

**PROGRAMA OFICIAL DE POSTGRAU**  
**ENGINYERIA CIVIL**

Acord núm. 244/2005 del Consell de Govern de la Universitat Politècnica de Catalunya de 2 de novembre de 2005.

- Ratificat per la Comissió Permanent del Consell de Govern de la Universitat Politècnica de Catalunya de 14 de novembre de 2005.

## ÍNDEX DE CONTINGUT

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Índex del Formulari de propostes de Programes Oficials de Postgrau de la UPC al DURSi .....</b> | <b>3</b>  |
| <b>I. DESCRIPCIÓ DEL PROGRAMA OFICIAL DE POSTGRAU .....</b>  | <b>4</b>  |
| <b>II. DESCRIPCIÓ DELS ESTUDIS/TÍTOLS .....</b>  | <b>18</b> |
| <b>Màster 1: Màster en Enginyeria Estructural i Construcció .....</b>                              | <b>18</b> |
| <b>Màster 2: Màster en Enginyeria del Terreny i Enginyeria Sísmica ...</b>                         | <b>35</b> |
| <b>Màster 3: Màster en Mètodes Numèrics en Enginyeria .....</b>                                    | <b>49</b> |
| <b>Màster 4: Màster en Recursos Hídrics .....</b>  | <b>70</b> |
| <b>Màster 5: Màster en Enginyeria Civil .....</b>  | <b>87</b> |

# Formulari propostes de Programes Oficials de Postgrau de la UPC al DURSI

## Índex

### I. DESCRIPCIÓ DEL PROGRAMA OFICIAL DE POSTGRAU

#### A. CARACTERÍSTIQUES GENERALS

1. Denominació del Programa
2. Universitats participants i universitat coordinadora
3. Òrgan Responsable del Programa
4. Unitats participants (departaments, instituts, centres, ...)
5. Estructura: Estudis (títols) proposats que integren el programa

#### B. JUSTIFICACIÓ DEL PROGRAMA

1. Justificació i objectius generals del Programa
2. Referent de l'estructura curricular del Programa

#### C. SISTEMA D'ASSEGURAMENT DE LA QUALITAT

1. Mecanismes de coordinació del desenvolupament, gestió i supervisió del programa
2. Sistemes de suport a l'aprenentatge autònom de l'estudiant
  - a) Tutoria
  - b) Infraestructura en TIC i altres recursos
3. Sistema d'informació/comunicació pública del programa
4. Mecanismes d'assignació, formació i avaluació del professorat

### II. DESCRIPCIÓ DELS ESTUDIS/TÍTOLS

#### A. ASPECTES DE CARÀCTER GENERAL I ORGANITZATIU

1. Denominació de l'Estudi / Títol
2. Organització general
3. Admissió

#### B. JUSTIFICACIÓ DE CADA ESTUDI

1. Referent acadèmic extern (Els títols oferts en el context internacional)
2. Referent acadèmic intern (Els títols oferts en la tradició acadèmico-investigadora i professional, i potencialitat de les unitats participants)
3. Referent de demanda (necessitats de la societat)
4. Referent de les fonts potencials d'alumnes

#### C. ASPECTES ACADÈMICS

1. Objectius de formació de l'Estudi: Perfil de competències
2. Estructura curricular
3. Perfil del professorat responsable
4. Previsió de mesures per a la mobilitat dels estudiants
5. Previsió de possible col·laboració de professionals o investigadors que no tinguin la condició de professors universitaris..

#### D. ANNEX 1: RECURSOS DOCENTS

## I. DESCRIPCIÓ DEL PROGRAMA OFICIAL DE POSTGRAU

### A. CARACTERÍSTIQUES GENERALS

#### 1. Denominació del Programa

**ENGINYERIA CIVIL**

#### 2. Universitats participants i universitat coordinadora

Universitat Politècnica de Catalunya

#### 3. Òrgan Responsable del Programa

L'òrgan responsable del Programa està constituït per totes les persones responsables de màsters i línies de recerca del Programa. Entre elles han d'acordar qui exercirà la presidència i la secretaria de l'òrgan.

Atesa la grandària genèrica dels programes de postgrau que es contempen a la UPC, sembla lògic que l'òrgan responsable del programa delegui alguna de les atribucions que li confereix el RD en les persones responsables (i comissions que l'assisteixen, si és el cas) dels diversos màsters i línies de recerca de doctorat.

L'òrgan responsable del Programa mantindria les següents competències:

- proposta del nombre de crèdits de les assignatures i activitats formatives dels màsters<sup>1</sup>, a proposta de les unitats promotores i atenent a les possibles sinèrgies amb altres assignatures del programa, o d'altres estudis de la UPC
- seguiment de l'entrada i els resultats acadèmics dels estudiants dels diversos màsters i del doctorat del programa, per elevar-ho a les Comissions d'estudis de postgrau i de doctorat de la UPC
- supervisió dels mecanismes de seguiment i millora que hagin establert cada un dels estudis integrats en el programa
- informació i comunicació pública del programa

*Per més detalls, podeu mirar l'apartat C 1 d'aquesta memòria.*

#### 4. Unitats participants (departaments, instituts, centres, ...)

ETS d'Enginyers de Camins, Canals i Ports de Barcelona – UPC  
Dep. Enginyeria de la Construcció – UPC  
Dep. Enginyeria Hidràulica, Marítima i Ambiental – UPC  
Dep. Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica – UPC  
Dep. Resistència de Materials i Estructures a l'Enginyeria – UPC  
Dep. Matemàtica Aplicada III – UPC  
Dep. Infraestructura del Transport i del Territori – UPC  
Dep. Física Aplicada – UPC  
Dep. Enginyeria Elèctrica – UPC  
Dep. Mecànica de Fluids – UPC

<sup>1</sup> Aquesta competència no es podrà exercir pels màsters que s'hagin d'impartir ja el curs 2006/07, perquè la tasca és prèvia a la constitució de l'òrgan. En aquest cas, la proposta la faran les unitats promotores del màster

## 5. Estructura: Estudis (títols) proposats que integren el programa

### Programació específica 2006-07:

Denominació: **Màster en Enginyeria Estructural i Construcció**

Orientació: Acadèmica

Universitats participants i universitat coordinadora:

- Universitat Politècnica de Catalunya

Unitats participants:

- Dep. Enginyeria de la Construcció
- Dep. Resistència de Materials i Estructures a l'Enginyeria
- ETS d'Enginyers de Camins, Canals i Ports de Barcelona
- Centre de Innovació en Tecnologia d'Estructures i Construcció

Nombre de crèdits que ha de superar per obtenir el títol: 90 ECTS

Periodicitat de l'oferta: Anual

Nombre de places a oferir: 15 a cadascuns dels tres itineraris

Preus: Pendants d'incloure en el Decret de preus públics per serveis acadèmics universitaris (DURSI) que es publica anualment al DOGC.

Denominació: **Màster en Enginyeria del Terreny i Enginyeria Sísmica**

Orientació: Acadèmica

Universitats participants i universitat coordinadora:

- Universitat Politècnica de Catalunya

Unitats participants:

- Dep. Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica
- ETS d'Enginyeria de Camins, Canals i Ports de Barcelona
- Dep. Resistència de Materials i Estructures a l'Enginyeria
- Dep. Matemàtica Aplicada III
- Dep. Enginyeria de la Construcció
- Centre Internacional de Mètodes Numèrics a l'Enginyeria

Nombre de crèdits que ha de superar per obtenir el títol: 120

Periodicitat de l'oferta: Anual

Nombre de places a oferir: 40

Preus: Pendants d'incloure en el Decret de preus públics per serveis acadèmics universitaris (DURSI) que es publica anualment al DOGC.

Denominació: **Màster en Mètodes Numèrics a l'Enginyeria**

Orientació: Acadèmica

Universitats participants i universitat coordinadora:

- Universitat Politècnica de Catalunya

Unitats participants:

- Dep. Resistència de Materials i Estructures a l'Enginyeria
- Dep. Matemàtica Aplicada III
- ETS d'Enginyeria de Camins, Canals i Ports de Barcelona
- Centre Internacional de Mètodes Numèrics a l'Enginyeria

Nombre de crèdits que ha de superar per obtenir el títol: 90

Periodicitat de l'oferta: Anual

Nombre de places a oferir: 40

Preus: Pendants d'incloure en el Decret de preus públics per serveis acadèmics universitaris (DURSI) que es publica anualment al DOGC.

Denominació: **Màster en Recursos Hídrics (Erasmus Mundus EuroAquae: Hydroinformatics and Water Management)**

Orientació: Acadèmica

Universitats participants i universitat coordinadora:

- Universitat Politècnica de Catalunya
- Universitat de Nice Sofia-Antipolis
- Universitat de Newcastle-upon-Tyne
- Universitat de Brandenburg-Cottbus
- Universitat de Budapest

Unitats participants:

- Dep. Enginyeria Hidràulica, Marítima i Ambiental
- Dep. Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica
- Dep. Resistència de Materials i Estructures a l'Enginyeria
- ETS d'Enginyers de Camins, Canals i Ports de Barcelona
- Dep. Matemàtica Aplicada III
- Dep. Mecànica de Fluids

Nombre de crèdits que ha de superar per obtenir el títol: 120 ECTS

Periodicitat de l'oferta: Anual

Nombre de places a oferir: 20 en una primera fase que podrien augmentar a 30, a mesura que es vagi implantant el màster i, a banda, de les 30 places d'accés que, des de l'inici, té el programa Erasmus Mundus.

Preus: Pendants d'incloure en el Decret de preus públics per serveis acadèmics universitaris (DURSI) que es publica anualment al DOGC.

**Previsions globals amb horitzó 2010:**Denominació: **Màster en Enginyeria Civil**

Orientació: Acadèmica

Universitats participants i universitat coordinadora:

- Universitat Politècnica de Catalunya

Unitats participants:

- ETS d'Enginyers de Camins, Canals i Ports de Barcelona
- Dep. Enginyeria de la Construcció
- Dep. Enginyeria Hidràulica, Marítima i Ambiental
- Dep. Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica
- Dep. Resistència de Materials i Estructures a l'Enginyeria
- Dep. Matemàtica Aplicada III
- Dep. Infraestructura del Transport i del Territori
- Dep. Física Aplicada
- Dep. Enginyeria Elèctrica

Nombre de crèdits que ha de superar per obtenir el títol: 120 ECTS

Periodicitat de l'oferta: Anual

Nombre de places a oferir: 25

Preus: Pendants d'incloure en el Decret de preus públics per serveis acadèmics universitaris (DURSI) que es publica anualment al DOGC.

**Quan es concreti l'existència d'un màster amb directrius pròpies i competències professionals en l'àmbit de l'Enginyeria de Camins, la UPC presentarà una proposta per impartir-lo, dins d'aquest programa. Igualment, quan es confirmi el catàleg de titulacions de grau, és possible que la UPC presenti propostes per impartir, en aquest programa, un màster en Enginyeria Geològica i un màster en Geodèsia i Cartogràfica.**

**B. JUSTIFICACIÓ DEL PROGRAMA****1. Justificació i objectius generals del Programa**

A la UPC, l'àmbit d'Enginyeria Civil ha estat molt actiu en recerca tradicionalment. Malgrat aquesta tradició, l'oferta en especialització ha estat limitada a uns pocs programes de post-grau o màster. La titulació d'Enginyer de Camins, Canals i Ports ha disposat d'especialitats, i en principi, l'actual ECCP ja es gradua amb un cert grau d'especialització. Per altra banda, els cursos especialitzats de doctorat queden actualment restringits a estudiants que fan el doctorat, molts d'ells estrangers. Les propostes de Màsters de recerca (amb una certa component professional) amplien les possibilitats d'especialització, tant per graduats com per postgraduats que ja disposin d'un altre màster.

En universitats europees hi ha un gran nombre de màsters que s'imparteixen en aquest àmbit. Es poden trobar a: Universitat de Gales en Swansea, Universitat de Stuttgart, Universitat de Munich, Ecole de Ponts et Chaussés, Politécnico de Milano i

la Universitat de Padua, Universitat d'Stuttgart, Imperial College, Universitats de Berkeley, Stanford, MIT, TU de Delf, entre altres.

La demanda potencial dels programes de Màster dins aquest programa de postgrau està recolzada, per una banda, per la demanda actual dels programes de doctorat (que s'amortitzen a les propostes de màsters) i, per altra banda, per la demanda potencial d'estudiants del futur grau en Enginyeria Civil. Una dada molt significativa és que l'actual demanda de 2on cicle (alumnes d'ETOP que volen fer segon cicle d'ECCP) supera l'oferta, de forma que fins i tot, hi ha estudiants que van a estudiar el segon cicle a València, Santander o Madrid en no tenir plaça a la nostra escola. És a dir, que alumnes UPC no es poden especialitzar a la nostra Universitat.

Pel que fa a la innovació, encara que la enginyeria civil és una àrea clàssica, cal dir que els especialistes en aspectes d'Enginyeria Civil són necessaris, la qual cosa queda ben palesa en les problemàtiques específiques que apareixen contínuament relacionades amb l'obra pública i les infraestructures. Els graduats de l'ETSECCPB s'incorporen molt bé al mercat de treball i gaudeixen de bon reconeixement social. Disposar d'un cert grau d'especialització pot ajudar a un millor encaix en les necessitats actuals.

L'ETSECCP disposa de laboratoris pràcticament en cadascun dels departaments que es troben en el seu entorn. Aquests laboratoris i els departaments en que es troben són altament actius en recerca i transferència de tecnologia. Els programes de Materials, Energia, Transports, Aigua, Medi ambient i Sostenibilitat, Construcció, entre altres, donen cabuda a projectes de recerca dels diferents grups de l'ETSECCPB.

## 2. Referent de l'estructura curricular del Programa

El Programa Oficial de Postgrau s'estructura a través dels diversos màsters i línies de recerca de doctorat que el configuren, si bé pel curs 2006-07 només es proposa la posada en marxa d'alguns dels màsters.

La UPC ha optat per l'assignatura com unitat bàsica de configuració de l'estructura curricular d'una titulació de màster. Pensem que aquesta és l'opció més flexible i adequada a les particularitats i tradicions de la nostra universitat.

En la taula següent figura el llistat d'assignatures que es comparteixen entre màsters d'aquest POP i també amb màsters d'altres programes. No ha de sorprendre que hi hagi sinergies entre màsters de POPs diferents: hi ha màsters d'altres POPs que tenen un caràcter transversal i multidisciplinar molt marcat. Per tant, forçosament han de compartir matèries.



| Denominació assignatura  | Màster POP   | Altres màsters                  |
|--|--|---------------------------------|
| Tècniques de preprocesament i postprocessament pel mètode dels elements finits | Enginyeria Estructural i de la Construcció, Mètodes Numèrics a l'Enginyeria  |                                 |
| Teoria general del mètode dels elements finits                                 |  |                                 |
| Mètodes numèrics en la mecànica de sòlids no lineals                           |  |                                 |
| Càlcul avançat d'estructures   |  |                                 |
| Càlcul d'estructures   | Enginyeria Estructural i de la Construcció, Enginyeria del Terreny i Sísmica |                                 |
| Ponts  |  |                                 |
| Càlcul dinàmic i sísmic d'estructures  |  |                                 |
| Ampliació d'hidrologia subterrània (1)   | Enginyeria del Terreny i Sísmica, Recursos Hídrics                           |                                 |
| Modelització de flux i transport en medis porosos                              |  |                                 |
| Geoestadística Aplicada  |  |                                 |
| Prerequisits d'hidrologia subterrània  |  |                                 |
| Prerequisits de matemàtiques   |  |                                 |
| Geomàtica  |  |                                 |
| Elements Finitos   | Mètodes Numèrics a l'Enginyeria  | Enginyeria Matemàtica           |
| Propagació d'ondes i electromagnetisme   |  |                                 |
| Aplicacions geofísiques i morfodinàmiques de la Mecànica de Fluids             | Recursos Hídrics   | Física Computacional i Aplicada |
| Fluxos d'aigua i partícules al mar   | Recursos Hídrics   | Ciències del Mar                |

(1) Al màster de Recursos Hídrics s'anomena "Hidrologia subterrània"

El llistat d'assignatures compartides augmentarà a mesura que vagin començant nous màsters, cap a l'horitzó 2010. En particular, aquest increment de sinergies es farà evident amb la configuració dels màsters amb competències professionals i directrius pròpies.

## C. SISTEMA D'ASSEGURAMENT DE LA QUALITAT

### 1. Mecanismes de coordinació del desenvolupament, gestió i supervisió del programa

#### a) Organització de coordinació i seguiment del Programa

A efectes de coordinació, gestió, seguiment i millora dels estudis, i seguint les indicacions del document marc per a la implantació de programes oficials de postgrau a la UPC, el Programa s'organitza a través de la següent estructura:

1) Per a cada un dels màster integrats en el Programa, les unitats promotores han de proposar el nomenament d'una persona responsable del màster i, si ho consideren necessari, d'una comissió que l'assisteixi. Ateses les tasques que pertocuen a la persona responsable, és recomanable que es tracti d'algun càrrec (cap d'estudis, subdirector, etc.) d'alguna de les unitats implicades. Els possibles casos de discrepància, tant pel que fa al nomenament de la persona responsable com a la composició de la comissió, seran resolts pel Consell de Govern.

La persona responsable d'un màster (i la comissió que l'assisteix, si és el cas) exerceix les següents competències:

- admissió d'estudiants (inclou determinar els criteris de selecció)
- establiment del nombre de crèdits i les assignatures que han de cursar els candidats i candidates a realitzar els estudis
- propostes de col·laboració de professionals no PDI
- organització i mecanismes propis per al seguiment i millora de l'estudi
- informació i comunicació pública del màster

2) En el cas del doctorat, aquest s'articula a partir de les línies de recerca. Cada línia de recerca té definides les unitats bàsiques i els grups de recerca associats a la línia. La o les unitats bàsiques associades han de proposar el nomenament d'una persona responsable de la línia, que pot ser assistida per una comissió, si ho consideren necessari. Això no representa altra cosa que reproduir l'esquema dels responsables dels programes de doctorat actuals i de les comissions de doctorat que tenen molts d'ells. Els possibles casos de discrepància, tant pel que fa al nomenament de la persona responsable com a la composició de la comissió, seran resolts pel Consell de Govern.

La persona responsable d'una línia de recerca de doctorat (i la comissió que l'assisteix, si és el cas) exercirà, d'acord amb les directrius que estableixi la comissió i la normativa de doctorat de la UPC les següents competències:

- criteris d'admissió i selecció d'estudiants, assignació de directors de tesi, coordinació del procés de presentació, remissió i defensa de tesis i reconeixement d'activitats realitzades a l'estranger de cara a la menció europea del títol de doctor
- establiment, si escau, de la formació complementària
- informació i comunicació pública de la línia de recerca i requisits per a l'elaboració de la tesi doctoral

3) L'òrgan responsable del Programa està constituït per totes les persones responsables de màsters i línies de recerca del Programa. Entre elles han d'acordar qui exercirà la presidència i la secretaria de l'òrgan.

Atesa la grandària genèrica dels programes de postgrau que es contempen a la UPC, sembla lògic que l'òrgan responsable del programa delegui alguna de les atribucions que li confereix el RD en les persones responsables (i comissions que l'assisteixen, si és el cas) dels diversos màsters i línies de recerca de doctorat.

L'òrgan responsable del Programa mantindria les següents competències:

- proposta del nombre de crèdits de les assignatures i activitats formatives dels màsters<sup>2</sup>, a proposta de les unitats promotores i atenent a les possibles sinèrgies amb altres assignatures del programa, o d'altres estudis de la UPC
- seguiment de l'entrada i els resultats acadèmics dels estudiants dels diversos màsters i del doctorat del programa, per elevar-ho a les Comissions d'estudis de postgrau i de doctorat de la UPC
- supervisió dels mecanismes de seguiment i millora que hagin establert cada un dels estudis integrats en el programa
- informació i comunicació pública del programa

En la següent fase de programació operativa, una vegada s'hagi superat la fase d'aprovació, es procedirà a la constitució dels òrgans de coordinació i supervisió del Programa.

<sup>2</sup> Aquesta competència no es podrà exercir pels màsters que s'hagin d'impartir ja el curs 2006/07, perquè la tasca és prèvia a la constitució de l'òrgan. En aquest cas, la proposta la faran les unitats promotores del màster

Més enllà de l'organització interna de cada programa, hi ha tres òrgans de la universitat amb competències en l'àmbit del postgrau:

- la Comissió d'Estudis de Postgrau de la UPC, que en la fase inicial del desplegament del postgrau (si més no fins juny de 2006) serà la Comissió Permanent del Consell de Govern i que és competent en la sanció, prèvia remissió al Consell de Govern, de les propostes de Programes Oficials de Postgrau i de màsters, així com de les seves memòries
- la Comissió de Doctorat de la UPC, amb les competències que fixa l'article 108 dels Estatuts de la UPC i que estableix les directrius a seguir pels responsables de línies de recerca de doctorat pel que fa a les propostes de director o directora de tesi, admissió de tesis, nomenament de tribunals, seguiment i control de la qualitat, etc.
- el Consell de Govern, que acorda el catàleg de POPs i la seva programació (estudis de màster i les seves memòries, línies de recerca de doctorat), prèvia remissió al DURSI

#### **b) Gestió administrativa del programa**

Pel que fa a la gestió acadèmica administrativa (matrícula, expedients i títols) dels màsters sense directrius pròpies, les unitats promotores hauran d'arribar a acords amb algun centre docent o unitat transversal de gestió que cobreixi la gestió acadèmica, per tal que realitzi les tasques que elles no puguin assumir. Anàlogament per les necessitats d'equipaments (aules, laboratoris) i material, cas que les unitats promotores no puguin cobrir-les amb els seus recursos propis. El procés de matrícula serà anual, i es realitzarà en el període comprès entre juliol i setembre.

En el cas del doctorat, en aquesta fase inicial dels postgraus, sembla raonable mantenir la situació actual, en què la gestió es fa, segons el cas, a departaments, centres docents o la unitat de tercer cicle.

#### **c) Criteris i procediments establerts de revisió i millora del programa**

El procés de seguiment, avaluació i millora del Programa, té dues referències bàsiques:

- el conjunt de criteris i estàndards de qualitat que estableixi definitivament l'Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari a Catalunya, que és l'agència competent per a acreditar els programes oficials de postgrau
- el model d'avaluació i seguiment dels estudis de la UPC en el marc de l'EEES.

D'acord amb aquest marc de referència, els òrgans responsables de la revisió i millora dels estudis integrats al Programa actuaran amb el següent esquema de procediment:

- anàlisi de la informació prèvia al desenvolupament de la docència, documentació inicial i planificació de la titulació
- seguiment del procés, a través del seguiment de l'avanç en l'assoliment de les competències i de la percepció de l'estudiantat i el professorat
- anàlisi de l'activitat docent, a través de la satisfacció d'estudiants i professorat, dels resultats acadèmics, i de l'anàlisi de viabilitat de la titulació (continuitat de programació o des-programació)
- elaboració i aprovació del pla de millora de la titulació, i elaboració de la documentació que reculli els resultats, la valoració i les actuacions previstes de millora.

#### d) Fonts i procediments d'informació i documentació

Les principals fonts d'informació i documentació per a l'avaluació i seguiment del Programa, són les següents:

- informació de l'entorn social i acadèmic, sobre els requeriments de competències i de la inserció social dels graduats
- la definició dels objectius dels títols, assignatures i activitats docents incloses en els plans d'estudi
- les guies i plans docents de les assignatures, i informació sobre els procediments de comunicació i difusió de les guies docents
- la planificació d'activitats de l'estudiantat i professorat per desenvolupar la docència i l'aprenentatge
- temps real de dedicació a les activitats programades, conegut a través d'enquestes i comunicació entre estudiants i professorat
- l'obtenció d'informació sobre la percepció d'estudiants i professorat sobre el desenvolupament de les activitats docents i d'avaluació
- l'obtenció d'informació sobre el grau de satisfacció d'estudiants i professors, a través de les enquestes que es realitzin
- els quadres d'informació sobre els resultats acadèmics dels cursos

## 2. Sistemes de suport a l'aprenentatge autònom de l'estudiant

### a) Tutoria

El Consell de Govern de la UPC va aprovar, el mes de juny del 2003, el Pla d'acció tutorial de la Universitat.

L'acció tutorial és configura com un servei d'atenció a l'estudiantat, a través del qual es proporcionen elements d'informació, orientació i assessorament de forma grupal i personalitzada, constituint, per tant, un suport per a l'adaptació als estudis universitaris, que permet rebre orientació en dos àmbits:

- L'acadèmic, amb la vessant d'orientació vinculada a la fase d'accés (fixació de crèdits que ha de cursar cada estudiant, el currículum que ha de desenvolupar, etc., l'adequació entre les expectatives i projectes acadèmics de l'estudiant i la seva disponibilitat de temps, fins a formular un pla de matrícula, la orientació d'estudiants que s'adaptin de programes de doctorat a extingir o que estiguin en una situació transitòria, etc.) i el seguiment de la progressió acadèmica i assessorament quant a la trajectòria curricular en funció de les possibilitats de cadascú.

El model docent de la UPC preveu que l'estudiant, especialment en les primeres etapes d'implantació de l'EEES, ha de tenir accés a la informació sobre les característiques i les implicacions del nou enfocament de l'activitat docent. Així mateix, ha de poder rebre, mitjançant el sistema de tutories, una orientació personalitzada.

- El personal, amb assessorament sobre el procés d'aprenentatge (adequació dels mètodes d'estudi, recursos disponibles a la Universitat, etc.) i la orientació cap a la transició al món laboral.

L'objectiu final es, per una banda, col·laborar en el procés d'aprenentatge de l'estudiant, fer el seguiment dels seus resultats i millorar-los, tant pel que fa a l'anàlisi de les dificultats d'aprenentatge, adequació dels mètodes d'estudi, configuració de plans de treball realistes, ..., i d'altra, orientar l'estudiant sobre l'entorn, els serveis i

les activitats als quals pot accedir i les fonts d'informació a les quals pot recórrer (webs, publicacions, etc.) així com assessorar-lo en la seva transició al món laboral, amb la definició dels seus objectius professionals, la selecció i utilització de les millors vies i eines per cercar feina, l'ajut a la superació dels processos de selecció, ....., per permetre'l planificar la seva carrera professional a mig i llarg termini (per aquesta comesa la Universitat posa a l'abast dels estudiants la Oficina d'Orientació i Inserció Laboral).

El Pla d'acció tutorial recull les diferents iniciatives que es desenvolupen a la Universitat, impulsa la seva generalització i les integra en un marc comú d'actuació. A partir d'aquest marc, cada unitat desenvolupa el seu pla específic d'acció tutorial d'acord amb els ensenyaments que imparteix, les característiques i necessitats concretes del seu alumnat, les seves dimensions i recursos, etc.

D'altra banda, la tutoria, a més d'un servei a l'estudiant, és configura com una eina per la millora de la qualitat docent, en el sentit que esdevé un observatori que permet obtenir informació molt valuosa de cara a generalitzar les "bones pràctiques" i a detectar necessitats, mancances i insuficiències del nostre sistema educatiu.

En paral·lel, la universitat preveu enfortir i generalitzar mesures complementàries per a la millora de la qualitat docent, com ara,

- L'estímul a la realització d'un projecte docent de cadascuna de les matèries amb una definició d'objectius, procediments, continguts i coordinació vertical i horitzontal. Aquesta tasca, de gran interès immediat és fonamental a l'hora d'enfrontar-se als canvis que implica la integració en l'espai europeu d'educació superior.
- La formulació d'un Pla de Formació adreçat al professorat sobre innovació docent que els faciliti introduir nous recursos docents
- La introducció en la formació dels estudiants d'elements que permetin augmentar l'eficiència dels seu treball, com ara tècniques d'estudi, planificació del temps i d'altres.

## b) Infraestructura en TIC i altres recursos

La UPC es troba actualment immersa en el procés d'adaptació de la seva oferta formativa a les directrius de l'Espai Europeu d'Ensenyament Superior. L'assoliment d'aquesta fita és una tasca del conjunt de la universitat. Recentment el Consell de Govern ha aprovat diversos documents que han de servir com a marc de referència i guies per tal que els centres i departaments redefineixin la seva oferta formativa d'acord a aquest nou entorn.

El model docent de la UPC planteja una aposta decidida, entre d'altres, per innovar radicalment la metodologia educativa com a necessitat derivada de la nova configuració dels entorns d'aprenentatge de l'estudiant. En aquest sentit aposta per un ús intensiu dels recursos d'informació que ofereixen les biblioteques i dels recursos TIC disponibles a xarxa de la UPC.

El projecte de les **Factories de recursos docents** esdevé una eina que la UPC posa a disposició del seu professorat per tal de dotar-lo dels recursos TIC que li permetin assolir aquests objectius que la institució planteja al model docent.

La Factoria de recursos docents és un espai, localitzat a les biblioteques de la UPC i obert al PAC i PAS implicat en projectes i propostes de millora de la docència, presencial i no presencial, mitjançant l'ús de les noves tecnologies.

La Factoria es posa en marxa, fruit de la col·laboració de l'Institut de Ciències de l'Educació (ICE), el Servei de Biblioteques i Documentació (SBD) i l'empresa INTEL.

Els seus objectius són:

- Donar accés al maquinari i al programari necessaris per a la creació de recursos docents basats en les noves tecnologies.
- Oferir el suport de personal especialitzat en la creació de recursos docents.
- Incrementar l'ús dels recursos docents existents a la UPC.
- Implementar els nous estàndards de gestió de documentació digital.
- Donar suport als cursos de formació de l'ICE i de l'SBD.

La Factoria ofereix les eines i el suport necessari per a què els professors puguin desenvolupar i ampliar la formació rebuda als cursos sobre elaboració de materials docents impartits per l'ICE de la UPC.

A més, les biblioteques de la UPC ofereixen una àmplia oferta de sessions de formació en l'ús de les eines de cerca d'informació, i l'explotació de revistes i bases de dades electròniques de la biblioteca digital de la UPC.

Aquestes sessions, que s'imparteixen a La Factoria, permeten ampliar els coneixements per a l'explotació dels serveis i recursos d'informació científica i tècnica. La formació se centra en:

- La cerca d'informació als catàlegs de les biblioteques, les bases de dades especialitzades i Internet.
- La gestió, l'aprofitament i la integració de les col·leccions digitals, els llibres i les revistes electròniques, els e-apunts, e-exàmens, e-tesis, e-congressos, etc., als nous materials docents

D'altra banda, la pròpia revisió del model educatiu planteja una sèrie de necessitats a nivell dels recursos de suport a la docència, com ara la **plataforma virtual de docència**, el Campus Digital de la UPC (la plataforma Atenea).

Atenea és configura com l'entorn virtual de docència de la UPC. El seu disseny funcional ha estat realitzat a partir de les aportacions del professorat i de les unitats bàsiques de la UPC, amb l'objectiu de donar suport a l'adaptació dels estudis de la nostra universitat a les directrius de l'Espai Europeu d'Educació Superior. Després d'uns quants anys d'utilització, ha arribat el moment de dotar el Campus Digital de més flexibilitat i de noves prestacions; per això s'ha desenvolupat una nova versió d'Atenea utilitzant com a base tecnològica la plataforma de programari obert Moodle.

### 3. Sistema d'informació/comunicació pública del programa

El sistema d'informació i comunicació pública del Programa està integrat en el sistema d'informació de la universitat, a través dels seus mitjans de difusió (web, campus digital i publicacions) dels plans d'estudi, de les guies docents i de la planificació operativa

L'òrgan responsables del Programa, té la funció d'integrar i actualitzar tota la informació sobre els estudis que el componen.

#### 4. Mecanismes d'assignació, formació i avaluació del professorat

##### a) Assignació

L'encàrrec acadèmic personalitzat (EAP) és l'eina de la qual s'ha dotat la UPC per distribuir la dedicació del PDI a les diverses tasques acadèmiques

La distribució de la dedicació del personal docent i investigador entre les diverses funcions que li pertocuen es fa mitjançant l'encàrrec acadèmic personalitzat. Correspon a la unitat d'adscripció orgànica, d'acord amb l'altra unitat o les altres unitats d'adscripció, formalitzar l'encàrrec, de conformitat amb les línies que estableix el Consell de Govern, i fer-ne el seguiment

Aquesta flexibilització en la distribució de les tasques del PDI té com objectius aconseguir que cada persona treballi més a gust i que la institució sigui més eficient. En concret:

- Considerar l'activitat acadèmica de forma global  
És a dir, tenir en compte tots els aspectes de l'activitat acadèmica del PDI: docència, recerca i transferència de resultats de la recerca, extensió universitària i direcció i coordinació.
- Flexibilitzar els perfils acadèmics del PDI  
Es tracta d'obrir la possibilitat que cada persona pugui tenir una dedicació més adequada a les seves aptituds i a les seves prioritats en cada moment, tenint en compte, a més, la fase en què es troba dins la seva carrera acadèmica.
- Fomentar la iniciativa i la responsabilitat personal  
La dedicació del PDI es decideix a partir d'una desiderata personal, en què cadascú proposa i signa la seva intenció per al curs següent.
- Fomentar el treball en equip  
La dedicació del PDI no es fixa de forma reglamentada i centralitzada, sinó que l'EAP és obert i permet una divisió del treball de les unitats basada en la coresponsabilitat.
- Fomentar la presa de decisions col·lectiva democràtica i descentralitzada  
A partir de les desiderates personals, l'EAP s'acorda en els òrgans de govern col·legiats de les unitats.
- Prioritzar els objectius acadèmics  
La diversitat de perfils acadèmics del PDI resultant, canviant en el temps, implica una certa dificultat de gestió que es justifica per la millora de la satisfacció de les persones i del rendiment del conjunt

Cada PDI fa la proposta de la seva dedicació acadèmica per al curs següent mitjançant una desiderata. En general, la desiderata sol basar-se en l'activitat del curs o dels cursos anteriors, però l'EAP ha de permetre també reorientacions de l'activitat acadèmica del PDI.

##### b) Formació: adaptació a l'EEES

La UPC, a través de l'Institut de Ciències de l'Educació, ha impulsat un pla de formació del professorat centrat en els aspectes essencials del procés d'adaptació a l'EEES. Els mecanismes d'aplicació del pla de formació, estan basats en l'actuació dels professors "coordinadors ECTS" que han de donar suport a la participació del professorat en les activitats de formació i en l'aplicació del sistema ECTS al pla docent dels estudis.

El pla de formació, elaborat per l'ICE i coordinat pel Comissionat de l'EEES de la UPC, ha incorporat els aspectes específics de la formació del professorat de postgrau.

### c) Avaluació del professorat

El sistema de punts d'activitat acadèmica és l'eina de què s'ha dotat la UPC per reconèixer al PDI les activitats acadèmiques que du a terme, d'acord amb els seus Estatuts.

Els punts d'activitat acadèmica formen un sistema propi de la UPC i, en aquest sentit, fan èmfasi en activitats específicament importants a la nostra Universitat (per exemple, la direcció de projectes de final de carrera).

Els punts d'activitat acadèmica han estat aprovats pels òrgans de govern, com a resultat de debats i treballs en comissions, i estan en una fase inicial de rodatge que en permetrà la revisió i millora.

Els objectius que es plantegen amb aquest sistema d'avaluació del professorat, són:

- Reconèixer i estimular els diferents tipus d'activitats acadèmiques del PDI

El sistema de punts d'activitat acadèmica és una ampliació del sistema prèviament existent de punts d'activitat de recerca que té per objectiu reconèixer al PDI totes les activitats acadèmiques que du a terme:

- Docència (a través dels punts PAD)
  - Recerca (a través dels punts PAR)
  - Transferència de resultats de la recerca (a través dels punts Trans)
  - Extensió universitària (a través dels punts EU)
  - Direcció i coordinació (a través dels punts DiC)
- Disposar d'informació significativa de l'activitat acadèmica a la UPC

Aquesta informació ha de permetre, entre altres coses, identificar les nostres àrees d'excel·lència i les deficitàries, elaborar una oferta global de la UPC de cara a l'exterior i prendre decisions sobre l'assignació de recursos, sobre l'estructura organitzativa o sobre el reconeixement de la tasca acadèmica, mitjançant una base de dades fiable i prou completa de l'activitat de les persones, dels grups de treball i de les unitats bàsiques.

- Fomentar l'activitat acadèmica de qualitat, motivant el PDI a continuar i, si escau, a millorar i completar la seva activitat

El sistema de punts, en la mesura que implica reconeixement de la tasca feta, ha de servir, en primer lloc, perquè cadascú vegi reconeguda la varietat d'activitats acadèmiques que du a terme. En aquest sentit, el sistema vol fomentar la participació de tot el PDI en els diversos tipus de tasques: docència, recerca, transferència de resultats de la recerca, extensió universitària, direcció i coordinació. Les activitats considerades més destacades en els àmbits de la docència i de la recerca són reconegudes amb punts de tipus I, estimulants així, simultàniament, la millora de la qualitat acadèmica.

- Disposar d'un sistema d'indicadors que es pugui integrar en un sistema d'avaluació global de l'activitat del PDI

Els punts d'activitat acadèmica són un sistema d'indicadors de l'activitat acadèmica, però no són un sistema d'avaluació; l'avaluació implica fer un judici qualitatiu global per al qual es poden fer servir diversos elements, com ara els punts d'activitat



acadèmica (i també la valoració de currículums per experts, els informes de les unitats d'adscripció, etc.).

El procediment per al reconeixement de l'activitat acadèmica realitzada es pot produir per tres vies:

- Tasques reglades: impartició de classes, direcció de projectes i tesis, participació en tribunals, etc
- Activitats que es fan per assignació de les unitats bàsiques (responsabilitat d'assignatures, tutoria d'estudiants, etc.) o que deriven de processos electius (participació en òrgans de govern, exercici de càrrecs, etc.).
- Activitats que resulten de la iniciativa de les persones, com ara autoria de publicacions docents o de recerca, formació pedagògica o formació en la pròpia especialitat, col·laboracions amb els mitjans de comunicació, dictat de conferències, etc.

## II. DESCRIPCIÓ DELS ESTUDIS/TÍTOLS

### MÀSTER 1

#### A. ASPECTES DE CARÀCTER GENERAL I ORGANITZATIU

##### 1. Denominació de l'Estudi / Títol

#### MÀSTER EN ENGINYERIA ESTRUCTURAL I CONSTRUCCIÓ

##### 2. Organització general

El Màster té una doble orientació: professional i de recerca. A tal fi s'estructura en tres itineraris paral·lels, dos de caràcter professional (P1, Enginyeria Estructural i P2, Enginyeria de la Construcció) i l'altre de caràcter investigador, on hi ha assignatures relacionades amb els dos camps científico-tècnics esmentats, que hauran de ser escollides per l'estudiant d'acord amb el seu tutor d'estudis. L'estudiant haurà d'escollir al menys un 60% dels crèdits d'un mateix itinerari.

##### **Objectius formatius generals**

L'objectiu formatiu general del Master en els itineraris professionals és la capacitat per l'exercici professional, a nivell d'especialista, en l'àmbit de l'enginyeria estructural i la construcció. És a dir, formar professionals capaços de concebre, projectar, calcular i construir estructures segures, durables, funcionals i estètiques, utilitzant materials clàssics i nous materials, així com avaluar, i mantenir estructures existents incloent les del patrimoni històric. D'altra banda es pretén proporcionar una formació sòlida en gestió eficient de projectes i obres, prestant especial atenció a aspectes tecnològics, constructius, econòmics, mediambientals, i de desenvolupament sostenible.

L'objectiu formatiu general de l'itinerari de recerca és proporcionar una formació científico-tècnica d'alt nivell en els camps de l'enginyeria estructural i de la construcció, capacitant l'estudiant per generar nous coneixements, per plantejar noves vies de recerca i per investigar en problemes no resolts relatius a nous materials, comportament resistent i funcional d'estructures, noves formes estructurals, nous mètodes de càlcul i experimentació, nous sistemes constructius i noves formes de considerar les relacions amb el medi ambient.

El Màster està promogut pels Departaments de Resistència de Materials i Estructures a la Enginyeria i d'Enginyeria de la Construcció, amb la col·laboració de l'ETS d'Enginyers de Camins, Canals i Ports de Barcelona de la UPC. La motivació per implantar aquest Master és múltiple.

D'una banda, la justificació d'aquest Màster en temes de construcció, neix de la necessitat de comunicar, actualitzar i desenvolupar el coneixement disponible en les seves diverses vessants (materials, tècniques constructives, gestió i medi ambient). Aquesta necessitat es molt perceptible en l'actualitat, degut als importants i ràpids avenços experimentats en aquest camp, potenciats pel desenvolupament tecnològic general i per la importància creixent dels conceptes lligats al desenvolupament sostenible. El gran volum de construcció existent i que es preveu, la importància econòmica del sector de la construcció, el gran nombre de llocs de treball generats directa o indirectament i de professionals a nivell tècnic dedicats a construir i gestionar obres, fa que sigui essencial formar tècnics d'alt nivell capaços de planificar

i gestionar amb eficiència i amb sensibilitat davant de plantejaments mediambientals i de sostenibilitat, els projectes i les obres d'infraestructures i edificació, donada la enorme repercussió que tenen les seves decisions en el resultat final.

D'altra banda, les estructures són l'element resistent, juntament amb els fonaments, de totes les obres d'infraestructures (ponts, túnels, dipòsits, torres, etc) i d'habitatge que es construeixen. L'enginyeria estructural és, doncs, una disciplina d'una gran tradició i rellevància, tant per la importància econòmica del sector i el nombre de professionals dedicats al projecte i construcció d'estructures, com per la directa implicació de la estructura en la seguretat de les obres i pel impacte estètic i ambiental en nombrosos casos. Això fa que sigui necessari l'existència de professionals amb sòlids coneixements de les bases del comportament i disseny d'estructures, per tal de garantir la satisfacció dels requisits de seguretat, funcionalitat i durabilitat establerts en les normatives vigents i capaços de crear obres singulars i de gran bellesa integrades en l'entorn.

Un aspecte de gran importància, que justifica la necessitat del Màster, en els dos itineraris professionals, es deriva de la existència de la Llei d'Ordenació de la Edificació (LOE, en vigor des de 1999), que obliga a una assegurança dels edificis (per tal de limitar el risc del consumidor), la qual cosa requereix de revisions dels projectes i de l'execució per part d'Organismes de Control Tècnic, els quals s'abasten de tècnics que han de conèixer a fons els materials, les tècniques constructives, el comportament i mètodes de càlcul estructurals i les normatives d'obligat compliment en aquest camp.

La **implantació d'aquest Màster el curs 2006-07** (setembre 2006) permetrà la reconversió dels actuals programes de doctorat d'Enginyeria de la Construcció i d'Enginyeria Estructural de la UPC, ambdós amb la menció de qualitat atorgada per l'Agència d'Avaluació i Acreditació de la Qualitat (ANECA), incloent els continguts més avançats de les especialitats de Projecte i Construcció d'estructures de 5è curs d'Enginyeria de Camins, Canals i Ports. Per tant l'any 2006-07.

Les **unitats bàsiques de la UPC promotores** del màster són el Departament d'Enginyeria de la Construcció i el Departament de Resistència de Materials i Estructures a l'Enginyeria. Pel que fa a les **unitats col·laboradores**, tenim l'Escola Tècnica Superior d'Enginyers de Camins, Canals i Ports de Barcelona (ETSECCPB) i el CEINTEC (Centre de Innovació en Tecnologia d'estructures i Construcció), Xarxa IT.

El màster de Enginyeria Estructural i Construcció tindrà **90 ECTS**. S'oferirà anualment.

La **institució que tramita el títol**: Universitat Politècnica de Catalunya.

**Règim de l'estudi**: Temps Complet.

La durada del màster és d'un any i mig, amb el primer any de docència **presencial** en dos quadrimestres i un tercer quadrimestre (**semipresencial**) de treball personal tutorat, per l'elaboració d'una tesina de Màster. La docència consistirà en una sèrie de cursos impartits per professors on s'utilitzaran recursos docents diversos, (classes teòriques i pràctiques, intranets docents, tallers, visites a obres, pràctiques de laboratoris reals i virtuals, conferències, treballs en equip, presentació pública de projectes...).

La tesi de Master podrà desenvolupar-se a la UPC o a un altra Institució Europea de prestigi. Serà dirigida per un professor sobre un tema directament relacionat amb els continguts de l'itinerari escollit per l'estudiant i deurà desenvolupar-se en el tercer quadrimestre del Master.

### 3. Admissió

#### **Òrgan i persona responsables**

Atès que el màster és impartit per part de dos departaments, l'òrgan responsable en serà una comissió directiva mixta constituïda per quatre membres. Dos elegits per part del Departament d'Enginyeria de la Construcció i dos per part del Departament de Resistència de Materials i Estructures a l'Enginyeria

La persona responsable (o director del màster) serà elegida per la comissió entre els seus propis membres i serà ratificada per part dels òrgans de govern d'ambdós departaments. L'elecció i la ratificació es produirà anualment. No es considera obligat que el director del màster recaigui de manera rotatòria en persones de diferents departaments. Els possibles casos de discrepància, tant pel que fa al nomenament de la persona responsable com a la composició de la comissió, seran resolts pel Consell de Govern.

#### Funcions del director del màster

El director (persona responsable del màster) exercirà, amb l'assistència de la comissió mixta, les següents competències:

- admissió d'estudiants (inclou determinar els criteris de selecció); proposar anualment a la comissió les proves d'admissió.
- establiment del nombre de crèdits i de les assignatures que han de cursar
- propostes de col·laboració de professionals no PDI.
- seguiment del màster i control dels paràmetres de qualitat, tot proposant a la comissió, en cas necessari, mesures dirigides a corregir o reforçar-ne la qualitat; s'encarregarà alhora d'implementar aquestes mesures.
- organització i control dels aspectes administratius
- potenciació i control de les activitats de caire transversal
- organització i harmonització del sistema d'avaluació
- control de la implementació, manteniment i millora de tots els aspectes programàtics, metodològics i organitzatius previstos en el pla d'estudis.

S'ofereixen **15 places** en cada un dels tres itineraris mentre existeixin els graus actuals. Es preveu ampliar aquesta oferta a 25 alumnes per itinerari un cop es reformin els estudis de grau.

L'òrgan responsable definirà i farà públics els seus propis criteris de selecció i el pes específic de cada element en la puntuació global. Els elements a considerar poden incloure la ponderació dels expedients acadèmics dels candidats i es poden completar amb una prova d'ingrés i amb la valoració de determinats aspectes del currículum i, en particular, la formació prèvia acreditada pels candidats.

L'òrgan responsable del màster resoldrà les sol·licituds d'accés i establirà el currículum específic que haurà de cursar cada estudiant, en funció de la formació prèvia que acrediti.

## **B. JUSTIFICACIÓ DE CADA ESTUDI**

### 1. Referent acadèmic extern (Els títols oferts en el context internacional)

Els estudis de postgrau a l'Enginyeria Estructural i de la Construcció hi són fortament implantats en tots els països del nostre entorn, adquirint especial rellevància en molts d'ells. D'aquesta manera, a França podem fer menció dels estudis ofertats a l'École de Ponts et Chaussées, a Itàlia destaquem els del Politécnico de Milano i la Universidad de Padua, a Alemanya la Universitat d'Stuttgart, a Gran Bretanya

l'Imperial College, als Estats Units les Universitats de Berkeley, Stanford, MIT, etc. Aquests són uns dels més importants d'una extensa llista. És força estranya la Universitat estrangera que no ofereix un master i un doctorat en Enginyeria Estructural i de la Construcció.

Molts dels professors que imparteixen el Master que proposem han realitzat estudis o llargues estades en les Universitat que hem citat abans, mantenint un estret contacte i relació amb elles

Dins del Master es proposen tres intensificacions, dos d'elles son de tipus acadèmic i la tercera de recerca. Existeixen quatre tipus de motivacions que son la base fonamental i la raó de ser d'aquest master.

a) **Motivació de naturalesa econòmica.** La construcció representa a Catalunya el 50% de la inversió, el 13% del PIB i el 18% del V.A.B. En xifres, la Construcció representa un volum total de 20.000 Milions d'euros. Existeixen a Catalunya 36.500 empreses dedicades a la Construcció, les quals donen treball a unes 300.000 persones. De totes les xifres anteriors, l'apartat d'Enginyeria Estructural i de la Construcció representa de l'ordre del 25% del total. A més l'Enginyeria Estructural ocupa un lloc rellevant dins de les infraestructures, ja que aquestes són cada vegada menys dependents del terreny. D'aquesta manera, carreteres, autopistes i línies de ferrocarril són cada cop més dependents de ponts i túnels donades les seves exigències de radis de cobertura i peraltes imposats per les elevades velocitats del servei. Es compren, per tant, la importància del context econòmic en el que desenvolupa el Master que es proposa.

b) **Motivació de naturalesa humana i professional.** S'ha fet referència que a Catalunya la construcció ofereix llocs de treball a unes 300.000 persones. De les persones que s'han llicenciat a l'Escola Tècnica Superior d'Enginyers de Camins de Barcelona, entre un 20 i un 30% desenvolupen la seva activitat laboral dins de l'Enginyeria Estructural i de la Construcció.

c) **Motivació de tipus legal.** A Espanya, totes les infraestructures que es projecten i construeixen han de seguir obligatòriament una determinada normativa. Aquestes Normes tenen força legal i rang de Decret. D'aquesta manera es garanteix, per part dels poder públics, que les obres construïdes tinguin unes elevades exigències de qualitat i fiabilitat. Poden mencionar-se (entre d'altres), i per la seva especial rellevància les Normes següents:

- Instrucció de Hormigón Estructural EHE
- Instrucció de estructuras de acero EAE
- Instrucció de forjados unidireccionales, EFHE
- Instrucció de acciopes a considerar en el proyecto de puentes
- Norma Sismorresistente
- Instrucció de acciones en la edificación
- Código técnico de la edificación

A nivell de la Unió Europea estan els Eurocòdis, que intenten unificar les diferents normes de cada país. Així mateix a nivell internacional es poden nomenar les Normes i recomanacions de diferents organismes que pels seu prestigi constitueixen un referent. Entre els més importants hi son la Federació Internacional de Pretensado, l'American Concrete Institute, la AASHTO, etc. Alguns dels professors d'aquest Master són el Ponent General d'alguna de les esmentades Normes.

d) **Motivació de tipus científic.** El grup proposant del present Master té una activitat científica molt rellevant. Algunes evidències d'això son que la pràctica totalitat dels professors que hi participen estan en possessió del màxim número de sexennis de recerca possibles i que aquest Master recull la herència de dos programes de doctorat que tenen concedida la menció de qualitat. Per això la intensificació de recerca proposada, pretén formar investigadors d'aquest camp que en general acabaran realitzant la seva tesi doctoral.

Els ensenyaments de l'Enginyeria Estructural i de la Construcció es desenvolupen a nivell de grau d'una forma generalista, de manera que tots els professionals de l'Enginyeria Civil disposin d'uns coneixements estructurals mínims. Tanmateix, els estudis proposats corresponen a un nivell de postgrau degut a dues circumstàncies:

- L'alt nivell d'especialització proposat, el qual no pot ser cobert amb una formació de tipus generalista.
- La component de recerca associada a una de les tres intensificacions

## 2. Referent acadèmic intern (Els títols oferts en la tradició acadèmico-investigadora i professional, i potencialitat de les unitats participants)

Els estudis que es proposen estan implementats a la UPC des de fa més de 20 anys. Durant aquest temps s'han format un gran número de professionals d'alt nivell i de doctors que a dia d'avui desenvolupen la seva labor professional o científica en diferents indrets de Catalunya, Espanya o de l'estranger. Com a evidència del treball desenvolupat fins ara a la UPC s'ha de mencionar:

- Dos doctorats amb menció de qualitat: Anàlisi Estructural i Enginyeria de la Construcció
- Els estudis d'especialització en estructures han estat seguits anualment en els estudis de l'Escola d'Enginyers de Camins de Barcelona per unes 25 a 30 persones.
- Als estudis de doctorat s'incorporen anualment de l'orde de 20 a 30 estudiants, molts d'ells procedents d'Iberoamèrica.
- El número de titulats anualment en la especialitat d'Estructures volta anualment la xifra de 25 alumnes.
- El percentatge d'alumnes estrangers als programes de doctorat es de l'ordre del 80%.

## 3. Referent de demanda (necessitats de la societat) i de les fonts potencials d'alumnes

En base als antecedents de s'han assenyalat, s'espera una demanda anual de l'ordre de 25 estudiants per intensificació, es a dir, un total de 75 alumnes. A l'actualitat la demanda és de l'ordre de 25 estudiants a l'especialitat d'Estructures i uns 25 en els estudis de recerca (doctorat). Si el Master té entitat pròpia i es realitza una labor de difusió del mateix, la demanda pot fàcilment incrementar-se en un 50%, el que suposaria un total del 75 alumnes abans indicat.

La procedència dels alumnes s'espera que sigui la següent:

- De 30 a 35 alumnes procedents de l'entorn de Catalunya, en general de la pròpia UPC
- D'entre 10 a 15 alumnes procedents de la resta d'Espanya
- De l'ordre de 30 alumnes procedents de l'estranger.

Es pot notar que ja a l'actualitat la major part dels estudiants de doctorat procedeixen de països estrangers.

Pel que respecte a les titulacions d'origen, s'ha de distingir entre els estudiants procedents d'Espanya i els de l'estranger. Pels primers la titulació preferent es la d'Enginyers de Camins, Enginyer Civil (si aquesta titulació s'implanta en el futur) i Enginyer Industrial. En menys mesura vindran alumnes procedents d'altres branques de l'Enginyeria i de l'Arquitectura. En quant als estudiants estrangers, la gran demana anirà a càrrec de les titulacions d'Enginyer Civil, Enginyer Mecànic i similars.

## C. ASPECTES ACADÈMICS

### 1. Objectius de formació de l'Estudi: Perfil de competències

L'**objectiu formatiu del Master en l'itinerari P1** (Enginyeria Estructural, de caràcter Professional) és formar professionals que compreguin en profunditat els mecanismes resistents de les estructures en funció del tipus estructural, materials i processos constructius utilitzats, que coneguin en detall els mètodes de càlcul, avaluació i experimentació d'estructures, les normatives que regulen el seu disseny i les implicacions econòmiques, sociològiques, estètiques i mediambientals de la seva execució i implantació en el territori. Amb aquests coneixements es pretén capacitar els professionals per concebre, projectar, calcular i construir estructures d'edificació i d'obres públiques, segures, durables, funcionals i estètiques, utilitzant materials clàssics (formigó armat i pretensat, acer estructural, maçoneria, fusta) i nous materials (materials compostos, fibra de vidre, fibra de carbó, acer inoxidable, alumini, vidre) així com avaluar, reparar o reforçar estructures existents, incloses les del patrimoni històric - artístic.

L'**objectiu formatiu del Màster en l'itinerari P2** (Construcció, de caràcter professional) és formar professionals capaços de gestionar i executar projectes i obres de manera eficient, prestant especial atenció a aspectes tecnològics, innovadors i de sostenibilitat. Tindran sòlides bases sobre durabilitat i tecnologia de materials, sobre processos constructius i mètodes d'organització i gestió eficaç de projectes i obres, sobre impacte ambiental i socio-econòmic de les obres, sobre seguretat i salut, qualitat i sobre sostenibilitat en general i construcció sostenible en particular. Seran professionals preparats per a exercir com a project managers, construction managers, directors de projectes i obres, gerents i caps d'obra.

Les **competències transversals comuns** als dos itineraris que es pretenen transmetre són la capacitat de resolució de problemes complexos, la valoració de l'experiència com a eina d'aprenentatge, l'interès per l'aprenentatge continu, la sensibilitat mediambiental i per la sostenibilitat, la capacitat creativa i d'innovació, la capacitat de comunicació, de lideratge i de treball en equip.

L'**objectiu formatiu específic de l'itinerari de recerca** és proporcionar una formació científico-tècnica d'alt nivell en els camps de l'anàlisi, disseny, experimentació, avaluació, reparació i manteniment d'estructures noves o existents del patrimoni construït, dels seus materials estructurals, i dels processos de construcció i gestió. Es pretén, a més, educar l'estudiant en la metodologia científica, potenciant la capacitat crítica, la creativitat i capacitat innovadora, el rigor en els plantejaments de forma equilibrada amb la realitat socio-econòmica de l'àmbit de la construcció i la capacitat per modelitzar matemàticament problemes enginyerils. Les capacitats transversals que es pretén transmetre són la capacitat per identificar i investigar problemes no resolts, plantejar noves vies de recerca, divulgar els resultats de la mateixa, gestionar instal·lacions i dirigir equips humans de recerca.

### 2. Estructura curricular

#### Descripció del pla d'estudis

El Màster s'estructura en tres itineraris paral·lels, dos de caràcter professional (P1, Enginyeria Estructural i P2, Enginyeria de la Construcció) i l'altre de caràcter investigador (P3), on hi ha assignatures relacionades amb els dos camps científico-tecnics esmentats, que hauran de ser escollides per l'estudiant d'acord amb el seu tutor d'estudis.

- **Itineraris P1 i P2.** L'alumne haurà de cursar la totalitat de les assignatures obligatòries (40 crèdits a l'itinerari P1 i 38 crèdits per a l'itinerari P2). La resta, fins

a 60 crèdits serà coberta mitjançant crèdits de la resta de matèries del master (assignatures dels itineraris P1, P2 i P3). A més, haurà de realitzar la tesina de master (30 crèdits)

- **Itinerari P3.** L'alumne haurà de cursar un mínim de 40 crèdits de l'itinerari P3 i un mínim de 20 crèdits de qualsevol dels itineraris P1, P2 i P3. A més, la tesina de Master, de 30 crèdits. L'organ responsable del Master podrà convalidar fins a 20 crèdits de matèries dels itineraris P1, P2 i P3 en funció del currículum aportat per l'estudiant

Les assignatures de cada itinerari (a més de la tesina de Master) són:

| <b>Enginyeria Estructural</b>                                 | <b>ECTS</b> |
|---|-------------|
| o Càlcul d'estructures  | 5           |
| o Anàlisi avançat d'estructures                               | 6           |
| o Càlcul dinàmic d'estructures                                | 5           |
| o Estructures de Formigó                                      | 6           |
| o Estructures Metàl·liques i mixtes                           | 6           |
| o Disseny conceptual d'estructures                            | 5           |
| o Ponts   | 6           |
| o Estructures d'Edificació                                    | 6           |
| o Inspecció, manteniment, avaluació i reparació d'estructures | 6           |
| o Anàlisi experimental i monitorització d'estructures         | 4           |
| <b>Total</b>  | <b>55</b>   |

| <b>Enginyeria de la Construcció</b>                | <b>ECTS</b> |
|--|-------------|
| o L' hipersector de la construcció                 | 5           |
| o Aspectes econòmics i financers de la construcció | 6           |
| o Gestió de la qualitat                            | 7           |
| o Gestió medioambiental                            | 7           |
| o Gestió de la seguretat                           | 7           |
| o Tècniques constructives                          | 6           |
| o Materials avançats                               | 6           |
| o Gestió del patrimoni construït                   | 6           |
| o Habilitat per la gestió                          | 5           |
| o Casos reals de construcció                       | 5           |
| <b>Total</b>                                       | <b>60</b>   |

| <b>Investigació</b>  | <b>ECTS</b> |
|--|-------------|
| o Anàlisi i comportament no lineal d'estructures de formigó  | 5           |
| o Anàlisi i disseny no lineal d'estructures d'acer   | 5           |
| o Curs avançat de ponts  | 5           |
| o Inspecció, anàlisi i restauració de construccions històriques.<br>Aplicació de les tècniques numèriques i experimentals. | 5           |
| o Tècniques experimentals de caracterització de materials<br>estructurals  | 5           |
| o Ciència i tecnologia del materials cementítics   | 5           |
| o Utilització de residus   | 5           |
| o Mecànica de fractura de materials fràgils  | 5           |
| o Tècniques de preprocessament i postprocessament pel mètode<br>dels elements finits                                       | 5           |
| o Teoria general del mètode dels elements finits   | 5           |
| o Mètodes numèrics en la mecànica de sòlids no lineals   | 5           |
| o Fonaments d'anàlisi funcional en mecànica de medis continus  | 5           |
| o Dinàmica d'estructures no lineals  | 5           |
| o Càlcul dinàmic i sísmic d'estructures  | 5           |
| o Anàlisi d'estructures mitjançant el mètode dels elements finits  | 5           |



|  |           |
|--|-----------|
| ○ Estudi numèric del comportament dels materials compostos | 5         |
| ○ Mètodes d'optimització en enginyeria estructural         | 5         |
| ○ Desenvolupaments en Enginyeria Estructural               | 5         |
| <b>Total</b>   | <b>90</b> |

### Pla docent de les assignatures

#### **Nom: Càlcul d'estructures**

Tipus: Optativa Semestre: Q1  
ECTS: 5 Periodicitat de l'oferta: Anual

#### **Nom: Anàlisi avançat d'estructures**

Tipus: Obligatoria Semestre: Q1  
ECTS: 6 Periodicitat de l'oferta: Anual

#### **Nom: Càlcul dinàmic d'estructures**

Tipus: Obligatoria Semestre: Q2  
ECTS: 5 Periodicitat de l'oferta: Anual

#### **Nom: Estructures de formigó**

Tipus: Obligatoria Semestre: Q1  
ECTS: 6 Periodicitat de l'oferta: Anual

#### **Nom: Estructures metàl·liques i mixtes**

Tipus: Obligatoria Semestre: Q1  
ECTS: 6 Periodicitat de l'oferta: Anual

#### **Nom: Disseny conceptual d'estructures**

Tipus: Obligatoria Semestre: Q2  
ECTS: 5 Periodicitat de l'oferta: Anual

#### **Nom: Ponts**

Tipus: Obligatoria Semestre: Q2  
ECTS: 6 Periodicitat de l'oferta: Anual

#### **Nom: Estructures d'edificació**

Tipus: Obligatoria Semestre: Q1  
ECTS: 6 Periodicitat de l'oferta: Anual

#### **Nom: Inspecció, manteniment, avaluació i reparació d'estructures**

Tipus: Optativa Semestre: Q2  
ECTS: 6 Periodicitat de l'oferta: Anual

#### **Nom: Anàlisi experimental i monitorització d'estructures**

Tipus: Optativa Semestre: Q2  
ECTS: 4 Periodicitat de l'oferta: Anual

#### **Nom: L'hipersector de la construcció**

Tipus: Obligatoria Semestre: Q1  
ECTS: 5 Periodicitat de l'oferta: Anual

#### **Nom: Aspectes econòmics i financers de la construcció**

Tipus: Obligatoria Semestre: Q1  
ECTS: 6 Periodicitat de l'oferta: Anual

|   |                                 |
|---|---------------------------------|
| <b>Nom: Gestió de la qualitat</b>   | Semestre: Q1                    |
| Tipus: Obligatoria  | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| ECTS: 7   |                                 |
| <b>Nom: Gestió medioambiental</b>   | Semestre: Q1                    |
| Tipus: Obligatoria  | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| ECTS: 7   |                                 |
| <b>Nom: Gestió de la seguretat</b>  | Semestre: Q1                    |
| Tipus: Obligatoria  | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| ECTS: 7   |                                 |
| <b>Nom: Tècniques constructives</b>   | Semestre: Q2                    |
| Tipus: Obligatoria  | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| ECTS: 6   |                                 |
| <b>Nom: Materials avançats</b>  | Semestre: Q2                    |
| Tipus: Obligatoria  | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| ECTS: 6   |                                 |
| <b>Nom: Gestió del patrimoni construït</b>  | Semestre: Q2                    |
| Tipus: Optativa   | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| ECTS: 6   |                                 |
| <b>Nom: Habilitats per la gestió</b>  | Semestre: Q2                    |
| Tipus: Optativa   | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| ECTS: 5   |                                 |
| <b>Nom: Casos reals de construcció</b>  | Semestre: Q2                    |
| Tipus: Optativa   | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| ECTS: 5   |                                 |
| <b>Nom: Anàlisi i comportament no lineal d'estructures de formigó</b>   | Semestre: Q2                    |
| Tipus: Optativa   | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| ECTS: 5   |                                 |
| <b>Nom: Anàlisi i disseny no lineal d'estructures d'acer</b>  | Semestre: Q2                    |
| Tipus: Optativa   | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| ECTS: 5   |                                 |
| <b>Nom: Curs avançat de ponts</b>   | Semestre: Q1                    |
| Tipus: Optativa   | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| ECTS: 5   |                                 |
| <b>Nom: Inspecció, anàlisi i restauració de construccions històriques. aplicació de les tècniques numèriques i experimentals.</b> | Semestre: Q2                    |
| Tipus: Optativa   | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| ECTS: 5   |                                 |
| <b>Nom: Tècniques experimentals de caracterització de materials estructurals</b>  | Semestre: Q2                    |
| Tipus: Optativa   | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| ECTS: 5   |                                 |
| <b>Nom: Ciència i tecnologia del materials cementítics</b>  | Semestre: Q1                    |
| Tipus: Optativa   | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| ECTS: 5   |                                 |

|   |                                 |
|---|---------------------------------|
| <b>Nom: Utilització de residus</b>  | Semestre: Q1                    |
| Tipus: Optativa   | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| ECTS: 5   |                                 |
| <b>Nom: Mecànica de fractura de materials fràgils</b>                                       | Semestre: Q2                    |
| Tipus: Optativa   | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| ECTS: 5   |                                 |
| <b>Nom: Tècniques de preprocessament i postprocessament pel mètode dels elements finits</b> | Semestre: Q2                    |
| Tipus: Optativa   | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| ECTS: 5   |                                 |
| <b>Nom: Teoria general del mètode dels elements finits</b>                                  | Semestre: Q2                    |
| Tipus: Optativa   | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| ECTS: 5   |                                 |
| <b>Nom: Mètodes numèrics en la mecànica de sòlids no lineals</b>                            | Semestre: Q2                    |
| Tipus: Optativa   | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| ECTS: 5   |                                 |
| <b>Nom: Fonaments d'anàlisi funcional en mecànica de medis continus</b>                     | Semestre: Q1                    |
| Tipus: Optativa   | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| ECTS: 5   |                                 |
| <b>Nom: Dinàmica d'estructures no lineals</b>   | Semestre: Q2                    |
| Tipus: Optativa   | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| ECTS: 5   |                                 |
| <b>Nom: Càlcul dinàmic i sísmic d'estructures</b>   | Semestre: Q2                    |
| Tipus: Optativa   | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| ECTS: 5   |                                 |
| <b>Nom: Anàlisi d'estructures mitjançant el mètode dels elements finits</b>                 | Semestre: Q2                    |
| Tipus: Optativa   | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| ECTS: 5   |                                 |
| <b>Nom: Estudi numèric del comportament dels materials compostos</b>                        | Semestre: Q2                    |
| Tipus: Optativa   | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| ECTS: 5   |                                 |
| <b>Nom: Mètodes d'optimització en enginyeria estructural</b>                                | Semestre: Q2                    |
| Tipus: Optativa   | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| ECTS: 5   |                                 |
| <b>Nom: Desenvolupaments en Enginyeria Estructural</b>                                      | Semestre: Q1 i Q2               |
| Tipus: Optativa   | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| ECTS: 5   |                                 |

### Requisits de coneixement de terceres llengües

Aconsellable el domini de la llengua anglesa a un nivell d'acord amb la classificació del Marc de referència de coneixement d'idiomes del Consell d'Europa (B2. avançat)

### 3. Perfil del professorat responsable

#### 3.1. Estructura i formació acadèmica

|  |      |
|--|------|
| - Nombre total de PDI  | 39   |
| - Nombre total de PDI doctor   | 39   |
| - Percentatge del PDI doctor sobre el PDI  | 100% |
| - Nombre total de PDI amb experiència professional en àmbit(s) d'interès per al Màster             | 39   |
| - % sobre el total de PDI de l'Estudi.   | 100% |
| - % de PDI doctor o amb experiència professional en àmbit(s) d'interès per al Màster/ total de PDI | 100% |

#### 3.2. Activitat investigadora o de transferència de tecnologia en el darrer quinquenni (2000/01-2004/05) (referida al conjunt del PDI i a temàtiques en relació amb el Màster).

|   |     |
|---|-----|
| - Tesis doctorals dirigides en el últim quinquenni                    | 61  |
| - Total de tesis dirigides  | 106 |
| - Nombre de PDI amb sexenni de recerca obtingut en els darrers 6 anys | 18  |

|   |        |
|---|--------|
| <b>Resultats de la recerca:</b>   |        |
| - Nombre de publicacions en revistes indexades en el JCR  | 117    |
| - Nombre d'altres publicacions (si s'escau) de rellevància i difusió equivalent                         | 72     |
| - Projectes competitius concedits per la UE dirigits:   | 11     |
| - Altres projectes competitius europeus o internacionals dirigits                                       | 0      |
| - Projectes competitius a nivell estatal o català dirigits  | 39     |
| <b>Transferència de tecnologia (o coneixement en general)</b>   |        |
| - Nombre de patents   | 3      |
| - Nombre de patents que estan o han estat en explotació en el quinquenni                                | 6      |
| - Nombre de convenis i contractes de transferència de resultats de la recerca                           | 107    |
| - Assenyalar si es forma part d'un (o més d'un) "Grup de recerca consolidat" aprovat per la Generalitat | Si (*) |
| - Referència(es) del(s) Grup(s)   |        |

(\*)MATERIALS DE CONSTRUCCIÓ I CARRETERES (MATCAR); GRUP DE TECNOLOGIA D'ESTRUCTURES; Grup de Resistència de Materials i Estructures a l'Enginyeria, Secció Camins

Nota: Només s'inclou els grups de recerca dels professors que tenen la condició de coordinador del grup

#### Visió general, en recerca i/o transferència de tecnologia

Els professors del Màster en Enginyeria Estructural i Construcció que es proposa, acrediten una enorme experiència docent, investigadora i en transferència de tecnologia.

En relació a la recerca, les dades quantitatives ja aportades són molt significatives, especialment, el nombre de projectes de recerca (aconseguits en convocatòries públiques competitives) desenvolupats i dirigits pels professors del Master, el nombre d'articles publicats a les revistes indexades al JCR més prestigioses del món en el aquest camp, el nombre de tesis doctorals dirigides pels professors del Màster i el nombre de sexennis de recerca aconseguits pels professors en relació al màxim dels possibles ( XX %). En enginyeria i tecnologia estructural i de la construcció, els

professors i els departaments que proposen el Master són un referent a nivell català, espanyol i internacional per la qualitat i quantitat de la seva recerca. Això és reconegut a nivell col·lectiu i individual. Per exemple, els professors del master pertanyen a tres grups de recerca consolidats atorgats pel DURSI, són responsables de la docència i gestió de dos programes de doctorat amb menció de qualitat (Enginyeria estructural i Enginyeria de la Construcció) i participen en la docència de dos programes més amb menció de qualitat (Enginyeria Civil i Enginyeria Sísmica i dinàmica Estructural).

Lligat al departament de Resistència de Materials i estructures a l'Enginyeria està el centre Internacional de Mètodes Numèrics a l'Enginyeria, en el que participen la UPC, els departaments de Política Territorial i Obres Públiques i Indústria i el DURSI de la Generalitat de Catalunya i la UNESCO. El CIMNE és un centre de recerca reconegut mundialment per la excel·lència dels seus investigadors i per les seves aportacions a la solució de problemes d'Enginyeria mitjançant mètodes numèrics. El CIMNE edita la "Revista Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería", així com nombrosos llibres i informes de recerca, organitza congressos i seminaris d'alt nivell científic i constitueix un pol d'atracció dels millors investigadors arreu del món, alguns dels quals (Prof. Zienkiewicz, Prof. Taylor, Prof. Felippa, i altres) fan estades de recerca periòdicament a Barcelona.

El departament d'Enginyeria de la Construcció gestiona dos laboratoris de recerca de referència i de gran prestigi en el món de la construcció: El Laboratori de Tecnologia d'Estructures i el Laboratori de Materials de Construcció. Aquests laboratoris, amb les seves infraestructures científiques i el seu personal altament qualificat, permeten desenvolupar una recerca experimental d'alta qualitat que ha contribuït significativament a la innovació i investigació en tecnologia de materials i estructures, verificació de nous tipus estructurals i mètodes de càlcul, millora de la durabilitat dels materials i a la sostenibilitat en la construcció. Aquests laboratoris són referents.

A nivell individual, alguns dels membres han rebut reconeixements i distincions per part d'Institucions Científiques i Tècniques (Acadèmia de Doctors de Barcelona, Asociación Científico Técnica del Hormigón Estructural ACHE, Premis Ciutat de Barcelona), Asociación de Consultores de Estructuras (ACE), ECCOMAS... ), distinció a la qualitat de la recerca de joves investigadors (Generalitat de Catalunya) i diversos premis als millors articles publicats en revistes internacionals. A més nombrosos professors del Màster són o han estat membres dels comitès científics o revisors d'articles de revistes de prestigi, membres de grups de treball o càrrecs de direcció d'associacions científiques internacionals (IABSE, IASS, FIB, ACHE, IACM, ECCOMAS, SEMNI.....) degut al seu prestigi internacional. Igualment, un gran nombre dels professors del master són avaluadors d'agències de la qualitat de la recerca, com ara la CNEAI (el president del comitè d'ensenyaments tècnics és professor del màster) AQU, ANEP, ANECA (un professor del màster ha estat responsable de la redacció dels nous criteris d'avaluació de professorat en el camp dels ensenyaments tècnics) i comitès internacionals d'avaluació.

D'altra banda, el nombre i tipus de convenis establerts amb empreses i administracions i la quantia d'ingressos que suposen per a la UPC són dades objectives de l'altíssim nivell d'implicació del col·lectiu de professors en transferència de tecnologia. Es pot dir que els professors que participen en aquest Master són un referent per col·laborar amb empreses i administracions en temes d'especial rellevància relacionats amb la construcció d'infraestructures. Com exemples cal esmentar la participació d'un important grup de professors com assessors de GISA per la construcció de la Línia 9 del metro de Barcelona en temes estructurals, la realització d'estudis relacionats amb el tren d'alta velocitat Madrid-Barcelona-Frontera Francesa al seu pas pels túnels de Montblanc o a prop de la Sagrada Família de Barcelona, assessorament en projectes d'estructures del Fòrum de les Cultures, assessorament en estudis de comportament de presses de formigó als Pirineus, i

centenars d'altres treballs relacionats amb la prefabricació, el desenvolupament i verificació de nous materials estructurals, dictàmens i estudis de problemes de patologia, reparacions i reforçament d'estructures, efectes derivats de l'us de ciment aluminos. A nivell Europeu col·laboren amb empreses de l'envergadura de EADS (Fabricant de l'AIRBUS), Renault, NASA, Buro Veritas, Rockfield Software, etc.

Els ingressos originats per la transferència de tecnologia en un altíssim percentatge són dedicats al cofinançament d'infraestructures científiques, a despeses de personal investigador, becaris docents i despeses generals de la recerca no finançats per les vies pressupostàries ordinàries de la Universitat.

### 3.3. Activitat professional en el darrer quinquenni (2000/01-2004/05)

Entre el professorat del master, tots doctors, alguns són professors associats a temps parcial que exerceixen la seva tasca professional a empreses d'Enginyeria o construcció. Tots ells són responsables dels departaments de estructures o de control de qualitat d'estructures i materials de les seves empreses. La seva relació, per tant, amb els temes del Master és total.

Els professors amb dedicació a temps complet a la universitat també tenen una enorme relació amb l'activitat professional, via la transferència de tecnologia i la innovació. De fet, un nombrós grup de professors del departament d'Enginyeria de la Construcció constitueixen el Centre d'Innovació en Tecnologia d'Estructures i Construcció (CEINTEC), Centre d'Innovació de la Xarxa d'Innovació Tecnològica del CIDEM (Generalitat de Catalunya), que ha estat col·laborant amb empreses i administracions en la millora de productes i processos en el món de la construcció.

Un aspecte molt significatiu de la intensitat i qualitat de les relacions professionals i de la implicació del professorat del màster amb el sector productiu i les administracions és el paper rellevant que juguen uns quants membres dels departaments implicats en el Master com a coordinadors o ponents Generals de programes i Normatives d'obligat compliment. Així, un professor del Master és el coordinador General del Programa de Construcció del Pla Nacional de Recerca i Desenvolupament, un altre és membre vocal de la Comisión Permanente del Hormigón i ponent General de la nova Instrucción de Hormigón Estructural (EHE) del Ministerio de Fomento, i un altre és el Ponent general de la nova Instrucción de Estructuras de Acero (EAE) del mateix Ministeri i representant espanyol als Eurocodis d'acer a Bruxelles. D'altra banda, un professor del Màster va formar part del Comité Assessor d'Estratègies Urbanes de l'Alcalde de Barcelona, des de la seva creació fins al 2002, i un altre és membre d'una comissió de qualitat de l'Ajuntament de Barcelona, per suggerir millores dels projectes urbanístics i d'infraestructures que s'estan desenvolupant en la ciutat de Barcelona.

També són destacables la existència de tres Càtedres d'Empresa dirigides per sengles professors del Master: Càtedra CELSA en Acero y Construcción, Càtedra Victoriano Muñoz Oms, de Valores Humanos en la Ingeniería y Càtedra AGBAR de qualitat de vida. Així mateix, membres dels departaments participen en comissions assessores d'organismes i associacions (Calidad Siderúrgica, per exemple, comissió assessora de la marca d'acers d'alta ductilitat ARCER).

### Relació de PDI de la Universitat Politècnica de Catalunya implicat en el màster

| Nom              | Cognom 1            | Cognom 2          | Departament de la UPC                             |
|------------------|---------------------|-------------------|---|
| Enric            | Vazquez             | Ramonich          | Enginyeria de la Construcció                      |
| Gonzalo          | Ramos               | Schneider         | Enginyeria de la Construcció                      |
| Pedro            | Roca                | Fabregat          | Enginyeria de la Construcció                      |
| Luis             | Agullo              | Fite              | Enginyeria de la Construcció                      |
| Antonio Ricardo  | Marí                | bernat            | Enginyeria de la Construcció                      |
| Climent          | Molins              | Borrell           | Enginyeria de la Construcció                      |
| Enrique          | Mirambell           | Arrizabalaga      | Enginyeria de la Construcció                      |
| Alfredo Bernardo | Arnedo              | Pena              | Enginyeria de la Construcció                      |
| Roberto Maurice  | Flores              | Le Roux           | Resistència Materials i Estructura a l'Enginyeria |
| Ignasi           | Casanova            | Hormaechea        | Enginyeria de la Construcció                      |
| Diego            | Cobo                | del Arco          | Enginyeria de la Construcció                      |
| Francisco        | Hostalet            | Alba              | Enginyeria de la Construcció                      |
| Pere             | Alavedra            | Ribot             | Enginyeria de la Construcció                      |
| M. Dolors        | Calvet              | Puig              | Enginyeria de la Construcció                      |
| Miquel           | Casals              | Casanova          | Enginyeria de la Construcció                      |
| Immaculada       | Estrada             | Palacios          | Enginyeria de la Construcció                      |
| Miren            | Etxeberria          | Larrañaga         | Enginyeria de la Construcció                      |
| Esther           | Real                | Saladrigas        | Enginyeria de la Construcció                      |
| Manuel           | Valdes              | Lopez             | Enginyeria de la Construcció                      |
| Juan             | Miquel              | Canet             | Resistència Materials i Estructura a l'Enginyeria |
| Benjamin         | Suarez              | Arroyo            | Resistència Materials i Estructura a l'Enginyeria |
| Xavier           | Oliver              | Olivella          | Resistència Materials i Estructura a l'Enginyeria |
| Eugenio          | Oñate               | Ibáñez de Navarra | Resistència Materials i Estructura a l'Enginyeria |
| Carlos           | Agelet de saracibar | Bosch             | Resistència Materials i Estructura a l'Enginyeria |
| Horia Alejandro  | Barbat              | Barbat            | Resistència Materials i Estructura a l'Enginyeria |
| Ramon            | Codina              | Rovira            | Resistència Materials i Estructura a l'Enginyeria |
| Joan Ramon       | Casas               | Rius              | Enginyeria de la Construcció                      |
| Sergio Horacio   | Oller               | Martinez          | Resistència Materials i Estructura a l'Enginyeria |
| Antonio          | Aguado              | de Cea            | Enginyeria de la Construcció                      |
| Gabriel          | Bugeda              | Castelltort       | Resistència Materials i Estructura a l'Enginyeria |
| Elena Irma       | Blanco              | Díaz              | Resistència Materials i Estructura a l'Enginyeria |
| Michele          | Chiumentì           |                   | Resistència Materials i Estructura a l'Enginyeria |
| Lluis            | Gil                 | Espert            | Resistència Materials i Estructura a l'Enginyeria |
| Juan Carlos      | Cante               | Teran             | Resistència Materials i Estructura a l'Enginyeria |
| M. Dolores       | Gomez               | Pulido            | Resistència Materials i Estructura a l'Enginyeria |
| Angel Carlos     | Aparicio            | Bengochea         | Enginyeria de la Construcció                      |
| Jose Francisco   | Zarate              | Araiza            | Resistència Materials i Estructura a l'Enginyeria |
| Susanna          | Valls               | del Barrio        | Enginyeria de la Construcció                      |
| Didac            | Gimenez             | Espinosa          | Enginyeria de la Construcció                      |

#### 4. Previsió de mesures per a la mobilitat dels estudiants

Els dos Departaments que proposen aquest Master tenen una àmplia experiència en mobilitat de postgrau tant d'estudiants com del PDI. Degut a motius d'urgència en la presentació del Master que es proposa, no és possible acompanyar documentació signada sobre la col·laboració amb altres Universitats estrangeres pel que fa a mobilitat d'estudiants i de professors. Fins avui, la mobilitat s'ha concretat principalment en la realització de tesines i en estades de professors. S'inclou una llista d'Universitats amb les quals existeix actualment col·laboració pel que fa a la mobilitat d'estudiants i de professors, i que, lògicament està previst que continuï en aquest Master:

- Universitat de Swansea (Reino Unido)
- Universitat de Lisboa (Portugal)
- Universitat de Stuttgart (Alemanya)
- Imperial College (Reino Unido)
- University James Mason (USA)
- Universitat de Goteborg (Suecia)
- Universidad Do Minho, Portugal
- University of California, Berkeley (USA)
- Politécnico de Milano (Italia)

En el marc d'aquest Master es pretén profunditzar en l'esmentada col·laboració ampliant-la a altres Universitats espanyoles. En aquest sentit, s'han establert contactes amb les Universitats de Cantabria, Sevilla, Politècnica de Madrid, Politècnica de València i Valladolid per l'intercanvi d'estudiants.

#### 5. Previsió de possible col·laboració de professionals o investigadors que no tinguin la condició de professors universitaris

A continuació s'inclou una llista de col·laboradors externs. Els professors que s'anomenen, col·laboren actualment en els programes de doctorat dels dos departaments que proposen aquest Màster:

- Prof. O.C. Zienkiewicz (University of Swansea, UK)
- Prof. R.L. Taylor (University of California, Berkeley, USA)
- Prof Felippa (University of Boulder, Colorado, USA)
- Prof Idelsohn (Universidad de Rosario, Argentina)
- Prof Lohner (University James Mason, USA)
- Prof Filip Filipou (University of California, Berkeley, USA)
- Prof. Paulo Monteiro (Univ. of California, Berkeley)
- Prof. Paulo J. de Sousa Cruz (Univ. do Minho, Guimaraes, Portugal)
- Prof Jurek Rojek (Academy of Sciences, Poland)
- Prof. Ravindra Gettu (Univ. of madras, India)



## D. ANNEX 1: RECURSOS DOCENTS

### Viabilitat del màster (recursos i cost)

Per garantir que hi ha prou disponibilitat de professorat per impartir els nous màsters oficials sense que hi hagi increment de capítol 1, la UPC ha establert que totes les propostes comptabilitzessin les noves necessitats de docència i concretessin d'on procedien els recursos. Aquest origen podia ser triple:

- Assignatures actuals que es deixarien d'impartir cas de programar-se el nou màster (bàsicament, cursos de doctorat de programes que es transformen; però també assignatures de lliure elecció i fins i tot optatives que deixarien d'oferir-se, o s'oferirien amb menys periodicitat i/o nombre de grups que en l'actualitat).
- Assignatures que es compartirien entre el nou màster i alguna titulació actual: les noves matèries de màster substitueixen o coincideixen amb assignatures, bàsicament optatives de 4rt i 5è curs d'una titulació de primer i segon cicle. Això s'ha fet tenint en compte que aquestes titulacions tenen una durada de 5 anys, mentre que els nous graus seran, previsiblement, de 4 anys i, per tant, part de la docència haurà de passar dels actuals segons cicles als nous màsters. També entren en aquest apartat assignatures d'anivellament, pensades per permetre que titulats d'enginyeries tècniques, etc, cursin el màster.
- Assignatures que es comparteixen amb d'altres màsters, del mateix o d'un altre POP.

En cada cas, només s'han aprovat propostes que tinguin un balanç equilibrat entre el que s'hauria de fer *ex-novo* i allò que deixaria d'impartir-se.

Com que l'equivalència entre crèdits d'estudis actuals i ECTS no és immediata, els càlculs s'han fet amb punts de docència (PADs), que són l'indicador d'activitat acadèmica del professorat de la UPC en l'àmbit de la docència i que recullen, de forma anàloga a la metodologia ECTS, quina és la càrrega total de treball que cada assignatura comporta pel seu professorat.

A continuació figura el detall d'aquest balanç en el màster:

### Nombre de punts de docència necessaris

Els punts de docència necessaris seran 444 (369 per assignatures no compartides amb titulacions actuals o amb d'altres màsters i 75 per tesines).

### Assignatures que s'amortitzen

S'amortitzen totes les assignatures del programa de doctorat d'Enginyeria de la Construcció i el 50% de les del programa d'Anàlisi Estructural, així com algunes del programa de doctorat d'Enginyeria Civil i part del treballs de fi de carrera de Camins:

| Denominació assignatura                                       | Pla d'estudis i titulació               | Punts |
|---|---|-------|
| Anàlisi i disseny no lineal d'estructures d'acer              | Programa de doctorat d'Enginyeria Civil | 2,1   |
| Ciència i tecnologia dels materials cementítics               | Programa de doctorat d'Enginyeria Civil | 3,5   |
| Inspecció, anàlisi i restauració de construccions històriques | Programa de doctorat d'Enginyeria Civil | 9     |

|   |   |              |
|---|---|--------------|
| Tecnologia del formigó                  | Programa de doctorat d'Enginyeria Civil             | 9            |
| Treballs de recerca i projectes de tesi | Programa de doctorat d'Enginyeria Civil             | 7,2          |
| Totes                                   | Programa de doctorat d'Anàlisi estructural          | 88,5         |
| Totes                                   | Programa de doctorat d'Enginyeria de la construcció | 163          |
| 75% tesines i PFC Dep. EC               | Enginyeria de Camins                                | 150,7        |
| 37'5% tesines i PFC Dep. RMEE           | Enginyeria de Camins                                | 10,6         |
| <b>TOTAL:</b>                           |   | <b>443,6</b> |

#### Assignatures que es comparteixen amb estudis actuals

| Assignatura del màster                                      | Assignatura d'Enginyeria de Camins                          |
|---|---|
| Estructures de Formigó                                      | Formigó II  |
| Estructures Metàl·liques i mixtes                           | Estructures metàl·liques II                                 |
| Disseny conceptual d'estructures                            | Tipologia estructural                                       |
| Estructures d'Edificació                                    | Edificació  |
| Inspecció, manteniment, avaluació i reparació d'estructures | Inspecció, manteniment, avaluació i reparació d'estructures |
| Anàlisi experimental i monitorització d'estructures         | Anàlisi experimental i monitorització d'estructures         |
| Tècniques constructives                                     | Construcció mixta   |
| Materials avançats  | Construcció i materials estructurals avançats               |

La UPC estima que la gestió administrativa dels nous màsters es pot dur a terme amb el personal d'administració i serveis de què es disposa actualment. En alguns casos, el volum de feina és similar al que comporten els actuals programes de doctorat. Però, a més, la posada en marxa de noves eines informàtiques de gestió acadèmica (el programa PRISMA, implantat a tots els centres de la UPC des de juliol de 2005) facilita un augment de la productivitat que possibilita l'assumpció de noves tasques administratives lligades als màsters.

Finalment, pel que fa a recursos en equipaments i infraestructures, la dotació actual és suficient per posar en marxa els màsters previstos per al curs 2006-07. En alguns casos, s'ha previst per més endavant aprofitar les noves tecnologies (vídeos en xarxa, videoconferències, materials no presencials, etc) per tal de permetre un increment respecte de les places ofertes inicialment en els màsters.

**MÀSTER 2****A. ASPECTES DE CARÀCTER GENERAL I ORGANITZATIU****1. Denominació de l'Estudi / Títol****MÀSTER EN ENGINYERIA DEL TERRENY I ENGINYERIA SÍSMICA****2. Organització general**

El màster té dues orientacions, per una part l'alumne podrà assolir uns coneixements i unes habilitats de **recerca** que li seran d'utilitat per realitzar la seva Tesis Doctoral, i per altra part, el màster servirà per ampliar la formació de les titulacions de grau de cara a la **inserció professional** dels titulats. Al màster hi han assignatures amb una orientació professional o de recerca molt clara, però també existeixen assignatures amb les dues orientacions. Cada alumne podrà triar l'itinerari curricular més adient per al seus interessos.

**Objectius formatius generals**

El màster és una aposta estratègica de futur de formació de professionals i acadèmics al més alt nivell en les enginyeries del sòl, la hidrogeologia, la geofísica i l'enginyeria sísmica. No neix del no res sinó que integra elements del segon cicle de les titulacions actuals d'Enginyeria Tècnica Superior de Camins, Canals i Ports i d'Enginyeria Geològica, així com la totalitat del l'oferta docent dels programes de doctorat en "Enginyeria del Terreny" i en "Enginyeria Sísmica i Dinàmica Estructural". Així doncs, l'objectiu principal del màster consisteix a formar especialistes en els camps de l'Enginyeria del Terreny, la Hidrogeologia, la Geofísica i l'Enginyeria Sísmica, tant des d'un punt de vista professional com acadèmic. En el front professional, el màster ha de donar resposta a la creixent demanda d'experts associada a l'augment de la construcció d'infraestructures que es troben íntimament relacionades amb el terreny com per exemple grans excavacions, obres subterrànies i fonamentacions complexes, però també ha de respondre a l'interès en la gestió ambiental dels recursos hídrics en relació al terreny, com a gestió d'aqüífers, l'emmagatzemen subterrani de residus i la contaminació d'aigües subterrànies. Tanmateix el màster ha de formar especialistes en els camps de la geofísica i experts en l'enginyeria sísmica amb capacitat per avaluar, predir i minorar el risc sísmic. En el front de la recerca aquest màster recull i dinamitza l'activitat dels programes de doctorat d'"Enginyeria del Terreny" i d'"Enginyeria Sísmica i Dinàmica Estructural". Ambdós programes s'imparteixen a la UPC des de fa més de 10 anys i posseeixen la Menció de qualitat. El professorat d'aquests dos programes tenen una ampla experiència acadèmica, professional i científica i freqüentment es sol·liciten els seus serveis i la seva expertesa per les empreses i les administracions atès que estan considerats com especialistes al més alt nivell en problemes geotècnics, hidrogeològics i geofísics. Així doncs, el professorat d'aquest màster posseeix la màxima qualificació científica i professional en els camps que li són propis i són reconeguts en els àmbits català, espanyol i internacional.

**Unitats relacionades amb el màster**

El Departament d'Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica i l'Escola Tècnica Superior d'Enginyers de Camins, Canals i Ports de Barcelona (ETSECCPB) són les unitats bàsiques promotores d'aquest màster, que compten a més amb la col·laboració del Departament de Resistència de Materials i Estructures a

l'Enginyeria, el Departament de Matemàtica Aplicada III, el Departament d'Enginyeria de la Construcció i el Centre Internacional pels Mètodes Numèrics a l'Enginyeria (CIMNE).

Una extensa part del màster forma part del màster que l'ETSECCPB va presentar el maig de 2005 en el marc del programa Erasmus Mundus Masters Courses, juntament amb els partners següents: Imperial College of Science, Technology and Medicine; Ecole Nationale des Ponts et Chausees; i Budapesti Muszaki és Gazdaságtudományi Egyetem.

**La institució que tramita el títol:** Universitat Politècnica de Catalunya.

**Règim de l'estudi:** Temps Complet.

**Modalitat en què s'imparteix:** Presencial

**Període lectiu:** oferta semestral. Es començarà a impartir el primer quadrimestre del curs 2006-2007.

El **nombre de crèdits** que ha de superar l'estudiant és de **120 ECTS**.

### 3. Admissió

Per al Màster en Enginyeria del Terreny i Energia Sísmica, les unitats promotores han de proposar el nomenament d'una persona responsable i, si ho consideren necessari, d'una comissió que l'assisteixi. Ateses les tasques que pertocuen a la persona responsable, és recomanable que es tracti d'algun càrrec (cap d'estudis, subdirector, etc.) d'alguna de les unitats implicades. Els possibles casos de discrepància, tant pel que fa al nomenament de la persona responsable com a la composició de la comissió, seran resolts pel Consell de Govern.

La persona responsable del màster (i la comissió que l'assisteix, si és el cas) exerceix les següents competències:

- Admissió d'estudiants (inclou determinar els criteris de selecció)
- Establiment del nombre de crèdits i les assignatures que han de cursar els candidats i candidates a realitzar els estudis
- Propostes de col·laboració de professionals no PDI
- Organització i mecanismes propis per al seguiment i millora de l'estudi
- Informació i comunicació pública del màster

S'ha previst un accés màxim de **30 estudiants**.

L'òrgan responsable definirà i farà públics els seus propis criteris de selecció i el pes específic de cada element en la puntuació global. Els elements a considerar poden incloure la ponderació dels expedients acadèmics dels candidats i es poden completar amb una prova d'ingrés i amb la valoració de determinats aspectes del currículum i, en particular, la formació prèvia acreditada pels candidats.

L'òrgan responsable del màster resoldrà les sol·licituds d'accés i establirà el currículum específic que haurà de cursar cada estudiant, en funció de la formació prèvia que acrediti.

## B. JUSTIFICACIÓ DE CADA ESTUDI

### 1. Referent acadèmic extern (Els títols oferts en el context internacional)

Existeixen un elevat nombre de programes de màster a nivell internacional amb característiques similars. Alguns exemples característics son:

#### **A l'Imperial College:**

- Soil Mechanics
- Soil Mechanics and Business Management
- Soil Mechanics and Engineering Seismology
- Soil Mechanics and Environmental Geotechnics
- Soil Mechanics and Sustainable Development

#### **Al Politècnico di Milano:**

Environmental and land planning engineering, with especialities:

- A. Soil and hydro-geological hazard engineering,
- B. Environmental monitoring,
- C. Land planning and management,
- D. Environmental remediation technologies.
- E. Applied environmental sciences

**A la TU de Delft:** s'ofereix el programa de màster: Applied Earth Sciences on s'inclouen entre d'altres els màsters

- GeoEngineering
- Petroleum Engineering and Geosciences (Specialisation Applied Geophysics)

Pel que fa a la vessant professional, la necessitat de que existeixin especialistes en aquest camp es fa palès per l'elevat nombre de problemàtiques geotècniques, hidrogeològiques i geofísiques que apareixen en el desenvolupament de les obres públiques i la conservació i ús sostenible del medi ambient.

### 2. Referent acadèmic intern (Els títols oferts en la tradició acadèmico-investigadora i professional, i potencialitat de les unitats participants)

La major part de les assignatures d'aquest màster formen part actualment dels programes de doctorat que han estat acreditats amb les mencions de qualitat corresponents.

**Menció de qualitat:** en corresponen 2, que han estat atorgades als programes de Doctorat en Enginyeria del Terreny i Doctorat en Enginyeria Sísmica i Dinàmica Estructural.

**Demanda mitjana:** actualment 25 alumnes/any entre els dos programes de doctorat.

**Nombre mitjà de persones titulades:** actualment 20 alumnes/any.  
Percentatge d'estudiants estrangers: 60%.

### 3. Referent de demanda (necessitats de la societat) i de les fonts potencials d'alumnes

Una evidència és l'actual demanda dels dos programes de doctorat que s'han esmentat anteriorment, que conformaria la demanda del programa en la seva vessant de recerca. En canvi, en la vessant professional del màster, s'espera que hi hagi una certa demanda de graduats en l'àmbit de l'enginyeria civil, la geologia, la enginyeria geològica, la física i la arquitectura. S'ha de tenir en compte que actualment els graduats de 1er cicle no poden entrar als programes de doctorat i per tant hi ha una certa demanda potencial en aquest col·lectiu.

## **C. ASPECTES ACADÈMICS**

### 1. Objectius de formació de l'Estudi: Perfil de competències

Els **objectius formatius** del màster són de dos tipus: els transversals i els específics.

Entre els **transversals** es destaca:

- Capacitat d'integració en equips interdisciplinaris
- Capacitat d'anàlisi i síntesi
- Capacitat de creativitat i adaptació als canvis
- Aprofitament de noves tecnologies
- Capacitat de comunicació
- Capacitat de practicar l'enginyeria d'acord amb la seguretat i benestar del ciutadà
- Capacitat de establir vincles internacionals
- Capacitat de gestionar recursos escassos

Entre els **objectius** de tipus **específic** es pot distingir entre els associats a la orientació científica i a la professional.

Els objectius associats a la **orientació científica** són:

- Coneixement del camp d'estudi.
- Habilitats per a la recerca (Revisió de treballs d'altres autors, identificar les necessitats de recerca dels problemes reals, participació a foires de recerca internacionals, etc.).
- Capacitat per aplicar els coneixements als problemes relacionats amb el terreny.
- Capacitat de innovació.
- Capacitat de experimentació al laboratori i al camp.
- Capacitat d'observació, interpretació i modelació matemàtica de fenòmens relacionats amb el terreny .

Els objectius associats a la **orientació professional** són:

- Coneixement de la professió.
- Capacitat tècnica sòlida per redactar projectes y executar obres relacionades amb el terreny.
- Capacitat de planificar i interpretar campanyes de reconeixement del terreny.
- Capacitat de planificar i interpretar assaigs de laboratori.
- Capacitat aplicar models numèrics en àmbits professionals.
- Pràctica de l'enginyeria compatible amb la salvaguarda del medi ambient.
- Capacitat de utilització crítica de les reglamentacions vigents.

## 2. Estructura curricular

El màster s'estructura en tres especialitats: "Enginyeria Geotècnica" (EG), "Hidrologia Subterrània" (HS) i "Enginyeria Sísmica i Geofísica" (ESG), que corresponen a tres grups de recerca del Departament: "Mecànica dels sòls i de les roques", "Hidrologia Subterrània" i "Geofísica i Enginyeria Sísmica".

Existirà un treball final de màster que consistirà en una Tesina de recerca o en un projecte tècnic segons l'orientació triada per l'alumne. Aquest treball tindrà una carrega docent de 30 ECTS.

En el màster s'oferiran unes 50 assignatures en total (267 ECTS). Cada assignatura està assignada a una o vàries especialitats. En cadascuna de les especialitats s'impartiran aproximadament 140 ECTS (correspon a unes 25 assignatures de 5 a 6 ECTS cadascuna. Per completar una especialitat s'haurà cursar un mínim de 60 ECTS entre les assignatures assignades a l'especialitat i realitzar la Tesina o el Projecte de màster en un tema relacionat amb l'especialitat (30 ECTS addicionals). No s'ha considerat convenient establir assignatures obligatòries ja que per fer 60 ECTS dins una de les especialitats equival pràcticament a la obligatorietat de cursar un bon nombre de elles. Per altra banda, donat que es tracta de uns estudis de postgrau no existeixen assignatures amb continguts bàsics que es puguin considerar com obligatòries. A fi d'ajudar als alumnes a perfilar el seu curriculum acadèmic s'assignarà un tutor a cadascun dels alumnes que, tenint en compte les seves preferències, vetllarà per la coherència en la tria de les assignatures a cursar.

A fi d'optimitzar recursos, algunes assignatures s'imparteixen bianualment, i en aquest cas l'alumne si les vol cursar, ho haurà de fer en el curs en que s'imparteixin. Això fa que aquestes assignatures apareguin repetides en els dos cursos del programa encara que cada alumne només la poguï cursar una vegada.

Els 30 ECTS restants es poden completar cursant altres assignatures del màster. D'aquests 30 ECTS, es contempla la possibilitat de que la comissió responsable del màster pugui convalidar fins a 15 ECTS per cursos complementaris a d'altres màsters, i a activitats de recerca o professionals relacionades amb el camp d'estudi del màster.

### Pla d'estudis

| 1er Curs 1er Quadrimestre  | Especialitat      | ECTS |
|--|-------------------|------|
| MECÀNICA DE ROQUES AVANÇADA  | EG            ESG | 5    |
| FLUX D'AIGUA I CALOR EN MEDIS POROSOS DEFORMABLES (BIENNAL)          | EG    HS          | 6    |
| ESTABILITAT DE TALUSSOS  | EG                | 7    |
| MECÀNICA DE SÒLS NO SATURATS (BIENNAL)                               | EG    HS          | 5    |
| MODELACIÓ DE FLUX I TRANSPORT EN MEDIS POROSOS                       | EG    HS          | 6    |
| GEOESTADÍSTICA APLICADA  | EG    HS    ESG   | 5    |
| ASSAIGS DE BOMBAMENT I TRAÇADORS EN AQUÍFERS (BIENNAL)               | HS                | 6    |
| MODELITZACIÓ DE TRANSPORT REACTIU (BIENNAL)                          | HS                | 5    |
| TÈCNiques ISOTÒPIQUES AMBIENTALS EN HIDROLOGIA SUBTERRÀNIA (BIENNAL) | HS                | 7    |

|   |    |     |     |   |
|---|----|-----|-----|---|
| HIDROLOGIA ESTOCASTICA (BIENNAL)                                      | HS |     |     | 5 |
| MODELACIO I UP-SCALING DE TRANSPORT DE SOLUTS AL SUBTERRANI (BIENNAL) | HS |     |     | 6 |
| ECUACIONS CONSTITUTIVES DE MATERIALS (BIENNAL)                        | EG |     |     | 6 |
| DINÀMICA DE SÒLS I CIMENTACIONS                                       | EG | ESG |     | 5 |
| SISTEMES AVANÇATS DE CONTROL DE VIBRACIONS (BIENNAL)                  |    | ESG |     | 5 |
| VIBRACIONS ALEATÒRIES (BIENNAL)                                       |    | ESG |     | 5 |
| INTRODUCCIÓ A LA GEOFÍSICA  | HS | ESG |     | 6 |
| INTRODUCCIÓ A LA SISMOLOGIA   |    | ESG |     | 6 |
| CÀLCUL D'ESTRUCTURES  |    | ESG |     | 6 |
| PREREQUISITS DE MATEMÀTIQUES  | EG | HS  | ESG | 5 |
| PREREQUISITS D'HIDROLOGIA SUBTERRÀNIA                                 | EG | HS  |     | 5 |

| <b>1er Curs 2on Quadrimestre</b>  | <b>Especialitat</b> |    |     | <b>ECTS</b> |
|---|---------------------|----|-----|-------------|
| TÈCNiques MODERNES DE MONITORITZACIÓ DE MOVIMENTS DEL TERRENY (BIENNAL) | EG                  |    | ESG | 5           |
| GEOLOGIA DEL QUATERNARI   | EG                  | HS | ESG | 5           |
| EXCAVACIONS SUBTERRÀNIES  | EG                  |    |     | 5           |
| MECÀNICA AVANÇADA APLICADA A GEOMATERIALS QUASIFRAGILS (BIENNAL)        | EG                  |    |     | 6           |
| MODELS NUMÈRICS EN ENGINYERIA GEOTÈCNICA                                | EG                  |    |     | 5           |
| ENGINYERIA GEOTÈCNICA   | EG                  |    |     | 7           |
| FONAMENTACIONS  | EG                  |    |     | 7           |
| GEOLOGIA APLICADA A L'ENGINYERIA  | EG                  | HS |     | 7           |
| SISTEMES D'INFORMACIÓ GEOGRÀFICA  | EG                  | HS | ESG | 6           |
| AVALUACIÓ I ESTUDI DE LA RECÀRREGA NATURAL D'AQUÍFERS (BIENNAL)         |                     | HS |     | 5           |
| MODELITZACIÓ GEOQUÍMICA   |                     | HS |     | 5           |
| HIDROGEOQUÍMICA   |                     | HS |     | 6           |
| MECÀNICA D'AQUÍFERS   |                     | HS |     | 6           |
| AMPLIACIÓ D'HIDROLOGIA SUBTERRÀNIA                                      |                     | HS |     | 6           |
| MODELITZACIÓ CONSTITUTIVA AVANÇADA DE MATERIALS D'ENGINYERIA (BIENNAL)  | EG                  |    |     | 5           |
| PROJECTES DE COOPERACIÓ INTERNACIONAL: DESENVOLUPAMENT I ENGINYERIA     | EG                  | HS | ESG | 5           |
| ANÀLISI I TRACTAMENT DE SENYALS (BIENNAL)                               |                     | HS | ESG | 5           |
| MÈTODES NUMÈRICS I DE COMPUTACIÓ (BIENNAL)                              | EG                  | HS | ESG | 5           |
| SISMOMETRIA   |                     |    | ESG | 5           |
| SISMOLOGIA: APLICACIONS A L'ENGINYERIA                                  |                     |    | ESG | 5           |
| CÀLCUL DINÀMIC D'ESTRUCTURES  |                     |    | ESG | 5           |



| <b>2on Curs 1er Quadrimestre</b>                                      | <b>Especialitat</b> | <b>ECTS</b> |
|---|---------------------|-------------|
| FLUX D'AIGUA I CALOR EN MEDIS POROSOS DEFORMABLES (BIENNAL)           | EG HS               | 6           |
| LABORATORI DE MECÀNICA DE SÒLS  | EG                  | 6           |
| COMPORTAMENT DELS SÒLS I MODELACIÓ AVANÇADA                           | EG                  | 5           |
| MECÀNICA DE SÒLS NO SATURATS (BIENNAL)                                | EG HS               | 5           |
| ASSAIGS DE BOMBAMENT I TRAÇADORS EN AQUÍFERS (BIENNAL)                | HS                  | 6           |
| MODELITZACIÓ DE TRANSPORT REACTIU (BIENNAL)                           | HS                  | 5           |
| MÈTODES GEOESTADÍSTICS EN HIDROGEOLOGIA                               | HS                  | 5           |
| TÈCNiques ISOTÒPIQUES AMBIENTALS EN HIDROLOGIA SUBTERRÀNIA (BIENNAL)  | HS                  | 7           |
| HIDROLOGIA ESTOCASTICA (BIENNAL)                                      | HS                  | 5           |
| MODELACIÓ I UP-SCALING DE TRANSPORT DE SOLUTS AL SUBTERRANI (BIENNAL) | HS                  | 6           |
| EQUACIONS CONSTITUTIVES DE MATERIALS (BIENNAL)                        | EG                  | 6           |
| ENGINYERS I PUBLICACIONS TÈCNiques                                    | EG HS ESG           | 6           |
| AVALUACIÓ DE LA PERILLOSITAT SÍSMICA                                  | ESG                 | 5           |
| PROSPECCIÓ GEOFÍSICA  | HS ESG              | 5           |
| MOVIMENTS SÍSMICS FORTS   | ESG                 | 5           |
| SISTEMES AVANÇATS DE CONTROL DE VIBRACIONS (BIENNAL)                  | ESG                 | 5           |
| VIBRACIONS ALEATÒRIES (BIENNAL)                                       | ESG                 | 5           |
| PONTS   | ESG                 | 5           |
| GEOMÀTICA   | EG HS ESG           | 5           |

| <b>2on Curs 2on Quadrimestre</b>  | <b>Especialitat</b> | <b>ECTS</b> |
|---|---------------------|-------------|
| TÈCNiques MODERNES DE MONITORITZACIÓ DE MOVIMENTS DEL TERRENY (BIENNAL) | EG ESG              | 5           |
| MECÀNICA AVANÇADA APLICADA A GEOMATERIALS QUASIFRAGILS (BIENNAL)        | EG                  | 6           |
| AVALUACIÓ I ESTUDI DE LA RECÀRREGA NATURAL D'AQUÍFERS (BIENNAL)         | HS                  | 5           |
| MODELITZACIÓ CONSTITUTIVA AVANÇADA DE MATERIALS D'ENGINYERIA (BIENNAL)  | EG                  | 5           |
| ANÀLISI I TRACTAMENT DE SENYALS (BIENNAL)                               | HS ESG              | 5           |
| MÈTODES NUMÈRICS I DE COMPUTACIÓ (BIENNAL)                              | EG HS ESG           | 5           |
| TESINA O PROJECTE DE MASTER   | Totes               | 30          |

**Pla docent de les assignatures**

| Assignatura  | Tipus | Semestre | ECTS | Punts docència | Periodicitat (a) | E-G. (b) | H.S. (b) | E.S.G. (b) |
|--|-------|----------|------|----------------|------------------|----------|----------|------------|
| Mecànica de roques avançada  | Opt   | 1        | 5    | 13             | 1                | *        |          | *          |
| Flux d'aigua i calor en medis porosos deformables                      | Opt   | 1        | 6    | 15             | 2                | *        | *        |            |
| Laboratori de mecànica de sòls   | Opt   | 1        | 6    | 15             | 1                | *        |          |            |
| Estabilitat de talussos  | Opt   | 1        | 7    | 17             | 1                | *        |          |            |
| Tècniques modernes de monitorització de moviments del terreny          | Opt   | 2        | 5    | 13             | 2                | *        |          | *          |
| Geologia del quaternari  | Opt   | 2        | 5    | 13             | 1                | *        | *        | *          |
| Excavacions subterrànies   | Opt   | 2        | 5    | 13             | 1                | *        |          |            |
| Comportament dels sòls i modelació avançada                            | Opt   | 1        | 5    | 13             | 1                | *        |          |            |
| Mecànica de sòls no saturats   | Opt   | 1        | 5    | 13             | 2                | *        | *        |            |
| Mecànica avançada aplicada a geomaterials quasifragils                 | Opt   | 2        | 6    | 15             | 2                | *        |          |            |
| Models numèrics en enginyeria geotècnica                               | Opt   | 2        | 5    | 13             | 1                | *        |          |            |
| Enginyeria geotècnica  | Opt   | 2        | 7    | 17             | 1                | *        |          |            |
| Fonamentacions   | Opt   | 2        | 7    | 17             | 1                | *        |          |            |
| Equacions constitutives de materials (biennal)                         | Opt   | 1        | 6    | 15             | 2                | *        |          |            |
| Modelització constitutiva avançada de materials d'enginyeria (biennal) | Opt   | 2        | 5    | 13             | 2                | *        |          |            |
| Modelació de flux i transport en medis porosos                         | Opt   | 1        | 6    | 15             | 1                | *        | *        |            |
| Geoestadística aplicada  | Opt   | 1        | 5    | 13             | 1                | *        | *        | *          |
| Prerequisits d'hidrologia subterrània                                  | Opt   | 1        | 5    | 13             | 1                | *        | *        |            |
| Assaigs de bombament i traçadors en aquífers                           | Opt   | 1        | 6    | 15             | 2                |          | *        |            |
| Avaluació i estudi de la recarrega natural d'aquífers                  | Opt   | 2        | 5    | 13             | 2                |          | *        |            |
| Modelització geoquímica  | Opt   | 2        | 5    | 13             | 1                |          | *        |            |
| Modelització de transport reactiu                                      | Opt   | 1        | 5    | 13             | 2                |          | *        |            |
| Mètodes geoestadístics en hidrogeologia                                | Opt   | 1        | 5    | 13             | 1                |          | *        |            |
| Tècniques isotòpiques ambientals en hidrologia subterrània: aigua      | Opt   | 1        | 7    | 17             | 2                |          | *        |            |
| Hidrogeoquímica  | Opt   | 2        | 6    | 15             | 1                |          | *        |            |
| Mecànica d'aquífers  | Opt   | 2        | 6    | 15             | 1                |          | *        |            |
| Ampliació d'hidrologia subterrània                                     | Opt   | 2        | 6    | 15             | 1                |          | *        |            |
| Hidrologia estocàstica (biennal)                                       | Opt   | 1        | 5    | 13             | 2                |          | *        |            |
| Modelació i up-scaling de transport de soluts al subterrani (biennal)  | Opt   | 1        | 6    | 15             | 2                |          | *        |            |
| Dinàmica de sòls i cimentacions  | Opt   | 1        | 5    | 12             | 1                | *        |          | *          |
| Anàlisi i tractament de senyals  | Opt   | 1        | 5    | 12             | 2                |          | *        | *          |
| Mètodes numèrics i de computació                                       | Opt   | 1        | 5    | 12             | 2                | *        | *        | *          |
| Avaluació de la perillositat sísmica                                   | Opt   | 2        | 5    | 13             | 1                |          |          | *          |
| Prospecció geofísica   | Opt   | 2        | 5    | 13             | 1                |          | *        | *          |
| Moviments sísmics forts  | Opt   | 2        | 5    | 13             | 1                |          |          | *          |
| Sismometria  | Opt   | 2        | 5    | 13             | 1                |          |          | *          |
| Sistemes avançats de control de vibracions (biennal)                   | Opt   | 2        | 5    | 13             | 2                |          |          | *          |
| Vibracions aleatòries (biennal)  | Opt   | 2        | 5    | 13             | 2                |          |          | *          |
| Introducció a la geofísica   | Opt   | 1        | 6    | 15             | 1                |          | *        | *          |
| Introducció a la sismologia  | Opt   | 1        | 6    | 15             | 1                |          |          | *          |
| Sismologia: aplicacions a l'enginyeria                                 | Opt   | 2        | 5    | 13             | 1                |          |          | *          |
| Càlcul dinàmic d'estructures   | Opt   | 2        | 5    | 15             | 1                |          |          | *          |
| Ponts  | Opt   | 2        | 6    | 18             | 1                |          |          | *          |
| Càlcul d'estructures   | Opt   | 1        | 5    | 15             | 1                |          |          | *          |
| Geologia aplicada a l'enginyeria                                       | Opt   | 2        | 7    | 17             | 1                | *        | *        |            |

|   |     |   |   |    |   |   |   |   |
|---|-----|---|---|----|---|---|---|---|
| Sistemes d'informació geogràfica                                    | Opt | 2 | 6 | 15 | 1 | * | * | * |
| Geomàtica   | Opt | 1 | 5 | 13 | 1 | * | * | * |
| Prerequisits de matemàtiques  | Opt | 1 | 5 | 13 | 1 | * | * | * |
| Projectes de cooperació internacional: desenvolupament i enginyeria | Opt | 2 | 5 | 13 | 1 | * | * | * |
| Enginyers i publicacions tècniques                                  | Opt | 1 | 6 | 15 | 1 | * | * | * |

(a) 1: Assignatura anual. 2: Assignatura biennal

(b) EG: Enginyeria Geotècnica; HS: Hidrologia Subterrània; ESG; Enginyeria Sísmica i Geofísica.

(\*) Indica si pertany a l'especialitat corresponent. Ombrejat indica l'especialitat principal.

### **Requisits de coneixement de terceres llengües**

Els coneixements lingüístics s'expressen d'acord amb la classificació del Marc de referència de coneixement d'idiomes del Consell d'Europa (A1. inicial; A2. bàsic; B1. llindar; B2. avançat; C1. domini funcional efectiu; C2. domini).

| <u>Idioma</u> | <u>Nivell</u> |
|---------------|---------------|
| Castellà      | C1            |
| Anglès        | B1            |

## **3. Perfil del professorat responsable**

### **3.1. Estructura i formació acadèmica**

|  |        |
|--|--------|
| - Nombre total de PDI  | 37     |
| - Nombre total de PDI doctor   | 35     |
| - Percentatge del PDI doctor sobre el PDI  | 91,89% |
| - Nombre total de PDI amb experiència professional en àmbit(s) d'interès per al Màster             | 0      |
| - % sobre el total de PDI de l'Estudi.   | 0%     |
| - % de PDI doctor o amb experiència professional en àmbit(s) d'interès per al Màster/ total de PDI | 94,6%  |

### **3.2. Activitat investigadora o de transferència de tecnologia en el darrer quinquenni (2000/01-2004/05)** (referida al conjunt del PDI i a temàtiques en relació amb el Màster).

|   |     |
|---|-----|
| - Tesis doctorals dirigides en el últim quinquenni                    | 65  |
| - Total de tesis dirigides  | 107 |
| - Nombre de PDI amb sexenni de recerca obtingut en els darrers 6 anys | 17  |

|   |        |
|---|--------|
| <b>Resultats de la recerca:</b>   |        |
| - Nombre de publicacions en revistes indexades en el JCR  | 159    |
| - Nombre d'altres publicacions (si s'escau) de rellevància i difusió equivalent                         | 81     |
| - Projectes competitiu concedits per la UE dirigits:  | 17     |
| - Altres projectes competitiu europeus o internacionals dirigits  | 0      |
| - Projectes competitiu a nivell estatal o català dirigits   | 49     |
| <b>Transferència de tecnologia (o coneixement en general)</b>   |        |
| - Nombre de patents   | 3      |
| - Nombre de patents que estan o han estat en explotació en el quinquenni                                | 5      |
| - Nombre de convenis i contractes de transferència de resultats de la recerca                           | 89     |
| - Assenyalar si es forma part d'un (o més d'un) "Grup de recerca consolidat" aprovat per la Generalitat | Si (*) |
| - Referència(es) del(s) Grup(s)   |        |

(\*) Grupo de Geotecnia y Mecánica de Materiales; GRUP DE RECERCA APLICADA EN HIDROMETEOROLOGIA (GRAHI-UPC); Geofísica i Enginyeria Sísmica; CONTROL, DINÀMICA I APLICACIONS (CoDALab); MATERIALS DE CONSTRUCCIÓ I CARRETERES (MATCAR); Grup d'Hidrologia Subterrània

Nota: Només s'inclou els grups de recerca dels professors que tenen la condició de coordinador del grup

### Relació de PDI de la Universitat Politècnica de Catalunya implicat en el màster

| Nom             | Cognom 1  | Cognom 2         | Departament de la UPC                             |
|-----------------|-----------|------------------|---|
| Jesus           | Carrera   | Ramirez          | Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica  |
| Antonio         | Lloret    | Morancho         | Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica  |
| Alberto         | Ledesma   | Villalba         | Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica  |
| Nieves          | Lantada   | Zarzosa          | Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica  |
| Marcel          | Hürlimann | Ziegler          | Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica  |
| Antonio         | Gens      | Sole             | Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica  |
| Marco           | Dentz     |                  | Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica  |
| Emilio          | Custodio  | Gimena           | Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica  |
| Carlos María    | Lopez     |                  | Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica  |
| Juan-Sebastian  | Casanovas | Rodriguez        | Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica  |
| Alejandro       | Josa      | Garcia-tornel    | Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica  |
| Ignacio         | Carol     | Vilarasau        | Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica  |
| Jose Antonio    | Canas     | Torres           | Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica  |
| Ferhun Cem      | Caner     |                  | Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica  |
| Lucila          | Candela   | Lledo            | Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica  |
| Eduardo         | Alonso    | Perez de agreeda | Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica  |
| Andres          | Alcolea   | Rodriguez        | Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica  |
| Jordi           | Corominas | Dulcet           | Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica  |
| Jose            | Rodellar  | Benede           | Matemàtica Aplicada III                           |
| Angel Carlos    | Aparicio  | Bengoechea       | Enginyeria de la Construcció                      |
| Juan            | Miquel    | Canet            | Resistència Materials i Estructura a l'Enginyeria |
| Josep A.        | Pili      | Ripoll           | Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica  |
| Jose            | Sarrate   | Ramos            | Matemàtica Aplicada III                           |
| Jose            | Moya      | Sanchez          | Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica  |
| Enric           | Vazquez   | Ramonich         | Enginyeria de la Construcció                      |
| Jean            | Vaunat    |                  | Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica  |
| Josep           | Suriol    | Castellvi        | Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica  |
| Toni            | Simó      | marfrá           | Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica  |
| Xavier          | Sánchez   | Vila             | Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica  |
| Josep Maria     | Salvany   | Duran            | Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica  |
| Maarten W.      | Saaltink  |                  | Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica  |
| Enrique         | Romero    | Morales          | Llenguatges i Sistemes Informàtics                |
| Lluís G.        | Pujades   | Beneit           | Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica  |
| Pere            | Prat      | Catalan          | Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica  |
| Sebastià        | Olivilla  | Pastalle         | Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica  |
| Daniel          | Sempere   | Torres           | Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica  |
| Horia Alejandro | Barbat    | Barbat           | Resistència Materials i Estructura a l'Enginyeria |

#### 4. Previsió de mesures per a la mobilitat dels estudiants

El Departament d'Enginyeria de Terreny, Cartogràfica i Geofísica manté tradicionalment contactes amb moltes institucions acadèmiques internacionals amb les quals s'han produït intercanvis tant d'estudiants de doctorat com d'investigadors i PDI en els darrers anys. Per tant, es esperable que aquesta dinàmica continuï aprofitant els mecanismes de finançament que s'estableixin per aquests nous màsters (ERASMUS). Amb les següents universitats s'ha tingut algun tipus de vincle a nivell d'intercanvi d'estudiants o professors:

- Cambridge University. Engineering Department.
- Cardiff University, Wales
- Colorado School of Mines
- Delft University of Technology. Geotechnical Laboratory
- Ecole Nationale de Ponts et Chaussees. CERMES. Centre d'Enseignement et de Recherche en Mécanique des Sols
- Ecole Nationale Supérieure de Géologie de Nancy
- ETH, Division of Geotechnical Engineering. Swiss Federal Institute of Technology. Zurich
- Georgia Institute of Technology
- Instituto de Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Imperial College
- Laboratoire de mécanique des sols et des roches de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne.
- MIT. Department of Civil and Environmental Engineering.
- Northwestern University.
- Oxford University. Civil Engineering Research Group.
- Purdue University.
- Politécnico de Milán. Dipartimento di Ingegneria Strutturale.
- Politecnico de Turín. Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica.
- Pontificia Universidad Javierana. Bogotá.
- Technische Universität Darmstadt. Institut und Versuchsanstalt für Geotechnik
- Universidad de Karlsruhe. Institute of Soil Mechanics and Rock Mechanics.
- Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Facultad de Ingeniería.
- Universidad de Roma 1 (La Sapienza).Dipartimento Ingegneria strutturale e geotecnica,.
- Universidade de Coimbra
- Université de Liège
- Université Joseph Fourier, Grenoble
- University of California, Berkeley.
- University of Glasgow. Department of Civil Engineering.
- Universitat de Glasgow
- Universitat Federico II di Napoli

Per altra banda, en l'àmbit català el Departament té signats acords de col·laboració amb la UB (Facultat de Geologia), l'Institut Cartogràfic de Catalunya i la URL (Observatori de l'Ebre) per participar en programes de doctorat. Se espera que aquests acords segueixin vigents amb el nou màster acollint estudiants en pràctiques i en la realització de Tesines i Projectes de Màster.

#### 5. Previsió de possible col·laboració de professionals o investigadors que no tinguin la condició de professors universitaris

El departament disposa d'un nombre important de convenis de recerca amb institucions públiques i privades que permeten el finançament de: becaris, material de laboratori, material informàtic (ordinadors i software), material bibliogràfic, assistència

a congressos, estances de professors a l'estranger, i altres activitats relacionades amb la recerca.

En particular dins de la línia d'Enginyeria Sísmica imparteixen docència professors d'altres institucions com ara: Antoni Roca (Institut Cartogràfic de Catalunya), Javier Goula (Institut Cartogràfic de Catalunya), Jaume Pous (UB), Albert Cases (UB).

## D. ANNEX 1: RECURSOS DOCENTS

### Viabilitat del màster (recursos i cost)

Per garantir que hi ha prou disponibilitat de professorat per impartir els nous màsters oficials sense que hi hagi increment de capítol 1, la UPC ha establert que totes les propostes comptabilitzessin les noves necessitats de docència i concretessin d'on procedien els recursos. Aquest origen podia ser triple:

- Assignatures actuals que es deixarien d'impartir cas de programar-se el nou màster (bàsicament, cursos de doctorat de programes que es transformen; però també assignatures de lliure elecció i fins i tot optatives que deixarien d'oferir-se, o s'oferirien amb menys periodicitat i/o nombre de grups que en l'actualitat).
- Assignatures que es compartarien entre el nou màster i alguna titulació actual: les noves matèries de màster substitueixen o coincideixen amb assignatures, bàsicament optatives de 4rt i 5è curs d'una titulació de cicle llarg. Això s'ha fet tenint en compte que aquestes titulacions tenen una durada de 5 anys, mentre que els nous graus seran, previsiblement, de 4 anys i, per tant, part de la docència haurà de passar dels actuals segons cicles als nous màsters. També entren en aquest apartat assignatures d'anivellament, pensades per permetre que titulats d'enginyeries tècniques, etc, cursin el màster.
- Assignatures que es comparteixen amb d'altres màsters, del mateix o d'un altre POP.

En cada cas, només s'han aprovat propostes que tinguin un balanç equilibrat entre el que s'hauria de fer *ex-novo* i allò que deixaria d'impartir-se.

Com que l'equivalència entre crèdits d'estudis actuals i ECTS no és immediata, els càlculs s'han fet amb punts de docència (PADs), que són l'indicador d'activitat acadèmica del professorat de la UPC en l'àmbit de la docència i que recullen, de forma anàloga a la metodologia ECTS, quina és la càrrega total de treball que cada assignatura comporta pel seu professorat.

A continuació figura el detall d'aquest balanç en el màster:

### Nombre de punts de docència necessaris

Les necessitats dels punts de docència es desglossen en els corresponents a l'impartició d'assignatures (594 segons el que s'ha indicat i tenint en compte que les assignatures que s'imparteixen de forma biennal compten la meitat) i els corresponents a la direcció de tesines i projectes de màster. Si es suposa un número de 20 tesines o projectes per curs i considerant una dedicació de 3 PADs per part del professor resulten 60 punts addicionals de docència.

Com es detalla mes avall, aproximadament la meitat dels punts corresponents a assignatures s'amortitzen amb els programes de doctorat del Departament, mentre que l'altra meitat correspon a assignatures compartides amb les titulacions d'Enginyeria de Camins, Canals i Ports i d'Enginyeria Geològica.

### Assignatures que s'amortitzen

| Denominació assignatura   | Pla d'estudis i titulació                             | Punts |
|---|---|-------|
| Totes   | Doctorat en Enginyeria del Terreny                    | 210   |
| Totes   | Doctorat en Enginyeria Sísmica i Dinàmica Estructural | 89    |
| Mecànica de aqüífers  | Doctorat en Enginyeria Civil                          | 13.5  |
| Hidrologia estocàstica  | Doctorat en Enginyeria Civil                          | 2.8   |
| Modelització i upscaling...   | Doctorat en Enginyeria Civil                          | 13.5  |
| Equacions constitutives de materials                                | Doctorat en Enginyeria Civil                          | 15    |
| Modelització constitutiva avançada de materials d'enginyeria        | Doctorat en Enginyeria Civil                          | 9     |
| Projectes de cooperació internacional: desenvolupament i enginyeria | Doctorat en Enginyeria Civil                          | 2     |

### Assignatures que es comparteixen amb estudis actuals

| Denominació assignatura            | Pla d'estudis i titulació | Punts |
|------------------------------------|---------------------------|-------|
| Mecànica de roques                 | EG+ECCP                   | 13    |
| Laboratori de mecànica de sòls     | EG                        | 15    |
| Estabilitat de talussos            | EG                        | 17    |
| Geologia del quaternari            | EG                        | 13    |
| Excavacions subterrànies, Túnel    | EG+ECCP                   | 13    |
| Sismologia                         | ECCP                      | 15    |
| Prospecció geofísica               | ECCP                      | 13    |
| Enginyeria Sísmica                 | EG                        | 13    |
| Fonamentacions                     | ECCP                      | 17    |
| Ampliació d'Hidrologia Subterrània | ECCP                      | 15    |
| Enginyeria Geotècnica              | ECCP                      | 17    |
| Sistemes d'Informació Geogràfica   | EG                        | 15    |
| Geologia aplicada a l'Enginyeria   | EG                        | 17    |
| Enginyers i publicacions tècniques | ECCP                      | 15    |

La UPC estima que la gestió administrativa dels nous màsters es pot dur a terme amb el personal d'administració i serveis de què es disposa actualment. En alguns casos, el volum de feina és similar al que comporten els actuals programes de doctorat. Però, a més, la posada en marxa de noves eines informàtiques de gestió acadèmica (el programa PRISMA, implantat a tots els centres de la UPC des de juliol de 2005) facilita un augment de la productivitat que possibilita l'assumpció de noves tasques administratives lligades als màsters.

Finalment, pel que fa a recursos en equipaments i infraestructures, la dotació actual és suficient per posar en marxa els màsters previstos per al curs 2006-07. En alguns casos, s'ha previst per més endavant aprofitar les noves tecnologies (vídeos en xarxa, videoconferències, materials no presencials, etc) per tal de permetre un increment respecte de les places ofertes inicialment en els màsters.



**MÀSTER 3****A. ASPECTES DE CARÀCTER GENERAL I ORGANITZATIU**1. Denominació de l'Estudi / Títol**MÀSTER EN MÈTODES NUMÈRICS EN ENGINYERIA**2. Organització general

Este master tiene **orientación académica** (profesional y de investigación).

**Antecedentes**

La utilización de métodos de cálculo por ordenador está hoy en día firmemente implantada en todas las empresas de ingeniería. Dichos métodos se utilizan de manera cotidiana para el diseño de nuevos productos y procesos y para el análisis del comportamiento de productos existentes. Los términos "producto" y "proceso" se entienden aquí en el sentido más amplio posible y abarcan desde la construcción de infraestructuras y edificios, hasta la fabricación de automóviles, barcos y aviones, o de cualquier producto manufacturado.

Todos los indicios apuntan a que la demanda de nuevos y más potentes métodos de cálculo crecerá en los próximos años. Las razones son la mayor exigencia en la obtención de mejores y más económicos productos, así como la inclusión en el proceso de diseño de aspectos multidisciplinarios, tales como el impacto medioambiental del producto o el proceso, o la mayor seguridad de los mismos, entre otros.

Por todo ello, es imprescindible que los futuros ingenieros tengan una formación profunda en el ámbito de los modernos métodos de cálculo y que sean capaces de aplicarlos para resolver los problemas de ingeniería más diversos.

Es precisamente la obtención de dichos objetivos lo que ha motivado la puesta en marcha del curso de Master de Métodos Numéricos en Ingeniería.

**Objetivos del Master de Métodos Numéricos en Ingeniería**

El objetivo del curso de Master es proporcionar una formación multidisciplinaria en profundidad en el estado del arte y las aplicaciones de los métodos de cálculo más populares (los denominados comúnmente métodos numéricos), tales como el método de los elementos finitos y otras técnicas numéricas similares para la solución de toda una variedad de problemas de ingeniería.

Los **objetivos formativos esenciales** son:

- Proporcionar a los alumnos un conocimiento general de la teoría sobre los métodos numéricos más utilizados en la práctica profesional y a nivel científico. Se prestará especial atención a las ventajas y desventajas de cada método, de manera que los estudiantes puedan apreciar el valor y límites de la aplicación de los métodos numéricos a un problema industrial.

- Proporcionar a los alumnos conocimientos y experiencia de cálculo práctica sobre la aplicación de los métodos numéricos para la solución de problemas de ingeniería

utilizando programas de ordenador. El objetivo es que los alumnos puedan aplicar los métodos estudiados con confianza en un entorno industrial.

- Proporcionar a los estudiantes la formación suficiente para el desarrollo de nuevos programas de ordenador para la solución de problemas de ingeniería a nivel básico y avanzado. Dicha formación será esencial para aquellos estudiantes que deseen proseguir sus estudios a nivel doctoral y para el desarrollo de métodos de cálculo y software originales.

- Proporcionar a los estudiantes una amplia selección de áreas de especialización en la aplicación de los métodos numéricos a diversas áreas de la ingeniería como son el análisis estructural, la geotecnia, los problemas medio-ambientales, la ingeniería marítima y del transporte y la ingeniería de procesos de fabricación por conformado, entre otras.

Se destaca que el Master de Métodos Numéricos en Ingeniería que se propone es una actualización del Master en Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería que se imparte en la UPC desde 1989. Con anterioridad a esta fecha y desde 1985 este curso tuvo categoría de curso de posgrado, también de la UPC. Se trata por tanto de una actualización de uno de los cursos de posgrado con más antigüedad de la UPC.

Todo ello redunda en el interés y la oportunidad estratégica de adaptar los contenidos del Master actualmente en curso al nuevo marco europeo. El objetivo es que pueda convertirse a corto plazo en una referencia en el estado español y en todo el mundo de habla hispana, como lo fue desde sus inicios y hasta la fecha el Master original arriba mencionado.

Se destaca finalmente que está ya lista una versión en lengua inglesa del Master que se propone, en colaboración con profesores de las Universidades de Swansea (Gales), Stuttgart y Nantes (el nombre en inglés es Master in Computational Mechanics). La UPC es la coordinadora de este curso. El objetivo que es que el Master en inglés sea también una referencia a nivel mundial. La fecha de inicio prevista de la versión inglesa es Octubre 2006. Para más información, se puede consultar la web [www.cimne.upc.es/cm-master](http://www.cimne.upc.es/cm-master).

#### **Unidades participantes en el máster**

Las unidades básicas promotoras de este máster son el *Departament de Resistència de Materials i Estructures a l'Enginyeria* (DRMEE), el *Departament de Matemàtica Aplicada 3(DMA3)* y la *Escola Tècnica Superior d'Enginyers de Camins, Canals i Ports de Barcelona* (ETSECCPB). También cuentan con la colaboración del *Centre Internacional de Mètodes Numèrics en Enginyeria* (CIMNE).

La **institución que tramitará el título** es la Universitat Politècnica de Catalunya.

**Régimen del estudio:** tiempo completo.

Básicamente será **presencial**, aunque con la posibilidad de utilizar material de aprendizaje no presencial que ya ha sido desarrollado en el pasado por los promotores del master y que permite más flexibilidad a los estudiantes. Para más información sobre las herramientas no presenciales disponibles consúltese [www.cimne.upc.es/cdl](http://www.cimne.upc.es/cdl)

**El periodo lectivo** tiene una oferta semestral.

Se prevé iniciar a impartir el máster en otoño del 2006, es decir el curso 2006-2007

El máster tendrá **90 créditos ECTS**.

### 3. Admissió

Para el Máster en Métodos Numéricos en Ingeniería, las unidades promotoras tienen que proponer el nombramiento de una persona responsable y, si lo consideran necesario, de una comisión que lo asista. Atendidas las tareas que pertenecen a la persona responsable, es recomendable que se trate de algún cargo (jefe de estudios, subdirector, etc.) de alguna de las unidades implicadas. Los posibles casos de discrepancia, tanto a lo que hace referencia al nombramiento de la persona responsable como a la composición de la comisión, serán resueltos por el Consejo de Gobierno.

La persona responsable del máster (y la comisión que lo asiste) ejerce las siguientes competencias:

- Admisión de estudiantes (incluye determinar los criterios de selección)
- Fijar el número de créditos y las asignaturas que tienen que cursar los candidatos y las candidatas a realizar los estudios
- Propuestas de colaboración de profesionales no PDI
- Organización y mecanismos propios para el seguimiento y mejora del estudio
- Información y comunicación pública del máster

La **oferta de plazas** se modulará en función de los resultados, pero la experiencia en los cursos precedentes indica que un régimen estacionario de **30-40** alumnos es lo deseable. Para el **curso 2006-2007** se prevé una oferta de **30 plazas**.

El órgano responsable definirá y hará públicos sus propios criterios de selección y el peso específico de cada elemento en la puntuación final. Los elementos a considerar pueden incluir la ponderación de los expedientes académicos de los candidatos y se pueden completar con una prueba de ingreso y con la valoración de determinados aspectos del currículum y, en particular, la formación previa acreditada por los candidatos.

El órgano responsable del máster resolverá las solicitudes de acceso y fijará el currículum específico que tendrá que cursar cada estudiante, en función de la formación previa que acredite.

## B. JUSTIFICACIÓ DE CADA ESTUDI

### 1. Referent acadèmic extern (Els títols oferts en el context internacional)

En la actualidad se imparten en Europa tres Masters muy similares al que aquí se propone.

- Master en Numerical Methods in Engineering impartido por la Universidad de Gales en Swansea [http://www.engineering.swan.ac.uk/civil\\_post-masters.htm/](http://www.engineering.swan.ac.uk/civil_post-masters.htm/)
- Master en Computational Mechanics impartido por la Universidad de Stuttgart <http://www.msc.commas.uni-stuttgart.de/>
- Master en Computational Mechanics impartido por la Universidad de Munich <http://www.come.tum.de/>

En otras universidades de Europa se imparten Masters más focalizados hacia especialidades contenidas en el Master que aquí se propone. Entre éstas destacan:

- Master en Mecánica Estructural de la Universidad de Chalmers (Suecia)  
<http://www.sm.chalmers.se/utbildning/master-e.htm/>
- Master en Applied Mechanics de la Universidad de Nantes (Francia)  
<http://www.ec-nantes.fr/>

El Master de Métodos Numéricos en Ingeniería que se propone puede considerarse equivalente al impartido en la Universidad de Swansea y contiene un 30% más de aplicaciones que los impartidos en las Universidades de Stuttgart y Munich.

Se destaca que el programa del Master se ha establecido teniendo en cuenta la oferta de dichos Masters Europeos. Con este fin se han incluido varias asignaturas de aplicación a ámbitos diferentes de los tratados en los Masters arriba mencionados. Por todo ello, se considera que el contenido del Master de Métodos Numéricos en Ingeniería puede considerarse original e innovador.

Es importante notar de nuevo que la UPC lidera una propuesta presentada en Julio 2005 al programa Erasmus Mundus para un nuevo Master Europeo sobre Computational Mechanics. Los socios de esta propuesta son las Universidades de Swansea, Stuttgart y Nantes. Es intención de los proponentes iniciar en Octubre de 2006 la docencia en dicho Master, cuyo contenido encaja perfectamente con el del Master en Métodos Numéricos que se propone. Ambos Masters son, por tanto, perfectamente compatibles.

### **Relación con el Plan de Investigación de la UPC**

Los objetivos del curso de Master están en línea con varias de las líneas estratégicas del Plan de Investigación (PI) de la UPC. En particular se resalta la relación con los siguientes programas que constituyen las líneas maestras del mencionado Plan de Investigación:

- Relación con la orientación de la estructura de la UPC para un mejor aprovechamiento de las oportunidades (Programa 3). El curso de Master contribuirá a la consolidación de un nuevo modelo organizativo en la UPC, con unidades transversales de gestión y promoción de actividades de I+D (es decir, los diversos grupos que promueven el curso). Asimismo el curso facilitará la incorporación de personal investigador y el incremento del número de investigadores en formación, ambos objetivos del mencionado Programa 3 del PI de la UPC.

El curso facilitará también la creación de nuevos instrumentos y nuevos entornos formativos para que los grupos de investigación de la UPC puedan alcanzar sus objetivos de I+D+i (Programa 4).

Por otra parte el curso de Master potenciara la participación de los grupos promotores con otros agentes sociales (CIMNE, otras universidades de Europa, empresas, etc.) de manera que se preserven y se incrementen los activos de conocimiento e intelectuales de la UPC (Programa 6).

El Master será también un instrumento eficaz para la atracción de talentos, a nivel de estudiantes de posgrado y de doctorado (Programa 8), así como para la valorización de los resultados de la investigación en el ámbito de los métodos numéricos en la UPC, permitiendo su difusión a través de las clases del curso y a través de la realización de Tesis de Master (Programa 9).

Finalmente el Master será un instrumento muy efectivo para la formación de investigadores en el ámbito de los métodos numéricos y sus aplicaciones en ingeniería y ciencias aplicadas (objetivo prioritario del Programa 10) y para la divulgación y promoción de la investigación y la transferencia de resultados, a través

de las actividades docentes y de investigación del curso de Master (objetivos prioritarios del Programa 11).

Por consiguiente, los objetivos del curso de Master están estrechamente relacionados con varias de las líneas estratégicas del Plan de Investigación de la UPC.

### **Equipamientos e infraestructuras existentes**

La UPC dispone de equipamientos e infraestructuras docentes e informáticos suficientes para cubrir con éxito el programa docentes y las actividades relacionadas (trabajos de curso, prácticas informáticas, Tesis de Master, etc.). En concreto, se dispone de Aulas para las clases, salas de estudio, aulas informáticas, así como espacios de servicios básicos para las actividades del curso (comedor, biblioteca, espacios deportivos, club social para alumnos, etc.).

### **Valor añadido de las colaboraciones previstas**

El curso contará con la colaboración de diversos grupos y organizaciones vinculados directa o indirectamente con la UPC. En particular se destaca la colaboración que ofrecerá el Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería (CIMNE) en forma de soporte administrativo, de ayuda a las publicaciones del curso y a las actividades docentes a través de su Centro Virtual de Estudios. Asimismo CIMNE propondrá temas para realización de trabajos de curso y Tesis de Master, ofreciendo también tutoría para los mismos a través de su cuadro de investigadores.

Se destaca que el CIMNE es un colaborador activo del Curso de Master sobre Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería que se imparte en la UPC desde 1987.

### **Experiencias previas de las unidades promotoras del Master**

Se destaca la experiencia previa de las tres unidades promotoras del Master (RMEE, MA3 y Escuela de Caminos) tanto en temas de docencia como de investigación y de transferencia de resultados.

El Departamento de Resistencia de Materiales y Estructuras en Ingeniería (RMEE) ha sido responsable de la organización del Master sobre Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería que se imparte en la UPC desde 1987. Junto con el Departamento de Matemática Aplicada 3 (MA3) constituyen el núcleo duro de este master.

Es asimismo responsable del doctorado de calidad en Ingeniería Estructural. El departamento de RMEE cuenta con un cuadro activo de profesores en diversas líneas de investigación sobre cálculo de estructuras y medios continuos. El conjunto de profesores publica una media de dos artículos al año en revistas científicas internacionales. Asimismo el RMEE organiza periódicamente congresos y jornadas de carácter internacional en colaboración con CIMNE. Se destaca también que el departamento de RMEE participa de forma continuada en proyectos de I+D y de transferencia de tecnología en colaboración con empresas españolas y extranjeras.

El departamento de MA3 es responsable del doctorado de calidad en Matemática Aplicada. Colabora asimismo activamente desde 1987 en la docencia de diversas asignaturas del Master sobre Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería. El departamento de MA3 cuenta con un cuadro de profesores activo en el ámbito de los métodos numéricos en el que desarrollan de forma continuada una importante actividad científica (dos artículos en revistas indexadas/año por profesor). También participa en proyectos de I+D y de transferencia de resultados al sector industrial.

La ETSECCPB es un referente en el mundo de la ingeniería civil en España y en Europa en innovación docente, dedicación a la investigación de sus profesores y participación en proyectos de I+D y transferencia de resultados al sector industrial. Es también coordinadora del doctorado de calidad de Ingeniería Civil (único doctorado de calidad en ingeniería civil en el estado). Desde 1987 apoya el Master sobre Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería ofreciendo espacio de aulas y apoyo administrativo.

### **Interés y relevancia científica**

Los métodos numéricos (también denominados métodos cuantitativos o métodos de simulación por ordenador) son una herramienta imprescindible de ayuda a la investigación en numerosos ámbitos de la ingeniería y las ciencias aplicadas. Con ayuda de los métodos numéricos y los modernos ordenadores pueden resolverse las ecuaciones diferenciales e integrales que gobiernan la mayor parte de los problemas de la naturaleza, así como el comportamiento de casi todos los procesos en la física y la ingeniería, entre otras ciencias. Antes del desarrollo de los métodos numéricos y la informática, el estudio de esas ecuaciones era prácticamente imposible y su solución sólo era factible en unos pocos casos de interés meramente académico. Con la ayuda de los métodos numéricos es posible estudiar hoy en día cualquier problema de la ingeniería o la física, teniendo en cuenta las complejas interacciones debidas a efectos multidisciplinares, tales como la interacción fluido-estructura, la electro-magneto-dinámica y la termo-mecánica en sólidos entre otros muchos ejemplos.

Los métodos numéricos son por tanto herramientas indispensables para el estudio detallado de todos los procesos que se producen en el mundo que nos rodea, tanto aquellos que se originan de forma natural (inundaciones, terremotos, tornados, etc.) como aquellos en los que interviene directamente la acción del hombre (obras de ingeniería, procesos de fabricación, etc.).

La formación que se proporciona en el Curso de Master es la adecuada para iniciar al alumno en una futura carrera de investigador. Se pretende introducir al alumno a las bases teóricas de los métodos numéricos más actuales, tales como el método de elementos finitos y a las teorías de cálculo numérico más potentes y útiles. Asimismo se forma al alumno en los aspectos fundamentales de la mecánica de medios continuos (sólidos y fluidos) y al comportamiento de los materiales más utilizados en la práctica. Todos estos temas son indispensables como punto de partida para una futura actividad investigadora, en la que el alumno deberá extender los conceptos aprendidos, para desarrollar así de forma autónoma nuevos métodos de cálculo para la solución de problemas de relevancia en el mundo de la ingeniería y las ciencias aplicadas.

### **Interés y relevancia profesional**

Los métodos numéricos son una herramienta clave para el desarrollo de la práctica profesional de la ingeniería. De hecho, los métodos numéricos intervienen en todas las fases de la práctica ingenieril. Obviamente, son una pieza clave para el diseño, pero también para la construcción, la fabricación y la explotación o mantenimiento. Los avances recientes que más han influido en la popularidad de los métodos numéricos en la solución de problemas progresivamente más complejos en ciencia y tecnología, han sido: el desarrollo de nuevas técnicas numéricas basadas en combinaciones de métodos tales como los de diferencias finitas, elementos finitos, volúmenes finitos y puntos finitos antes descritos; los progresos en las técnicas de álgebra matricial para resolver de forma más eficiente los grandes sistemas de ecuaciones algebraicas resultantes del método de discretización; la existencia y caracterización de nuevos materiales con óptimas relaciones entre resistencia y peso y, finalmente, la disponibilidad de ordenadores con crecientes recursos de memoria y

mayor velocidad de cálculo, a través de nuevas arquitecturas de ordenadores paralelos con memoria distribuida o compartida.

Los temas anteriores forman un conjunto indisoluble, de manera que hoy en día es impensable abordar el desarrollo de un método original para solución de un nuevo problema en ciencia o ingeniería, sin tener en cuenta todos los ingredientes mencionados. Por ejemplo, cualquier nuevo método numérico tiene que desarrollarse actualmente teniendo en cuenta la plataforma informática en la que se implementará para resolver problemas de gran escala (probablemente en ordenadores paralelos). Asimismo, es impensable un programa de ordenador moderno que no incorpore, o pueda incorporar, los continuos avances en la modelización de materiales avanzados.

La palabra que quizás puede sintetizar el futuro más inmediato de las aplicaciones de los métodos numéricos es «multifísica». Los problemas no se abordarán más desde la perspectiva de un único medio físico, e incorporarán todos los acoplamientos que caracterizan la complejidad de la realidad. Así, por ejemplo, el diseño de una pieza de un vehículo (un avión, un automóvil, etc.) se realizará teniendo en cuenta el proceso de fabricación y la función que dicha pieza ejercerá a lo largo de su «vida útil». Las estructuras en ingeniería civil se estudiarán teniendo en cuenta los efectos con el medio circundante (el terreno, el agua, el aire). Ejemplos similares pueden encontrarse en ingeniería naval y aeronáutica, entre otras, así como en prácticamente todas las áreas de la ciencia. La importancia de tener en cuenta el carácter «estocástico» (no determinista) de todos los datos será esencial para estimar la probabilidad de que los nuevos productos y procesos concebidos por el hombre se comporten de la forma prevista. Los próximos previsibles cálculos en el marco de la «multifísica estocástica» requerirán enormes recursos informáticos, nuevos y más potentes métodos numéricos y modelos físicos avanzados.

Sólo desde la perspectiva de una estrecha cooperación entre todas las partes del triángulo formado por el conocimiento profundo de las bases físicas y matemáticas de cada problema, los métodos numéricos y la informática, podrán encontrarse soluciones efectivas a los megaproblemas del inicio del próximo siglo. Esa cooperación deberá verse reflejada también en un mayor énfasis en la optimización de los recursos materiales y humanos necesarios para afrontar con garantías el cambio de escala de los problemas a resolver y, sobre todo, en la puesta en marcha de acciones de formación innovadoras para preparar a las nuevas generaciones, que, con la ayuda de los números, deberán pilotar con éxito la solución de problemas multidisciplinares.

## 2. Referent acadèmic intern (Els títols oferts en la tradició acadèmico-investigadora i professional, i potencialitat de les unitats participants)

Como se ha comentado en apartados precedentes el curso de Master propuesto es una actualización del Master sobre Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería que se imparte en la UPC desde 1987. El Master lo han cursado de forma presencial unos 450 alumnos de 25 países (fundamentalmente de España, Latinoamérica y varios países europeos: Alemania, Francia, Italia, Suecia). En la actualidad existe también una versión a distancia del Master, iniciada en 2000, que han cursado desde esa fecha unos 150 alumnos de todo el mundo, de los cuales ya lo han finalizado 47. La versión a distancia del Master se imparte utilizando el Centro de Estudios Virtual del Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería (CIMNE). Para detalles visitar [www.cimne.com/cdl](http://www.cimne.com/cdl)

La versión del Master que se propone aquí tiene forma presencial. No obstante, las clases presenciales se apoyarán con herramientas y material de soporte para la

formación tutorizada por Internet, utilizando las facilidades que ofrece el Centro de Estudios Virtual de CIMNE antes mencionado.

Se destaca que el programa del Master propuesto se ha elaborado de forma coherente con el contenido de los Programas de Doctorado de Calidad en Análisis Estructural, Matemática Aplicada e Ingeniería Civil impartidos respectivamente por los departamentos de RMEE, MA3 y por la ETSECCPB, promotores de este curso de Master.

### 3. Referent de demanda (necessitats de la societat) i de les fonts potencials d'alumnes

La demanda que se espera es del orden de 30 o 35 estudiantes con el perfil de egresados de un primer ciclo formativo de escuelas de ingeniería o licenciados en matemáticas o ciencias físicas. La previsión se ha hecho basándose en la experiencia de los últimos 17 años en el que el master ya se ha impartido.

## **C. ASPECTES ACADÈMICS**

### 1. Objectius de formació de l'Estudi: Perfil de competències

El curso de Master tiene como objetivo general la formación de nuevas generaciones de especialistas en la teoría y aplicaciones de los métodos de cálculo que se utilizan actualmente en la industria para el diseño de productos y procesos en el sentido más amplio posible.

Se pretende formar titulados con capacidad de aplicar inmediatamente en la industria los conocimientos estudiados, así como con la formación básica suficiente para abordar con éxito una etapa doctoral, donde podrán desarrollar nuevos métodos numéricos y programas de cálculo para la solución de problemas multidisciplinares.

El perfil típico de los titulados sería el siguiente:

- Buen conocimiento de la teoría y aplicaciones de los métodos numéricos, así como formación avanzada en la solución de problemas de ingeniería específicos.
- Capacidad de resolver problemas con visión integral, incorporando conocimientos y saber hacer teóricos y prácticos.
- Capacidad de resolver problemas siguiendo procesos de razonamiento lógicos.
- Habilidad de resolver un problema práctico, a través de la identificación del modelo matemático subyacente, del método de cálculo más adecuado y de la interpretación crítica de los resultados.
- Comprensión de la aplicabilidad y limitaciones de la tecnología de cálculo existente.
- Capacidad de estudio en grupo y de forma independiente, así como de gestión del tiempo.
- Experiencia en la búsqueda y recopilación de información: uso de recursos bibliográficos y de motores de búsqueda por Internet.
- Buena formación en métodos de cálculo: utilización de programas de cálculo existentes, así como de pre y post procesadores, conocimiento de lenguajes de programación y de librerías de cálculo estándar.
- Capacidad de comunicación: presentaciones orales, elaboración de informes profesionales y científicos de forma clara y concisa.
- Integración efectiva en un entorno multicultural.
- Motivación para proseguir la formación continua a lo largo de su vida profesional.
- Buen conocimiento de la comunidad de métodos numéricos en ingeniería a nivel Europeo e internacional.



Después de completar el programa de Master los estudiantes serán competentes para aplicar y transferir sus conocimientos sobre métodos numéricos a nuevos problemas y nuevos ambientes en diversos campos de la ingeniería. En particular los estudiantes podrán entender el papel de la modelización y de la simulación por ordenador en el más amplio campo de las Ciencias Aplicadas. Tendrán la habilidad de formular las preguntas adecuadas en las cuestiones más diversas de la vida real, y entender el alcance que pueden tener al abordar dichas cuestiones y escoger los métodos de análisis más adecuados para resolverlos.

Más aún, las competencias que proporcionarán los estudios de Master permitirán a los estudiantes enfrentarse a un nuevo problema, decidir que efectivamente es nuevo, identificar problemas similares y establecer conexiones útiles entre ambos, sintetizar la información y proponer métodos de solución adecuados y originales.

Estas competencias, garantizadas a través de la formación adquirida en el Master en Métodos Numéricos en Ingeniería, prepararán a los estudiantes graduados para una carrera de éxito en la industria, en la investigación o como profesores universitarios.

Se destaca de nuevo que los contenidos del Master son una actualización de los del Master en Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería que se imparte en la Universidad Politécnica de Cataluña desde hace 17 años.

Hay que resaltar también la vinculación del Master con las actividades del Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería (CIMNE) del a UPC ([www.cimne.com](http://www.cimne.com)). En CIMNE trabajan actualmente 150 investigadores de unos 25 países especializados en el desarrollo y aplicaciones de los métodos numéricos a toda una variedad de problemas de ingeniería.

CIMNE es asimismo el Secretariado General de la International Association for Computational Mechanics (IACM), la European Community on Computational Methods in Applied Sciences (ECCOMAS) y la Sociedad Española de Métodos Numéricos en Ingeniería (SEMNI). Se propone que CIMNE sea una institución activamente colaboradora de las actividades del nuevo Master en Métodos Numéricos en Ingeniería proporcionando temas para desarrollo de Tesis de Master relacionados con problemas de interés práctico para la industria. Asimismo, a través de la red de más de 300 empresas y centros de I+D vinculados a CIMNE en todo el mundo, los alumnos del curso tendrá la oportunidad de realizar estancias para completar su formación, pudiendo realizar en muchos casos la Tesis de Master en dichas organizaciones.

## 2. Estructura curricular

### Plan de estudios

| <b>Semestre 1, 30 ECTS</b> | <b>Semestre 2, 30 ECTS</b>   | <b>Tesis de Master</b> |
|----------------------------|--|------------------------|
| 6 asignaturas obligatorias | 3 asignaturas obligatorias<br>(15 ECTS)<br>15 ECTS de asignaturas<br>optativas | 30 ECTS                |

| Semestre 1  | Semestre 2   |
|---|--|
| <p><b>Obligatorias</b> (todas de 5 ECTS)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Métodos numéricos para PDEs</li> <li>• Elementos finitos</li> <li>• Mecánica del medio continuo</li> <li>• Álgebra numérica lineal</li> <li>• Pre y postproceso</li> <li>• Mecánica de materiales avanzada</li> </ul> | <p><b>Obligatorias</b> (todas de 5 ECTS)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mecánica de sólidos computacional</li> <li>• Mecánica de fluidos computacional</li> <li>• Métodos numéricos avanzados</li> </ul> <p><b>Optativas</b> (todas de 3 ECTS)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seminar series in computational mechanics</li> <li>• Análisis avanzado de estructuras</li> <li>• Modelización de nuevos materiales</li> <li>• Geomecánica</li> <li>• Hidrología subterránea</li> <li>• Ingeniería marítima</li> <li>• Procesos de fabricación por conformado</li> <li>• Optimización</li> <li>• Hidroinformática</li> <li>• Cálculo paralelo</li> <li>• Verificación y validación</li> <li>• Propagación de ondas y electromagnetismo</li> <li>• Mecánica computacional multiescala</li> <li>• Métodos numéricos en ingeniería del transporte</li> </ul> |

El bloque de optatividad del segundo semestre consta de 14 asignaturas de las que un estudiante habrá de cursar 5. Típicamente se prevé ofrecer anualmente 10 asignaturas ya que 8 de las 14 serán de periodicidad bianual. Se trata de asignaturas de carácter aplicado en las que se describe cómo se usan los métodos numéricos en ámbitos concretos de la ingeniería, esto justifica que su carga lectiva sea de 3 ECTS, por debajo del mínimo recomendado para asignaturas corrientes.

La tesis de máster es un trabajo de investigación en el que se estudiará la aplicación de métodos numéricos para resolver un problema concreto de ingeniería. Se valorará muy positivamente que el tema de la tesis venga propuesto por una empresa y que contribuya a resolver un problema de interés práctico y que se realice en colaboración con otro centro europeo. Por lo tanto, se valorará también muy positivamente que la dirección de la tesis sea compartida entre un profesor de la Universidad y un investigador de la Industria u otro investigador de un centro extranjero.

#### **Plan docente de las asignaturas**

**Nom: Métodos numéricos para PDEs**

Tipo: obligatoria  
ECTS: 5

Semestre: otoño  
Periodicidad de la oferta: Anual

**Nom: Elementos finitos**

Tipo: obligatoria  
ECTS: 5

Semestre: otoño  
Periodicidad de la oferta: Anual

**Nom: Mecánica del medio continuo**

Tipo: obligatoria  
ECTS: 5

Semestre: otoño  
Periodicidad de la oferta: Anual

|   |                                    |
|---|------------------------------------|
| <b>Nom: Álgebra numérica lineal</b>                   |                                    |
| Tipo: obligatoria                                     | Semestre: otoño                    |
| ECTS: 5   | Periodicidad de la oferta: Anual   |
| <b>Nom: Pre y postproceso</b>                         |                                    |
| Tipo: obligatoria                                     | Semestre: otoño                    |
| ECTS: 5   | Periodicidad de la oferta: Anual   |
| <b>Nom: Mecánica de materiales avanzada</b>           |                                    |
| Tipo: obligatoria                                     | Semestre: otoño                    |
| ECTS: 5   | Periodicidad de la oferta: Anual   |
| <b>Nom: Mecánica de sólidos computacional</b>         |                                    |
| Tipo: obligatoria                                     | Semestre: primavera                |
| ECTS: 5   | Periodicidad de la oferta: Anual   |
| <b>Nom: Mecánica de fluidos computacional</b>         |                                    |
| Tipo: obligatoria                                     | Semestre: primavera                |
| ECTS: 5   | Periodicidad de la oferta: Anual   |
| <b>Nom: Métodos numéricos avanzados</b>               |                                    |
| Tipo: obligatoria                                     | Semestre: primavera                |
| ECTS: 5   | Periodicidad de la oferta: Anual   |
| <b>Nom: Seminar series in computational mechanics</b> |                                    |
| Tipo: optativa  | Semestre: primavera                |
| ECTS: 3   | Periodicidad de la oferta: Anual   |
| <b>Nom: Análisis avanzado de estructuras</b>          |                                    |
| Tipo: optativa  | Semestre: primavera                |
| ECTS: 3   | Periodicidad de la oferta: Anual   |
| <b>Nom: Modelización de nuevos materiales</b>         |                                    |
| Tipo: optativa  | Semestre: primavera                |
| ECTS: 3   | Periodicidad de la oferta: Bianual |
| <b>Nom: Geomecánica</b>                               |                                    |
| Tipo: optativa  | Semestre: primavera                |
| ECTS: 3   | Periodicidad de la oferta: Bianual |
| <b>Nom: Hidrología subterránea</b>                    |                                    |
| Tipo: optativa  | Semestre: primavera                |
| ECTS: 3   | Periodicidad de la oferta: Bianual |
| <b>Nom: Ingeniería marítima</b>                       |                                    |
| Tipo: optativa  | Semestre: primavera                |
| ECTS: 3   | Periodicidad de la oferta: Bianual |
| <b>Nom: Procesos de fabricación por conformado</b>    |                                    |
| Tipo: optativa  | Semestre: primavera                |
| ECTS: 3   | Periodicidad de la oferta: Anual   |
| <b>Nom: Optimización</b>                              |                                    |
| Tipo: optativa  | Semestre: primavera                |
| ECTS: 3   | Periodicidad de la oferta: Anual   |
| <b>Nom: Hidroinformática</b>                          |                                    |
| Tipo: optativa  | Semestre: primavera                |
| ECTS: 3   | Periodicidad de la oferta: Bianual |

|  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| <b>Nom: Càlculo paralelo</b>                               |                                   |
| Tipo: optativa   | Semestre: primavera               |
| ECTS: 3  | Periodicidad de la oferta: Bidual |
| <b>Nom: Verificación y validación</b>                      |                                   |
| Tipo: optativa   | Semestre: primavera               |
| ECTS: 3  | Periodicidad de la oferta: Anual  |
| <b>Nom: Mecánica computacional multiescala</b>             |                                   |
| Tipo: optativa   | Semestre: primavera               |
| ECTS: 3  | Periodicidad de la oferta: Bidual |
| <b>Nom: Propagación de ondas y electromagnetismo</b>       |                                   |
| Tipo: optativa   | Semestre: primavera               |
| ECTS: 3  | Periodicidad de la oferta: Anual  |
| <b>Nom: Métodos numéricos en ingeniería del transporte</b> |                                   |
| Tipo: optativa   | Semestre: primavera               |
| ECTS: 3  | Periodicidad de la oferta: Bidual |

### Requisitos de conocimientos de un tercer idioma

| <u>Idioma</u> | <u>Nivel</u> |
|---------------|--------------|
| Inglés        | B2           |

### 3. Perfil del professorat responsable

#### 3.1. Estructura i formació acadèmica

|  |        |
|--|--------|
| - Nombre total de PDI  | 26     |
| - Nombre total de PDI doctor   | 25     |
| - Percentatge del PDI doctor sobre el PDI  | 96,15% |
| - Nombre total de PDI amb experiència professional en àmbit(s) d'interès per al Màster             | 26     |
| - % sobre el total de PDI de l'Estudi.   | 100%   |
| - % de PDI doctor o amb experiència professional en àmbit(s) d'interès per al Màster/ total de PDI | 100%   |

#### 3.2. Activitat investigadora o de transferència de tecnologia en el darrer quinquenni (2000/01-2004/05) (referida al conjunt del PDI i a temàtiques en relació amb el Màster).

|   |    |
|---|----|
| - Tesis doctorals dirigides en el últim quinquenni                    | 36 |
| - Total de tesis dirigides  | 73 |
| - Nombre de PDI amb sexenni de recerca obtingut en els darrers 6 anys | 10 |

|   |        |
|---|--------|
| <b>Resultats de la recerca:</b>   |        |
| - Nombre de publicacions en revistes indexades en el JCR  | 178    |
| - Nombre d'altres publicacions (si s'escau) de rellevància i difusió equivalent                         | 60     |
| - Projectes competitiu concedits per la UE dirigits:  | 6      |
| - Altres projectes competitiu europeus o internacionals dirigits  | 0      |
| - Projectes competitiu a nivell estatal o català dirigits   | 30     |
| <b>Transferència de tecnologia (o coneixement en general)</b>   |        |
| - Nombre de patents   | 1      |
| - Nombre de patents que estan o han estat en explotació en el quinquenni                                | 1      |
| - Nombre de convenis i contractes de transferència de resultats de la recerca                           | 42     |
| - Assenyalar si es forma part d'un (o més d'un) "Grup de recerca consolidat" aprovat per la Generalitat | Si (*) |
| - Referència(es) del(s) Grup(s)   |        |

(\*) Grup de Resistència de Materials i Estructures a l'Enginyeria, Secció Camins

Nota: Només s'inclou els grups de recerca dels professors que tenen la condició de coordinador del grup

### Visió general, en recerca i/o transferència de tecnologia

(Només pels dos responsables principals del màster)

|   |
|---|
| <p><b>Antonio Huerta</b></p> <p>La seva activitat de recerca es centre en els temes següents:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Computational methods in applied sciences and engineering.</li> <li>• Finite elements, nonlinear computational mechanics.</li> <li>• Incompressible flows with boundary motion, convection-diffusion.</li> <li>• Error estimation and adaptivity</li> </ul> <p>Compta amb més de 80 publicacions, entre articles en revistes, llibres, capítols de llibres i llibres editats</p> <p>PREMIS, DISTINCIONS I ESTADES INTERNACIONALS<br/> Professor visitant, Institut Universitaire de France, 2003<br/> Fellow of the International Association of Computational Mechanics, 2002<br/> Professor visitant a l'École Centrale de Nantes, 2002.<br/> Investigador visitant, Joint Research Centre, Ispra, European Communities Commission, 1990<br/> Thomas A. Jaeger Prize, International Association for Structural Mechanics in Reactor Technology, 1989<br/> Royal E. Cabell Fellowship, Northwestern University, USA, 1986</p> <p><b>Eugenio Oñate</b></p> <p>ACTIVIDAD CIENTÍFICA<br/> Desarrollo y aplicaciones de métodos de cálculo, basados fundamentalmente en el método de los elementos finitos para análisis de: 1) estructuras y elementos resistentes con materiales tradicionales y compuestos en ingeniería civil, mecánica, aeronáutica y naval; 2) procesos de fabricación de piezas metálicas por conformado (embutición, fundición, laminación, forja, extrusión, etc.); 3) aerodinámica de vehículos aeroespaciales y automotrices; 4) hidrodinámica de barcos; 5) problemas de interacción estructura-fluido; 6) problemas de transferencia de calor y masa en dinámica de fluidos; 7) problemas en bioingeniería (prótesis, mecánica cardiovascular); 8) implementación de nuevas técnicas de informática educativa en</p> |
|---|

enseñanza superior; 9) aplicaciones de las Tecnologías de la Información en Ingeniería

Ha dirigido 46 Tesis Doctorales desde 1979.

#### PUBLICACIONES

|    |                                   |     |   |
|----|-----------------------------------|-----|---|
| 2  | libros escritos                   | 150 | artículos en revistas internacionales     |
| 3  | revistas internacionales editadas | 263 | trabajos en actas de congresos            |
| 34 | libros editados                   | 3   | libros traducidos                         |
| 37 | capítulos en libros               | 147 | publicaciones en centros de investigación |
| 22 | monografías con ISBN              | 2   | series de libros editadas                 |

TOTAL: 662

### 3.3. Activitat professional en el darrer quinquenni (2000/01-2004/05)

(Només pels dos responsables principals del màster)

Antonio Huerta

#### CÀRRECS

Director del Departament de Matemàtica Aplicada III, Universitat Politècnica de Catalunya, (maig 1998-gener 2004)

Catedràtic de Matemàtica Aplicada, Universitat Politècnica de Catalunya, des del 1993

Editor associat

European Journal of Computational Mechanics, Hermès, 2005

Comitès editorials

International Journal for Numerical Methods in Engineering, Wiley, des del 2001

Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, Elsevier Science, des del 2001

International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics, Wiley, des del 2001

International Journal for Numerical Methods in Fluids, Wiley, des del 2004

Mechanics of Cohesive-frictional Materials, Wiley, 1995-2000

Revista de Obras Públicas, Colegio de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, des del 1997

Journals of Engineering Mathematics, Kluwer, des del 1996 (Comitè de referees).

Revista Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería, UPC, des del 1993

Serveis a la comunitat

Consell Científic del Centre de Recerca Matemàtica (CRM) des del 2002.

Comitè Computational Fluid Dynamics de la European Community on Computational Methods in Applied Sciences des del 2001

Consell Executiu del Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería (CIMNE) des del 2000.

Comitè Executiu de la Sociedad Española de Métodos Numéricos en Ingeniería (SEMNI) des del 1993

Avaluador de diverses agències nacionals i internacionals (Ministère de l'Education Nationale i Agence Nationale pour la Recherche, França; Quality Assurance

Netherlands Universities; ANECA; AGAUR).

Serveis a la universitat

Consell Social de la Universitat Politècnica de Catalunya (febrer 2001-abril 2002)

Vice-president del Consell de Directors de Departament (gener 2001-abril 2002)

|  |   |          |
|--|---|----------|
| Junta de Govern de la Universitat Politècnica de Catalunya (març 1997- abril 2002) |   |          |
| Eugenio Oñate  |   |          |
| ACTIVIDAD PROFESIONAL (Selección de un total de 10 áreas de trabajo profesional)   |   |          |
| Actividad  | Proyecto  |          |
|  | Empresas(s) Contratante(s)                        |          |
| Cálculo de presas  | Presa de Isil (bóveda)                            |          |
|  | Hidroeléctrica de Cataluña                        |          |
|  | Presa del Limonero (materiales sueltos)           |          |
|  | Conf.Hidrográfica del Sur                         |          |
|  | Presa de Mequinenza (gravedad)                    |          |
| ENHER  | Presa de San Esteban (gravedad)                   |          |
|  | Iberdrola   |          |
|  | Presa de Talvacchia (bóveda)                      |          |
| ENHER  |   |          |
| Cálculo de puentes   | Puentes de la autopista 9 de Julio (Buenos Aires) |          |
|  | Caminos, Edificios y Obras S.A.                   |          |
| Cálculo de depósitos   | Depósitos de agua pretensados                     |          |
|  | Hormigones Pretensados S.A.                       |          |
| Cálculo de centrales nucleares   | Análisis estático y dinámico del                  |          |
|  | Asociación Nuclear Vandellós                      |          |
|  | edificio de contención de Vandellós II            |          |
| Problemas de geomecánica   | Estudio del desgaste de piezas de maquinaria      |          |
|  | Metalogenia, Com.Europea                          |          |
|  | de obras públicas                                 |          |
|  | Boskalis, EPSA                                    |          |
| Análisis de estructuras históricas   | Basílica de San Marcos de Venecia                 |          |
|  | Com. Europea, Ayuntamiento                        |          |
|  | Catedrales de Barcelona y Tarazona                |          |
|  | Barcelona   |          |
| Análisis de procesos de  | Embutición de chapa                               |          |
|  | ALCOA, ENSIDESA                                   |          |
| conformado de metales  | Fundición   | Metal    |
| Box, Candemat  |   |          |
|  | Laminación en caliente                            | Mikalor, |
| Decad, Metalpack   |   |          |
|  | Renault,CastingRos,Metalogenia                    |          |
| Aerodinámica   | Vehículo espacial HERMES                          |          |
|  | Dassault Aviation, Airbus,                        |          |
|  | Aviones   |          |
|  | NASA, CASA, Alenia                                |          |
|  | Aerodinámica del Gran Telescopio                  |          |
|  | Grantecan de Canarias                             |          |
|  | Aerodinámica de coches                            |          |
|  | SEAT, FIAT  |          |

|  |  |      |
|--|--|------|
| Análisis hidrodinámico de América)                 | Rioja de España y Bravo España (Copa CADESA, IZAR,   |      |
| barcos y estructuras en el mar                     | Barcos rápidos, Fragatas   | Alfa |
| Marin, Com. Europea                                | Tuberías marinas   | Det  |
| Norske Veritas                                     |  |      |
| Análisis resistente de vehículos                   | Estudios de impactos en estructuras PEGASO, GEC ALSTHON  |      |
| SEAT, FIAT   | Análisis de estructuras de vehículos   |      |
|  | Estudio de fatiga en barcos  | IZAR |
|  | Estudio de satélites   | CASA |
| Desarrollo de software educativo                   | Programas educativos para introducción CIMNE y diversas empresas   |      |
| Com. Europea                                       | al análisis matricial de estructuras y al método de los elementos finitos  |      |
| Desarrollo de sistemas Europea                     | Desarrollo de un Centro Virtual para educación   | Com. |
| multimedia para educación en ingeniería            | en ingeniería via internet   |      |
| Desarrollo de técnicas de proceso                  | Control de calidad de naranjas durante el  |      |
| Resonancia Magnética Europea                       | de embalaje  | Com. |
| Nuclear para control de calidad en alimentos       |  |      |
| <b>PRINCIPALES CARGOS ACADÉMICOS Y CIENTÍFICOS</b> |  |      |
| 1979   | Prof. Agregado Interino de Cálculo de Estructuras en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (ETSICCP) de la Univ. Politècnica de Catalunya (UPC). |      |
| 1981   | Prof. Titular de Univ. de Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras en la ETSICCP de la UPC.  |      |
| 1983   | Catedrático de Univ. en Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras en la ETSICCP de la UPC.  |      |
| 1983-89  | Director de la ETSICCP de la UPC.  |      |
| 1987   | Vicepresidente Ejecutivo y Director del Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería (CIMNE).   |      |
| 1989-03  | Presidente de la Sociedad Española de Métodos Numéricos en Ingeniería (SEMNI).   |      |
| 1992-95  | Presidente del Consejo Científico del Centro de Supercomputación de Catalunya (CESCA).   |      |
| 1992-95  | Director del Depto. de Resistencia de Materiales y Estructuras en Ingeniería de la UPC.  |      |
| 1993-96  | Vicepresidente de la European Community on Computational Methods in Applied Sciences (ECCOMAS).  |      |
| 1994-02  | Secretario General de la International Association for Computational Mechanics (IACM).   |      |



2000-04 Presidente de la European Community on Computational Methods in Applied Sciences (ECCOMAS)  
 2002 Presidente de la International Association for Computational Mechanics (IACM)  
 2004 Presidente Honorario de la Sociedad Española de Métodos Numéricos en Ingeniería (SEMNI).

#### MEDALLAS Y DISTINCIONES

1990 Medalla Narcís de Monturiol de la Generalitat de Catalunya al Mérito Científico y Tecnológico.  
 1995 Medalla al Mérito Profesional del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.  
 1996 Eric Reissner Medal in Computational Structural Mechanics.  
 1998 Fellow de la International Association for Computational Mechanics (IACM).  
 1998 Computational Mechanics Award de la IACM  
 1998 Miembro de la Real Academia de Doctores.  
 1999 Accesit al Premio Ciudad de Barcelona de Investigación Tecnológica  
 1999 Placa Narcís Monturiol al Mérito Científico y Tecnológico de CIMNE (recogida como Director de CIMNE)  
 2000 Medalla del Grupo Español de Fractura  
 2000 Doctor Honoris Causa, Universidad Ovidius, Constanza, Rumania  
 2000 Medalla de la Asociación Argentina de Mecánica Computacional (AMCA)  
 2001 Medalla de la E. T. S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona a la trayectoria profesional  
 2002 Premio Ciudad de Barcelona de Investigación Tecnológica  
 2002 "Literari Awards for Excellence" al mejor artículo publicado en Engineering Computations  
 2004 Medalla de la Universidad de Jyväskylä (Finlandia).  
 2004 Premio Duran i Farell de Investigación y Tecnología de la Universidad Politécnica de Cataluña.  
 2005 Miembro Honorario de la Asociación Portuguesa de Mecánica Teórica, Aplicada y Computacional (APMTAC)

### 3.4. Altres indicis de qualitat del projecte de Màster que es volen fer constar.

El Master de Métodos Numéricos en Ingeniería que se propone es una actualización del Master en Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería que se imparte en la UPC desde 1989. Con anterioridad a esta fecha y desde 1985 este curso tuvo categoría de curso de posgrado, también de la UPC. Se trata por tanto de una actualización de uno de los cursos de posgrado con más antigüedad de la UPC.

El Master ha sido cursado de forma presencial por más de 450 alumnos de 25 países (fundamentalmente de España, Latinoamérica y varios países europeos: Alemania, Francia, Italia, Suecia). En la actualidad existe también una versión a distancia del Master, iniciada en 2000, que han cursado desde esa fecha unos 150.

El Master ha servido también para potenciar las aulas CIMNE en diversos países latinoamericanos: prácticamente todos los colaboradores de CIMNE en estas aulas han cursado el Master y colaboran en la impartición de la versión a distancia. El número de titulados del Master que hoy en día trabajan en el desarrollo y uso de los métodos numéricos en este continente da una idea de su impacto en la comunidad internacional.

### Relació de PDI de la Universitat Politècnica de Catalunya implicat en el màster

| Nom    | Cognom 1 | Cognom 2 | Departament de la UPC   |
|--------|----------|----------|-------------------------|
| Marino | Arroyo   | Balaguer | Matemàtica Aplicada III |

|                 |                     |                   |   |
|-----------------|---------------------|-------------------|---|
| Eugenio         | Oñate               | Ibáñez de Navarra | Resistència Materials i Estructura a l'Enginyeria |
| Nuria           | Pares               | Marine            | Matemàtica Aplicada III                           |
| Agusti          | Perez               | Foguet            | Matemàtica Aplicada III                           |
| Antonio         | Rodriguez           | Ferran            | Matemàtica Aplicada III                           |
| Jose            | Sarrate             | Ramos             | Matemàtica Aplicada III                           |
| Benjamin        | Suarez              | Arroyo            | Resistència Materials i Estructura a l'Enginyeria |
| Jose Francisco  | Zarate              | Araiza            | Resistència Materials i Estructura a l'Enginyeria |
| jesus           | Carrera             | Ramirez           | Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica  |
| Manolo          | Espino              | Infantes          | Enginyeria Hidràulica, Marítima i Ambiental       |
| Jose m.         | Cela                | Espin             | Arquitectura de Computadors                       |
| Sergio horacio  | Oller               | Martinez          | Resistència Materials i Estructura a l'Enginyeria |
| Antonio         | Gens                | Sole              | Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica  |
| Horia Alejandro | Barbat              | Barbat            | Resistència Materials i Estructura a l'Enginyeria |
| M. Dolores      | Gómez               | Pulido            | Resistència Materials i Estructura a l'Enginyeria |
| Carlos          | Agelet de Saracibar | Bosch             | Resistència Materials i Estructura a l'Enginyeria |
| Irene           | Arias               | Vicente           | Matemàtica Aplicada III                           |
| Xavier          | Oliver              | Olivella          | Resistència Materials i Estructura a l'Enginyeria |
| Gabriel         | Bugeda              | Castelltort       | Resistència Materials i Estructura a l'Enginyeria |
| Miguel          | Cervera             | Ruiz              | Resistència Materials i Estructura a l'Enginyeria |
| Ramon           | Codina              | Rovira            | Resistència Materials i Estructura a l'Enginyeria |
| Michele         | Chiumenti           |                   | Resistència Materials i Estructura a l'Enginyeria |
| Pedro           | Diez                | Mejia             | Matemàtica Aplicada III                           |
| Sonia           | Fernandez           | Méndez            | Matemàtica Aplicada III                           |
| Antonio         | Huerta              | Cerezuela         | Matemàtica Aplicada III                           |
| Juan            | Miquel              | Canet             | Resistència Materials i Estructura a l'Enginyeria |

#### 4. Previsió de mesures per a la mobilitat dels estudiants

Los estudiantes podrán realizar la tesis de master en cualquiera de los centros europeos que tienen relaciones con los promotores del master.

Se contará con colaboraciones puntuales de profesores de otros centros de referencia en Europa para temas concretos de algunas asignaturas y para seminarios, tal como ya se viene haciendo desde hace años en el Master de Métodos Numéricos en Ingeniería.

#### 5. Previsió de possible col·laboració de professionals o investigadors que no tinguin la condició de professors universitaris

Se cuenta hasta la fecha con la colaboración de diferentes instituciones.

- Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería (CIMNE). CIMNE ofrece: 1) apoyo administrativo a las tareas de matrícula y gestión del curso. 2) apoyo a la docencia del curso a través del Centro de Estudios Virtual desarrollado por CIMNE. 3) propuesta de temas para trabajos de curso y de tesis de Master, así como la tutoría correspondiente a través de sus investigadores. 4) participación de los alumnos del Master en los cursos, jornadas y congresos que organiza CIMNE y 5) organización de estancias de alumnos en las empresas vinculadas a CIMNE.

- Centro de Ingeniería Computacional y Civil. University College of Swansea, Wales. Ofrece la posibilidad de que alumnos del Master cursen diversas asignaturas en su universidad, incluyendo la posible realización de la tesis de Master bajo la co-dirección de uno de sus investigadores.

- Department of Civil Engineering. University of Stuttgart. Ofrece la posibilidad de que alumnos del Master cursen diversas asignaturas en su universidad, incluyendo la posible realización de la tesis de Master bajo la co-dirección de uno de sus investigadores.

- Department of Applied Mechanics. University of Nantes. Ofrece la posibilidad de que alumnos del Master cursen diversas asignaturas en su universidad, incluyendo la posible realización de la tesis de Master bajo la co-dirección de uno de sus investigadores.

El acuerdo de colaboración de cada una de esas organizaciones con la UPC está en fase de realización. Se espera que esté concluido en Enero 2006.

Se destaca que las organizaciones anteriores ya colaboran activamente con los organismos promotores del Master. En particular, todas ellas están involucradas en el Master Europeo sobre Computational Mechanics, complementario del Master propuesto, que se iniciará en la UPC previsiblemente en Octubre de 2006.

## D. ANNEX 1: RECURSOS DOCENTS

### Viabilitat del màster (recursos i cost)

Per garantir que hi ha prou disponibilitat de professorat per impartir els nous màsters oficials sense que hi hagi increment de capítol 1, la UPC ha establert que totes les propostes comptabilitzessin les noves necessitats de docència i concretessin d'on procedien els recursos. Aquest origen podia ser triple:

- Assignatures actuals que es deixarien d'impartir cas de programar-se el nou màster (bàsicament, cursos de doctorat de programes que es transformen; però també assignatures de lliure elecció i fins i tot optatives que deixarien d'oferir-se, o s'oferirien amb menys periodicitat i/o nombre de grups que en l'actualitat).
- Assignatures que es compartirien entre el nou màster i alguna titulació actual: les noves matèries de màster substitueixen o coincideixen amb assignatures, bàsicament optatives de 4rt i 5è curs d'una titulació de cicle llarg. Això s'ha fet tenint en compte que aquestes titulacions tenen una durada de 5 anys, mentre que els nous graus seran, previsiblement, de 4 anys i, per tant, part de la docència haurà de passar dels actuals segons cicles als nous màsters. També entren en aquest apartat assignatures d'anivellament, pensades per permetre que titulats d'enginyeries tècniques, etc, cursin el màster.
- Assignatures que es comparteixen amb d'altres màsters, del mateix o d'un altre POP.

En cada cas, només s'han aprovat propostes que tinguin un balanç equilibrat entre el que s'hauria de fer *ex-novo* i allò que deixaria d'impartir-se.

Com que l'equivalència entre crèdits d'estudis actuals i ECTS no és immediata, els càlculs s'han fet amb punts de docència (PADs), que són l'indicador d'activitat acadèmica del professorat de la UPC en l'àmbit de la docència i que recullen, de forma anàloga a la metodologia ECTS, quina és la càrrega total de treball que cada assignatura comporta pel seu professorat.

A continuació figura el detall d'aquest balanç en el màster:

### Nombre de punts de docència necessaris

135 PAD por asignaturas obligatorias + 60 PAD por dirección tesis de master (previsión 20 tesis de master) + 90 PAD por asignaturas optativas. Total 285 PAD.

### Assignatures que s'amortitzen

| Assignatura   | Titulació           | Punts |
|---|---------------------|-------|
| 50% del programa de doctorat  | Anàlisi Estructural | 88,5  |
| SISTEMES NO LINEALS I OPTIMITZACIÓ  | Enginyeria Civil    | 10    |
| SERIE DE SEMINARIS EN MECÀNICA DE MATERIALS, ESTRUCTURES I COMPUTACIONAL AVANÇADA | Enginyeria Civil    | 3,5   |
| MÈTODES NUMÈRICS EN LA MECÀNICA DE SÒLIDS NO LINEALS.                             | Enginyeria Civil    | 10    |
| POSSIBILITATS DE LES TIC A L'ENGINYERIA CIVIL                                     | Enginyeria Civil    | 6     |
| MECÀNICA COMPUTACIONAL PEL MÈTODE DEL CAS   | Enginyeria Civil    | 3,5   |

|   |                      |    |
|---|----------------------|----|
| Treballs de recerca i projectes de tesi (estimació) | Enginyeria Civil     | 20 |
| Aplicacions en Eng. Computacional                   | Enginyeria de Camins | 19 |
| Projectes i tesines ECCP                            | Enginyeria de Camins | 75 |

#### Assignatures que es comparteixen amb estudis actuals

| Denominació assignatura   | Titulació         | Punts       |
|---------------------------|-------------------|-------------|
| Mètodes numèrics per EDPs | Enginyeria Camins | 18          |
| Mètodes numèrics avançats | Enginyeria Camins | 13,5        |
| Estructures III           | Enginyeria Camins | 18          |
| <b>TOTAL:</b>             |                   | <b>49,5</b> |

La UPC estima que la gestió administrativa dels nous màsters es pot dur a terme amb el personal d'administració i serveis de què es disposa actualment. En alguns casos, el volum de feina és similar al que comporten els actuals programes de doctorat. Però, a més, la posada en marxa de noves eines informàtiques de gestió acadèmica (el programa PRISMA, implantat a tots els centres de la UPC des de juliol de 2005) facilita un augment de la productivitat que possibilita l'assumpció de noves tasques administratives lligades als màsters.

Finalment, pel que fa a recursos en equipaments i infraestructures, la dotació actual és suficient per posar en marxa els màsters previstos per al curs 2006-07. En alguns casos, s'ha previst per més endavant aprofitar les noves tecnologies (vídeos en xarxa, videoconferències, materials no presencials, etc) per tal de permetre un increment respecte de les places ofertes inicialment en els màsters.

**MÀSTER 4****A. ASPECTES DE CARÀCTER GENERAL I ORGANITZATIU****1. Denominació de l'Estudi / Títol****MÀSTER EN RECURSOS HÍDRICS****2. Organització general**

Es tracta d'un màster que permet cursar la totalitat dels estudis a la UPC, però que inclou, a més i com una de les seves components, el màster Erasmus Mundus *EuroAquae. Hydroinformatics and Water Management*, impartit parcialment a la UPC i en quatre universitats europees més, la docència del qual es va iniciar el curs 2004-05.

**Objectius formatius generals**

L'evolució de las activitats humanes, en el context dels canvis en el clima i del creixement de la població de la terra, porta a situacions cada cop el maneig de les quals resulta cada cop més complex. El desenvolupament sustentable dels recursos hídrics i la seva gestió integrada, incloent-hi les conseqüències sobre el medi ambient i l'ús del territori, representa cada cop més un desafiament important. L'objectiu global de la gestió de recursos hídrics tracta d'evitar o reduir el risc de crisis en aspectes com l'abastament d'aigua, la irrigació, les inundacions, les malalties infeccioses, etc. El principal objectiu del màster consisteix en formar i preparar els futurs científics i enginyers executius amb responsabilitats en projectes de modelització i gestió, als àmbits de la hidrotecnologia i el medi ambient. Els titulats tindran aptituds per a l'assessorament a escala local, regional, nacional i internacional, tant per a les administracions públiques com per a empreses i indústries privades.

Les **unitats bàsiques de la UPC** promotores d'aquest màster són els departaments: d'Enginyeria Hidràulica, Marítima i Ambiental, d'Enginyeria del Terreny i l'Escola Tècnica Superior d'Enginyers de Camins, Canals i Ports de Barcelona. A més, aquestes unitats compten amb la col·laboració dels departaments de Resistència de Materials i Estructures a l'Enginyeria, Matemàtica Aplicada III i de Mecànica de Fluids.

Es tracta d'un màster de la Universitat Politècnica de Catalunya. Tanmateix, tot i no tenir les característiques de màster interuniversitari, hi col·laboraria puntualment professorat del departament d'Ecologia de la Universitat de Barcelona i es vol estudiar també la possible col·laboració de professorat de la Universitat de Lleida, en temes d'hidrologia agrícola i ramadera.

A més, en incloure un programa Erasmus Mundus, cal comptar com universitats que participen en aquesta component del màster les següents:

- Universitat de Nice Sofia-Antipolis (coordinadora del programa Erasmus Mundus)
- Universitat de Newcastle-upon-Tyne
- Universitat de Brandenburg-Cottbus
- Universitat de Budapest

En aquest moment està molt avançada la proposta de titulació conjunta entre les cinc universitats que participen al programa Erasmus Mundus. Un esborrany ha estat discutit a nivell dels coordinadors de cada universitat i es confia que sigui aprovat abans de final d'any. Es tractaria del primer títol conjunt derivat d'un programa Erasmus Mundus.

Cada universitat és responsable dels estudiants que hi són durant cada semestre des del punt de vista d'inscripció i gestió de dades de les assignatures que s'imparteixen a ella. L'expedició dels títols acadèmics es faria amb les cinc firmes dels rectors de les universitats, i possiblement encara que no està decidit, es gestionaria des de la universitat coordinadora.

La **institució que tramita el títol**: Universitat Politècnica de Catalunya.

**Règim de l'estudi**: Temps Complet.

**Modalitat en què s'imparteix**: La majoria d'assignatures són **presencials**, però el programa Erasmus Mundus inclou assignatures de treball col·laboratiu en web, coordinades des d'Alemanya

**Període lectiu**: oferta semestral.

El màster oficial, en la seva globalitat i amb aquest caràcter, **començaria el curs 2006-07**, semestre de tardor.

Com s'ha comentat, la componnet dins el programa Erasmus Mundus ja va començar el setembre de 2004 i tindrà els primers titulats el Juny de 2006.

El curs 2006-2007 el màster en recursos hídrics tindria entrada només per a enginyers de camins, els quals estan exempts de les assignatures dels dos primers semestres. Per tant, s'implementarien si més no dues de les tres especialitzacions i un nombre indeterminat d'assignatures procedents d'altres màsters. També s'oferiria la tesina de màster i algunes de les assignatures del segon semestre, en aquest cas, però, no per a estudiants del màster sinó com matèries d'intensificacions del darrer curs de la titulació actual d'enginyeria de camins. En cursos successius s'implantarien la resta de matèries dels dos primers semestres i les optatives del tercer. El ritme d'implantació dependrà del calendari en la implantació del nou estudi de grau i el transitori en l'extinció de les titulacions actuals de l'ETSECCPB. En tot cas, la plena implantació del semestre 2 és prèvia a la posada en marxa de la totalitat del semestre 1. La implantació d'aquest semestre 1 pot comportar l'augment de l'oferta del màster fins a 30 places anuals.

El **nombre de crèdits** que ha de superar l'estudiant és de **120 ECTS**.

### 3. Admissió

#### **Òrgan responsable del màster**

Procediment per a la designació de la persona responsable: per acord entre les unitats bàsiques promotores

Composició de la comissió que assisteix la persona responsable: per acord entre les unitats bàsiques promotores.

Procediment per a la designació de la comissió que assisteix la persona responsable: les persones representants dels departaments seran nomenades per aquests, en la forma que estableixin els seus òrgans de govern, entre el professorat amb responsabilitat docent en el màster; la representació de l'escola serà nomenada per la direcció de l'ETSECCPB.

Com ja s'ha esmentat, la component Erasmus Mundus té, d'acord amb els reglaments del consorci d'universitats que l'imparteix, una comissió acadèmica que a la UPC consta de sis membres: dos en representació del grup de recerca FLUMEN del departament EHMA, dos en representació del CIMNE i dos més en representació de l'ETSECCPB. Aquesta comissió és la que tria el responsable acadèmic del programa a la UPC.

#### **Procediment (i si escau criteris) d'admissió**

L'admissió es farà prèvia sol·licitud d'accés en què ha de constar la titulació d'origen, l'expedient acadèmic i, si és el cas, l'experiència professional. La Comissió fixarà els criteris d'entrada al màster i determinarà la llista d'admesos. En funció de la formació prèvia, decidirà quines matèries del màster ha de cursar, tot mantenint el requisit legal que aquestes matèries sumin, com a mínim, 60 ECTS. En particular, els alumnes admesos que tinguin la titulació d'enginyer de camins no hauran de cursar el semestre 1.

#### **Nombre de places d'accés**

Seràn 20 en una primera fase, que podrien augmentar a 30 a mesura que es vagi implantant el màster (vegeu l'apartat 3.2). A part, cal comptar les 30 places d'accés que té des del inici el programa Erasmus Mundus

## **B. JUSTIFICACIÓ DE CADA ESTUDI**

### 1. Referent acadèmic extern (Els títols oferts en el context internacional)

El camp de l'aigua es un tema d'interès fonamental especialment en el nostre país, amb recursos escassos i on un bon coneixement i una bona gestió de tot el que està relacionat amb l'aigua es prioritari. En aquest sentit, en particular després de l'entrada en vigor de la nova Directiva Marc aprovada per la Unió Europea, calen professionals que facin servir les eines de modelat i presa de decisions en aquest àmbit. La UPC es l'única universitat catalana que concentra especialistes en els diferents camps lligats a l'enginyeria hidràulica, la hidroinformàtica i l'enginyeria ambiental, amb experts amb lligams internacionals. Compta doncs amb un fort lideratge, i amb els medis materials i humans adequats fer portar a terme ma proposta. A més a més, *EuroAqua*e ha estat valorada positivament des de la Unió Europea, en incloure-la en el programa Erasmus Mundus en la seva primera convocatòria.

#### **Equivalència en el context internacional**

Ja s'ha comentat en molts apartats que aquest màster estarà associat al programa Erasmus Mundus EuroAqua, que és un referent a nivell europeu

#### **Interès i rellevància científica i professional**

El màster presenta un grau d'especialització dins una temàtica estratègica i d'actualitat vital per a les nostres comunitats. El nivell inclou una doble vessant, professional i acadèmica, que s'ajusta perfectament als objectius dels programes de postgrau.



## 2. Referent acadèmic intern (Els títols oferts en la tradició acadèmico-investigadora i professional, i potencialitat de les unitats participants)

A la UPC moltes de les matèries d'especialització que s'impartiran als semestres 2 i 3, ja estan incorporades en la actualitat parcialment en assignatures d'intensificacions o de doctorat entorn de l'Escola de Camins (Intensificacions en Enginyeria Hidràulica i Enginyeria Sanitària i Ambiental, programes de doctorat en Enginyeria Civil i Enginyeria del Terreny); però no conformaven una oferta a nivell de màster o doctorat completa. Igualment, el Curs Internacional d'Hidrologia Subterrània, que s'imparteix des de fa temps a la Fundació UPC, és una altra font d'experiència que cal considerar.

## 3. Referent de demanda (necessitats de la societat) i de les fonts potencials d'alumnes

La demanda de professionals competents al camp de l'aigua és una necessitat de primer ordre en aquests moments. Inundacions, sequeres i manca d'aigua de bona qualitat són temes prioritaris al nostre país i es preveu que, tal i com es diu a documents de l'Unió Europea (WFD Water Framework Directive, 2000), calgui un nombre de professionals amb formació completa. Es demanaria una titulació d'accés de primer nivell en Enginyeria, preferiblement lligades al àmbit de l'enginyeria civil, o llicenciats en Ciències Ambientals, Física, Geologia o Biologia. En els propers anys, també quedaria obert l'accés a Enginyers Tècnics (Obres Públiques, Industrials, de Mines, etc) que vulguin una especialització temàtica al camp de l'aigua.

## **C. ASPECTES ACADÈMICS**

### 1. Objectius de formació de l'Estudi: Perfil de competències

Els països mediterranis de la UE presenten una problemàtica molt específica pel que fa a la disponibilitat i qualitat dels recursos hídrics, la qual cosa ha propiciat l'existència d'una antiga, valuosa i molt arrelada tradició i experiència en l'aprofitament i gestió eficaç de l'aigua. Per això, en aquests països la incorporació de la directiva Marc de l'Aigua (DMA) suposa un repte important i específic respecte d'altres àmbits geogràfics de la UE.

En el context de l'objectiu principal abans esmentat, és previst que la part central d'aquest màster s'orienti segons les tres línies mestres següents:

#### ▪ **Aigua i ciutat:**

Tecnologies per a la producció d'aigua potable i depuració d'aigües residuals. Gestió avançada de xarxes d'abastament i clavegueram. Risc d'inundació a la ciutat: noves solucions. Garantia del subministrament. Incidència en la gestió del territori urbà i periurbà...

#### ▪ **Aigües continentals:**

Incidència de l'ocupació del territori i accions antròpiques en els processos integrals i de detall del cicle hidrològic. Mesures correctores i avaluació de la seva eficàcia. Criteris de gestió orientats a la protecció i recuperació del bon estat ecològic dels cossos d'aigua continentals...

#### ▪ **Gestió integrada dels recursos hídrics:**

Integració tècnica i socioeconòmica dels possibles recursos d'aigua. Quantitat, qualitat, medi ambient i sustentabilitat. Garantia de quantitat i qualitat per a

l'abastament urbà, industrial i agrícola. Gestió de la demanda. Avaluació de l'eficàcia en la gestió de l'aigua. Aspectes tècnics, econòmics i socials. Integració territorial i dels recursos naturals. Tècniques de protecció i remediació...

Els destinataris d'aquest màster són titulats que presten els seus serveis, a les administracions i empreses, en la gestió dels recursos hídrics o que volen iniciar-se en la recerca en aquest camp de coneixement.

Pel que fa al component de l'Erasmus Mundus EuroAquae, els seus objectius es van definir ja fa dos cursos de la manera següent:

*The master is organized in a pedagogic continuum to provide introduction and common knowledge/soft skills (semester 1), acquisition and the use of the Hydro-Informatics concepts, methods and tools (semester 2), a thematic specialization: hydro-informatics systems, urban waters management, inland waters management, decision support systems (semester 3) and for semester 4, a research project or a professional practice. The consortium issues multiple degree (MSc) defined as Master of Sciences in Hydro-Informatics & Water management recognized by all the participating countries.*

*The evolution of human activities, in the foreground of climate changes and growing earth population, induces situations more and more complex to manage. The sustainable development of water resources in the aquatic environment and its management represents today a major challenge. The global aim of the management is to avoid or minimize risk of crisis as water supply, irrigation, floods, waste water treatment...*

*Initiated in Europe more than 20 years ago, Hydro-Informatics emerges as the central element for the progress of modeling activities and management of capacities on the theoretical side as well as in the operational field. The Information and Communication Technologies (ICT) extend deeply the potential of the tools and at the same time, modify the engineering activities in the water field. The development of the ICT allows for synergetic use, within single methodological approach of simulation tools dealing with physical, social and economical aspects which are today essential issues in the management of each project anywhere in the world. According to all analysis and visions, the intensive demand of Hydro-Informatics educated engineers and managers in public services and private sector will continue for more than 5 decades (Cf. Implementation of the European Water Framework Directive). The annual needs for professionals could be estimated to 500 for the European Union at least and more than 1500 worldwide concerning both initial education and continuing education (long life learning program). In this context, the specialization and the training of executive engineers and managers is the key issue for this needed progress. The European knowledge, know-how and good practices in sustainable water management and Hydro-Informatics are references and constitute the central elements of a technical common culture widely requested. The partners of the consortium share this vision and this ambition for the future. Consequently, the main objective of the Masters course is to prepare and train future scientists and executive engineers in charge of modeling and managing projects in hydro-technologies and environment. These professionals have vocation to assist local, regional, national and international collectivities, public services and to be involved in private companies. Specifically, the training of these engineers is oriented towards:*

- Knowledge in major physical processes related to the water field
- Capacity in process and information modeling
- Operational and technical know-how in Hydro-Informatics environments
- Decision Support Systems and real time control management
- Development and coordination of ICT environment
- Contributions to risk analysis and strategy building

- Advice and support decision makers

*The European Hydro-Informatics Master builds this vision, in a synergy way, from the major competencies of each academic partner and his professional environment, with the ambition to create a program able to cover successfully all mentioned aspects, to maintain and promote the essential research and development activities, at the highest level. The master is defined to welcome about 25 spanish participants each year plus 5 Erasmus Mundus scholar students.*

## 2. Estructura curricular

### Descripció del pla d'estudis

El màster té una estructura amb dos troncs: el tronc central en Recursos Hídrics i el programa Erasmus Mundus. Mentre el primer s'impartiria totalment a la UPC, en l'altre el segon semestre no s'imparteix a Catalunya i, en qualsevol cas, els estudiants que s'hi inscriuen han de cursar dos semestres fora de la UPC. A continuació es descriuen per separat les dues estructures. Es planteja la compartició d'assignatures entre elles; però cal tenir en compte que la docència del programa Erasmus Mundus és totalment en anglès, cosa que pot representar un inconvenient per part de l'alumnat potencial del tronc comú, que provindria del món professional i de l'administració. Per tant, en una primera fase, assignatures del programa Erasmus Mundus s'oferirien en el bloc compartit del 3r semestre del tronc central. Per més endavant es planteja augmentar la compartició de matèries entre ambdós troncs, tal vegada reduint el nombre d'activitats presencials –que potser caldria duplicar per la qüestió de l'idioma–.

Pel que fa al tronc central, té la següent distribució:

|            |  |                |
|------------|--|----------------|
| Semestre 1 | Complements de formació i anivellament | Fins a 30 ECTS |
| Semestre 2 | Assignatures bàsiques                  | 30 ECTS        |
| Semestre 3 | Assignatures d'especialització         | 30 ECTS        |
| Semestre 4 | Tesina de màster                       | 30 ECTS        |

- El primer semestre inclou diverses assignatures amb complements de formació per estudiants procedents de titulacions diferents de l'enginyer de camins i el futur enginyer civil. Consta de fins a 30 ECTS, l'obligatorietat dels quals depèn del perfil previ de l'alumne.
- El segon semestre comprèn el corpus d'assignatures que proporcionen les competències bàsiques d'un especialista en recursos hídrics. Consta de 30 ECTS obligatoris.
- El tercer semestre dona l'especialització. Hi ha tres especialitats: Aigües continentals, Aigua i ciutat, i Gestió de recursos hídrics. En el futur, hi podria haver una quarta especialitat en Hidroinformàtica, que seria la versió impartida completament a la UPC del màster Erasmus Mundus. Cada especialització consta de 4 assignatures, de 5 ECTS cadascuna. En aquest semestre s'hi inclou, a més, un bloc amb optatives del màster i assignatures procedents de i compartides amb altres màsters de la UPC: Enginyeria del Terreny i Sísmica, Ciències del Mar, Enginyeria Ambiental... Cada alumne ha d'escollir una de les 3 especialitats, de la qual n'ha de cursar obligatòriament les 4 assignatures que la componen; i ha de completar els 30ECTS del semestre tot cursant dues assignatures més, que pot triar entre les de les altres especialitats i les del bloc d'optatives i altres màsters.

- Al quart semestre cal realitzar, amb caràcter obligatori, una tesina de màster que consisteix en un treball de recerca de caràcter global respecte de les diferents competències i destreses assolides en les fases prèvies.

En resum: (totes les assignatures són de 5 ECTS, excepte si s'indica una altra cosa)

|            |   |                      |                                       |   |
|------------|---|----------------------|---------------------------------------|---|
| Semestre 1 | Prerequisits d'hidrologia superficial       |                      |                                       |   |
|            | Prerequisits d'hidrologia subterrània       |                      |                                       |   |
|            | Prerequisits d'hidrodinàmica                |                      |                                       |   |
|            | Prerequisits d'enginyeria ambiental         |                      |                                       |   |
|            | Prerequisits de matemàtiques                |                      |                                       |   |
|            | Prerequisits d'enginyeria hidràulica        |                      |                                       |   |
| Semestre 2 | Hidrologia superficial                      |                      |                                       |   |
|            | Hidrologia subterrània                      |                      |                                       |   |
|            | Hidrodinàmica                               |                      |                                       |   |
|            | Qualitat de l'aigua                         |                      |                                       |   |
|            | Economia i legislació en l'àmbit de l'aigua |                      |                                       |   |
|            | Ecologia aquàtica                           |                      |                                       |   |
| Semestre 3 | Aigües continentals                         | Aigua i ciutat       | Gestió de recursos hídrics            | Optatives i compartides   |
|            | Enginyeria fluvial                          | Potabilització       | Recursos hídrics                      | Geomàtica   |
|            | Preses i embassaments                       | Depuració            | Gestió integrada i presa de decisions | Flujos de agua y partículas en el mar (Master Ciències del Mar)   |
|            | Eco-hidràulica                              | Hidrologia urbana    | Aspectes socials i institucionals     | Aplicacions geofísiques i morfodinàmiques de la Mecànica de Fluids (Màster Física Computacional i Aplicada) |
|            | Modelització matemàtica                     | Recursos alternatius | Gestió de la qualitat                 |   |
| Semestre 4 | Tesina final de màster (30 ECTS)            |                      |                                       |   |

**L'estructura del component Erasmus Mundus és la següent:**

*Semester 1: The first semester is dedicated to provide to the participants the basics knowledge to be able to follow the Water management and Hydro-Informatics courses. The participants acquire collaborative skills to strengthen the community of the master and also of the professionals and practitioners.*

*Semester 2: The second semester is defined as a compulsory common platform on Hydro-Informatics and based on a set of techniques and tools applied in different situations. The acquired competencies provide to the participants the general capacities compulsory to develop and to enter a specialization in the following semester.*

*Semester 3 –Specialization semester–: The specialization develops specific capacities for analysis, design, modeling and management for all the aspects of flash floods in urban areas, rivers and floodplains, as well as automation of irrigation canals, and water resources analysis. The modules allow to the participants to develop and to complete engineering, preprofessional, practical and scientific skills in a multicultural environment just before entering the final exercise and practice of the master course.*

*Semester 4 –Professional practice and research–: The professional practice is defined as the first professional experience within a company or a public service on a real specific on-going project. The research orientation allows to the participants to obtain a capacity in a specific scientific or technical field in relationship with the most significant issues in Hydro-Informatics.*

|   |  |                   |
|---|--|-------------------|
| <b>Semester 1</b><br>(all universities) | <i>Mathematics (5 ECTS)</i>  |                   |
|   | <i>Hydraulics (5 ECTS)</i>   |                   |
|   | <i>Hydrology (5 ECTS)</i>  |                   |
|   | <i>Ecology of Aquatic environments (5 ECTS)</i>                                    |                   |
|   | <i>Introduction to GIS and databases (5 ECTS)</i>                                  |                   |
|   | <i>Web based collaborative engineering, plus Language skills (5 ECTS, Cottbus)</i> |                   |
| <b>Semester 2</b><br>(Newcastle)        | <i>Numerical methods for unsteady free surface flow (5 ECTS)</i>                   |                   |
|   | <i>Integrated management of fluvial environment (5 ECTS)</i>                       |                   |
|   | <i>Modeling of hydraulic structures (5 ECTS)</i>                                   |                   |
|   | <i>Models 1D and 2D. HEC-RAS, GID and MIKE11(5 ECTS)</i>                           |                   |
|   | <i>Programming in Java, GIS and databases (5 ECTS)</i>                             |                   |
|   | <i>Surface water quality modeling (5 ECTS)</i>                                     |                   |
| <b>Semester 3</b> (all universities)    | <b>Obligatory</b>  | <b>Optionally</b> |
|   | <i>Neural Networks applied to DSS (3 ECTS)</i>                                     | 7 ECTS            |
|   | <i>Urban Drainage (5 ECTS)</i>   |                   |
|   | <i>Floodplain risk management (5 ECTS)</i>   |                   |
|   | <i>Real Time Control in irrigation canals (5 ECTS)</i>                             |                   |
|   | <i>Water Resources management (5 ECTS)</i>   |                   |
| <b>Semester 4</b> (all universities)    | <i>Master thesis or stage in private or public enterprise (30 ECTS)</i>            |                   |

#### **Pla docent de les assignatures**

Del tronc central:

#### **Nom: Prerequisits d'hidrologia superficial**

Tipus: En funció de la formació prèvia      Semestre: 1  
ECTS: 5      Periodicitat de l'oferta: Anual

|   |                                 |
|---|---------------------------------|
| <b>Nom: Prerequisits d'hidrologia subterrània</b>   |                                 |
| Tipus: En funció de la formació prèvia  | Semestre: 1                     |
| ECTS: 5   | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| <b>Nom: Prerequisits d'hidrodinàmica</b>  |                                 |
| Tipus: En funció de la formació prèvia  | Semestre: 1                     |
| ECTS: 5   | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| <b>Nom: Prerequisits d'enginyeria ambiental</b>   |                                 |
| Tipus: En funció de la formació prèvia  | Semestre: 1                     |
| ECTS: 5   | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| <b>Nom: Prerequisits de matemàtiques</b>  |                                 |
| Tipus: En funció de la formació prèvia  | Semestre: 1                     |
| ECTS: 5   | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| <b>Nom: Prerequisits d'enginyeria hidràulica</b>  |                                 |
| Tipus: En funció de la formació prèvia  | Semestre: 1                     |
| ECTS: 5   | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| <b>Nom: Hidrologia superficial</b>  |                                 |
| Tipus: Obligatòria  | Semestre: 2                     |
| ECTS: 5   | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| <b>Nom: Hidrologia subterrània</b>  |                                 |
| Tipus: Obligatòria  | Semestre: 2                     |
| ECTS: 5   | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| <b>Nom: Hidrodinàmica</b>   |                                 |
| Tipus: Obligatòria  | Semestre: 2                     |
| ECTS: 5   | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| <b>Nom: Qualitat de l'aigua</b>   |                                 |
| Tipus: Obligatòria  | Semestre: 2                     |
| ECTS: 5   | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| <b>Nom: Economia i legislació en l'àmbit de l'aigua</b>   |                                 |
| Tipus: Obligatòria  | Semestre: 2                     |
| ECTS: 5   | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| <b>Nom: Ecologia aquàtica</b>   |                                 |
| Tipus: Obligatòria  | Semestre: 2                     |
| ECTS: 5   | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| <b>Nom: Enginyeria fluvial</b>  |                                 |
| Tipus: Obligatòria en l'especialitat "Aigües continentals" i optativa en les altres especialitats | Semestre: 3                     |
| ECTS: 5   | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| <b>Nom: Preses i embassaments</b>   |                                 |
| Tipus: Obligatòria en l'especialitat "Aigües continentals" i optativa en les altres especialitats | Semestre: 3                     |
| ECTS: 5   | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| <b>Nom: Eco-hidràulica</b>  |                                 |
| Tipus: Obligatòria en l'especialitat "Aigües continentals" i optativa en les altres especialitats | Semestre: 3                     |
| ECTS: 5   | Periodicitat de l'oferta: Anual |

|  |   |                                 |
|--|---|---------------------------------|
| <b>Nom: Modelització matemàtica</b>  | Tipus: Obligatòria en l'especialitat "Aigües continentals" i optativa en les altres especialitats         | Semestre: 3                     |
| ECTS: 5  |   | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| <b>Nom: Potabilització</b>   | Tipus: Obligatòria en l'especialitat "Aigua i ciutat" i optativa en les altres especialitats              | Semestre: 3                     |
| ECTS: 5  |   | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| <b>Nom: Depuració</b>  | Tipus: Obligatòria en l'especialitat "Aigua i ciutat" i optativa en les altres especialitats              | Semestre: 3                     |
| ECTS: 5  |   | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| <b>Nom: Hidrologia urbana</b>  | Tipus: Obligatòria en l'especialitat "Aigua i ciutat" i optativa en les altres especialitats              | Semestre: 3                     |
| ECTS: 5  |   | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| <b>Nom: Recursos alternatius</b>   | Tipus: Obligatòria en l'especialitat "Aigua i ciutat" i optativa en les altres especialitats              | Semestre: 3                     |
| ECTS: 5  |   | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| <b>Nom: Recursos hídrics</b>   | Tipus: Obligatòria en l'especialitat "Gestió de recursos hídrics " i optativa en les altres especialitats | Semestre: 3                     |
| ECTS: 5  |   | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| <b>Nom: Gestió integrada i presa de decisions</b>                              | Tipus: Obligatòria en l'especialitat "Gestió de recursos hídrics " i optativa en les altres especialitats | Semestre: 3                     |
| ECTS: 5  |   | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| <b>Nom: Aspectes socials i institucionals</b>                                  | Tipus: Obligatòria en l'especialitat "Gestió de recursos hídrics " i optativa en les altres especialitats | Semestre: 3                     |
| ECTS: 5  |   | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| <b>Nom: Gestió de la qualitat</b>  | Tipus: Obligatòria en l'especialitat "Gestió de recursos hídrics " i optativa en les altres especialitats | Semestre: 3                     |
| ECTS: 5  |   | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| <b>Nom: Geomàtica</b>  | Tipus: Optativa   | Semestre: 3                     |
| ECTS: 5  |   | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| <b>Nom: Fluxos d'aigua i partícules al mar</b>                                 | Tipus: Optativa   | Semestre: 3                     |
| ECTS: 7.5  |   | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| <b>Nom: Aplicacions geofísiques i morfodinàmiques de la Mecànica de Fluids</b> | Tipus: Optativa   | Semestre: 3                     |
| ECTS: 6  |   | Periodicitat de l'oferta: Anual |

|   |                                 |
|---|---------------------------------|
| <b>Nom: Tesina final de màster</b>                    |                                 |
| Tipus: Obligatòria                                    | Semestre: 4                     |
| ECTS: 30  | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| Del programa Erasmus Mundus (oferta actual a la UPC): |                                 |
| <b>Nom: Mathematics</b>                               |                                 |
| Tipus: Obligatòria                                    | Semestre: 1                     |
| ECTS: 5   | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| <b>Nom: Hydraulics</b>                                |                                 |
| Tipus: Obligatòria                                    | Semestre: 1                     |
| ECTS: 5   | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| <b>Nom: Hydrology</b>                                 |                                 |
| Tipus: Obligatòria                                    | Semestre: 1                     |
| ECTS: 5   | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| <b>Nom: Ecology of aquatic systems</b>                |                                 |
| Tipus: Obligatòria                                    | Semestre: 1                     |
| ECTS: 5   | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| <b>Nom: Introduction to GIS - ICT</b>                 |                                 |
| Tipus: Obligatòria                                    | Semestre: 1                     |
| ECTS: 5   | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| <b>Nom: Neural networks applied to DSS</b>            |                                 |
| Tipus: Obligatòria                                    | Semestre: 3                     |
| ECTS: 3   | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| <b>Nom: Urban Drainage</b>                            |                                 |
| Tipus: Obligatòria                                    | Semestre: 3                     |
| ECTS: 5   | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| <b>Nom: Floodplain risk management</b>                |                                 |
| Tipus: Obligatòria                                    | Semestre: 3                     |
| ECTS: 5   | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| <b>Nom: Real Time Control in irrigation canals</b>    |                                 |
| Tipus: Obligatòria                                    | Semestre: 3                     |
| ECTS: 5   | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| <b>Nom: Water Resources management</b>                |                                 |
| Tipus: Obligatòria                                    | Semestre: 3                     |
| ECTS: 5   | Periodicitat de l'oferta: Anual |
| <b>Nom: Master thesis / professional stage</b>        |                                 |
| Tipus: Obligatòria                                    | Semestre: 4                     |
| ECTS: 30  | Periodicitat de l'oferta: Anual |

### Requisits de coneixement de tercers llengües

Pel tronc central:

| <u>Idioma</u> | <u>Nivell</u> |
|---------------|---------------|
| Català        | C1            |
| Castellà      | C1            |
| Anglès        | B2            |



Hi ha requisits extres de tercera llengua pel component Erasmus Mundus: per tal que tots els estudiants puguin seguir sense problemes la docència, es demana un nivell de 550 punts TOEFL, o equivalent. Els estudiants han d'acreditar aquest nivell d'anglès en inscriure's o, com a molt tard, al final del primer semestre.

### 3. Perfil del professorat responsable

#### 3.1. Estructura i formació acadèmica

|  |      |
|--|------|
| - Nombre total de PDI  | 25   |
| - Nombre total de PDI doctor   | 18   |
| - Percentatge del PDI doctor sobre el PDI  | 72 % |
| - Nombre total de PDI amb experiència professional en àmbit(s) d'interès per al Màster             | 0    |
| - % sobre el total de PDI de l'Estudi.   | 0%   |
| - % de PDI doctor o amb experiència professional en àmbit(s) d'interès per al Màster/ total de PDI | 72%  |

#### 3.2. Activitat investigadora o de transferència de tecnologia en el darrer quinquenni (2000/01-2004/05) (referida al conjunt del PDI i a temàtiques en relació amb el Màster).

|   |    |
|---|----|
| - Tesis doctorals dirigides en el últim quinquenni                    | 37 |
| - Total de tesis dirigides  | 68 |
| - Nombre de PDI amb sexenni de recerca obtingut en els darrers 6 anys | 9  |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Resultats de la recerca:</b>   |     |
| - Nombre de publicacions en revistes indexades en el JCR  | 107 |
| - Nombre d'altres publicacions (si s'escau) de rellevància i difusió equivalent                         | 34  |
| - Projectes competitius concedits per la UE dirigits:   | 11  |
| - Altres projectes competitius europeus o internacionals dirigits                                       | 0   |
| - Projectes competitius a nivell estatal o català dirigits  | 36  |
| <b>Transferència de tecnologia (o coneixement en general)</b>   |     |
| - Nombre de patents   | 3   |
| - Nombre de patents que estan o han estat en explotació en el quinquenni                                | 4   |
| - Nombre de convenis i contractes de transferència de resultats de la recerca                           | 109 |
| - Assenyalar si es forma part d'un (o més d'un) "Grup de recerca consolidat" aprovat per la Generalitat | Si  |
| - Referència(es) del(s) Grup(s)   | (*) |

(\*) CONTROL, DINÀMICA I APLICACIONS (CoDALab); FLUMEN. Dinàmica Fluvial i Enginyeria Hidrològica; Grup d'Hidrologia Subterrània; MATERIALS DE CONSTRUCCIÓ I CARRETERES (MATCAR)

Nota: Només s'inclou els grups de recerca dels professors que tenen la condició de coordinador del grup

#### 3.3. Activitat professional en el darrer quinquenni (2000/01-2004/05)

Està prevista la participació en la docència del màster dels següents professionals de reconegut prestigi: Juan Manuel Buil Sanz (Cap de Projectes Hidroelèctrics a ENDESA), Luis Eduardo Félez Gutiérrez (Sotscap de Projectes Hidroelèctrics a ENDESA), Carlos Gutiérrez Muñozerro (Cap de Projectes de l'Entitat Metropolitana

de Sanejament, EMSA), Antonio Palacios Antón (Entitat Metropolitana del Medi Ambient, EMMA) i Martín Gullón Santos (Entitat Metropolitana del Medi Ambient, EMMA). Tots ells són professors associats a temps parcial de la UPC."

#### Relació de PDI de la Universitat Politècnica de Catalunya implicat en el màster

| Nom            | Cognom 1  | Cognom 2          | Departament de la UPC                             |
|----------------|-----------|-------------------|---|
| Antonio        | Palacios  | Anton             | Enginyeria Hidràulica, Marítima i Ambiental       |
| Marti          | Sanchez   | Juny              | Enginyeria Hidràulica, Marítima i Ambiental       |
| Manuel-Amando  | Soler     | Manuel            | Mecànica de Fluids                                |
| Xavier         | Sanchez   | Vila              | Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica  |
| Jesus          | Carrera   | Ramírez           | Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica  |
| Lucila         | Candela   | Lledo             | Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica  |
| Rafael         | Mujeriego | Sahuquillo        | Enginyeria Hidràulica, Marítima i Ambiental       |
| Enric          | Vazquez   | Suñé              | Enginyeria de la Construcció                      |
| INMA           | Salcedo   | Davila            | Enginyeria Hidràulica, Marítima i Ambiental       |
| Gonzalo        | Fernandez | Boyer             | Enginyeria Hidràulica, Marítima i Ambiental       |
| Juan Manuel    | Buil      | Sanz              | Enginyeria Hidràulica, Marítima i Ambiental       |
| Javier Ignacio | Piazzese  |                   | Resistència Materials i Estructura a l'Enginyeria |
| Carlos         | Gutierrez | Muñoyerro         | Enginyeria Hidràulica, Marítima i Ambiental       |
| Manuel         | Gomez     | Valentin          | Enginyeria Hidràulica, Marítima i Ambiental       |
| Martin         | Gullón    | Santos            | Enginyeria Hidràulica, Marítima i Ambiental       |
| Eugenio        | Oñate     | Ibáñez de Navarra | Resistència Materials i Estructura a l'Enginyeria |
| Jose           | Rodellar  | Benede            | Matemàtica Aplicada III                           |
| Luis Eduardo   | Felez     | Gutierrez         | Enginyeria Hidràulica, Marítima i Ambiental       |
| Joan           | Soler     | Guitart           | Enginyeria Hidràulica, Marítima i Ambiental       |
| Ernest         | Blade     | Castellet         | Enginyeria Hidràulica, Marítima i Ambiental       |
| Allen          | Bateman   | Pinzon            | Enginyeria Hidràulica, Marítima i Ambiental       |
| Juan Pedro     | Martín    | Vide              | Enginyeria Hidràulica, Marítima i Ambiental       |
| Joan           | Garcia    | Serrano           | Enginyeria Hidràulica, Marítima i Ambiental       |
| Emilio         | Custodio  | Gimena            | Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica  |
| Josep          | Dolz      | Ripolles          | Enginyeria Hidràulica, Marítima i Ambiental       |

#### 4. Previsió de mesures per a la mobilitat dels estudiants

Els estudiants del component Erasmus Mundus han de cursar dos dels semestres en alguna de les altres universitats europees que participen al màster. De manera addicional, els estudiants podran estar incorporats a tots els programes Erasmus de les unitats estructurals promotores. La mobilitat del professorat també està prevista i professors d'altres universitats del consorci poden venir a dictar cursos a la UPC, i fins i tot dins de les accions 1 i 2, professors de tercers països venen a fer estades de 3 mesos repartits entre les universitats del consorci. A més a més, estudiants europeus poden fer estades de fins a 3 mesos en universitats associades al programa, becats per la UE. Les universitats associades són Madras (Índia), Singapur, Santa Fé (Argentina) i els Politècnics de Zuric i Lausanne.

En el futur es planteja estudiar la possibilitat d'oferir als estudiants del tronc central possibilitats de mobilitat cap a les institucions involucrades al programa Erasmus Mundus.

#### 5. Previsió de possible col·laboració de professionals o investigadors que no tinguin la condició de professors universitaris

Com ja succeeix en les titulacions actuals, es mantindrà l'acord d'intercanvi amb el departament d'Ecologia de la UB, pel qual professorat d'aquell departament (Dr. Joan Armengol, etc.) col·labora en la docència d'assignatures de la UPC i recíprocament. Igualment, la fundació *Centro Internacional de Hidrología Subterránea*, participada per la UPC, és també un potencial col·laborador, pel que fa a participació puntual en

la docència, marc per a la realització de treballs pràctics i entitat que pot oferir cursos d'anivellament a titulats de diverses procedències. També el Centre Internacional de Mètodes Numèrics a l'Enginyeria (CIMNE) oferirà suport al màster, per exemple, pel que fa a l'ús de les TIC com eina docent.

## D. ANNEX 1: RECURSOS DOCENTS

### Viabilitat del màster (recursos i cost)

Per garantir que hi ha prou disponibilitat de professorat per impartir els nous màsters oficials sense que hi hagi increment de capítol 1, la UPC ha establert que totes les propostes comptabilitzessin les noves necessitats de docència i concretessin d'on procedien els recursos. Aquest origen podia ser triple:

- Assignatures actuals que es deixarien d'impartir cas de programar-se el nou màster (bàsicament, cursos de doctorat de programes que es transformen; però també assignatures de lliure elecció i fins i tot optatives que deixarien d'oferir-se, o s'oferirien amb menys periodicitat i/o nombre de grups que en l'actualitat).
- Assignatures que es compartirien entre el nou màster i alguna titulació actual: les noves matèries de màster substitueixen o coincideixen amb assignatures, bàsicament optatives de 4rt i 5è curs d'una titulació de cicle llarg. Això s'ha fet tenint en compte que aquestes titulacions tenen una durada de 5 anys, mentre que els nous graus seran, previsiblement, de 4 anys i, per tant, part de la docència haurà de passar dels actuals segons cicles als nous màsters. També entren en aquest apartat assignatures d'anivellament, pensades per permetre que titulats d'enginyeries tècniques, etc, cursin el màster.
- Assignatures que es comparteixen amb d'altres màsters, del mateix o d'un altre POP.

En cada cas, només s'han aprovat propostes que tinguin un balanç equilibrat entre el que s'hauria de fer *ex-novo* i allò que deixaria d'impartir-se.

Com que l'equivalència entre crèdits d'estudis actuals i ECTS no és immediata, els càlculs s'han fet amb punts de docència (PADs), que són l'indicador d'activitat acadèmica del professorat de la UPC en l'àmbit de la docència i que recullen, de forma anàloga a la metodologia ECTS, quina és la càrrega total de treball que cada assignatura comporta pel seu professorat.

A continuació figura el detall d'aquest balanç en el màster:

### Nombre de punts de docència necessaris

Hipòtesis per un càlcul en la primera fase:

- Tronc central: s'implanten els semestres 2, 3 i 4 (hi ha dues assignatures compartides amb titulacions actuals i tres amb altres màsters, que no tenen cost addicional)
- EuroAqua: s'implanten 5 assignatures del semestre 1 i 4 del semestre 3, més el semestre 4, més les optatives del semestre 3 compartides amb el tronc central. Aquestes darreres no tenen cost addicional.
- 10 tesines al tronc central i 5 a EuroAqua

Tronc central:  $(16 \times 13) + (10 \times 3) = 238$  PADs

EuroAqua:  $(8 \times 13) + (1 \times 8) + (5 \times 3) = 127$  PADs

Total: 365 PADs

A mesura que la implantació dels nous estudis de grau ho permeti, s'aniran posen en funcionament la resta de matèries del màster.

### Assignatures que s'amortitzen

De l'actual programa de doctorat d'enginyeria civil: 104 PADs, aproximadament:

| Codi  | Nom  | PAD          |
|-------|--|--------------|
| 26012 | Hidrologia Urbana  | 15           |
| 26019 | Gestió de la qualitat de l'aigua                             | 13,5         |
| 26060 | Control automàtic de canals de reg                           | 12           |
| 26107 | Hidràulica de sistemes fluvials                              | 9            |
| 26136 | Hidrodinàmica en el medi ambient                             | 12           |
| 26138 | Dinàmica de fluids mediambientals                            | 9            |
| 26109 | Problemes de transport sòlid en xarxes de clavegueres        | 2,4          |
| 26111 | Comparació d'algorismes de control automàtic en canal de reg | 2,4          |
| 26113 | Captació de cabal per reixes i imbornals                     | 2,4          |
| 26134 | Modelació bidimensional del fluxe amb poca profunditat       | 2,4          |
|       | Treballs genèrics i projectes de tesi (estimació)            | 24           |
|       | <b>TOTAL</b>   | <b>104,1</b> |

De les actuals intensificacions<sup>3</sup> en Hidràulica i en Enginyeria Sanitària i Ambiental i altres matèries de la titulació d'Enginyeria de Camins: 261 PADs, aproximadament:

| Codi  | Nom  | PADs       | Font  | Observacions   |
|-------|--|------------|---|--|
| 18074 | Preses i aprofitaments hidroelèctriques                                  | 27         | Hidràulica<br>Int.                          | Les assignatures d'aquestes intensificacions seran una selecció de les matèries del màster |
| 18075 | Hidrologia Superficial II  | 26,5       |   |  |
| 18115 | Espais Fluvials i Gestió de Recursos Hídrics                             | 13,5       |   |  |
| 18077 | Anàlisi experimental d'obres hidràuliques                                | 19         |   |  |
| 18078 | Dinàmica fluvial   | 19         |   |  |
| 18102 | Processos tècnics de trac. Aigües  | 18         | Int. Enginyeria<br>Sanitària i<br>Ambiental |  |
| 18104 | Gestió de qualitat de l'aigua  | 13,5       |   |  |
| 18105 | Anàlisi de qualitat d'aigües   | 13,5       |   |  |
| 18106 | Processos experimentals de tractament d'aigües                           | 13,5       |   |  |
| 18114 | Gestió i Disseny sostenible dels sistemes de distribució d'aigua potable | 13,5       |   |  |
|       | Eines de control i gestió de l'aigua en canals de regadiu                | 13,5       | ALE   |  |
|       | 33% de les tesines i PFC d'EHMA  | 70,5       |   |  |
|       | <b>TOTAL</b>   | <b>261</b> |   |  |

### Assignatures que es comparteixen amb estudis actuals

D'acord amb el que s'ha explicat en el punt anterior, les assignatures de les intensificacions en Hidràulica i en Enginyeria Sanitària i Ambiental de l'Enginyeria de Camins serien compartides amb el màster. A més, es comparteixen també les matèries següents:

<sup>3</sup> Les assignatures que conformen actualment aquestes intensificacions seran substituïdes, d'acord amb l'ETSECCPB, per una oferta d'un volum similar, construïda amb matèries del tronc central del màster

| <b>Codi</b> | <b>Nom</b>             | <b>PADs</b> | <b>Font</b>   |
|-------------|------------------------|-------------|---------------|
| 18632       | Hidrologia superficial | 16,5        | Eng.<br>Geol. |
| 18713       | Ecologia               | 14,5        |               |
|             | <b>Total</b>           | <b>31</b>   |               |

La UPC estima que la gestió administrativa dels nous màsters es pot dur a terme amb el personal d'administració i serveis de què es disposa actualment. En alguns casos, el volum de feina és similar al que comporten els actuals programes de doctorat. Però, a més, la posada en marxa de noves eines informàtiques de gestió acadèmica (el programa PRISMA, implantat a tots els centres de la UPC des de juliol de 2005) facilita un augment de la productivitat que possibilita l'assumpció de noves tasques administratives lligades als màsters.

Finalment, pel que fa a recursos en equipaments i infraestructures, el programa de màster faria servir les instal·lacions d'aules existents al Campus Nord (aularis) i als edificis de l'escola de Camins i dels departaments d'EHMA i ETCG. També farà servir les aules informàtiques disponibles a l'escola de Camins, així com els laboratoris i equipament informàtic del DEHMA. També es disposa de tots els equipaments del CIMNE al Campus Nord, centre de càlcul, servidors web i l'equip de desenvolupament de software educatiu que compta amb gran experiència en aquesta àrea.

**MÀSTER 5****A. ASPECTES DE CARÀCTER GENERAL I ORGANITZATIU**1. Denominació de l'Estudi / Títol:**MÀSTER EN ENGINYERIA CIVIL**2. Organització general

Aquest màster té una estructura modular amb orientació a la recerca. No es contemplen especialitats. La **orientació és acadèmica** (professional i de recerca).

**Objectius formatius generals**

Aquest màster pretén recollir la formació en recerca en el camp de l'enginyeria que actualment s'imparteix dins del programa de doctorat d'Enginyeria Civil, el qual gaudeix de menció de qualitat. Es tracta d'un programa multidisciplinar, que cobreix les àrees pròpies dels diversos departaments col·laboradors de l'Escola Tècnica Superior d'Enginyers de Camins, Canals i Ports de Barcelona (anàlisi estructural, enginyeria de la construcció, enginyeria geotècnica, transport i urbanisme, enginyeria hidràulica, ambiental i oceanogràfica i mecànica computacional). És, per tant, un programa de màster de formació bàsica en enginyeria civil, particularment des del vessant de la recerca, però també amb assignatures de caire més professional.

**Unitats bàsiques UPC promotores i col·laboradores del màster**

L'Escola Tècnica Superior d'Enginyers de Camins, Canals i Ports de Barcelona (ETSECCPB) és la unitat promotora d'aquest màster i compta amb la col·laboració dels departaments: d'Enginyeria de la Construcció, d'Enginyeria Hidràulica, Marítima i Ambiental, d'Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica, de Resistència de Materials i Estructures a l'Enginyeria, de Matemàtica Aplicada III, d'Infraestructura del Transport i del Territori, de Física Aplicada i d'Enginyeria Elèctrica.

**Universitats participants i identificació del seu grau de participació**

L'ETSECCPB va presentar el maig de 2005 una Application Form for Erasmus Mundus Masters Courses, juntament amb els partners següents: Imperial College of Science, Technology and Medicine; Ecole Nationale des Ponts et Chausees; i Budapesti Muszaki és Gazdaságtudományi Egyetem. La proposta d'Erasmus Mundus presentada preveu que els estudiants que participin en aquest programa, durant la seva estada a l'Escola, podran completar un programa de formació en relació al qual el principal grup de crèdits corresponen a cursos de contingut científic o tècnic, del camp del programa de doctorat d'Enginyeria Civil de l'Escola.

La **institució que tramita el títol**: Universitat Politècnica de Catalunya.

**Règim de l'estudi**: Temps Complet.

**Modalitat en què s'imparteix**: Presencial

**Període lectiu**: oferta semestral. Es començarà a impartir el primer quadrimestre del curs **2007-2008**.

El **nombre de crèdits** que ha de superar l'estudiant és de **120 ECTS**.

### 3. Admissió

Per al Màster en Enginyeria Civil, les unitats promotores han de proposar el nomenament d'una persona responsable i, si ho consideren necessari, d'una comissió que l'assisteixi. Ateses les tasques que pertoquen a la persona responsable, és recomanable que es tracti d'algun càrrec (cap d'estudis, subdirector, etc.) d'alguna de les unitats implicades. Els possibles casos de discrepància, tant pel que fa al nomenament de la persona responsable com a la composició de la comissió, seran resolts pel Consell de Govern.

La persona responsable del màster (i la comissió que l'assisteix, si és el cas) exerceix les següents competències:

- Admissió d'estudiants (inclou determinar els criteris de selecció)
- Establiment del nombre de crèdits i les assignatures que han de cursar els candidats i candidates a realitzar els estudis
- Propostes de col·laboració de professionals no PDI
- Organització i mecanismes propis per al seguiment i millora de l'estudi
- Informació i comunicació pública del màster

S'ha previst un accés màxim de **25 estudiants**.

L'òrgan responsable definirà i farà públics els seus propis criteris de selecció i el pes específic de cada element en la puntuació global. Els elements a considerar poden incloure la ponderació dels expedients acadèmics dels candidats i es poden completar amb una prova d'ingrés i amb la valoració de determinats aspectes del currículum i, en particular, la formació prèvia acreditada pels candidats.

L'òrgan responsable del màster resoldrà les sol·licituds d'accés i establirà el currículum específic que haurà de cursar cada estudiant, en funció de la formació prèvia que acrediti.