

REPORTS DE LA RECERCA A CATALUNYA
Enginyeria industrial

INSTITUT D'ESTUDIS CATALANS

REPORTS DE LA RECERCA A CATALUNYA
Enginyeria industrial

Report elaborat per Gabriel Ferraté i Jaume Pagès
amb la col·laboració de Joaquim Casal,
Josep Coll, Joan Esteve, Albert Mitjà i Josep Anton Planell

BARCELONA, 1999

Reports de la recerca a Catalunya. Enginyeria industrial
ISBN: 84-7283-

© 1999, Institut d'Estudis Catalans

Editat per l'Institut d'Estudis Catalans
Carrer del Carme, 47. 08001 Barcelona

Primera edició: de 1999
Tiratge: exemplars

Compost per Víctor Igual, SL
Carrer de Còrsega, 237, baixos. 08036 Barcelona

Imprès a

ISBN: 84-7283-
Dipòsit Legal: B. -1999

Índex

Pròleg	7
Presentació	9
1. INTRODUCCIÓ	11
2. L'ESTRUCTURA DEL REPORT	13
3. L'ENGINYERIA INDUSTRIAL	14
3.1. Introducció	14
3.2. La docència	15
4. L'AVALUACIÓ DE LA RECERCA EN EL CAMP DE L'ENGINYERIA	17
5. UNA REFLEXIÓ SOBRE L'EVOLUCIÓ DE LA RECERCA TECNOLÒGICA A CATALUNYA	19
6. LES GRANS XIFRES EN R+D. UNA VISIÓ GLOBAL	20
7. ANÀLISI DE L'ACTIVITAT DE RECERCA EN CADA UN DELS ÀMBITS CONSIDERATS	23
7.1. Enginyeria mecànica i enginyeria dels materials	23
7.2. Enginyeria energètica i elèctrica	34
7.3. Enginyeria química, enginyeria tèxtil i paperera i enginyeria industrial ambiental	52
7.4. Organització industrial	70
8. COMENTARIS FINALS	77

L'Institut d'Estudis Catalans, en compliment de les funcions derivades de la condició d'institució que té per objectiu l'alta investigació científica, que li donen els seus Estatuts, duu a terme diverses activitats en els àmbits d'assessorament, coordinació, promoció, realització i difusió de la recerca. Els poders públics tenen la responsabilitat última en el procés de planificació de la recerca, però la natura d'aquesta activitat i els coneixements especialitzats que implica, fan essencial l'existència d'un alt assessorament que tingui independència de criteri i autoritat científica en cadascun dels àmbits on la recerca es realitza.

L'Institut d'Estudis Catalans, per la seva tradició, estructura i composició, pot contribuir a exercir aquesta funció. De fet, el Decret 195/1991, del 16 de setembre, de la Generalitat de Catalunya, relatiu a la coordinació de la recerca i a la reorganització de la CIRIT, ha donat un primer pas en aquesta direcció en reconèixer a l'IEC un paper d'assessorament regular d'aquest organisme, i les directrius bàsiques del Pla de Recerca de Catalunya 1993-1996 van preveure ja la incorporació de membres de l'IEC en la Comissió d'Assessorament i Seguiment del Pla. D'altra banda, l'IEC té una llarga tradició en l'emissió d'informes i dictàmens i en l'elaboració d'estudis prospectius.

En aquest context, a la tardor de 1995 el Consell Permanent de l'Institut acordà endegar el projecte d'elaboració d'un estudi sobre l'estat de la recerca a Catalunya, en relació amb la comunitat científica internacional, a base d'una sèrie d'informes periòdics sobre cada una de les àrees en què es pot dividir l'activitat científica. El projecte, denominat *Reports de la recerca a Catalunya*, s'inicià el desembre de 1995 dividint els treballs en vint-i-tres àrees temàtiques fonamentades en els àmbits i sotsàmbits de la CIRIT i amb la previsió de realitzar vuit informes temàtics anuals. Cada informe ha de proporcionar informació global sobre l'estat de la recerca a Catalunya en l'àrea corresponent, i ha d'aportar reflexions sobre els objectius generals de la recerca, l'evolució, les tendències, la situació actual i una anàlisi prospectiva. Ha d'incloure també dades globals de finançament i d'índexs de productivitat del sistema de recerca català.

L'elaboració de l'informe és confiada a una persona de prestigi que actua de director i que rep l'ajuda d'un grup de col·laboradors experts en l'àrea. Per assolir la necessària coordinació i aconseguir una certa homogeneïtzació en informes d'àmbits temàtics allunyats, actua una comissió formada pel vicepresident i el secretari científic de l'Institut i per tots els directors.

Fins ara s'han elaborat els informes en les àrees següents: biologia cel·lular, molecular i bioquímica, economia, física, medicina, tecnologies de la informació i de les comunicacions, les ciències socials: antropologia, ciència política, comunicació i sociologia, la lingüística i les ciències del llenguatge, matemàtiques, història, geografia i demografia, biologia d'organismes i sistemes i pedagogia. Finalitzats tots els reports es preveu una publicació conjunta de tots els informes temàtics, que pot recollir aportacions complementàries.

Els *Reports de la recerca a Catalunya* es realitzen amb el suport i la col·laboració de la CIRIT. S'ha comptat també amb la col·laboració dels vicerektorats de recerca de les universitats catalanes, de l'Oficina de la Gestió de Recerca i Convenis de la UB, de la Secretaria d'Estat i Investigació del Ministeri d'Educació i Cultura i de la Direcció General d'Investigació i Desenvolupament de la Comissió Interministerial de Ciència i Tecnologia, les quals han subministrat algunes de les dades utilitzades en l'elaboració dels informes. Agraïm a totes aquestes institucions la seva col·laboració.

Presentació

Per tirar endavant el report de recerca en el camp de l'enginyeria industrial, l'Institut d'Estudis Catalans va demanar als doctors Gabriel Ferraté, rector de la UOC, i Jaume Pagès, rector de la UPC, que n'assumissin la coordinació. Coneixedors de la dificultat que representava fer front a un treball en el qual s'ha de reflectir la situació de diversos sectors industrials i grups de recerca que, malgrat tenir una arrel comuna —l'enginyeria industrial—, poden tenir especificitats molt diferents segons quina sigui la seva especialitat, varen considerar imprescindible que aquest report fos el fruit de la reflexió d'una comissió en què hi fossin presents sensibilitats de diferents àmbits de l'enginyeria industrial de manera que aquest treball pogués reflectir la problemàtica sobre la recerca en aquest camp des de diferents punts de vista. Per això han comptat amb la col·laboració dels doctors Joaquim Casal, Josep Anton Planell, Josep Coll, Albert Mitjà i Joan Esteve. En Jordi Rotger ha estat l'encarregat d'ordenar tota la informació generada per la comissió, que en tot moment ha treballat de manera col·legiada, i ha procurat que aquest report sigui el resultat d'una reflexió conjunta. Per completar la seva tasca la comissió ha comptat a les aportacions dels doctors Josep M. Canal i Francisco Torres, als quals la comissió agraeix la seva valuosa aportació, així com a tots aquells professionals que a través d'entrevistes o enquestes ens han permès millorar substancialment aquest informe.

1. Introducció

L'objectiu d'aquest treball és avaluar la recerca realitzada a Catalunya en el camp de l'enginyeria industrial en el període 1990-1995. Abans d'afrontar aquesta tasca considerem convenient fer algunes reflexions generals que són les que han servit de pautes per a l'elaboració d'aquest treball.

Per tractar un tema tant ampli com la recerca en el camp de l'enginyeria industrial es fa necessària una primera definició per acotar el camp del treball, ja que el terme *enginyeria industrial* no té una definició unívoca, ans al contrari. En el següent apartat abordem amb més profunditat aquest tema i enumerem quins són els àmbits de l'activitat industrial que es consideren en aquest treball. Però independentment de quina sigui la definició considerada i atès que tota l'enginyeria té un tronc bàsic comú i que totes les branques actuals de l'enginyeria procedeixen d'un mateix origen, classificar la recerca en un àmbit concret pot acabar essent, en alguns casos, una tasca molt arbitrària.

Un segon tema que cal tractar prèviament i que també és substancial en el plantejament d'aquest treball és la definició mateixa del que s'entén per recerca en el camp tecnològic. A diferència de la recerca en el camp científic, que es pot entendre com la consecució de resultats originals en una certa disciplina, i l'interès del qual estarà mesurat sovint d'acord amb l'acollida que tingui entre els investigadors d'aquell camp, la recerca tecnològica ha d'aconseguir resultats que siguin aplicables: recerca aplicada. A partir dels resultats d'aquesta recerca aplicada, i depenent de molts diversos paràmetres, aquests resultats poden acabar aplicant-se per a la fabricació d'un producte, la introducció o millora d'un procés o un servei: la innovació. En molts casos no es produeix aquest darrer pas i la recerca no esdevé innovació. Així doncs, no tot procés d'innovació prové de l'aplicació de resultats de la recerca aplicada, però tota recerca aplicada pretén aportar nous elements al camp de la innovació. Per tant, la vinculació entre aquests dos camps és consubstancial. On no hi ha una relació de dependència o de subordinació és entre la recerca científica i la recerca tecnològica. Miquel Barceló, en el primer capítol del seu llibre *Innovació tecnològica i industrial a Catalunya* (1993),¹ fa un ràpid repàs a l'evolució d'aquest debat i conclou que l'opinió majoritària dels historiadors és que existeix una relació complexa, i no simplement jeràrquica, entre recerca científica i tecnològica. O sigui, que existeix una influència mútua però no una dependència. També es constata que el coneixement científic que estimula la recerca tecnològica no té per què ser el resultat més recent, fet que reforça el caràcter autònom dels dos camps. També en aquesta línia es constata que en la història del desenvolupament tecnològic d'alguns països industrialitzats aquesta recerca s'ha produït sense que fos necessària una forta base científica.

Tornant a la definició de recerca aplicada podem descriure-la com aquella que presenta processos que poden permetre una innovació. El problema que es deriva d'aquesta definició és saber què s'entén per innovació. A continuació donem algunes de les definicions més significatives:

1. Miquel BARCELÓ, *Innovació tecnològica i industrial a Catalunya*, La Llar del Llibre, «Llibres dels Quaderns de Tecnologia», 1993.

— Conjunt d'activitats inscrites en un determinat període de temps i en un determinat lloc, que condueixen a la introducció amb èxit en el mercat i per primera vegada d'una idea en forma de nous i millors productes, processos, serveis o tècniques de gestió i organització (Pavon i Goodman, 1981).²

— El producte o procés totalment nou, o substancialment millorat tècnicament, que s'ofereix en venda a usuaris potencials (Braun, 1986).³

— L'acte o procés consistent en acoblar, en casar per primera vegada, en un país o àmbit especial precís, una nova oportunitat tecnològica amb una necessitat o amb una demanda solvent (Vegara, 1989).⁴

Hi ha autors que vinculen l'èxit comercial d'una innovació a l'assoliment d'una posició o quota de mercat i a l'obtenció de beneficis (Freeman, 1974).⁵ Braun considera una innovació com a èxit si la xifra de vendes permet recuperar la inversió feta amb la introducció del producte en el mercat.

Aquesta diferència entre recerca aplicada i innovació com si fossin dues branques en el camp de la recerca tecnològica, afegeix una gran complexitat a l'hora de voler fer una avaluació de l'activitat en aquest àmbit, ja que a diferència d'altres àrees de coneixement en què la recerca és una activitat gairebé exclusiva de l'entorn universitari i de centres públics de recerca, en el camp tecnològic això no es així, ja que una part d'aquesta recerca —la innovació— es fa en la mateixa indústria. Aquesta diversitat de fonts de procedència ha dificultat la realització d'aquest treball.

En el decurs d'aquest treball es constatarà que és molt superior la informació sobre la recerca aplicada a la que hi ha sobre la innovació, ja que és més fàcil accedir a la informació de l'activitat en centres universitaris que no pas a la que realitza l'empresa. Aquesta constatació no ha d'estranyar ja que tal com s'indica en la publicació *Análisis cualitativo sobre los procesos de innovación de la industria española* en l'apartat de conclusions, el principal mètode adoptat per a la protecció de les innovacions és el secret industrial, i el registre de patents és un mètode escassament utilitzat per a la protecció de productes i processos.

2. J. PAVON i R. A. GOODMAN, *La planificación del desarrollo tecnológico*, Madrid, CDTI-CSIC, 1981.

3. Ernest BRAUN, *Tecnología rebelde*, Madrid, Fundesco/Tecnos, 1986.

4. Josep M. VEGARA, *Ensayos económicos sobre innovación tecnológica*, Madrid, Alianza editorial, 1989.

5. FREEMAN, *La teoría económica de la innovación industrial*, Madrid, Alianza editorial, 1974.

2. L'estructura del report

Si bé tota l'enginyeria té un mateix origen, en el decurs de la història s'ha anat dividint en diferents branques que, a poc a poc, han consolidat una identitat pròpia. Així avui estem parlant aquí de la recerca en el camp de l'enginyeria industrial com una d'aquestes branques diferenciades.

Per afrontar aquest treball, en què s'han d'aportar dades de l'activitat de recerca en un camp tant ampli i tant dispers com és el de l'enginyeria industrial, s'ha considerat que la millor manera, i la que facilitarà més la comprensió del treball, serà la presentació d'aquesta recopilació d'informació agrupada per àmbits, tal com es fa en els diferents subapartats del capítol 7. Aquesta opció permet reflectir millor les peculiaritats de cada un dels subàmbits considerats. De tota manera, la voluntat de la comissió redactora ha estat la de donar una visió de globalitat de l'activitat de recerca i de la seva peculiar problemàtica en el camp de l'enginyeria industrial. Per això els primers capítols del report fan referència a qüestions que afecten l'enginyeria industrial en tots els seus àmbits, en el capítol 7 es presenten les dades més significatives desglossades en els diferents àmbits considerats, i en el darrer apartat es recupera el sentit global del treball.

Essent un estudi sobre el període 1990-1995, algunes de les realitats d'aquells moments són diferents del que és avui l'entorn de la recerca en el camp de l'enginyeria industrial. Per salvar aquesta possible deficiència hem procurat donar —quan s'ha considerat pertinent— una informació actualitzada, excepte en el que fa referència a les dades quantitatives, que s'ha procurat restringir al període marcat per l'estudi.

Per a l'elaboració de la part quantitativa d'aquest informe s'han pres com a base les memòries de les universitats catalanes d'aquest període, així com els llibres corresponents a aquests anys de les dades estadístiques i de gestió que la UPC publica anualment. En general, però, les dades han estat facilitades o contrastades directament pels departaments implicats.

Volem constatar que en aquest report no s'inclou ni l'enginyeria electrònica ni l'enginyeria automàtica, branques tradicionalment vinculades a l'enginyeria industrial, ja que han estat analitzades en un altre report.

3. L'enginyeria industrial

3.1. Introducció

És un fet indiscutible que l'enginyeria industrial és a Catalunya una titulació universitària de prestigi i molt arrelada, tal com ho demostren la demanda d'aquests estudis, el perfil dels estudiants que hi accedeixen i la valoració que el mercat laboral fa dels seus titulats. Es tracta d'una titulació que dona una formació tecnològica genèrica als seus graduats, i que configura un perfil professional que s'adequa convenientment a les necessitats pròpies de la tipologia d'indústria existent en el nostre país. Gràcies a aquesta formació els enginyers industrials poden integrar-se amb èxit en la majoria de sectors industrials.

L'evolució dels estudis d'enginyeria industrial en altres països avançats no ha estat igual que la nostra. Mentre que la titulació d'enginyeria industrial a casa nostra ha mantingut un pla d'estudis estable al llarg dels últims trenta anys, des de 1964 fins al 1994, les universitats americanes, europees i japoneses vivien en els anys seixanta una època de canvis, de gran activitat i sobretot de gran abundància econòmica i oferien com a titulacions independents les enginyeries mecànica, elèctrica, nuclear, química, de materials i d'organització, que de fet es corresponen amb les especialitats històriques de la nostra enginyeria industrial. Amb la reforma dels plans d'estudis que s'ha portat a terme aquests darrers anys s'ha orientat en aquesta direcció implantant com a titulacions específiques el que abans es consideraven especialitats de l'enginyeria industrial —com l'enginyeria química, l'enginyeria en automàtica i electrònica industrial, l'enginyeria d'organització industrial o bé l'enginyeria de materials—, i mantenint l'enginyeria industrial com a titulació generalista. El fet que d'una titulació generalista se'n desprenguin com a titulacions independents les que fins aquell moment eren simplement especialitats ha estat bastant normal en aquest procés d'actualització del mapa de les titulacions homologades en el nostre país. Això és fruit d'una aposta decidida per l'especialització; és reconèixer que determinades disciplines han assolit la suficient entitat com per requerir un tractament específic. El caràcter profundament generalista de l'enginyeria industrial potencia un coneixement globalitzat del procés industrial i possibilita el coneixement del llenguatge de les diferents especialitats.

Per estructurar d'una manera comprensible aquest treball sobre la recerca tant ampli i divers com és el de l'enginyeria industrial ens cal prendre en consideració alguna divisió que tingui en compte l'especificitat dels seus àmbits més característics. La *Gran enciclopèdia catalana* defineix l'enginyeria com a «Art d'aplicar els coneixements científics a la invenció, el perfeccionament o a la utilització de les tècniques en totes llurs determinacions dins el camp industrial», i en descriure les diferents branques en què s'ha anat organitzant en la seva evolució històrica considera els següents àmbits:

- l'enginyeria civil,
- l'enginyeria mecànica,
- l'enginyeria elèctrica (i electrònica) i
- l'enginyeria química.

Els tres darrers àmbits, juntament amb el d'organització industrial, constitueixen el nucli de l'enginyeria industrial.

Aquesta classificació avui és encara massa genèrica ja que dins de cada un d'aquests àmbits s'han anat desenvolupant grans subàmbits que, a causa de la gran dimensió tant econòmica i industrial com tecnològica, mereixen un tractament particular. És per això que per portar a terme aquest treball s'ha considerat pertinent fer la següent classificació:

- enginyeria mecànica i enginyeria dels materials,
- enginyeria energètica i enginyeria elèctrica,
- enginyeria química, enginyeria tèxtil i paperera i enginyeria industrial ambiental,
- organització industrial.

Un cop acceptada aquesta divisió cal constatar que la delimitació és confusa i que els subàmbits no tenen fronteres clares ni ben definides. Es produeixen superposicions entre subàmbits i d'aquests amb titulacions properes, algunes del camp de les enginyeries —com les de telecomunicacions, les de civil o les de mines—, d'altres amb disciplines del camp de l'arquitectura, i d'altres amb les de físiques o químiques.

3.2. La docència

Avui l'oferta a Catalunya d'estudis reglats de nivell universitari de l'àrea industrial, amb les absències abans comentades dels àmbits de l'enginyeria electrònica i de l'automàtica, és la següent:

- Enginyeria Industrial, s'ofereix a:
 - Barcelona (UPC),
 - Girona (UdG),
 - Terrassa (UPC).
- Enginyeria química, s'ofereix a:
 - Barcelona (UB, UPC, i URL),
 - Cerdanyola del Vallès (UAB),
 - Tarragona (URV).
- Enginyeria en organització industrial, s'ofereix a:
 - Barcelona (UPC),
 - Terrassa (UPC).
- Enginyeria tècnica industrial, especialitat electricitat, s'ofereix a:
 - Barcelona (UPC),
 - Tarragona (URV),
 - Terrassa (UPC),
 - Vilanova i la Geltrú (UPC).

- Enginyeria tècnica industrial, especialitat mecànica, s'ofereix a:
 - Barcelona (UPC),
 - Girona (UdG),
 - Lleida (UdL),
 - Manresa (UPC),
 - Terrassa (UPC),
 - Vilanova i la Geltrú (UPC).

- Enginyeria tècnica industrial, especialitat química industrial, s'ofereix a:
 - Barcelona (UPC),
 - Girona (UdG),
 - Igualada (UPC),
 - Manresa (UPC),
 - Mollet del Vallès (UAB),
 - Tarragona (URV),
 - Terrassa (UPC),
 - Vilanova i la Geltrú (UPC).

- Enginyeria tècnica industrial, especialitat tèxtil, s'ofereix a:
 - Canet de Mar (UPC),
 - Terrassa (UPC).

- Enginyeria de materials, s'ofereix a:
 - Barcelona (UPC).

- Enginyeria europea de materials, s'ofereix a:
 - Barcelona (UPC).

- Disseny industrial i desenvolupament del producte, s'ofereix a:
 - Girona (UdG).

En el període estudiat s'iniciava la reforma dels plans d'estudi, i per tant el mapa de les titulacions universitàries ofertes era lleugerament diferent fonamentalment pel fet que alguna de les titulacions descrites aquí no existien abans d'iniciar-se aquest procés de reforma. Cal aclarir, però, que totes les noves titulacions s'han anat implantant en centres on hi havia altres estudis de l'àmbit de l'enginyeria industrial, i això ens diu que no hi ha diferència en els centres on s'impartien titulacions vinculades a l'àmbit del nostre estudi en el període considerat.

4. L'avaluació de la recerca en el camp de l'enginyeria

L'enginyeria industrial té com a objectiu satisfer les demandes tecnològiques de l'entorn industrial; per tant, la seva activitat professional principal ha de ser aquesta. Això comporta, tal com s'ha apuntat en la introducció, una diferència important en el que s'entén com a activitat de recerca en el camp tecnològic respecte a la seva accepció en el camp científic. Així com la recerca en el camp científic està lligada a l'expansió de les fronteres del coneixement, i la seva validesa està en relació amb l'avenç que aquesta recerca reporti al seu camp de coneixements, la recerca tecnològica està molt més lligada a l'aplicabilitat i la seva validesa l'acaba determinant el mercat, ja que un producte, un objecte, un procediment o un servei són considerats útils si hi ha algú disposat a pagar per tenir-los. Per tant, la manera de mesurar el compliment d'aquests objectius no pot ser la mateixa que la que es fa servir per a l'avaluació de la recerca en altres camps.

Els resultats del coneixement tecnològic es concreten en un producte, un objecte, un procediment o un servei, i molt sovint aquests resultats són considerats, per motius obvis de confidencialitat, com a no publicables. Això fa que no sempre es pugui considerar el nombre de publicacions com un bon indicador de l'activitat de recerca en el camp de la tecnologia. Tampoc en són un bon indicador els diners que es mouen a través de projectes i/o convenis, ja que aquests depenen en gran manera de l'activitat que desenvolupi el sector productiu al qual estan vinculats. Així doncs, els paràmetres més clàssics per avaluar l'activitat de recerca en els altres camps del coneixement no són gaire significatius en el cas de la recerca tecnològica i, per tant, podem afirmar que els trets diferencials de la recerca tecnològica comporten la impossibilitat d'establir relacions quantitatives significatives que permetin fer comparacions amb l'activitat desenvolupada en altres camps del coneixement. Però encara es pot dir més: és difícil trobar indicadors quantitius que puguin ser utilitzats com a elements comparatius d'avaluació de l'activitat de recerca desenvolupada en els diferents àmbits de l'enginyeria industrial.

Aquest problema que es presenta respecte a l'avaluació de la recerca aplicada, també es dona a l'hora d'avaluar l'activitat d'innovació. La innovació, tal com hem constatat anteriorment, admet diferents definicions —segons on es vulgui posar l'èmfasi—, però en essència volen dir el mateix; el fet de posar amb èxit al mercat un producte o un procés nou o millorat. Aquesta diversitat de definicions no comporta cap problema fins que es volen establir comparacions entre diferents estudis. És per això que l'OCDE, en el seu *Manual d'Oslo (1992)*, va proposar quantificar l'activitat innovadora d'una empresa. Aquest manual es proposa cobrir dos objectius:

- proporcionar un quadre dins del qual les enquestes existents puguin fer-se comparables, i
- ajudar els nous nadius en aquest important domini d'investigació.

El manual preveu tant les innovacions de producte com de procés, i classifica la innovació segons dos tipus de criteri: segons la seva intensitat (incremental o radical) i segons quin sigui l'objecte de la innovació (de producte o servei, de processos o de gestió i organització).

L'avaluació de la innovació es fa a partir de la informació recollida en enquestes que, seguint les indicacions del manual, han de recollir la informació següent sobre el producte:

- nombre total de productes comercialitzats cada any,
- innovacions radicals que s'han produït en els darrers tres anys,
- productes que han sofert innovacions progressives en els darrers tres anys,
- productes que han estat modificats o han sofert diferenciacions en els darrers tres anys.

I respecte als processos:

- nombre total de processos a la fi de l'any,
- nombre d'innovacions de processos introduïdes en els darrers tres anys.

Atès que aquests indicadors poden estar condicionats pel cicle de vida del producte, s'introdueixen altres indicadors que se centren en la incidència de les innovacions sobre l'eficàcia de l'empresa:

- proporció de vendes imputables a productes nous,
- proporció de vendes imputables a productes en fase d'introducció en el mercat,
- resultat de les activitats innovadores,
- incidència de la innovació sobre la utilització de factors de producció.

5. Una reflexió sobre l'evolució de la recerca tecnològica a Catalunya

És un fet que a principis del segle xx a Catalunya estàvem en disposició tecnològica de tenir el nostre prototipus de submarí amb Narcís Monturiol, més o menys al mateix temps que en altres països europeus avançats. Hispano Suïssa era una marca d'automòbils del màxim prestigi internacional i de la tecnologia més avançada. Abans de la Guerra Civil Elizalde fabricava motors d'aviació, i després de la guerra, La Maquinista encara fabricava motors marins i de tren, i tant la Seat com la Pegaso fabricaven els seus propis motors.

Malgrat aquesta exitència provada d'una bona qualitat d'enginy, el teixit empresarial no va saber donar resposta al repte existent i avui gran part d'aquestes tecnologies han estat esborrades tant a Espanya com a Catalunya. Els processos de globalització de l'economia han anat fent decreïxer i fins i tot desaparèixer certes tecnologies i fins i tot sembla que els nostres polítics es volen convèncer que aquest és un país de serveis. La fabricació a casa nostra ha anat passant progressivament a mans d'empreses estrangeres que no requereixen, a Catalunya, enginyeria de recerca i de desenvolupament, però sí enginyers en cadenes de producció, control de qualitat i organització.

Per explicar el lent declinar de la recerca tecnològica en certs camps de l'enginyeria a casa nostra, cal recordar els molts anys passats amb l'absència total de polítiques que possibilitessin la recerca en qualsevol camp de coneixement. Malgrat els *Planes de Desarrollo*, el sistema fiscal existent no permetia suportar polítiques de R+D, amb la qual cosa no és fins cap a la meitat dels anys vuitanta que es disposa de recursos públics per finançar polítiques de R+D a les empreses, fet que s'ha traduït en demanda de recerca a les universitats. De fet, és també en aquests anys que la universitat espanyola, i molt especialment les escoles politècniques, es professionalitza i disposa d'un nombre més gran de personal a temps complet amb capacitat de portar a terme activitats de R+D. Això explica el desfasament que hi ha entre les nostres universitats respecte a les d'altres països del nostre entorn. Així, mentre en aquests països de referència les grans àrees de recerca en enginyeria es consoliden al voltant de titulacions específiques, a casa nostra una única titulació suporta aquesta evolució multidireccional i es triguen encara força anys a consolidar les seves àrees de recerca tecnològica.

Com a conseqüència de totes aquestes circumstàncies l'efecte immediat sobre la recerca en enginyeria a nivell nacional avui és que aquesta es decanta cap al sector serveis, i per tant prima el sector del *soft* enfront del *hard*, conceptes aquests que s'han de prendre en sentit més ampli que *soft* i *hard*. Per posar un exemple, cada cop es demanarà des de la indústria local menys recerca i desenvolupament en motors tèrmics, però sí que es demanaran models de consum de carburant segons el tipus de transport, trànsit urbà i rutes per part de flotes de camions de transport o autobusos. Un simple exercici de reflexió ens pot fer entendre que la tecnologia necessària en el primer cas pot representar un lideratge en el mercat, mentre que la competència en el segon posa més dificultats per aquest lideratge internacional, sobretot si es considera que tant el programari informàtic com el maquinari per a aquesta modelització són importats. Aquest panorama sembla vàlid per al món de les grans empreses, i dóna a entendre que la cursa està totalment perduda per a certes tecnologies. Tanmateix, en certs sectors industrials i en el sector serveis, la petita i mitjana indústria s'adona de la necessitat d'incorporar tecnologia i fins i tot de rebre transferència de tecnologia a fi de contribuir als processos d'innovació que en puguin garantir la competitivitat.

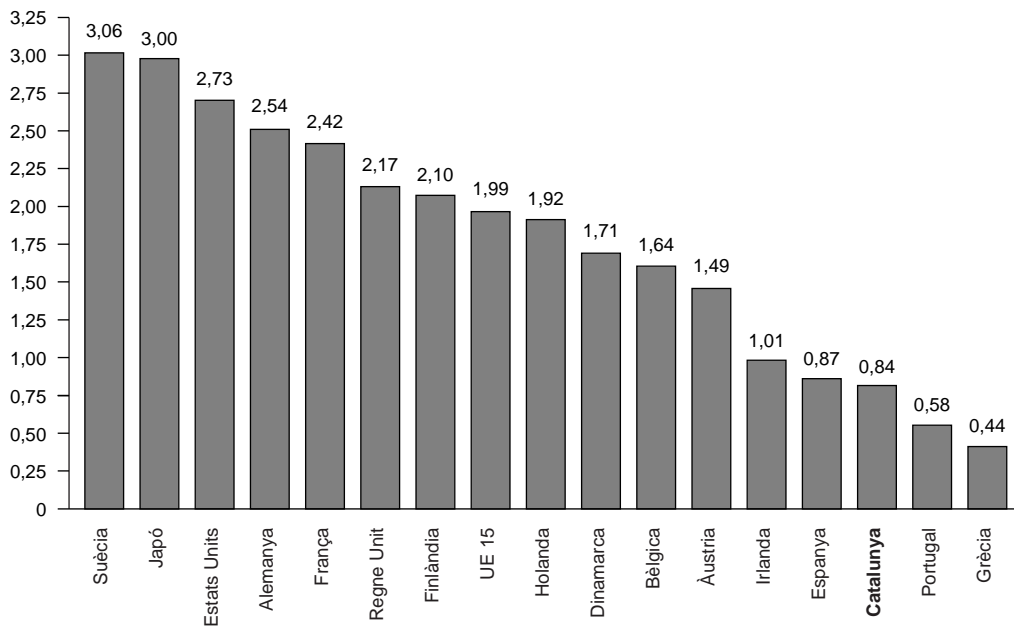
6. Les grans xifres en R+D. Una visió global

La recerca, el desenvolupament de nous productes i mètodes de producció, gestió o servei, la innovació tecnològica, són els pilars de l'avenç científic i tècnic de la societat i, en conseqüència, una de les bases d'allò que s'anomena progrés. Es pot establir que les societats més desenvolupades són les que dediquen un esforç més important a R+D, i que només aquelles que sàpiguen donar suport a aquestes activitats podran optar a un lloc entre els futurs països punters en el mercat mundial.

Les despeses en R+D a escala mundial es troben molt concentrades. Cinc països: Estats Units, el Japó, Alemanya, França i la Gran Bretanya representen gairebé el 90 % de la inversió en R+D de l'OCDE. Una concentració que s'ha mantingut estable aquests últims vint anys. Aquest esforç en R+D ha estat finançat per la indústria al Japó (80 %) i Alemanya (65 %), i a parts si fa o no fa iguals pels sectors públic i privat als Estats Units, la Gran Bretanya i França.

FIGURA 1

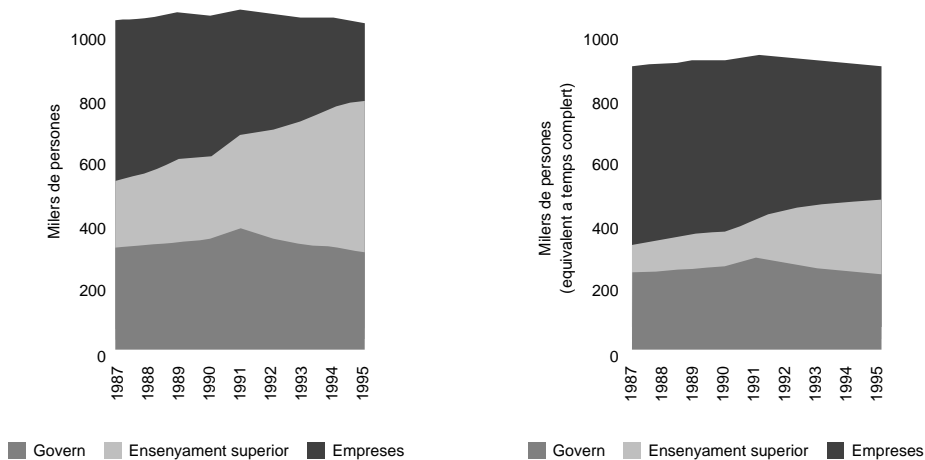
Despesa interior bruta de R+D, en % del PIB, mitjana 1990-1994



Dades segons EUROSTAT.

FIGURA 2

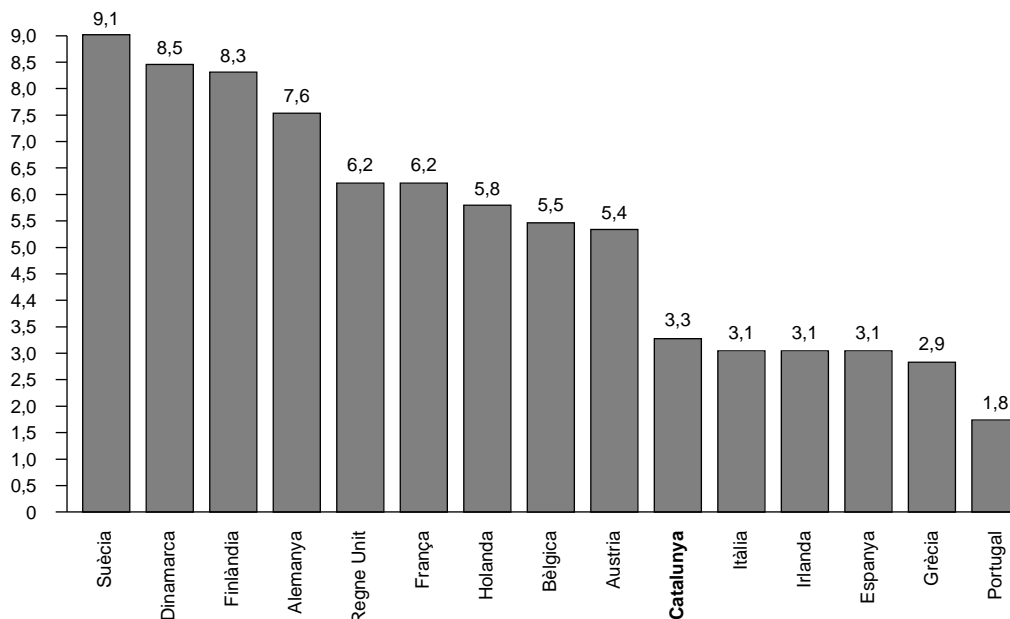
Personal dedicat a la R+D a Europa (1987-1995, UE 15)



Dades segons EUROSTAT.

FIGURA 3

Personal dedicat a la R+D a Europa per nombre d'habitants (1993)



Dades segons EUROSTAT.

Espanya i també Catalunya estan a la cua pel que fa a esforç en R+D (vegeu la figura 1). A Espanya es destina només el 0,83 % del PIB a recerca (mitjana anys 1990-1994), incloent-hi l'empresa privada, la qual no aporta pas més del 30 % del total. La mitjana europea està al voltant del 2 % del PIB. Quant a personal dedicat a activitats de R+D, la mitjana europea era d'unes sis persones dedicades a recerca per cada 1.000 habitants l'any 1993 (vegeu la figura 3). L'espanyola era de 3,1 i la catalana de 3,3. La distribució d'aquest personal segons les institucions a les que pertanyen queda reflectida en la figura 2.

En les conclusions de la publicació *Análisis cualitativo sobre los procesos de innovación de la industria española* es constata que en la majoria de les empreses consultades el pressupost dedicat a temes de R+D són inferiors al 5 % de la facturació.

7. Anàlisi de l'activitat de recerca en cada un dels àmbits considerats

Atesa la gran diversitat d'àmbits que s'engloben sota la denominació d'*enginyeria industrial* s'ha considerat convenient fer la presentació de les dades més rellevants independentment, i recopiar el sentit unitari del report en l'apartat de conclusions.

Per a la recollida de dades s'ha procurat mantenir un criteri comú en tots els apartats. Malgrat aquesta voluntat el resultat ha estat força desigual. Els criteris d'inclusió o exclusió s'exposen en cada un dels àmbits i som conscients que el criteri pres és fruit d'una opció, que pot ser tant bona com qualsevol altra.

Com a problemes generals que s'han presentat en cada un dels àmbits considerats cal remarcar la diversitat de titulacions d'origen dels investigadors i dels grups de recerca, ja que aquests no es troben únicament en centres vinculats a l'ensenyament de l'enginyeria. Un altre dels problemes comuns en tots els àmbits considerats és conèixer l'activitat de recerca desenvolupada per les empreses, tant les públiques com les privades. En general són molt escasses les dades que s'han pogut obtenir sobre la recerca en les empreses.

7.1. Enginyeria mecànica i enginyeria dels materials

El que resulta patent, i de la lectura d'aquesta secció se'n poden treure conclusions clares, és que la recerca en el camp de l'enginyeria mecànica i la recerca en el camp de l'enginyeria dels materials tenen evolucions diferents. Mentre la recerca en el camp de l'enginyeria dels materials es troba en una etapa emergent, la corresponent a l'enginyeria mecànica sembla que està passant per moments de crisi.

En l'àmbit de l'enginyeria industrial és probablement l'enginyeria mecànica la que ocuparia un lloc més destacat, tant per la seva tradició històrica com per les implicacions industrials. De fet, quan hom pensa en la majoria de sectors industrials troba estructures i maquinària el concepte, el disseny i les solucions de les quals han estat concebudes des del geni mecànic. Grans àrees com ara la construcció de maquinària de tot tipus, o bé el transport, es podria dir que són camps propis de l'enginyeria mecànica, malgrat que aquesta n'abasta d'altres. Així doncs, es pot doncs entendre amb facilitat que l'enginyeria mecànica trobarà el seu propi marc de recerca i desenvolupament en l'empresa, en la innovació i el desenvolupament tant de productes com de processos. Per tot això i per la diversitat dels sectors industrials, la diferent tipologia de les empreses i d'aplicacions industrials, es fa molt difícil —si no impossible— poder recollir la recerca industrial feta a casa nostra en aquest camp, fora del que és pròpiament el de la universitat i, tot i així, resulta força complicat.

En subdividir l'enginyeria industrial en grans àrees clàssiques, s'ha considerat oportú agrupar la mecànica de fluids, la resistència de materials i els materials en l'àmbit de la mecànica. La inclusió dels materials en aquesta agrupació respon al fet que una part important d'aquests materials, els anomenats *estructurals*, s'utilitzen industrialment per raó de les seves propietats mecàniques per a funcions eminentment estructurals, o bé on un comportament mecànic exigible resulta primordial. Els altres materials, els anomenats *funcionals*, són aquells que s'utilitzen industrialment per raó d'altres propietats com ara els materials magnètics, semiconductors, superconductors, o bé catalitzadors, entre altres.

7.1.1. L'àmbit del treball

En considerar d'aquesta manera l'àmbit de l'enginyeria mecànica, cal advertir que les fronteres amb altres àmbits no són sempre clares ni ben definides. Per això sovint resulta complicat decidir el que s'ha d'incloure en aquest report i el que és més propi d'altres treballs. Com a exemples podem considerar l'enginyeria civil o l'arquitectura, que presenten punts de contacte en els camps de resistència de materials i de materials, malgrat que des d'un punt de vista força diferent, i per tant els hem considerat com a no integrables en el present report. Així mateix, els materials funcionals no s'han considerat propis d'aquest report i per tant s'han deixat fora d'aquest estudi tots aquells grups de recerca que treballen en aquest tipus de materials i que a Catalunya en general es troben enquadrats en el camp de la física.

Per desenvolupar aquest report, s'ha considerat que la recerca en aquest àmbit es desenvolupa a Catalunya en els següents departaments universitaris:

TAULA 1

Departaments on es desenvolupa recerca en enginyeria mecànica i enginyeria dels materials

<i>Universitat</i>	<i>Departament</i>	<i>Sigla</i>
UPC	Departament d'Enginyeria Mecànica	EM
	Departament de Mecànica de Fluids	MF
	Departament de Resistència de Materials i Estructures en l'Enginyeria	RMEE
	Departament de Ciència de Materials i Enginyeria Metallúrgica	CMEE
	UB	Departament d'Enginyeria Química i Metallúrgia
UdG	Departament d'Enginyeria Industrial	EI
URV	Departament d'Enginyeria Mecànica	EMURV

Cal esmentar que la UPC i la UdG ofereixen la titulació d'enginyeria industrial, no així la UB i la URV. Tanmateix, la tasca de recerca que porten a terme els grups de recerca enquadrats en els departaments esmentats es correspon totalment als camps analitzats en aquesta part del report i en conseqüència cal que hi siguin inclosos. És convenient aprofitar aquest punt per remarcar a tall d'exemple que l'enginyeria industrial és una titulació, mentre que la recerca que es realitza en els seus diferents camps és comuna a la que es realitza a partir d'altres titulacions d'origen. Cal esmentar aquí que les dades que la comissió ha anat obtenint pels seus propis mitjans s'han contrastat amb les dels diferents departaments esmentats. En certs casos s'ha considerat oportú presentar les dades obtingudes per les dues vies per donar més versemblança a la dificultat que comporta l'elaboració d'un report d'aquest tipus tot seguint uns criteris generals. No hi ha dubte que certes correccions realitzades obeeixen a errors en les fonts, però d'altres corresponen a diferències de criteri que cal respectar, perquè un report com aquest no és de cap manera una avaluació de la recerca portada a terme.

En el cas particular del Departament de RMEE de la UPC, moltes de les dades, incloses les corregides pel mateix departament, fan referència a tot el departament i no només a la seva secció implicada en l'enginyeria industrial. Cal no perdre de vista que aquest departament té una presència notable a l'ETS d'Enginyers de Camins, Canals i Ports de Barcelona, i per tant hi ha un bon nombre d'activitats de recerca del departament que pertanyen a l'enginyeria civil i no a l'enginyeria industrial. S'ha procurat, en tot allò que ha estat possible —com publicacions i recursos econòmics— utilitzar aquelles dades que fan referència només a l'enginyeria industrial.

7.1.2. Formació per a la recerca

El document que en el nostre entorn acredita que un individu ha rebut la formació necessària per portar a terme per si mateix tasques de recerca és el títol de doctor. Tanmateix, aquest tipus de formació no es pot dir que estigui especialment valorat per part de les empreses del nostre entorn. El títol de doctor resulta imprescindible per fer carrera universitària però sembla que no té cap influència per a la promoció dintre d'una empresa. De fet, les empreses locals, sota l'impuls industrial dels *Planes de Desarrollo* autàrquics, han basat el seu èxit sobretot en una bona gestió però rarament en la innovació i la pròpia tecnologia. La frase «la tecnologia es compra» és d'aquells anys i ha fet forat a casa nostra. En empreses d'aquest perfil, que són la majoria, l'enginyer industrial generalista ha complert a plena satisfacció en el marc de les necessitats tecnològiques requerides. D'aquí ve que, en gran mesura, la realització de tesis doctorals hagi estat per al mateix consum intern dels departaments universitaris implicats. Això és el que explica que resultin tan reduïdes les xifres relatives a tesis doctorals llegides en el període de temps analitzat:

TAULA 2

Tesis doctorals llegides (1990-1995)

<i>Universat</i>	<i>Departament</i>	<i>Tesis llegides</i>
UB	Enginyeria Química i Metallúrgica	20 (totes en l'àrea metallúrgica)
UPC	Mecànica de Fluids	2
	Resistència de Materials i Estructures en l'Enginyeria	1 (25 en tot el departament)
	Ciència de Materials i Enginyeria Metallúrgica	2
UdG		—
URV		4

Cal notar que a la UB i en un sol departament s'han llegit el doble de tesis doctorals que en la resta. De fet, cal recordar que el Departament d'Enginyeria Química i Metallúrgica de la UB, i en particular el grup metallúrgic que ens interessa, està situat en una facultat de química i la tradició universitària i investigadora de la UB és ben reconeguda.

L'altre aspecte rellevant pel que fa referència a la formació per a la recerca són els becaris de postgrau, predoctorals, finançats amb fons públics, la qual cosa dóna idea del nombre de futurs doctors i investigadors que cada departament podrà formar al llarg dels propers anys. Pel que fa al període considerat, les xifres són:

TAULA 3
Becaris finançats amb fons públics

<i>Departament</i>	<i>Universitat</i>	<i>MEC</i>	<i>CIRIT</i>
CMEM	UPC	8	4
EM	UPC	—	3
MF	UPC	—	—
RMEE	UPC	— (6, dades del departament)	1
EQM	UB	3	1 (4, dades del departament)
EM	URV	— (1, dades del departament)	1 (3, dades del departament)

CMEM: ciència dels materials i enginyeria metal·lúrgica
 EM: enginyeria mecànica
 MF: mecànica de fluids
 RMEE: resistència de materials i estructures en l'enginyeria
 EQM: enginyeria química i metal·lúrgica

(MEC fa referència a beques concedides per l'actual Ministerio de Educación y Cultura i CIRIT fa referència a les beques concedides per la Generalitat de Catalunya.)

Les xifres, amb l'excepció del que fa referència al Departament de Ciència dels Materials i Enginyeria Metal·lúrgica de la UPC no són pas engrescadores. Pel que es pot veure, el consum intern de doctors no s'espera que sigui elevat, en general. Només en l'esmentat Departament de Ciència de Materials i Enginyeria Metal·lúrgica de la UPC s'anticipa l'augment de tasques docents en la titulació d'enginyeria de materials, en la qual aquest departament té encarregat un elevat volum de docència.

Cal esperar que gràcies a l'esforç combinat de diferents sectors, com l'universitari, en un futur proper el nombre de doctors a les empreses de casa nostra augmenti. En molts casos no perquè es pugui esperar que aquestes empreses apostin pel desenvolupament de la seva tecnologia, però sí per la necessitat imperativa d'innovar. El doctor és el titulat universitari més qualificat per entendre i desxifrar la recerca aliena i, per tant, per adaptar-la a les necessitats pròpies, ço és, el procés d'innovació.

7.1.3. Grups i línies de desenvolupament

Els departaments on es porten a terme tasques de recerca i desenvolupament en l'àmbit de la mecànica són els set esmentats anteriorment, distribuïts en quatre universitats. S'han considerat

els grups a partir de les dades existents en les memòries dels departaments en les diferents universitats, així com a partir del que els mateixos departaments implicats han declarat en ésser consultats. Atès que les fonts són diferents i que per elaborar aquesta part del report s'ha volgut interferir el mínim en les declaracions dels implicats (en el sentit de no imposar formats de qüestionaris que poden obligar a respondre més el que el qüestionari exigeix que el que és la realitat) s'ha preguntat sobre el model del que cada universitat informava en la seva memòria. D'aquí que hi puguin haver diferències d'informació i de format. Tanmateix, això es considera altament positiu, ja que aclareix més l'estat natural de cada unitat i no respon a les exigències d'un qüestionari propi, tant incomplet o esbiaixat com qualsevol altre. Les línies de recerca i el personal dedicat a portar-les a terme en cada unitat s'expressen a continuació:

TAULA 4

Línies de recerca i personal investigador

<i>Departament</i>	<i>Universitat</i>	<i>Línies recerca</i>	<i>Professorat</i>	<i>Personal investigador</i>	<i>Becaris</i>	<i>PAS</i>
EM	UPC	10	71	4	3	1
MF	UPC	11	25	2	1	3
RREE	UPC	7	42	3	20	4
CMEM	UPC	4	37	6	9	5
EQM	UB	17	11	4	11	
(*)EI	UdG		19			
EM	URV	4	35		6	

CMEM: ciència dels materials i enginyeria metal·lúrgica

EM: enginyeria mecànica

MF: mecànica de fluids

RREE: resistència de materials i estructures en l'enginyeria

EQM: enginyeria química i metal·lúrgica

EI: enginyeria industrial

(*) Sota aquestes sigles hi ha el professorat de tres àrees de coneixement: ciència dels materials i enginyeria metal·lúrgica; enginyeria mecànica, i mecànica de fluids.

Pel que fa a les línies de recerca es pot observar que hi ha una gran heterogeneïtat. En alguns departaments sembla que hi poden haver tantes línies i sublínies com professors a temps complet o fins i tot més línies que professors. Això significa que no hi ha una definició estable i consensuada del que és una línia de recerca. Probablement seria recomanable que es fes un esforç general per arribar a una definició que tothom pogués acceptar. Sembla que la línia de recerca no hauria de ser quelcom volàtil com el tema de recerca d'un projecte determinat que un professor pot portar a terme durant un període de temps i que s'acaba amb el projecte. Aquesta tendència a la inflació de línies de recerca no es dona només en aquest àmbit i a casa nostra, sinó que és ben coneguda arreu.

Pel que fa al personal, hi ha dos aspectes que val la pena comentar. El primer és l'escassa presència de personal tècnic, en general a tots els departaments. Aquesta és una mancança que limita seriosament el potencial de recerca de les diferents unitats. La universitat catalana, i en general l'espanyola, té aquí un dels seus punts més dèbils, sobretot quan es pensa en recerca tecnològica, pròxima a la indústria. Per altra banda cal fer notar també que la presència de becaris —que no significa doctorands, ja que poden estar pagats per projectes amb finançament privat per portar a terme projectes amb empreses— tampoc és, en general, gaire elevada. Això significa també, en certa mesura, una limitació a l'activitat. És desitjable que amb la tendència actual a entendre que els projectes de recerca s'han de pressupostar a costos totals, o com a mínim incloent-hi la despesa de personal no pagat amb fons de la mateixa universitat, dugui a una clara millora en aquest sentit.

7.1.4. Recursos econòmics

La manera en què cada universitat dóna la informació de la seva activitat econòmica és diferent i aquí el que s'ha fet ha estat respectar el format de cadascuna. És per això que apareixen en apartats diferents amb la complexitat de dades que cada universitat ha volgut donar.

Segons informació del Centre de Transferència Tecnològica de la UPC, els recursos econòmics moguts per cadascun dels seus departaments objecte d'aquest informe són els següents (xifres en milers de PTA):

TAULA 5
Recursos econòmics UPC

	<i>CMEM</i>	<i>EM</i>	<i>MF</i>	<i>RMEE</i>	<i>Total</i>
Convenis empreses	123.646	80.885	47.418	37.150	289.069
Europeus	43.617	—	49.280	188.257	281.155
Petri	4.450	10.760	2.200	22.780	40.191
Cursos	2.050	17.590	—	—	19.640
Subvencions	10.302	5.500	5.250	—	21.052
Projectes i infraestructures	102.667	3.630	9.870	7.000	123.167
Accions especials	3.705	—	—	—	3.705
Grups Recerca Consolidats	17.700	1.700	1.400	5.500	26.300
Serveis	55.271	43.576	17.588	38.258	154.693
Total	363.409	163.611	133.005	298.946	958.971

CMEM: ciència dels materials i enginyeria metal·lúrgica

EM: enginyeria mecànica

MF: mecànica de fluids

RMEE: resistència de materials i estructures en l'enginyeria

TAULA 6

Recursos econòmics UB

<i>Procedència</i>	<i>Quantitat</i>
Convenis Bosch i Gimpera	228.655
Europeus	40.000
Petri	11.900
Projectes + Infraestructures	125.000
Accions especials	11.500
Total	417.055

I a la Universitat Rovira i Virgili, projectes finançats: 25.879.

Els resultats del període analitzat palesen que el volum de recerca finançada a través de projectes en els grups de recerca de la UdG i la URV és molt petit en comparació a les altres dues universitats analitzades.

De les dades anteriors s'observa que els recursos que provenen de convenis i serveis amb empreses pels departaments de la UPC representen aproximadament el 50 %, mentre que pel Departament d'Enginyeria Química i Metallúrgica de la UB aquesta xifra és propera al 70 %.

El pes dels projectes europeus és molt fort en el Departament de Resistència de Materials i Estructures en l'Enginyeria de la UPC, on més del 50 % del seus recursos tenen aquest origen, mentre que en la resta de casos el pes d'aquest apartat és molt més petit. Els projectes i infraestructures de procedència pública tenen un pes de vora el 12 % a la UPC, mentre que és del 20 % a la UB. La comparació tanmateix es fa difícil, ja que en un cas es té la mitjana de quatre departaments i en l'altre només hi ha una part d'un únic departament. En una lectura positiva cal fer notar que els recursos econòmics de la part implicada en el present report del Departament d'Enginyeria Química i Metallúrgica de la UB són de la mateixa magnitud que els del Departament de Resistència de Materials i Estructures en l'Enginyeria i el Departament de Ciència de Materials i Enginyeria Metallúrgica de la UPC, malgrat que els seus recursos humans són sensiblement menors.

7.1.5. *Publicacions i patents*

Pel que fa a publicacions, la informació de la qual es disposa mostra que en general no es publica gaire en revistes indexades. De fet, les memòries anuals dels diferents departaments o centres mostren un nombre més elevat de publicacions que les expressades aquí, perquè molts investigadors publiquen en revistes nacionals i no indexades. Les taules que es presenten mostren per a cada subàrea les publicacions totals, en un determinat nombre de revistes indexades, a Espanya, a Catalunya i per part dels grups de recerca considerats en el present report. Cal tenir en

compte que des d'àrees de física o química també es publica en les mateixes revistes, i d'aquí la necessitat de separar Catalunya i grups de recerca del present report. Atès que aquí era possible comparar amb xifres de publicacions a escala internacional, espanyola i catalana, s'han considerat les quatre subàrees de l'àmbit mecànic sense subdividir els departaments de diferents universitats. Així, en la taula següent:

TAULA 7
Nombre d'articles en revistes indexades per anys

Àrea	1990				1991				1992			
	T	E	C	R	T	E	C	R	T	E	C	R
EM	4274	72	13	2	4756	85	18	4	5844	118	29	3
CM	5760	227	35	11	5977	247	33	14	6668	343	59	11
MF	585	17	4	0	350	10	5	2	850	5	1	0
RM	211	1	0	0	202	4	3	1	288	4	1	1

Àrea	1993				1994				1995			
	T	E	C	R	T	E	C	R	T	E	C	R
EM	6135	158	45	2	7520	210	41	4	6525	189	54	6
CM	6522	279	38	11	7188	251	30	12	6598	208	35	14
MF	574	9	3	1	508	9	4	0	615	17	3	0
RM	211	6	3	2	225	4	4	3	205	6	1	1

EM: enginyeria mecànica
 CM: ciències dels materials
 M: mecànica de fluids
 RM: resistència de materials

T: total d'articles publicats
 E: articles publicats per autors que treballen en organismes espanyols
 C: articles publicats per autors que treballen en organismes catalans
 R: articles publicats per autors que pertanyen a grups de recerca considerats en el present report

Relació de les revistes indexades analitzades en les diferents àrees:

Journal of the Acoustical Society of America, Computer Aided Geometrical Design, Journal de Physique IV, Physical Review B-Condensed Matter, Journal of Applied Mechanics-Transactions of the ASME, Mechanism and Machine Theory. Thermochemica Acta, Anales de Química, Journal of Alloys and Compounds, Journal of Applied Polymer Science, Materials Science and Technology, Physica Status Solidi A-Applied Research, Biomaterials, Materials Science and Engi-

neering A-Structural Materials Properties, Microstructure and Processing, Metallurgical Transactions B-Process Metallurgy, Materials Research Bulletin, Scripta Metallurgica et Materialia, Journal of Materials Science, Journal of Materials Science Letters, Journal of Non-Crystalline Solids, Chemosphere, Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, International Journal for Numerical Methods in Engineering.

Informació proporcionada directament pels departaments consultats:

- Resistència de Materials i Estructures en l'Enginyeria (RMEE). Publicacions en revistes (indexades i no indexades) de tot el departament en el període 1992-1997: 86.
- Enginyeria Química i Metal·lúrgica (EQM)-UB. Publicacions del període 1990-1995: 32, 30, 30, 15, 29 i 41, respectivament.
- Enginyeria Industrial (EI)-UdG. Publicacions del període 1990-1995: 4.
- Enginyeria Mecànica (EM)-URV. Publicacions del període 1990-1995: 17.

Pel que fa a les patents la situació és la següent:

TAULA 8
Nombre de patents

<i>Departament</i>	<i>Universitat</i>	<i>Patents</i>
EQM	UB	10
CMEM	UPC	3
EM	UPC	4
(*)		

EQM: enginyeria química i metal·lúrgica

CMEM: ciència dels materials i enginyeria metal·lúrgica

EM: enginyeria mecànica

(*): no es té constància de patents en els altres departaments considerats.

A partir dels resultats que es mostren en la taula anterior s'observa que en l'àrea de l'enginyeria mecànica s'arriba a un màxim de sis publicacions indexades l'any 1995 en l'àmbit del present report. Pel que fa a l'àrea de materials, la xifra màxima assolida en més d'un any és de catorze, mentre que per les altres àrees els valors s'han de considerar com a molt baixos. El resultat que cal extreure de les dades presents és que en general, la producció de treballs de recerca en revistes indexades és un bé escàs en tot l'àmbit anomenat mecànica. Només l'àrea de materials mostra una vitalitat esperançadora, ja que les xifres es comparen bé amb les de la resta de Catalunya que inclouen publicacions de treballs en materials funcionals.

Pel que fa referència a les patents cal dir que les xifres són baixes en tots els casos. Probablement la poca tradició de patentar, sobretot en l'època considerada en el report, n'és una de les causes més importants.

7.1.6. *Comentaris finals*

L'anàlisi de l'àmbit mecànica que inclou les subàrees d'enginyeria mecànica, mecànica de fluids, resistència de materials i materials ha fet palès que les quatre subàrees són força diferents i específiques en sí mateixes. Això demostra que la recerca en enginyeria industrial és heterogènia i que, de fet, l'enginyeria industrial correspon a una titulació acadèmica i no a un cos científic organitzat.

Malgrat que no s'han fet comparacions entre els diferents àmbits, dintre d'aquest mateix àmbit s'observen certs fets que potser cal analitzar. En primer lloc s'ha fet servir la hipòtesi que la recerca en enginyeria industrial no es comunica per les mateixes vies que en el cas d'altres camps de la recerca, perquè com que està aquesta fortament vinculada a l'activitat industrial o empresarial, la publicació en revistes no resulta la via més normal. Tanmateix hi hauria d'haver indicadors indirectes d'activitat, com el volum de contractació econòmica de fons privats (per part dels grups universitaris que realitzen la recerca), que demostraria que les empreses contracten i paguen la recerca malgrat que no la publiquin, i per altra banda un cert moviment de patents. En aquest últim cas, si la patent fos de l'empresa i no de la universitat, de nou les xifres d'activitat econòmica demostrarien que un conveni universitat-empresa ha permès a aquesta última patentar un producte o un procés. El fet és que ni per publicacions, ni per volum econòmic ni per patents s'observa que l'activitat de recerca en l'àmbit de la mecànica sigui gaire remarcable. De fet, a la UPC, cent catorze professors a temps complet generen menys de 1.000 milions de pessetes en sis anys, la qual cosa representa menys d'1,5 milions de pessetes per professor a temps complet i any, quantitat sensiblement menor a la mitjana actual (1997) de la UPC, que és de més de dos milions de pessetes per professor a temps complet i any. Pel que fa a les patents, en aquesta universitat en resulten set en sis anys, i pel que fa a les publicacions indexades, excepte per a la subàrea de materials, la comparació resulta molt débil fins i tot en relació amb Catalunya. Pel que fa a la UB, i en l'àrea de materials, onze membres de plantilla van generar uns 420 milions de pessetes en sis anys, la qual cosa significa més de 6 milions de pessetes per membre de plantilla i any, xifra que cal apreciar i que sobresurt brillantment per sobre de les altres universitats. Pel que fa a la UdG i la URV, no se les ha comparat perquè en el període analitzat encara eren molt «joves» com per pretendre que el seu personal estigués assentat i amb possibilitats d'entrar en una comparació com aquesta.

Tanmateix, si s'analitzen les diferents subàrees dintre de la UPC, s'observa que la subàrea de materials genera més de 360 milions de pessetes en sis anys amb un total de vint-i-sis professors a temps complet, que correspon a menys de 2,5 milions de pessetes per professor i any. Presenta tres de les set patents de la UPC en aquest període, i les seves publicacions indexades són similars a les de la UB; entre les dues representen a partir de l'any 1993 una producció d'entre el 33 % i el 50 % de la producció total catalana en el camp dels materials. Com a comparació, la següent subàrea més ben situada en aquest aspecte és la d'enginyeria mecànica, que no representa gaire més d'un 10 % de la producció catalana. Així doncs, cal considerar la subàrea de materials, conjuntament a la UPC i a la UB, com la més productiva de l'àmbit.

Per explicar aquesta poca homogeneïtat de xifres i aquestes diferències i similituds entre universitats cal fer tot un seguit de consideracions. Pel que fa a la productivitat, cal entendre que els departaments de la UPC estan presents en general en un bon nombre d'escoles universitàries on el seu personal compta com a professor a temps complet, però tradicionalment no ha portat a terme tasques de recerca, malgrat que actualment la política d'aquesta universitat és la d'anar incorporant aquest personal a les línies de recerca. Així mateix, cal analitzar els diferents punts de partida en el camp de la recerca entre dues universitats com la UPC i la UB. La UPC es professionalitza comp-

tant amb una majoria de professorat a temps complet a partir de 1984 amb l'entrada en funcionament de la LRU. En aquests catorze anys, una universitat eminentment docent ha fet el salt, en certs àmbits, a una universitat que fa recerca i, en un nombre d'àmbits potser encara més limitat, a una universitat que fa desenvolupament i transferència de tecnologia. L'inici de l'activitat és heterogeni i, per tant, no resulta estrany trobar departaments on certs grups de recerca es posicionen ràpidament i porten a terme una forta dinàmica de recerca, mentre que en d'altres, el procés iniciat amb posterioritat, porta a un creixement més lent i a una dinàmica més dèbil.

Per la seva banda, la UB comptava ja el 1984 amb una forta plantilla de professorat no numerari a temps complet, format i educat per fer recerca. L'avantatge en aquest sentit respecte de la UPC quant a personal format i dedicat a temps complet a la recerca és almenys de deu anys. Finalment, no és anormal a les facultats trobar estudiants de tercer cicle que voluntàriament porten a terme una tesi doctoral en un departament sense cobrar cap beca o bé rebent quantitats simbòliques. Una situació semblant és molt anormal a la UPC, on en general els doctorands no tenen tant «amor» a la ciència com per arribar a fer la tesi comptant amb els seus propis recursos. Evidentment, això significa que la UB pot comptar amb més recursos humans per desenvolupar els seus projectes de recerca, i d'aquí que els seus resultats siguin més brillants. Aquesta reflexió permet d'alguna manera justificar també la molt baixa dinàmica investigadora a les escoles tècniques de la UPC. Serà molt difícil en aquestes escoles que produeixen titulats de grau mig, trobar titulats superiors que s'hi vulguin integrar com a doctorands, i per tant la recerca en aquests centres haurà de comptar únicament amb el personal propi, ja siguin professors o bé personal tècnic.

Pel que fa a la comparació entre subàrees, sembla que la de materials és la que presenta millors resultats i hauria d'ésser una comparació amb altres comunitats espanyoles, o fins i tot amb altres països, la que ens permetés situar aquesta subàrea en el corresponent marc de referència. Pel que fa a les altres subàrees, els resultats semblen precaris. Sobretot sorprenen els corresponents a enginyeria mecànica. Per la seva tradició i història caldria esperar que aquesta subàrea mostrés una activitat molt superior i es confirmés en recerca com un dels estandards de l'enginyeria industrial. Seria bo de cara al futur analitzar quines són les limitacions que no han permès una major expansió i posar els mitjans perquè aquesta subàrea fos més productiva. Pel que fa referència a mecànica de fluids i a resistència de materials, aquestes són subàrees sensiblement menors que l'anterior, i malgrat que seria desitjable que mostressin més productivitat, no es pot dir de cap manera que la seva situació sigui pitjor que la de l'enginyeria mecànica.

Cal, finalment, fer una breu reflexió sobre la dificultat que representa en el nostre país portar a terme recerca tecnològica i que estigui fortament implicada amb el món industrial. Una primera dificultat rau en les mateixes empreses, que no tenen una ferma mentalitat innovadora. Una prova irrefutable consisteix a preguntar a un empresari on imputaria els costos de recerca o innovació de la seva empresa. El resultat serà que una elevada proporció d'empresaris imputaran aquests costos al concepte *despesa* i no al concepte *inversió*. Amb aquest tipus de mentalitat a les nostres empreses és molt difícil creure que a curt termini és possible fer el gran pas que porti el nostre país a aconseguir una forta activitat de transferència de tecnologia entre les universitats i les empreses.

La segona dificultat rau en la manca d'organització universitària. Entre altres, es podrien esmentar l'absència d'organigrama, els camins laberíntics d'organització interna per accedir a un professor o a un laboratori per a una persona que vol fer una consulta des del carrer, les dificultats per compartir equipaments, les àrees pròpies i territoris que marquen els diferents investigadors, la necessitat d'aquests investigadors d'estar a tot arreu i la manca de personal tècnic i de ges-

ció. Aquestes dificultats que semblen insalvables s'han d'intentar resoldre, com a mínim localment i en determinats sectors a base d'imaginació i de voluntat per part dels gestors de les universitats i mitjançant una anàlisi menys superficial de la universitat per part de les autoritats polítiques, que permeti implementar polítiques i models d'organització menys rígids.

7.2. Enginyeria energètica i elèctrica

La recerca en enginyeria elèctrica i energètica a Catalunya es desenvolupa en centres de recerca de tres tipus.

- Pertanyents a la universitat:
 - departaments universitaris
 - instituts
- centres institucionals (públics, dependents de l'Administració),
- pertanyents a l'empresa.

Cal destacar un fet que distingeix la recerca energètica de la realitzada en d'altres àmbits. L'Administració central, fins ara, ha entès el sector energètic com a sector estratègic que calia tractar de forma diferenciada i amb un fort «intervencionisme» estatal. Aquesta filosofia s'ha traduït —en l'àmbit de la recerca— en l'obligatorietat, per part de les companyies energètiques, de dedicar una part de la seva facturació (en un percentatge fixat anualment pel Govern) a activitats de R+D. Per aquest motiu, en aquest informe s'ha tractat de forma diferenciada la recerca de les grans companyies energètiques de la realitzada per la resta (universitats, institucions i altres empreses).

Pel que fa a les petites empreses, un estudi encarregat per l'ICAEN al professor F. Torres l'any 1992 amb l'objectiu de valorar l'estat de la recerca energètica, tant en l'àmbit universitari com empresarial, en aquells moments constatava que, exceptuant les grans empreses energètiques, eren molt poques les empreses que feien R+D. Altres mancances detectades foren la descoordinació entre actors, la manca de continuïtat del procés global de recerca, la manca de viabilitat d'algunes recerques... A més a més, moltes de les empreses d'equipaments que, pel seu volum, podrien dedicar recursos a R+D són filials d'empreses multinacionals que no fan recerca a Catalunya. Hi ha, però, casos de petites empreses (com ara Ecotècnia, Ecoterm o Circutor) que porten una tasca en R+D molt lloable en camps com les energies renovables, les tecnologies de refredament natural o la instrumentació i control d'electricitat.

Hi ha un altre grup d'empreses que no pertanyen al sector energètic que, atesa la importància que per a elles té el consum d'energia, dediquen recursos propis de R+D a la millora dels seus processos i/o instal·lacions energètiques. És el cas d'empreses químiques, papereres, d'extracció, cimenteres, del sector dels transports, etc. La seva recerca energètica és fora de l'abast d'aquest estudi en la mesura que no generen tecnologia per al mercat.

7.2.1. Grans empreses energètiques

Es pot fer un seguiment directe sobre la recerca efectuada per les grans empreses energètiques, atès que és un grup reduït. Aquest grup de grans empreses energètiques porta a terme, quant a volum d'inversió, gairebé tota la recerca del sector empresarial.

En les grans empreses elèctriques o de gas, la recerca ha estat molt lligada als plans ministerials de recerca (especialment, en el sector elèctric), en la mesura que era obligatori emprar un percentatge de la tarifa elèctrica en R+D, el qual era gestionat conjuntament per l'Administració i les companyies energètiques a través de les Oficines de Coordinació de la Investigació (OCI).

El 18 de juny de 1980, i mitjançant el Reial decret 1486/1980, es va crear formalment un ampli programa d'investigació, amb la denominació inicial de Programa d'Investigació d'UNESA (PIU) i finançat per les societats elèctriques, amb l'objectiu que aquestes, les seves associacions sectorials i un gran nombre d'empreses d'altres sectors, centres d'investigació i d'ensenyament públics i privats, així com investigadors individuals, unissin els seus esforços per desenvolupar projectes d'investigació que ajudessin al compliment dels objectius de política energètica establerts al Pla Energètic Nacional (PEN), tot incrementant la capacitat tecnològica de la indústria espanyola i ampliant l'activitat innovadora de les empreses elèctriques. En l'RD 1486/1980 es disposa que: «les empreses del subsector elèctric estaran obligades a dedicar una quantitat, no inferior al 0,3 % de la seva recaptació per venda d'energia, a la investigació en el camp d'energia que estableixi el Ministeri d'Indústria i Energia, per a la qual cosa aquest ministeri acordarà el corresponent programa tecnològic amb Unitat Elèctrica, SA —UNESA—».

El 9 d'agost de 1983 es va canviar la denominació del PIU, que va passar a anomenar-se Programa d'Investigació i Desenvolupament Tecnològic Electrotècnic (PIE). Des d'aquella mateixa data, la seva gestió va ser encomanada a l'Oficina de Coordinació de la Investigació i Desenvolupament Electrotècnic (OCIDE), i es va dividir en les següents àrees:

Àrea 1. Sistema elèctric. Inclou projectes relacionats amb la planificació, gestió i manteniment de la xarxa elèctrica des de l'alternador fins al consumidor. Les principals prioritats de l'àrea són: la disminució de costos, la disminució de pèrdues i l'increment de la qualitat del servei.

Àrea 2. Combustibles fòssils. Inclou projectes referents a la generació amb combustibles fòssils de qualsevol tipus encara que, com és lògic, l'esforç més gran s'ha concentrat en el carbó. Les principals prioritats són: la optimització del binomi generació-medi ambient; i la flexibilització, optimització i allargament de vida del parc instal·lat.

Àrea 3. Nuclear. Inclou projectes relacionats amb la generació amb combustible nuclear i té com a prioritats l'optimització del binomi generació-seguretat i el manteniment d'un alt grau de disponibilitat de les centrals.

Àrea 4. Usos de l'energia. Inclou projectes referents a l'optimització i racionalització de l'ús de l'energia elèctrica a la indústria, el transport, els serveis o l'habitatge. No té unes prioritats específiques, llevat del que toca a l'acumulació i l'emmagatzematge.

Àrea 5. Energies renovables. Inclou projectes encaminats al desenvolupament de les energies renovables —inclosa la hidràulica— sigui quina sigui la seva dimensió. Les prioritats bàsiques són: l'augment de rendiment i disminució de costos en hidràulica i la maduració tecnològica d'aquelles altres energies renovables amb una possibilitat més propera d'incorporar-se al balanç energètic.

Àrea 6. Diversos. Inclou projectes d'interès energètic per al subsector elèctric no inclosos a la resta de les àrees. No té marcades prioritats específiques, però els temes econòmics, els de materials i els d'interacció del subsector amb el seu entorn social centren la major atenció.

Els projectes del PIE suposen un volum d'inversió molt superior als projectes universitaris o d'empresa. La majoria dels projectes, però, han estat enfocats a resoldre les necessitats immediates de les companyies elèctriques i la minsa col·laboració d'enginyeries, empreses fabricants d'equips, etc., fa que els resultats, en general, no hagin pogut ser transferits.

Per tractar-se d'una imposició, i no sempre d'una necessitat, l'activitat de R+D emmarcada en el PIE ha estat, en conjunt, més artificiosa que real. Moltes de les inversions han estat destinades a noves instal·lacions, complements o manteniment d'equips, en lloc d'estar destinades a R+D. El percentatge fixat, sobre una facturació econòmica tan important com l'energètica, ha donat lloc a quantitats considerables, les quals han baixat dràsticament un cop acabada l'obligatorietat esmentada.

A continuació s'indiquen el nombre de projectes i les quantitats destinades a R+D a través del PIE per les empreses elèctriques catalanes. Igualment, i com a referència, Gas Natural SDG, SA va destinar, l'any 1996, 141 MPTA a R+D procedents de fons propis, 127,2 MPTA procedents d'altres empreses, 7 MPTA procedents de l'estranger i 10,6 MPTA procedents de les administracions públiques. Tota aquesta recerca es desenvolupa a Catalunya.

TAULA 9

Nombre de projectes i recursos destinats a recerca per les empreses energètiques a Catalunya

<i>Empresa energètica</i>	<i>Nombre de projectes</i>	<i>Pressupost (MPTA)</i>
ENHER	66	2.221
FECSA	69	1.985
HECSA	28	534
Gas Natural SDG, SA	21	271
Total	184	5.011

(Font: PIE 1990-1995 per a les empreses elèctriques i de la pròpia empresa i estimacions pròpies per a Gas Natural SDG, SA)

LÍNIES DE RECERCA

Les principals línies de treball de les empreses elèctriques catalanes durant aquest període han estat, evidentment, les mateixes que marcava el programa PIE. Pel que fa a Gas Natural SDG, SA, la recerca s'enfoca cap a una millora de la gamma de productes al mercat espanyol i cap a la reducció de costos i d'impactes mediambientals. Així, segons fonts de l'empresa, l'any 1996 aproximadament un 40 % de les inversions en recerca es tradueix en nous productes introduïts al mercat, i un 30 % en la millora de productes ja existents. Del total de productes nous o millorats, un 30 % s'introdueixen per primera vegada al mercat (són innovacions radicals).

En la taula següent s'indica la quantitat de projectes i la inversió associada a cada línia, efectuada per les empreses elèctriques catalanes durant el període 1990-1995, segons dades extretes de les memòries del PIE.

TAULA 10

Nombre de projectes i recursos destinats a recerca per les grans empreses elèctriques catalanes (FECSA, ENHER i HECSA) desglossat per àmbits

<i>Àmbit de recerca</i>	<i>Nombre de Projectes</i>	<i>Pressupost (MPTA)</i>
Sistema elèctric	96	3.395
Combustibles fòssils	25	617
Energia nuclear	1	2
Ús de l'energia	3	37
Energies renovables	28	481
Diversos	10	208
Total	163	4.740

(Font: PIE 1990-1995)

RECURSOS HUMANS

Un dels punts que cal analitzar respecte al nivell i la qualitat de la recerca desenvolupada és el dels recursos humans dedicats a aquesta tasca. Aquesta qüestió pot ser analitzada numèricament amb els següents paràmetres:

- nivell acadèmic del personal de R+D (doctors, llicenciats i enginyers, diplomats i enginyers tècnics, altres)
- dedicació (total d'hores-persona, total de jornades, dedicació a temps parcial o total, etc.).

La recerca a les empreses energètiques acostuma a fer-se en un departament de R+D. Esporàdicament, segons el projecte, hi participa personal d'altres departaments. Normalment, el nivell acadèmic dels departaments de R+D és alt. A Gas Natural SDG, SA, entre 28 i 30 persones a jornada completa —l'equivalent— van dedicar-se anualment a tasques de R+D durant el període 1991-1996. El 1996, van ser 29,5 persones amb dedicació equivalent a temps complet, vers un personal estimat en 2.009 persones.

El volum de dedicació —jornades completes anuals invertides en R+D— és molt semblant en totes les grans empreses del sector, un 1,5 % de persones amb dedicació equivalent a temps complet dedicades a R+D vers el total del personal de l'empresa.

7.2.2. Universitats i empreses

CENTRES I GRUPS DE RECERCA

En aquest apartat només s'esmenten els centres i grups de recerca en enginyeria industrial energètica i elèctrica, però no d'altres grups o centres que fan recerca energètica fora de l'enginyeria industrial (com per exemple la recerca en cèl·lules solars fotovoltaïques o superconducció). Encara que algun dels centres i grups de recerca universitaris entre 1990 i 1995 no estaven constituïts com a tals ni es trobaven en les mateixes condicions, tots els actuals representen la continuïtat de la tasca d'aquells anys. Els més significatius, segons una relació actual, són:

TAULA 11

Departaments i grups de recerca d'enginyeria energètica i elèctrica

<i>DEPARTAMENTS</i>	
Universitat Politècnica de Catalunya	Dep. d'Enginyeria Elèctrica Dep. de Màquines i Motors Tèrmics Dep. de Mecànica de Fluids Dep. de Física i Enginyeria Nuclear Dep. de Projectes d'Enginyeria Dep. de Enginyeria Química Dep. d'Estadística i Investigació Operativa
Universitat Rovira i Virgili	Dep. d'Enginyeria Electrònica, Elèctrica i Automàtica Dep. d'Enginyeria Mecànica Dep. d'Enginyeria Química
Universitat de Girona	Dep. d'Electrònica, Informàtica i Automàtica Dep. d'Enginyeria Industrial
<i>GRUPS DE RECERCA</i>	
Universitat Politècnica de Catalunya	Laboratori de Termodinàmica i Energètica (Dep. de Màquines i Motors Tèrmics) Grup de Fred (Dep. de Màquines i Motors Tèrmics) Secció d'Energia Nuclear, SEN. (Dep. de Física i Enginyeria Nuclear) Grup de Disseny, Operació i Control de Processos Químics i Biotecnològics (Dep. d'Enginyeria Química) Laboratori del Centre de Medi Ambient (Dep. d'Enginyeria Química)
Universitat Rovira i Virgili	Grup de Recerca d'Enginyeria Tèrmica Aplicada, REGATE (Dep. d'Enginyeria Mecànica) Grup de Recerca en Anàlisi Energètica i Medi Ambiental (Dep. d'Enginyeria Química) Grup de Materials LignoCel·lulòsics (Dep. d'Enginyeria Química) Grup de Fenòmens de Transport (Dep. d'Enginyeria Química) Grup de Recerca en l'Àrea Elèctrica (Dep. d'Enginyeria Electrònica, Elèctrica i Automàtica)

Tal com s'esperava, bona part de l'activitat de recerca energètica està fortament vinculada als departaments propis d'aquest àmbit (enginyeria elèctrica, física i enginyeria nuclear, màquines i motors tèrmics), encara que d'altres departaments universitaris duen a terme treballs de recerca de caire energètic, mitjançant algun grup consolidat de recerca o per iniciativa individual d'algun dels seus components, lligat a les necessitats de sectors industrials concrets amb forta implantació a Catalunya (química, climatització) o a temes energèticoambientals.

Fer una estimació del nombre d'investigadors implicats en aquestes activitats de recerca es fa molt difícil, bàsicament perquè alguns dels grups esmentats que no pertanyen a departaments propis de l'àmbit energètic estaven constituïts per un nombre molt reduït d'investigadors i sovint la seva tasca en aquest camp pot considerar-se com a puntual. De tota manera, una estimació global ens indica que els participants en la recerca energètica comentada anteriorment pot situar-se en dos-cents cinquanta-vuit professors (cent setanta-vuit a temps complet i vuitanta a temps parcial).

Quant als centres de recerca, només es comptabilitzen aquells centres i serveis de recerca on l'energia constitueix una activitat fonamental de la mateixa funció del centre.

TAULA 12

Centres i serveis de recerca: enginyeria energètica i elèctrica

<i>CENTRE</i>	<i>ORGANISME A QUÈ PERTANY</i>
<i>Centres de recerca</i>	
Institut de Tècniques Energètiques (INTE)	UPC
Institut d'Investigació Aplicada de l'Automòbil (IDIADA)	Dep. d'Indústria, Comerç i Turisme de la Generalitat de Catalunya i UPC
<i>Centres de promoció/recerca</i>	
Institut Català d'Energia (ICAEN)	Dep. d'Indústria, Comerç i Turisme de la Generalitat de Catalunya
<i>Serveis i laboratoris</i>	
Servei de Calibratge i Dosimetria	Institut de Tècniques Energètiques
Servei de Radioactivitat Ambiental	Institut de Tècniques Energètiques
Laboratori de Mecànica de Fluids i Turbomàquines	Departament de Mecànica de Fluids; UPC

Cal tenir en compte que gran part de la recerca energètica finançada i/o desenvolupada per l'Estat està centralitzada en centres de recerca com ara el CIEMAT (Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas), que no tenen delegacions a Catalunya. Això re-
 dueix una part molt important de la recerca energètica que es desenvolupa a Catalunya.

L'origen dels projectes de R+D a les universitats és de dos tipus: projectes encarregats per empreses i projectes promoguts pels mateixos investigadors. Els primers es caracteritzen per la baixa càrrega innovadora i de risc tècnic i econòmic. Els segons són més innovadors, encara que sovint es detecta que manca una comunicació eficaç entre el món empresarial i el món universitari, o una correcta apreciació del mercat que no permet tirar endavant algunes de les innovacions desenvolupades. Encara és patent la necessitat de col·laboració amb empreses fabricants o comercials per poder donar sortida a les noves tecnologies desenvolupades en els campus catalans.

És molt evident el lideratge de les grans empreses energètiques, que sovint són les que financen part de la recerca universitària, ja sigui directament o indirecta. Els seus plans de recerca sovint marquen les directrius de la recerca en el sector. Malgrat les deficiències, la qualitat i l'interès dels treballs fets pels investigadors de la universitat queden reflectits en la publicació a escala internacional d'aquests treballs i en la col·laboració amb altres universitats i centres de recerca d'arreu del món.

Quant als projectes del tercer grup, fets per empreses, encara que en general compleixen els requisits d'innovació i viabilitat comercial, són molt pocs i, normalment, de poc abast. En conjunt, les línies de recerca desenvolupades són de molts tipus. Destaquen especialment, en el sector de la recerca universitària i de les petites empreses, la recerca en energies renovables, estalvi energètic, noves tecnologies energètiques i regulació i control. Més en concret, es poden definir les següents:

TAULA 13

Línies de recerca: enginyeria energètica i elèctrica

	<i>Línia de recerca</i>	<i>Grup de recerca o empresa</i>
Energia nuclear	Seguretat en instal·lacions	Institut de Tècniques Energètiques (UPC)
	Detecció de radioisòtops	Institut de Tècniques Energètiques (UPC)
	Utilització i riscos de les radiacions	Institut de Tècniques Energètiques (UPC)
Energies renovables	Aerogeneradors	ECOTÈCNIA
	Recursos energètics renovables	Institut Català d'Energia
	Biomassa i residus	Grup de Materials LignoCel·lulòsics (Dep. d'Enginyeria Química; URV)
		Laboratori del Centre de Medi Ambient (Dep. d'Enginyeria Química; UPC)
	Grup de Disseny, Operació i Control de Processos Químics i Biotecnològics (Dep. d'Enginyeria Química; UPC)	
Eficiència energètica		Institut Català d'Energia
		Grup de Disseny, Operació i Control de Processos Químics i Biotecnològics (Dep. d'Enginyeria Química; UPC)

TAULA 13 (Continuació)

Línies de recerca: enginyeria energètica i elèctrica

	<i>Línia de recerca</i>	<i>Grup de recerca o empresa</i>
Sistemes energètics	Cogeneració	Dep. de Projectes d'Enginyeria (UPC)
		Grup de Recerca en Anàlisi Energètica i Medi Ambiental (Dep. d'Enginyeria Química; URV)
	Sistemes de Turbomàquines	Dep. de Mecànica de Fluids (UPC)
Electricitat	Modelització, Projecte i Control de Màquines i Accionaments Elèctrics	Dep. d'Enginyeria Elèctrica (UPC)
	Sistemes Elèctrics de Potència	Dep. d'Enginyeria Elèctrica (UPC)
	Motors elèctrics	Grup de Recerca en l'Àrea Elèctrica (Dep. d'Enginyeria Electrònica, Elèctrica i Automàtica; URV)
	Optimització i Simulació de Fluxos en Xarxes	Dep. d'Estadística i Investigació Operativa (UPC)
	Enllumenat	Dep. de Projectes d'Enginyeria (UPC)
	Tecnologia de sensors	Dep. d'Enginyeria Electrònica, Elèctrica i Automàtica (URV)
Transferència de calor i massa	Modelització i simulació	Laboratori de Termotècnia i Energètica (Dep. de Màquines i Motors Tèrmics; UPC)
		(En medi porós) Dep. de Mecànica de Fluids (UPC)
		Grup de Fenòmens de Transport (Dep. d'Enginyeria Química; URV)
		Grup de Recerca d'Enginyeria Tèrmica Aplicada, REGATE (Dep. d'Enginyeria Mecànica; URV)
		ECOTERM
	Disseny i Modelització Tèrmica de Components i Equips Industrials	Dep. de Màquines i Motors Tèrmics (UPC)
Refredament	Evaporatiu indirecte	ECOTERM
	Dessecació	ECOTERM
	Absorció	Grup de Recerca d'Enginyeria Tèrmica Aplicada, REGATE (Dep. d'Enginyeria Mecànica; URV)
		Grup de Recerca en Anàlisi Energètica i Medi Ambiental (Dep. d'Enginyeria Química; URV)
	Disseny de compressors	Laboratori de Termotècnia i Energètica (Dep. de Màquines i Motors Tèrmics; UPC)
Sistemes de climatització	Grup de Fred (Dep. de Màquines i Motors Tèrmics; UPC);	
Emmagatzematge d'energia tèrmica		Dep. de Física i Enginyeria Nuclear (UPC)
Transport	Ignició i Combustió en Motors	Dep. de Màquines i Motors Tèrmics (UPC)
	Sistemes energèticament eficients	Institut d'Investigació Aplicada de l'Automòbil
	Milliores en disseny de motors de combustió interna	Institut d'Investigació Aplicada de l'Automòbil

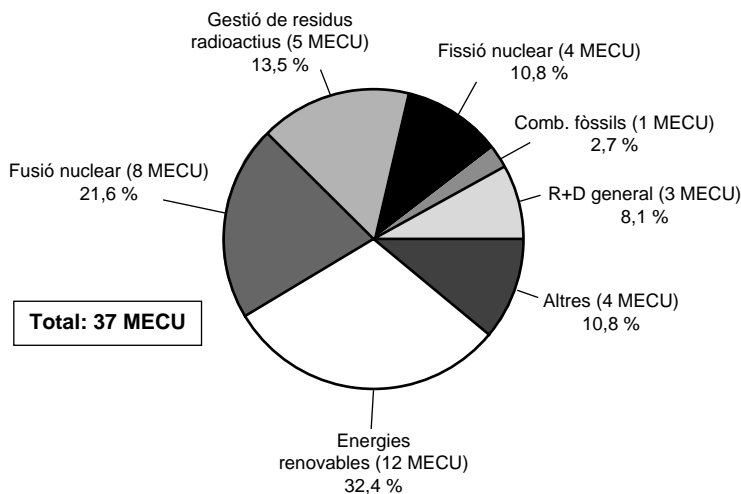
A l'Estat espanyol, principalment efectuada pel CIEMAT i pel IER (Instituto de Energías Renovables, ara integrat en el CIEMAT), les línies promogudes se centren en la generació d'energia elèctrica, bé per fonts nuclears o bé per fonts renovables. Una característica de la situació de la R+D energètica a Catalunya és l'absoluta diversitat i dispersió de línies. No hi ha una coordinació entre equips de recerca, aquests equips no compten amb el suport d'altres departaments de l'empresa, de la universitat o exteriors, i, en general, la dispersió d'objectius no permet optimitzar els resultats.

RECURSOS ECONÒMICS

Com es financia la R+D energètica? És una de les claus que ens pot donar una pista molt fiable de l'estat de la recerca en aquest àmbit. Igualment aclaridora és la coneixença de quina és la quantitat invertida (percentualment i en termes absoluts) en R+D. Com es pot veure en la figura, els pressupostos de R+D energètica a Espanya es troben molt per sota de la mitjana europea (1 ECU/persona enfront de 4,6 ECU/persona l'any 1994), característica comuna a tots els camps de recerca. A més a més, el percentatge de recerca energètica respecte al total de la recerca és menor a Espanya que al conjunt de la UE (1,96 % enfront del 3,2 % per a l'any 1994).

FIGURA 4

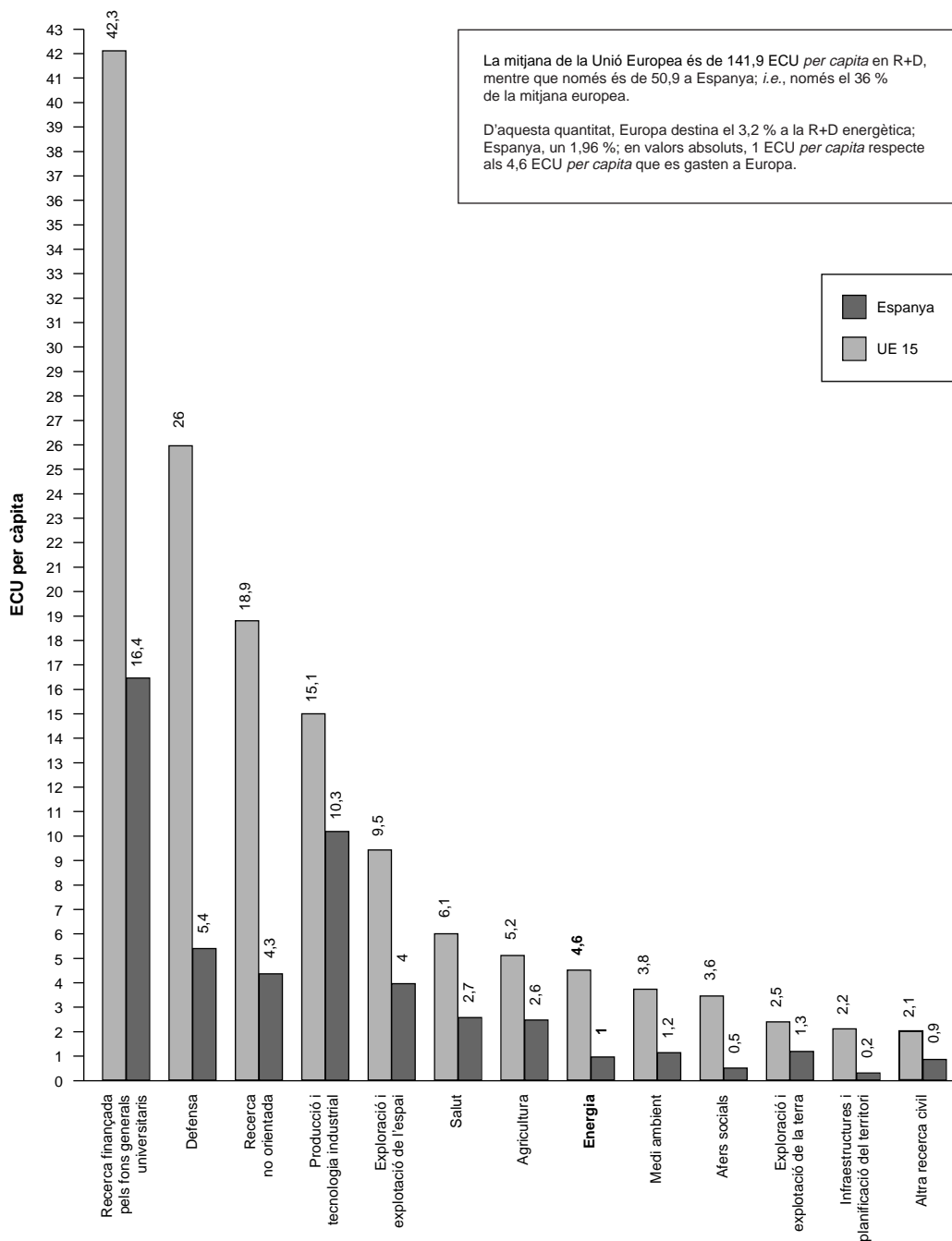
Despeses governamentals en R+D energètica a Espanya (1994)



Dades segons EUROSTAT.

FIGURA 5

Pressupostos per capita destinats pels estats de la Unió Europea i Espanya als diferents capítols de la R+D (1994)



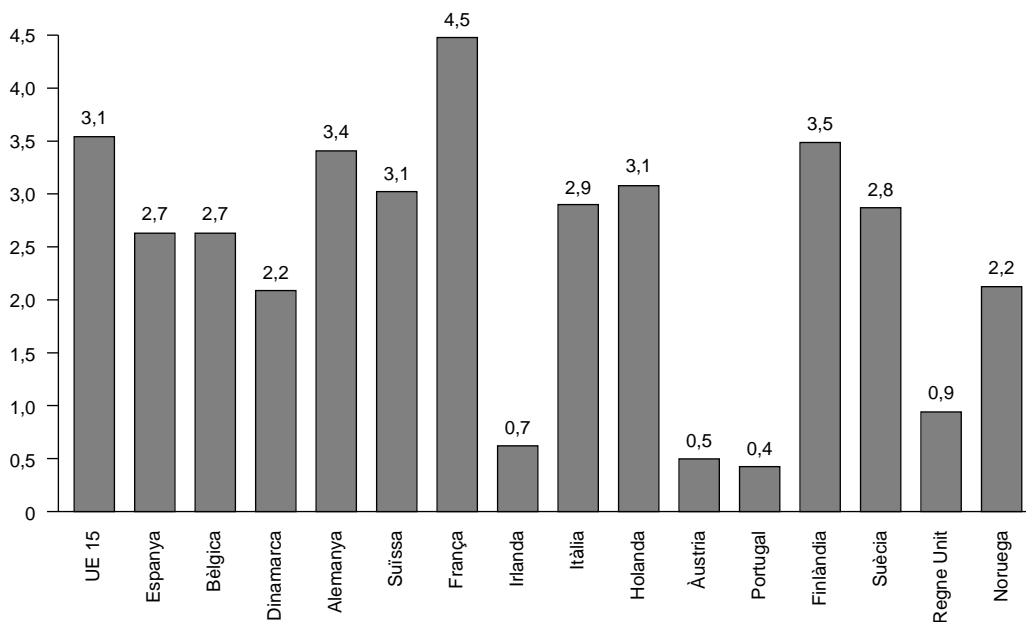
Una de les característiques de la recerca energètica a les universitats i a les empreses (tret de les energètiques) de Catalunya és l'escassetat de recursos econòmics emprats. El total d'inversió és molt petit, en termes absoluts i relatius. Això és degut a un esforç inversor de les empreses reduït i a la petita quantitat de diners dedicada per l'Administració al suport de la recerca. Altres recursos de subvencions o finançament a baix interès a la recerca, estan, en general, fora de l'abast de la universitat i de les empreses més petites, que tampoc coneixen o troben les vies adients per accedir-hi.

ELS AJUTS DE L'ADMINISTRACIÓ A LA R+D ENERGÈTICA

Els recursos públics destinats a R+D energètica són proporcionalment una mica més baixos a Espanya que al conjunt de la UE. Així, tal com es mostra a la figura 6, del total de recursos públics, l'any 1995 es van destinar un 2,7 % a recerca energètica enfront del 3,1% del conjunt de països europeus.

FIGURA 6

Percentatge dels crèdits públics destinat a R+D en producció i utilització d'energia el 1995 a Europa



Fins al moment, l'activitat de suport en R+D del Ministeri d'Indústria i Energia (MINER) s'ha fonamentat en la gestió dels PIE (Planes de Investigación Energética), en el marc dels PEN (Planes Energéticos Nacionales), tal com s'ha comentat anteriorment. Altres programes de R+D i d'innovació del MINER com ara el PITMA (Programa de Investigación Tecnológica

Medioambiental), el PATI (Programa de Actuación Tecnológica Industrial) o el BRISA (Base relacional de la indústria i serveis ambientals), no preveien cap actuació en tecnologies específiques energètiques o elèctriques.

En general, la tecnologia energètica, tèrmica i elèctrica, ha quedat tradicionalment fora dels plans generals d'ajut al desenvolupament tecnològic ja que l'assignació de fons per part del Govern central s'orientava exclusivament cap a les empreses energètiques a través del PIE o dels seus equivalents en els sectors de les energies fòssils, gestionats per les OCI, i cap al CIEMAT. Igualment, una bona part dels ajuts atorgats des de la UE, principalment a través del programa JOULE de la DG XVII, han anat al CIEMAT per ser aquest mateix centre el representant espanyol dins l'organisme de selecció de projectes. Els ajuts del JOULE a empreses i entitats de R+D espanyoles (a part del CIEMAT) han estat pocs i sovint en projectes on el grup de recerca espanyol feia un paper secundari. L'any 95, el Ministeri d'Indústria i Energia, en constatar que la R+D del sector energètic era d'un terç respecte a la R+D en el sector industrial, mesurat en tant per cent del PIB sectorial, va voler donar-li un nou impuls amb el programa ESTELA 1995-2000 (Estrategia Tecnológica Energética de Largo Alcance). Aquest programa va substituir els anteriors: PIE i equivalents. A diferència dels anteriors, s'obria a qualsevol empresa o entitat que pogués ser beneficiària del producte final obtingut. Això volia dir que un departament universitari o una empresa que no fos del sector energètic podria accedir a les ajudes d'ESTELA per desenvolupar sistemes energèticament eficients, energies netes, etc. El ventall de possibilitats era així molt més ampli que amb el sistema anterior, on les propostes de recerca només podien ser de les empreses del sector. Si bé va ser molt promogut, aquest pla no ha arribat a tenir vida operativa. En aquest moment és considerat pel CDTI (Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial), organisme encarregat de la gestió, com un programa en *stand-by*, probablement a l'espera d'alguna decisió política al més alt nivell. El CDTI mateix, a través dels seus crèdits preferencials, és un altre de les fonts de suport a la innovació.

Quant a la universitat, els fons tradicionals per a R+D eren adjudicats des de la CAICYT. El seu caràcter generalista i el fet que es repartissin d'acord amb criteris com ara les publicacions i altres resultats més propis de la recerca bàsica, feia que aquests resultats no haguessin estat significatius en la R+D pel que fa a l'enginyeria industrial energètica. A Catalunya, durant aquest període, la CIRIT s'ha encarregat de gestionar les subvencions de la Generalitat a les activitats de R+D de les empreses. L'escassetat de recursos i el caràcter generalista dels ajuts han fet que les subvencions per a R+D energètica hagin estat de petita rellevància en comparació amb les inversions canalitzades pel PIE.

LES DESPESES DE LES UNIVERSITATS

Els recursos econòmics destinats a la recerca energètica en l'àmbit universitari s'han estimat a partir de la informació subministrada pel CTT de la UPC (on hi ha bàsicament els departaments propis de l'àmbit energètic), així com de les entrevistes i enquestes realitzades. Cal assenyalar que una part dels recursos provenen de contractes o convenis amb les grans companyies energètiques catalanes i, per tant, formen part també dels recursos econòmics que aquestes empreses han destinat a recerca. La mitjana anual dels ingressos estimats de la facturació en el darrer tram del període estudiat, classificat en els diversos conceptes considerats, és el següent:

Contractes i serveis	129 MPTA
Programes europeus	10,5 MPTA
CICY/DGIGYT + Comissionat	53 MPTA
Altres subvencions	8,5 MPTA
Cursos	21 MPTA

Si considerem el capítol de contractació estimada, els ingressos mitjos anuals han estat:

Convenis	96 MPTA
Programes europeus	51 MPTA
CICYT/DGIGYT + Comissionat	59 MPTA
Altres subvencions	7 MPTA

Cal destacar que l'INTE i el Departament de Física i Tecnologia Nuclear de la UPC hi contribueixen gairebé amb la meitat dels recursos generats en el període considerat.

PUBLICACIONS I PATENTS

Malgrat que en la recerca bàsica les publicacions són un dels elements més importants per valorar la qualitat i la quantitat de resultats, en la tecnologia aplicada no ho són. Els condicionants de la competitivitat, el secret industrial, el lligam amb un món industrial més que de pensament o informació fan que els resultats tinguin altres barems. No obstant això, a la universitat les publicacions són un indicador de la vitalitat dels grups de recerca. A la taula següent es mostra una estimació de les publicacions realitzades.

TAULA 14

Publicacions en l'àmbit de l'enginyeria energètica realitzades a la UPC, desglossades per cursos acadèmics

<i>Tipus de publicació</i>	<i>1991</i>	<i>1992</i>	<i>1993</i>	<i>1994</i>	<i>1995</i>
<i>Llibres o capítols</i>	<i>42</i>	<i>36</i>	<i>60</i>	<i>93</i>	<i>21</i>
<i>Nacional</i>	<i>27</i>	<i>23</i>	<i>43</i>	<i>60</i>	<i>13</i>
<i>Internacional</i>	<i>15</i>	<i>14</i>	<i>17</i>	<i>33</i>	<i>7</i>
<i>Articles de revistes</i>	<i>98</i>	<i>99</i>	<i>83</i>	<i>130</i>	<i>54</i>
<i>Conferències</i>	<i>21</i>	<i>20</i>	<i>18</i>	<i>26</i>	<i>8</i>
<i>Nacional</i>	<i>11</i>	<i>10</i>	<i>7</i>	<i>19</i>	<i>0</i>
<i>Internacional</i>	<i>10</i>	<i>10</i>	<i>12</i>	<i>7</i>	<i>7</i>

TAULA 14 (Continuació)

Publicacions en l'àmbit de l'enginyeria energètica realitzades a la UPC,
desglossades per cursos acadèmics

Tipus de publicació	1991	1992	1993	1994	1995
<i>Comunicacions</i>	66	66	79	184	65
Nacional	29	31	22	88	23
Internacional	37	36	57	96	42
<i>Pòsters</i>	30	41	61	117	25
Nacional	17	7	20	37	8
Internacional	13	34	41	80	17
<i>Monografies de recerca</i>	0	1	2		

Les patents són un altre dels indicadors de la recerca realitzada en un determinat àmbit. Les figures 7 i 8 representen les sol·licituds de patents, de tot tipus, efectuades a les diverses comunitats autònomes espanyoles durant 1995. Es pot observar com Catalunya és la comunitat amb l'activitat més important pel que fa a sol·licituds de patents i models d'utilitat.

FIGURA 7

Patents en vigor el 31-XII-1995 per comunitats autònomes

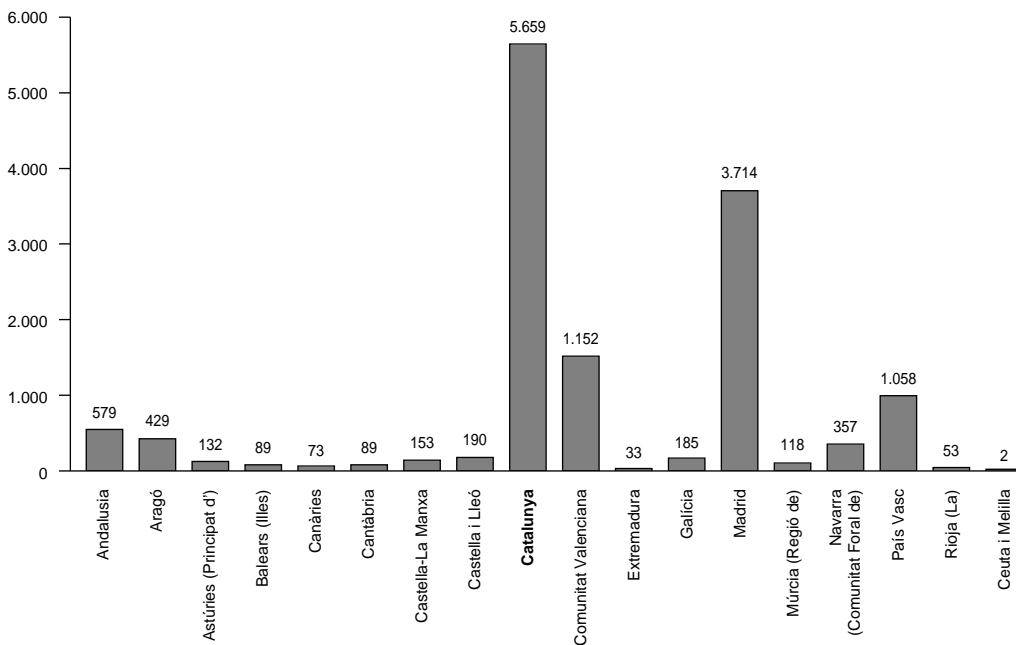
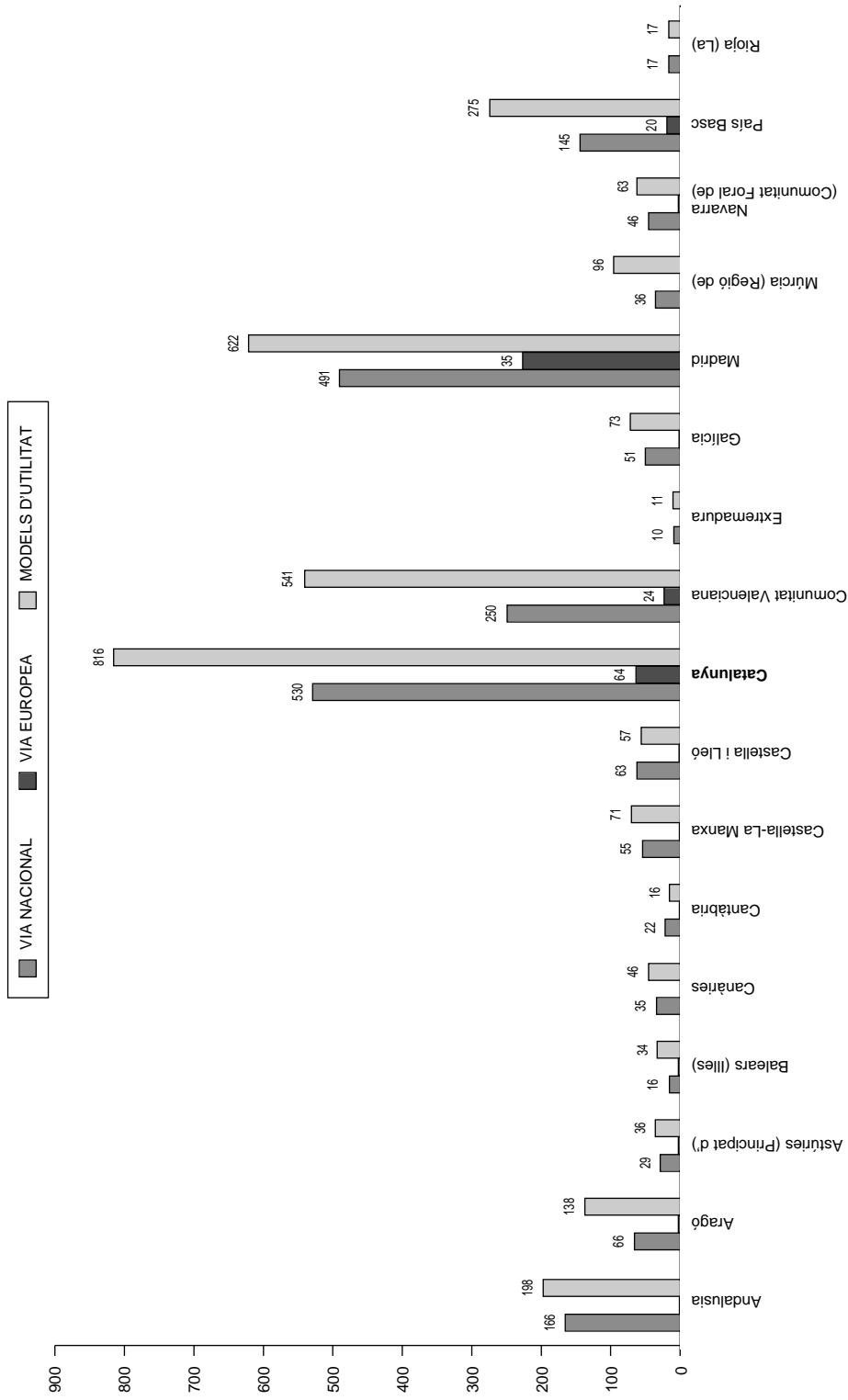


FIGURA 8

Patents i models d'utililitat sol·licitats el 1995, per comunitats autònomes



A Espanya, fins fa poc, per a la inscripció d'una patent no era necessari demostrar ni tan sols l'originalitat o novetat d'allò que es patentava. Per altra banda, una patent no comporta que allò que es patenta sigui viable ni tècnicament ni econòmicament, ni que hagi d'ésser útil ni tenir èxit al mercat. A altres països el cost, els tràmits i els requisits per fer una patent són diferents, per la qual cosa tampoc és indicatiu de la sensibilitat, inquietud o intensitat de R+D la comparació de la quantitat de patents entre un país i un altre. Altres vegades la patent és una eina que es fa servir en guerres estrictament comercials, legals o de prestigi.

Malgrat totes aquestes prevencions, i per aportar més informació, s'ha consultat a la Oficina Española de Patentes y Marcas la quantitat de patents registrades en el període 1990-1996. Per ajustar més aquesta dada s'ha analitzat la totalitat de patents sol·licitades a Catalunya l'any 1991, discriminant les que realment es poden englobar en l'àmbit d'aquest informe de les que no. Com a criteri de producció de la R+D a Catalunya s'ha pres el de sol·licitud de la patent a Catalunya. Aquest no és un criteri exacte ja que empreses amb seu a Madrid o multinacionals poden fer la sol·licitud a Madrid, per exemple, de la R+D efectuada a laboratoris o per grups ubicats a Catalunya.

El resultat d'extrapol·lar les patents seleccionades al període de l'estudi dona un total d'unes cinc-cents patents en un període de sis anys. Moltes d'aquestes patents estan registrades a títol personal, de la qual cosa es pot deduir que, pel desfasament entre patents registrades i tecnologia nova efectivament generada a Catalunya, aquesta gran quantitat té relació amb el baix cost de les patents, la mitificació d'aquestes patents, la imaginació i l'oci de les persones.

Pel que fa a les universitats, les patents relacionades amb l'àmbit energètic es troben desglossades a la taula següent:

TAULA 15

Patents en l'àmbit de l'enginyeria industrial energètica registrades per departaments de la UPC

<i>Tipus de patent</i>	<i>1991</i>	<i>1992</i>	<i>1993</i>	<i>1994</i>	<i>1995</i>	<i>Total</i>
Nacional	2	2	1	4	4	14
Internacional	1	1	3	6	6	16
Total	3	3	4	10	10	30

7.2.3. *Conclusions i recomanacions*

Des d'un punt de vista industrial, la producció de resultats de la R+D elèctrica i energètica a Catalunya durant el període 1990-1995 ha estat, en general, escassa. Això s'ha degut, bàsicament, als factors següents:

- Baixa demanda industrial de R+D, a causa de
 - manca d'empreses autòctones potents productores de tecnologia,
 - manca de cultura tecnològica d'innovació,
 - alt preu del diner en l'època de referència,
 - crisi industrial i manca «d'excident» econòmic.

- Ajuts estatals destinats principalment al CIEMAT.
- Baixa productivitat de les estructures de R+D, a causa de la
 - fragmentació
 - manca d'estructura empresarial
 - manca de valoració per resultats reals.

En l'àmbit universitari, a més dels aspectes anteriors i com ja s'ha comentat a bastament, la influència de les grans companyies energètiques —sobretot les elèctriques— ha estat clau per al desenvolupament de la recerca energètica a Catalunya. Només cal recordar que els recursos destinats per aquestes empreses en el període 1990-1995 (uns 5.000 milions de pessetes) és de la vora de cinc vegades més que els recursos econòmics de què ha disposat la universitat. La gestió de tots aquests recursos per part de les companyies energètiques ha «mediatitzat» bona part de la recerca, que s'ha orientat bàsicament a solucionar problemes d'aquestes companyies. A més a més, la manca d'accés dels departaments universitaris a altres fonts estatals de finançament de la recerca (que han anat bàsicament al CIEMAT) ha dificultat el fet de poder endegar projectes de recerca fora de les necessitats de les grans companyies. Diferents investigadors consultats han comentat que el seu grup de recerca duu a terme moltes vegades tasques de consultoria energètica per a les companyies del sector o per a l'Administració, en lloc de fer recerca. Igualment, és important destacar l'orientació cap a l'energia nuclear que històricament ha tingut la branca de tècniques energètiques de l'enginyeria industrial, lligada a la decisió del Govern central i les grans companyies elèctriques de potenciar aquesta font d'energia. Malgrat els posteriors canvis de decisió política en aquest camp, encara hi ha un pes excessiu de les tecnologies lligades a l'energia nuclear a les nostres universitats. Un cas paradigmàtic és l'INTE, el principal centre de recerca energètica a Catalunya, que es nodreix bàsicament de personal del Departament de Física i Enginyeria Nuclear.

En general, i en conjunt, la recerca energètica en l'àmbit universitari es troba molt fragmentada i dividida entre els grups de recerca dels departaments pròpiament de l'àmbit energètic i molts petits grups de recerca d'altres departaments que fan recerca energètica aplicada a camps molt diversos. La situació actual, amb molts grups de recerca i relativament pocs resultats, ha estat propiciada, sens dubte, per la manca de prioritats de l'Administració en recerca energètica, en deixar a les mans de les companyies del sector els fons destinats a la recerca (CIEMAT a part). Recentment la situació està empitjorant, perquè el procés de liberalització dels mercats energètics fa que les companyies del sector no tinguin cap obligació de fer recerca i el Govern central no ha adoptat cap mesura compensatòria, com dotar de recursos un programa de recerca energètica (el programa ESTELA no és operatiu i el III Plan Nacional de I+D no inclou recerca pròpiament energètica). No és estrany, doncs, que nombrosos grups de recerca s'estiguin decantant cap a la recerca mediambiental, atesa l'afinitat entre aquests dos camps i els recursos disponibles per fer recerca en medi ambient.

En l'apartat de les recomanacions, es proposa:

Coordinació horitzontal interempresarial

L'èxit de les innovacions està directament relacionat amb la rapidesa del desenvolupament, la versatilitat, el coneixement de les necessitats del mercat i la capacitat de cooperació interna (entre diversos departaments de l'empresa) i externa (client-empresa, client-proveïdors, empre-

sa-universitat, empresa-empresa). Nombrosos estudis demostren aquesta afirmació. La situació a Catalunya en aquest aspecte és preocupant: poques empreses desenvolupen mecanismes de cooperació interna; però molt poques han pogut establir algun mecanisme de cooperació externa viable i eficient. Les grans companyies energètiques no en són una excepció, encara que les grans línies de recerca tenen molt a veure amb l'explotació del seu negoci i sovint hi ha una cooperació molt estreta entre el personal de producció, el d'explotació i el de recerca. No és, però, un fet que es produeixi en tots els projectes. També s'enregistra una manca de cooperació greu entre el món empresarial i el món de la recerca universitària o dels centres de recerca institucionalitzats. Sovint, les empreses subvencionen o contracten estudis sobre aspectes determinats de la seva activitat, ja sigui per manca de coneixements, per preu o per altres raons. Però molts esforços universitaris utilitzats en R+D en l'àmbit energètic no tenen sortida al mercat, no són viables en el món empresarial i no hi ha recursos suficients com per desenvolupar-los completament i total. Sembla que la societat, l'empresa i la universitat vagin per camins diferents. La manca de relació de molts grups universitaris o d'algunes estructures de l'Administració amb el món exterior fa que es perdin esforços en línies o projectes de R+D inviables, no per la seva vessant tècnica sinó per l'econòmica o per l'empresarial. La fragmentació en petits grups fa que no s'estableixin sinergies òbvies.

Per a la definició de la viabilitat i l'interès dels projectes de R+D manquen punts de trobada específics (jornades, conferències, *workshops*...) entre empreses financeres, associacions professionals o de tecnòlegs, empreses fabricants d'equips, empreses instal·ladores, de manteniment, empreses usuàries de la tecnologia, consumidors, etc. En definitiva, entre tots els grups socials que avui dia, són «prescriptors» de tecnologia aplicada. Per això, una actuació de redreçament de l'activitat de R+D haurà de començar per destinar esforços a corregir aquesta situació.

Estructuració vertical

Una de les dificultats o barreres per a la tasca de R+D identificada per la major part d'investigadors, especialment a la universitat, és la quantitat d'esforços requerits per a tasques de gestió, comercials o administratives. Les grans estructures universitàries de transferència de tecnologia estan allunyades dels grups concrets de R+D, saturades de feines comptables i amb uns objectius generalistes que també les allunyen del coneixement especialitzat necessari.

A causa de la fragmentació existent entre grups de recerca i petites empreses productores de tecnologia, aquest problema no es pot resoldre individualment. Una possibilitat, de la qual hi ha experiències a altres països europeus, és la creació d'una estructura destinada a la gestió empresarial (comercial, administrativa, difusió, contactes...) que representi i ajudi als diversos grups i petites empreses en totes les tasques no tecnològiques.

Definició d'infraestructures

La manca d'infraestructures ha estat assenyalada pels investigadors com una mancança bàsica. En els projectes de petita envergadura econòmica, que són majoria, la infraestructura es construeix *ad hoc* i forma part del cost global del projecte. D'altra banda, l'experiència de grans infraestructures a la universitat, realitzades sense un estudi previ seriós de la seva veritable necessitat, ha portat a infrautilitzacions d'aquestes infraestructures, o al seu abandó.

En un procés de reconducció de la tasca de R+D en enginyeria industrial energètica i elèctrica, un cop efectuats els passos previs abans suggerits, s'estarà en disposició de definir infraestructures comunes, d'ampli i continu ús, i en camps tècnics, econòmics i empresarials amb possibilitats reals d'èxit.

Redefinició dels ajuts públics

Com ja s'ha esmentat abans, els ajuts de les diferents administracions (Unió Europea, estatal i catalana) es troben sovint fora de l'abast dels grups de recerca universitaris i de les empreses petites, ja sigui perquè van dirigits a grans projectes energètics (el programa JOULE-THERMIE, per exemple) o són de molt petita quantia (cas dels ajuts de la CIRIT). En aquest sentit, caldria instar les administracions a potenciar línies d'ajut adaptades a les necessitats del sector, adreçades sobretot a la fase de desenvolupament prèvia a la comercialització de productes energètics innovadors i que requereixen un finançament relativament important. Una forma d'aconseguir-ho seria reactivar el programa ESTELA, que malgrat que representava un conjunt de bones intencions no ha arribat a ser mai operatiu. Igualment, des de l'Administració catalana caldria endegar una línia específica d'ajuts, integrada en el Pla de Recerca 1997-2000, on l'eficiència energètica n'és una línia prioritària.

7.3. Enginyeria química, enginyeria tèxtil i paperera i enginyeria industrial ambiental

En aquest apartat s'hi engloben tres àrees que, tot i ser força diferenciables, comparteixen trets comuns: l'enginyeria química, l'enginyeria tèxtil i paperera i l'enginyeria industrial ambiental.

Des d'un punt de vista acadèmic, l'enginyeria química té una llarga tradició a Catalunya, tradició que va associada a la forta presència d'indústria química: el 42 % de la indústria d'aquest sector a l'Estat espanyol es troba a Catalunya. Nogensmenys, una part important de la indústria química pertany a multinacionals o a empreses de fora de Catalunya. Això fa que moltes d'aquestes empreses no facin pràcticament recerca aquí, reservant sovint aquesta activitat a centres localitzats en altres països. Cal fer excepcions, evidentment, sobretot en el subsector de la química fina. De tota manera, fins i tot en aquests casos, una part de la recerca es fa en col·laboració amb la universitat.

Per altra banda, moltes vegades resulta altament difícil quantificar la recerca duta a terme per una empresa, atès que normalment no la publiquen. En el present estudi, doncs, no s'hi ha inclòs l'eventual recerca feta a les empreses. En canvi, a causa de l'entorn abans esmentat, l'enginyeria química és present en moltes de les universitats catalanes, sis de les quals en tenen un departament. En aquestes universitats, ultra la docència, es duen a terme activitats de recerca en el camp de l'enginyeria química o en àrees que hi estan estretament relacionades. En analitzar l'activitat dels grups de recerca del CSIC i les seves publicacions, i després d'haver fet els contactes personals adients, s'ha arribat a la conclusió que la seva recerca no ha d'incloure's en l'àmbit de l'enginyeria química, sinó que s'hauria d'incloure en un futur report sobre química. És per aquest motiu que els grups esmentats no han estat tinguts en compte en aquesta anàlisi.

La recerca efectuada en els departaments d'enginyeria química presenta en general una notable diversificació. Atès l'origen dels investigadors, a vegades procedents del camp de la química, i pel fet que alguns d'aquests departaments comprenen simultàniament professors d'enginyeria

química i de química, les línies de recerca cobreixen una àmplia temàtica. Aquesta temàtica comprèn des de recerques clarament situades en el domini de l'enginyeria química fins a d'altres que pertanyen clarament a altres camps: química, medi ambient, etc. En alguns casos resulta francament difícil establir la frontera entre el que és realment enginyeria química i el que no ho és. Això afecta tant les línies de recerca com el nombre d'investigadors. No hi ha hagut més remei, però, que tallar per un determinat punt. Quan s'ha fet això, s'ha prescindit de tota la producció d'uns determinats investigadors. En tot cas, aquesta selecció ha estat feta adoptant un criteri sumament flexible, en el sentit d'incloure en el present estudi activitats de recerca que segons un criteri estrictament ortodox possiblement no hi haurien estat incloses.

A Catalunya hi ha departaments universitaris on es treballa en enginyeria química a les universitats següents: UAB, UB, UdG, UPC, URL i URV. S'imparteixen carreres d'aquesta matèria en la titulació d'enginyeria química en les universitats següents: UAB, UB, UPC, URL i URV. A la UdG s'imparteix com a carrera de grau mitjà. D'aquestes universitats, la majoria (UAB, UB, UPC i URL) tenen una llarga tradició en el camp de l'enginyeria química. Altres (UdG, URV) s'hi han incorporat recentment, arran de la seva creació.

Departament d'Enginyeria Química de la UAB. Aquest departament imparteix formació essencialment en les carreres d'enginyeria química i llicenciatura en medi ambient, i dona també suport a la llicenciatura de química. Pel que fa a la recerca, està dirigida majoritàriament cap al camp de la biotecnologia aplicada a processos de producció i a tractament d'aigües.

Departament d'Enginyeria Química i Metallúrgica de la UB. Aquest departament està constituït per dues seccions, la d'enginyeria química i la de metallúrgia. Imparteixen docència bàsicament en la titulació d'enginyeria química (per bé que donen suport a la llicenciatura de química). La recerca s'efectua sobre temes diversos, amb una forta incidència en enginyeria de la reacció química.

Departament d'Enginyeria Química, Agrària i Tecnologia Agroalimentària de la UdG. Format, pel que fa a l'enginyeria química, per dues seccions, una a la Facultat de Ciències i l'altra a l'Escola Superior d'Enginyeria. La recerca està dirigida bàsicament en dues direccions: enginyeria mediambiental i enginyeria del paper.

Departament d'Enginyeria Química de la UPC. Departament que comprèn tant els professors d'enginyeria química com els de química. Imparteix docència en les carreres d'enginyeria química i enginyeria industrial, bàsicament. No és fàcil, pel que fa a la recerca, establir la frontera entre les activitats que són d'enginyeria química i les que no ho són. A grans trets, la recerca està centrada en l'optimització de processos, operacions de separació i anàlisi de risc i impacte ambiental.

Departament d'Enginyeria Química de la URL. Imparteix docència en enginyeria industrial i en enginyeria química. Efectuen recerca en biotecnologia, seguretat de processos i medi ambient.

Departament d'Enginyeria Química de la URV. Imparteix docència essencialment en la carrera d'enginyeria química. Aquest departament agrupa també investigadors que treballen en temes que no pertanyen a l'enginyeria química sinó a la química, tot i que novament no resulta fàcil establir la separació. La recerca està centrada en fenòmens de transport, catàlisi i medi ambient.

El que fa referència a la indústria tèxtil, en el període objecte de l'estudi, ha sofert importants canvis. El conjunt de les 7.238 empreses tèxtils espanyoles, de les quals el 48 % es troben a Catalunya, ha hagut de passar d'una posició exportadora poc important, a fer de l'exportació el seu sector clau d'activitat empresarial. Això ha comportat, entre altres coses:

- la demanda d'un nou perfil de coneixements pels enginyers que es dediquen a aquest àmbit,
- reenginyeria de processos productius: ús generalitzat de les tecnologies netes i de la cultura de la minimització,
- incorporació de Normes ISO 9000 i ISO 14000,
- la internacionalització de la producció, que ha fet créixer el nucli del negoci a Europa, a Espanya i a Catalunya, en lloc de desplaçar-lo cap a tercers països.

La recerca i la transferència de tecnologia dins de l'àrea de l'enginyeria tèxtil i paperera es porta a terme, bàsicament, a través de les següents institucions:

- Departament d'Enginyeria Tèxtil i Paperera (DETIP) (UPC),
- Institut d'Investigació Tèxtil i de Cooperació Industrial (INTEXTER) (UPC),
- LEITAT,
- Acondicionamientos y docks,
- LGAI.

La formació universitària en el camp tèxtil i paperer a Catalunya depèn de la UPC, on s'imparteixen dues titulacions de primer cicle: enginyeria tècnica industrial (especialitat tèxtil) i enginyeria tècnica en teixits de punt; i dues intensificacions de l'enginyeria industrial: una, la tèxtil; i una altra, la paperera. El fet que totes les titulacions d'aquest camp s'imparteixin en una mateixa universitat simplifica bastant l'estudi de l'activitat de recerca aplicada en aquesta àrea, i encara més si tenim en compte que tota l'activitat docent i investigadora se centra en un únic departament, el Departament d'Enginyeria Tèxtil i Paperera (DETIP), i un institut de recerca (INTEXTER) de la mateixa universitat i amb una evident dependència d'aquest departament.

En referir-nos al camp del medi ambient, i a diferència del que s'observa en altres especialitats, com per exemple enginyeria mecànica, organització, o les altres enginyeries d'aquest apartat —química, tèxtil i paperera—, constatem que hi ha relativament poca relació entre recerca i docència en titulacions universitàries. La raó principal rau probablement en la poca docència específica sobre medi ambient que hi havia en el període analitzat (1990-1995). Tot i que té ben poc a veure amb l'enginyeria industrial, és interessant esmentar també, per la seva singularitat, la llicenciatura en medi ambient, que es va començar a impartir a la UAB i a la UdG en aquest període. Aquest reduït panorama de docència específica en medi ambient justifica l'anterior comentari sobre els grups de recerca. En l'aspecte concret del doctorat, cal esmentar que en el camp de l'enginyeria industrial s'han realitzat tesis doctorals sobre temes mediambientals en el marc de diferents programes de doctorat de les diverses universitats. Nogensmenys, resulta extraordinàriament difícil la classificació de les tesis d'acord amb si pertanyen o no al camp del medi ambient, per les mateixes raons expressades en relació amb els temes de recerca. És per això que finalment s'ha optat per no posar el nombre de tesis doctorals dutes a terme en cada departament en el període estudiat.

L'activitat de recerca ha estat identificada mitjançant l'anàlisi d'informació diversa: memòries o unitats estructurals de les universitats, llistes d'ajuts atorgats per l'Administració (Generalitat de Catalunya, CICYT, Comissió Europea, etc.), publicacions, comunicacions a congressos, etc. La major part dels investigadors que fan recerca en el camp del medi ambient en el sector de l'enginyeria industrial s'ha localitzat en l'àmbit universitari. S'han detectat també diverses institucions i empreses que han desenvolupat projectes de recerca, però en nombre molt més reduït. Bàsicament es tracta d'institucions que han obtingut ajuts de l'Administració per dur a terme determinats projectes de recerca. És interessant observar que nombroses empreses canalitzen la seva recerca a través de la universitat, establint els convenis pertinents. En aquests casos, la recerca ha estat comptabilitzada on s'havia fet, o sigui a la universitat. Finalment, cal dir també que resulta francament difícil conèixer la recerca feta per les mateixes empreses, atès que normalment no publiquen els seus resultats.

A la universitat hi ha un nombre relativament elevat de grups d'investigadors, repartits en una sèrie d'unitats estructurals (departaments i instituts); en gairebé totes aquestes unitats, però, només una part —en alguns casos minoritària— dels investigadors de la unitat treballen en aquest camp. És per això que, pel que fa als investigadors universitaris, l'anàlisi s'ha basat essencialment en els *grups* de recerca i no pas en les unitats estructurals. En canvi, en algunes unitats estructurals molt concretes (per exemple, l'ITEMA) en les quals pràcticament tota l'activitat estava dirigida a temes mediambientals, s'ha fet ús simplement del nom de la unitat. Això ha creat en alguns casos un problema de definició, atès que no sempre els grups estan clarament identificats o «batejats». En aquells casos en els quals el grup té un nom concret (esmentat específicament en les memòries de la universitat o en el volum *La recerca científica i tecnològica a Catalunya, 1990*, per exemple), no cal dir que aquest nom ha estat respectat. En altres casos, l'activitat de recerca s'ha esmentat simplement en el marc de la unitat estructural en què ha estat realitzada.

7.3.1. Doctorat

Dels alumnes que acaben una enginyeria, relativament pocs (en comparació amb altres àrees de coneixement) continuen a la universitat fent el doctorat. En això hi tenen una forta influència dos factors. Per una part, la relativa facilitat per trobar un lloc de treball, que està gairebé garantit —excepte en determinades èpoques de crisi— per la forta implantació d'indústria al nostre país. Per l'altra, hi ha el fet que el títol de doctor té poc reconeixement a la indústria. Els que volen un complement formatiu o un segon títol ho fan més aviat en el camp dels programes màster. De fet, el nombre de doctors entre els enginyers que treballen en la indústria és molt reduït.

Hi ha programes de doctorat en enginyeria química a les universitats UAB, UB, UPC, URL i URV. Per bé que els noms d'aquests programes són diversos, el seu contingut no ho és pas tant, i presenten uns trets generals relativament semblants. En tot cas, la diversificació apareix realment amb la temàtica de les tesis doctorals, temàtica estrictament relacionada, com és lògic, amb les línies de treball dels diferents grups de recerca. El nombre de tesis doctorals en enginyeria química llegides a les diverses universitats en el període 1990-1995 es pot veure a la taula 16.

TAULA 16

Tesis doctorals llegides en el camp de l'enginyeria química

	1990	1991	1992	1993	1994	1995
UAB	2	3	5	4	1	2
UB	3	3	4	6	3	3
UdG	—	1	—	—	—	—
UPC	2	—	1	2	1	1
URL	1	—	4	3	3	2
URV	—	3	3	2	—	—

Cal incidir novament aquí en el fet que en alguns d'aquests departaments hi ha també investigadors que treballen en temes que pertanyen més aviat a la química que no pas a l'enginyeria química. Aquesta taula comprèn les tesis realitzades en l'àmbit de l'enginyeria química; tot i que el criteri aplicat ha estat relativament flexible, l'existència de temes de recerca fronters fa que la informació que conté (com en altres d'aquesta secció) pugui dependre del criteri aplicat.

La formació per a la recerca en el camp de l'enginyeria tèxtil i paperera s'organitza a través del Programa de Doctorat en Enginyeria Tèxtil i Paperera, ofert pel DETIP. En el període 1990-1995 es varen llegir en el marc d'aquest programa de doctorat dotze tesis.

Pel que fa referència a l'activitat de formació de tercer cicle en l'àrea de l'enginyeria industrial ambiental desenvolupada en el període estudiat hem trobat un doctorat específic sobre medi ambient - enginyeria industrial, impartit a la UPC (Enginyeria ambiental), i un altre impartit en la UdG (Tecnologies del Medi Ambient) tot i que en aquest darrer no s'ha llegit cap tesi doctoral en el període estudiat. A més, hi ha dos programes màster: un a l'ICT (Enginyeria i Gestió del Medi Ambient) i l'altre a l'ITEMA (Enginyeria i Prevenció Ambiental).

7.3.2. Grups i línies de recerca

En tots els departaments universitaris els investigadors estan organitzats en *grups* de recerca. Aquests grups no corresponen normalment a una estructura rígida o «oficial», sinó que responen a raons circumstancials, d'afinitat, etc., per bé que en alguns casos sí que existeixen les restes d'antigues estructures. En tot cas, sol tractar-se de grups no netament definits, i sotmesos a una certa dinàmica provocada pels canvis en situacions personals. «L'esquelet» estable dels grups és format pels investigadors permanents, al voltant dels quals s'estableix un flux de becaris i doctorands amb un determinat temps de residència.

Els grups de recerca en el camp de l'enginyeria química en què estan organitzats els investigadors en les diverses universitats es poden veure a la taula 17. Aquesta distribució correspondria al final del període estudiat, o sigui a 1995. Ha de considerar-se una aproximació, per-

què si bé en alguns casos l'organització és clara, en altres no ho es tant i en altres hi ha solapaments (investigadors que pertanyen a més d'un grup). Per altra part, la composició i estructura d'aquests grups sol anar variant en el temps. La classificació de la taula 17 s'ha fet segons la informació continguda en les memòries de recerca i mitjançant la consulta als diversos departaments.

TAULA 17
Grups de recerca

<i>UAB</i>	<i>UB</i>	<i>UdG</i>	<i>UPC</i>	<i>URL</i>	<i>URV</i>
5	6	2	4	4	5

La composició d'aquests grups és molt variable; un valor mitjà podria ser (en 1995) de tres doctors i quatre doctorands.

El nombre d'investigadors s'ha resumit a la taula 18. Novament cal advertir que són números corresponents a 1995; en tot cas, cal dir que la tendència general és la d'un creixement moderat. Simplificant —potser excessivament, però si no es fa així resulta molt complicat— s'han tingut en compte només dues categories d'investigadors: doctors i doctorands.

TAULA 18
Nombre d'investigadors

	<i>UAB</i>	<i>UB</i>	<i>UdG</i>	<i>UPC</i>	<i>URL</i>	<i>URV</i>
<i>Doctors</i>	25	15	6	12	6	18
<i>Doctorands</i>	21	24	7	18	13	25

Una data que pot utilitzar-se com un indicador més de l'activitat de recerca d'aquests investigadors és el nombre de grups de recerca de qualitat reconeguts per la CIRIT. Els valors corresponents a les diverses universitats es poden veure a la taula 19. S'ha tingut en compte el nombre de grups existents al final del període analitzat (1995).

TAULA 19
Grups de recerca de qualitat

<i>UAB</i>	<i>UB</i>	<i>UdG</i>	<i>UPC</i>	<i>URL</i>	<i>URV</i>
1	3	—	3	—	3

Cal dir aquí que aquests grups de recerca de qualitat no sempre coincideixen amb els grups de recerca abans esmentats. A vegades, diversos grups de recerca s'han unit per constituir un grup de recerca de qualitat, amb la finalitat de formar un conjunt més potent i assegurar així la concessió de l'ajut corresponent.

Les línies de recerca en les quals treballaven aquests investigadors en 1995 s'han resumit a la taula 20.

TAULA 20

Línies de recerca

<i>UAB</i>	<ul style="list-style-type: none"> * Depuració biològica d'aigües residuals * Control de processos químics i biotecnològics * Enginyeria de reaccions enzimàtiques * Enginyeria de les fermentacions * Processos de separació
<i>UB</i>	<ul style="list-style-type: none"> * Cinètica aplicada * Fotocatàlisi * Tensioactius * Membranes ceràmiques * Biotecnologia aplicada al medi ambient * Tecnologies avançades d'oxidació * Síntesi de zeolites * Processos de transesterificació * Enginyeria electroquímica
<i>UdG</i>	<ul style="list-style-type: none"> * Tractament d'aigües residuals * Realització de llots de depuradores * Reutilització de gasos * Millorament de processos de la indústria paperera
<i>UPC</i>	<ul style="list-style-type: none"> * Anàlisi de riscos i impacte ambiental * Anàlisi i disseny de processos químics i biotecnològics * Cinètica de reactors químics * Fluidització i sistemes fluid-partícula * Separació mitjançant membranes
<i>URL</i>	<ul style="list-style-type: none"> * Biotecnologia * Control de processos * Seguretat de processos * Sistemes experts * Modelització de l'impacte ambiental
<i>URV</i>	<ul style="list-style-type: none"> * Anàlisi de risc mediambiental * Anàlisi energètica i mediambiental * Materials lignocel·lulòsics * Fenòmens de transport * Catàlisi heterogènia

Els camps coberts per les diferents línies de recerca són variats, cosa que fa difícil l'establiment de pautes generalitzadores. A la UB la recerca està essencialment dirigida a la biotecnologia. A la UdG hi ha dos grups de recerca, un dels quals treballa en temes mediambientals i l'altre en temes relacionats amb la indústria paperera. Les altres universitats tenen una gamma de línies de recerca més diversificada. En totes, però, hi ha activitat de recerca en temes relacionats amb el medi ambient. Per altra part, sovint hi ha encavallaments, de manera que un mateix investigador pot participar en més d'una línia.

Un cas a part és el del Centre de Desenvolupament de Processos de Química Fina (CDPQF), localitzat al si del Laboratori General d'Assaigs i Investigacions. El CDPQF sorgí com un dels objectius del Programa de R+D de Química Fina de la Generalitat de Catalunya. El seu cost global ha estat, en el moment de fer aquest report, de 1.150 MPTA. Després d'un període d'engegada, el CDPQF inicià les seves activitats l'octubre de 1993. Concebut per donar suport a les empreses i a altres institucions, té diferents modalitats de treball:

- realització del treball exclusivament per personal del CDPQF,
- col·laboració entre personal d'ambdues institucions durant la recerca,
- preparació conjunta de la recerca (amb aprenentatge del funcionament de la planta per part del personal exterior i muntatge de modificacions per personal del CDPQF), i desenvolupament d'aquesta recerca per part del personal client del CDPQF (amb supervisió per part del personal del centre).

Els treballs de recerca i desenvolupament que es duen a terme al CDPQF corresponen a la següent tipologia:

- posar a punt mètodes per al control i automatització de processos,
- millora estructurada de processos ja en funcionament; optimització qualitativa i quantitativa de la metodologia,
- procediments de canvi d'escala,
- estudis de viabilitat de processos complets,
- obtenció de petites quantitats de productes,
- assessorament en enginyeria de processos,
- prova i demostració del funcionament d'equips,
- formació i reciclatge de personal.

En el període comprès entre l'inici de les seves activitats i el 31 de desembre de 1995, el CDPQF ha realitzat seixanta-nou treballs en col·laboració amb vint-i-vuit empreses i un centre privat de recerca. Per sectors, aquests usuaris pertanyien a la fabricació de primeres matèries per a la indústria farmacèutica, polímers, cosmètica, agroquímica i altres de diverses especialitats. També es feren tres treballs de tractament d'aigües residuals. Dels vint-i-nou usuaris esmentats, vint-i-tres corresponen a Catalunya, tres a la comunitat de Madrid, dos a la Comunitat Valenciana i una era una empresa d'un país de la Unió Europea no implantada al nostre país.

Les quantitats facturades en el darrer tram d'aquest període, expressades en mitjana, foren de 13.237.333 PTA. (Aquestes quantitats no comprenen la compra de primeres matèries, que habi-

tualment correspon directament al client.) Les activitats del CDPQF corresponen, per tant, bàsicament, a recerca feta per empreses privades. Tractant-se d'informació confidencial, no ha estat possible donar-ne el nom.

A l'hora de plantejar-se l'estudi dels grups i línies de recerca vinculades a l'enginyeria tèxtil i paperera cal tenir en compte que la llarga tradició de recerca que en aquest camp té el Departament d'Enginyeria Tèxtil i Paperera (DETIP), la seva forta vinculació al sector industrial tèxtil i paperer, i atès que la major part de la indústria tèxtil i paperera està ubicada a Catalunya es pot dir que les línies de recerca que el departament està fent són les que responen a les necessitats d'aquest sector industrial. Les principals línies de recerca existents, tant en el departament com en l'institut són:

- En el camp dels desenvolupaments i tecnologies tèxtils mecàniques:
 - parametria de metxes i fils,
 - tecnologia de filatura,
 - estructures tèxtils laminars,
 - tecnologies de tissatge,
 - teixits d'ús tècnic,
 - inv. processos tèxtils mecànics.

- En el camp dels desenvolupaments i tecnologies químiques i mediambientals tèxtils:
 - calibratge en anàlisi química,
 - microestructura de fibres químiques,
 - tractaments tèrmics sobre fibres,
 - toxicologia del medi ambient,
 - fisicoquímica, processos industrials,
 - fisicoquímica, tensioactius i detergència,
 - polímers tèxtils,
 - tecnologia d'estampació tèxtil,
 - tecnologia i control de qualitat del color,
 - desenvolupament d'aprestos i acabats.

- En el camp del desenvolupament en pastes, paper i impressió:
 - fabricació de pastes i paper,
 - blanqueig en pastes papereres,
 - manipulació i impressió del paper.

Per portar a terme les activitats de docència i recerca el DETIP compta amb els següents recursos de personal (taula 21).

Per analitzar l'activitat de recerca en el camp de l'enginyeria industrial ambiental desenvolupada en el període considerat s'ha fet un recull de les activitats dutes a terme en aquest camp pels diversos grups constituïts entorn d'aquesta àrea. D'aquesta recopilació se'n dedueix que els grups formats per investigadors universitaris són, sens dubte, els majoritaris. Cal esmentar, però, que el nombre de grups és una qüestió que depèn únicament de l'organització interna dins de cada departament. Pot haver-hi grups francament grans i d'altres de minúsculs. De tota manera, és inne-

TAULA 21

Recursos de personal de DETIP i INTEXTER

<i>Personal DETiP</i>	
Professors ordinaris	31
Professors contractats	3
Altre personal	17
<i>Personal INTEXTER</i>	
Professors ordinaris	9
Personal investigador	9
PAS	16
Altre personal	15

gable que es tracta de grups de recerca reals que, tot i la imprecisió que tenen associada (per exemple, pel que fa al nombre d'investigadors), constitueixen una certa mesura de la intensitat amb què s'efectua recerca en un cert camp i en una determinada institució. En el cas del medi ambient-enginyeria industrial, s'ha considerat més fiable i representatiu fer-ho així que no pas basant-ho en els departaments (en el cas de les universitats). Així, la Universitat Politècnica de Catalunya tenia en el període analitzat quinze grups treballant en aquest camp; la Universitat de Barcelona, sis; la Universitat Ramon Llull, quatre; la Universitat Rovira i Virgili, quatre; la Universitat Autònoma de Barcelona, dos, i la Universitat de Girona, dos.

El Consejo Superior de Investigaciones Científicas té diversos grups que treballen en temes mediambientals. Nogensmenys, quan es restringeix l'anàlisi a l'àmbit de l'enginyeria industrial només hem detectat tres grups amb activitat, al Centre d'Investigació i Desenvolupament, a l'Institut de Ciències de la Terra Jaume Almera i a l'Institut de Tecnologia Química i Tèxtil, respectivament.

Entre les institucions no universitàries apareix amb una activitat notable l'Institut Cerdà, una fundació privada que treballa en quatre àrees, una de les quals és el medi ambient. En aquest àmbit, treballa essencialment en temes de gestió de residus (industrials, urbans, sanitaris), gestió de sòls i planificació turística i millorament de l'entorn pròxim. Treballa tant per a l'empresa privada com per a l'Administració. La Fundació Cerdà duu a terme estudis, serveis, assessoraments, anàlisis de cicle de vida, disseny de programes de gestió, auditories, plans de sanejament de sòls, etc. No es tracta, així doncs, específicament de recerca, per bé que la tipologia de la feina realitzada permet, sota el concepte de flexibilitat abans esmentat, classificar-la en part com a recerca aplicada. D'altra banda, ha dut a terme també diverses experiències pilot i demostracions de tècniques de caracterització i sanejament per a la Unió Europea i institucions públiques i privades espanyoles. En el període 1990-1995 ha efectuat dues publicacions sobre temes mediambientals: una guia de gestió de residus sanitaris i un manual de minimització de residus i emissions industrials.

Dels treballs realitzats per empreses privades i que hem pogut detectar, quatre són per projectes realitzats conjuntament amb la universitat en el marc de projectes de recerca europeus. Sembla evident que altres empreses han dut a terme també activitats de recerca i desenvolupament a Catalunya i que per diverses raons no han estat identificades. Nogensmenys, resulta difí-

cil obtenir informació sobre aquesta activitat: l'empresa, si és el cas, desenvolupa el seu producte i l'utilitza. Això és tot: no acostuma a publicar articles ni comunicacions a congressos.

Analitzant les línies o projectes de recerca en els quals treballaven els grups detectats, es poden efectuar diverses classificacions segons la seva temàtica. La taula 22 resumeix aquesta activitat en vint-i-vuit camps.

TAULA 22

Activitat de recerca en medi ambient - enginyeria industrial

<i>Activitat</i>	<i>Nre. de línies</i>
Tractament d'aigües residuals	14
Tractament biològic d'aigües residuals	10
Gestió, control, optimització de plantes de tractament d'aigua	2
Estalvi de consum d'aigua	6
Reutilització d'aigües industrials	2
Processos específics de tractament de residus líquids (destil·lació, fotocatalisi...)	7
Tractament de fangs de depuradora	4
Ecotoxicologia	1
Avaluació de la contaminació atmosfèrica	9
Tractament de gasos efluent	7
Contaminació i descontaminació del sòl	3
Residus industrials	5
Residus sòlids urbans	3
Minimització de residus	4
Recuperació i aprofitament de residus (no comprèn biomassa)	5
Aprofitament de biomassa	5
Estalvi energètic	6
Producció d'energia	2
Aprofitament d'energia eòlica	3
Obtenció de processos industrials menys contaminants	9
Indústria de pasta i paper	2
Instal·lacions radioactives	3
Anàlisi del cicle de vida	2
Anàlisi del risc	8
Contaminació acústica	1
Contaminació lumínica	1
Impacte ambiental de polígons industrials	2
Estudi de recursos existents a Catalunya	2

En total apareixen vint-i-vuit línies de recerca. Evidentment, algunes d'aquestes línies estan, de fet, repetides, i s'han comptabilitzat diverses vegades. Per exemple, *utilització d'un filtre anaerobi per a depuració i producció d'energia* ha estat comptabilitzat a *tractament d'aigües residuals*, *tractament biològic d'aigües residuals* i *producció d'energia*. Cal dir també que aquesta classificació resulta en la pràctica una mica difícil, atès que apareixen conceptes no exactament definits. Aquest és el cas de *residu*, per exemple, que en un sentit molt ampli comprendria fins i tot les aigües residuals. S'ha aplicat evidentment un criteri més restrictiu; així, en *recuperació i aprofitament de residus* no s'hi ha inclòs la biomassa, a la qual s'ha dedicat un camp a part. D'altra banda, cal esmentar també que no sempre queda clar quin és exactament l'objectiu de la recerca si es disposa només d'un títol abreujat de la línia o del projecte com els que solen aparèixer en determinades publicacions oficials. Per exemple: *depuració biològica d'efluents industrials*; es tracta d'efluents líquids o gasosos? O bé: *modelització de la dispersió de contaminants*; en aire, en aigua o en el sòl? En tot cas, la taula 22 constitueix un primer resum de la llista de línies i projectes de recerca presentada en els paràgrafs anteriors.

En la taula 23 es pot veure una classificació més resumida, en la qual s'han tingut en compte només deu camps. Una vegada més, és possible que una mateixa línia de recerca estigui comptabilitzada en més d'un camp.

TAULA 23

Classificació resumida de les activitats de recerca

<i>Activitat</i>	<i>Nre. de línies</i>	<i>Nre. de grups</i>
Tractament, reutilització i estalvi d'aigua	31	18
Tractament de gasos i contaminació atmosfèrica	11	13
Contaminació de sòls	3	3
Residus: gestió, tractament, recuperació	19	11
Energia	9	6
Processos industrials menys contaminants	9	7
Instal·lacions radioactives	3	2
Anàlisi de risc	8	5
Territori: recursos i impacte ambiental industrial	4	3
Altres	5	5

Com es pot observar, el camp que més línies o projectes de recerca té és el de l'*aigua* (*tractaments, reutilització, estalvi*), amb trenta-una línies. El segueix a força distància el camp dels *residus* (*gestió, minimització, tractament, recuperació*), amb dinou línies, i el de *tractament de gasos i contaminació atmosfèrica*, amb onze. Amb pràcticament el mateix nombre trobem *energia, processos industrials menys contaminants i anàlisi de risc*. Força més enrera apareixen la recerca sobre *territori i sobre contaminació de sòls*.

Pel que fa al nombre de grups que treballa en cada camp, el més nombrós és —lògicament— el dels que fan recerca sobre el tema d'aigües (divuit grups), seguit dels que treballen en gasos i contaminació atmosfèrica (tretze), els que treballen en residus (onze), en l'obtenció de

processos industrials menys contaminants (tecnologies netes) i en producció i estalvi d'energia.

En conjunt, aquesta situació és força coherent amb l'evolució observada al nostre país pel que fa a les grans accions de l'Administració en matèria de medi ambient. Cal tenir en compte que l'acció de l'Administració provoca una reacció per part de les empreses. Això implica finalment que tant de l'Administració com de l'empresa n'acaben sortint recursos que van a les institucions que desenvolupen la recerca. Tot i que determinades recerques poden dur-se a terme simplement per interès personal de l'investigador i sense recursos específics, la major part de la tasca investigadora s'emmarca en l'àmbit de projectes subvencionats per l'Administració o l'empresa privada. Finalment, doncs, en la majoria de casos l'activitat investigadora en medi ambient acaba dirigint-se cap als objectius de l'Administració.

A part de la forta campanya per a la promoció de l'estalvi energètic que sorgí arran de la crisi del petroli, l'impuls més important —i el que, sens dubte, era més urgent— fou dirigit en el seu moment cap a la problemàtica de la contaminació dels rius i llacs i, per tant, al tractament de les aigües residuals. Aquest impuls ha continuat, i n'és la prova evident el nombre d'investigadors que treballen en aquest camp. A continuació se situen els temes de residus i contaminació atmosfèrica - tractament de gasos, que també han rebut atenció prioritària —després de l'aigua— per part de l'Administració. Finalment apareixen el sector dels estudis relatius a la producció i estalvi d'energia i la recerca en el camp de l'anàlisi de risc. Els altres temes són molt més minoritaris.

7.3.3. Recursos econòmics

El finançament de la recerca en el camp de l'enginyeria química té un origen semblant en les diverses universitats, amb lleugeres variacions (vegeu la taula 24). La part més important prové de

TAULA 24

Projectes finançats, MPTA.

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	Origen
UAB	2,15	44	65,7	38,6	133,7	28	85 % Administració 15 % empreses
UB	21	33	17	38	25	15	80 % Administració 20 % empreses
UdG	—	15,8	40,9	29,5	35	13,5	70 % Administració 30 % empreses
UPC	23,6	35,5	40	132,7	70,3	105,6	78 % Administració 22 % empreses
URL**	17	17	17	17	17	17	88 % Administració 12 % empreses
URV	*	*	74	40,8	56	74	57 % Administració 43 % empreses

* Manquen dades.

** Repartiment fet en base a la xifra global 1990-1995.

l'Administració (local, regional, estatal o UE), amb una aportació considerablement més reduïda de l'empresa privada. En aquest sentit, és evident la influència de la situació local. La URV, situada en un entorn amb fortíssima implantació d'indústria química, presenta la màxima aportació d'aquest sector (43 %). A continuació hi ha la UdG (30 %), situada en un entorn amb forta implantació de PIMES en el qual l'oferta de recerca aplicada no té pràcticament competència. Pel que fa a la resta, hi ha petites variacions compreses entre el 22 % de la UPC i el 12 % de la URL.

En el camp de l'enginyeria tèxtil i paperera, i considerant el període 1993-1995, l'evolució dels ingressos generats per convenis, tant des del DETIP com des de l'INTEXTER han estat:

TAULA 25

*Ingressos generats per convenis
(DETIP i INTEXTER)*

<i>Any</i>	<i>Pessetes</i>
1993	74.170.671
1994	119.789.936
1995	261.784.178

El finançament extern del departament en programes de recerca en el darrer any de període considerat ha estat:

TAULA 26

Financiació externa DETIP

<i>Entitat</i>	<i>Import</i>
CICYT	24.608.000
MEC	1.500.000
Comissió Europea DG XIII	560.000

I la de l'institut, donada en anualitats:

TAULA 27

Finançament extern INTEXTER

<i>Anualitat</i>	<i>Import</i>
1994	71.876.000
1995	190.378.000

No disposem d'informació sobre els recursos econòmics promoguts des del camp de l'enginyeria industrial ambiental en el període considerat.

7.3.4. Publicacions

En el camp general de l'enginyeria, l'enginyeria química és un àmbit científicament molt competitiu, marcat probablement per la proximitat d'àrees del món de la química, en les quals es publica molt. És per això que ha semblat que, més que tenir en compte totes les publicacions efectuades pels investigadors abans esmentats, era aconsellable fixar-se concretament en les publicacions efectuades en revistes indexades al *Journal Citation Report*. A la taula 28 es pot veure un resum de la informació obtinguda.

TAULA 28

Nombre d'articles en revistes indexades

	1990	1991	1992	1993	1994	1995
UAB	14	9	15	14	6	11
UB	17	10	27	13	16	12
UdG	—	1	7	5	2	1
UPC	7	6	6	8	10	12
URL	6	4	3	8	6	6
URV	3	3	2	9	10	7

Les revistes on han aparegut publicats els articles són:

Acta Crystallografica, Afinidad, Agriculture Ecosystems and Environment, Anales de Química, Annali di Chimica (Rome), Applied Catalysis, Applied Microbiology and Biotechnology, Biomass and Bioenergy, Bioprocess Engineering, Bioresource Technology, Biotechnology Progress, Biotechnology and Bioengineering, Byocycle, Canadian Journal of Physics, Catalysis Today, Chemical Engineering Communications, Chemical Engineering Research and Design, Chemical Engineering Science, Computers and Chemical Engineering, Conservation and Recycling, Environmental Progress, Environmental Science and Technology, Enzyme and Microbial Technology, Fluid Phase Equilibria, Food Hydrocolloids, Fuel, Hungarian Journal of Industrial Chemistry, Hydrocarbon Processing, Industrial and Engineering Chemistry Research, International Journal of Energy Research, International Journal of Heat and Mass Transfer, International Journal of Hydrogen Energy, Journal of Catalysis, Journal of Chemical and Engineering Data, Journal of Chemical Technology and Biotechnology, Journal of Colloid and Interface Science, Journal of Environmental Science and Health, Journal of Fermentation and Bioengineering, Journal of Fluid Mechanics, Journal of Food Engineering, Journal of Hazardous Materials, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, Journal of Macromolecular Science, Journal of Membrane

Science, Journal of Molecular Catalysis, Journal of non-Crystalline Solids, Journal of Photochemistry, Journal of Protein Chemistry, Journal of the Society of Leather Technologists and Chemists, Microbios, Ozone Science and Engineering, Physics of Fluids, Powder Technology, Reaction Kinetics and Catalysis Letters, Reactive Polymers, Resources, Separation Science and Technology, Solar Energy, Solar Energy Materials and Solar Cells, Solid State Ionics, Surface Science, Thermochimica Acta, Waste Management Research, Water Research, Water Science and Technology, World Journal of Microbiology and Biotechnology.

La producció científica en el camp de l'enginyeria tèxtil i paperera l'aproximem per la producció científica dels membres del Departament d'Enginyeria Tèxtil i Paperera i de l'Institut de recerca (INTEXTER). Resum d'algunes de les dades més significatives dels darrers anys:

TAULA 29

*Producció científica en enginyeria tèxtil i paperera
Període 1990-1995*

Llibres publicats	43
Capítols de llibres	20
Actes de congressos	93
Patents	21
Publicacions	557

Les revistes on publiquen, majoritàriament, els membres del Departament i de l'Institut són:

Journal Society Dyers and Colorist, Mellian Textilberichte International, Journal of the Textile Institute, American Dyestuff Reporter, Tintoria, Textile Research Journal, Canadian Pulp and Paper, Tappi Journal, Revista de Química Textil (edició internacional), Boletín Intexter, Revista de la Industria Textil, Técnica Textil Internacional, El Papel, Atip, International Dyer.

7.3.5. *Conclusions finals*

En conjunt, i com a reflexió general pel que fa a l'enginyeria química, pot esmentar-se que la recerca en aquesta àrea es fa essencialment en l'àmbit universitari. Entre les empreses que també fan recerca, algunes la fan a través de la universitat i d'altres, en nombre relativament reduït, la fan pel seu compte; en aquest darrer cas resulta difícil accedir a la corresponent informació, atesos els criteris de confidencialitat aplicats i a la manca de publicacions. Una vegada més, cal esmentar el fet que part de la indústria química present a Catalunya es troba en mans d'empreses estrangeres o multinacionals, radicades fora del nostre país. Aquestes empreses tendeixen a fer la recerca en altres llocs, reduint-se així les possibilitats de col·laboració amb la universitat.

Entre els departaments universitaris s'observa un bon nivell, atribuïble en part al ric entorn industrial existent a Catalunya i en part a la competitivitat que hi ha en aquesta àrea de coneixement del món universitari. En relació amb el finançament de la recerca, s'observa —amb un parell d'excepcions que s'han d'atribuir a la peculiar situació local— un predomini clar del finançament provinent de l'Administració. En aquest finançament hi tenen un paper molt important els projectes subvencionats per la CEE. Pel que fa a la temàtica de les línies de recerca, s'observa una interessant diversificació que dona riquesa al conjunt, i una certa convergència en temes d'actualitat com, per exemple, la recerca en problemes mediambientals.

Pel que fa a l'enginyeria tèxtil i paperera les dades aportades evidencien els resultats de:

- La col·laboració continuada i el suport a l'entorn industrial, amb assessorament tècnic, re-enginyeria de processos, anàlisi de causes de defectes, dictàmens i informes per litigis entre empreses i/o davant de tribunals.

- La col·laboració amb les administracions públiques amb la realització d'informes i dictàmens.

- L'obtenció d'equipaments i recursos a través de convenis amb les empreses.

- La continuada presència dels estudis de recerca a les revistes especialitzades nacionals i internacionals.

Des d'un punt de vista global, els que probablement seran els grans problemes mediambientals de les properes dècades són nombrosos: consum excessiu de recursos no renovables, pèrdua de biodiversitat, deforestació, desertització i erosió, augment de les emissions de gasos que contribueixen a l'efecte hivernacle, pluja àcida, increment en l'ús de productes químics, increment del consum energètic, contaminació de l'aigua, contaminació atmosfèrica (especialment en zones urbanes), etc. En conjunt, per tant, els problemes inherents a una pressió més gran de la raça humana sobre l'entorn originada tant per un consumisme incontrolat dels països avançats com per la disbaixa de malbaratament i explotació en els països subdesenvolupats.

Des d'un punt de vista més específic, restringit a l'àmbit de l'enginyeria industrial, poden esmentar-se entre els problemes importants en els propers anys a Catalunya els següents:

- augment de la generació de residus sòlids urbans i residus tòxics i perillosos,
- sobreexplotació i contaminació d'aqüífers,
- contaminació atmosfèrica en zones urbanes,
- consum energètic creixent,
- augment de la quantitat de sòls contaminats,
- risc tecnològic, etc.

7.3.6. *Línies prioritàries de recerca industrial ambiental*

En relació amb això, i per emmarcar les vies oficials per les quals anirà probablement la recerca industrial mediambiental en el futur proper, és interessant repassar les línies prioritàries de recerca previstes per les diferents administracions. A continuació s'exposen, en extracte, les corresponents a la UE, a l'Estat espanyol i a Catalunya.

a) Unió Europea. Línies prioritàries previstes (Cinquè Programa Marc de R+D 1998-2002):

— Gestió i qualitat d'aigua: tractament, monitorització, sistemes d'alerta, regulació de recursos hídrics.

— Disseny i sistemes de producció: minimització en l'ús de recursos i emissions, recuperació de materials.

— Sistemes avançats d'energia i serveis: energies netes i renovables, descentralització, transmissió i distribució.

— Recerca de nous materials: matèries primeres renovables i reciclabilitat.

b) Estat espanyol. Línies prioritàries del *III Plan Nacional de I+D (1996-1999)*. PN de medi ambient:

— Tecnologies per a la preservació del medi ambient: vigilància, anàlisi i gestió de riscos, tecnologies netes i control de la contaminació.

— Altres plans de R+D:

- Recursos hídrics: gestió, qualitat d'aigües, riscos naturals i aplicació de noves tecnologies.
- Tecnologies avançades de la producció: ACV del producte.
- Materials: recerca de nous materials menys perillosos i contaminants. Reciclabilitat.

c) Catalunya. Línies prioritàries de recerca 1997-2000:

— Medi ambient i recursos naturals:

- Diagnosi ambiental d'activitats productives i anàlisi de cicles de vida de productes.
- Tecnologies netes i valorització de residus.

— Tecnologies industrials.

7.3.7. Orientació futura de la recerca

En conjunt, i tenint en compte tant les activitats de recerca que s'han estat duent a terme en el període analitzat com les línies de recerca considerades prioritàries per les diferents administracions en un futur immediat, i tot i el perill que representa qualsevol intent de fer futurisme, sembla que poden fer-se algunes prediccions lògiques per als propers anys.

Seguint l'evolució experimentada en les darreres dècades per la indústria en general i per la indústria química en particular, i sota la influència d'una certa tendència globalitzadora observada en la ciència i en l'enginyeria, els enginyers químics han ampliat darrerament les seves activitats de recerca a camps relativament perifèrics en relació amb una concepció clàssica de l'enginyeria química. Probablement aquesta tendència —indubtablement enriquidora— continuarà, amb la incorporació futura de noves línies de recerca. De tota manera, l'enginyeria química «clàssica» continuarà fent un paper preponderant durant molts anys, i centrarà una part molt important dels esforços de recerca. Cal suposar que la recerca relacionada amb la protecció del medi ambient experimentarà

encara un cert creixement. Amb el creixement dels sectors de la química fina i la biotecnologia cal esperar que es treballi en el millorament dels processos de separació i purificació. D'altra banda, prenent com a referència les principals línies de recerca desenvolupades actualment als departaments d'enginyeria química de les universitats americanes, sembla evident que caldria augmentar l'activitat de recerca en el control de processos i en l'enginyeria de la reacció química i, en menor grau, en catàlisi, termodinàmica i fenòmens de transport.

En el camp de la indústria tèxtil, la nova estructura de la producció obre noves oportunitats per al desenvolupament de productes que incorporin noves fibres i microfibras a productes cada cop més tecnificats, i produïts de manera més compatible amb el medi ambient. En el de l'enginyeria ambiental, en principi, hauria de mantenir-se una forta activitat de recerca en el tema de l'aigua (racionalització i estalvi, tractaments, reutilització) i en el tema dels residus (gestió, minimització, tractament i disposició, reutilització). Sembla que hauria de mantenir-se o, més probablement, augmentar lleugerament l'esforç dedicat a l'energia (estalvi energètic, eficiència energètica) i a l'obtenció de tecnologies netes. Hauria d'incrementar-se clarament, d'acord amb les línies prioritàries existents, l'activitat de recerca dirigida a l'anàlisi del cicle de vida de productes, a l'obtenció de nous productes menys contaminants o perillosos, i a l'anàlisi del risc tecnològic. Tot i aparèixer poc en les línies prioritàries, sembla que caldria incrementar l'esforç dedicat a la recerca sobre contaminació-descontaminació de sòls; només tres grups d'entre tots els analitzats toquen aquest tema, un dels quals ja l'ha abandonat en el moment de fer aquest treball. Finalment, i en relació amb la contaminació urbana sobretot, caldria augmentar probablement la recerca feta en els temes de contaminació acústica i, en menor grau, lumínica.

7.4. Organització industrial

7.4.1. *Què entenem per organització industrial*

La definició precisa de què és organització industrial no és pas senzilla i en el món acadèmic hi ha punts de vista ben diferents depenent dels centres d'interès concrets i de la manera com es fa l'aproximació a l'anàlisi del problema: com es crea un producte i perquè aquell i no un altre, com es produeix i com es fa arribar fins al client. Nosaltres entendrem en aquest report que el concepte OI inclou uns continguts de caràcter estratègic i uns continguts que anomenem del nucli productiu de l'empresa. Els continguts estratègics propis de l'organització industrial són l'anàlisi de l'entorn competitiu (economia industrial) i les estratègies de producte, tecnològica i de gestió del teixit industrial. Allò que compon el nucli productiu de l'empresa comprèn el disseny i desenvolupament del producte i del procés de producció, la producció pròpiament dita (inclou aprovisionament, control de qualitat i manteniment) i la logística de distribució. Aquesta visió es pot ampliar a la gestió dels serveis quan aquests es poden gestionar amb les mateixes eines, i conseqüentment, incloure's en el mateix model de gestió. En aquest sentit les empreses de serveis serien semblants a les industrials. Sovint, per resoldre el desconcert que provoca el qualificatiu d'*industrial* a la disciplina que inclou la gestió de la producció, en parlar de serveis es parla d'*organització d'operacions* o de *direcció d'operacions*, és a dir: gestió del flux d'activitats directament lligades a la generació d'un producte o servei.

7.4.2. Docència de postgrau

En la docència de postgrau en organització industrial podem distingir dos àmbits diferents:

a) L'oferta de postgrau que fan els Departaments d'Organització d'Empreses i d'Estadística i Investigació Operativa de la UPC, el centre CIM, el Departament d'Enginyeria Industrial de la UdG i ESADE. És una oferta que ja era important en el sexenni estudiat (1990-1995) i que en el curs actual suma quatre màsters i setze postgraus en matèries d'organització industrial. Aquesta proposta de formació neix dels grups de recerca que més endavant es descriuen i és un *output* important però lògicament no exclusiu de la seva activitat.

b) L'oferta de tres centres genuïnament de docència de postgrau: la Fundació Politècnica, l'Institut Català de Tecnologia i Formació Continuada Les Heures. En total, el nombre de màsters i postgraus ofertats és el següent: l'any 1990, tres; el 1991, tres; el 1992, sis; el 1993, sis; el 1994, vuit; el 1995, disset; el 1996, tretze, i el 1997, catorze. Hi ha hagut, així doncs, un salt quantitatiu en els darrers cursos que, d'altra banda, sembla consolidat. Pel que fa a cursos de menys de cent hores l'oferta també és important; en el període 1997-1998 sumen en total cinquanta-sis cursos.

Tant un bloc com l'altre no són exhaustius en el contingut i podríem trobar altres institucions d'un tipus i de l'altre que afegirien nova oferta, però globalment sí que són representatius en el contingut i, sobretot, definitoris de dues maneres d'ésser presents en el mercat.

Durant els darrers anys s'han ofert dos programes de doctorat que podem considerar d'organització industrial en sentit estricte: un al Departament d'Organització d'Empreses i un altre al d'Estadística i Investigació Operativa, ambdós de la UPC. Des del curs 1995-1996 també el Departament d'Enginyeria Industrial de la Universitat de Girona ofereix un programa de doctorat, que té per nom Gestió i Organització dels Sistemes Productius.

Els departaments on s'han llegit més tesis doctorals sobre temes relacionats amb l'organització industrial en els darrers anys són els dos ja esmentats de la Politècnica i el d'Economia i Organització d'Empreses de la Universitat de Barcelona. Les xifres per al sexenni de referència són les següents: any 1990, tres; 1991, dues; 1992, quatre; 1993, cinc; 1994, tres, i 1995, una.

7.4.3. Equips universitaris que treballen en organització industrial

A continuació es relacionen els equips de professors - investigadors contactats per a l'elaboració d'aquesta part del report. La llista de grups no pretén ésser exhaustiva però sí representativa. Val a dir que, com es descriu més àmpliament més endavant, que els equips relacionats simultanegen la recerca amb la docència, la consultoria i l'assessorament.

Universitat Politècnica de Catalunya. En el Departament d'Organització d'Empreses de la UPC hi ha dos grups actius en recerca en l'àmbit de l'organització industrial. Un grup fa recerca en l'àmbit de l'economia del canvi tecnològic, el capital humà, la producció i la qualitat, i un altre anomenat Laboratori d'Organització Industrial. El primer el formen professors de les ETS d'enginyers industrials de Barcelona i de Terrassa, de l'ETS d'Enginyers de Telecomunicacions de Barcelona i de la Facultat d'Informàtica de Barcelona. El grup es dedica a temes del nucli dur

de l'organització: disseny de processos i distribució en planta, eines per introduir i controlar la qualitat als processos, gestió de la innovació tecnològica, etc. També a altres de l'anell de coneixements de l'OI com ara l'economia del canvi tecnològic, les polítiques industrials i tecnològiques i la recerca en formació. Aquest equip treballa en contacte amb la Universitat de Girona i amb altres d'Espanya, Europa i Sudamèrica. A l'ETS d'Enginyers Industrials de Barcelona hi té la seva seu el Laboratori d'Organització Industrial. En el camp de la docència ensenyen «a prendre decisions relacionades amb els sistemes productius en sentit ampli, tot utilitzant eines quantitatives per a fer-ho». Es tracta d'un grup formalitzat i actiu en publicacions i presència a congressos. Els seus àmbits de recerca són: disseny de sistemes de producció i logístics, direcció d'operacions i mètodes i tècniques quantitatives. Una part dels membres del laboratori realitza la seva recerca a l'Institut d'Organització i Control de Sistemes Industrials.

Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Estadística i Investigació Operativa. Secció de Tècniques Quantitatives de Gestió. Aquest grup dedica una bona part dels seus esforços a projectes de recerca finançats per la UE (SPRIT), la CIRIT i la CICYT, sense oblidar el servei a empreses i la producció d'articles, ponències a congressos i llibres. Un dels seus àmbits d'expertesa és la gestió de qualitat total i, en particular, l'ús de l'estadística com a eina per a la qualitat total. És un grup nombrós i cohesionat de més de dotze persones, que celebra un seminari de recerca periòdic, i es manté en contacte estret amb universitats diverses especialment dels Estats Units. El grup es finança un 50 % amb projectes de recerca i l'altre 50 % amb assessorament i consultoria.

Universitat Politècnica de Catalunya – Institut Català de Tecnologia. Centre CIM (*Computer Integrated Manufacturing*). El centre CIM és un centre de tecnologies avançades de producció creat per la UPC i l'ICT i localitzat en el campus de la UPC. Col·laboren amb diferents departaments de la UPC i donen servei a empreses, formació i desenvolupament d'acord amb les necessitats que detecten i les demandes de clients. Les seves àrees d'activitat són enginyeria de producte i de procés, automàtica i gestió integrada de producció. Comptant-hi becariis (de dos anys d'estada al centre) ara hi treballen unes setanta-cinc persones.

Universitat de Girona. Departament d'Enginyeria Industrial. L'equip del DEI que treballa en temes relacionats amb l'organització industrial és jove i ha augmentat la seva producció científica de manera important en els darrers quatre anys. La seva activitat està focalitzada en els camps de la gestió de la innovació, qualitat, enginyeria simultània i processos de fabricació. Treballa en col·laboració amb el grup paral·lel del Departament d'Organització d'Empreses de la UPC. Ofereixen serveis a empreses a l'àrea de Girona i participen també en diferents projectes de la Unió Europea.

Universitat de Barcelona. Hi ha dos grups de professors que treballen temes d'organització industrial. Un, dins el Departament d'Economia i Organització d'Empreses, que s'ocupa de producció, logística, direcció estratègica i qualitat. És un equip relativament nou però gran, en total dotze persones. L'altre grup és dins el Departament de Teoria Econòmica i les seves àrees d'expertesa són l'anàlisi de mercats i sectorial, la competitivitat industrial i la innovació tecnològica. En els darrers anys és especialment actiu en l'elaboració d'estudis, informes i manuals.

Universitat Autònoma de Barcelona. Departament d'Economia de l'Empresa. En l'àrea d'organització d'empreses d'aquest departament hi ha un grup de producció i organització industrial que s'ocupa de qüestions relatives a producció, logística i viabilitat econòmica, industrial i comercial. Són especialment actius en serveis a empreses i el pes dels contractes amb la indústria és fort en el seu inventari de feina feta. En l'estudi de l'economia industrial, entesa com a estudi de l'estructura i comportament dels mercats, l'empresa i el seu entorn competitiu, a la UAB hi ha un grup actiu a la Fundació Empresa i Ciència.

ESADE. Departament de Direcció d'Operacions i Innovació. Destaca pel seu treball en temes de qualitat total i també d'innovació, producció i logística. A part de la recerca pròpia que desenvolupen en cadascun d'aquests àmbits, han produït un curs complet i singular en l'oferta en aquestes matèries a Catalunya, així com cursos de direcció de la qualitat total, direcció per processos, *benchmarking* i reenginyeria. Aquest darrer any s'ha creat un nou grup sobre innovació, que s'ocupa d'innovació a l'empresa en tots els seus àmbits, no només el tecnològic. Aquest grup treballa la innovació com a política d'empresa: innovació en organització, en sistemes d'informació, serveis, disseny i màrqueting.

IESE. Departament de Direcció de Producció, Tecnologia i Operacions. Es tracta d'un grup gran, en total vuit professors a temps complet i cinc a temps parcial. Treballen, entre altres, especialment temes de producció (planificació i control de processos), disseny de sistemes operatius, gestió de serveis i gestió del coneixement. Dedicuen els seus recursos humans a docència, recerca aplicada i assessorament d'empreses a parts iguals. Donen importància al treball interdisciplinar i sovint, d'acord amb els projectes que desenvolupen, constitueixen grups *ad hoc* que superen l'àmbit del departament. Dins el departament, però amb entitat pròpia, hi ha un centre de recerca aplicada denominat Centre d'Excel·lència en les Operacions.

A aquesta llista de grups que pertanyen a la recerca universitària convencional s'hi poden afegir dues institucions que, malgrat que el seu objecte no és específicament investigar, tenen una producció i una vocació de reflexió organitzada semblants a alguns dels grups de recerca esmentats. Aquestes dues institucions són:

Institut Català de Tecnologia (ICT). És una institució que té com a objecte actuar com un centre de serveis avançats a les empreses en el domini de la tecnologia, i per tant sembla que hauria d'ésser poc actiu en el camp de la recerca, però en canvi, per les seves relacions amb el centre CIM i també amb diversos grups dels abans esmentats, participa activament en la reflexió sobre organització industrial. L'ICT té una política de publicacions i de recerca en el camp de l'economia del canvi tecnològic, de la formació i del coneixement i també en temes de qualitat.

Institut Cerdà. L'Institut Cerdà és una institució que bàsicament dedica els seus esforços a la consultoria precompetitiva, però també fa activitat de recerca. En particular, pel que té a veure amb l'organització industrial, aquest institut desenvolupa una activitat important en l'àmbit de la logística.

7.4.4. Recursos econòmics

a) Els grups de recerca més actius en el desenvolupament de projectes de recerca en matèria d'organització industrial finançats amb diner públic (català, espanyol i europeu) són els Departaments d'Organització d'Empreses i d'Estadística i Investigació Operativa de la UPC, el centre CIM, el Departament d'Enginyeria Industrial de la UdG i l'IESE. El nombre de projectes per anys és el següent: l'any 1990, tres; el 1991, dos; el 1992, quatre; el 1993, nou; el 1994, dotze, i el 1995, tretze. La seqüència és molt positiva i ha seguit creixent en els darrers anys. A aquestes xifres s'hi poden afegir un total de dinou ajuts i beques obtinguts pel Departament d'Estadística i Investigació Operativa de la UPC, la qual cosa augmenta sensiblement el total de diner públic que finança projectes i activitat en organització industrial.

b) Els cinc departaments de les universitats Politècnica, de Barcelona, Autònoma de Barcelona i de Girona esmentats anteriorment mantenen un alt nivell de contacte amb el món empresarial que es tradueix en la signatura habitual de convenis de col·laboració pel desenvolupament de projectes. En total, durant el sexenni de referència han signat un total de quaranta-cinc convenis, que significa una mitjana de 7,5 per any. L'ESADE i l'IESE mantenen també una relació constant i important amb el món empresarial. El centre CIM va facturar 17 MPTA el 1993, 78 MPTA el 1994, 102 MPTA el 1995, i la xifra ha seguit creixent fins avui; i l'Institut Cerdà va facturar 80 MPTA en convenis en matèria de logística durant el període 1990-1995. Són dos exemples d'organismes especialment ocupats en relacionar-se amb l'empresa.

7.4.5. Publicacions i patents

Tots els grups de recerca esmentats anteriorment publiquen de manera habitual. Destaquen els articles a revistes i les ponències i comunicacions a congressos, però també és important el nombre de llibres i els estudis, informes, manuals, quaderns, reports, casos i notes tècniques. Els articles a revistes científiques al llarg del sexenni sumen noranta-un i les ponències i comunicacions a congressos sumen noranta-tres (comptant dues signatures per treball). Representa, per tant, una mitjana per sobre dels quinze articles i quinze treballs a congressos per any, si bé cal fer notar que la distribució és amb increment cap al final del sexenni. El nombre de llibres publicats al llarg del sexenni és el següent: l'any 1990, tres; el 1991, tres; el 1992, dos; el 1993, cinc; el 1994, nou, i el 1995, sis. A aquesta xifra cal afegir-hi deu capítols escrits per a llibres diversos sobre organització industrial publicats per autors externs als grups de recerca dels quals parlem. Els reports de recerca i de treball elaborats als Departaments d'Organització d'Empreses i d'Investigació Operativa i Estadística de la UPC sumen en total cinquanta-dos. Al Departament de Teoria Econòmica de la Universitat de Barcelona s'han escrit un total de nou estudis i informes sobre continguts estratègics propis de l'organització industrial i tres més a l'Institut Cerdà sobre logística.

Finalment, per completar aquesta relació de resultats propis de l'activitat de recerca que estem analitzant cal esmentar que l'Institut Català de Tecnologia ha publicat nou *Quaderns de Tecnologia* entre els anys 1990 i 1995, i que els dos departaments de la Universitat Politècnica que hem anat esmentant han creat un total de vint-i-set aplicacions informàtiques, que han tingut un ús desigual però que constitueixen un fruit important en si mateix.

7.4.6. Sobre la recerca en organització industrial a Catalunya

Si bé en els darrers anys la indústria catalana ha fet un notable esforç per millorar els processos i els nivells de qualitat, les despeses en creació de tecnologia són encara baixes. Les empreses catalanes han desenvolupat habilitats en l'adaptació tecnològica, però encara no consideren la recerca com a primer factor competitiu. Val a dir que les empreses catalanes han viscut vicissituds de tota mena que els han provocat l'atansament o l'allunyament respecte als camps on la creació tecnològica és una necessitat. Avui, però, les empreses catalanes perceben cada vegada més la tecnologia com una exigència. Per tant, si bé manca una tradició en la gestió de la innovació tecnològica suportada per la recerca d'alt nivell, i també manca tradició de cooperació amb el sistema ciència - tecnologia del territori, el resultat és que la compra de tecnologia va acompanyada de l'augment dels acords amb centres de recerca i amb laboratoris universitaris.

Quant a producció, avui la impressió general és que el liderat mundial és exercit per la indústria japonesa seguida pels Estats Units i els països capdavaners de la UE, i que a Catalunya s'ha fet un gran esforç però encara hi ha una bona part del camí per recórrer. La realitat és menys senzilla i s'hauria de parlar de sectors i de relacions costos territorials - productivitat. En casos sovintejats la productivitat relativa a Catalunya és, però, prou alta.

La qualitat, en la versió «certificació», és sovint una necessitat o argument comercial. Hi ha, però, una forta i positiva tendència a estendre el plantejament *certificació* a l'àmbit de la qualitat total. Està demostrat que la formalització en la gestió és una font d'augment de la productivitat, de la innovació en productes i de la millora general de la gestió de l'empresa. L'atenció a la qualitat i la consegüent formalització de la gestió, especialment en l'àmbit de l'organització industrial, ha fet revifar la consideració de la gestió del disseny com a factor imprescindible. Després d'una certa sobrevaloració dels elements estètics del disseny, la implantació de les eines pròpies de l'organització industrial en la formulació dels processos i en l'oferta dels productes ha posicionat el disseny en termes de valor en els aspectes tant estètics com funcionals, de materials i de cost.

7.4.7. Fan recerca els equips universitaris que treballen en organització industrial?

El resultat global de l'anàlisi dels grups que treballen en organització industrial és que el nivell de recerca pròpiament dita en aquesta matèria és certament baix en relació amb el conjunt d'altres activitats en el mateix camp (formació reglada, formació de postgrau, assessorament i consultoria). Concretament, després de vint-i-una entrevistes a professors amb activitat reconeguda en aquesta matèria, considerats representatius del conjunt, el resultat és que aproximadament un 75 % de la seva activitat és l'ensenyament, la consultoria i l'assessorament i el 25 % restant es pot dir que es dedica a recerca. La recerca es concreta en el desenvolupament de projectes i en l'elaboració d'articles i comunicacions a congressos. La majoria dels entrevistats es consideren més uns «experts» en els diferents temes fent tasca de difusors i aplicadors de coneixement, que no pas pròpiament uns investigadors.

Una opinió força estesa és que hi ha prou feina a pair el que ve de fora com per intentar superar plantejaments fent recerca aquí. Sí que, en canvi, hi ha una necessitat i també possibilitat real de treballar per fer aplicable i aplicar a Catalunya innovacions que venen de fora, desenvolupant procediments i millorant determinades activitats. Hi ha, per tant, una visió més orientada a

servir al teixit industrial i productiu que a fer avançar la recerca. Sovint es fa recerca a partir d'aquesta experiència d'assessorament i consultoria, salvant l'exigència que hi pugui haver de confidencialitat. És, per tant, una recerca que neix de l'experiència de treball amb l'empresa i que té més característiques de recerca «estadística» i empírica que no pas de recerca teòrica, tot i que en les ciències socials per fer teoria cal haver mirat abans la realitat i, per tant, aquest és també un bon camí per fer teoria. Es dona també el cas contrari: quan, fruit de la recerca, es fa aportació de novetat a l'empresa.

Hi ha una qüestió subjacent a la valoració que es fa de la recerca i que val la pena explicitar. I és que al cap i a la fi tothom sap que dedicar-se a la recerca en sentit estricte produeix menys guany econòmic que dedicar-se a formació o assessorament públic o privat. És, per tant, pertinent fer-se la pregunta de si no estarem ficats en una certa contradicció: valorem la recerca pura, creiem que se n'ha de fer, creiem que la universitat té una obligació en aquesta qüestió, però llavors el mateix sistema duu els professors a unes altres activitats més ben retribuïdes. Es comenten coses com que hi ha més recerca de la que es coneix i s'escriu, que no es treu el cas general d'una solució particular i no es comparteix ni es publica, que hi ha «massa crítica» per anar més lluny, però que no acaba de quallar entre altres raons perquè l'estructura universitat no hi ajuda prou —malgrat que teòricament «per a ésser algú a la universitat» has de fer recerca—, que la necessària col·laboració a la gestió de la institució en què cadascú treballa distreu de fer més recerca, etc.

Tot plegat és l'evidència d'una certa sensació que les prioritats no estan ben situades del tot. A la vegada, però, és evident que en un tema com l'organització industrial cal aprofundir en el que entenem per recerca i que molt sovint la «petita» recerca, la cerca d'una solució a un problema concret, l'adaptació d'un cas general a una situació determinada que demana una empresa concreta, si bé són activitats que no duen l'aurèola de treballs d'investigació, sí que constitueixen recerca universitària al servei del país.

8. Comentaris finals

Les valoracions sobre l'activitat de recerca i d'innovació en cada un dels àmbits considerats ja s'han inclòs en els seus apartats específics. En aquest darrer apartat volem recollir els comentaris i les suggerències de caire general que la comissió redactora d'aquest report considera més significatives i que depassen els comentaris propis de cada un dels àmbits considerats.

El primer que es vol fer constar és que al llarg de tot el treball s'ha pogut constatar la dificultat existent per poder definir amb precisió el que s'entén avui per enginyeria industrial, i com aquesta dificultat anirà augmentant amb el decurs del temps, ja que això comporta un constant desenvolupament tecnològic en tots els camps que els va apropant indefectiblement, produint així grans superposicions entre àrees que en altres moments podien considerar-se autònomes. Els efectes d'aquest constant desenvolupament tecnològic i la constant necessitat d'ordenar el conjunt dels coneixements que genera ha portat, i valgui com a exemple, a excloure d'aquest treball l'enginyeria electrònica i l'enginyeria automàtica, disciplines tradicionalment emmarcades en el camp de l'enginyeria industrial, per ser considerades més afins a l'àrea de les telecomunicacions. El que ha quedat clar al llarg de tot el treball és que l'enginyeria industrial conforma un món divers, i per tant les conclusions no poden ser homogènies. Això, evidentment, no vol dir que no es puguin extreure algunes conclusions generals, com per exemple que hi ha determinades parcel·les de l'activitat industrial —com poden ser les relatives a processos vinculats a la internacionalització del mercat o a la millora de la qualitat dels serveis— en els quals l'avenç constatat és força notable, però que en d'altres capítols com ara el de la innovació s'aprecia que se'n fa molta però de baix nivell (innovacions incrementals).

Una dificultat a la qual s'ha hagut de fer front en aquest treball és que és molt difícil parlar de recerca aplicada sense parlar d'innovació. De fet, la recerca aplicada és la que ha de fer possibles les innovacions, i l'anàlisi de l'eficàcia de la recerca s'hauria de mesurar per les innovacions que possibilita. Aquesta mesura presenta la dificultat que els processos d'innovació no són lineals, i els efectes d'una determinada recerca es poden manifestar amb un decalatge notable en l'espai i en el temps. Una altra dificultat afegida és que els nivells d'innovació (radical o incremental) són molt variables i difícils de posar en un mateix pla. Tot i això, ens sembla que caldria fer un esforç per mesurar les innovacions tecnològiques a Catalunya d'acord amb el *Manual d'Oslo* de l'OCDE, i posar-les en corelació amb la recerca aplicada que hi pugui haver al darrera.

Un cop fetes aquestes consideracions, ens centrem a fer comentaris sorgits arran dels resultats d'aquest treball, així com algunes propostes i suggerències.

S'ha constatat que en tots els àmbits hi ha un bon nombre d'investigadors, alguns d'ells amb un alt nivell de qualitat, però que el nostre entorn industrial no considera la recerca com un instrument estratègic, i una prova d'això és la baixa inversió en R+D de les empreses catalanes, i l'escassa incidència que tenen els contractes de recerca fets amb els centres de recerca. Algunes de les raons per les quals l'empresa catalana dedica tant poc a R+D poden ser:

— La gran dependència que moltes de les indústries del nostre país tenen de les grans multinacionals que, en general, tenen els seus centres de R+D en altres països.

— El convenciment que la tecnologia es compra, principi que avui està fortament contestat ja que la dependència tecnològica de tercers dificulta el lideratge.

— Però també cal considerar com un factor determinant el fet que en moltes empreses els temes de formació i els de recerca siguin considerats com a despeses i no com a inversió. Això amaga una determinada filosofia d'empresa poc adequada, en un entorn fortament competitiu com es l'actual.

Quant a la recerca universitària cal constatar que:

— L'activitat de recerca en l'entorn universitari respon bàsicament a la iniciativa dels seus professors i investigadors, sense que hi hagi, en general, línies marcades pels seus òrgans rectors. Això dificulta l'aprofitament de sinergies que possibilitarien situar-se col·lectivament en posicions preferents en línies de recerca estratègiques.

— Malgrat que tots els departaments universitaris facin recerca, per a l'empresari o l'industrial que la necessita se li fa molt difícil saber qui és l'interlocutor més adequat per satisfer les seves necessitats. Caldria introduir un servei únic de recepció que facilités la tasca d'elecció a l'empresari que volgués utilitzar aquest servei.

— Una altra qüestió que pot intervenir en la sempre complicada relació entre universitat i empresa és la diferència de llenguatge i de metodologia que s'utilitza. Per a l'investigador universitari la recerca és una altra de les seves activitats quotidianes, en tant que per a l'empresari que sol·licita un servei de recerca els resultats d'aquesta recerca són, generalment, d'urgent aplicació. A part d'això també és freqüent que es produeixin diferències entre el que és prioritari per a l'empresa i el que ho és per a l'investigador.

Amb l'estructura universitària actual difícilment es podria fer front a determinats canvis, necessaris per donar una nova orientació a les línies de recerca, ni a altres iniciatives que possibilitessin una millor orientació cap a la competitivitat en la recerca en el camp tecnològic. Per tant, fóra bo considerar mesures externes que facilitessin aquestes polítiques.

A l'hora de formular les polítiques que afecten els processos de R+D de les empreses, així com les de recerca en les universitats, cal millorar la sensibilitat de qui les promulga i encarar-les decididament cap a la potenciació de l'economia productiva i el lideratge en el camp industrial. En aquesta línia, caldria plantejar-se sistemes d'incentivació que fomentessin la millora de la recerca en les empreses. Una presència més important de departaments de R+D a l'empresa facilitaria en gran mesura l'apropament i l'entesa entre empresa i els centres de recerca, alhora que permetria revitalitzar esforços de formació, com pot ser el doctorat, que avui solament tenen una lectura acadèmica. Recíprocament caldria replantejar-se els continguts dels programes de doctorat i orientar-los més a la formació d'investigadors encarats a la innovació. Cal fer veure a l'entorn industrial que la recerca és una activitat necessària per al manteniment de la competitivitat de les seves empreses i que d'aquestes empreses depèn, en gran part, el nostre desenvolupament com a país.

Una de les mesures que es podria promoure per a l'incentivació de la recerca a la indústria fora l'impuls de centres tecnològics que servissin per posar a l'abast de la indústria els serveis bàsics per al desenvolupament de les tasques de recerca necessàries per als diferents sectors tecnològics. Aquests serveis podrien ser autèntics motors de processos de desenvolupament i recerca, molt necessaris per a la millora de la competitivitat de la nostra indústria.

Com a darrer comentari voldriem suggerir la potenciació de polítiques que facilitessin la creació d'empreses amb vocació innovadora. Aquestes polítiques s'haurien de promoure tant des de la vessant universitària —com una perllongació de l'activitat formativa— com des de fora d'aquest entorn, impulsant i dirigint iniciatives ben estructurades, donant-los facilitats per a la seva consolidació en el mercat. Entre aquestes iniciatives hi hauria d'haver, a parer nostre, l'accés a centres de recerca.