



| Teaching Guide      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |        |                       |           |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----------------------|-----------|
| Identifying Data    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |        |                       | 2017/18   |
| Subject (*)         | Welding                                                                                                                                                                                                                                                                                            |        | Code                  | 730G03044 |
| Study programme     | Grao en Enxeñaría Mecánica                                                                                                                                                                                                                                                                         |        |                       |           |
| Descriptors         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |        |                       |           |
| Cycle               | Period                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Year   | Type                  | Credits   |
| Graduate            | 1st four-month period                                                                                                                                                                                                                                                                              | Fourth | Optativa              | 4.5       |
| Language            | Spanish                                                                                                                                                                                                                                                                                            |        |                       |           |
| Teaching method     | Face-to-face                                                                                                                                                                                                                                                                                       |        |                       |           |
| Prerequisites       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |        |                       |           |
| Department          | Enxeñaría Naval e Industrial                                                                                                                                                                                                                                                                       |        |                       |           |
| Coordinador         | Camba Fabal, Carolina                                                                                                                                                                                                                                                                              | E-mail | carolina.camba@udc.es |           |
| Lecturers           | Camba Fabal, Carolina                                                                                                                                                                                                                                                                              | E-mail | carolina.camba@udc.es |           |
| Web                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |        |                       |           |
| General description | Clasificación dos procedimentos de soldadura : con fusión, sin fusión, forte y branda. Procesos de corte e resanado. Soldabilidade dos diferentes materiais. Defectos das soldaduras. Inspección das soldaduras. Homologación de procedimentos e de soldadores. Seguridade e hixiene na soldadura. |        |                       |           |

| Study programme competences |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Code                        | Study programme competences                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| A25                         | Coñecementos e capacidades para a aplicación da enxeñaría de materiais.                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| B3                          | Que os estudantes teñan a capacidade de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro da súa área de estudo) para emitiren xuízos que inclúan unha reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica ou ética                                                                                                                 |
| B4                          | Que os estudantes poidan transmitir información, ideas, problemas e solucións a un público tanto especializado como leigo                                                                                                                                                                                                                             |
| B5                          | Que os estudantes desenvolvan aquelas habilidades de aprendizaxe necesarias para emprenderen estudos posteriores cun alto grao de autonomía                                                                                                                                                                                                           |
| B6                          | Ser capaz de concibir, deseñar ou poñer en práctica e adoptar un proceso substancial de investigación con rigor científico para resolver calquera problema formulado, así como de comunicar as súas conclusións ?e os coñecementos e razóns últimas que as sustentan? a un público tanto especializados como leigo dun xeito claro e sen ambigüidades |
| B7                          | Ser capaz de realizar unha análise crítica, avaliación e síntese de ideas novas e complexas                                                                                                                                                                                                                                                           |
| B8                          | Deseñar e realizar investigacións en ámbitos novos ou pouco coñecidos, con aplicación de técnicas de investigación (con metodoloxías tanto cuantitativas como cualitativas) en distintos contextos (ámbito público ou privado, con equipos homoxéneos ou multidisciplinares etc.) para identificar problemas e necesidades                            |
| B9                          | 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                                                                                                                     |
| C1                          | Utilizar as ferramentas básicas das tecnoloxías da información e as comunicacións (TIC) necesarias para o exercicio da súa profesión e para a aprendizaxe ao longo da súa vida.                                                                                                                                                                       |
| C3                          | Entender a importancia da cultura emprendedora e coñecer os medios ao alcance das persoas emprendedoras.                                                                                                                                                                                                                                              |
| C4                          | Valorar criticamente o coñecemento, a tecnoloxía e a información dispoñible para resolver os problemas cos que deben enfrontarse.                                                                                                                                                                                                                     |
| C5                          | Asumir como profesional e cidadán a importancia da aprendizaxe ao longo da vida.                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| C6                          | Valorar a importancia que ten a investigación, a innovación e o desenvolvemento tecnolóxico no avance socioeconómico e cultural da sociedade.                                                                                                                                                                                                         |

| Learning outcomes                                                                            |  |  |                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|-----------------------------|
| Learning outcomes                                                                            |  |  | Study programme competences |
| Adquirir os coñecementos das implicacións metalúrxicas e mecánicas nun proceso de soldadura. |  |  | A25                         |
|                                                                                              |  |  | B3                          |
|                                                                                              |  |  | C1                          |
|                                                                                              |  |  | B4                          |
|                                                                                              |  |  | C3                          |
|                                                                                              |  |  | B5                          |
|                                                                                              |  |  | C4                          |
|                                                                                              |  |  | B9                          |
|                                                                                              |  |  | C6                          |



|                                                                                                                    |     |                                  |                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------------------------------|----------------------------|
| Adquirir os coñecementos dos principais procedimentos de soldadura con aplicación industrial.                      | A25 | B4<br>B5<br>B6<br>B7<br>B8<br>B9 | C1<br>C3<br>C4<br>C6       |
| Adquirir os coñecementos da soldabilidade dos diferentes materiais e dos controis de calidade das unions soldadas. | A25 | B4<br>B5<br>B7<br>B9             | C1<br>C3<br>C4<br>C5<br>C6 |

| Contents                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Topic                                                                                                           | Sub-topic                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Os bloques ou temas seguintes desenvolven os contidos establecidos na ficha da Memoria de Verificación que son: | Clasificación dos procedementos de soldadura: por fusión, sen fusión, forte e branda. Procesos de corte e resanado. Soldabilidade dos diferentes materiais. Defectos das soldaduras. Inspección das unións soldadas. Homologación de procedementos e de soldadores. Seguridade e hixiene na soldadura. |
| Tema 1                                                                                                          | Introducción xeral. Tecnoloxías de unión en materiais. Definición de soldadura. Soldaduras homoxéneas e heteroxéneas. Soldadura manual, semiautomática e automática. Clasificación dos procedementos de soldadura.                                                                                     |
| Tema 2                                                                                                          | Soldadura eléctrica por arco. Fundamentos. Influencia do tipo de corrente : Polaridade. Características do arco eléctrico. Soldadura eléctrica por arco con electrodos revestidos. Equipo de soldeo. Electrodo. Tipos de revestimentos. Normalización de electrodos. Técnica operativa.                |
| Tema 3                                                                                                          | Soldadura por arco con gas protector e electrodo non consumible. Gases de protección. Gases activos e inertes. Efectos na soldadura. Soldadura TIG: Fundamentos. Tipos de corrente. Equipo de soldeo. Electrodo. Materiais de aportación. Técnica operativa.                                           |
| Tema 4                                                                                                          | Soldadura por arco con gas protector e electrodo consumible. Soldadura MIG-MAG. Principios xerais do proceso. Equipos de soldeo. Materiais de aportación. Modos de transferencia do material de aportación. Fio tubular. Técnicas operativas.                                                          |
| Tema 5                                                                                                          | Soldadura oxiacetilénica. Gases combustibles. Características das chamas de soldeo. Zonas características da chama. Equipos : bombonas, manorreductores e sopletes. Técnicas operativas.                                                                                                               |
| Tema 6                                                                                                          | Soldadura por arco mergullado. Principios do proceso. Equipamento. Materiais de aportación. Fundentes. Parámetros do soldeo. Técnicas operativas.                                                                                                                                                      |
| Tema 7                                                                                                          | Soldadura por resistencia eléctrica. Principios xerais do proceso. Equipo. Electrodo. Ciclos de soldeo. Soldadura por puntos e por protuberancias. Soldadura por roldanas. Soldadura a tope e por faíscas. Aplicacións. Técnicas operativas.                                                           |
| Tema 8                                                                                                          | Soldadura por partículas de alta enerxía. Soldadura por láser. Principios do proceso. Características da soldadura. Ventaxas e limitacións do proceso. Soldadura por feixe de electrons. Principios do proceso. Equipamento. Procedimento de soldadura. Aplicacións. Ventaxas e limitacións.           |



|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tema 9  | Outros procedimentos de soldadura. Soldadura por electroescoura. Soldadura por aluminotermia. Soldadura por fricción. Soldadura por explosión. Soldadura por ultrasonidos. Soldadura por difusión. Proxección térmica.                                                                                                                                                                           |
| Tema 10 | Soldadura forte. Fundamentos do proceso. Materiais de aportación e fundentes. Aplicacions. Soldadura branda. Fundamentos do proceso. Materiais de aportación e fundentes. Equipamento. Aplicacions.                                                                                                                                                                                              |
| Tema 11 | Procesos de corte e resanado. Oxicorte. Fundamentos. Equipos e procedimentos. Corte por plasma. Equipos e procedimentos. Corte por arco-aire. Corte por láser. Fundamentos e equipamento. Corte por auga. Ventaxas e inconvenientes dos diferentes procesos de corte. Preparación de pezas para a soldadura. Preparación de bordes. Tipos de bordes para soldadura.                              |
| Tema 12 | Soldabilidade. Zonas da unión soldada. Zona afectada térmicamente (ZAT). Transformacions na zona afectada térmicamente. Soldadura en varias pasadas. Tensions e deformacions. Prequentamento. Tratamentos post-soldadura.                                                                                                                                                                        |
| Tema 13 | Soldabilidade dos aceiros. Aceiros o carbono e de baixa aliaxe. Soldabilidade segundo o procedimento. Prequentamento. Temperatura entre pasadas. Tratamentos térmicos post-soldadura. Soldabilidade de aceiros templados e revenidos. Soldabilidade das fundicions.                                                                                                                              |
| Tema 14 | Soldabilidade dos aceiros inoxidables. Influencia da composición sobre a estrutura. Diagrama de Schaeffler. Soldabilidade dos aceiros inoxidables austeníticos. Soldabilidade dos aceiros inoxidables ferríticos. Soldabilidade dos aceiros inoxidables martensíticos. Soldabilidade dos aceiros inoxidables austeno-ferríticos.                                                                 |
| Tema 15 | Soldabilidade das aliaxes de aluminio. Factores que inflúen. Prequentamento. Selección dos procedimentos de soldadura. Soldabilidade do cobre e das suas aliaxes. Factores que inflúen. Selección dos procedimentos de soldadura.                                                                                                                                                                |
| Tema 16 | Soldabilidade do níquel e as suas aliaxes. Factores que inflúen. Selección do procedimento de soldadura. Soldabilidade do titanio e as suas aliaxes. Procedimentos de soldadura. Preparación, prequentamento e tratamentos térmicos. Soldabilidade de outros materiais metálicos : cobalto e as suas aliaxes, magnesio e as suas aliaxes.                                                        |
| Tema 17 | Defectos das soldaduras. Agretamento en frío e en quente. Desgarro laminar. Inclusions. Faltas de fusión e de penetración. Imperfeccions de forma e de execución. Consecuencia dos defectos. Ensaio de soldaduras. Ensaio destructivos. Técnicas metalográficas. Macrografía e micrografía.                                                                                                      |
| Tema 18 | Inspección de soldaduras. Ensaio non destructivos. Ensaio con líquidos penetrantes, partículas magnéticas, correntes inducidas, ultrasonidos. Ensaio con raios X e raios gamma. Interpretación de radiografías. Calificación de soldaduras.                                                                                                                                                      |
| Tema 19 | Homologación de soldadores e de procedimentos de soldadura. Normativa. Variables que interveñen na homologación. Tipos de unión. Materiais. Posicións de soldadura. Probas e ensaios. Certificación.                                                                                                                                                                                             |
| Tema 20 | Seguridade e hixiene na soldadura. Análisis de riscos. Riscos na manipulación dos gases. Riscos na utilización dos equipos. Riscos derivados dos contaminantes orixinados na soldadura. Medidas de prevención. Protección personal e colectiva. Medidas preventivas no uso de gases e equipos. Protección contra fumes e gases. Prevención nas operacións de preparación e acabado da soldadura. |



## Planning

| Methodologies / tests                                                                                                           | Competencies                      | Ordinary class hours | Student?s personal work hours | Total hours |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------|-------------------------------|-------------|
| Laboratory practice                                                                                                             | A25 B3 B5 B7                      | 15                   | 15                            | 30          |
| Objective test                                                                                                                  | A25 B4 B5 B7 B9 C1<br>C3 C4 C5 C6 | 5                    | 10                            | 15          |
| Guest lecture / keynote speech                                                                                                  | B4 B6 B7 B8 C1 C6                 | 33                   | 33                            | 66          |
| Personalized attention                                                                                                          |                                   | 1.5                  | 0                             | 1.5         |
| (*)The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students. |                                   |                      |                               |             |

## Methodologies

| Methodologies                  | Description                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Laboratory practice            | As sesións prácticas de laboratorio son de obrigada asistencia e imprescindibles para poder aprobar a asignatura. O alumnado que teña superado as prácticas en cursos anteriores non deberá repetilas.                                                   |
| Objective test                 | Poderanse facer exames parciais que terán carácter liberatorio para as convocatorias do presente curso académico sempre e cando a nota sexa igual ou superior a cinco. O exame, sexa parcial ou final, constará de preguntas cortas, cuestións ou temas. |
| Guest lecture / keynote speech | A asistencia as clases valorarase positivamente na nota final.                                                                                                                                                                                           |

## Personalized attention

| Methodologies                                                           | Description                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Objective test<br>Guest lecture / keynote speech<br>Laboratory practice | A atención personalizada realizarase en tutorías ben a iniciativa do alumnado para aclarar e resolver as súas dúbidas e dificultades ou ben a iniciativa do profesor convocando persoalmente o alumnado cando a ocasión o requira. |

## Assessment

| Methodologies                  | Competencies                      | Description                                                                                                                                                                                                                                                           | Qualification |
|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Objective test                 | A25 B4 B5 B7 B9 C1<br>C3 C4 C5 C6 | Exames parciais de carácter eliminatorio sempre e cando a nota sexa igual ou superior a cinco.<br>Exame final.<br>Para sumar a puntuación debida a asistencia a prácticas e as clases maxistras é necesario sacar no exame final unha nota igual ou superior a catro. | 80            |
| Guest lecture / keynote speech | B4 B6 B7 B8 C1 C6                 | A asistencia será valorada positivamente de acordo co indicado no apartado anterior.                                                                                                                                                                                  | 10            |
| Laboratory practice            | A25 B3 B5 B7                      | Asistencia a totalidade das prácticas                                                                                                                                                                                                                                 | 10            |
| Others                         |                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                       |               |

## Assessment comments

|                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A asistencia a totalidade das prácticas é requisito imprescindible para poder aprobar a asignatura. |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|

## Sources of information



|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Basic         | <ul style="list-style-type: none"><li>- GRANJON H. (1993). Bases metalúrgicas de la soldadura. Instituto de la Soldadura</li><li>- EASTERLING K.E. (1992). Introduction o the physical metallurgy of welding. Butterworth</li><li>- HERNÁNDEZ RIESCO G. (2001). Manual del soldador. Cesol</li><li>- REINA M. (2003). Soldadura de los aceros. Aplicaciones. Weldwork S.L.</li><li>- CARRILLO F.; LÓPEZ E. (1996). Soldadura, corte e inspección de obra soldada. Universidad de Cádiz</li><li>- GIACHINO J.W.; WEEKS W. (1997). Técnica y práctica de la soldadura. Reverté</li><li>- HOULDCROFT P.T. (2000). Tecnología de los procesos de soldadura. CEAC</li><li>- RUIZ RUBIO A. (1971). Inspección radiográfic de uniones soldadas. Urmo</li><li>- RAMÍREZ F. (1977). Introducción a los métodos de ensayos no destructivos de control de calidad de materiales.</li></ul> INTA<br><br /> |
| Complementary |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

| Recommendations                                                |
|----------------------------------------------------------------|
| Subjects that it is recommended to have taken before           |
| Materials Science/730G03007<br>Materials Engineering/730G03030 |
| Subjects that are recommended to be taken simultaneously       |
| Materials Service Behavior/730G03041                           |
| Subjects that continue the syllabus                            |
|                                                                |
| Other comments                                                 |
|                                                                |

(\*)The teaching guide is the document in which the URV publishes the information about all its courses. It is a public document and cannot be modified. Only in exceptional cases can it be revised by the competent agent or duly revised so that it is in line with current legislation.