



| Guia docente          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    |                                                  |           |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------------------------------------|-----------|
| Datos Identificativos |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    |                                                  | 2022/23   |
| Asignatura (*)        | Métodos Computacionales para los Medios Continuos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                    | Código                                           | 730497221 |
| Titulación            | Mestrado Universitario en Enxeñaría Industrial (plan 2018)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                    |                                                  |           |
| Descriptor            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    |                                                  |           |
| Ciclo                 | Periodo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Curso              | Tipo                                             | Créditos  |
| Máster Oficial        | 1º cuatrimestre                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Segundo            | Optativa                                         | 3         |
| Idioma                | Castellano                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                    |                                                  |           |
| Modalidad docente     | Presencial                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                    |                                                  |           |
| Prerrequisitos        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    |                                                  |           |
| Departamento          | Enxeñaría Naval e Industrial                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                    |                                                  |           |
| Coordinador/a         | Gosset , Anne Marie Elisabeth                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Correo electrónico | anne.gosset@udc.es                               |           |
| Profesorado           | Gosset , Anne Marie Elisabeth<br>López Peña, Fernando                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Correo electrónico | anne.gosset@udc.es<br>fernando.lopez.pena@udc.es |           |
| Web                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    |                                                  |           |
| Descripción general   | Esta es una asignatura introductoria al módulo de optatividad de métodos computacionales para los medios continuos. En ella se trata, en primer lugar, de repasar y poner en común conceptos que los alumnos deben de haber adquirido durante sus estudios de grado y orientarlos después al enfoque que se les da al resto de las asignaturas de este módulo. Se plantea la hipótesis de medio continuo y se ve como el planteamiento de unos principios físicos de conservación permiten obtener las ecuaciones generales que gobiernan los desplazamientos y los esfuerzos en medios continuos. Se analizan las relaciones constitutivas que permiten obtener las ecuaciones para los distintos tipos de medio y se desarrollan estas ecuaciones en los casos de sólidos elásticos y de fluidos newtonianos. Por último se analizan los métodos de discretización de estas ecuaciones mediante diferencias finitas, elementos finitos y volúmenes finitos. |                    |                                                  |           |

| Competencias del título |                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Código                  | Competencias del título                                                                                                                                                                                                                                                 |
| A3                      | ETI3 - Capacidad para el diseño y ensayo de máquinas.                                                                                                                                                                                                                   |
| A5                      | ETI5 - Conocimientos y capacidades para el diseño y análisis de máquinas y motores térmicos, máquinas hidráulicas e instalaciones de calor y frío industrial                                                                                                            |
| A19                     | EI3 - Conocimientos y capacidades para el cálculo y diseño de estructuras.                                                                                                                                                                                              |
| A20                     | EI4 - Conocimiento y capacidades para el proyectar y diseñar instalaciones eléctricas y de fluidos, iluminación, climatización y ventilación, ahorro y eficiencia energética, acústica, comunicaciones, domótica y edificios inteligentes e instalaciones de Seguridad. |
| B2                      | G2 Proyectar, calcular y diseñar productos, procesos, instalaciones y plantas.                                                                                                                                                                                          |
| B5                      | G5 Realizar la planificación estratégica y aplicarla a sistemas tanto constructivos como de producción, de calidad y de gestión medioambiental.                                                                                                                         |
| B6                      | CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.                                                                                        |
| B13                     | G8 Aplicar los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinarios.                                                                                                                 |
| B16                     | G11 Poseer las habilidades de aprendizaje que permitan continuar estudiando de un modo autodirigido o autónomo.                                                                                                                                                         |
| C1                      | ABET (a) - An ability to apply knowledge of mathematics, science, and engineering.                                                                                                                                                                                      |
| C3                      | ABET (c) - An ability to design a system, component, or process to meet desired needs within realistic constraints such as economic, environmental, social, political, ethical, health and safety, manufacturability, and sustainability.                               |
| C8                      | ABET (h) - The broad education necessary to understand the impact of engineering solutions in a global, economic, environmental, and societal context.                                                                                                                  |
| C9                      | ABET (i) - A recognition of the need for, and an ability to engage in life-long learning.                                                                                                                                                                               |
| C11                     | ABET (k) - An ability to use the techniques, skills, and modern engineering tools necessary for engineering practice.                                                                                                                                                   |

| Resultados de aprendizaje |
|---------------------------|
|---------------------------|



| Resultados de aprendizaje                                                                                       | Competencias del título    |                    |                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------|--------------------|
| Dominar las leyes de conservación de los medios continuos                                                       | AP19<br>AP20               | BP2<br>BP5<br>BP13 | CP1<br>CP11        |
| Comprender las ecuaciones constitutivas que diferencian el comportamiento de los fluidos y sólidos deformables. | AP3<br>AP19<br>AP20        | BP6<br>BP16        | CP1<br>CP3         |
| Comprender las leyes de conservación de la dinámica de fluidos y de la mecánica de sólidos elásticos            | AP19<br>AP20               | BP13               | CP1                |
| Entender los fundamentos y conceptos de la discretización de las ecuaciones                                     | AP5<br>AP19                | BP2                | CP1<br>CP8<br>CP9  |
| Diferenciar la filosofía detrás de los métodos de diferencias, elementos y volúmenes finitos.                   | AP3<br>AP5<br>AP19<br>AP20 | BP13               | CP1<br>CP3<br>CP11 |

| Contenidos                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tema                                                                                                                              | Subtema                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Introducción                                                                                                                      | Fundamentos, conceptos básicos, herramientas y aplicaciones de la mecánica de medios continuos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Tema 1. Leyes de conservación en medios continuos                                                                                 | 1. Fuerzas en el seno de un medio continuo<br>2. Fuerzas de superficie: tensor de esfuerzos.<br>3. Cinemática<br>4. Principios de conservación aplicados a medios continuos                                                                                                                                                                                                                               |
| Tema 2. Modelos constitutivos para sólidos elásticos. Ecuaciones de la elasticidad                                                | 1. Comportamiento elástico de sólidos<br>2. Ecuaciones constitutivas de la elasticidad<br>3. Planteamiento general del problema elástico<br>4. Principios generales en la solución del problema elástico<br>5. Deformaciones y esfuerzos de origen térmico                                                                                                                                                |
| Tema 3. Modelos constitutivos para fluidos. Leyes de la dinámica de fluidos                                                       | 1. Ecuaciones de conservación de la dinámica de fluidos en forma diferencial<br>2. Ecuación de conservación de la masa<br>3. Ecuación de conservación de cantidad de movimiento<br>4. Ecuación de conservación de la energía<br>5. El sistema completo de ecuaciones de Navier-Stokes. Condiciones iniciales y de contorno.<br>6. Movimientos turbulentos                                                 |
| Tema 4. Discretización de las ecuaciones. Filosofía de los métodos de diferencias finitas, elementos finitos y volúmenes finitos. | 1. El paso al espacio discreto<br>2. Estructura de la malla<br>3. Discretización de las ecuaciones de derivadas parciales<br>4. Modelos de discretización por diferencias finitas, elementos finitos y volúmenes finitos. Adecuación a los diferentes campos de la ingeniería.<br>5. Propiedades de los modelos: consistencia, estabilidad, convergencia, y conservación.<br>6. Errores de discretización |



|                                       |                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tema 5. Método de diferencias finitas | 1. Bases del método de diferencias finitas<br>2. Aplicación a la resolución de un problema de conducción de calor transitoria. Programación con Matlab<br>3. Aplicación al cálculo de la advección de un pulso en un medio continuo. Programación con Matlab |
| Tema 6. Método de elementos finitos   | 1. Bases del método de elementos finitos<br>2. Método de Galerkin. Aplicación a la ecuación de difusión estacionaria en 1D.<br>3. Aplicación a la resolución de la ecuación de conducción de calor. Programación con Matlab.                                 |

| Planificación                                                                                                                     |                                   |                    |                                          |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------|------------------------------------------|---------------|
| Metodologías / pruebas                                                                                                            | Competencias                      | Horas presenciales | Horas no presenciales / trabajo autónomo | Horas totales |
| Sesión magistral                                                                                                                  | A3 A5 A19 A20 B16 B6 C1 C8 C9 C11 | 12                 | 18                                       | 30            |
| Prácticas a través de TIC                                                                                                         | A19 A20 B2 B13 C3 C11             | 4                  | 14                                       | 18            |
| Solución de problemas                                                                                                             | A5 A20 B2 B5 B13 B16 B6 C1 C3 C11 | 5                  | 20                                       | 25            |
| Atención personalizada                                                                                                            |                                   | 2                  | 0                                        | 2             |
| (*)Los datos que aparecen en la tabla de planificación són de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de los alumnos |                                   |                    |                                          |               |

| Metodologías              |                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Metodologías              | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Sesión magistral          | Exposición oral complementada con el uso de medios audiovisuales y la introducción de algunas preguntas dirigidas a los estudiantes, con la finalidad de transmitir conocimientos y facilitar el aprendizaje.                                                                |
| Prácticas a través de TIC | Metodología que permite al alumnado aprender de forma efectiva, a través de actividades de carácter práctico (demostraciones, simulaciones, etc.) la teoría de un ámbito de conocimiento, mediante la utilización de las tecnologías de la información y las comunicaciones. |
| Solución de problemas     | Técnica mediante la que ha de resolverse una situación problemática concreta, a partir de los conocimientos que se han trabajado, que puede tener más de una posible solución.                                                                                               |

| Atención personalizada |                                                                                                                                                                                  |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Metodologías           | Descripción                                                                                                                                                                      |
| Solución de problemas  | Se tutelarà al alumno en las técnicas de resolución de problemáticas concretas, a partir de los conocimientos que se han trabajado, que puede tener más de una posible solución. |

| Evaluación                |                                   |                                                                                                   |              |
|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Metodologías              | Competencias                      | Descripción                                                                                       | Calificación |
| Prácticas a través de TIC | A19 A20 B2 B13 C3 C11             | Cada alumno entregará una memoria describiendo los resultados logrados durante las prácticas TIC. | 30           |
| Solución de problemas     | A5 A20 B2 B5 B13 B16 B6 C1 C3 C11 | Cada alumno resolverá problemas y ejercicios planteados a lo largo del curso                      | 70           |

| Observaciones evaluación |
|--------------------------|
|--------------------------|



En esta asignatura no se acepta dispensa académica.

Si un alumno no supera la asignatura en la primera oportunidade, en la segunda oportunidade y en la convocatoria adelantada únicamente podrá entregar la revisión y mejora de aquellos trabajos entregados y calificados como no aptos previamente.

## Fuentes de información

|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Básica</b>         | <ul style="list-style-type: none"><li>- Reddy, J.N. (2010). Principles of Continuum Mechanic. Cambridge University Press</li><li>- Lopez Peña, F. (2019). Mecánica de Fluidos (2a Ed.). Universidade da Coruña</li><li>- Peiró, J. &amp; Sherwin, S. (2005). Finite Difference, Finite Element and Finite Volume Methods for Partial Differential Equations, in Handbook of Materials Modeling pp 2415-2446. Springer</li><li>- Anderson, J.D. (1995). Computational fluid dynamics. The basics with applications. McGraw-Hill Education</li></ul> |
| <b>Complementaria</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>- Versteeg, H.K. &amp; Malalasekera, W. (2007). An introduction to Computational Fluid Dynamics (2nd Ed.). Pearson Education Limited</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

## Recomendaciones

### Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

### Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente

Volúmenes Finitos en CFD/730497222

### Asignaturas que continúan el temario

Proceso de Simulación CFD/730497223

Simulación de Sistemas Mecánicos y Estructurales/730497224

### Otros comentarios

El alumno ha de haber adquirido en sus estudios anteriores unas competencias en mecánica de fluidos, elasticidad y métodos numéricos equivalentes a las que se adquieren en un grado de ingeniería industrial. Para ayudar a conseguir un entorno inmediato sostenido y cumplir con el objetivo de la acción número 5: "Docencia e investigación saludable y sustentable ambiental y social" del "Plan de Acción Green Campus Ferrol":

- 1.- La entrega de los trabajos documentales que se realicen en esta materia:
- 1.1. Se solicitará en formato virtual y/o soporte informático.
- 1.2. Se realizará a través de Moodle, en formato digital sin necesidad de imprimirlos.
- 1.3. De realizarse en papel:
- No se emplearán plásticos.
- Se realizarán impresiones a doble cara.
- Se empleará papel reciclado.
- Se evitará la impresión de borradores.

2.- Se debe hacer un uso sostenible de los recursos y la prevención de impactos negativos sobre el medio natural.

3.- Se debe tener en cuenta la importancia de los principios éticos relacionados con los valores de la sostenibilidad en los comportamientos personales y profesionales.

4.- Según se recoge en las distintas normativas de aplicación para la docencia universitaria se deberá incorporar la perspectiva de género en esta materia (se usará lenguaje no sexista, se utilizará bibliografía de autores de ambos sexos, se propiciará la intervención en clase de alumnos y alumnas...).

(\*) 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