



## Guía docente

Datos Identificativos				
<b>Asignatura (*)</b>	Sistemas Estructurales Marinos	<b>Código</b>	2015/16 730112401	
<b>Titulación</b>	Enxeñeiro Naval e Oceánico			
Descritores				
<b>Ciclo</b>	<b>Periodo</b>	<b>Curso</b>	<b>Tipo</b>	<b>Créditos</b>
1º y 2º Ciclo	Anual	Cuarto		9
<b>Idioma</b>	Gallego			
<b>Modalidad docente</b>	Presencial			
<b>Prerrequisitos</b>				
<b>Departamento</b>	Enxeñaría Naval e Oceánica			
<b>Coordinador/a</b>	Junco Ocampo, Fernando	<b>Correo electrónico</b>	fernando.junco@udc.es	
<b>Profesorado</b>	Junco Ocampo, Fernando	<b>Correo electrónico</b>	fernando.junco@udc.es	
<b>Web</b>				
<b>Descripción general</b>	<p>La asignatura de Sistemas Estructurales Marinos se divide en tres grandes bloques.</p> <p>El objetivo del primer bloque de la asignatura, Conceptos Generales del Diseño de Sistemas Estructurales Marinos, es el transmitir al alumno las particularidades del cálculo de las estructuras marinas, frente a otros tipos de estructuras, e introducirle en la práctica del diseño estructural tanto de buques como de todo tipo de unidades destinadas a operar en la agresividad del medio marino. Se presenta el escenario general del diseño de los Sistemas Estructurales Marinos, así como las distintas metodologías aplicables.</p> <p>El principal objetivo del segundo bloque de la asignatura, Métodos Generales de Cálculo para el Diseño de Sistemas Estructurales, es el proporcionar al estudiante una base teórico-práctica adecuada en el cálculo y diseño de estructuras marinas, dotándole así mismo de los conocimientos necesarios sobre las herramientas de cálculo existentes en la actualidad de la profesión.</p> <p>Es decir, se le proporcionan al alumno las herramientas adecuadas para poder afrontar los procesos descritos durante la primera parte de la asignatura.</p> <p>Por último, la asignatura resultaría incompleta si un tercer bloque, Métodos Específicos para el Diseño de Sistemas Estructurales Marinos, que complemente el anterior con herramientas particulares del tipo de sistemas estructurales de especial interés para el alumno. Cabe destacar que dentro de este bloque se enseñará al alumno a manejar la reglamentación de las Sociedades de Clasificación en el ámbito del cálculo de estructuras, por ser esta una de las actividades más relevantes en el futuro ejercicio de la profesión.</p> <p>Se trata esta tercera parte de la asignatura de una temática eminentemente práctica, donde se introducirá al alumno en el uso de las herramientas informáticas habitualmente empleadas en el sector.</p>			

## Competencias del título

Código	Competencias del título
A1	Aplicar los fundamentos de la Ingeniería Naval y Oceánica.
A2	Modelar matemáticamente sistemas y procesos complejos de todos los ámbitos de la Ingeniería Naval y Oceánica.
A3	Desarrollar, programar y aplicar métodos analíticos y numéricos para el análisis de modelos lineales y no lineales de todos los ámbitos de la Ingeniería Naval y Oceánica.
A4	Participación en proyectos de investigación.
A5	Modelización matemática y computación en centros tecnológicos y de ingeniería.
B1	Aprender a aprender.
B2	Resolver problemas de forma efectiva.

## Resultados de aprendizaje



Resultados de aprendizaje	Competencias del título		
	A1	B1	
	A2	B2	
	A3		
	A4		
	A5		

Contenidos	
Tema	Subtema



A) Parte I : Conceptos Generales del Diseño de Sistemas Estructurales Marinos

1.- La Estructura del Buque

1.1.- Aspectos Básicos del Diseño Estructural

1.1.1.- Espiral del Diseño Estructural

1.1.2.- Cálculo Directo frente a Métodos Empíricos

1.1.3.- ¿Por qué las Estructuras Marinas son Complejas?

1.1.4.- Definiciones

1.1.5.- Metodología General del Diseño Estructural

1.2.- Parámetros de Diseño

1.2.1.- Tipos de cargas

1.2.2.- Modos de Fallo

1.2.3.- Tipos de Análisis de Respuesta

1.2.4.- Jerarquía de Tensiones

1.2.5.- Cálculo Probabilístico de Estructuras

1.2.6.- Descripción Estructural de Distintos Tipos de Buques

1.3.- Resistencia Longitudinal: Respuesta de la Viga ? Buque

1.3.1.- Aplicación de la teoría del buque ? viga

1.3.2.- Características Principales de las Curvas de MM.FF: y FF.CC.

1.3.3.- Cargas en Aguas Tranquilas y en Olas

1.3.4.- Tensiones de Flexión en el Buque-Viga

1.3.5.- Resistencia y Rigidez

1.3.6.- Cálculo del Módulo de la Sección Maestra

1.3.7.- Materiales con diferente módulo de elasticidad

1.3.8.- Módulo Mínimo para Evitar el Fallo por Fatiga de la

Viga-Buque

1.3.9.- Tensiones Tangenciales Debidas a Fuerzas Cortantes

1.4.- Tensiones Tangenciales debidas a Fuerzas Cortantes

1.5.- Cálculo de la vida de fatiga de las Estructuras Marinas

1.5.1.- Métodos determinísticos y probabilísticos

1.5.2.- Métodos basados en la distribución a largo plazo y la hipótesis de Palmgren-Miner

1.5.3.- Curvas S-N del DoE para análisis de fatiga y clasificación de las uniones soldadas

1.5.4.- Requerimiento de módulo de la cuaderna maestra para evitar el fallo por fatiga de la viga - buque

1.6.- Resistencia Longitudinal según las Sociedades de

Clasificación

1.6.1.- Envolvente M.F. vertical inducido por las olas. Arrufo y quebranto

1.6.2.- Módulo resistente mínimo. Módulo resistente basado en máxima tensión normal. Momento de inercia mínimo

1.6.3.- Envolvente de la F.C. vertical inducida por las olas. Máxima tensión tangencial

1.6.4.- Modificación de F.C. en aguas tranquilas en buques con carga en bodegas alternas

1.6.5.- Tratamiento de brazolas de escotillas continuas.



Efectividad del material longitudinal entre huecos de escotillas

## 2.- Inestabilidad elástica: Pandeo / Abolladura

### 2.1.- Conceptos Generales de la Inestabilidad Elástica

2.1.1.- Tipos de cargas actuantes sobre los elementos

2.1.2.- Modos de fallo. Estructuras a considerar

2.1.3.- Criterios básicos para evitar el pandeo.

### 2.2.- Métodos de Cálculo Directo

2.2.1.- Pandeo de Columnas

2.2.2.- Pandeo de Placas

### 2.3.- Método del IACS para elementos con tensiones primaria predominantes

2.3.1.- Pandeo de Planchas por Compresión pura

2.3.2.- Pandeo de Planchas por Tensión Tangencial Pura

2.3.3.- Pandeo de Longitudinales por Flexión

2.3.4.- Pandeo de Longitudinales por Flexión y Torsión

combinadas

2.3.5.- Pandeo de las alas y almas de refuerzos primarios y secundarios

2.3.6.- Tensiones de trabajo. Criterio a cumplir.

### 2.4.- Complemento al método del IACS

2.4.1.- Efecto de los aligeramientos en la carga crítica

2.4.2.- Valores mínimos de la inercia de los refuerzos

2.4.3.- Valores mínimos para evitar la abolladura de las almas

2.4.4.- Efecto de tensiones secundarias transversales y tensiones tangenciales combinadas

## B) Parte II : Métodos Generales de Cálculo para el Diseño de Sistemas Estructurales

### 3.- Estructuras de Nudos Fijos y Traslacionales

3.1.- Repaso Conceptos Previos

3.2.- Métodos de Cálculo de Relajaciones Sucesivas

3.2.1.- Estructuras de Nudos No desplazables

3.2.2.- Estructuras de Nudos desplazables

### 4.- Cálculo Matricial de Estructuras

4.1.- Definiciones y Conceptos Básicos

4.2.- Matriz de Rigidez de una Estructura

4.3.- Estructuras Planas de Nudos Articulados

4.4.- Líneas Generales de los Métodos Matriciales

4.5.- Estructuras Planas de Nudos Rígidos



- 4.6.- Emparrillados Planos
- 4.7.- Elemento de Viga Generalizado
- 4.8.- Elementos con extremos no rígid

## 5.- Flexión de Placas y Paneles

- 5.1.- Teoría de las pequeñas deformaciones
  - 5.1.1.- Flexión cilíndrica en placas largas
  - 5.1.2.- Ecuación de flexión de placas
  - 5.1.3.- Condiciones de contorno
  - 5.1.4.- Soluciones para casos básicos
- 5.2.- Combinación de tensiones de flexión y membrana
  - 5.2.1.- Teoría de las grandes deformaciones
  - 5.2.2.- Tensión membranal. Bordes resistentes a la tracción
  - 5.2.3.- Efectos de la deformación inicial
- 5.3.- Diseño de placas basado en una deformación permanente admisible
  - 5.3.1.- Placas sometidas a presión uniforme. Deformación inicial debida a la soldadura
  - 5.3.2.- Placas sometidas a cargas concentradas. Parámetros para describir las cargas
  - 5.3.3.- Placas con cargas en posiciones múltiples. Niveles permisibles de deformación permanente
- 5.4.- Análisis en dominio plástico
  - 5.4.1.- Planteamiento de la solución en régimen plástico
  - 5.4.2.- Fórmulas rígido - plásticas para cargas de presión estática
  - 5.4.3.- Cargas con variación rápida. Macheteo y colisión
  - 5.4.4.- Cargas dinámicas

## C) Parte III : Métodos Específicos para el Diseño de Sistemas Estructurales Marinos

Cambiar el orden y pasar este tema al final

## 6.- Reglas de las Sociedades de Clasificación

- 6.1.- Concepto de Clasificación y Estructura de las Reglas
- 6.2.- Elementos del fondo y doble fondo
  - 6.2.1.- Cálculo de las planchas del fondo, consideraciones de presión y de estabilidad del panel
  - 6.2.2.- Cálculo de planchas del doble fondo, consideraciones de presión, carga local y erosión por la carga
  - 6.2.3.- Longitudinales de fondo y doble fondo
  - 6.2.4.- Varengas y Vagras. Limitaciones generales. Escantillones mínimos. Cálculo directo
- 6.3.- Elementos del forro



- 6.3.1.- Escantillonado por carga local. Consideraciones de presión exterior y eventual presión interior
- 6.3.2.- Comprobación del espesor por fuerza cortante
- 6.3.3.- Cuadernas de bodega y de tanques. Cuadernas de entrepuentes. Reforzado en la zona de proa
- 6.3.4.- Bulárcamas. Función principal, escantillonado
- 6.4.- Cubiertas
  - 6.4.1.- Funciones a desempeñar. Tipos de cargas
  - 6.4.2.- Escantillones de las cubiertas resistentes
  - 6.4.3.- Cubiertas de carga
  - 6.4.4.- Baos y Longitudinales
  - 6.4.5.- Esloras, Baos fuertes y Puntales
- 6.5.- Mamparos Estancos
  - 6.5.1.- Misiones principales
  - 6.5.2.- Distinción entre mamparos estancos y de tanques. Escantillonado de planchas
  - 6.5.3.- Escantillonado de refuerzo primarios y secundarios
  - 6.5.4.- Mamparos corrugados
  - 6.5.5.- El fenómeno de "sloshing".
- 6.6.- Las "Common Structural Rules" (CSR)

## 7.- Aspectos Básicos del Método de los Elementos Finitos

- 7.1.- Introducción
- 7.2.- Fundamentos
- 7.3.- Puntos Primordiales
  - 7.3.1.- Malla y Elementos
  - 7.3.2.- Elementos más habituales
- 7.4.- Elemento Triangular de Tensión Constante
- 7.5.- Elemento Rectangular con Variación Lineal de Deformaciones
- 7.6.- Elemento Rectangular de Tensión Tangencial Constante
- 7.7.- Cuadrilátero y otros Isoparamétricos

## 8.- Aplicación del Método de los EEEF a los Sistemas Estructurales Marinos

- 8.1.- Introducción
- 8.2.- Consideraciones sobre el Modelo Estructural
  - 8.2.1.- Modelización de un Panel Reforzado
  - 8.2.2.- Ortogonalidad y Tamaño de la malla
  - 8.2.3.- Simetría de Estructura y Cargas
  - 8.2.4.- Modelización de Refuerzos Unidos a Planchas
  - 8.2.5.- Elemento de Viga Híbrido
  - 8.2.6.- Modelización de Paneles Reforzados
  - 8.2.7.- Elemento Especial con Refuerzos
  - 8.2.8.- Modelización Estructural de un Módulo de Buque
  - 8.2.9.- Representación de Nudos y Consolas
  - 8.2.10.- Definición y uso de Super elementos



- 8.3.- Normal Generales sobre Modelización
- 8.3.1.- Normal Generales sobre Modelización
- 8.3.2.- Disposición de la Malla
- 8.3.3.- Utilización de Elementos
- 8.3.4.- Tipos de Estructuras
- 8.3.5.- Condiciones de Contorno
- 8.3.6.- Modelo de 2D
- 8.3.7.- Ancho Efectivo de Plancha
- 8.4.- Análisis Modal y Dinámico

ejercicios



## Planificación

Metodoloxías / probas	Competencias	Horas presenciales	Horas no presenciales / traballo autónomo	Horas totales
Prueba de resposta breve	A1 A2 A3 A4 A5 B1 B2	100	90	190
Traballo tutelados	A2 A4 B1 B2	0	15	15
Sesión magistral	A1 A2 B1	10	0	10
Atención personalizada		10	0	10

(\*) Los datos que aparecen en la tabla de planificación són de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de los alumnos

## Metodoloxías

Metodoloxías	Descrición
Prueba de resposta breve	Examen teórico/práctico
Traballo tutelados	Se propondrán problemas prácticos a resolver por parte del alumnado.
Sesión magistral	Clases participadas sobre los principales temas

## Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Traballo tutelados	Se encargarán traballos de deseño/cálculo de estruturas

## Evaluación

Metodoloxías	Competencias	Descrición	Calificación
Prueba de resposta breve	A1 A2 A3 A4 A5 B1 B2	Examen teórico/práctico	100
Otros			

## Observacións avaliación

--

## Fuentes de información

<b>Básica</b>	- ( ) . . - ?Cálculo de Estructuras ? Complemento a los Métodos Tradicionales de Cálculo? ? SAEZ-BENITO- ?Cálculo de Estructuras ? Problemas Resueltos (Volumen I)? ? SAEZ-BENITO (Hay varios volúmenes)- ?Curso de Análisis Estructural ? - CELIGÜETA 1.- ?Ship Structural Design.A rationally-based, computer aided, optimization approach? ? Owen Hughes, Editorial John Wiley & Sons. 2.- ?Ship Structural Design Concepts? ? J.Evans, Editorial Cornell Maritime Press 3.- ?Principles of Naval Architecture ? Vol.I? ? Varios, SNAME 4.- Reglas de las SS.CC.: ABS, DnV, LRS, BV.
<b>Complementaria</b>	- ( ) . . - ( ) . . 1.- ?Finite Element Procedures in Engineering Análisis? ? Bathe2.- ?Finite Element Method? ? Zienkiewicz3.- ?Cálculo de Estructuras por el MEF? ? Eugenio Oñate4.- ?Finite Element Structural Análisis? ? T.Y. Yang

## Recomendacións

Asignaturas que se recomenda haber cursado previamente
Comportamiento del Buque en el Mar/730405123 Proyectos de Buques e Artefactos/730405131
Asignaturas que se recomenda cursar simultáneamente





Estructuras Oceánicas/730405204

Tecnología de la Construcción del Buque/730405137

Asignaturas que continúan el temario

Otros comentarios

(\*) La Guía Docente es el documento donde se visualiza la propuesta académica de la UDC. Este documento es público y no se puede modificar, salvo cosas excepcionales bajo la revisión del órgano competente de acuerdo a la normativa vigente que establece el proceso de elaboración de guías