**Focus**

Tutta la memoria in un solo elettrone

*Floating gate mos memories: toward the single electron*

dello spostamento di tensione di banda piatta, misurato a temperatura ambiente su condensatori MOS, in funzione della tensione di scrittura mostra un comportamento caratteristico. Per basse tensioni di scrittura si osserva un rapido incremento della tensione di banda piatta, seguito da un plateau tra 4 e 6 V, e una leggera diminuzione per un ulteriore aumento della tensione di scrittura. È importante osservare che lo spostamento di tensione di banda piatta osservato nella zona di plateau corrisponde all'intrappolamento di un singolo o pochi elettroni per grano. Non è dunque da escludersi che il plateau sia dovuto a quantum Coulomb blockade.

Le misure delle caratteristiche di scrittura, cancellazione e ritenzione di carica in funzione delle tensioni di polarizzazione e della durata dei segnali applicati effettuate su prototipi di celle di memoria hanno dato risultati molto promettenti. In regime di tunnel diretto è possibile scrivere e cancellare le celle di memorie in tempi dell'ordine di 1 ms. La ritenzione di carica è ottima (certamente superiore a 10 ore a 200 °C). In conclusione, sulla base dei risultati ottenuti è ragionevole ritenere che questo struttura rappresenta un candidato molto promettente per la realizzazione di generazioni future di memorie non volatili a semiconduttore ad altissima densità.

* * *

*CNR*
*Istituto per la microelettronica e microsistemi*

*ms. The charge retention is excellent (well above 10 hours at 200 °C). In conclusion, on the basis of such results it is reasonable to consider such structures as very promising candidates for the realization of future generations of ultra-dense semiconductor non volatile memories.*

* * *

CNR
Institute of microelettronics and microsystems

**Focus**

# Evoluzione strutturale di catalizzatori in condizioni operative

# *Structural evolution of catalysts in operating conditions*

Nelle marmitte catalitiche i catalizzatori a tre vie (TWC), così chiamati perché abbattono contemporaneamente i tre principali inquinanti (ossido di carbonio, ossidi di azoto e idrocarburi incombusti), sono costituiti da metalli nobili supportati su materiali ossidici a base di ceria ($CeO_2$). Il basso potenziale redox della coppia $Ce^{4+}$-$Ce^{3+}$ permette di rilasciare ossigeno in condizioni di eccesso di idrocarburi e di assorbirlo in difetto di idrocarburi, aumentando l'intervallo del rapporto aria/combustibile in cui il catalizzatore può operare efficacemente. L'aggiunta di zirconia ($ZrO_2$) migliora la capacità di assorbire ossigeno (OSC) della ceria e conferisce una maggior stabilità termica al sistema.

Nell'ICTPN di Palermo si studiano da qualche anno catalizzatori per l'abbattimento dei gas di scarico e sono stati sintetizzati, via sol-gel, e caratterizzati con diverse tecniche strutturali e spettroscopiche, numerosi catalizzatori a tre vie, di palladio e platino supportati su ceria-zirconia, ceria-lantania, ceria-zirconia-allumina e ceria-zirconia-allumina-baria.

Uno degli aspetti più importanti nello studio di catalizzatori è la correlazione tra caratteristiche strutturali e reattività, e in particolare l'evoluzione strutturale del catalizzatore durante la reazione.

Grazie alla potente intensità del fascio di raggi X che si ha in una sorgente di luce di sincrotrone e all'uso di rivelatori bidimensionali ("image plate"), è possibile acquisire diffrattogrammi con un ottimo rapporto segnale-rumore in brevissimo tempo. Abbiamo perciò progettato e costruito in microreattore costituito da un capillare di quarzo, in cui si inserisce il catalizzatore, munito di un dispositivo che permette di controllare l'entrata e l'uscita dei gas di reazione. I gas in uscita vengono analizzati in

*In the catalytic converters the three-way catalysts (TWC), so called because remove at the same time the three main pollutants (carbon monoxide, nitrogen oxides, and hydrocarbons), have a formulation based on noble metals supported on ceria ($CeO_2$) and other oxides. The low redox potential of the $Ce^{4+}$-$Ce^{3+}$ system allows release of oxygen in excess of hydrocarbons and uptake of oxygen in defect of hydrocarbons, so that the catalyst can operate over a wide range of air/fuel ratios. The addition of zirconia ($ZrO_2$) improves the oxygen storage capacity (OSC) of ceria and the thermal stability of the catalyst.*

*The CNR Institute of Palermo, ICTPN, has been recently involved in a project dealing with the abatement of automotive emissions. Several three-way catalysts were prepared via sol-gel and characterized by various structural and spectroscopy techniques; the catalysts consisted of palladium or platinum supported on ceria-zirconia, ceria-lanthana, ceria-zirconia-alumina, ceria-zirconia-alumina-baria.*

*The structure-activity relationship is one of the most important parameter in the study of catalysts, and particularly important is the structural evolution of a catalyst during the reaction. With the high intensity X-ray beam provided by synchrotron light coupled to a translating image plate device, it is possible to obtain diffractograms, with high signal/back ground ratio, in very short time. We have projected and constructed a microreactor constituted by a quarz capillary tube, which contains the catalyst, with an entry and exit for the reaction gases. The exit gases are continuously monitored by a mass quadrupole. The microreactor is used at the beam line GILDA of ESRF in Grenoble, on behalf of a project in collaboration with INFM and GILDA. The capillary tube [fig. 1] containing the catalyst is hit by the X-ray beam from the synchrotron.*

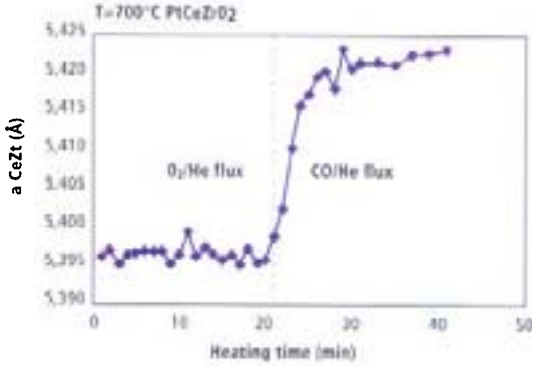
**Focus**

Evoluzione strutturale di catalizzatori in condizioni operative

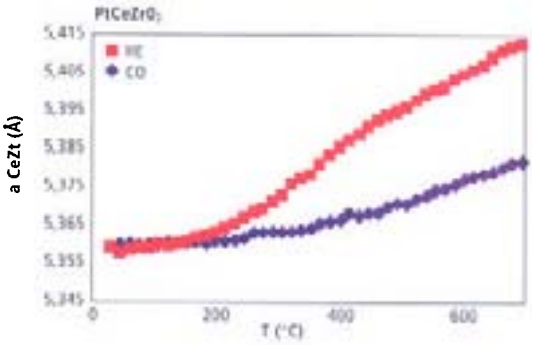
*Structural evolution of catalysts in operating conditions*



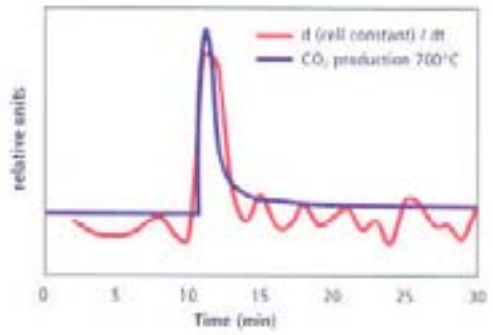
[1]




[2]




[3]




[4]

[1]
Il microreattore inserito nella beam-line GILDA.
*The microreactor in the GILDA beam line*
[2]
Variazione del parametro reticolare con la temperatura in flusso di He e di CO in He.
*Changes of lattice parameters with temperature under flowing He and flowing CO/He mixture.*
[3]
Cinetica a 700°C per un catalizzatore di Pt/CeZrO2.
*Kinetic at 700 °C for a catalyst Pt/CeZrO2.*
[4]
Velocità di variazione del parametro reticolare e conseguente formazione di CO2.
*Rate changes of lattice parameter and consequent CO2 formation.*

continuo da un quadrupolo di massa. Il microreattore è stato inserito nella beam-line GILDA dell'ESRF a Grenoble, nell'ambito di un progetto sviluppato in collaborazione con INFM e GILDA.

Il fascio di raggi x della sorgente di luce di sincrotrone inviato sul campione nel capillare [fig. 1] viene diffratto e il diffrattogramma registrato dalla lastra fotografica mobile. Lo studio delle rampe di temperatura [fig.2] in flusso di elio (He) e di ossido di carbonio (CO) in He permette di individuare le migliori condizioni sperimentali. Impostata la temperatura di esercizio, l'esperimento viene effettuato

*The diffractogram is registered on the translating imaging plate device. The study of the catalyst at different temperatures [fig. 2] under flowing helium (He) and flowing gas mixture of carbon monoxide (CO) and He allows to obtain the best experimental conditions. At the required temperature, the catalyst is oxidized by a mixture of oxygen in helium (He), then is fluxed with He and the cell parameter changes with time, due only to the temperature, are derived from the registered diffractograms. The experiment is repeated in the same conditions but a known amount of CO in He is fluxed in themicroreactor. The diffractogram is registered in the*

**Focus**

Evoluzione strutturale di catalizzatori in condizioni operative

*Structural evolution of catalysts in operating conditions*

ossidando prima il campione con ossigeno in He e poi facendo passare un flusso di He e dalla serie di diffrattogrammi si ottengono le variazioni dei parametri reticolari del catalizzatore nel tempo, dovute soltanto alla temperatura; l'esperimento viene poi ripetuto nelle medesime condizioni facendo passare nel microreattore una quantità nota di CO in He, registrando i diffrattogrammi sulla lastra fotografica mobile e contemporaneamente misurando la formazione di anidride carbonica in uscita dal reattore con il quadrupolo di massa. Confrontando le variazioni dei parametri reticolari nei due esperimenti si ottengono le variazioni reali strutturali dovute all'interazione dell'ossido di carbonio con $CeO_2$. In seguito alla reazione del CO con l'ossigeno della ceria si ha formazione di anidride carbonica ($CO_2$) e di conseguenza la trasformazione del $CeO_2$ in $Ce_2O_3$, che comporta un aumento del parametro reticolare del sistema in funzione della quantità di $Ce^{3+}$ formatosi [fig.3]. La quantità di $CO_2$ misurata è pure direttamente collegata alle variazioni strutturali del catalizzatore [fig.4]. Da questi dati e utilizzando semplici modelli di reazioni solido-gas è possibile calcolare la quantità di $Ce^{3+}$ che si forma e la costante cinetica.

La correlazione struttura-attività, ottenuta con questo esperimento "in situ", può dare utili informazioni per la preparazione di catalizzatori più efficienti..

*CNR*

*Istituto per lo studio dei materiali nanostrutturati*

*translating image plate and the amount of carbon dioxide exiting from the capillary tube is measured with the mass quadrupole. By comparing the changes of the lattice parameters of the catalyst in the two experiments it is possible to extract the effective structural changes due to the reaction of carbon monoxide with ceria. Owing to the reaction of CO with the oxygen of ceria, carbon dioxide ($CO_2$) is formed and $CeO_2$ transforms into $Ce_2O_3$. Depending of the extent of formation of $Ce^{3+}$ the lattice parameters increase[fig. 3]. The measured amount of $CO_2$ is also directly related with the structural changes of the catalyst [fig. 4]. From these data and by simple solid-gas reaction models it is possible to determine the amount of $Ce^{3+}$ formed and the kinetic constant of the reaction.*

*The structure-activity relationship, obtained with this 'in situ' experiment, can be very useful for the preparation of more efficient catalysts.*

CNR

Institute for the study of nanostructured materials

**Focus**

# Valutazione della qualità/quantità delle risorse idriche sotterranee destinate al consumo umano

# *Quality/quantity evaluation of groundwater resources used for drinking consumption*

o o o

È essenziale, in tutto il Paese, assicurare l'approvvigionamento potabile alle generazioni presenti e future. Le risorse idriche italiane sono caratterizzate da notevoli disparità, tra una regione e l'altra, sia in termini di quantità disponibili che di requisiti di qualità che ne permettano l'uso potabile. Per salvaguardare in modo ottimale la risorsa idrica, è necessario uno sforzo di ricerca che coinvolga la comunità scientifica, gli enti responsabili ed il mondo imprenditoriale. In tale prospettiva l'Istituto si sta impegnando da tempo con ricerche interdisciplinari che riguardano lo sviluppo di metodologie per la valutazione della qualità e quantità della risorsa idrica sotterranea.

o o o

Problema fondamentale è quello di valutare il reale fabbisogno potabile, tenuto conto dei vari usi concomitanti della risorsa, soprattutto quelli agricoli ed industriali. Ciò comporta l'individuazione dei meccanismi, riferibili alla quantità ed alla qualità dell'acqua, che concorrono alla definizione del fabbisogno stesso. Particolare attenzione richiedono le risorse idriche sotterranee, dalle quali dipende l'approvvigionamento potabile principale del territorio italiano. In molte regioni tali risorse sono ormai compromesse a seguito della percolazione di acque di scarico urbane e industriali e a causa dello sfruttamento del suolo determinato da un'estesa attività agricola. L'impiego di prodotti chimici in agricoltura, quali fertilizzanti e fitofarmaci, ha causato, in aree geografiche particolarmente vulnerabili dal punto di vista idrogeologico, un inquinamento di tipo diffuso che mette a rischio il futuro utilizzo potabile di questa risorsa. L'interesse prevalente a livello sia tecnico-scientifico che gestionale riguarda la possibilità di sviluppare strumenti di valutazione dei fenomeni di migrazione dei com-

o o o

*Potable water supply is an essential task all over the national territory for present and future generations. Italian water resources denote a conspicuous discrepancy from region to region both in term of water quantity and quality; moreover, water resources are threatened by pollution due to various forms of discharge. Their protection and optimal use have therefore become a necessary task, in a huge research effort that should combine the scientific community with the responsible authorities and the industrial companies. In such a perspective, the Water Research Institute is since long time conducting an interdisciplinary research, involving methodology development to evaluate the quantity and quality of water resource to use for human consumption.*

o o o

*Assessing the potable demand is an essential problem, taking into account the other concomitant uses, primarily for industry and agriculture. To this end all the mechanisms related to water quantity and quality must be considered, suitable to interfere with the demand assessment. Particular attention is to be given to groundwater, which makes up the only available source for the majority of Italian territory. In many regions groundwater is now unusable, because of the seepage of polluted water discharged from urban, industrial and agricultural activities. Agriculture, covering large portions of land, has discharged a conspicuous quantity of fertilisers and pesticides that have determined a diffuse contamination of aquifers in extremely vulnerable geographic areas. Applying advanced statistical procedures and mathematical models, the Water Research Institute has contributed to develop criteria and tools for groundwater quality monitoring, keeping into consideration the difficulties of field operation.*

*Pollutant behaviour in soil has also been studied*

**Focus**

Valutazione della qualità/quantità delle risorse idriche sotterranee destinate al consumo umano

*Quality/quantity evaluation of groundwater resources used for drinking consumption*

posti attraverso il suolo e il sottosuolo e dei loro potenziali effetti sulla qualità delle acque di falda. Tali strumenti sono necessari sia per l'individuazione di situazioni a "rischio" ambientale di contaminazione sia per l'interpretazione ed eventuale modellizzazione di risultati ottenuti in campagne di monitoraggio delle acque.

Ricorrendo a metodi avanzati della statistica e ad appropriati modelli matematici, l'Istituto ha contribuito alla messa a punto di strumenti per il monitoraggio degli acquiferi. Per la valutazione del rischio di inquinamento da parte degli erbicidi in agricoltura sono state inoltre simulate dall'Istituto alcune situazioni reali di contaminazione del suolo, utilizzando un campo sperimentale attrezzato con lisimetri. Sul campo installato a Treviglio (BG) sono stati applicati alcuni erbicidi utilizzati per il diserbo del mais, quali triazine, acetanilidi e feniluree, in differenti condizioni pluviometriche. Dai risultati ottenuti si evidenzia che il principale problema è rappresentato dalla presenza di macropori e fessure che facilitano la percolazione dell'acqua per vie di flusso preferenziale con conseguente contaminazione della falda acquifera. Le caratteristiche chimico-fisiche degli erbicidi impiegati ne influenzano il trasporto lungo il profilo del suolo. Tra i composti utilizzati, il metolachlor è risultato l'erbicida più lisciviante, mentre è evidente che anche la presenza di prodotti di trasformazione degli erbicidi può rappresentare un rischio reale di contaminazione della falda. Infine, anche la granulometria e la composizione del suolo hanno notevole importanza nell'influenzare il trattenimento degli erbicidi. I quantitativi maggiori di erbicidi si osservano nel primo metro di suolo, in corrispondenza di orizzonti argillosi del terreno capaci di formare legami chimici forti con i composti organici.

o o o

*CNR*

*Istituto di ricerca sulle acque*

*by the Water Research Institute in field experiments. A field site equipped with suction lysimeters was installed in Treviglio (BG) in order to assess the leaching capacity of some herbicides used in maize crop (such as terbuthylazine, metolachlor, alachlor, linuron and monolinuron) from top soil to groundwater and to study the mobility of their main transformation products. Different pluviometric situations were simulated: in the first campaign a constant water seal was applied to reach the interstitial water saturation in the more superficial soil horizons; in the second one an intermittent pluviometric condition was applied and in the third one natural precipitation was followed.*

*In all the campaigns, the results showed two main process of herbicide transport: in the first pattern the herbicide flow was mainly due to water infiltration through macropores; in the second one, the transport was driven through the soil by matrix flow. Metolachlor was considered as the most mobile herbicide while desethylterbuthylazine, the major transformation product of terbuthylazine, was found as a leaching compound.*

o o o

CNR

Water research institute

**Rapporto sistematico**
Systematic report

## 4 Trasferimento tecnologico

Le attività di trasferimento tecnologico rappresentano la parte più visibile ed apprezzabile del ruolo che il CNR svolge nell'economia e nella società italiana. L'analisi prende lo spunto dalle fonti esterne di finanziamento che evidenziano tutti gli intensi legami che l'Ente ha con l'ambiente esterno e dalla loro dinamica temporale che consente di apprezzare lo stato di salute delle strutture di ricerca. La parte centrale del capitolo approfondirà l'attività di trasferimento tecnologico del CNR nelle due sue componenti più importanti, market-oriented ed education-oriented, per mettere in luce la tipologia e l'entità dell'impulso che il più grande ente pubblico italiano dà alla competitività delle imprese. La parte finale descriverà le collaborazioni CNR con l'esterno, analizzando in particolare l'attività dei consorzi.

### 4.1 Fonti esterne di finanziamento del CNR

La capacità di attrarre risorse finanziarie dall'esterno viene ormai considerata nella letteratura sulle politiche per l'innovazione come una buona approssimazione del ruolo assunto dagli organismi di ricerca all'interno del sistema economico nazionale e soprattutto della sua abilità imprenditoriale. In questo contesto è importante evidenziare come gli organi di ricerca CNR svolgano tutta una serie di attività con soggetti esterni attraverso progetti di collaborazione scientifica che generano entrate finanziarie e alimentano l'importante voce dell'autofinanziamento (tavola 4.1a).

## 4 Technology transfer

*The transfer of technology constitutes the most visible and immediately appreciable feature of the role performed by CNR in the Italian economy and society. Our analysis starts from the external sources of funds, all of which highlight the close links between CNR and the external environment, and from examination of their temporal dynamics, which provide a yardstick of the organization's state of health. The central section of the chapter undertakes in-depth examination of CNR activities in the field of technology transfer with respect to its two major components, namely market-oriented and education-oriented, so as to highlight the nature and extent of the boost given by Italy's largest public-sector research organization to competitive edge. The closing section outlines cooperation between CNR and external bodies, focusing in particular on the activities of consortiums.*

### 4.1 External sources of CNR funding

*The ability to attract funding from outside sources is now regarded in the literature on policies for innovation as reflecting the role played by a research organization within the national economic system and especially its degree of entrepreneurial expertise. In this connection, it should be noted that CNR research units are engaged in a whole series of activities with outside bodies through projects of scientific cooperation that generate financial revenues and fuel the important budgetary item of self-financing (see table 4.1a).*

**4.1a** Fonti di finanziamento del CNR (valori /1000)
*CNR external funds*

| | Istituti Institutes | Centri Centers | CNR | % |
|---|---|---|---|---|
| **Prestazioni di servizio** / Services | **74.374** | **1.032** | **75.406** | **18,55** |
| **Convenzioni e Contratti** / Agreements | **149.212** | **6.089** | **155.301** | **38,21** |
| **Contributi** / Grants | **51.845** | **4.755** | **56.600** | **13,93** |
| **Progetti finalizzati e strategici** / Targeted and strategic projects | **20.259** | **4.371** | **24.630** | **6,06** |
| **Altro** / Others | **94.339** | **141** | **94.480** | **23,25** |
| **Totale** / Total | **390.030** | **16.387** | **406.417** | **100,00** |

**Fonte:** Fonte: DAST; Reparto I; Elaborazione CERIS-CNR (Torino) *Source: DAST; Unit I; CERIS-CNR (Turin) elaboration*

## 4 Trasferimento tecnologico

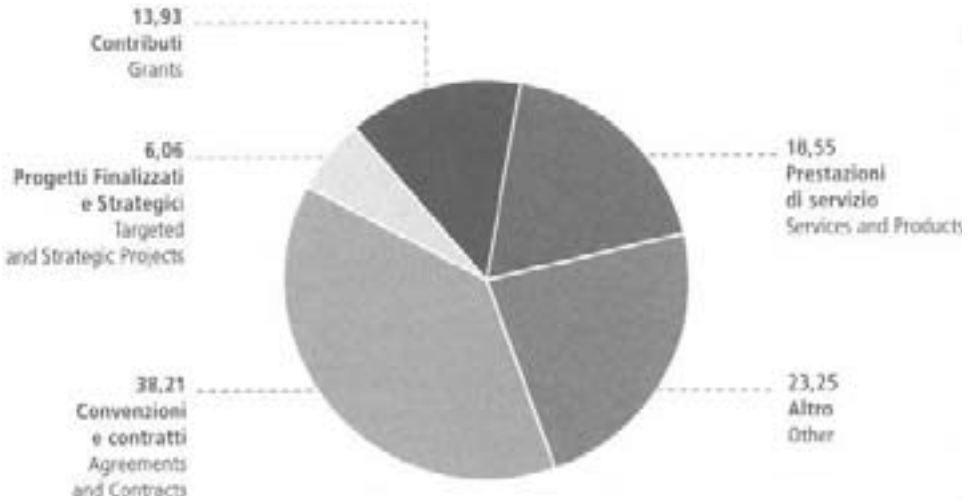
Technology transfer

Queste entrate ammontano per il 2000 ad un valore complessivo di oltre 400 miliardi e comprendono una parte di fondi reperiti direttamente sul mercato (prestazioni di servizi e contratti di ricerca), una parte di fondi pubblici sotto forma di contributi e convenzioni da vari ministeri e/o enti locali (grazie alla variegata attività scientifica svolta dagli organi di ricerca) ed infine una parte è formata da trasferimenti interni al CNR sotto forma di progetti finalizzati e strategici. È da rilevare come pur essendo le ultime due fonti a carattere pubblico, l'accesso sia oramai legato a forme di selezione/competizione spesso simili a quelle del mercato. Non a caso quindi sono considerate dagli organi di ricerca come fonti esterne di finanziamento, in quanto eccedenti la dotazione ordinaria. La tavola 4.1a illustra come il motore di questo autofinanziamento dell'Ente sia riconducibile essenzialmente agli Istituti di ricerca.

La quota maggiore di fonti finanziarie provenienti dall'esterno è rappresentata dalle convenzioni e dai contratti (38,21%); seguono ad una certa distanza le prestazioni di servizi (18,5%) e i contributi (13,9%) (tavola 4.1b).

*For the year 2000, this income amounts to a total of over 400 billion lire and comprises funds obtained directly from the market (provision of services and research contracts), public funds in the form of contributions and contracts from various ministries and/or local authorities (due to the broadly varied range of scientific activities carried out by the research units), and funds transferred within CNR in the form of targeted and strategic projects. It should be pointed out that while the last two sources are of a public nature, access to such funds is now connected with forms of selection/competition that often resemble those of the market. It is therefore no coincidence that they are regarded by the research units as external sources of funds by virtue of their nature as additional to normal allocations. Table 4.1a shows that this self-financing activity is driven primarily by the research institutes. Agreements and contracts account for the bulk of external sources of funds (38.21%), followed at a certain distance by the provision of services (18.5%) and contributions (13.9%) (table 4.1b).*

**4.1b** Finanziamenti esterni – Ripartizione % per tipologia
*CNR external funds – Percent of tipology*




Fonte: DAST, Reparto I; Elaborazione CERIS-CNR (Torino) *Source: DAST; CERIS-CNR (Turin) elaboration*

4 Trasferimento tecnologico
Technology-transfer

## 4.2 Analisi dinamica delle risorse CNR

L'analisi delle risorse CNR dai conti consuntivi degli esercizi finanziari del CNR dal 1994 fino al 2000 svolta dal Ceris-CNR di Torino mostra un interessante risultato i cui i primi segnali premonitori iniziavano ad affiorare già in alcune ricerche svolte sugli istituti di ricerca presenti in Piemonte. Nella prima metà degli anni novanta la dotazione complessiva delle strutture CNR era di oltre 122 miliardi, a fronte di finanziamenti da prestazioni conto terzi pari a circa 52 miliardi. Nel corso della seconda metà degli anni novanta questi valori si sono invertiti fino ad arrivare nel 2000 a circa 118 miliardi di dotazione (diminuita quindi rispetto al 1994) contro un'impennata dell'attività conto terzi salita a circa 180 miliardi (la voce prestazioni conto terzi comprende sia le prestazioni di servizi, sia alcune entrate derivanti da contratti, convenzioni e contributi con soggetti esterni).

La causa della diminuzione delle dotazioni, sia in termini assoluti sia monetari, è legata alla riduzione generalizzata a partire dalla prima metà degli anni novanta delle risorse pubbliche destinate alle amministrazioni statali. Di fronte a questa causa esogena, l'incremento delle prestazioni conto terzi è da imputare ad un causa endogena, rinvenibile nel mutato approccio dei ricercatori CNR nei confronti del mercato che è visto come fonte importante per reperire le fondamentali risorse finanziarie necessarie allo svolgimento dell'attività scientifica di ricerca. L'analisi del quinquennio mostra quindi un buono stato di salute del sistema CNR ed un notevole rafforzamento della capacità non solo scientifica, ma anche economico-finanziaria degli organi di ricerca CNR. Il trend di crescita futura, secondo i modelli di simulazione applicati dal Ceris-CNR, si consoliderà nei prossimi anni grazie a due cause concomitanti che stanno agendo in maniera positiva sulla performance sistemica dell'Ente: la riorganizzazione della rete e le nuove assunzioni. Tale effetto sarebbe ulteriormente amplificato se nel contempo aumentasse il trasferimento di risorse dallo Stato al CNR. Queste sono necessarie sia per far fronte alle crescenti necessità

## 4.2 Dynamic analysis of CNR resources

*The analysis of CNR resources carried out by CERIS-CNR, Turin, on the basis of CNR balance sheets from 1994 to 2000 reveals an interesting feature, the first premonitory signs of which had already begin to emerge in surveys carried out on the research institutes present in the Piedmont region. In the first half of the 1990s, the total funding allocated to CNR structures amounted to over 122 billion lire and funds from the provision of services to third parties to about 52 billion. Over the second half of the decade, this ratio was reversed to the point where the allocation for 2000 was about 118 billion lire (thus marking a decrease with respect to 1994) while the provision of services to third parties had shot up to about 180 billion. This item includes both the provision of services and some revenues from outside parties through contracts, agreements and contributions.*

*The decrease in financial allocations in both absolute and monetary terms is connected with the general drop in the amount of public resources allocated to state bodies starting in the first half of the 1990s. As against this exogenous cause, the increase in the provision of services to third parties can be attributed to an endogenous cause, namely a change in the attitude of CNR researchers toward the market, which came to be seen as an important source of the financial resources needed for the performance of scientific research. Analysis of this five-year period thus reveals a good state of health for the CNR system and a considerable improvement in the skills of CNR research units not only in scientific but also in economic and financial terms. According to the simulation models applied by CERIS-CNR, the trend of future growth will consolidate over the next few years by virtue of two concomitant causes that are having a positive impact on CNR's systemic performance, namely restructuring of the network and a fresh intake of human resources. This effect would be amplified still further if the transfer of resources from the state to the CNR were to increase at the same time. Such resources are required both in order to cope with the increasing need for basic research (a prerequisite for Italy's scientific and technological progress) and to stimulate the Italian resear-*

4 Trasferimento tecnologico
Technology transfer

della ricerca di base (indispensabile per l'avanzamento della frontiera scientifica e tecnologica del Paese), sia per stimolare il mercato della ricerca italiano che si attesta allo stato attuale su bassi livelli rispetto agli altri paesi industrializzati.

## 4.3 Attività di trasferimento tecnologico del CNR

La voce delle "prestazioni conto terzi", oltre ad avere una rilevanza finanziaria in termini di autofinanziamento, cela al suo interno anche una parte tecnologica rappresentata dall'attività di trasferimento tecnologico dell'Ente che tuttavia, come si vedrà, è assai più ampia ed articolata. In questa sezione si ritiene quindi opportuno descrivere questa attività nel dettaglio e per una maggiore chiarezza espositiva, prima di illustrare i risultati del Consiglio Nazionale delle Ricerche, si farà una breve introduzione.

Nella estesa letteratura sul trasferimento tecnologico si possono identificare due ampie categorie. Il primo è il tradizionale approccio al trasferimento tecnologico che ha focalizzato l'aspetto internazionale tra i paesi industrializzati e quelli in via di sviluppo. Una scuola più recente invece studia il trasferimento tecnologico focalizzando il processo di innovazione tecnologica e le influenze sulla struttura industriale e sui sistemi tecnologici. In questo nuovo filone si considera (Ceris-CNR, 2000) il trasferimento tecnologico come un flusso che sposta conoscenza dalle sorgenti (enti pubblici e privati di ricerca) ai fruitori (imprese), in un certo intervallo di tempo, attraverso appositi canali di comunicazione. Il canale di comunicazione è il legame tra due o più entità sociali nel quale vari meccanismi di trasferimento tecnologico possono essere attivati.

Il meccanismo di trasferimento tecnologico si può definire come una specifica forma di interazioni tra due o più entità sociali durante il quale la tecnologia è trasferita e il canale di trasferimento tecnologico può essere considerato come il legame tra due o più entità sociali nei quali i vari meccanismi di trasferimento tecnologico possono essere attivati.

Il trasferimento tecnologico svolto dalle strut-

*ch market, which is currently at a low level with respect to the other industrialized countries.*

## 4.3 CNR activities in the field of technology transfer

*In addition to its financial importance in terms of self-funding, the item "services to third parties" also contains a concealed technological component constituted by CNR activities in the field of technology transfer. As we shall see, however, these are far broader and more structured. This section will therefore provide a detailed description of these activities, For the sake of greater clarity, our overview of the results achieved by CNR will be preceded by a brief introduction.*

*The extensive literature on technology transfer can be divided into two broad categories. The first is the traditional approach focusing on the international aspect of this process between industrialized and developing countries. The other, more recent school of thought focuses instead on the process of technological innovation and influences on industrial structure and technological systems. On this view, technology transfer is regarded (CERIS-CNR, 2000) as a process whereby knowledge flows from sources (public and private-sector research organizations) to users (firms) over a certain interval of time and through specially designed channels of communication. The channel of communication is the link between two or more social entities in which various mechanisms of technology transfer can be activated.*

*The mechanism of technology transfer is defined as a specific form of interaction between two or more social entities during which technology is transferred, and the channel of technology transfer as the link between two or more social entities in which various mechanisms of technology transfer can be activated.*

*On the basis of the taxonomy employed in previous Reports, the technology transfer performed*

## 4 Trasferimento tecnologico

Technology transfer

ture CNR, utilizzando la tassonomia già impiegata in precedenti Report, è distinto in due tipologie principali: orientato al mercato (market oriented) ed orientato alla formazione (education oriented). Il primo è espresso in unità di moneta e mostra l'aspetto economico delle attività svolte. La misura monetaria, infatti, è un comune denominatore e consente facili sintesi quantitative. Questo trasferimento è considerato attivo poiché genera delle entrate finanziarie nell'organo di ricerca. I fruitori sono soprattutto organizzazioni pubbliche e private con benefici nel breve-medio periodo in termini di miglioramento della competitività e dell'ambiente. Il trasferimento market oriented è diviso, a sua volta, nelle due tipologie in senso stretto e in senso lato:

1) Attività di trasferimento tecnologico in senso stretto è un movimento diretto (o indiretto tramite interfacce) di conoscenza formalizzata o tacita dalle sorgenti ai fruitori, finalizzato alla risoluzione di un problema, di una necessità o all'accrescimento culturale di questi ultimi su un determinato campo. Questo insieme è formato da quattro elementi: A) contratti di ricerca di base o applicata; B) vendita o licensing di brevetti; C) corsi di formazione; D) know-how innovativo (progettazione e consulenza specialistica).
2) Attività di trasferimento tecnologico in senso lato è una prestazione di servizi innovativi che le sorgenti svolgono, grazie alla disponibilità di strumentazione scientifica, di competenze e di esperienze in determinati campi, a vantaggio dei soggetti fruitori. Questo insieme è formato da diversi elementi a seconda dell'attività svolta dal laboratorio di ricerca. Le categorie più importanti sono: A) analisi e prove tecniche (chimico, fisiche e biologiche); B) servizi tecnologici (omologazione, tarature, nuclear magnetic resonance, ecc.); C) servizi di qualità (accreditamento, certificazione, controllo di qualità, ecc.); D) servizi ambientali (monitoraggio acque, controllo emissioni inquinanti, ecc.); E) servizi informatici (elaborazioni dati, fornitura database, fornitura dati, ecc.); servizi e prestazioni sanitarie.

*by CNR structures is divided into the two primary categories of market-oriented and education-oriented. The former is expressed in units of money and highlights the economic aspect of the activities undertaken. The monetary yardstick serves in fact as a common denominator making it easy to obtain a quantitative overview. This form of transfer is regarded as active in that it generates financial revenues for the research body involved. The users are primarily public and private-sector organizations with short to medium-term benefits as regards improved competitiveness and environmental protection.*
*Market-oriented transfer is divided in turn into transfer in the strict and the broad sense:*

*1) Technology transfer in the strict sense is a direct (or indirect via interfaces) flow of formalized or tacit knowledge from sources to users for the purposes of solving a problem, satisfying a need, or fostering cultural growth for the latter in a specific field. This subset comprises four elements: A) basic or applied research contracts, B) sale or licensing of patents, C) training courses, and D) innovative know-how (specialized planning and consultancy services).*

*2) Technology transfer in the broad sense is the supply of innovative services carried out by sources for users due to their possession of scientific equipment, expertise, and experience in given fields. This subset comprises different elements according to the activities carried out by the research body involved. The most important categories are as follows: A) technical tests and analyses (chemical, physical and biological), B) technological services (approval, calibration, nuclear magnetic resonance, etc.), C) quality services (accreditation, certification, quality control, etc,), D) environmental services (monitoring water standards, pollution levels, etc.), E) IT services (data processing, database creation, data supply, etc.), and F) healthcare services and equipment.*

## 4 Trasferimento tecnologico
## Technology transfer

Il secondo tipo di trasferimento tecnologico, definito education oriented, è misurato in termini di unità di misura riflettenti gli aspetti meramente enumerativi di quei fatti (numero di corsi, numero di formandi, ecc.). Queste attività fruite soprattutto da studenti, borsisti, dottorandi, ecc., generano dei benefici, nel lungo periodo, per il sistema sociale ricevente in termini di fertilizzazione delle risorse umane (aumento del livello di conoscenza). Esso ha una componente tacita poiché si trasmette attraverso processi di interazione sociale all'interno di un certo ambiente (lezioni, conversazioni, convegni, seminari, ecc.).

*Education-oriented technology transfer is measured in terms of units reflecting purely numerical aspects (number of courses and trainees, etc,). Utilized above all by students, grant holders, post-graduate researchers, etc., these activities generate long-term benefits for the recipient social system in terms of the fertilization of human resources (enhanced levels of knowledge). It possesses a tacit component in that transmission takes place through processes of social interaction within a specific environment (lectures, talks, conferences, seminars, etc.).*

### 4.3.1 Trasferimento tecnologico market oriented

L'ammontare totale delle entrate derivanti dall'attività di trasferimento tecnologico market oriented nel corso del 2000 ha superato i 12 miliardi di lire, un incremento sostanziale rispetto al 1999 e ancora più accentuato rispetto agli anni passati. L'analisi delle sue due componenti, in senso stretto e in senso lato, mostra come la prima sia notevolmente incrementata in termini assoluti attestandosi su valori superiori a 4,3 miliardi che testimonia una crescente attività tecnologica dell'Ente a supporto della competitività delle imprese italiane, mentre il trasferimento tecnologico in senso lato presenta una flessione, compensata dall'incremento della voce "altro" che riguarda l'attività svolta dagli organi di ricerca che non è chiaramente imputabile agli elementi formanti le due tipologie suddette. La tavola 4.3a mostra la ripartizione percentuale delle due tipologie del trasferimento tecnologico market-oriented.

I principali meccanismi con cui agisce questo tipo di trasferimento tecnologico emergono da un'analisi trasversale delle voci e i più importanti sono:

- I brevetti del CNR, una delle voci più importanti nell'attività di trasferimento tecnologico, sono stati prodotti da 35 istituti CNR che hanno depositato 34 brevetti in Italia e 14 all'estero con entrate complessive superiori al miliardo di lire. Il totale portafoglio brevetti del CNR è di 513 unità ed un contributo importante nella

### 4.3.1 Market-oriented technology transfer

*Total revenues from market-oriented technology transfer activities during 2000 amounted to over 12 billion lire, marking a substantial increase with respect to 1999 and a still sharper rise with respect to previous years. Analysis of its two components, i.e. transfer in the strict and broad senses, reveals that the former rose considerably in absolute terms to reach figures of over 4.3 billion lire, thus attesting to CNR's increased technological activity to boost the competitiveness of Italian firms. Technology transfer in the broad sense registered a drop that is offset by the higher figures registered under the heading "other". This item covers activity by research bodies that cannot be clearly assigned to any of the elements constituting the two above components. Table 4.3a gives a percentage breakdown of the two types of market-oriented technology transfer.*

*The primary mechanisms involved in this type of technology transfer are revealed by transversal analysis of the items. The most important are listed below.*

- *CNR patents, one of the major elements in the activity of technology transfer, were produced by 35 CNR institutes, which obtained 34 patents in Italy and 14 abroad involving total revenues of over 1 billion lire. CNR has a total portfolio of 513 patents, a considerable boost to which being provided by targeted and strategic projects (see table 4.3b).*

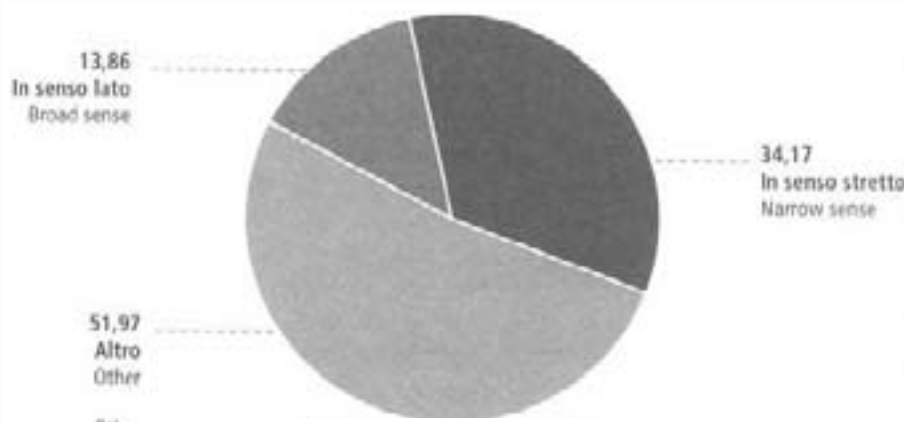
## 4 Trasferimento tecnologico
## Technology transfer

loro produzione è stato dato dai progetti strategici e finalizzati (tavola 4.3b).

- I Contratti di ricerca, sono stati la parte più consistente dell'attività di servizio svolta dal CNR ed hanno generato entrate per circa 3,3 miliardi di lire.
- La consulenza è un'altra importante voce di nicchia dell'attività di trasferimento

- *Research contracts accounted for the bulk of the services provided by CNR and generated revenues amounting to about 3.3 billion lire.*
- *Consultancy, another key element in the niche of market-oriented technology transfer activities carried out by CNR research bodies, generated financial income amounting to over 500 million lire.*

**4.3a** Trasferimento tecnologico market oriented (ripartizione % per tipologia)
*Technology transfer market oriented by type*




Fonte: DAST; Reparto I; Elaborazione CERIS-CNR (Torino) *Source: DAST; Unit I; CERIS-CNR (Turin) elaboration)*

**4.3b** Produzione di brevetti – Quadro riassuntivo anno 2000
*Patents production 2000*

| | Organi di Ricerca Institutes | Progetti Finalizzati Strategici ed altri Targeted and strategic projects | Totale Total |
|---|---|---|---|
| **Brevetti in vita al 31/12/2000** Current patents | **330** | **183** | **513** |
| **Estensioni in vita al 31/12/2000** Extensions | **77** | **24** | **101** |
| **Depositi in Italia nel 2000** Applications in Italy 2000 | **25** | **9** | **34** |
| **Depositi all'estero nel 2000** Abroad applications 2000 | **10** | **4** | **14** |
| **Entrate nel 2000 (L/mio)** Revenues 2000 (L/mio) | **743** | **265** | **1.008** |
| **Entrate degli Organi di Ricerca (L/mio)** Institute revenues (L/mio) | **208** | **—** | **209** |
| **Spese del Cnr per la gestione brevetti (L/mio)** Patents management expenditures (L/mio) | **632** | **174** | **807** |
| **Ricavi netti (Entrate Cnr+Organi-Spese Cnr) (L/mio)** Net revenues (L/mio) | **319** | **L. 90** | **410** |

Fonte: DAST; Reparto I; Elaborazione CERIS-CNR (Torino) *Source: DAST; Unit I; CERIS-CNR (Turin) elaboration)*

**4**

**Trasferimento tecnologico**

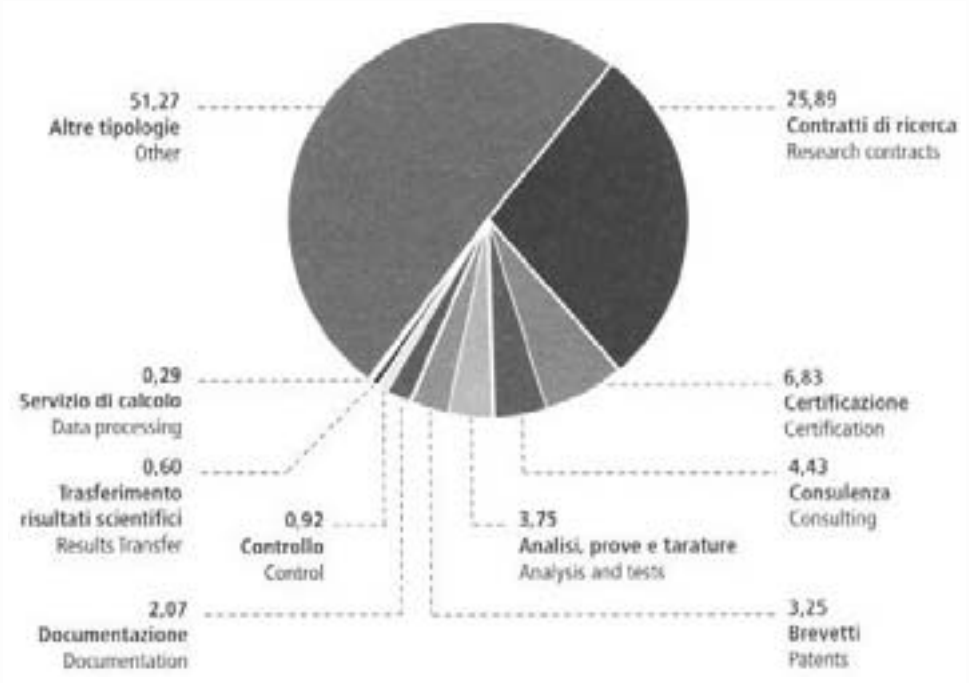
Technology transfer

tecnologico market-oriented degli organi di ricerca CNR ed ha generato introiti finanziari per oltre 500 milioni.

- Servizi innovativi (analisi, prove, tarature, servizi di calcolo, certificazione, controllo). Sono le altre voci con cui si esplicita l'attività di servizio degli organi CNR. Nella tavola 4.3c è descritta la loro ripartizione percentuale. L'area che ha contribuito maggiormente a questa attività è stata quella della scienza della vita (46,7%) seguita ad una certa distanza dall'area scienze tecnologiche, ingegneristiche e dell'informazione.
- Consorzi. Sono aggregazioni temporanee di imprese private e laboratori pubblici il cui scopo è condurre una collaborazione di ricerca in un settore industriale e successivamente trasferire i risultati ai partner del consorzio. Vista l'importanza di questo meccanismo se ne parlerà diffusamente in seguito.
- Il trasferimento di personale è una delle

- *Innovative services (analyses, tests, calibration, computation, certification and control) comprise the remaining elements of the activities carried out by CNR research bodies. Table 4.3c provides a percentage breakdown. Life sciences constitute the area of greatest importance in this connection (46.7%) followed at a certain distance by technological, engineering and information sciences.*
- *Consortiums. These are temporary associations of private firms and public laboratories formed for the purpose of carrying out joint research in a particular industrial sector and then transferring the results to the partners. Given the importance of this mechanism, it will be discussed at length below.*
- *The transfer of personnel is one of the most widespread forms of technology transfer in industrialized countries. The Japanese Shuko system involves the transfer of scientists employed by private companies to public laboratories for periods of one or more years. In Ger-*

**4.3c** Attività di servizio – Ripartizione % per tipologie
*CNR services – Percent typology*




Fonte: DAST; Reparto I; Elaborazione CERIS-CNR (Torino) *Source: DAST; CERIS-CNR (Turin) elaboration*

**4 Trasferimento tecnologico**
Technology transfer

forme di trasferimento tecnologico più diffuse nei paesi industrializzati. Il sistema giapponese, chiamato Shuko, prevede che gli scienziati delle imprese private siano trasferiti ai laboratori pubblici per uno o più anni. In Germania alcuni Lander favoriscono lo scambio di personale dai laboratori pubblici alle imprese ad altre iniziative simili sono attive in Francia e Regno Unito. In Italia prima la legge n.196 del 1997 (pacchetto Treu) e poi il D. lgs. 297 hanno previsto il distacco di ricercatori da enti pubblici di ricerca alle imprese per un massimo di 4+4 anni.

*many some Länder foster the transfer of scientists from public laboratories to firms and similar initiatives are underway in France and the United Kingdom. In Italy, law 196 of 1997 (the Treu package) and legislative decree 297 provide for researchers to be seconded from public research laboratories to firms for a maximum period of 4 + 4 years.*

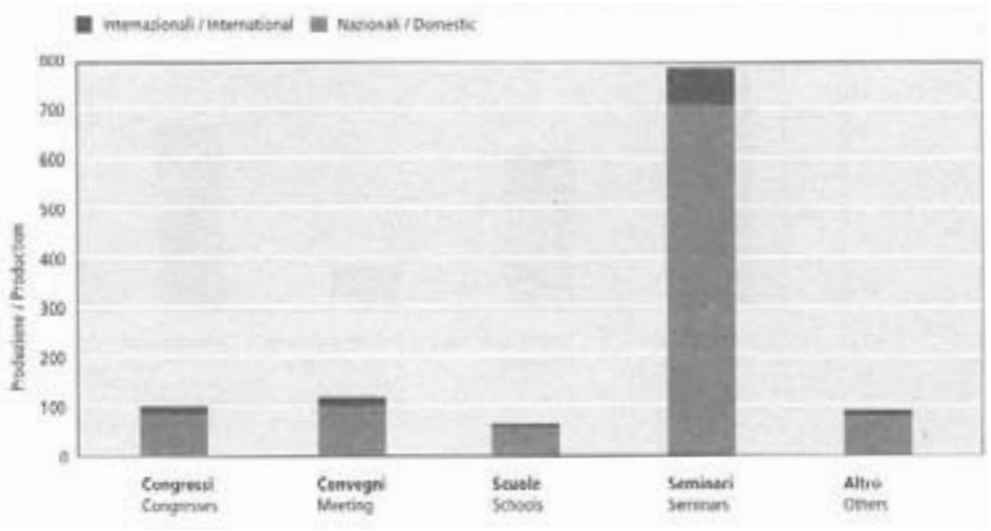
### 4.3.2 Trasferimento tecnologico education oriented

I principali meccanismi con cui agisce questo tipo di trasferimento tecnologico sono:
- Pubblicazioni. Articoli pubblicati sui giornali accademici e libri sono il più frequente mezzo di trasferimento tecnologico.
- Presentazioni scientifiche sotto forma di partecipazione del personale di ricerca a congressi.
- Organizzazione di eventi di divulgazione

### 4.3.2 Education-oriented technology transfer

*The primary mechanisms involved in this form of technology transfer are listed below.*
- *Publications. Articles published in academic journals and books are the most frequent means of technology transfer.*
- *Scientific presentations in the form of participation by research personnel at conferences.*
- *Organization of events for training and dissemination. This involves the exchange of*

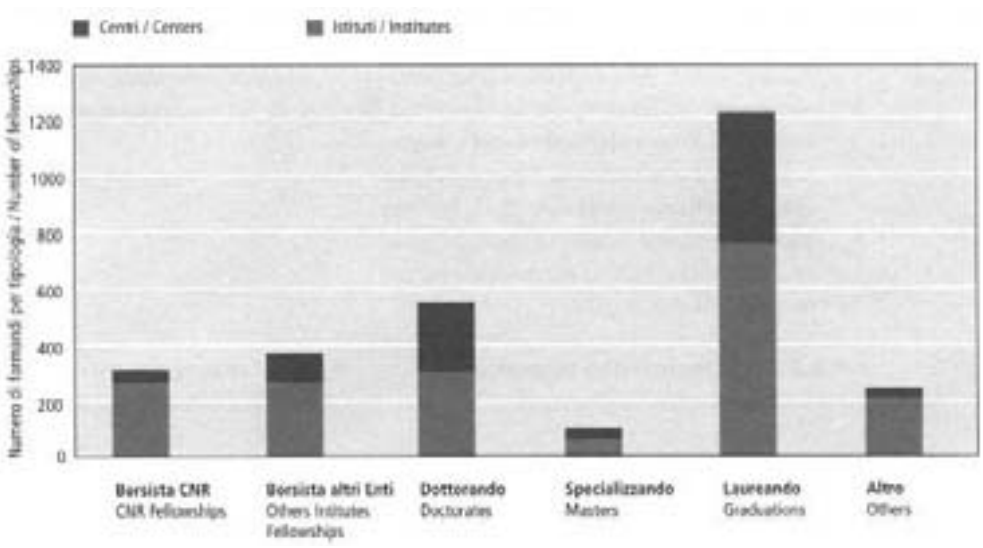
**4.3d** Attività di divulgazione e formazione degli organi di ricerca
*CNR communications and education activities*




Fonte: DAST; Reparto I; Elaborazione CERIS-CNR (Torino) Source: DAST; CERIS-CNR (Turin) elaboration

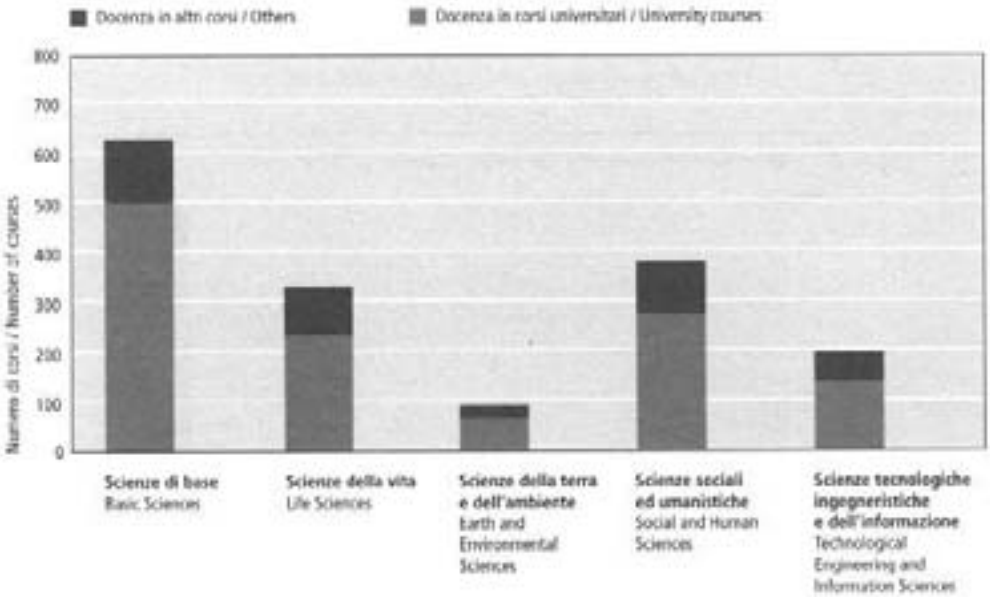
**4**
**Trasferimento tecnologico**
Technology transfer

**4.3e** Personale in formazione presso gli Organi di ricerca
*Education activities*




Fonte: DAST; Reparto I; Elaborazione CERIS-CNR (Torino) *Source: DAST; CERIS-CNR (Turin) elaboration*

**4.3f** Tipologia di Docenza dei ricercatori CNR per area scientifica
*Courses held by CNR researchers by scientific area*




Fonte: DAST; Reparto I; Elaborazione CERIS-CNR (Torino) *Source: DAST; CERIS-CNR (Turin) elaboration*