

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Análisis de Estabilidad
Clave de la asignatura:	NVF-1004
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 dos 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.
- ✓ 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 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.
- ✓ Inspecciona el funcionamiento de la arquitectura, sus sistemas, maquinarias y equipos de embarcaciones y artefactos navales, para la verificación de sus requerimientos de funcionalidad, ciencias de ingeniería, y su normativa.

Los elementos de competencia consisten en los siguientes desempeños específicos:

- Analiza la estabilidad del vehículo o artefacto marino para aplicar los criterios de arquitectura naval y normativa pertinente.
- Analiza la estabilidad del vehículo o artefacto marino para examinar las condiciones intacta y dañada y la aplicación de la normativa pertinente.

Su importancia es relevante en las áreas de desempeño de ingeniería y de inspección y certificación ya que es una herramienta esencial en el análisis, diseño y evaluación de la estabilidad de vehículos y artefactos marinos.

La asignatura consiste en un curso de análisis de estabilidad donde el énfasis se centra en los procedimientos de análisis y evaluación de la estabilidad intacta y dañada así como en la elaboración de la documentación técnica de estabilidad requerida por las normativas pertinentes para vehículos y artefactos marinos.

Tiene como pre-requisitos Cálculos de Forma y Estabilidad, y Dinámica, está relacionada con Cálculo Integral, Estática y Dibujo en Ingeniería Naval y, es pre-requisito de Métodos de Diseño de Vehículos Marinos.

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

Intención didáctica

Se organiza el temario en tres temas, delimitando claramente los procedimientos de análisis y evaluación de la estabilidad en las condiciones intacta, dañada, botadura y flotadura.

El primer tema se subdivide en cinco subtemas. El primer subtema aborda el principio de Arquímedes y la ley de flotación, las TPI ó TPC de inmersión, el efecto de la densidad del agua en el calado, el equilibrio de un cuerpo flotante y las condiciones de equilibrio estático, la estabilidad transversal, la estabilidad estática transversal inicial, la medida de la estabilidad transversal inicial, el metacentro y la altura metacéntrica, el centro de gravedad, la clasificación de pesos, el cálculo de la altura metacéntrica, cómo los cambios en carga afectan la estabilidad, el efecto de agregar, quitar o mover pesos, el experimento de inclinación, el efecto de pesos suspendidos libremente y, el efecto de líquidos con superficie libre. El segundo subtema describe el brazo y momento de adrizamiento, la estabilidad de un cuerpo de revolución, la determinación de brazos de adrizamiento para buques, los métodos de cálculo de cuerpo completo y el de cuñas, la construcción de curvas de estabilidad estática, el análisis de una curva de estabilidad estática, la estabilidad inicial negativa y la curva de estabilidad estática, los momentos de escoramiento y la curva de estabilidad estática, el momento de escoramiento y las curvas de momento de adrizamiento y, las aplicaciones de los cálculos de momento y brazo de escoramiento para pesos fuera del plano central de simetría, para fuerzas de viento por un costado, y para fuerza centrífuga al girar el buque en trayectoria circular. El tercer subtema proporciona el estudio sobre la geometría del trim, los mecanismos del trim, las suposiciones y la exactitud de la determinación de calados y cambios de desplazamiento con trim, los métodos de pesos pequeños y de pesos grandes y, el cálculo de la tabla de trim y el diagrama de trim. El cuarto subtema trata el conjunto de normas que reglamentan la estabilidad mínima que una embarcación o artefacto naval debe tener, en función de la altura metacéntrica, de la estabilidad estática, de la estabilidad estática y dinámica, de la estabilidad estática y la acción del viento, del periodo del buque y amplitud del balance, analizando las normativas de IMCO, SOLAS, USCG y, SCT. El quinto subtema discute la información de estabilidad y la forma de presentación requerida en el cuaderno de estabilidad sin averías, analizando las normativas de USCG y de SCT.

El segundo tema se subdivide en seis subtemas. El primer subtema aborda las consideraciones generales, el desarrollo histórico, la necesidad de estándares nacionales e internacionales, la extensión de una avería y la localización y número de mamparos, los efectos de una inundación, el empuje sin avería o intacto, las definiciones principales por Regulaciones (SOLAS), el criterio de servicio, el factor de subdivisión, las previsiones especiales, la permeabilidad y, las reglas con respecto a la separación mínima de mamparos, escalones, recesos y subdivisión local. El segundo subtema describe el método directo de cálculo de longitud inundable, procedimiento de Shirokauer y, la derivación de éste llamado método directo simplificado. El tercer subtema proporciona la estabilidad dañada o en avería, la localización de la avería, los mamparos escalonados, las cubiertas, los mamparos longitudinales, las divisiones internas, la permeabilidad, la extensión de la avería, la inundación asimétrica, los límites de escora permisible, la altura metacéntrica residual y, la línea de agua final y el rango de estabilidad. El cuarto subtema discute el procedimiento paso a paso del método de pérdida de empuje. El quinto subtema discute el procedimiento paso a paso del método de peso añadido.

El sexto subtema trata las consideraciones generales, los estándares de la normativa internacional, la extensión de una avería, la localización de la avería, los requerimientos de supervivencia en avería y, los requerimientos especiales. El séptimo subtema introduce los paquetes de software para los cálculos de subdivisión y estabilidad dañada.

El tercer tema se subdivide en seis subtemas. El primer subtema introduce la descripción general de las

operaciones de lanzamiento por popa de un buque fabricado en grada de construcción. El segundo subtema discute el método de cálculo de la botadura, los factores que afectan los cálculos, las fuerzas involucradas en el lanzamiento, cálculos de retenidas, dispositivos de sujeción y lanzamiento, la estructura de soporte para el deslizamiento sobre la grada, las consideraciones de estabilidad y resistencia en la botadura y, las observaciones y análisis posterior de la botadura. El tercer subtema proporciona la descripción general de las operaciones de lanzamiento por costado de un buque fabricado en grada de construcción. El cuarto subtema discute el método de cálculo de la botadura, los factores que afectan los cálculos, las fuerzas involucradas en el lanzamiento, cálculos de retenidas, dispositivos de sujeción y lanzamiento, la estructura de soporte para el deslizamiento sobre la grada, las consideraciones de estabilidad y resistencia en la botadura y, las observaciones y análisis posterior de la botadura. El quinto subtema trata la descripción general de las operaciones de flotadura de un buque fabricado en un dique de construcción. El sexto subtema discute el método de cálculo de la flotadura. 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"> Analiza la estabilidad del vehículo o artefacto marino para aplicar los criterios de arquitectura naval y normativa pertinente. Analiza la estabilidad del vehículo o artefacto marino para examinar las condiciones intacta y dañada y la aplicación de la normativa pertinente.

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> Utiliza los principios y los métodos de Cálculos de Forma y Estabilidad para el análisis de las propiedades geométricas e hidrostáticas de la forma de embarcaciones y artefactos navales. Utiliza los principios y métodos de Dinámica para el análisis de cuerpos rígidos con movimiento. Utiliza los principios de Métodos Numéricos para el análisis de problemas que requieran álgebra y cálculo diferencial e integral. Utiliza los principios y métodos de Cálculo Integral para el análisis de modelos que representan fenómenos de la naturaleza en los cuales interviene una variable continua.
--

6. Temario

No.	Nombre de temas	Subtemas
1	Condición de estabilidad intacta.	1.1 Equilibrio estático y estabilidad 1.2 Estabilidad transversal en ángulos grandes de escora 1.3 Estabilidad longitudinal y trim 1.4 Criterios de estabilidad 1.5 Cuaderno de estabilidad sin averías mediante paquetes de software
2	Condición de estabilidad dañada.	2.1 Subdivisión estanca y longitud inundable 2.2 Método de cálculo de Shirokauer 2.3 Estabilidad dañada o en avería 2.4 Método de cálculo de empuje perdido 2.5 Método de cálculo de peso añadido 2.6 Criterios de subdivisión y estabilidad dañada 2.7 Cálculos de subdivisión y estabilidad dañada mediante paquetes de software
3	Condición de estabilidad en la puesta a flote.	3.1 Botadura por popa/proa 3.2 Método de cálculo de botadura por popa/proa 3.3 Botadura por costado 3.4 Método de cálculo de botadura por costado 3.5 Flotadura 3.6 Método de cálculo de flotadura

7. Actividades de aprendizaje de los temas

1.- Condición de estabilidad intacta.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): <ul style="list-style-type: none"> Analiza la estabilidad para verificar la condición sin averías de embarcaciones y artefactos navales. Calcula el cuaderno de estabilidad para verificar la condición sin averías de embarcaciones y artefactos navales. 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"> Identificar los principios de Arquímedes y de estabilidad Explicar el concepto de toneladas por pulgada o centímetro de inmersión Describir el efecto de la densidad del agua en el calado Discutir el equilibrio de un cuerpo flotante Reconocer el concepto de estabilidad transversal y su medición inicial Explicar los conceptos de metacentro y de altura metacéntrica Describir la clasificación de pesos Hacer una estimación de pesos y centros de gravedad de un bloque de un buque Calcular la altura metacéntrica Analizar los efectos en la estabilidad por cambios en la carga y por movimientos de pesos Examinar el experimento de inclinación

	<ul style="list-style-type: none"> • Discutir los efectos en la estabilidad de pesos suspendidos y líquidos con superficies libres • Explicar los conceptos de brazo y momento de adrizamiento • Examinar la estabilidad de un cuerpo de revolución • Describir la determinación de brazos de adrizamiento en vehículos marinos • Aplicar el procedimiento de cálculo de las curvas cruzadas mediante y un software o elaborando un programa mediante un lenguaje de programación. • Calcular las curvas GZ • Examinar la anatomía de la curva de estabilidad estática • Discutir la estabilidad inicial negativa y su efecto en la curva de estabilidad estática • Examinar la geometría y el mecanismo del trim • Identificar el concepto de estabilidad longitudinal • Distinguir entre metacentro longitudinal y transversal • Explicar los conceptos y relaciones entre momento trimeante, trim, y calados • Discutir el desplazamiento cuando hay trim y el momento para cambiar el trim • Analizar la determinación de calados mediante carga y descarga de pesos pequeños y grandes • Calcular tabla de trim y diagrama de trim
--	--

2.- Condición de estabilidad dañada.

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analiza la estabilidad para verificar la condición con averías de embarcaciones y artefactos navales. <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 	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar los conceptos de la subdivisión estanca • Analizar las causas y efectos fundamentales de inundación • Examinar la normativa de definiciones y requerimientos de la longitud inundable de USCG y SOLAS • Distinguir las relaciones fundamentales en la determinación de la longitud inundable • Explicar el método de cálculo de longitud inundable de Shirokauer

<p>interrelación social con los demás.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Destreza para diseñar y gestionar objetivos y proyectos. • Capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Examinar la normativa de definiciones y requerimientos de la estabilidad dañada de USCG y SOLAS • Aplicar el método de cálculo de estabilidad dañada del empuje perdido • Discutir el método de cálculo de estabilidad dañada del peso añadido
3.- Condición de estabilidad en la puesta a flote.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analiza la estabilidad para verificar la condición en el lanzamiento por popa/proa y costado, así como en la flotadura, de embarcaciones y artefactos navales fabricados en grada y dique de construcción. <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"> • Describir las operaciones de botadura por popa/proa • Explicar el método de cálculo y los factores que afectan la botadura por popa/proa • Examinar las fuerzas en la botadura, disposiciones de mecanismos de retenida y de liberación • Identificar los elementos y características de los soportes de proa y popa, y la cuna de botadura • Analizar la estabilidad y resistencia de la botadura por popa/proa • Describir las operaciones de botadura por costado • Explicar el método de cálculo y los factores que afectan la botadura por costado • Describir las operaciones de flotadura • Explicar los cálculos básicos de la flotadura • Analizar las cargas en los picaderos de quilla

8. Prácticas

Prácticas sugeridas para desarrollar las competencias específicas y genéricas:

- Crear el cuaderno de estabilidad sin averías de una embarcación y/o artefacto naval
- Evaluar la estabilidad en averías de una embarcación y/o artefacto naval
- Experimentar en laboratorio el ensayo de inclinación con un modelo a escala de una embarcación y/o artefacto naval
- Experimentar en laboratorio el ensayo de inundación de compartimentos con un modelo a escala de una embarcación y/o artefacto naval
- Formular el análisis de botadura por popa de una embarcación y/o artefacto naval
- Experimentar con software para arquitectura naval análisis de estabilidad intacta y en averías de una embarcación y/o artefacto naval.

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 EXÁMENES

- Comstock J. P. (1967) *Principles of Naval Architecture*. USA: Editorial SNAME.
- Zubaly R. B. (1996) *Applied Naval Architecture*. USA: Editorial SNAME.

RECOMENDADA COMO SUPLEMENTO

- IACS, www.iacs.org.uk/
- IMO, www.imo.org/
- Lamb T. (2003) *Ship Design & Construction (Vol. 1&2)*. USA: Editorial SNAME.
- Lewis E. V. (1988) *Principles of Naval Architecture (Vol. 1)*. USA: Editorial SNAME.
- Rawson K. J. & Tupper E. C. (2001) *Basic Ship Theory (Vol. 1)*. (5ª ed). UK: Editorial ELSEVIER B-H.