

¿Cómo los lubricantes y la lubricación pueden ayudar en el camino de la sostenibilidad del sector minero?

Augusto Fernandes
Shell Projects & Technology
Acapulco, México
Noviembre 2025

Augusto Fernandes



Especialista en Aplicaciones de
Productos – Sector Minero – Américas
Shell Proyectos y Tecnología

Augusto Fernandes es especialista en aplicaciones de productos para el sector minero en Shell, con más de 30 años de experiencia en lubricantes industriales y de alta performance. Con sede en Brasil, colabora estrechamente con el equipo técnico de campo de Shell, clientes mineros y fabricantes de equipos originales (OEM) en todo el continente americano, impulsando programas destinados a mejorar la productividad y reducir los costos de mantenimiento mediante la implementación de prácticas avanzadas de lubricación. Es ingeniero mecánico, Certified Lubrication Specialist (CLS) por la STLE, Certified Lubricating Grease Specialist (CLGS) por la NLGI, y posee una certificación profesional en tribología por el Massachusetts Institute of Technology (MIT).

Cuatro factores que las minas deben equilibrar para lograr más con menos



Costos y crecimiento



Sostenibilidad



Digitalización



Escasez de personal
cualificado



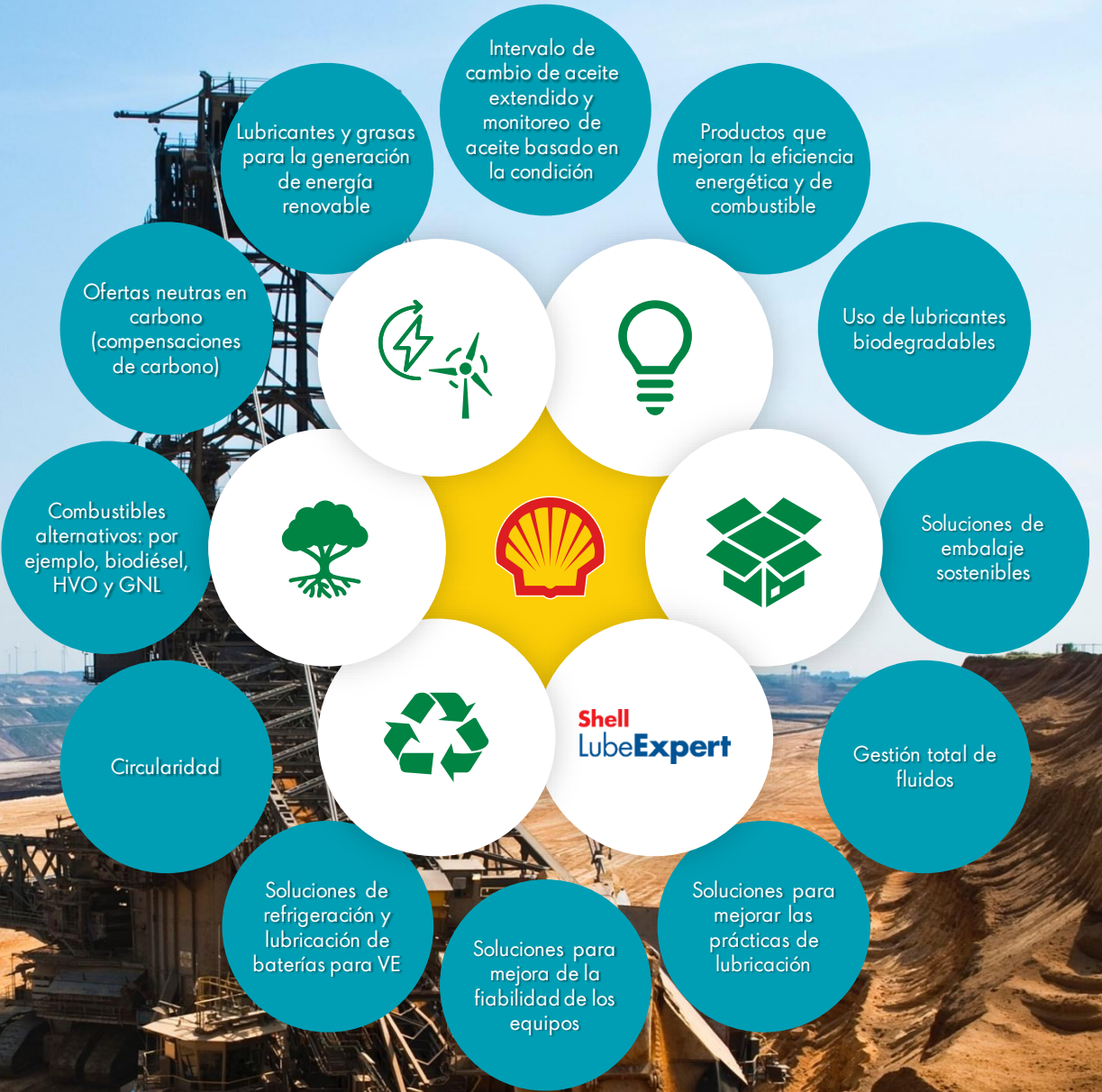
Equilibrio entre eficiencia y sostenibilidad en la minería



Equilibrio entre eficiencia y sostenibilidad en la minería



Soluciones de Shell Lubricantes para minería: Valor en Eficiencia + Sostenibilidad



Soluciones de Shell Lubricantes para minería: Valor en Eficiencia + Sostenibilidad



Soluciones de Shell Lubricantes para minería: Valor en Eficiencia + Sostenibilidad

Productos que mejoran la eficiencia energética y de combustible

Lubricantes y grasas para la generación de energía renovable

Intervalo de cambio de aceite extendido y monitoreo de aceite basado en la condición

Productos que mejoran la eficiencia energética y de combustible

Ofertas neutras en carbono (compensaciones de carbono)



Uso de lubricantes biodegradables

Combustibles alternativos: por ejemplo, biodiésel, HVO y GNL



Soluciones de embalaje sostenibles

Circularidad



Shell LubeExpert

Gestión total de fluidos

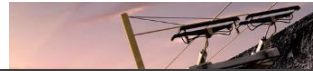
Soluciones de refrigeración y lubricación de baterías para VE

Soluciones para mejora de la fiabilidad de los equipos

Soluciones para mejorar las prácticas de lubricación

Aceite de motor de baja viscosidad en motores de alta potencia

Razones para creer



Ahorro potencial de combustible: hasta 1,7%

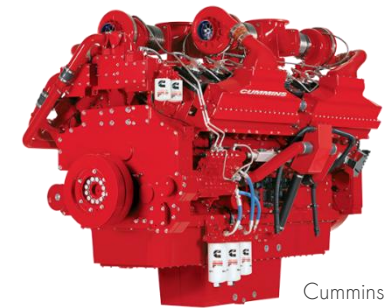
- Gran experiencia en motores de carretera
- Motor actual (sin cambios ni inversiones)
- Aceite de motor totalmente disponible y aprobado
- Beneficio inmediato para el usuario



Biocombustibles



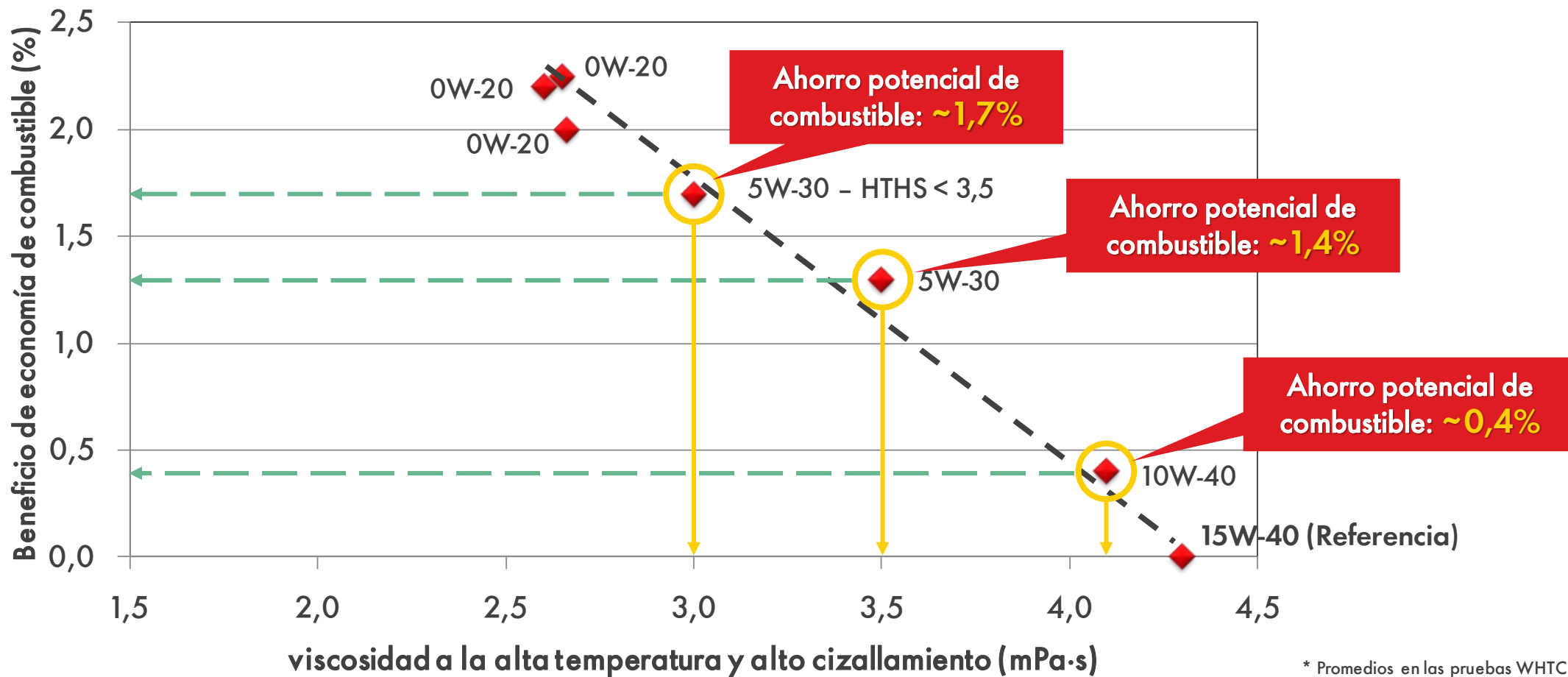
Aceite de motor de baja viscosidad



Cummins QSK60

Aceite de motor de baja viscosidad en motores de alta potencia

Correlación de economía de combustible con HTHS*



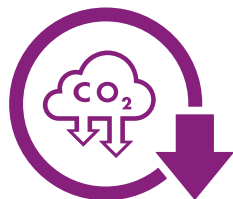
Cómo lubricantes de alto rendimiento ayudan a descarbonizar los equipos mineros

Prueba de cargadores de ruedas



Resultados: la eficiencia energética y las emisiones mejoraron significativamente


Al pasar de lubricantes de nivel medio a lubricantes de nivel superior, en todo el tren motriz, se mejoró significativamente* la EE hasta en:



Esto se traduce en una reducción del **2,4%** de las emisiones de CO_{2e}**

5,13%
para pruebas de arranque en frío

2,37%
para pruebas en temperatura de funcionamiento normal

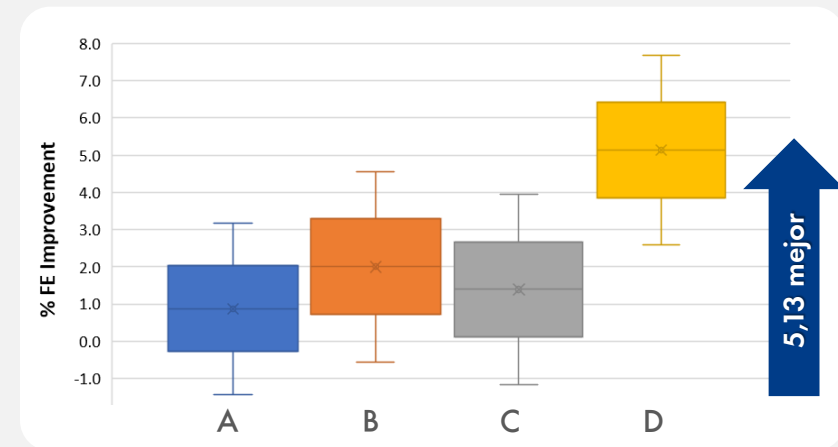
 El cambio de aceite del motor por sí solo proporciona una mejora EE, que se vuelve significativa* cuando se combina con el cambio a productos de primer nivel en todo el tren motriz.

*95% de confianza

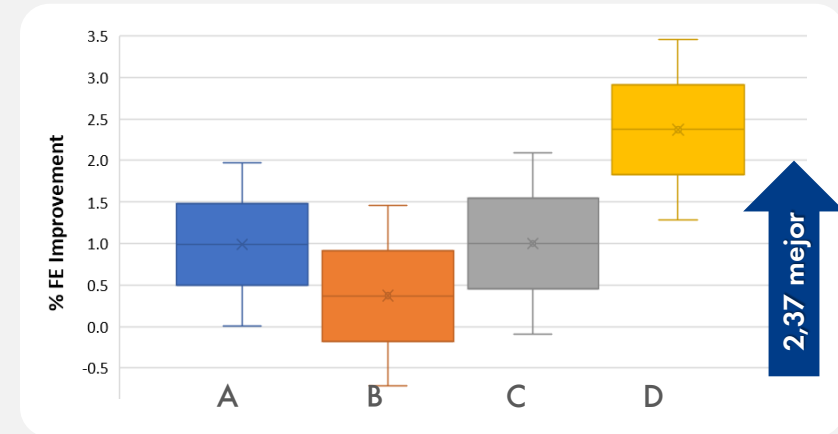
**Productos de primer nivel (D) en comparación con la línea de base, medidos utilizando la metodología CVS de emisiones de bolsas

EE en comparación con la línea de base

Arranque en frío



Temperatura de funcionamiento



Beneficios: menor TCO y emisiones de carbono



La mejora estadísticamente significativa* de la EE en el cambio de lubricantes de nivel medio a uno de nivel superior, en todo el tren motriz, tiene el potencial de beneficiar a las empresas mineras.



Considere una empresa minera que opera 100 camiones de transporte "ultra class"**.

Una mejora de **EE del 2.37%** reduciría:

- **Consumo de combustible: >3.400 m³/año**
- **Emisión de CO_{2e}: >9.200 ton/año**
- **Costos de combustible: >USD 2,4 MM/año**

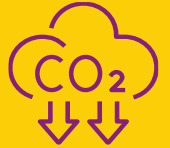


Esto compensa costos adicionales del producto, incluso antes de tener en cuenta los beneficios adicionales, como **la reducción de los costos de mantenimiento**, gracias a la protección superior contra el desgaste, los intervalos de cambio de aceite (ODI) más largos y la **reducción del consumo de aceite y los costos de eliminación de residuos** gracias a la ampliación de las ODI.

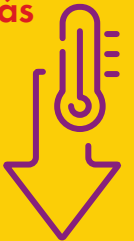
*95% de confianza

** Komatsu 960E, factor de carga: 40%, costo diésel: 70 cpl

Las empresas mineras también pueden **reducir instantáneamente las emisiones de CO₂**, asociadas con una mayor EE, **hasta en un 2,4%**, sin modificaciones en el motor ni inversión en nueva infraestructura.



Los lubricantes de primer nivel ofrecen **ODI más largos**, mientras que las **temperaturas** de funcionamiento **más bajas de 2 a 3°C** medidas pueden ayudar a prolongar aún más la vida útil del aceite de manera segura, reduciendo el consumo de aceite y los costos de eliminación.



Soluciones de Shell Lubricantes para minería: Valor en Eficiencia + Sostenibilidad

Intervalo de cambio de aceite extendido y monitoreo de aceite basado en la condición

Lubricantes y grasas para la generación de energía renovable

Intervalo de cambio de aceite extendido y monitoreo de aceite basado en la condición

Productos que mejoran la eficiencia energética y de combustible

Ofertas neutras en carbono (compensaciones de carbono)



Uso de lubricantes biodegradables

Combustibles alternativos: por ejemplo, biodiésel, HVO y GNL



Soluciones de embalaje sostenibles

Circularidad



Shell LubeExpert

Gestión total de fluidos

Soluciones de refrigeración y lubricación de baterías para VE

Soluciones para mejora de la fiabilidad de los equipos

Soluciones para mejorar las prácticas de lubricación

Intervalo de cambio de aceite extendido

Lubricantes de alto rendimiento y servicios que pueden ayudar a ampliar los ODI

Lubricantes de alto rendimiento

Shell proporciona una amplia gama de lubricantes que protegen los componentes, mejoran el rendimiento de su maquinaria, reduciendo su costo total de propiedad.



Soporte técnico

El equipo técnico de Shell tiene una gran experiencia en minería e ingeniería obtenida durante décadas de trabajo con las principales empresas mineras del mundo. Esto nos permite aprovechar los conocimientos y las percepciones para encontrar la mejor solución que se adapte a las necesidades únicas de su negocio, aumentando su productividad y reduciendo su TCO.

Shell
Lube**Advisor**

Shell
Lube**Expert**

Shell Remote Sense

Shell RemoteSense utiliza datos en tiempo real para ofrecer información útil sobre el estado de su aceite, lo que le ayuda a mantener su sistema de lubricación de forma más eficaz al detectar problemas antes de que se vuelvan críticos.

Shell
Remote **Sense**

Shell LubeAnalyst

El sistema de monitoreo del estado del lubricante Shell LubeAnalyst de proporciona diagnósticos para optimizar el rendimiento del equipo. Los clientes tienen acceso a información detallada y consejos de mantenimiento preventivo para reducir el tiempo de inactividad y mejorar el rendimiento, lo que le ayuda a detectar problemas que podrían reducir sus ODI.

Shell
Lube**Analyst**

Casos de Éxito en Sector Minería – Extensión de ODI HHPE (ORS desactivado)

1 Mina de Cobre (Chile)

- Equipos: Equipos Auxiliares Cat & Komatsu
- Solución: Cambiar de Shell Rimula R3 MV a Shell Rimula R6 LM
- Resultado: Extensión de ODI 250 h a 500 h (reducción costo operacional, incremento de productividad y disponibilidad)
- Condición de alta severidad de operación

Ahorro:
USD 518.165
por año

2 Mina de PGM y Cromo (Sudáfrica)

- Equipos: Camiones de extracción Cat
- Solución: Cambiar de aceite mineral a Shell Rimula R5 MV
- Resultado: Extensión de ODI de 500 h a 2.000 h (reducción costo operacional, incremento de productividad y disponibilidad)

Ahorro:
USD >2,7 MM
por año

3 Mina de Oro (Brasil)

- Equipos: Camiones de Extracción Cat 793D
- Solución: Rimula R4 X a Shell Rimula R6 M
- Resultado: Extensión ODI de 500 h con ORS a 1.000 h sin ORS (reducción costo operacional, incremento productividad, incremento disponibilidad e incremento vida útil motor)

Ahorro:
USD >1,1 MM
por año

4 Mina de Cobre (Chile)

- Equipos: Camiones de Extracción Cat 793F
- Solución: Rimula R5 MV
- Resultado: Extensión ODI de 500 h to 1.000 h (reducción costo operacional, incremento productividad, incremento de disponibilidad)
- Condición de alta severidad de operación

Ahorro:
USD 412.000
por año

5 Mina de Cobre (Perú)

- Equipos: Camiones de extracción Cat 793
- Solución: Rimula R4 X a Shell Rimula R5 MV
- Resultado: Extensión ODI de 350 h a 700 h (reducción costo operacional, incremento productividad e incremento disponibilidad)
- Condición de alta severidad de operación

Ahorro:
USD 3,8 MM
por año

Casos de Éxito en Sector Minería

Extensión de ODI Motores de Tracción

1 Mina de Cobre (Perú)

- Equipos: Camiones Extracción Komatsu
- Aplicación: Motor de Tracción
- Solución: Lubricante de engranajes de alto desempeño (Shell Omala S4 Wheel), OCM, entrenamiento y control de contaminación
- Resultado: Extensión de ODI de 2.000 h a 8.000 h (reducción costo operacional, incremento productividad y disponibilidad)

Ahorro:
USD 391.000
por año

2 Mina de Cobre (Chile)

- Equipos: Camiones Extracción Komatsu
- Aplicación: Motores de Tracción
- Solución: Lubricante de engranajes de alto desempeño (Shell Omala S4 Wheel), OCM, entrenamiento y control de contaminación
- Resultado: Extensión de ODI de 2.500 h a 5.000 h (reducción costo operacional, incremento productividad y disponibilidad)

Ahorro:
USD >154.600
por año

3 Mina de Cobre (Chile)

- Equipos: Camiones Extracción Komatsu
- Aplicación: Motores de Tracción
- Solución: Lubricante de engranajes de alto desempeño (Shell Omala S4 Wheel), OCM, entrenamiento y control de contaminación
- Resultado: Extensión de ODI de 2.500 h a 5.000 h (reducción costo operacional, incremento productividad y disponibilidad)

Ahorro:
USD >297.000
por año

4 Mina de Cobre (Chile)

- Equipos: Camiones Extracción Komatsu
- Aplicación: Motores de Tracción
- Solución: Lubricante de engranajes de alto desempeño (Shell Omala S4 Wheel), OCM, entrenamiento y control de contaminación
- Resultado: Extensión de ODI de 2.500 h a 10.000 h (reducción costo operacional, incremento productividad y disponibilidad)

Beneficio:
Extensión de ODI
de 2.500 h a 10.000 h

Soluciones de Shell Lubricantes para minería: Valor en Eficiencia + Sostenibilidad

Soluciones para mejora de la fiabilidad de los equipos

Soluciones para mejorar las prácticas de lubricación

Gestión total de fluidos

Lubricantes y grasas para la generación de energía renovable

Intervalo de cambio de aceite extendido y monitoreo de aceite basado en la condición

Productos que mejoran la eficiencia energética y de combustible

Ofertas neutras en carbono (compensaciones de carbono)



Uso de lubricantes biodegradables

Combustibles alternativos: por ejemplo, biodiésel, HVO y GNL



Soluciones de embalaje sostenibles

Circularidad



Shell
LubeExpert

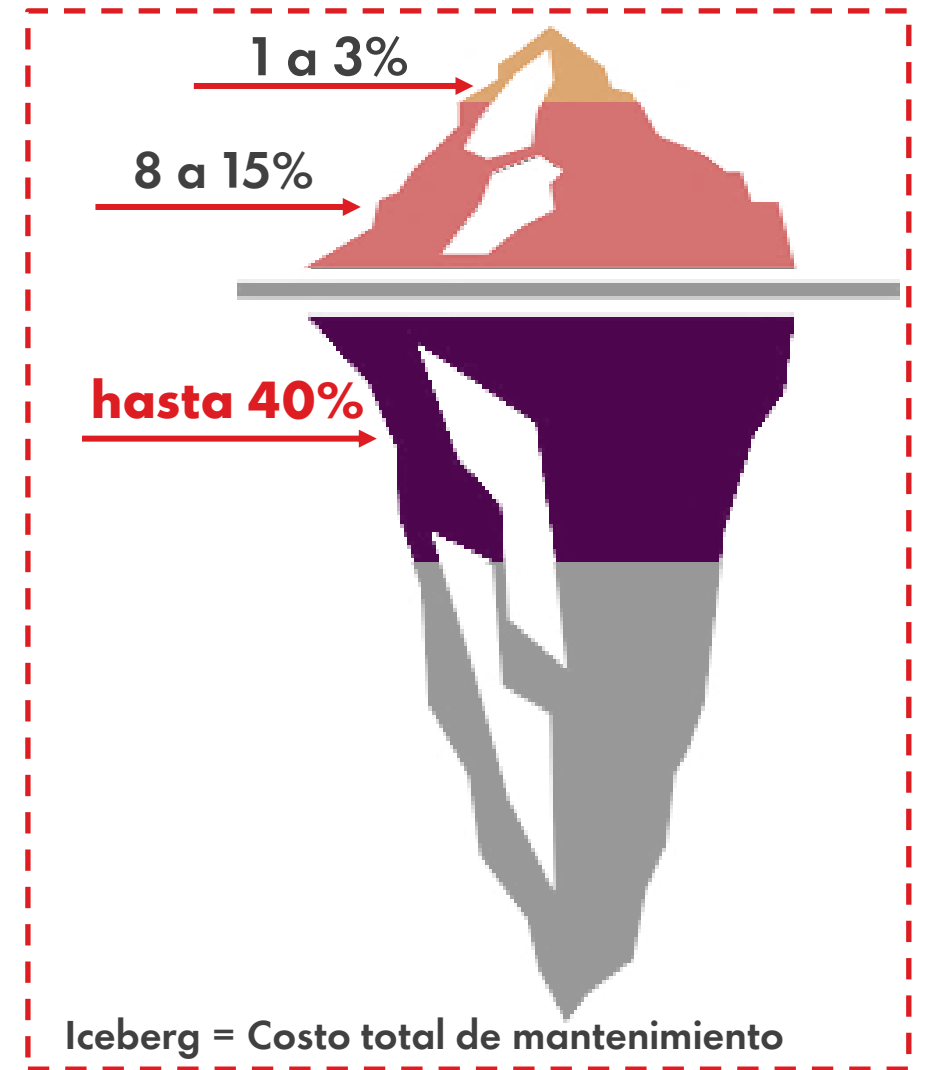
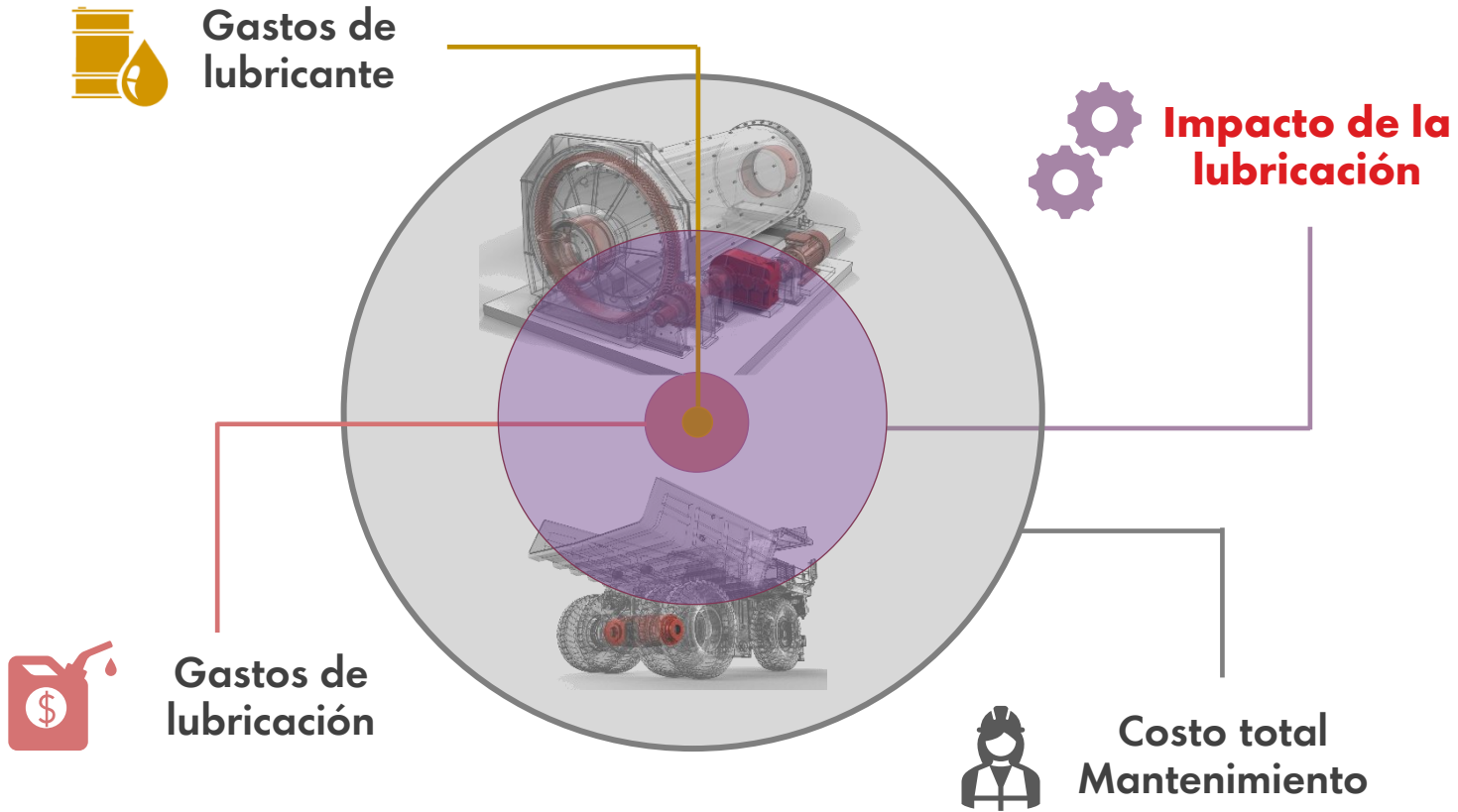
Gestión total de fluidos

Soluciones de refrigeración y lubricación de baterías para VE

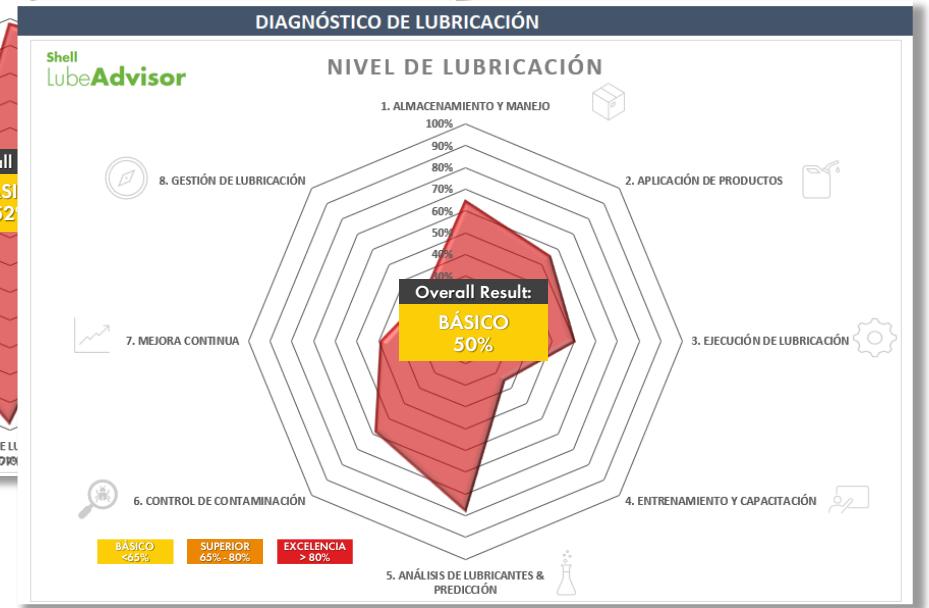
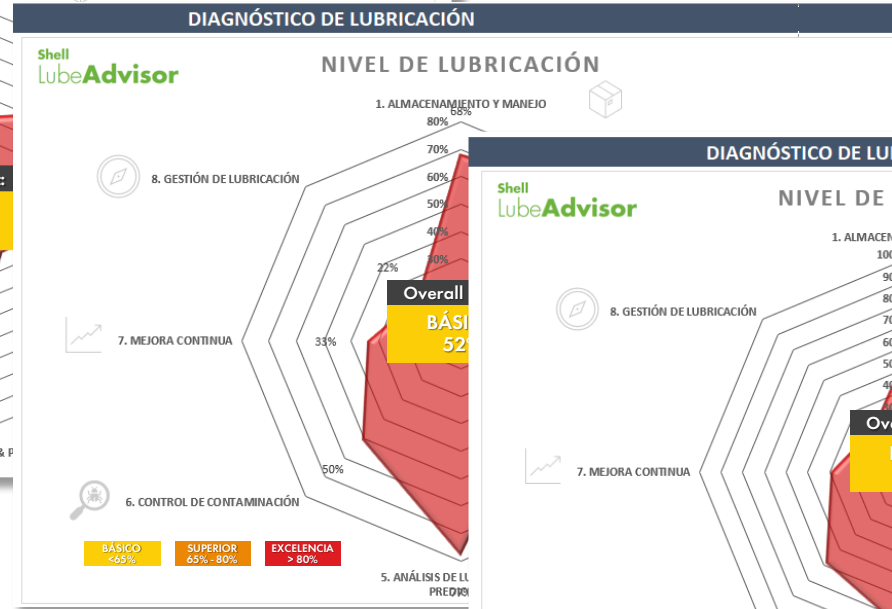
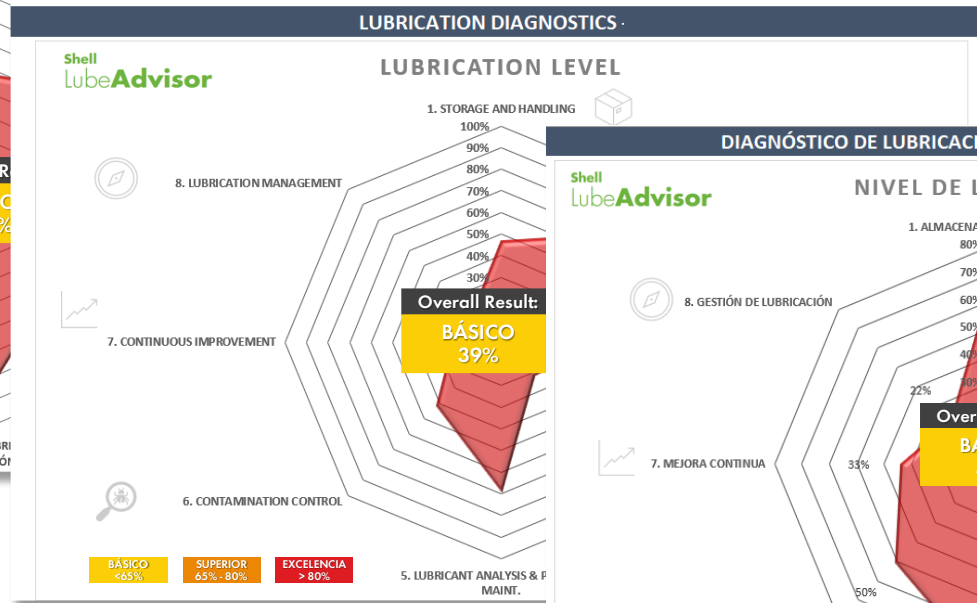
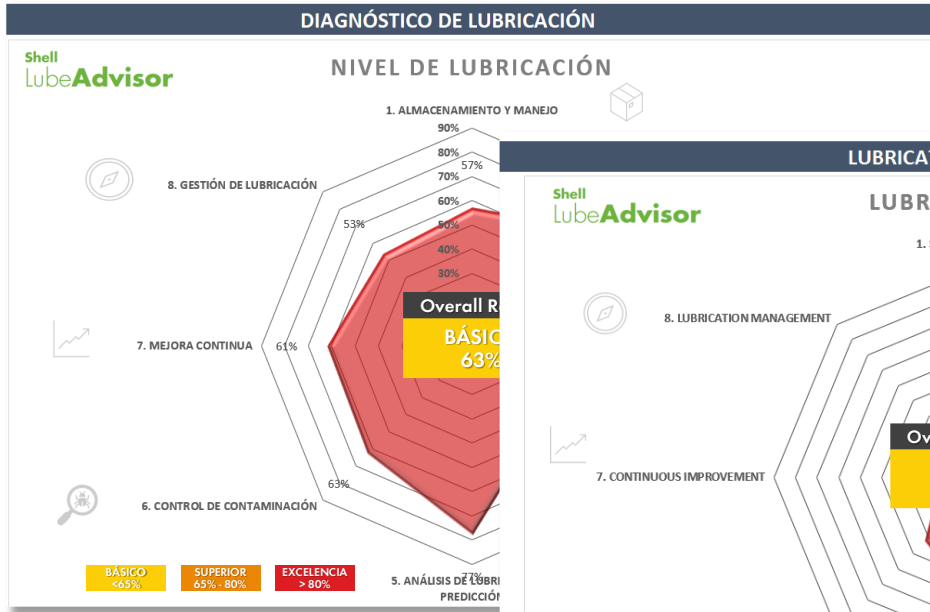
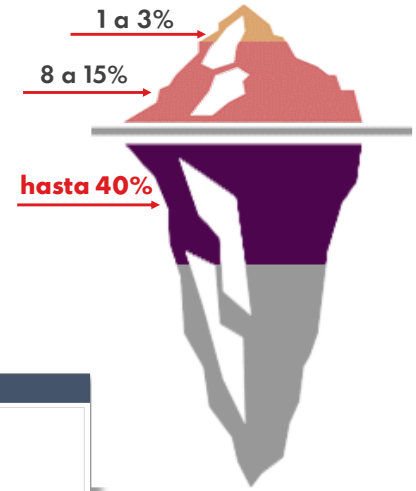
Soluciones para mejora de la fiabilidad de los equipos

Soluciones para mejorar las prácticas de lubricación

Costos asociados con la lubricación



Nivel del Proceso de Lubricación



Overall Result:

BÁSICO

Oportunidades de Mejora



Oportunidades de Mejora



Mina de Cobre en Peru

Caso de Éxito

Este cliente minero es una mina de cobre ubicada en el sur del Perú, que debido a condiciones de operación muy severas (>3.500 msnm), presentó un **alto nivel de hollín**, impactando en el alto desgaste de los motores de alta potencia de los 30 camiones de transporte **Cat 794AC** y **reducción del periodo de cambio de aceite**. Estos factores tuvieron un impacto en la reducción de la disponibilidad y, en consecuencia, de la productividad de los camiones, además de **reducir la vida útil de los motores**.

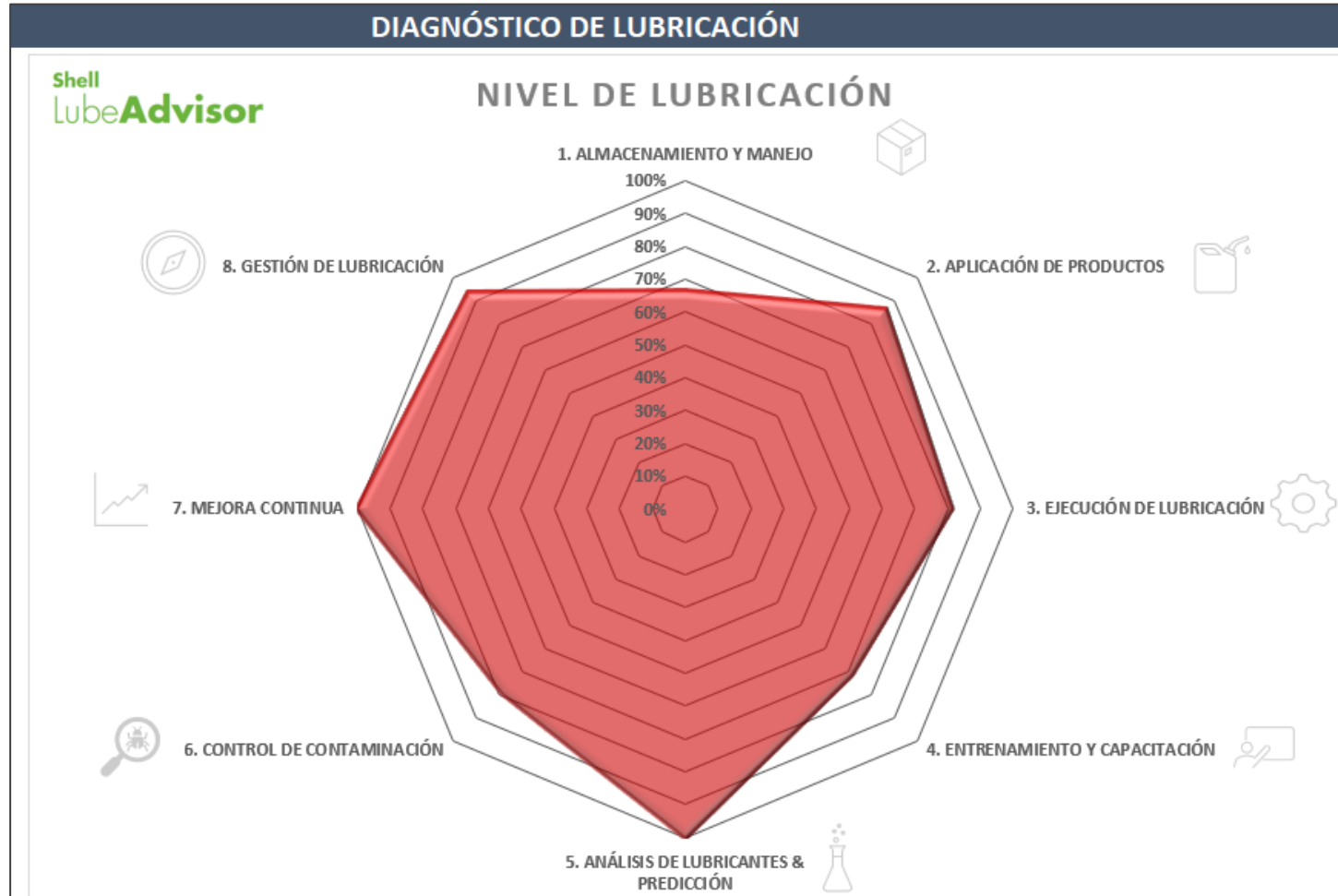
Proceso de Lubricación



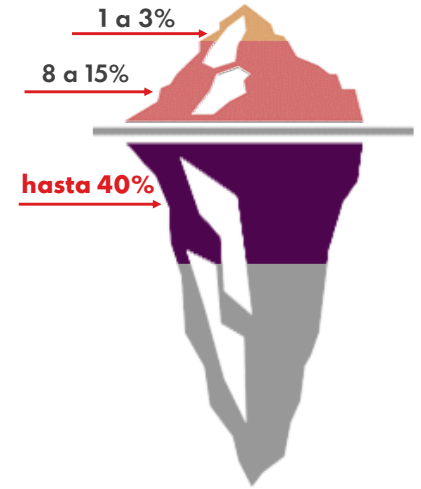
Proceso de Lubricación



Nivel del Proceso de Lubricación



Overall Result:
EXCELENCIA
85%



BÁSICO
<65%

SUPERIOR
65% - 80%

EXCELENCIA
> 80%

Beneficios del Rimula R4 MV (ODI: 650 horas)

Escenario de referencia: Rimula R4 X (ODI: 500 horas)

Beneficios Anuales Alcanzados

>USD 1 MM

Beneficios potenciales por año



Reducción de costos operativos

>USD 850K



Reducción de emisiones

>92 ton de CO_{2e}



Aumento de la productividad

>USD 297K



Reducción de lubricante

>32.600 L



Aumento de la vida útil del componente

10% (2.000 HM)



Aumento de la disponibilidad física

>396 HM (0,15%)



Optimización del equipo de mantenimiento

(Reducción de la exposición a accidentes)

>623 HH

Soluciones de Shell Lubricantes para minería: Valor en Eficiencia + Sostenibilidad

Uso de lubricantes biodegradables

Soluciones de embalaje sostenibles

Circularidad

Lubricantes y grasas para la generación de energía renovable

Intervalo de cambio de aceite extendido y monitoreo de aceite basado en la condición

Productos que mejoran la eficiencia energética y de combustible

Ofertas neutras en carbono (compensaciones de carbono)



Uso de lubricantes biodegradables

Combustibles alternativos: por ejemplo, biodiésel, HVO y GNL



Soluciones de embalaje sostenibles

Circularidad



Shell LubeExpert

Gestión total de fluidos

Soluciones de refrigeración y lubricación de baterías para VE

Soluciones para mejora de la fiabilidad de los equipos

Soluciones para mejorar las prácticas de lubricación

Lubricantes biodegradables



Shell
PANOLIN



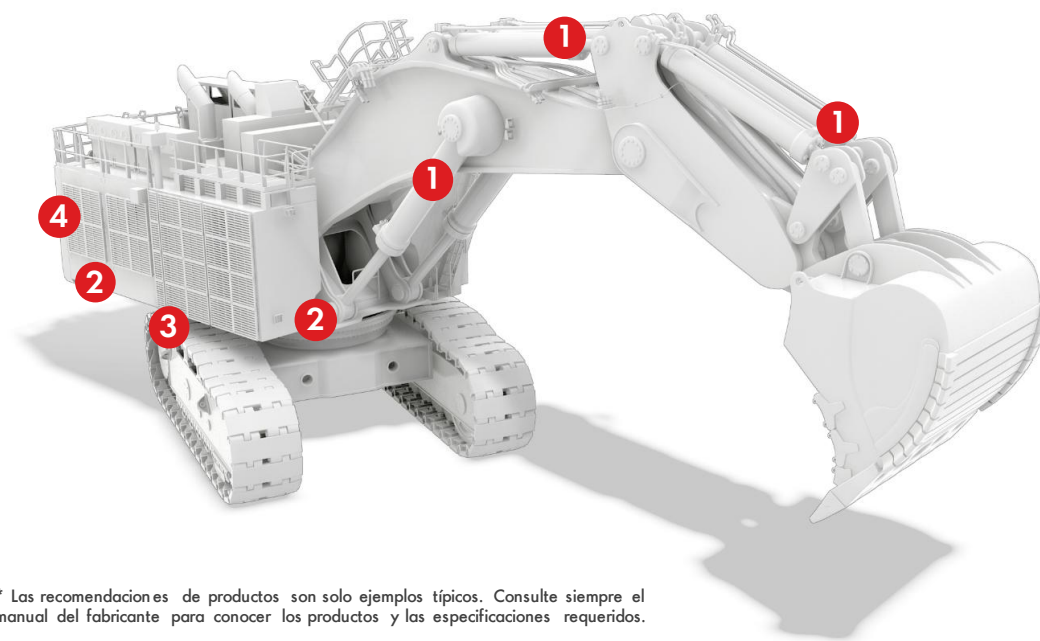
Shell PANOLIN para la minería

Reducir el impacto ambiental de las operaciones críticas no significa que deba comprometer la productividad o la protección.

Shell cuenta con una amplia cartera de productos diseñados para una amplia gama de condiciones y aplicaciones mineras; Estos incluyen lubricantes especialmente adecuados para áreas ambientalmente sensibles y operaciones en o cerca del agua.



Componente	Recomendación Shell*
1 Sistemas hidráulicos	Shell PANOLIN S4 HLP Synth (or EAL) Shell PANOLIN S2 Hydraulic DU EAL
2 Engranajes	Shell PANOLIN S4 Gear (or EAL)
2 Transmisiones final y ejes	Shell PANOLIN S4 Gear RS
3 Rodamientos	Shell PANOLIN S5 Grease EAL V120P 2
3 Pinos y bujes	Shell PANOLIN S5 Grease EAL V320 2
4 Motor	Shell PANOLIN Biomot LX 10W-40



* Las recomendaciones de productos son solo ejemplos típicos. Consulte siempre el manual del fabricante para conocer los productos y las especificaciones requeridos.

Shell PANOLIN para la minería



Su socio integral para la minería sostenible



REDEFINICIÓN DE LA EXCELENCIA OPERATIVA

LUBRICANTES DE ALTO RENDIMIENTO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA, INCLUIDOS ACEITES PARA MOTORES, EJES, TRANSMISIONES, HIDRÁULICOS Y ENGRANAJES Y GRASAS

SOPORTE PRESENCIAL

PROYECTOS DE MEJORA DE VALOR

PROGRAMAS DE TCO



SOSTENIBILIDAD

LUBRICANTES BIODEGRADABLES



MEJORAS EN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

LUBRICANTES CON COMPENSACIÓN DE CARBONO

GESTIÓN DE ACEITES USADOS



DIGITALIZACIÓN

LUBRICADOR ELECTROMECAÁNICO DE UN SOLO PUNTO CON TECNOLOGÍA LoRa*

MONITOREO DEL ESTADO DEL ACEITE

MONITOREO DE CONDICIÓN EN TIEMPO REAL*



ALIANZAS PARA EL CRECIMIENTO FUTURO

SOLUCIONES ENERGÉTICAS Y RENOVABLES DE SHELL

- Energía renovable
- Hidrógeno
- Soluciones basadas en la naturaleza

*en desarrollo



**YOUR TRUSTED MINING
PARTNER FOR
SUSTAINABLE SOLUTIONS
LET'S POWER PROGRESS
TOGETHER**