

Aceites Tipo Compound:
La Disrupción Tecnológica en la Lubricación Industrial de Carga Extrema
Por Juan Montiel

Los lubricantes tipo Compound, aceites que marcan un salto tecnológico significativo frente a los aceites convencionales usados en cargas extremas. En este boletín se explica, de manera clara y basada en química aplicada, por qué la combinación de alta viscosidad controlada, polímeros adhesivos no jabonosos, aditivos EP reactivos y estabilidad en ambientes con variación de pH permite a los Compound formar películas más fuertes, limpias y duraderas.

Los resultados operativos obtenidos en equipos industriales —menor desgaste, reducción de temperatura, sellado superior y mayor vida útil— demuestran que esta tecnología redefine la lubricación límite y se posiciona como el futuro para equipos sometidos a contaminación, alta presión y fricción severa. Este trabajo resume los principios que hacen a los Compound una solución moderna, eficiente y confiable para la industria.

Este es el Boletín #246 de nuestro programa de Boletines Informativos mensuales. Todos los boletines están disponibles en formato pdf en <https://www.widman.biz>

[Descargar iBooks](#) — [Descargar Kindle](#) — [Descargar PDF](#)

Hacia una Nueva Era de Lubricación

En entornos industriales de alta carga y baja velocidad, como los tándems de molienda de caña de azúcar o molinos mineros, por ejemplo, la protección de componentes críticos (chumaceras, coronas, cojinetes) siempre ha representado un desafío. Durante décadas, la industria ha utilizado soluciones evolutivas, desde los aceites asfálticos (finales del siglo XX) hasta las grasas con sólidos, y posteriormente, los geles sintéticos de alta viscosidad (HVSG).

Sin embargo, estos enfoques tradicionales presentaban limitaciones críticas, como:

- **Aceites Asfálticos:** Resinas, Asfaltenos, fracciones pesadas, película puramente física, gruesa y pegajosa, susceptible a la oxidación y a la formación de depósitos, alta temperatura de operación y lodos.
- **Grasas con Sólidos:** Aditivos sólidos: MoS₂ (disulfuro de molibdeno), Plomo PbO / PbS, espesantes jabonosos y arcillosos, aceites con baja pureza, riesgo de separación del aceite/espesante, corrosión por pH descontrolado, y lavado ante humedad.
- **Geles HVSG (High Viscosity Synthetic Gel):** Bases PAO (polialfaolefinas), PAG (polialquilenglicol), aditivos EP limitados, aunque ofrecían mejor rango térmico y resistencia al lavado, la viscosidad por sí sola no resolvía la fricción límite, y la humedad alteraba la estructura del gel. El desgaste avanza, pero mucho más lento que las anteriores soluciones.



Los **Lubricantes Tipo Compound** representan un salto tecnológico disruptivo, diseñados específicamente para superar los inconvenientes descritos antes y operar de manera robusta en regímenes de lubricación límite ("Boundary Lubrication Regimes") ([boletín donde explica lubricación límite](#)). El objetivo de esta nueva tecnología es que el lubricante esté más limpio, más fuerte, más estable y más inteligente (adaptativo).

El Fenómeno: La Arquitectura Química del Aceite Compound

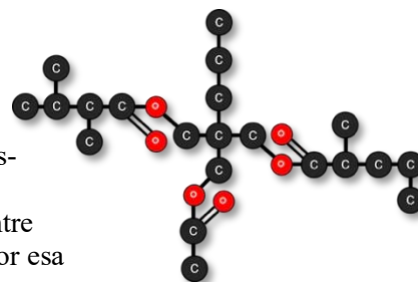
Un Aceite Tipo Compound es una formulación avanzada que combina componentes de última generación para proteger, sellar, reaccionar químicamente, resistir y adaptarse a las condiciones extremas.



Desde un enfoque químico detallado, el Compound se distingue por cinco elementos clave:

1. **Aceite Básico de Alta Pureza y Rendimiento Mecánico:** El aceite base está compuesto por bases parafínicas altamente refinadas (Grupo III o Polialfaolefina - PAO) con cadenas largas y saturadas (C30–C40).

Estas cadenas saturadas brindan una excelente resistencia al cizallamiento, evitando que la película se rompa fácilmente. Además, contienen mejoradores de índice de viscosidad (Viscosity Index Improvers), como copolímeros de olefina, estireno-isopreno, metacrilatos, que se expanden a altas temperaturas, manteniendo la viscosidad y ofreciendo una mejor amortiguación entre metales a nivel molecular. Estas cadenas no se rompen fácilmente por esa resistencia extra que tienen.



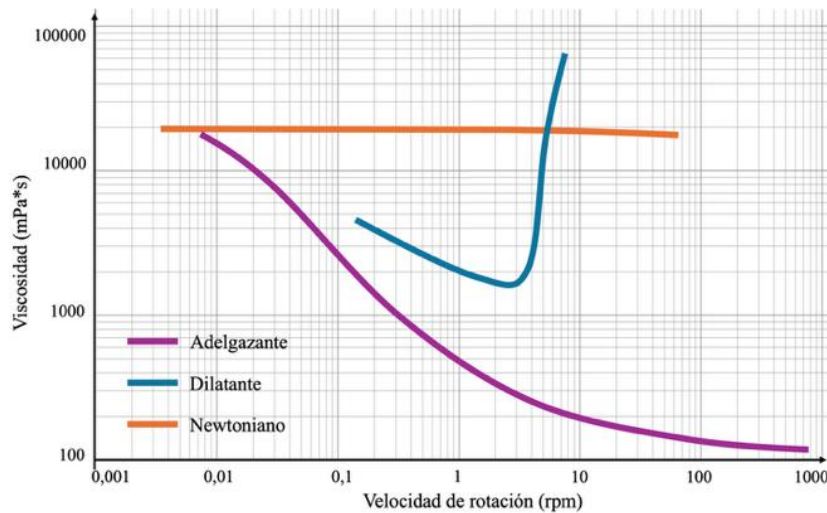
2. **Reología Controlada (Flujo Constante y Película Estable):** La reología controlada se logra mediante el uso de bases PAO u otras bases saturadas y modificadores de fricción como los ésteres polares.

Necesitamos que el flujo del lubricante sea constante y no llegue a la deformación por alta carga o alto trabajo. Muchas veces hemos observado cuando tenemos alta producción, que el lubricante más bien gana en viscosidad operativa, y nosotros pensamos que el aceite está contaminado con hollín u otro material. Lo que pasa es que la película no puede fluir a más velocidad y comienza a deformarse como si las moléculas estuvieran una sobre otra sin poder pasar rápido. Pues eso acontece con los lubricantes que no tienen estas características.

Los aceites tipo Compound están diseñados para garantizar que ese flujo no se “atasque” además que la película permanece estable.

Esto se explica un poco en el siguiente gráfico, donde confrontamos la velocidad de rotación de un engranaje vs. su viscosidad

El comportamiento **Adelgazante** (pseudoplástico) de un fluido es cuando pierde viscosidad conforme incrementa la velocidad. Típico en aceites de baja calidad.



El comportamiento de un fluido es **Dilatante** cuando opone más resistencia al flujo conforme incrementa la velocidad. Al principio baja la viscosidad y llega un momento en que la curva cambia de comportamiento y la viscosidad aumenta conforme la velocidad aumenta.

El comportamiento de un fluido es **Newtoniano** cuando su viscosidad es independiente de la velocidad de deformación al corte, permaneciendo constante. Esto hace que al arranque podamos tener fortaleza en la película, la cual no se pierde en la operación,

3. Aditivos EP (Extrema Presión) Reactivos de Nueva Generación: Los Compound contienen aditivos EP reactivos específicos que deben evitar el desgaste catastrófico cuando el equipo trabaja al límite.

Entre los químicos que se aplican están los fosfatos orgánicos, fosforados azufrados, sulfuros dialquílicos, y boratos sinérgicos.

Estos químicos bajo presión extrema y temperaturas que superan los 150–200 °C, se descomponen triboquímicamente es decir forman una capa sacrificial de fosfatos y sulfuros metálicos (como FePO_4 y FeS) sobre la superficie del metal. Esta capa se desgasta ella misma, protegiendo el metal subyacente.



Esta capa es sacrificial, es decir químicamente vuelve a tener una fuerza de protección.

4. Polímeros Adhesivos No Jabonosos: A diferencia de las grasas tradicionales, los Compound utilizan polímeros tackificantes no jabonosos (como Polibutenos, Copolímeros de estireno–isopreno o Resinas Taky).

Estos Polímeros proporcionan una *adhesividad ligera y altamente pegajosa* a la vez, son estables al calor, resistentes al cizallamiento y evitan la formación de espuma o jabón. Aseguran una adherencia constante sin gelificación ni barniz.

Estas propiedades significan:

- *Adhesividad ligera* → Se adhieren a la superficie sin crear una capa gruesa, pastosa o dura. Se “agarra” al metal como un imán suave, luego es fácil sacarlo, no tapona tuberías y no se hace pasta.
- *Pegajosidad alta* → El lubricante no se escurre, no gotea y no se desprende incluso bajo vibración, calor, agua o jugo. Esa película es como un “gel elástico” que no se rompe fácilmente



Por ejemplo, en un ingenio azucarero, en la corona de Tandem:

- La adhesión ligera hace que la película se mantenga adherida al diente.
- La pegajosidad fuerte evita que el jugo + bagazo la arrastre.
- Y como no es jabonoso (sin saponificación), no se hace piedra, no crea “tortas”, ni exige purgas.

- 5. Estabilidad en pH Variable (Resistencia a la Contaminación):** La formulación incluye antioxidantes (fenoles, aminas aromáticas), dispersantes, inhibidores de corrosión y neutralizadores de ácidos (sobre-basificados).

Los fenoles y aminas capturan radicales libres, frenando la oxidación. Los dispersantes encapsulan contaminantes ácidos y partículas. Los neutralizadores de ácidos crean una micro-reserva alcalina, permitiendo que el aceite no se degrade, no se acidifique y no pierda propiedades aun cuando ingrese agua, vapor o químicos del proceso. Los inhibidores de corrosión forman una capa protectora molecular contra la humedad.



Esta capacidad es crucial para sellar y evitar el daño nocivo de la entrada de humedad o invasión de jugo de caña (por ejemplo, en ingenios azucareros) o agua con material abrasivo (en el caso de las mineras o cementeras).

El Salto Tecnológico: ¿Por Qué Compound?

Históricamente, los criterios de lubricación se dividían: el criterio europeo (aceites de baja/media viscosidad, grasas con diluyentes y sólidos) y el criterio norteamericano (aceites de extra alta viscosidad para separación de película).

La magia de sacar una solución que mezcle estas dos visiones adjuntando el criterio de la Triboquímica con los 5 aspectos que mencionamos antes es la clave de esta revolución tecnológica.

Conocemos algunos adelantos en el mundo con todos esos criterios, nosotros en la empresa logramos integrar la química para dar soluciones de mucho éxito en ingenios azucareros, y su aplicación va a toda empresa que use engranajes en molinos y otros parecidos.

Los aceites tipo Compound están diseñados para operar en entornos hostiles, ofreciendo un sellado efectivo y una mayor permanencia. Esto se traduce en:

Característica Compound	Impacto Operativo Típico o Posible
Protege con armadura química (EP reactivo)	Detención drástica del desgaste.
Sella / Resiste contaminación (Adhesivos no jabonosos y pH estable)	Eliminación del desgaste por abrasión y humedad.
Soporta cargas altísimas sin romperse	Máxima permanencia y capacidad EP en zonas de presión cuello/eje-cojinete.
Fluye perfecto y se adapta (Reología controlada)	Control ideal de temperatura y arranque rápido sin precalentamiento.
Más limpio y más estable (alta pureza) (aceite básico)	Reducción drástica del consumo de lubricante vs. geles de alta viscosidad.

Resultados Medibles: Impacto del Cambio Tecnológico

Nuestros ingenieros han realizado pruebas y gracias a ello tenemos casos de éxito sobre la aplicación de estos aceites tipo Compound que vale la pena mencionarlas como casos de éxito ya medidos.

Aplicando productos de grado alimenticio, biodegradables se han tenido las siguientes lecturas:

- **Reducción de Consumo:** En el Ingenio azucarero de San Rafael del Pucte, al comparar la zafra 2023 (Tecnología GEL) con la zafra 2024 (Tecnología Compound):
 - Chumaceras: El consumo bajó de 11 gr/tc a 7.5 gr/tc (42% de ahorro), anteriormente debemos comentar que nuestra experiencia en otras plantas es de más de 33gr/tc (gramos consumidos por tonelada de caña molida) para el consumo del aceite asfáltico.
 - Coronas: El consumo bajó de 4 gr/tc a 1.6 gr/tc (65% de ahorro).
 - En el Ingenio azucarero Ledesma, se registró una reducción de consumo de hasta el 82% en tandems de molienda.
- **Control de Temperatura en Chumaceras Calientes:**
 - En el Ingenio San Rafael del Pucte, las temperaturas de las chumaceras se sostuvieron en el rango de 40°C a 60°C, en comparación con los 60°C a 100°C con la tecnología anterior.
 - Adicional a esto conocemos el ahorro de al menos el 9 a 10%. En energía requerida para el uso en estos equipos.
 - En el Ingenio CAEI, un cojinete que operaba a 140 °C se estabilizó en 48 °C a dos horas después de la aplicación manual del Compound.

- **Mayor Confiabilidad y Vida Útil del Equipo:**

- En el Ingenio Ledesma, el cambio de chumaceras durante la zafra se redujo de 8 a 0 tras la implementación del Compound.
- No se registraron desgastes medibles en flancos de corona ni reemplazo de alguna durante toda la zafra 2022-2023 en el Ingenio Pánuco, lo que indica que el producto es altamente confiable.

Riesgos de No Implementar la Tecnología Compound

La tecnología avanza y también la exigencia en volúmenes de producción, hace años las empresas podían tener un paradigma de producción que han ido rompiendo año tras año, la Minería avanza y la necesidad de metales y minerales es cada vez más alto, esto debido al avance en otras industrias, la industria Azucarera y Alcoholera luego de la pandemia del Covid de 2020, ha levantado sus niveles a números nunca antes vistos, y la tendencia dice que subirá mucho más, por tanto las exigencias de uso de las máquinas a niveles altos y en ese sentido la búsqueda de optimizar procesos, costos, tiempos, paros, repuestos, es cada vez más evidente, si bien el salto de las tecnologías de asfálticos hacia geles fue revolucionario vemos que el paso a los Compound será de mucho mayor impacto.

La tecnología Compound ofrece la solución más avanzada para la lubricación límite, el seguir con la tecnología de geles y no actuar puede resultar costoso, por lo mencionado en el anterior párrafo, similar a cuando no se atiende el problema del barniz. Los riesgos operativos y cualitativos incluyen:

- Alto consumo de repuestos, por la baja protección
- Alto consumo de lubricantes geles (costos que pueden dispararse, especialmente en equipos críticos).
- Incremento progresivo del desgaste por fricción, por lubricación límite.
- Pérdida de producción y/o paros no programados debido a fallas recurrentes (lucro cesante).

Conclusiones

La Tecnología Compound es la respuesta a las exigencias operativas modernas en industrias de alta carga. Al utilizar bases de alta pureza, reología controlada y aditivos EP reactivos, estos lubricantes ofrecen una película de tenacidad extraordinaria y la máxima viscosidad en zonas de soporte de carga.

En la práctica, la adopción de lubricantes Compound se traduce en una reducción drástica de consumo, un control superior de la temperatura, y la eliminación de tiempos muertos no programados. Para los ingenieros, incorporar Compounds en sistemas críticos es una inversión en confiabilidad, disponibilidad operativa y una vida útil más larga para los equipos.

Resumiendo, históricamente hemos pasado de:

- Aceites asfálticos - protección primitiva
- Grasas con sólidos - protección intermitente
- HVSG - protección mecánica
- Compounds modernos - protección triboquímica inteligente

La nueva generación de compounds no solo protege: transforma la operación, reduce costos, aumenta la vida útil de la máquina y construye un sistema de mantenimiento más inteligente, seguro y rentable.

Tips Clave para Ingenieros de Mantenimiento

- *Selección del Lubricante:* Para aplicaciones en tandems de molienda minera, de caña o regimenes de lubricación límite, considerar aceites formulados con Tecnología Compound, ya que resuelven problemas reales de molienda y ofrecen un sellado efectivo.
- *Protección Química:* Confíe en el principio de protección química: la capa EP sacrificial (formada por la descomposición triboquímica de fosfatos y sulfuros) es clave para evitar el desgaste del metal.
- *Monitoreo de Consumo y Temperatura:* Utilice métricas detalladas (gr/tc) para validar los ahorros y verifique el control de temperatura (<60°C en chumaceras) para asegurar que el compuesto esté operando correctamente y optimizando el sello.
- *Entorno Adverso:* Aproveche la capacidad del Compound para resistir la contaminación acuosa (pH ácido o alcalino), garantizando que el lubricante mantenga sus propiedades a pesar del ingreso de humedad, agua ácida o jugo.

Desde Widman International, seguimos comprometidos en acompañar a cada uno de ustedes en la construcción de sistemas de mantenimiento más inteligente y rentable.

Widman International SRL contribuye a la capacitación de los ingenieros y usuarios en la industria para mejorar su competitividad. Para mayores informaciones prácticas, visite nuestra página Web: www.widman.biz

Si usted conoce a otra persona que estuviera interesada en recibir estos boletines, favor escribir a info@widman.biz. Si no quiere recibir estos boletines mensualmente, puede escribir a info@widman.biz con la palabra “**remover**” en el asunto.

La información de este boletín técnico es de única y completa propiedad de Widman International S.R.L. Su reproducción total o parcial sólo será permitida a través de una solicitud a info@widman.biz no permitiendo que esta altere en sus características ni su totalidad.