



UNIVERSIDAD TÉCNICA
FEDERICO SANTA MARÍA

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA
MARÍA SEDE VIÑA DEL MAR - JOSÉ MIGUEL
CARRERA**

**Homologacion de lubricantes para vehículos Sprinter 907 y Scania K440IB6x2 de
la empresa CVU Transportes**

Trabajo de Titulación para
optar al Título de Técnico
Universitario en
MECANICA
AUTOMOTRIZ

Alumnos:

Hoscar Lusardi Medina
Andres Alejandro Vergara

Profesor Guía

Prof. Carlos Baldi.



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): ☒ Memoria o trabajo de título ☐ Tesis de Postgrado

Título del trabajo: Homologación de lubricantes para vehículos Sprinter 907 y Scania K440IB6x2 de la empresa CVU Transportes

Nombre del candidato(a): Hoscar Lusardi Medina

Carrera / Grado: Técnico Universitario en Mecánica Automotriz

Campus: Viña del mar. Departamento: Mecánica

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Carlos Baldo, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución.

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL (marcar una opción)

☒ El trabajo **NO contiene** información que amerite confidencialidad y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

☐ El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (**embargo**) por (**marcar una opción**):

☐ 6 meses ☐ 12 meses ☐ 2 años ☐ 3 años ☐ 5 años ☐ 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 09/10/2025

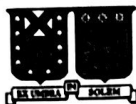
Firma:

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 09/10/2025

Firma:

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): ☒ Memoria o trabajo de título ☐ Tesis de Postgrado

Título del trabajo: Homologación de lubricantes para vehículos Sprinter 907 y Scania K440IB6x2 de la empresa CVU Transportes

Nombre del candidato(a): Andrés Alejandro Vergara Astudillo

Carrera / Grado: Técnico Universitario en Mecánica Automotriz

Campus: Viña del Mar. Departamento: Mecánica

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Carlos Baldi, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución.

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL (marcar una opción)

☒ El trabajo **NO contiene** información que amerite confidencialidad y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

☐ El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (**embargo**) por (marcar una opción):

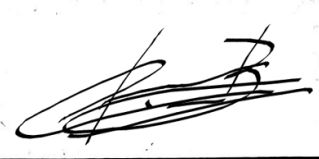
☐ 6 meses ☐ 12 meses ☐ 2 años ☐ 3 años ☐ 5 años ☐ 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

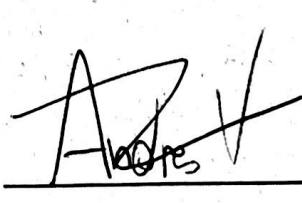
Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 10-10-2025

Firma: 

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 10-10-2025

Firma: 

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.

RESUMEN

La selección y homologación de lubricantes es un proceso fundamental para garantizar el óptimo rendimiento, durabilidad y eficiencia de los vehículos, especialmente en entornos exigentes como la minería y la construcción. Este estudio exhaustivo exploró los fundamentos teóricos y prácticos de la lubricación, desde los conceptos básicos hasta la aplicación en casos reales.

En primer lugar, se estableció la importancia crítica de utilizar el lubricante adecuado al analizar las consecuencias negativas de una selección incorrecta. Un lubricante inadecuado puede provocar un desgaste prematuro de los componentes del motor, como pistones, cilindros y cojinetes, debido al aumento de la fricción. Además, puede generar un sobrecalentamiento del motor, lo que puede llevar a daños graves y costosas reparaciones. La formación de depósitos en el interior del motor es otra consecuencia común del uso de lubricantes de baja calidad, lo cual obstruye los conductos de aceite y reduce la eficiencia del motor.

El segundo capítulo del estudio se centró en los fundamentos teóricos de la lubricación, explorando los diferentes tipos de lubricantes disponibles en el mercado, como los minerales, sintéticos y semisintéticos. Cada tipo de lubricante tiene características y propiedades específicas, que lo hacen más adecuado para ciertas aplicaciones. Se destacó la importancia de la viscosidad, una propiedad que determina la resistencia de un fluido a fluir y que es fundamental para garantizar una adecuada lubricación en diferentes condiciones de temperatura. Además, se explicaron los aditivos que se añaden a los lubricantes para mejorar sus propiedades, como los detergentes, dispersantes, antioxidantes y antidesgaste.

Finalmente, el tercer capítulo aplicó los conocimientos teóricos a casos prácticos, detallando el proceso de homologación documental llevado a cabo para seleccionar los lubricantes adecuados para vehículos específicos, como el Mercedes-Benz Sprinter y el Scania K440IB6x2. Este proceso implica una revisión exhaustiva de la documentación técnica del fabricante, considerando factores como las condiciones de operación del vehículo (temperaturas extremas, cargas pesadas, etc.), las especificaciones del motor (tipo de combustible, sistema de inyección, etc.) y las recomendaciones del fabricante en cuanto al tipo de lubricante, viscosidad y aditivos. Se enfatizó la importancia de seleccionar un lubricante que cumpla con las normas internacionales (SAE, ISO y API) y que esté formulado específicamente para las condiciones de trabajo a las que se somete el vehículo.

Palabras clave: Homologación de lubricantes, Sprinter CHASIS 907, Scania K440IB6x2, Lubricantes.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	8
Objetivos	9
Objetivo general	9
Objetivos específicos	9
CAPITULO 1. EL PROBLEMA Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
1.1 Transporte Cesar Villegas	10
1.1.2 Misión	10
1.1.3 Visión	10
1.2 Planteamiento del problema	11
1.3 Justificación	12
1.4 Alcance y limitaciones	14
1.4.1 Alcance	14
1.4.2 Limitaciones	14
1.4 Aporte personal	14
1.5 Metodología	16
CAPITULO 2. MARCO TEÓRICO	17
2.1 Bases teóricas	17
2.2 Lubricante	17
2.3 Lubricación	17
2.4 Objetivos de la lubricación	18
2.5 Estructura y composición de los lubricantes	19

2.6 Propiedades de los lubricantes	20
2.6.1 Viscosidad	20
2.6.2 Índice de viscosidad	20
2.6.3 Punto de inflamación	20
2.6.4 Estabilidad térmica y a la oxidación	20
2.6.5 Punto de fluidez o congelación	20
2.6.6 Propiedades de extrema presión	20
2.6.7 Propiedades anticorrosivas	20
2.6.8 Capacidad de limpieza y dispersión	20
2.6.9 Resistencia al cizallamiento	20
2.6.10 Densidad	20
2.6.11 Punto de inflamación y escurrimiento	21
2.6.12 Número de neutralización	21
2.7 Clasificación de los lubricantes	22
2.7.1 Según la Base	22
2.7.2 Según la Viscosidad	22
2.7.3 Según la Aplicación	22
2.7.4 Según el Rendimiento	23
2.8 Clasificación SAE	23
2.9 Clasificación ISO	25
2.10. Clasificación API	26
2.11 Mercedes Benz Sprinter	28

2.11.1 Motor OM651	29
2.12 SCANIA K 410 IB 6x2	30
CAPITULO 3. HOMOLOGACIÓN	33
3.1 Mercedes-Benz Sprinter	33
3.1.1Procedimiento	33
3.1.2 Proceso de selección	34
3.1.3 Fluido para la transmisión	37
3.1.4 Fluido para frenos	38
3.1.5 Fluido para Diferencial.....	41
3.2 Scania K440IB6x2	44
3.2.1 Procedimiento	44
3.2.2 Proceso de selección Fluido de Motor	44
3.2.3 Fluido de Transmision	46
3.2.4 Fluido de diferencial	48
CONCLUSIONES	51
RECOMENDACIONES	53
Referencias	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1 Logotipo de la empresa [2]	11
Figura 2-2. Viscosidad en los lubricantes [5]	21
Figura 2-3 Tipos de lubricantes según su base [7]	23
Figura 2-4 Sprinter en funciones de minibús en la empresa transportes CVU [2]	29
Figura 2-5 Motor Mercedes-Benz 651.955 para Sprinter	30
Figura 2-6 Chasis Scania K 410 IB 6x2 [12]	32
Figura 2-7 Motor Scania DC 13 [13]	32
Figura 2-8 Flota Scania Interurbana de la empresa Transportes CVU [2]	32
Figura 3-1 Carta de Viscosidad de aceite [15]	34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1. Especificaciones SAE	24
Tabla 2-2. Clasificación ISO	25
Tabla 2-3. Especificaciones API para motores de encendido por compresión	27
Tabla 2-4. Especificaciones API para motores de encendido por compresión – Diesel	27
Tabla 2-5 Especificaciones técnicas de la sprinter	28
Tabla 3-1 Hoja técnica 223.2	35
Tabla 3-2 Especificaciones y propiedades típicas Gulf Formula Elite 5W40	36
Tabla 3-3 Especificaciones y propiedades típicas Mobil Super 3000 XE 5W-40	36
Tabla 3-4-1 Especificaciones y propiedades típicas Shell Helix HX8 ECT 5W40	36
Tabla 3-4-2 Especificaciones y propiedades típicas Shell ATF 3403 M-115	37
Tabla 3-5 Especificaciones y propiedades típicas A 000 989 56 05 17 1111 BRAKE FLUID DOT4 PLUS	38

Tabla 3-6 Especificaciones y propiedades típicas PENTOSIN DOT 4	39
Tabla 3-7 Especificaciones y propiedades típicas Havoline Brake DOT 4	39
Tabla 3-8 Especificaciones, recomendaciones y propiedades típicas Motul DOT 5.1	40
Tabla 3.9 Especificaciones 75w85	41
Tabla 4-1 Especificaciones y propiedades típicas A 001 989 33 03 09 Universal-Hypoidgetriebeöl	41
Tabla 4-2 Especificaciones y propiedades típicas Fuchs TITAN SINTOPOID FE 75W-85	42
Tabla 4-3. Especificaciones y propiedades típicas Mobilube FE Plus NG 75W-85	42
Tabla 4-4. Especificaciones y propiedades típicas Delo Syn-Gear XPD SAE 75W-85 Texaco	43
Tabla 4-5. Especificaciones típicas lubricante Scania 15W40	44
Tabla 4-6. Especificaciones y propiedades típicas Castrol Vecton 15W-40 CK-4	45
Tabla 4-7. Especificaciones y propiedades típicas Crevron Delo 400 SDE SAE 15W-40	45
Tabla 4-8 Especificaciones y propiedades típicas SAE 85W-140	46
Tabla 4-9 Especificaciones y propiedades típicas SAE 80W-90	46
Tabla 5-1 Especificaciones y propiedades típicas Shell Spirax HD 85W-140	47
Tabla 5-2 Especificaciones y propiedades típicas Shell Spirax HD 80W-90	47
Tabla 5-3 Especificaciones y propiedades típicas Mobilube™ HD Plus Gear Oil 80W-90 y 85W-140	47
Tabla 5-4 Especificaciones y propiedades típicas SCANIA	48
Tabla 5-5 Especificaciones y propiedades típicas Delo Syn-Gear XS SAE 75w-140	49
Tabla 5-6 Especificaciones y propiedades típicas Mobil 1™ Syn Gear Lube LS 75W-140	49
Tabla 5-7 Especificaciones y propiedades Shell Spirax S6 AXME 75W-140	50

INTRODUCCIÓN

La integridad operativa de maquinaria y vehículos especializados es fundamental en industrias que dependen de equipos robustos para llevar a cabo tareas vitales. Sectores como la minería y la construcción, especialmente en geografías con condiciones extremas como Chile, requieren de vehículos que no solo sean duraderos y confiables, pero también flexibles y adaptables a distintos escenarios y desafíos. En este contexto, dos vehículos han emergido como referentes de confiabilidad y versatilidad: la Sprinter CHASIS 907 con motor 651.9 y el Scania K440IB6x2.

El paisaje chileno, marcado por su diversidad geográfica, presenta condiciones que varían desde áridos desiertos en el norte, pasando por altiplanos montañosos, hasta bosques lluviosos y glaciares en el sur. Esta variedad geográfica ha dado lugar a una rica tradición de minería y construcción, sectores que son esenciales para la economía del país. Sin embargo, operar en tales ambientes requiere de equipos especializados, capaces de resistir condiciones extremas mientras mantienen un rendimiento eficiente.

El vehículo Sprinter, con su chasis 907 y motor 651.9, es una manifestación de ingeniería avanzada, diseñada para ofrecer rendimiento confiable sin comprometer la eficiencia. Con una reputación consolidada a lo largo de los años, la Sprinter ha demostrado ser resistente a desafíos extremos, desde altas temperaturas y caminos polvorientos hasta terrenos accidentados y variaciones extremas de temperatura. Esta confiabilidad la ha convertido en una elección predilecta para operaciones en lugares remotos y desafiantes.

Por otro lado, el Scania K440IB6x2 es otro ejemplo de maquinaria especializada, construida para resistir y operar en condiciones severas. Conocido por su robustez y durabilidad, este vehículo ha sido fundamental para operaciones de construcción y minería, permitiendo el transporte seguro de personal y otros recursos esenciales en zonas donde otros vehículos simplemente no podrían operar de manera eficiente.

Sin embargo, más allá de la construcción y diseño de estos vehículos, hay un componente crucial que juega un papel imperativo en su rendimiento: los lubricantes. Estas sustancias, a menudo subestimadas en su importancia, son esenciales para garantizar que las partes móviles de estos vehículos funcionen sin fricción excesiva, reduciendo el desgaste y asegurando un funcionamiento eficiente. En ambientes extremos, donde la temperatura, la presión y otros factores pueden variar ampliamente, el papel de un lubricante eficaz se vuelve aún más crítico.

El Instituto Americano del Petróleo (API), junto con otros organismos internacionales, ha establecido criterios para la clasificación y homologación de lubricantes. Estas normativas y sistemas de clasificación, como la API y la SAE, proporcionan directrices sobre qué lubricantes son adecuados para diferentes vehículos y condiciones operativas. En el contexto chileno, donde los vehículos enfrentan desafíos específicos, es vital que los operadores sigan estas recomendaciones al pie de la letra.

La revisión documental se ha establecido como un método confiable y efectivo para identificar y recomendar lubricantes basados en evidencia teórica y técnica. A través de esta metodología, se pueden cotejar las especificaciones del fabricante, las características del lubricante y las condiciones operativas, permitiendo una recomendación informada y precisa.

En la siguiente discusión, se explorará más a fondo la importancia de la selección adecuada de lubricantes para vehículos especializados como la Sprinter CHASIS 907 y el Scania K440IB6x2 en el contexto chileno. Se analizarán las especificaciones técnicas, las recomendaciones de fabricantes y los resultados de revisiones documentales, para brindar una perspectiva completa sobre la vital interacción entre vehículos y lubricantes en condiciones extremas.

Objetivos

Objetivo general

Analizar las características y el rendimiento de diferentes lubricantes en los vehículos Sprinter CHASIS 907, MOTOR 651.9 y Scania K440IB6x2, con el fin de establecer una homologación de lubricantes adecuadas para estos modelos.

Objetivos específicos

- Revisar y analizar la literatura existente sobre la importancia y el impacto de la homologación de lubricantes en el rendimiento de los motores de vehículos.
- Identificar y seleccionar lubricantes de motor que cumplan con las especificaciones técnicas de los vehículos Sprinter CHASIS 907, MOTOR 651.9 y Scania K440IB6x2.
- Elaborar, a partir de la revisión documental, una lista sugerida de lubricantes que, teóricamente, se alineen con los requerimientos y especificaciones de rendimiento de los mencionados vehículos.

CAPITULO 1. ANTECEDENTES GENERALES Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Transporte Cesar Villegas

La firma Transportes César Villegas U., es una empresa que cuenta con una extensa trayectoria que se remonta al año 1996, se ha consolidado en el sector del traslado de personal, alcanzando un estatus prestigioso gracias a su aportación en variados proyectos de relevancia. Esta entidad ha forjado su reputación sobre la base de la superioridad y la constancia en la calidad de sus servicios, así como en el rendimiento superior de su flota de vehículos. Estos factores clave garantizan que cada viaje realizado sea no sólo agradable y confortable, sino también seguro. Además, hacen posible el cumplimiento riguroso de los horarios preestablecidos, optimizando así la eficiencia en la gestión del tiempo.

Se destaca entre otros rubros, el sector minero ofreciendo transporte al personal de diversas empresas, además de su excelente flota los profesionales que componen la empresa poseen un alto nivel de calificación, fruto de programas de formación continua que amplían sus competencias y habilidades de manera regular. Este énfasis en la capacitación y el desarrollo del personal conduce a un aumento en la calidad y fiabilidad de los servicios ofrecidos.

Para responder a una diversidad de necesidades en términos de transporte, la empresa cuenta con un parque vehicular heterogéneo. Este abarca diferentes modelos de autobuses y minibuses, lo que confiere a la empresa la capacidad de adaptarse a las demandas específicas de sus clientes y proporcionar soluciones de transporte a medida [2].

1.1.1 Misión

“Entregar un servicio seguro, cómodo y de la más alta calidad en el traslado del personal de su empresa” [2].

1.1.2 Visión

“Ser líderes en el transporte del personal, en donde nuestra Empresa presta servicio diferenciado por la atención personalizada y la calidad de nuestros operarios. Ser la Empresa Numero 1 en puntualidad y servicio. Su seguridad en nuestra tranquilidad” [2].



Fuente: <https://www.busescvu.cl/logo>.

Figura 2-1 Logotipo de la empresa [2]

1.2 Planteamiento del problema

El óptimo rendimiento de los vehículos no solo depende de la calidad de sus componentes mecánicos, sino también de los lubricantes utilizados en sus motores. Los lubricantes juegan un papel crucial en la reducción de la fricción entre las partes móviles del motor, previniendo el desgaste excesivo y la acumulación de calor, dos factores que pueden comprometer la eficiencia y longevidad del motor y para Transportes CVU es una premisa garantizar el correcto funcionamiento de su flota de vehículos.

En el ámbito de la ingeniería de mantenimiento y lubricación, es bastante frecuente la necesidad de identificar un lubricante que sea equivalente o homólogo al que estamos utilizando en un determinado vehículo; dado su papel crítico, la selección del lubricante adecuado para cada motor es esencial, y esta elección no puede ser arbitraria [1].

La homologación de lubricantes para motores es un proceso que consiste en aprobar un tipo de lubricante específico para su uso en un motor en particular. Este proceso es llevado a cabo por los fabricantes de vehículos, que prueban una serie de lubricantes en sus motores para identificar aquellos que proporcionan el mejor rendimiento. La homologación asegura que los lubricantes cumplen con las especificaciones técnicas del motor y no comprometen su rendimiento o durabilidad.

Sin embargo, la homologación de lubricantes es un proceso que implica un considerable esfuerzo en términos de tiempo, recursos y experiencia técnica. A menudo, los fabricantes de vehículos se enfrentan a la necesidad de homologar lubricantes para una variedad de motores, cada uno con sus propias características y necesidades específicas. Esto se vuelve aún más complicado cuando se considera la amplia variedad de lubricantes disponibles en el mercado, cada uno con sus propias propiedades y especificaciones.

El problema que se plantea en este estudio se refiere a la homologación de lubricantes para dos vehículos específicos: el Sprinter CHASIS 907, MOTOR 651.9 y el Scania K440IB6x2. Ambos vehículos son reconocidos por su rendimiento y durabilidad, pero utilizan motores de diferentes especificaciones técnicas que pueden requerir diferentes tipos de lubricantes. El desafío es identificar qué lubricantes son los más adecuados para cada uno de estos vehículos y cómo estos lubricantes pueden influir en el rendimiento de los motores.

Además, este estudio busca contribuir a la eficiencia energética de estos vehículos. El uso de un lubricante adecuado puede mejorar la eficiencia del combustible de un vehículo, reduciendo así su consumo de combustible y su impacto en el medio ambiente. Sin embargo, la relación entre el tipo de lubricante y la eficiencia energética del vehículo es compleja y puede variar dependiendo de las características específicas del motor.

Por lo tanto, se necesita una investigación rigurosa y sistemática para abordar este problema. Este estudio se propone analizar y comparar el rendimiento de diferentes lubricantes en los motores de estos dos vehículos, con el objetivo de homologar los lubricantes más adecuados. Además, este estudio buscará identificar cualquier impacto potencial de estos lubricantes en la eficiencia energética de los vehículos.

El resultado de este estudio beneficiará a los usuarios de estos vehículos, que podrán seleccionar los lubricantes más adecuados para sus motores. Además, al mejorar la eficiencia energética, este estudio también contribuirá a los esfuerzos globales para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y combatir el cambio climático.

1.3 Justificación

La eficiencia y durabilidad de los vehículos son aspectos clave tanto para los fabricantes como para los usuarios. Entre los diversos factores que contribuyen a estos aspectos, la elección del lubricante correcto para un motor específico es crucial. A pesar de su importancia, la homologación de lubricantes, es decir, la aprobación de lubricantes específicos para su uso en motores particulares, no siempre ha recibido la atención que merece en la investigación académica. Este estudio busca llenar esta brecha al proporcionar una investigación exhaustiva sobre la homologación de lubricantes para dos vehículos específicos: el Sprinter CHASIS 907, MOTOR 651.9 y el Scania K440IB6x2.

La elección de estos dos vehículos no es arbitraria. Ambos son vehículos ampliamente utilizados en una variedad de industrias y contextos, desde el transporte de mercancías hasta el turismo. Además, ambos vehículos son conocidos por su robustez y durabilidad,

características que dependen en gran medida del rendimiento de sus motores. Dada la importancia de estos vehículos en el sector del transporte, la optimización de su rendimiento mediante la homologación de los lubricantes correctos puede tener un impacto significativo.

Además, este estudio tiene implicaciones importantes para la eficiencia energética. La elección del lubricante correcto puede mejorar la eficiencia del combustible de un vehículo, reduciendo así el consumo de combustible. En un momento en que la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero es una prioridad global, cualquier contribución a la eficiencia energética es de gran relevancia. Este estudio, por lo tanto, tiene el potencial de contribuir a los esfuerzos para combatir el cambio climático.

Este estudio también es relevante desde una perspectiva económica. Para los fabricantes de vehículos, la homologación de los lubricantes correctos puede mejorar la calidad y la reputación de sus productos, lo que puede resultar en mayores ventas. Para los usuarios de los vehículos, el uso de los lubricantes correctos puede prolongar la vida útil de sus motores y reducir los costos de mantenimiento y reparación. Además, al mejorar la eficiencia del combustible, los usuarios también pueden ahorrar en costos de combustible.

En este contexto el desarrollo de este estudio puede contribuir a la literatura académica en el campo de la ingeniería de vehículos. Si bien es cierto que existen otros estudios sobre la homologación de lubricantes, muchos de ellos se centran en vehículos y motores generales, y son pocos los que se centran en vehículos específicos. Al proporcionar un análisis detallado de la homologación de lubricantes para dos modelos específicos, este estudio puede proporcionar un recurso valioso para los investigadores interesados en este campo.

1.4 Alcance y limitaciones

1.4.1 Alcance

Este estudio se enfocará en el análisis comparativo de lubricantes específicos para dos modelos de vehículos, el Sprinter CHASIS 907, MOTOR 651.9 y Scania K440IB6x2. Se examinarán en profundidad las características técnicas de los lubricantes, con especial énfasis en su compatibilidad y rendimiento óptimo en estos modelos de vehículos específicos.

Se explorarán temas relevantes como las propiedades de los lubricantes, su influencia en la eficiencia del motor, el impacto en la durabilidad del motor y su contribución a la sostenibilidad ambiental.

1.4.2 Limitaciones

El estudio se basa en información de acceso público y documentación técnica proporcionada por los fabricantes de los vehículos y lubricantes. La exactitud y exhaustividad de estos datos pueden variar, y no todas las variables pueden ser controladas o examinadas en detalle.

Además, este estudio se enfoca en dos modelos de vehículos específicos. Aunque esta focalización permite un análisis detallado, los resultados obtenidos pueden no ser generalizables a otros modelos o tipos de vehículos.

En ese orden de ideas, este estudio no implica pruebas de campo o experimentales. Aunque se discutirán las posibles implicaciones prácticas basadas en la revisión de la literatura y los datos técnicos, no se realizarán pruebas de rendimiento físicas de los lubricantes en los vehículos.

1.5 Aporte personal

Como estudiante de Mecánica en Maquinaria Automotriz, el autor ha aplicado sus conocimientos técnicos y comprensión de los motores y lubricantes para llevar a cabo una evaluación rigurosa y detallada de la literatura existente y las especificaciones técnicas. Esto ha permitido un análisis minucioso y una comparación precisa de los lubricantes para los vehículos Sprinter CHASIS 907, MOTOR 651.9 y Scania K440IB6x2.

Además, ha utilizado sus habilidades de investigación y análisis para recopilar, sintetizar y evaluar una amplia gama de información. Este proceso ha incluido el examen de

estudios académicos, informes técnicos y especificaciones de productos. A través de este esfuerzo, ha podido identificar las características clave de los lubricantes que son relevantes para su rendimiento en los motores de estos vehículos específicos.

En ese orden de ideas, ha abordado la interpretación de los datos y resultados encontrados en la literatura existente con un enfoque crítico. Esto le ha permitido cuestionar y evaluar la validez y aplicabilidad de las afirmaciones y hallazgos de otros estudios, lo que ha contribuido a una interpretación más precisa y contextualizada de los datos.

Otro punto destacable en cuanto al aporte personal radica en la identificación de las implicaciones prácticas y teóricas de los hallazgos del estudio. A través de la discusión e interpretación de los resultados, ha buscado resaltar su relevancia para los fabricantes de vehículos, los usuarios de los vehículos, y la comunidad académica.

1.6 Metodología

La metodología de este estudio se basará principalmente en una revisión exhaustiva de la literatura y el análisis de documentos técnicos relevantes. El objetivo es recopilar, revisar y analizar información pertinente sobre la homologación de lubricantes para los vehículos Sprinter CHASIS 907, MOTOR 651.9 y Scania K440IB6x2.

En función de lo expuesto, se definen las siguientes etapas principales:

1. Revisión de Literatura

Se realizará una revisión sistemática de la literatura para recopilar estudios previos, artículos y documentos relevantes para el tema. Los documentos a revisar incluirán estudios académicos publicados en revistas y conferencias, tesis y disertaciones, así como informes técnicos publicados por instituciones de investigación y organizaciones del sector.

El proceso de revisión incluirá la búsqueda de literatura en bases de datos académicas y científicas utilizando palabras clave y frases relacionadas con los lubricantes de motor, la homologación de lubricantes y los vehículos específicos en cuestión. Los documentos seleccionados serán analizados en profundidad para extraer información relevante y comprender las tendencias, resultados y conclusiones existentes en el campo.

2. Análisis de Documentos Técnicos

Junto con la revisión de la literatura, se analizarán las especificaciones técnicas y los manuales proporcionados por los fabricantes de los vehículos y los lubricantes. Estos documentos proporcionan información detallada sobre las características y requisitos de los motores, así como las propiedades y aplicaciones de los lubricantes.

El análisis de estos documentos permitirá identificar los lubricantes que cumplen con las especificaciones técnicas de los motores y proporcionará una base para comparar y evaluar su potencial rendimiento en los motores de los vehículos Sprinter CHASIS 907, MOTOR 651.9 y Scania K440IB6x2.

3. Síntesis y Análisis

Una vez recopilada la información, se realizará un análisis y síntesis de los datos. Se compararán los diferentes lubricantes en términos de sus propiedades y su compatibilidad con los motores de los vehículos. Se discutirán los hallazgos en relación con la literatura existente y se interpretarán en el contexto de la homologación de lubricantes para estos vehículos.

CAPITULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1 Bases teóricas

2.2 Lubricante

Un lubricante es una sustancia de origen animal, vegetal, mineral o sintético, que puede presentarse en formas sólidas, semisólidas o líquidas. Su principal propósito es minimizar el rozamiento o fricción entre piezas y mecanismos en movimiento, lo que ayuda a disminuir el desgaste y el sobrecalentamiento.

Los lubricantes líquidos, como los aceites, son los comúnmente empleados en vehículos y diversas aplicaciones industriales como turbinas y compresores. Las grasas, por otro lado, son un tipo de lubricante semisólido en el que un aceite líquido es retenido por un agente espesante.

Los lubricantes desempeñan una función crucial al crear una capa entre dos piezas móviles, evitando el contacto directo entre ellas y permitiendo su movimiento incluso bajo altas temperaturas y presiones. Son esenciales para el buen funcionamiento de una amplia gama de maquinaria, desde automóviles hasta equipos aeroespaciales.

En particular, los lubricantes para automóviles, compuestos por una combinación de aceites y aditivos, son vitales para el adecuado funcionamiento de los motores. Reducen el desgaste y la fricción entre las piezas móviles del motor, prolongando su vida útil y mejorando su rendimiento [3], [4].

2.3 Lubricación

La lubricación se define como el método donde un fluido se inyecta entre dos superficies en movimiento relativo y sometidas a una presión, creando una capa o película que impide el contacto directo de las mismas. Este fluido contribuye a disminuir la resistencia al deslizamiento y a su vez minimiza el desgaste entre las superficies.

En el contexto de la lubricación automotriz, esta se interpreta comúnmente como la utilización de lubricantes de distintas consistencias (sólidos, líquidos u otros) con el propósito de disminuir la fricción mecánica entre las diversas piezas del vehículo. Esta práctica contribuye a prolongar la vida útil de los componentes y a optimizar el rendimiento global del automóvil.

Los lubricantes actúan como intermediarios entre las dos superficies en movimiento, formando una película separadora que previene el contacto directo y, por ende, el

desgaste mutuo. Aunque el lubricante no erradica por completo la fricción, sí logra reducirla de manera significativa. Este fenómeno de reducción de la fricción se conoce como lubricación. Por tanto, la fricción de contacto directo entre las superficies se reemplaza por una fricción interna menor, ocasionada por el movimiento de las moléculas del lubricante [5], [3].

2.4 Objetivos de la lubricación

La lubricación en el ámbito automotriz desempeña una serie de propósitos esenciales. Estos se pueden dividir en diversas categorías según su relevancia y se concentran en el mejoramiento y la prolongación de la funcionalidad del vehículo:

- Minimizar la fricción y el desgaste: Uno de los principales objetivos de la lubricación es la reducción del rozamiento o fricción entre las piezas móviles del automóvil. Al limitar la fricción, los lubricantes ayudan a optimizar la duración y el rendimiento de los componentes del vehículo, extendiendo su vida útil y promoviendo una mayor eficiencia en su funcionamiento.
- Atenuación del ruido: Los lubricantes también contribuyen a disminuir el ruido generado por el contacto entre las piezas que se mueven de manera controlada. Esto proporciona una experiencia de conducción más suave y menos disruptiva, favoreciendo un ambiente acústico más cómodo dentro del vehículo.
- Control de la temperatura: Otro aspecto crucial de la lubricación es la disminución del calentamiento en los componentes mecánicos del automóvil. Al moverse unos respecto a otros, estos elementos generan calor debido a la fricción. Los lubricantes ayudan a disipar este calor, evitando el sobrecalentamiento y protegiendo los componentes contra los daños relacionados con las altas temperaturas.
- Prevención de la corrosión: Además de los objetivos antes mencionados, la lubricación también sirve para proteger los componentes metálicos del vehículo contra la corrosión y el óxido. Los lubricantes forman una barrera protectora que impide el contacto directo de los metales con el aire y la humedad, factores que podrían promover la oxidación.
- Limpieza de componentes: Finalmente, muchos lubricantes poseen propiedades detergentes que ayudan a mantener limpias las piezas del motor al eliminar los depósitos de suciedad y las partículas generadas durante la operación del vehículo. Esta función de limpieza mantiene el motor en condiciones óptimas, permitiéndole funcionar de manera eficiente y prolongando su vida útil [3], [6].

2.5 Estructura y composición de los lubricantes

Los lubricantes se forman a partir de una mezcla de aceites base y diversos aditivos que alteran y mejoran sus propiedades inherentes. Los aceites base pueden derivar del refinamiento del petróleo o de reacciones petroquímicas, dando lugar a los conocidos como aceites minerales y sintéticos, respectivamente.

Los aceites base minerales se componen de tres tipos de compuestos: parafínicos, nafténicos y aromáticos. Los compuestos parafínicos predominan en la mezcla, representando entre el 60 y el 70% del total, debido a sus superiores propiedades lubricantes. Sin embargo, los compuestos nafténicos y aromáticos también están presentes, ya que proporcionan características específicas, como un mejor rendimiento a bajas temperaturas y mayor poder disolvente, que no poseen las parafinas.

Por otro lado, las bases sintéticas son sustancias casi puras que exhiben características especiales que las diferencian de las bases minerales, incluyendo: mejor capacidad de lubricación, mayor índice de viscosidad, mayor fluidez a bajas temperaturas, mayor estabilidad térmica y resistencia a la oxidación, y menor volatilidad. A pesar de que su uso está en aumento, su producción limitada y elevado coste las hacen menos accesibles. Se utilizan principalmente en la fabricación de aceites automotrices de alta calidad, especialmente para motores de gasolina y diesel.

El aceite base, sin embargo, no puede cumplir todas las funciones de lubricación por sí solo, ni soportar las condiciones a veces extremas en las que operan los equipos. Es por eso que se añaden aditivos al aceite base. Estos aditivos varían en función de la aplicación del lubricante (ya sea para motores, engranajes o sistemas hidráulicos) y del nivel de rendimiento requerido, conforme a diversas clasificaciones y normativas (ACEA, API, SAE, CCMC, normas militares de EE. UU., y especificaciones de fabricantes).

Los aditivos se clasifican según su función específica en varios grupos, que incluyen:

- Mejoradores de las propiedades físicas, como el índice de viscosidad y el punto de congelación.
- Mejoradores de las propiedades químicas, como antioxidantes y anticorrosivos.
- Mejoradores de las propiedades físico-químicas, que incluyen detergentes, dispersantes, aditivos antidesgaste, antiherrumbre y antiespumantes [5].

2.6 Propiedades de los lubricantes

2.6.1 Viscosidad: La viscosidad es una medida de la resistencia de un fluido a fluir. En los lubricantes, la viscosidad es crítica ya que afecta la formación de la película lubricante entre las superficies en movimiento y el calor generado por la fricción. Los lubricantes deben tener una viscosidad adecuada para su aplicación específica: no demasiado alta para evitar resistencia al flujo, pero tampoco demasiado baja para asegurar una separación eficiente entre las superficies.

2.6.2 Índice de viscosidad: Este índice indica cómo cambia la viscosidad de un lubricante con la temperatura. Un alto índice de viscosidad sugiere que el lubricante mantendrá su viscosidad a medida que la temperatura aumenta.

2.6.3 Punto de inflamación: Es la temperatura mínima a la cual un lubricante emite vapores suficientes que pueden inflamarse cuando se expone a una fuente de ignición. Es importante para la seguridad y la estabilidad térmica.

2.6.4 Estabilidad térmica y a la oxidación: Los lubricantes deben ser estables a altas temperaturas y resistir la oxidación para evitar la formación de depósitos y la degradación del aceite.

2.6.5 Punto de fluidez o congelación: Es la temperatura más baja a la que un lubricante aún puede fluir. Los lubricantes deben tener un bajo punto de fluidez si se van a utilizar en condiciones de frío.

2.6.6 Propiedades de extrema presión: Algunas aplicaciones requieren lubricantes que puedan soportar presiones extremadamente altas sin descomponerse o perder su capacidad de lubricar.

2.6.7 Propiedades anticorrosivas: Los lubricantes a menudo incluyen aditivos para proteger las superficies metálicas contra la corrosión y el óxido.

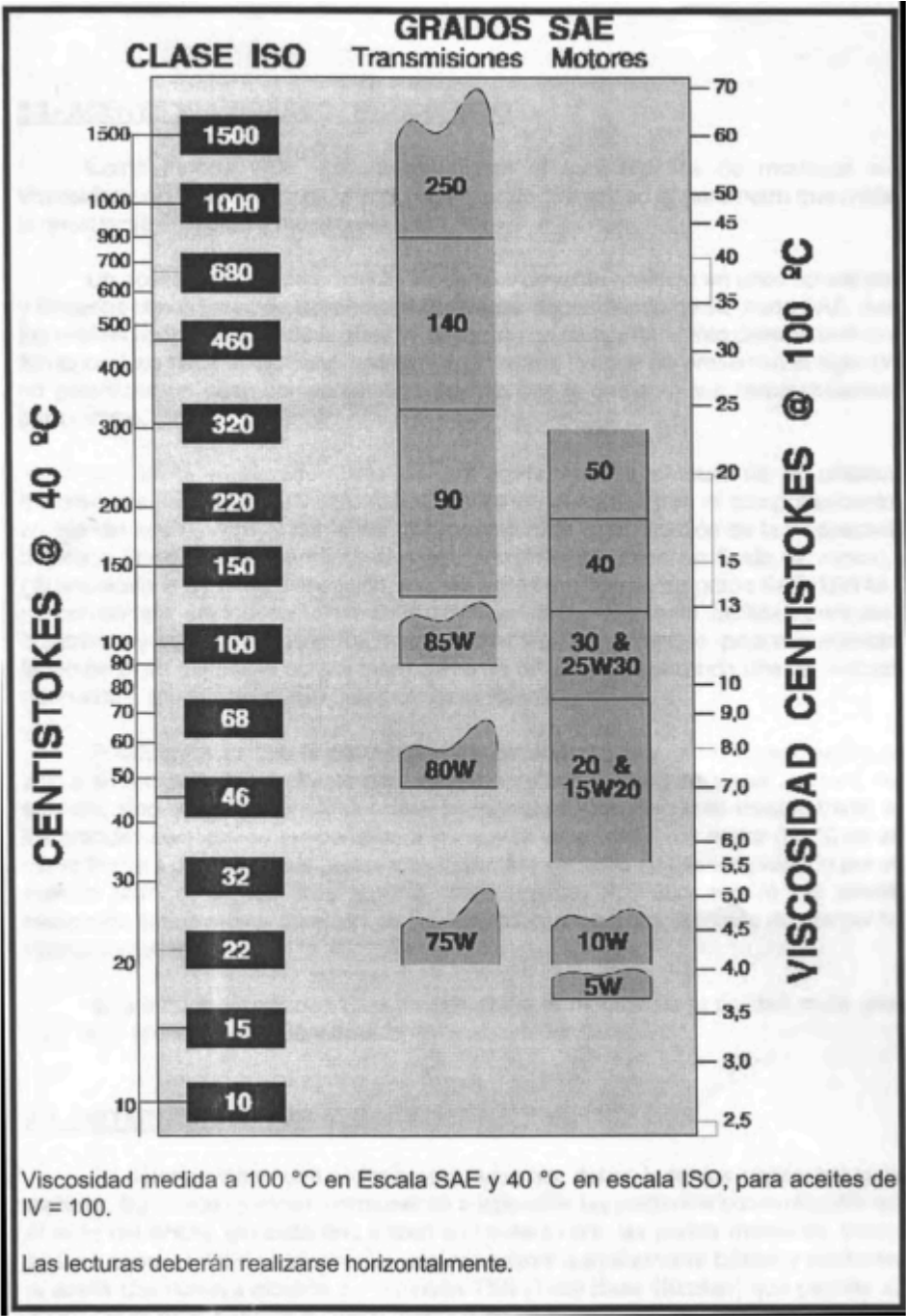
2.6.8 Capacidad de limpieza y dispersión: Algunos lubricantes contienen detergentes y dispersantes para mantener limpias las superficies metálicas, previniendo la acumulación de depósitos.

2.6.9 Resistencia al cizallamiento: Los lubricantes deben ser capaces de resistir las fuerzas de cizallamiento sin perder su viscosidad ni sus propiedades lubricantes.

2.6.10 Densidad: Esta es la relación entre la masa del lubricante y el volumen que ocupa. Si el agua y el lubricante se mezclan, el agua se hundirá debido a su mayor densidad.

2.6.11 Punto de inflamación y escurrimiento: El punto de inflamación es la temperatura a la que los vapores que emanan del lubricante se inflaman. El punto de escurrimiento es la temperatura en la que un lubricante líquido deja de fluir. Ambas son medidas críticas de la estabilidad térmica y del rendimiento en frío de un lubricante.

2.6.12 Número de neutralización: Es la cantidad de ácido clorhídrico (HCl) o hidróxido de potasio (KOH) presentes en el aceite para contrarrestar agentes básicos o ácidos, dependiendo de las condiciones ambientales de trabajo del motor, transmisión u otro componente que utiliza el aceite lubricante. Este número es importante para determinar la acidez total o pH del lubricante.



Fuente:
http://remex.com.ar/descargas_web/1-1%20Gulf%20-%20Manual%20Tecnico%20de%20Lubricantes.pdf

Figura 2-2. Viscosidad en los lubricantes [5]

2.7 Clasificación de los lubricantes

Los lubricantes se pueden clasificar de varias formas, según el tipo de base, viscosidad, aplicación y rendimiento. A continuación, presento una clasificación general:

2.7.1 Según la Base

Minerales: Se obtienen a través de la refinación del petróleo crudo. Son ampliamente utilizados debido a su bajo costo, aunque pueden tener limitaciones en rendimiento a altas temperaturas y presiones.

Sintéticos: Son creados en laboratorio mediante procesos químicos, lo que les permite tener propiedades superiores a las de los lubricantes minerales, como mayor estabilidad térmica y resistencia a la oxidación. Sin embargo, su costo es generalmente más elevado.

Semisintéticos: Son una mezcla de aceites base minerales y sintéticos, diseñados para proporcionar un equilibrio entre coste y rendimiento.

2.7.2 Según la Viscosidad

Monogrado: Tienen una viscosidad que cambia significativamente con la temperatura. Los aceites monogrado se clasifican en SAE 20, 30, 40, 50, 60, etc.

Multigrado: Tienen aditivos que reducen la variación de la viscosidad con la temperatura. Se clasifican como SAE 5W-30, 10W-40, 15W-40, etc.

2.7.3 Según la Aplicación

Aceites de Motor: Diseñados para lubricar las partes móviles dentro de los motores de combustión interna.

Aceites de Transmisión: Utilizados en transmisiones manuales y automáticas para lubricar, enfriar y limpiar los componentes.

Aceites Hidráulicos: Utilizados en sistemas hidráulicos para transmitir fuerza y energía.

Aceites de Engranajes: Diseñados para lubricar los engranajes bajo condiciones de alta presión y carga.

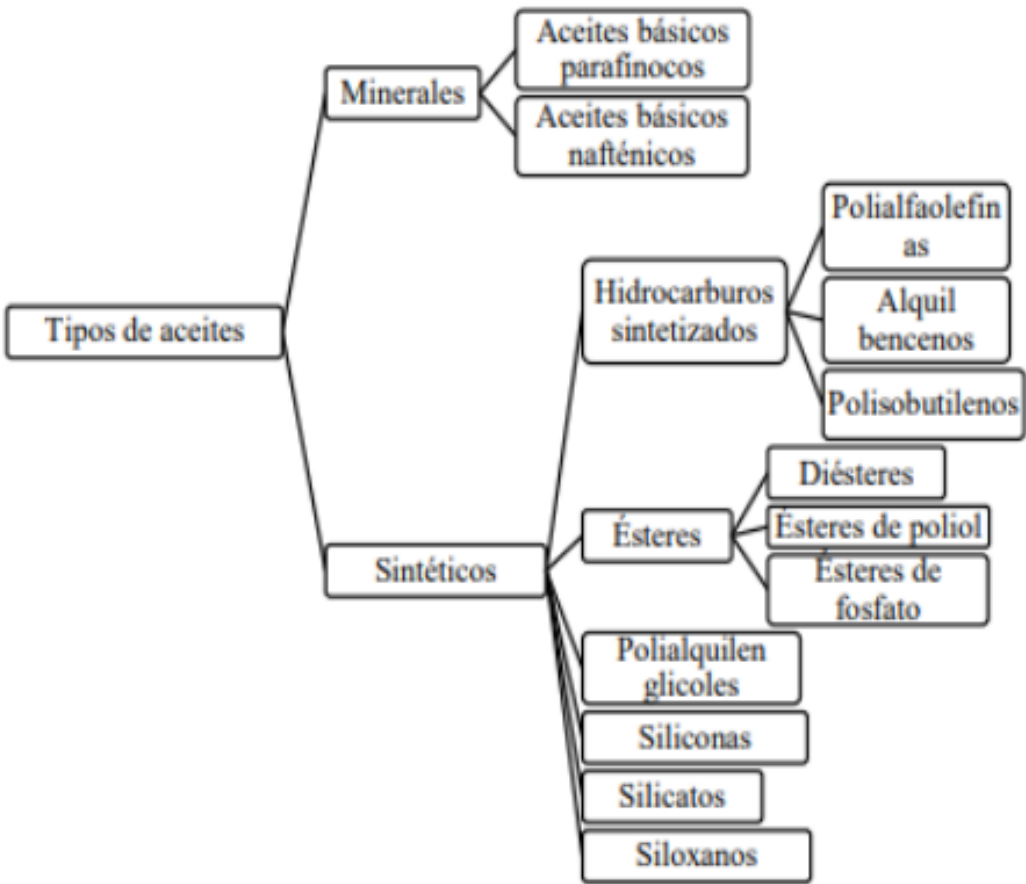
Grasas: Lubricantes semisólidos que se utilizan en situaciones donde los aceites líquidos no serían adecuados.

2.7.4 Según el Rendimiento

Convencionales: Aceites base minerales con aditivos estándar que proporcionan un rendimiento adecuado para la mayoría de las condiciones.

Alto Rendimiento: Aceites con aditivos especiales para condiciones de operación extremas, como altas temperaturas, alta carga, etc.

Larga Vida: Aceites especialmente formulados para prolongar los intervalos de cambio de aceite [7].



Fuente: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/16017>

Figura 2-3 Tipos de lubricantes según su base [7]

2.8 Clasificación SAE

La Sociedad de Ingenieros Automotrices (SAE) ha establecido un sistema de clasificación para los aceites lubricantes basado en su viscosidad, conocido como la clasificación SAE. Este sistema se aplica ampliamente en la industria automotriz y juega un papel crucial en la selección del aceite adecuado para motores de vehículos.

Las clasificaciones SAE se dividen en dos categorías principales: aceites de un solo grado y aceites multigrado.

- 1. Aceites de un solo grado (SAE 20, 30, 40, 50, 60): Estos aceites poseen una viscosidad específica, medida a una temperatura estándar de 100 grados Celsius. La clasificación numérica otorgada por la SAE refleja directamente la viscosidad del aceite, siendo los números más bajos indicativos de un aceite más delgado (menos viscoso) y los números más altos representativos de un aceite más espeso (más viscoso). Estos lubricantes son adecuados para entornos con condiciones climáticas y operativas constantes.
- 2. Aceites multigrado (SAE 5W-20, 5W-30, 10W-30, 10W-40, 15W-40): Los aceites multigrado se caracterizan por su capacidad para mantener un flujo adecuado a bajas temperaturas, a la vez que proporcionan protección efectiva a altas temperaturas. En su clasificación, el número previo a la "W" (que representa "Winter" o invierno) indica la viscosidad del aceite a temperaturas bajas, mientras que el número posterior a la "W" denota la viscosidad a altas temperaturas. En ambos casos, una clasificación numérica más baja sugiere una viscosidad reducida. Debido a su versatilidad para operar en un amplio rango de temperaturas, los aceites multigrado se utilizan comúnmente en la actualidad.

La clasificación SAE facilita la elección del lubricante más apropiado para los motores de vehículos, en base a las condiciones operativas y ambientales previstas. Sin embargo, se recomienda siempre consultar el manual del propietario del vehículo para obtener las recomendaciones específicas del fabricante en cuanto a la clasificación del aceite a utilizar [5].

Tabla 2-1. Especificaciones SAE

Viscosidad	Grado Viscosidad (SAE)	°CC.C.S Viscosidad Cp Max	°C Bombeo Viscosidad Cp Max	Viscosidad Dinámica cSt a 100 °C	HT/HS AT/AC VISC. Cp 150 °C
Baja Temperatura	0W	6200 a -35	60000 a -40	3,8	...
	5W	6600 a -35	60000 a -35	3,8	...
	10W	7000 a -25	60000 a -30	4,1	...
	15W	7000 a -20	60000 a -25	5,6	...
	20W	9500 a -15	60000 a -20	5,6	...
	25W	13000 a -10	60000 a -15	9,3	...
Alta Temperatura	20	...	...	5,6 a 9,3	2,6
	30	...	...	9,3 a 12,5	2,9
	40	...	...	12,5 a 16,3	2,9
	40	...	...	12,5 a 16,03	3,7
	50	...	...	16,3 a 21,9	3,7
	60	...	...	21,9 a 16,1	3,7

2.9 Clasificación ISO

La clasificación de los lubricantes según el sistema ISO (Organización Internacional de Normalización) es un esquema alternativo al de la SAE que también categoriza a los lubricantes basándose en su viscosidad. Sin embargo, a diferencia de la SAE, el sistema ISO mide la viscosidad en centistokes (cSt) a temperaturas específicas de 40 grados Celsius y 100 grados Celsius.

Este sistema de clasificación ISO se presenta a través de un número que sigue al nombre del lubricante, que indica su grado de viscosidad. Al igual que en el sistema SAE, un número más bajo indica una viscosidad más baja (o un aceite más delgado), y un número más alto indica una viscosidad más alta (o un aceite más espeso). Sin embargo, a diferencia del sistema SAE, el sistema ISO no usa la "W" para indicar la viscosidad a baja temperatura.

Por ejemplo, un aceite lubricante etiquetado como ISO 32 tendría una viscosidad de 32 cSt a 40 grados Celsius. La clasificación ISO es especialmente útil en la industria, donde las máquinas operan a altas velocidades y cargas pesadas que requieren lubricantes con propiedades específicas. Algunos ejemplos comunes de estos grados ISO incluyen ISO 32, 46, 68, 100, 150, 220, 320, y 460.

Tabla 2-2. Clasificación ISO

GRADO ISO	Viscosidad mínima a 40°C (cst)	Viscosidad máxima a 100°C (cst)
15	13.5	16.5
22	19.8	24.2
37	33.3	40.7
46	41.4	50.4
68	61.2	74.8
100	90	110
150	135	165
220	198	242
320	288	352
460	414	504

Fuente: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/16017>

2.10 Clasificación API

La clasificación API, desarrollada por el Instituto Americano del Petróleo (API), proporciona una orientación esencial para la selección de aceites lubricantes basada en las necesidades reales de los motores en uso diario. Los motores, dependiendo de su diseño y fabricación, tienen requisitos específicos y variados de lubricación, que pueden cubrirse de manera efectiva a través de las recomendaciones de la clasificación API.

El sistema de clasificación API se desarrolla en colaboración con las organizaciones SAE (Sociedad de Ingenieros Automotrices) y ASTM (Sociedad Americana para Pruebas y Materiales), enfocándose en realizar ensayos basados en las condiciones de operación real de los motores de combustión interna. La metodología empleada proporciona una evaluación sólida y precisa de las demandas de lubricación, guiando así el desarrollo y la selección de los aceites lubricantes.

En la clasificación API, los aceites lubricantes se categorizan en función de su aplicación específica y las condiciones del servicio del motor. Cada categoría de servicio se representa por dos letras.

- Las categorías que comienzan con la letra "C" (de la palabra "Comercial" en inglés) se refieren a los aceites diseñados para motores diésel, comúnmente encontrados en vehículos comerciales y equipos pesados.
- Las categorías que comienzan con la letra "S" (de la palabra "Servicio" en inglés) se aplican a los aceites destinados a motores de gasolina, normalmente utilizados en vehículos de pasajeros y otros tipos de maquinaria ligera.

Cada una de estas categorías luego se subdivide en subcategorías específicas que representan diferentes niveles de rendimiento y aplicaciones, permitiendo una selección aún más precisa del lubricante adecuado para cada motor y su condición de operación. De este modo, la clasificación API facilita la selección de un lubricante que cumple con las exigencias del fabricante del motor y maximiza su rendimiento y durabilidad [7].

Tabla 2-3. Especificaciones API para motores de encendido por compresión

"S" Aceites para servicio		
Categoría de servicio en motores a gasolina	Aprobación	Recomendación de uso
SC	Obsoleta	Advertencia: No adecuado para uso en motores de automóvil de gasolina fabricado después del año 1967, a menos que sea específicamente recomendado por el fabricante.
SD	Obsoleta	Advertencia: No adecuado para uso en motores de automóvil de gasolina fabricado después del año 1971, a menos que sea específicamente recomendado por el fabricante.
SE	Obsoleta	Advertencia: No adecuado para uso en motores de automóvil de gasolina fabricado después del año 1979, a menos que sea específicamente recomendado por el fabricante.
SF	Obsoleta	Para motores del año 1988 y anteriores.
SG	Obsoleta	Para motores del año 1993 y anteriores.
SH	Obsoleta	Para motores del año 1996 y anteriores.
SJ	Vigente	Para motores del año 2001 y anteriores.
SL	Vigente	Para motores del año 2004 y anteriores.
SM	Vigente	Este lubricante se introdujo en 2004 y es para todos los motores en uso en la actualidad. Algunas marcas cumplen con ILSAC y califican como Energy Conserving.
SN	Vigente	Introducidos en 2010 para vehículos 2011, mediante la combinación API SN mejora el rendimiento y la economía del combustible, protege al turbocargador, controla emisiones y es compatible con motores que funcionan con Etanol hasta en un porcentaje de 85 por ciento (E85).

Fuente:<https://www.studocu.com/cl/document/universidad-tecnologica-de-chile/mecanica-a-automotriz/ga-11-clasificacion-de-lubricantes/55669643>

Tabla 2-4. Especificaciones API para motores de encendido por compresión – Diesel

"C" Aceites para servicio		
Categoría de servicio en motores a diesel	Aprobación	Recomendación de uso
CF	Obsoleta	Se introdujeron en el año 1994, para motores todo terreno, de inyección indirecta, que utilizan combustible con contenido de azufre superior a 0.5 por ciento en peso. Pueden utilizarse en lugar de CD.
CF-2	Obsoleta	Se introdujeron en el año 1994, para motores de trabajo intenso, de dos tiempos. Pueden utilizarse en lugar de CD-II.
CF-4	Obsoleta	Se introdujeron en el año 1990, para motores de alta velocidad, de cuatro tiempos, de aspiración natural y turbocargados. Pueden utilizarse en lugar de CD y CE.
CG-4	Obsoleta	Se introdujeron en el año 1995, para motores de trabajo intenso, de alta velocidad, de cuatro tiempos, que utilizan combustible con contenido de azufre menor a 0.5 por ciento en peso (500 ppm). Pueden utilizarse en lugar de CD, CE y CF-4.
CH-4	Vigente	Se introdujeron en el año 1998, destinados a motores de alta velocidad, de cuatro tiempos, que utilizan combustible con contenido de azufre de hasta 0.5 por ciento en peso (500 ppm). Pueden utilizarse en lugar de CD, CE, CF-4 y CG-4.
CI-4	Vigente	Se introdujeron en el año 2002, para motores de alta velocidad, que utilizan combustible con contenido de azufre de hasta 0.5 por ciento en peso (500 ppm), con sistema de recirculación de gases (EGR). Pueden utilizarse en lugar de CD, CE, CF-4, CG-4 y CH-4.
CJ-4	Vigente	Se introdujeron en el año 2006, para motores de alta velocidad, que utilizan combustible con contenido de azufre de hasta 0.5 por ciento en peso (500 ppm), sin embargo, su uso con combustibles con contenido de azufre mayor a 0.0015 por ciento en peso (15 ppm), puede repercutir en los sistemas anticontaminantes del vehículo y se debe consultar al fabricante, para el intervalo de servicio. Pueden utilizarse en lugar de CI-4, CH-4, CG-4 y CF-4.

Fuente:
<https://www.studocu.com/cl/document/universidad-tecnologica-de-chile/mecanica-auto-motriz/ga-11-clasificacion-de-lubricantes/55669643>

2.11 Mercedes Benz Sprinter

El Mercedes-Benz Sprinter es un vehículo de transporte de mercancías y personas que ha sido fabricado por Mercedes-Benz, una división de la empresa alemana Daimler AG. Desde su introducción en 1995, el Sprinter ha sido reconocido por su versatilidad y durabilidad, y se ha utilizado en diversas aplicaciones, desde furgonetas de reparto y ambulancias hasta autocaravanas.

El Sprinter está disponible en una variedad de tamaños y configuraciones, que incluyen diferentes longitudes de carrocería, alturas de techo y opciones de carga útil. También puede configurarse con tracción trasera, tracción delantera o tracción en las cuatro ruedas, dependiendo de las necesidades específicas del usuario.

En términos de propulsión, este vehículo ha ofrecido tradicionalmente motores diésel, aunque las versiones más recientes también ofrecen opciones de gasolina. En los últimos años, Mercedes-Benz ha estado trabajando en versiones eléctricas del Sprinter como parte de sus esfuerzos para reducir las emisiones y adaptarse a las crecientes demandas de vehículos con bajas emisiones.

El interior del Sprinter es conocido por su comodidad y funcionalidad. Los modelos más recientes cuentan con una gama de tecnologías modernas, que incluyen sistemas de infoentretenimiento avanzados y características de seguridad como asistencia al conductor y sistemas de advertencia de salida de carril.

El Mercedes-Benz Sprinter ha sido reconocido por su rendimiento y durabilidad. Su capacidad para adaptarse a una variedad de aplicaciones, junto con su fiabilidad, ha hecho que sea una opción popular para una amplia gama de usuarios comerciales e industriales [8], [9], [10].

Tabla 2-5 especificaciones técnicas de la sprinter

				
MODELS	PANEL VAN 2 SEATS	CAB CHASSIS 3 SEATS	DUAL CAB CHASSIS 6 SEATS	TRANSFER MINIBUS 12 & 15 SEATS
Drive				
	Front-wheel Drive Rear-wheel Drive All-wheel Drive (optional with 140kW Engine)*	Rear-wheel Drive All-wheel Drive (optional with 140kW Engine)*	Rear-wheel Drive All-wheel Drive (optional with 140kW Engine)*	Rear-wheel Drive
Length				
	Short Wheel Base (SWB) Medium Wheel Base (MWB) Long Wheel Base (LWB) Extra Long Wheel Base (ELWB)	Medium Wheel Base (MWB) Long Wheel Base (LWB)	Medium Wheel Base (MWB) Long Wheel Base (LWB)	Medium Wheel Base (MWB)
Heights				
	Standard Roof, High Roof, Super High Roof			Standard Roof, High Roof
GVM				
	3550 kg, 4100 kg, 4490 Kg, 5000 kg, 5500 kg (optional)	4490 kg, 5000 kg, 5500 kg (optional)	4490 kg, 5000 kg, 5500 kg (optional)	4100 kg
Engine				
	84 kW (114hp), 110 kW (150hp) 125 kW (170hp), 140 kW (190hp)	125 kW (170hp), 140 kW (190hp)	125 kW (170hp), 140 kW (190hp)	110 kW (150hp), 125 kW (170hp)

Fuente :<https://www.mbvans.com> > mb-vans > HomePage



Fuente: /www.busescvu.cl/flota

Figura 2-4 Sprinter en funciones de minibús en la empresa transportes CVU [2]

2.11.1 Motor OM651

El OM651 es un motor diésel de cuatro cilindros en línea producido por la marca alemana Mercedes-Benz, una división del grupo automotriz Daimler AG. Este motor, lanzado en 2008, es uno de los más emblemáticos y ampliamente utilizados en la línea de motores diésel de Mercedes-Benz.

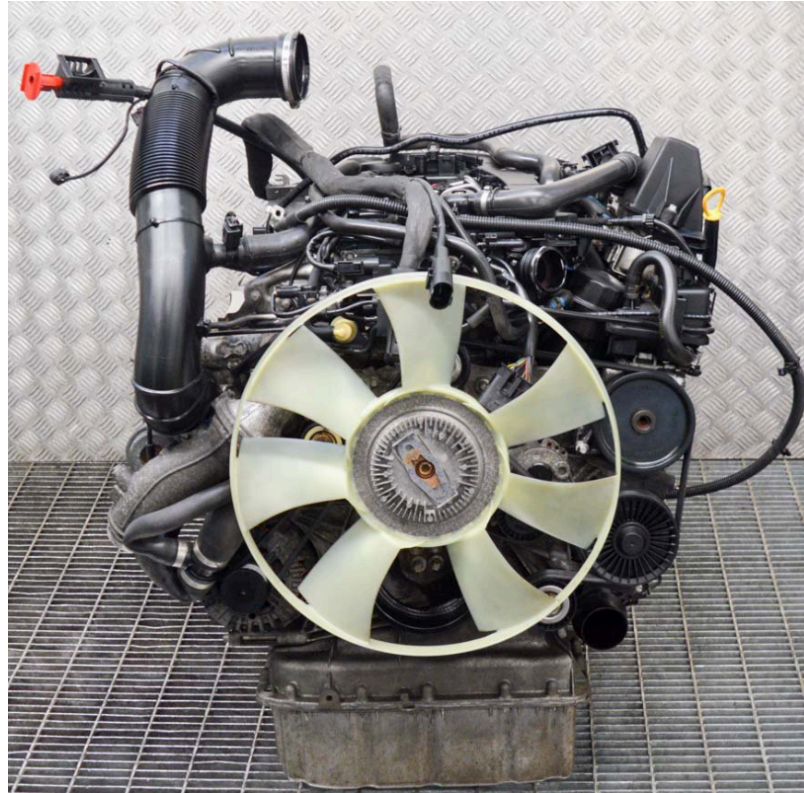
Viene en varias versiones, con capacidades que van desde 1.8L hasta 2.2L. Este motor está diseñado con una configuración de doble árbol de levas en cabeza (DOHC), con 16 válvulas y un sistema de inyección directa common-rail que ofrece mejor eficiencia de combustible y un rendimiento optimizado.

Otra característica destacada de este motor es su tecnología de turbocompresor de dos etapas. Esto implica la utilización de dos turbocompresores de diferente tamaño para proporcionar una mayor eficiencia en la combustión, mejor respuesta a bajas revoluciones y un incremento en la potencia en altas revoluciones.

En términos de rendimiento, ha sido elogiado por su eficiencia de combustible y su potencia, siendo capaz de producir entre aproximadamente 100 y 204 caballos de fuerza, dependiendo de la versión.

Además, este motor está equipado con una serie de características diseñadas para reducir las emisiones y cumplir con las estrictas normativas europeas sobre emisiones. Estas incluyen un sistema de recirculación de gases de escape (EGR), un catalizador de oxidación diésel (DOC), un filtro de partículas diésel (DPF) y un sistema de reducción catalítica selectiva (SCR) que utiliza AdBlue para reducir las emisiones de óxido de nitrógeno.

El motor OM651 ha sido utilizado en varios modelos de vehículos de Mercedes-Benz, incluyendo la Clase C, la Clase E, la Clase S, y los vehículos comerciales ligeros como la Vito y la Sprinter .



Fuente: <https://www.global-motors.eu/es/listings/mercedes-benz-sprinter-engine-651-955-95kw/>

Figura 2-5 Motor Mercedes-Benz 651.955 para Sprinter

2.12 SCANIA K 410 IB 6x2

El modelo Scania K440IB6x2 es un chasis de autobús de la serie K diseñado para uso interurbano. Esta serie de Scania está orientada a autobuses de carretera e interurbanos. Estos vehículos son reconocidos por su confort, rendimiento y eficiencia, siendo ideales para trayectos largos. Se caracterizan por su piso bajo, lo que facilita el acceso y la salida de los pasajeros, especialmente aquellos con movilidad reducida.

El 440 se refiere a la potencia del motor en caballos de fuerza (HP). Un motor con esta potencia ofrece un rendimiento robusto, lo que resulta útil para recorridos largos o para rutas que tienen una variada topografía. Por su parte, IB es la abreviatura que indica que el chasis está diseñado para autobuses interurbanos. Los autobuses interurbanos están diseñados para cubrir largas distancias, y por lo tanto suelen tener características específicas para mejorar la comodidad de los pasajeros durante viajes largos, como asientos reclinables, sistemas de climatización y, en algunos casos, aseos a bordo.

6x2 es el término que se refiere a la configuración del eje y las ruedas del vehículo. En este caso, el autobús tendría tres ejes, de los cuales dos de ellos serían de una sola rueda

y el eje trasero tendría ruedas dobles. Además, en esta configuración, el eje trasero es el que recibe la potencia del motor.

Entre las especificaciones principales se tiene:

- Marca del Chasis: Scania
- Configuración del Chasis: 6x2
- Tipo de Motor: Scania DC 13. Es un motor diésel de cuatro tiempos con seis cilindros dispuestos en línea, con tapas de cilindros individuales y cuatro válvulas por cilindro. Cuenta con unidades de inyectores bomba independientes y un sistema de control electrónico. Además, tiene un turbo sobrealimentado con postenfriamiento aire-aire (Intercooler). Cumple con la normativa Euro 3.
- Potencia del Motor: 410 Caballos de Fuerza (HP)
- Sistema de Frenos: Los frenos son de tipo tambor. Incluye un sistema de control electrónico de frenos (EBS) que incorpora ABS y control de tracción. El vehículo también viene equipado con el sistema Hill Hold, que asiste en el arranque en pendientes [12], [13].



Fuente:

www.transportecarretero.com.uy/transporte-de-pasajeros/scania-k-410-ib-6x2-13-litros-410-hp-soluciones-para-transporte-de-pasajeros.html.

Figura 2-6 Chasis Scania K 410 IB 6x2 [12]



Fuente: <https://www.scania.com/cl/es/home/admin/search-results.html?q=motor%20dc%2013>

Figura 2-7 Motor Scania DC 13 [13]



Fuente: www.busescvu.cl/copia-de-seguridad-a-bordo.

Figura 2-8 Flota Scania Interurbana de la empresa Transportes CVU [2]

CAPITULO 3. HOMOLOGACIÓN

3.1 Mercedes-Benz Sprinter

3.1.1 Procedimiento

El siguiente procedimiento es de carácter documental y realizado para la homologación de lubricantes destinados a la VAN Sprinter con motor OM651 de Mercedes-Benz.

1. Consulta de Documentación Primaria

Para tal efecto se consulta la siguiente documentación:

- Manual técnico del fabricante y/o las especificaciones técnicas de mantenimiento
- Hoja técnica MB 223.2. Aceite de motor - Aceites de motor especificados en turismos y furgonetas (servicio) - descripción general

Estos documentos ofrecerán un entendimiento claro sobre las especificaciones de lubricantes recomendadas, incluyendo viscosidad, propiedades, aditivos y otras características.

2. Selección Preliminar Basada en Documentación

- Con base en la revisión de la literatura y especificaciones del fabricante, se efectúa una selección preliminar de los lubricantes que teóricamente cumplen con los requerimientos establecidos.
- Se solicitan y revisan las hojas de datos técnicos (TDS) y las hojas de datos de seguridad (SDS) proporcionadas por los fabricantes de lubricantes.

3. Análisis Comparativo:

Se coteja la información contenida en las TDS y SDS con las especificaciones del fabricante, contrastando aspectos como viscosidad, punto de inflamación, contenido de aditivos, entre otros.

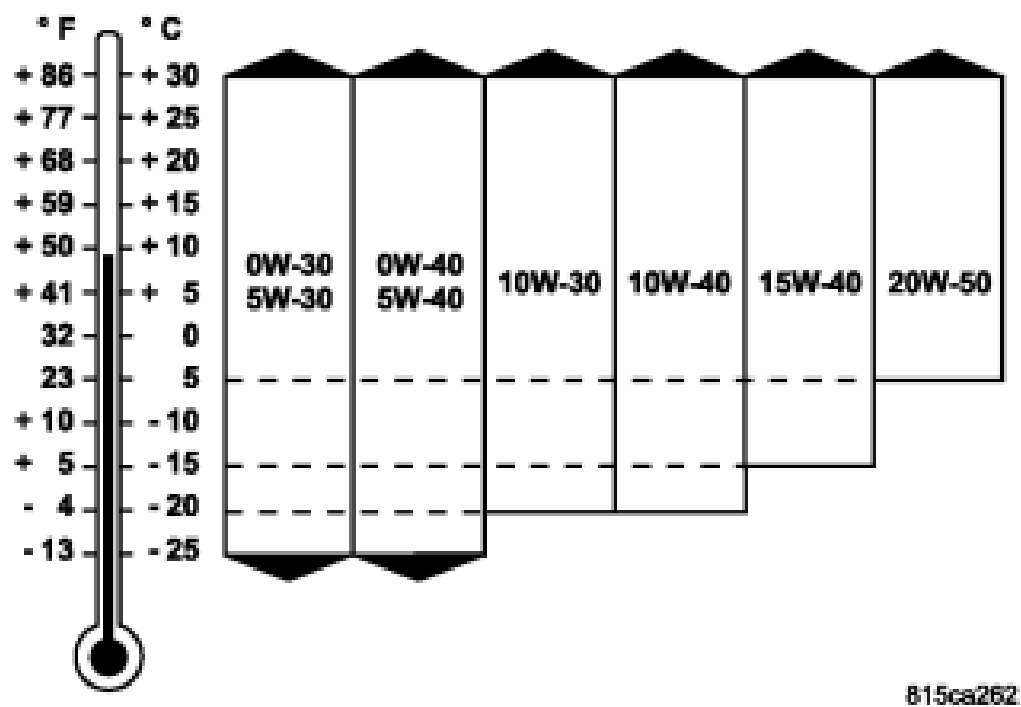
4. Compilación de Evidencia Documental:

Se organizan y archivan todos los documentos, estudios, fichas técnicas y otras fuentes consultadas, estableciendo un repositorio ordenado de información que respalde la selección del lubricante.

3.1.2 Proceso de selección Fluido Motor.

Consultando el manual técnico de mantenimiento y la especificación 224.1 se obtuvo la carta de viscosidad de la figura 3-1. Es importante destacar que según [14], el aceite multigrado puede ser utilizado todo el año teniendo cuidado que la temperatura exterior este entre los límites del aceite especificados en la figura 3-1. [15] [14].

Figura 3-1 Carta de Viscosidad de aceite [15]



Fuente:

https://manuals.opinautos.com/published/Mercedes-Benz-Sprinter_2003_EN__manual_de_taller_0f299f33e2.pdf

Según la Carta de viscosidad y el rango de temperatura en el área de servicio en el que se desempeñan los vehículos se toma el SAE 5W-40 como multigrado a utilizar, para esta selección se toma en cuenta que los vehículos pueden atravesar puntos de los Andes en los que se pueden registrar temperaturas extremas durante invierno por lo que se escoge un rango amplio de temperaturas, además de la disponibilidad de esa referencia por lo parte de los fabricantes más reconocidos del ramo.

Con la información del multigrado a utilizar se consulta la hoja técnica 223.2 (ver tabla 3-1), en ella se observa que existen modelos con y sin filtros de partículas, por lo que se realizó la selección de norma que coincida para ambas categorías del mismo vehículo, por lo que la norma que regirá la selección de lubricantes a homologar debe estar presentes en la especificación MB 229.51. [16]

Tabla 3-1 Hoja técnica 223.2

Fuente: <https://operatingfluids.mercedes-benz.com/sheet/223.2>

MB Sheet 223.2													Version: 05.2023-1	
Prescribed Specifications for Service Fill Engine Oils in Passenger Car/ VAN engines - Mercedes-Benz, AMG, Maybach, smart														
MB specifications for operating fluids / MB Sheet	226.5	226.51	226.52	228.51 ¹⁰⁾	229.5	229.51	229.52	229.6 ⁴⁾	229.61 ⁴⁾	229.71 ⁴⁾	229.72 ⁴⁾	229.81 ⁴⁾		
Diesel Engines - Worldwide														
(a) in vehicles <u>without</u> particulate filter (DPF)														
PC engines: OM 651, OM 642	-	-	-	●	●	●	● 5.)	-	-	-	-	-		
VAN engines: OM 651 in Vito, Sprinter, Viano, V class	-	-	-	● 3.)	● 3.)	● 3.)	● 3.) 5.)	-	-	-	-	-		
(b) in vehicle <u>with</u> particulate filter (DPF)														
PC engines														
OM 607 (in passenger cars), OM 626	-	●	-	-	-	●	● 5.)	-	-	-	-	-		
OM 608	-	●	-	-	-	●	●	-	●	● 5.)	-	-		
OM 651	-	-	-	●	-	●	● 5.)	-	-	-	-	-		
OM 642 - up to and including model year 2016 <u>except:</u> OM 642 EU6 in BR 164.124/.824, BR 251.124, BR 221 (UK), BR 222 (UK) OM 642 in BR 463.306/.336/.346 OM 642 Bin5 in BR 164.125/.825, BR 251.125 (only USA and Canada) OM 642 EU4 in BR 221.122 (UK)	-	-	-	●	-	●	● 5.)	-	-	-	-	-		
OM 642 - as of model year 2017 including: OM 642 EU6 in BR 164.124/.824, BR 251.124, BR 221 (UK), BR 222 (UK) OM 642 in BR 463.306/.336/.346 OM 642 Bin5 in BR 164.125/.825, BR 251.125 (only USA and Canada) OM 642 EU4 in BR 221.122 (UK)	-	-	-	-	-	-	● 5.)	-	-	-	-	-		
OM 660 (EU3/EU4 with none-controlled particulate filter)	-	-	-	●	-	●	● 5.)	-	-	-	-	-		
OM 654.9 except hybride, OM 654.8 except hybride	-	-	-	-	-	-	●	-	●	●	● 5.)	-		
OM 654.9 hybride, OM 654.8 hybride	-	-	-	-	-	-	● 5.)	-	-	-	-	-		
OM 656	-	-	-	-	-	-	●	-	● 5.)	-	-	-		
VAN engines														
OM 642, OM 651 in Vito, Sprinter, Viano, V class OM 699.300/.301/.302/.303, OM 642 in X class	-	-	-	● 3.)	-	● 3.)	● 3.) 5.)	-	-	-	-	-		
OM 654 in Vito, V class, Sprinter	-	-	-	●	-	●	●	-	●	● 5.)	-	-		
OM 607 in Citan	-	●	-	● 3.) 5.)	-	-	-	-	-	-	-	-		
OM 608.9 in Citan (model type 415)	-	●	●	-	-	-	-	-	-	● 5.)	-	-		
OM 622.9 in Vito	-	-	-	● 3.) 5.)	-	-	-	-	-	-	-	-		
OM 608.9 in Citan (model type 420) OM 622.8 in Vito OM 699.304/.305 in X class	-	-	● 9.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

● approved - not approved

En función de lo expuesto se hace una selección de los siguientes Lubricantes:

- Gulf Formula Elite 5W40
- Mobil Super 3000 XE 5W-40
- Shell Helix HX8 ECT 5W40

Tabla 3-2 Especificaciones y propiedades típicas Gulf Formula Elite 5W40

Cumple las siguientes Especificaciones		5W-40
ACEA A3/B4, Renault RN0700/RN0710		X
Tiene las siguientes aprobaciones		
MB-Approval 229.3, Porsche oil category.A40		X
API SN, , VW Standard 502 00, 505 00		X
Propiedades Típicas		
Parámetros de control	ASTM	Valores típicos
Viscosidad a 100°C, cSt	D 445	13.5
Índice de viscosidad	D 2270	170
Punto de Inflamación, °C	D 92	233
Punto de Ecurrimiento, °C	D 97	-39
Densidad a 15°C, g/ml	D 1298	0.856
TBN, mg KOH/g	D 2896	10.1

Fuente:http://remex.com.ar/descargas_web/1-1%20Gulf%20-%20Manual%20Tecnico%20de%20Lubricantes.pdf

Tabla 3-3 Especificaciones y propiedades típicas Mobil Super 3000 XE 5W-40

Propiedad	
Grado	SAE 5W-40
Viscosidad cinemática @ 100 C, mm2/s, ASTM D445	13,2
Viscosidad cinemática @ 40 C, mm2/s, ASTM D445	79
Densidad a 15,6 °C g/ml, ASTM D4052	0,847
Punto de fluidez, °C, ASTM D97	-39
Punto de inflamación, copa abierta Cleveland, °C, ASTM D92	236

Fuente:www.mobil.com/es-es/passenger-vehicle-lube/pds/eu-xx-mobil-super-3000-x1-5w-40.

Tabla 3-4-1 Especificaciones y propiedades típicas Shell Helix HX8 ECT 5W40

Propiedades	Método	Shell Helix HX8 5W-40
Viscosidad Cinemática @40°C cSt	ASTM D445	89.2
Viscosidad Cinemática @100°C cSt	ASTM D445	14.8
Índice de Viscosidad	ASTM D2270	174
Viscosidad Dinámica @-25°C cP	ASTM D5293	5 471
MRV @-30°C cP	ASTM D4684	19 000
Densidad @15°C kg/m³	ASTM D4052	841
Punto de Inflamación °C	ASTM D92	232
Punto de Fluidez °C	ASTM D97	-36

Fuente:<https://www.shell.es/en-ruta/lubricantes-de-motor-y-lubricantes-shell/lubricantes-de-motor-shell-helix/lubricantes-de-motor-totalmente-sinteticos-shell-helix/shell-helix-hx8-synthetic-5w-40.html>

Analizando las tablas podemos deducir que los 3 lubricantes cumplen con los criterios del fabricante. Además, se concluye que el lubricante Gulf Formula Elite 5W40 es potencialmente mejor en eficiencia de combustibles y climas templados y que Mobil Super 3000 XE es quien cumple mejor los criterios de desgaste y arranque en frio, por otra parte Shell Helix HX8 ECT es quien tiene un equilibrio entre eficiencia de combustible y protección en climas fríos.

3.1.3 Fluido para la transmisión

Siguiendo el mismo procedimiento, para este caso en específico se consultó el manual de mantenimiento, en él se recomienda utilizar fluido de transmisión automática (ATF) categoría MB 236.10 o MB 236.12 [15]

En función de lo que se selecciona un fluido de la compañía Shell

- Shell ATF 3403 M-115 Synthetic Automatic Transmission Fluid

Sus características principales se exponen en la tabla 3-5

Tabla 3-4-2 Especificaciones y propiedades típicas Shell ATF 3403 M-115

ATF 3403 M-115			
Kinematic Viscosity		ISO 3104	34.5
	at 40		
	mm ² /s		
	at 100		7.4
	mm ² /s		
Viscosity Index		ISO 2909	189
Density at 15	kg/m ³	ISO 12185	849
Flash Point COC		ISO 2592	195
Pour Point		ISO 3016	-45

Fuente:https://melkib.com/en_US/p/Shell-Spirax-ATF-3403-M-115%2C-209L-synthetic-gear-oil%2C-oxidation%2C-high-temperature-and-shear-resistant%2C-anti-wear/2432?srltid=AfmBOorBkp1hFSEOUoezo5CJPh4s2LYZur1GWB4L4OAJaSC5KUu83VQl

- Cabe señalar que existen lubricantes que comparten parámetros similares, pero el lubricante Shell ATF 3403 M-115 es quien tiene la aprobación específica de Mercedes Benz y es la opción más segura a elegir.

3.1.4 Fluido para frenos Sprinter

Para este modelo de vehículo el fabricante recomienda el uso de fluido A 000 989 56 05 17 1111 BRAKE FLUID DOT4 PLUS, MB 331.0 / Bremsflüssigkeit DOT4 PLUS, MB 331.0, más conocido como DOT4, este fluido presenta las siguientes características:

Tabla 3-5 Especificaciones y propiedades típicas A 000 989 56 05 17 1111 BRAKE FLUID DOT4 PLUS

	Valor	Método	Fuente, Observación
Límite superior e inferior de explosividad			no aplicable
Punto de inflamabilidad	137.5 °C	EN ISO 2719	
Temperatura de auto-inflamación	230 °C	DIN 51794	
Temperatura de descomposición	no determinado		
pH	7.7 (20°C) Concentración 50 %		
Viscosidad	cinemática: 11.5 mm²/s (23°C)		
Viscosidad	cinemática: 6.8 mm²/s (40°C)		
Viscosidad	dinámica: 7.2 mPa*s (40°C)		
Solubilidad(es)	Solubilidad en agua (20°C)		El producto es soluble.
Solubilidad(es)	Disolventes polares		fácilmente soluble
Coefficiente de reparto n-octanol/agua (valor logarítmico)			no aplicable
Presión de vapor	1 hPa (20°C)		
Presión de vapor	1 hPa (50°C)		
Densidad y/o densidad relativa	1.06 g/cm³ (20°C)	DIN 51757	
Densidad de vapor relativa	> 1 (20°C)		más pesado que el aire
características de partículas			no aplicable

Fuente: <https://operatingfluids.mercedes-benz.com/sheet/331.0>

Con base a la tabla anterior se seleccionaron los siguientes fluidos:

- Pentosin SUPER DOT 4
- Havoline Brake Fluid DOT 4
- Motul DOT 5.1

Cada uno de ellos cubre los requerimientos necesarios para suplir al fluido original, a continuación, se muestran las especificaciones técnicas de cada lubricante seleccionado:

- Pentosin SUPER DOT 4

Tabla 3.6 Especificaciones y propiedades típicas PENTOSIN DOT 4

ATRIBUTOS DEL PRODUCTO	
Apariencia	Amarillo & Claro
Densidad a 20°C	1065 kg/m³
Viscosidad cinemática a 40°C	7.9 mm2/s
Viscosidad cinemática a 20°C	14.5 mm2/s
Viscosidad cinemática a -40°C	<1500 mm2/s
Punto de Fusión	>-50°C/>58°F
Punto de Combustión	130°C/266°F
Temperatura de Ignición	>200°C/>392°F
Punto Ebullición Seco	>265°C/>509°F
Punto Ebullición Húmedo	>165°C/>329°F
Valor PH	8

Fuente: <https://pentosin.com.mx/producto/pentosin-super-dot-4/>

- Havoline Brake Fluid DOT 4

Tabla 3.7 Especificaciones y propiedades típicas Havoline Brake DOT 4

	Método	DOT 4
Número de Producto	—	743247
Número MSDS Colombia El Salvador	—	33372 33373
Densidad @ 15°C	ASTM D4052	1,05
Viscosidad cinemática mm² @ -40°C mm² @ 100°C	ASTM D445 ASTM D445	1313 2,2
Agua contenido, % masa	ASTM D1364	0,26
Punto de ebullición, °C	FMVSS 116	251
Punto de ebullición húmedo, °C	FMVSS 116	166
pH	FMVSS 116	7,9

Fuente:https://latinamerica.chevronlubricants.com/es_mx/home/products/havoline-motorcycle-brake-fluid-dot-4.html

- Motul DOT 5.1

Tabla 3.8 Especificaciones, recomendaciones y propiedades típicas Motul DOT 5.1

RECOMMENDATIONS		
Oil changes: 12 to 24 months according to the manufacturers' recommendations. For safety advice, draining once a year is recommended. Mixable with DOT 3, DOT 4 and DOT 5.1 NON SILICONE BASE products. Do not mix with silicone (DOT 5 silicone base) or mineral base fluids (LHM). Store brake fluid in its original container, tightly closed to avoid absorption of moisture. Aggressive chemical product if contact with hands, paint or varnish. If skin contact, rinse thoroughly with water.		
PROPERTIES		
Color	Visual	Yellow
Viscosity at 100°C (212°F)		2.1 mm²/s
Viscosity at -40°C (-40°F)		820.0 mm²/s
Dry boiling point		272.0 °C / 522.0 °F
Wet boiling point		185.0 °C / 365.0 °F

Fuente:https://azupim01.motul.com/media/motulData/DO/base/dot_5.1_es_es_motul_20191202.pdf

Si bien los fluidos comparten valores similares es importante verificar las clasificaciones de cada fluido, en este caso Motul DOT 5.1 comparte valores muy parecidos al del fabricante A 000 989 56 05 17 1111 BRAKE FLUID DOT4 PLUS pero no es de la misma clasificación Dot 4, lo cual no sirve para sistema de frenos convencionales, el fluido Havoline Brake Fluid DOT 4 es el recomendado debido a su punto de ebullición en seco aceptable y su punto de ebullición húmedo alto.

3.1.5 Fluido para diferencial Sprinter

El fluido para el diferencial de este vehículo al igual que el fluido para transmisión es caracterizado por su viscosidad SAE, en este caso específicamente, el fluido recomendado por el fabricante es el 75W85

Tabla 3.9 Especificaciones 75w85

		SAE-grade	75W-90, 80W-90, 85W-90, 90	75W-85
1.	Differential with limited slip			▪
2.	Rear axle models 163			
3.	Rear axle models 164 with rear wheel drive (4×2), rear axle with differential lock models 164, 199			
4.	Rear axle models 167 with engine 177, 256 with code M016, model 251 with rear wheel drive (4×2)			
5.	Rear axle (standard differential)		○	▪

Fuente: <https://operatingfluids.mercedes-benz.com/sheet/235.7>

Originalmente el fluido recomendado por el fabricante responde al nombre de A 001 989 33 03 09 Universal-Hypoidgetriebeöl SAE 75W-85 MB 235.7 & 235.74 y tiene las siguientes características:

Tabla 4-1 Especificaciones y propiedades típicas A 001 989 33 03 09 Universal-Hypoidgetriebeöl

Punto de inflamabilidad	190 °C	
Temperatura de auto-inflamación		El producto no es autoinflamable.
Temperatura de descomposición	no determinado	
pH	en estado de suministro	no aplicable
Viscosidad	cinemática: 81.5 mm ² /s (40°C)	
Solubilidad(es)	Solubilidad en agua	Inmiscible
Coefficiente de reparto n-octanol/agua (valor logarítmico)	no determinado	
Presión de vapor	no determinado	
Densidad y/o densidad relativa	0.87 g/mL (15°C)	

Figura <https://gms.aftersales.mercedes-benz.com/SDS.aspx?MBReleaseNo=235.7>

Basado en la información técnica disponible se recomiendan los siguientes fluidos:

- Fuchs TITAN SINTOPOID FE 75W-85
- Mobilube FE Plus NG 75W-85
- Delo Syn-Gear XPD SAE 75W-85 Texaco

Estos fluidos presentan las siguientes características:

- Fuchs TITAN SINTOPOID FE 75W-85

Tabla 4-2 Especificaciones y propiedades típicas Fuchs TITAN SINTOPOID FE 75W-85

CHARACTERISTICS		
Density at 15 °C	DIN 51757	0.870 g/ml
Colour	DIN ISO 2049	2 ASTM
Flash Point, CoC	DIN ISO 2592	190 °C
Pourpoint	DIN ISO 3016	-51 °C
Foaming Tendency Seq. IV/III	ASTM D 892	10/0 ; 20/0 ; 10/0 ml
Dynamic Viscosity at - 40°C	DIN 51398	55,000 mPas
Kinematic Viscosity at 40°C	DIN 51562-1	81.5 mm²/s
Kinematic Viscosity at 100°C	DIN 51562-1	12.1 mm²/s
Viscosity Index	DIN ISO 2909	144

CHARACTERISTICS		
Density at 15 °C	DIN 51757	0.870 g/ml
Colour	DIN ISO 2049	2 ASTM
Flash Point, CoC	DIN ISO 2592	190 °C
Pourpoint	DIN ISO 3016	-51 °C
Foaming Tendency Seq. IV/III	ASTM D 892	10/0 ; 20/0 ; 10/0 ml
Dynamic Viscosity at - 40°C	DIN 51398	55,000 mPas
Kinematic Viscosity at 40°C	DIN 51562-1	81.5 mm²/s
Kinematic Viscosity at 100°C	DIN 51562-1	12.1 mm²/s
Viscosity Index	DIN ISO 2909	144

Fuente:
<https://www.fuchs.com/cl/es/producto/product/141721-TITAN-SINTOPOID-FE-SAE-75W-85/>

- Mobilube FE Plus NG 75W-85

Tabla 4-3 Especificaciones y propiedades típicas Mobilube FE Plus NG 75W-85

Mobilube FE Plus NG 75W-85	
SAE Grade	75W-85
Viscosity, ASTM D445	
cSt @ 100°C	11.6
cSt @ 40°C	65
Viscosity Index, ASTM D2270	177
Flash Point, °C, ASTM D92	200
Pour Point, °C, ASTM D97	-42
Density kg/litre, ASTM D4052	0.854

Fuente:
<https://www.mobil.com/en-br/passenger-vehicle-lube/pds/ap-xx-mobilube-fe-plus-ng-75w85>

- Delo Syn-Gear XPD SAE 75W-85 Texaco

Tabla 4-4 Especificaciones y propiedades típicas Delo Syn-Gear XPD SAE 75W-85 Texaco

Datos de prueba típicos		
Prueba	Métodos de prueba	Resultados
Vida de almacenamiento: 48 meses desde la fecha de llenado indicada en la etiqueta del producto		
Densidad, 15 °C, kg/l	ASTM D4053	0,876
Punto de ignición COC, °C	ASTM D92	196
Punto de fluidez, °C	ASTM D97	-51
Viscosidad, cinemática, 100°C, mm²/s	ASTM D445	12,0
Viscosidad, cinemática, 40°C, mm²/s	ASTM D445	72
Índice de viscosidad	ASTM D2270	169

Fuente:
https://es.texacolubricants.com/es_es/home/products/delo-syn-gear-xpd-sae-75w-85.html

Para este fluido es muy importante tener en consideración el clima y la carga a la hora de seleccionar un fluido, para climas de altas temperaturas Fuchs TITAN SINTOPOID FE 75W-85 es una excelente opción. Si se busca un fluido para condiciones de clima no extremo y cargas de trabajo bajas Mobilube FE Plus NG 75W-85 es la opción más viable. Pero si las condiciones de cargas son extremas y las condiciones climáticas son complejas Delo Syn-Gear XPD SAE 75W-85 Texaco, con este lubricante se asegura la máxima protección contra el desgaste y la rotura de película de aceite.

3.2 Scania K440IB6x2

3.2.1 Procedimiento

El procedimiento a seguir es similar al seguido para Mercedes-Benz, sin embargo, en este caso se trabaja directamente con la hoja de datos de los lubricantes originales utilizados por Scania en sus vehículos, en esencia se procedió a revisar y extraer las especificaciones de la hoja de datos Scania PDS:05 y la hoja de datos Scania PDS:02 para determinar las especificaciones del lubricante base para la transmisión y el PDS:07 para aceite de motor, estas características se pueden apreciar en las tablas 3-5 y 3-6 y 3.9.

3.2.2 Proceso de selección Fluido de Motor Scania

Tabla 4-5 Especificaciones típicas lubricante Scania 15W40

Test	Method	Unit	Typical data
Density at 15°C	ASTM D1298	kg/m ³	880
Viscosity at 40°C	ASTM D445	mm ² /s	104
Viscosity at 100°C	ASTM D445	mm ² /s	13.8
Viscosity index	ASTM D2270	none	138
Lowest flow temperature	ASTM D97	°C	-36
Total base number (TBN)	ASTM D2896	mg KOH/g	11.1
Sulphated ash	ASTM D874	% wt	1.3

Fuente:[https://www.scania.com/cl/es/home/services/repair-and-maintenance/scania-oil.h
tml](https://www.scania.com/cl/es/home/services/repair-and-maintenance/scania-oil.html)

En función de las características recomendadas por el fabricante se seleccionan:

- Castrol Vecton 15W-40 CK-4
- Crevron Delo 400 SDE SAE 15W-40

Las especificaciones técnicas de ambos se pueden apreciar en las tablas 3.10 y 3.11

Tabla 4-6 Especificaciones y propiedades típicas Castrol Vecton 15W-40 CK-4

Name	Method	Units	Vecton 15W-40 CK-4
Appearance	Visual	-	Clear & Bright
Viscosity, Kinematic 100C	ASTM D445	cSt	15.5
Viscosity, Kinematic 40C	ASTM D445	cSt	116
Viscosity Index	ASTM D2270		140
Ash, Sulphated	ASTM D874	% wt	0.99
Total Base Number, TBN	ASTM D2896	mg KOH/g	10
Pour Point	ASTM D97	°C	-42

Fuente: <https://lubricantesdistribuidor.com/vecton-15w-40-ci4-plus-sl.html>

Tabla 4-7 Especificaciones y propiedades típicas Crevron Delo 400 SDE SAE 15W-40

SAE Grade	15W-40
Product Number	222290
SDS Number	
U.S.	42671
Canada	43551
Mexico	43552
Colombia	43918
El Salvador	43919
Density at 15°C, kg/L	0.877
Viscosity, Kinematic	
mm²/s at 40°C	112
mm²/s at 100°C	14.7
Viscosity, Cold Crank, °C/mPa.s	-20/5400
Viscosity, MRV, °C/mPa.s	-25/16,700
Viscosity, HTHS, mPa.s	4.2
Viscosity Index	134
Flash Point, °C(°F)	230(446)
Pour Point, °C(°F)	-43(-45)
Sulfated Ash, mass %	1.0
Base Number, mgKOH/g, ASTM D2896	10
Sulfur, mass %	0.3

Fuente:
https://chevron.esmax.cl/wp-content/uploads/2021/03/FICHA_TECNICA_DELO400SDE.pdf

Es importante mencionar que ambos fluidos son elaborados con la máxima tecnología y los mejores aditivos. Ambos fluidos comparten la misma clasificación, por una parte, Castrol Vecton 15W-40 CK-4 tiene mejor desempeño para altas temperaturas y aporta una máxima protección contra el desgaste, de la misma manera Crevron Delo 400 SDE SAE 15W-40 aporta máxima protección, pero una mejor resistencia a la formación de depósitos.

3.2.3 Fluido de transmisión Scania

Tabla 4-8 Especificaciones y propiedades típicas SAE 85W-140

Test	Method	Unit	Typical data
Density at 15°C	ASTM D4052	kg/m ³	910
Viscosity at 40°C	ASTM D445	mm ² /s	345
Viscosity at 100°C	ASTM D445	mm ² /s	26.0
Viscosity index	ASTM D2270	-	102
Lowest flow temperature	ASTM D97	°C	-18

Fuente:
https://www.q8oils.com/wp-content/uploads/2024/07/Q8-Axle-Oil-XG-85W-140_es.pdf

Tabla 4-9 Especificaciones y propiedades típicas SAE 80W-90

Test	Method	Unit	Typical data
Density at 15°C	ISO 3675/ ASTM D1298	kg/m ³	902
Viscosity at 40°C	ISO 3104/ ASTM D445	mm ² /s	168
Viscosity at 100°C	ISO 3104/ ASTM D445	mm ² /s	17.0
Viscosity index	ISO 2909/ ASTM D2270	-	110
Brookfield viscosity at -26°C	ASTM D2983	mPa.s	<150,000
Flashpoint	ASTM D93	°C	143
Lowest flow temperature	ISO 3016/ ASTM D97	°C	-30

Fuente:<https://es.scribd.com/document/395383078/Scania-STO-1-0-Approval-ALL-OI-OL-STOissue4-080917-pdf>

En función de los parámetros del recomendado por el fabricante se procedieron a seleccionar los siguientes lubricantes:

- Mobilube™ HD Plus Gear Oil 85W-140
- Shell Spirax HD 85W-140
- Shell Spirax HD 80W-90
- Mobilube™ HD Plus Gear Oil 80W-90

Estos lubricantes seleccionados poseen características compatibles completamente con los lubricantes desarrollados por el fabricante del vehículo, las características podrán observarse en las tablas 3-6, 3,7 y 3,8 extraídas de las hojas de datos TDS de cada uno de los fabricantes

Tabla 5-1 Especificaciones y propiedades típicas Shell Spirax HD 85W-140

Properties			Method	Shell Spirax HD
SAE Viscosity Grade				85W-140
Density	@15°C	kg/m3	ASTM D1298	901
Colour, ASTM			ASTM D1500	4
Pour Point		°C	ASTM D97	-12
Flash Point (COC)		°C	ASTM D92	200
Kinematic Viscosity		cSt	ASTM D445	411
Properties			Method	Shell Spirax HD
Kinematic Viscosity		cSt	ASTM D445	29.7
Brookfield Viscosity		cP	ASTM D2983	79000
Channel Point		°C		<-20
Viscosity Index			ASTM D2270	103

Fuente:[https://www.shellbahia.com.ar/estaciones/fichas_tecnicas/209/GPCDOC_Local_TDS_Argentina_Shell_Spirax_S2_A_85W-140_\(es-AR\)_TDS.pdf](https://www.shellbahia.com.ar/estaciones/fichas_tecnicas/209/GPCDOC_Local_TDS_Argentina_Shell_Spirax_S2_A_85W-140_(es-AR)_TDS.pdf)

Tabla 5-2 Especificaciones y propiedades típicas Shell Spirax HD 80W-90

Properties			Method	Shell Spirax HD
SAE Viscosity Grade				80W-90
Density	@15°C	kg/m3	ASTM D1298	887.2
Colour, ASTM			ASTM D1500	2.5
Pour Point		°C	ASTM D97	-27
Flash Point (COC)		°C	ASTM D92	218
Properties			Method	Shell Spirax HD
Kinematic Viscosity		cSt	ASTM D445	139
Kinematic Viscosity		cSt	ASTM D445	14.8
Brookfield Viscosity		cP	ASTM D2983	136000
Channel Point		°C		<-35
Viscosity Index			ASTM D2270	110

Fuente:[https://www.shellbahia.com.ar/estaciones/fichas_tecnicas/48/GPCDOC_Local_DS_Argentina_Shell_Spirax_S2_A_80W-90_\(es-AR\)_TDS.pdf](https://www.shellbahia.com.ar/estaciones/fichas_tecnicas/48/GPCDOC_Local_DS_Argentina_Shell_Spirax_S2_A_80W-90_(es-AR)_TDS.pdf)

Tabla 5-3 Especificaciones y propiedades típicas Mobilube™ HD Plus Gear Oil 80W-90 y 85W-140

Mobilube HD Plus		
SAE Grade	80W-90	85W-140
Viscosity, ASTM D 445		
cSt @ 40°C	139	333
cSt @ 100°C	14.5	25.4
Viscosity Index, ASTM D 2270	103	99
Pour Point, °C, ASTM D 97	-27	-18
Flash Point, °C, ASTM D 92	210	230
Density @ 15°C kg/l, ASTM D 4052	0.895	0.903

Fuente:
<https://www.mobil.com/es-mx/commercial-vehicle-lube/pds/gl-xx-mobilube-hd-plus-80w90-85w140>

Si bien Mobilube™ y Shell Spirax son productos de altísima calidad, se decidió trabajar con 4 fluidos para que quede una gran variedad de aceites a disposición, para los distintos climas y condiciones de trabajo. Cabe mencionar que si se operara en climas fríos el 80W podría ayudar mucho en arranques fríos.

3.2.4 Fluido para diferencial Scania K440IB6x2

Para este caso se toma como base la especificación técnica SCANIA 00:16-18 en la que dita los fluidos necesarios para transmisiones y diferenciales.

Tabla 5-4 Especificaciones y propiedades típicas SCANIA

Oils for axle gears

Brand	Brand name	Outside temperature
Scania Oil	Scania Oil STO 1:0 High Performance Axle 75W-140	<-30°C - >+30°C
	Scania Oil STO 1:0 Axle 80W-140	-30°C - >+30°C
	Scania Oil STO 1:0 Axle 85W-140	-10°C - >+30°C

Fuente:
<https://es.scribd.com/document/395383078/Scania-STO-1-0-Approval-ALL-OIOL-STO-issue4-080917-pdf>

Para este caso en específico se trabaja con el 75W-140 dado el amplio rango de temperatura ambiente en las que se puede desempeñar sin perder propiedades. Tomando en cuenta lo expuesto anteriormente se seleccionan los siguientes fluidos:

- Delo Syn-Gear XS SAE 75W-140
- Mobil 1™ Syn Gear Lube LS 75W-140
- Shell Spirax S6 AXME 75W-140

Estos fluidos poseen las siguientes características:

- Delo Syn-Gear XS SAE 75W-140

Tabla 5-5 Especificaciones y propiedades típicas Delo Syn-Gear XS SAE 75w-140

Datos de prueba típicos		
Prueba	Métodos de prueba	Resultados
Vida de almacenamiento: 60 meses desde la fecha de llenado indicada en la etiqueta del producto.		
Densidad, 15°C, kg/l	ASTM D4053	0,867
Punto de ignición COC, °C	ASTM D92	185
Punto de fluidez, °C	ASTM D5950	-46
Viscosidad, cinemática, 100°C, mm²/s	ASTM D445	26
Viscosidad, cinemática, 40°C, mm²/s	ASTM D445	185
Índice de viscosidad	ASTM D2270	169
Prueba de desgaste de engranaje FZG A/8.3/90, Fase de carga de fallo	CEC L7A95	>12
Prueba de choque FZG S A10/16.6R/90, Fase de carga de fallo	FVA 243	>12

Fuente:<https://cglapps.chevron.com/msdspds/PDSDetailPage.aspx?docDataId=509275&docFormat=PDF>

- Mobil 1™ Syn Gear Lube LS 75W-140

Tabla 5-6 Especificaciones y propiedades típicas Mobil 1™ Syn Gear Lube LS 75W-140

Property	
Grade	SAE 75W-140
Density @ 15.6 C, g/cm3, ASTM D4052	0.872
Flash Point, Cleveland Open Cup, °C, ASTM D92	207
Kinematic Viscosity @ 100 C, mm2/s, ASTM D445	24.4
Kinematic Viscosity @ 40 C, mm2/s, ASTM D445	170
Pour Point, °C, ASTM D97	-48
Viscosity Index, ASTM D2270	175

Fuente: <https://www.mobil.com/es-cl/passenger-vehicle-lube/pds/gl-xx-mobil-1-syn-gear-lube-ls-75w-140>

- Shell Spirax S6 AXME 75W-140

Tabla 5-7 Especificaciones y propiedades Shell Spirax S6 AXME 75W-140

Propiedades	Method	Shell Spirax S6 AXME
Grado de Viscosidad SAE	SAE J 306	75W-140
Viscosidad Cinemática @40°C mm²/s	ISO 3104	172.4
Viscosidad Cinemática @100°C mm²/s	ISO 3104	24.5
Viscosidad Dinámica @-40°C mPa s	ISO 9262	135000

Propiedades	Method	Shell Spirax S6 AXME
Estabilidad al Cizallamiento (Viscosidad después del corte) @100°C mm²/s	CEC L-45_A-99 ISO 3104	24.3
Índice de Viscosidad	ISO 2909	174
Densidad @15°C kg/m³	ISO 12185	869
Punto de Inflamación (COC) °C	ISO 2592	210
Punto de Fluidez °C	ISO 3016	-45

Fuente:https://www.shell.com.mx/business-customers/lubricants-for-business/agriculture/spirax-s6-axme/_jcr_content/root/main/section/text.multi.stream/1717403970856/edb016a7ae93bb9c89447afec71bc61156183dff/spirax-s6-axme-75w140.pdf

Las condiciones de trabajo siempre serán un factor relevante a la hora de elegir un fluido. Es por eso si se necesita trabajar con carga de trabajo altas y por periodos prolongados, el fluido Delo Syn-Gear XS SAE 75W-140 cumple a la perfección estas exigencias, en condiciones de carga normales y en un clima no extremo Mobil 1™ Syn Gear Lube LS 75W-140 es la mejor opción.

CONCLUSIONES

La homologación de lubricantes, especialmente en contextos donde la evaluación es teórica y se basa en una revisión documental, desempeña un papel crucial en la determinación de productos adecuados para vehículos específicos. En el caso de los vehículos Sprinter CHASIS 907, MOTOR 651.9 y Scania K440IB6x2, la revisión documental permite un entendimiento más profundo de las especificaciones y necesidades particulares de estos modelos, alineándolos con las características ofrecidas por los lubricantes seleccionados. Es evidente que una evaluación basada en documentación técnica y científica garantiza una selección informada y precisa, mitigando los riesgos asociados con la elección de lubricantes inapropiados y asegurando un rendimiento óptimo del vehículo.

Tanto la Sprinter CHASIS 907 con su motor 651.9 como el Scania K440IB6x2 han emergido como vehículos de transporte esenciales para sectores cruciales como la minería y la construcción en Chile. Estos vehículos, al operar en entornos tan desafiantes y extremos, se enfrentan a condiciones adversas que van desde caminos irregulares, polvo constante, variaciones extremas de temperatura hasta la exposición continua a materiales corrosivos. Sin embargo, para mantener un rendimiento óptimo en tales circunstancias, es imperativo que estén equipados con lubricantes de alta calidad. Los lubricantes adecuados no solo garantizan que los componentes del vehículo funcionen sin fricción excesiva, sino que también ofrecen una protección vital contra el desgaste, la corrosión y el sobrecalentamiento.

En un país como Chile, donde la minería y la construcción son pilares económicos y las condiciones geográficas y climáticas varían considerablemente, la elección de lubricantes de alta calidad para vehículos no es simplemente una cuestión de mantenimiento, sino una necesidad imperativa para garantizar la longevidad del vehículo, la seguridad operativa y la eficiencia en operaciones críticas.

La elección de lubricantes como Gulf Formula Elite 5W40, Mobil Super 3000 XE 5W-40, y Shell Helix HX8 ECT 5W40, entre otros, para el Sprinter, y lubricantes como Mobilube™ HD Plus Gear Oil 85W-140 y Shell Spirax HD 85W-140 para el Scania, refleja la necesidad de productos que ofrecen propiedades específicas, tales como resistencia térmica, viscosidad adecuada y aditivos específicos, para atender a las demandas de estos vehículos. Es crucial destacar que estas selecciones, respaldadas por la revisión documental, indican un riguroso proceso de cotejo que busca no sólo maximizar el rendimiento del motor y los componentes relacionados, sino también prolongar la vida útil y minimizar el desgaste.

La variedad de lubricantes discutidos y seleccionados para los modelos de vehículos mencionados ilustra la continua evolución y especialización en la tecnología de lubricantes. Fabricantes como Shell, Mobil y Gulf han desarrollado productos que son el resultado de investigaciones exhaustivas y pruebas rigurosas, buscando responder a las necesidades cambiantes y específicas de los motores modernos. Esta diversidad en las ofertas de lubricantes pone de manifiesto la importancia de realizar revisiones documentales periódicas y de mantenerse actualizado sobre las últimas especificaciones y recomendaciones del fabricante, garantizando así que los vehículos operen con el lubricante más adecuado a sus características y necesidades.

RECOMENDACIONES

- **Revisión Periódica de Lubricantes:** Es esencial llevar a cabo revisiones regulares de los niveles y la calidad de los lubricantes en los vehículos. Una inspección visual puede ayudar a identificar contaminantes o cambios en la textura del lubricante, que podrían indicar la necesidad de un cambio.
- **Adherencia a Especificaciones del Fabricante:** Siempre se debe adherir estrictamente a las especificaciones del fabricante al seleccionar lubricantes. La Sprinter y el Scania han sido diseñados teniendo en cuenta determinadas propiedades de los lubricantes, y cualquier desviación puede afectar negativamente su rendimiento.
- **Entrenamiento de Personal:** Dada la importancia de los lubricantes en la operación de vehículos en condiciones extremas, es recomendable ofrecer formación regular al personal sobre la correcta aplicación, almacenamiento y disposición de lubricantes.
- **Monitoreo Ambiental:** En regiones con variaciones extremas de temperatura o condiciones particulares, como zonas mineras con alto contenido de polvo, es recomendable adaptar el régimen de lubricación para enfrentar estos desafíos específicos.
- **Evaluación Regular de Proveedores:** No todos los lubricantes son creados igual, incluso si cumplen con especificaciones similares. Es aconsejable evaluar regularmente a los proveedores y asegurarse de que los productos que suministran sean consistentes en calidad.
- **Sistema de Registro:** Mantener un registro detallado de cuándo se realizan los cambios de lubricante y cualquier problema asociado puede ayudar a identificar patrones y necesidades específicas para cada vehículo.
- **Atención a la Disposición de Lubricantes:** La eliminación inadecuada de lubricantes puede tener un impacto negativo en el medio ambiente. Es crucial asegurarse de que los lubricantes usados sean desechados adecuadamente, siguiendo las regulaciones locales y utilizando instalaciones de reciclaje o eliminación certificadas.
- **Inversión en Investigación:** Dado que la tecnología de lubricantes continúa evolucionando, es recomendable invertir en investigación o mantener una

relación cercana con proveedores que lo hagan. Esto garantiza que los vehículos estén siempre operando con las soluciones más avanzadas disponibles en el mercado.

- Evaluación Continua: Con la operación continua en condiciones extremas, es aconsejable implementar una rutina de evaluación y pruebas periódicas para determinar el desgaste de componentes del vehículo y la eficacia del lubricante en uso.

Referencias

- [1] G. Soto, «Equivalencia y Homologación de lubricantes,» 2022. [En línea]. Available: <https://predictiva21.com/equivalencia-y-homologacion-de-lubricantes/>.

- [2] Transportes CVU Quillota, «QUIENES SOMOS,» 2016. [En línea]. Available: <https://www.busescvu.cl/copia-de-seguridad-a-bordo>.

- [3] M. Soza de la Fuente, «HOMOLOGACIÓN DE LUBRICANTES AUTOMOTRICES,» Inacap, S/f.

- [4] D. Plaza, «Qué es el lubricante de un vehículo y en qué partes del mismo se utiliza,» 2022. [En línea]. Available: <https://www.motor.es/que-es/lubricante>.

- [5] Gulf, «Manual tecnico Gulf,» s/f. [En línea]. Available: http://remex.com.ar/descargas_web/1-1%20Gulf%20-%20Manual%20Tecnico%20de%20Lubricantes.pdf.

- [6] R. García Soutullo, «TEORÍA DE LUBRICANTES,» 2016. [En línea]. Available: <https://ingenieromarino.com/lubricantes-tribologia/>.

- [7] L. J. VIMOS PATAJALO y O. X. CORO MEDINA, «ESTUDIO COMPARATIVO DE LA COMPOSICIÓN Y PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE ACEITES LUBRICANTES AUTOMOTRICES COMERCIALIZADOS EN RIOBAMBA,» ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, 2021.

- [8] G. Williams, «Sprinter 20th Anniversary edition launched,» 24 agosto 2015. [En línea]. Available: <https://businessvans.co.uk/van-news/sprinter-20th-anniversary-edition-launched/>.

- [9] Mercedes-Benz USA, LLC., «The 2016 Sprinter Cargo Van,» 2016.

- [10] Mercedes-Benz USA, LLC, «2022 Mercedes-Benz Sprinter,» 2022.
- [11] Mercedes-Benz, «Sprinter Technical Data,» 2022.
- [12] Transporte Carretero , «CARGAS,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.transportecarretero.com.uy/transporte-de-pasajeros/scania-k-410-ib-6x2-13-litros-410-hp-soluciones-para-transporte-de-pasajeros.html>.
- [13] Scania, «Chasis Interurbano UN GRAN VIAJE,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.scania.com/cl/es/home/products/buses-and-coaches/chasis-interurbano.html>.
- [14] Mercedes-Benz, «224.1 Engine Oil Viscosity classes of engine oils (car engines),» 2022.
- [15] Mercedes-Benz, «Manual de taller y reparación Mercedes Benz Sprinter».
- [16] Mercedes-Benz, «MB Sheet 223.2 Prescribed Specifications for Service Fill Engine Oils in Passenger Car/ VAN engines - Mercedes-Benz, AMG, Maybach, smart,» 2023.
- [17] Gulf Oil Argentina , «Gulf FORMULA G 5W-40 Aceite Sintético de Motor para Vehículos de Pasajeros,» 2017.
- [18] Exxon Mobil Corporation, «Mobil Super™ 3000 X1 5W-40,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.mobil.com/es-es/passenger-vehicle-lube/pds/eu-xx-mobil-super-3000-x1-5w-40>.
- [19] Shell Helix, «Shell Helix HX8 ECT 5W40,» 2019.

- [20] Shell Helix, «Shell ATF 3403 M-115 Synthetic Automatic Transmission Fluid,» 2001.
- [21] Scania *STO 1:0 Axle 85W-140 STO 1:0 Axle 85W-140 PDS:05*, 2009.
- [22] Scania, «Scania Oil STO 1:0 Gearbox 80W-90 Product data sheet PDS:02,» 2009.
- [23] Shell Helix, «Shell Spirax HD 85W-140,» 2015.
- [24] Shell Helix, «Shell Spirax HD 80W-90,» 2015.
- [25] Exxon Mobil Corporation, «Mobilube™ HD Plus Gear Oil 85W-140,» 2023. [En línea]. Available:
<https://www.mobil.com/en/lubricants/for-businesses/heavy-duty-lubricants/products/mobilube-hd-plus-85w-140>.
- [26] Scania, «Scania Oil LDF Engine 15W-40,» 2009.
- [27] Castrol, «Vecton 15W-40 CK-4,» 2016.
- [28] Crevron , «Delo 400 SDE SAE 15W-40,» 2023.