



4. **Medidas eléctricas II:** Osciloscopio y rectificación.
4. **Aparamenta:** maniobra y protección.
5. **Automatismo:** control y protección de motores.

BIBLIOGRAFÍA (5 referencias principales)

FRAILE MORA, J. (2005); *Electromagnetismo y circuitos eléctricos*; McGraw-Hill Interamericana de España.

FRAILE MORA, J. (2003); *Máquinas eléctricas*; McGraw-Hill Interamericana de España.

FRAILE MORA, J., FRAILE ARDANUY, J., HERRERO, N., GARCÍA, P. (2004); *Ejercicios resueltos de electromagnetismo y circuitos eléctricos*; Servicio de publicaciones de la E.T.S.I. de Caminos, Canales y Puertos de Madrid

FRAILE MORA, J., FRAILE ARDANUY, J. (2005); *Problemas de máquinas eléctricas*; McGraw-Hill Interamericana de España.

Resistencia, Elasticidad y Plasticidad [3125]

3er. curso, común, anual, 5 h/semana (3 teóricas y 2 práctica), 150 h/año, 15 créditos.

Objetivos docentes

Tras el estudio de la parte de Resistencia de Materiales el alumno deberá (1) determinar, en una sección arbitraria (homogénea o no) sometida a esfuerzos, la distribución de las tensiones que se producen; (2) calcular la respuesta elástica y lineal, medida ésta en términos de movimientos, deformaciones, reacciones y esfuerzos, de estructuras planas sencillas, compuestas de barras y vigas, tanto rectas como curvas, sometidas a acciones arbitrarias (térmicas, movimientos impuestos y cargas permanentes y sobrecargas,, fijas y móviles) y (3) aplicar métodos energéticos al cálculo anterior de estructuras simples. Tras el estudio de la parte de Elasticidad, el alumno deberá: (1) comprender el carácter tensorial de las deformaciones y tensiones en un punto de un sólido elástico 2-D y 3-D y su representación

en distintos ejes de coordenadas, (y en particular según las direcciones principales); (2) plantear un problema elástico y comprobar su solución, en diferentes ejes de coordenadas y (3) conocer la solución elástica de problemas elásticos clásico y compara dicha solución con las aproximadas de la Resistencia de Materiales. Finalmente, tras la parte de Plasticidad, el alumno deberá: (1) conocer de forma elemental el comportamiento de materiales plásticos (rígido-plástico y elasto-plásticos), el concepto de ductilidad y como consecuencia de dicho comportamiento, la redistribución tensional que se produce en secciones y en estructuras sencillas y (2) obtener las cargas de agotamiento plástico de vigas y pórticos simples

Programa

CLASES TEÓRICAS

PARTE I. RESISTENCIA DE MATERIALES

Tema 1. Conceptos fundamentales

Estructura. Acción, esfuerzo, tensión y deformación. Hipótesis de la Resistencia de Materiales. Concepto de viga. Rebanada y fibra. Tipos de vigas. Apoyos y coacciones

Tema 2. Relaciones estáticas

Ecuaciones de equilibrio. Relaciones entre acciones y esfuerzos. Método de las secciones. Ecuaciones de equilibrio de la rebanada. Relaciones entre esfuerzos y tensiones en una rebanada. Axil, flector, cortante y torsor. Núcleo central

Tema 3. Relaciones de compatibilidad.

Hipótesis de Navier y Bernoulli. Movimientos y deformaciones en una fibra, rebanada y viga.

Fórmulas de Bresse. Aplicación a las vigas rectas con plano de simetría. Teoremas de Mohr. Vigas conjugadas.

Tema 4. Ecuaciones constitutivas.

Ensayos de una material bajo axil y cortante. Módulo de elasticidad. Coeficiente de Poisson. Diagramas tensión-deformación. Ecuaciones constitutivas de la rebanada. Secciones no homogéneas. Temperatura

Tema 5. Estudio de los distintos elementos (I)

La barra sometida a esfuerzo axil. Esfuerzos y movimientos en sistemas isostáticos. Barras hiperestáticas. Métodos de las fuerzas o de la flexibilidad y de los movimientos o de la rigidez. Acciones térmicas. Barras en medio elástico.

Tema 6. Estudio de los distintos elementos. (II)

La viga a flexión. Esfuerzos y movimientos en sistemas isostáticos. Vigas hiperestáticas.



Métodos de las fuerzas y de los movimientos. Acciones térmicas. Vigas continuas. Vigas de sección variable. Ecuación de la elástica. Vigas en medio elástico

Tema 7. Teoremas energéticos.

Trabajo exterior y exterior complementario. Energía de deformación normal y energía complementaria. Principio de los trabajos virtuales. Aplicaciones. Teorema de la fuerza y del movimiento unidad. Teoremas de Castigliano. Teoremas de la energía mínima y de la energía potencial total.

Tema 8. Pórticos.

Clasificación. Pórticos isostáticos e hiperestáticos. Pórticos de nudos fijos y desplazables. Simetría y antisimetría. Marcos

Tema 9. Líneas de influencia.

Aplicación de los teoremas de reciprocidad. Planteamiento dual. Liberalización estructural.

Tema 10. Arcos

Arcos. Antifunicular de cargas. Estructuras de arcos y vigas. Anillos.

Tema 11. Problemas no lineales.

La viga columna. Pandeo elástico.

PARTE II. PLASTICIDAD

Tema 12. Introducción.

Hipótesis básicas. Comportamiento real de los materiales. Material elásto-plástico. Material plástico ideal. Carga y descarga

Tema 13. Comportamiento de la rebanada sometida a flexión pura.

Secciones simétricas. Factor de forma. Secciones asimétricas. Tensiones residuales. Diagramas momento-curvatura. Concepto de rótula plástica ideal

Tema 14. Comportamiento de la rebanada sometida a flexión simple.

Sección rectangular. Sección en doble T. Comportamiento de la rebanada sometida a flexión compuesta, tracción o compresión compuestas. Determinación de diagramas momento-curvatura de rebanadas sometidas a M-N. (Estado proporcional, estado axil constante).

Tema 15. Cálculo plástico de vigas

Factor de carga. Coeficiente de seguridad a la rotura. Vigas isostáticas e hiperestáticas. Estudio de los diferentes tipos de vigas. Ménsula. Viga biapoyada. Aplicación del diagrama momento-curvatura. Zonas parcialmente plastificadas. Viga empotrada apoyada. Viga biempotrada. Vigas continuas.

Tema 16. Cálculo de flechas y giros en vigas hiperestáticas

Método exacto. Redistribución de momentos. Métodos aproximados. Formación sucesiva de

rótulas. Determinación de flechas y giros al producirse la última rótula. Carga y descarga

Tema 15. Plastificación de pórticos simples

Mecanismos completos, incompletos y supercompletos. Condiciones de agotamiento de una estructura. Método estático. Método de los trabajos virtuales.

PARTE III. ELASTICIDAD

Tema 16. Conceptos fundamentales

Sólido elástico. Tensión de Cauchy. Ecuaciones de equilibrio interno. Condiciones estáticas en el contorno. Tensor de tensiones. Tensiones principales. Tensiones normales y tangenciales.

Tema 17. Movimientos y deformaciones.

Relaciones cinemáticas. Deformación normal y tangencial. Tensor de deformaciones. Deformaciones principales. Ecuaciones de compatibilidad. Casos especiales.

Tema 18. Ecuaciones constitutivas de un material.

Fórmulas de Hooke. Fórmulas de Lamé. Materiales isotropos y anisotropos. Materiales homogéneos y heterogéneos. Constantes elásticas. Generalización. Materiales hiperelásticos. Plasticidad.

Tema 19. Planteamiento local del problema elástico.

Formulación en movimientos y fuerzas. Ecuaciones de Lamé. Función de tensión. Ecuaciones de compatibilidad en tensiones.

Tema 20. Planteamiento global del problema elástico en movimientos.

Formulación variacional. Principio de los trabajos virtuales. Formulación energética. Principio de la energía potencial total mínima. Unicidad de la solución. Principio de Saint Venant. Formulación dual en tensiones. Técnicas de cálculo. Método de Rayleigh-Ritz.

Tema 21. Estudio de la torsión.

Formulación en fuerzas. Función de Prandtl. Formulación en movimientos. Alabeo. Aplicación a la determinación de la rigidez torsional de secciones simples. Fórmulas aproximadas. Analogía de la membrana.

Tema 22. Elasticidad plana.

Tensión y deformación plana. Función de Airy. Circulo de Mohr. Líneas isostáticas, isobaras, isoclinas etc. Puntos singulares. Aplicaciones de la función de Airy.

Tema 23. Elasticidad plana en coordenadas polares.

Tubo de pared gruesa. Cuña en voladizo. Problema de Boussinesq.

**Tema 24. Problemas especiales.**

Entalladuras. Orificios. Concentración de tensiones

CLASES PRÁCTICAS

Las clases prácticas están intercaladas con las clases de teoría. En estas clases se plantean y resuelven ejercicios y problemas de todos los temas teóricos, formulados y diseñados conforme a los objetivos docentes.

BIBLIOGRAFÍA (5 referencias principales)

SAMARTÍN, A. (1995); *Resistencia de Materiales*, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

SAMARTÍN, A. (1990); *Curso de Elasticidad*, Editorial Bellisco

BENITO, C. (1975); *Curso de Plasticidad*, Editorial Dossat

Geología Aplicada [3126]

3er. curso, común, anual, 5 h/semana (3 teóricas y 2 prácticas), 150 h/año, 15 créditos.

Objetivos docentes

Se pretende que el alumno obtenga: (1) conocimientos suficientemente profundos de las Ciencias Geológicas, fundamentalmente en las ramas de Geodinámica Externa e Interna, Petrología y Mineralogía, Paleontología y Geología Histórica, (2) manejo de los conceptos geológicos con soltura y destreza que permitan conocer la importancia de la interacción del medio geológico con las obras públicas en sus fases de viabilidad, diseño, construcción y explotación, (3) predecir y razonar comportamientos y respuestas del terreno y de

las obras públicas en su interacción, (4) desarrollar una confianza suficiente en los conceptos adquiridos en el curso para enlazarlos con el resto de las asignaturas de cursos posteriores de carácter puramente técnico entendiendo los condicionantes técnicos que puede aportar el conocimiento de las características geológicas del entorno, y (5) comprensión realista y experimental de la problemática geológica en las obras públicas, fundamentalmente españolas.

Programa**CLASES TEÓRICAS****PARTE I. GEODINÁMICA INTERNA Y EXTERNA****Tema 1. Constitución del Globo. Tectónica y Geología Estructural**

Estructura y composición de la Tierra. Tectónica de Placas. Epigénesis y orogénesis. Vulcanismo. Terremotos. Ingeniería sísmica. Los pliegues. Fracturas y fallas. Estilos tectónicos. Estudios a efectos ingenieriles.

Tema 2. Geomorfología

El ciclo externo. Procesos y formas. La meteorización. Modelado. El Paisaje. Importancia y significado para las obras públicas. Glaciarismo y periglacialismo: El glaciarismo cuaternario y actual en España. Materiales y consecuencias en las obras. Inestabilidades de ladera: Causas y consecuencias. Tipología. Prevención, sistemas de control y corrección.

Tema 3. Los ríos

Redes fluviales. Acción fluvial. Perfiles longitudinales. Capturas fluviales. Terrazas

fluviales. Torrentes. Materiales y consecuencias para la ingeniería.

Tema 4. Lagos. Acción del mar. Acción del viento. Acción biológica.

Lagos: Vida y estabilidad de un lago. Tipos de lagos. Acción del mar: Formas de erosión y relleno. Estudio monográfico de algunos tipos costeros. Geotecnología marina. Acción del viento. El modelado de las regiones áridas. Problemas geotecnológicos.

Acción biológica: suelos. Su formación y clases. Conservación.

PARTE II. PETROLOGÍA**Tema 5. Cristalografía y mineralogía**

Introducción a la cristalografía. Estructura de los cristales. Sistemas cristalográficos. Propiedades de minerales. Clasificaciones. Formas de estudio. Importancia para la ingeniería. Silicatos: sílices, silicatos de aluminio. Fesdespatos y feldespatoides. Micas. Piroxenos y anfíboles. Minerales metálicos. Minerales energéticos.