



CARRERA: INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA		
DEPARTAMENTO DE: MECANICA		
ASIGNATURA: –RESISTENCIA DE MATERIALES - (Código 215)		
APROBADO POR RESOLUCION N° 160/07 – 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. Teresa SPELLMEYER Aux. graduado: Ing. Pablo A. SANTOS
	6	
ASIGNATURAS CORRELATIVAS PRECEDENTES		
Aprobadas		Regularizadas
Análisis Matemático II		Estabilidad I

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

1. OBJETIVOS

- Conocer los fundamentos físicos y matemáticos que permitan ponderar esfuerzos y deformaciones en piezas mecánicas tratadas como sólidos elásticos.
- Estudiar el comportamiento de piezas mecánicas bajo sollicitaciones simples y combinadas.
- Comprender y aplicar los criterios de dimensionamiento o verificación, por condiciones de resistencia y de deformación, de elementos de máquinas.

2. CONTENIDOS

2.1. CONTENIDOS MÍNIMOS

- Concepto de sólido elástico; Fuerzas exteriores e interiores; Esfuerzos unitarios y deformaciones unitarias; Equilibrio elástico; Propiedades y constantes elásticas de los materiales.
- Esfuerzos y deformaciones en barras traccionadas.
- Esfuerzos y deformaciones inducidas por temperatura.
- Formulación matemática de la elasticidad lineal. Análisis de Esfuerzos y deformaciones y su relación a través de constantes elásticas de los materiales.
- Sollicitaciones simples de Torsión y Flexión.
- Energía de Deformación. Teoremas energéticos.
- Efecto de las cargas dinámicas: Impacto y Fatiga. Esfuerzos localizados (concentradores)
- Teorías de falla de los materiales
- Estabilidad de barras comprimidas.
- Casos de la Resistencia de Materiales

2.2. CONTENIDO ANALÍTICO:

Unidad I: **INTRODUCCIÓN Y CONCEPTOS BÁSICOS:**

- I.1. La Resistencia de Materiales en la Mecánica de los Sólidos.
- I.2. Concepto de Sólido Rígido; Elástico y Verdadero:
 - Hipótesis Generales del Sólido Elástico.
- I.3. Clasificación de los elementos estructurales:
 - Modo de actuar de las cargas en barras — Sollicitaciones Exteriores.
 - Equilibrio Elástico — Conceptos de Esfuerzos Unitarios y Deformaciones Unitarias.
- I.4. Propiedades Mecánicas de los materiales — Estudio experimental de la tracción:
 - Diagramas, límites característicos (convencionales), Constantes Elásticas.
 - Esfuerzos admisibles — Coeficiente de Seguridad
- I.5. Propiedades Geométricas de las superficies.
- I.6. Ejemplos de aplicación:
 - Cálculo de sollicitaciones exteriores en secciones críticas de elementos estructurales "barras"
 - Cálculo de propiedades geométricas de secciones planas. Valor y dirección de los momentos de inercia principales con auxilio del círculo de Mohr.
- I.7. Trabajos Prácticos:
 - Realización de ensayos de tracción con probetas de materiales metálicos. Determinación de propiedades mecánicas y constantes elásticas.



Unidad II: ESTADOS UNIAXIALES:

- II.1. Esfuerzos y deformaciones por tracción y compresión simple
- II.2. Esfuerzos y deformaciones por corte simple (cizallamiento)
- II.3. Esfuerzos y deformaciones térmicas
- II.4. Ejemplos de aplicación:
 - Dimensionado o verificación, por condición de resistencia y/o de deformación de piezas mecánicas solicitadas a Tracción; Compresión o Corte directo.
 - Cálculo de esfuerzos y deformaciones térmicas.
- II.5. Trabajos Prácticos:
 - Seleccionar dentro del Campus Resistencia elementos estructurales solicitados por esfuerzos uniaxiales, efectuar relevamiento métrico, estimar las condiciones de cargas y el material, para verificar su estabilidad estructural.
 - En el Taller de mecánica: unir dos chapas con un pasador, calcular la carga de rotura del pasador y verificar en el laboratorio de Estabilidad

Unidad III: ANÁLISIS DE ESFUERZOS Y DEFORMACIONES:

- III.1. Generalidades:
 - Hipótesis, nomenclatura, convenios de signos
 - Componentes del vector esfuerzo en coordenadas rectangulares
 - Teorema de reciprocidad de los esfuerzos tangenciales
- III.2. Estados Unidimensionales:
 - Esfuerzos y Deformaciones asociados a un plano genérico
 - Esfuerzos y Deformaciones principales
 - Esfuerzos y Deformaciones tangenciales máximos
 - Circulo de Mohr
 - Relación entre Esfuerzos y Deformaciones
- III.3. Estados Bidimensionales:
 - Esfuerzos y Deformaciones asociados a un plano genérico
 - Esfuerzos y Deformaciones principales
 - Esfuerzos y Deformaciones tangenciales máximos
 - Circulo de Mohr
 - Relación entre Esfuerzos y Deformaciones
 - Recipientes a presión de espesor de pared delgada
- III.4. Estados Tridimensionales:
 - Esfuerzos y Deformaciones asociados a un plano genérico. Tensor de Esfuerzo y Tensor de Deformación.
 - Esfuerzos y Deformaciones principales
 - Esfuerzos y Deformaciones tangenciales máximos
 - Circulo de Mohr
 - Relación entre Esfuerzos y Deformaciones
- III.5. Ejemplos de aplicación:
 - Cálculo de esfuerzos normales y tangenciales asociados a un plano determinado en estados unidimensionales y bidimensionales.
 - Cálculo de esfuerzos normales y tangenciales máximos en estados unidimensionales y bidimensionales.
 - Cálculo de esfuerzos asociados a un dado estado de deformación
 - Cálculo de deformaciones asociadas a un dado estado de esfuerzos
 - Cálculo de esfuerzos, deformaciones y desplazamientos en recipientes a presión de espesor de pared delgada.
- III.6. Trabajos Prácticos:
 - En el taller de mecánica y/o laboratorio de Estabilidad: Medición de deformaciones en piezas mecánicas. En función de las deformaciones medidas, cálculo de esfuerzos y cargas que solicitan a la pieza mecánica.

Unidad IV: FLEXIÓN:

- IV.1. Generalidades — Casos de flexión.
- IV.2. Flexión Simple Uniforme:
 - Hipótesis



- Esfuerzos Normales — Módulo de la sección.
- Esfuerzos Tangenciales.
- Pendiente y Deflexión — Ecuaciones diferenciales de la curva de deflexión — Cálculo de deflexiones — Método de superposición.
- Flexión Simple no uniforme: Validez de las fórmulas elementales de flexión uniforme.
- IV.3. Sustentación hiperestática de barras flexionadas. — Resolución por superposición.
- IV.4. Ejemplos de aplicación:
 - Dimensionado (ó verificación) por condición de resistencia y deformación de barras solicitadas a Flexión simple.
 - Resolución de barras hiperestáticas con auxilio de tablas de la línea elástica.
- IV.5. Trabajos Prácticos:
 - En el taller de mecánica: Solicitar a flexión barras de distinto momento de inercia, medir y calcular las deformaciones por flexión. Comparar.

Unidad V: TORSIÓN:

- V.1. Generalidades — Geometría de la deformación — Casos de torsión.
- V.2. Torsión Simple Uniforme en secciones Circulares, macizas y huecas:
 - Hipótesis.
 - Valor y distribución de los esfuerzos tangenciales.
 - Deformación por torsión — Ángulo de torsión.
 - Transmisión de potencia en árboles circulares.
- V.3. Ejemplos de aplicación:
 - Determinación del momento torsor en árboles, en función de la potencia y número de revoluciones, Coeficientes de mayoración del código ASME
 - Dimensionado o verificación, por condición de resistencia y/o deformación de secciones circulares (macizas y huecas)
- V.4. Trabajos Prácticos:
 - Solicitar a torsión barras de sección circular, medir la deformación y calcular la carga aplicada

Unidad VI: ENERGÍA DE DEFORMACIÓN ELÁSTICA:

- VI.1. Generalidades — Teoría e hipótesis del Potencial Elástico.
- VI.2. Expresiones generales de la energía unitaria de deformación elástica en función del tensor de esfuerzos y del tensor de deformaciones.
- VI.3. Derivadas de la energía unitaria de deformación.
- VI.4. Energía de Deformación en función de las solicitaciones simples: — Carga Axial; — Momento Flector; — Corte por Flexión; — Momento Torsor.
- VI.5. Teoremas Energéticos:
 - Principio de los trabajos Virtuales.
 - Teoremas de reciprocidad de los trabajos y de los desplazamientos.
 - Teoremas de Castigliano.
- VI.6. Componentes de la energía unitaria de deformación: — Componente de la energía asociada al cambio de volumen — Componente de la energía asociada al cambio de forma (Energía de Distorsión).
- VI.7. Relación teórica entre el límite elástico por torsión y el límite elástico por tracción.
- VI.8. Ejemplos de aplicación:
 - Cálculo de la energía de deformación almacenada en piezas mecánicas bajo estados simples de sollicitación.
 - Aplicación del teorema de Castigliano al cálculo de desplazamientos.
 - Aplicación del principio de los trabajos virtuales al cálculo de desplazamientos (El método de las cargas unitarias ficticias).
 - Cálculo de desplazamientos en sistemas compuestos por barras articuladas.
- VI.9. Trabajos Prácticos:
 - Determinación experimental de la energía de deformación elástica en ensayos de tracción..

Unidad VII: EFECTO DE LAS CARGAS DINÁMICAS :

- VII.1. Cargas de Impacto :
 - El método de la Energía para ponderar el efecto de cargas de impacto.
 - El factor de impacto



VII.2. El fenómeno de la fatiga:

- Mecánica de la falla por fatiga. — Ciclos de fatiga
- Curva Esfuerzo – Duración obtenida en un ensayo estándar de fatiga
- Aproximaciones empíricas de la curva Esfuerzo – Duración.
- Influencia del esfuerzo medio — Criterios de falla por fatiga:
- Principales factores que inciden en la falla por fatiga y su ponderación por coeficientes empíricos de reducción del límite de fatiga obtenido en un ensayo estándar.

VII.3. Concentración de Esfuerzos:

- Discontinuidades geométricas y micro estructurales que mayoran los esfuerzo nominales.
- Factores teóricos y efectivos de concentración de esfuerzos. — Índice de Sensibilidad.

VII.4. Ejemplos de aplicación:

- Cálculo de esfuerzos y deformaciones por impacto usando factores de impacto.
- Determinación de factores teóricos y efectivos de concentración de esfuerzo para distintos tipos de concentradores y solicitaciones con auxilio de ábacos y tablas.
- Dimensionado o verificación, para duración ilimitada y limitada, de piezas mecánicas solicitadas por cargas variables.

VII.5. Trabajos Prácticos:

- Rotura de probetas en máquina pendular, con distintos grados de severidad de impacto
- Rotura de probeta en máquina de ensayo de fatiga.

Unidad VIII: TEORÍAS DE FALLA ESTÁTICA DE LOS MATERIALES:

VIII.1. Concepto de Falla de los materiales — Estados límites en materiales dúctiles y frágiles — Estados Combinados de Solicitaciones — Estados Complejos de Esfuerzos — Esfuerzo equivalente.

VIII.2. Principales Teorías de Falla:

- Teoría del Esfuerzo Principal Máximo (Rankine).
- Teoría de la curva intrínseca: Mohr; Mohr – Columb; Mohr modificada
- Teoría del Esfuerzo Tangencial Máximo (Tresca – Guest).
- Teoría de la Energía de Distorsión (Huber – Henchy – Mises).

VIII.3. Criterios generales para la elección de la teoría de falla mas apropiada.

VIII.4. Combinación de teorías de falla estática con criterios de falla a la fatiga.

VIII.5. Ejemplos de aplicación:

- Determinación del coeficiente de seguridad en elementos de máquinas bajo estados combinados de solicitaciones.
- Dimensionado o verificación de ejes y árboles flexo – torsionados solicitados por cargas estáticas y variables, con ponderación de concentradores de esfuerzos.

VIII.6. Trabajos Prácticos:

- Relevamiento de ejes y árboles en el taller de mecánica y cálculo del coeficiente de seguridad en función de la potencia transmitida y número de revoluciones

Unidad IX: PANDEO DE BARRAS COMPRIMIDAS :

IX.1. Generalidades — Concepto de Pandeo en barra comprimidas.

IX.2. Pandeo en el dominio Elástico — Carga Crítica de Pandeo — Teoría de Euler.

IX.3. Límite de validez de la teoría de Euler.

IX.4. Método Omega de verificación al pandeo.

IX.5. Ejemplos de aplicación:

- Verificación de la seguridad al pandeo de barras recta de sección simple con distintas condiciones de sustentación.

IX.6. Trabajos Prácticos:

- Relevar columnas metálicas existentes en el campus, efectuar análisis de cargas y verificar la seguridad al pandeo.

Unidad X: CASOS DE LA RESISTENCIA DE MATERIALES:

Temas complementarios a desarrollar en función del tiempo disponible.

Planteo físico - matemático y ejemplos de aplicación:

X.1. Tracción y compresión en secciones compuestas de distintos materiales.

X.2. Flexión Oblicua: — Esfuerzos y Deflexiones. — Posición del eje neutro.

X.3. Flexión en barras comprimidas con carga axial excéntrica. — Núcleo Central

X.4. Flexión en secciones compuestas de distintos materiales.



- X.5. Flexión en vigas de eje curvo.
- X.6. Flexión en secciones perfiladas de espesor de pared delgada. — Centro de Corte.
- X.7. Torsión Simple en secciones No Circulares — Teoría de las analogías.— Función de Tensión de Saint Venant y su analogía con la membrana elástica deformada. — Momento de Inercia a la Torsión de Saint Venant.
- X.8. Torsión Simple en secciones no circulares huecas cerradas de espesor delgado.
- X.9. Torsión Simple en secciones no circulares huecas abiertas de espesor delgado (secciones perfiladas).
- X.10. Torsión en secciones celulares.

3. BIBLIOGRAFÍA

— La bibliografía actualizada, básica y de consulta, junto con apuntes y ayudas didácticas de la cátedra se suministra anualmente al comienzo del curso.

— **Bibliografía básica:**

- Mecánica de Materiales — Gere — 5º Edic. — Thomson — 2002
- Resistencia de Materiales Aplicada — 3º edic. — Mott — Prentice Hall — 1996
- Resistencia de Materiales — Ortiz Berrocal — 2º Edic. — McGraw – Hill — 2002
- Resistencia de Materiales — Stiopin — Mir — 1988
- Mecánica de los Sólidos — Popov — 2º Edic. — Pearson — 2000
- Resistencia de Materiales — Tomos I y II — Timoshenko — ESCASA/ CALPE S.A. — 1967
- Curso Superior de Resistencia de Materiales — Seely / Smith — NIGAR S.R.L. 1967
- Resistencia de Materiales — Hearn — Interamericana — 1984
- Resistencia de Materiales — Feodosiev — MIR — 2º Edic. 1980
- Apuntes y Planillas de cálculo de la cátedra.

— **Bibliografía de consulta:**

- Manual de Resistencia de Materiales — Pisarenko, Yakovlev — MIR — 1979
- El Acero en la Construcción (Manual) - Reverte s.a.
- Diseño de Máquinas — Norton — Prentice Hall Pearson — 1998
- Fundamentos de Diseño p/ Ingeniería Mecánica — Juvinall — Limusa — 1997
- Diseño en Ingeniería Mecánica — Shigley – Mischke — Mc Graw Hill — 1990

4. METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

El desarrollo del programa se realizará mediante “Clases Teóricas”; “Clases Teóricas – Prácticas”; “Clases Prácticas”; y desarrollo de “Trabajos Prácticos”, según el tema a tratar. A tal efecto se distingue:

Planteo y justificación física: El problema es planteado físicamente mediante análisis vectorial de fuerzas y desplazamientos con auxilio de ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de los desplazamientos.

Planteo matemático: Después del planteo y justificación física del problema, se plantean, a modo de diagramas de flujo, las sucesivas aplicaciones de ecuaciones y/o conceptos ya conocidos para obtener las ecuaciones finales que reflejen matemáticamente el problema físico. Es decir, se obvian deducciones matemáticas que son propias de cursos mas avanzados de teoría de la elasticidad.

Justificación matemática: Cuando la importancia del tema lo requiera, por ejemplo, fórmulas elementales de la Resistencia de Materiales, se efectúa la deducción matemática de las ecuaciones que expresan el problema físico del tema que se trata.

— **Clases Teóricas:** Se asigna especial importancia a las clases teóricas procurando familiarizar al estudiante con el vocabulario técnico. En general se estructuran de la siguiente manera :

- Motivación al tema a tratar con ejemplos de casos reales y comunes de la mecánica.
- Mención, análisis, alcance y cumplimiento práctico de las hipótesis con que se abordará el tema.
- Planteo y justificación física y matemática del tema.

— **Clases Teóricas – Prácticas:**

Similares a las clases teóricas, pero sin la deducción matemática de las ecuaciones que gobiernan el problema físico que se trata. En su reemplazo se recurre a graficar las ecuaciones que representan el problema físico en planillas electrónicas de cálculo, de manera que permitan visualizar rápidamente el efecto del cambio de las variables que intervienen en las ecuaciones rectoras del problema.

Se procura incentivar al alumno en el empleo de técnicas numérica para resolver matemáticamente el problema, resaltando las ventajas de ocuparse mas del planteo del problema que de su resolución ma-



temática, la que es relegada, en casos, a resoluciones iterativas con auxilio de herramientas informáticas.

- Clases Prácticas: Se desarrollarán un mínimo de tres (3) ejercicios numérico por tema, que serán resueltos íntegramente en clase, en pizarrón, y con auxilio de computadora cuando la complejidad de los cálculos así lo requiera o cuando se quiera ponderar la importancia de las variables del problema. En todos los casos los trabajos prácticos se desarrollarán a continuación del tratamiento teórico del tema, es decir en la clase inmediata siguiente. Para garantizar este cometido se asigna un mínimo de dos clases a cada tema del programa: una clase teórica ó teórica – práctica, seguida de una clase práctica. Para el desarrollo de las clases prácticas se provee al estudiante:
 - Un “formulómetro” con las ecuaciones de cálculo a utilizar, remarcando las hipótesis en que se basan.
 - Un soporte magnético conteniendo planillas de cálculo preparadas específicamente para cada tema, para facilitar su uso progresivo con el desarrollo del programa, permitiendo también el uso vinculado en los trabajos prácticos finales.
- Trabajos Prácticos: Los alumnos realizarán un relevamiento métrico y de las condiciones de trabajo de elementos de máquinas o elementos estructurales existentes en el Taller de Mecánica o el Campus Resistencia a los fines de calcular la seguridad estructural de los mismos.

5. EVALUACIÓN

— Alumnos regulares: Para acceder al examen final como alumno regular se debe cumplir con el 80% de asistencia a todas las clases (“teóricas”, “teóricas – prácticas” y “prácticas”) y la presentación al final del curso de todos los trabajos prácticos realizados.

En estas condiciones el examen final consiste en la realización de uno o más ejercicios de cálculo. En función de la complejidad del problema, eventualmente el planteo del problema debe ser aprobado en el día del examen y la presentación completa con cálculos detallados y gráficos a las 48 horas del día de examen, en cuya oportunidad, y de no mediar objeciones a la resolución del problema práctico, se debe aprobar un coloquio, conceptual, sobre temas del programa de la asignatura.

— Promoción: Se podrá promocionar la parte práctica de la materia y acceder a un examen final consistente en coloquio teórico, conceptual, sobre temas del programa de la asignatura.

Para ello, además de cumplir con las condiciones de regularidad antes mencionadas, se deberá aprobar dos (2) exámenes parciales con un puntaje acumulativo de cien (100) puntos, con un mínimo por parcial de cuarenta (40) puntos. Esta modalidad se fundamenta por la fuerte concatenación de los temas del programa.

— Alumnos libres: Para acceder al examen final, similar al de los alumnos regulares, se debe convenir con los responsables de la cátedra, con suficiente anterioridad a la fecha de examen, la realización, como mínimo, de tres (3) trabajos teóricos – prácticos que deben ser expuestos en forma oral previo al examen final.