



| Guía Docente          |                                                                                                                                                                                                                                                              |                    |                       |           |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------------|-----------|
| Datos Identificativos |                                                                                                                                                                                                                                                              |                    | 2023/24               |           |
| Asignatura (*)        | Modelización de Estruturas por Elementos Finitos                                                                                                                                                                                                             | Código             |                       | 730G03069 |
| Titulación            | Grao en Enxeñaría Mecánica                                                                                                                                                                                                                                   |                    |                       |           |
| Descriptorios         |                                                                                                                                                                                                                                                              |                    |                       |           |
| Ciclo                 | Período                                                                                                                                                                                                                                                      | Curso              | Tipo                  | Créditos  |
| Grao                  | 1º cuatrimestre                                                                                                                                                                                                                                              | Cuarto             | Optativa              | 6         |
| Idioma                | Castelán                                                                                                                                                                                                                                                     |                    |                       |           |
| Modalidade docente    | Presencial                                                                                                                                                                                                                                                   |                    |                       |           |
| Prerrequisitos        |                                                                                                                                                                                                                                                              |                    |                       |           |
| Departamento          | Enxeñaría Naval e Industrial                                                                                                                                                                                                                                 |                    |                       |           |
| Coordinación          | Gutierrez Fernandez, Ruth Maria                                                                                                                                                                                                                              | Correo electrónico | ruth.gutierrez@udc.es |           |
| Profesorado           | Gutierrez Fernandez, Ruth Maria                                                                                                                                                                                                                              | Correo electrónico | ruth.gutierrez@udc.es |           |
| Web                   | https://sites.google.com/site/structuralanalysislab/home                                                                                                                                                                                                     |                    |                       |           |
| Descrición xeral      | Nesta materia perséguese adquirir as competencias específicas para o deseño de sólidos e estruturas sometidas a esforzos de tracción, compresión, flexión e torsión, e a capacidade de analizar estados de tensión e de deformación en sólidos e estruturas. |                    |                       |           |

| Competencias do título |                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Código                 | Competencias do título                                                                                                                                                                                                                 |
| B5                     | CB05 - Que os estudantes desenvolvan aquelas habilidades de aprendizaxe necesarias para emprenderen estudos posteriores cun alto grao de autonomía                                                                                     |
| B7                     | B5 - Ser capaz de realizar unha análise crítica, avaliación e síntese de ideas novas e complexas                                                                                                                                       |
| B9                     | B8 - Adquirir unha formación metodolóxica que garanta o desenvolvemento de proxectos de investigación (de carácter cuantitativo e/ou cualitativo) cunha finalidade estratéxica e que contribúan a situarnos na vangarda do coñecemento |

| Resultados da aprendizaxe                                                                                                                                         |  |                        |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------------|--|
| Resultados de aprendizaxe                                                                                                                                         |  | Competencias do título |  |
| Manexar os principios básicos da análise estrutural por ordenador. Manexar as leis básicas que regulan a análise computacional de sólidos elásticos e estruturas. |  | B5                     |  |
|                                                                                                                                                                   |  | B7                     |  |
|                                                                                                                                                                   |  | B9                     |  |
| Resolver exercicios e problemas dun xeito completo e razoado                                                                                                      |  | B5                     |  |
|                                                                                                                                                                   |  | B7                     |  |
|                                                                                                                                                                   |  | B9                     |  |
| Aplicar de forma adecuada os conceptos teóricos no laboratorio. Modelar matematicamente sistemas mecánicos e estruturais                                          |  | B5                     |  |
|                                                                                                                                                                   |  | B7                     |  |
|                                                                                                                                                                   |  | B9                     |  |
| Usar unha linguaxe rigorosa no campo da enxeñaría estrutural para presentar e interpretar datos e resultados                                                      |  | B5                     |  |
|                                                                                                                                                                   |  | B7                     |  |
|                                                                                                                                                                   |  | B9                     |  |

| Contidos                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Temas                                                                                                           | Subtemas                                                                                                                                                                                                                                           |
| Tema 0. Os bloques ou temas seguintes desenvolven os contidos establecidos na ficha da Memoria de Verificación. | Método dos elementos finitos; elementos estruturais; análise numérica de estruturas mediante programas informáticos.                                                                                                                               |
| Tema 1. Formulación do método de elementos finitos, MEF, para estática                                          | Formulación do problema estático. Principio dos traballos virtuais. Discretización. Interpolación elemental. Matriz de rixidez e vector de cargas. Ensamblaxe. Transformación das direccións dos graos de liberdade locais a globais cando difiren |



|                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tema 2. Formulación xeral do MEF                                   | Formulación do problema dinámico. Matriz de masas e de amortiguamiento. Imposición de condicións de contorno. Imposición de restricións: graos de liberdade mestres e escravos. Campo de desprazamentos, deformacións e tensións                                                                                                                                                                                    |
| Tema 3. Aproximación do campo de desprazamentos                    | Clasificación dos problemas elásticos. Matrices tensión-deformación. Funcións de aproximación da familia de elementos finitos en coordenadas xeneralizadas. Elementos de Lagrange e Serendip. Interpolación de Lagrange. Criterios de converxencia do MEF. Test da parcela.                                                                                                                                         |
| Tema 4. Elementos isoparamétricos                                  | Introdución. Elementos isoparamétricos. Espazo xeométrico, espazo natural. Funcións de aproximación no espazo natural.                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Tema 5. Elementos isoparamétricos para tensión e deformación plana | Elasticidade en tensión e deformación plana. Elemento finito isoparamétrico para elasticidade plana. Jacobiano da transformación isoparamétrica. Singularidades. Erros de discretización. Matrices de masa e rixidez                                                                                                                                                                                                |
| Tema 6. Aspectos numéricos                                         | Integración numérica. Método de Newton-Côtes. Cuadratura de Gauss. Integración bidimensional e tridimensional. Integración completa, reducida, selectiva. Selección do tipo e orde de integración. Establecemento da matriz de rixidez para elemento isoparamétrico bidimensional. Cargas de volume e superficie. Cargas térmicas. Elemento axisimétrico. Criterios de converxencia para elementos isoparamétricos. |
| Tema 7. Elementos estruturais: viga                                | Introdución. Viga de Euler-Bernoulli, viga de Timoshenko. Ecuacións de equilibrio de vigas. Formulación de elementos finitos: elemento hermiteco. Elemento viga con movemento plano. Elemento viga espacial.                                                                                                                                                                                                        |
| Tema 8. Elementos estruturais: placa e lámina                      | Teoría de placas. Placa de Kirchhoff. Placa de Reissner-Mindlin. Formulación de elementos finitos. Ecuacións de Equilibrio. Teoría de láminas. O elemento lámina plano.                                                                                                                                                                                                                                             |

| Planificación                                                                                                            |              |                   |                                           |              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------|-------------------------------------------|--------------|
| Metodoloxías / probas                                                                                                    | Competencias | Horas presenciais | Horas non presenciais / traballo autónomo | Horas totais |
| Prácticas de laboratorio                                                                                                 | B5 B7 B9     | 6                 | 12                                        | 18           |
| Traballos tutelados                                                                                                      | B5 B7 B9     | 16                | 36                                        | 52           |
| Sesión maxistral                                                                                                         | B5 B7 B9     | 24                | 39                                        | 63           |
| Solución de problemas                                                                                                    | B5 B7 B9     | 6                 | 9                                         | 15           |
| Atención personalizada                                                                                                   |              | 2                 | 0                                         | 2            |
| *Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientativo, considerando a heteroxeneidade do alumnado |              |                   |                                           |              |

| Metodoloxías             |                                                                                                                                                                                                                               |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Metodoloxías             | Descrición                                                                                                                                                                                                                    |
| Prácticas de laboratorio | Metodoloxía que permite a realización de actividades de carácter práctico con computador, tales como modelización, análise e simulación de elementos mecánicos e estruturais.                                                 |
| Traballos tutelados      | Metodoloxía deseñada para promover a aprendizaxe autónoma dos estudantes, resolvendo un problema que involucre os contidos da materia e involucre as competencias específicas da mesma, realizado baixo a tutela do profesor. |
| Sesión maxistral         | Exposición oral complementada co uso de medios audiovisuais, que ten como finalidade transmitir coñecementos e facilitar a aprendizaxe na o ámbito da análise resistente e de deformacións de sistemas mecánicos e estruturas |
| Solución de problemas    | Técnica a través da cal hai que resolver unha situación problemática específica, a partir da coñecemento que se traballou e que pode ter máis dunha solución.                                                                 |

| Atención personalizada |            |
|------------------------|------------|
| Metodoloxías           | Descrición |



|                          |                                                                                                                                               |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Prácticas de laboratorio | Seguimento e orientación acerca da solución de problemas concretos xurdidos no desenvolvemento das distintas actividades expostas na materia. |
| Traballos tutelados      | Asistencia na realización dos traballos tutelados.                                                                                            |

| Avaliación               |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |               |
|--------------------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Metodoloxías             | Competencias | Descrición                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Cualificación |
| Prácticas de laboratorio | B5 B7 B9     | Hai que asistir sistematicamente ás prácticas e elaboralas durante o curso, para que a profesora poida avaliar o traballo realizado e que se inclúa na cualificación final.<br>Non vale presentalas ao final sen asistir a clase, xa que, neste caso, non se terán en conta para a nota.<br>No proceso de avaliación das prácticas de laboratorio vaise realizar unha practica nunha sesión, na que o estudante individualmente resolverá co computador os problemas expostos pola profesora. | 30            |
| Traballos tutelados      | B5 B7 B9     | O traballo involucra os contidos teóricos e prácticos desenvolvidos na materia.<br>Débese realizar individualmente nas sesións de prácticas ao longo do curso e en casa, nas horas non presenciais asignadas a este proxecto. Vaise a realizar un seguimento individualizado da realización do traballo nas sesións de prácticas. Non vale presentar o traballo o último día sen asistir a clase, xa que, neste caso, non se terá en conta para a nota.                                       | 70            |

| Observacións avaliación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>O estudante, cuxa presenza ao longo do cuadrimestre sexainsuficiente para realizar o seguimento do seu traballo, por dispensa académica ou por outras causas, terá igualmente que elaborar e presentar as prácticas e o traballo tutelado para a súa valoración. O seguimento do devandito traballo efectuarase nas sesións de tutoría. Neste caso, o proceso de avaliación da materia pode incluír ademais da presentación das prácticas e do traballo tutelado, unha sesión práctica individual ou en grupo, na que o estudante resolve manualmente e/ou co computador os problemas expostos pola profesora.</p> <p>Para a segunda oportunidade pódese presentar o traballo pendente de mellorar o xa realizado. O seguimento realízase en sesións de tutoría. A avaliación realízase mediante a presentación das prácticas e dos traballos tutelados pendentes e/ou mellorados. O proceso de avaliación da materia pode incluír, ademais da presentación das prácticas e do traballo tutelado, unha sesión práctica individual ou en grupo, na que o estudante resolve manualmente e/ou co computador os problemas expostos pola profesora.</p> <p>Os criterios de avaliación da convocatoria adiantada de decembro serán os mesmos que os da segunda oportunidade do ano anterior.</p> <p>A fraude comprobada en calquera actividade de traballo, proba ou avaliación dará lugar directamente á calificación de suspenso de "0" na actividade de traballo, proba ou avaliación de que se trate, sen posibilidade de volver presentala na convocatoria extraordinaria ou avanzada.</p> |

| Fontes de información       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bibliografía básica         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- R. Gutiérrez, E. Bayo, A. Loureiro, LE Romera (2010). Estructuras II. Reprogramación del Noroeste. Santiago de Compostela</li> <li>- Dassault Systèmes Simulia Corp. (2014). Abaqus Documentation. © Dassault Systèmes. Providence, RI, USA.</li> <li>- Bathe K.J. (2006). Finite Elements Procedures.. Prentice-Hall, Pearson Education, Inc. USA</li> <li>- Eugenio Oñate (1995). Cálculo de estructuras por el método de elementos finitos. CIMNE, Barcelona, España</li> </ul> |
| Bibliografía complementaria |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

| Recomendacións |
|----------------|
|----------------|



| Materias que se recomenda ter cursado previamente                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| RESISTENCIA DOS MATERIAIS/730G03013<br>ESTRUTURAS/730G03021                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Materias que se recomenda cursar simultaneamente                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Tecnoloxía e Deseño de Estruturas/730G03071                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Materias que continúan o temario                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| VIBRACIÓNS/730G03040<br>Tipoloxías Estruturais/730G03070                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Observacións                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <p>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"</p> <p>La entrega de los trabajos documentales que se realicen en esta materia:</p> <p>Se solicitarán en formato virtual y/o soporte informático</p> <p>Se realizará a través de Moodle, en formato digital sin necesidad de imprimirlos</p> <p>En caso de ser necesario realizarlos en papel:</p> <p>No se emplearán plásticos</p> <p>Se realizarán impresiones a doble cara. Por decisión da comisión de calidade da EPEF, as materias optativas non poderán traballar máis que as competencias básicas xa mencionadas nesta guía docente. Non obstante, na materia "Modelado de estruturas mediante elementos finitos" tamén se traballan as seguintes competencias específicas do título: A1 FB1 - Capacidade para resolver problemas matemáticos que poidan xurdir na enxeñaría. Capacidade para aplicar os coñecementos de: álgebra lineal; xeometría; xeometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuacións derivadas diferenciais e parciais; métodos numéricos; algorítmico numérico; estatística e optimización. A23 TEM4 - Coñecementos e habilidades para aplicar os fundamentos de elasticidade e resistencia dos materiais ao comportamento de sólidos reais. As competencias básicas de todas as optativas trabállanse conxuntamente con estas competencias específicas, que se adquiren inicialmente noutras materias obrigatorias, e que se reforzan e consolidan nesta optativa.</p> |

(\*)A Guía docente é o documento onde se visualiza a proposta académica da UDC. Este documento é público e non se pode modificar, salvo casos excepcionais baixo a revisión do órgano competente dacordo coa normativa vixente que establece o proceso de elaboración de guías