

Curso abierto teórico - práctico

# BUENAS PRÁCTICAS EN LUBRICACIÓN Y CONFIABILIDAD

Certificación Categoría I CTICTP01-30 (opcional)  
Intensidad: 30 horas  
Con prácticas en el laboratorio SIPRALUB  
COLOMBIA

**Ingenieros de IL**  
**Lubricación S.A.S**  
*Lubricación centrada en confiabilidad*



## OBJETIVOS

- Estudiar la lubricación y la tribología con base en la fricción, desgaste y lubricación, dentro de la filosofía de la Lubricación Centrada en la Confiabilidad.
- Proyectar la lubricación al logro de la confiabilidad y disponibilidad de las máquinas.
- Selección correcta de lubricantes.
- Desarrollar los conceptos teóricos en la práctica para asegurarlos y volverlos una herramienta productiva.
- Corroborar en la práctica qué sucede cuando se utilizan aceites incorrectos.
- Corroborar en la práctica qué sucede cuando se sobre lubrican con grasa los rodamientos de las máquinas.
- Asegurar la filosofía de utilizar lubricantes limpios en los equipos rotativos.



## CERTIFICACIÓN TRIBOS CAT. I CTICTP01-30 (OPCIONAL)

Los estudiantes que participen en el curso BUENAS PRACTICAS EN LUBRICACION Y CONFIABILIDAD, Categoría I, pueden presentar la certificación Tribos Categoría I CTICTP01-30. Esta certificación es

opcional y se presenta al final del curso; cuenta con 100 preguntas que se deben responder en 2 horas.



## METODOLOGÍA PARA PRESENTAR LA CERTIFICACIÓN TRIBOS CAT. I CTICTP01-30

La siguiente es la metodología que se debe tener en cuenta para presentar la Certificación TRIBOS Categoría I CTICTP01-30:

- Asistir al curso.
- Al final del curso presentar el examen de certificación Tribos Categoría I CTICTP01-30. (opcional).
- Transcurridos 15 días hábiles, se le enviará a quien presentó y aprobó el examen con una calificación mínima del 80% la respectiva certificación válida por 5 años.
- El valor de la certificación es adicional al que se paga para asistir al curso.



## CONTENIDO

**Primer día - Clase teórica**  
**Intensidad 5 horas**

1. Inversión, rentabilidad e innovación tecnológica en la productividad de las máquinas.

2. Vida a la fatiga, disponible y esperada. Factores negativos que afectan la Vida disponible y cómo controlarlos o eliminarlos.
3. La tribología como herramienta efectiva y eficaz en la confiabilidad de las máquinas.
4. Fricción, definición, tipos: metal-metal, sólida, mixta, fluida. Coeficientes de fricción.
5. Eficiencia y energía pérdida por fricción en mecanismos de máquinas.
6. Lubricación, definición, tipos límite, hidrodinámica, elastohidrodinámica.
7. Película lubricante, características, capas que la constituyen e influencia del torque, velocidad, temperatura y rugosidad ISO 468 en su formación y espesor.
8. Lubricantes: Clase: mineral, sintético, vegetal; Tipos: aceite, grasa y sólido; Categoría: H1, H2 y H3; Base lubricante: Grupo I, II, III, IV; Aditivos metálicos AW y EP 1, EP 2, EP 3 y EP 4; aditivos para reforzar las propiedades físico-químicas de la base lubricante.
9. Desgaste normal, anormal y falla por adhesión, fatiga superficial, erosión, abrasión y corrosión.

**Primer día - Clase Práctica en el Simulador de Prácticas en Lubricación, SIPRALUB  
Intensidad 5 horas**

1. Identificar los sistemas tribológicos (ST) en los mecanismos lubricados en una Turbina y en un Molino.
2. Poner en operación la Turbina y el Molino a la velocidad y torque máximos e identificar en los mecanismos lubricados condiciones de fricción metal-metal, sólida, mixta y fluida.
3. Calcular el torque en el eje de la Turbina y del Molino para velocidades nominales del motor eléctrico del 25%, 50%, 75% y 100% bajo condición de torque máximo.
4. Calcular el consumo de energía por fricción en kw en los rodamientos y engranajes del reductor de velocidad de la Turbina y del Molino y en los rodamientos de la Turbina para las condiciones de máxima velocidad y torque.
5. Identificar condiciones de lubricación límite, elastohidrodinámica e hidrodinámica en los mecanismos lubricados del Molino y de la Turbina bajo condiciones de máxima velocidad y torque.

6. Poner en operación la Turbina y el Molino e identificar en los mecanismos de cada componente en cuáles se presentan condiciones de desgaste normal adhesivo, fatiga superficial, erosivo, abrasivo y corrosivo, bajo condiciones de velocidad y torque máximos y cuál o cuáles mecanismos de estas dos máquinas están más propensos a la falla por fatiga superficial.
7. Evaluación de conocimientos.

**Segundo día - Clase teórica  
Intensidad 5 horas**

1. Unidades de medida de la viscosidad, equivalencias.
2. Sistemas de clasificación de los aceites y grasas. Grado ISO de un aceite industrial; Grado SAE y API de aceites para MCI, transmisiones y diferenciales. Grado NLGI de la grasa para mecanismos industriales y automotrices.
3. Equivalencias entre los diferentes sistemas de clasificación de la viscosidad.
4. Selección de los aceites Industriales ISO y automotrices SAE y API y grasas NLGI.
5. Aspectos a tener en cuenta al comprar lubricantes.
6. Mezclas de aceites, cuándo y cómo hacerlo.
7. Indicador del nivel de aceite, venteo, válvula de drenaje, indicador de temperatura, punto de muestreo y rótulo de lubricación, características, selección y ubicación.
8. Frecuencia de cambio de aceites ISO y SAE y cómo extender su vida de servicio.
9. Cantidad de grasa que se le debe aplicar a los rodamientos lubricados por grasa empacada y por grasera.
10. Frecuencia de reengrase de rodamientos lubricados por grasera y por grasa empacada y cómo extender los intervalos de reengrase y de cambio de la grasa.
11. Sistemas y métodos de lubricación.
12. Rótulos de lubricación, diseño y código de colores de acuerdo a la clase, tipo, categoría y clasificación del lubricante.
13. Cuarto de lubricantes: Diseño, especificaciones; Recibo de lubricantes nuevos; Almacenamiento, manejo y aplicación.

14. Aceiteras, pistolas engrasadoras, carro de lubricantes y herramientas para lubricación.

**Segundo día - Clase Práctica en el Simulador de Prácticas en Lubricación, SIPRALUB**  
**Intensidad 5 horas**

1. Seleccionar el aceite para el reductor de velocidad del Molino para una velocidad en el eje de salida del 100%, torque máximo y temperatura ambiente de 28°C. El fabricante del Molino recomienda para una temperatura ambiente entre 25°C y 33°C un aceite de 15°E a 50°C con un IV de 160, con aditivos metálicos de una capacidad de carga en la prueba de 4 bolas, ASTM D2783 de 240 kgf. Especificar la clase, mineral, sintético o vegetal; la categoría: H1, H2 o H3; la base lubricante, Grupo I, II, III, IV; los aditivos metálicos AW o EP 1, EP 2, EP 3 y EP 4 y el grado ISO del aceite que se debe utilizar.
2. Lubricar bajo las mismas condiciones de operación, el reductor de velocidad del Molino con el aceite seleccionado. Luego de 15 minutos de estar operando, tomar valores de vibración en mm/s y la temperatura en el carter.
3. Cambiar el aceite del reductor de velocidad del Molino, por otro de un grado ISO mayor y luego por otro de un grado ISO menor. Esperar mínimo 15 minutos en cada caso y tomar valores de vibración en mm/s y de la temperatura en el carter. Comparar resultados y sacar conclusiones acerca de las vibraciones, la temperatura del aceite en el carter, consumo de energía por fricción y qué tipo de desgaste anormal o falla se puede presentar en los mecanismos del reductor de velocidad al utilizar aceites de grado ISO incorrectos.
4. Seleccionar el aceite para el reductor de velocidad de la Turbina para una condición operacional del motor eléctrico del 100% de la velocidad nominal y una temperatura ambiente de 28°C. El fabricante de la Turbina recomienda para una temperatura ambiente entre 27°C y 36°C un aceite de 6°E a 50°C con un IV de 110, con aditivos metálicos de una capacidad de carga en la prueba de 4 bolas, ASTM D2783 de 90 kgf. Especificar la clase, mineral, sintético o vegetal; la categoría: H1, H2 o H3; la base lubricante, Grupo I, II, III, IV; los aditivos metálicos AW o EP 1, EP 2, EP 3 y EP 4 y el grado ISO del aceite que se debe utilizar.
5. Lubricar el reductor de velocidad de la Turbina con el aceite seleccionado. Luego de 15 minutos de estar operando tomar valores de vibración en mm/s y la temperatura del aceite en el carter.
6. Cambiar el aceite del reductor de velocidad de

la Turbina, por otro de un grado ISO mayor y luego por otro de un grado ISO menor. Esperar mínimo 15 minutos en cada caso, y tomar valores de vibración en mm/s y de la temperatura en el carter. Comparar resultados y sacar conclusiones acerca de las vibraciones, la temperatura del aceite en el carter, consumo de energía por fricción y tipo de desgaste anormal o falla que se puede presentar en los mecanismos del reductor de velocidad al utilizar aceites de grado ISO incorrectos.

7. Seleccionar la grasa para las chumaceras del tambor del Molino a la velocidad nominal del motor eléctrico y con el máximo torque. Especificar la clase, mineral, sintética o vegetal; la categoría: H1, H2 o H3; la base lubricante Grupo I, II, III, IV del aceite base de la grasas; los aditivos metálicos AW o EP 1, EP 2, EP 3 y EP 4, el punto de goteo, el factor de giro y el grado NLGI de la grasa que se debe utilizar.
8. Determinar la cantidad de grasa que se le debe aplicar a las chumaceras del Molino para la velocidad y torque máximo de operación.
9. Lubricar las chumaceras del Molino con la grasa seleccionada y la cantidad requerida para la velocidad y torque máximo de operación.
10. Poner en operación la Turbina y el Molino; tomar los valores de vibración en mm/s en las chumaceras de la Turbina y del Molino al 100% de la velocidad nominal y torque máximo y determinar cuál de ellas al lubricarla con aceite o con grasa está más propensa a un desgaste anormal o falla por fatiga superficial o por adhesión.
11. Llenar con grasa totalmente las chumaceras del Molino, ponerlo en operación a la velocidad y torque máximos; esperar 15 minutos, tomar vibraciones en mm/s y temperatura en la zona de fricción de los rodamientos. Comparar resultados con respecto a la cantidad de grasa normal y sacar conclusiones acerca de lo que sucede cuando se sobre lubrican con grasa los rodamientos.
12. Evaluación de conocimientos.

**Tercer día - Clase teórica**  
**Intensidad 5 horas**

1. Conceptos básicos de vibraciones. Vibración normal y falla en los rodamientos de la Turbina y del Molino a la condición de velocidad y torque máximos.
2. Conceptos básicos de termografía. Temperatura de operación normal y falla en la zona de fricción y en el carter o depósito de aceite.

3. Causas que conllevan a altas temperaturas de operación.
  4. Reducción de la temperatura de operación por menor fricción y por enfriamiento.
  5. Enfriadores de aceite, selección y montaje.
  6. Mantenimiento de enfriadores de aceite y prueba hidrostática.
  7. Conceptos básicos de análisis de aceites por pruebas ASTM e ISO.
  8. Estrategias para el control de la contaminación, nivel de limpieza del aceite de acuerdo con ISO 4406-99. Puertos de muestreo del aceite.
  9. Limpieza interna de máquinas y de sistemas de lubricación por circulación.
  10. Filtros, tipos, micronaje, relación de filtración, cambio de filtros de aceite por condición.
  11. Procesos para deshumidificar un aceite por filtración, centrifugación y termovacío.
  12. Manejo de los aceites usados basado en confiabilidad.
  13. Normatividad para el manejo de los aceites usados.
  14. Disposición final del aceite usado.
4. Evaluar la eficiencia del enfriador de aceite con tubos de cobre y con tubos de acero inoxidable 304.
  5. Especificar qué ventajas y desventajas se tienen al utilizar un enfriador de aceite con tubos de acero inoxidable 304 y qué problemas se pueden presentar en el aceite al utilizar el enfriador con los tubos de cobre.
  6. Determinar con base en los valores de vibración tomados, qué condiciones de fricción y qué tipo de lubricación se tiene en los rodamientos de la Turbina girando a 1750 rpm cuando el aceite trabaja a 50°C y a 70°C. Determinar en cuál de las dos situaciones de temperatura se presenta desgaste anormal adhesivo o falla por adhesión en los rodamientos de la Turbina.
  7. Hallar la temperatura de operación en los rodamientos de la Turbina a la cual se rompe la Capa fluida 3 y se presentan condiciones de fricción metal - metal y de falla por adhesión.
  8. Seleccionar el nivel de limpieza ISO 4406-99, el micronaje y el  $\beta_x$  del filtro, para el aceite del sistema de lubricación por circulación que lubrica los rodamientos de la Turbina.
  9. Monitorear el nivel de limpieza ISO 4406-99 con que llega el aceite a los rodamientos de la Turbina. Especificar si este nivel de limpieza o de contaminación está dando lugar a un desgaste erosivo o abrasivo normal, anormal o falla.
  10. Cambiar un filtro de aceite por el otro y reemplazarle el elemento filtrante estando en operación el sistema de lubricación por circulación de aceite de la Turbina y elaborar el procedimiento.
  11. Especificar en el sistema de circulación de aceite a presión de la Turbina los Puertos de muestreo de aceite y qué información permite obtener el análisis de laboratorio efectuado a las muestras de aceite tomadas en estos puntos.
  12. Evaluación de conocimientos.

**Tercer día - Clase Práctica en el Simulador de Prácticas en Lubricación, SIPRALUB  
Intensidad 5 horas**

1. Poner en operación el sistema de circulación de aceite y la Turbina a la velocidad nominal de operación.
2. Calentar el aceite hasta 70°C y hacerlo fluir por el enfriador de aceite de tubos de cobre, apagar el calentador de aceite. Hacer fluir agua por el enfriador de aceite y cuantificar el tiempo que se demora en bajar la temperatura del aceite en el depósito hasta 50°C. Tomar valores de vibración en mm/s a 70°C en los rodamientos de la Turbina girando a 1750 rpm.
3. Calentar el aceite hasta 70°C y hacerlo fluir por el enfriador de aceite de tubos de acero inoxidable 304, apagar el calentador de aceite. Hacer fluir agua por el enfriador de aceite y cuantificar el tiempo que se demora en bajar la temperatura del aceite en el depósito hasta 50°C. Tomar valores de vibración en mm/s con el aceite a 50°C en los rodamientos de la Turbina girando a 1750 rpm.



## MATERIAL

- A cada participante se le entregará:
- Un (1) ejemplar del libro Tribología y Lubricación, Tomo I, 5ta Edición.
  - Un (1) ejemplar del libro Lubricación de máquinas I, Tomo I, 5ta Edición.
  - Calificaciones de la evaluación de conocimientos.

A la empresa se le entregará:

- Calificaciones de la evaluación de conocimientos de cada sesión a los participantes.
- Listado de asistencia.



## METODOLOGÍA

- Clases teóricas con exposición oral, con presentación y videos.
- Planteamiento y solución de casos reales en lubricación.
- Prácticas en el Simulador de Prácticas en Lubricación, SIPRALUB.
- Examen de certificación (opcional).

## CERTIFICADOS:

- Certificado de participación y aprobación del curso.
- Certificación Tribos Categoría I TICTP01-30, (opcional).

## PARTICIPANTES:

Ingenieros, supervisores, lubricadores, tribólogos, técnicos de mantenimiento, confiabilidad, lubricación y de proceso.

**CUPO:** 20 personas.

## FECHAS Y CIUDADES:

1. Medellín, febrero 19, 20 y 21
2. Bogotá, mayo 13, 14 y 15
3. Medellín, junio 24, 25 y 26
4. Bogotá, agosto 19, 20 y 21
5. Medellín, octubre 21, 22 y 23
6. Cartagena, noviembre 25, 26 y 27

**LUGAR:** Por confirmar.

## INTENSIDAD, HORARIO:

30 horas, de 7:00 AM a 5:00 PM.

## INVERSIÓN:

Curso:

**\$1'350.000**

(un millón trescientos cincuenta mil pesos), más el 19% del IVA.

Este valor incluye:

Refrigerios, un ejemplar del libro Tribología y Lubricación, Tomo I, 5ta edición y un ejemplar del libro Lubricación de máquinas I, Tomo II, 5ta Edición.

## Certificación Tribos Categoría I CTICTP01-30 (opcional):

**Por persona \$450.000** (cuatrocientos cincuenta mil pesos), más el 19% del IVA.

## INSCRIPCIONES

Enviar orden de compra al correo:

camila.albarracin@ingenierosdelubricacion.com

Razón social:

INGENIEROS DE LUBRICACION S.A.S.

Nit. 800134731-3

**Celular. 3006560598**

Se confirma la inscripción con la recepción de la orden de compra. El pago deberá realizarse previo al inicio del curso.



## INSTRUCTORES

### PEDRO ALBARRACÍN AGUILLÓN

Ingeniero Mecánico, Universidad de Antioquia - Colombia, 45 años de experiencia como ingeniero de lubricación, conferencista en cursos de Tribología y Lubricación en empresas de Colombia y en países de América Latina. Ingeniero de lubricación por 20 años en la Refinería de Ecopetrol en Barrancabermeja - Colombia y profesor de Tribología en la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional en Medellín - Colombia, por más de 40 años. Ingeniero de diseño y fabricación de equipos de lubricación y de tratamiento de aceites por termovaciación en Ingenieros de Lubricación SAS. Autor de los libros: Tribología y Lubricación Industrial y Automotriz, Tomo 1, 1ra, 2da, 3ra y 4ta edición, Lubricación de Turbinas de Vapor 1ra. y 2da. edición, Equivalencias entre las diferentes marcas de lubricantes 1ra y 2da edición, Tribología y lubricación, Tomo I, 5ta Edición; Lubricación de máquinas I, Tomo II, 5ta Edición; Director de desarrollo de tecnología en Tribos Ingeniería SAS.

### CARLOS ARTURO MEJÍA H.

Ingeniero mecánico, Universidad Tecnológica de Pereira, certificado en Vibraciones por el Instituto de Bently Nevada y Update International, 30 años de experiencia como asesor en el montaje e implementación en programas de Mantenimiento Predictivo por vibraciones, Alineación de precisión de ejes, Balanceo dinámico en sitio, Análisis estructural y Capacitación en todos los temas relacionados con vibraciones. Conferencista en cursos de Mantenimiento predictivo por Vibraciones en la industria azucarera, papelera, siderúrgicas, minería, refinerías de petróleo y alimentos en Colombia y en países de América Latina.

**Ingenieros de  
Lubricación S.A.S**  
*Lubricación centrada en confiabilidad*