

Prácticas SKF para Celulosa y Papel

Segmento Global Celulosa y Papel SKF | N.º 21 | Agosto 2017



Mejor asegúrese de que sus rodamientos estén debidamente lubricados

Una papelería estaba experimentando fallas repetidas en los rodamientos del cilindro secador, y el único indicio era aceite oxidado y decolorado con algunos depósitos de carbono negro. Esto sugería una serie de posibles causas: sobrecalentamiento, envejecimiento demasiado rápido del aceite, mala calidad, etc. Obtuve toda la información que necesitaba sobre las condiciones de funcionamiento para un estudio técnico, pero todo parecía normal, de manera que no pude brindar una explicación de las fallas.

Durante mi siguiente visita a la papelería, vi los caudalímetros del sistema de circulación de aceite en el sótano. Los indicadores visuales estaban oscuros, pero de todas maneras era posible adivinar la posición del flotador y la escala. Los flotadores estaban entre 20 y 30, por lo que pregunté cuál era la relación entre la escala y el flujo de aceite en litros por minuto. El panel que indicaba esto faltaba, pero las personas creían que el flujo de aceite estaba entre dos y tres litros por minuto.

De hecho, resultó estar por debajo de un litro por minuto.

Los bajos caudales de aceite no son solo un problema con las máquinas viejas, también es posible encontrarlo en máquinas modernas con monitoreo de condición en línea. Recuerdo, por ejemplo, pedir ver el flujo de aceite a los cilindros secadores en la sala de control de una máquina papelería de seis años. El flujo de aceite debería haber estado entre tres y cuatro litros por minuto, pero el monitor mostraba una lectura por debajo de dos litros por minuto. Sin embargo, no había alarma y nadie ejecutaba ninguna medida correctiva.

Si bien el bajo flujo de aceite puede causar problemas, el inconveniente más común e importante que veo es la pérdida de aceite a través del montaje de sello del soporte de rodamientos. Esto suele deberse a que no es posible evacuar con rapidez suficiente el aceite a través de las tuberías de retorno sucias. Otro problema bastante común es reducir los flujos de aceite en las papelerías

durante las puestas en marcha en frío, y olvidar aumentarlos cuando la máquina está caliente.

SKF puede ayudar con las verificaciones del sistema de lubricación y proponer medidas correctivas cuando fueran necesarias. Esta edición de Prácticas SKF para Celulosa y Papel, escrita por Dana Hatton, cubre las auditorías de los sistemas de lubricación. Dana es ingeniero en nuestra división de lubricación y brinda apoyo a nuestros clientes en América del Norte. Ha trabajado en la industria desde 1965, en donde ocupó puestos en papelerías en los sectores de mantenimiento e ingeniería. Desde 1989, está con SKF especializándose en sistemas de lubricación.

Atentamente,
Philippe Gachet
 Experto sénior en aplicaciones
 Centro de competencia de aplicaciones de SKF
philippe.gachet@skf.com



Qué esperar de una auditoría de los sistemas de lubricación

En América del Norte, la amplia mayoría de las máquinas para papel, celulosa y tejidos construidas entre 1940 y 1985 han sido reacondicionadas ampliamente y fueron modificadas una, dos o incluso tres veces para 1990. Las máquinas construidas después de 1985 también fueron sometidas a los mismos tipos de mejoras una, dos o más veces para 2017.

La justificación de los propietarios de estas máquinas para gastar las grandes cantidades de capital requeridas para estos reacondicionamientos fue, y es, en la mayoría de los casos, aumentar la producción de los grados de papel que producen o hacer un mejor producto más rentable. El reacondicionamiento de una máquina suele incluir modificaciones para cambiar su velocidad, mejorar el secado del producto o ambas cosas. Se reemplazan secciones de la prensa y se mejoran con tecnología de mayor tamaño, más rápida y más nueva; se aumenta la presión de vapor en las secciones de secador; a veces se agregan secciones de secador completas; se reemplazan las campanas de las máquinas para mejorar el control de la temperatura y la humedad, y se mejoran los motores de las máquinas.

Alrededor de 1980, la industria papelera comenzó a usar términos tales como tiempo productivo y operatividad. Los operadores de estas máquinas comenzaron a apreciar mejor el hecho de que cada hora que sus máquinas no funcionaban, se perdían grandes cantidades de dinero. Así comenzó el amplio esfuerzo de la industria por entender mejor la causa de sus paradas y de sus números de mala operatividad. Comenzaron a hacer el seguimiento de las paradas causadas por problemas de mantenimiento en comparación con las paradas causadas por eventos relacionados con la producción.

Numerosas empresas se involucraron en la búsqueda de respuestas a la gran cantidad de problemas que tenían los fabricantes de papel. Los proveedores de equipos originales y las empresas de ingeniería se involucraron también. Muchos de los datos tempranos relacionados con las fallas de los equipos giratorios comenzaron a mostrarnos que la lubricación incorrecta era uno

de los mayores problemas con este tipo de equipos.

En 1989, con algunos colegas de SKF, comenzamos a hacer auditorías a estas máquinas y a los sistemas y prácticas de lubricación que se estaban usando para mantenerlas en funcionamiento. Pronto, nos resultó evidente que casi todas las máquinas para papel y tejidos que audítamos estaban funcionando de manera muy diferente del objetivo con el cual habían sido construidas. En la mayoría de los casos, habían sido reacondicionadas una o más veces con muy poca, o ninguna, consideración por los efectos que las modificaciones podrían tener sobre los requisitos de lubricación.

En un caso extremo, auditamos una máquina que estaba sufriendo desgaste extremo y fallas en los engranajes de su secador, intermedio y de transferencia. Los fabricantes de los engranajes habían investigado el problema. Se había verificado la alineación del secador. En la papelera, se estaba usando el lubricante adecuado, pero el proveedor de lubricante también evaluó la situación y no encontró la razón del problema. Luego contrataron a SKF para que hiciera una auditoría completa de la máquina y sus sistemas y procesos de lubricación. En el transcurso de la auditoría, nuestro equipo se enteró de que la papelera había agregado una sección de secador completa seis años atrás. La nueva sección de secador tenía 70 puntos de lubricación que fueron agregados al sistema de circulación de aceite existente. Cuando se puso en marcha la máquina después de este reacondicionamiento, el sistema de circulación de aceite que alimentaba muy bien a la máquina original, no se mantenía en funcionamiento. Se apagaba una y otra vez por baja presión de aceite. Las bombas de aceite originales no podían bombear suficiente aceite para satisfacer a la máquina más grande. Para mantener la máquina y el sistema de lubricación en funcionamiento, la decisión de la papelera en ese entonces, en el calor de la batalla, fue cerrar el flujo de aceite a la mitad de los puntos de lubricación que alimentaban a todos los engranajes de la máquina del lado de accionamiento, que eran los engranajes que ahora estaban fallando. Esto solucionó la situación de la baja presión, y rápida-

mente la máquina estaba en funcionamiento y produciendo papel. Pronto todos los participantes olvidaron que los engranajes estaban recibiendo solo la mitad del flujo de aceite recomendado y necesario.

Para cuando las fallas de los engranajes comenzaron a ser un problema visible, las personas que habían participado en la decisión de cortar el flujo de aceite a la mitad de los puntos de lubricación de los engranajes ya se habían jubilado o habían cambiado de trabajo. Nuestra cuadrilla, después de hallar numerosos caudalímetros de aceite cerrados del lado de accionamiento de la máquina, rastreó las líneas de lubricación conectadas a ellos hasta los puntos de lubricación de la mordedura de los engranajes inferiores. En ese momento, preguntamos por qué estaban cerrados. El técnico de lubricación de la máquina dijo: "Así estaban cuando tomé este trabajo". Su capataz solo había estado en la papelera un año o dos, por lo que no podía ayudar.

Cuando destacamos que este era un problema muy grave, y que podía ser la razón de las fallas de los engranajes, la gerencia de la papelera, en un esfuerzo por descubrir por qué los puntos de lubricación habían sido cerrados, se puso en contacto con un técnico de lubricación ya jubilado que había trabajado muchos años en esta máquina y aún vivía cerca. El comentario del técnico jubilado fue: "Después de agregar la sección seis del secador, no podíamos mantener la presión de aceite en el sistema de lubricación, entonces ustedes me dijeron que cerrara todos los puntos de mordedura de los engranajes inferiores".

Este engranaje del lado de accionamiento de la máquina está diseñado para tener un punto de lubricación en el engranaje del secador superior y otro en el fondo, en donde se conectan el engranaje del secador inferior y el engranaje de transferencia. En la papelera, habían cortado el flujo hacia todas las mordeduras de engranajes inferiores. Solo podemos suponer que pensaron que el aceite al engranaje superior bajaría hasta todos los demás engranajes. Cada punto de lubricación de mordedura de engranajes debería haber estado recibiendo 1,75 litros por minuto de aceite.



Fig. 1: Desgaste grave en los dientes del engranaje

Los requisitos de aceite para estos 70 nuevos puntos que agregaron resultaron ser 110 litros por minuto. Cuando se necesitó ese flujo adicional, el sistema de aceite no pudo suministrarlo a la presión necesaria para satisfacer los requisitos de presión del sistema. La solución de la papelera, en ese momento, fue retirar el flujo de aceite que iba hacia todos los engranajes inferiores del secador. Después de cerrar aproximadamente 90 litros de aceite a esos engranajes, el sistema de aceite volvió a funcionar. Pudieron fabricar papel y todos estuvieron felices hasta que los engranajes comenzaron a desgastarse de manera prematura (ver figura 1).

Menciono este incidente porque es un muy buen ejemplo de la planificación de un reacondicionamiento de una máquina papelera por parte de sus propietarios sin pensar en el efecto que puede tener sobre la lubricación. La mayoría de los problemas hallados durante las auditorías a las máquinas papeleras más antiguas se relaciona con la manera diferente de instalar o construir las cosas al momento de la construcción de los sistemas más antiguos. A lo largo de los años, los caudales de aceite recomendados para numerosos rodamientos han aumen-

tado. Además, los requisitos de lubricación de los engranajes de las máquinas han cambiado. No solo aumentaron los caudales, sino que descubrimos que las papeleras debían convertir sus máquinas para usar aceites más viscosos. Las máquinas que estaban usando aceite ISO 150 están usando ISO 220 o 320 en su mayoría en la actualidad. Estas dos cosas, la necesidad de más aceite y de aceite más viscoso, crearon la necesidad de puertos de drenaje más grandes en los soportes para rodamientos y las cajas de engranajes, así como la necesidad de tuberías más grandes con mejor inclinación en el sistema de drenaje de aceite.

Los problemas identificados durante las auditorías no siempre se relacionaban con los equipos. Un problema común que aún encontramos en la actualidad en América del Norte es la falta de capacitación de los técnicos en lubricación, que manejan el proceso de lubricación de estas máquinas. Muchos están bien capacitados en el trabajo con lubricantes, su manejo adecuado y en mantenerlos limpios, pero tienen poca o ninguna capacitación en los sistemas (los sistemas de circulación centralizada de aceite y de engrasado centralizado) que suministran los lubri-

cantes a las máquinas. Muchas de estas personas recibieron una semana o menos de capacitación a cargo de la persona a la que reemplazaron. La mayoría desconoce cómo usar los sistemas de suministro de lubricantes para maximizar su potencial.

La mayoría de los problemas hallados cuando comenzamos a realizar estas auditorías en 1989 eran:

- 1 Mal control de presión y temperatura de los sistemas de circulación de aceite.
- 2 Falta de comprensión del daño que pueden causar el agua y el aire en el aceite.
- 3 Conocimiento limitado de los caudales de aceite o cantidades de grasa requeridos en diversos rodamientos.
- 4 Poco reconocimiento o comprensión de los sistemas de engrasado centralizado.
- 5 Amplio uso de filtrado de calidad inferior.
- 6 Uso de indicadores visuales que no indicaban el caudal de aceite o indicaban caudales de aceite incorrectos.
- 7 Pérdidas de aceite que estaban causando problemas ambientales, de seguridad y de contaminación de producto.
- 8 Capacitación limitada de las personas que mantenían los equipos y procesos de lubricación.



Fig. 2: Antiguos indicadores visuales para monitorear el flujo de aceite en máquinas más antiguas. Algunas veces encontrados aún durante las auditorías, suelen tener pérdidas grandes, por eso la bandeja colectora. En la actualidad, SKF cuenta con tecnología mucho mejor para monitoreo de flujo, alarmas y tendencias.

Dentro de la industria de la celulosa y el papel, al menos en América del Norte, algunas cosas han mejorado desde 1989. La mayor parte de las papeleras tiene ahora un Gerente de confiabilidad y personal, o al menos un ingeniero, cuyo enfoque primario es investigar los problemas que causan fallas repetitivas. Sin embargo, si bien estas personas están bien informadas en el uso y cuidado de lubricantes, muchos aún no entienden el equipo que los suministra a sus máquinas de papel y tejidos.

Una vez que nuestros clientes entienden totalmente lo que una auditoría de lubricación de una máquina de papel, tejido o celulosa puede hacer por ellos, están ansiosos por programar una. La motivación para hacer una auditoría puede estar relacionada con un próximo reacondicionamiento, puede deberse a que tienen una cantidad inusual de fallas en rodamientos o simplemente a que la máquina pierde demasiado aceite. Hemos hecho, en algunos casos, auditorías para investigar para el cliente e informarle si sus técnicos de lubricación están haciendo correctamente sus trabajos en la máquina papelería. Algunas veces usamos el seguimiento de la auditoría como oportunidad para capacitar al personal de la papelería en

los sistemas que tienen o para cubrir las debilidades halladas.

Normalmente, programamos nuestras auditorías de manera que incluyan al menos un día en el que la máquina papelería esté parada durante, al menos, seis a ocho horas. Lo hacemos porque suele haber cosas que no podemos inspeccionar de manera segura si está funcionando. Un programa que nos da un día para observar la máquina funcionando normalmente antes de una parada, verla durante una parada y luego observar cuando se vuelve a poner en marcha resulta muy útil. La mayoría de las máquinas pueden hacerse en tres o cuatro días en la papelería si las cosas van bien.

Preferimos comenzar una auditoría con una reunión de lanzamiento con el personal clave del cliente. Podría ser un gerente de proyecto, un gerente de producción, un gerente de mantenimiento, un gerente de confiabilidad, técnicos de lubricación, un ingeniero de confiabilidad y, en algunos casos, el gerente de la papelería. Nuestros objetivos en esta reunión son asegurarnos de entender las metas y expectativas del cliente con respecto a la auditoría. Usamos el tiempo para hacer preguntas clave para enterarnos de cuáles son, a su entender, los

principales problemas, cómo tienen organizado el tiempo para arreglar las cosas y cuáles son los planes futuros de la papelería para la máquina. En algunos casos, hemos estado en reuniones con un equipo preocupado por la tasa de fallas de los rodamientos, y nos enteramos de que esas personas no sabían que el gerente de ingeniería estaba investigando el costo de aumentar la presión de vapor en las secciones de secador. Una mayor presión de vapor aumentaría significativamente las necesidades de lubricación de la máquina. Cuanto más sepamos de la situación presente y futura, más útil resultará nuestro informe de auditoría para el cliente ahora y en el futuro.

Mientras estamos con personas clave, intentamos obtener información sobre el rango de velocidad de la máquina, su presión de vapor, el aislamiento del eje del secador y la condición de las válvulas de control de presión de vapor. Estas personas deberían conocer esa información, pero no siempre es así. Nuestro equipo ha aprendido que debe ser cuidadoso con la fuente de esta información. Algunas personas que deberían saber, no saben, y pueden darnos información equivocada. También nos aseguramos de que se nos otorgue un permiso de



Fig. 3: Ejemplo de separadores de placa internos hallados en algunos depósitos de aceite nuevos de SKF para mejorar la remoción de agua y aire

cámara. Las fotografías nos ayudan días más tarde, cuando estamos redactando el informe de auditoría y necesitamos refrescar nuestros recuerdos de lo que vimos. También son necesarias para insertarlas en nuestro informe y ayudar a nuestros clientes a entender los puntos clave y ver las cosas específicas que hallamos.

Después de la reunión de lanzamiento, uno de los primeros pasos es entender y verificar todos los puntos de lubricación de la máquina. Recopilamos información sobre los rodamientos y podemos enviar esa información junto con la velocidad de la máquina, el diámetro del rodillo, la viscosidad del aceite, el aislamiento del eje, etc., a un miembro del equipo en la oficina, que calculará los flujos de aceite requeridos en función de las expectativas de la auditoría. Podría ser que calculemos las necesidades de la máquina en el estado en que se encuentra en ese momento y, de nuevo, para lo que serán los caudales si se hace algún reacondicionamiento a la máquina.

Hay mucha información documentada que esperamos reunir. Necesitamos obtener los planos de vista en elevación y en planta, así como los planos de tuberías que pudieran existir que muestren las tuberías de

lubricación presentes. Estos se usan para documentar la exactitud, buscando lugares en donde la máquina haya sido modificada a lo largo de los años o no haya sido instalada según el diseño. Buscamos manuales técnicos de sistemas de aceite y grasa existentes, informes sobre fallas de rodamientos, inspecciones de engranajes, análisis de muestras de aceite, uso de aceite y otros documentos que pudieran relacionarse con los problemas existentes o pasados de la máquina. Generalmente solicitamos que en la papelera se reúna esta información antes de nuestra llegada a la planta. Sin embargo, en el 50% de los casos, debemos buscarla nosotros mismos. Saber cómo manejarlos con los archivos de los departamentos de ingeniería y mantenimiento ha sido un gran beneficio.

Contamos y recopilamos información en todos los caudalímetros y comparamos ese número con el número de puntos de lubricación que entendemos tiene la máquina. Algunas veces, encontraremos medidores cerrados, faltantes o recientemente agregados. Si encontramos más medidores activos de los que suponemos con rodamientos y engranajes, debemos hallar a qué prestan servicio estos medidores. Inspeccionamos la

condición y, si es posible, la exactitud de los caudalímetros de aceite existentes. Miramos de cerca la forma en que están montados los caudalímetros en la máquina y dónde están montados (ver **figura 2**). En algunas ocasiones, un sistema puede mejorarse o hacerse más seguro para los trabajadores simplemente moviendo los caudalímetros de aceite.

Es importante recopilar información sobre el (los) depósito(s) de aceite existente(s). Normalmente, no inspeccionamos los datos internos, por lo que encontrar planos o informes de inspecciones pasadas puede resultar muy útil. Si podemos, abriremos las tapas de inspección y advertiremos la condición de las partes por encima del nivel de aceite. Medimos su tamaño de manera de poder calcular el volumen de trabajo que contendrán. Si son antiguas y no tienen características internas especiales, podemos compararlas con los antiguos estándares TAPPI que se usaron durante tantos años. Sabemos ahora que esos estándares pueden mejorarse mucho con la nueva tecnología de depósitos (ver **figura 3**).

Inspeccionamos y registramos la marca y el modelo de cada componente del sistema al que podemos llegar de manera segura.



Fig. 4: Ejemplo de longitudes de tubo extremadamente largas entre caudalímetros y puntos de lubricación

Esto incluye bombas de aceite, motores, filtros, intercambiadores de calor, calentadores de aceite, válvulas, instrumentos, etc. En algunos casos, estos datos se analizarán luego con los fabricantes para averiguar sobre la capacidad. El volumen de la bomba y la velocidad y los caballos de fuerza del motor son fundamentales para entender la capacidad de cualquier sistema. Estamos intentando saber la capacidad existente de este equipo para compararla con las necesidades de la máquina en el presente y en el futuro. Estamos buscando uno o más componentes que puedan ser el factor limitante en el sistema. Si las bombas y motores pueden suministrar 100 litros por minuto, pero el diseño nominal de los filtros de aceite es 50, los filtros se reconocen como un cuello de botella en el sistema.

Deben verificarse todas las tuberías del sistema, tanto las de suministro como las de drenaje. No inspeccionamos el interior de esas tuberías, pero nos interesan los informes que el cliente pueda tener de inspecciones internas anteriores, lavados del sistema o proyectos en los que estas tuberías hubieran sido abiertas e inspeccionadas. Si tenemos la oportunidad de ver algunas de las tuberías abiertas mientras estamos en el

sitio, intentamos inspeccionar y documentar la condición. Si las tuberías son de acero al carbono, podemos suponer que se puede sospechar la presencia de corrosión interna y de acumulación en las líneas de drenaje, que pueden restringir el flujo de aceite que se drena de regreso al depósito. En la mayoría de los casos, se recomiendan tuberías de acero inoxidable, en particular para los cabezales de drenaje principales. Tomamos nota del tamaño de las tuberías existentes y hacemos esquemas de manera de poder hacer luego cálculos de flujo para identificar las zonas en las que las tuberías no están correctamente dimensionadas. Las tuberías de suministro pueden estar sobredimensionadas en algunos casos, lo que lleva a que el aceite se mueva tan lento que se enfría demasiado antes de llegar a los puntos de lubricación. También verificamos la inclinación de los cabezales de drenaje. Si el tamaño de la tubería es marginal y la inclinación es inferior a nuestro estándar, probablemente recomendaremos reemplazarla o hacer algunas mejoras.

Entre los caudalímetros de aceite y los puntos de lubricación suelen usarse tubos. Se inspeccionan su material de construcción, tamaño y condición externa. Inspeccionamos

para detectar signos de fisuras por corrosión por esfuerzo en donde es posible y verificamos el largo de los tubos promedio y si están bien instalados (ver **figura 4**). El tamaño del tubo de suministro es importante para entender cuál debe ser la presión de funcionamiento de un sistema de aceite. Si tenemos que recomendar mayores flujos de aceite para una máquina, quizás tengamos que informar que la presión de funcionamiento del aceite del sistema debe aumentarse, o que los tubos de suministro deben ser más grandes, o quizás ambas cosas sean necesarias.

Siempre hemos considerado que los soportes para rodamientos y las cajas de engranajes del lado de accionamiento son una parte del sistema, que debe observarse e incluirse en nuestra auditoría. Hacemos esto porque los puertos de drenaje de aceite en estas partes de la máquina han sido subdimensionados y son un factor limitante para el flujo de aceite en máquinas más antiguas. Además, los tubos de drenaje individuales entre estos puertos y los cabezales de drenaje principales también solían estar subdimensionados. Estas son algunas de las cosas que miramos de cerca.

La mayoría de los que realizamos auditorías de lubricación de máquinas para SKF intentamos llegar a nuestras propias conclusiones preliminares antes de permitir que demasiadas personas nos digan qué es lo que piensan que está mal. Sin embargo, es importante hacer las mismas preguntas a diferentes personas, para detectar los puntos de acuerdo y desacuerdo, y hacer el seguimiento cuando hay una diferencia de opinión. También es importante detectar signos de inseguridad en las respuestas de las personas. Una pequeña pieza de información exacta puede ser muy importante para que nuestra información sea correcta. Se puede aprender mucho de una charla con el mecánico correcto o la persona que recopila los datos de vibración, por ejemplo. Hemos aprendido a buscar las personas con conocimiento durante el trabajo de campo de la auditoría.

Durante muchos años, SKF ha estado conformando su fuerza de trabajo con personas con experiencia práctica, así como conocimiento técnico sobre rodamientos, engranajes, tuberías, diseño y montaje de máquinas papeleras. Todos son necesarios para realizar debidamente las auditorías. Pocas personas que trabajan directamente para la industria papelera tienen la oportunidad de adquirir la experiencia para realizar auditorías de lubricación de máquinas de elaboración de papel. No han tenido la oportunidad de reunir el conocimiento necesario de lubricación, sistemas de lubricación y cómo deben trabajar juntos para brindar confiabilidad.

Los clientes no deben confundir una auditoría con el diseño y los planos de tuberías. En numerosas ocasiones, una auditoría indicará que se requieren algún trabajo de diseño nuevo y planos, así como la auditoría puede indicar que se requieren tuberías de drenaje mayores. Si bien el diseño y los planos de los nuevos sistemas de lubricación son algo que SKF puede brindar, no son parte de una auditoría de máquinas papele- ras típica.

El informe de auditoría puede incluir recomendaciones de SKF para un plan plurianual para hacer las mejoras necesarias en varios años si el cliente así lo solicita con anticipación. Este plan le brinda una opinión experimentada sobre las partes del proyecto que deben realizarse en primer lugar, segundo, tercero y así sucesivamente. Muchos clientes solicitan una auditoría antes de pedir su primera ronda de financiación de capital. Una vez que se emite un informe de auditoría, un

cliente puede tener fácilmente una estimación en un rango de $\pm 50\%$ de cuál es la primera etapa típica que, de la mayoría de los proyectos de capital de la empresa de celulosa y papel, debe tener en cuenta su directorio. Si siguen la auditoría haciendo que SKF diseñe/dibuje las modificaciones necesarias a los sistemas de lubricación, su contratista local puede usar los planos para darle a la papelería un costo exacto de la mano de obra y los materiales para los cambios requeridos, de manera que puedan llegar al número final $\pm 10\%$ que la mayoría de los proyectos de capital requieren antes de obtener la aprobación final.

El proceso de auditoría debe comenzarse lo antes posible. Puede llevar varias semanas hacer coincidir el momento en que alguien de nuestro personal puede estar en la papelería con la misma semana en que habrá una parada corta. El viaje y el trabajo de campo para recopilar datos tomarán de cinco a siete días. Una vez de vuelta en la oficina para comenzar nuestros cálculos/llamar a los fabricantes de equipos, etc., y redactar el informe, podemos necesitar de cuatro a seis semanas. Los informes rara vez tienen menos de 50 páginas y algunas veces tienen hasta 100 páginas de largo, ya que nos esforzamos por brindar a los clientes el mayor detalle posible.



Saludos cordiales,
Dana Hatton
Ingeniero de aplicaciones
Celulosa y papel
SKF USA Inc.
dana.hatton@skf.com



skf.com

© SKF es una marca registrada del Grupo SKF.

© Grupo SKF 2017
El contenido de esta publicación es propiedad de los editores y no puede reproducirse (incluso parcialmente) sin autorización previa por escrito. Se ha tenido el máximo cuidado para garantizar la exactitud de la información contenida en esta publicación, pero no se acepta ninguna responsabilidad por pérdidas o daños, ya sean directos, indirectos o consecuentes, que se produzcan como resultado del uso de dicha información.

PUB 72/S9 11147/20 ES · Noviembre 2017