

## ÁREA: INGENIERÍA APLICADA

Programa de la asignatura de: TRIBOLOGÍA

CARRERA:	LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA			AÑO o MÓDULO:	<b>OPTATIVO</b>
ÁREA DE CONOCIMIENTO:	<b>INGENIERÍA APLICADA</b>			ACADEMIA:	<b>MANUFACTURA</b>
<b>DURACIÓN DEL CURSO</b>					
SEMANAS:	<b>32</b>	HORAS TOTALES:	<b>96</b>	HORAS A LA SEMANA:	<b>3</b>
HORAS EN AULA:	<b>3</b>			HORAS DE PRÁCTICAS EXTERNAS	<b>0</b>
HORAS EN TEORÍA:	<b>3</b>	HORAS DE TALLER:	<b>0</b>	HORAS DE LABORATORIO	<b>0</b>
NÚMERO DE CRÉDITOS:	<b>12</b>			CLAVE DE LA ASIGNATURA	<b>(CLAVE SIIA)</b>
OBLIGATORIA:	<b>NO</b>	OPTATIVA:	<b>SI</b>	MODALIDAD*:	<b>Presencial</b>
ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN:	10/09/2021			No. ACTA H.C.T.	No. 2/2021-2022

\*Presencial, semipresencial.

Seriación obligatoria antecedente: Ciencia de Materiales II (204178)

Seriación obligatoria conseciente: Ninguna

OBJETIVO/COMPETENCIA GENERAL DEL CURSO:									
Conocer la interacción entre la fricción, desgaste y lubricación en un sistema de contacto móvil entre dos o más materiales. Proporcionar al estudiante, el entendimiento y habilidades necesarias sobre los aspectos ingenieriles de los diferentes sistemas tribológicos de fricción, desgaste y lubricación. Con especial énfasis en el comportamiento de los materiales, principalmente metales, además de cerámicos, polímeros y materiales compuestos. Se pretende que el estudiante sea capaz de seleccionar el material adecuado para un sistema tribológico específico, de acuerdo al/los diferentes mecanismos de desgaste que puedan operar en un sistema dado.									
ATRIBUTOS DE EGRESO QUE IMPACTA:									
AE1	AE2	AE3	AE4	AE5	AE6	AE7	AE8		
X	X	X							X
Nivel	Nivel	Nivel	Nivel	Nivel	Nivel	Nivel	Nivel		
I	M	A	I	M	A	I	M	A	I
	X		X		X				X

\* I –Introductorio, M -Medio, A –Avanzado

## TEMAS DEL PROGRAMA DE TRIBOLOGÍA

CAPÍTULO	TÍTULO	HORAS	%	% ACUM.
1	INTRODUCCIÓN A LA TRIBOLOGÍA	2	2.1%	2.1%
2	PROPIEDADES DE VOLUMEN Y DE SUPERFICIE	6	6.3%	8.3%
3	FRICCIÓN	6	6.3%	14.6%
4	DESGASTE POR ABRASIÓN	8	8.3%	22.9%
5	DESGASTE POR DESLIZAMIENTO	8	8.3%	31.3%
6	DESGASTE POR DESLIZAMIENTO-RODAMIENTO	8	8.3%	39.6%
7	DESGASTE POR FATIGA DE CONTACTO POR RODADURA	8	8.3%	47.9%
8	DESGASTE POR EROSIÓN	8	8.3%	56.3%
9	DESGASTE POR ADHESIÓN	8	8.3%	64.6%
10	DESGASTE POR CORROSIÓN	8	8.3%	72.9%
11	DESGASTE POR FRETTING	8	8.3%	81.3%
12	TRATAMIENTOS SUPERFICIALES	8	8.3%	89.6%
13	RECUBRIMIENTOS DUROS	6	6.3%	95.8%
14	LUBRICACIÓN	6	6.3%	102.1%
	TOTALES	96	100.0%	

## CONTENIDO DEL PROGRAMA DE TRIBOLOGÍA

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN A LA TRIBOLOGÍA.

*Objetivo/Competencia:* El alumno define los conceptos fundamentales de la tribología.

1.1. Definición y Alcances.

- 1.2. Aspectos Económicos en Tribología.
- 1.3. Naturaleza de las Superficies.
- 1.4. Daño Superficial.
- 1.5. Fricción.
- 1.6. Mecanismos de Fricción.
- 1.7. Mecanismos de Desgaste.
- 1.8. Ensayos de Desgaste.

## CAPÍTULO 2. PROPIEDADES DE VOLUMEN Y DE SUPERFICIE.

*Objetivo/Competencia:* El alumno describe y compara las propiedades de volumen y de superficie.

- 2.1. Propiedades de volumen.
- 2.2. Propiedades de Superficies.
- 2.3. Microgeometría superficial.
- 2.4. Contacto entre sólidos.
- 2.5. Temperatura de superficie
- 2.6. Areas aparente y real.
- 2.7. Energía libre superficial versus energía libre volumétrica.
- 2.8. Adsorción de películas y condiciones ingenieriles.

## CAPÍTULO 3. FRICCIÓN.

*Objetivo/Competencia:* El alumno describe la fricción en los distintos tipos de materiales empleados en la industria.

- 3.1. Introducción.
- 3.2. Teoría de la fricción sólida.
- 3.3. Mecanismos básicos de fricción.
- 3.4. Fricción de metales.
- 3.5. Fricción de polímeros.
- 3.6. Fricción de cerámicos.
- 3.7. Fricción de materiales compuestos.
- 3.8. Superficies desgastadas.
- 3.9. Ensayos tribológicos.
- 3.10. Práctica de campo.

## CAPÍTULO 4. DESGASTE POR ABRASIÓN.

*Objetivo/Competencia:* El alumno describe el desgaste en los distintos tipos de materiales empleados en la industria.

- 4.1. Tribología y Mecanismos de Desgaste.
- 4.2. Desgaste por Abrasión.
- 4.3. Cuantificación de la Abrasión. Diagrama de Modo de Desgaste.
- 4.4. Grado de Desgaste.
- 4.5. Influencia de la Dureza.
- 4.6. Efecto de Segundas Fases.
- 4.7. Capacidad de deformación.
- 4.8. Caracterización de las Partículas Abrasivas.
- 4.9. Selección de Materiales.
  - 4.9.1. Metales.
  - 4.9.2. Polímeros.
  - 4.9.3. Cerámicos.
  - 4.9.4. Materiales compuestos.
- 4.10. Abrasión en Sistemas Lubricados.
- 4.11. Práctica de campo.

## CAPÍTULO 5. DESGASTE POR DESLIZAMIENTO.

*Objetivo/Competencia:* El alumno describe el desgaste por deslizamiento en los distintos tipos de materiales empleados en la industria.

- 5.1. Mecanismos de desgaste.
- 5.2. Progreso del desgaste.
- 5.3. Influencia de la rugosidad de la superficie.
  - 5.3.1. Metales.
  - 5.3.2. Polímeros.
  - 5.3.3. Cerámicos.
  - 5.3.4. Materiales compuestos.
- 5.4. Práctica de campo.

## CAPÍTULO 6. DESGASTE POR DESLIZAMIENTO-RODAMIENTO.

**Objetivo/Competencia:** El alumno describe el desgaste por deslizamiento-rodamiento en los distintos tipos de materiales empleados en la industria.

- 6.1. Mecanismos de desgaste.
- 6.2. Condiciones operacionales
- 6.3. Microestructura y propiedades del material.
  - 6.3.1. Metálicos.
  - 6.3.2. Polímeros.
  - 6.3.3. Cerámicos.
  - 6.3.4. Materiales compuestos.
- 6.4. Práctica de campo.

## CAPÍTULO 7. DESGASTE POR FATIGA DE CONTACTO POR RODADURA.

**Objetivo/Competencia:** El alumno describe el desgaste por fatiga de contacto por rodadura en los distintos tipos de materiales empleados en la industria.

- 7.1. Introducción.
- 7.2. Distribución de Tensiones en el Contacto Ideal.
- 7.3. Distribución de Tensiones en el Contacto No-Ideal.
- 7.4. Lubricación en la FCR.
- 7.5. Tipos de Falla en la FCR.
- 7.6. Predicción de la Vida.
- 7.7. Falla en elementos sometidos a FCR.
- 7.8. Materiales Empleados.
- 7.9. Tratamientos Superficiales.
- 7.10. Práctica de campo.

## CAPÍTULO 8. DESGASTE POR EROSIÓN.

**Objetivo/Competencia:** El alumno describe el desgaste por erosión en los distintos tipos de materiales empleados en la industria.

- 8.1. Erosión.
- 8.2. Fenomenología de la erosión.
- 8.3. Mecanismo de desgaste.
  - 8.3.1. Erosión de metales.
  - 8.3.2. Erosión de cerámicos.
  - 8.3.3. Cavito-erosión.
  - 8.3.4. Erosión por impacto líquido.
  - 8.3.5. Erosión por barros.
- 8.4. Propiedades físicas.
- 8.5. Elementos microestructurales.
- 8.6. Práctica de campo.

## CAPÍTULO 9. DESGASTE POR ADHESIÓN.

**Objetivo/Competencia:** El alumno describe el desgaste por adhesión en los distintos tipos de materiales empleados en la industria.

- 9.1. Desgaste adhesivo.
- 9.2. Teoría de microsoldaduras.
- 9.3. Teoría de delaminación.
- 9.4. Adhesión en vacío.
- 9.5. Efecto de películas.
- 9.6. Formación de óxidos.
- 9.7. Tipos de óxidos.
- 9.8. Práctica de campo.

## CAPÍTULO 10. DESGASTE POR CORROSIÓN.

**Objetivo/Competencia:** El alumno describe la corrosión.

- 10.1. Desgaste corrosivo.
- 10.2. Desgaste por oxidación.
- 10.3. Mecanismos de erosión - corrosión, parámetros.
- 10.4. Daño superficial.
- 10.5. Efectos de los factores ambientales.
- 10.6. Métodos para evitar el desgaste corrosivo.
- 10.7. Práctica de campo.

## CAPÍTULO 11. DESGASTE POR FRETTING.

**Objetivo/Competencia:** El alumno describe el desgaste por fretting en los distintos tipos de materiales empleados en la industria.

- 11.1. Definición.
- 11.2. Mecanismos básicos de desgaste.
- 11.3. Parámetros que afectan al fretting.
- 11.4. Influencia de las partículas oxidadas.
- 11.5. Daño por fretting. Teorías de VAMs y TTZs afectadas al fretting.
- 11.6. Sistemas bi-combinados y tri-combinados.
- 11.7. Prevención de daño por fretting.
- 11.8. Práctica de campo.

## CAPÍTULO 12. TRATAMIENTOS SUPERFICIALES.

**Objetivo/Competencia:** El alumno realiza un tratamiento superficial.

- 12.1. Diferencias entre recubrimiento y modificación superficial.
- 12.2. Clasificación.
- 12.3. Procesos en estado líquido, sólido y gaseoso.
- 12.4. Electrodepositación.
- 12.5. Electrolessdepositación.
- 12.6. Pulverizado térmico, Termal Spray.
- 12.7. Deposición química en estado gaseoso (CVD).
- 12.8. Deposición física en estado gaseoso (PVD).
- 12.9. Procesos termoquímicos asistidos por plasma.
- 12.10. Tratamientos superficiales por láser.
- 12.11. Práctica de campo.

## CAPÍTULO 13. RECUBRIMIENTOS DUROS.

**Objetivo/Competencia:** El alumno realiza un recubrimiento duro.

- 13.1. Definición.
- 13.2. Tipos de proceso de recargue.
- 13.3. Variables operativas de los depósitos por soldadura.
- 13.4. Metalurgia de los recubrimientos.
- 13.5. Materiales para recargue.
- 13.6. Selección de materiales para recargue.
- 13.7. Consideraciones económicas en la aplicación.
- 13.8. Práctica de campo.

## CAPÍTULO 14. LUBRICACIÓN.

**Objetivo/Competencia:** El alumno realiza un plan de mantenimiento para lubricación, de una planta industrial.

- 14.1. Introducción.
- 14.2. Mecanismos de lubricación.
- 14.3. Espesor de Película Necesario.
- 14.4. Selección de la Viscosidad.
- 14.5. Composición y Propiedades de los Lubricantes.
- 14.6. Clasificación de los lubricantes.
- 14.7. Técnicas de Mantenimiento - Mantenimiento Proactivo.
  - 14.7.1. Lubricación hidrodinámica
  - 14.7.2. Lubricación elastohidrodinámica
  - 14.7.3. Lubricación de frontera.
  - 14.7.4. Lubricación sólida
- 14.8. Monitoreo de Equipos.
- 14.9. Interpretación de Resultados.
- 14.10. Plan de Mantenimiento.

### ESTRATEGIA DIDÁCTICA

X	Búsqueda de información documental por parte del alumno.
X	Técnicas grupales para la resolución de ejercicios.
X	Tareas y trabajos extra clase.
X	Utilización de recursos audiovisuales y de tecnología de punta.
X	Exposiciones por parte del alumno.
X	Participación del alumno en clase.

<input checked="" type="checkbox"/>	Participación activa del alumno en la construcción de su conocimiento.
	Seminarios.
<input checked="" type="checkbox"/>	Taller para la solución de Problemas.
	Prácticas de Laboratorio.
<input checked="" type="checkbox"/>	Prácticas de campo.
	Otras:

#### ELEMENTOS DE EVALUACIÓN

<input checked="" type="checkbox"/>	Participación en clase.
<input checked="" type="checkbox"/>	Ejercicios y trabajos realizados en el Taller.
<input checked="" type="checkbox"/>	Trabajos y tareas extra clase.
<input checked="" type="checkbox"/>	Exposición de temas de investigación en forma grupal e individual.
<input checked="" type="checkbox"/>	Prácticas de laboratorio reportadas por escrito.
<input checked="" type="checkbox"/>	Participaciones.
<input checked="" type="checkbox"/>	Examen por parciales.
<input checked="" type="checkbox"/>	Examen departamental.
	Otros

#### PERFIL DEL DOCENTE

*Licenciatura en Ingeniería, Materiales, Física o en carreras cuyo contenido en el área de matemáticas sea similar. Deseable haber realizado estudios de posgrado, contar con experiencia docente o haber participado en cursos o seminarios de iniciación en la práctica docente.*

CONOCIMIENTOS	EXPERIENCIA PROFESIONAL	HABILIDADES	ACTITUDES
Ciencia de materiales.  Termofluidos.  Mecánica Clásica.  Tribología.	Haber impartido clase.  Formación pedagógica.	Domino de la asignatura  Manejo de grupos Comunicación (transmisión de conocimiento).  Capacidad de análisis y síntesis.  Manejo de materiales didácticos.  Creatividad.  Capacidad para realizar analogías y comparaciones en forma simple.  Capacidad para motivar al Auto Estudio, el Razonamiento y la investigación.	Ética.  Honestidad.  Compromiso con la docencia.  Crítica Fundamentada.  Respeto y Tolerancia.  Responsabilidad Científica.  Liderazgo.  Superación personal, docente y profesional.  Espíritu cooperativo.  Puntualidad.  Compromiso social.

#### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

1. Bharat Bhushan. *Introduction to Tribology*. Wiley and Sons. New York, 2002.
2. J.A. Williams. *Engineering Tribology*. Ed. Oxford University Press. Oxford, 1998.
3. Karl-Heinz Zum Gahr. *Microstructure and Wear of Materials*. Elsevier Science Editors. Amsterdam, 1987.
4. Ian M. Hutchings. *Tribology, friction and wear of engineering materials*. Edward Arnold Editors. London, 1996.