



CARRERA: INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA		
DEPARTAMENTO DE: MECANICA		
ASIGNATURA: – CIENCIA DE LOS MATERIALES - (Código 319)		
APROBADO POR RESOLUCION Nº 158/07 – C.D. (09/10/2007)		
AREA: CIENCIAS TECNOLOGICAS BASICAS		
CARACTER DE LA ASIGNATURA		OBLIGATORIA
REGIMEN	HORAS DE CLASE	PROFESORES
Cuatrimestral	Por Semana	Titular: Ing. Carlos Gerardo MICUZZI J.T.P.: Ing. Juan Manuel DEFFIS Auxiliar graduado: Ing. Mario AGUIRRE
	6	
ASIGNATURAS CORRELATIVAS PRECEDENTES		
Aprobadas		Regularizadas
Química		Resistencia de Materiales

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

1. OBJETIVOS

- Complementar el curso de "Resistencia de Materiales" en lo concerniente a determinación de propiedades mecánicas de los materiales.
- Adquirir conocimientos sobre materiales de ingeniería, en especial los **materiales metálicos**
- Realización de **ensayos mecánicos** para determinación de propiedades mecánicas, y de **ensayos no destructivos** para caracterización de materiales, metrología y defectología
- Adquirir conocimientos generales sobre **materiales no metálicos**, se estudian en la asignatura **optativa "Conocimiento de Materiales"**
- Familiarización con máquinas de ensayos e instrumentos de laboratorios de ensayos de materiales

2. CONTENIDOS

2.1. CONTENIDOS MÍNIMOS

- Clasificación de los materiales, sus propiedades, y métodos de ensayos normalizados
- Estudio de las aleaciones metálicas
- Principales métodos y técnicas de ensayos: Mecánicos, Tecnológicos, Superficiales, y No destructivos
- Comportamiento de los materiales bajo cargas variables y de impacto
- Estudio de la defectología de los materiales mediante ensayos no destructivos
- Prácticas de laboratorio

2.2. CONTENIDO ANALÍTICO

Unidad I: INTRODUCCIÓN Y CONCEPTOS BÁSICOS:

- I.1. La Ciencia de los Materiales en la Mecánica General y en el plan de estudio vigente
- I.2. Clasificación General de los Materiales
 - Naturales y Artificiales
 - Estructurales y funcionales
- I.3. Clasificación General de las Propiedades de los Materiales
 - Físicas, químicas, mecánicas, eléctricas, térmicas, ópticas
- I.4. Clasificación General de las técnicas de ensayos para determinar propiedades mecánicas
 - Ensayos mecánicos y ensayos no destructivos
- I.5. Normas de Ensayos
 - Organismos normalizadores nacionales, extranjeros, internacionales
- I.6. Niveles estructurales de la materia y su relación con las propiedades de los materiales
 - Estructura atómica, cristalina, granular, multifásica

Unidad II: MATERIALES DE INGENIERÍA:

- II.1. Generalidades sobre composición, estructura, propiedades destacables y aplicaciones de los materiales estructurales:
 - Metales, Cerámicos, Polímeros, Compuestos
- II.2. Trabajos prácticos: (informe escrito)



- Recavar información comercial sobre propiedades y aplicaciones de materiales cerámicos
- Ídem sobre Polímeros
- Ídem sobre materiales compuestos

Unidad III: ALEACIONES METÁLICAS:

III.1. Conceptos previos:

- Estructura policristalina de los metales
- Imperfecciones en los sólidos
- Mecanismos de difusión
- Aleaciones, Fases, Sistemas, Solubilidad,
- Diagramas de fases.

III.2. Aleaciones Ferrosas:

- Identificación de las aleaciones ferrosas en función de su contenido de Carbono y temperatura de transformación en diagrama de equilibrio Fe – Fe₃C
- Aceros: Clasificación, Composición, estructura, propiedades, aplicaciones
- Fundiciones: Clasificación, composición, estructura, propiedades, aplicaciones

III.3. Aleaciones No Ferrosas:

- Clasificación de las aleaciones no ferrosas en función de su densidad, de sus propiedades destacables y de sus aplicaciones.
- Disponibilidad, producción, consumo y tendencia de las aleaciones de mayor uso industrial.

III.4. Modificación de las propiedades mecánicas:

- Endurecimiento de las aleaciones metálicas:
 - Mecanismos de endurecimiento. Movimiento de las dislocaciones
 - Deformación plástica. Tamaño del grano. Disolución sólida.
- Tratamientos térmicos:
 - Generalidades sobre sistemas de calentamiento y enfriamiento.
 - Tratamientos térmicos de Temple, Revenido y recocido
 - Receptividad de los aceros, fundiciones y aleaciones metálicas no ferrosas a las técnicas de tratamientos térmicos
 - Endurecimiento por precipitación

III.5. Tratamientos superficiales:

- Tratamiento físico – químico para modificar la composición superficial
Carburación, Nitruración, Sulfuración, etc.
- Recubrimientos superficiales
Por conversión, inmersión en caliente, metalización, pinturas, etc. Recubrimientos electrolíticos.

III.6. Principales técnicas de conformado de las aleaciones metálicas:

- Por deformación plástica en caliente y en frío (Forja; Laminación; Extrusión; Trefilado; Plegado; etc.)
- Por Moldeo (en arena; en coquilla; de precisión)
- Por sinterizado de polvos (Pulvimetalurgia).
- Por maquinado (Torneado; fresado; rectificado; etc.)
- Por unión metálica (soldadura)
- Por electrodeposición (Galvanoplastia)
- Por matrizado (embutido por deformación; embutido por estirado)

III.7. Análisis Metalográfico:

- Extracción, montaje e identificación de la muestra
- Desbaste, pulido, limpieza, ataque y observación microscópica
- Aplicación de técnicas metalográficas a caracterización, defectología, identificación de trabajos mecánicos y/o tratamientos térmicos sobre el material

III.8. Ejemplos de aplicación

- Determinación de fracciones de masas y porcentajes de Carbono y de hierro en distintos puntos del diagrama de fases Fe-Fe₃C
- Describir los cambios de fases que ocurren durante el calentamiento de aleaciones de determinado porcentaje de carbono.

III.9. Trabajos prácticos:

- Sobre el diagrama de fases del sistema Fe-Fe₃C:



- Indicar temperaturas y composición de reacciones invariantes
- Identificar curvas de transformación (ó precipitación)
- Identificar las fases intervinientes en las distintas regiones del diagrama
- Clasificar aceros y fundiciones en función del contenido de carbono
- Analizar metalográficamente una muestra y relacionar la microestructura con características estructurales y constitutivas del material

Unidad IV: ENSAYOS MECÁNICOS:

IV.1. Finalidad, principio del ensayo, realización según normas e interpretación de los resultados:

- Ensayo de tracción
- Ensayo de compresión
- Ensayo de corte directo (o cizallamiento)
- Ensayo de flexión
- Ensayo de torsión

IV.2. Ejercicios de aplicación

- Determinar propiedades mecánicas en función de datos obtenidos en ensayos normalizados.

IV.3. Trabajos prácticos (en laboratorio de ensayo de materiales):

Normas de aplicación: IRAM-IAS U 500 102; IRAM-IAS U 500 108; IRAM-IAS U 500 21; ASTM E9; IRAM 510; IRAM 2622

- Realización del ensayo de tracción sobre probetas normalizadas de aleaciones metálicas
 - Control de la máquina de ensayo
 - Determinación de límites característicos convencionales
 - Determinación de constantes elásticas: Modulo de elasticidad. Coeficiente de Poisson
 - Alargamiento porcentual de rotura. Conversión del alargamiento para probetas proporcionales.
 - Evaluación de la Ductilidad, Tenacidad y Resiliencia
 - Análisis y conclusiones en función del modo de falla de la probeta
 - Trazado de la curva de ensayo real sobre la convencional obtenida de la máquina de ensayo
- Realización del ensayo de compresión sobre probetas normalizadas de hierro fundido.
- Realización del ensayo de Flexión sobre probetas normalizadas de hierro fundido.
- Realización del ensayo de Torsión sobre probetas normalizadas de acero y de hierro fundido y sobre probetas tubulares para determinación del módulo de elasticidad al corte.

Unidad V: ENSAYOS TECNOLÓGICOS:

V.1. Importancia de los ensayos tecnológicos en la conformación metálica y control de calidad

V.2. Ensayo de Plegado:

- Finalidad y principio del ensayo. Dispositivos para el ensayo.
- Variantes del ensayo. Plegado alternativo
- Normas de ensayos, probetas, interpretación de resultados del ensayo

V.3. Ensayo de Embutido:

- Embutido por deformación (ó extrusión de discos) y embutido por estirado (o embutido profundo)
- Finalidad y determinaciones del ensayo
- Métodos de ensayos: Erichsen, Swift, Olsen, Joviot, Hidráulico, Extra profundo o vasito., etc.
- Prueba Erichsen normal y modificada

V.4. Trabajos prácticos (en laboratorio de ensayo de materiales):

- Realización del ensayo de plegado según norma IRAM-IAS U 500 72.
- Control de soldaduras mediante ensayo de plegado
- Realización del ensayo de embutido según norma IRAM-IAS U 500 116

Unidad VI: ENSAYOS DE IMPACTO:

VI.1. Comportamiento de los materiales metálicos bajo cargas de Impacto

VI.2. Finalidad y principio del ensayo de impacto sobre probetas normalizadas

VI.3. Máquinas pendulares; Determinación de pérdida de energía del péndulo y corrección de resultado del ensayo.

VI.4. Ensayos cualitativos de impacto:

- Método de ensayo Charpy a la flexión por impacto
- Método de ensayo Izod a la flexión por impacto



- Otros métodos de ensayos
- VI.5. Influencia de la temperatura: Transición dúctil – frágil, dependencia con la estructura cristalina
- VI.6. Ejercicios de aplicación
 - Identificación y ponderación de pérdidas de energía en máquinas pendulares
 - Cálculo de la Resiliencia del material en función de datos obtenidos en ensayos de choque y su aplicación a caracterización de materiales.
- VI.7. Trabajos prácticos (en laboratorio de ensayo de materiales):
 - Realización e informe sobre ensayos normalizados de impacto por flexión según normas IRAM-IAS U 500 16/ 17/ 18/ y 106

Unidad VII: ENSAYOS DE FATIGA:

- VII.1. Comportamiento de los materiales metálicos bajo cargas variables
- VII.2. Máquinas y probetas de ensayo
- VII.3. Análisis de la curva Esfuerzo - Duración
 - Fatiga de ciclo bajo y fatiga de ciclo alto
 - Resistencia a la fatiga en duración limitada y límite de fatiga
- VII.4. Teorías del daño acumulado
- VII.5. Los Ensayos de Fatiga:
 - Métodos estadísticos para la determinación del límite de fatiga y de la resistencia a la fatiga para una duración determinada
 - Métodos abreviados
- VII.6. Ejercicios de aplicación
 - Determinación de la resistencia a la fatiga para una determinada duración en función de la resistencia a la tracción y el límite de fatiga
 - Correcciones al límite de fatiga en función de las condiciones de trabajo, tamaño y acabado de la pieza, ambiente de servicio, etc.
- VII.7. Trabajos prácticos (en laboratorio de ensayo de materiales):
 - Realización del ensayo de fatiga sobre probetas metálicas según normas IRAM-IAS U 500 81

Unidad VIII: ENSAYOS DE FLUENCIA LENTA:

- VIII.1. Concepto y naturaleza del Creep.
- VIII.2. Diagrama deformación – tiempo.
- VIII.3. Ensayos de larga y corta duración; Curvas de ensayo.
- VIII.4. Necesidad de realización del ensayo en función de la temperatura de trabajo y tipo de material.
- VIII.5. Resistencia de larga duración y resistencia indefinida.
- VIII.6. Ejercicios de aplicación
 - Determinar la deformación por escurrimiento plástico para un dado tiempo de servicio en la etapa de deformación a velocidad constante.

Unidad IX: ENSAYOS DE DUREZA

- IX.1. Dureza intrínseca y superficial de los materiales. Relación entre la dureza y otras propiedades mecánicas de los materiales.
- IX.2. Modos de falla en superficie relacionados con la dureza superficial: Desgaste, Refrote, Cavitación, Erosión, Compenetración, Fatiga superficial, etc.
- IX.3. Métodos de Ensayos: Principio, determinaciones, limitaciones, penetradores y cargas:
 - Método de dureza Brinell
 - Método de dureza Vickers
 - Método de dureza Rockwell
 - Microdureza Vickers y microdureza Knoop
 - Método dinámico de dureza Shore
 - Métodos universales: Wolper, Martens, etc.
- IX.4. Ejercicios de aplicación
 - Determinación de la resistencia a la tracción en función de la dureza usando fórmulas empíricas para distintos tipos de materiales.
 - Determinar valores equivalentes de dureza entre los distintos métodos (IRAM-IAS U 500 607)
- IX.5. Trabajos prácticos (en laboratorio de ensayo de materiales):



- Realización de ensayos de dureza según normas IRAM-IAS U 500 11/ 30/ 31/ 32/ 33/ 74/ 75/ 76/ 78/ 79/ 80/ 104/ y 105

Unidad X: ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

- X.1. Finalidad y principio de los ensayos no destructivos
- X.2. El espectro de radiaciones electromagnéticas como medio de prueba de ensayos no destructivos
- X.3. Campos de aplicación: Defectología, Metrología, Caracterización
- X.4. Defectología. Origen, forma y localización de defectos
- X.5. Métodos ópticos:
 - Examen visual directo. Poder de percepción del ojo. Condiciones de observación
 - Examen visual indirecto: espejos, lupas, endoscopios, periscopios, transparencias, réplicas, fibras ópticas, etc.
- X.6. Radiología Industrial
 - Principio del método. Defectos detectables. Películas industriales. Indicadores de calidad de imagen. Interpretación radiográfica.
 - Técnicas convencionales: Exografía (rayos X); Gammagrafía (Rayos gamma)
- X.7. Técnicas de ensayo con ultrasonido
 - Principio del método. Generadores ultrasónicos. Campos de aplicación.
 - Naturaleza y propiedades de las ondas ultrasonicas
 - Método de transmisión y método de pulso-eco
 - Palpadores normales, angulares y especiales
- X.8. Termografía
 - Principio del método. Campos de aplicación
 - Técnicas: Radiometrografía y Recubrimientos
- X.9. Métodos magnéticos
 - Generalidades sobre campos magnéticos. Principio del método. Campos de aplicación
 - Formas de magnetización. Tipos de corrientes para magnetización
 - Método de las Partículas Magnéticas:
 - Partículas coloreadas y fluorescentes.
 - Técnicas de aplicación, húmeda y seca
 - Registro de las indicaciones
 - Técnicas y equipos de desmagnetización
- X.10. Métodos de microondas
 - Medio de prueba. Principio del método. Campo de aplicación.
 - Técnicas de transmisión y de Reflexión
- X.11. Corrientes inducidas:
 - Principio y finalidad del método. Campos de aplicación
 - Generación de corrientes inducidas.
 - Influencia y separación de las variables de ensayo
 - Técnicas y equipos. Aplicaciones
- X.12. Partículas electrizadas:
 - Medio de prueba y principio del ensayo. Campos de aplicación
 - Técnicas de ensayo
- X.13. Métodos dieléctricos
 - Medio de prueba y principio del ensayo. Campos de aplicación
 - Técnicas de ensayo
- X.14. Métodos basados en el transporte de materia:
 - Líquidos penetrantes
 - Medio de prueba. Campo de aplicación
 - Principio del método: limpieza , secado, aplicación del penetrante, eliminación del exceso, aplicación del revelador, observación
 - Distintos tipos de penetrantes y reveladores
 - Partículas filtradas
 - Medio de prueba. Campo de aplicación



- Técnicas del método. Características de las partículas
- Ensayos de pérdidas
 - Principio del método, medio de prueba, campos de aplicación
 - Tipos de pérdidas detectables
 - Procedimientos y técnicas de ensayo. Detección directa e indirecta
- X.15. Ejemplos de aplicación
 - Selección del ensayo no destructivo mas adecuado para casos específicos relacionados con defectología, metrología o caracterización de materiales
 - Identificar las distintas técnicas de ensayos no destructivos en el espectro de radiaciones electromagnéticas y en el espectro sónico
 - Realizar análisis comparativo de líquidos penetrantes comerciales indicando aplicaciones, ventajas y desventajas
 - Identificar partículas magnéticas comerciales indicando campo de aplicación
- X.16. Trabajos prácticos (en laboratorio de ensayo de materiales):
 - Realización de ensayos no destructivos en laboratorios propios y externos, de conformidad con normas IRAM-CNEA e IRAM-ISO

3. BIBLIOGRAFÍA

- La bibliografía actualizada y especializada junto con apuntes y ayudas didácticas de la cátedra se suministra anualmente al comienzo del curso.
- Bibliografía básica:
 - Ciencia e Ingeniería de los Materiales; Askeland – Phulé; 4º edic.; Thomsom - 2004
 - Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de los Materiales; Smith; McGraw-Hill
 - Ciencia e Ingeniería de los Materiales ; Callister ; Reverté ; 1995
 - Laboratorio de Ensayos Industriales, Metales ; González Arias ; Litenia ; 1986
 - Laboratorio de Ensayos Industriales, Ultrasonido ; González Arias ; Litenia ; 1987
 - Publicaciones de la Comisión Nacional de Energía Atómica
 - Normas y Especificaciones técnicas : IRAM; IAS; CNEA; INTI
 - Apuntes de la cátedra.
- Bibliografía de consulta:
 - Aceros Especiales ; Apraiz Barreiro ; Dossat
 - Tratamientos Térmicos de los Aceros ; Apraiz Barreiro ; Dossat
 - Fundiciones ; Apraiz Barreiro ; Dossat
 - Materiales para Ingeniería ; Van Vlack ; CECSA ; 1964

4. METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

El desarrollo del programa se realiza mediante "Clases Teóricas"; "Prácticas de Laboratorio" y "Clases Prácticas", las que en términos generales se estructuran y relacionan de la siguiente manera:

- Clases teóricas: Destinadas a conocer los fundamentos teóricos que relacionan las propiedades de los materiales con su estructura a nivel atómico, cristalino y microscópico, principios de las técnicas de ensayo y campo de aplicación.
Estas clases se desarrollan en aula con uso del pizarrón y, cuando se requiera, otras ayudas didácticas como proyección de pantalla para mostrar micro estructuras de los materiales y máquinas y dispositivos de ensayos.
- Prácticas de Laboratorio: Realización de ensayos experimentales, mecánicos y no destructivos, en laboratorios de la Facultad y en otros externos
La realización de los ensayos mecánicos y no destructivos tratados se efectuarán de conformidad con normas oficiales de ensayos (I.R.A.M.; I.A.S.; C.N.E.A.; I.S.O.) en los siguientes laboratorios :
 - Departamento de mecánica y de estabilidad de la Facultad de Ingeniería de la U.N.N.E.
 - Universidad Tecnológica Nacional y Escuela Nacional de Educación Técnica de Resistencia.
 - Comisión Nacional de Energía Atómica - CNEA (Bs.As.)
 - Instituto Nacional de Tecnología Industrial – INTI (Bs.As.)
 - Fundación Latinoamericana de Soldadura – FLS (Bs.As.)
 - Instituto Argentino de Siderurgia - IAS (San Nicolás, Bs. As.)
 - Centro Siderúrgico General Savio - SIDERAR (San Nicolás, Bs. As.)
 - Instituto de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de las FF AA – CITEFA (Bs.As.)



- Clases Prácticas: Procesamiento de resultados obtenidos en las prácticas de laboratorio y ponderación de las propiedades de los materiales.

5. EVALUACIÓN

- Alumnos Regulares: 80% de asistencia a clases teóricas y prácticas. 90% de asistencia a las prácticas de laboratorio que se efectúen en laboratorios de la Facultad. Presentación de informe escrito sobre los ensayos realizados en laboratorio.
Los alumnos regulares rinden un examen final teórico – práctico consistente en fundamentar las propiedades de los materiales en función de su estructura y procesar a modo de trabajo práctico los resultados de un supuesto ensayo de laboratorio.
- Alumnos Libres: Para acceder a un examen final similar al de alumnos regulares, se debe coordinar con la cátedra la realización en laboratorio de los principales ensayos destinados a determinar propiedades mecánicas de los materiales y detección de defectos.
- Régimen de promoción: Se podrá promocionar las prácticas de laboratorio y trabajos prácticos con asistencia a todas las prácticas de laboratorio con presentación del correspondiente informe escrito y asistencia a todas las clases de trabajos prácticos con presentación de carpeta correspondiente, en estas condiciones se accede a un coloquio general sobre el contenido del programa de la asignatura.