

### **NOTA IMPORTANTE:**

La entidad sólo puede hacer uso de esta norma para si misma, por lo que este documento NO puede ser reproducido, ni almacenado, ni transmitido, en forma electrónica, fotocopia, grabación o cualquier otra tecnología, fuera de su propio marco.

**ININ/ Oficina Nacional de Normalización**

---

**NORMA CUBANA**

**NC**

ISO 188: 2005  
(Publicada en la ISO, 1998)

---

**ELASTÓMEROS, VULCANIZADOS O TERMOPLÁSTICOS —  
ENSAYOS DE ENVEJECIMIENTO ACELERADO Y  
RESISTENCIA AL CALOR  
(ISO 188:1998, MOD)**

Rubber, vulcanized or thermoplastics—Accelerated and  
heat resistance tests

---

ICS: 83.060

1. Edición      Junio 2005  
REPRODUCCIÓN PROHIBIDA

Oficina Nacional de Normalización Calle E No. 261 Vedado, Ciudad de La Habana.  
Cuba. Teléfono: 830-0835 Fax: (537) 836-8048 Correo electrónico: nc@ncnorma.cu



Cuban National Bureau of Standards

**NC-ISO 188: 2005**

## **Prefacio**

La Oficina Nacional de Normalización (NC), es el Organismo Nacional de Normalización de la República de Cuba que representa al país ante las Organizaciones Internacionales y Regionales de Normalización.

La elaboración de las Normas Cubanas y otros documentos se realiza generalmente a través de los Comités Técnicos de Normalización. Su aprobación es competencia de la Oficina Nacional de Normalización y se basa en las evidencias del consenso.

### **Esta Norma Cubana:**

- Ha sido elaborada a través del NC/CTN 73 Cauchos y Productos del Caucho, integrado por las entidades siguientes:

Ministerio de la Industria Básica  
Oficina Nacional de Normalización  
Ministerio de la industria Ligera  
Consejo de Estado (Cubalse)  
Ministerio de la Agricultura

Ministerio del Comercio Interior  
Ministerio del Interior  
Ministerio del Transporte  
Ministerio del Azúcar  
Ministerio de la Industria Sideromecánica

- Es una adopción con modificación por el método de traducción de la Norma ISO 188:1998 Rubber, vulcanized or thermoplastic – Accelerated ageing and heat resistance tests. La modificación consiste en la posibilidad de también emplear la norma de ensayo NCISO 7619 para la determinación de dureza.

**© NC, 2005**

**Todos los derechos reservados. A menos que se especifique, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada en alguna forma o por medios electrónicos o mecánicos, incluyendo las fotocopias, fotografías y microfilmes, sin el permiso escrito previo de:**

**Oficina Nacional de Normalización (NC)**

**Calle E No. 261, Vedado, Ciudad de La Habana, Habana 4, Cuba.**

**Impreso en Cuba**

## ELASTÓMERO, VULCANIZADO O TERMOPLÁSTICO—ENSAYOS DE ENVEJECIMIENTO ACCELERADO Y RESISTENCIA AL CALOR

### 1 Objeto

Esta Norma Cubana especifica ensayos de envejecimiento acelerado o resistencia al calor en elastómeros vulcanizados o termoplásticos. Los métodos son:

**Método A:** Método de estufa de aire utilizando una estufa tipo celda o una estufa de gabinete con baja velocidad de aire y una ventilación de 3 a 10 cambios por hora;

**Método B:** Método de estufa de aire utilizando una estufa de gabinete con circulación de aire forzada y una ventilación de 3 a 10 cambios por hora; y

**Método C:** método de presión de oxígeno a 2,1 MPa y 70°C.

### 2 Referencias Normativas

Los documentos que se mencionan seguidamente son indispensables para la aplicación de esta Norma Cubana. Para las referencias fechadas, sólo se toma en consideración la edición citada. (Incluyendo todas las enmiendas).

NC 262:2003, Elastómeros, vulcanizados o termoplásticos- Determinación de las propiedades en tracción.

ISO 48:1994, Elastómeros, vulcanizados o termoplásticos- Determinación de la dureza (dureza entre 10 IRHD y 100 IRHD).

NCISO 7619:2004, Elastómeros- Determinación de la dureza de penetración mediante un durómetro de bolsillo (dureza entre 10 IRHD y 100 IRHD).

ISO 471:1995, Elastómeros- Temperaturas, humedades y tiempos para acondicionamiento y ensayo.

ISO 11346:1997, Elastómeros, vulcanizados o termoplásticos- Estimación del tiempo de vida y la temperatura máxima de uso a partir de un ploteo de Arrhenius.

### 3 Principio

Las probetas son sometidas al controlado deterioro por aire a una temperatura elevada y a una presión atmosférica (para 3.1 y 3.2) o a una temperatura elevada y una presión de oxígeno elevada (para 3.3), después de lo cual las propiedades físicas son medidas y comparadas con aquellas de las probetas no envejecidas.

Las propiedades físicas involucradas en la aplicación del servicio deben ser utilizadas para determinar el grado de deterioro pero, en ausencia de cualquier indicación de esas propiedades, se recomienda que la resistencia a la tracción, el esfuerzo a un alargamiento intermedio, el alargamiento a rotura (de acuerdo con NC 262) y la dureza (de acuerdo con ISO 48) sean medidos.

**NOTA:** Para la determinación de la dureza puede también utilizarse la norma NC-ISO 7619, aunque con resultados menos precisos que con la norma ISO 48 antes especificada.

### **3.1 Envejecimiento acelerado por calentamiento en aire**

En este método la concentración de oxígeno es baja y, si la oxidación es rápida, el oxígeno puede no difundirse en el elastómero lo suficientemente rápido para mantener la oxidación uniforme. Este método de envejecimiento es por tanto propenso a dar resultados engañosos con elastómeros pobremente envejecidos cuando el espesor normal especificado en la norma es apropiado al método de ensayo usado.

### **3.2 Ensayo de resistencia al calor**

En este método, las probetas son sujetas a la misma temperatura que experimentan en servicio y, después de períodos definidos, las propiedades apropiadas son medidas y comparadas con aquellas del elastómero no envejecidas.

### **3.3 Envejecimiento acelerado por calentamiento en oxígeno**

En este método, la elevada concentración de oxígeno promueve la rápida difusión y así ayuda a asegurar la oxidación uniforme. Por otro lado, la promoción artificial de la oxidación puede acentuar los cambios oxidativos vinculados a aquellos causados por la post-vulcanización, Ej. la reversión, de manera que el efecto total puede no parecerse al del envejecimiento natural.

## **4 Aparatos**

### **4.1 Estufa de aire (para 3.1 y 3.2)**

Para alcanzar una buena precisión durante los ensayos de envejecimiento y resistencia al calor, es muy importante mantener la temperatura uniforme y estable durante la prueba y verificar que la estufa usada esta dentro de los límites de temperatura con respecto al tiempo y el espacio. Incrementando la velocidad del aire en la estufa mejora la homogeneidad de la temperatura.

Sin embargo, la circulación de aire en la estufa y la ventilación influyen en los resultados de envejecimiento. Con una baja velocidad de aire pueden tener lugar la acumulación de los productos de la degradación y de los ingredientes evaporados, también como la disminución de oxígeno. Una alta velocidad del aire aumenta la velocidad de deterioro, debido a la elevada oxidación y volatilización de los plastificantes y antioxidantes.

La estufa será de tal dimensión que el volumen total de las probetas no exceda el 10% del espacio libre en la estufa. Se realizaran las disposiciones para colgar las probetas de manera que se encuentren separadas unas de otras al menos 10 mm y, en las estufas de gabinete y estufas con circulación de aire forzada, al menos 50 mm de las paredes laterales de la estufa.

La temperatura de la estufa será controlada de manera que la temperatura de la probetas se mantenga dentro de la tolerancia especificada para la temperatura de envejecimiento especificada (véase 7) para el período total de envejecimiento. Un sensor de temperatura se colocará dentro de la cámara de calentamiento para registrar la temperatura de envejecimiento real

Ni cobre ni aleaciones de cobre se usaran en al construcción de la cámara de calentamiento.

Para las estufas especificadas en 4.1.1 y 4.1.2 se realizarán las disposiciones para un flujo de aire lento a través de la estufa y no menos de tres o más de diez cambios de aire por hora. La velocidad del aire dependerá de la velocidad del cambio de aire solamente, y no se permitirán ventiladores dentro de la cámara de calentamiento.

Se tomará cuidado para asegurar que el aire de entrada se caliente dentro de  $\pm 1^\circ\text{C}$  la temperatura de la estufa antes de entrar en contacto con las probetas.

La ventilación (o la velocidad del cambio de aire) puede ser determinada midiendo el volumen de la cámara de la estufa y el flujo de aire a través de la cámara.

**4.1.1 Estufa tipo celda**, consiste de una o más celdas cilíndricas verticales con una altura mínima de 300 mm. Las celdas estarán rodeadas por un medio de transferencia de calor bien controlado por termostato (bloque de aluminio, baño líquido o vapor saturado). El aire que atraviesa una celda no entrará en otras celdas.

**4.1.2 Estufa de gabinete**, consta de una cámara simple sin paredes separadoras.

**4.1.3 Estufa con circulación de aire forzada**, con una velocidad de aire de 0,5 m/s a 1,5 m/s. El flujo de aire a través de la cámara de calentamiento será tan uniforme y laminar como sea posible. Las probetas serán colocadas con la superficie más pequeña encarando la dirección del flujo de aire para evitar el disturbio del flujo de aire.

El aire será renovado a una velocidad de no menos de tres y no más de diez cambios por hora.

La velocidad del aire cerca de las probetas puede ser medida por medio de un anemómetro.

## **4.2 Aparato para calentamiento en oxígeno** (para 3.3)

**4.2.1 Cámara de presión de oxígeno**, consiste de un recipiente, hecho de acero inoxidable u otro material apropiado, diseñado para contener una atmósfera de oxígeno bajo presión, con facilidades para colocar probetas de goma dentro de esta y someterlas a una temperatura controlada uniforme. El tamaño del recipiente es opcional, pero será tal que el volumen total de las probetas no exceda el 10% del espacio libre en el recipiente.

Ni partes de cobre o aleaciones de cobre existirán dentro de la cámara de presión o en la construcción de la tubería que conduce el oxígeno desde el tanque suministrador hasta la cámara de presión.

**4.2.2 Termostato**, para controlar la temperatura del medio de calentamiento que circunda el recipiente a presión de manera que la temperatura de las probetas en la cámara de presión se mantenga a  $70^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ .

**4.2.3 Termopar**, u otro instrumento apropiado, situado cerca del centro de las probetas para registrar la temperatura real de envejecimiento.

**4.2.4 Válvula de seguridad**, regulada a una presión de 3,5 MPa.

**Manómetro.**

## 5 Probetas

Se recomienda que el ensayo de resistencia al calor y de envejecimiento acelerado se realice en probetas preparadas y acondicionadas como se estipula por las pruebas de propiedad apropiadas, y no en productos completos o placas de muestra, y que sus formas sean tales que no se requieran tratamientos de calor o químicos, ni mecánicos después del envejecimiento.

Solamente probetas de dimensiones similares y que tengan aproximadamente las mismas áreas de exposición serán comparadas entre sí. El número de probetas estará en concordancia con la norma para los adecuados ensayos de propiedad. Las propiedades se medirán antes del calentamiento pero, cuando sea posible, el marcado se realizará después del calentamiento ya que algunas tintas de marcado pueden afectar el envejecimiento del elastómero.

Debe asegurarse que el marcado usado para identificar las probetas no se aplique en ninguna área crítica de la probeta y que no provoque daños en la probeta o desaparezca durante el calentamiento. Debe también asegurarse que las probetas tengan un buen acabado final y estén libres de daños y otros defectos.

Evite el calentamiento simultáneo de diferentes tipos de compuestos en la misma estufa, para prevenir la migración del azufre, antioxidante, peróxidos y plastificantes. Para este propósito, el uso de celdas individuales es altamente recomendado. Sin embargo, con el fin de proveer alguna guía para casos donde no es practicable suministrar equipos con celdas individuales, se recomienda que solamente los siguientes tipos de materiales se calienten juntos:

- a) Polímeros del mismo tipo general;
- b) Vulcanizados que contengan el mismo tipo de acelerante y aproximadamente la misma relación azufre/acelerante;
- c) Elastómeros que contengan el mismo tipo de antioxidante;
- d) Elastómeros que contengan el mismo tipo y cantidad de plastificante.

## 6 El intervalo de tiempo entre la vulcanización y el ensayo.

Se observarán los requerimientos de la ISO 471.

## 7 Condiciones de envejecimiento (duración, temperatura y presión)

### 7.1 Generales

El período requerido para obtener un grado dado de deterioro de las probetas dependerá del tipo de elastómero bajo examen.

El período de envejecimiento empleado será tal que el deterioro de las probetas no será tan grande que impida la determinación de los valores finales de las propiedades físicas.

El uso de altas temperaturas de envejecimiento puede resultar en mecanismos de degradación diferentes a aquellos que ocurren a las temperaturas de servicio, invalidando así los resultados.

## 7.2 Envejecimiento acelerado

La duración y la temperatura del envejecimiento serán seleccionados de acuerdo con ISO 471 (incluyendo las tolerancias), como esta establecido en la especificación del producto o como acordaron entre las partes interesadas. El envejecimiento será realizado a presión atmosférica.

## 7.3 Ensayo de resistencia al calor

La duración y la temperatura del ensayo se elegirán de acuerdo con ISO 471 (incluyendo las tolerancias), como esta establecido en la especificación del producto o como acordaron entre las partes interesadas. La temperatura será representativa de la temperatura del servicio y el calentamiento se realizará a presión atmosférica.

## 7.4 Envejecimiento acelerado en oxígeno

La duración del envejecimiento será seleccionada de acuerdo con ISO 471 (incluyendo las tolerancias). Las probetas serán envejecidas a una temperatura de 70°C y a una presión de oxígeno de 2,1 MPa  $\pm$ 0,1 MPa. Pueden ser utilizadas otras condiciones de envejecimiento como establece la especificación del producto o como acordaron entre las partes interesadas.

## 8 Procedimiento

### 8.1 Ensayo de resistencia al calor y envejecimiento acelerado en aire

Caliente la estufa a la temperatura de operación y coloque las probetas dentro de esta. Cuando se utilice una estufa tipo celda, solamente un elastómero o compuesto se colocará en cada celda. Las probetas estarán estáticas, libres de tensión, expuestas libremente al aire por todos lados y no expuestas a la luz.

Cuando se complete el período de calentamiento, saque las probetas de la estufa y acondiciónelas por no menos de 16 h y no mas de 6 días, libre de tensión en la atmósfera dada en el apropiado método de ensayo para la propiedad particular bajo estudio.

### 8.2 Envejecimiento acelerado en oxígeno

Caliente la cámara de presión a la temperatura de operación y suspenda las probetas dentro de esta. Antes de comenzar el envejecimiento extraiga el aire de la cámara presurizando con oxígeno y liberando la presión varias veces. Las probetas estarán estáticas, libres de tensión, expuestas libremente al oxígeno por todos lados.

Pase el oxígeno a la cámara de presión para dar una presión de 2,1 MPa  $\pm$ 0,1 MPa a 70°C  $\pm$  1°C; la exposición será continua por el tiempo especificado, sin alguna reducción de la presión o abertura de la cámara.

Cuando se complete el período de calentamiento, libere la presión lenta y uniformemente en la cámara de presión por un período de al menos 5 min. Saque las probetas de la cámara y acondiciónelas por no menos de 16 h y no mas de 6 días, libre de tensión en la atmósfera dada en el apropiado método de ensayo para la propiedad particular bajo estudio.

**PRECAUCION-** Adecuadas precauciones de seguridad son importantes cuando se calientan materiales orgánicos oxidables en oxígeno bajo presión, ya que la velocidad de oxidación puede, en algunos casos, tornarse muy rápida, particularmente si una gran área superficial del material es expuesta.

## 9 Expresión de los resultados

Los resultados serán expresados de acuerdo con la norma de ensayos para la propiedad adecuada.

Los resultados del ensayo para ambos, las probetas no envejecidas y envejecidas se reportarán juntos, tan bien como, cuando sea apropiado, el porcentaje de cambio en el valor de la propiedad medida, calculada por la fórmula:

$$\frac{X_a - X_0}{X_0} \cdot 100$$

donde:

$x_0$  es el valor de la propiedad antes del envejecimiento;

$x_a$  es el valor de la propiedad después del envejecimiento.

Expresé los cambios en dureza como la diferencia  $X_a - X_0$

## 10 Precisión

### 10.1 Generales

El programa de pruebas interlaboratorio (**PPI**) y los cálculos de precisión para expresar la repetibilidad y la reproducibilidad fueron llevados a cabo de acuerdo con ISO/TR 9272:1986, Elastómeros y productos de elastómeros- Determinación de la precisión para normas de métodos de ensayo. Consulte esto para nomenclatura y conceptos de precisión. El Anexo A da una guía del uso de los resultados de la repetibilidad y reproducibilidad.

### 10.2 Detalles de la precisión

**10.2.1** El PPI fue organizado en 1996 y los resultados analizados en 1997. Las probetas preparadas fueron enviadas a todos los laboratorios participantes utilizando cuatro compuestos (de tipo NR, NBR, EPDM y AEM). El envejecimiento se realizó por el método A y el método B.

El tiempo de envejecimiento fue de 148 h para todos los compuestos, a 70°C para los materiales de NR, 100°C para materiales de NBR, 125°C para materiales de EPDM y 150°C para materiales de AEM.

**10.2.2** Un total de 16 laboratorios participaron en este PPI. Once de los laboratorios realizaron el envejecimiento por el método A y diez laboratorios por el método B. Cinco de los laboratorios

usaron ambos métodos A y B. En algunas de las pruebas llevadas a cabo después del envejecimiento, se perdieron valores de la data compilada y para esas pruebas se involucraron menos del número de esos laboratorios. El número real de cada prueba se lista en las tablas de precisión.

**10.2.3** La dureza fue medida acorde con ISO 48, método M, sobre capas de tres halterios antes y después del envejecimiento. Las tres propiedades de resistencia a la tracción fueron medidas acorde con NC 262 en cinco probetas antes y después del envejecimiento. Fueron empleadas probetas tipo 1 y tipo 2.

**10.2.4** Los parámetros de rendimiento para la dureza fue tomada como la diferencia en los valores de IRHD antes y después del envejecimiento. Los parámetros de rendimiento para las tres propiedades de fortaleza a la tensión fueron tomadas como el cambio en porcentaje en cada propiedad durante el envejecimiento.

**10.2.5** La precisión en este PPI es de tipo 1, o sea, probetas completamente preparadas fueron suministradas a todos los laboratorios. La precisión es también de período de tiempo intermedio o término intermedio, con un tiempo de 2 a 3 semanas entre las dos determinaciones de réplicas. Esto es en distinción a lo más usual de réplicas del día 1 al día 2 con unos pocos días entre las determinaciones.

Los símbolos utilizados en las tablas se definen como sigue:

r - repetibilidad (en unidades de medición);

( r )- repetibilidad (en por ciento del promedio);

R- reproducibilidad (en unidades de medición);

( R )- reproducibilidad (en por ciento del promedio);

( r ) y ( R ) han sido solamente calculados para todos los materiales juntos.

### **10.3 Resultados de la precisión**

**10.3.1** Los resultados de la precisión son dados de la tabla 1 a la tabla 4 para el método A (baja velocidad del aire) y en las tablas 5 a la 8 para el método B (alta velocidad del aire). En estas tablas, no se dan valores de la precisión relativa ( r ) y ( R ) para los materiales individuales porque muchos de los valores promedios de los parámetros de rendimiento son cercanos a cero y esto da valores muy grandes de ( r ) y ( R ) que tienen poco significado. Las tablas dan un valor promedio (similar pero no igual a un valor agrupado) para los cuatro materiales de conjunto. Estas medias totales son útiles en la comparación de la precisión relativa de los cuatro tipos de prueba desarrollados. La precisión relativa para estas medias totales facilita la comparación de los dos métodos (A y B).

**10.3.2** Revisando las tablas, se observa que hay solamente una pequeña diferencia entre la repetibilidad r y la reproducibilidad R, y en varios casos las dos son iguales. Este fenómeno ha sido observado en ensayos de precisión anteriores de envejecimiento ISO 188. esto demuestra que un componente muy grande de la variación observada en este tipo de ensayo no es debido a diferencia entre laboratorios, sino que es debido a alguna fuente de variación inherente que es tan

probable que ocurra en base a “dentro” de un laboratorio como “entre” laboratorios. Esta fuente desconocida se vincula con el proceso de envejecimiento.

**Tabla 1 — Precisión del envejecimiento determinado a partir del cambio en Dureza (IRHD)  
(Método A: baja velocidad del aire)**

Material	Cambio promedio	Dentro del Laboratorio		Entre Laboratorios		Número de Laboratorios
		%	r	(r)	R	
<b>NR</b>	3,1	3,10		3,63		11
<b>NBR</b>	4,4	2,08		3,68		11
<b>EPDM</b>	22,0	5,50		10,30		11
<b>AEM</b>	3,9	6,78		7,78		11
<b>Promedio</b>	8,3	4,4		6,3		
<b>Precisión relativa</b>			53		76	

**Tabla 2 — Precisión del envejecimiento determinado a partir del cambio en la resistencia a la tracción (Método A: baja velocidad del aire)**

Material	Cambio promedio	Dentro del Laboratorio		Entre Laboratorios		Número de Laboratorios
		%	r	(r)	R	
<b>NR</b>	-8,7	8,43		9,34		11
<b>NBR</b>	6,6	9,26		11,83		11
<b>EPDM</b>	4,1	8,24		14,92		11
<b>AEM</b>	-9,3	8,13		10,71		11
<b>Promedio</b>	-1,8	8,5		11,7		
<b>Precisión relativa</b>			472		650	

**Tabla 3 — Precisión del envejecimiento determinado a partir del cambio en el esfuerzo al 100% de alargamiento (Método A: baja velocidad del aire)**

Material	Cambio promedio	Dentro del Laboratorio		Entre Laboratorios		Número de Laboratorios
	%	r	(r)	R	(R)	
<b>NR</b>	25,2		13,4	16,0		10
<b>NBR</b>	38,4		26,8	26,8		10
<b>EPDM</b>	247,1		78,9	135,3		10
<b>AEM</b>	0,4		15,4	22,7		10
<b>Promedio</b>	77,7		33,6	50,2		
<b>Precisión relativa</b>		43			65	

**Tabla 4 — Precisión del envejecimiento determinado a partir del cambio en % del alargamiento a rotura (Método A: baja velocidad del aire)**

Material	Cambio promedio	Dentro del Laboratorio		Entre Laboratorios		Número de Laboratorios
	%	r	(r)	R	(R)	
<b>NR</b>	-13,3	10,36		10,36		10
<b>NBR</b>	-17,7	14,00		14,00		10
<b>EPDM</b>	-66,5	4,85		7,44		10
<b>AEM</b>	0,8	7,72		17,12		10
<b>Promedio</b>	-24,2	9,2		12,2		
<b>Precisión relativa</b>			38		50	

**Tabla 5 — Precisión del envejecimiento a partir del cambio en Dureza (IRHD) (Método B: alta velocidad del aire)**

Material	Cambio promedio	Dentro del Laboratorio		Entre Laboratorios		Número de Laboratorios
	%	r	(r)	R	(R)	
<b>NR</b>	4,1	5,14		5,14		10
<b>NBR</b>	8,7	3,20		5,29		10
<b>EPDM</b>	35,9	3,89		9,67		10
<b>AEM</b>	8,0	5,04		8,00		10
<b>Promedio</b>	14,2	4,3		7,0		
<b>Precisión relativa</b>			30		49	

**Tabla 6 — Precisión del envejecimiento determinado a partir del cambio en la resistencia a la tracción (Método B: alta velocidad del aire)**

Material	Cambio promedio	Dentro del Laboratorio		Entre Laboratorios		Número de Laboratorios
		r	(r)	R	(R)	
	%					
<b>NR</b>	-8,5	7,07		9,23		10
<b>NBR</b>	12,3	12,88		12,88		10
<b>EPDM</b>	7,9	11,88		11,88		10
<b>AEM</b>	-14,4	8,93		10,73		10
<b>Promedio</b>	1,8	10,2		11,2		
<b>Precisión relativa</b>			567		622	

**Tabla 7 — Precisión del envejecimiento determinado a partir del cambio en el esfuerzo al 100% de alargamiento (Método B: alta velocidad del aire)**

Material	Cambio promedio	Dentro del Laboratorio		Entre Laboratorios		Número de Laboratorios
		r	(r)	R	(R)	
	%					
<b>NR</b>	24,3	10,3		14,0		10
<b>NBR</b>	54,4	25,0		26,7		10
<b>EPDM</b>	3921	62,5		194,0		10
<b>AEM</b>	19,3	12,0		14,1		10
<b>Promedio</b>	122,5	27,4		62,2		
<b>Precisión relativa</b>			22		51	

**Tabla 8 — Precisión del envejecimiento determinado a partir del cambio en % de alargamiento a rotura (Método B: alta velocidad del aire)**

Material	Cambio promedio	Dentro del Laboratorio		Entre Laboratorios		Número de Laboratorios
		r	(r)	R	(R)	
	%					
<b>NR</b>	-14,8	6,86		9,65		10
<b>NBR</b>	-19,3	9,41		13,14		10
<b>EPDM</b>	-73,0	5,76		8,89		10
<b>AEM</b>	-3,3	9,39		11,80		10
<b>Promedio</b>	-27,6	7,9		10,9		
<b>Precisión relativa</b>			29		39	

## 11 Informe del ensayo

El informe del ensayo debe contener la información siguiente:

- a) Referencia a esta norma
- b) Detalles de la muestra:
  - 1) Descripción completa de la muestra y su origen,
  - 2) Detalles del compuesto y su condición de cura, si se conoce,
  - 3) El intervalo de tiempo entre la vulcanización y el ensayo,
  - 4) El método empleado para preparar las probetas (ej., moldeo, corte de la muestra) y la localización de las probetas en la muestra,
- c) Detalles del envejecimiento:
  - 1) El método y el tipo de estufa utilizado,
  - 2) Si se realizó un ensayo de envejecimiento acelerado o de resistencia al calor,
  - 3) Las propiedades determinadas y el tipo de probeta usada,
  - 4) La temperatura y duración del envejecimiento,
  - 5) Cualquiera condición y operación de ensayo no especificada en esta norma o considerada como opcional, tan bien como cualquier incidente que pueda haber afectado los resultados;
- d) Los resultados del ensayo:
  - 1) El número de probetas usadas,
  - 2) Los valores individuales antes y después del envejecimiento, expresados de acuerdo con la norma para los ensayos de propiedad apropiados,
  - 3) Los cambios en los valores de las propiedad, expresados como un porcentaje o, para la dureza, como la diferencia entre los valores;
- e) Fecha del ensayo.

**Anexo A**  
(informativo)

**Guía para el uso de los resultados de precisión**

**A.1** El procedimiento general para el uso de los resultados de precisión es como sigue, con el símbolo  $|x_1 - x_2|$  designando una diferencia positiva en cualquiera de los dos valores de medición (sin considerar el signo).

**A.2** Entre a la tabla de precisión apropiada (para cualquier parámetro de prueba que sea considerado) a un valor promedio (del parámetro medido) más cercano al promedio de la data de "prueba" bajo consideración. Esta línea aportará el aplicable valor de  $r$ , ( $r$ ),  $R$  o ( $R$ ) para usar en el proceso de decisión.

**A.3** Con estos valores de  $r$  y ( $r$ ), las siguientes declaraciones generales de repetibilidad pueden ser usadas para tomar decisiones.

**A.3.1** Para una diferencia absoluta: La diferencia  $|x_1 - x_2|$  entre dos (valores) promedios de prueba, hallados en muestras de material nominalmente idénticos bajo operación correcta y normal del procedimiento de ensayo, excederá la repetibilidad tabulada  $r$  como promedio no más de una vez en 20 casos.

**A.3.2** Para una diferencia en porcentaje entre dos (valores) promedios de prueba: La diferencia en porcentaje

$$\left[ \frac{|x_1 - x_2|}{(x_1 + x_2)/2} \right] \times 100$$

entre los dos valores de prueba, hallados en muestras de material nominalmente idénticos bajo operación correcta y normal del procedimiento de ensayo, excederá la repetibilidad tabulada  $r$  como promedio no más de una vez en 20 casos.

**A.4** Con estos valores de  $R$  y ( $R$ ), las siguientes declaraciones generales de reproducibilidad pueden ser usadas para tomar decisiones.

**A.4.1** Para una diferencia absoluta: La diferencia  $|x_1 - x_2|$  entre dos (valores) promedios de prueba medidos independientemente, hallados en dos laboratorios usando procedimientos correctos y normales en muestras de material nominalmente idénticos, excederá la reproducibilidad tabulada  $R$  como promedio no más de una vez en 20 casos.

**A.4.2** Para una diferencia en porcentaje entre dos (valores) promedios de prueba: La diferencia en porcentaje

$$\left[ \frac{|x_1 - x_2|}{(x_1 + x_2)/2} \right] \times 100$$

Entre dos (valores) promedios de prueba medidos independientemente, hallados en dos laboratorios usando procedimientos correctos y normales en muestras de material nominalmente idénticos, excederá la reproducibilidad tabulada ( $R$ ) como promedio no más de una vez en 20 casos.