

ASIGNATURA DE CUARTO
CURSO

ANALISIS NUMERICO

Titulación: Ingeniero Geólogo

INFORMACION PARA EL CURSO
2003-2004.

Prof. Julián Alonso Martínez
Prof. Francisco Michavila Pitarch
Prof. Carlos Paredes Bartolomé

Septiembre, 2003

1. CLASES:

1.1. Horarios:

Habrá un único grupo, que se impartirá en el aula 13, que se impartirá los Lunes, Martes, Mi rcoles y Viernes de 11.40 a 12.30h.

1.2. Profesorado:

Los Profesores que impartirán la asignatura serán: Julián Alonso Martínez, Francisco Michavila Pitarch y Carlos Paredes Bartolomé.

Profesor Responsable: Francisco Michavila Pitarch.

Las clases de Laboratorio serán impartidas por los Profesores Alonso y Paredes.

1.3. Laboratorio:

Las prácticas correspondientes a los diferentes bloques de la asignatura se impartirán en el Laboratorio de Innovación en Tecnologías de la Información (L.I.T.I.), siendo el número de horas de las mismas de al menos 5h. cada cuatrimestre.

Los grupos se formarn  de acuerdo con el número de alumnos matriculados en la asignatura.

1.4. Períodos lectivos y fechas de exámenes:

Período lectivo: del 22 de Septiembre de 2003 al 4 de Junio de 2004.

En lo referente a las fechas de exámenes serán:

Primer Parcial:	12 de Febrero de 2004.
Segundo Parcial:	15 de Junio de 2004.
Junio:	21 de Junio de 2004.
Septiembre:	2 de Septiembre de 2004.

1.5. Tablón de anuncios:

Las fechas de los Laboratorios, Seminarios y Trabajos dirigidos de la asignatura, se expondrán con una semana de antelación a la realización de los mismos, como mínimo, en el Tablón de Anuncios del Departamento y se anunciarán oportunamente en las clases de aula.

1.6. Secretaría:

El horario de la Secretaría del Departamento será de 11 a 14h. Cualquier consulta sobre listas, trabajos, seminarios, así como la entrega de trabajos y ejercicios deberá realizarse dentro de este horario.

PROGRAMACIÓN DOCENTE DE LA ASIGNATURA:

2.1. Objetivos generales de la Asignatura.

- Analizar y aplicar técnicas de interpolación a la aproximación de funciones.
- Analizar y aplicar algunas técnicas de derivación numérica de cálculo aproximado de las derivadas de una función.
- Analizar y aplicar algunas técnicas de integración numérica para el cálculo aproximado de integrales de funciones.
- Analizar y aplicar algunas técnicas de integración numérica para el cálculo aproximado de integrales de funciones.
- Aplicar algunas técnicas para la obtención de valores y vectores propios en matrices cuadradas.
- Analizar y aplicar las técnicas para la resolución de sistemas de ecuaciones lineales.
- Analizar y aplicar los métodos de resolución numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias.
- Analizar y aplicar el método de diferencias finitas a la resolución de ecuaciones en derivadas parciales.
- Conocer y aplicar los elementos del análisis funcional en el marco hilbertiano.
- Analizar y aplicar el método de los elementos finitos a la resolución de ecuaciones en derivadas parciales.
- Conocer la estructura de un programa de elementos finitos.

2.2. Temario:

BLOQUE 1. INTERPOLACIÓN, DERIVACIÓN NUMÉRICA, INTEGRACIÓN NUMÉRICA, VALORES PROPIOS. (15H.)

Objetivos específicos

- Conocer, programar y aplicar las técnicas de interpolación polinomial e interpolación a trozos de la aproximación de funciones.
- Conocer, programar y aplicar la técnica de mínimos cuadrados lineales.
- Conocer, programar y aplicar algunas técnicas de derivación numérica al cálculo aproximado de las derivadas de orden K de una función específica o con un soporte.
- Conocer, programar y aplicar algunas técnicas de integración numérica al cálculo aproximado de las integrales, de una función específica o con un soporte, definidas en un intervalo.
- Conocer, programar y aplicar algunas técnicas para la obtención de valores y vectores propios de matrices cuadradas.

Contenidos:

- 1.1. El problema de interpolación. Interpolación polinomial de Lagrange, algoritmo. Interpolación polinomial de Hermite, algoritmo. Aplicaciones.
- 1.2. Diferencias divididas. Fórmula de Newton. Diferencias finitas: centrales, progresivas y regresivas. Interpolación de Newton-Gregory. Aplicaciones.
- 1.3. El problema de mínimos cuadrados. Programación algebraica de la técnica de mínimos cuadrados. Aplicaciones.
- 1.4. Derivación numérica. Fórmulas usuales de derivación de diferentes órdenes.
- 1.5. Integración numérica. Fórmulas usuales de integración definida en un intervalo. Aplicaciones.
- 1.6. Planteamiento del problema de valores propios. Transformación de semejanza y Givens. Técnicas numéricas de polinomio característico, de transmutación o iterativas, fundamentos. Algunos métodos iterativos: métodos de la potencia.

BLOQUE 2. SISTEMAS DE ECUACIONES LINEALES (8h.)

Objetivos específicos

- Análisis y aplicación de los métodos de resolución directos a los sistemas de ecuaciones lineales.
- Análisis y aplicación de los métodos iterativos a la resolución de los sistemas de ecuaciones lineales.

Contenidos

- 2.1. Introducción a la resolución de sistemas de ecuaciones lineales. Sistemas triangulares. Método de Gauss. Métodos LU y Cholesky. Métodos de Ortogonalización.
- 2.2. Generalidades. Método iterativo de Jacobi. Método iterativo de Gauss-Seidel. Métodos iterativos de sobrerrelajación.

BLOQUE 3. RESOLUCIÓN NUMÉRICA DE PROBLEMAS DE CONTORNO MEDIANTE METODOS EN DIFERENCIAS FINITAS (12h.)

Objetivos específicos:

- Analizar y aplicar los métodos en diferencias finitas para la resolución de problemas de contorno elípticos.
- Analizar y aplicar los métodos en diferencias finitas para la resolución de problemas de contorno de tipo parabólico.
- Analizar y aplicar los métodos en diferencias finitas para la resolución de problemas de contorno de tipo hiperbólico.

Contenidos:

- 3.1. Introducción a la resolución numérica de problemas de contorno.
- 3.2. Esquemas en diferencias finitas para la resolución de problemas elípticos. Aplicaciones numéricas.
- 3.3. Esquemas en diferencias finitas para la resolución de problemas parabólicos. Aplicaciones numéricas.

- 3.4. Esquemas en diferencias finitas para la resolución de problemas hiperbólicos. Aplicaciones numéricas.

BLOQUE 4. INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS FUNCIONAL Y PLANTEAMIENTO DE UN PROBLEMA MODELO. (8h.)

Objetivos específicos:

- Conocer y comprender la estructura de los espacios prehilbertianos e hilbertianos.
- Aplicar los diferentes teoremas de análisis funcional a la resolución de diversos problemas numéricos.
- Comprender los tipos de convergencia que se pueden presentar en problemas de Análisis Funcional.
- Conocer y comprender los espacios de Sobolev.

CONTENIDOS:

- 4.1. Espacios Prehilbertianos. Desigualdad de Cauchy-Schwartz. Ley del paralelogramo. Ortogonalidad. Espacio de Hilbert. Ejercicios.
- 4.2. Teorema de Riesz-Frechet. Convergencia fuerte y débil. Teorema de Lax-Milgram. Teorema de Optimización. Ejercicios.
- 4.3. Espacios de Sobolev. Espacios $L^2(\Omega)$, $L^p(\Omega)$. Espacios $H^1(\Omega)$, $H_0^1(\Omega)$, $H^m(\Omega)$. Desigualdad de Poincaré. Ejercicios.
- 4.4. Planteamiento físico de un problema de transmisión de calor 1D.
- 4.5. Formulación clásica y variacional.
- 4.6. Resolución aproximada: idea intuitiva del método de elementos finitos.

BLOQUE 5. FORMULACION VARIACIONAL DE PROBLEMAS ELÍPTICOS DE SEGUNDO ORDEN (5h.)

Objetivos específicos:

- Comprender y aplicar los fundamentos de la formulación variacional de problemas lineales elípticos de segundo orden.
- Estudiar casos físicos.

Contenidos:

- 5.1. Problema de Dirichlet asociado a la ecuación de Poisson.
- 5.2. Problema de Neumann asociado al operador $-\Delta + I$.
- 5.3. Existencia y unicidad de soluciones. Convergencia de la aproximación.
- 5.4. Problema mixto asociado a la transmisión de calor.

BLOQUE 6. EL METODO DE ELEMENTOS FINITOS. PROBLEMAS UNIDIMENSIONALES. (6h.)

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Comprender los fundamentos de la formulación clásica y de la formulación variacional en problemas de 1D.
- Comprender y aplicar la formulación del método de elementos finitos a problemas en 1D.
- Aplicar el método de elementos finitos a problemas de segundo orden y de cuarto orden.

CONTENIDOS:

- 6.1. Planteamiento general de un problema unidimensional. Formulación clásica. Formulación débil.
- 6.2. Aproximación por el método de elementos finitos (M.E.F.). Aproximación global. Aproximación local. Sistema algebraico. Estudio del error de interpolación. Ejercicios.
- 6.3. Formulación de problemas de segundo y cuarto orden. Aproximación del problema. Ensamblaje de matrices. Elementos de tipo Hermite. Ejercicios.

BLOQUE 7: EL METODO DE ELEMENTOS FINITOS. PROBLEMAS BIDIMENSIONALES LINEALES ELIPTICOS. (6 h.)

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Formulación variacional de problemas bidimensionales lineales elípticos de 2º orden.
- Conocer los diferentes tipos de elementos finitos en este tipo de problemas bidimensionales.
- Comprender y aplicar la aproximación local en el método de elementos finitos en problemas bidimensionales lineales de 2º orden.
- Conocer y aplicar el ensamblado de las matrices para la optimización del método de elementos finitos (M.E.F.) en este tipo de problemas bidimensionales.

CONTENIDOS:

- 7.1. Planteamiento de problemas bidimensionales de 2º orden elípticos. Formulación clásica. Formulación débil o variacional del problema. Ejercicios.
- 7.2. Tipos de elementos finitos. Aproximación local. Ensamblaje de matrices. Introducción de las condiciones de contorno. Ejercicios.

BLOQUE 8: FORMULACION ISOPARAMETRICA DEL METODO DE ELEMENTOS FINITOS. (5h.)

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Comprender en qué consiste la formulación isoparamétrica del (M.E.F.).
- Calcular las funciones de forma de diversos tipos de elementos isoparamétricos.
- Conocer las condiciones para las transformaciones de coordenadas y analizar su invertibilidad en este tipo de formulaciones.

CONTENIDOS:

- 8.1. Transformación de coordenadas. Cálculo de las funciones de forma locales. Casos de elemento cuadrilateral de 4 y de 9 nodos. Casos de elemento triangular de 3,6, y 10 nodos. Ejercicios.
- 8.2. Cálculo de las matrices elementales. Elementos subparamétricos, isoparamétricos y superparamétricos. Ejercicios.

BLOQUE 9: PROBLEMAS PARABOLICOS MEDIANTE EL METODO DE ELEMENTOS FINITOS. (3h).

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Analizar la formulación de este tipo de problemas y el uso de la técnica de diferencias finitas en este caso.
- Aplicar diferentes métodos a la resolución de problemas parabólicos.

CONTENIDOS:

- 9.1. Planteamiento. Obtención de las ecuaciones. Condiciones de contorno, condición inicial. Formulación fuerte del problema.
- 9.2. Formulación débil. Aproximación por elementos finitos.
- 9.3. Empleo combinado de diferencias finitas y elementos finitos. Método de Euler, otros métodos. Ejercicios.

BLOQUE 10: PROBLEMAS NO LINEALES MEDIANTE EL METODO DE ELEMENTOS FINITOS. (2 h).

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Conocer la metodología para abordar la solución de problemas discretos no lineales.
- Aplicarla para diferentes casos de materiales no lineales, elasticidad no lineal, plasticidad y fluencia.

CONTENIDOS:

- 10.1. Planteamiento de un problema no lineal mediante el M.E.F. Métodos para la resolución de problemas discretos no lineales.
- 10.2. Consideraciones generales para la elasticidad no lineal. Teoría clásica de plasticidad. Nociones sobre los problemas de fluencia. Ejercicios.

Bibliografía:

- AKIN, J.E. (1994). Finite elements for analysis and Design. Ed. Academic Press
- BECKER, CAREY, ODEN, J.J. (1983). Finite Element . An introduction. Ed. Prentice Hall.
- BURDEN, R. L., FAIRES, J. D. (1996). Análisis Numérico. Ed. Iberoamerica
- CONDE, C. Y WINTER , G. (1990). Métodos y Algoritmos del Álgebra Numérica. Ed. Reverté.
- HARRIS, J.W., STOCKER, H. (1998). Handbook of mathematics and computational science. Ed. Springer
- JHONSON, C. (1987). Numerical solutions of partial differential equations by the finite element method. Ed. Cambridge University Press.
- MICHAVILA, F. (1986). Fundamentos de cálculo numérico. Topología métrica. Ed. Reverté.
- MICHAVILA, F. Y CONDE, C. (1987). Métodos de Aproximación. Ed.: E.T.S.I. Minas. Universidad Politécnica de Madrid.
- MICHAVILA, F. Y GAVETE, L. (1985). Programación y Cálculo Numérico. Ed. Reverté.
- MIDDLETON G.V. (2000). Data analysis in the earth sciences using Matlab. Ed. Prentice Hall.
- NAKAMURA, S. (1997). Análisis Numérico y visualización gráfica con Matlab. Ed. Prentice Hall.
- OTTOSEN, N Y PETERSEN, H (1992). Introduction to the finite element metod. Ed. Prentice Hall.
- SMITH, J.M., GRIFFITHS, D.V. (1997). Programming the finite element method. Ed. John Wiley & Sons.
- ZIENKIEWICZ, O.C., TAYLOR, R.L. (1994). El método de los elementos finitos, Vol. I y II.

3. METODOLOGIA DOCENTE:

3.1. Clases en Aula:

El desarrollo de las clases versará sobre la presentación de los aspectos teóricos de cada bloque de programa junto con la realización de los correspondientes ejercicios relativos a los citados bloques.

3.2. Clases en laboratorio:

Los alumnos tendrán que realizar las prácticas correspondientes a los diferentes bloques de que conste cada examen parcial.

Los horarios de las clases, que se impartirán en el laboratorio, además de la composición de los grupos correspondientes se publicarán en el Tablón de Anuncios del Departamento o en la página web de la asignatura.

3.3. Trabajos dirigidos y Seminarios:

Durante el presente curso académico, se realizarán Trabajos dirigidos, que tendrán como objetivo realizar diferentes aplicaciones prácticas sobre diversos bloques del programa. Igualmente se realizará un seminario que los alumnos pueden seguir de forma voluntaria, dedicado a "aplicaciones prácticas del método de elementos finitos".

Las sesiones de trabajo del seminario, se compondrán de los aspectos teóricos y una parte numérica en ordenador. Será obligada la asistencia de los alumnos que se inscriban. A su conclusión se realizará un trabajo de aplicación, bien individual, o en grupos, que repercutirá en la calificación que obtenga el alumno en la asignatura.

4. METODOS DE EVALUACIÓN

4.1. Nota previa

La realización de las practicas de laboratorio, así como los trabajos propuestos en el mismo, es un requisito obligatorio para los alumnos que opten al aprobado de la asignatura, según establece la normativa vigente de la Subdirección de Ordenación Académica y Departamentos. Aquellos alumnos que no asistan al laboratorio y no realicen los ejercicios indicados no podrán presentarse al examen de la asignatura.

4.2. Procedimiento de evaluación

A) MEDIANTE EXAMENES TRABAJOS DIRIGIDOS, CUESTIONARIOS, EJERCICIOS PROPUESTOS, SEMINARIOS.

Para aprobar la asignatura se precisa alcanzar la puntuación de 7.5 puntos, que se pueden obtener de acuerdo con las siguientes condiciones:

1. Se realizarán 2 exámenes parciales, cuyo valor será de 5 puntos cada uno de ellos, con lo cual se podrá obtener una puntuación máxima de 10 puntos. Cada uno de estos exámenes parciales tendrá una parte de Fundamentos (teórico – práctico) valorada en tres puntos y otra parte de problemas con un valor máximo de 2 puntos. Para poder optar a la superación de cada examen parcial habrá que sacar un mínimo de 2 puntos en la parte de Fundamentos (teórico - práctico)
2. Igualmente, se realizarán trabajos dirigidos correspondientes a los diferentes bloques de la asignatura, pudiéndose alcanzar una puntuación de 5 puntos en este apartado, pero con la condición de, como mínimo, obtener 1 punto para poder seguir este sistema de evaluación.
3. Habrá cuatro cuestionarios teórico-prácticos a lo largo del curso, teniendo cada uno de ellos una puntuación máxima de 0.5 puntos, es decir, se podrán obtener 2 puntos en total mediante ellos.
4. Se propondrán ejercicios propuestos durante el curso de los diferentes bloques impartidos, pudiendo llegar a alcanzar como puntuación máxima 2 puntos en la realización de los mismos.

5. La puntuación a alcanzar en el Seminario será como máximo 1 punto. Es decir, que de un total de 20 puntos se debe obtener una puntuación de 7.5 puntos para obtener el aprobado de la asignatura mediante este procedimiento.

B) MEDIANTE EXAMEN FINAL:

Para los alumnos que no deseen seguir el sistema de evaluación continua en las convocatorias de Junio y Septiembre, se realizará un examen sobre una puntuación de 10 puntos, de los cuales 6 corresponden a Fundamentos (Teórico-Prácticos) y 4 a resolución de problemas.

Para aprobar el examen se han de obtener 5 puntos debiéndose alcanzar al menos 4 puntos en la parte correspondiente a los Fundamentos (Teórico-Prácticos).