

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Mecánica de Fluidos
Clave de la asignatura:	NVF-1025
SATCA¹:	3-2-5
Carrera:	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 una competencia profesional:

- 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.

Este elemento de competencia se integra con otros en las dos 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.

Los elementos de competencia consisten en los siguientes desempeños específicos:

- Examina los fundamentos del comportamiento de los fluidos y su interacción con cuerpos para el análisis de fuerzas hidrodinámicas.
- Examina los fundamentos del comportamiento de los fluidos y su interacción con cuerpos para el análisis de fuerzas hidrodinámicas.

Su importancia es relevante en el área de desempeño de ingeniería ya que es una herramienta esencial para el análisis de fluidos sin y con movimiento en flujo abierto o cerrado.

La asignatura consiste en un curso de mecánica de fluidos donde el énfasis se centra en los principios y procedimientos de la hidrostática, y de la hidrodinámica mediante análisis integral de flujos abiertos y cerrados.

Tiene como pre-requisitos Termodinámica, se relaciona con Cálculo Diferencial, Cálculo Integral, Cálculo Vectorial, Mecánica de Materiales I y II, Análisis Estructural Naval II, Diseño Estructural Naval, y Diseño de Vehículos Marinos, y es pre-requisito de Resistencia y Propulsión, y de Sistemas de Ingeniería del Casco.

Intención didáctica

Se organiza el temario en cinco temas, delimitando claramente los procedimientos de análisis de la hidrostática, la hidrodinámica, el análisis dimensional y semejanza, y el flujo en conductos.

El primer tema se subdivide en dos subtemas. El primer subtema introduce la definición de mecánica de fluidos y de fluido, las áreas de aplicación de la mecánica de fluidos, la condición de no

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

deslizamiento, la clasificación de los flujos de fluidos, el sistema y el volumen de control, las dimensiones y unidades, el modelado matemático de los problemas de ingeniería, la técnica para la resolución de problemas de mecánica de fluidos y, los paquetes de software. El segundo subtema describe las propiedades intensivas y extensivas de un sistema, el postulado de estado, la idealización del medio continuo, la densidad, la densidad relativa, el peso específico, la presión de vapor y la cavitación, la energía, sus formas microscópicas y macroscópicas, la entalpía, los calores específicos, los coeficientes de compresibilidad y de expansión volumétrica, el concepto de viscosidad, la viscosidad dinámica y cinemática, la viscosidad dinámica en líquidos y gases y, la tensión superficial y el efecto de capilaridad.

El segundo tema se subdivide en cuatro subtemas. El primer subtema introduce el concepto de presión, las presiones absolutas, manométrica y de vacío, la presión en un punto, la variación de presión con la elevación o profundidad, la variación de presión para fluidos incompresibles y compresibles, la transmisión de potencia (ley de Pascal), el manómetro y otros instrumentos para medir la presión y, el barómetro y la presión atmosférica. El segundo subtema describe las fuerzas hidrostáticas sobre superficies planas sumergidas, la magnitud de la fuerza hidrostática resultante y su punto de aplicación (centro de presión), la ubicación vertical y lateral de la línea de acción de la fuerza hidrostática resultante, el análisis de placa rectangular sumergida en posición inclinada, vertical y horizontal, la profundidad equivalente cuando la presión en la superficie libre es distinta de la atmosférica, las fuerzas hidrostáticas sobre superficies curvas bidimensionales sumergidas y, la magnitud de la fuerza hidrostática resultante y su línea de acción mediante las componentes de fuerza horizontal y vertical. El tercer subtema proporciona los principios de Arquímedes y de estabilidad de los cuerpos sumergidos y de los flotantes, los conceptos de centro de gravedad, de empuje, de metacentro y el radio metacéntrico transversal, el criterio de estabilidad mediante la altura metacéntrica y, sus aplicaciones en hidrometría, boyas, buques y submarinos. El cuarto subtema trata las relaciones para la variación de la presión en los fluidos que se mueven como un cuerpo sólido, con o sin aceleración, en ausencia de cualesquiera esfuerzos cortantes, los casos especiales de fluidos en reposo y de caída libre de un cuerpo de fluido, la aceleración sobre una trayectoria recta y, la rotación en un recipiente cilíndrico.

El tercer tema se subdivide en tres subtemas. El primer subtema introduce las descripciones del movimiento de fluidos de Lagrange y de Euler, el dominio del flujo (volumen de control), las variables de campo, los campos de presión, velocidad y aceleración, la derivada material, las líneas de corriente, trayectoria, traza y fluidas, las gráficas de perfiles, vectoriales y de contornos, los tipos de movimiento o deformación de los elementos de fluidos, la vorticidad y rotacionalidad, los flujos circulares de rotación de cuerpo sólido y de vórtice lineal y, el teorema del transporte de Reynolds. El segundo subtema describe los gastos de masa y de volumen, la velocidad promedio, el principio de conservación de la masa, los volúmenes de control en movimiento o en deformación, el balance de masa para procesos de flujo estacionario, el caso especial de flujo incompresible, la energía mecánica y la eficiencia, la aceleración de una partícula de fluido, la deducción de la ecuación de Bernoulli, el balance de fuerzas a través de las líneas de corriente, el flujo no estacionario y compresible, las presiones estática, dinámica y de estancamiento, las limitaciones en el uso de la ecuación de Bernoulli, las líneas de gradiente hidráulico y de energía, las aplicaciones de la ecuación de Bernoulli, sus formas adimensionales y el principio de las pruebas con modelos, la ecuación general de la energía, las transferencias de energía por calor y trabajo, el trabajo de flecha, el trabajo que realizan las fuerzas de presión, el análisis de energía de los flujos estacionarios y, el factor de corrección de la energía cinética. El tercer subtema proporciona las leyes de Newton y conservación de cantidad de movimiento, las sugerencias para la elección de un volumen de control, las fuerzas que actúan sobre un volumen de control, la ecuación del momento lineal, los casos especiales, el factor de corrección del

flujo de la cantidad de movimiento, el flujo estacionario en reposo, el flujo sin fuerzas externas, las bases del movimiento de rotación y del momento angular, la ecuación del momento angular, los casos especiales, el flujo sin momentos externos y, los dispositivos de flujo radial.

El cuarto tema se subdivide en cuatro subtemas. El primer subtema introduce los conceptos de dimensión y unidad, las dimensiones fundamentales o básicas, la ley de homogeneidad dimensional y, la eliminación de dimensiones de las ecuaciones. El segundo subtema describe a la experimentación como método para obtener información confiable realizando las pruebas en un modelo a escala geométrica en vez de un prototipo de tamaño real aplicando la técnica de análisis dimensional y, el principio de similitud y las tres condiciones necesarias para similitud completa entre un modelo y un prototipo. El tercer subtema proporciona el método de repetición de variables, los lineamientos generales para elegir parámetros repetitivos, los lineamientos para utilizar los parámetros adimensionales y, algunos de los parámetros adimensionales más comunes establecidos en la mecánica de fluidos. El cuarto subtema trata sobre la configuración de experimentos y la correlación de los datos experimentales, la similitud incompleta, las pruebas en el túnel de viento y, los flujos con superficies libres.

El quinto tema se subdivide en cuatro subtemas. El primer subtema aborda el flujo de fluidos en tuberías o ductos, poniendo particular atención a la fricción la cual se relaciona directamente con la caída de presión y las pérdidas de carga, los regímenes de flujo laminar y turbulento, el número de Reynolds, el valor del número de Reynolds crítico en función a las geometrías de la sección transversal y a las condiciones de flujo distintas, el diámetro hidráulico, la región de entrada, las longitudes de entrada, el análisis del flujo laminar en tuberías, el esfuerzo de cortante laminar, el perfil de velocidad laminar, la caída de presión y la pérdida de carga, la extensión del análisis a tuberías inclinadas y a tuberías no circulares, las tablas de factores de fricción para flujo laminar totalmente desarrollado en tuberías de varias secciones transversales, el análisis del flujo turbulento en tuberías, el esfuerzo de cortante turbulento, el perfil de velocidad turbulento, la ecuación de Colebrook, el diagrama de Moody, las observaciones a partir del diagrama de Moody, los tipos de problemas de flujo de fluidos y, las relaciones explícitas de Swamee y Jain para los cálculos de pérdida de carga, razón de flujo volumétrico y diámetro. El segundo subtema describe las pérdidas menores de carga por fricción en accesorios (uniones, válvulas, codos, entradas y salidas, etc.) en términos del coeficiente de pérdida o en términos de la longitud equivalente y, las tablas de los coeficientes de pérdida de accesorios. El tercer subtema proporciona los sistemas de tuberías en serie y/o en paralelo, los dos principios simples para el análisis de redes de tuberías, los sistemas de tuberías con bombas y turbinas, la curva del sistema o demanda, las curvas características o de suministro para bombas centrífugas y, el punto de operación. El cuarto subtema trata la medición de la razón de flujo y de velocidad, la sonda de Pitot y la sonda de Pitot estática (tubo de Prandtl), los flujómetros de obstrucción (placas de orificio, medidores de Venturi y toberas de flujo), de desplazamiento positivo, de turbina, de rueda de paletas, de área variable, ultrasónicos, ultrasónicos de efecto Doppler, electromagnéticos y de vórtice, los anemómetros térmicos y, la velocimetría láser Doppler y de imagen de partícula.

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 construyendo 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"> Examina los fundamentos del comportamiento de los fluidos y su interacción con cuerpos para el análisis de fuerzas hidrodinámicas. Examina los fundamentos del comportamiento de los fluidos y su interacción con cuerpos para el análisis de fuerzas hidrodinámicas.

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> Utiliza los principios y métodos de Ecuaciones Diferenciales para el análisis y modelación de sistemas dinámicos y continuos Utiliza los principios y métodos de Termodinámica para el análisis de la energía y sus transformaciones en la solución de problemas de ingeniería Utiliza los principios y métodos de Dinámica para el análisis de cuerpos rígidos con movimiento Utiliza los principios y métodos de Estática para el análisis de cuerpos rígidos sin movimiento Utiliza los principios y métodos de Cálculo Vectorial para el análisis de modelos que representan fenómenos de la naturaleza en los cuales interviene más de una variable continua Utiliza las técnicas de Computación para el análisis de problemas de ingeniería
--

6. Temario

No.	Nombre de temas	Subtemas
1	Introducción a la mecánica de los fluidos.	1.1 Conceptos básicos 1.2 Propiedades de los fluidos
2	Hidrostática.	2.1 Presión, variación de la presión con la elevación y medición de la presión 2.2 Fuerzas hidrostáticas sobre superficies planas y curvas sumergidas 2.3 Flotación y estabilidad 2.4 Fluidos en el movimiento del cuerpo rígido
3	Hidrodinámica.	3.1 Cinemática de fluidos 3.2 Ecuaciones de continuidad, de Bernoulli y de la energía 3.3 Análisis de la cantidad de movimiento de los sistemas de flujo
4	Análisis dimensional y modelado.	4.1 Dimensiones, unidades y homogeneidad dimensional 4.2 Análisis dimensional y similitud

		4.3 Método de repetición de variables y el teorema Pi de Buckingham 4.4 Pruebas experimentales y similitud incompleta
5	Flujo en tuberías.	5.1 Flujos laminar y turbulento en tuberías 5.2 Pérdidas menores 5.3 Redes de tuberías y selección de bombas 5.4 Medición de razón de flujo y de velocidad

7. Actividades de aprendizaje de los temas

1.- Introducción a la mecánica de fluidos.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): <ul style="list-style-type: none"> Identifica los conceptos básicos y las propiedades de uso común para el análisis de flujo de fluidos. Genéricas: <ul style="list-style-type: none"> Habilidad en identificar, formular y resolver problemas. Destreza para generar análisis y síntesis. Capacidad para usar herramientas computacionales. Habilidad en lograr una buena interrelación social con los demás. Destreza para diseñar y gestionar objetivos y proyectos. Capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica. 	<ul style="list-style-type: none"> Entender los conceptos básicos de la mecánica de fluidos y reconocer los diversos tipos de problemas de flujo de fluidos que se presentan en la práctica Explicar el modelado de problemas de ingeniería y su resolución de manera sistemática Conocer los conceptos de exactitud, precisión y dígitos significativos, así como reconocer la importancia de la homogeneidad dimensional en los cálculos de ingeniería Conocer las propiedades básicas de los fluidos y entender la aproximación del medio continuo Conocer el concepto de la viscosidad y de las consecuencias de los efectos de fricción en el flujo de fluidos Calcular los ascensos y descensos por capilaridad debidos al efecto de la tensión superficial.
2.- Hidrostática.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): <ul style="list-style-type: none"> Analiza y aplica los principios de la estática de fluidos para la determinación de la variación de presión en fluidos sin movimiento y en movimiento como un cuerpo sólido, así como de fuerzas hidrostáticas y de fuerzas de flotación sobre cuerpos sumergidos o flotantes. Genéricas: <ul style="list-style-type: none"> Habilidad en identificar, formular y resolver problemas. 	<ul style="list-style-type: none"> Determinar la variación de la presión en un fluido en reposo Calcular las fuerzas que ejerce un fluido en reposo sobre superficies sumergidas, planas o curvas Analizar el movimiento de cuerpo rígido de fluidos en recipientes durante la aceleración lineal y la rotación

<ul style="list-style-type: none"> • Destreza para generar análisis y síntesis. • Capacidad para usar herramientas computacionales. • Habilidad en lograr una buena interrelación social con los demás. • Destreza para diseñar y gestionar objetivos y proyectos. • Capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica. 	
3.- Hidrodinámica.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplica los principios del flujo de fluidos y el procedimiento del volumen finito de control para la determinación de la descripción del movimiento de los fluidos y en el análisis de masa, energía, fuerzas y momentos, de los sistemas de flujo de fluidos. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Habilidad en identificar, formular y resolver problemas. • Destreza para generar análisis y síntesis. • Capacidad para usar herramientas computacionales. • Habilidad en lograr una buena interrelación social con los demás. • Destreza para diseñar y gestionar objetivos y proyectos. • Capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Entender el papel de la derivada material en la transformación entre las descripciones lagrangiana y euleriana • Distinguir entre los diversos tipos de visualizaciones del flujo y los métodos para trazar gráficas de las características de un flujo de fluido • Tener una percepción de las numerosas maneras en cómo se desplazan y se deforman los fluidos • Distinguir entre regiones rotacionales e irrotacionales de flujo basados en las propiedades del flujo de vorticidad • Entender la utilidad del teorema de transporte de Reynolds • Aplicar la ecuación de conservación de masa para balancear los gastos entrantes y salientes en un sistema de flujo • Reconocer varias formas de la energía mecánica y trabajar con eficiencias de transformación de energía • Entender el uso y limitaciones de la ecuación de Bernoulli y aplicarla para resolver diversos problemas de flujo de fluidos • Aplicar la ecuación de la energía que se expresa en función de cargas y se usa para determinar la potencia desarrollada por turbinas y las necesidades de consumo de potencia para los procesos de bombeo • Identificar las diversas clases de fuerzas y momentos que actúan sobre un volumen de control

	<ul style="list-style-type: none"> • Usar el análisis del volumen de control con el fin de determinar las fuerzas asociadas con el flujo de fluidos • Usar el análisis del volumen de control con el propósito de determinar los momentos causados por el flujo de fluidos y el momento de torsión transmitido.
4.- Análisis dimensional y modelado.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analiza y aplica los principios y métodos del análisis dimensional y de la similitud para la determinación de un pronóstico en el rendimiento de un prototipo a partir de observaciones derivadas de pruebas sobre un modelo. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Habilidad en identificar, formular y resolver problemas. • Destreza para generar análisis y síntesis. • Capacidad para usar herramientas computacionales. • Habilidad en lograr una buena interrelación social con los demás. • Destreza para diseñar y gestionar objetivos y proyectos. • Capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar una mejor comprensión de las dimensiones, unidades y homogeneidad dimensional de las ecuaciones • Comprender los numerosos beneficios del análisis dimensional • Aplicar el método de variables repetitivas para identificar parámetros adimensionales • Reconocer que una de las aplicaciones más útiles del análisis dimensional está en el diseño de experimentos físicos y/o numéricos, y en el reporte de los resultados de tales experimentos • Explicar la configuración de un experimento y la correlación de los datos experimentales • Discutir la situación llamada similitud incompleta • Describir las dos instalaciones más importantes en la experimentación con modelos, túnel de viento y canal hidrodinámico, y los tipos de prueba que realizan • Entender el concepto de similitud dinámica y cómo aplicarla al modelado experimental, haciendo énfasis en los experimentos con modelos de buques • Investigar sobre el trabajo de William Froude y su ley de comparación • Investigar sobre la organización ITTC y sus regulaciones sobre experimentos en tanques de remolque de modelos de buques.

5.- Flujo en tuberías.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Analiza y aplica los principios del flujo interno de fluidos y los procedimientos de análisis y diseño para la determinación de sistemas y redes de tuberías, selección de bomba, y medición de la razón de flujo volumétrico. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Habilidad en identificar, formular y resolver problemas. Destreza para generar análisis y síntesis. Capacidad para usar herramientas computacionales. Habilidad en lograr una buena interrelación social con los demás. Destreza para diseñar y gestionar objetivos y proyectos. Capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica. 	<ul style="list-style-type: none"> Conocer las características cualitativas de flujos laminar y turbulento en tuberías Identificar el número de Reynolds y los regímenes de flujo Analizar el flujo totalmente desarrollado en tuberías Examinar el flujo laminar en tuberías Analizar el flujo turbulento en tuberías Distinguir los tipos de problemas de flujo de fluidos en el diseño y análisis de sistemas de tubería que implican utilizar el diagrama de Moody o la ecuación de Colebrook Calcular las pérdidas mayor y menor asociadas con el flujo en redes de tuberías Examinar las características de pérdida de carga y de razón de flujo en tuberías en serie y en paralelo Identificar los dos principios en que se basa el análisis de redes de tuberías Analizar gráficamente la curva de sistema para un sistema de tuberías, la curva característica para una bomba centrífuga, y el punto de operación Determinar la potencia de bombeo necesaria en el flujo en redes de tuberías Comprender las diferentes técnicas de medición de velocidad y razón de flujo

8. Prácticas

<p>Prácticas sugeridas para desarrollar las competencias específicas y genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Experimentar con software para el análisis de problemas de hidrostática Experimentar con software para el análisis de problemas de cinemática de fluidos Experimentar con software para el análisis de problemas de flujo en tuberías Experimentar con software para diseño de flujo de fluidos en tuberías la caída de presión del flujo de fluidos en conductos cerrados Crear una hoja de cálculo electrónico para análisis de caída de presión de flujo de fluidos en tuberías Experimentar con modelo de un cuerpo paralelepípedo rectangular flotante el efecto en la estabilidad variando la posición del centro de gravedad
--

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

- Cengel Y. A. & Cimbala J. M. (2012) *Mecánica de Fluidos Fundamentos y Aplicaciones*. (2ª ed). México: Editorial Mc Graw Hill.

RECOMENDADA COMO SUPLEMENTO

- Crowe, Elger & Roberson. (2008) *Mecánica de Fluidos*. (8ª ed). México: Editorial Patria.
- Mott R. (2006) *Mecánica de Fluidos*. (6ª ed). México: Editorial PEARSON.
- Munson, Young & Okish. (2000) *Fundamentos de Mecánica de Fluidos*. México: Editorial LIMUSA WILEY.
- White F. M. (2008) *Mecánica de Fluidos*. (6ª ed). México: Editorial Mc Graw Hill.