

# Master

## Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería

■ Versión a Distancia

Elementos Finitos  
Cálculo Numérico  
Comportamiento de Materiales  
Medios Continuos  
Programación y Cálculo Matricial  
Análisis de Estructuras  
Problemas Geotécnicos  
Pre/Postproceso  
Fluidos  
Dinámica  
Transmisión del Calor  
Hidrología Subterránea  
Mecánica de Fractura  
Optimización de Formas  
etc.

# Intro- ducción



Es indudable que el ordenador ha tomado un papel preponderante como herramienta de cálculo para la solución de los problemas de ingeniería más diversos. Asimismo, en paralelo a los avances en la informática, se ha desarrollado toda una tecnología de métodos de cálculo numérico que permite a los ingenieros obtener soluciones a problemas que no hace mucho tiempo eran prácticamente inabordables.

El objetivo del Curso de Master, es proporcionar información actualizada sobre la metodología y utilización de procedimientos de cálculo y diseño por ordenador para la solución de toda una variedad de problemas de ingeniería.

**La versión a distancia** permite realizar el curso desde cualquier parte del mundo con una tutoría permanente desde la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC) en Barcelona vía Internet.

# Presentación

El curso se estructura en 2 fases.

La **fase básica**, comprende una serie de asignaturas de carácter básico e introductorio, con temas tan importantes dentro del campo del diseño y el análisis numérico en ingeniería, como la teoría general del método de los elementos finitos (MEF), las técnicas más usuales de cálculo numérico, las leyes de comportamiento de los materiales, la mecánica de medios continuos, técnicas de pre y post proceso y diversos conceptos esenciales sobre ordenadores.

Todas las asignaturas de la **fase básica** se consideran obligatorias y deben aprobarse antes de iniciarse la segunda fase de especialidad.

En la **fase de especialidad** del curso se han escogido una serie de asignaturas de índole práctico que versan sobre aplicaciones de los métodos numéricos y más concretamente del MEF, a los problemas más usuales en ingeniería estructural y geotécnica, transmisión del calor, mecánica de fluidos, mecánica de fractura, optimización de formas, etc. (ver relación de asignaturas).

Para superar la fase de especialidad, el alumno deberá escoger y aprobar, 8 asignaturas específicas de esta segunda fase, incluyendo entre ellas un trabajo práctico (Tesis de Master) sobre un tema relacionado con alguna de las asignaturas de especialidad, bajo la dirección de un profesor del curso.

Las clases del curso se complementan con sesiones de prácticas de ordenador y con seminarios a cargo de especialistas de empresas.

Se facilita la realización de Tesis sobre problemas prácticos de ingeniería, en colaboración con una empresa. Existe también la posibilidad de realizar la Tesis en una de las Universidades de Europa y Latinoamérica que colaboran con el curso.

El título obtenido al aprobar todas las asignaturas es el Diploma de Master otorgado por la Universidad Politécnica de Cataluña.

El contenido de todas las clases se ha diseñado de acuerdo con criterios docentes mínimos esperando de los alumnos un esfuerzo medio de 10 horas por semana de estudio individual.

## Información General

### Interés para postgraduados

El programa docente ha sido diseñado para graduados provenientes de Escuelas de Ingeniería y Arquitectura y Facultades de Ciencias. No es imprescindible experiencia previa en los temas del curso.

La oferta de asignaturas específicas permite a cada alumno modelar su propio curso de Master, de acuerdo con sus particulares intereses y necesidades. Se espera por ello que el curso sea de interés tanto a nivel de especialización como de doctorado para ingenieros, arquitectos y licenciados provenientes del mundo académico y del profesional.

### Organización del curso

La coordinación del curso corre a cargo del Departamento de Resistencia de Materiales y Estructuras en Ingeniería de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona en colaboración con el Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería.

Este Master forma parte de los Cursos de Master de la Universidad Politécnica de Cataluña que otorga el correspondiente diploma a los que superen el curso.

El Director del Master es el profesor Eugenio Oñate y el Jefe de Estudios es el profesor Sergio Oller. El Coordinador del curso es el profesor Francisco Zárate.

### Comisión Docente

La Comisión Docente esta formada por los profesores de las diferentes asignaturas del curso. Dicha comisión es responsable del desarrollo docente del curso y de fijar la normativa para la selección de los alumnos.

### Titulación requerida

Se exige estar en posesión de un Título Académico Superior (estudios universitarios de 5 o más años), que deberá acreditarse al presentar la solicitud de inscripción.

En casos especiales se aceptarán titulados de carreras de primer ciclo (tres años de duración) previa aprobación por la Comisión Docente.

### Idioma

El idioma de trabajo del curso es el castellano. Alguna documentación está escrita en inglés.

### Inscripción e información

La solicitud de inscripción debe remitirse a la Secretaría del Curso lo antes posible juntamente con un breve currículum vitae (en el formato especificado en la página web), un documento acreditativo de haber concluido los estudios universitarios, copia del DNI o pasaporte y dos fotos tamaño carné.

La inscripción puede realizarse por correo pero es preferible a través de la web del curso (Centro Virtual) en <http://www.cimne.upc.edu/cdl>

Todos los documentos adicionales que se requieran (ej. fotos) pueden enviarse en forma electrónica a la Secretaría del curso, e-mail: [info-master@cimne.upc.edu](mailto:info-master@cimne.upc.edu)

Dicha documentación deberá hallarse en poder de la secretaria del curso 15 días antes del inicio del curso. Cualquier información adicional deberá solicitarse en la Secretaría del Curso.

### Admisión

Los aspirantes serán informados sobre su aceptación al Master en un plazo no superior a quince días después de la recepción de la solicitud. La admisión definitiva queda supeditada a la recepción en la Secretaría del Curso del importe de la matrícula.

### Matrícula

El importe de la matrícula del Master en versión a distancia es de **3.400 Euros** (precio orientativo, para mayor información referirse a la página web).

El pago de la Matrícula y la Inscripción pueden efectuarse a través de la web del curso: <http://www.cimne.upc.edu/cdl>

### Diploma de Master

Los participantes que superen las pruebas de evaluación previstas y completen la Tesis de Master, obtendrán el correspondiente Diploma de Master de la Universidad Politécnica de Cataluña.

La información sobre becas puede obtenerse en las embajadas y consulados de España o escribiendo directamente a:

**Agencia Española de Cooperación Internacional**  
Avda. de los Reyes Católicos, 4  
28040 Madrid, España  
Tel. +34-91 583 81 00, Fax +34-91 583 83 10  
[www.aecid.es](http://www.aecid.es)

Es posible, asimismo, obtener ayudas de diversas organizaciones internacionales (ONU, UNESCO, OEA, OCDE, etc.). Estas gestiones deben ser realizadas individualmente por los participantes interesados.

### Centro de Estudios Virtual

Los alumnos del Curso de Master tienen acceso a todos los servicios del Centro de Estudio Virtual.  
(ver página 7).

### Otras actividades

Coincidiendo con el Curso de Master se impartirán a través de la red de Aulas Cimne diversos seminarios y cursos impartidos por reconocidos profesores y empresas sobre temas relacionados con las asignaturas del Master. Se facilitará al máximo la asistencia mediante la compatibilización de horarios y la concesión de ayudas a la matrícula.

### Club de antiguos alumnos

Todos los alumnos matriculados en el Master tienen acceso al **Club de Antiguos Alumnos**, con ventajas como:

- Foros de discusión sobre métodos numéricos y temas relacionados. Acceso por internet a la librería de CIMNE a precios reducidos
- Consultoría
- Descuentos en cursos y congresos organizados por CIMNE
- Bolsa de trabajo

### Club de empresas

Con el Master colaboran un conjunto de empresas interesadas en las aplicaciones de los métodos numéricos en ingeniería. A través del Centro de Estudios Virtual se facilita la interrelación entre los alumnos del Curso y las empresas colaboradoras. Muchas de las Tesis de Master se realizaran sobre temas propuestas por las empresas colaboradoras, bajo supervisión de un técnico de la empresa juntamente con un profesor de curso.



# Documentación

La siguiente documentación se entrega gratuitamente a los participantes en el curso:

a) Un ejemplar de los siguientes libros:

"El método de los elementos finitos" Vols. 1, 2 y 3 de O.C. Zienkiewicz y R.L. Taylor

"Cálculo de estructuras por el método de elementos finitos" de E. Oñate

"Estructuras sometidas a acciones sísmicas" de A. Barbat y J. Miquel Canet

"Geoestadística" de J. Carrera y J. Samper

"Métodos numéricos. Introducción, aplicaciones y programación" de A. Huerta, J. Sarrate y A. Rodríguez-Ferran



GiD ha obtenido los siguientes premios:

-2002 EUROPEAN IST PRIZE WINNER

-Premio Ciudad de Barcelona a la Innovación Tecnológica 2003

[www.gidhome.com](http://www.gidhome.com)

b) Apuntes y Guía Docente de cada asignatura.

c) Programas de ordenador educativos de introducción al análisis matricial de estructuras y al MEF:

-Ed-Tridim: Análisis de estructuras de barras por métodos matriciales

-Ed-Elas2D: Introducción al análisis de estructuras y sólidos bidimensionales por el MEF.

-Ed-Poiss: Introducción al análisis por el MEF de problemas gobernados por la ecuación de Poisson. (transmisión de calor, electromagnetismo, flujo potencial, etc.)

d) Diversos programas de ordenador sobre aplicaciones del método MEF en ingeniería.

-CALSEF: Introducción al análisis de sólidos y estructuras por el MEF.

([www.cimne.upc.edu/calsef/](http://www.cimne.upc.edu/calsef/))

-CALTEP: Análisis de problemas de transmisión de calor por el MEF

([www.cimne.upc.edu/projects/caltep/](http://www.cimne.upc.edu/projects/caltep/))

-EMANT: Análisis de problemas de electromagnetismo por el MEF.

([www.cimne.upc.edu/emant/](http://www.cimne.upc.edu/emant/))

-TDYN: Análisis de problemas de fluidos por el MEF.

(<http://www.compassis.com/en/productos/tdyn/index.html>)

-RAM-SERIES: Programa profesional de análisis estructural por el MEF

(<http://www.compassis.com/productos/ramseries/index.html>)

-GiD: Pre/postprocesador para preparación de datos y visualización de resultados para la solución de cualquier problema científico o tecnológico por métodos numéricos.

([www.gidhome.com](http://www.gidhome.com))

## Inicio y duración

Las clases de la Versión a Distancia se podrán iniciar en dos fechas diferentes: a mediados de Enero y a mediados de Julio. La duración de la Fase Básica será de unos cinco meses. Finalizada ésta, tendrán lugar los exámenes correspondientes.

La Fase de Especialidad se iniciará en Julio del año en curso (para los que inicien el curso en Enero en la modalidad presencial o a distancia) y en Enero del año próximo (para los que inicien el curso en Julio). La duración de cada convocatoria es de unos cinco meses. El alumno cuenta con tres convocatorias para aprobar dicha fase y dispone de 2 años como máximo para superar el curso.

## Recepción de documentación

Tras la inscripción del alumno en el curso y el pago de la matrícula se le remitirá por correo la documentación correspondiente. El tiempo de recepción del material es variable, dependiendo del servicio postal de cada país.

## Tutoría por Internet

Los profesores de las diferentes asignaturas ofrecerán tutoría sobre el contenido de cada asignatura vía Internet. Con este fin se dará a cada alumno acceso al espacio telemático de formación a distancia del curso en donde se realizarán las tutorías, así como otras actividades del curso en forma electrónica. (Ver el apartado sobre el Centro de Estudios Virtual).

## Tutoría a través de la Red de Aulas Cimne

La red de Aulas Cimne seleccionadas en distintos países, prestarán servicios de tutoría presencial a los alumnos del curso.

Dichas tutorías se organizarán en forma de seminarios y/o cursos de apoyo, así como mediante entrevistas personales.

En algunas circunstancias se convalidarán asignaturas cursadas en las Aulas Cimne dentro de otros cursos, por las equivalentes en Curso de Master.

Inicios de la  
Fase Básica:  
Enero y Julio

## Inscripción e información

La solicitud de inscripción debe remitirse a la Secretaría del Curso lo antes posible juntamente con un breve currículum vitae (en el formato especificado en la página web), un documento acreditativo de haber concluido los estudios universitarios, copia del DNI o pasaporte y dos fotos tamaño carné.

La inscripción puede realizarse por correo pero es preferible a través de la web del curso (Centro Virtual) en <http://www.cimne.upc.edu/cdl>

Todos los documentos adicionales que se requieran (ej. fotos) pueden enviarse en forma electrónica por a la Secretaría del curso, e-mail: [info-master@cimne.upc.edu](mailto:info-master@cimne.upc.edu)

Dicha documentación deberá hallarse en poder de la Secretaría del curso 15 días antes del inicio de la Fase Básica. Cualquier información adicional deberá solicitarse en la Secretaría del Curso.

Para más información puede dirigirse a la web del curso <http://www.cimne.upc.edu/cdl>

## Admisión

Los aspirantes serán informados sobre su aceptación al curso en un plazo no superior a quince días después de la recepción de la solicitud. La admisión definitiva queda supeditada a la recepción en la Secretaría del Curso del importe de la matrícula.

## Matrícula

El importe de la matrícula del curso es de **3.400 €** (precio orientativo, para mayor información referirse a la página web). Dicho importe debe hacerse efectivo una vez recibida la confirmación de aceptación al curso. En circunstancias especiales se permite el pago fraccionado de

la matrícula según las condiciones que definirá la Secretaría del Curso (ver hoja de Pago de Matrícula). El pago de la Matrícula y la Inscripción pueden efectuarse a través de la web del curso: <http://www.cimne.upc.edu/cdl>

## Seguimiento a distancia

Cada alumno del curso tendrá asignado un tutor que será responsable del seguimiento de su rendimiento académico, así como de tratar de resolver los problemas que puedan surgir al alumno durante el curso.

Los alumnos se relacionarán con los profesores de cada asignatura por Internet a través del Centro de Estudios Virtual.

Asimismo los alumnos podrán relacionarse entre ellos a través de los espacios de foro y charla existentes en dicho centro virtual. Cada asignatura dispone de una Guía de Estudio que explica la mejor forma de adquirir el contenido de la asignatura por parte del alumno.

La documentación de la asignatura se completa con un texto de apuntes y en muchos casos con un libro, material multimedia, programas de ordenador educativos y otros programas de aplicación del método de los elementos finitos a problemas prácticos de ingeniería.

Los alumnos son responsables de estudiar la documentación recibida, de acuerdo con el plan de trabajo propuesto en la Guía de Estudio de cada asignatura.

Los profesores del curso prestarán apoyo docente a los alumnos por Internet a través del Centro de Estudios Virtual, aclarando las dudas surgidas durante el estudio de las asignaturas.

## Exámenes

En principio están previstas dos fechas de examen al año en los meses de Junio y Noviembre. La fecha concreta de los exámenes se anunciará separadamente. En cada convocatoria de exámenes los alumnos podrán examinarse de las asignaturas básicas o de especialidad que deseen, en función de su situación personal en el conjunto del curso.

Se facilita la realización de los exámenes a través del Centro de Estudios Virtual.

La no aprobación de la asignatura en el examen, implica su repetición en una convocatoria posterior. Se permite un máximo de tres convocatorias de exámenes para aprobar una asignatura, con un máximo de dos 2 años para finalizar el Master.

Se recuerda que para iniciar oficialmente la Fase de Especialidad del curso deben haberse aprobado todas las asignaturas de la Fase Básica. Asimismo, es requisito indispensable superar 8 asignaturas de especialidad (incluyendo la Tesis de Master) para optar al correspondiente Diploma de Master por la UPC.



Curso de Master:

### Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería



Información  
Secretaría  
Aulas  
Cafetería  
Biblioteca  
Demo

# Red Aulas Cimne

País	Aula Cimne	Dirección	Responsable	e-mail
España	Ferrol-CIMNE	La Coruña	Alfonso García	fluidos@cdf.udc.es
España	EUETIB-CIMNE	Campus Norte-Upc-Gran Capitán s/n 08034 Barcelona	Gabriel Bugada	bugeda@cimne.upc.edu
España	UVA-CIMNE	Universidad de Valladolid Pº del Cauce, s/n, 47011 Valladolid	Antonio Foces	foces@eis.uva.es
España	FNB-CIMNE	COMPASS Ingeniería y Sistemas, C/ Tuset , 8, 7º 2ª 08006 Barcelona	Julio García	julio@compassis.com
España	UL-CIMNE	Universidad de Lleida Víctor Siurana, 1 25003 Lleida	Manuel Ibañez	m.ibañez@macs.udl.cat
España	ETSEIAT-CIMNE	UPC C/. Dr. Ulles, 2, 3er. 08224 Terrassa	Roberto Flores	rflores@cimne.upc.edu
Argentina	INA-CIMNE CIMNE	Fac. de Ingeniería Ins. UniversitarioAeronáutico Av. Fuerza Aeria 6500 5022 Córdoba	Carlos Sacco	csacco@iua.edu.ar
Argentina	FICH-CIMNE	Univ.Nacional del Litoral Grupo de Tecnología Mecánica del INTEC Quemes 3450- 3000 Santa Fe	Sergio Idelsohn	sergio@cimne.upc.edu
Argentina	UNT-CIMNE	Univ. Nacional deTucumán Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología Avda. Roca 1800 4000 Tucumán	Guillermo Etse	getse@herrera.unt.edu.ar
Argentina	UNSA-CIMNE	Univ. Nacional de Salta Facultad de Ingeniería Avda. Bolivia 5150 4400 - SALTA	Liz Nallim	lnallim@unsa.edu.ar
México	UGTO-CIMNE	UNIDAD BELEN. Univ. De Guanajuato Avendia Juarez 77 Guanajuato Cto 36000	Gerardo Valdez	valdes@quijote.ugto.mx
México	CIMAT-CIMNE	Centro de Investigación en Matemáticas Callejón de Xalisco, s/n Mineral de Valenciana 36240 Guanajuato	Salvador Botello	botello@cimat.mx
México	ITESM-CIMNE	Ave. Eugenio Garza Sada 2501 Sur Colonia Tecnológico N.L. 64894 Monterrey	Sergio Gallegos	sergio.gallegos@itesm.mx
Colombia	UNC-CIMNE	Univ. Nacional de Colombia Dpto. Ingeniería Civil Carrera 27 64-60- Manizales	Jorge Hurtado	jhurtado14@epm.net.co
Colombia	UNIANDES-CIMNE	Universidad de los Andes Facultad de Ciencias Dpto. de Matemáticas Cra. 1a. No. 18A-70 Univ. Nacional de Colombia Dpto. Ingeniería Civil Bogotá	Rene Meziat	rmeziat@uniandes.edu.co



## Red Aulas Cimne

País	Aula Cimne	Dirección	Responsable	e-mail
Brasil	FEMEC-CIMNE	Univ. Federal de Uberlândia Fac. de Engenharia Mecânica Av. Joao Naves de Ávila, 2121-Campus Santa Mônica Bloco 1M 38400-089 Uberlândia Minas Gerais	Sonia Oliveira	sgoulart@mecanica.ufu.br
Venezuela	INABIOX-CIMNE	Univ. Central de Venezuela Inst. de Materiales y Modelos Estructurales Fac. de Ingeniería Apartado 50361 1050 Caracas	Miguel Cerrolaza	mcerrola123@cantv.net
Chile	UTFSM-CIMNE	Dpto. de Mecánica Univ. Técnica Federico Santa María Avda. España 1680 Casilla 110-V Valparaiso	Franco Perazzo	franco.perazzo@usm.cl
Peru	PUCP-CIMNE	Univ. Católica de Peru Av. Universitaria cdra. 18 San Miguel-Lima	Quino Valverde	qvalver@pucp.edu.pe
Cuba	UCLV-CIMNE	Centro de Métodos Computacionales y Numéricos en Ingeniería Univ. Central "Marta Abreu" de Las Villas Santa Clara	Carlos Recarey	recarey@uclv.edu.cu
Irán	UT-CIMNE	University of Tehran (UT) Tehran- P. O. Box 11365-4563 Tehran	Reza Attarnejad	reatar@yahoo.com
Irán	IUT-CIMNE	Isfahan University of Technology Dept. of Civil Engineering 84156-83111 Isfahan	Bijan Boroomand	boroomand_b@yahoo.co.uk



## Centro de estudios virtual

El Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería (CIMNE) ha desarrollado un espacio telemático que reproduce de forma virtual la mayor parte de las situaciones que se producen en un campus universitario.

El Centro de Estudios Virtual (en adelante denominado Centro Virtual) del curso de Master permite la relación a distancia entre los alumnos y los profesores del curso a través de Internet. Dicho Centro Virtual es útil en los momentos iniciales del curso para recabar información sobre el alumno y completar los trámites de matrícula. Asimismo a través del Centro Virtual se realizarán las tutorías del curso, se sigue el rendimiento académico de los alumnos y se llevan a cabo ejemplos y ejercicios.

A través del Centro Virtual los alumnos podrán tener la última información disponible en todas las asignaturas y cualquier otro tema relativo al Curso de Master, de tipo académico o administrativo (matriculación, consultas, etc...). Desde el Centro Virtual cada alumno sólo tendrá acceso a las asignaturas que esté cursando. Dentro de los espacios correspondientes a cada asignatura podrá acceder a foros de debate, remitir consultas a los tutores y profesores de la asignatura, realizar los ejercicios propuestos periódicamente, consultar el calendario de actividades, acceder a material del curso, revisar su historial académico, etc. Regularmente se programarán charlas interactivas en la red para tratar algún tema concreto de alguna asignatura a través del Espacio de Debate del Centro Virtual. Asimismo, también a través del Centro Virtual se puede acceder a otros espacios como el Punto de Encuentro donde los alumnos pueden relacionarse, conocer a otros alumnos y ex-alumnos, tratar temas extra académicos, consultar publicaciones, etc.

Desde el Centro Virtual se puede también acceder al centro de Empresas con el fin de conocer sus áreas de interés en el campo de los métodos numéricos, posibles temas de Tesis, posibilidades y ofertas de empleo, etc.



La Web del Centro Virtual esta en funcionamiento permanente las 24 horas del día. Dicha Web es el cauce que centraliza todas las relaciones entre los alumnos, profesores y gestores del curso. La Web permite que todas las personas relacionadas con el curso realicen sus tareas a través de sus respectivas áreas.

Los profesores y el personal de gestión del curso acceden a áreas de acceso restringido en el Centro Virtual, de acuerdo con el perfil de cada usuario.

La matrícula al Curso de Master da acceso al Centro Virtual en calidad de alumno.



Los interesados pueden visitar la Web del Curso de Master y el Centro Virtual en la dirección siguiente: <http://www.cimne.upc.edu/cdl>

# Master

## Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería

### Asignaturas

#### Fase Básica

Asignaturas de la Fase Básica					Total créditos: 24
Teoría General del Método de los Elementos Finitos	Técnicas de Cálculo Numérico	Leyes de Comportamiento de Materiales	Introducción a la Mecánica de Medios Continuos	Técnicas de Pre y Postproceso Gráfico	Programación y Cálculo Matricial
4.5 créditos	4.5 créditos	3.0 créditos	4.5 créditos	3.0 créditos	4.0 créditos

Nota: Para pasar oficialmente a la fase de especialidad se deberán aprobar todas las asignaturas de la Fase Básica.

#### Fase de Especialidad

Asignaturas de la Fase de Especialidad					Total créditos: 39,5
Análisis de Estructuras	Problemas Geotécnicos	Mecánica de Fluidos	Problemas de Dinámica/Ing. Sísmica	Transmisión de Calor	Métodos Numéricos Avanzados
3.5 créditos	2.5 créditos	3.0 créditos	4.0 créditos	2.5 créditos	3.0 créditos
Hidrología Subterránea	Mecánica de Fractura	Técnicas de Optimización en Ingeniería	Introducción al Cálculo Paralelo	Ingeniería Marítima	Electro-magnetismo
2.5 créditos	2.5 créditos	2.5 créditos	2.5 créditos	2.5 créditos	2.5 créditos
					<b>Tesis de Master</b> Asignatura obligatoria <b>6 créditos</b>

Nota: Los alumnos deberán seleccionar y aprobar 8 asignaturas incluyendo la Tesis de Master.

# Contenido de las asignaturas



## Asignaturas básicas

### Introducción al Método de los Elementos Finitos

Sistemas discretos y sistemas continuos. Introducción al método de los elementos finitos. Planteamiento de la solución de una ecuación diferencial por el Método de los Elementos Finitos. Residuos ponderados. Ejemplos. Métodos variacionales. Otros procedimientos. Funciones de forma. Elementos isoparamétricos e integración numérica. Aplicación de los elementos finitos a la solución de la ecuación de Poisson. Introducción al programa Ed-Poiss. Aplicación del método de los elementos finitos a problemas de estructuras. Problemas dependientes del tiempo. Introducción a la programación del método de los elementos finitos.

### Programación y Cálculo Matricial

Posibilidades de las estaciones de trabajo los PC's para estudio numérico de problemas de ingeniería. Optimización del uso de la unidad central. Optimización de uso de periféricos. Introducción al esquema de análisis numérico de problemas de ingeniería por ordenador. Integración práctica de las diversas fases de cálculo (preproceso, cálculo y postproceso). Problemas y soluciones. Posibilidades de utilización de ordenadores a través de Internet. Recomendaciones para la utilización del software entregado en el cursos.

### Técnicas de Cálculo Numérico

Introducción. Concepto y tratamiento de errores. Bases de cálculo matricial. Sistemas de ecuaciones. Aproximación e interpolación. Integración y derivación numérica.

### Leyes de Comportamiento de Materiales

Introducción. Elasticidad lineal y no lineal. Fluidos viscosos. Viscoelasticidad lineal. Plasticidad y Viscoplasticidad. Modelos de degradación distribuida. Modelos micro estructurales.

### Introducción a la Mecánica de Medios Continuos

Preliminares de álgebra vectorial y tensorial. Descripción del movimiento. Movimientos y deformaciones. Tensiones. Ecuaciones de conservación. Transmisión del calor. Ecuaciones de la mecánica de sólidos elásticos y de la dinámica de fluidos.

### Técnicas de Pre y Postproceso Gráfico

Nociones de CAD. Curvas y superficies utilizadas en CAD. Técnicas de generación de mallas. Análisis del error en los resultados. Estimadores de error y adaptabilidad de mallas. Visualización y postproceso de resultados. Aplicaciones.







## Asignaturas de especialidad

### Análisis de Estructuras

Análisis de estructuras que pueden estudiarse con las hipótesis de la teoría de la elasticidad clásica: Estructuras planas. Estructuras tridimensionales. Sólidos de revolución. Análisis de placas y estructuras formadas por ensamblaje de placas. Estructuras laminares. Ejemplos. Introducción a los programas Ed-Elas2D, CALSEF y RAM SERIES.

### Problemas Geotécnicos

Introducción al comportamiento de los materiales geotécnicos. Tensiones efectivas. Tensiones iniciales. Excavaciones y construcción por fases. Problemas en la simulación de rotura. Ecuaciones constitutivas para materiales geotécnicos y su formulación en programas de elementos finitos. Modelos elásticos y elastoplásticos. Aplicaciones en el campo de la mecánica de rocas. Macizos homogéneos y diaclasados. Problemas de flujo de agua en medios porosos. Problemas de consolidación. Formulación básica y acoplada. Ejemplos de aplicación a problemas reales.

### Problemas de Dinámica Estructural / Ingeniería Sísmica

Revisión de los conceptos clásicos de cálculo dinámico. El método de elementos finitos aplicado al análisis dinámico. Resolución modal. Resolución paso a paso. Problemas de interacción: Análisis por subestructuras. Definición de la acción sísmica. Respuesta al viento de estructuras. Análisis de estructuras Offshore. Centrales nucleares.

### Transmisión del Calor

Transmisión de calor por conducción. Solución estacionaria por el método de elementos finitos. Solución transitoria. Problemas de convección - conducción de calor. Tratamiento del problema no lineal. Otros problemas análogos: flujo en medio poroso; electromagnetismo; torsión, etc. Problemas de termo-elasticidad en estructuras. Flujo de fluidos acoplado con temperatura. Problemas de cambio de fase. Aplicaciones en el estudio de la solidificación. Aplicaciones de los programas Ed-Poiss y CALTEP.

### Hidrología Subterránea

Ecuaciones de flujo y transporte. Aspectos numéricos especiales de la ecuación de flujo. Aspectos numéricos especiales de la ecuación de transporte. Estimación de parámetros. Problema inverso. Efectos de la variabilidad espacial de los parámetros. Ejemplos.

### Métodos Numéricos Avanzados

Sistemas de ecuaciones lineales y no lineales. Introducción. Métodos iterativos para sistemas de ecuaciones lineales. Solución de sistemas no lineales. Aplicaciones. Aspectos computacionales.

### Mecánica de Fractura

Conceptos básicos. Principios de la mecánica de fractura clásicos. Tratamiento de la fractura mediante la mecánica de medios continuos. Comportamiento del hormigón y otros geomateriales. Modelos constitutivos para simular el comportamiento de geomateriales y metales. Aplicaciones en cálculo de estructuras.

### Mecánica de Fluidos

Modelado numérico del fluido. Caso general. Leyes de conservación y ecuaciones constitutivas. Ecuaciones de convección y difusión. Flujo potencial. Ecuaciones de Euler para flujos no viscosos. Flujos viscosos. Solución numérica de las ecuaciones de Navier-Stokes mediante el MEF. Aplicaciones del programa de elementos finitos TDYN.





### Ingeniería Marítima

Introducción, leyes de conservación. Ecuaciones de aguas poco profundas. Ecuaciones de Reynolds con presión hidrostática. Problemas estacionarios y transitorios. Aplicaciones prácticas.

### Técnicas de Optimización de Ingeniería

Introducción. Parametrización. Función objetivo y restricciones. Métodos de optimización. Aplicaciones en ingeniería estructural y mecánica.

### Introducción al Cálculo Paralelo

Modelos de paralelización. Memoria compartida vs. paso de mensajes. SMDD vs. MPMD. Librerías de paso de mensajes (PVM y MPI). Descomposición en dominios: aspectos relacionados con el enfoque numérico y con el paralelismo. Métodos de Schwarz y Schur. Estructuras de datos. Patrones de comunicaciones. Organización de las comunicaciones. Implementación sobre las librerías PVM y MPI. Métodos de partición de malla. Comunicaciones no predecibles en tiempo de compilación. Simulaciones y mecanismos de sincronización.

### Electromagnetismo

Clasificación de los problemas electromagnéticos. Electroestática y conductividad: resolución de la ecuación de Poisson. Magnetostática: potencial escalar y potencial vector.

Materiales magnéticos: permeabilidad no lineal e imanes permanentes. Extensión de problemas no lineales: los superconductores. Extracción de parámetros circuitales: resistencias, inductancias y capacidades. Aplicaciones industriales: motores, transformadores, sensores. Aplicaciones del programa EMANT.

[www.cimne.upc.edu/emant](http://www.cimne.upc.edu/emant)

### Tesis de Master

Cada alumno deberá realizar un trabajo práctico relacionado con una de las asignaturas de especialidad bajo la dirección de un profesor de la UPC.

### Profesorado

Carlos AGELET de SARACIBAR - Dr. Ingeniero de Caminos  
Alex BARBAT - Dr. Ingeniero de Caminos  
Gabriel BUGEDA - Dr. Ingeniero de Caminos  
Jesús CARRERA - Dr. Ingeniero de Caminos, Ph. D.  
Jose Mª CELA - Dr. Ingeniero de Telecomunicación  
Miguel CERVERA - Dr. Ingeniero de Caminos, Ph. D.  
Daniel di CAPUA - Ingeniero Civil  
Pedro DIEZ - Dr. Ingeniero de Caminos  
Manuel ESPINO - Dr. Ingeniero de Caminos  
Julio GARCÍA - Dr. Ingeniero Naval  
Antonio GENS - Dr. Ingeniero de Caminos, M. Sc, Ph. D.  
M. Dolores G. PULIDO - Dra. Ingeniero de Caminos, M. Sc.  
Antonio HUERTA - Dr. Ingeniero de Caminos, Ph. D.  
Sergio IDELSOHN - Dr. Ingeniero Mecánico, Ph. D.  
Alberto LEDESMA - Dr. Ingeniero de Caminos  
Agustín MEDINA - Dr. en Matemáticas  
Juan MIQUEL - Dr. Ingeniero de Caminos  
Javier MORA - Dr. Ingeniero de Telecomunicaciones  
Sebastián OLIVELLA - Dr. Ingeniero de Caminos  
Javier OLIVER - Dr. Ingeniero de Caminos  
Sergio H. OLLER - Dr. Ingeniero de Caminos  
Eugenio OÑATE - Dr. Ingeniero de Caminos, M. Sc, Ph. D.  
Beatriz OTERO - Dr. Ingeniero de Telecomunicación  
Pere PRAT - Dr. Ingeniero de Caminos, Ph. D.  
Ramón RIBO - Dr. Ingeniero de Caminos  
Antonio RODRIGUEZ-FERRAN - Dr. Ingeniero de Caminos  
Agustín SANCHEZ-ARCILLA - Dr. Ingeniero de Caminos  
Josep SARRATE - Dr. en Ciencias  
Benjamín SUAREZ - Dr. Ingeniero de Caminos  
Mateo VALERO - Dr. Ingeniero de Telecomunicación  
Francisco ZARATE - Dr. Ingeniero de Caminos

### Centro Virtual

José Luis OÑATE - Ingeniero Industrial  
Gilbert PEFFER - Ingeniero Aeroespacial  
Alejandro CABEZUELO - Ingeniero Informático  
Jordi JIMENEZ - Ingeniero Informático  
Javier PIAZZESE - Ingeniero Civil

## Solicitud de Inscripción

Nombre

Organización

Dirección

Ciudad

Código Postal

País

Teléfono

Fax

E mail

☒ Deseo inscribirme en el Master “Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería”

Versión a Distancia, (año) \_\_\_\_

☐ Inicio de clases Enero / (año) \_\_\_\_

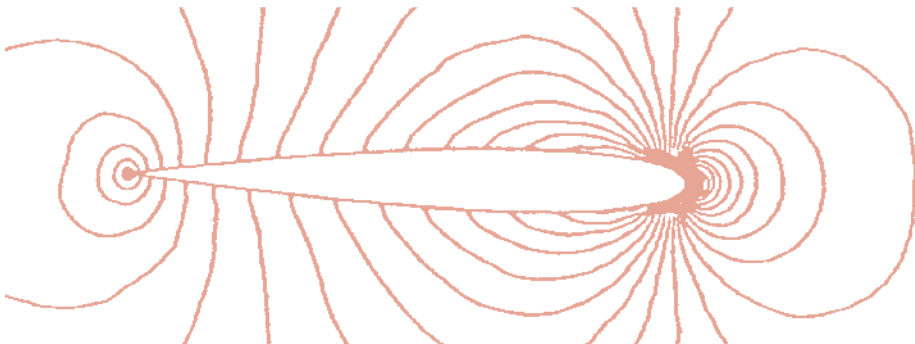
☐ Inicio de clases Julio / (año) \_\_\_\_

Adjuntar con la Solicitud de Inscripción o por correo:

- Curriculum Vitae (según modelo definido en la página web del curso)
- Documento acreditativo de haber concluido los estudios universitarios
- Copia del DNI o pasaporte
- 2 fotografías (tamaño carnet 4,5 x 3,5 cm)

**Importante:** La inscripción del curso puede también realizarse a través de Internet.

Para más detalles visite la página web del curso: <http://www.cimne.upc.edu/cdl>



## Pago Matrícula

Nombre

Organización

Dirección

Ciudad

Código Postal

País

Teléfono

Fax

E mail

NIF

Deseo abonar la matrícula correspondiente al Master “Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería”.

Importe matrícula: **3400 €\***

☐ Versión a Distancia

☐ Inicio de clases Enero / (año) \_\_\_\_

☐ Inicio de clases Julio / (año) \_\_\_\_

### Pago fraccionado:

En circunstancias especiales se admite el pago fraccionado. Actualmente existen dos planes de financiación:  
Plan A: Un primer pago de 1.820 Euros a la firma del Plan de Financiación y un segundo pago de 1.820 Euros a los cuatro meses de inicio del curso. Plan B: Un primer pago de 1.000 Euros y 6 pagos mensuales consecutivos de 465 Euros. Para más información dirigirse a la Secretaría del Curso (e-mail: [info-master@cimne.upc.edu](mailto:info-master@cimne.upc.edu), Tel: + 34-93 401.60.39; Fax: +34-93.401.65.17)

### Forma de pago:

☐ Internet a través de la Secretaría del Centro Virtual ([www.cimne.upc.edu/cdl](http://www.cimne.upc.edu/cdl)).

☐ Talón a nombre de CIMNE

☐ Transferencia bancaria a nombre de CIMNE: Deutsche Bank, Pº Manuel Girona nº10, 08034 Barcelona, España, c.c.: 00190029164010069543

☐ VISA

☐ MASTER CARD

☐ AMERICAN EXPRESS

Número

Fecha de caducidad

Nombre del titular

Firma

**Importante:** El pago de la matrícula debe efectuarse después de recibir la confirmación de aceptación al curso por parte de la Secretaría del Curso.

\*Información válida hasta junio de 2009.



#### Entidades Colaboradoras:

El Curso de Master forma parte de los cursos de postgrado de la Universidad Politécnica de Cataluña gestionados con la Fundación Politécnica de Catalunya (<http://www.fpc.upc.edu>)

#### Entidades Colaboradoras:

- Agencia Española de Cooperación Internacional.
- Cátedra UNESCO de Métodos Numéricos en Ingeniería.
- Centro de Cálculo y Comunicaciones de Cataluña.
- CIRIT, Generalitat de Catalunya
- Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería (CIMNE).
- Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (UPC).
- Ministerio de Ciencia y Tecnología, España
- Ministerio de Educación y Cultura, España
- Sociedad de Técnicos de Automoción.

Curso integrado en la Universidad Iberoamericana de Postgrado de la Oficina de Educación Iberoamericana (OEI)

#### Secretaría del curso:

Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería (CIMNE)  
Edificio C1, Campus Norte UPC  
Gran Capitán s/n  
08034 Barcelona, España  
Tel. +34-93 401 60 39 / 93 205 70 16  
Fax +34-93 401 65 17  
e-mail: [info-master@cimne.upc.edu](mailto:info-master@cimne.upc.edu)  
web: <http://www.cimne.upc.edu>

#### Centro de Estudios Virtual:

<http://www.cimne.upc.edu/cdl>





**Fundació UPC**



Secretaría del Master en Métodos Numéricos  
para Cálculo y Diseño en Ingeniería

**Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería (CIMNE)**

**Edificio C1, Campus Norte UPC**

**Gran Capitán s/n**

**08034 Barcelona, España**

**Tel. +34-93 401 60 39**

**Fax +34-93 401 65 17**

**e-mail: [info-master@cimne.upc.edu](mailto:info-master@cimne.upc.edu)**

**<http://www.cimne.upc.edu>**

Centro de Estudios Virtual:

**<http://www.cimne.upc.edu/cdl>**