

Guía docente: Soldadura y tecnologías de unión

1. Identificación de la asignatura

| | | | | |
|-----------------------------|----------------------------------|------------------------------|---------------------------|-----------------|
| NOMBRE | Soldadura y tecnologías de unión | | CÓDIGO | SyTU |
| TITULACIÓN | Master | CENTRO | E. P. Ingeniería de Gijón | |
| TIPO | Obligatoria | Nº TOTAL DE CRÉDITOS | 4 | |
| PERIODO | Semestral | IDIOMA | Español | |
| COORDINADOR/ES | | TELÉFONO /EMAIL | | UBICACIÓN |
| Cristina Rodríguez González | | 985181951/cristina@uniovi.es | | Campus de Gijón |
| PROFESORADO | | TELÉFONO /EMAIL | | UBICACIÓN |
| F. Javier Belzunce Varela | | 985182024/belzunce@uniovi.es | | Gijón |
| Mónica Preciado | | mpreciado@ubu.es | | Burgos |
| Roberto Lacalle | | lacaller@unican.es | | Santander |

2. Contextualización (en el caso de asignaturas compartidas se contextualizará, si existen diferencias, para cada una de las titulaciones donde se comparte).

La asignatura del Máster universitario en Integridad y durabilidad de materiales, componentes y estructuras de la Universidad de Oviedo denominada “Soldadura y tecnologías de unión” es una asignatura obligatoria del Módulo de tecnologías auxiliares de carácter profesional de singular importancia, dado que en la mayor parte de las aplicaciones industriales los materiales no trabajan individualmente, sino que deben unirse mediante soldadura o algún otro tipo de tecnología de unión. La importancia de esta asignatura crece si tenemos en cuenta la gran influencia que el ciclo térmico del soldeo ejerce sobre la microestructura y el comportamiento mecánico de los materiales soldados, siendo prácticamente una materia clave en el campo de los materiales estructurales.

Los contenidos de la asignatura tienen además una componente de aplicación práctica muy importante, ya que se estudiarán y analizarán con un cierto grado de detalle las diferentes tecnologías de unión y sus parámetros asociados, analizando su influencia sobre los cambios microestructurales producidos en las distintas zonas de la unión, responsables a su vez de la presencia de defectos y discontinuidades que podrían producir fallos en servicio. Además, los contenidos de la asignatura enfatizan igualmente la componente investigadora, al incidir también en el desarrollo de uniones con prestaciones mecánicas mejoradas que garanticen un óptimo comportamiento en servicio.

Las principales competencias que se adquirirán los estudiantes que cursen esta asignatura son las siguientes:

- Capacidad para identificar los problemas asociados a la realización de uniones soldadas y para tomar decisiones que aseguren la integridad y el buen comportamiento de las mismas (CE7)
- Capacidad para seleccionar la tecnología de unión más adecuada en función del tipo de material y de la aplicación específica para la que se la requiera.
- Capacidad para seleccionar el proceso de soldeo más idóneo y ajustar sus parámetros característicos con el fin de obtener una unión soldada de calidad, tanto desde el punto de vista metalúrgico como mecánico y económico.
- Capacidad para diseñar y calcular una unión soldada óptima, atendiendo a los diversos factores implicados.
- Capacidad para manejar la normativa y los equipamientos científico-técnicos necesarios para llevar a cabo la caracterización metalúrgica y mecánica de las uniones soldadas.
- Capacidad para llevar a cabo el control de calidad de una estructura soldada, analizando de manera científica los posibles fallos y proponiendo soluciones a los mismos.
- Capacidad para profundizar en el análisis de un problema científico-tecnológico concreto, analizarlo, identificar el problema y aportar una propuesta de solución.
- Capacidad para comunicarse oralmente y por escrito y para elaborar y defender posteriormente en público un trabajo de investigación sobre un problema concreto.
- Capacidad para manejar diferentes recursos y tecnologías que le permitan obtener información científica actualizada sobre el tema de investigación a desarrollar.
- Capacidad para organizar un trabajo concreto y llevarlo a cabo en grupo.

CE7: Competencia específica recogida en la Memoria verificada del Master

3. Requisitos (en el caso de asignaturas compartidas, si existen diferencias, se señalarán los mismos para cada una de las titulaciones donde se comparte).

No requerirá requisito adicional alguno.

4. Competencias y resultados de aprendizaje (en el caso de asignaturas compartidas, si existen diferencias, se señalarán los mismos para cada una de las titulaciones donde se comparte).

Los resultados del aprendizaje de la asignatura “Soldadura y tecnologías de unión” se concretan del modo que sigue:

Conocimientos

- Conocer las diferentes tecnologías de unión, así como sus características específicas y su idoneidad de uso en función de diferentes variables.

- Conocer el modo en el que el proceso de soldadura modifica la microestructura y el comportamiento mecánico de los materiales.
- Conocer la forma de optimizar una unión soldada a través la mejora en su diseño y posterior cálculo de la misma.
- Conocer el modo en el que se realiza el control de calidad en soldadura, atendiendo a la normativa más utilizada a nivel mundial.
- Conocer los ensayos normalizados existentes para caracterizar el comportamiento mecánico de las uniones soldadas

Habilidades

- Seleccionar la tecnología de unión más adecuada en función del tipo de material y de la aplicación específica para la que se la requiera
- Seleccionar el proceso de soldeo más idóneo y ajustar sus parámetros característicos con el fin de obtener una unión soldada de calidad, tanto desde el punto de vista metalúrgico como mecánico y económico.
- Diseñar y calcular una unión soldada óptima, atendiendo a los diversos factores implicados.
- Manejar los equipamientos científico-técnicos necesarios para llevar a cabo la caracterización metalúrgica y mecánica de las uniones soldadas de acuerdo con las normas más utilizadas.
- Llevar a cabo un completo control de calidad de una estructura soldada, analizando de manera científica los posibles fallos y proponiendo soluciones a los mismos.
- Organizar un trabajo concreto y llevarlo a cabo en grupo.
- Escribir de manera resumida un trabajo científico y exponerlo oralmente con claridad.

Actitudes

- Crear en el estudiante una inquietud investigadora.
- Dotar al estudiante de un sentido organizativo de cara a realizar trabajos en grupo.
- Formación de un espíritu abierto, crítico y emprendedor.

5. Contenidos.

Los contenidos de la asignatura “Soldadura y tecnologías de unión” se han organizado con arreglo a los siguientes temas, que se desarrollarán en este mismo orden:

1. **Principales tecnologías de unión.** Uniones roblonadas y atornilladas. Uniones adhesivas. Uniones soldadas: Continuidad ventajas e inconvenientes. Tipos de juntas y nomenclatura utilizada en soldadura. Nomenclatura utilizada en soldadura.
2. **Procesos de soldeo más utilizados industrialmente.** Soldeo con electrodos revestidos. Soldeo semiautomático. Soldeo por arco sumergido. Soldeo por láser. soldeo por resistencia. Otras técnicas de soldeo.
3. **Ciclo térmico de soldeo.** Características generales. Factores que afectan al ciclo térmico de soldeo: tipo de material a soldar, espesor y tamaño de las piezas, geometría de la unión, aporte térmico, precalentamiento y post-calentamiento, procedimiento de soldadura, técnica operatoria.
4. **Zonas de la unión soldada.** Metalurgia de la soldadura. La zona fundida: fenómenos de dilución. La zona afectada térmicamente (ZAT): Transformaciones durante el calentamiento y durante el enfriamiento. Partes de la ZAT

5. **Tensiones térmicas y fisuración.** Tensiones y deformaciones debidas al ciclo térmico de la soldadura: Medidas para minimizarlas. Fisuración en caliente y fisuración en frío. Desgarre laminar. Tratamiento térmicos post-soldeo
6. **Soldabilidad de aceros y otras aleaciones metálicas.** Definición de Soldabilidad metalúrgica. Factores influyentes. Soldabilidad de los aceros de baja y media aleación. Soldabilidad de aceros inoxidables. Soldabilidad de otras aleaciones metálicas.
7. **Microestructuras y defectos en la unión soldada.** Metalografía de la unión soldada. Microestructuras típicas de las diferentes zonas. Defectos típicos de las distintas zonas de la unión soldada.
8. **Comportamiento mecánico de uniones soldadas.** Ensayos mecánicos más utilizados en la caracterización de uniones soldadas: tracción, dureza, plegado, impacto, fractura y fatiga. Normativa
9. **Diseño y cálculo de uniones soldadas bajo carga estática.** Factores que influyen en la elección del tipo de junta. Diseño y cálculo de uniones bajo carga estática. Ejemplos.
10. **Diseño y cálculo de uniones soldadas bajo cargas de fatiga.** Factores que influyen en la elección del tipo de junta. Categorías de detalle. Ejemplos
11. **Especificación y cualificación de uniones soldadas y soldadores.** Control de calidad en la soldadura. Especificación de un procedimiento de soldadura. Cualificación de uniones soldadas y de soldadores. Normativa

6. Metodología y plan de trabajo.

Con objeto de racionalizar la organización docente de la asignatura, se ha realizado la distribución de sus contenidos con arreglo a la siguiente tipología de modalidades docentes:

1. Presenciales
 - a. Clases expositivas
 - b. Prácticas de aula/Seminarios
 - c. Prácticas de laboratorio/campo.
 - d. Tutorías grupales
 - e. Exposición de trabajos realizados en grupo
 - f. Sesiones de evaluación
2. No presenciales
 - a. Trabajo autónomo
 - b. Trabajo en grupo

Las clases expositivas se complementan con la realización de ejercicios prácticos y con unas clases prácticas de laboratorio en las que se utilizarán las máquinas y equipos disponibles para la ejecución de uniones soldadas, para lo que también se programará visitas a empresas que utilizan la soldadura como técnica principal de fabricación. También se revisará la metodología experimental para llevar a cabo ensayos concretos para el control de las uniones soldadas, de acuerdo con la normativa internacional existente, ensayos mecánicos, análisis microestructurales y análisis de defectos en uniones soldadas.

La Tabla 1 muestra los temas en los que se ha dividido la asignatura "Soldadura y otras tecnologías de unión", distribuidos temporalmente de acuerdo a las modalidades docentes citadas. Esta organización docente recoge también el orden de impartición de los diferentes temas que componen la asignatura.

La Tabla 2 da cuenta de la distribución horaria de la asignatura entre las diferentes modalidades docentes mencionadas.

Finalmente, la Tabla 3 expone el reparto temporal de los temas que componen la asignatura durante las semanas del cuatrimestre en el que se desarrolla la misma.

De forma excepcional, si las condiciones sanitarias lo requieren, se podrán realizar actividades de docencia no presencial, en cuyo caso, se informará a los estudiantes de los cambios efectuados.

| <i>Temas</i> | <i>Horas totales</i> | <i>Clase Expositivas</i> | <i>Prácticas de aula /Seminarios</i> | <i>Prácticas de laboratorio /campo</i> | <i>Tutorías grupales</i> | <i>Exposición de trabajos en grupos</i> | <i>Sesiones de Evaluación</i> | Total | <i>Trabajo grupo</i> | <i>Trabajo autónomo</i> | Total |
|--|----------------------|--------------------------|--------------------------------------|--|--------------------------|---|-------------------------------|--------------|----------------------|-------------------------|--------------|
| 1. Principales tecnologías de unión | 5 | 2 | -- | -- | -- | -- | -- | 2 | -- | 3 | 3 |
| 2. Tipos de uniones soldadas y Procesos de soldeo más utilizados industrialmente | 13.5 | 2 | -- | 5.5 | -- | -- | -- | 7.5 | - | 6 | 6 |
| 3. Ciclo térmico de soldeo | 6.5 | 1 | 0.5 | -- | -- | -- | -- | 1.5 | -- | 5 | 5 |
| 4. Zonas de la unión soldada | 6.5 | 1 | 0.5 | - | -- | -- | -- | 1.5 | -- | 5 | 5 |
| 5. Tensiones térmicas y fisuración | 6.5 | 1 | -- | 0.5 | -- | -- | -- | 1.5 | -- | 5 | 5 |
| 6. Soldabilidad de aceros y aleaciones metálicas | 6.5 | 1 | 0.5 | -- | -- | -- | -- | 1.5 | - | 5 | 5 |
| 7. Microestructuras y defectos en la unión soldada | 8 | 1 | 0.5 | 0.5 | -- | -- | -- | 2 | -- | 6 | 6 |
| 8. Comportamiento mecánico de uniones soldadas | 8 | 1.5 | 0.5 | 1 | -- | -- | -- | 3 | -- | 5 | 5 |
| 9. Diseño y cálculo de uniones soldadas bajo carga estática | 5.5 | 1 | 0.5 | -- | -- | -- | -- | 1.5 | -- | 4 | 4 |
| 10. Diseño y cálculo de uniones soldadas bajo cargas de fatiga | 8.5 | 1.5 | 1 | -- | -- | -- | -- | 2.5 | - | 6 | 6 |
| 11. Especificación y cualificación de uniones soldadas y soldadores | 5.5 | 1 | 0.5 | -- | -- | -- | -- | 1.5 | - | 4 | 4 |
| Evaluación y presentación de trabajos | 20 | | | | -- | 2 | 2 | 4 | 8 | 8 | 16 |
| Total | 100 | 14 | 4.5 | 7.5 | 0 | 2 | 2 | 30 | 8 | 62 | 70 |

Tabla 1. Distribución de los contenidos de la asignatura

| MODALIDADES | | Horas | % | Totales |
|---------------|--|-------|-----|----------|
| Presencial | Clases Expositivas | 14 | 47 | 30 (30%) |
| | Práctica de aula / Seminarios / Talleres | 4.5 | 15 | |
| | Prácticas de laboratorio / campo / aula de informática / aula de idiomas | 7.5 | 25 | |
| | Tutorías grupales | -- | -- | |
| | Exposición trabajos en grupo | 2 | 6.5 | |
| | Prácticas Externas | -- | --- | |
| | Sesiones de evaluación | 2 | 6.5 | |
| No presencial | Trabajo en Grupo | 8 | 11 | 70 (70%) |
| | Trabajo Individual | 62 | 89 | |
| Total | | 100 | | |

Tabla 2. Reparto horario entre las diferentes modalidades docentes

| Temas | Semanas |
|--|---------|
| 1. Principales tecnologías de unión | 1 |
| 2. Tipos de uniones soldadas y Procesos de soldeo más utilizados industrialmente | 2,3 |
| 3. Ciclo térmico de soldeo | 4 |
| 4. Zonas de la unión soldada | 5 |
| 5. Tensiones térmicas y fisuración | 6 |
| 6. Soldabilidad de aceros y aleaciones metálicas | 7 |
| 7. Microestructuras y defectos en la unión soldada | 8 |
| 8. Comportamiento mecánico de uniones soldadas | 9 |
| 9. Diseño y cálculo de uniones soldadas carga estática | 10 |
| 10. Diseño y cálculo de uniones soldadas carga fatiga | 11,12 |
| 11. Especificación y cualificación de uniones soldadas y soldadores | 13, 14 |

Tabla 3. Distribución de los temas de la asignatura en las semanas del cuatrimestre

7. Evaluación del aprendizaje de los estudiantes.

La evaluación del aprendizaje de los estudiantes será continua, a lo largo de todo el curso. El desarrollo del proceso evaluador se detalla a continuación:

A lo largo del curso se propondrá la realización de un conjunto de ejercicios, similares a los que se habrán desarrollado en las clases, que será obligatorio entregar. También deberán entregarse los guiones cumplimentados de las prácticas de laboratorio, correspondiendo la valoración global de estas tareas a un 20% de la calificación final del estudiante.

También se llevarán a cabo, al final del curso, dos sesiones de evaluación a modo de prueba escrita. La primera de ellas, con un valor del 30% de la calificación final evaluará la capacidad de los alumnos en la resolución de ejercicios prácticos, mientras que la segunda prueba, cuyo valor también será del 30% de la calificación final del estudiante, evaluará la capacidad de éste en la

respuesta de una serie de cuestiones de tipo teórico. Se exigirá un mínimo de 4 sobre 10 puntos en la valoración conjunta de estas dos pruebas para el aprobado de la asignatura.

El otro 20% de la calificación final, corresponderá a la valoración del trabajo realizado individualmente o en grupo, que será expuesto en público y debatido por todos los alumnos.

Por último, de forma excepcional, si las condiciones sanitarias lo requieren, se podrá hacer uso de métodos de evaluación no presencial, en cuyo caso, se informará a los estudiantes de los cambios efectuados.

8. Recursos, bibliografía y documentación complementaria.

Como material fundamental del curso se utiliza un texto o apuntes elaborados por los profesores de la asignatura que recoge los contenidos esenciales de la misma. También se utiliza un conjunto de ejercicios disponible con sus soluciones, parte de los cuales se desarrollarán en las clases prácticas de aula y otra parte deberá ser resuelta a lo largo del curso por los estudiantes y formará parte de su trabajo individual. También se han confeccionado unos guiones de las prácticas de laboratorio, que serán cubiertos y trabajados individualmente por cada alumno y entregados al profesor.

Para los trabajos en grupo se seleccionarán casos resueltos en diversos libros y revistas científicas, que serán estudiados y expuestos en clase por los alumnos y debatidos con el resto de los alumnos y el profesor.

Además, los estudiantes podrán utilizar los libros especializados de consulta ubicados tanto en la biblioteca general del campus de Gijón como en los seminarios del área de Mecánica de Medios Continuos o del departamento Ciencia de los Materiales, que se exponen a continuación:

- Reina M., Soldadura de los aceros: aplicaciones, Ed. Manuel Reina Gómez, España (2003).
- Giachino J.W. Weeks W., Técnica y práctica de la soldadura, Reverté. (1981).
- Rodríguez C., Apuntes de Soldadura, Ed. Cristina Rodríguez. Universidad de Oviedo (2009).
- Hernández Riesco G. Manual del soldador. CESOL. Madrid (2006).
- Patton, W.J. Ciencia y Técnica de la Soldadura. Ed. Urmo (1982.)
- AENOR. Soldadura. Requisitos de la calidad de las soldaduras, ensayos destructivos y productos. (1992)
- Linnert G.E., Welding Metallurgy: Fundamentals (v. 1) AWS
- WELDING HANDBOOK. Volume 1, 2 and 3. 8a edition. AWS.
- UNE-EN 287-1 (2004): Cualificación de soldadores. Soldeo por fusión
- UNE-EN 288 (1993): Especificación y cualificación de los procedimientos de soldeo para los materiales metálicos
- Curso de Ingeniero Europeo en Soldadura. CESOL

Finalmente, los estudiantes podrán también utilizar las salas de ordenadores existentes en las áreas de Mecánica de los medios continuos y teoría de estructuras y de Ciencia de los materiales e ingeniería metalúrgica del campus de Gijón con objeto de buscar información de apoyo a través de Internet.

