

<b>Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Cuyo</b>			
<b>P1- PROGRAMA DE ASIGNATURA</b>			
<b>Espacio Curricular</b>	<b>CIENCIA DE LOS MATERIALES</b>		
<b>Profesor Titular:</b>	<b>Dra. Ana María Furlani</b>		
<b>Carrera:</b>	<b>Ingeniería de Petróleos</b>		
<b>Año: 2023</b>	<b>Semestre: 5º</b>	<b>Horas Semestre: 90</b>	<b>Horas Semana: 6</b>

### **EXPECTATIVAS DE LOGRO**

- ◆ Adquirir conocimientos sobre la estructura, composición, propiedades y comportamiento de los principales materiales utilizados en la Industria Petrolera.
- ◆ Adquirir conocimiento de los ensayos utilizados para determinar el cumplimiento de las especificaciones de los principales materiales utilizados en la Industria Petrolera.

### **CONTENIDOS MÍNIMOS**

- ◆ Materiales para ingeniería. Estructuras de los sólidos cristalinos. Solidificación metálica e imperfecciones cristalinas. Ensayos de materiales. Teoría de las aleaciones: aleaciones ferrosas, aleaciones no ferrosas. Materiales cerámicos. Materiales poliméricos. Materiales compuestos y nuevos materiales.

### **OBJETIVOS**

- ◆ Conocer y emplear adecuadamente la terminología básica de la asignatura.
- ◆ Tomar conciencia del papel de la Ciencia e Ingeniería de los Materiales y de su valor para los ingenieros en el futuro.
- ◆ Identificar y diferenciar las propiedades mecánicas que poseen los materiales.
- ◆ Comprender los procedimientos de ensayos de materiales más habituales en la industria para evaluar el comportamiento de los mismos frente a sollicitaciones y conocer los mecanismos de falla.
- ◆ Conocer normas y especificaciones técnicas de materiales.
- ◆ Identificar las diferentes estructuras cristalinas que presentan los materiales.
- ◆ Relacionar la estructura de los materiales con sus propiedades.
- ◆ Enumerar y diferenciar, en cuanto a composición, estructura y propiedades, las principales familias o grupos de materiales.
- ◆ Interpretar los distintos diagramas de equilibrio para obtener la microestructura deseada.
- ◆ Aplicar los distintos tratamientos térmicos para obtener las propiedades mecánicas deseadas.
- ◆ Descripción de los grados y tipos de materiales por medio de sus especificaciones y conforme a las mismas se establecen las posibilidades de uso con las aplicaciones típicas en la actualidad y en base a la información disponible la tendencia de uso.
- ◆ Desarrollar criterios para la selección y aplicación de los materiales disponibles en diseños tecnológicos.

## **CONTENIDOS**

### **Unidad 1: MATERIALES PARA INGENIERÍA**

**1.A.** Ciencia e ingeniería de Materiales. Definición y alcances. Generalidades sobre estructuras y propiedades. Importancia del estudio de los distintos tipos de materiales.

**1.B.** Clasificación de los materiales. Metales. Polímeros. Cerámicas. Materiales compuestos. Materiales electrónicos. Necesidad de materiales modernos. Competición entre materiales. Selección de materiales.

**1.C.** Normalización y especificación. Objetivos de la normalización. Instituciones normalizadoras. Ámbitos de aplicación.

### **Unidad 2: ESTRUCTURAS DE LOS SÓLIDOS CRISTALINOS**

**2.A.** Redes espaciales y celdas unidad.

**2.B.** Sistemas cristalinos y redes de Bravais.

**2.C.** Características de las principales estructuras cristalinas metálicas. Número de coordinación. Factor de empaquetamiento atómico. Densidad volumétrica, planar y lineal. Direcciones y planos cristalográficos. Polimorfismo y alotropía.

**2.D.** Estructuras cristalinas compactas.

**2.E.** Materiales cristalinos y no cristalinos. Monocristales. Policristales. Anisotropía.

### **Unidad 3: ENSAYOS DE MATERIALES**

**3.A.** Ensayo de tracción y Propiedades Mecánicas. Conceptos de esfuerzo, tensión, resistencia y deformación. Ensayo de Tracción. Diagrama de tracción. Diagramas convencionales y reales. Diagramas para distintos metales. Probetas para tracción. Determinaciones a efectuar en un ensayo de tracción estático: Fluencia y límite elástico, Resistencia estática a la tracción, alargamiento de rotura, Estricción, Ductilidad, Resiliencia, Tenacidad. Fracturas por tracción. Elasticidad y Plasticidad: Posefecto elástico, Histéresis elástica, Módulo de elasticidad, Anelasticidad.

**3.B.** Otros Ensayos Mecánicos. Ensayo de compresión. Ensayo de flexión. Ensayo de plegado. Ensayo de impacto. Ensayos de dureza. Ensayo de fatiga. Ensayo de fluencia lenta (Creep).

**3.C.** Ensayos no destructivos: Inspección visual, Líquidos penetrantes, Partículas magnéticas. Ultrasonidos. Radiografía industrial.

### **Unidad 4: SOLIDIFICACIÓN METÁLICA E IMPERFECCIONES CRISTALINAS**

**4.A.** Solidificación de metales.

**4.B.** Mecánica de la solidificación.

**4.C.** Defectos en estructuras coladas.

**4.D.** Nucleación homogénea. Nucleación heterogénea.

**4.E.** Imperfecciones cristalinas. Deformación plástica.

**4.F.** Recuperación, recristalización y crecimiento térmico de metales deformados.

**4.G.** Metalografía. Observación y análisis micrográfico de materiales por Microscopía Óptica.

### **Unidad 5: DIAGRAMAS DE EQUILIBRIO Y ALEACIONES FERROSAS**

- 5.A. Soluciones sólidas. Solución sólida intersticial. Solución sólida sustitucional.
- 5. B. Análisis térmico. Curvas de enfriamiento.
- 5. C. Diagramas de equilibrio. Aleaciones binarias completamente solubles en estado líquido y sólido (Sistemas isomórficos binarios). Diagrama eutéctico (Sistemas eutécticos binarios). Sistemas con fases o compuestos terminales e intermedios. Aleaciones binarias que contienen compuestos intermetálicos. Reacciones eutectoide y peritética. Transformaciones de fases congruentes e incongruentes. Desarrollo de microestructuras durante el enfriamiento. Regla de fases. Determinación de la composición y cantidad de fases.
- 5. D. Diagrama hierro-carbono. Clasificación de los Aceros. Fundiciones.

### **Unidad 6: TRATAMIENTOS TÉRMICOS DEL ACERO**

- 6.A. Fundamentos de los tratamientos térmicos: Tipos de microconstituyentes que forman las estructuras de los aceros. Transformación de austenita. Variables que rigen la estructura metalográfica. Análisis de las curvas de transformación de los aceros TTT. Influencia de los elementos de aleación.
- 6.B. Tratamientos térmicos del acero: Recocidos, Normalizado, Temple directo, Martempering, Austempering (temple bainítico), Patentado y Revenido.
- 6.C. Templabilidad. Ensayo Jominy.

### **Unidad 7: ALEACIONES NO FERROSAS**

- 7.A. Cobre y sus aleaciones. Latones. Bronces.
- 7.B. Aluminio y sus aleaciones.
- 7.C. Magnesio y sus aleaciones.
- 7.D. Titanio y sus aleaciones.
- 7.E. Metales refractarios.
- 7.F. Superaleaciones.
- 7.G. Corrosión.

### **Unidad 8: MATERIALES POLIMÉRICOS**

- 8.A. Estructuras de los polímeros. Clasificación según su estructura molecular. Cristalinidad de los polímeros. Características mecánicas y termomecánicas. Comportamiento Esfuerzo Deformación. Deformación de Polímeros Semicristalinos. Fusión y fenómeno de transición vítrea.
- 8.B. Polímeros termoplásticos y termoestables. Viscoelasticidad. Deformación de elastómeros. Fractura de polímeros. Otras características.
- 8.C. Aplicaciones y conformación de los polímeros. Aditivos. Tipos de polímeros. Plásticos. Elastómeros.
- 8.D. Fibras. Adhesivos. Pinturas. Aislantes. Espumas.

### **Unidad 9: MATERIALES CERÁMICOS**

**9.A.** Definición. Cerámicos tradicionales y avanzados. Aplicaciones.

**9.B.** Estructuras cerámicas. Estructuras cristalinas principales. Cerámicas formadas por silicatos. Vidrios de sílice. Estructuras del diamante, grafito y fullerenos. Imperfecciones de las cerámicas.

**9.C.** Diagramas de fases cerámicas.

**9.D.** Cerámicos de Ingeniería.

**9.E.** Propiedades Eléctricas. Dieléctricos. Materiales aislantes cerámicos. Materiales cerámicos para condensadores. Semiconductores cerámicos. Cerámicos ferroeléctricos. Materiales piezoeléctricos.

Propiedades mecánicas. Factores que afectan la resistencia de los materiales cerámicos. Transformaciones de fase para aumentar la tenacidad a la fractura. Materiales abrasivos cerámicos.

Propiedades térmicas. Materiales refractarios cerámicos.

**9.F.** Vidrios. Comportamiento frente a la solidificación. Clasificación según estructura y composición. Características. Vidrios tratados térmicamente.

### **Unidad 10: MATERIALES COMPUESTOS Y NUEVOS MATERIALES**

**10.A.** Definición de material compuesto. Fase matriz y fase dispersa. Compuestos naturales y artificiales.

**10.B.** Clasificación según la fase matriz: compuesto de matriz metálica, compuesto de matriz cerámica y compuesto de matriz polímero.

**10.C.** Compuestos reforzados con partículas: partículas grandes y consolidados por dispersión. Regla de las mezclas. Módulo elástico de un compuesto.

**10.D.** Compuestos reforzados con fibras: whiskers, fibras (aramida, vidrio, carbono, boro, etc.) y alambres. Influencia de la orientación de la fibra. Fibras continuas y alineadas; discontinuas cortas alineadas, y orientadas al azar. Longitud de fibra crítica. Hilo, cordones, tejido, tejido entrelazado. Comportamiento esfuerzo-deformación de diferentes clases de fibras. Resistencia a la tracción específica. Módulo específico. Propiedades a la fatiga de compuestos reforzados con fibras.

**10.E.** Compuestos estructurales: laminares y paneles sándwich. Direcciones de laminación.

**10.F.** Compuestos naturales: madera. Macroestructura y microestructura. Propiedades: contenido de humedad, resistencia mecánica y contracción.

**10.G.** Introducción a los nuevos materiales: nanomateriales, materiales inteligentes, vidrios metálicos, etc.

## **METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA**

### Trabajo en clase:

La modalidad de las clases teóricas y prácticas son presenciales. A los fines de guiar a los alumnos en sus estudios se les indica los correspondientes Apuntes de Cátedra que se encuentran digitalizados y subidos al Aula Abierta de la Facultad, y su bibliografía para cada uno de los Contenidos de las unidades.

Es importante destacar que el dictado de cada una de las clases es acompañado semanalmente por la resolución de sus respectivos cuestionarios que incluyen también problemas de aplicación práctica de la temática en estudio.

### Clases Prácticas en Laboratorio:

Consisten en el desarrollo de prácticos de laboratorio en forma presencial, para aplicar las distintas técnicas de ensayos y tecnología de materiales, a todos los alumnos del curso separados en grupos.

También se dispone de los videos oportunamente filmados por la Cátedra, encontrándose disponibles en el Aula Abierta de la Facultad de Ingeniería. Las Prácticas de Laboratorio abordadas en estos videos serán un complemento de las dictadas presencialmente. Con respecto a las Prácticas de Laboratorio que es necesario desarrollar en forma presencial en otras Unidades Académicas de la Universidad Nacional de Cuyo o en laboratorios externos a la misma, serán acordadas durante el cursado de la materia.

Cada alumno debe volcar los resultados y principales conclusiones arribadas en cada práctica en una guía especialmente diseñada a tal fin.

### Clases de consulta:

Las clases de consulta son realizadas en forma individual o grupal según la necesidad del estudiante lo requiera. Se podrá también realizar consultas virtuales empleando el recurso BigBlueButton del Aulaabierta de la Facultad de Ingeniería, durante los horarios de consulta establecidos por los docentes de la materia.

<b>Actividad</b>	<b>Carga horaria por semestre</b>
Teoría y resolución de ejercicios simples	80
Formación práctica	
Formación Experimental – Laboratorio	10
Formación Experimental - Trabajo de campo	0
Resolución de problemas de ingeniería	0
Proyecto y diseño	0
<b>Total</b>	<b>90</b>

## **BIBLIOGRAFÍA**

### ***Bibliografía básica***

Autor	Título	Editorial	Año	Ejemplares en biblioteca
SMITH, W.F.	Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de Materiales	Mc Graw Hill	2006-1998-1993	3-4-4
CALLISTER, W.D	Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los Materiales. Tomos I y II	Reverté S. A	1995	11-7
ASKELAND, D.R., FULAY P.P., WRIGHT W.J.	Ciencia e Ingeniería de Materiales	Cengage Learning	2012	3
ASKELAND, D.R.	Ciencia e Ingeniería de los Materiales	Thomson	2004	6
MONTES J.M., CUEVAS F.G., CINTAS J.	Ciencia e Ingeniería de los Materiales	Paraninfo	2014	3
J. J. Zárate, S. Meza Sánchez y J. J. Jaramillo Martínez	Ciencia y tecnología de materiales	Grupo Editorial Éxodo	2016	<a href="https://elibro.net/ereader/siduncu/128626">https://elibro.net/ereader/siduncu/128626</a>

### ***Bibliografía complementaria***

Autor	Título	Editorial	Año	Ejemplares en biblioteca
GONZALEZ ARIAS, A.	Laboratorio de Ensayos Industriales	Nueva Librería	2008	1
HELFGOT, A	Ensayo de los Materiales.	Kapelusz	1979	19
LINDENVALD, N.	La Estructura de los Metales	Géminis	1980	17
CATEDRA CIENCIA DE LOS MATERIALES	Apuntes de la materia	Aulaabierta	2020	
CATEDRA CIENCIA DE LOS MATERIALES	Prácticas de Laboratorio	Aulaabierta	2020	
Parámetros Característicos de la Resistencia Mecánica de la Fundición Gris	ABRIL, E.R.	U.N.Córdoba	1969	1
Propiedades Mecánicas	HAYDEN, H.W.	Limusa	1968	2
Introducción a la Ciencia de Materiales para Ingenieros	SHACKELDORF, J.F	Prentice-Hall	2005-1998	3-6
Industria del Plástico	RICHARDSON y L.	Paraninfo	2000	2
Fundiciones	APRAIZ, J.	Dossat	1971	13
Manufactura, Ingeniería y Tecnología	KALPAKJIAN. SCHMID .	Prentice Hall	2002	11
Fractography	METALS HANDBOOK	ASM	1987	1

		International		
Ciencia e Ingeniería de la Superficie de los Materiales Metálicos	GONZALEZ D., J.	CSIC	2001	1
Materiales para Ingeniería 1	ASHBY, M. y JONES, D.	Reverté	2008	1

### ***EVALUACIONES (S/ Ord. 108-10\_CS)***

#### 1. Condiciones de regularidad.

Los alumnos deberán cumplir con los siguientes requisitos para obtener la regularidad en la materia:

- a. Rendir dos (2) exámenes parciales individuales. Cada evaluación parcial tiene su instancia de recuperación. Cada parcial requerirá para ser aprobado, como mínimo, un 60 % del puntaje total asignado. La modalidad de examen es presencial mediante el uso de la herramienta digital del Aulaabierta y complementado con ejercicios en forma escrita, para el caso de todos los parciales y sus recuperatorios correspondientes.
- b. Propuesta de trabajo mediante el Plan de Implementación de Competencias Actitudinales:

Durante el cursado de la Asignatura se desarrollará una actividad sobre Estudio de Casos, con el objeto de integrar recursos provenientes de los Saberes Conocer, Hacer y Ser.

Para el desarrollo de la actividad mencionada se llevará adelante el siguiente procedimiento:

- Como temática a abordar se considerará un caso relativo a la aplicación ingenieril específica de los materiales según sus características. En esta actividad se hará énfasis en el desarrollo de los Saberes Hacer y Ser de los alumnos.
- Se conformarán grupos constituidos por los alumnos cursantes. A cada grupo se le asignará la actividad correspondiente con diferencias en los datos o en la solución solicitada.
- El trabajo de cada grupo será en equipo, por lo cual deberán seleccionar un líder y el resto de los miembros del mismo asumirán los roles que correspondan. El periodo para llevar adelante la tarea será durante el cursado de la materia, y al finalizar el mismo deberán hacer una presentación escrita, formal y una presentación oral. La actividad se desarrollará en los días y horarios indicados por el cronograma de las actividades que se asignarán a cada grupo, según el tipo de aplicación propuesta en cada caso.

- La presentación oral y escrita, se utilizarán como herramientas para evaluar los Saberes Ser tales como aplicadas, a saber: liderazgo, responsabilidad, compromiso, expresión oral y escrita, comunicación, entre otras; además de la solución práctica del ejercicio de aplicación de un material dado, que será la evaluación de los Saberes Hacer.
- El resultado de la nota de cada alumno, consistirá en evaluar cómo se han desempeñado en los Saberes antes mencionados en su grupo.
- La evaluación de la actividad podrá ser repetida, en caso que el equipo evaluador la considere como no aprobada.

## 2. Condiciones para la aprobación de la materia.

-En el caso de alumnos regulares y libres obtendrán la aprobación de la materia mediante la aprobación de un examen final integrador oral, que se tomará en las fechas establecidas para las Mesas de Exámenes Finales (Ordinarios o Especiales), con modalidad presencial.

-Los alumnos que no hayan cumplido todos los requisitos para regularizar la materia podrán rendir el examen final en carácter de alumno libre, que consistirá en una evaluación escrita u oral sobre temas de una unidad de la materia seleccionada por el profesor a cargo, la que una vez aprobada se complementará con una evaluación oral, sobre una temática incluida en alguna de las unidades de las bolillas que se hayan seleccionado para tal fin.

-Se aclara que la Cátedra permitirá rendir en las mesas ordinarias y extraordinarias que le sean asignadas en cada ciclo lectivo a todos los alumnos que conserven su regularidad y sólo a los alumnos libres cuya condición esté dada por haber perdido la regularidad, pero que hayan cumplido con el requisito de haber cursado la Asignatura. Se excluirá de la condición de libres a aquellos alumnos que abandonaron la materia porque no terminaron de cursarla, o a los que nunca la cursaron.

### ***Criterios de evaluación:***

- Uso del vocabulario específico de la materia.
- Identificación de las diferentes estructuras cristalinas que presentan los materiales.
- Interpretación de las medidas obtenidas en los ensayos mecánicos.
- Manejo fluido de los diagramas de equilibrio de distintas aleaciones metálicas y no metálicas.
- Identificación de las microestructuras correspondientes a cada composición de la aleación en estudio.
- Relación entre estructuras y propiedades de los materiales.
- Aplicación de los distintos tratamientos térmicos sobre las curvas temperatura, tiempo y transformación de las aleaciones ferrosas y no ferrosas.
- Desarrollo de la capacidad de comprender e interpretar el comportamiento de los materiales, a fin de poder establecer las posibilidades de aplicación de los mismos en el diseño y la evaluación de uso frente a sollicitaciones y/o fallas.
- Adquisición de criterios para seleccionar un material en una aplicación ingenieril específica, según las propiedades del mismo.
- Integración de los conocimientos adquiridos en las unidades del programa de la materia.



***Programa de examen***

Bolilla 1: Unidades 1 - 3 - 5 - 8 - 9 - 10

Bolilla 2: Unidades 2 - 3 - 4 - 6 - 7 - 9

Bolilla 3: Unidades 1 - 3 - 4 - 6 - 7 - 8

Bolilla 4: Unidades 2 - 3 - 5 - 8 - 9 - 10

Bolilla 5: Unidades 1 - 2 - 4 - 5 - 6 - 9

Bolilla 6: Unidades 3 - 5 - 6 - 7 - 8 - 10

Bolilla 7: Unidades 3 - 4 - 6 - 7 - 8 - 9

Bolilla 8: Unidades 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 8

Bolilla 9: Unidades 3 - 4 - 5 - 6 - 9 - 10



**ANA FURLANI**  
Dra. Ing. en Petróleo  
ITIEM - FIUNCUYO

**FECHA, FIRMA Y ACLARACIÓN TITULAR DE CÁTEDRA**