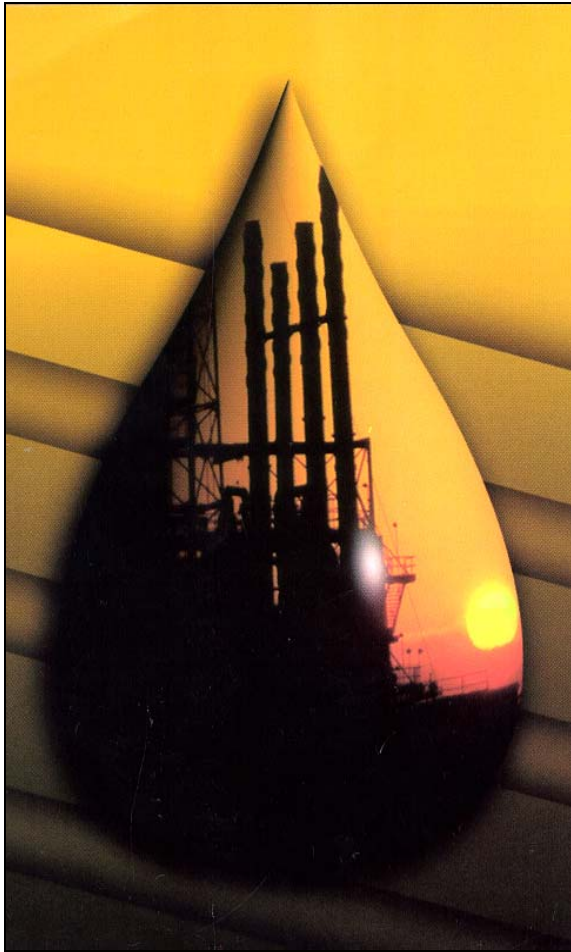


El Mantenimiento Moderno



- La lubricación es una de las actividades más importantes del Mantenimiento, porque afecta directamente a la Confiabilidad en la Operación de todo tipo de Maquinaria.

- Autor: Ing MN Agustín Abaroa G.
- Versión Original Enero de 1998.
- Versión Actualizada Enero del 2010.
- Ensenada, B.C.



Lubricación:

Se puede pensar en la lubricación como una actividad típica del Mantenimiento Preventivo (Histórico o Calendarizado), también se le considera una actividad Proactiva. Su enorme importancia era, es y seguirá siendo vital para el funcionamiento de la maquinaria.

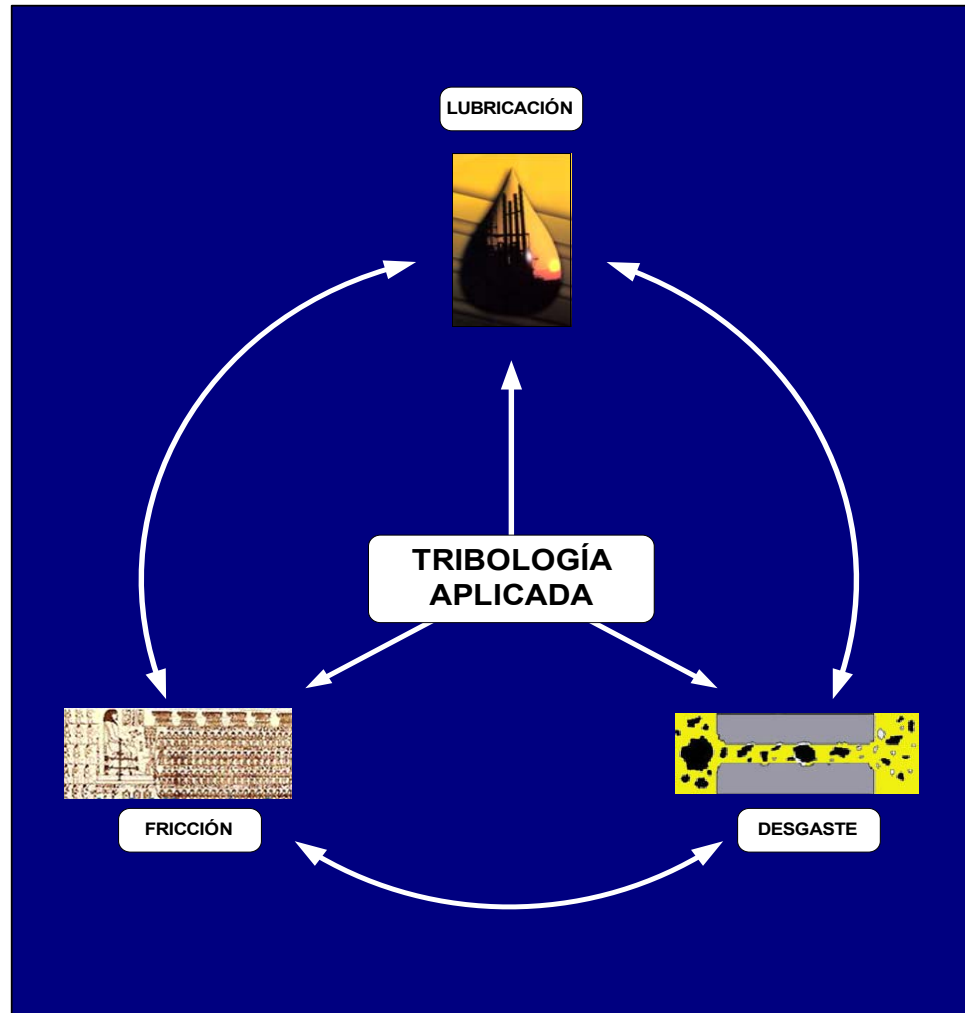
Hasta donde el autor conoce, solamente existe un instrumento capaz de diagnosticar la “**Calidad de la Lubricación de los Baleros**” entendiéndose por ésta a si la película de aceite que separa a dos superficies en movimiento relativo es Buena, Suficiente o Insuficiente.

No se necesita hacer mas énfasis sobre las bondades que tiene el poder conocer si un balero está bien, regular o mal lubricado. El fenómeno de desgaste que tiene que ver con la fricción, es menos o mas severo en función de la calidad de la lubricación del balero y como consecuencia su vida útil puede ser mas larga o acortarse de manera dramática.

Parece increíble, pero el uso correcto de este instrumento puede evitar que un balero falle en servicio, con consecuencias que pueden ser catastróficas para la máquina en que se encuentra instalado mediante la simple adición de unos gramos de grasa o el cambio de lubricante.

Los invito a que acompañen al autor en el descubrimiento de esta maravilla de la tecnología para **El Mantenimiento Moderno**.

El Triángulo de la Tribología





El Triángulo de la Tribología:

La gráfica muestra la inter-relación entre la lubricación, la fricción y el desgaste.

Si queremos controlar el desgaste, necesitamos reducir la fricción. La fricción la reducimos por medio de un lubricante, y si analizamos periódicamente el lubricante, podremos medir su habilidad de lubricar y por lo tanto de proteger a la máquina del desgaste. La historia del análisis del aceite en USA se inicia en el año de 1946, en que por primera vez una compañía de ferrocarriles utilizó un instrumento llamado espectrógrafo; para detectar los problemas de desgaste en los motores Diesel de las locomotoras midiendo el contenido de metales como el hierro y el cobre en el aceite en servicio. Desde entonces y especialmente en la última década, se han hecho avances significativos en la instrumentación disponible gracias a las computadoras y sus programas.

Como el desgaste de los componentes de la maquinaria le cuesta a la industria mundial billones de dolares al año, diferentes fabricantes han desarrollado instrumentos que facilitan los análisis y aumentan su confiabilidad. Mientras que organizaciones como la ASTM, SAE, API e ISO, han desarrollado estándares para la aceptación o certificación de los instrumentos y de los procedimientos de análisis para evaluar la habilidad de los aceites para cumplir con su cometido.

Un avance significativo se dió al reconocer que las partículas sólidas que se acumulan gradualmente en el aceite en uso (a pesar de los filtros), tienen un impacto directo en el desgaste de la maquinaria. Fué entonces que algunas organizaciones (entre ellas la ISO), emitieron estándares para evaluar la calidad de la limpieza del aceite.

Esos estándares han evolucionado también, y el último emitido por la ISO es el 4406 de 1999.

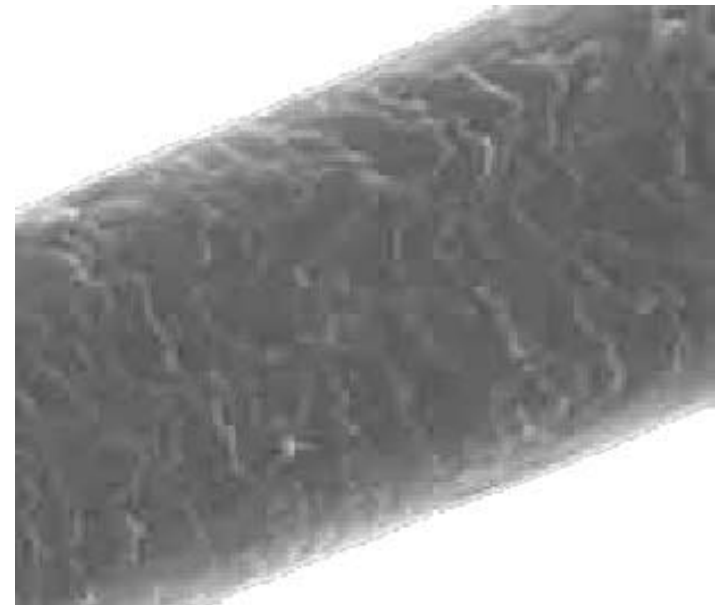
A pesar de que han transcurrido sesenta años entre la primera implementación exitosa del análisis del aceite y del desarrollo de diversos instrumentos para facilitar su implementación y reducir sus costos, en muchas industrias hoy en día se utiliza el análisis de aceite como una herramienta ocasional. Peor aún, los laboratorios proporcionan resultados incompletos que impiden que sus clientes obtengan los enormes beneficios que son posibles.

Es indispensable evitar la tendencia a utilizar el análisis del aceite solamente para llenar un requisito de los procedimientos de mantenimiento. Es necesario en cambio, **considerarlo como la piedra angular en la que se sustenta la confiabilidad de la capacidad de producción y la durabilidad de la maquinaria** y dar los pasos necesarios para implementar un sistema efectivo de control del desgaste.

Claros de Lubricación en μ

Baleros de Bolas	0.4 – 0.7
Baleros de Rodillos	0.4 – 1.0
Cojinetes Planos	0.5 - 25
Cojinetes Hidrostáticos	5 - 100
Engranes	0.1 - 1
Retenes	0.05 – 0.5
Tapas Bba Hid Engranes	0.5 - 5
Engrane a Carcaza	0.5 - 5

Cabello Humano



70 μ a 100 μ
1 μ = 1x10⁻³ mm



Claros de Lubricación:

La fotografía muestra un cabello humano.

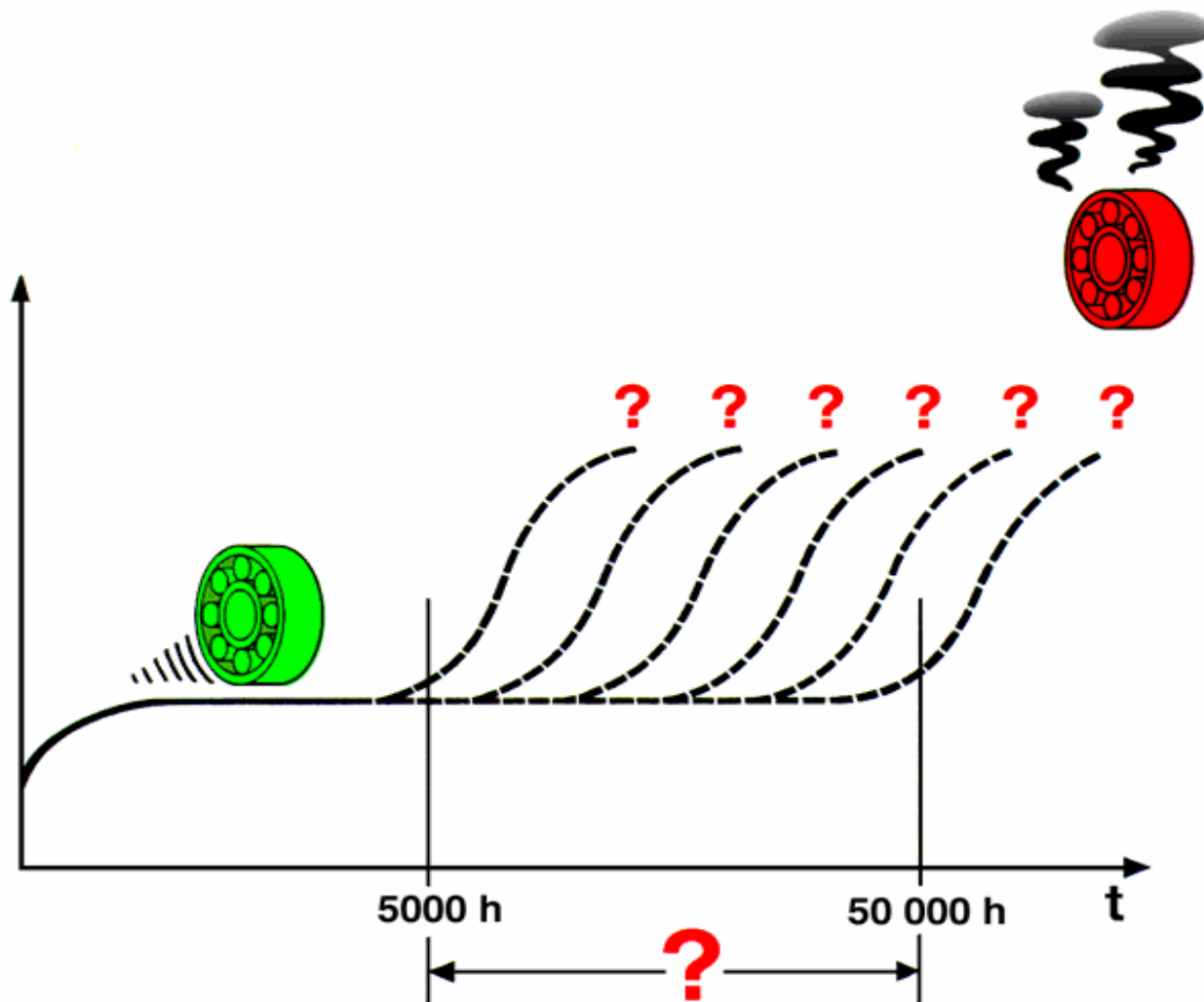
A la izquierda se encuentran los claros de lubricación para distintos tipos de elementos de maquinaria. Por comparación podemos imaginar lo que el ojo desnudo no puede ver.

Las partículas del mismo tamaño (o un poco menores), que los claros de lubricación son las más peligrosas de todas, porque tienden a detener al mecanismo de movimiento, produciendo fuerzas, fricción y temperaturas localizadas muy elevadas. Por su inercia, muchas veces las partes en movimiento no se detendrán, pero la partícula arranca material de ambas superficies creando un proceso de desgaste que se autoalimenta con las partículas desprendidas de las superficies en movimiento que se han convertido en contaminantes también.

Probablemente hayan tenido ustedes la oportunidad de ver a un mecánico automotriz, o de la industria de la construcción desarmando un mecanismo de baleros o un sistema hidráulico entre la tierra, sin los cuidados más elementales. Muchos utilizan trapos sucios o peor aún, estopa para limpiar, cambian las mangueras, el aceite y los filtros en un sitio desprotegido donde el polvo y la humedad penetra con facilidad en el sistema, y desmontan y montan baleros con martillo y soplete haciendo gala de fuerza. Algunos de estos malos hábitos de trabajado han migrado a las plantas industriales.

En realidad, los mecanismos de baleros y los sistemas hidráulicos están integrados por componentes robustos sí, pero muy sensibles a los golpes y a la contaminación. Por lo tanto, deben de ser tratados delicadamente y con limpieza escrupulosa si es que queremos que funcionen libres de problemas.

La Vida Útil de los Baleros





La Vida útil de los baleros es impredecible

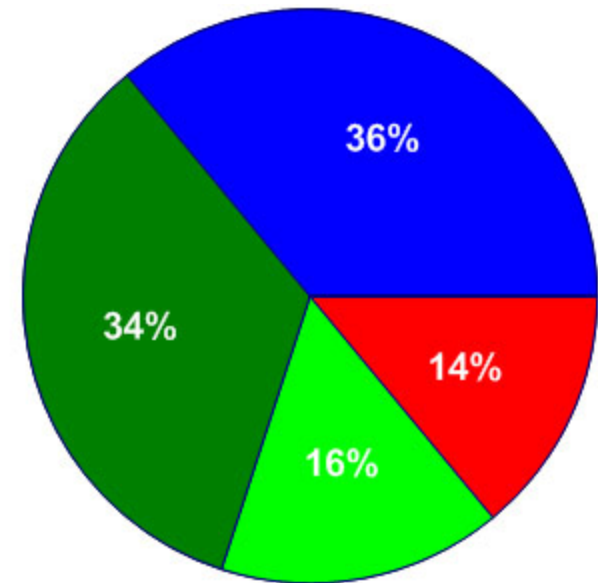
El Mantenimiento calendarizado (Preventivo) de los baleros es ineficiente, porque la vida útil de cada balero es diferente.

Reemplazar los Baleros periódicamente con base en la vida útil L10 implica:

- La aceptación de una frecuencia estadística de falla igual al 10% de los baleros antes de que llegue la fecha de reemplazo programada.
- Un desperdicio grande de la vida útil potencial de los baleros. La experiencia muestra que la mayoría de los baleros que se cambian con éste método, se encuentran en perfecto estado.
- Una completa desatención a los factores que reducen la vida útil de baleros individuales en una aplicación dada, tales como lubricación pobre, vibración excesiva, alineación deficiente de los ejes, etc.

Aparte de los costos del material y de la mano de obra, siempre existen riesgos de que se produzcan fallas de instalación cuando se cambia un balero. . . .

Causas de la Falla Prematura de los Baleros



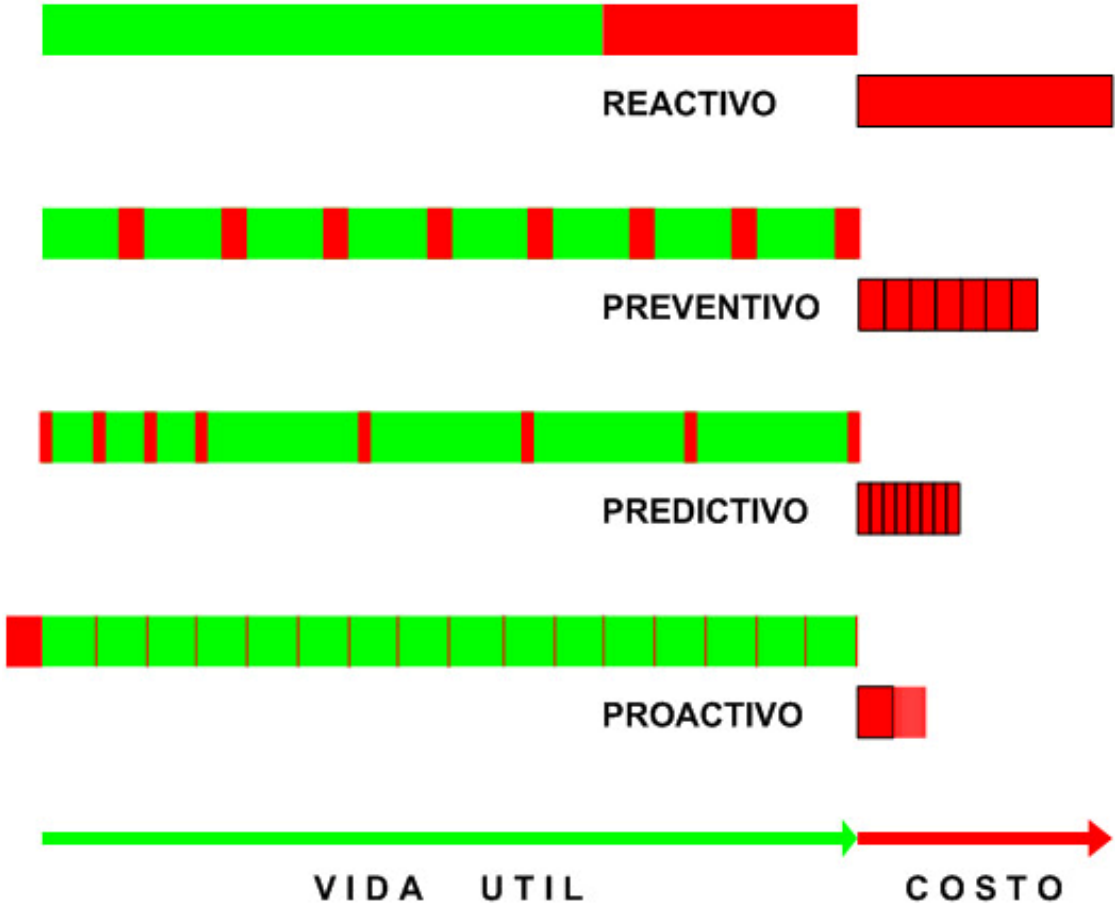
Fuente: SKF Reliability Institute 1/06/03



Porque Fallan los Baleros antes de alcanzar su Vida Útil L10h ?

La gráfica muestra los resultados estadísticos publicados en Junio del año 2003 por el Instituto de Confiabilidad de SKF. Asumiendo que la cuarta causa sea inevitable (que no lo es), las tres primeras causas representan áreas de oportunidad para aumentar la vida útil de los baleros. Una reducción de solamente el 50% en cada una de ellas arroja resultados técnicos y ahorros económicos que no se pueden ignorar.

Eficacia del Mantenimiento





Mantenimiento - Cuatro Alternativas Básicas.

Son cuatro las filosofías básicas para el Mantenimiento:

Mantenimiento Reactivo: Esperese a que falle, repárelo o cambielo después.

Este método puede resultar aceptable para las máquinas de bajo costo, fáciles de reemplazar y cuando su falla no produce inconvenientes mayores.

Si se utiliza para máquinas importantes, implica un riesgo grande de pérdidas de producción para reparar la falla original y los daños secundarios.

Mantenimiento Preventivo (Histórico o Calendarizado): Es el mantenimiento planeado a intervalos definidos, p.ej. lubricación, limpieza, cambio de baleros.

El método No Toma en Cuenta las condiciones actuales de funcionamiento de la máquina.

Es ineficiente para componentes de vida impredecible como los baleros (desperdicio de la vida útil potencial, riesgo de errores de instalación, no ofrece una seguridad real).

Mantenimiento Predictivo: Este Mantenimiento se basa en la medición periódica de la condición de funcionamiento.

Lo que significa que las reparaciones o reemplazos se realizan cuando se detecta un deterioro significativo de la condición de la máquina. Se busca aplicarlo cuando "no se requiere de la máquina".

Detectar las fallas incipientes para planear el mantenimiento requiere de un monitoreo de la condición de funcionamiento. Utilizado de manera correcta, este método reduce los Paros No Programados, las fallas secundarias, las fallas repentinas, los retrasos administrativos y técnicos, y el almacenamiento de refacciones.

Mantenimiento Proactivo: Se dice de las acciones que tienden a prolongar la vida útil de la maquinaria.

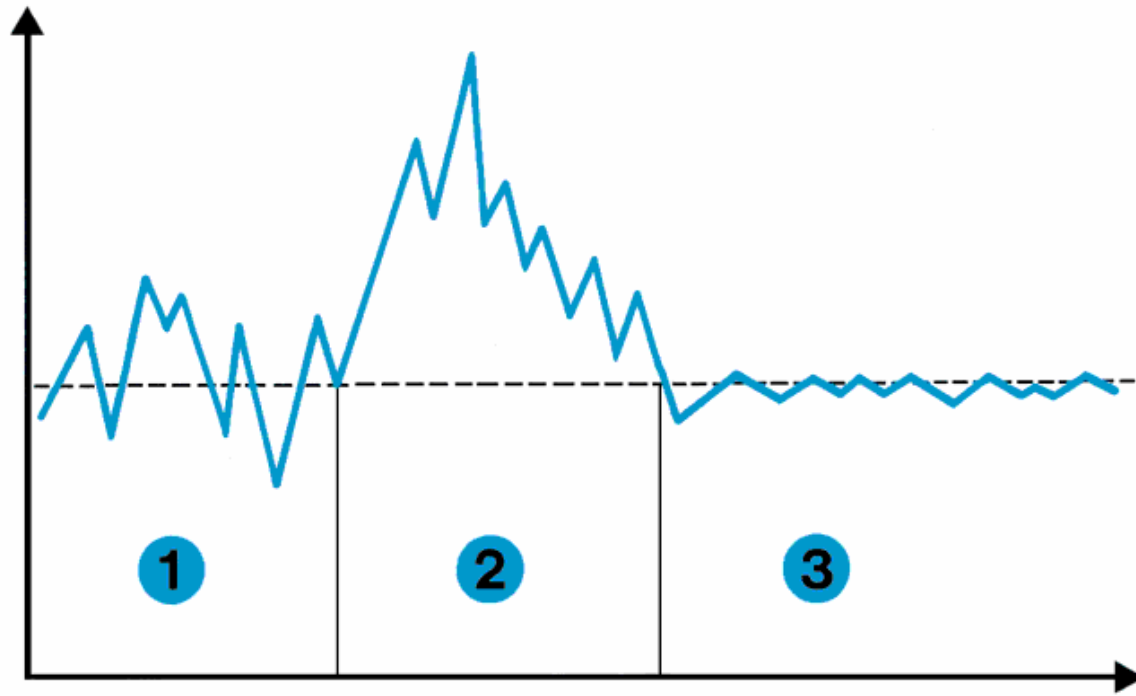
Inicia antes de que la máquina entre en servicio con un montaje cuidadoso sobre una base suficientemente rígida para garantizar que la velocidad de operación se encuentre $\pm 20\%$ de la frecuencia natural de la máquina.

La alineación y balanceo dinámico de precisión garantizan bajos niveles de vibración conforme a la norma ISO 10816 (BS 4675, VDI 2056). Lo que se traduce en una marcha suave libre de vibraciones perjudiciales; y por lo tanto una larga vida útil para sellos, coples y baleros.

Durante el funcionamiento la verificación periódica de la alineación, el control de la calidad de la limpieza del combustible, del lubricante, del aire y del agua de enfriamiento (en máquinas de combustión), la instalación de filtros desecantes en el respiradero del carter de las máquinas y sistemas hidráulicos; son ejemplos de este tipo de mantenimiento.

Existen diferentes filosofías del mantenimiento: Mantenimiento basado en la Confiabilidad, Mantenimiento Total, Mantenimiento por Diagnóstico, etc. Todas ellas incluyen de una o de otra forma los conceptos básicos descritos. El avance de la Electrónica y la Computación han hecho posible que estas filosofías se desarrollen y apliquen con éxito en la vida real.

Carga de Trabajo



- 1 Muchas Fallas – Poca planeación
- 2 Arranque del Mantenimiento Predictivo
- 3 Pocas Fallas - Planeación



Efecto del Mantenimiento Predictivo en la Carga de Trabajo:

El mantenimiento Reactivo (o Correctivo), normalmente presenta una distribución muy desigual de la Carga de Trabajo para el departamento de mantenimiento (1), porque no se pueden predecir la fecha en que se va a producir un Paro de la máquina y la extensión de los trabajos de reparación.

Inicialmente, al arrancar un sistema de mantenimiento Predictivo se genera un incremento de la Carga de Trabajo. La instalación, la Capacitación, la introducción de rutinas nuevas, etc. requieren de un tiempo antes de que el sistema se vuelva efectivo (2).

La Carga de Trabajo Promedio puede ser todavía la misma que antes de que se implementara el sistema. Sin embargo, se obtiene una mejor distribución de la Carga de Trabajo (3), al sustituir la mayoría de los Trabajos de Emergencia por Reparaciones Planeadas y Actividades de Monitoreo.

Por lo tanto, se puede obtener una reducción en los costos reduciendo el esfuerzo y el uso de Tiempo Extra en el departamento de Mantenimiento. Ahorros mucho mayores se pueden esperar en los costos de producción, gracias a una Mayor Disponibilidad de la Maquinaria y Menos Paros Repentinos de la Producción.

Que es la Confiabilidad?

Si un motor falla una sola vez en 40,000 horas, su TPEF es de 40,000

La relación de falla es: $\lambda = 1/TPEF$
 $= 1/40,000 = 2.5 \times 10^{-5}$

La posibilidad de que funcione
50,000 horas es:

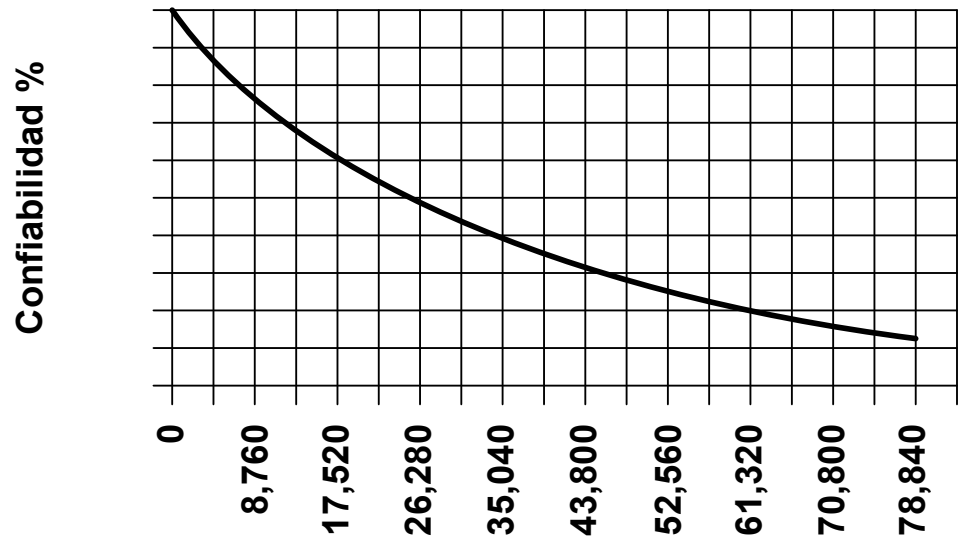
$$C = e^{-\lambda t} = e^{-(50,000) \times (0.000025)}$$

$$C = 0.2865 = 28.65\%$$

En un sistema redundante (con
dos equipos en paralelo), la
confiabilidad aumenta, y es igual a:

$$C_{ab} = (C_a + C_b) - (C_a \times C_b)$$

* $e = 2.7182818284 \dots$ (número e)





Confiabilidad Definiciones:

Es la medida de las posibilidades de que una máquina o un equipo funcionen a su nivel óptimo de rendimiento durante un tiempo dado.

TPFE = Tiempo Promedio Entre Fallas (en Inglés MTBF = Mean Time Between Failures).

A la recíproca del Tiempo Promedio Entre Fallas se le designa con la letra λ (= 1/TPFE) y se le conoce como Relación de Falla.

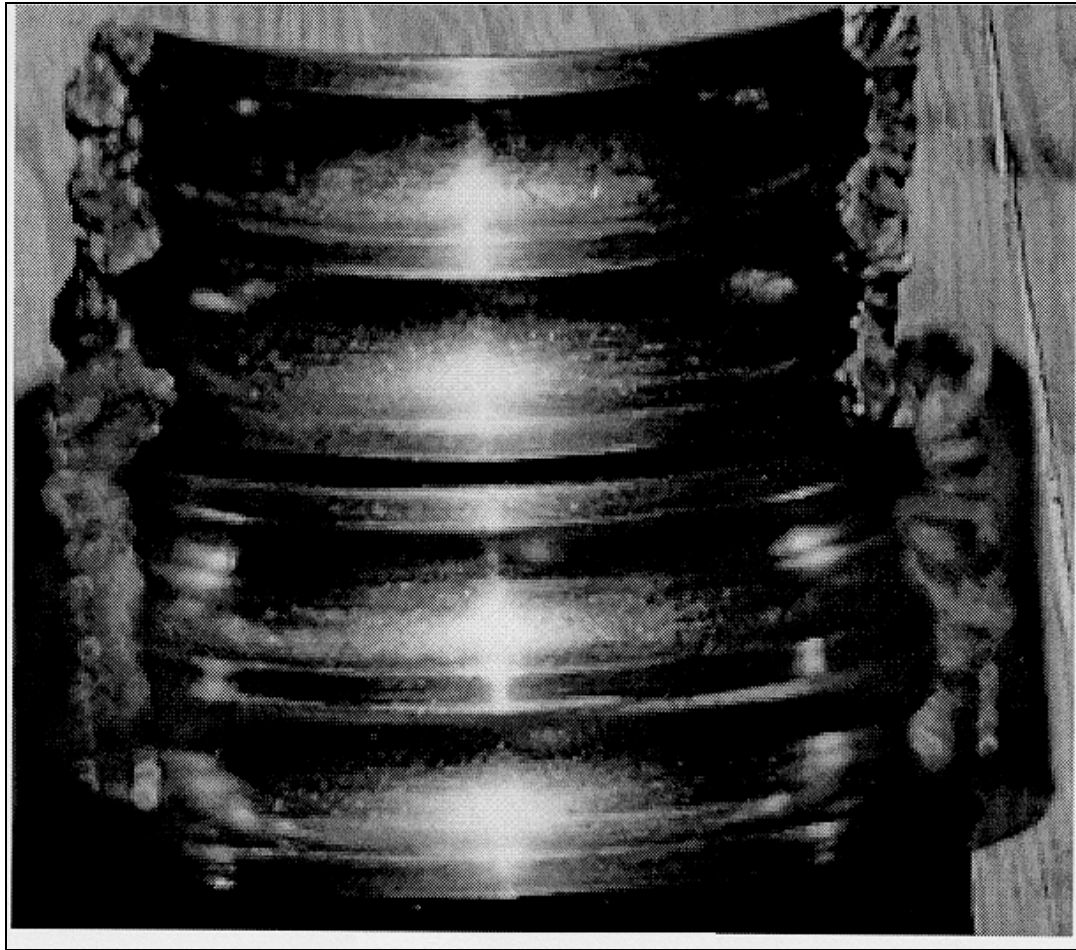
En los sistemas dinámicos, las posibilidades de que un sistema funcione en sus condiciones de diseño decrecen con el tiempo.

La gráfica de la Confiabilidad en función del tiempo de operación nos muestra que para los sistemas únicos (motor propulsor, línea de ejes, hélice, pala del timón), la falla de cualquier elemento (por ejemplo un cojinete intermedio o de bocina), hará que todo el sistema falle. Como se muestra en la gráfica la Confiabilidad de los componentes se reduce con el tiempo de servicio. Resulta lógico deducir que en cada entrada a dique se verifiquen las condiciones de todos los elementos que conforman a los sistemas de propulsión y de gobierno. Si se menosprecia esta precaución, el costo elevado por una entrada de emergencia a dique es el precio que se paga por la falta de un sistema de mantenimiento predictivo / proactivo.

has a reliability function that decreases as the motor ages.

El propósito de los programas de Mantenimiento basados en la Confiabilidad, es el de optimizar los costos de operación, mediante la medición de la Confiabilidad de los componentes que lo integran.

Falla Prematura de un Balero por Desalineamiento





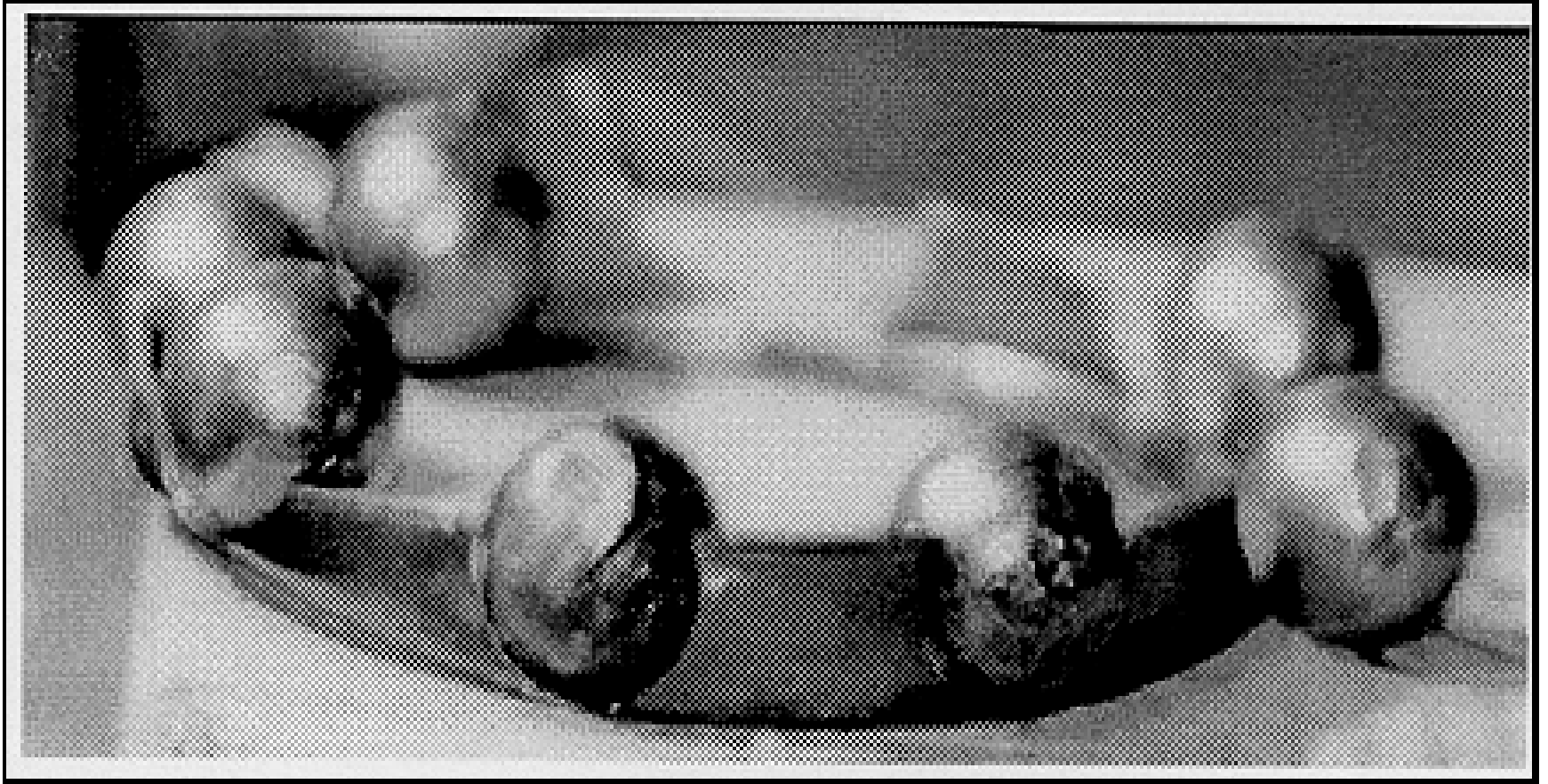
Desalineamiento:

A pesar de los grandes avances de los últimos veinticinco años en los instrumentos y métodos de alineación de maquinaria, el Desalineamiento sigue siendo la causa número uno de las fallas imprevistas. El desalineamiento dinámico (el que se produce cuando la máquina esta en funcionamiento y diferente del desalineamiento estático), impone sobre el balero una carga adicional que fácilmente puede exceder su límite de capacidad de carga. La consecuencia es que por la presión ejercida sobre las superficies de rodadura, la película de aceite se ve severamente reducida y en algunos casos o completamente eliminada. Esto conduce al contacto metal con metal y la rápida destrucción de las superficies.

La fotografía muestra un balero que falló poco después de haber sido instalado, dando al traste con la inversión realizada para realizar los trabajos de mantenimiento. Al comprobar la alineación de las máquinas se comprobó que se encontraban desalineadas. Lamentablemente, fallas como esta se presentan con frecuencia, pero son evitables cuando se realiza una alineación de precisión que libere al balero de una carga para la que no fue diseñado.

Solución: Después de intervenir una máquina hay que realinearla.

Lubricación Deficiente por Claros Insuficientes



Lubricación Deficiente por Claros Insuficientes:

Se puede observar que las bolas se encuentran desgastadas y deformadas. Como puede suceder esto si las bolas tienen una dureza de aproximadamente 62 Rc?

El departamento de compras quiso economizar y aconsejado por el vendedor de baleros compró rodamientos con el mismo número que los originales, pero con sub-fijo “C” y “**Jaula de Acero**”, en lugar de baleros con sub-fijo “C3” y “**Sub-fijo M (Jaula de Latón)**” que eran los indicados.

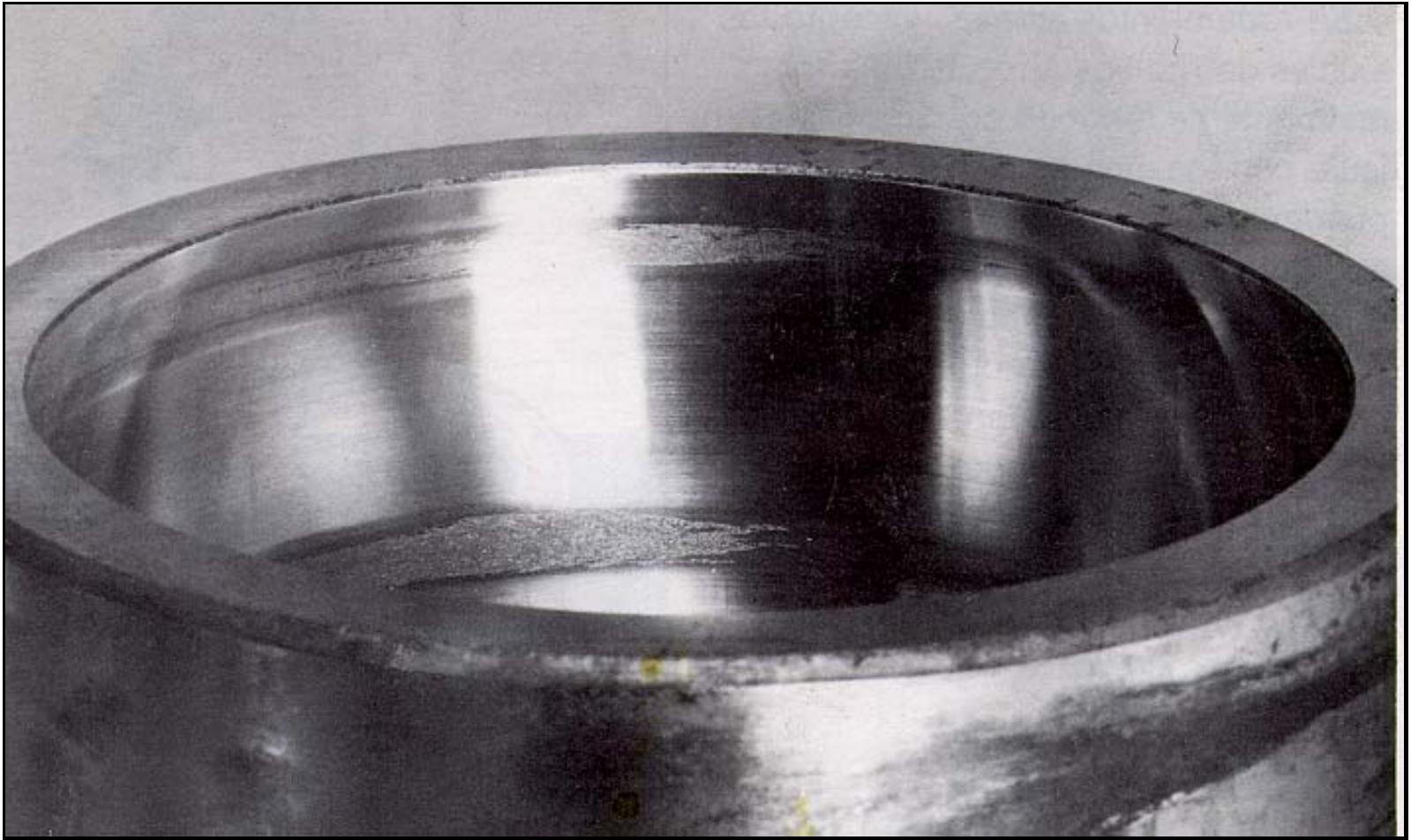
Como el número ISO era el mismo Se compraron los baleros más baratos!

Por la interferencia de montaje (diámetro del eje mayor que el diámetro interior del balero), los baleros utilizados no tenían el claro interior suficiente para acomodar la expansión de la pista interior al montarlos. Durante el funcionamiento, el incremento de temperatura de los baleros terminó por cerrar completamente los claros, y al no haber espacio para la película de lubricante, los baleros estuvieron funcionando sin lubricación hasta que fallaron.

Las temperaturas localizadas que se producen en el instante del contacto metal con metal, pueden superar fácilmente los 600°C !

Solución: Antes de instalar un balero asegúrese de que las dimensiones del eje y la cajera y las especificaciones del balero son las correctas.

Grasa No Adecuada





Grasa Inadecuada:

En este balero pueden observarse claramente las huellas de fricción entre el eje y la pista interior. Como las tolerancias geométricas y el procedimiento de montaje del balero fueron correctas, se investigó porque falló a las pocas horas de servicio.

La causa se encontró en la grasa que se utilizó para prelubricarlo, no era la adecuada. La consecuencia es que los elementos rodantes del balero tendieron a agarrotarse, venciendo al apriete de la pista interior con el eje. La pista interior se giró y dañó al eje que tuvo que ser metalizado.

Solución: Al empacar un balero despues de instalarlo, asegurese de utilizar la grasa correcta. Esta falla (igual que las anteriores), pudo haberse detectado a tiempo para evitar daños secundarios, si se miden las condiciones de funcionamiento del balero con el analizador A-30 de SPM, durante la puesta en marcha y las siguientes horas de servicio.

Diagnóstico de Baleros

Condición y Monitoreo con el Instrumento A-30 de SPM

INFORMACIÓN NECESARIA:

Número ISO del Balero

Ejemplo: 22340C

Velocidad Actual de Giro

Ejemplo: 800 RPM

RESULTADOS:

Condición del Balero

Calidad de la Lubricación

SOFTWARE CONDMASTER:

Con el software para windows, se obtiene información gráfica adicional muy útil para el diagnóstico avanzado.





Como nació SPM Instruments:

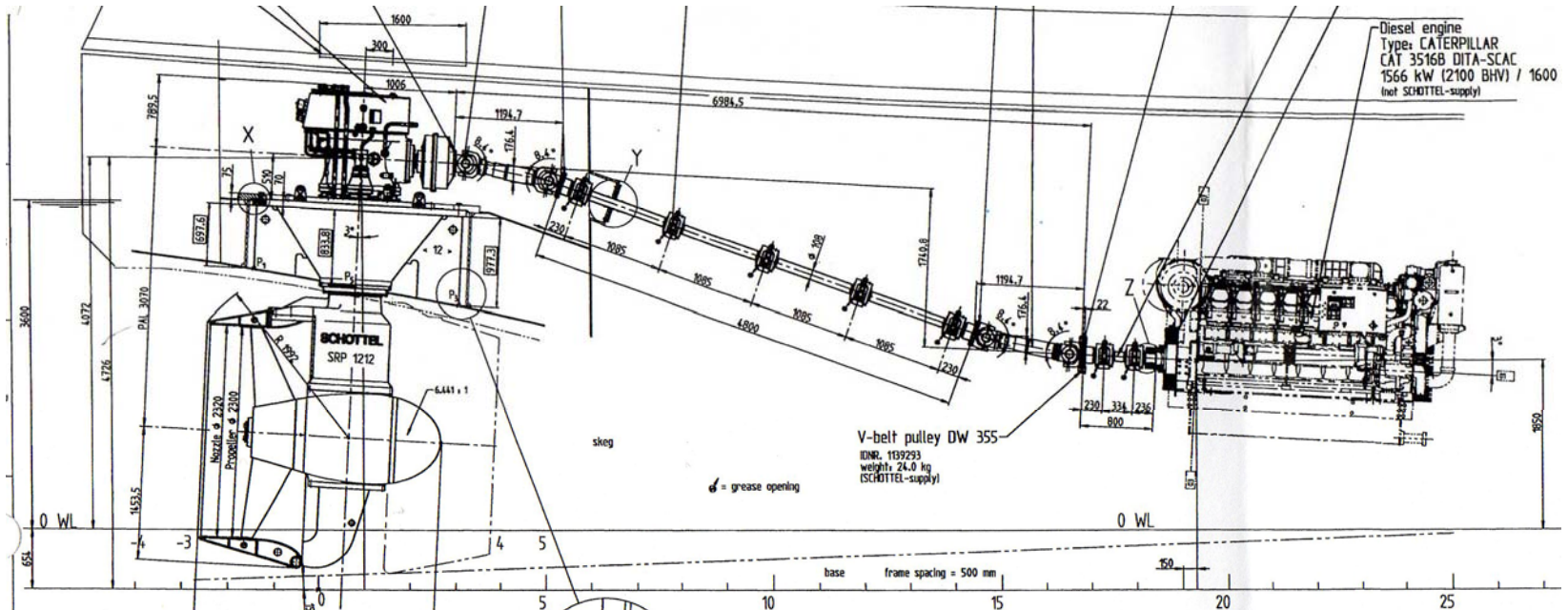
La historia de SPM empezó en 1960. En esos años, era común utilizar un desarmador para escuchar el sonido producido por una máquina, para intentar evaluar (mediante el ruido), la condición de funcionamiento de un balero. En 1969 se patentó el Método de Pulsos de Choque.

Cuando era posible escuchar algo, ya era demasiado tarde. Un armador de buques Danés el Sr A.P. Moller, tenía una amarga experiencia con las bombas de descarga de sus buques tanque. En su opinión, los baleros se dañaban demasiado pronto, sin previo aviso y en el momento menos oportuno. Motivado por sus amargas experiencias decidió investigar si había algo que se pudiera hacer. Así nació SPM, del inventor Eivind Sørhoel y de un financiero emprendedor que decidió hacer algo al respecto de las fallas inesperadas.

SCHOTTEL Instalación Típica



Condición de Baleros
Vibración
Velocidad de Giro



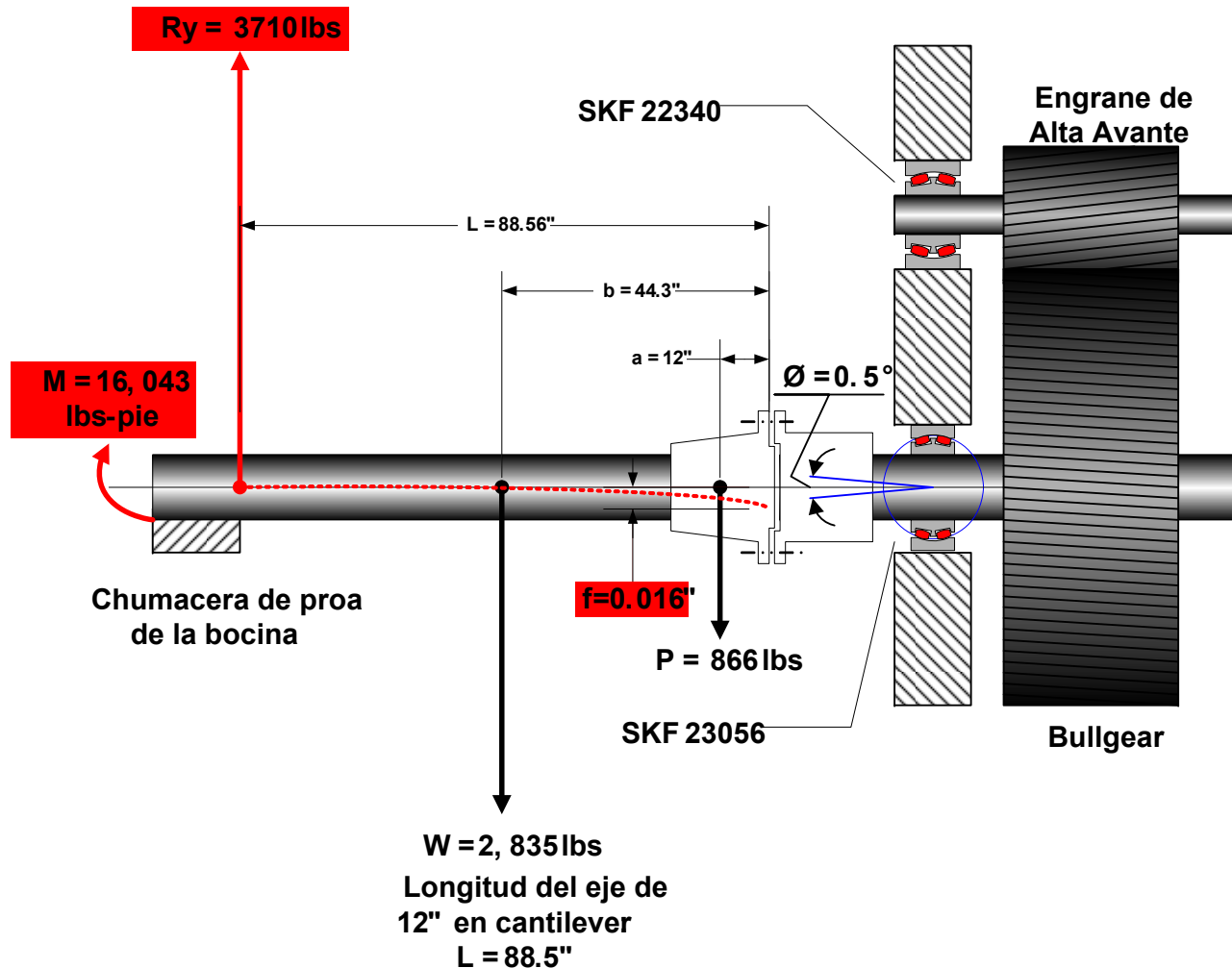


Aplicaciones Marinas:

En la transparencia se muestra una instalación típica de la prestigiada marca SCHOTTEL. En este ejemplo el motor Diesel transmite la potencia al propulsor a través de: Un Cople Flexible, Un Eje Corto apoyado en dos Chumaceras con Baleros, Un Eje Cardán, Dos Ejes Intermedios apoyados en cinco Chumaceras con Baleros, Otro Eje Cardán y un Embrague acoplado al eje de entrada del propulsor. Este es un ejemplo de instalación que requiere del monitoreo periódico de los Pulsos de Choque y de las Vibraciones Ortogonales para evitar que se produzcan fallas inadvertidas. Un solo balero que se agarrote en servicio, es suficiente o un eje Cardán que falle puede poner fuera de servicio al sistema de propulsión con altas posibilidades de que se produzcan daños secundarios en la línea de ejes.

Desde 1982 hemos diagnosticado este tipo de sistemas de propulsión, que se encuentran cada vez mayor frecuencia en México en Buques de Posicionamiento Dinámico y Remolcadores. Además de su aplicación exitosa para el mantenimiento Predictivo y Proactivo en este tipo de instalaciones, el Analizador A-30 encuentra su aplicación natural en generadores, motores eléctricos, ventiladores, compresores, bombas, turbocargadores y en todas las máquinas que giran montadas sobre baleros.

Reductora Reintjes de 3600 BHP





Diagnóstico con el Instrumento A-30: Desalineamiento.

El Ingeniero de Puerto a cargo del buque, tenía dudas en cuanto a la correcta alineación del eje de propulsión con la transmisión despues de bajar de dique. Solicitó nuestra intervención para realizar mediciones durante las Pruebas de Mar.

La gráfica muestra los componentes que se investigaron.

En las siguientes diapositivas aparecen los resultados, el diagnóstico y la corrección del desalineamiento.

Caja Reductora de Engranajes Falk de 3600 BHP

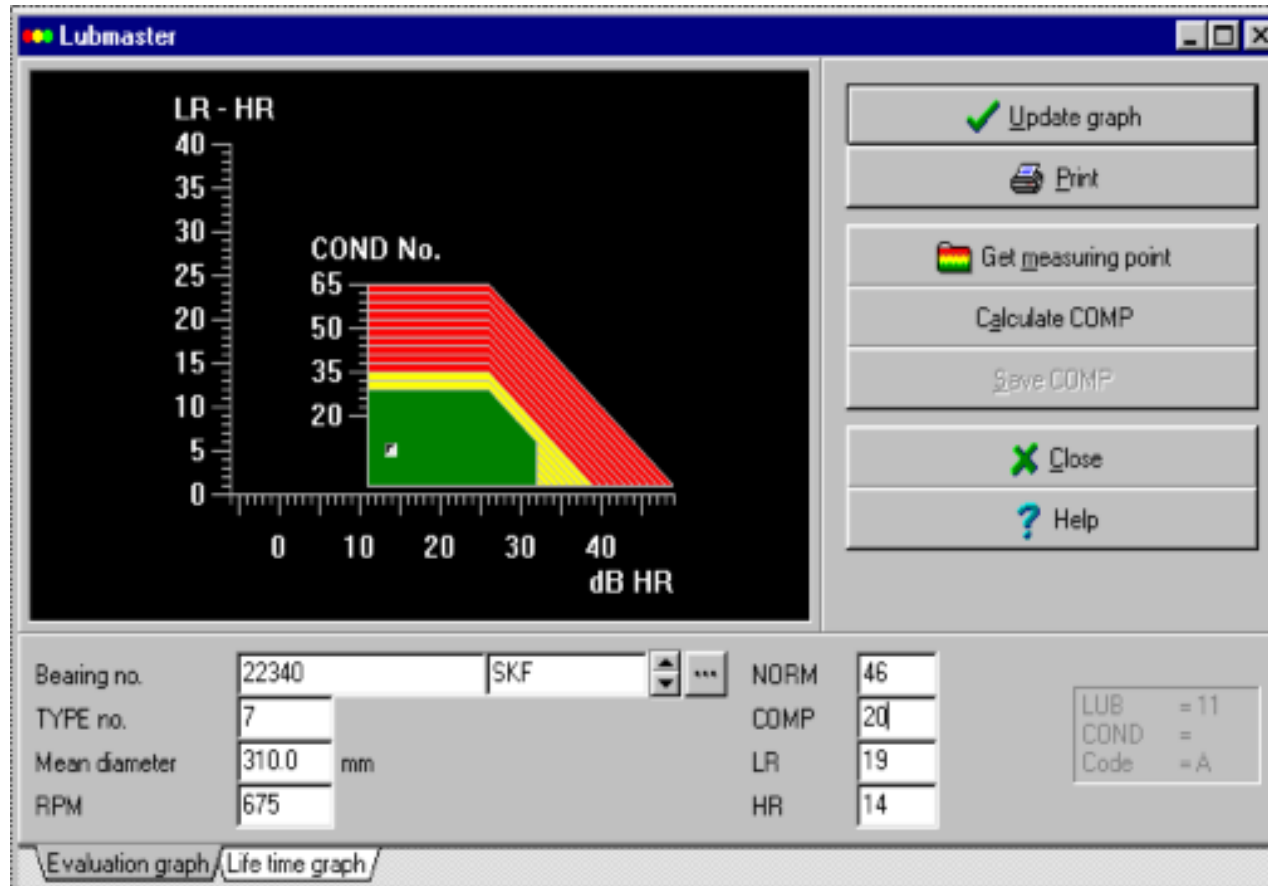


Figura 3



Interpretación:

Las gráficas se interpretan como un semáforo, en el que la zona coloreada de **verde significa normal**, la **amarilla alarma** y la **roja peligro** respectivamente.

Las condiciones de funcionamiento del rodamiento se representan por un pequeño cuadro blanco (cursor), que se puede observar en la gráfica. En su margen inferior derecho aparece una ventana con las abreviaturas, cuyo significado se describe a continuación.

LUB = Un número que identifica las condiciones de la Lubricación:

0 = Funcionamiento en seco.

1 a 4 = lubricación incompleta en baleros de rodillos.

>4 = lubricación completa en baleros de rodillos.

COND = Un número que indica el estado de las superficies de rodadura.

<30 = daño menor.

30 a 40 = Daño en aumento.

>50 Daño severo.

Code = Una letra que identifica la zona de color de la gráfica en la que se localiza el punto que define la condición del balero, a saber:

A = En Buen estado (verde).

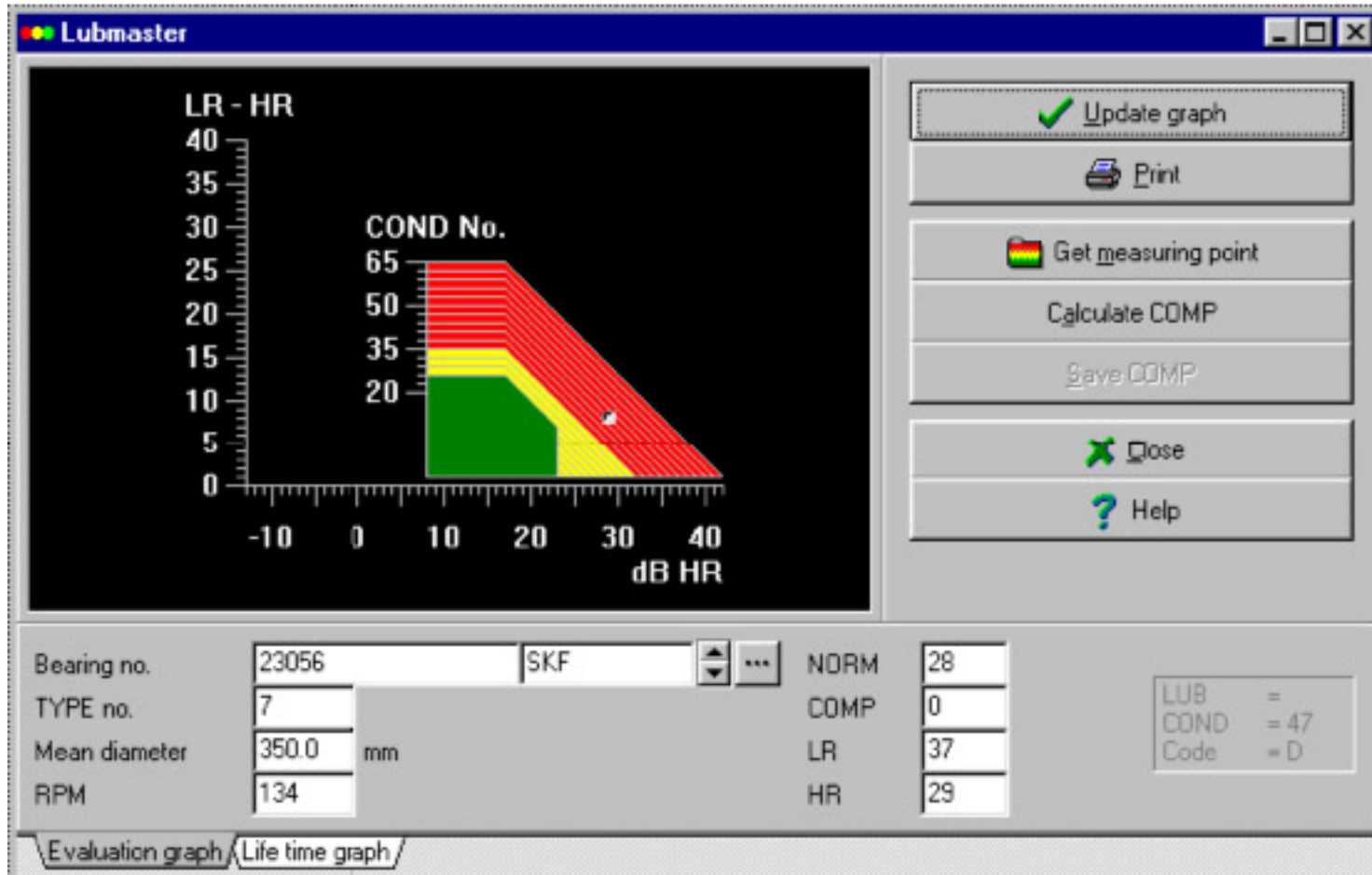
B = Funcionamiento en Seco (amarillo).

C = Principio de daño a las superficies de rodadura (amarillo).

D = Superficies de rodadura dañadas (rojo).

Diagnóstico: Como se puede deducir de la gráfica, el balero 22340 tipo 7 (clasificación de SPM), que tiene un diámetro medio de 310 milímetros y que cuando se midió su eje giraba a 675 RPM; se encuentra en buen estado (Código A), con lubricación excelente.

Diagnóstico: Desalineamiento

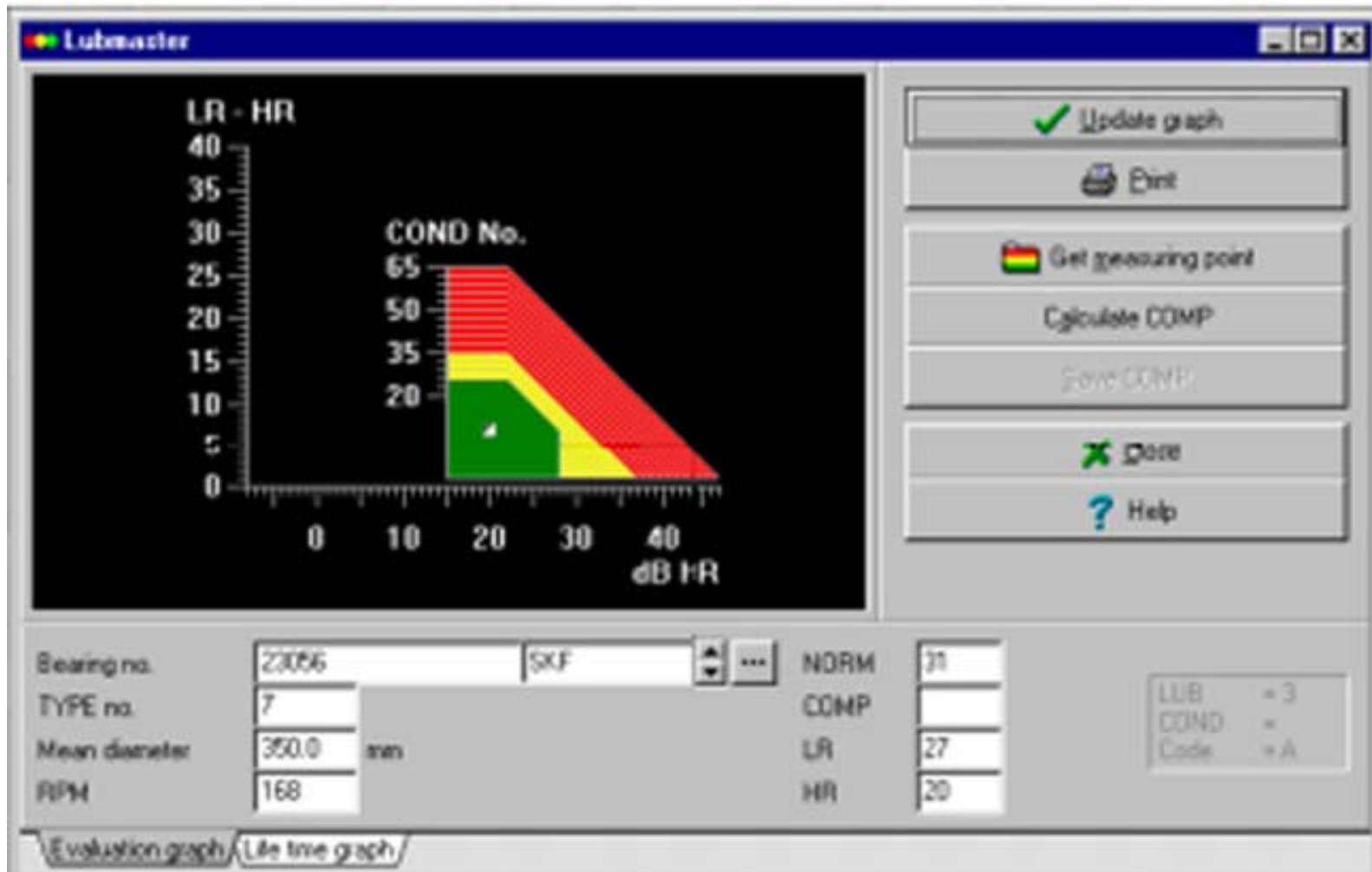


Interpretación: La gráfica se interpreta de la misma manera que la anterior.

Diagnóstico: Como se puede deducir de la gráfica, el balero 23056 tipo 7 (clasificación de SPM), tiene un diámetro medio de 310 mm. Cuando se midió su eje giraba a 134 RPM; se encuentra en mal estado (Código D), pero el número de condición COND = 47, es bajo. Como se trata de un balero autoalineante de rodillos que fue reemplazado recientemente, se sospecha de una carga dinámica excesiva por Desalineamiento.

Recomendación: Medir la alineación entre el eje de baja velocidad de la transmisión y el de cola, para determinar que acciones hay que tomar para corregir esta deficiencia. Se tomaron las lecturas y se concluyó que era necesario realinear la transmisión.

Después de Realinear



Interpretación: La gráfica se interpreta de la misma manera que las anteriores.

Diagnóstico Después de Alinear la Transmisión:

En el recuadro inferior de la extrema derecha se aprecia que el número de lubricación LUB = 3.

La condición del balero ostenta el código "A". Es decir el balero está en buen estado y su lubricación es ligeramente incompleta.

Este ejemplo demuestra lo siguiente:

El diagnóstico fué acertado.

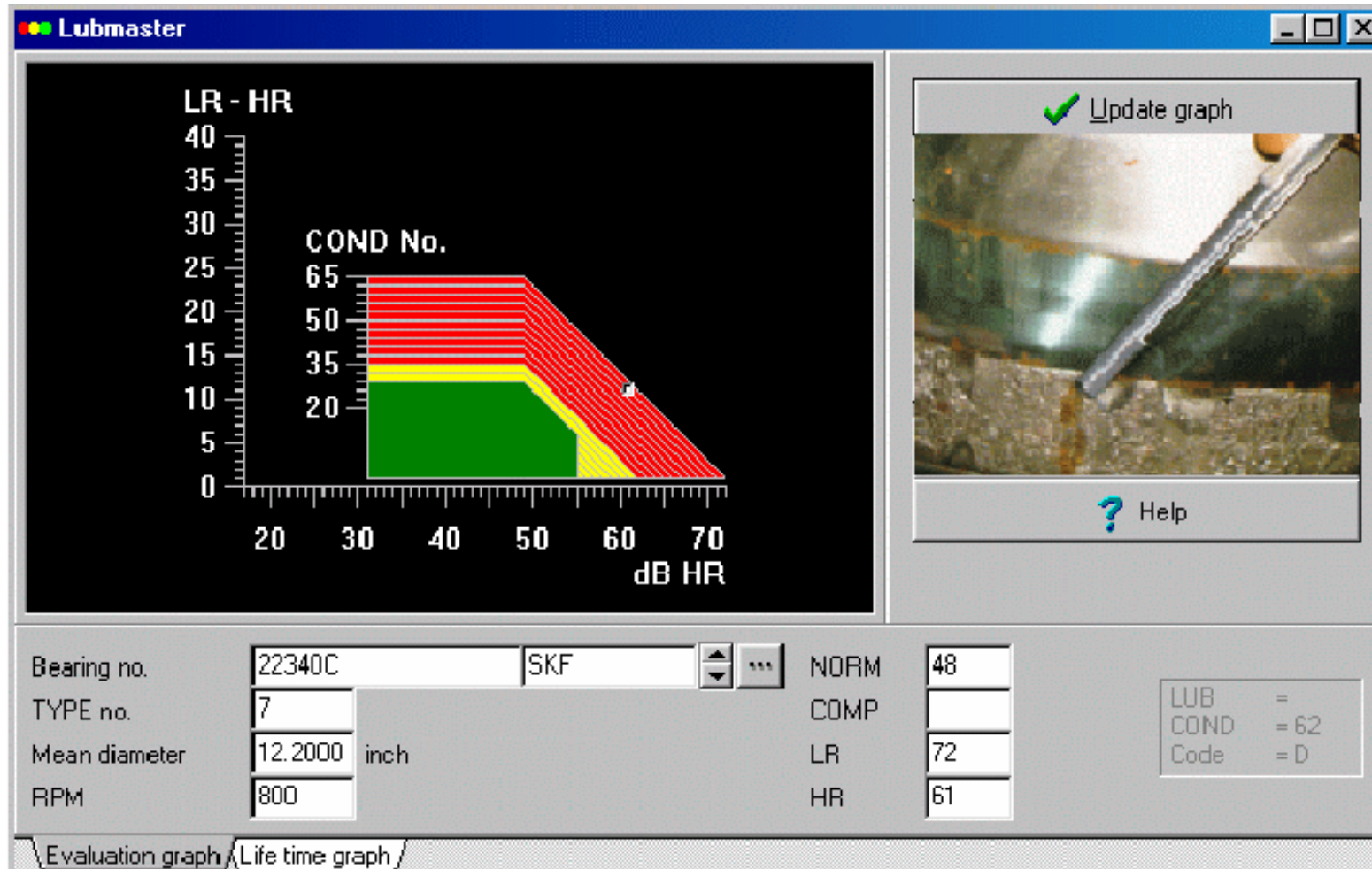
Se evitó que el balero se dañara por la carga excesiva impuesta por el desalineamiento.

No fué necesario sustituir el balero.

Se ahorró tiempo y dinero con una solución dirigida por los resultados de las mediciones realizadas.

La actitud Proactiva del Ingeniero de Puerto, el apoyo brindado por su empresa y la confianza depositada en nosotros son las claves que con la ayuda del Instrumento A-30 y el Software Condmaster de SPM permitieron resolver exitosamente esta deficiencia, a un costo mucho menor que el que hubiera resultado si el balero se hubiera dejado funcionar en condiciones de Carga Excesiva por la deficiencia de alineación.

Caja Reductora de Engranajes Reintjes de 3600 BHP





Diagnóstico del Balero 22340C:

Como se puede ver en el recuadro inferior derecho, la LUB = 0.

La condición COND = 62

El código COD = D.

Recomendación: Este balero se encuentra dañado a punto de fallar y es necesario reemplazarlo de inmediato para evitar una avería de la reductora.

Como el barco no se podía detener, el armador decidió realizar los trabajos a vuelta de viaje. De manera que se dieron algunas recomendaciones, tendientes a evitar una avería y la potencial falla catastrófica de la reductora. Se adquirieron las refacciones necesarias, se contrató a los especialistas y al regreso de viaje (operando a bajas revoluciones), se realizaron exitosamente los trabajos de reparación en un período de tiempo muy corto que no afectó al programa del barco.

En la fotografía que aparece arriba a la derecha, se muestra el desconchado de la superficie de la rodadura de la pista exterior. **El Balero estaba a punto de fallar!**

Propiedades de las Grasas

Propiedades	Aceite base	Espesante	Aditivo
Estabilidad a la oxidación	X		X
Capacidad para soportar carga			X
Resistencia a la oxidación	X	X	
Consistencia		X	
Apariencia:			
Adhesividad			X
Fibrosa		X	
Suave		X	
Bombeabilidad	X	X	
Resistencia al:			
Calor		X	
Corrosión			X
Agua	X	X	X

Selección de la Consistencia

Consistencia



Selección de la Viscosidad

Viscosidad



Alta

Baja

ISO VG 680

ISO VG 220

ISO VG 68

Velocidad:

Baja

Moderada

Alta

Carga:

Pesada

Moderada

Liviana

Utilidad:

Multipropósito

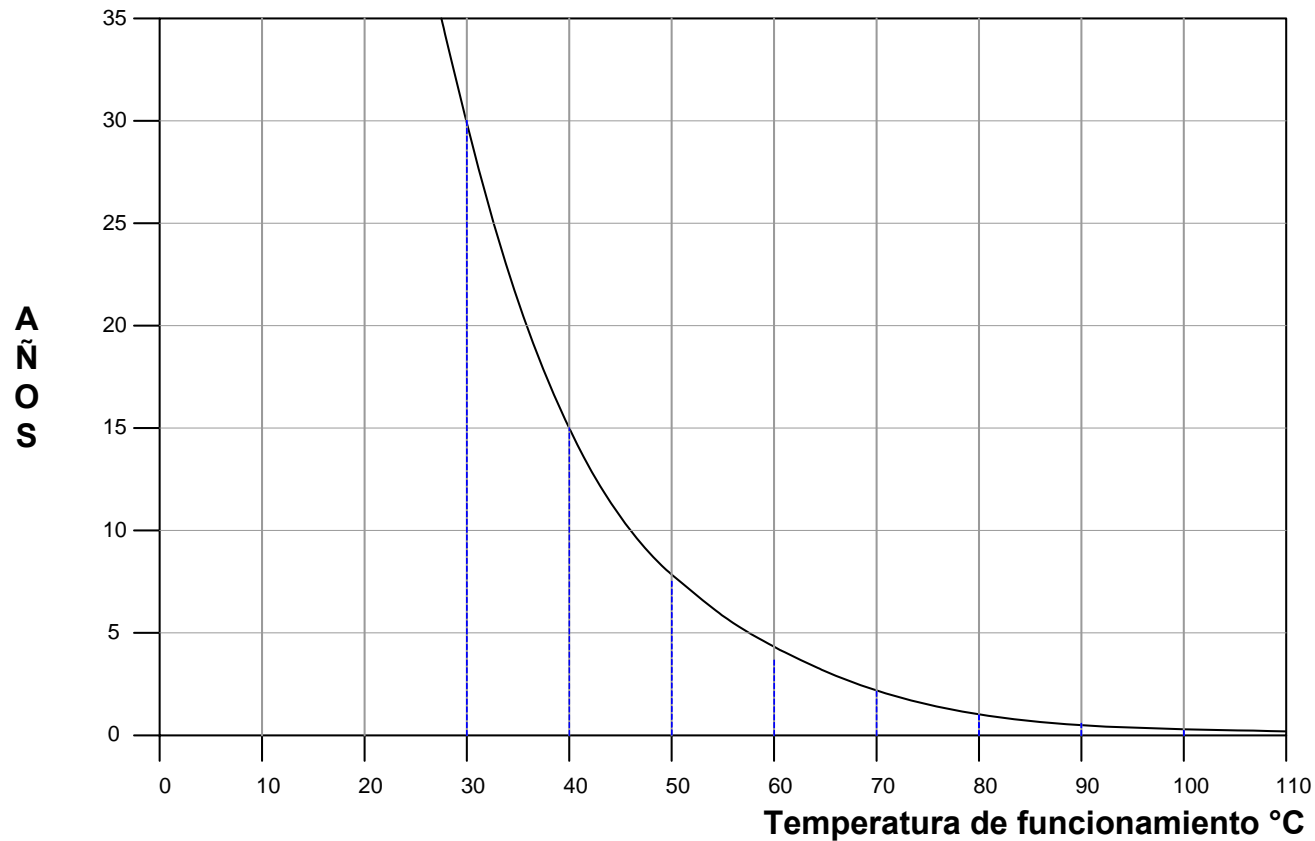
Motores
eléctricos

Clasificación por la Consistencia

Grado NLGI	Penetración ASTM 60 Golpes @ 25°C 1/10 mm
000	445 - 475
00	400 - 430
0	355 - 385
1	310 - 340
2	265 - 295
3	175 - 205
4	85 - 115

Temperatura vs Vida Útil

Vida del lubricante en función de la temperatura





Vida del Lubricante:

De la gráfica se deduce que un aceite que funciona a una temperatura de 30°C, puede durar hasta 30 años. Desde luego que esta es una situación hipotética, pues en la mayoría de las maquinas la temperatura normal de operación se sitúa entre 60° y 80°C.

El propósito de esta gráfica es para dejar clara la necesidad de relubricar en períodos de tiempo variables en función de la temperatura de operación.

Intervalos de Lubricación para Baleros de Bolas

RPM	Temperatura	Ambiente	Intervalo de engrase
100	Hasta 50°C	Limpio	6 a 12 meses
500	Hasta 65°C	Limpio	2 a 6 meses
1000	Hasta 100°C	Limpio	2 semanas a 2 meses
1500	De 100°C a 120°C	Limpio	Semanalmente
De 1500 hasta las revoluciones máximas indicadas en el catálogo	Hasta 65°C	Sucio	1 semana a 1mes
	De 65°C a 120°C	Sucio	Diariamente a cada 2 semanas
	Hasta a 120°C	Muy sucio	Diariamente a cada 2 semanas
	Hasta a 120°C	Condicones extremas	Diariamente a cada 2 semanas

Cantidad de Grasa para Lubricar los Baleros de Bolas

Diámetro del eje (pulgadas)	Gramos de grasa
1/2 - 3/4	0.5
7/8 - 1 1/3	1.7
1 1/4 - 1 1/2	2.55
1 11/16 - 1 15/16	5.4
2 - 2 7/16	7.9
2 1/2 - 2 15/16	14.2
3 - 3 7/16	28.35
3 1/2 - 4	48.2
4 3/16 - 4 15/16	85.0

Intervalos de Lubricación para Baleros de Rodillos

RPM	Temperatura	Ambiente	Intervalo de engrase
100	Hasta 51°C	Limpio	6 meses
500	Hasta 65°C	Limpio	2 meses
1000	Hasta 100°C	Limpio	2 semanas
1500	Hasta a 65°C	Sucio	1 semana a 1 mes
De 1500 hasta las revoluciones máximas indicadas en el catálogo	A más de 65°C	Sucio	Diariamente a 1 semana
	Hasta 121°C	Muy sucio	"
	Hasta 121°C	Condiciones extremas	"

Cantidad de Grasa para Lubricar Baleros de Rodillos

Diámetro del eje (pulgadas)	Gramos de grasa
1/2 - 3/4	0.5
7/8 - 1 1/3	1.7
1 1/4 - 1 1/2	2.55
1 11/16 - 1 15/16	5.4
2 - 2 7/16	7.9
2 1/2 - 2 15/16	14.2
3 - 3 7/16	28.35
3 1/2 - 4	48.2
4 3/16 - 4 15/16	85.0

Beneficios del Mantenimiento Predictivo y Proactivo

- Reducción de Fallas Catastróficas
- Reducción de Fallas Inesperadas
- Reducción de Pérdidas de Producción
- Reducción del Esfuerzo de Mantenimiento
- Incremento de la Confiabilidad



Conclusión:

Por la brevedad obligada, en este documento no se tratan muchos aspectos muy interesantes de los mantenimientos Predictivo y Proactivo, como los análisis de vibraciones ortogonales y torsionales (angulares), los métodos para medir, clasificar, reducir y controlar el desgaste, la alineación de precisión óptica por Rayo Láser, la alineación racional de motores Diesel de Dos tiempos de baja velocidad y de ejes de propulsión y los métodos de montaje de maquinaria. El autor se queda con la ilusión de que los amables lectores encuentren útil este documento que tiene el propósito de transmitir información basada en las experiencias obtenidas en la aplicación de estas técnicas para resolver problemas de la vida real durante los últimos 25 años.

Es indispensable hacer un comentario final:

El Mantenimiento lo hacen los seres humanos y por lo tanto, no existe un instrumento que de manera automática proponga la solución a un problema dado. Es el Ingeniero quien utilizando las herramientas modernas del mantenimiento, tiene que decidir las acciones correctivas que han de emprenderse con base en la información de la condición de funcionamiento de su maquinaria.

Muchas Gracias por su Tiempo!

Gracias por su Atención

- SERVINAVE es la división Marina y Offshore de bit microprecisión, sa de cv.
- Oficina Matríz: Tampico, Tamaulipas
- Tel: +52 833 215 8210
- Cel: +52 833 312 3816
- Email: tecnico@servinave.net
- Página Web: www.servinave.net