

Curso teórico

# Lubricación de máquinas Categoría II

Certificación  
TRIBOS 2019

**Ingenieros de  
Lubricación S.A.S**

*Lubricación centrada en confiabilidad*





## Objetivos

- Repasar los conceptos de fricción, desgaste, lubricación.
- Estudiar las diferentes unidades de la viscosidad.
- Seleccionar el aceite o la grasa según especificaciones ISO, AGMA, SAE, API, NLGI, y ASTM.
- Interpretar correctamente las recomendaciones de lubricación del fabricante de la máquina.
- Procedimientos para el cambio efectivo de un aceite y el re- engrase de un mecanismo.



## Exámenes de Certificación

Los estudiantes que participen en el curso LUBRICACION DE MAQUINAS I, Categoría II, pueden presentar la certificación Tribos 2019 Categoría II. Esta certificación es opcional y se presenta al final del curso; cuenta con 100 preguntas que se deben responder en 2 horas. La certificación Tribos 2019, Categoría II la da Tribos Ingeniería SAS.



## Metodología Certificación Tribos 2019

La siguiente es la metodología que se debe tener en cuenta para presentar la Certificación Tribos 2019, Categoría II.

1. Asistir al curso.
2. Al final del curso presentar el examen de certificación Tribos 2019.
3. Transcurridos 15 días, se le enviará a quien presentó y aprobó

el exámen con una calificación mínima del 80% la respectiva certificación válida por 5 años.

4. El valor de la certificación es adicional al que se paga para asistir al curso.
5. No es obligatorio presentar el examen de certificación, es opcional.
6. La certificación Tribos 2019, Categoría II, es equivalente a cualquier otra certificación internacional en la misma categoría.



## Contenido

### Primer día - Intensidad 8 horas

- Presentación del Pretest.
- Lubricación y tribología.
- Productividad de las máquinas y los costos de mantenimiento.
- Vida a la fatiga, disponible y esperada. Curva de Vida disponible normal, positiva y negativa.
- Fricción, tipos: metal-metal, sólida, mixta, fluida, coeficientes de fricción, consumo de energía y calor generado por fricción, incremento de temperatura por fricción en mecanismos.
- Temperatura de operación mínima y máxima en la zona de fricción.
- Desgaste tipos: adhesivo, fatiga superficial, erosivo, abrasivo, corrosivo. Cómo controlarlos.
- Lubricación: límite, hidrodinámica y Elastohidrodinámica, definición, características e influencia de la carga dinámica, velocidad, temperatura y rugosidad de las superficies de fricción.
- Viscosidad dinámica y cinemática, índice de viscosidad, película lubricante, funciones.
- Unidades de la viscosidad, viscosímetros, y equivalencias entre las diferentes unidades.

- Lubricantes, tipos: aceites, grasas, lubricantes de película sólida; clases: minerales, sintéticos, vegetales; biodegradabilidad y toxicidad: H1, H2, H3.
- Bases lubricantes: Grupo I, II, III para los aceites industriales ISO y automotrices SAE.
- Aditivos para los aceites industriales ISO y automotrices SAE, características y tipos.
- Sistemas de clasificación de los lubricantes (aceites y grasas), ISO, AGMA, SAE, API, NLGI.
- Manejo del gráfico ASTM D341, Viscosidad - Temperatura.
- Selección correcta del Grado ISO de un aceite industrial en función de la viscosidad, de la temperatura ambiente y de la temperatura de operación, recomendados por el fabricante de la máquina. Rango de trabajo de la viscosidad y de la temperatura de operación.
- Selección del grado SAE unígrado y multigrado y API de un aceite automotriz, para MCI, transmisiones y diferenciales.
- Selección de la grasa: consistencia, tipo de jabón, punto de goteo, factor de giro, viscosidad aparente, tipo de aditivos metálicos, compatibilidad e incompatibilidad.

## **Segundo día - Intensidad 8 horas**

---

- Lubricación de cables, tipo de lubricación, lubricantes, control del desgaste en los diferentes tipos de cables.
- Lubricación de cadenas, tipo de lubricación, lubricantes, métodos de lubricación, control del desgaste en los diferentes tipos de cadenas.
- Lubricación de acoples, tipo de lubricación, lubricantes, control del desgaste en los diferentes tipos de cables.
- Lubricación de guías, tipo de fricción y lubricación y lubricantes utilizados.
- Lubricación de rodamientos, fricción, desgaste, lubricación

con aceites y con grasas minerales y sintéticos, métodos de lubricación.

- Lubricación de cojinetes lisos, fricción, desgaste, lubricación con aceites y con grasas minerales y sintéticos, ranuras de lubricación, cálculo de aceite y de la grasa.
- Lubricación de motores eléctricos, tipo de lubricación, cantidad de lubricante, frecuencia de lubricación, métodos de lubricación, control de desgaste en rodamientos y en cojinetes lisos de motores eléctricos.
- Lubricación de reductores de velocidad, fricción, desgaste y tipos de lubricación, selección y cálculo del lubricante, sistemas de clasificación de la viscosidad ISO, SAE, AGMA, métodos de lubricación, lubricación con aceite y con grasa, control del desgaste.
- Lubricación de engranajes abiertos, tipo de fricción, control del desgaste, selección correcta del lubricante.
- Lubricación de motorreductores, selección correcta del lubricante, lubricación con aceites y con grasas minerales y sintéticos, métodos de lubricación, nivel de aceite.
- Lubricación de multiplicadores de velocidad, tipo de lubricación, selección y cálculo del aceite mineral y sintético, control de la temperatura de operación.

### **Tercer día - Intensidad 8 horas**

- Análisis de laboratorio al aceite de motores eléctricos, reductores de velocidad, motorreductores y multiplicadores de velocidad.
- Análisis de las propiedades físico-químicas del aceite ISO y SAE.
- Viscosidad en cSt/40°C y en cSt/100°C, ASTM D445.
- TAN (Número Acido Total), ASTM D664.
- TBN (Número Básico Total), ASTM D664.

## **Análisis del nivel de contaminación:**

- Partículas sólidas según ISO 4406-99
- Contenido de agua % por volumen, ASTM D95.
- Contenido de hollín, abs/cm.
- Contenido de glicoles, abs/cm.
- Dilución por combustible, % por volumen, ASTM D322.
- Análisis del contenido de aditivos del aceite: calcio (Ca), bario (Ba), manganeso (Mg), fósforo (P), zinc (Zn), por espectrofotometría de absorción atómica.
- Análisis de contaminantes externos a la máquina: potasio (K), vanadio (V), silicio (Si), boro (B), sodio (Na), por espectrofotometría de absorción atómica.
- Análisis del nivel de desgaste: hierro (Fe), cobre (Cu), estaño (Sn), aluminio (Al), plata (Ag), silicio (Si), molibdeno (Mo), níquel (Ni), plomo (Pb), por espectrofotometría de absorción atómica.

## **Pruebas especiales a los aceites usados:**

- Punto de inflamación, °C. Prueba ASTM D92.
- Demulsibilidad. Prueba ASTM D1404.
- Estabilidad a la espuma. Prueba ASTM D892.
- RPOT (vida remanente del aceite), Prueba ASTM D2272.
- Corrosión en lámina de cobre. Prueba ASTM D130.
- Prueba de desgaste de 4 bolas para aceites. Prueba ASTM D2783
- Prueba de desgaste de 4 bolas para grasas. Prueba ASTM D2596
- Prueba Timken para aceites, ASTM D2782.
- Ferrografía para evaluar los diferentes tipos de desgaste, criticidad y vida remanente del mecanismo.
- Relación entre los resultados de laboratorio y los diferentes tipos de desgastes: adhesivo, fatiga superficial, erosivo, abrasivo y corrosivo.
- Análisis de las tendencias de los parámetros que se le analizan al aceite en el laboratorio.
- Relación entre los resultados de laboratorio y los diferentes

tipos de desgastes: adhesivo, fatiga superficial, erosivo, abrasivo y corrosivo.

- Frecuencia de cambio de aceite y cómo extender los períodos de drenaje del aceite industrial y automotriz.
- Estrategias para el control de la contaminación, nivel de limpieza y filtración del aceite de acuerdo con ISO 4406-99
- Filtros, tipos, micronaje, relación de filtración, cambio de filtros de aceite por condición.
- Procesos de drenaje, filtración, centrifugación y diálisis para deshumidificar el aceite usado.
- Disposición final del aceite usado.
- Definición de los puntos de muestreo de aceite según el tipo de máquina.
- Toma de la muestra de aceite, frascos y datos que debe llevar.
- Análisis de ejemplos reales en máquinas industriales y en motores de combustión interna MCI.
- Presentación del Postest.



## Material

A cada participante se le entregará el siguiente material:

- Un ejemplar del libro Lubricación de Máquinas I, Tomo II, 5ta edición, 2019
- Calificaciones de la evaluación de conocimientos.
- Diploma de asistencia al curso.



## Metodología

Dentro del desarrollo del curso se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- Proyección de la presentación con ayuda de transparencias y videos y se le proporcionará a cada participante un libro con el contenido de los temas vistos.
- Los ejemplos que se analizan dentro de los diferentes temas son sobre casos reales.
- Envío de la presentación proyectada en el curso.



## Certificados

- Certificado de participación y aprobación del curso.
- Certificación LUBRICACION DE MAQUINAS I, Tribos 2019 (opcional), Categoría II.



## Participantes

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



## Intensidad, horario

24 horas, de 7:00 a.m. a 4:00 p.m..





## Inversión

- Curso: \$980.000 (novecientos ochenta mil pesos), más el 19% del IVA. Este valor se debe cancelar antes de iniciar el curso e incluye 1 libro y refrigerios.
- Certificación Tribos 2019 Categoría II (opcional): Por persona \$350.000 (trescientos cincuenta mil pesos), más el 19% del IVA. Este valor se debe cancelar antes de presentar la certificación.



## Conferencista

### **PEDRO ALBARRACÍN AGUILLÓN**

Ingeniero Mecánico, Universidad de Antioquia - Colombia, 41 años de experiencia como ingeniero de lubricación, conferencista en seminarios 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 30 años. Ingeniero de diseño y fabricación de equipos de lubricación y de recuperación de aceites 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 y Equivalencias entre las diferentes marcas de lubricantes 1ra y 2da edición. Director de desarrollo de tecnología de Tribos Ingeniería SAS.



## Inscripciones

# Ingenieros <sup>de</sup> **Lubricación** S.A.S

*Lubricación centrada en confiabilidad*

camila.albarracin@ingenierosdelubricacion.com

**Cel. 300 6560598 - (4)444 38 77 ext. 103**

Medellín - Colombia.

