

## Programa Regular

**Asignatura:** Estática y Resistencia de Materiales I

**Carrera:** Ing. Electromecánica e Ing. Industrial

**Ciclo Lectivo:** Primer Cuatrimestre 2016

**Coordinador/Profesor:** Juan Carlos Ansalas.

**Carga horaria semanal:** 6 hs.

**Modalidad de la Asignatura:** Teórico Práctica.

### Fundamentación:

Estática y Resistencia de Materiales I es una materia obligatoria correspondiente al segundo cuatrimestre del tercer año del Plan de estudio de la carrera de Ingeniería Electromecánica e Ingeniería Industrial.

En la materia los alumnos abordarán los conocimientos, leyes y principios de la resistencia y de la rigidez de los elementos de las estructuras. Por los métodos de la resistencia de los materiales se realizan cálculos prácticos y se determinan las dimensiones necesarias,

seguras, de las piezas de máquinas y de distintos tipos de estructuras, los cuales forman parte del análisis y diseño de máquinas y estructuras.

Esta materia tiene su continuación en Estática y Resistencia de Materiales II.

### **Objetivos:**

1. Profundizar los conceptos de estática y equilibrio de fuerzas y momentos ya adquiridos en las asignaturas de Física.
2. Incorporar conceptos de rigidez no infinita: pequeñas deformaciones e hipótesis simplificadoras.
3. Aplicar esos conceptos en situaciones cotidianas e industriales.
4. Criterios para aplicar la resistencia de materiales como caso particular de la teoría de la elasticidad.

### **Contenidos:**

Estática. Principios y fundamentos. Sistema plano de fuerzas. Sistema plano de fuerzas. Cuerpo sometido a fuerzas. Estructuras estáticamente determinadas: Chapas. Cadena de cuerpos en el plano. Desplazamiento de estructuras rígidas. Desplazamiento virtual. Principio de los Trabajos Virtuales. Centro de Gravedad. Momentos estáticos. Ejes baricéntricos. Momento de Inercia (Axial-Polar). Resistencia de Materiales. Comportamiento de los cuerpos bajo la acción de las cargas. Estado de tensiones. Esfuerzos característicos. Estructuras de barras en el plano. Condición de rigidez. Estructuras de tracción: Cables. Cargas concentradas y distribuidas. Estructuras de compresión: Arco semicircular triarticulado. Tracción y compresión. Estado de tensiones. Efecto de temperatura. Energía de deformación en tracción y compresión. Corte simple. Corte puro. Flexión. Flexión

simple. Estado de tensiones en flexión. Flexión simple oblicua. Flexión compuesta. Tensión de corte. Deformación por flexión. Ecuación diferencial de la elástica. Aplicación del principio de los trabajos virtuales. Métodos energéticos.

### **Unidades Temáticas:**

#### **UNIDAD 1: PRINCIPIOS FUNDAMENTALES:**

Fuerzas: Su significado físico - Magnitudes vectoriales - Sistema de unidades. Principios de la Estática. Sistemas de referencia - Componentes de una fuerza - Producto escalar - Notación vectorial y matricial .Hipótesis de rigidez de los cuerpos.

Fuerzas concurrentes en el plano: Cálculo gráfico y analítico de la resultante - El polígono de fuerzas - Resultante y Equilibrante - Condiciones analíticas y gráficas de equilibrio de fuerzas concurrentes. Fuerzas paralelas en el plano: Momento de una fuerza - Su significado - Producto vectorial -Teorema de Varignon - Cálculo analítico de la resultante - Cargas repartidas- Cuplas: Definición - Significado - Propiedades de las cuplas - Traslación de una fuerza paralelamente a su recta de acción - Condición analítica de equilibrio de un sistema de fuerzas paralelas.

Fuerzas no concurrentes en el plano: Cálculo analítico de la resultante - Descomposición de una fuerza en direcciones no concurrentes - Condiciones analíticas de equilibrio de un sistema plano de fuerzas.

#### **UNIDAD 2: CADENAS CINEMATICAS EN EL PLANO, VÍNCULOS Y REACCIONES**

Grados de libertad: El punto en el plano y en el espacio - La chapa plana - El cuerpo en el espacio

Vínculos absolutos: Noción de vínculo: la biela - Tipos de vínculos externos: simple - doble - empotramiento - Cálculo de las reacciones de vínculo - Cadenas cinemáticas abiertas: Grados de libertad del sistema - Vínculos relativos: la articulación real y virtual - Articulación de más de dos chapas.

Sistemas de más de una chapa: Sistemas isostáticos, hiperestáticos, hipostáticos y casos de vinculación aparente - Cálculo de las reacciones de los vínculos externos. Cálculo de la fuerza de interacción en los vínculos internos. Condiciones necesarias y suficientes.- Vinculación aparente.- Análisis del caso particular de chapas planas.- Cadenas abiertas. - Esquema del cuerpo libre.- Cálculo de reacciones de vínculo en sistemas espaciales y planos

### **UNIDAD 3: RETICULADOS PLANOS**

Definición. Reticulados planos y espaciales. Hipótesis simplificadoras. Generación - Condición de isostaticidad - Hipótesis de cargas - Condición de rigidez. Cálculo de los esfuerzos en las barras: Equilibrio de nudos -Método de Ritter -. Determinación analítica de esfuerzos en las barras de reticulados planos.

### **UNIDAD 4: GEOMETRIA DE LAS MASAS**

Momentos de primer orden de superficies.- Baricentros - Momentos de segundo orden de superficies.- Momento de inercia y centrífugo respecto a los ejes paralelos y girados.- Ejes conjugados y principales de inercia

### **UNIDAD 5: ESFUERZOS CARACTERISTICOS**

Definiciones: Los esfuerzos característicos en el plano - su significado físico -ecuaciones diferenciales - sistemas de referencia global y local - convención de signos y modos de representación.

Métodos de cálculo: Cálculo analítico de los esfuerzos característicos mediante la resolución de la ecuación diferencial, y por aplicación de la definición.

Polígono funicular: Definición Trazado y significado físico - Funicular y antifunicular - El arco - Estructuras axiles y flexionales.

### **UNIDAD 6: ESFUERZO AXIL:**

Principios fundamentales: Alcance relativo de la hipótesis de rigidez - Materiales elásticos - Sistemas conservativos - Linealidad de la ley Cargas-deformaciones: ley de Hooke - Principio de superposición de efectos - Principio de Saint-Venant.

Barra sometida a esfuerzo axil: Deformación total y específica - Rigidez axil - Corrimientos - Relación entre corrimientos y deformaciones.

Estado tensional de la sección: Concepto de tensión - Equilibrio interno: indeterminación estática - Hipótesis de comportamiento - Ley de Hooke en términos de la tensión: diagrama  $\sigma$ - $\epsilon$  - Ley generalizada de Hooke - Tensión de fluencia y tensión admisible.

Ejemplos sencillos: Esfuerzo axil variable - Sección variable - Efecto del peso propio - Cilindro a presión de paredes delgadas.

Hiperestáticos sencillos: El caso de las tres barras - Vínculos superabundantes - Barras compuestas de dos materiales - Efectos de temperatura.

Energía potencial elástica: Energía potencial elástica para la sollicitación axil -No validez de la superposición para el cálculo de la energía - Trabajo recíproco - Teorema de Castigliano - Significado de la carga unitaria. Aplicaciones del teorema de Castigliano: a) Cálculo de deformaciones en reticulados (Desplazamientos absolutos y relativos). b) Barras superabundantes.

## **UNIDAD 7: FLEXION Y CORTE**

Flexión simple recta: Características geométricas de la sección: Baricentro y momentos de primer y segundo orden - Ejes principales de inercia.

Estado tensional: Hipótesis fundamentales de la flexión simple - Ley de Bernoulli-Navier - Eje neutro - Módulo resistente - Sección más eficiente- Secciones compuestas - Relación Momento - curvatura. Rigidez flexional - Ecuación diferencial de la línea elástica: cálculo de deformaciones por integración de la ecuación diferencial.

Energía potencial elástica: Energía potencial elástica en la flexión: en términos de tensiones y en términos del momento flector  $M$ .

Tensiones de corte: Su origen - Estado tensional en la sección longitudinal - Ley de reciprocidad - Fórmula de Colignon - Aplicación a la sección rectangular - Sección circular: Condición de borde: tensiones  $\tau_{xy}$  y  $\tau_{xz}$  - Secciones delgadas: Análisis tensional de secciones de espesor delgado - Efecto de la asimetría de la sección - Centro de corte.

Deformaciones de corte: Deformación específica  $\gamma_{xy}$  - Ley de Hooke para el caso de las tensiones tangenciales: Módulo de elasticidad transversal  $G$  - Alabeo de la sección por efecto de las tensiones de corte

Energía potencial elástica: Energía potencial elástica debida al corte en términos de fuerza y de tensiones. Influencia de las deformaciones por corte frente a las de flexión.

## **UNIDAD 8: FLEXION DESVIADA Y COMPUESTA**

Flexión desviada: Presentación del problema tensional: plano de sollicitación no coincidente con un eje principal. Descomposición en dos flexiones rectas - Expresión para un sistema de ejes cualquiera no

coincidente con los principales: método de los coeficientes  $k$  - Cálculo del eje neutro.

Flexión compuesta: Superposición - Convención de signos - Eje neutro y núcleo central: cálculo analítico - propiedades. Verificación tensional

### **Bibliografía Obligatoria:**

- ELEMENTOS DE RESISTENCIA DE MATERIALES, Timoshenko y Young. Montaner y Simón. 1979.
- ESTABILIDAD, E. Fliess (Tomos 1 y 2). Kapelusz, 1971
- RESISTENCIA DE MATERIALES, S. Timoshenko (Tomos 1 y 2). Espasa-Calpe, 1944.

### **Bibliografía de consulta:**

- CIENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN, O. Belluzzi (Tomos 1, 2, 3). Aguilar, 1967.
- RESISTENCIA DE MATERIALES, Seely-Smith. UTEHA. 1967.
- RESISTENCIA DE MATERIALES, P. A. Stiopin. Ed. Mir. 1968.
- MECÁNICA VECTORIAL PARA INGENIEROS - ESTÁTICA. Beer y Johnston. Ed. Mc. Graw-Hill. 1997.
- PROBLEMAS DE RESISTENCIA DE MATERIALES, I. Mirosliubov y otros. Ed. Mir. 1985.
- CURSO DE RESISTENCIA DE MATERIALES - A. Guzmán (CEILP)
- RESISTENCIA DE MATERIALES - Feodosiev - (Sapiens)
- INGENIERÍA MECÁNICA - ESTÁTICA - Hibbeler - Ed. Prentice Hall

### Propuesta didáctica:

Las clases se organizan en la caracterización teórico- prácticas con soporte de presentaciones digitales. En las clases se presentan los contenidos teóricos y se van resolviendo en forma conjunta ejemplos que ayudan a comprender y aplicar los conocimientos. Como parte de la actividad práctica se resuelven ejercicios relacionados con los temas teóricos en curso y se realizan experiencias con equipos didácticos provistos en el aula, siguiendo una guía práctica determinada.

La Modalidad del espacio es la de Aula Taller, donde se desarrolla el citado carácter teórico práctico por considerarse el ámbito más apropiado para el desarrollo de los contenidos del espacio curricular.

Las experiencias a realizar permitirán una visualización de los conceptos, que sean de fácil dominio por parte de los estudiantes y que permitan generar instancias de trabajo colaborativo, ejercitación individual, interacción con la Cátedra y entre alumnos.

### Desarrollo de actividades:

- a) Desarrollo de actividades experimentales, infraestructura y equipamiento asociado: Designa 20 hs para el abordaje de este concepto
- b) Descripción de trabajos prácticos dentro del proceso áulico

Descripción de contenidos	Tarea Académica	Semanas
U.T.I : Presentación de la materia Fuerzas- principios Est.-Momentos-Pares-sistemas de fuerzas	Clase expositiva (3 hs) Ejercitación Práctica (3hs)	1
U.T.I: Momentos-pares -Varignon Sistemas no concurrentes. Cullmann y Ritter	Clase expositiva (6 hs) Ejercitación Práctica (6hs)	2

Sistemas de fuerzas paralelas-fuerzas distribuidas		
U.T.2: Cadenas cinemáticas en el plano. Vínculos y Reacciones. Sistemas isostáticos e hiperestáticos.	Clase expositiva (6 hs) Ejercitación Práctica (6hs)	2
U.T.3: Reticulados Planos. Cálculo de esfuerzos en Barras. Equilibrio de nudos. Métodos de resolución.	Clase expositiva (3 hs) Ejercitación Práctica (3hs)	1
U.T.4: Geometría de las Masas Baricentros y momentos de inercia	Clase expositiva (3 hs) Ejercitación Práctica (3hs)	1
U.T.5: Esfuerzos característicos. (M, N, Q) Sistemas de alma llena.	Clase expositiva (3 hs) Ejercitación Práctica (3hs) Problemas abiertos (6hs) Utilización Software (3hs)	2 1/2
U.T.6: Esfuerzo Axil. Barras sometidas a esfuerzo axil. Estado tensional de la sección. Concepto de tensión. Equilibrio interno. Ley de Hooke. Casos sencillos de Hiperestáticos.	Clase expositiva (6 hs) Ejercitación Práctica (6 hs) Problemas abiertos (3hs)	2 1/2
U.T.7: Flexión y corte	Clase expositiva (6 hs) Ejercitación Práctica (3hs) Problemas abiertos (3hs) Experiencia de Laboratorio(6h)	3
U.T.8 Flexión desviada y compuestas	Clase expositiva (3 hs) Ejercitación Práctica (3hs) Experiencia de Laboratorio(6h)	2

a) Problemas e ingeniería, proyectos y diseños a desarrollar por el estudiante: Para la resolución de problemas abiertos de ingeniería destina 20 hs y ninguna para proyecto y diseño

(1) TEORÍA	(2) PRÁCTICA	(3) FORMACIÓN EXPERIMENTAL	(4) RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE INGENIERÍA	(5) ACTIVIDADES DE PROYECTO Y DISEÑO	(6) TOTAL
36 HS	36HS	12 HS	12 HS	0 HS	96 HS

### Actividades extra-áulicas:

Se establecerán actividades prácticas para que el estudiante pueda practicar, a fin de consolidar los conceptos aprendidos en clase.

Los trabajos prácticos no tendrán obligatoriedad en su totalidad, pero sí lo tendrán ejercicios propuestos. Con esta obligatoriedad se buscará el compromiso del estudiante con la disciplina, junto con la preparación para las clases subsiguientes.

Tales prácticos contarán planteos y soluciones de problemas con el objetivo de fortalecer el área de los conocimientos mecánicos enfocados a través del equilibrio de los sistemas y su dimensionamiento.

### **Evaluación:**

La evaluación integradora de las instancias teórico-prácticas se realiza a través de dos parciales teórico práctico de desarrollo conceptual y ejercicios seleccionados de las prácticas de entrega obligatoria.

La aprobación de la materia está desarrollada en el artículo 51 del Reglamento Académico.

Firma y Aclaración