

Annex F

Directrices del API para Pruebas de Motor de Grado de Viscosidad SAE

F.1 GENERALIDADES

Si un aceite es elegible para las Directrices de Prueba de Motor de Grado de Viscosidad SAE de aceites para motor de vehículos de pasajeros o aceites de motor diésel, y la empresa patrocinadora desea prescindir de la prueba, la empresa patrocinadora deberá cumplir con el proceso de registro, Código de Prácticas para la Aprobación de Productos de Aditivos de Aceites del Consejo Americano de Química¹, y el Procedimiento de Evaluación de Pruebas Múltiples para las pruebas de motor requeridas.

F.1.1 CRITERIOS DE VISCOSIDAD SAE

Los grados de viscosidad SAE constituyen una clasificación para los aceites lubricantes para motor en términos reológicos únicamente y su uso está destinado a los fabricantes de motores para determinar los grados de viscosidad de los aceites para motor que se recomiendan para sus motores y a los vendedores de aceite para que formulen y etiqueten sus productos.

En el estándar J300 de la SAE, se definen dos series de grados de viscosidad: aquellos que contienen la letra W y aquellos que no contienen la letra W. Los aceites de grado de viscosidad únicos ("grados únicos") con la letra W están definidos por viscosidades máximas de arranque y bombeabilidad a baja temperatura y una viscosidad cinemática mínima a 100 °C. Los grados únicos sin la letra W se basan en un conjunto de viscosidades cinemáticas mínimas y máximas a 100 °C y una viscosidad mínima de alta temperatura/alto cizallamiento medida a 150 °C y 1 millón de segundos recíprocos (s⁻¹). Los aceites de viscosidad múltiple ("multigrados") se definen mediante los siguientes criterios:

- a. Viscosidades máximas de arranque y bombeabilidad a baja temperatura.
- b. Una viscosidad cinemática a 100 °C que está dentro del rango prescrito de una de las clasificaciones de grado no W.
- c. Una viscosidad mínima de alta temperatura/alto cizallamiento a 150 °C y 1 millón de segundos recíprocos (s⁻¹).

F.1.2 ABREVIATURAS CLAVE

- **DI:** Detergente Inhibidor
- **VI:** Índice de Viscosidad
- **VM:** Modificador de Viscosidad

Aunque los modificadores de viscosidad con frecuencia se denominan mejoradores de viscosidad (y, por lo tanto, se abrevian "VI"), en este Anexo se empleará rigurosamente "VM" para evitar ambigüedades frente al "Índice de Viscosidad".

F.1.3 DIRECTRICES DE LA LECTURA CRUZADA DEL GRADO DE VISCOSIDAD

En ciertas situaciones, los datos generados a partir de un grado de viscosidad de una formulación de aceite para motor determinada pueden extrapolarse a otro grado de viscosidad que utilice la misma tecnología de aditivos por medio de una práctica comúnmente conocida como "lectura cruzada" (consultar desde la Tabla F-1 hasta la Tabla F-21).

Estas Directrices de Pruebas de Motor de Grado de Viscosidad pueden utilizarse para completar un programa de pruebas utilizando el grado de viscosidad más severo para cada prueba individual para los grados que se autorizan. Las pruebas de motor se registrarán mediante el Código de Prácticas del ACC. No se permite la lectura cruzada o la sustitución de datos para los análisis físicos y químicos o para las pruebas de banco (excepto lo permitido en las Secciones F.1.4 y F.4); es decir, todos los análisis físicos y químicos especificados deben realizarse en la formulación final. Los cambios propuestos a las tablas de extrapolación o la Sección F.1.4 deberían enviarse al Presidente del Grupo de Trabajo de Intercambio de Aceite Base (BOI)/Lectura Cruzada del Grado de Viscosidad (VGRA) del API o al API. La propuesta debe incluir una justificación y datos de apoyo para dicho cambio.

Las propiedades de los aceites base utilizados en el desarrollo de las directrices del BOI y la VGRA para ciertos aceites de motor de vehículos de pasajeros y aceites de motor para trabajos pesados se muestran en el Annex E, Tabla E-3 y Tabla E-18, respectivamente. Estos valores se brindan solo a título informativo y no representan limitación alguna en la interpretación de estas directrices.

F.1.4 PRINCIPIOS PARA LOS GRADOS DE VISCOSIDAD NO INCLUIDOS

Los datos de la Tabla F-2 a la Tabla F-21 indican cuándo se permite la lectura cruzada de un grado de viscosidad (X) y cuándo no (—). Para los grados de viscosidad no incluidos en esas tablas, se permite la lectura cruzada para ciertas pruebas si los grados de viscosidad cumplen con todos los principios técnicos aplicables descritos en la Tabla F-1 (A y B). No se permite la lectura cruzada para los grados de viscosidad no incluidos en los datos de la Tabla F-1 a la Tabla F-21 hasta que el Grupo de Trabajo del BOI y la VGRA del API revise la justificación y los datos que respaldan un cambio en las tablas y recomiende el cambio al Grupo de Estándares de Lubricantes del API, y este apruebe el cambio. Las marcas de verificación de la Tabla F-1 indican qué principios técnicos se aplican a una prueba específica. En la Sección F.1.5 se brindan ejemplos sobre la aplicación de estos principios técnicos a nuevos grados de viscosidad.

Tabla F-1A—Principios Técnicos para Nuevos Grados de Viscosidad y Lectura Cruzada
(Se aplica a aceites con HTHS a 150 \geq 2.6 mPa•s)

	Aceites para Motor de Vehículos de Pasajeros	IID	L-38/ VIII	IIIE/ IIIF/ IIIG	IIIGA Nota 2	IIIGB	IVA	VE	VG	VIA/ VIB/ VID/ VIE
A	El contenido de detergente (dispersante) inhibidor (DI) del grado de viscosidad de la lectura cruzada deberá ser igual o mayor que el del grado de viscosidad original. El aumento en el DI está limitado al máximo permitido por el Código de Prácticas del ACC	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Nota 3
B	La viscosidad cinemática de la mezcla del material base a 100 °C del grado de viscosidad de lectura cruzada debe ser igual o mayor que el grado de viscosidad original, teniendo en cuenta la precisión del método de prueba.	N/A	N/A	✓	✓	N/A	✓	✓	N/A	Nota 3
C	El contenido del modificador de viscosidad (VM) del grado de viscosidad de la lectura cruzada debe ser igual o menor que el del grado de viscosidad original	N/A	N/A	Nota 4	Nota 4	N/A	✓	✓ o Nota 5	✓ o Nota 5	Nota 3

Notas para la Tabla F-1A:

1. ✓ = el principio es aplicable; NA = no aplicable.
2. Los principios técnicos para la Secuencia IIIGA están limitados a multigrados de 0W, 5W y 10W.
3. Los nuevos grados de viscosidad y la lectura cruzada asociada solo se pueden agregar después de la revisión por parte del Grupo de Trabajo del BOI y la VGRA del API y la aprobación del Grupo de Estándares de Lubricantes del API.
4. El contenido de modificador de viscosidad no debe ser más de 1.5 veces mayor que el contenido del modificador de viscosidad en el aceite en el que se realizó la prueba.
5. Para el VM de tipo dispersante, el contenido del VM del grado de viscosidad de la lectura cruzada debe ser igual o mayor que el grado de viscosidad original.
6. Los grados de viscosidad de la lectura cruzada deben contener una cantidad igual del mismo material base del Grupo V (p. ej., éster) en la mezcla de aceite terminado si se utiliza un material base del Grupo V en el grado de viscosidad original.

**Tabla F-1B—Principios Técnicos para Nuevos Grados de Viscosidad y Lectura Cruzada
(Se aplica a aceites con HTHS a 150 \geq 2.3 mPa•s)**

	Aceites para Motor de Vehículos de Pasajeros	IIIH	IIHIB	IVB	VH	X
A	El contenido de detergente (dispersante) inhibidor (DI) del grado de viscosidad de la lectura cruzada deberá ser igual o mayor que el del grado de viscosidad original. El aumento en el DI está limitado al máximo permitido por el Código de Prácticas del ACC	✓	✓	✓	✓	✓
B	La viscosidad cinemática de la mezcla del material base a 100 °C del grado de viscosidad de lectura cruzada debe ser igual o mayor que el grado de viscosidad original, teniendo en cuenta la precisión del método de prueba.	✓	N/A	✓	✓	N/A
C	El contenido del modificador de viscosidad (VM) del grado de viscosidad de la lectura cruzada debe ser igual o menor que el del grado de viscosidad original	✓	N/A	NA y Nota 3	✓ o Nota 4	Nota 5

Notas para la Tabla F-1B:

1. ✓ = el principio es aplicable; NA = no aplicable.
2. Los nuevos grados de viscosidad y la lectura cruzada asociada solo se pueden agregar después de la revisión por parte del Grupo de Trabajo del BOI y la VGRA del API y la aprobación del Grupo de Estándares de Lubricantes del API.
3. El nivel de tratamiento del modificador de viscosidad relativa no resultó ser un factor estadísticamente significativo que afectara al rendimiento de la Secuencia IVB. El rango de niveles relativos de tratamiento del VM evaluados en la matriz del BOI y la VGRA fue de 1.0x a 1.7x.
4. Para el VM de tipo dispersante, el contenido del VM del grado de viscosidad de la lectura cruzada debe ser igual o mayor que el del grado de viscosidad original.
5. El contenido del modificador de viscosidad no debe ser más de 2.5 veces mayor que el contenido del modificador de viscosidad en el aceite en el que se realizó la prueba porque este fue el rango del VM probado en la matriz del BOI y la VGRA.
6. Los grados de viscosidad de la lectura cruzada deben contener una cantidad igual del mismo material base del Grupo V (p. ej., éster) en la mezcla de aceite terminado si se utiliza un material base del Grupo V en el grado de viscosidad original.

F.1.5 EJEMPLOS DE USO DE LAS TABLAS DE LA VGRA Y PRINCIPIOS TÉCNICOS PARA LA VGRA

F.1.5.1 Generalidades

Se permite la lectura cruzada hacia o desde los grados de viscosidad que no se muestran en las tablas si se cumplen los requisitos de la Sección F.1.4. Si los requisitos no se cumplen, no se permite la lectura cruzada. A continuación, se ofrecen ejemplos de cómo puede aplicarse la Sección F.1.4.

F.1.5.2 Ejemplo 1

En este ejemplo, se ejecuta una prueba de Secuencia IIIE en un grado de viscosidad básica SAE 0W-30 (es decir, el grado de viscosidad probado). ¿Qué otros grados de viscosidad pueden incluirse mediante la lectura cruzada del grado SAE 0W-30 probado? Para responder a esta pregunta, siga los pasos que se indican a continuación:

Paso 1: Determine si el requisito “a” de la Tabla F-1 se cumple para todos los grados de viscosidad extrapolables deseados. Esto requiere mantener el DI constante o, si es más alto, en consonancia con el Código de Prácticas del ACC. Dado que lo más probable es que un SAE 0W-30 se mezcle con algunos de los materiales base del Grupo III o del Grupo IV, o con todos ellos, muchos de los grados de mayor viscosidad probablemente no formen parte de

esta línea de productos. Los grados de mayor viscosidad, si se comercializaran, podrían tener una lista de materiales base o un DI diferentes.

Paso 2: Para los grados de viscosidad de la lectura cruzada (es decir, aquellos a los que está extrapolando) de interés en la Tabla F-5, determine si los requisitos para ambos, “B” y “C”, de la Tabla F-1 pueden cumplirse simultáneamente. Esto implica tener una viscosidad de la mezcla del material base igual o mayor y un contenido del VM en los multigrados de “extrapolación” que no sea más de 1.5 veces mayor que el de SAE 0W-30. Hay algunos grados que seguramente cumplirán con “b” y “c”, y algunos en los que dependerá del enfoque combinado. Es posible que se deban hacer algunas mezclas de prueba. Decida si hay grados únicos deseados o factibles al considerar los materiales base utilizados en la formulación básica.

Paso 3: Para los grados de viscosidad que desea incluir mediante extrapolación, pero que no se muestran en la Tabla F-5, siga las instrucciones para “b” y “c” descritas en el Paso 2.

Paso 4: Determine qué grados de viscosidad cumplen con los requisitos “a”, “b” y “c” de la Tabla F-1. Estos grados están cubiertos por la lectura cruzada del grado de viscosidad. Los grados que no cumplen con todos estos requisitos no están incluidos en la lectura cruzada.

Nota: El vendedor de una formulación tiene la responsabilidad final de garantizar que el producto cumpla con los requisitos del API.

F.1.5.3 Ejemplo 2

En este ejemplo, un aceite SAE 5W-30 mezclado con materiales base del Grupo IV y un VM no dispersante ha superado una prueba de la VE. Un vendedor desea hacer una lectura cruzada de esta prueba a un grado SAE 5W-40, uno no incluido en la Tabla F-10. Dado que el grado SAE 5W-40 no está incluido en la Tabla F-10, se deben consultar “A”, “B” y “C” en la Tabla F-1. Es probable que el contenido de DI del SAE 5W-40 sea igual o mayor que el del SAE 5W-30, por lo que se cumpliría el requisito “A”. Sin embargo, es probable que no se cumplan los requisitos “B” y “C”. Un aceite SAE 5W-40 normalmente no tendría una viscosidad cinemática de la mezcla del material base a 100 °C mayor que un SAE 5W-30, y se requeriría más VM no dispersante en un aceite SAE 5W-40. Por lo tanto, esta lectura cruzada no está permitida.

F.2 REQUISITOS DE LA VGRA DE ACEITES PARA MOTOR DE VEHÍCULOS DE PASAJEROS

F.2.1 GENERALIDADES

En el caso de los Aceites para Motor de Vehículos de Pasajeros, la elegibilidad para la Lectura Cruzada del Grado de Viscosidad requiere que se cumplan los criterios que se detallan en las Secciones F.2.1.1 a F.2.1.4.

F.2.1.1 Las mezclas deben utilizar solo los materiales base como se define en el Annex E.

F.2.1.2 Los aceites base procedentes de otros fabricantes se probarán de acuerdo con el Annex E.

F.2.1.3 La misma proporción de detergente-(dispersante) inhibidor (DI) del paquete total de aditivos de rendimiento se utilizará en concentraciones iguales o mayores para grados de viscosidad alternativos. El aumento de DI se limita a lo permitido en el Código del ACC. Los niveles del depresor del punto de fluidez, el modificador de viscosidad y el inhibidor de espuma se pueden ajustar para grados de viscosidad alternativos, de acuerdo con el Código de Prácticas del ACC.

F.2.1.4 Se seguirán las prácticas de prueba del Código de Prácticas del ACC y del Procedimiento de Evaluación de Pruebas Múltiples de la ASTM.

F.2.2 TABLAS DE LECTURA CRUZADA DE PRUEBAS DE MOTOR DE GRADO DE VISCOSIDAD PARA PCMO.

Nota: Es posible que los fabricantes de motores no recomienden todos los grados de viscosidad que se muestran desde la Tabla F-2 hasta la Tabla F-17 para un tipo de motor en particular.

**Tabla F-2—Lectura Cruzada de la Viscosidad de los Grupos I, II, III y IV:
Pruebas L-38/Secuencia VIII**

Ejecución de Prueba en	5W-20	5W-30	10W	10W-30	10W-40	15W-40	15W-50	20W	20W-40	20W-50	30	40	50
5W-20	N/A	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5W-30	X	N/A	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
10W	—	—	N/A	—	—	—	—	X	—	—	X	X	X
10W-30	—	—	X	N/A	X	X	X	X	X	X	X	X	X
10W-40	—	—	X	X	N/A	X	X	X	X	X	X	X	X
15W-40	—	—	—	X	X	N/A	X	X	X	X	X	X	X
15W-50	—	—	—	—	X	X	N/A	X	X	X	X	X	X
20W	—	—	—	—	—	—	—	N/A	—	—	X	X	X
20W-40	—	—	—	—	—	X	X	X	N/A	X	X	X	X
20W-50	—	—	—	—	—	—	X	X	X	N/A	X	X	X
30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	N/A	X	X
40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	N/A	X
50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	N/A

Notas para la Tabla F-2:

1. X = se permite la lectura cruzada para los grados de viscosidad identificados según los datos y algunas aplicaciones de los principios técnicos aprobados por el Grupo de Trabajo del BOI y la VGRA del API y el Grupo de Estándares de Lubricantes del API.
2. Una raya (—) significa que no se permite la lectura cruzada; NA = no aplicable.
3. Se permiten nuevos grados de viscosidad y la lectura cruzada asociada si se cumplen los requisitos descritos en la Sección F.1.4.
4. Las formulaciones probadas que contienen materiales del Grupo V deben contener una cantidad igual del mismo material base del Grupo V (p. ej., éster) en la mezcla de aceite terminado para la aplicación de la lectura cruzada del grado de viscosidad.
5. La lectura cruzada de la Tabla F-2 se aplica solo a la pérdida de peso del cojinete y al barniz del pistón.
6. Todos los aceites multigrado deben cumplir con los requisitos de la Tabla F-3.

El titular de la licencia deberá mantener los datos que respaldan el rendimiento de permanencia en el grado para las Categorías de Servicio del API activas y las especificaciones del ILSAC. Para respaldar los requisitos de permanencia en el grado, se puede utilizar el CRC L-38/Secuencia VIII o el estándar D6278 de la ASTM (30 ciclos) cuando los límites se enumeran en la Tabla F-3.

Tabla F-3—CRC L-38/Pruebas de la Secuencia VIII: Requisitos de Permanencia en el Grado

Grado de Viscosidad	L-38/Secuencia VIII, Viscosidad Cinemática Despojada a las 10 h a 100 °C (mm ² /s), mín.	ASTM D6278 (30 Ciclos) Viscosidad Cinemática a 100 °C (mm ² /s), mín.
XW-16	6.1	5.8
XW-20	6.9	6.5
XW-30	9.3	8.5
XW-40	12.5	11.5
XW-50	16.3	15.0
XW-60	21.9	19.8

Tabla F-4—Lectura Cruzada de la Viscosidad de los Grupos I, II, III y IV: Prueba de la Secuencia IID

Puede ser "Lectura Cruzada" para:

Ejecución de Prueba en	5W-20	5W-30	10W	10W-30	10W-40	15W-40	15W-50	20W	20W-40	20W-50	30	40	50
5W-20	N/A	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	—
5W-30	X	N/A	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	—
10W	—	—	N/A	—	—	—	—	X	—	—	X	X	—
10W-30	—	—	X	N/A	X	X	X	X	X	X	X	X	—
10W-40	—	—	X	X	N/A	X	X	X	X	X	X	X	—
15W-40	—	—	—	X	X	N/A	X	X	X	X	X	X	X
15W-50	—	—	—	—	X	X	N/A	X	X	X	X	X	X
20W	—	—	—	—	—	—	—	N/A	—	—	X	X	X
20W-40	—	—	—	—	X	X	X	X	N/A	X	X	X	X
20W-50	—	—	—	—	—	X	X	X	X	N/A	X	X	X
30	—	—	—	—	—	—	—	X	—	—	N/A	X	X
40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	X	N/A	X
50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	N/A

Notas para la Tabla F-4:

1. X = se permite la lectura cruzada para los grados de viscosidad identificados según los datos y algunas aplicaciones de los principios técnicos aprobados por el Grupo de Trabajo del BOI y la VGRA del API y el Grupo de Estándares de Lubricantes del API.
2. Una raya (—) significa que no se permite la lectura cruzada; NA = no aplicable.
3. Se permiten nuevos grados de viscosidad y la lectura cruzada asociada si se cumplen los requisitos descritos en la Sección F.1.4.
4. Las formulaciones probadas que contienen materiales del Grupo V deben contener una cantidad igual del mismo material base del Grupo V (p. ej., éster) en la mezcla de aceite terminado para la aplicación de la lectura cruzada del grado de viscosidad.

Tabla F-5—Lectura Cruzada de la Viscosidad de los Grupos I, II, III y IV: Pruebas de las Secuencias IIIE/IIIF/IIIG/IIIGB

Puede ser "Lectura Cruzada" para:

Ejecución de Prueba en	5W-20	5W-30	10W	10W-30	10W-40	15W-40	15W-50	20W	20W-40	20W-50	30	40	50
5W-20	N/A	—	X	X	—	—	—	X	X	X	X	X	X
5W-30	X ^a	N/A	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
10W	—	—	N/A	—	—	—	—	X	—	—	X	X	X
10W-30	—	—	X	N/A	X	X	X	X	X	X	X	X	X
10W-40	—	—	X	X	N/A	X	X	X	X	X	X	X	X
15W-40	—	—	—	X	X	N/A	X	X	X	X	X	X	X
15W-50	—	—	—	—	—	X	N/A	—	X	X	X	X	X
20W	—	—	—	—	—	—	—	N/A	—	—	X	X	X
20W-40	—	—	—	—	—	—	—	X	N/A	X	X	X	X
20W-50	—	—	—	—	—	—	—	—	X	N/A	X	X	X
30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	N/A	X	X
40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	N/A	X
50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	N/A

Notas para la Tabla F-5:

1. X = se permite la lectura cruzada para los grados de viscosidad identificados según los datos y algunas aplicaciones de los principios técnicos aprobados por el Grupo de Trabajo del BOI y la VGRA del API y el Grupo de Estándares de Lubricantes del API. El contenido de modificador de viscosidad no debe ser más de 1.5 veces mayor que el contenido del modificador de viscosidad en el aceite en el que se realizó la prueba.
2. Una raya (—) significa que no se permite la lectura cruzada; NA = no aplicable.
3. Se permiten nuevos grados de viscosidad y la lectura cruzada asociada si se cumplen los requisitos descritos en la Sección F.1.4.
4. Las formulaciones probadas que contienen materiales del Grupo V deben contener una cantidad igual del mismo material base del Grupo V (p. ej., éster) en la mezcla de aceite terminado para la aplicación de la lectura cruzada del grado de viscosidad.

^a La lectura desde 5W-30 hasta 5W-20 se aplica únicamente a las Secuencias IIIF/IIIG/IIIGB.

Tabla F-6—Lectura Cruzada de la Viscosidad de los Grupos I, II, III y IV: Prueba de la Secuencia IIH

Puede ser "Lectura Cruzada" para:

Ejecución de Prueba en	0W-16	0W-20	0W-30	5W-20	5W-30	10W	10W-30	10W-40	15W-40	15W-50	20W	20W-40	20W-50	SAE 30	SAE 40	SAE 50
0W-16	N/A	--	--	X	--	X	X	--	--	--	X	X	--	X	X	X
0W-20	X	N/A	--	X	--	X	X	--	--	--	X	X	X	X	X	X
0W-30	X	X	N/A	X	X	X	X	X	X	--	X	X	X	X	X	X
5W-20	--	--	--	N/A	--	--	X	--	--	--	X	X	--	X	X	X
5W-30	--	--	--	X	N/A	--	X	X	X	--	X	X	X	X	X	X
10W	--	--	--	--	--	N/A	--	--	--	--	X	--	--	X	X	X
10W-30	--	--	--	--	--	--	N/A	--	--	--	X	X	X	X	X	X
10W-40	--	--	--	--	--	--	X	N/A	X	--	X	X	X	X	X	X
15W-40	--	--	--	--	--	--	--	--	N/A	--	X	X	X	X	X	X
15W-50	--	--	--	--	--	--	--	--	X	N/A	X	X	X	X	X	X
20W	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	N/A	--	--	X	X	X
20W-40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	N/A	--	--	X	X
20W-50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	X	N/A	--	X	X
30	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	N/A	X	X
40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	N/A	X
50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	N/A

Notas para la Tabla F-6:

1. X = se permite la lectura cruzada para los grados de viscosidad identificados según los datos y algunas aplicaciones de los principios técnicos aprobados por el Grupo de Trabajo del BOI y la VGRA del API y el Grupo de Estándares de Lubricantes del API. El contenido del modificador de viscosidad no debería ser mayor que el del aceite probado; excepto para las lecturas de 5W-30 a 10W-40, el contenido del modificador de viscosidad no debe ser más de **1.5 veces** mayor que el del aceite probado.
2. Una raya (—) significa que no se permite la lectura cruzada; NA = no aplicable.
3. Se permiten nuevos grados de viscosidad y la lectura cruzada asociada si se cumplen los requisitos descritos en F.1.3.
4. Las formulaciones probadas que contienen materiales del Grupo V deben contener una cantidad igual del mismo material base del Grupo V (p. ej., éster) en la mezcla de aceite terminado para la aplicación de la lectura cruzada del grado de viscosidad.

Tabla F-7—Lectura Cruzada de la Viscosidad de los Grupos I, II, III y IV: Secuencia III GA

Puede ser "Lectura Cruzada" para:

Ejecución de Prueba en	5W-20	5W-30	10W	10W-30	10W-40
5W-20	N/A	—	X	X	—
5W-30	X	N/A	X	X	X
10W-30	—	—	X	N/A	X
10W-40	—	—	X	X	N/A

Notas para la Tabla F-7:

1. X = se permite la lectura cruzada para los grados de viscosidad identificados según los datos y algunas aplicaciones de los principios técnicos aprobados por el Grupo de Trabajo del BOI y la VGRA del API y el Grupo de Estándares de Lubricantes del API. El contenido de modificador de viscosidad no debe ser más de 1.5 veces mayor que el contenido del modificador de viscosidad en el aceite en el que se realizó la prueba.
2. Una raya (—) significa que no se permite la lectura cruzada; NA = no aplicable.
3. Las formulaciones probadas que contienen materiales del Grupo V deben contener una cantidad igual del mismo material base del Grupo V (p. ej., éster) en la mezcla de aceite terminado para la aplicación de la lectura cruzada del grado de viscosidad.

Tabla F-8—Lectura Cruzada de la Viscosidad de los Grupos I, II, III y IV: Prueba de la Secuencia IVA

Puede ser "Lectura Cruzada" para:

Ejecución de Prueba en	5W-20	5W-30	10W	10W-30	10W-40	15W-40	15W-50	20W	20W-40	20W-50	30	40	50
5W-20	N/A	—	X	X	—	—	—	X	X ^a	X ^a	X	X	X
5W-30	X	N/A	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
10W	—	—	N/A	—	—	—	—	X	—	—	X	X	X
10W-30	—	—	—	N/A	—	X	—	X	X	X	X	X	X
10W-40	—	—	—	X	N/A	X	X	X	X	X	X	X	X
15W-40	—	—	—	X	—	N/A	X	X	X	X	X	X	X
15W-50	—	—	—	—	—	—	N/A	—	X	X	X	X	X
20W	—	—	—	—	—	—	—	N/A	—	—	X	X	X
20W-40	—	—	—	—	—	X	—	—	N/A	X	X	X	X
20W-50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	N/A	X	X	X
30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	N/A	X	X
40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	N/A	X
50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	N/A

Notas para la Tabla F-8:

1. X = se permite la lectura cruzada para los grados de viscosidad identificados según los datos y algunas aplicaciones de los principios técnicos aprobados por el Grupo de Trabajo del BOI y la VGRA del API y el Grupo de Estándares de Lubricantes del API.
2. Una raya (—) significa que no se permite la lectura cruzada; NA = no aplicable.
3. Se permiten nuevos grados de viscosidad y la lectura cruzada asociada si se cumplen los requisitos descritos en la Sección F.1.4
4. Las formulaciones probadas que contienen materiales del Grupo V deben contener una cantidad igual del mismo material base del Grupo V (p. ej., éster) en la mezcla de aceite terminado para la aplicación de la lectura cruzada del grado de viscosidad.

^aSe permite la lectura cruzada si se cumplen los requisitos de la Sección F.1.4.

**Tabla F-9—Lectura Cruzada de la Viscosidad de los Grupos I, II, III y IV:
Prueba de la Secuencia IVB Modificador de Viscosidad No Dispersante**

Puede ser "Lectura Cruzada" para:

Ejecución de Prueba en	0W-16	0W-20	0W-30	5W-20	5W-30	10W-30	10W-40	15W-40	20W-50
0W-16	N/A	X	X	X	X	X	X	X	X
0W-20	X	N/A	X	X	X	X	X	X	X
0W-30	X	X	N/A	X	X	X	X	X	X
5W-20	—	—	—	N/A	X	X	X	X	X
5W-30	—	—	—	X	N/A	X	X	X	X
10W-30	—	—	—	—	—	N/A	X	X	X
10W-40	—	—	—	—	—	X	N/A	X	X
15W-40	—	—	—	—	—	—	—	N/A	X
20W-50	—	—	—	—	—	—	—	—	N/A

Notas para la Tabla F-9:

1. X = se permite la lectura cruzada para los grados de viscosidad identificados según los datos y algunas aplicaciones de los principios técnicos aprobados por el Grupo de Trabajo del BOI y la VGRA del API y el Grupo de Estándares de Lubricantes del API.
2. Una raya (—) significa que no se permite la lectura cruzada; NA = no aplicable.
3. El nivel de tratamiento del modificador de viscosidad relativa no resultó ser un factor estadísticamente significativo que afectara al rendimiento de la Secuencia IVB. El rango de niveles relativos de tratamiento del VM evaluados en la matriz del BOI y la VGRA fue de 1.0x a 1.7x.
4. Se permiten nuevos grados de viscosidad y la lectura cruzada asociada si se cumplen los requisitos descritos en la Sección F.1.4.
5. Las formulaciones probadas que contienen materiales del Grupo V deben contener una cantidad igual del mismo material base del Grupo V (p. ej., éster) en la mezcla de aceite terminado para la aplicación de la lectura cruzada del grado de viscosidad.

**Tabla F-10—Lectura Cruzada de la Viscosidad de los Grupos I, II, III y IV: Prueba de las Secuencias VE/VG
Modificador de Viscosidad No Dispersante**

Puede ser "Lectura Cruzada" para:

Ejecución de Prueba en	5W-20	5W-30	10W	10W-30	10W-40	15W-40	15W-50	20W	20W-40	20W-50	30	40	50
5W-20	N/A	—	X	X	—	—	—	X	—	—	X	X	—
5W-30	X	N/A	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	—
10W	—	—	N/A	—	—	—	—	X	—	—	X	X	—
10W-30	—	—	—	N/A	—	X	—	X	X	X	X	X	—
10W-40	—	—	—	X	N/A	X	X	X	X	X	X	X	—
15W-40	—	—	—	X	—	N/A	X	X	X	X	X	X	X
15W-50	—	—	—	—	—	—	N/A	—	X	X	X	X	X
20W	—	—	—	—	—	—	—	N/A	—	—	X	X	X
20W-40	—	—	—	—	—	X	—	—	N/A	—	X	X	X
20W-50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	N/A	X	X	X
30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	N/A	X	X
40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	N/A	X
50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	N/A

Notas para la Tabla F-10:

1. X = se permite la lectura cruzada para los grados de viscosidad identificados según los datos y algunas aplicaciones de los principios técnicos aprobados por el Grupo de Trabajo del BOI y la VGRA del API y el Grupo de Estándares de Lubricantes del API.
2. Una raya (—) significa que no se permite la lectura cruzada; NA = no aplicable.
3. Se permiten nuevos grados de viscosidad y la lectura cruzada asociada si se cumplen los requisitos descritos en la Sección F.1.4.
4. Las formulaciones probadas que contienen materiales del Grupo V deben contener una cantidad igual del mismo material base del Grupo V (p. ej., éster) en la mezcla de aceite terminado para la aplicación de la lectura cruzada del grado de viscosidad.

**Tabla F-11—Lectura Cruzada de la Viscosidad de los Grupos I, II, III y IV:
Prueba de las Secuencias VE/VG Modificador de Viscosidad Dispersante^a**

Puede ser "Lectura Cruzada" para:

Ejecución de Prueba en	5W-20	5W-30	10W	10W-30	10W-40	15W-40	15W-50	20W	20W-40	20W-50	30	40	50
5W-20	N/A	X	—	X	X	X	X	—	X	X	—	—	—
5W-30	—	N/A	—	X ^b	X	X	X	—	X	X	—	—	—
10W	—	—	N/A	—	—	—	—	X	—	—	X	X	—
10W-30	—	—	—	N/A	X	X	X	—	X	X	—	—	—
10W-40	—	—	—	X	N/A	X	X	—	X	X	—	—	—
15W-40	—	—	—	X	X	N/A	X	—	X	X	—	—	—
15W-50	—	—	—	—	—	—	N/A	—	X	X	—	—	—
20W	—	—	—	—	—	—	—	N/A	—	—	X	X	X
20W-40	—	—	—	—	—	X	X	—	N/A	X	—	—	—
20W-50	—	—	—	—	—	—	X	—	—	N/A	—	—	—
30	—	—	—	—	—	X	X	—	X	X	N/A	X	X
40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	N/A	X
50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	N/A

Notas para la Tabla F-11:

1. X = se permite la lectura cruzada para los grados de viscosidad identificados según los datos y algunas aplicaciones de los principios técnicos aprobados por el Grupo de Trabajo del BOI y la VGRA del API y el Grupo de Estándares de Lubricantes del API.
2. Una raya (—) significa que no se permite la lectura cruzada; NA = no aplicable.
3. Se permiten nuevos grados de viscosidad y la lectura cruzada asociada si se cumplen los requisitos descritos en la Sección F.1.4.
4. Las formulaciones probadas que contienen materiales del Grupo V deben contener una cantidad igual del mismo material base del Grupo V (p. ej., éster) en la mezcla de aceite terminado para la aplicación de la lectura cruzada del grado de viscosidad.

**Tabla F-12—Lectura Cruzada de la Viscosidad de los Grupos I, II, III y IV: Prueba de la Secuencia VH
Modificador de Viscosidad No Dispersante**

Puede ser "Lectura Cruzada" para:

Ejecución de Prueba en	0W-16	0W-20	0W-30	5W-20	5W-30	10W	10W-30	10W-40	15W-40	15W-50	20W	20W-40	20W-50	30	40	50
0W-16	N/A	—	—	X	—	X	X	—	X	—	X	X	X	X	X	X
0W-20	X	N/A	—	X	X	X	X	—	X	—	X	X	X	X	X	X
0W-30	X	X	N/A	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5W-20	—	—	—	N/A	—	X	X	—	X	—	X	X	X	X	X	X
5W-30	—	—	—	X	N/A	X	X	X	X	—	X	X	X	X	X	X
10W	—	—	—	—	—	N/A	—	—	—	—	X	X	X	X	X	X
10W-30	—	—	—	—	—	—	N/A	—	X	—	X	X	X	X	X	X
10W-40	—	—	—	—	—	—	X	N/A	X	—	X	X	X	X	X	X
15W-40	—	—	—	—	—	—	—	—	N/A	—	X	X	X	X	X	X
15W-50	—	—	—	—	—	—	—	—	X	N/A	X	X	X	X	X	X
20W	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	N/A	X	—	X	X	X
20W-40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	N/A	—	—	X	X
20W-50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	N/A	—	X	X
30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	N/A	X	X
40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	N/A	X
50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	N/A

Notas para la Tabla F-12:

1. X = se permite la lectura cruzada para los grados de viscosidad identificados según los datos y algunas aplicaciones de los principios técnicos aprobados por el Grupo de Trabajo del BOI y la VGRA del API y el Grupo de Estándares de Lubricantes del API.
2. Una raya (—) significa que no se permite la lectura cruzada; NA = no aplicable.
3. Se permiten nuevos grados de viscosidad y la lectura cruzada asociada si se cumplen los requisitos descritos en la Sección F.1.4.
4. Las formulaciones probadas que contienen materiales del Grupo V deben contener una cantidad igual del mismo material base del Grupo V (p. ej., éster) en la mezcla de aceite terminado para la aplicación de la lectura cruzada del grado de viscosidad.

Tabla F-13— Lectura Cruzada del Grado de Viscosidad de los Grupos I, II, III y IV: Prueba de la Secuencia VID

Puede ser "Lectura Cruzada" para:

Ejecución de Prueba en	0W-20	5W-20	0W-30	5W-30	10W-30	0W-40	5W-40	10W-40
0W-20	N/A	X1	-	-	-	-	-	-
5W-20	X1	N/A	-	-	-	-	-	-
0W-30	X2	X2	N/A	X1	X1	-	-	-
5W-30	X2	X2	X1	N/A	X1	-	-	-
10W-30	X2	X2	X2	X2	N/A	X1	X1	X1
0W-40	-	-	-	-	X1	N/A	X1	X1
5W-40	-	-	-	-	X1	X1	N/A	X1
10W-40	-	-	-	-	X1	X1	X1	N/A

Notas para la Tabla F-13:

1. X1= la VGRA está permitida si la HTHS a 100 °C (D6616) del aceite candidato es menor o igual que el aceite probado original O si la HTHS a 100 °C (D6616) del aceite candidato cumple las condiciones de las ecuaciones que se muestran a continuación.
2. X2 = la VGRA está permitida si el aceite probado original cumple con los requisitos de límite de FEI Sum y FEI2 para el grado de viscosidad de la lectura cruzada y la HTHS a 100 °C (D6616) del aceite candidato es menor o igual que el aceite probado original.

Ecuaciones de la Tabla F-13

No se requiere prueba si ambas ecuaciones son verdaderas:

$$H_{\text{Candidate}} \leq H_{\text{Original}} + \{(FEI_{\text{sumLimit}} - FEI_{\text{sumOriginal}}) / -0.485\} + (H_{\text{Original}} * R)$$

$$H_{\text{Candidate}} \leq H_{\text{Original}} + \{(FEI2_{\text{Limit}} - FEI2_{\text{Original}}) / -0.227\} + (H_{\text{Original}} * R)$$

Donde:

$H_{\text{Candidate}}$	=	HTHS a 100 °C del aceite candidato medido según el estándar ASTM D6616
H_{Original}	=	HTHS a 100 °C del aceite probado original medido según el estándar ASTM D6616
FEI_{sumLimit}	=	límite de aprobación de FEI sum para el grado de viscosidad probado original
$FEI_{\text{sumOriginal}}$	=	resultado de FEI sum del modelo de la matriz industrial de la Secuencia VID
-0.485	=	coeficiente de FEI sum del modelo de la matriz industrial de la Secuencia VID
$FEI2_{\text{Limit}}$	=	límite de aprobación de FEI2 para el grado de viscosidad probado original
$FEI2_{\text{Original}}$	=	resultado de FEI2 del aceite probado original
-0.227	=	coeficiente de FEI2 del modelo de la matriz industrial de la Secuencia VID

Notas:

R = reproducibilidad según lo informado en la versión más reciente del estándar D6616 de la ASTM.

El rango de la HTHS a 100 °C utilizado para desarrollar el modelo de la matriz industrial de la Secuencia VID fue de 5.44 a 7.68 cP (5.25 a 7.95 cP cuando se tiene en cuenta la reproducibilidad D6616). Esta información es para referencia. No limita la aplicación de las directrices por parte del vendedor que es responsable de garantizar que cada aceite de motor autorizado cumpla con todos los requisitos de rendimiento de las pruebas de motor y de banco.

Ejemplo 1: (Este ejemplo ilustra la aplicación de la nota al pie X1 - Lectura a otro grado de viscosidad en los mismos límites de la Secuencia VID donde la HTHS a 100 °C del candidato es menor o igual que la HTHS a 100 °C del aceite probado original).

Se tiene un aceite 0W-20 que aprueba con una HTHS a 100 °C de 5.71 cP. ¿Se puede leer ese aceite a un aceite 5W-20 con una HTHS a 100 °C de 5.71 cP? La respuesta es sí, porque los valores de HTHS a 100 °C son iguales.

Ejemplo 2: (Este ejemplo ilustra la aplicación de la nota al pie X1 - Lectura a otro grado de viscosidad en los mismos límites de Secuencia VID, pero donde la HTHS a 100 °C del aceite candidato es mayor que la del aceite probado original).

Se tiene un aceite 0W-20 que aprueba con una HTHS a 100 °C de 5.71 cP. ¿Se puede leer ese aceite a un aceite 5W-20 con una HTHS a 100 °C de 6.08 cP? Para determinar si esta lectura es posible, se deben cumplir las condiciones de la Ecuación F.1.0. El resultado del 0W-20 original es una FEIsum y FEI2 de 2.69 y 1.51, respectivamente. La HTHS a 100 °C del aceite candidato 5W-20 debe ser igual o menor que los valores de las ecuaciones:

$$A = FEI_{\text{sum}} \text{ HTHS} = 5.71 + \{(2.6-2.69) / -0.485\} + (5.71 * 0.035) = 6.10 \text{ cP}$$

$$B = FEI2 \text{ HTHS} = 5.71 + \{(1.2-1.51) / -0.227\} + (5.71 * 0.035) = 7.28 \text{ cP}$$

El aceite candidato 5W-20 tiene una HTHS a 100 °C de 6.08 cP, que es menor que el valor calculado A o B, por lo que se permite una VGRA de este 0W-20 a este 5W-20.

Ejemplo 3: (Este ejemplo ilustra la aplicación de la nota al pie X2 - Lectura de un grado de viscosidad más pesado a un grado de viscosidad más liviano cuando el resultado de la Sec. VID en el grado más pesado cumple con los límites de la Secuencia VID del grado más liviano).

Se tiene un resultado de 10W-30 Sec. VID de FEIsum de 2.62 y FEI2 de 1.34; este aceite 10W-30 tiene una HTHS a 100 °C de 7.48 cP. Estos resultados de la Sec. VID cumplen con los límites de 0W-20 y 5W-20 de la Sec. VID (FEIsum 2.6 mín., FEI2 1.2 mín.) y superan los límites de 0W-30 y 5W-30 de la Sec. VID (FEIsum 1.9 mín., FEI2 0.9 mín.). Este aceite 10W-30 ahora se puede leer a un 0W-20, 5W-20, 0W-30 y 5W-30 formulado con la misma tecnología siempre que la HTHS a 100 °C de cualquiera de estos otros grados de viscosidad sea inferior a 7.48 cP, la HTHS a 100 °C del aceite 10W-30 probado.

Ejemplo 4: (Este ejemplo ilustra la aplicación de la nota al pie X1 - Lectura de un 5W-30 a un 10W-30).

Se tiene un aceite 5W-30 con una viscosidad HTHS a 100 °C de 6.66 cP. Este aceite 5W-30 ha aprobado la Sec. VID con un resultado de FEIsum de 2.06 y FEI2 de 0.96. Estos valores cumplen con los límites para el aceite 5W-30 de la Sec. VID de FEIsum 1.9 mín. y FEI2 0.9 mín. Un aceite candidato 10W-30 tiene una HTHS a 100 °C de 7.22 cP. Mediante las ecuaciones de la Sección F.1.0, ahora se puede evaluar la lectura a este 10W-30.

$$A = \text{FEIsum HTHS} = 6.66 + \{(1.9-2.06)/-0.485\} + (6.66 * 0.035) = 7.22 \text{ cP}$$

$$B = \text{FEI2 HTHS} = 6.66 + \{(0.90-0.96)/-0.227\} + (6.66 * 0.035) = 7.16 \text{ cP}$$

Para que el 5W-30 lea al 10W-30, la HTHS a 100 °C para el 10W-30 debe ser menor o igual que A y B. El candidato 10W-30 tiene una HTHS a 100 °C de 7.22 cP, igual a A (7.22 cP) de la ecuación FEIsum, pero es mayor que B (7.16 cP) derivada de la ecuación FEI2. Dado que no se considera la reproducibilidad de la prueba, esta lectura no está permitida. Sin embargo, si el aceite 10W-30 se reformulara a una HTHS a 100 °C menor o igual que 7.16 cP, la lectura del 5W-30 estaría permitida.

Tabla F-14— Lectura Cruzada del Grado de Viscosidad de los Grupos I, II, III y IV: Prueba de la Secuencia VIE

Ejecución de Prueba en	Puede ser "Lectura Cruzada" para:							
	0W-20	5W-20	0W-30	5W-30	10W-30	0W-40	5W-40	10W-40
0W-20	N/A	X1	-	-	-	-	-	-
5W-20	X1	N/A	-	-	-	-	-	-
0W-30	X2	X2	N/A	X1	X1	-	-	-
5W-30	X2	X2	X1	N/A	X1	-	-	-
10W-30	X2	X2	X2	X2	N/A	X1	X1	X1
0W-40	-	-	-	-	X1	N/A	X1	X1
5W-40	-	-	-	-	X1	X1	N/A	X1
10W-40	-	-	-	-	X1	X1	X1	N/A

Notas para la Tabla F-14:

- Una raya (—) significa que no se permite la lectura cruzada; NA = no aplicable.
- X1= la VGRA está permitida si la HTHS a 150 °C (D4683) del aceite candidato es menor o igual que el aceite probado original O si la HTHS a 150 °C (D4683) del aceite candidato cumple las condiciones de las ecuaciones que se muestran a continuación.
- X2= la VGRA está permitida si el aceite probado original cumple con los requisitos de límite de FEIsum y FEI2 para el grado de viscosidad de la lectura cruzada y la HTHS a 150 °C (D4683) del aceite candidato es menor o igual que la del aceite probado original.

Ecuaciones de la Tabla F-14

Si la HTHS a 150 °C del aceite candidato es mayor que la HTHS a 150 °C del aceite aprobado original, no es necesario realizar la prueba si se cumplen las dos ecuaciones siguientes:

$$H_{\text{Candidate}} \leq H_{\text{Original}} + \{(\text{FEIsum}_{\text{Limit}} - \text{FEIsum}_{\text{Original}}) / -0.733\} + R$$

$$H_{\text{Candidate}} \leq H_{\text{Original}} + \{(\text{FEI2}_{\text{Limit}} - \text{FEI2}_{\text{Original}}) / -0.246\} + R$$

Donde:

$H_{\text{Candidate}}$	=	HTHS a 150 °C del aceite candidato medido según el estándar ASTM D4683
H_{Original}	=	HTHS a 150 °C del aceite probado original medido según el estándar ASTM D4683
$\text{FEIsum}_{\text{Limit}}$	=	límite de aprobación de FEIsum para el grado de viscosidad probado original
$\text{FEIsum}_{\text{Original}}$	=	resultado de FEIsum ($\text{FEI1}_{\text{Original}} + \text{FEI2}_{\text{Original}}$) del aceite probado original
$\text{FEI2}_{\text{Limit}}$	=	límite de aprobación de FEI2 para el grado de viscosidad probado original
$\text{FEI2}_{\text{Original}}$	=	resultado de FEI2 del aceite probado original
R	=	Reproducibilidad según lo informado en la versión más reciente del estándar ASTM D4683, la actual R = 0.03207 x H_{Original} + 0.0389 para ASTM D4683-17

Tabla F-15—Lectura Cruzada de la Viscosidad de los Grupos II, III y IV: Prueba de la Secuencia IX

Puede ser "Lectura Cruzada" para:						
Ejecución de Prueba en	0W-16	0W-20	0W-30	5W-20	5W-30	10W-30
0W-16	N/A	X	X	X	X	X
0W-20	X	N/A	X	X	X	X
0W-30	X	X	N/A	X	X	X
5W-20	X	X	X	N/A	X	X
5W-30	X	X	X	X	N/A	X
10W-30	X	X	X	X	X	N/A

Se puede utilizar el agrupamiento de dos formulaciones aprobadas para una tecnología determinada para evitar la prueba adicional del grado de viscosidad. La VGRA está permitida si la viscosidad del aceite base del candidato a 100 °C está dentro del rango de la viscosidad del aceite base a 100 °C de las dos formulaciones aprobadas. Además, el contenido del modificador de viscosidad no debe ser más de 1.5 veces mayor que el contenido del modificador de viscosidad más alto en los aceites utilizados para respaldar el agrupamiento de la VGRA. Este enfoque se aplica a las formulaciones con material base del Grupo II, el Grupo III y el Grupo IV. Los aceites que contienen materiales base del Grupo I o del Grupo V deben contener una cantidad igual del mismo material base en la mezcla de aceite terminado para la aplicación de la lectura cruzada del grado de viscosidad.

Ejemplo:

	Matriz Aceite 1	Matriz Aceite 2	Aceite Candidato A	Aceite Candidato B
Viscosidad del Aceite Base a 100 °C, cSt	4.6	10.9	9.0	12.4
Secuencia IX	Aprueba	Aprueba		
¿Prueba Requerida?			No	Sí
Razón			La formulación cae dentro del rango de viscosidad del aceite base	La formulación no cae dentro del rango de viscosidad del aceite base

Tabla F-16— Lectura Cruzada del Grado de Viscosidad de los Grupos I, II, III y IV: Prueba de la Secuencia X

Puede ser "Lectura Cruzada" para:							
Ejecución de Prueba en	0W-16	0W-20	5W-20	5W-30	5W-40	10W-30	10W-40
0W-16	N/A	X	X	X	X	X	X
0W-20	X	N/A	X	X	X	X	X
5W-20	X	X	N/A	X	X	X	X
5W-30	X	X	X	N/A	X	X	X
5W-40	X	X	X	X	N/A	X	X
10W-30	X	X	X	X	X	N/A	X
10W-40	X	X	X	X	X	X	N/A

Notas para la Tabla F-16:

1. X = se permite la lectura cruzada para los grados de viscosidad identificados según los datos y algunas aplicaciones de los principios técnicos aprobados por el Grupo de Trabajo del BOI y la VGRA del API y el Grupo de Estándares de Lubricantes del API.
2. Una raya (—) significa que no se permite la lectura cruzada; NA = no aplicable.
3. Se permiten nuevos grados de viscosidad y la lectura cruzada asociada si se cumplen los requisitos descritos en la Sección F.1.4.
4. Las pruebas de matriz del BOI y la VGRA se realizaron con aceites que contenían una amplia gama de modificadores de viscosidad. También se probaron aceites con modificador de viscosidad cero. Los aceites probados con 2.5 veces la cantidad de modificador de viscosidad incluido en la formulación o sin modificador de viscosidad demostraron no ser estadísticamente diferentes del aceite original.
5. Las formulaciones probadas que contienen aceites del Grupo I o del Grupo V deben contener una cantidad igual del mismo material base en la mezcla de aceite terminado para la aplicación de la lectura cruzada del grado de viscosidad.

^a Se permite la lectura cruzada a las formulaciones con una concentración igual o mayor que el modificador de viscosidad dispersante.

^b Se permite la lectura cruzada del 10W-30 a una concentración más baja del modificador de viscosidad dispersante que el 5W-30 siempre que también se obtenga en la formulación un SAE 30 aprobado donde el tratamiento del DI no cambia.

F.3 REQUISITOS DE LA VGRA DE ACEITES PARA MOTOR DIÉSEL

F.3.1 GENERALIDADES

En el caso de los Aceites para Motor para Trabajos Pesados, la elegibilidad para la Lectura Cruzada del Grado de Viscosidad requiere que se cumplan los criterios que se detallan en las Secciones F.3.1.1 a F.3.1.4.

F.3.1.1 Las mezclas deben utilizar solo los materiales base como se define en el Annex E.

F.3.1.2 Los aceites base procedentes de otros fabricantes se probarán de acuerdo con el Annex E.

F.3.1.3 La misma proporción de detergente-(dispersante) inhibidor (DI) del paquete total de aditivos de rendimiento se utilizará en concentraciones iguales o mayores para grados de viscosidad alternativos. El aumento del DI se limita a lo permitido en el Código de Prácticas del ACC. Los niveles del depresor del punto de fluidez, el modificador de viscosidad y el inhibidor de espuma se pueden ajustar para grados de viscosidad alternativos, de acuerdo con el Código de Prácticas del ACC.

F.3.1.4 Se seguirán las prácticas de prueba del Código de Prácticas del ACC y del Procedimiento de Evaluación de Pruebas Múltiples de la ASTM.

Tabla F-17—Lectura Cruzada del Grado de Viscosidad de los Grupos I, II, III y IV de Aceites para Motor Diésel

No se permite la lectura cruzada de grados de viscosidad no incluidos explícitamente en esta tabla a menos que lo habilite la Tabla F-1.

Prueba de Rendimiento	De SAE	A SAE
1K	10W-40	10W-30, 15W-40, 15W-50
	15W-40	10W-30, 20W-40, 20W-50
	30	10W, 20W, 40, 10W-30, 15W-40, 20W-50
	40	10W, 20W, 30, 10W-30, 15W-40, 20W-50
1N	15W-40	10W-30, 20W-40, 20W-50
	20W-20 ^a	10W
	30	10W, 20W-20 ^a
	40	10W, 20W-20 ^a , 30
1P	50	10W, 20W-20 ^a , 30, 40
	10W-30	15W-40, 20W-40, 20W-50
	10W-40	10W-30, 15W-40, 15W-50, 20W-40, 20W-50
	15W-40	20W-40, 20W-50
1R	15W-50	15W-40, 20W-40, 20W-50
	10W-30	15W-40
	10W-40	10W-30, 15W-40, 15W-50
C13	10W-30	15W-40
	10W-40	10W-30, 15W-40
	15W-50	15W-40
CBT	10W-30	15W-40
COAT	15W-40	10W-30, 10W-40
	10W-40	10W-30
Compatibilidad con Elastómeros	10W-30	15W-40
	15W-40	10W-30
HTCBT	Consultar la Sección F.4.5	
M11HST	10W-30	10W-40, 15W-40, 15W-50
	15W-40	10W-40, 15W-50
M11EGR	10W-30	10W-40, 15W-40, 15W-50
	15W-40	10W-40, 15W-50
ISB	10W-30	10W-40, 15W-40, 15W-50
	15W-40	10W-40, 15W-50
<i>(Continúa en la página siguiente)</i>		

Prueba de Rendimiento	De SAE	A SAE
ISM	10W-30	10W-40, 15W-40, 15W-50
	15W-40	10W-40, 15W-50
T-8, T-8A y T-8E ^b	15W-40	10W-30, 10W-40, 15W-50
T-9 ^c	10W-30	10W-40, 15W-40, 15W-50, 20W-40 ^d , 20W-50 ^d
	15W-40	15W-50, 20W-40 ^d , 20W-50 ^d
T-10	10W-30	10W-40, 15W-40, 15W-50, 20W-40 ^d , 20W-50 ^d
	15W-40	15W-50, 20W-40 ^d , 20W-50 ^d
T-10A	15W-40	0W-XX, 5W-XX, 10W-XX
T-11 ^e	10W-30	10W-40
	10W-40	10W-30
	15W-40	10W-30, 10W-40, 15W-50
	15W-50	10W-30, 10W-40, 15W-40
	20W-40	10W-30, 10W-40, 15W-40, 15W-50, 20W-50
	20W-50	10W-30, 10W-40, 15W-40, 15W-50, 20W-40
T-11A	15W-40	0W-XX, 5W-XX, 10W-XX
T-12	10W-30	10W-40, 15W-40, 15W-50, 20W-40 ^d , 20W-50 ^d
	15W-40	15W-50, 20W-40 ^d , 20W-50 ^d
T-12A	15W-40	0W-XX, 5W-XX, 10W-XX
T-13	10W-30	10W-40, 15W-40
	10W-40	10W-30, 15W-40
	15W-40	10W-30, 10W-40
	10W	10W-30, 15W-40, 15W-50
(EOAT)	10W-30	10W, 15W-40, 15W-50
	15W-40	10W, 10W-30, 15W-50
	15W-50	10W, 10W-30, 15W-40
	40	10W, 30, 10W-30, 15W-40, 15W-50
RFWT	10W-30	10W-40, 15W-40, 15W-50, 20W-40, 20W-50, 30, 40, 50
	15W-40	15W-50, 20W-40, 20W-50, 40, 50

Notas para la Tabla F-17:

1. Esta tabla entró en vigencia originalmente el 1 de enero de 1992. Es posible que los fabricantes de motores no recomienden todos los grados de viscosidad que se muestran en la tabla para un tipo de motor en particular.
2. Las formulaciones probadas que contienen materiales del Grupo V deben contener una cantidad igual del mismo material base del Grupo V (p. ej., éster) en la mezcla de aceite terminado para la aplicación de la lectura cruzada del grado de viscosidad.

^a Estas lecturas cruzadas también se aplican a los aceites monogrado SAE 20 y SAE 20W.

^b Un programa de prueba del CF-4 con datos T-8A o T-8E para validar el rendimiento del manejo del hollín debe utilizar las directrices de la lectura cruzada del grado de viscosidad T-7.

^c Un programa de prueba del CF-4 con datos T-9 para validar el rendimiento de desgaste del motor debe utilizar las directrices de la lectura cruzada del grado de viscosidad T-6.

^d Siempre que el nivel de saturados en el nuevo aceite candidato sea igual o mayor que el aceite candidato original y el nivel de azufre sea igual o menor que el del aceite candidato original dentro de la precisión de las pruebas.

^e Los saturados del aceite base en la formulación final y de prueba deben cumplir con las directrices del Annex E y, en los casos en que se utilice un modificador de viscosidad dispersante (DVM), el nivel de DVM en la formulación final debe ser igual o mayor que el nivel en el aceite de prueba.

F.4 VGRA PARA PRUEBAS DE BANCO

F.4.1 HOMOGENEIDAD Y MISCIBILIDAD (H&M) (ASTM D6922) Y EOFT (ASTM D6795)

Se requieren pruebas de Homogeneidad y Miscibilidad (H&M) (ASTM D6922) y Filtrabilidad del Aceite para Motor (EOFT [ASTM D6795]) en el conjunto de datos básicos (consultar el Código de Prácticas del ACC para conocer la definición del conjunto de datos básicos), y luego se permite la lectura cruzada a todos los demás grados de viscosidad dentro de la misma lista del material base.

F.4.2 EOWTT (ASTM D6794)

La Prueba de Tolerancia al Agua de Aceites para Motor (EOWTT [ASTM D6794]) debe realizarse en la formulación con la combinación más alta de aditivos (DI/VM). Luego, los resultados se extrapolan a todas las demás formulaciones de grado de viscosidad/aceite base que utilicen la misma o menor concentración de una combinación idéntica de aditivos (DI/VM). Se debe probar cada combinación diferente (DI/VM).

F.4.3 PRUEBA DE CORROSIÓN CON ESFERAS (ASTM D6557)

Si hay una Prueba de Corrosión con Esferas (BRT) (ASTM D6557) aprobada en el conjunto de datos básicos según lo define el Código de Prácticas del ACC, se permite la lectura cruzada a todas las otras listas de aceites base/grados de viscosidad.

F.4.4 RETENCIÓN DE LA EMULSIÓN (ASTM D7563)

Para los aceites formulados con materiales base del Grupo II o Grupo III, se requiere la Retención de la Emulsión del estándar D7563 de la ASTM solo para la concentración más alta de aditivo (DI/VM). Se permite la lectura cruzada a todas las demás formulaciones de aceites base/grados de viscosidad del Grupo II, el Grupo III y las combinaciones del Grupo II y el Grupo III que utilicen la misma o menor concentración de la misma combinación de aditivos (DI/VM). Si se cambia el tipo de PPD para la combinación DI/VM, se requieren pruebas.

F.4.5 PRUEBA DE BANCO DE CORROSIÓN A ALTA TEMPERATURA (ASTM D6594)

Si hay uno que aprueba la Prueba de Banco de Corrosión a Alta Temperatura (HTCBT) (ASTM D6594) en el conjunto de datos básicos según lo define el Código de Prácticas del ACC, se permite la lectura cruzada a todas las otras listas de aceites base/grados de viscosidad.

F.4.6 PRUEBA TEOST (MÉTODO 33) (ASTM D6335)

Tabla F-18—Lectura Cruzada de la Viscosidad de los Grupos I, II, III y IV: Prueba TEOST (Método 33)

Ejecución de Prueba en	Puede ser "Lectura Cruzada" para:							
	5W-20	5W-30	10W-30	10W-40	15W-40	20W-40	20W-50	Monogrado
5W-20	N/A	X						
5W-30	X	N/A	X	X	X	X	X	X
10W-30	—	—	N/A	X	X	X	X	X
10W-40	—	—	X	N/A	X	X	X	X
15W-40	—	—	—	—	N/A	X	X	X
20W-40	—	—	—	—	—	N/A	X	X
20W-50	—	—	—	—	—	X	N/A	X

Notas para la Tabla F-18:

1. X = se permite la lectura cruzada para los grados de viscosidad identificados en función de los datos y alguna aplicación de principios técnicos aprobados por el Grupo de Trabajo del BOI y la VGRA del API y el Grupo de Estándares de Lubricantes del API.
2. Los monogrados se definen como SAE 10W, SAE 20W, SAE 30, SAE 40 y SAE 50.
3. Una raya (—) significa que no se permite la lectura cruzada; NA = no aplicable.
4. Las formulaciones probadas que contienen materiales del Grupo V deben contener una cantidad igual del mismo material base del Grupo V (p. ej., éster) en la mezcla de aceite terminado para la aplicación de la lectura cruzada del grado de viscosidad.
5. Si el grado de viscosidad de interés no está en la tabla, entonces se debe ejecutar la Prueba TEOST, Método 33.

F.4.7 PRUEBA TEOST MHT-4 (ASTM D7097)

Tabla F-19—Lectura Cruzada de la Viscosidad de los Grupos I, II, III y IV: TEOST MHT-4

Puede ser "Lectura Cruzada" para:

Ejecución de Prueba en	5W-20	5W-30	10W	10W-30	10W-40	15W-40	15W-50	20W	20W-40	20W-50	30	40	50
5W-20	N/A	X	—	X	X	—	—	—	—	—	—	—	—
5W-30	X	N/A	—	X	X	—	—	—	—	—	—	—	—
10W	—	—	N/A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10W-30	X	X	—	N/A	X	X	X	—	—	—	—	—	—
10W-40	X	X	—	X	N/A	X	X	—	—	—	—	—	—
15W-40	—	—	—	X	X	N/A	X	—	—	—	—	—	—
15W-50	—	—	—	X	X	X	N/A	—	—	—	—	—	—
20W	—	—	X	—	—	—	—	N/A	—	—	—	—	—
20W-40	—	—	—	X	X	X	X	—	N/A	X	—	—	—
20W-50	—	—	—	X	X	X	X	—	X	N/A	—	—	—
30	—	—	X	—	—	—	—	X	—	—	N/A	—	—
40	—	—	X	—	—	—	—	X	—	—	X	N/A	—
50	—	—	X	—	—	—	—	X	—	—	X	X	N/A

Notas para la Tabla F-19:

1. X = se permite la lectura cruzada para los grados de viscosidad identificados según los datos y algunas aplicaciones de los principios técnicos aprobados por el Grupo de Trabajo del BOI y la VGRA del API y el Grupo de Estándares de Lubricantes del API.
2. Una raya (—) significa que no se permite la lectura cruzada; NA = no aplicable.
3. Las formulaciones probadas que contienen materiales del Grupo V deben contener una cantidad igual del mismo material base del Grupo V (p. ej., éster) en la mezcla de aceite terminado para la aplicación de la lectura cruzada del grado de viscosidad.
4. Si el grado de viscosidad de interés no está en la tabla, entonces se debe ejecutar la TEOST MHT-4.
5. Los principios en los que se basa esta tabla indican que una mayor viscosidad del aceite base tiende a dar un rendimiento más bajo y que el nivel del VM no es necesariamente perjudicial.

F.4.8 PRUEBA DE COMPATIBILIDAD CON ELASTÓMEROS EN PCMO (ASTM D7216, ANEXO 2A)

**Tabla F-20—Lectura Cruzada de la Viscosidad de los Grupos II y III:
Prueba de Compatibilidad con Elastómeros en PCMO⁴
(ASTM D 7216, Anexo 2A)**

Puede ser "Lectura Cruzada" para:

Ejecución de Prueba en	0W-20	0W-30	5W-20	5W-30	10W-30	10W-40
0W-20	N/A	X	X	X	X	X
0W-30	X	N/A	X	X	X	X
5W-20	X	X	N/A	X	X	X
5W-30	X	X	X	N/A	X	X
10W-30	X	X	X	X	N/A	X
10W-40	X	X	X	X	X	N/A

Para los grados de viscosidad que no se enumeran en la tabla anterior, se puede utilizar el agrupamiento de dos formulaciones aprobadas para una tecnología determinada para evitar pruebas adicionales. Se permite la VGRA si la viscosidad del aceite base del candidato a 100 °C está dentro del rango de viscosidad del aceite base a 100 °C de las 2 formulaciones aprobadas.

⁴ Modificado por voto 5106

Ejemplo:

	Matriz Aceite 1	Matriz Aceite 2	Aceite Candidato A	Aceite Candidato B
Viscosidad del Aceite Base a 100 °C, cSt	4.6	10.9	9.0	12.4
Resultado D7216, A2	Aprueba	Aprueba		
¿Prueba Requerida?			No	Sí
Razón			La formulación cae dentro del rango de viscosidad del aceite base	La formulación no cae dentro del rango de viscosidad del aceite base

F.4.9 PRUEBA ROBO (ASTM D7528)**Tabla F-21—Lectura Cruzada de la Viscosidad de los Grupos I, II, III y IV: Prueba ROBO⁵**

Puede ser "Lectura Cruzada" para:									
Ejecución de Prueba en	0W-16	0W-20	0W-30	5W-20	5W-30	5W-40	10W	10W-30	10W-40
0W-16	N/A	X	-	X	X	-	-	-	-
0W-20	X	N/A	-	X	X	X	-	-	-
0W-30	X	X	N/A	X	X	-	-	-	-
5W-20	-	-	-	N/A	-	-	X	X	-
5W-30	-	-	-	X	N/A	-	X	X	X
5W-40	-	-	-	X	X	N/A	-	-	-
10W-30	-	-	-	-	-	-	X	N/A	X
10W-40	-	-	-	-	-	-	X	X	N/A

Notas para la Tabla F-21:

1. X = se permite la lectura cruzada para los grados de viscosidad identificados según los datos aprobados por el Grupo de Trabajo del BOI y la VGRA del API y el Grupo de Lubricantes del API. El contenido de modificador de viscosidad no debe ser más de 1.5 veces mayor que el contenido del modificador de viscosidad en el aceite en el que se realizó la prueba.
2. Una raya (—) significa que no se permite la lectura cruzada; NA = no aplicable.
3. Las formulaciones probadas que contienen materiales del Grupo V deben contener una cantidad igual del mismo material base del Grupo V (p. ej., éster) en la mezcla de aceite terminado para la aplicación de la lectura cruzada del grado de viscosidad.

⁵ Introducido por voto 5108

Annex G

Requisitos para las Categorías de Servicio API SJ, SL, SM, SN, SP por Grado de Viscosidad¹

G.1 CATEGORÍA DE SERVICIO API SJ

Tabla G-1—Requisitos para la Categoría de Servicio API SJ por Grado de Viscosidad

Requisitos de Prueba de Motor ^a —Todos los Grados de Viscosidad	
ASTM D5844 (Secuencia IID)	
Oxidación promedio del motor	8.5 (mín.)
Número de taqués atascados	Ninguno
○	
ASTM D6557 ^b (Prueba de Corrosión con Esferas)	
Valor medio de grises	100 (mín.)
ASTM D5533 (Secuencia IIIE)	
Horas de funcionamiento hasta un aumento de la viscosidad cinemática del 375 % a 40 °C	64 (mín.)
Lodos promedio en el motor	9.2 (mín.)
Barnices promedio en falda de pistón	8.9 (mín.)
Depósitos promedio en anillos	3.5 (mín.)
Pegamiento de taqués	Ninguno
Rayado y desgaste	
Rayado de levas y taqués	Ninguno
Desgaste de levas más taqués, mm	
Promedio	30 (máx.)
Máximo	64 (máx.)
Pegamiento de anillos (relacionado con el aceite)	Ninguno
○	
ASTM D6984 (Secuencia IIIF)	
Viscosidad cinemática, % de incremento a 40 °C	325 (máx.)
Barnices promedio en falda de pistón	8.5 (mín.)
Depósitos en pistones, valor ponderado	3.2 (mín.)
Desgaste promedio de levas más taqués, mm	20 (máx.)
Pegamiento de anillos en caliente	Ninguno
○	
ASTM D7320 (Secuencia IIIG)	
Viscosidad cinemática, % de incremento a 40 °C	150 (máx.)
Depósitos en pistones, valor ponderado	3.5 (mín.)
Desgaste promedio de levas más taqués, μm	60 (máx.)
Pegamiento de anillos en caliente	Ninguno
○	
ASTM D8111 (Directriz de la Secuencia IIH a las 60/70 horas)	
Viscosidad cinemática a 60, % de aumento a 40 °C	307 (máx.)
Depósitos en pistones, promedio ponderado a 70, méritos	2.5 (mín.)
Barnices promedio en falda de pistón a 70, méritos	7.5 (mín.)

¹La Categoría SH del API se eliminó de esta tabulación en la publicación de la 18.ª edición.

ASTM D5302 (Secuencia VE)

Lodos promedio en el motor	9.0 (mín.)
Lodos en tapa de balancines	7.0 (mín.)
Barnices promedio en falda de pistón	6.5 (mín.)
Barnices promedio en el motor	5.0 (mín.)
Taponamiento de anillos, %	Informe
Taponamiento de pantalla de aceite, %	20.0 (máx.)
Pegamiento de anillos de compresión (pegamiento en caliente)	Ninguno
Desgaste de levas, mm	
Promedio	127 (máx.)
Máximo	380 (máx.)

ASTM D6891 (Secuencia IVA) más ASTM D6593 (Secuencia VG^b)

Desgaste promedio de levas, µm	120
Lodos promedio en el motor	7.8 (mín.)
Lodos en tapa de balancines	8.0 (mín.)
Barnices promedio en falda de pistón	7.5 (mín.)
Barnices promedio en el motor	8.9 (mín.)
Taponamiento de pantalla de aceite, %	20 (máx.)
Anillos de compresión atascados en caliente	Ninguno

O

ASTM D6891 (Secuencia IVA) más ASTM D8256 (Secuencia VH)

Lodos promedio en el motor, méritos	7.4 (mín.)
Lodos promedio en tapa de balancines, méritos	7.4 (mín.)
Barnices promedio en el motor, méritos	8.6 (mín.)
Barnices promedio en falda de pistón, méritos	7.4 (mín.)
Taponamiento de pantalla de aceite, % de área	Valor e informe
Anillos de compresión atascados en caliente	Ninguno

ASTM D5119 (L-38)

Pérdida de peso del cojinete, mg	40 (máx.)
Estabilidad al corte	^c

O

ASTM D6709 (Secuencia VIII)

Pérdida de peso del cojinete, mg	26.4 (máx.)
Estabilidad al corte	^c

Prueba de Banco y Parámetro Medido ^a	Criterios de Rendimiento del Grado de Viscosidad	
	SAE 0W-20, SAE 5W-20, SAE 5W-30, SAE 10W-30	Todos los otros ^d
ASTM D5800, pérdida de volatilidad, % máx. ^e	22	20 ^f
ASTM D6417, pérdida de volatilidad a 371 °C (700 °F), % máx. ^e	17	25 ^e
ASTM D5480, pérdida de volatilidad a 371 °C (700 °F), % máx. ^e	17	15 ^f
ASTM D6795, % de reducción de flujo, máx.	50	50
ASTM D6794, % de reducción de flujo, máx.	Informe	Informe
Con 0.6 % H ₂ O	Informe	Informe
Con 1.0 % H ₂ O	Informe	Informe
Con 2.0 % H ₂ O	Informe	Informe
Con 3.0 % H ₂ O	Informe	Informe
ASTM D4951 o D5185, % en masa de fósforo, máx.	0.10 ^g	NR
ASTM D92, punto de inflamación, °C mín. ^h	200	NR
ASTM D93, Punto de inflamación, °C mín. ^h	185	NR
ASTM D892, tendencia a la espumación (Opción A)		
Secuencia I, máx., espumación/sedimentación ⁱ	10/0	10/0
Secuencia II, máx., espumación/sedimentación ⁱ	50/0	50/0
Secuencia III, máx., espumación/sedimentación ⁱ	10/0	10/0
ASTM D6082 (se requiere mezcla opcional), espuma estática máx., tendencia/estabilidad	200/50 ^j	200/50 ^j
ASTM D6922, homogeneidad y miscibilidad	<i>k</i>	<i>k</i>
L-38 o Secuencia VIII, estabilidad al corte	<i>l</i>	<i>l</i>
ASTM D6335, depósitos a alta temperatura (TEOST), peso del depósito, mg, máx.	60	60
ASTM D5133, índice de gelificación, máx. ^b	12	NR
ASTM D4683, D4741 o D5481, Viscosidad a Alta Temperatura/Alto Cizallamiento a 150 °C, mPa·s, mín.	NR	2.6

Nota: Todos los aceites deben cumplir con los requisitos de la edición más reciente de SAE J300; NR = No requerido.

^aLas pruebas y los límites se establecen según el estándar D4485 de la ASTM

^b Si las categorías CI-4, CJ-4, CK-4 o FA-4 preceden a la categoría "S" y no hay una Marca de Certificación del API, no se requieren las pruebas de Secuencia VG (ASTM D6593), Prueba de Corrosión con Esferas (ASTM D6557) e Índice de Gelificación (ASTM D5133)

^c Viscosidad cinemática despojada a las 10 horas (el aceite permanecerá en el grado de viscosidad original).

^d No incluye SAE 0W-16 y 5W-16.

^e El requisito de volatilidad debe cumplirse con el Método de Prueba D5800, el Método de Prueba D5480 o el Método de Prueba D6417. Se requiere un resultado de aprobación en solo uno de estos procedimientos.

^f Rendimiento de pérdida de volatilidad aprobado solo requerido para aceites SAE 15W-40.

^g Esta es una especificación no crítica como se describe en el estándar D3244 de la ASTM.

^h Se debe cumplir con el requisito del punto de inflamación del Método de Prueba D92 o del Método de Prueba D93.

ⁱ Volumen de sedimentación determinado a los 10 min

^j Volumen de sedimentación determinado a 1 min

^k Homogéneo con Aceites de Referencia SAE.

^l La viscosidad cinemática despojada a las 10 horas debe permanecer en el grado de viscosidad SAE original, excepto el XW-20, que debe permanecer $\geq 5.6 \text{ mm}^2/\text{s}$.

G.2 CATEGORÍA DE SERVICIO API SL

Tabla G-2—Requisitos para la Categoría de Servicio API SL por Grado de Viscosidad

Requisitos de Prueba de Motor ^a —Todos los Grados de Viscosidad	
ASTM D6984 (Secuencia IIIF)	
Viscosidad cinemática, % de incremento a 40 °C	275 (máx.)
Barnices promedio en falda de pistón	9.0 (mín.)
Depósitos en pistones, valor ponderado	4.0 (mín.)
Desgaste promedio de levas más taqués, mm	20 (máx.)
Pegamiento de anillos en caliente	Ninguno
Rendimiento de viscosidad a baja temperatura	Informe
○	
ASTM D7320 (Secuencia IIIG)	
Viscosidad cinemática, % de incremento a 40 °C	150 (máx.)
Depósitos en pistones, valor ponderado	3.5 (mín.)
Desgaste promedio de levas más taqués, μm	60 (máx.)
Pegamiento de anillos en caliente	Ninguno
Rendimiento de viscosidad a baja temperatura	Informe
○	
ASTM D8111 (Directriz de la Secuencia IIIH a las 70 horas)	
Viscosidad cinemática a 70 h, % de aumento a 40 °C	181 (máx.)
Depósitos en pistones, promedio ponderado a las 70 h, méritos	3.3 (mín.)
Barnices promedio en falda de pistón a las 70 h, méritos	7.9 (mín.)
ASTM D6891 (Secuencia IVA)	
Desgaste promedio de levas (promedio de 7 posiciones), μm	120 (máx.)
ASTM D5302 (Secuencia VE) ^b	
Desgaste promedio de levas, μm	127 (máx.)
Desgaste de levas, μm	380 (máx.)
ASTM D6593 (Secuencia VG) ^c	
Lodos promedio en el motor	7.8 (mín.)
Lodos en tapa de balancines	8.0 (mín.)
Barnices promedio en falda de pistón	7.5 (mín.)
Barnices promedio en el motor	8.9 (mín.)
Taponamiento de pantalla de aceite, %	20 (máx.)
Anillos de compresión atascados en caliente	Ninguno
Pegamiento de anillos en frío	Informe
Residuos en pantalla de aceite, %	Informe
Taponamiento de anillos, %	Informe
○	
ASTM D8256 (Secuencia VH)	
Lodos promedio en el motor, méritos	7.4 (mín.)
Lodos promedio en tapa de balancines, méritos	7.4 (mín.)
Barnices promedio en el motor, méritos	8.6 (mín.)
Barnices promedio en falda de pistón, méritos	7.4 (mín.)
Taponamiento de pantalla de aceite, % de área	Valor e informe
Anillos de compresión atascados en caliente	Ninguno

Requisitos de Prueba de Motor^d (continuación)—Todos los Grados de Viscosidad

ASTM D6709 (Secuencia VIII)

Pérdida de peso del cojinete, mg

26.4 (máx.)

Estabilidad al corte

^e

Prueba de Banco y Parámetro Medido ^a	Prueba de Banco y Parámetro Medido	
	SAE 0W-20, SAE 5W-20, SAE 0W-30, SAE 5W-30, SAE 10W-30	Todos los otros ^e
ASTM D6557 (Prueba de Corrosión con Esferas), valor gris prom., mín. ^e	100	100
ASTM D5800, pérdida de volatilidad, % máx.	15	15
ASTM D6417, pérdida de volatilidad a 371 °C (700 °F), % máx.	10	10
ASTM D6795, % de reducción de flujo, máx.	50	50
ASTM D6794, % de reducción de flujo, máx.		
Con 0.6 % H ₂ O	50	50
Con 1.0 % H ₂ O	50	50
Con 2.0 % H ₂ O	50	50
Con 3.0 % H ₂ O	50	50
ASTM D4951 o D5185, % en masa de fósforo, máx. ^f	10 ^g	NR
ASTM D892, tendencia a la espumación (Opción A)		
Secuencia I, máx., espumación/sedimentación ^h	10/0	10/0
Secuencia II, máx., espumación/sedimentación ^h	50/0	50/0
Secuencia III, máx., espumación/sedimentación ^h	10/0	10/0
ASTM D6082 (se requiere mezcla opcional), espuma estática máx., tendencia/estabilidad ⁱ	100/0	100/0
ASTM D6922, homogeneidad y miscibilidad	<i>j</i>	<i>j</i>
Secuencia VIII, estabilidad al corte	<i>k</i>	<i>k</i>
ASTM D7097, depósitos a alta temperatura (TEOST MHT), peso del depósito, mg, máx.	45	45
ASTM D5133, índice de gelificación, máx. ^b	12 ^l	NR
ASTM D4683, D4741 o D5481, Viscosidad a Alta Temp./Alto Cizallamiento a 150 °C, mPa·s, mín.	NR	2.6

^a Las pruebas y los límites se establecen según el estándar D4485 de la ASTM

^b No se requiere para aceites que contengan un mínimo de 0.08 % en masa de fósforo en forma de dialquilditiofosfato de zinc (ZDDP).

^c Si las categorías CI-4, CJ-4, CK-4 o FA-4 preceden a la categoría "S" y no hay una Marca de Certificación del API, no se requieren las pruebas de Secuencia VG (ASTM D6593), Prueba de Corrosión con Esferas (ASTM D6557) e Índice de Gelificación (ASTM D5133)

^d Las pruebas y los límites se establecen según el estándar D4485 de la ASTM

^e No incluye SAE 0W-16 y 5W-16.

^f Para todos los grados de viscosidad: Si las categorías CH-4, CI-4 y CJ-4 preceden a la categoría "S" y no hay una Marca de Certificación del API, no se aplica el límite para el fósforo. Sin embargo, los límites de CJ-4 para fósforo y azufre sí se aplican para los aceites CJ-4. Esta nota al pie no se puede aplicar si también se solicita CK-4 o FA-4. Se debe tener en cuenta que estos aceites se han formulado principalmente para motores diésel y es posible que no brinden todos los requisitos de rendimiento en consonancia con las recomendaciones de los fabricantes de vehículos para motores de gasolina.

^g Esta es una especificación no crítica como se describe en el estándar D3244 de la ASTM.

^h Volumen de sedimentación determinado a los 10 min

ⁱ Volumen de sedimentación determinado a 1 min

^j Homogéneo con Aceites de Referencia SAE.

^k ⁱ La viscosidad cinemática despojada a las 10 horas debe permanecer en el grado de viscosidad SAE original, excepto el XW-20, que debe permanecer $\geq 5.6 \text{ mm}^2/\text{s}$.

^l Para temperaturas de gelificación iguales o mayores que las temperaturas de bombeabilidad de grado W como se define en SAE J300.

G.3 CATEGORÍA DE SERVICIO API SM

Tabla G-3—Requisitos para la Categoría de Servicio API SM

Requisitos de Prueba de Motor ^a	Requisitos de Rendimiento del Grado de Viscosidad	
	SAE 0W-20, SAE 5W-20, SAE 0W-30, SAE 5W-30, SAE 10W-30	Todos los otros ^b
ASTM D7320 (Secuencia IIIG)		
Aumento de la viscosidad cinemática a 40 °C, %	150 (máx.)	150 (máx.)
Depósitos en pistones, promedio ponderado, méritos	3.5 (mín.)	3.5 (mín.)
Pegamiento de anillos en caliente	Ninguno	Ninguno
Desgaste promedio de levas más taqués, µm	60 (máx.)	60 (máx.)
○		
ASTM D8111 (Secuencia IIIH)		
Aumento de la viscosidad cinemática a 40 °C, %	150 (máx.)	150 (máx.)
Depósitos en pistones, promedio ponderado, méritos	3.2 (mín.)	3.2 (mín.)
Pegamiento de anillos en caliente	Ninguno	Ninguno
ASTM D4684 (Secuencia IIIGA), ASTM D8111 (Secuencia IIIHA) o ASTM D7528 (ROBO)		
Evaluar la EOT del aceite de las pruebas de Secuencia IIIGA, Secuencia IIIHA o ROBO de la ASTM con el estándar D4684 de la ASTM (MRV TP-1)	La viscosidad de la muestra de la EOT del estándar D4684 de la ASTM debe cumplir con los requisitos del grado original o del siguiente grado superior	NR
ASTM D6891 (Secuencia IVA)		
Desgaste promedio de levas (promedio de 7 posiciones), µm	90 (máx.)	90 (máx.)
ASTM D6593 (Secuencia VG) ^c		
Lodos promedio en el motor, méritos	7.8 (mín.)	
Lodos promedio en tapa de balancines, méritos	8.0 (mín.)	
Barnices promedio en el motor, méritos	8.9 (mín.)	
Barnices promedio en falda de pistón, méritos	7.5 (mín.)	
Lodos en pantalla de aceite, % de área	20 (máx.)	
Residuos en pantalla de aceite, % de área	Valor e informe	
Anillos de compresión atascados en caliente	Ninguno	
Pegamiento de anillos en frío	Valor e informe	
Taponamiento de anillos, % de área	Valor e informe	
Desgaste del pasador del seguidor, cilindro n.º 8, promedio, µm	Valor e informe ^d	
Aumento del espacio entre anillos, cilindros n.º 1 y n.º 8, promedio, µm	Valor e informe ^d	
○		
ASTM D8256 (Secuencia VH)		
Lodos promedio en el motor, méritos	7.4	7.4
Lodos promedio en tapa de balancines, méritos	7.4	7.4
Barnices promedio en el motor, méritos	8.6	8.6
Barnices promedio en falda de pistón, méritos	7.6	7.6
Taponamiento de pantalla de aceite, % de área	Valor e informe	Valor e informe
Anillos de compresión atascados en caliente	Ninguno	Ninguno
ASTM D6709 (Secuencia VIII)		
Pérdida de peso del cojinete, mg	26 (máx.)	26 (máx.)

Prueba de Banco y Parámetro Medido ^a	Requisitos de Rendimiento del Grado de Viscosidad	
	SAE 0W-20, SAE 5W-20, SAE 0W-30, SAE 5W-30, SAE 10W-30	Todos los otros ^b
ASTM D6557 (Prueba de Corrosión con Esferas), valor gris prom., mín. ^c	100	100
ASTM D5800, pérdida por evaporación, 1 hora a 250 °C, % máx. ^e	15	15
ASTM D6417, destilación simulada a 371 °C, % máx.	10	10
ASTM D6795, EOFT, % de reducción de flujo, máx.	50	50
ASTM D6794, EOWTT, % de reducción de flujo, máx.		
con 0.6 % H ₂ O	50	50
con 1.0 % H ₂ O	50	50
con 2.0 % H ₂ O	50	50
con 3.0 % H ₂ O	50	50
ASTM D4951 o D5185, % en masa de fósforo, máx. ^f	0.08 ^f	NR
ASTM D4951 o D5185, % en masa de fósforo, mín. ^f	0.06 ^g	0.06 ^g
ASTM D4951, D5185 o D2622, % en masa de azufre, máx. ^f		
SAE 0W-20, 0W-30, 5W-20 y 5W-30	0.5 ^g	NR
SAE 10W-30	0.7 ^g	NR
ASTM D892 (Opción A), tendencia a la espumación		
Secuencia I, mL, máx., tendencia/estabilidad ^h	10/0	10/0
Secuencia II, mL, máx., tendencia/estabilidad ^h	50/0	50/0
Secuencia III, mL, máx., tendencia/estabilidad ^h	10/0	10/0
ASTM D6082 (Opción A), espumación a alta temperatura, mL, máx., tendencia/estabilidad ⁱ	100/0	100/0
ASTM D6922, homogeneidad y miscibilidad	<i>j</i>	<i>j</i>
ASTM D6709 (Secuencia VIII), estabilidad al corte	<i>k</i>	<i>k</i>
ASTM D7097, TEOST MHT, depósitos a alta temperatura, peso del depósito, mg, máx. ^f	35	45
ASTM D5133, índice de gelificación, máx. ^c	12 ⁱ	NR
ASTM D4683, D4741 o D5481, Viscosidad a Alta Temp./Alto Cizallamiento a 150 °C, mPa·s, mín.	NR	2.6

^a Las pruebas y los límites se establecen según el estándar D4485 de la ASTM

^b No incluye SAE 0W-16 y 5W-16.

^c Si las categorías CI-4, CJ-4, CK-4 o FA-4 preceden a la categoría "S" y no hay una Marca de Certificación del API, no se requieren las pruebas de Secuencia VG (ASTM D6593), Prueba de Corrosión con Esferas (ASTM D6557) e Índice de Gelificación (ASTM D5133)

^d El Panel de Vigilancia de la ASTM revisará las estadísticas anualmente.

^e Se permiten las conversiones calculadas especificadas en el estándar D5800 de la ASTM.

^f Para todos los grados de viscosidad: Si las categorías CH-4, CI-4 o CJ-4 preceden a la categoría "S" y no hay una Marca de Certificación del API, no se aplican los límites de la categoría "S" para el fósforo, el azufre y la prueba TEOST MHT. Sin embargo, los límites de CJ-4 para fósforo y azufre sí se aplican para los aceites CJ-4. Esta nota al pie no se puede aplicar si también se solicita CK-4 o FA-4. Se debe tener en cuenta que estos aceites de categoría "C" se han formulado principalmente para motores diésel y es posible que no proporcionen todos los requisitos de rendimiento en consonancia con las recomendaciones de los fabricantes de vehículos para motores de gasolina.

^g Esta es una especificación no crítica como se describe en el estándar D3244 de la ASTM.

^h Después de un período de sedimentación de 10 minutos.

ⁱ Después de un período de sedimentación de 1 minuto.

^j Deberá permanecer homogéneo y, cuando se mezcle con aceites de referencia de la ASTM, deberá permanecer miscible.

^k La viscosidad cinemática despojada a las 10 horas debe permanecer en el grado de viscosidad SAE original, excepto el XW-20, que debe permanecer ≥ 5.6 mm²/s.

^l Se evaluará desde -5 °C hasta la temperatura a la que se alcancen los 40,000 cP o -40 °C, o 2 grados Celsius por debajo de la temperatura MRV TP-1 apropiada, definida por SAE J300 (lo que ocurra primero).

G.4 CATEGORÍA DE SERVICIO API SN (Y CLASIFICACIONES RELACIONADAS)

Tabla G-4—Requisitos para la Categoría de Servicio API SN, API SN con “Conservación de recursos” y API SN con SN PLUS

	API SN	API SN	API SN con “Conservación de Recursos”
	SAE 0W-16, SAE 5W-16, SAE 0W-20, SAE 5W-20, SAE 0W-30, SAE 5W-30, SAE 10W-30	Otros Grados de Viscosidad	Todos los Grados de Viscosidad
Requisitos de Prueba de Motor^a			
ASTM D7320 (Secuencia IIIG)			
Aumento de la viscosidad cinemática a 40 °C, %	150 (máx.)	150 (máx.)	150 (máx.)
Depósitos en pistones, promedio ponderado, méritos	4.0 (mín.)	4.0 (mín.)	4.0 (mín.)
Pegamiento de anillos en caliente	Ninguno	Ninguno	Ninguno
Desgaste promedio de levas más taqués, µm	60 (máx.)	60 (máx.)	60 (máx.)
O			
ASTM D8111 (Secuencia IIIH)			
Aumento de la viscosidad cinemática a 40 °C, %	150 (máx.)	150 (máx.)	150 (máx.)
Depósitos en pistones, promedio ponderado, méritos	3.7 (mín.)	3.7 (mín.)	3.7 (mín.)
Pegamiento de anillos en caliente	Ninguno	Ninguno	Ninguno
ASTM D6891 (Secuencia IVA)			
Desgaste promedio de levas (promedio de 7 posiciones), µm	90 (máx.)	90 (máx.)	90 (máx.)
ASTM D6593 (Secuencia VG) ^b			
Lodos promedio en el motor, méritos	8.0 (mín.)	8.0 (mín.)	8.0 (mín.)
Lodos promedio en tapa de balancines, méritos	8.3 (mín.)	8.3 (mín.)	8.3 (mín.)
Barnices promedio en el motor, méritos	8.9 (mín.)	8.9 (mín.)	8.9 (mín.)
Barnices promedio en falda de pistón, méritos	7.5 (mín.)	7.5 (mín.)	7.5 (mín.)
Lodos en pantalla de aceite, % de área	15 (máx.)	15 (máx.)	15 (máx.)
Residuos en pantalla de aceite, % de área	Valor e informe	Valor e informe	Valor e informe
Anillos de compresión atascados en caliente	Ninguno	Ninguno	Ninguno
Pegamiento de anillos en frío	Valor e informe	Valor e informe	Valor e informe
Taponamiento de anillos, % de área	Valor e informe	Valor e informe	Valor e Informe
O			
ASTM D8256 (Secuencia VH)			
Lodos promedio en el motor, méritos	7.6 (mín.)	7.6 (mín.)	7.6 (mín.)
Lodos promedio en tapa de balancines, méritos	7.7 (mín.)	7.7 (mín.)	7.7 (mín.)
Barnices promedio en el motor, méritos	8.6 (mín.)	8.6 (mín.)	8.6 (mín.)
Barnices promedio en falda de pistón, méritos	7.6 (mín.)	7.6 (mín.)	7.6 (mín.)
Taponamiento de pantalla de aceite, % de área	Valor e informe	Valor e informe	Valor e informe
Anillos de compresión atascados en caliente	Ninguno	Ninguno	Ninguno
ASTM D7589 (Secuencia VID) ^c			
Grado de viscosidad SAE XW-16			
FEI SUM	NR	NR	2.8 % mín.
FEI 2			1.3 % mín.
			después de 100 horas de envejecimiento

Grado de viscosidad SAE XW-20 FEI SUM FEI 2			2.6 % mín. 1.2 % mín. después de 100 horas de envejecimiento
Grado de viscosidad SAE XW-30 FEI SUM FEI 2			1.9 % mín. 0.9 % mín. después de 100 horas de envejecimiento
SAE 10W-30 y todos los demás grados de viscosidad no enumerados anteriormente FEI SUM FEI 2			1.5 % mín. 0.6 % mín. después de 100 horas de envejecimiento
O			
ASTM D8114 (Secuencia VIE) ^c Grado de viscosidad SAE XW-20 FEI SUM FEI 2			3.2 % mín. 1.5 % mín. después de 125 horas de envejecimiento
Grado de viscosidad SAE XW-30 FEI SUM FEI 2			2.5 % mín. 1.2 % mín. después de 125 horas de envejecimiento
SAE 10W-30 y todos los demás grados de viscosidad no enumerados anteriormente FEI SUM FEI 2			2.2 % mín. 1.0 % mín. después de 125 horas de envejecimiento
ASTM D8226 (Secuencia VIF) Grado de viscosidad SAE XW-16 FEI SUM FEI 2			3.7 % mín. 1.8 % mín. después de 100 horas de envejecimiento
ASTM D6709 (Secuencia VIII) Pérdida de peso del cojinete, mg	26 (máx.)	26 (máx.)	26 (máx.)
ASTM D8291 (Secuencia IX) ^d Número de eventos promedio	5 (máx.) ^d	5 (máx.) ^d	5 (máx.) ^d

Prueba de Banco y Parámetro Medido^a

Viscosidad a baja temperatura del aceite envejecido

ASTM D7320 (Secuencia IIIGA), viscosidad a baja temperatura del aceite envejecido ^e	<p>a) Si la viscosidad del Simulador de Arranque en Frío (CCS) medida es menor o igual que la viscosidad del CCS máxima especificada para el grado de viscosidad original, hay que ejecutar el estándar D4684 de la ASTM (MRV TP-1) a la temperatura del Viscosímetro Minirrotatorio (MRV) especificada en SAE J300 para el grado de viscosidad original.</p> <p>b) Si la viscosidad medida del CCS es mayor que la viscosidad máxima especificada para el grado de viscosidad original en el J300, hay que ejecutar el estándar D4684 de la ASTM (MRV TP-1) a una temperatura 5 °C mayor (es decir, a la temperatura del MRV especificada en SAE J300 para el grado de viscosidad inmediatamente superior).</p> <p>c) La muestra de la EOT IIIGA no debe mostrar tensión de fluencia en la prueba D4684 y su viscosidad D4684 debe estar por debajo del máximo especificado en SAE J300 para el grado de viscosidad original o el grado de viscosidad inmediatamente superior, dependiendo del grado de viscosidad del CCS, como se describe en "a" o "b" más arriba.</p>		
○			
ASTM D7528 (Prueba ROBO), viscosidad a baja temperatura del aceite envejecido ^e	<p>d) Si la viscosidad medida del CCS es menor o igual que la viscosidad del CCS máxima especificada para el grado de viscosidad original, hay que ejecutar ASTM D4684 (MRV TP-1) a la temperatura del MRV especificada en SAE J300 para el grado de viscosidad original.</p> <p>e) Si la viscosidad medida del CCS es mayor que la viscosidad máxima especificada para el grado de viscosidad original en el J300, hay que ejecutar el estándar D4684 de la ASTM (MRV TP-1) a una temperatura 5 °C mayor (es decir, a la temperatura del MRV especificada en SAE J300 para el grado de viscosidad inmediatamente superior).</p> <p>f) La muestra de la EOT ROBO no debe mostrar tensión de fluencia en la prueba D4684 y su viscosidad D4684 debe estar por debajo del máximo especificado en SAE J300 para el grado de viscosidad original o el grado de viscosidad inmediatamente superior, dependiendo del grado de viscosidad del CCS, como se describe en "a" o "b" más arriba.</p>		
ASTM D7320 (Secuencia IIIGB), retención de fósforo, % mín.	NR	NR	79
○			
ASTM D8111 (Secuencia IIIHB), retención de fósforo, % mín.	NR	NR	81
ASTM D4683, D4741 o D5481, Viscosidad a Alta Temp./Alto Cizallamiento a 150 °C, mPa·s, mín.	2.3	2.6	2.3
ASTM D6557 (Prueba de Corrosión con Esferas), valor gris prom., mín. ^b	100	100	100
ASTM D5800, pérdida por evaporación, 1 hora a 250 °C, % máx. ^f	15	15	15
ASTM D6417, destilación simulada a 371 °C, % máx.	10	10	10
ASTM D6795, EOFT, % de reducción de flujo, máx.	50	50	50
ASTM D6794, EOWTT, % de reducción de flujo, máx.			
Con 0.6 % H ₂ O	50	50	50
con 1.0 % H ₂ O	50	50	50
Con 2.0 % H ₂ O	50	50	50
Con 3.0 % H ₂ O	50	50	50

ASTM D4951 o D5185, % en masa de fósforo, máx. ^g	0.08 ^g	NR	0.08 ^h
ASTM D4951 o D5185, % en masa de fósforo, mín. ^g	0.06 ^h	0.06 ^h	0.06 ^h
ASTM D4951, D5185 o D2622, % en masa de azufre, máx. ^g			
SAE 0W-16, 5W-16, 0W-20, 0W-30, 5W-20 y 5W-30	0.5 ^g	NR	0.5 ^g
SAE 10W-30	0.6 ^g	NR	0.6 ^g
Todos los demás grados de viscosidad	NR	NR	0.6 ^g
ASTM D892 (Opción A), tendencia a la espumación			
Secuencia I, mL, máx., tendencia/estabilidad	10/0 ⁱ	10/0 ^j	10/0 ⁱ
Secuencia II, mL, máx., tendencia/estabilidad	50/0 ⁱ	50/0 ^j	50/0 ⁱ
Secuencia III, mL, máx., tendencia/estabilidad	10/0 ⁱ	10/0 ^j	10/0 ⁱ
ASTM D6082 (Opción A), espumación de alta temperatura mL, máx., tendencia/estabilidad ⁱ	100/0	100/0	100/0
ASTM D6922, homogeneidad y miscibilidad	<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>
ASTM D6709 (Secuencia VIII), estabilidad al corte	<i>l</i>	<i>l</i>	<i>l</i>
ASTM D7097, TEOST MHT, depósitos a alta temperatura, peso del depósito, mg, máx. ^g	35	45	35
ASTM D5133, índice de gelificación, máx. ^b	12 ^m	NR	12 ^m
ASTM D6335, TEOST 33C, depósitos a alta temperatura, peso total del depósito, mg, máx.			
SAE XW-16	NR	NR	NR
SAE 0W-20	NR	NR	NR
Todos los demás grados de viscosidad	NR	NR	30 Sin
ASTM D7563, retención de la emulsión	NR	NR	separación de agua
ASTM D7216, Anexo A2, compatibilidad con elastómeros	Tabla G-5	Tabla G-5	Tabla G-5

^a Las pruebas siguen los requisitos de la ASTM.

^b Si las categorías CI-4, CJ-4, CK-4 o FA-4 preceden a la categoría "S" y no hay una Marca de certificación API, no se requieren las pruebas de Secuencia VG (ASTM D6593) o Secuencia VH (ASTM D8256), Prueba de Corrosión con Esferas (ASTM D6557) e Índice de Gelificación (ASTM D5133)

^c Los grados de viscosidad están limitados a aceites multigrado 0W, 5W y 10W.

^d Requerido solo para aceites que afirman cumplir con la categoría SN del API con SN PLUS o SN del API con SN PLUS y "Conservación de Recursos".

^e No se requiere para aceites monogrado y multigrado 15W, 20W y 25W.

^f Se permiten las conversiones calculadas especificadas en el estándar D5800 de la ASTM.

^g Para todos los grados de viscosidad: Si las categorías CH-4, CI-4 o CJ-4 preceden a la categoría "S" y no hay una Marca de Certificación del API, no se aplican los límites de la categoría "S" para el fósforo, el azufre y la prueba TEOST MHT. Sin embargo, los límites de CJ-4 para fósforo y azufre sí se aplican para los aceites CJ-4. Esta nota al pie no se puede aplicar si también se solicita CK-4 o FA-4. Se debe tener en cuenta que estos aceites de categoría "C" se han formulado principalmente para motores diésel y es posible que no proporcionen todos los requisitos de rendimiento en consonancia con las recomendaciones de los fabricantes de vehículos para motores de gasolina.

^h Esta es una especificación no crítica como se describe en el estándar D3244 de la ASTM.

ⁱ Después de un período de sedimentación de 1 minuto.

^j Después de un período de sedimentación de 10 minutos.

^k Deberá permanecer homogéneo y, cuando se mezcle con aceites de referencia de la ASTM, deberá permanecer miscible.

^l La viscosidad cinemática despojada a las 10 horas debe permanecer en el grado de viscosidad SAE original

^m Se evaluará desde -5 °C hasta la temperatura a la que se alcancen los 40,000 cP o -40 °C, o 2 grados Celsius por debajo de la temperatura MRV TP-1 apropiada, definida por SAE J300 (lo que ocurra primero).

Tabla G-5—Compatibilidad con Elastómeros

Las pruebas del aceite candidato para la compatibilidad con elastómeros se realizarán utilizando los cinco Elastómeros de Referencia Estándar (SRE) a los que se hace referencia en este documento y que se definen en SAE J2643. Las pruebas del aceite candidato se realizarán de acuerdo con el Anexo 2 del estándar D7216 de la ASTM. Los elastómeros de inmersión en el aceite poscandidato se ajustarán a los límites de especificación detallados en este documento.

Material Elastómero (SAE J2643)	Procedimiento de Prueba	Propiedad del Material	Unidades	Límites
Caucho de Poliacrilato (ACM-1)	ASTM D471	Volumen	% Δ	-5, 9
	ASTM D2240	Dureza	pts.	-10, 10
	ASTM D412	Resistencia a la Tracción	% Δ	-40, 40
Caucho de Nitrilo Hidrogenado (HNBR-1)	ASTM D471	Volumen	% Δ	-5, 10
	ASTM D2240	Dureza	pts.	-10, 5
	ASTM D412	Resistencia a la Tracción	% Δ	-20, 15
Caucho de Silicona (VMQ-1)	ASTM D471	Volumen	% Δ	-5, 40
	ASTM D2240	Dureza	pts.	-30, 10
	ASTM D412	Resistencia a la Tracción	% Δ	-50, 5
Caucho de Fluorocarbono (FKM-1)	ASTM D471	Volumen	% Δ	-2, 3
	ASTM D2240	Dureza	pts.	-6, 6
	ASTM D412	Resistencia a la Tracción	% Δ	-65, 10
Caucho Acrílico de Etileno (AEM-1)	ASTM D471	Volumen	% Δ	-5, 30
	ASTM D2240	Dureza	pts.	-20, 10
	ASTM D412	Resistencia a la Tracción	% Δ	-30, 30

G.5 CATEGORÍA DE SERVICIO API SP (Y CLASIFICACIONES RELACIONADAS)**Tabla G-6—Requisitos para la Categoría de Servicio API SP y API SP con “Conservación de Recursos”**

	API SP	API SP	API SP con “Conservación de Recursos”
	SAE 0W-16, SAE 5W-16, SAE 0W-20, SAE 5W-20, SAE 0W-30, SAE 5W-30, SAE 10W-30	Otros Grados de Viscosidad	Todos los Grados de Viscosidad
Requisitos de Prueba de Motor^a			
ASTM D8111 (Secuencia IIIH)			
Aumento de la viscosidad cinemática a 40 °C, %, máx.	100	100	100
Depósitos en pistones, promedio ponderado, méritos, mín.	4.2	4.2	4.2
Pegamiento de anillos en caliente	Ninguno	Ninguno	Ninguno
ASTM D8350 (Secuencia IVB)			
Pérdida promedio de volumen del taqué de admisión (promedio de 8 posiciones), mm ³ , máx.	2.7	2.7	2.7
Fin de la Prueba de Hierro, ppm, máx.	400	400	400
ASTM D8256 (Secuencia VH)^b			
Lodos promedio en el motor, méritos, mín.	7.6	7.6	7.6
Lodos promedio en tapa de balancines, méritos, mín.	7.7	7.7	7.7
Barnices promedio en el motor, méritos, mín.	8.6	8.6	8.6
Barnices promedio en falda del pistón, méritos, mín.	7.6	7.6	7.6
Lodos en pantalla de aceite, % de área	Valor e informe	Valor e informe	Valor e informe
Residuos en pantalla de aceite, % de área	Valor e informe	Valor e informe	Valor e informe
Anillos de compresión atascados en caliente	Ninguno	Ninguno	Ninguno
Pegamiento de anillos en frío	Valor e informe	Valor e informe	Valor e informe
Taponamiento de pantalla de aceite, % de área	Valor e informe	Valor e informe	Valor e informe
ASTM D8256 (Secuencia VH)	7.6	7.6	7.6
ASTM D8114 (Secuencia VIE)^c			
Grado de viscosidad SAE XW-20			
FEI SUM, % mín.			3.8
FEI 2, % mín. después de 125 horas de envejecimiento			1.8
Grado de viscosidad SAE XW-30			
FEI SUM, % mín.			3.1
FEI 2, % mín. después de 125 horas de envejecimiento			1.5
SAE 10W-30 y todos los demás grados de viscosidad no enumerados anteriormente			
FEI SUM, % mín.			2.8
FEI 2, % mín. después de 125 horas de envejecimiento			1.3
ASTM D8226 (Secuencia VIF)			
Grado de viscosidad SAE XW-16			
FEI SUM, % mín.			4.1
FEI 2, % mín. después de 125 horas de envejecimiento			1.9
ASTM D6709 (Secuencia VIII)			
Pérdida de peso del cojinete, mg, máx.			
SAE XW-16	NR	NR	NR
Todos los demás grados de viscosidad	26	26	26

ASTM D8291 (Secuencia IX)

Número de eventos promedio para cuatro iteraciones, máx.	5	5	5
Número de eventos por iteración, máx.	8	8	8

ASTM D8279 (Secuencia X)

% de aumento, máx.	0.085	0.085	0.085
--------------------	-------	-------	-------

Prueba de Banco y Parámetro Medido^a

Viscosidad a baja temperatura del aceite envejecido

ASTM D8111 (Secuencia IIIHA), viscosidad a baja temperatura del aceite envejecido^d

Se debe medir la viscosidad a baja temperatura del aceite envejecido en la formulación final (de acuerdo con la lectura cruzada existente descrita en el Annex F) —esto incluye la combinación de aceite base y aditivo para la que se está solicitando la licencia— para cada grado de viscosidad por IIIHA o ROBO

Se debe medir la viscosidad del CCS de la muestra EOT IIIHA o ROBO a la temperatura del CCS correspondiente al grado de viscosidad original

a) Si la viscosidad medida del CCS es menor o igual que la viscosidad del CCS máxima especificada para el grado de viscosidad original, hay que ejecutar el estándar D4684 de la ASTM (MRV TP-1) a la temperatura del MRV especificada en SAE J300 para el grado de viscosidad original.

b) Si la viscosidad medida del CCS es mayor que la viscosidad máxima especificada para el grado de viscosidad original en J300, hay que ejecutar el estándar D4684 de la ASTM (MRV TP-1) a una temperatura 5 °C mayor (es decir, a la temperatura del MRV especificada en SAE J300 para el grado de viscosidad inmediatamente superior).

c) La muestra EOT ROBO no debe mostrar tensión de fluencia en la prueba D4684 y su viscosidad D4684 debe estar por debajo del máximo especificado en SAE J300 para el grado de viscosidad original o el grado de viscosidad inmediatamente superior, dependiendo del grado de viscosidad del CCS, como se describe en “a” o “b” más arriba.

O

ASTM D7528 (Prueba ROBO), viscosidad a baja temperatura del aceite envejecido^d

Se debe medir la viscosidad a baja temperatura del aceite envejecido en la formulación final (de acuerdo con la lectura cruzada existente descrita en el Annex F) —esto incluye la combinación de aceite base y aditivo para la que se está solicitando la licencia— para cada grado de viscosidad por IIIHA o ROBO

Se debe medir la viscosidad del CCS de la muestra EOT IIIHA o ROBO a la temperatura del CCS correspondiente al grado de viscosidad original

d) Si la viscosidad medida del CCS es menor o igual que la viscosidad del CCS máxima especificada para el grado de viscosidad original, hay que ejecutar el estándar D4684 de la ASTM (MRV TP-1) a la temperatura del MRV especificada en SAE J300 para el grado de viscosidad original.

e) Si la viscosidad medida del CCS es mayor que la viscosidad máxima especificada para el grado de viscosidad original en J300, hay que ejecutar el estándar D4684 de la ASTM (MRV TP-1) a una temperatura 5 °C mayor (es decir, a la temperatura del MRV especificada en SAE J300 para el grado de viscosidad inmediatamente superior).

f) La muestra EOT ROBO no debe mostrar tensión de fluencia en la prueba D4684 y su viscosidad D4684 debe estar por debajo del máximo especificado en SAE J300 para el grado de viscosidad original o el grado de viscosidad inmediatamente superior, dependiendo del grado de viscosidad del CCS, como se describe en “d” o “e” más arriba.

ASTM D8111 (Secuencia IIIHB), retención de fósforo, % mín.	NR	NR	81
ASTM D4683, D4741 o D5481, Viscosidad a Alta Temp./Alto Cizallamiento a 150 °C, mPa·s, mín.	2.3	2.3	2.3
ASTM D6557 (Prueba de Corrosión con Esferas), valor gris prom., mín. ^b	100	100	100
ASTM D5800, pérdida por evaporación, 1 hora a 250 °C, % máx. ^e	15.0	15.0	15.0
ASTM D6795, EOFT, % de reducción de flujo, máx.	50	50	50
ASTM D6794, EOWTT, % de reducción de flujo, máx.			
Con 0.6 % H ₂ O	50	50	50
con 1.0 % H ₂ O	50	50	50
Con 2.0 % H ₂ O	50	50	50
Con 3.0 % H ₂ O	50	50	50
ASTM D4951 o D5185, % en masa de fósforo, mín. ^f	0.06 ^g	0.06 ^g	0.06 ^g
ASTM D4951 o D5185, % en masa de fósforo, máx. ^f	0.08 ^g	NR	0.08 ^g
ASTM D4951, D5185 o D2622, % en masa de azufre, máx. ^f			
SAE 0W-16, 5W-16, 0W-20, 0W-30, 5W-20 y 5W-30	0.5 ^f	NR	0.5 ^f
10W-30	0.6 ^f	NR	0.6 ^f
Todos los demás grados de viscosidad	NR	NR	0.6 ^f
ASTM D892 (Opción A y con exclusión de la Sección 11), tendencia a la espumación			
Secuencia I, mL, máx., tendencia/estabilidad	10/0 ^h	10/0 ⁱ	10/0 ^h
Secuencia II, mL, máx., tendencia/estabilidad	50/0 ^h	50/0 ⁱ	50/0 ^h
Secuencia III, mL, máx., tendencia/estabilidad	10/0 ^h	10/0 ⁱ	10/0 ^h
ASTM D6082 (Opción A), espumación de alta temperatura mL, máx., tendencia/estabilidad ^h	100/0	100/0	100/0
ASTM D6922, homogeneidad y miscibilidad	<i>j</i>	<i>j</i>	<i>j</i>
ASTM D6709 (Secuencia VIII), estabilidad al corte XW-16	NR	NR	NR
Todos los demás grados de viscosidad	Permanecen en el grado ^k	Permanecen en el grado ^k	Permanecen en el grado ^k
ASTM D6278 (Inyector Diésel), estabilidad al corte, KV a 100 °C después de 30 ciclos, mín.			
XW-16	5.8	5.8	5.8
Todos los demás grados de viscosidad	NR	NR	NR
ASTM D5133, índice de gelificación, máx. ^b	12 ⁱ	NR	12 ⁱ
ASTM D6335, TEOST 33C, depósitos a alta temperatura, peso total del depósito, mg, máx.			
SAE XW-16	NR	NR	NR
SAE 0W-20	NR	NR	NR
Todos los demás grados de viscosidad	NR	NR	30
ASTM D7563, retención de la emulsión	NR	NR	Sin separación de agua
ASTM D7216, Anexo A2, compatibilidad con elastómeros	Tabla G-7	Tabla G-7	Tabla G-7

^a Las pruebas siguen los requisitos de la ASTM.

^b Si las categorías CI-4, CJ-4, CK-4 o FA-4 preceden a la categoría "S" y no hay una Marca de Certificación del API, no se requieren las pruebas de Secuencia VH (ASTM D8256), Prueba de Corrosión con Esferas (ASTM D6557) e Índice de Gelificación (ASTM D5133)

^c Los grados de viscosidad están limitados a aceites multigrado 0W, 5W y 10W.

-
- ^d No se requiere para aceites monogrado y multigrado 15W, 20W y 25W.
- ^e Se permiten las conversiones calculadas especificadas en el estándar D5800 de la ASTM.
- ^f Para todos los grados de viscosidad: Si las categorías CH-4, CI-4 o CJ-4 preceden a la categoría "S" y no hay una Marca de Certificación del API, no se aplican los límites de la categoría "S" para fósforo y azufre. Sin embargo, los límites CJ-4 para fósforo y azufre se aplican a los aceites CJ-4, y el límite de fósforo en la columna "SP con 'Conservación de recursos'" (0.08 % en masa máxima) se aplica cuando se solicita CK-4 con SP o FA- 4 con SP. Se debe tener en cuenta que estos aceites de categoría "C" se han formulado principalmente para motores diésel y es posible que no proporcionen todos los requisitos de rendimiento en consonancia con las recomendaciones de los fabricantes de vehículos para motores de gasolina.
- ^g Esta es una especificación no crítica como se describe en el estándar D3244 de la ASTM.
- ^h Después de un período de sedimentación de 1 minuto.
- ⁱ Después de un período de sedimentación de 10 minutos.
- ^j Deberá permanecer homogéneo y, cuando se mezcle con aceites de referencia de la ASTM, deberá permanecer miscible.
- ^k La viscosidad cinemática despojada a las 10 horas debe permanecer en el grado de viscosidad SAE original
- ^l Se evaluará desde -5 °C hasta la temperatura a la que se alcancen los 40,000 cP o -40 °C, o 2 grados Celsius por debajo de la temperatura MRV TP-1 apropiada, definida por SAE J300 (lo que ocurra primero).

Tabla G-7—Compatibilidad con Elastómeros

Las pruebas del aceite candidato para la compatibilidad con elastómeros se realizarán utilizando los cinco Elastómeros de Referencia Estándar (SRE) a los que se hace referencia en este documento y que se definen en SAE J2643. Las pruebas del aceite candidato se realizarán de acuerdo con el Anexo 2 del estándar D7216 de la ASTM. Los elastómeros de inmersión en el aceite poscandidato se ajustarán a los límites de especificación detallados en este documento.

Material Elastómero (SAE J2643)	Procedimiento de Prueba	Propiedad del Material	Unidades	Límites
Caucho de Poliacrilato (ACM-1)	ASTM D471	Volumen	% Δ	-5, 9
	ASTM D2240	Dureza	pts.	-10, 10
	ASTM D412	Resistencia a la Tracción	% Δ	-40, 40
Caucho de Nitrilo Hidrogenado (HNBR-1)	ASTM D471	Volumen	% Δ	-5, 10
	ASTM D2240	Dureza	pts.	-10, 5
	ASTM D412	Resistencia a la Tracción	% Δ	-20, 15
Caucho de Silicona (VMQ-1)	ASTM D471	Volumen	% Δ	-5, 40
	ASTM D2240	Dureza	pts.	-30, 10
	ASTM D412	Resistencia a la Tracción	% Δ	-50, 5
Caucho de Fluorocarbono (FKM-1)	ASTM D471	Volumen	% Δ	-2, 3
	ASTM D2240	Dureza	pts.	-6, 6
	ASTM D412	Resistencia a la Tracción	% Δ	-65, 10
Caucho Acrílico de Etileno (AEM-1)	ASTM D471	Volumen	% Δ	-5, 30
	ASTM D2240	Dureza	pts.	-20, 10
	ASTM D412	Resistencia a la Tracción	% Δ	-30, 30