milímetros.

- g) Pérdida del líquido en cada período de 24000 ciclos.
- h) Funcionamiento inadecuado o gripado de los pistones, si se presentó durante el ensayo.
- i) Pérdida de líquido durante los 100 últimos ciclos.
- j) Aspecto del líquido al final del ensayo.
- k) Porcentaje de sedimento.
- l) Presencia de gomas en las paredes de los cilindros o piezas metálicas, al final del ensayo.
- m) Presencia en las paredes de los cilindros de depósitos abrasivos o que no pueden ser eliminados frotándolos con un paño humedecido con etanol.

7 ROTULACION Y ENVASE

7.1 Rotulación

Los envases utilizados para expender liga para frenos deben llevar en forma clara e indeleble en la parte exterior los siguientes datos:

7.1.1 Marca y/o nombre registrado del fabricante.

7.1.2 Identificación del producto "Liga para frenos", "Líquido para frenos" o "Fluido para frenos".

7.1.3 Contenido neto en unidades de volumen del sistema métrico decimal.

7.1.4 Identificación del lote del cual proviene.

7.1.5 La leyenda "Hecho en Venezuela" o país de origen.

7.1.6 Precauciones. Producto tóxico. Evite contacto con la piel y los ojos. No ingerir.

7.1.7 Año y mes de manufacturación.

7.1.8 Número y nombre de esta Norma Venezolana COVENIN.

7.1.9 Advertencias:

- a) Utilice este producto siguiendo las recomendaciones del fabricante del vehículo automotor.
- b) Almacene este producto en su envase original. Mantenga el envase completamente cerrado y libre de contaminantes.
- c) No utilice este envase para almacenar otros líquidos.

7.2 Envases

La liga para frenos debe expendirse en envases herméticos diseñados para contener este producto, cuyo material no altere las características propias del mismo. Para tambores el fabricante deberá acompañar el envío con un certificado de calidad.

BIBLIOGRAFIA

- [1] BSI AU 174: Part. 2: 1985 Hydraulic Brake Systems, using non petroleum base brake fluids, for road vehicles.
- [2] Especificaciones GENERAL MOTORS

[3] FMVSS 116 Federal Motors Vehicle Safety Standards Motor Vehicle Hydraulic Brake Fluids - Passenger cars, multipurpose passenger vehicle, trucks, buses, trailers, motorcycle and hydraulic brake fluids.

[4] ISO 4925- 1978 Road Vehicle - Non petroleum base brake fluid.

[5] JIS K 2233-89 Non Petroleum Base Motor Vehicle Brake Fluids.

[6] SAE J 170-91 Surface Vehicle Standard. Motor vehicle Brake Fluid

[7] UNE 26-381-87 Comportamiento en servicio simulado de los líquidos de freno.

[8] UNE 26-376-87 Punto de ebullición húmedo en reflujo de líquidos de frenos.

TABLA 1. LIGA PARA FRENOS DE USO AUTOMOTOR REQUISITOS

PROPIEDADES		DOT 3 (MEJORADA)	DOT 4	METODO DE ENSAYO
PUNTO DE EBULLICIÓN, °C		232 mín	230 mín	Punto 6.1
PUNTO DE EBULLICIÓN HÚMEDO, °C		140 mín	155 mín	Punto 6.2
VISCOSIDAD CINEMÁTICA, cst				
a -40°C		1,800 máx	1,800 máx	COVENIN 424
a 50°C		4,2 mín	
a 100°C		1,5 mín	1,5 mín	
VALOR pH		7,0 mín a 11,5 máx		Punto 6.3
ESTABILIDAD:				
A altas temperaturas		Para puntos de ebullición mayores a 225 °C el cambio del punto de ebullición no debe variar más de 3 °C + 0,05 °C para cada grado que el punto de ebullición exceda a 225 °C		Punto 6.4
Química		Para puntos de ebullición mayores a 225°C el cambio del punto de ebullición no debe exceder de 2°C + 0,05 °C por cada grado que el punto de ebullición exceda a 225°C.		Punto 6.5
CORROSION:				
Cambios de peso, mg/cm ² máx.		Hojalata estañada		± 0,2
		Función de hierro		
Apariencia		Acero		± 0,2
		Latón		± 0,4
Precipitación, %w		Cobre		± 0,4
		Aluminio		± 0,1
pH		Zinc		± 0,4
				± 0,4
Incremento del diámetro de la base, mm		La superficie no debe mostrar picaduras ni rugosidades apreciables a simple vista. No obstante serían permitibles leves decoloraciones		Punto 6.6
Dureza, grados Shore A		7,0 mín. a 11,5 máx		
Incremento de volumen, %		0,10 máx.		Punto 6.7
Apariencia		No debe mostrar aspecto gelatinoso a 23°C ± 5°C ni depósitos cristalinos adheridos a las paredes del recipiente de vidrio donde se realizó el ensayo o sobre las superficies de las láminas usadas		
Incremento de volumen, %		1,4 máx.		
Dureza, grados Shore A		15 máx.		
Apariencia		No debe mostrar deterioro, evidenciado por una excesiva pegajosidad, ampollamiento o grumos, indicados por el desprendimiento de negro de humo, sobre la superficie de la goma		
Incremento de volumen, %		16 máx.		
EVAPORACIÓN:				
Pérdidas por evaporación, % p		80 máx.		Punto 6.7
Residuo		El residuo no debe contener precipitados arenosos o abrasivos al tacto		
Punto de fluidez, °C		- 5 mín		

TABLA 1. (Continuación)

PROPIEDADES		DOT 3 (MEJORADA)	DOT 4	METODO DE ENSAYO
TOLERANCIA AL AGUA:				
a - 40°C			No debe mostrar separación ni precipitación o cristalización. Sin embargo cuando el tubo de centrifuga es invertido, la burbuja de aire debe llegar hasta la parte superior del liquido, máximo en 10 s.	Punto 6.8
a 60°C			No debe mostrar separación y la precipitación no debe exceder 0,05 % por volumen después de la centrifugación	
COMPATIBILIDAD:				
a - 40 °C			No debe presentar estratificación, sedimentación ni cristalización	
a 60°C			No debe presentar estratificación y la sedimentación si la tuviera, no debe ser mayor de 0,05% por volumen después de la centrifugación	Punto 6.9
FLUIDEZ Y APARIENCIA A BAJAS TEMPERATURAS:				
a - 40°C			No debe presentar estratificación o sedimentación y al invertir la botella de la muestra, la burbuja de aire debe llegar hasta la parte superior del liquido máximo en 10 s.	Punto 6.10
a - 50°C			No debe presentar estratificación o sedimentación y al invertir la botella de la muestra, la burbuja de aire debe llegar hasta la parte superior del liquido máximo en 35 s.	
EFECTO SOBRE LA GOMA:				
Goma tipo estireno-butadieno (EB) a 70°C	Incremento del diámetro de la base, mm		0,15 mín. a 1,40 máx.	Punto 6.11
	Disminución de dureza, grados Shore A		0 mín. a 10 máx.	
Goma tipo etileno-propileno-dieno (EPD) a 70°C	Incremento de volumen, %		1 mín. a 16 máx.	
	Disminución de dureza, grados Shore A		0 mín. a 10 máx.	
Goma tipo estireno-butadieno (EB) a 120°C	Incremento del diámetro de la base, mm		0,15 mín. a 1,40 máx.	
	Disminución de dureza, grados Shore A		0 mín. a 15 máx.	
Goma tipo etileno-propileno-dieno (EPD) a 120°C	Incremento de volumen, %		1 mín. a 16 máx.	
	Disminución de dureza, grados Shore A		0 mín. a 15 máx.	
Apariencia			No debe observarse deterioro evidenciado por excesiva pegajosidad o cráteres provocados por separación del negro de humo de las gomas para frenos	Punto 6.11

TABLA 1. (Final)

PROPIEDADES		DOT 3 (MEJORADA)	DOT 4	METODO DE ENSAYO
RESISTENCIA A LA OXIDACIÓN				
Pérdida de peso, mg/cm ²	Lámina de aluminio		± 0,05 máx.	Punto 6.12
	Lámina de fundición de hierro		+ 0,3 máx.	
Apariencia		Las zonas de las láminas fuera del contacto con el papel estafado, no deben presentar picaduras o rugosidades apreciables a simple vista, no considerándose como defecto las manchas y las decoloraciones. Se debe aceptar únicamente una ligera traza de deposición gomosa sobre la lámina metálica		
SIMULACIÓN DE SERVICIO (85000 CICLOS, 120 °C ± 5 °C, 7 MPa ± 3,5 MPa)				
Condición de las piezas metálicas		No deben presentar picaduras o rugosidades apreciables a simple vista		
Cambio del diámetro del cilindro y pistón, mm.	Incremento del diámetro de la base, mm.		0,13 máx.	Punto 6.13
	Disminución de dureza, grados Shore A		0,90 máx.	
Condición de las gomas	Apariencia	Valor promedio entre: 0 a 15, sin embargo, no deberán presentarse dos (2) o más cambios iguales o superiores a diecisiete (17)		
		En las gomas no debe percibirse ningún tipo de desgaste, rajaduras, hinchamiento, rayaduras o deformaciones que puedan causar anomalías en la condición del ensayo		
Porcentaje de interferencia del diámetro de la boca de las gomas, %			65 máx.	
Pérdida del fluido por cada 24.000 ciclos, mL			36 máx.	
Condiciones de trabajo del cilindro y pistón		No debe haber adhesión entre el cilindro y el pistón		
Pérdida del fluido por cada 100 ciclos adicionales, mL			36 máx.	
Condiciones del fluido al final del ensayo	Condición del fluido	No se debe percibir ningún tipo de sustancia gelatinosa o sustancias abrasivas o sólidos granulares que puedan causar anomalías en las condiciones del ensayo.		
	Sedimentación, %v		1,5 máx.	
Sustancias adheridas a las partes metálicas		No deben ser gomosas o abrasivas y deben removerse fácilmente con un paño humedecido con etanol		

TABLA 2 TAMAÑO DE LA MUESTRA A ENSAYAR

TAMAÑO DE LOTE Nº DE UNIDADES	TAMAÑO DE LA MUESTRA Nº DE UNIDADES A EXTRAER
100 - 300	10
301 - 900	15
901 - 2700	30
2701 - 8000	50
8001 - 24000	90

TABLA 3 CORRECCION DEL PUNTO DE EBULLICION

Intervalo de temperatura °C	Corrección para cada 10 mm Hg de diferencia de presión
91 a 110	0,45
111 a 130	0,47
131 a 150	0,50
151 a 170	0,52
171 a 190	0,54
191 a 210	0,57
211 a 230	0,59
231 a 250	0,62
251 a 270	0,64
271 a 290	0,66
291 a 310	0,69

TABLA 4. COMPOSICIÓN DEL LÍQUIDO PARA ENSAYO DE COMPATIBILIDAD.

COMPONENTES		% EN PESO
1.	Eter monoetílico de dietilenglicol	51,70
2.	Eter monobutílico de dietilenglicol	2,26
3.	Eter metílico del tripropilenglicol	5,12
4.	Triol óxido de polialquileo, viscosidad de 900 SUS \pm 45 SUS a 38 °C (100 °F), 200 cSt \pm 10 cSt a 38 °C (100 °F): densidad relativa 1,064 (20 °C/20 °C)	5,30
5.	Etilenglicol	2,47
6.	Dietilenglicol	1,34
7.	Propilenglicol	2,45
8.	Metil isobutil carbonil	4,30
9.	Poli-propilenglicol PM 2025	1,30
10.	Poli-propilenglicol PM 150	1,30
11.	Monorricinooleato de propilenglicol	3,30
12.	Aceite de ricino puro-polipropilenglicol	1,90
13.	2-mentil, 2-4 pentanodiol	2,80
14.	1,2 oxietileno, 1,2 oxipropilenglicol éter monobutílico, densidad relativa 1,058 (20 °C / 20 °C) viscosidad 2000 SUS \pm 100 SUS a 38 °C (100 °F), 440 cSt \pm 22 cSt a 38 °C (100 °F)	3,16
15.	1,2 oxietileno, 1,2 oxipropilenglicol éter monobutílico densidad relativa 1,038 (20 °C), viscosidad 260 SUS \pm 15 SUS a 38°C (100 °F), 56,5 cSt \pm 3 cSt a 38 °C (100 °F)	8,85
16.	Borax etilenglicol condensado (25 % de tetraborato de sodio anhidro)	0,25
17.	Difenol propano	0,53
18.	Nitrato de sodio	0,01
19.	Tetraborato de sodio	0,10
20.	Tetraborato de potasio	0,18
21.	Fosfato de tricresilo	0,10
22.	Solución al 33 % de la sal amfno imidazolina	0,01
23.	Jabón potásico de aceite de ricino	0,18
24.	N-Fenilmorfolina	0,09
	Total	100,00

TABLA 5 LAMINAS PARA ENSAYO DE CORROSION

Lámina para ensayo de corrosión	Especificación del material	Datos generales del material	Dimensiones
Hojalata		Producto plano de acero. Laminación en frío recubierto con estaño	Aproximadamente 8 cm de largo. 1,3 cm de ancho. $25 \text{ cm}^2 \pm 5 \text{ cm}^2$ de área
Acero	SAE 1018	Hoja de bajo carbono, laminado en frío. Dureza 40 - 72 RB	Aproximadamente 8 cm de largo. 1,3 cm de ancho, aproximadamente 0,2 cm de espesor, $25 \text{ cm}^2 \pm 5 \text{ cm}^2$ de área
Aluminio	SAE AA 2024	Aleación de aluminio forjado temple T3. Dureza 75 RB	Aproximadamente 8 cm de largo. 1,3 cm de ancho, aproximadamente 0,2 cm de espesor, $25 \text{ cm}^2 \pm 5 \text{ cm}^2$ de área
Fundición de hierro	SAE G 3000	Fundición de hierro automotriz suave. Debe estar libre de contracciones, cavidades, porosidades o cualquier otro defecto en detrimento del uso de especificación del material. Dureza 86 - 98 RB	Aproximadamente 8 cm de largo. 1,3 cm de ancho, aproximadamente 0,4 cm de espesor, $25 \text{ cm}^2 \pm 5 \text{ cm}^2$ de área
Latón	SAE CA 260	Aleación templada de latón amarillo, tira u hoja laminada, revenido. Dureza 57 -74 RB	Aproximadamente 8 cm de largo. 1,3 cm de ancho, aproximadamente 0,2 cm de espesor, $25 \text{ cm}^2 \pm 5 \text{ cm}^2$ de área
Cobre	SAE CA 114	Hoja de cobre laminado en frío, revenido. Dureza 35 - 56 RB	Aproximadamente 8 cm de largo. 1,3 cm de ancho, aproximadamente 0,2 cm de espesor, $25 \text{ cm}^2 \pm 5 \text{ cm}^2$ de área
Zinc		Dureza 85 - 105 RB	Aproximadamente 8 cm de largo. 1,3 cm de ancho, aproximadamente 0,2 cm de espesor, $25 \text{ cm}^2 \pm 5 \text{ cm}^2$ de área

NOTA. La designación de las láminas para el ensayo de corrosión se hará según SAE (Society of Automotive Engineers), hasta tanto no exista la Norma Venezolana COVENIN correspondiente.

TABLA 6 COMPOSICION DE LA GOMA PARA FRENOS DE TIPO ESTIRENO - BUTADIENO (EB)

COMPONENTES	PARTES POR PESO
Goma de estireno - butadieno	100,00
Negro de humo de horno	40,00
Oxido de Zinc	5,00
Sulfuro	0,25
Acido esteárico	1,00
N - terciari - butil - 2 benzotiazol sulfonamida	1,00
Simétrico . dibetanotil p - fenilen diamina	1,50
Peróxido dicumil (40 % en precipitado CaCO ₃) ^A	4,5
TOTAL	153,25

^A Se usa solamente con 90 días de manufactura y almacenado a una temperatura por debajo de 27 °C

TABLA 7 PROPIEDADES DE LA GOMA PARA FRENOS DEL TIPO ESTIRENO - BUTADIENO (EB)

PROPIEDAD	REQUERIMIENTO
Dureza	63 grados Shore A \pm 3 grados Shore A
Resistencia a la tracción	17,5 MPa
Alargamiento, mín.	350 %
Disminución máxima de la resistencia a la tracción, luego de envejecimiento a 125 °C durante 70 h	30 %
Disminución máxima del alargamiento, luego de envejecimiento a 125 °C durante 70 h	50 %
Aumento de dureza de dureza, luego de envejecimiento a 125 °C durante 70 h	0 a 10 grados Shore A
Deformación por compresión, luego de envejecimiento a 125 °C durante 22 h	15 % a 20 %
Temperatura de fragilidad, máx.	- 40 °C

Preparación de la goma para frenos:

Las gomas deben ser preparadas con los componentes indicados en la tabla 6 y deben presentar las características indicadas en la tabla 7. Las dimensiones de las gomas deben ser apropiadas para los cilindros de frenos utilizados en el ensayo de servicio simulado (véase 6.10) y están indicadas en las figuras 11, 12 y 13. Estas gomas se podrán usar después de 36 meses de la fecha de fabricación si están almacenadas a una temperatura menor a los 38 °C, adecuadamente protegidas de la contaminación atmosférica y otros contaminantes. Después de sacar las gomas del lugar donde están almacenadas éstas se deberán acondicionar con la base hacia abajo sobre una superficie plana, por lo menos 12 h a temperatura ambiente, a fin de permitir que las gomas alcancen su verdadera configuración antes de ser medidas.

TABLA 8 COMPOSICION DE LA GOMA PARA FRENOS DEL TIPO ETILENO - PROPILENO - DIENO (EPD)

COMPONENTES	PARTES POR PESO
Goma de etileno - propileno - dieno	100
Oxido de Zinc	5
Negro de humo de horno	43
1,2 di hidro - 2, 2, 4 . trimetil quino polimezidada	2
Peróxido dicumil (40 % en precipitado CaCO ₃) ^A	10
Total	160,00

^A Se usa solamente con 90 días de manufactura y almacenado a una temperatura por debajo de 27 °C

TABLA 9 PROPIEDADES DE LA GOMA DEL TIPO ETILENO - PROPILENO - DIENO (EPD)

PROPIEDAD	REQUISITOS
Dureza	70 grados Shore A ± 3 grados Shore A
Resistencia a la tracción, mín.	13,8 MPa
Alargamiento, mín.	225 %
Disminución máx. de la resistencia a la tracción luego de 22 h a 175 °C	15 %
Disminución máx. del alargamiento luego de 22 h a 175 °C	30 %
Aumento de la dureza después de 22 h a 175 °C	0 grados Shore A - 10 grados Shore A
Compresión después de 22 h a 175 °C	20 %
Temperatura de fragilidad, máx..	- 65 °C

Preparación de la goma para frenos:

Las gomas deben ser preparadas con los componentes indicados en la tabla 8 y deben presentar las características indicadas en la tabla 9. Las dimensiones de las gomas deben ser apropiadas para los cilindros de frenos utilizados en el ensayo de simulación de servicio (véase 6.10) y están indicadas en las figuras 11, 12 y 13. Estas gomas se podrán usar después de 36 meses de la fecha de fabricación si están almacenadas a una temperatura menor a los 38 °C, adecuadamente protegidas de la contaminación atmosférica y otros contaminantes. Después de sacar las gomas del lugar donde están almacenadas, éstas se deben acondicionar con la base hacia abajo sobre una superficie plana, por lo menos 12 h a temperatura ambiente a fin de permitir que las gomas alcancen su verdadera configuración antes de ser medidas.

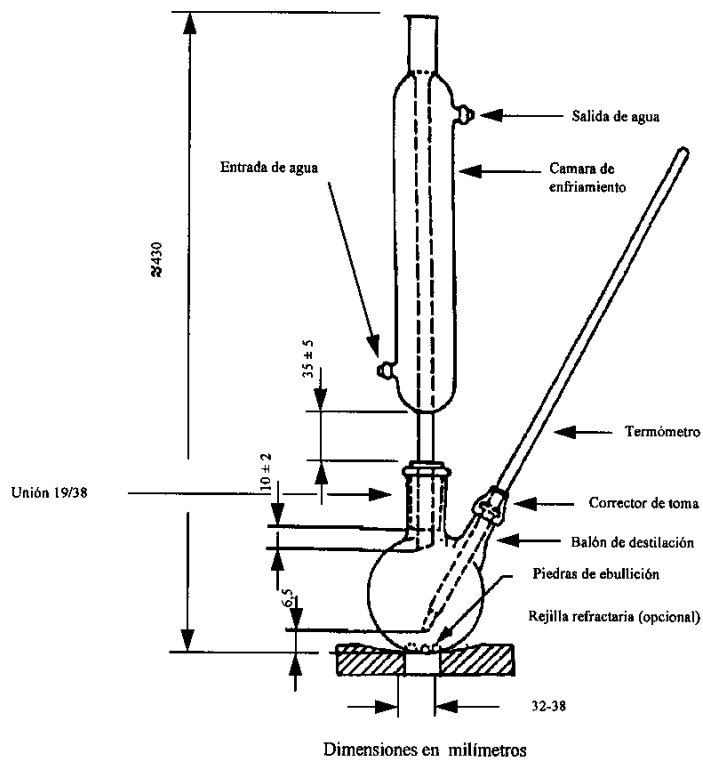


Figura 1- Equipo para Ensayo de Punto de Ebullición

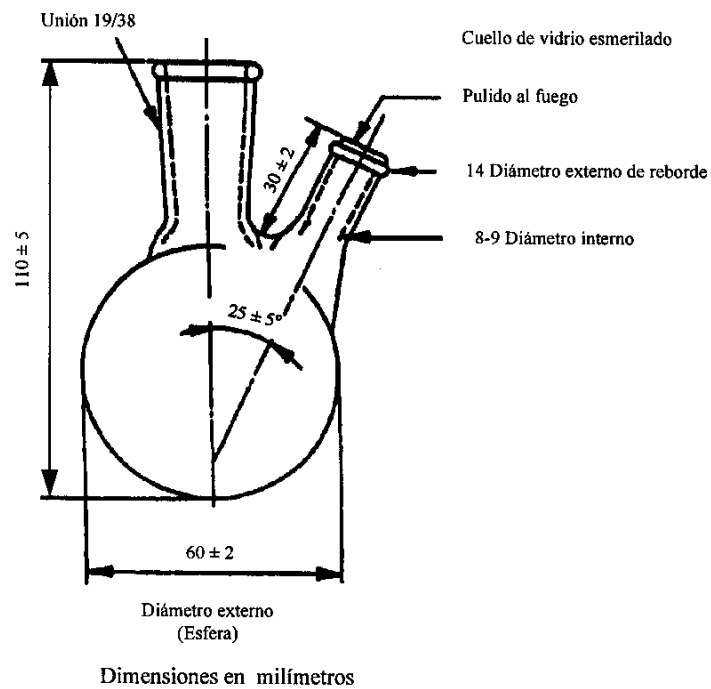
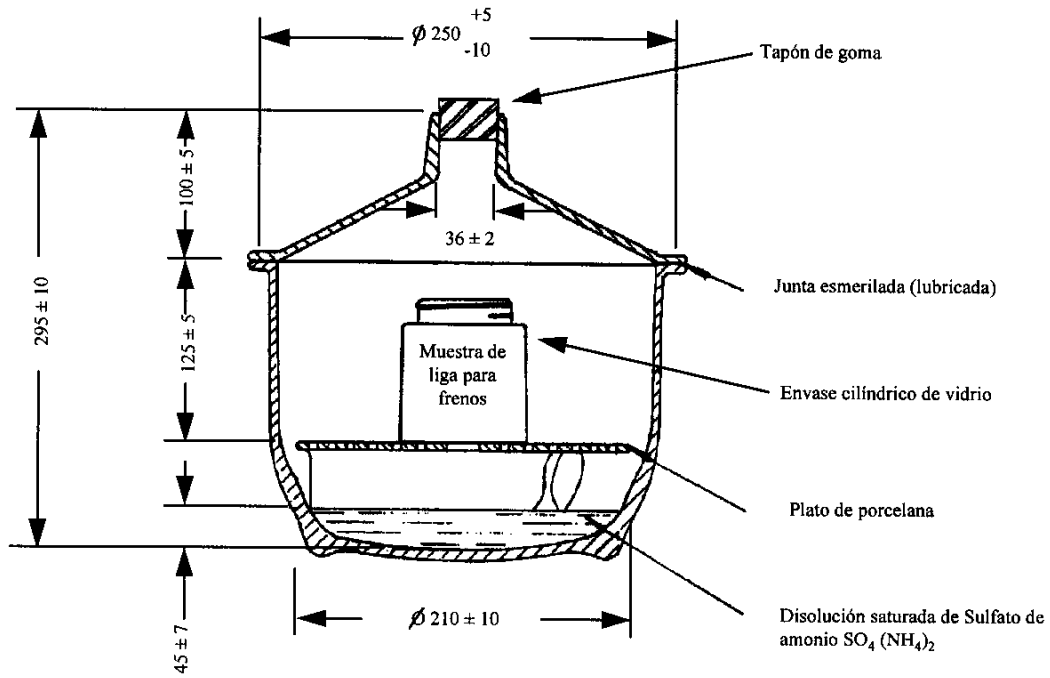


Figura 2- Detalle del Balón de Destilación, 100 ml



Dimensiones en milímetros

Figura 3 - Aparato de humidificación (Desecador de vidrio)

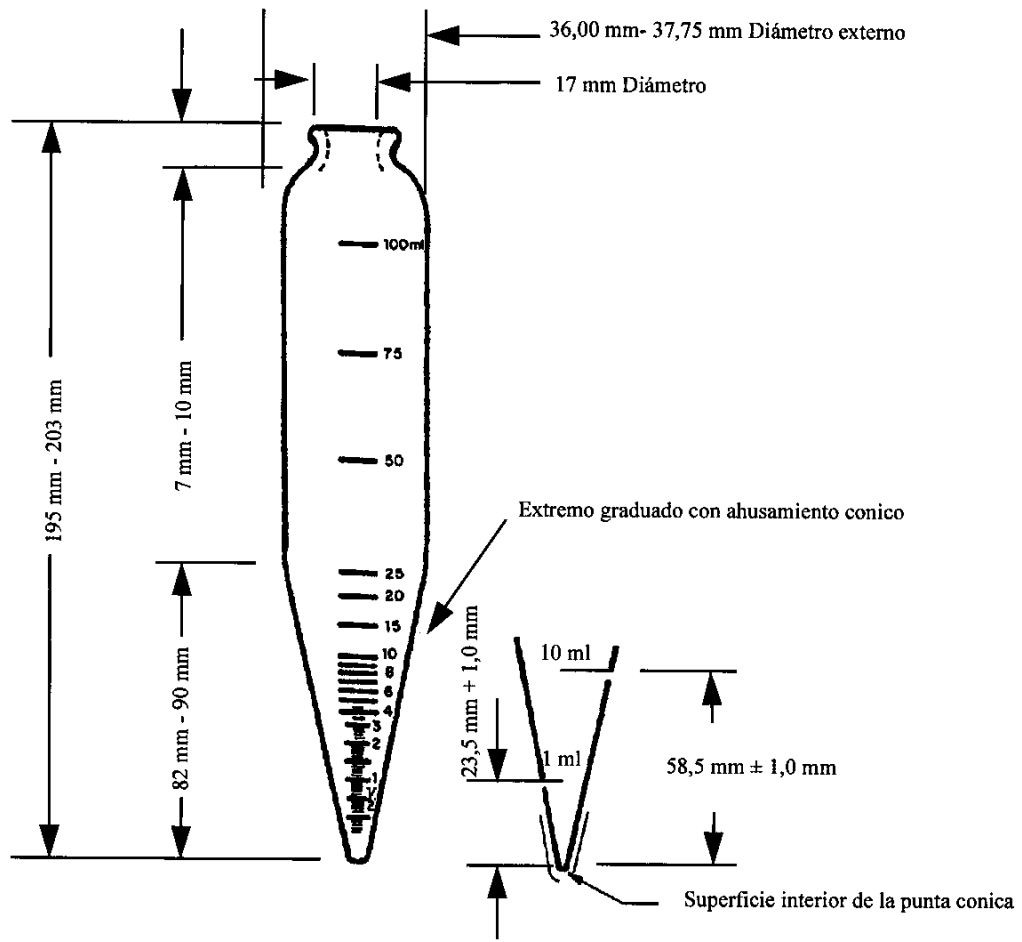


Figura 4 - Tubo Graduado de Centrifuga

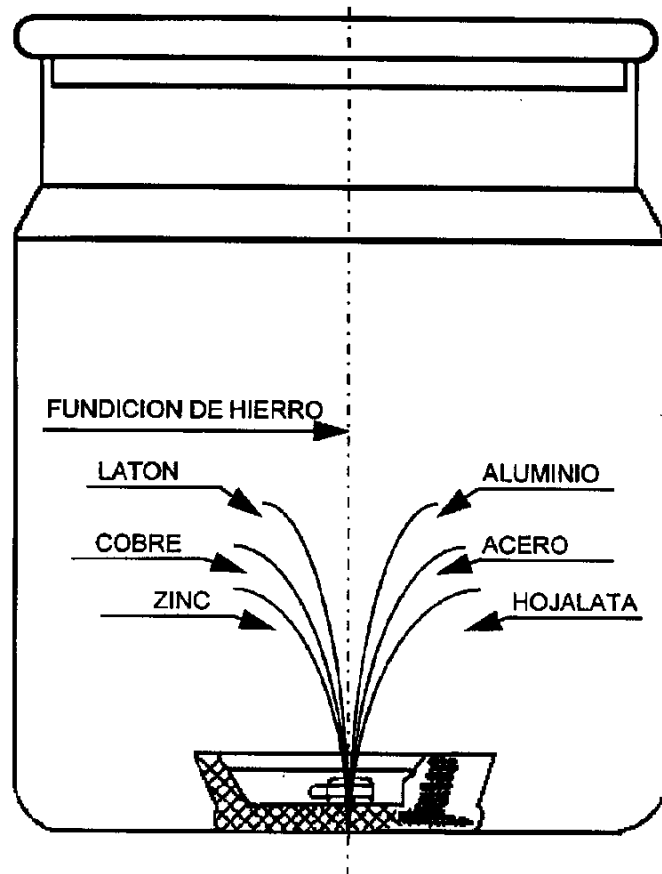


Figura 5 - Distribución de las Láminas Metálicas para el Ensayo de Corrosión

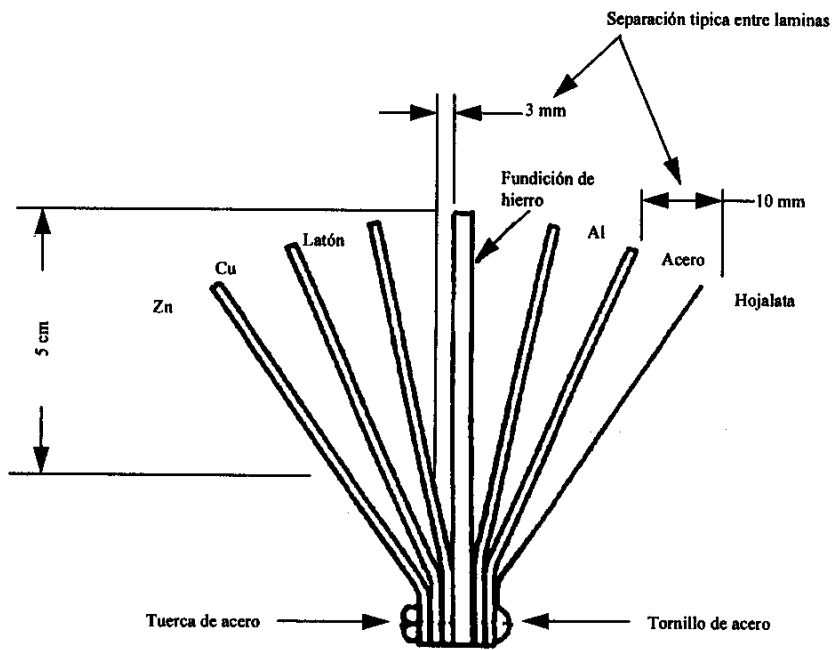


Figura 6 - Ensamblaje de Laminas para Ensayo de Corrosión

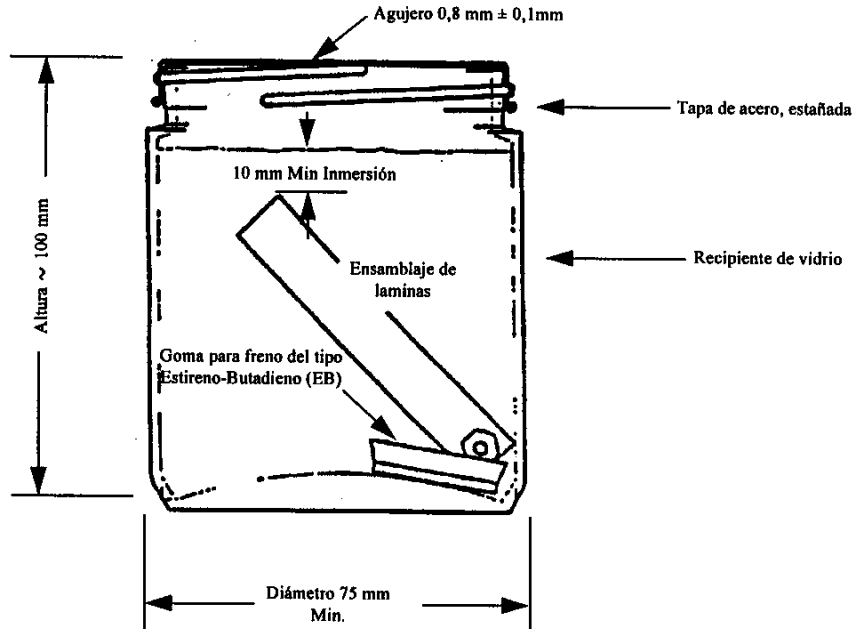
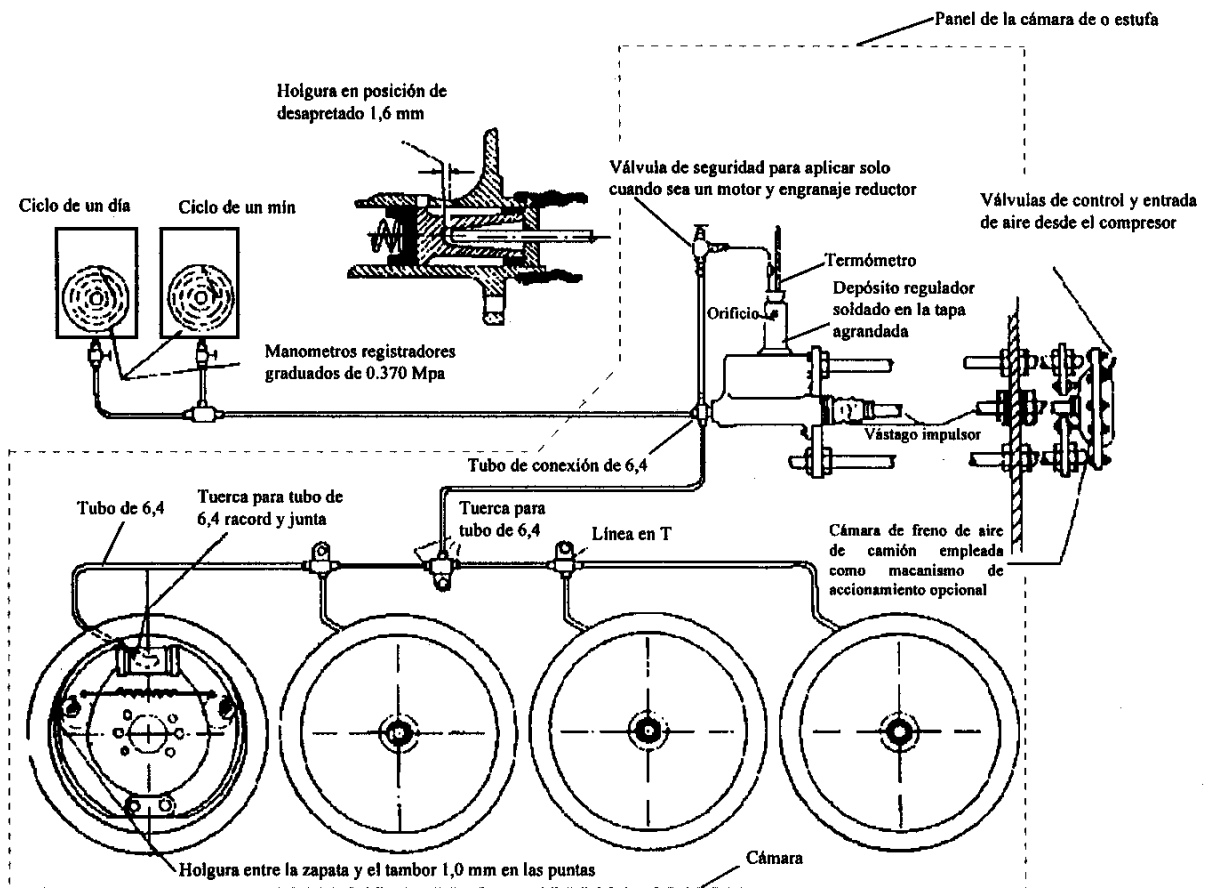
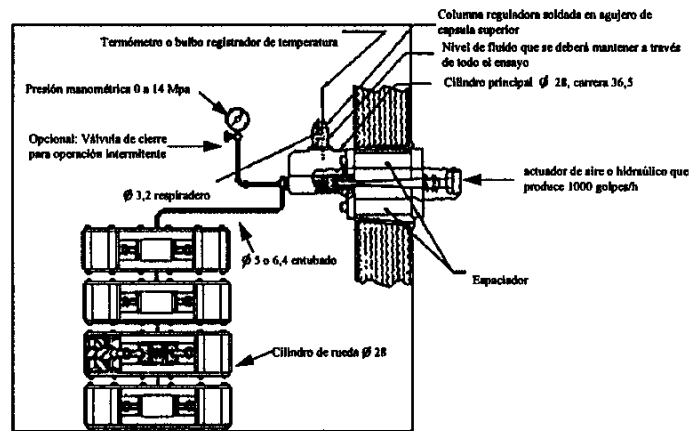


Figura 7 - Aparato para Ensayo de Corrosión



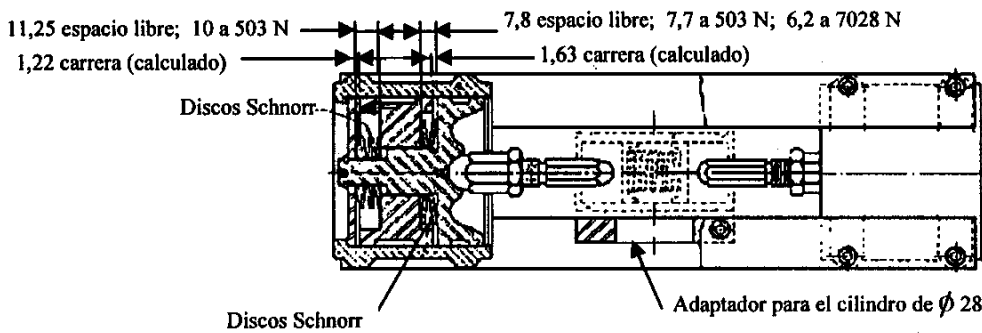
Dimensiones en milímetros

Figura 8 - Equipo para el Ensayo de Simulación de Frenado

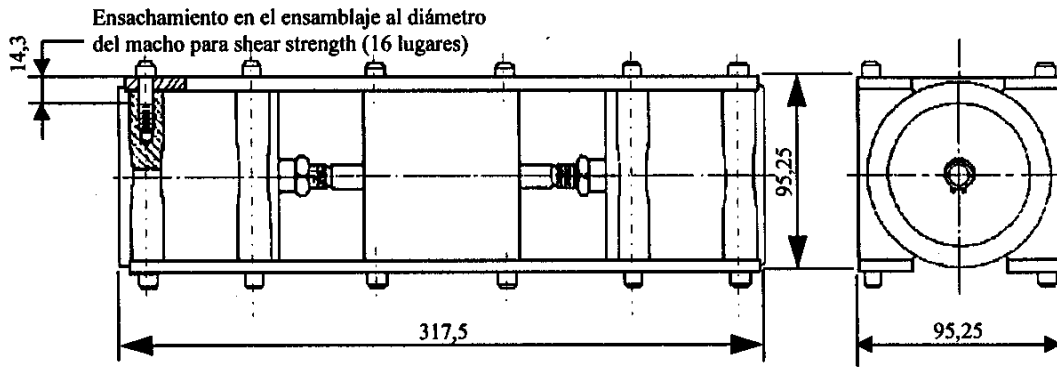


Dimensiones en milímetros

Figura 9 - Equipo para Ensayo de Simulación de Frenado



NOTA: Lubriquense todas las partes móviles del dispositivo con grasa para múltiples propósitos que contenga un mínimo de 3% Mo S₂ o equivalente



Dimensiones en milímetros

Figura 10 - Detalle de la figura 9

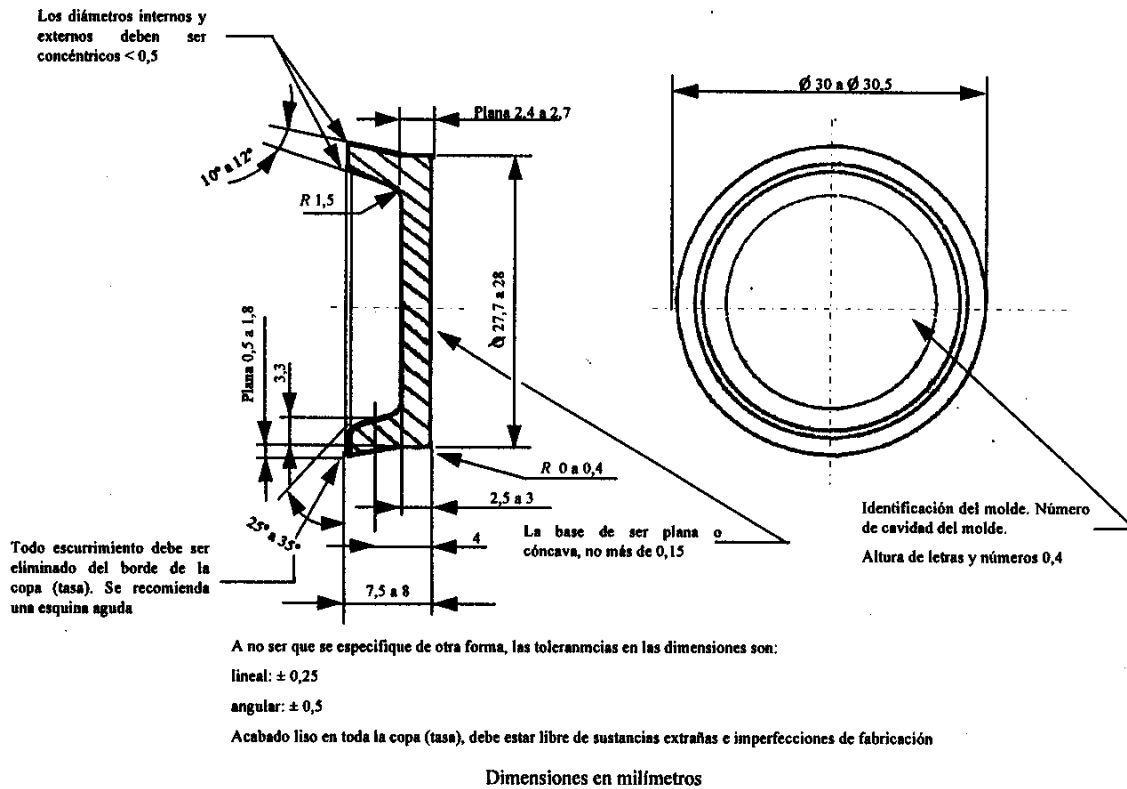
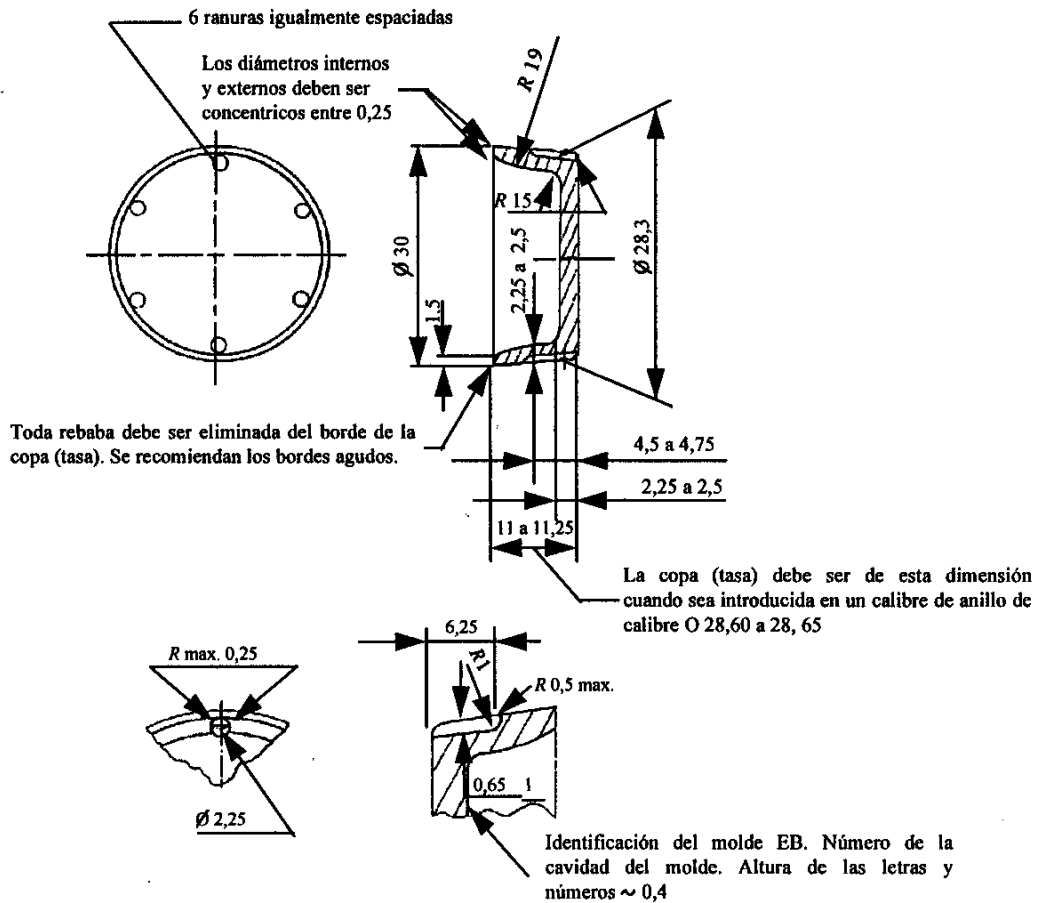


Figura 11 - Copa (tasa) de Frenado de Conjunto de Cilindro de Rueda



A no ser que se especifique de otra forma, las tolerancias en las dimensiones son:

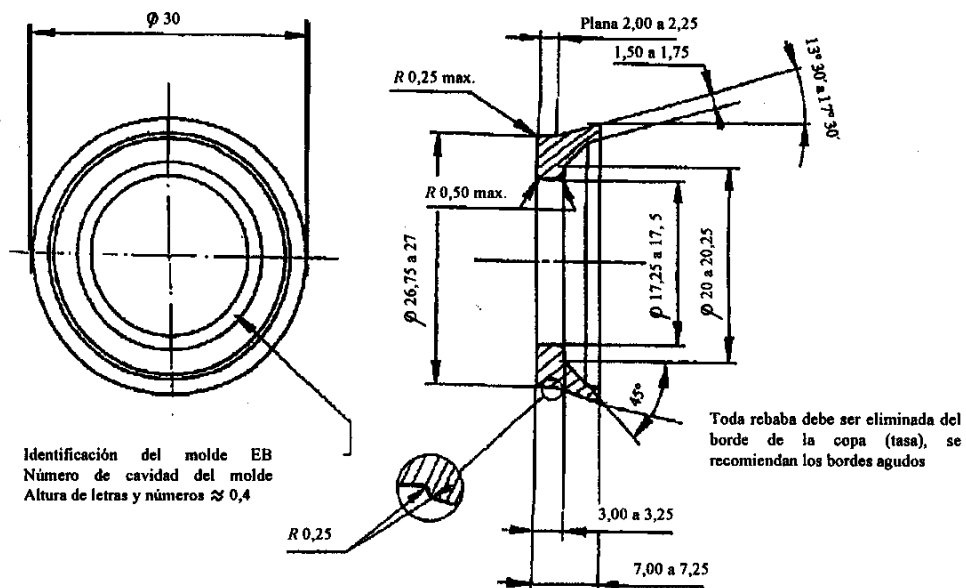
lineal: $\pm 0,25$

angular: $\pm 0,5$

Acabado liso en toda la copa (tasa), debe ser estar libre de sustancias extrañas e imperfecciones de fabricación

Dimensiones en milímetros

Figura 12 - Copa (tasa) de Frenado Principal del Conjunto Cilindro Principal



A no ser que se especifique de otra forma, las tolerancias en las dimensiones son:

lineal: $\pm 0,25$

angular: $\pm 0,5$

Acabado liso en toda la copa (tasa), debe ser estar libre de sustancias extrañas e imperfecciones de fabricación

Dimensiones en milímetros

Figura 13 - Copa (tasa) de Frenado Secundario del Conjunto Cilindro Principal

COVENIN
361:1995

CATEGORIA
E

COMISION VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES
MINISTERIO DE FOMENTO
Av. Andrés Bello Edif. Torre Fondo Común Pisos 11 y 12
Telf. 575. 41. 11 Fax: 574. 13. 12
CARACAS

publicación de:



ICS: 43.040.40

ISBN: 980 -06 -1570-9

RESERVADOS TODOS LOS DERECHOS
Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio.

Descriptores: Liga para frenos, industria automotriz, base no petrolífera.