

LUBRICACIÓN, AHORRO DE ENERGÍA Y CONFIABILIDAD DE MÁQUINAS

Diplomado
virtual

Abril 6
a Julio 10
2020

 **Fecha**
Abril 6 a Julio 10 2020

 **Intensidad**
120 horas

 **Modalidad**
Virtual o presencial

 **Inscripciones**
Abiertas

 **Inversión**
Colombia: \$3'800.00
Exterior habla hispana:
\$1.200 USD

 **Lugar**
Plataforma virtual TRIBOS
INGENIERIA SAS.

 **Horario**
Lunes y martes
de 6:00 pm a 9:00 pm

“Programa de formación de líderes orientado al logro de la efectividad de los programas de lubricación”

1. OBJETIVOS

- Análisis de la fricción, desgaste y lubricación de los componentes de las máquinas desde la filosofía de la Tribología, para lograr los mayores índices de confiabilidad posibles.
- Cálculo del ahorro de energía en kw - hr por menor fricción en los mecanismos lubricados.
- Estudio de las diferentes pruebas de laboratorio de acuerdo con las normas ASTM, para aceites usados industriales y automotrices.
- Estudio de la termografía para monitorear la temperatura de la película lubricante en diferentes componentes de máquinas.
- Estudio de las vibraciones de los componentes de las máquinas y su relación con las cargas mecánicas y operacionales, la temperatura de operación y la película lubricante.
- Implementación de la Ruta de Tribología y la Ruta de Confiabilidad, para lubricar los mecanismos por condición con el fin de lograr la vida disponible especificada por el fabricante de máquina.
- Cálculo de los indicadores de disponibilidad y confiabilidad de máquinas.

- Desarrollo de los procesos que constituyen la Lubricación Centrada en la Confiabilidad (LCC), tales como: Lubricación Efectiva, Preventiva, Predictiva, Proactiva, Capacitación y Gestión Ambiental.

2. DESARROLLO

El diplomado LUBRICACION, AHORRO DE ENERGIA Y CONFIABILIDAD DE MAQUINAS con una intensidad de 120 horas se desarrolla de manera presencial o virtual. Se inicia la semana 1 y termina la semana 12 de 2020.

3. TEMAS

Sesión 1 Módulo 1

Semana 1 Intensidad 10 horas, Instructor IM Pedro Albarracín Aguillón

Tema: Tribología, fricción, cálculo del consumo de energía por menor fricción

- Productividad y rentabilidad de los procesos industriales e innovación para la competitividad de las empresas.
- Ciclo de vida de los mecanismos, reducción del consumo de energía por menor fricción y protección del ambiente para lograr procesos

industriales sostenibles y competitivos.

- La lubricación en el desarrollo y resultados de los diferentes tipos de mantenimiento.
- Tribología, fundamentos, parámetros que la constituyen e influencia en la vida disponible de los mecanismos lubricados.
- Fricción, tipos de fricción: metal-metal, sólida, mixta y fluida, coeficientes de fricción y valores, fuerza de fricción, y parámetros que la constituyen.
- Correlación entre los diferentes tipos de fricción y los procesos de las fallas catastróficas.
- Cálculo del calor generado por la fuerza de fricción, incremento de temperatura debido a la fuerza de fricción.
- Cálculo del consumo de energía por la fuerza de fricción y ahorro de energía por menor fricción en los mecanismos lubricados.
- Temperatura de operación e influencia de la temperatura ambiente y del incremento de temperatura por fricción en el rango de la temperatura de operación.
- Consecuencias de la temperatura de operación por fuera del rango mínimo y máximo establecido.
- Causas que conllevan a que la fuerza de fricción se incremente: lubricación deficiente, causas mecánicas y operacionales.
- Presentación del Test 1 y 2, 60% de la calificación del módulo.
- Trabajo a desarrollar sobre los temas vistos, aplicable a la empresa, 40% de la calificación del módulo.

Sesión 1 Módulo 2

Semana 2 Intensidad 10 horas

Instructor IM Pedro Albarracín Aguillón

Tema: Lubricación límite, EHL y HD

- Definición de película lubricante, tipos y su relación con la fuerza de fricción.
- Elementos que constituyen la película lubricante: base lubricante y aditivos metálicos AW o EP.
- Lubricación, definición y fundamentos de la lubricación límite, Elastohidrodinámica (EHL) e Hidrodinámica, definición, características y su desarrollo de acuerdo con las condiciones de carga, velocidad, temperatura y rugosidad de la superficie de los mecanismos lubricados.
- Cálculo del factor de seguridad (λ) de la película lubricante para determinar el tipo de lubricación en rodamientos, cojinetes lisos, y engranajes.
- Rango de trabajo del factor de seguridad (λ) de la película lubricante de acuerdo con el tipo de mecanismo lubricado.
- Aditivos anti-desgaste (AW) para condiciones de lubricación Hidrodinámica.
- Aditivos Extrema Presión (EP) para condiciones de lubricación EHL.
- Cálculo del tipo de aditivo Extrema Presión (EP

1, EP 2, EP 3), en función del valor del factor de seguridad (λ) de la película lubricante.

- La influencia de la fuerza de fricción en el factor de seguridad (λ) de la película lubricante.
- La influencia del acabado superficial en el factor de seguridad (λ) de la película lubricante.
- Rugosidad ISO de las superficies de fricción y selección de acuerdo con el tipo de mecanismo lubricado.
- Porqué las superficies de fricción no se deben "rasquetear".
- Prueba de 4 bolas para evaluar la capacidad de carga del aditivo EP.
- Presentación del Test 1 y 2, 60% de la calificación del módulo.
- Trabajo a desarrollar sobre los temas vistos, aplicable a la empresa, 40% de la calificación del módulo.

Sesión 1 Módulo 3

Semana 3 Intensidad 10 horas

Instructor IM Pedro Albarracín Aguillón

Tema: Desgaste de mecanismos lubricados

- Desgaste normal, anormal y falla.
- Desgaste, tipos de desgaste: adhesivo, fatiga superficial, erosivo, abrasivo y corrosivo.
- Causas que conllevan a que se presente cada uno de los diferentes tipos de desgaste de manera normal, anormal y falla.
- Influencia de la fuerza de fricción en cada uno de los diferentes tipos de desgaste.
- Problemas y tipos de desgaste que se puede presentar en los mecanismos lubricados cuando el factor de seguridad de la película lubricante está por encima o por debajo de los límites establecidos.
- Lubricantes especiales para reducir el desgaste adhesivo y por fatiga superficial en las superficies lubricadas.
- La influencia del Índice de Viscosidad en el control del desgaste adhesivo y por fatiga superficial.
- Factores que se deben tener en cuenta para controlar los diferentes tipos de desgaste (película lubricante, temperaturas de operación, oxidación, agua, sólidos, vibraciones).
- Inspección visual, y ensayos no destructivos para determinar la progresión de los diferentes tipos de desgaste.
- Límites condinatorios para evitar el desgaste anormal y la falla.
- Herramientas de monitoreo para mantener en el desgaste dentro del rango normal.
- Análisis de fallas en componentes de máquinas, causas y soluciones.
- Presentación del Test 1 y 2, 60% de la calificación del módulo.
- Trabajo a desarrollar sobre los temas vistos, aplicable a la empresa, 40% de la calificación del módulo.

Sesión 2 Módulo 4

Semana 4 Intensidad 10 horas

Instructor IM Pedro Albarracín Aguillón

Tema: Lubricantes y sistemas de clasificación

- Viscosidad dinámica y cinemática, unidades de medida de la viscosidad, viscosímetros, y equivalencias entre las diferentes unidades.
- Variación de la viscosidad del aceite con la fuerza de fricción.
- Curva de comportamiento de la viscosidad del aceite con los cambios de temperatura, Gráfico ASTM D342.
- Índice de viscosidad del aceite y su incidencia en el desgaste por fatiga superficial, adhesivo y erosivo.
- Clases de lubricantes: minerales, sintéticos, vegetales.
- Tipos de lubricantes: aceites, grasas, lubricantes de película sólida.
- Categoría de los lubricantes: H1, H2, H3.
- Clasificación de los lubricantes: industriales y automotrices.
- Sistemas de clasificación de los lubricantes ISO, ASTM, AGMA, SAE, API y NLGI.
- Propiedades físico - químicas de los lubricantes y los aditivos relacionados con ellas.
- Funciones del lubricante: formar la película lubricante, reducir la fricción, enfriar, amortiguar y evacuar impurezas.
- Presentación del Test 1 y 2, 60% de la calificación del módulo.
- Trabajo a desarrollar sobre los temas vistos, aplicable a la empresa, 40% de la calificación del módulo.

Sesión 2 Módulo 5

Semana 5 Intensidad 10 horas

Instructor IM Pedro Albarracín Aguillón

Tema: Lubricantes minerales, sintéticos y vegetales

- Bases lubricantes, Grupo I, II, III, IV; aditivos para la Capa límite metálica 1 y para las propiedades físico-químicas de la capa fluida 3.
- Selección del Grado ISO de un aceite mineral industrial en función de la viscosidad, del rango de la temperatura ambiente y de operación, recomendados por el fabricante de la máquina.
- Selección correcta del grado SAE y API de un aceite automotor, para lubricar el motor de combustión interna y las transmisiones. Aceites unígrados y multígrados. Características, ventajas y desventajas.
- Selección correcta de una grasa (consistencia, tipo de jabón, punto de goteo, factor de giro y viscosidad aparente del aceite base). Compatibilidad e incompatibilidad de las grasas lubricantes.
- Metodología para hallar el equivalente de un lubricante en otra marca. Parámetros que se

deben tener en cuenta.

- Mezcla entre aceites de diferentes viscosidades o marcas. Problemas, compatibilidad y pruebas de compatibilidad.
- Factores que acortan la vida de servicio del aceite.
- Lubricantes sintéticos, definición, formulación, comparación con lubricantes minerales.
- Tipos de lubricantes sintéticos y aplicaciones.
- Selección del grado ISO del aceite sintético.
- Selección de grasas sintéticas.
- Compatibilidad de los lubricantes sintéticos con los minerales.
- Reducción de la temperatura de operación y ahorro de energía con los lubricantes sintéticos.
- Cuidados que se deben tener en cuenta con la aplicación de los lubricante sintéticos.
- Biodegradabilidad y toxicidad de los lubricantes sintéticos.
- Lubricantes vegetales, definición y formulación.
- Tipos y selección de lubricantes vegetales.
- Metodología para la aplicación y uso de los lubricantes vegetales.
- Pruebas de laboratorio para los aceites sintéticos y vegetales.
- Presentación del Test 1 y 2, 60% de la calificación del módulo.
- Trabajo a desarrollar sobre los temas vistos, aplicable a la empresa, 40% de la calificación del módulo.

Sesión 2 Módulo 6

Semana 6 Intensidad 10 horas

Instructor IM Pedro Albarracín Aguillón

Tema: Almacenamiento y manejo de lubricantes

- El lubricante como elemento clave en el logro de la Vida disponible.
- Fabricación del lubricante.
- Manipulación del lubricante.
- Aplicación del lubricante.
- Película lubricante.
- La contaminación del lubricante y el riesgo de fallas.
- Cuidado básico de los lubricantes.
- Almacenamiento de lubricantes.
- El agua llega hasta el aceite.
- Malas prácticas de uso del lubricante.
- Almacenamiento correcto de los lubricantes.
- Bodega principal de almacenamiento de lubricantes.
- Cuarto de lubricantes, características y componentes del Cuarto de lubricantes.
- Depósitos de aceite bajo Norma.
- Diseño básico del Cuarto de lubricantes.
- Aplicación de los lubricantes.
- Recipientes para aplicación del lubricante.
- Prácticas inseguras en la manipulación del lubricante.
- Contaminación de la grasa.

- Almacenamiento de aceites para filtrar.
- Kit para derrames de aceite.
- Contaminantes y limpieza de depósitos de aceite.
- Barnices en los depósitos de aceite.
- Limpieza de sistemas de lubricación según ISO 4406-99, filtros y enfriadores.
- Diálisis y filtración del aceite usado.
- Filosofía del lubricante limpio.
- Cartas de lubricación y rótulos de lubricación.
- Disposición final del aceite usado.
- Manejo de los aceites usados basados en confiabilidad.
- Biodegradabilidad CEC-L-33T-82 y Toxicidad EPA 560/6-82-002.

Sesión 3 Módulo 7

Semana 7 Intensidad 10 horas

Instructor IM Pedro Albarracín Aguillón

Tema: Sistemas de lubricación por circulación de aceite

- Cuándo se requiere montar un sistema de lubricación por circulación de aceite.
- Especificación API 614 para el diseño de sistemas de lubricación.
- Balance de energía para el cálculo de la cantidad de aceite que requiere un mecanismo lubricado por circulación.
- Cálculo de la temperatura de operación del aceite en la zona de fricción y en el depósito de aceite.
- Cálculo de la cantidad total de aceite que requiere el sistema de lubricación por circulación de aceite.
- Diseño del depósito de aceite, dimensiones, venteo, extractor de aire caliente.
- Selección del sistema de bombeo, tipos de bombas, capacidad. Cabeza neta de succión requerida por la bomba y la disponible por el sistema en la succión.
- Cálculo de la potencia del motor eléctrico requerido para mover la bomba, flujo de aceite, caída de presión en el sistema de lubricación.
- Cálculo del diámetro de la tubería de presión y de retorno de aceite.
- Válvula de seguridad o presóstato, flujostato, termocupla, manómetros e indicadores de temperatura.
- Boquillas para atomizar el aceite.
- Platinas de orificio para controlar el flujo de aceite a cada mecanismo lubricado, cálculo del orificio.
- Cálculo y selección del enfriador de aceite, cantidad, longitud y diámetro de los tubos, montaje, sistema de retrolavado, mantenimiento, prueba hidrostática lado casco y lado tubos, ASTM E1003-05.
- Filtros de aceite, control de la contaminación, filtración nominal y absoluta, relación de filtración β , eficiencia del filtro, selección del filtro de aceite, cambio del filtro de aceite por preventivo y por condición.

- Flushing hidráulico y químico hidráulico en sistemas por circulación de aceite.
- Ejemplos de diseño y cálculo de sistemas de enfriamiento.
- Presentación del Test 1 y 2, 60% de la calificación del módulo.
- Trabajo a desarrollar sobre los temas vistos, aplicable a la empresa, 40% de la calificación del módulo.

Sesión 3 Módulo 8

Semana 8 Intensidad 10 horas

Instructor IM Pedro Albarracín Aguillón

Tema: Lubricación de Máquinas I

- Lubricación, sistemas de lubricación, cálculo y selección del lubricante para cables.
- Lubricación, sistemas de lubricación, cálculo y selección del lubricante para cadenas. Lubricación, sistemas de lubricación, cálculo y selección del lubricante para acoples.
- Lubricación, sistemas de lubricación, cálculo y selección del lubricante para rodamientos.
- Lubricación, sistemas de lubricación, cálculo y selección del lubricante para cojinetes lisos.
- Lubricación, sistemas de lubricación, cálculo y selección del lubricante para reductores de velocidad.
- Lubricación, sistemas de lubricación, cálculo y selección del lubricante para motores eléctricos.
- Lubricación, sistemas de lubricación, cálculo y selección del lubricante para motorreductores.
- Lubricación, sistemas de lubricación, cálculo y selección del lubricante para cajas multiplicadoras de velocidad.

Sesión 3 Módulo 9

Semana 9 Intensidad 10 horas

Instructor IM Pedro Albarracín Aguillón

Tema: Lubricación de Máquinas II

- Lubricación, sistemas de lubricación, cálculo y selección del lubricante para compresores alternativos, centrífugos y axiales.
- Lubricación, sistemas de lubricación, cálculo y selección del lubricante para turbinas de vapor, hidráulicas y a gas.
- Lubricación, sistemas de lubricación, cálculo y selección del lubricante para ventiladores de calderas.
- Lubricación, sistemas de lubricación, cálculo y selección del lubricante para bombas alternativas y centrífugas.
- Lubricación, sistemas de lubricación, cálculo y selección del lubricante para sistemas hidráulicos.
- Lubricación, sistemas de lubricación, cálculo y selección del lubricante para motores de combustión interna diesel y gasolina, transmisiones.
- Fluidos para transformadores.

- Fluidos para transferencia de calor.
- Fluidos para mecanizado.
- Lubricación, sistemas de lubricación, cálculo y selección del lubricante para Hornos rotatorios en la industria cementera.
- Lubricación, sistemas de lubricación, cálculo y selección del lubricante para Molinos de ingenios azucareros.
- Lubricación, sistemas de lubricación, cálculo y selección del lubricante para Molinos papeleros.
- Lubricación, sistemas de lubricación, cálculo y selección del lubricante para máquinas textiles.
- Lubricación, sistemas de lubricación, cálculo y selección del lubricante para maquinaria en la industria minera.
- Lubricación, sistemas de lubricación, cálculo y selección del lubricante para maquinaria en refinerías de petróleo.
- Lubricación, sistemas de lubricación, cálculo y selección del lubricante para maquinaria en centrales hidráulicas, térmicas y eólicas para generación de energía.
- Lubricación, sistemas de lubricación, cálculo y selección del lubricante para maquinaria en procesos alimenticios.
- Presentación del Test 1 y 2, 60% de la calificación del módulo.
- Trabajo a desarrollar sobre los temas vistos, aplicable a la empresa, 40% de la calificación del módulo.

Sesión 4 Módulo 10

Semana 10 Intensidad 10 horas

Instructor IM Pedro Albarracín Aguillón

Tema: Análisis de laboratorio a aceites industriales y automotrices

- Pruebas básicas (viscosidad, TAN, TBN, % vol. agua, partículas sólidas, aditivos metálicos, contaminantes metálicos, metales de desgaste) ASTM e ISO para el análisis de laboratorio de aceites y grasas nuevos y usados.
- Pruebas especiales (RPVOT, demulsibilidad, antiespumante, tensión interfacial, antidesgaste, extrema presión, punto de inflamación, punto de goteo, factor de giro, consistencia) ASTM e ISO para el análisis de laboratorio de aceites y grasas nuevos y usados.
- Selección de las máquinas críticas y esenciales para analizarles el aceite periódicamente y definición de las frecuencias de monitoreo.
- Definición de los puntos de muestreo de aceite según el tipo de máquina y el método de lubricación.
- Puertos de muestreo de aceite.
- Toma de la muestra de aceite. Frascos y demás elementos requeridos para la toma de la muestra de aceite, datos que debe llevar.
- Determinación de los parámetros que se le analizan a un aceite (propiedades físico-químicas,

nivel de contaminación y desgaste) de acuerdo al tipo de máquina.

- Análisis de laboratorio a las propiedades físico-química el aceite.
- Análisis del nivel de limpieza o de contaminación a aceites industriales de acuerdo con ISO 4406 - 99.
- Evaluación por espectrofotometría por absorción atómica al contenido de aditivos metálicos del aceite, contaminantes metálicos y desgaste de mecanismos.
- Evaluación por ferrografía para determinar el tipo de desgaste y criticidad.
- Formato para administrar los resultados de laboratorio de las pruebas básicas y especiales efectuadas a los aceites.
- Análisis de las tendencias de los parámetros que se le analizan al aceite en el laboratorio.
- Relación entre los parámetros que se le analizan a un aceite usado y los diferentes tipos de desgaste (erosivo, abrasivo, adhesivo y corrosivo).
- Toma de decisiones para asegurar la confiabilidad de las máquinas de acuerdo con los resultados de laboratorio.
- Presentación del Test 1 y 2, 60% de la calificación del módulo.
- Trabajo a desarrollar sobre los temas vistos, aplicable a la empresa, 40% de la calificación del módulo.

Sesión 4 Módulo 11

Semana 11 Intensidad 10 horas

Instructor IM Pedro Albarracín Aguillón

Tema: Lubricación Centrada en Confiabilidad - LCC

- Lubricación Centrada en la Confiabilidad (LCC), filosofía, características, y descripción de cada uno de los programas que lo constituyen.
- El papel del LCC en la ejecución del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC).
- Análisis cualitativo y conceptual de las Fortalezas y Debilidades que la empresa puede tener en cada uno de los seis procesos que constituyen el LCC y las Recomendaciones que debe llevar a cabo para mejorarlos e implementarlos.
- Desarrollo del LCC en una planta industrial.
- Descripción y desarrollo del proceso 1 Lubricación Efectiva con 25 pasos: 1. Líderes en lubricación. 2. Cuarto de lubricantes. 3. Carta de lubricación. 4. Sistema de venteo. ... 24. Licitación de lubricantes.
- Descripción y desarrollo del proceso 2 Lubricación Preventiva con 13 pasos: 1. Empresa y descripción del proceso. 2. Máquina y descripción. 3. Matriz de criticidad. ... 13. Software para la programación de la lubricación preventiva.
- Descripción y desarrollo del proceso 3 Lubricación Predictiva con 15 pasos: 1. Listado de los componentes de las máquinas críticas y esenciales lubricadas por condición. 2. Carta de Confiabilidad. 3. Señalización de los puertos de

muestreo del aceite y de los puntos de monitoreo de la temperatura de operación y vibraciones. 15. Grupo de Confiabilidad de máquinas.

- Descripción y desarrollo del proceso 4 Lubricación Proactiva con 9 pasos: 1. Sistemas de lubricación automáticos. 2. Sistema de lubricación por circulación de aceite. ... 9. Programa de ahorro de energía por menor fricción.
- Descripción y desarrollo del proceso 5 Gestión ambiental con 4 pasos: 1. Programa para incrementar la vida de servicio de los aceites. 2. Recolección de los aceites usados. 4. Punto ecológico y manejo de aceites usados.
- Descripción y desarrollo del proceso 6 Formación de líderes en lubricación con 10 pasos: 1. Evaluación anual de conocimientos en lubricación. 2. Charla mensual de lubricación de 4 horas sobre específicos. 4. Certificación ISO 18436-4, Categoría I, II.
- Presentación del Test 1 y 2, 60% de la calificación del módulo.
- Trabajo a desarrollar sobre los temas vistos, aplicable a la empresa, 40% de la calificación del módulo.

Sesión 4 Módulo 12

Semana 12 Intensidad 10 horas

Instructor IM Pedro Albarracín Aguillón

Tema: Confiabilidad de máquinas

- Implementación de un programa de confiabilidad de máquinas.
- Definición de Vida Disponible (V d) y Vida Esperada (V e), y los 6 factores que la afectan tales como el factor de la película lubricante (f ho), factor de temperatura de operación (f Top), factor de oxidación (f TAN), factor de agua (f H2O), factor de contaminación (f ISO4406) y el factor de vibración (f v).
- Estudio de cada uno de los factores que afectan la Vida Disponible (V d), parámetros que los pueden afectar y evaluación de cada uno de ellos.
- Las 4 herramientas de la Confiabilidad de máquinas: tribologo; selección correcta del lubricante, almacenamiento, manejo y aplicación del lubricante; monitoreo de la condición del lubricante.
- Variación de la viscosidad y de la película lubricante con la modificación de la fuerza de fricción (carga y velocidad).
- El factor de seguridad de la película lubricante en función del espesor de la película lubricante y la rugosidad de las superficies. Factores que indican en su reducción y valor mínimo permisible dependiendo del tipo de película lubricante y del mecanismo lubricado.
- La influencia de la fuerza de fricción y la viscosidad del lubricante en el factor de seguridad de la película lubricante.
- Influencia de la carga y la película lubricante en el

nivel de vibraciones.

- Ruta de lubricación preventiva, Ruta de lubricación tribológica y Ruta de lubricación confiable. Equipos incluidos en cada una de ellas.
- Ruta de Tribología (análisis cualitativo del aceite, temperatura tomada por infrarrojo, vibraciones en valor global) y Ruta de Confiabilidad (análisis en el laboratorio del aceite por pruebas ASTM e ISO, temperatura por termografía, vibraciones en modo espectral), definición, características, parámetros involucrados, frecuencia y desarrollo.
- Equipos e instrumentos requeridos para llevar a cabo la Ruta de Tribología y la Ruta de Confiabilidad.
- La Confiabilidad y Disponibilidad de una máquina en función del análisis integral de la condición del aceite y del proceso de lubricación, de la temperatura de operación y de las vibraciones mecánicas.
- Análisis de la información de la condición de lubricación, temperatura y vibraciones para determinar el estado de la máquina (OC, OF, EF, MT).
- Indicador de Disponibilidad y de Confiabilidad.
- Análisis de Causa Raíz - RCA.
- Presentación del Test 1 y 2, 60% de la calificación del módulo.
- Trabajo a desarrollar sobre los temas vistos, aplicable a la empresa, 40% de la calificación del módulo.

4. CURSOS DE CAPACITACIÓN EN LUBRICACIÓN

El participante al Diplomado LUBRICACION, AHORRO DE ENERGIA Y CONFIABILIDAD DE MAQUINAS, podrá asistir sin costo alguno a uno de los cursos teórico-prácticos LUBRICACION Y CONFIABILIDAD DE MAQUINAS, Categoría I, CTICTP01-30, que se llevarán a cabo en diferentes ciudades de Colombia durante el año 2020 en las siguientes fechas:

1. Medellín, febrero 19, 20 y 21.
2. Bogotá, abril 22, 23 y 24.
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.

Curso teórico-práctico: Barranquilla, marzo 18, 19 y 20

5. PROYECTO DE GRADO

El participante al Diplomado LUBRICACION, AHORRO DE ENERGIA Y CONFIABILIDAD DE MAQUINAS, para poder acceder al certificado de aprobación del diplomado, por parte de TRIBOS INGENIERIA SAS, debe presentar un proyecto de grado, cuyos objetivos son los siguientes:

- Desarrollar un tema, basado en los conocimientos

adquiridos, que sea de fácil e inmediata aplicabilidad dentro de la empresa en la cual trabaja el asistente.

- El tema debe estar acorde con la profesión del estudiante, de tal manera que sea comprensible, eficiente y eficaz.
- El proyecto debe involucrar una baja inversión por parte de la empresa, y sus resultados económicos deben estar muy por encima con respecto a la inversión realizada.
- Antes del inicio del Módulo 4, el estudiante debe enviar el tema del Proyecto de Grado, para su revisión y aprobación por parte del comité técnico del Diplomado.
- Se recomienda empezar a desarrollar la temática del Proyecto de grado a partir del Módulo 5, con el fin de que el estudiante tenga suficiente tiempo para las consultas respectivas y comprobaciones prácticas o teóricas que sean necesarias. El documento completo del Proyecto de Grado se debe entregar con fecha máxima, el viernes de la semana 13.

6. METODOLOGÍA Y EVALUACIÓN

La metodología que se seguirá durante el desarrollo del diplomado será la siguiente:

- El material de estudio del diplomado se le enviará a cada estudiante una semana antes del inicio del evento.
- Las clases virtuales de los 12 módulos correspondientes a las 4 sesiones del diplomado se desarrollan el día lunes y martes de cada semana por la plataforma virtual de 6:00 pm a 9:00 pm. Ver Numeral 10.
- Se debe presentar en la plataforma virtual un Test 1 y un Test 2 sobre los temas vistos en cada Módulo.
- Se debe entregar en la plataforma virtual un trabajo sobre los temas desarrollados en cada Módulo.
- El contenido de los Test, trabajos y proyecto de grado es diferente para los ingenieros, técnicos y tribólogos.
- Los Test 1 y Test 2 se deben resolver y el trabajo se debe entregar en la plataforma virtual hasta el día lunes del inicio del siguiente módulo. Ver Numeral 10.
- La calificación del Test 1 y Test 2 tiene un valor del 60% de la calificación del Módulo.
- La calificación del Trabajo tiene un valor del 40% de la calificación del Módulo.
- El estudiante que no desarrolle los Test o los trabajos tendrá una calificación de 0,00.
- La calificación promedio de los 12 Módulos es el 70% de la calificación del Diplomado y el Proyecto de grado el 30%.

- El Diplomado se aprueba con un puntaje mínimo de 4,00/5,00.
- Las clases virtuales terminan con el módulo 12.
- El proyecto de grado se debe entregar por medio de la plataforma virtual el viernes de la semana 13.
- La calificación final del Diplomado estará disponible en la plataforma virtual a partir del viernes de la semana 14.
- La certificación de aprobación del Diplomado se la enviará TRIBOS INGENIERIA SAS, a cada participante en la semana 15.

7. MATERIAL DE ESTUDIO

Cada participante al Diplomado presencial o virtual contará con el siguiente material de estudio:

- Un ejemplar del libro Tribología y Lubricación, Tomo I, 5ta Edición.
- Un ejemplar del libro Lubricación de máquinas I, Tomo II, 5ta Edición.
- Presentaciones virtuales en power point en la plataforma virtual de los temas de cada módulo.
- Artículos técnicos en la plataforma virtual con referencia a cada módulo.

8. CERTIFICACIÓN DEL DIPLOMADO

La Certificación de aprobación del diplomado la expide TRIBOS INGENIERIA SAS.

9. CERTIFICACIÓN TRIBOS CAT I, II, III

Los estudiantes del Diplomado deben presentar el examen de Certificación Buenas prácticas en lubricación, Categoría I, CTICT01-24, el examen de Certificación Lubricación de máquinas I, Categoría II, CTICT02-24 y Lubricación de máquinas II, Categoría III, CTICT03-24, por medio de la plataforma virtual el día lunes de la semana 13 a partir de las 6:00 am hasta las 10:00 pm. Estas certificaciones las expide para los estudiantes que aprueben el examen, la empresa TRIBOS INGENIERIA SAS y son válidas por 5 años. La aprobación de estas certificaciones le garantiza al estudiante certificarse en cualquier certificación internacional disponible dentro de las mismas categorías.

10. FECHA Y HORARIO

(Zona horario de Colombia)

Las siguientes son las fechas de las clases del Diplomado virtual y el horario es los lunes y martes de 6:00 pm a 9:00 pm.

DIPLOMADO Abril 6 - Julio 10 de 2020

No	Sesión	Módulo/ Semana	Tema	Día	Hora	Día	Hora
01	1	01	Tribología, fricción, cálculo del consumo de energía por menor fricción.	Lunes	6-9 pm	Martes	6-9 pm
02		02	Lubricación límite, Elastohidrodinámica, Hidrodinámica.	Lunes	6-9 pm	Martes	6-9 pm
03		03	Reducción del desgaste en los mecanismos lubricados.	Lunes	6-9 pm	Martes	6-9 pm
04	2	04	Lubricantes y sistemas de clasificación.	Lunes	6-9 pm	Martes	6-9 pm
05		05	Lubricantes minerales, sintéticos y vegetales	Lunes	6-9 pm	Martes	6-9 pm
06		06	Almacenamiento y manejo de lubricantes.	Lunes	6-9 pm	Martes	6-9 pm
07	3	07	Sistemas de lubricación por circulación de aceite.	Lunes	6-9 pm	Martes	6-9 pm
08		08	Lubricación de Máquinas I.	Lunes	6-9 pm	Martes	6-9 pm
09		09	Lubricación de Máquinas II.	Lunes	6-9 pm	Martes	6-9 pm
10	4	10	Análisis de laboratorio a aceites industriales y automotrices.	Lunes	6-9 pm	Martes	6-9 pm
11		11	Lubricación Centrada en Confiabilidad - LCC	Lunes	6-9 pm	Martes	6-9 pm
12		12	Confiabilidad de máquinas.	Lunes	6-9 pm	Martes	6-9 pm
13		13	Entrega del proyecto.	Viernes hasta las 6:00 pm			
14		13	Present. examen de certificación Cat. I, Cat. II, III.	Lunes 6:00 am hasta las 10:00 pm			
15		14	Entrega de calificaciones.	Miércoles desde las 6:00 am			
16		14	Entrega de certificado de aprobación.	Viernes desde las 6:00 am			

Programación de fechas - 2020

Semana 1	Abr.6 - Abr. 13	Semana 5	May.4 - May. 11	Semana 9	Jun. 01 - Jun. 08	Semana 13	Jun.29 - Jul. 6
Semana 2	Abr. 13 - Abr. 20	Semana 6	May. 11 - May. 18	Semana 10	Jun. 08 - Jun. 15	Semana 14	Jul. 6 - Jul. 13
Semana 3	Abr. 20 - Abr. 27	Semana 7	May. 18 - May. 25	Semana 11	Jun. 15 - Jun. 22	Semana 15	Jul. 13 - Jul. 20
Semana 4	Abr. 27 - May. 4	Semana 8	May. 25 - Jun. 01	Semana 12	Jun. 22 - Jun. 29	Semana 16	Jul. 20 - Jul. 27

11. PARTICIPANTES

Gerentes de planta y de confiabilidad, ingenieros, supervisores y técnicos de mantenimiento, lubricación y confiabilidad.

12. PRE-REQUISITOS

Debe cumplir con alguno de los siguientes prerrequisitos:

- Contar con un título universitario en cualquier rama de la ingeniería.
- Contar con una tecnología relacionada con el mantenimiento o lubricación de máquinas.

Lugar de estudio

Plataforma virtual TRIBOS INGENIERIA SAS.

Intensidad, horario

120 horas, ver Numeral 10

Inversión

- Asistentes en Colombia: **\$3'800.000** (tres millones ochocientos mil pesos colombianos), más el 19% del IVA
- Asistentes en el exterior de habla hispana: **\$1.200,00 USD** (mil doscientos dólares americanos), exentos de cualquier tipo de impuesto que sea necesario cancelar en el país donde se inscriba el asistente.

Incluye:

- Clases virtuales de los 12 Módulos.
- Libro Tribología y Lubricación, Tomo I, 5ta edición.
- Libro Lubricación de máquinas I, Tomo II, 5ta edición.
- Certificación Tribos Categoría I CTICT01-24.
- Certificación Tribos Categoría II CTICT02-24.
- Certificación Tribos Categoría III CTICT03-24.
- Asistencia a uno de los cursos teórico-prácticos.
- Acceso a la plataforma virtual.

Nota: El envío de los libros fuera de Colombia corre por cuenta de la persona que asiste al diplomado virtual.

Si una persona está interesada en asistir a alguno o a varios Módulos de las 4 sesiones del Diplomado, el valor por cada Módulo es de \$300.000 (trescientos mil pesos colombianos), más el 19% del IVA o U\$100 (cien dólares americanos), exentos de cualquier tipo de impuesto que sea necesario cancelar en el país donde se inscriba el asistente. No incluye los libros.

Inscripciones

Enviar orden de compra:

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.

Una vez que se haya hecho la respectiva inscripción y cancelado el 100% del valor de la asistencia al diplomado LUBRICACION, AHORRO DE ENERGIA Y CONFIABILIDAD DE MAQUINAS, el participante debe enviar a camila.albarracin@ingenierosdelubricacion.com, la siguiente información:

- Nombres y apellidos.
- Profesión.
- Fotografía reciente a color de 3 x 4 cm, con fondo blanco.
- Empresa donde trabaja, cargo y correo electrónico.
- Recibo original de la consignación del valor del Diplomado presencial o virtual.

Instructor

**Pedro Ramón
Albarracín Aguillón**



Ingeniero Mecánico de la Universidad de Antioquia-Colombia; 45 años de experiencia como ingeniero en tribología y 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 petróleos Ecopetrol en Barrancabermeja-Colombia; profesor de Tribología y Lubricación en la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional de Colombia en Medellín-Colombia durante 40 años; ingeniero de diseño de equipos para filtración y diálisis por termovaciación para aceites industriales y de sistemas de circulación a presión para turbinas de vapor; autor de los libros: Tribología y Lubricación Industrial y Automotriz, 1ra, 2da, 3ra, 4ta, 5ta edición; Tribología y Lubricación, Tomo I, 1ra, 2da, 3ra, 4ta, 5ta edición, Lubricación de máquinas I, 1ra, 2da, 3ra, 4ta, 5ta edición, Lubricación de turbinas de vapor, 1ra y 2da Edición; Equivalencias entre las diferentes marcas de lubricantes, 1ra y 2da Edición; director de la revista Tribología; director de desarrollo de tecnología en la empresa Tribos Ingeniería SAS.

**Ingenieros de
Lubricación S.A.S**

Lubricación centrada en confiabilidad

