



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE LA PLATA
FACULTAD DE INGENIERÍA

Código: **M1650**

Programa de:

Metalurgia de la Soldadura

Fecha Actualización: 07/03/2018

CARRERAS PARA LAS QUE SE DICTA

Carrera	Plan	Carácter	Cantidad de Semanas	Año	Semestre
Ingeniería en Materiales	2018	Obligatoria	Totales: 0	2018	9
			Clases: 0 Evaluaciones: 0		

CORRELATIVIDADES

CURSADA	PROMOCIÓN
M1001 Inglés M1626 Tecnologías De Unión De Materiales	M1001 Inglés M1626 Tecnologías De Unión De Materiales

DATOS GENERALES

Departamento:
Área:
Tipificación: Tecnológicas Aplicadas

HORAS BLOQUE

Bloque de CB	Matemática	
	Física	
	Química	
	Informática	
	Total	0
Bloque de TB		
Bloque de TA		
Bloque de Complementarias		
Total	0	

PLANTEL DOCENTE

CARGA HORARIA

HORAS DE CLASE

Totales:		Semanales:	
80		5	
Teoría: 40.0	Práctica: 40.0	Teoría: 2.5	Práctica: 2.5
FORMACIÓN PRÁCTICA			
Formación Experimental 20.0	Resol. de Problemas 0.0	Proyecto y Diseño 20.0	PPS 0.0
TOTAL COMPUTABLES 100.0		HORAS DE ESTUDIO ADICIONALES (NO ESCOLARIZADAS) 20.0	

OBJETIVOS:	
<ul style="list-style-type: none"> • Proveer al estudiante de los conocimientos básicos sobre la metalurgia del metal de soldadura. Interpretar y correlacionar variables operativas de soldadura - estructura - propiedades mecánicas. Aceros al carbono y de baja aleación. • Introducirlos en el campo de la metalurgia y tecnología de la soldadura de los aceros inoxidable. • Adquirir el conocimiento y manejo de los códigos ASME IX, API y AWS D.1: Especificación de procedimiento de soldadura, calificación de procedimiento de soldadura y calificación de soldadores y operadores de soldadura. • Brindar los conocimientos generales sobre la soldadura de recargue, soldadura de reparación. 	
PROGRAMA SINTÉTICO:	
<ul style="list-style-type: none"> • Metalurgia del metal de soldadura • Metalurgia y soldadura de los aceros inoxidable • Especificación y Calificación de Procedimientos de soldadura • Calificación de soldadores y operadores de soldadura, Códigos ASME, AWS, API • Soldadura de recargue 	
PROGRAMA ANALÍTICO:	AÑO DE APROBACIÓN: 2017

Unidad 1: Metalurgia del metal de soldadura

Introducción, zonas que componen un cordón de soldadura. Origen de la estructura primaria: Transformación líquido - sólido, crecimiento epitaxial, geometría de la pileta líquida, velocidad de solidificación, sobreenfriamiento constitucional, macroestructura y microheterogeneidades de las soldaduras.

Estructuras secundarias en aceros estructurales, mecanismos de transformación, transformaciones de fase en estado sólido, factores que afectan la descomposición de la austenita, elementos estructurales producto de las transformaciones en estado sólido en aceros.

Estructuras terciarias del metal de soldadura, caracterización y clasificación de los microconstituyentes, relación entre estructura y propiedades mecánicas, efecto de las variables operativas sobre las propiedades mecánicas.

Módulo 2: Metalurgia y tecnología de la soldadura de los aceros inoxidable.

Clasificación, caracterización y campo de aplicación de los aceros inoxidables: Martensíticos, Ferríticos, Austeníticos, Duplex y Endurecibles por precipitación (PH).

Soldadura de los A. I. Martensíticos: Consideraciones generales. Cambios microestructurales durante la soldadura.

Fisuración debida a la formación de martensita. Propiedades mecánicas de las uniones. Práctica de soldadura.

Procesos de soldadura. Materiales de aporte. Ciclo térmico: pre y post soldadura

Soldadura de A.I. Ferríticos: Consideraciones generales. Microestructura del metal de soldadura. Propiedades mecánicas de las uniones. Práctica de soldadura. Procesos de soldadura. Materiales de aporte. Ciclo térmico: pre y post soldadura.

Soldadura de los aceros inoxidables austeníticos (A.I.A.). Características generales: Corrosión intergranular.

Precipitación de segundas fases. Diagramas: Schaeffler, De Long, Siewert/Olson. Procedimiento de soldadura, ciclos térmicos: pre y post soldadura. Procesos más convencionales, consumibles.

Soldadura de los A.I. Dúplex. Características generales. Práctica de soldadura de los A.I. dúplex. Propiedades mecánicas de las uniones. Fenómenos de precipitación en el metal base y metal de soldadura. Ciclo térmico: pre y post soldadura. Procesos de soldadura y consumibles recomendados.

Soldadura de los A.I. endurecibles por precipitación (PH). Consideraciones generales. Clasificación. Metalurgia de la soldadura y soldabilidad. Ciclo térmico: pre y post soldadura. Procesos de Soldadura, consumibles.

Módulo 3: Metalurgia y tecnología de la soldadura del aluminio y sus aleaciones.

Clasificación, caracterización y campo de aplicación de las diferentes aleaciones. Propiedades mecánicas de las uniones. Práctica de soldadura. Materiales de aporte. Ciclo térmico: pre y post soldadura

Módulo 4: Especificación de Procedimiento de Soldadura, calificación de procedimiento de soldadura. Calificación de soldadores y operadores de soldadura.

Código ASME Sección IX

Campo de aplicación. Generalidades. Posiciones de Soldadura. Tipos y propósitos de pruebas y exámenes

(Tracción, Plegado, Tenacidad a la fractura, pruebas de soldaduras de filetes). Calificación de filetes de soldadura.

Generalidades. Preparación de probetas de prueba. Variables de soldadura.

Calificación de habilidad en soldadura (calificación de soldadores). Generalidades. Juntas para pruebas de

calificación. Variables de soldadura para operadores de soldadura. Datos de soldadura: Variables. Números P, F, A. Probetas. Formularios. Definiciones. Pre y post calentamiento.

Código ANSI/AWS D1.1

Consideraciones generales: Aplicación. Designación de conexiones soldadas. Metal de aporte. Juntas de penetración. Parcial. Calificación de juntas. Detalles de soldaduras de filete. Juntas precalificadas (penetración total, penetración parcial)

Calificación de soldadores: Preparación de metal base. Inspección visual. Control de la distorsión. Tolerancias dimensionales. Preparación, limpieza y terminación de la soldadura.

Técnica: Requerimientos del metal de aporte. Requerimientos de precalentamiento y temperatura entre pasadas.

Calor aportado en aceros templados y revenidos. Tratamiento térmico de revelado de tensiones: Técnica de

soldadura mediante los procesos SMAW, SAW, GMAW, FCAW, ESW. Calificación de procedimiento de soldadura

Limitación de variables. Tipos de ensayos y propósito. Metal base. Calificación de soldadores, operadores de

soldadura y punteadores. Limitación de las variables. Ensayos requeridos. Espesor de los especímenes de ensayo.

Posiciones de soldadura.

ANSI/API standard 1104 (Welding of Pipelines and Related facilities)

Especificación y calificación de procedimiento de soldadura. Registro. Especificación. Variables esenciales. Ensayo de soldadura a tope y filete. Ensayos a realizar sobre el cupón de soldadura.

Calificación de soldadores. Calificación simple y múltiple. Examen visual y ensayos destructivos.

Diseño y preparación de juntas para la realización de soldadura en producción. Inspección y ensayo de las uniones de producción. Ensayos no destructivos, standard de aceptación. Remoción y reparación de defectos. Soldadura

automática con y sin aporte de material. Standards alternativos de aceptación.

Módulo 5: Soldadura de recargue Definición. Tipos de desgaste: deslizamiento o rozamiento metal - metal.

Rodadura. Abrasión o rozamiento metal - mineral. Erosión. Impacto. Corrosión. Fatiga térmica. Propiedades de los distintos tipos de aleaciones para recargue. Preparación de la superficie para recargue. Costos de la soldaduras de recargue.

ACTIVIDADES PRÁCTICAS:

- Diseño y desarrollo de especificación de procedimiento de soldadura mediante aplicación de códigos (ASME, API, AWS).
 - Caracterización macro y microestructural de soldaduras de una sola pasada y en soldaduras multipasadas:
 - Identificación de las diferentes zonas que componen un depósito de soldadura: metal base (MB), metal de soldadura (MS), zona afectada por el calor (ZAC). Estructura primaria
 - ZAC de grano grueso, ZAC de grano fino, ZAC intercrítica, ZAC subcrítica.
 - Zona regenerada entre pasadas de grano grueso
 - Zona regenerada entre pasadas de grano fino.
 - Identificación, clasificación y formas de cuantificación de los diferentes elementos microestructurales.
 - Determinación de propiedades mecánicas (tracción, dureza) y correlación con la estructura final de la unión.
- Elaboración de informe y exposición oral.
Carga horaria prevista: 28 hs.

RESOLUCION DE CUESTIONARIOS: Resolución grupal de cuestionarios y problemas relacionados con las unidades temáticas de la asignatura
Carga horaria prevista: 7,5 hs (2,5 hs de actividades extra-áulicas y 5 hs áulicas)

SEMINARIO: Presentación grupal de un trabajo sobre un tema relacionado a la asignatura
Presentación de informe escrito y exposición oral.
Carga horaria prevista: 5 hs (4 hs de actividades extra-áulicas y 1 hs áulica).

TRABAJO ESPECIAL: Desarrollo de un trabajo integrador de la asignatura, a través de la resolución de un problema extraído de la práctica profesional. Este involucra actividades experimentales, y de cálculo, diseño y proyecto.
Presentación de informe escrito y exposición oral.
Carga horaria prevista: 20 hs (15hs de actividades extra-áulicas y 5 hs áulicas).

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA:

La materia se dicta dos veces por semana, con clases de 2,5 horas de c/u.
El curso se desarrolla en forma teórico-práctica aplicando el método de evaluación continua. Cada módulo se desarrolla mediante clases introductorias del tema, resolución de cuestionarios teórico-prácticos, seminarios con presentación de informe y exposición oral. Los alumnos disponen de material de estudio, y bibliografía adicional. Estas actividades se complementan con la realización de laboratorios y visitas a plantas.
También cada alumno en forma grupal deberá desarrollar un trabajo especial (integrador de la materia), el cual irá elaborando a medida que se avanza en desarrollo de cada una de las unidades. Por último, deberá elaborar un informe técnico-económico el cual expondrá oralmente en una clase al final de la cursada. A través de dicho trabajo especial, el cual corresponde a un equipo o estructura real fabricada por soldadura, el alumno realizará actividades de cálculo, proyecto y diseño como también resolución de problemas.

SISTEMA DE EVALUACIÓN:

El sistema de evaluación adoptado por la cátedra es el establecido por la Facultad de Ingeniería en la respectiva Ordenanza N° 28/02, con ampliación de las instancias de evaluación.
El alumno es evaluado en forma continua durante el desarrollo del curso a través de:
- Dos evaluaciones parciales de características teórico-prácticas. Cada evaluación tendrá dos oportunidades, una primera fecha y un recuperatorio. Al final de la cursada habrá una recuperación adicional de cualquiera de ellas
- Informes de los laboratorios
- Informe y exposición oral de los temas que debe desarrollar en el seminario.
- Trabajo especial integrador de la asignatura (informe y exposición oral)
- Desempeño individual.
La calificación final es el promedio de las notas de todas las instancias que se utilizan para la evaluación.
Aprobarán la asignatura en forma directa los alumnos que hayan alcanzado un promedio de calificaciones igual o superior a seis (6).
El alumno que no haya aprobado la asignatura por el régimen de promoción directa y posea una calificación mínima de cuatro (4) puntos, estará habilitado para rendir examen final según lo previsto por la Ordenanza N° 28/02

BIBLIOGRAFÍA:

LIBROS

- Metal Handbook: Welding, Brazing and Soldering, Volumen 6, 9th Edition, ASM International, 1983 (Biblioteca Julio R. Castiñeiras - Sistema de Información Integrado - Facultad de Ingeniería - UNLP, Biblioteca del Laboratorio de investigaciones de Metalurgia Física (LIMF))
- Metal Handbook: Welding Fundamentals and Processes, Volumen 6A, ASM International, 2011 (Biblioteca del Laboratorio de investigaciones de Metalurgia Física (LIMF))
- Welding Handbook, volumen 1, 2, 3, 4, 8th Edition, American Welding Society, 1991-1998. (Biblioteca Julio R. Castiñeiras - Sistema de Información Integrado - Facultad de Ingeniería - UNLP, Biblioteca del LIMF)
- Welding Handbook, Welding Science & Technology, vol.1, vol 2, vol. 3-part 1 y 2, vol 4, 9th Edition, American Welding Society. (Biblioteca Julio R. Castiñeiras - Sistema de Información Integrado - Facultad de Ingeniería - UNLP, Biblioteca del LIMF)
- Ciencia y Técnica de la Soldadura, volúmenes 1 y 2, J.A. Parma, R. Timerman, Ediciones CONARCO, año 1983, (Biblioteca del LIMF).
- Jefferson's Welding Encyclopedia, 18th Edition, American Welding Society, 1997, (Biblioteca LIMF).
- Fundamentals of Welding Metallurgy, H. Granjon, Abington Publishing, 1991.
- Soldadura Aplicaciones y Práctica, Horwitz, 1997(Biblioteca Julio R. Castiñeiras - Sistema de Información Integrado - Facultad de Ingeniería - UNLP)
- Introducción a la Metalurgia de la Soldadura, American Welding Society, Editorial Geminis, año: 1971, (Biblioteca del LIMF)
- Welding Metallurgy, Sindo KUO, 1987, a Wiley-Interscience Publication, (Biblioteca del LIMF)
- Welding Metallurgy, G: Linnert, 1994-1967, vol. 1 y 2, AWS, (Biblioteca del LIMF)
- The Professional's Advisor on Welding Stainless Steels, AWS, 1999, (Biblioteca del LIMF)
- The Practical Reference Guide for Corrosion of Welds, AWS, 1999, (Biblioteca del LIMF)
- The Practical Reference Guide to Welding Metallurgy, AWS, 1999, (Biblioteca del LIMF)
- Recommended Practices for GMAW, ANSI/AWS C5.6-89R, AWS,1994, (Biblioteca del LIMF)
- Guide to Weld Discoloration on Inside of Austenitic Stainless-Steel Tube, AWS D18.2:1999, (Biblioteca del LIMF)

NORMAS

- Normas AWS (Biblioteca del LIMF)
- Norma NEMA (Biblioteca del LIMF)
- Código ASME Secciones II y IX(Biblioteca del LIMF)

REVISTAS

- Boletín Técnico CONARCO, Ediciones CONARCO, (Biblioteca Julio R. Castiñeiras - Sistema de Información Integrado - Facultad de Ingeniería - UNLP, Biblioteca del LIMF).
- Welding Journal, American Welding Society, (Biblioteca Julio R. Castiñeiras - Sistema de Información Integrado - Facultad de Ingeniería - UNLP, Biblioteca del LIMF).
- Svetsaren, A Welding Review Published by ESAB, (Biblioteca Julio R. Castiñeiras - Sistema de Información Integrado - Facultad de Ingeniería - UNLP, Biblioteca del LIMF).

MATERIAL DIDÁCTICO:

Apuntes desarrollados por la cátedra.

La cátedra ha desarrollado apuntes básicos de estudio de algunos de los módulos en que está dividida la asignatura, a saber:

Módulo 1: Metalurgia de las soldaduras

Módulo 2: Metalurgia y Tecnología de la soldadura de los aceros inoxidables.

Módulo 4: Especificación y calificación de procedimiento de soldadura. Calificación de soldadores y operadores de soldadura.

Módulo 5: Soldadura de recargue

ACTIVIDAD LABORATORIO-CAMPO:

Nombre	Tema	Laboratorio	Días y Horarios
--------	------	-------------	-----------------

Descripción:

Herramientas Utilizadas:

Equipos y elementos de seguridad para esta tarea: