

**NORMA
VENEZOLANA**

**COVENIN
3099:1994**

**ACEITES LUBRICANTES.
DETERMINACIÓN DE LAS
CARACTERÍSTICAS
ANTIDESGASTE. MÉTODO
DE CUATRO BOLAS.**

PRÓLOGO

La Comisión Venezolana de Normas Técnicas (COVENIN) es el organismo encargado de programar, desarrollar y emitir las Normas Venezolanas de Normalización y Calidad en el país. Para llevar a cabo esta labor, la COVENIN constituye Comités y Subcomités Técnicos de Normalización. Este particular comité participó en la elaboración de esta Norma Venezolana en relación con un acuerdo suscrito con el sector privado.

La presente norma fue elaborada bajo los auspicios de la Comisión Venezolana de Normas Técnicas (COVENIN) y sus miembros, por el Técnico de Normalización (T4) Petróleo, Gas y sus Derivados, por el Subcomité Técnico SC3: Métodos de ensayo, a través del convenio de cooperación suscrito entre Petróleos de Venezuela, S.A. y FONDOPETROL, S.A. en el número 158 de fecha 19-08-94.

En la elaboración de esta norma participaron los siguientes miembros: CORPOVENSA, INDUSTRIA VENOLCA, PETROLIO S.A., LAGOVEN, S.A., MARAVEN S.A., MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS, PETROLIO DE VENEZUELA, S.A.

Esta norma coincide con la norma ISO 5656:1992.



PRÓLOGO

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 fue elaborada bajo los lineamientos del Comité Técnico de Normalización CT4: **Petróleo, Gas y sus Derivados**, por el Subcomité Técnico SC5: **Métodos de ensayo**, a través del convenio de cooperación suscrito entre **Petróleos de Venezuela, S.A** y **FONDONORMA**, siendo aprobada por la COVENIN en su reunión No 128 de fecha 10-08-94.

En la elaboración de esta norma participaron las siguientes entidades: **CORPOVEN, S.A**, **INDUSTRIA VENOCO**, **INTEVEP, S.A.**, **LAGOVEN, S.A.**, **MARAVEN, S.A.**, **MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS**, **PETRÓLEOS DE VENEZUELA, S.A.**

Esta norma coincide en todas sus partes con la norma PDVSA 5145



**DETERMINACION DE LAS CARACTERISTICAS
ANTIDESGASTE .
METODO DE CUATRO BOLAS.**

1 NORMAS COVENIN A CONSULTAR

COVENIN 2431-92 Grasas lubricantes. Determinación de las características de antidesgaste. Método de cuatro bolas.

2 OBJETO Y CAMPO DE APLICACION

2.1. Esta Norma Venezolana establece el procedimiento para la evaluación de las propiedades antidesgaste de lubricantes por medio del método de las cuatro bolas. Para la evaluación de grasas lubricantes el método utilizado se describe en la Norma Venezolana COVENIN 2431.

2.2. Esta norma puede involucrar el uso de materiales, operaciones y equipos peligrosos, por lo que la misma no pretende abarcar todos los problemas de seguridad asociados a su uso. Es responsabilidad del usuario de este método establecer prácticas adecuadas de seguridad y salud, así como determinar antes de su uso la aplicabilidad de las limitaciones regulatorias pertinentes.

2.3. Este método puede ser utilizado para determinar las propiedades antidesgaste de los fluidos lubricantes bajo las condiciones de ensayo prescritas en el mismo. El usuario de este método deberá determinar a su propio juicio si los resultados de este procedimiento se correlacionan con el desempeño en campo u otros equipos de banco.

3 RESUMEN DEL METODO

Se colocan tres bolas de acero juntas en la copa de prueba y se recubren con el lubricante a ensayar. Una cuarta bola, llamada bola superior, se presiona con una fuerza entre 15 kgf a 40 kgf (147 N a 392 N), dentro de la cavidad formada por las tres bolas haciendo contacto en tres puntos (véase fig. 1). Se regula la temperatura del lubricante de ensayo a 75°C y luego se hace girar la bola superior a 1200 rpm por 60 min. Se comparan los lubricantes, usando el tamaño promedio de los diámetros de las huellas producto del desgaste, en las tres bolas.

NOTA 1. Debido a las diferencias en la construcción de los diversos equipos en los cuales se puede realizar el método de cuatro bolas, se deben consultar las instrucciones del fabricante para el adecuado montaje y operación de los mismos.

NOTA 2. Aunque se puede llevar a cabo el ensayo bajo otros parámetros, la precisión indicada en el punto 9 puede cambiar. Los fluidos acuosos no fueron incluidos en las pruebas realizadas para establecer los límites de precisión.

4 EQUIPOS

4.1 EQUIPO CUATRO BOLAS (Véanse figs. 2 y 3)

NOTA 3. Es importante distinguir entre el equipo cuatro bolas E.P. y cuatro bolas desgaste. El equipo de cuatro bolas E.P. está diseñado para evaluaciones con elevadas cargas, por lo que carece de la sensibilidad necesaria para ensayos de desgaste.

4.2 MICROSCOPIO. Con capacidad para medir los diámetros marcados (huellas) a las tres bolas estacionarias con una precisión de 0,01 mm. Resulta más efectivo medir las huellas sin quitar las tres bolas del sujetador.

5 REACTIVOS Y MATERIALES

5.1 LIQUIDOS LIMPIADORES. Para la limpieza de las bolas y el equipo los disolventes deben ser: no tóxicos, capaces de remover las capas anticorrosivas de la cubierta de las bolas, eliminar los residuos de aceite entre un ensayo y el siguiente y no contribuir al desgaste o antidesgaste del lubricante de ensayo. Cuando los fluidos sean inflamables se deben tomar las precauciones adecuadas. En las pruebas para determinar la repetibilidad y reproducibilidad no se especifican instrucciones a seguir para la limpieza de las bolas y las partes del equipo. Los operadores informan sobre el uso de diversos disolventes con y sin baño sónico limpiador.

5.2 BOLAS. De aleación cromo-acero, con diámetro de 12,7 mm, grado 25 de extrapulido. Las bolas de prueba deben cumplir con lo establecido en lo descrito en la especificación correspondiente a la bibliografía N° 2 y N° 3 de esta norma.

NOTA 4. Para establecer la precisión del ensayo se utilizaron bolas que satisficían la descripción del punto 5.2. Las bolas son suplidas por el fabricante del equipo o por algunos fabricantes de bolas. Algunos operadores prefieren verificar una caja nueva de bolas, ensayando con un aceite de resultado conocido.

6 PROCEDIMIENTO

6.1 CONDICIONES DEL ENSAYO.

Las condiciones de ensayo usadas para el desarrollo de la precisión como se presentan en el punto 9 son:

	A	B
Temperatura	75°C ± 2°C	75°C ± 2°C
Velocidad Relativa	1200 rpm ± 60 rpm	1200 rpm ± 60 rpm
Duración	(60 ± 1) min	(60 ± 1) min
Carga	(147 ± 2) N (15 ± 0,2) kgf	(392 ± 2) N (40 ± 0,2) kgf

NOTA 5. Estas condiciones pueden variar según los requisitos exigidos en algunas especificaciones que requieren este ensayo, como parámetros antidesgaste.

6.2 PREPARACION DEL EQUIPO.

6.2.1 Se fija el propulsor del equipo para obtener una velocidad de eje de 1200 rpm y con el regulador de temperatura se fija la misma para producir una temperatura del aceite de 75°C ± 2°C.

6.2.2 Cuando se utiliza el dispositivo automático de tiempo para determinar la duración, este debe ser chequeado por el requerido de ± 1 min de apreciación en el lapso de 60 min.

6.2.3 El mecanismo de carga debe estar balanceado en posición de lectura cero con todas las partes y el aceite de ensayo en su lugar. Para demostrar la precisión apropiada se debe poder detectar un desbalance por adición o substracción de 0,2 kgf (19,6 N). La determinación de la precisión de carga de 15 kgf a 40 kgf (147 N y 392 N) es difícil y generalmente está limitada a la cuidadosa medición de radios de brazos de palancas y pesos o de diámetros de pistones y calibraciones de manómetros.

6.3 TECNICA DE ENSAYO.

6.3.1 Se limpian bien las cuatro bolas, la parte que sujeta la bola superior y la copa para el aceite, utilizando disolvente, tomando en cuenta las precauciones indicadas en 5.1. Finalmente se pueden secar las partes con un toallín nuevo de uso industrial (que no haya sido utilizado), y libre de pelusa. Después del limpiado, todas las partes deben ser manipuladas utilizando un toallín nuevo. No debe haber ningún rastro de disolvente cuando se ensamble el equipo y se introduzca el aceite.

6.3.2 Se ajusta una de las bolas limpias en el eje del equipo.

6.3.3 Se montan las tres bolas limpias en la copa para el aceite de ensayo y se aprieta manualmente utilizando la llave suministrada por el fabricante del equipo, la presión que se necesita para apretar es de aproximadamente 2,8 N.m a 5,6 N.m (25 lb.pulg. a 50 lb.pulg.).

6.3.4 Se vierte el aceite en la copa hasta un nivel de por lo menos 3 mm por encima de la parte superior de las bolas. Se asegura que este nivel se mantenga después de que el aceite de ensayo llene todos los vacíos en el ensamble de la copa.

NOTA 6. En las pruebas para establecer este método no se determinó el efecto del nivel de aceite en la copa de prueba, sobre el desgaste generado en este ensayo.

6.3.5 Se instalan la copa y las tres bolas en el equipo evitando una carga de impacto mediante la aplicación lenta de la carga de ensayo de 15 kgf a 40 kgf (147 N a 392 N).

6.3.6 Se encienden los calentadores y se ajustan los controles para obtener una temperatura de $75^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. El voltaje de los calentadores sobre los controladores debe ser capaz de proporcionar una temperatura estabilizada dentro de los límites prescritos.

6.3.7 Cuando se alcanza la temperatura de ensayo, se enciende el motor de propulsión que fue fijado previamente para impulsar a la bola superior a (1200 ± 60) rpm. Los equipos con encendido automático que usan un controlador proporcional se encienden por debajo de la temperatura establecida. Se debe ajustar la banda proporcional suficientemente estrecha para limitar la condición de "por debajo de la temperatura" en el nivel de encendido, aproximadamente 2°C .

6.3.8 Después que el motor de propulsión haya estado encendido por (60 ± 1) min, se apagan los calentadores y el motor. Se remueve el ensamble de la copa para el aceite de ensayo y las tres bolas.

6.3.9 Se miden las huellas (marcas) de desgaste sobre las bolas inferiores con una apreciación de $\pm 0,01$ mm utilizando una de las siguientes alternativas:

6.3.9.1 Alternativa A: Se drena el aceite del ensamble de las tres bolas y se limpia el área marcada con un toallín. Se dejan las tres bolas sujetadas y se monta el ensamble sobre una base especial del microscopio (diseñada para este propósito). Se hacen dos mediciones sobre cada una de las huellas (marcas) desgastadas. Se toma una medida de la marca a lo largo de una línea radial a partir del centro del sujetador. Se toma la segunda medición a lo largo de una línea a 90° de la primera medición. Se indica el promedio aritmético de seis mediciones como diámetro de la cicatriz en mm.

6.3.9.2 Alternativa B: Se retiran las tres bolas inferiores de su posición fija. Se limpia el área marcada con un toallín. Se realizan dos mediciones de cada una de las tres bolas marcadas. Se hacen dos mediciones a 90° de cada una de ellas. Si alguna de las huellas (marcas) es elíptica, se realiza una medición con las estríaduras y la otra a través de las

estriaduras. Se debe asegurar que la línea de visión sea perpendicular a la superficie medida. Como en la alternativa A, se promedian las seis mediciones y se indica como el diámetro de la cicatriz en mm.

6.3.10 Si el promedio de dos mediciones en una bola varía por más de 0,04 mm del promedio de las seis mediciones, se debe verificar la alineación de las tres bolas inferiores con la bola superior.

7 EXPRESION DE LOS RESULTADOS

El desgaste producido por el lubricante ensayado se expresa por intermedio del tamaño de la huella producida sobre las bolas en mm.

8 INFORME

El informe debe contener como mínimo la siguiente información:

8.1. Fecha de realización del ensayo.

8.2 Nombre del analista.

8.3 Realizado de acuerdo con la Norma Venezolana COVENIN 3099.

8.4 Identificación de la muestra.

8.5 Condiciones del ensayo:

8.5.1 Velocidad (rpm).

8.5.2 Duración (min).

8.5.3 Carga (kgf).

8.5.4 Temperatura (°C).

8.6 Resultados parciales y/o finales.

8.6.1 Huella en mm.

9 PRECISION

NOTA 5. Los datos de precisión se derivan de ensayos cooperativos de 13 laboratorios en 5 aceites bajo las condiciones descritas en el punto 6.1. La descripción de los aceites y el promedio de las huellas (marcas) del desgaste obtenido de cada una de las dos condiciones de ensayo en cada aceite se muestran en la tabla 1.

La precisión de este método es determinada por evaluaciones estadísticas interlaboratorios cuyos resultados son:

9.1 REPETIBILIDAD. La diferencia entre resultados sucesivos obtenidos por el mismo operador con el mismo equipo bajo condiciones de operación constantes con idéntico material a ensayar, en la normal y correcta operación del método, excede el siguiente valor sólo en un caso de veinte:

Repetibilidad: 0,12 mm de diferencia del diámetro de la huella.

9.2 REPRODUCIBILIDAD. La diferencia entre dos resultados simples e independientes obtenidos por diferentes operadores trabajando en diferentes laboratorios con material a ensayar idéntico, excederá el siguiente valor sólo en un caso de veinte:

Reproducibilidad: 0,28 mm diferencia del diámetro de la huella.

10 TIEMPO DE ANALISIS

10.1 El tiempo requerido para la realización de un ensayo es de 2 h.

10.2 Las horas-hombre requeridas para la realización de un ensayo es 1.

BIBLIOGRAFIA

- 1) ASTM D 4172-88 Standard Test Method for Wear Preventive Characteristics of Lubricating Fluid (Four Ball Method). Annual Book of ASTM Standards. Vol. 05.02, 1994.
- 2) Standard Steel N° E-52100. American National Standards Institute. ANSI.
- 3) Specification for Metal Balls. American National Standards Institute. ANSI B3.12.

TABLA 1.

**DATOS DE PRECISION DE UN ESTUDIO COOPERATIVO PARA 5 MUESTRAS
CON DOS CARGAS: 147 N (15 kgf) Y 392 N (40 kgf).**

ENSAYO No.	TIPO DE MUESTRA	DIAMETRO DE LA HUELLA, mm	
		147N (15 kgf)	392N (40 kgf)
1	Aceite mineral de vis- cosidad 46 cSt a 40°C	0,56	0,72
2	Aceite del ensayo 1 más 1% peso de ZDT (A)	0,27	0,42
3	Aceite del ensayo 1 más 2% peso de S/P (B)	0,28	0,35
4	Hidrocarburo sintético	0,53	0,76
5	Tricresil Fosfato	0,54	0,59

A) Zinc dialkil ditioposfato.

B) Aditivo con azufre y fósforo.

TABLA I

DATOS DE PRECISION DE UN ESTUDIO COOPERATIVO PARA 7 MUESTRAS
CON DOS CARGAS: 147 N (32 kgf) Y 392 N (86 kgf)

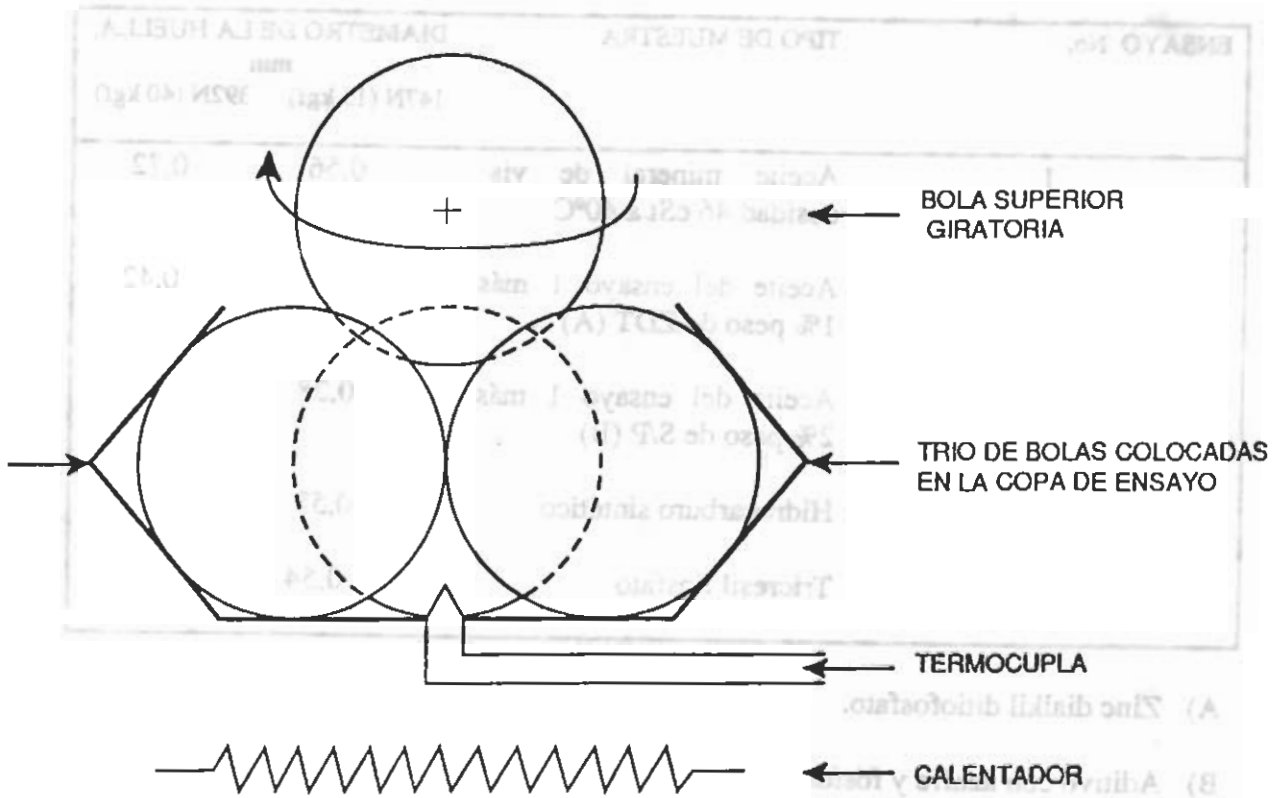


Fig. 1 ESQUEMA DE LA GEOMETRIA DEL ENSAYO DE DESGASTE CUATRO BOLAS

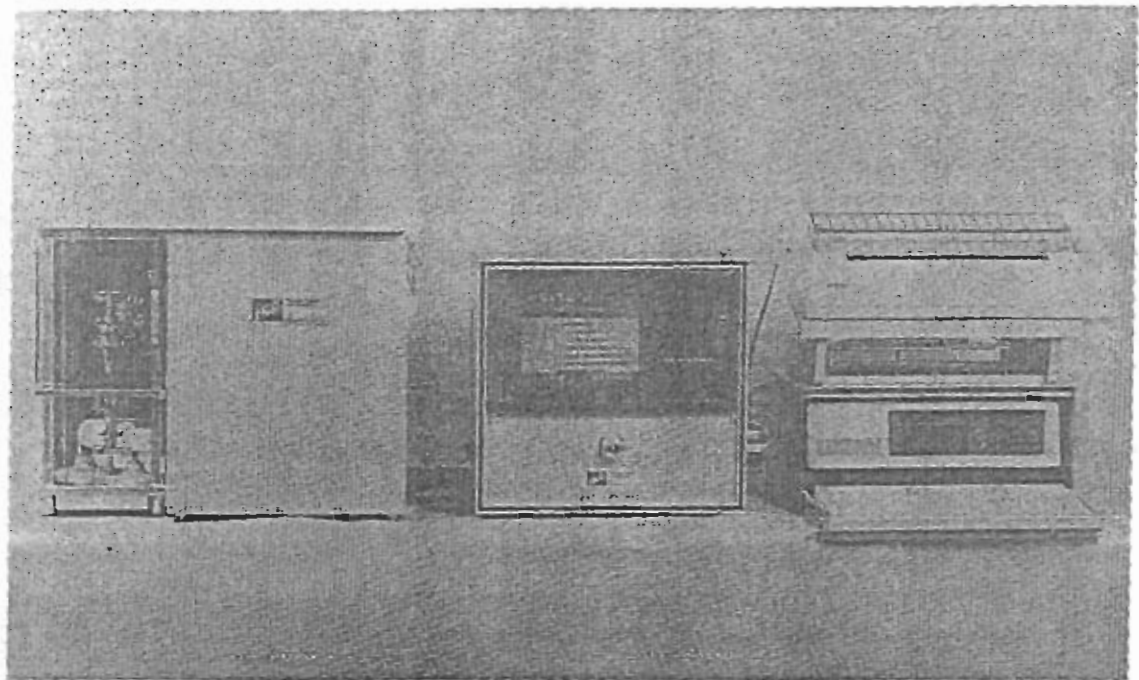


Fig. 2 EQUIPO MULTI-ESPECIMEN VARIABLE PARA MEDICIONES DE FRICCION Y DESGASTE

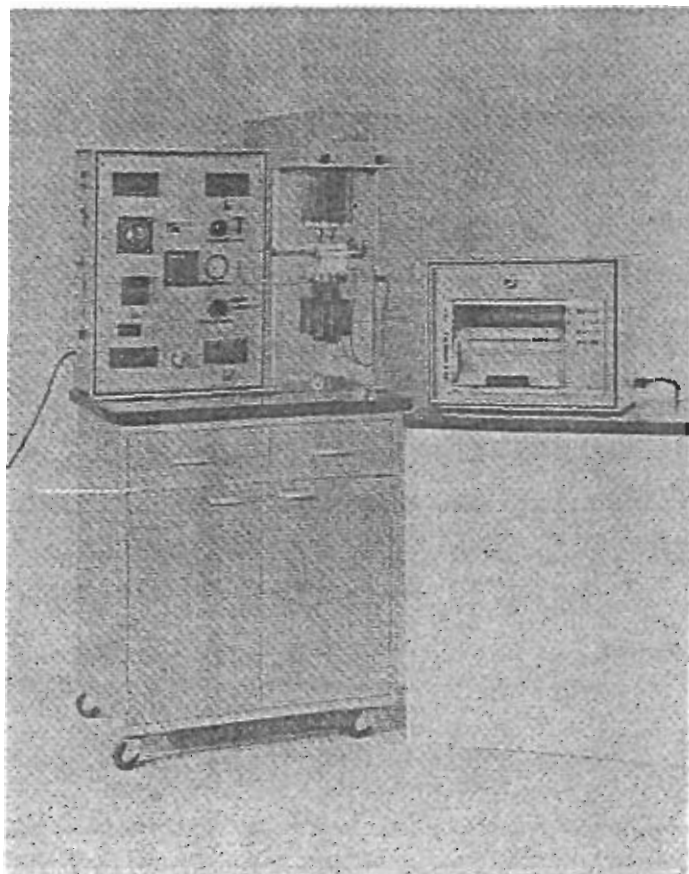


Fig. 3 EQUIPO CON DISPOSITIVO DE VELOCIDAD VARIABLE PARA EL ENSAYO CUATRO BOLAS DESGASTE

COVENIN
3099:1994

CATEGORIA
C

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:



CDU: 75.100

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

ISBN: 980 -06 -1364-1

Descriptor: Aceite lubricante, antidesgaste, método de cuatro bolas.