

## 1. Datos Generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	Ciencia de Materiales
<b>Clave de la asignatura:</b>	NVP-1008
<b>SATCA<sup>1</sup>:</b>	3-0-3
<b>Carrera:</b>	Ingeniería Naval

## 2. Presentación

### Caracterización de la asignatura

Esta asignatura aporta elementos de competencia al perfil profesional del Ingeniero Naval para adquirir las capacidades y habilidades en tres competencias profesionales:

- Diseña y evalúa vehículos y artefactos marinos para la aplicación de procesos de diseño e ingeniería naval, así como de las normas, reglamentos y códigos pertinentes.
- Dirige la construcción, mantenimiento y reparación de vehículos y artefactos marinos para la implementación de los procesos, tecnologías, normas, reglamentos y códigos pertinentes.
- Inspecciona vehículos y artefactos marinos, sus sistemas, maquinarias, equipos y materiales, para verificar la aplicación de las normas, reglamentos y códigos que regulan su construcción y operación.

Estos elementos de competencia se integran con otros en las cuatro unidades de competencia siguientes:

- ✓ Diseña, analiza y evalúa la arquitectura naval de los productos navales para aplicar los requerimientos hidrodinámicos, estructurales, y de su normativa.
- ✓ Diseña, analiza y evalúa los sistemas de ingeniería de los productos navales para aplicar los requerimientos de la ingeniería y normativa que soporta su funcionalidad.
- ✓ Decide las tecnologías de construcción, manufactura y reparación adecuadas para implementar los requerimientos de los productos y servicios navales, así como su normativa.
- ✓ Inspecciona los procesos de manufactura y las propiedades de los materiales para la verificación de los requerimientos de diseño y construcción de embarcaciones, artefactos navales, maquinarias y equipos, y su normativa.

Los elementos de competencia consisten en los siguientes desempeños específicos:

- Emplea y analiza las propiedades de los materiales de las partes componentes del producto naval para aplicar los requerimientos de diseño y construcción.
- Examina y valora las propiedades de los materiales de las partes componentes del producto naval para aplicar los requerimientos de diseño y construcción.

Su importancia es relevante en las áreas de desempeño de ingeniería, producción e inspección y certificación ya que es una herramienta básica para el diseño, manufactura e inspección de los materiales de las partes componentes de los vehículos y artefactos marinos.

<sup>1</sup> Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

La asignatura consiste en un curso de ciencia de los materiales donde el énfasis se centra en el análisis de las propiedades de materiales estructurales, en los procesos de oxidación y de corrosión, y en la selección de materiales estructurales.

Está relacionada con Química, Producción Naval, Mecánica de Materiales I, y Electricidad y Magnetismo.

### **Intención didáctica**

Se organiza el temario en seis temas, delimitando claramente los procedimientos de análisis de las propiedades de los materiales estructurales, electrónicos y magnéticos, y de su selección en función de esas propiedades estipuladas como parámetros requeridos por el diseño.

El primer tema se subdivide en cuatro subtemas. El primer subtema aborda la estructura atómica, el enlace iónico, el enlace covalente, el enlace metálico, el enlace secundario y, la clasificación de materiales en función del tipo de enlace. El segundo subtema describe los siete sistemas y las catorce redes, las estructuras metálicas, las estructuras cerámicas, las estructuras poliméricas, las estructuras semiconductoras, las posiciones, direcciones y planos de la red y, la difracción de rayos X. El tercer subtema trata la solución sólida e imperfección química, los defectos puntuales e imperfecciones de dimensión cero, los defectos lineales o dislocaciones e imperfecciones unidimensionales, los defectos de superficie e imperfecciones tridimensionales y, la microscopía. El cuarto subtema discute los procesos térmicamente activados, la producción térmica de defectos puntuales, los defectos puntuales y difusión en estado sólido, la difusión en estado estacionario y, los caminos alternativos para la difusión. El segundo tema se subdivide en tres subtemas. El primer subtema aborda la tensión frente a deformación (metales, cerámicos y vidrios, polímeros), la deformación elástica, la deformación plástica, la dureza, la fluencia y relajación de esfuerzos y, la deformación viscoelástica. El segundo subtema describe la capacidad calorífica, la dilatación térmica, la conductividad térmica y, el choque térmico. El tercer subtema trata la energía de impacto, la tenacidad de fractura, la fatiga, los ensayos no destructivos y, el análisis y prevención de fallos.

El tercer tema se subdivide en dos subtemas. El primer subtema aborda la regla de las fases, el diagrama de fase, la regla de la palanca y, la evolución de la microestructura durante el enfriamiento lento. El segundo subtema describe el tiempo como tercera dimensión, el diagrama TTT, la templabilidad, el endurecimiento por precipitación, el recocido y, la cinética de las transformaciones de fase de los no metales.

El cuarto tema se subdivide en cuatro subtemas. El primer subtema aborda las aleaciones férreas, las aleaciones no férreas, las aleaciones ligeras, los materiales compuestos de matriz metálica y, el procesamiento de materiales metálicos. El segundo subtema describe los cerámicos, los vidrios, las vitrocerámicas y, el procesamiento de los cerámicos y los vidrios. El tercer subtema trata la definición y clasificación, la síntesis de polímeros, el peso molecular, la solubilidad y estabilidad química, la cristalinidad, el comportamiento térmico, el comportamiento mecánico, la reticulación de termoestables y elastómeros, los plásticos comerciales, los adhesivos, la familia de adhesivos y criterios de selección y, el procesamiento de polímeros. El cuarto subtema examina la clasificación y selección, la función de la fibra en el material compuesto, la función de la matriz en el material compuesto, la anisotropía del material compuesto y, las aplicaciones y limitaciones de los materiales compuestos.

El quinto tema se subdivide en cuatro subtemas. El primer subtema aborda los portadores de carga y conducción, los niveles y bandas de energía, los conductores, los aislantes, los semiconductores, los materiales compuestos y, la clasificación eléctrica de los materiales. El segundo subtema describe la luz visible, las propiedades ópticas y, los sistemas y dispositivos ópticos. El tercer subtema trata los semiconductores elementales intrínsecos, los semiconductores elementales extrínsecos, los compuestos semiconductores, los semiconductores amorfos, el procesamiento de semiconductores y, los dispositivos semiconductores. El cuarto subtema discute el magnetismo, el ferromagnetismo, el ferrimagnetismo y, los imanes.

El sexto tema se subdivide en cinco subtemas. El primer subtema aborda los cuatro posibles mecanismos de oxidación de los metales. El segundo subtema describe la corrosión acuosa, la corrosión galvánica de dos metales, la corrosión por reducción gaseosa, el efecto de la tensión mecánica en la corrosión, los métodos de prevención de la corrosión y, las curvas de polarización. El tercer subtema describe la degradación química de cerámicos y polímeros. El cuarto subtema trata las propiedades de los materiales como parámetros de diseño de ingeniería. El quinto subtema discute la selección de materiales estructurales mediante el estudio de casos concretos, la selección de materiales electrónicos y magnéticos mediante el estudio de casos concretos y, los materiales y el medio ambiente, y los aspectos ambientales del diseño.

El enfoque sugerido para la materia requiere que las actividades prácticas promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: identificación, manejo y control de variables y datos relevantes; planteamiento de hipótesis; trabajo en equipo; asimismo, propicien procesos intelectuales como inducción-deducción y análisis-síntesis con la intención de generar una actividad intelectual compleja; por esta razón varias de las actividades prácticas se han descrito como actividades previas al tratamiento teórico de los temas, de manera que no sean una mera corroboración de lo visto previamente en clase, sino una oportunidad para conceptualizar a partir de lo observado. En las actividades prácticas sugeridas, es conveniente que el docente busque sólo guiar a sus estudiantes para que ellos hagan la elección de las variables a controlar y registrar. Para que aprendan a planificar, que no planifique el docente todo por ellos, sino involucrarlos en el proceso de planeación.

La lista de actividades de aprendizaje no es exhaustiva, se sugieren sobre todo las necesarias para hacer más significativo y efectivo el aprendizaje. Algunas de las actividades sugeridas pueden hacerse como actividad extra clase y comenzar el tratamiento en clase a partir de la discusión de los resultados de las observaciones. Se busca partir de experiencias concretas, cotidianas, para que el estudiante se acostumbre a reconocer los fenómenos físicos en su alrededor y no sólo se hable de ellos en el aula. Es importante ofrecer escenarios distintos, ya sean contruidos, artificiales, virtuales o naturales.

En las actividades de aprendizaje sugeridas, generalmente se propone la formalización de los conceptos a partir de experiencias concretas; se busca que el estudiante tenga el primer contacto con el concepto en forma concreta y sea a través de la observación, la reflexión y la discusión que se dé la formalización; la resolución de problemas se hará después de este proceso. Esta resolución de problemas no se especifica en la descripción de actividades, por ser más familiar en el desarrollo de cualquier curso. Pero se sugiere que se diseñen problemas con datos faltantes o sobrantes de manera que el estudiante se ejercite en la identificación de datos relevantes y elaboración de supuestos.

En el transcurso de las actividades programadas es muy importante que el estudiante aprenda a valorar las actividades que lleva a cabo y entienda que está contruyendo su hacer futuro y en consecuencia

actúe de una manera profesional; de igual manera, aprecie la importancia del conocimiento y los hábitos de trabajo; desarrolle la precisión y la curiosidad, la puntualidad, el entusiasmo y el interés, la tenacidad, la flexibilidad y la autonomía.

Es necesario que el docente ponga atención y cuidado en estos aspectos en el desarrollo de las actividades de aprendizaje de esta asignatura.

### 3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico de Mazatlán del 23 al 27 de noviembre de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Boca del Río, Mazatlán, Pachuca y San Luis Potosí.	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería en Acuicultura, Ingeniería en Pesquerías e Ingeniería Naval.
Instituto Tecnológico de Boca del Río del 26 al 30 de abril de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Boca del Río y Mazatlán.	Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de Ingeniería en Acuicultura, Ingeniería en Pesquerías e Ingeniería Naval.
Tecnológico Nacional de México, del 26 al 30 de agosto de 2013.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Boca del Río y Mazatlán.	Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de las carreras de Ingeniería en Nanotecnología, Ingeniería Petrolera, Ingeniería en Acuicultura, Ingeniería en Pesquerías, Ingeniería Naval y Gastronomía del SNIT.

### 4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia específica de la asignatura
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emplea y analiza las propiedades de los materiales de las partes componentes del producto naval para aplicar los requerimientos de diseño y construcción.</li> <li>• Examina y valora las propiedades de los materiales de las partes componentes del producto naval para aplicar los requerimientos de diseño y construcción.</li> </ul>

### 5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utiliza los principios y los métodos de la Química para el análisis de la estructura de la materia, sus estados, y de las reacciones químicas.</li> </ul>
--

## 6. Temario

No.	Nombre de temas	Subtemas
1	Conceptos básicos.	1.1 Enlace atómico 1.2 Estructura cristalina 1.3 Defectos cristalinos y estructura no cristalina 1.4 Difusión
2	Propiedades y análisis de fallos.	2.1 Propiedades mecánicas 2.2 Propiedades térmicas 2.3 Análisis y prevención de fallos
3	Predicción de microestructuras.	3.1 Diagramas de fase 3.2 Tratamiento térmico
4	Materiales estructurales.	4.1 Metales 4.2 Cerámicos y vidrio 4.3 Polímeros 4.4 Materiales compuestos
5	Materiales electrónicos y magnéticos.	5.1 Conducción eléctrica 5.2 Comportamiento óptico 5.3 Semiconductores 5.4 Materiales magnéticos
6	Materiales en diseño de ingeniería.	6.1 Mecanismos de oxidación de metales 6.2 Tipos de corrosión y métodos de prevención 6.3 Degradación química de cerámicos y polímeros 6.4 Propiedades de materiales como parámetros de diseño 6.5 Selección de materiales estructurales, electrónicos y magnéticos

## 7. Actividades de aprendizaje de los temas

1.- Conceptos básicos.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<b>Especifica(s):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Identifica los conceptos básicos de la estructura de los materiales para el diseño de elementos estructurales</li> </ul> <b>Genéricas:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Habilidad en identificar, formular y resolver problemas.</li> <li>Destreza para generar análisis y síntesis.</li> <li>Capacidad para usar herramientas computacionales.</li> <li>Habilidad en lograr una buena interrelación social con los demás.</li> <li>Destreza para diseñar y gestionar objetivos y proyectos.</li> <li>Capacidad para aplicar los conocimientos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Describir la estructura atómica</li> <li>Identificar los enlaces iónico, covalente, metálico y secundario</li> <li>Reconocer la clasificación de los materiales en función del tipo de enlace</li> <li>Identificar los siete sistemas cristalinos y las catorce redes cristalinas que conforman la geometría cristalina de los materiales cristalinos</li> <li>Describir las estructuras metálicas, cerámicas, poliméricas y semiconductoras</li> <li>Revisar las reglas básicas para describir la geometría en, y alrededor de, una celda unidad</li> <li>Describir la difracción de rayos X y cómo</li> </ul>

en la práctica.	<p>se utiliza para identificar la estructura cristalina de los materiales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconocer que no puede obtenerse ningún material sin un cierto grado de impurezas químicas</li> <li>• Explicar los defectos puntuales, lineales y de superficie</li> <li>• Reconocer que algunos materiales carecen completamente de un orden cristalino</li> <li>• Describir los procesos térmicamente activados</li> <li>• Explicar la producción térmica de defectos puntuales</li> <li>• Identificar defectos puntuales y difusión en estado sólido</li> <li>• Expresar la difusión en estado estacionario</li> </ul>
-----------------	--

## 2.- Propiedades y análisis de fallos.

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analiza las propiedades y los fallos de materiales para el diseño de elementos estructurales</li> </ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidad en identificar, formular y resolver problemas.</li> <li>• Destreza para generar análisis y síntesis.</li> <li>• Capacidad para usar herramientas computacionales.</li> <li>• Habilidad en lograr una buena interrelación social con los demás.</li> <li>• Destreza para diseñar y gestionar objetivos y proyectos.</li> <li>• Capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Describir las propiedades de tensión-deformación de metales, cerámicos y vidrios, y polímeros</li> <li>• Distinguir entre deformación elástica y deformación plástica</li> <li>• Identificar la propiedad de dureza</li> <li>• Explicar la fluencia y relajación de tensiones</li> <li>• Discutir la deformación viscoelástica</li> <li>• Identificar capacidad calorífica</li> <li>• Expresar dilatación térmica</li> <li>• Discutir la conductividad térmica</li> <li>• Revisar el choque térmico</li> <li>• Explicar la energía de impacto</li> <li>• Describir la tenacidad de fractura</li> <li>• Identificar la fatiga</li> <li>• Describir los principales ensayos no destructivos</li> <li>• Reconocer el análisis y prevención de fallos</li> </ul>

## 3.- Predicción de microestructuras.

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analiza los diagramas de fase y tratamiento térmico en microestructuras de materiales para la selección de materiales</li> </ul> <p><b>Genéricas:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar la regla de las fases</li> <li>• Identificar el diagrama de fases</li> <li>• Describir los diagramas de solubilidad total en estado sólido, eutéctico, eutectoide en estado sólido (con insolubilidad total y</li> </ul>



<ul style="list-style-type: none"> <li>Habilidad en identificar, formular y resolver problemas.</li> <li>Destreza para generar análisis y síntesis.</li> <li>Capacidad para usar herramientas computacionales.</li> <li>Habilidad en lograr una buena interrelación social con los demás.</li> <li>Destreza para diseñar y gestionar objetivos y proyectos.</li> <li>Capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica.</li> </ul>	<p>solubilidad parcial), peritético, y binarios generales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar la regla de la palanca</li> <li>Explicar la evolución de la microestructura durante el enfriamiento lento</li> <li>Reconocer el tiempo como factor para la formación de estructuras de equilibrio</li> <li>Describir el diagrama de transformaciones isotérmicas o diagrama TTT</li> <li>Explicar las transformaciones con difusión, sin difusión (martensíticas), y térmico del acero</li> <li>Describir los tratamientos térmicos para modificar la dureza de una aleación metálica: templabilidad, endurecimiento por precipitación, y recocido</li> <li>Identificar la cinética de las transformaciones de fase en los no metales</li> </ul>
--	---

#### 4.- Materiales estructurales.

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Examina los materiales estructurales y sus propiedades para el diseño de elementos estructurales</li> </ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Habilidad en identificar, formular y resolver problemas.</li> <li>Destreza para generar análisis y síntesis.</li> <li>Capacidad para usar herramientas computacionales.</li> <li>Habilidad en lograr una buena interrelación social con los demás.</li> <li>Destreza para diseñar y gestionar objetivos y proyectos.</li> <li>Capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar las aleaciones férreas</li> <li>Describir los aceros al carbono y de baja aleación, los aceros de alta aleación, las fundiciones, y las aleaciones férreas de solidificación rápida</li> <li>Identificar las aleaciones no férreas</li> <li>Describir el cobre y las aleaciones de cobre, el níquel y aleaciones base níquel, aleaciones de cinc, plomo y estaño, metales refractarios, y otros metales</li> <li>Identificar las aleaciones ligeras</li> <li>Describir el aluminio y aleaciones de aluminio, el magnesio y aleaciones de magnesio, titanio y aleaciones de titanio, y el berilio</li> <li>Identificar los materiales compuestos de matriz metálica</li> <li>Describir las técnicas de procesamiento de materiales metálicos</li> <li>Identificar los materiales cerámicos (materiales cristalinos)</li> <li>Identificar los materiales vidrios (materiales no cristalinos)</li> <li>Definir los materiales vitrocerámicos</li> <li>Describir las técnicas de procesamiento de</li> </ul>

	<p>materiales cerámicos y vidrios</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Definir, clasificar y explicar la síntesis de los polímeros</li> <li>Describir la solubilidad, la estabilidad química, y la cristalinidad</li> <li>Explicar el comportamiento térmico y mecánico de los polímeros</li> <li>Distinguir entre los procesos de reticulación y de síntesis de polímeros</li> <li>Definir aditivos para polímeros</li> <li>Describir adhesivos, familia de adhesivos, y criterios de selección</li> <li>Describir las técnicas de procesado de materiales polímeros</li> <li>Definir los materiales compuestos y explicar su clasificación y su selección</li> <li>Describir la función de la fibra en el material compuesto</li> <li>Explicar la función de la matriz en el material compuesto</li> <li>Discutir la anisotropía del material compuesto</li> <li>Describir las aplicaciones y limitaciones de los materiales compuestos</li> </ul>
<b>5.- Materiales electrónicos y magnéticos.</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Examina los materiales electrónicos y magnéticos y sus propiedades para la selección de materiales de sistemas del barco</li> </ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Habilidad en identificar, formular y resolver problemas.</li> <li>Destreza para generar análisis y síntesis.</li> <li>Capacidad para usar herramientas computacionales.</li> <li>Habilidad en lograr una buena interrelación social con los demás.</li> <li>Destreza para diseñar y gestionar objetivos y proyectos.</li> <li>Capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Explicar los conceptos de portadores de carga y conducción, niveles y bandas de energía</li> <li>Describir los materiales conductores y sus aplicaciones en termopares y en superconductores</li> <li>Describir los materiales aislantes y sus aplicaciones ferroeléctricos y piezoeléctricos</li> <li>Identificar los materiales semiconductores y compuestos</li> <li>Conocer la clasificación eléctrica de materiales</li> <li>Identificar las propiedades ópticas de los materiales: índice de refracción, reflectividad, transparencia, translúcido, opacidad, color, y luminiscencia</li> <li>Describir los principales sistemas y dispositivos ópticos</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diferenciar las propiedades de los semiconductores elementales intrínsecos de los extrínsecos</li> <li>• Explicar los compuestos semiconductores y los semiconductores amorfos</li> <li>• Describir las técnicas de procesado de materiales semiconductores</li> <li>• Definir magnetismo y describir los fenómenos de ferromagnetismo y ferrimagnetismo</li> <li>• Describir las propiedades de los materiales imanes metálicos y cerámicos</li> </ul>
<b>6.- Materiales en diseño de ingeniería.</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analiza las propiedades de los materiales para la selección en el proceso de diseño</li> </ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidad en identificar, formular y resolver problemas.</li> <li>• Destreza para generar análisis y síntesis.</li> <li>• Capacidad para usar herramientas computacionales.</li> <li>• Habilidad en lograr una buena interrelación social con los demás.</li> <li>• Destreza para diseñar y gestionar objetivos y proyectos.</li> <li>• Capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relacionar los materiales con el proceso de diseño de ingeniería</li> <li>• Describir los mecanismos de oxidación de los metales</li> <li>• Analizar los tipos de corrosión: acuosa, galvánica y por reducción gaseosa</li> <li>• Describir el efecto de la tensión mecánica en la corrosión</li> <li>• Explicar los métodos de prevención de la corrosión</li> <li>• Identificar las curvas de polarización</li> <li>• Explicar la degradación química de cerámicos y polímeros</li> <li>• Reconocer el desgaste y el análisis superficial</li> <li>• Traducir las propiedades de los materiales a parámetros de diseño</li> <li>• Aplicar el estudio de casos de selección de materiales estructurales</li> <li>• Aplicar el estudio de casos de selección de materiales electrónicos y magnéticos</li> <li>• Investigar la selección de materiales en el diseño y el impacto hacia el medio ambiente</li> </ul>

## 8. Prácticas

Prácticas sugeridas para desarrollar las competencias específicas y genéricas:

- Identificar la estructura cristalina de los materiales mediante la difracción de rayos X
- Caracterizar los aspectos microestructurales de los bordes de grano y de las imperfecciones de los materiales mediante el microscopio electrónico de barrido.
- Determinar la dureza Brinell, Rockwell y Vickers en diferentes materiales
- Determinar el módulo de resiliencia en materiales ferrosos y no ferrosos
- Aplicar métodos de ultrasonido, de rayos X, de partículas magnéticas y de líquidos penetrantes para la determinación de defectos potencialmente críticos (grietas internas y superficiales) en materiales.

## 9. Proyecto de asignatura (Para fortalecer la(s) competencia(s) de la asignatura)

El objetivo del proyecto que plantee el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:

- **Fundamentación:** marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo.
- **Planeación:** con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.
- **Ejecución:** consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.
- **Evaluación:** es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

## 10. Evaluación por competencias (específicas y genéricas de la asignatura)

Instrumentos y herramientas sugeridas para evaluar las actividades de aprendizaje:

- Bitácora
- Cuestionario
- Debate
- Ensayo
- Escala de apreciación
- Examen (preguntas de respuestas abiertas, cerradas o múltiples)
- Exposición
- Investigación
- Lista de cotejo
- Mapa conceptual
- Portafolio
- Proyecto

- Prueba de conocimiento
- Prueba de desempeño
- Rúbrica
- Solución de problemas (cerrados o abiertos)
- Técnica de casos
- Técnica de ejecución
- Técnica de pregunta
- Trabajo en equipo o colaborativo

## 11. Fuentes de información

### NECESARIA PARA EL ESTUDIO Y PRESENTACIÓN DE EXAMENES

- Shackelford J. F. (2005) *Introducción a la Ciencia de Materiales para Ingenieros*. (6ª ed). México: Editorial PEARSON.

### RECOMENDADA COMO SUPLEMENTO

- Askeland D. R. & Phulé P. P. (1998) *Ciencia e Ingeniería de los Materiales*. (2ª ed). México: Editorial CENGAGE Learning.
- Smith William. (2006) *Fundamentos de Ingeniería y Ciencias de Materiales*. (4ª ed). México: Editorial Mc Graw Hill.