

## 1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura: **Estática**

Carrera: **Ingeniería Naval**

Clave de la asignatura: NVF-1019

(Créditos) SATCA<sup>1</sup>: **3-2-5**

## 2.- PRESENTACIÓN

### Caracterización de la asignatura.

Esta asignatura aporta un elemento de competencia al perfil profesional del Ingeniero Naval para adquirir las capacidades y habilidades en una competencia profesional:

- Diseñar y evaluar vehículos y artefactos marinos mediante procesos de diseño e ingeniería naval así como las normas, reglamentos y códigos correspondientes.

Este elemento de competencia se integra con otros en las unidades de competencia siguientes:

- ✓ Diseñar, analizar y evaluar la arquitectura naval de los productos navales de acuerdo con los requerimientos hidrodinámicos, estructurales, y de su normativa.
- ✓ Diseñar, analizar y evaluar los sistemas de ingeniería de los productos navales de acuerdo con los requerimientos de la ingeniería y normativa que soporta su funcionalidad.

El elemento de competencia consiste en el siguiente desempeño específico:

- Usar los métodos fundamentales de la mecánica vectorial para el análisis de cuerpos rígidos con y sin movimiento.

Su importancia es relevante en el área de desempeño de ingeniería ya que es una herramienta básica para el análisis y diseño estructural.

La asignatura consiste en un primer curso de mecánica vectorial para ingeniería donde el énfasis se centra en los principios básicos de la estática.

Está relacionada hacia atrás con Cálculo Diferencial, Álgebra Lineal y Computación, tiene como co-requisito Cálculo Integral, y es pre-requisito de Dinámica, Mecánica de Materiales I y Cálculos de Forma y Estabilidad.

---

<sup>1</sup> Sistema de asignación y transferencia de créditos académicos

### **Intención didáctica.**

Se organiza el temario en seis unidades, delimitando claramente los procedimientos de análisis de la estática de una partícula, de un cuerpo rígido en dos y tres dimensiones, de sistemas mecánicos simples en dos dimensiones, de la fricción seca, y de propiedades geométricas de área, volumen y masa.

La primera unidad se subdivide en cinco subtemas. El primer subtema aborda los conceptos fundamentales, las unidades de medición, el sistema internacional de unidades, los cálculos numéricos y, el procedimiento general para el análisis. El segundo subtema describe los escalares y vectores, las operaciones vectoriales, la suma vectorial de fuerzas, la suma de un sistema de fuerzas coplanares, los vectores cartesianos, la suma y resta de vectores cartesianos, los vectores de posición, el vector fuerza dirigido a lo largo de una línea y, el producto punto. El tercer subtema proporciona las condiciones para el equilibrio de una partícula, primera y segunda ley del movimiento de Newton. El cuarto subtema trata los dos tipos de conexiones encontradas a menudo en problemas de equilibrio en partículas (resortes y, cables y poleas) y, el procedimiento para trazar un diagrama de cuerpo libre. El quinto subtema discute los sistemas de fuerzas coplanares y su procedimiento de análisis así como los sistemas tridimensionales de fuerzas y su procedimiento de análisis.

La segunda unidad se subdivide en cinco subtemas. El primer subtema aborda la formulación escalar del momento de una fuerza, el momento resultante de un sistema de fuerzas coplanares, el producto cruz, las leyes de operación, la formulación vectorial cartesiana, la formulación vectorial del momento de una fuerza, el principio de transmisibilidad, la formulación vectorial cartesiana y, el momento resultante de un sistema de fuerzas. El segundo subtema describe el principio de momentos, el momento de una fuerza con respecto a un eje específico y, el análisis escalar y vectorial. El tercer subtema proporciona el momento de un par, las formulaciones escalar y vectorial, los pares equivalentes y, el momento del par resultante. El cuarto subtema trata el sistema equivalente, las resultantes de un sistema de una fuerza y un par, la reducción adicional de un sistema de una fuerza y un par y, el procedimiento de análisis. El quinto subtema discute la reducción de una carga simple distribuida, la magnitud de la fuerza resultante y, la localización de la fuerza resultante.

La tercera unidad se subdivide en cinco subtemas. El primer subtema aborda las condiciones de equilibrio de un cuerpo rígido, suma de fuerzas igual con cero y suma de momentos igual con cero. El segundo subtema describe los diagramas de cuerpo libre, las reacciones en los soportes, las fuerzas externas e internas, el peso y centro de gravedad los modelos idealizados, el procedimiento para trazar un diagrama de cuerpo libre, las ecuaciones de equilibrio, los conjuntos alternos de ecuaciones de equilibrio y, el procedimiento de análisis. El tercer subtema proporciona los miembros de dos y tres fuerzas. El cuarto subtema trata los diagramas de cuerpo libre, las reacciones de soporte y, las ecuaciones vectoriales y escalares de equilibrio. El quinto subtema discute las restricciones para un cuerpo rígido, las restricciones redundantes, restricciones impropias y, el procedimiento de análisis.

La cuarta unidad se subdivide en dos subtemas. El primer subtema aborda las

armaduras planas, la hipótesis de diseño, la armadura simple, el método de los nudos, el procedimiento de análisis, los miembros de fuerza cero, el método de las secciones y, el procedimiento de análisis. El segundo subtema describe los bastidores y máquinas, los diagramas de cuerpo libre, las ecuaciones de equilibrio y, el procedimiento de análisis.

La quinta unidad se subdivide en cinco subtemas. El primer subtema aborda los conceptos de centro de gravedad y de centro de masa para sistemas de partículas. El segundo subtema describe el centro de gravedad, el centro de masa, el centroide de volumen, área y línea, la simetría, el procedimiento de análisis, las aplicaciones en cuerpos compuestos y su procedimiento de análisis, la determinación del área superficial y el volumen de cualquier objeto de revolución (teoremas de Pappus y Guldinus), la resultante de una carga general distribuida y, la presión de un fluido. El tercer subtema proporciona la definición de momentos de inercia para áreas, el momento de inercia polar, el teorema de los ejes paralelos para in área, el radio de giro de un área, los momentos de inercia para un área por integración, el procedimiento de análisis, los momentos de inercia para áreas compuestas y, el procedimiento de análisis. El cuarto subtema trata el producto de inercia para un área, el teorema de los ejes paralelos para productos de inercia, los momentos de inercia para un área con respecto a ejes inclinados y, los momentos de inercia principales. El quinto subtema discute los momentos de inercia de masa, el procedimiento de análisis, el teorema de los ejes paralelos, el radio de giro y, los cuerpos compuestos.

La sexta unidad se subdivide en tres subtemas. El primer subtema aborda la definición y los tipos de fricción seca, la teoría de la fricción seca Y, las características de la fricción seca. El segundo subtema describe el equilibrio, el movimiento inminente en todos los puntos, el movimiento inminente en algunos puntos, las ecuaciones de equilibrio contra ecuaciones de fricción y, el procedimiento de análisis. El tercer subtema proporciona las aplicaciones a cuñas, tornillos, bandas planas, chumaceras y rodamientos.

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 profesor busque sólo guiar a sus alumnos para que ellos hagan la elección de las variables a controlar y registrar. Para que aprendan a planificar, que no planifique el profesor 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 alumno 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 alumno 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 profesor ponga atención y cuidado en estos aspectos en el desarrollo de las actividades de aprendizaje de esta asignatura

### 3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

<b>Competencias específicas:</b>	<b>Competencias genéricas</b>
Usar los métodos fundamentales de la mecánica vectorial para el análisis de cuerpos rígidos con y sin movimiento.	<p data-bbox="837 1161 1430 1203"><i>Competencias instrumentales</i></p> <ul data-bbox="837 1203 1430 1749" style="list-style-type: none"><li>▪ Capacidad de análisis y síntesis</li><li>▪ Capacidad de organizar y planificar</li><li>▪ Conocimientos generales básicos</li><li>▪ Conocimientos básicos de la carrera</li><li>▪ Comunicación oral y escrita en su propia lengua</li><li>▪ Conocimiento de una segunda lengua</li><li>▪ Habilidades básicas de manejo de la computadora</li><li>▪ Habilidades de gestión de información(habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas</li><li>▪ Solución de problemas</li><li>▪ Toma de decisiones.</li></ul> <p data-bbox="837 1780 1430 1822"><i>Competencias interpersonales</i></p> <ul data-bbox="837 1822 1430 1959" style="list-style-type: none"><li>• Capacidad crítica y autocrítica</li><li>• Trabajo en equipo</li><li>• Habilidades interpersonales</li><li>• Capacidad de trabajar en equipo</li></ul>

	<p>interdisciplinario</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas</li> <li>• Apreciación de la diversidad y multiculturalidad</li> <li>• Habilidad para trabajar en un ambiente laboral</li> <li>• Compromiso ético</li> </ul> <p><i>Competencias sistémicas</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Habilidades de investigación</li> <li>• Capacidad de aprender</li> <li>• Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones</li> <li>• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)</li> <li>• Liderazgo</li> <li>• Conocimiento de culturas y costumbres de otros países</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma</li> <li>• Capacidad para diseñar y gestionar proyectos</li> <li>• Iniciativa y espíritu emprendedor</li> <li>• Preocupación por la calidad</li> <li>• Búsqueda del logro</li> </ul>
--	---

#### 4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

<b>Lugar y fecha de elaboración o revisión</b>	<b>Participantes</b>	<b>Observaciones (cambios y justificación)</b>
Instituto Tecnológico de: Boca del Río y Mazatlán del 30 de noviembre del 2009 al 23 de abril del 2010	Representantes de la academia de ingeniería naval	Análisis y enriquecimiento

## 5.- OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DEL CURSO (competencias específicas a desarrollar en el curso)

Analizar el equilibrio de cuerpos rígidos por medio de los procedimientos de la mecánica vectorial.

## 6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Plantear y resolver problemas que requieren del concepto de función de una variable para modelar y de la derivada para resolver
- Utilizar las técnicas de Computación para el análisis de problemas de ingeniería mediante Visual Basic, Excel y MATLAB
- Resolver problemas de aplicación e interpretar las soluciones utilizando matrices y sistemas de ecuaciones lineales para las diferentes áreas de ingeniería

## 7.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1	Equilibrio de una partícula	1.1 Principios generales 1.2 Vectores fuerza 1.3 Condiciones para el equilibrio de una partícula 1.4 El diagrama de cuerpo libre 1.5 Sistemas de fuerzas
2	Resultantes de sistemas de fuerzas	2.1 Formulación escalar y vectorial del momento de una fuerza 2.2 Principio de momentos y momento de una fuerza con respecto a un eje específico 2.3 Momento de un par 2.4 Sistema equivalente y resultantes de un sistema de una fuerza y un par 2.5 Reducción de una carga simple distribuida
3	Equilibrio de un cuerpo rígido	3.1 Condiciones para el equilibrio de un cuerpo rígido 3.2 Diagramas de cuerpo libre y ecuaciones de equilibrio en dos dimensiones 3.3 Miembros de dos y tres fuerzas 3.4 Diagramas de cuerpo libre y ecuaciones de equilibrio en tres dimensiones 3.5 Restricciones para un cuerpo rígido
4	Análisis estructural de sistemas mecánicos	4.1 Armaduras planas simples (métodos de los nudos y de las secciones) 4.2 Bastidores y máquinas (procedimiento general de análisis)

5	Centroides, centros de gravedad y momentos de inercia	5.1 Centro de gravedad y de masa para un sistema de partículas 5.2 Centro de gravedad, de masa y centroides (de volumen, área y línea) para cuerpos simples y compuestos 5.3 Momentos de inercia, teorema de los ejes paralelos y radio de giro para áreas 5.4 Producto de inercia y teorema de los ejes paralelos para productos de inercia de áreas 5.5 Momentos de inercia, teorema de los ejes paralelos y radio de giro para masas
6	Fricción seca	6.1 Teoría y características de la fricción seca 6.2 Procedimiento de análisis para problemas de equilibrio que implica fricción seca 6.3 Fuerzas de fricción en cuñas, tornillos, bandas y chumaceras

## 8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS (desarrollo de competencias genéricas)

El profesor debe:

Ser conocedor de la disciplina que está bajo su responsabilidad, conocer su origen y desarrollo histórico para considerar este conocimiento al abordar los temas. Desarrollar la capacidad para coordinar y trabajar en equipo, orientar el trabajo del estudiante y potenciar en él la autonomía, el trabajo cooperativo, y la toma de decisiones. Mostrar flexibilidad en el seguimiento del proceso formativo y propiciar la interacción entre los estudiantes. Tomar en cuenta el conocimiento de los estudiantes como punto de partida y como obstáculo para la construcción de nuevos conocimientos.

- Propiciar actividades de metacognición. Ante la ejecución de una actividad, señalar o identificar el tipo de proceso intelectual que se realizó: una identificación de patrones, un análisis, una síntesis, la creación de un heurístico, etc. Al principio lo hará el profesor, luego será el alumno quien lo identifique.
- Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes.
- Fomentar actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio argumentado de ideas, la reflexión, la integración y la colaboración de y entre los estudiantes.
- Observar y analizar fenómenos y problemáticas propias del campo ocupacional.
- Relacionar los contenidos de esta asignatura con las demás del plan de estudios a las que ésta da soporte para desarrollar una visión interdisciplinaria en el estudiante.
- Propiciar el desarrollo de capacidades intelectuales relacionadas con la lectura, la escritura y la expresión oral.

- Facilitar el contacto directo con materiales, instrumentos y software, al llevar a cabo actividades prácticas, para contribuir a la formación de las competencias para el trabajo experimental.
- Propiciar el desarrollo de actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis, que encaminen hacia la investigación.
- Desarrollar actividades de aprendizaje que propicien la aplicación de los conceptos, modelos y metodologías que se van aprendiendo en el desarrollo de la asignatura.
- Proponer problemas que permitan al estudiante la integración de contenidos de la asignatura y entre distintas asignaturas, para su análisis y solución.
- Relacionar los contenidos de la asignatura con el cuidado del medio ambiente.
- Cuando los temas lo requiera, utilizar medios audiovisuales para una mejor comprensión del estudiante.
- Propiciar el uso de las nuevas tecnologías en el desarrollo de la asignatura (procesador de texto, hoja de cálculo, base de datos, graficador, internet, paquetes de software, etc)

## 9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

La evaluación debe ser continua y formativa por lo que se debe considerar el desempeño en cada una de las actividades de aprendizaje, haciendo especial énfasis en:

- Información obtenida durante las investigaciones solicitadas plasmada en documentos escritos.
- Exámenes escritos para comprobar el manejo de aspectos teóricos y declarativos.
- Solución de casos prácticos, con participación individual o en grupo.
- Participación en proyectos y ensayos.
- Formulación de estrategias para resolver problemas.
- Exposiciones por parte del alumno.
- Prácticas de laboratorio o simulación con paquetes de software.
- Reportes escritos de las observaciones hechas durante las actividades, así como de las conclusiones obtenidas de dichas observaciones.
- Utilización de principios en la solución de problemas.
- Participación activa y crítica en clases.
- Asistencia a tutorías.
- Descripción de otras experiencias concretas que podrían realizarse adicionalmente.

## 10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

### Unidad 1: Equilibrio de una partícula.

<b>Competencia específica a desarrollar</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>
Aplicar las herramientas básicas de los vectores fuerza a la solución de problemas de equilibrio de partículas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Describir una introducción a las cantidades básicas e idealizaciones de la mecánica</li> <li>• Explicar las leyes del movimiento y de la</li> </ul>

	<p>gravitación de Newton</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar los principios para la aplicación del sistema SI de unidades</li> <li>• Identificar los procedimientos estándar para efectuar cálculos numéricos</li> <li>• Discutir una guía general para la resolución de problemas</li> <li>• Demostrar cómo sumar fuerzas y resolverlas usando la ley del paralelogramo</li> <li>• Describir la fuerza y la posición en forma vectorial cartesiana y explicar cómo determinar la magnitud y el sentido del vector</li> <li>• Definir el producto punto para determinar el ángulo entre dos vectores o la proyección de un vector a otro</li> <li>• Describir el concepto de diagrama de cuerpo libre para una partícula</li> <li>• Explicar cómo resolver problemas de equilibrio de partículas usando las ecuaciones de equilibrio</li> <li>• Aplicar las ecuaciones de equilibrio a problemas de equilibrio de partículas</li> </ul>
--	--

**Unidad 2: Resultantes de sistemas de fuerzas.**

<b>Competencia específica a desarrollar</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>
<p>Aplicar el procedimiento de análisis mediante la suma de fuerzas y de momentos para determinar las resultantes de sistemas de fuerzas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar el concepto de momento de una fuerza y mostrar cómo calcularla en dos y tres dimensiones</li> <li>• Demostrar un método para encontrar el momento de una fuerza con respecto a un eje específico</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir el momento de un par</li> <li>• Discutir métodos para determinar las resultantes de sistemas de fuerzas no concurrentes</li> <li>• Explicar cómo reducir una carga simple distribuida a una fuerza resultante con una localización específica</li> </ul>
--	---

### Unidad 3: Equilibrio de un cuerpo rígido.

<b>Competencia específica a desarrollar</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>
Aplicar las ecuaciones de equilibrio a la solución de problemas de equilibrio de un cuerpo rígido	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Discutir las ecuaciones de equilibrio para un cuerpo rígido</li> <li>• Identificar el concepto de diagrama de cuerpo libre para un cuerpo rígido</li> <li>• Explicar cómo resolver problemas de equilibrio de cuerpo rígido usando las ecuaciones de equilibrio</li> </ul>

### Unidad 4: Análisis estructural de sistemas mecánicos.

<b>Competencia específica a desarrollar</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>
Aplicar los métodos de los nudos y de las secciones así como el procedimiento general de análisis para la determinación de las fuerzas en los miembros de armaduras, bastidores y máquinas simples	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demostrar cómo determinar las fuerzas en los miembros de una armadura usando el método de los nudos y el método de las secciones</li> <li>• Analizar las fuerzas que actúan sobre los miembros de bastidores y máquinas compuestos por miembros conectados mediante pasadores</li> </ul>

--	--

**Unidad 5: Centroides, centros de gravedad y momentos de inercia.**

<b>Competencia específica a desarrollar</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>
<p>Aplicar los métodos de cálculo para la determinación de propiedades geométricas de cuerpos simples y compuestos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar el concepto de centro de gravedad, centro de masa y Centroide</li> <li>• Demostrar cómo determinar la ubicación del centro de gravedad y centroide para un sistema de partículas discretas y un cuerpo de forma arbitraria</li> <li>• Calcular centroides de volumen, área y línea de cuerpos simples y compuestos</li> <li>• Calcular centros de masa de cuerpos simples y compuestos</li> <li>• Demostrar un método para determinar el momento de inercia de un área</li> <li>• Aplicar el teorema de los ejes paralelos y el radio de giro para áreas</li> <li>• Explicar el producto de inercia y mostrar cómo determinar los momentos de inercia máximo y mínimo de un área</li> <li>• Analizar el momento de inercia de masa</li> <li>• Aplicar el teorema de los ejes paralelos y el radio de giro para masas</li> <li>• Calcular momentos de inercia de áreas y masa de cuerpos simples y compuestos</li> <li>• Desarrollar métodos de cálculo de centroides y momentos de inercia mediante tablas de cálculo utilizando Excel para cuerpos simples y compuestos</li> </ul>

## Unidad 6: Fricción seca.

<b>Competencia específica a desarrollar</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>
Aplicar las ecuaciones de equilibrio y de fricción a la solución de problemas de equilibrio que implican fricción seca	<ul style="list-style-type: none"><li>• Describir el concepto de fricción seca y mostrar cómo analizar el equilibrio de cuerpos rígidos sometidos a esta fuerza</li><li>• Demostrar las aplicaciones específicas del análisis de la fuerza de fricción seca en cuñas, tornillos, bandas y chumaceras</li></ul>

### 11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

#### NECESARIA PARA EL ESTUDIO Y PRESENTACIÓN DE EXAMENES

1. Hibbeler, Russel C., Mecánica Vectorial Para Ingenieros Estática 11 edición, Ed. PEARSON

#### RECOMENDADA COMO SUPLEMENTO

1. Beer, Ferdinand, Johnston, Russell, & Clausen, William, Mecánica Vectorial Para Ingenieros 8 edición, Ed. Mc Graw Hill
2. Boresi, Arthur, & Schmidt, Richard, Ingeniería Mecánica Estática, Ed. THOMSON
3. Bedford, Anthony, & Fowler, Wallace, Mecánica Para Ingeniería Estática 5 edición, Ed. PEARSON

### 12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS

1. Experimentar con software para estática análisis de equilibrio de una partícula
2. Experimentar con software para estática análisis de resultantes de sistemas de fuerzas
3. Experimentar con software para estática análisis de equilibrio de un cuerpo rígido
4. Experimentar con software para estática análisis de armaduras, bastidores y máquinas
5. Experimentar con software para estática análisis de fricción seca