

Rapporto
sistemico
Systematic
report

C
N
R
R
E
P
O
R
T
2
0
0
2

3 Agenzia

Attraverso l'attività di Agenzia il CNR partecipa al finanziamento delle attività di ricerca in partnership con i terzi coinvolti. In altri termini, i partner contribuiscono alle spese mettendo a disposizione personale dai propri ruoli di spesa e coprendo in quota parte le voci per beni e servizi. È stato sviluppato un ampio ventaglio di strumenti diretti a rafforzare il ruolo di ente promotore di attività scientifiche e, nello stesso tempo, a caratterizzare in modo differenziato queste attività rispetto a quelle svolte da altri soggetti. L'attività di cofinanziamento del CNR può orientarsi verso programmi di breve e di lungo periodo. Le attività di lungo periodo sono rappresentate da:

- Progetti finalizzati;
- Progetti strategici;
- Gruppi nazionali della protezione civile.

Per le attività di breve periodo sono stati attivati i programmi di Agenzia 2000 e Agenzia 2001.

C'è da rilevare che il progressivo decremento dei fondi che provengono dallo Stato ha avuto un forte impatto su tutti i programmi delle attività di agenzia. Nel Piano Triennale presentato al MIUR non sono previsti fondi per l'attività di ricerca extramurale e perciò almeno fino al 2003 la situazione appare statica. Più precisamente, già nel 2001, i fondi per i progetti finalizzati sono stati ridotti di circa il 10%, mentre appare più drastica la riduzione di fondi subita da parte dei progetti strategici. Riguardo l'attività di microagenzia, sono state congelati i programmi di agenzia 2000 e agenzia 2001.

3 Agency

Through its Agency, CNR co-funds research activities in partnership with third parties. The partners share in the costs by providing staff on their pay roll and some of the goods and services. A number of tools have been specially devised to foster scientific activities and clearly differentiate them from those carried out by other players. CNR co-funds both short-term and long-term programmes. Long-term activities feature:

- Targeted projects;
- Strategic projects;
- National groups of civil defence.

Short-term programmes have been implemented under Agency 2000 and Agency 2001.

The gradual reduction in government funding has substantially impacted upon these programmes. In the 3-year Scheme, which has been submitted to MIUR, no funds have been allocated to external research activities and a standstill is to be expected until the year 2003. Targeted projects have suffered cuts in their funding by about 10% in 2001 already and strategic projects have suffered an even sharper reduction. As for microagency activities, programmes under Agency 2000 and Agency 2001 have been frozen.

3
Agenzia
Agency

C
N
R
O
R
E
P
O
R
T
2
0
0
2

3.1 Progetti Finalizzati

Nell'anno 2001 sono stati attivati tutti e quattro i progetti finalizzati in corso. I progetti finalizzati Madess2, Biotecnologie, Msta2 sono al terzo anno di attività mentre il progetto Beni culturali è al quarto anno. Si ritiene opportuno precisare che esiste un disallineamento tra l'anno di progetto e l'anno solare. L'anno di progetto spesso si completa in un arco di tempo superiore all'anno solare per motivi di diversa natura. Innanzitutto c'è sempre un lavoro preliminare all'inizio di un anno di attività di un progetto e spesso il tempo preventivato per la conclusione delle attività dell'anno stesso, nei fatti, è maggiore. Nella presente edizione del report, a differenza degli altri anni, si farà un resoconto generale delle attività dei sopracitati quattro progetti in corso. Per la suddetta analisi si prenderà in considerazione l'anno di progetto, in quanto esso rappresenta l'arco di tempo effettivo su cui imputare costi e risultati di ogni progetto finalizzato.

La tavola 3.1a riporta i finanziamenti ottenuti dai quattro progetti finalizzati nel triennio 1999-2001.

Di seguito si analizzerà l'attività dei progetti finalizzati prendendo come base non più l'anno solare bensì l'anno di progetto.

La tavola 3.1b rendiconta il budget annuo a disposizione per ogni progetto finalizzato. La tavola 3.1c descrive, per ogni anno di progetto

3.1 Targeted projects

In 2001, the four targeted projects in progress were pursued. The Electro-optic Technologies, Biotechnologies and Materials and Devices for Solid State Electronics projects are in their 3rd year of activity, whereas the Cultural Heritage project is in its 4th year. Note that there is a mismatch between the project year and the solar year. The project year not infrequently outstretches the solar year as preliminary ground-breaking work is required at the beginning of each project. Hence, more often than not, time to completion of the yearly activity exceeds the expected deadline. This edition of the report, unlike the previous ones, provides a general overview of the activities which have been carried out within the framework of the aforementioned ongoing projects. The analysis is based on the project year, which is the actual time interval to which the costs and results of each targeted project apply.

Table 3.1a lists the funds which have been allocated to the four targeted projects in the period 1999-2001.

The following description of the targeted projects is no longer referred to the solar year, but to the project year instead.

Table 3.1b reports the budget for each year of project.

Table 3.1c shows the number of units which

3.1a Spese dei progetti finalizzati (€ x 1.000) *Expenditures of the targeted projects (€ x 1.000)*

Area scientifica Scientific area	Progetti Projects	1999	2000	2001
Scienze di base Basic Sciences	Materiali e dispositivi per l'elettronica dello stato solido 2 Electro-optic technologies	10.652	11.088	5.088
	Materiali speciali per tecnologie avanzate 2 Materials and devices for solid state electronics	7.354	10.352	6.974
Scienze della vita Life Sciences	Biotecnologie Biotechnologies	7.643	897	2.643
Scienze sociali ed umanistiche Social and Human Sciences	Beni culturali Cultural heritage	9.188	312	6.277
Totale Total		34.838	22.649	20.982

Fonte: DG; Conto consuntivo 1999-2000-2001 - Importi impegnati per progetti ancora in essere Source: DG; 1999-2000-2001 Financial statements

3

Agenzia
Agency

C
M
N
R
P
O
R
T
O
R
O
2

3.1b Budget complessivo per anno di progetto (€ x 1.000)
Budget for each year of project (€ x 1.000)

Area scientifica Scientific area	Progetti Projects	I anno	II anno	III anno	IV anno
Scienze di base Basic Sciences	Materiali e dispositivi per l'elettronica dello stato solido 2 Electro-optic technologies	7.592	12.777	14.059	
	Materiali speciali per tecnologie avanzate 2 Materials and devices for solid state electronics	11.406	11.177	13.094	
Scienze della vita Life Sciences	Biotechnologie Biotechnologies	7.201	8.713	8.733	
Scienze sociali ed umanistiche Social and Human Sciences	Beni culturali Cultural heritage	6.682	6.808	9.483	7.085
Totale Total		32.881	39.475	45.369	7.085

Fonte: DAST; elaborazione gruppo di redazione Source: DAST; editorial group elaboration

3.1c Unità operative finanziate (€ x 1.000)
Units funded (€ x 1.000)

Area scientifica Scientific area	Progetti Projects	I anno	II anno	III anno	IV anno
Scienze di base Basic Sciences	Materiali e dispositivi per l'elettronica dello stato solido 2 Electro-optic technologies	268	261	247	
	Materiali speciali per tecnologie avanzate 2 Materials and devices for solid state electronics	409	323	313	
Scienze della vita Life Sciences	Biotechnologie Biotechnologies	383	397	369	
Scienze sociali ed umanistiche Social and Human Sciences	Beni culturali Cultural heritage	290	307	350	318
Totale Total		1.350	1.288	1.279	318

Fonte: DAST; elaborazione gruppo di redazione Source: DAST; editorial group elaboration

to, il numero di unità operative che ha ottenuto un finanziamento da ogni singolo progetto finalizzato. Le unità operative possono essere appartenenti alle seguenti categorie:

- CNR;
- Enti pubblici;
- Università;
- Imprese e privati.

Nelle successive tavole, invece, per ogni progetto finalizzato, viene analizzata la ripartizione percentuale dei finanziamenti per tipologia di destinatario (tavole 3.1d, 3.1e, 3.1f, 3.1g).

Nella tavola 3.1h abbiamo calcolato le diverse tipologie di risultati raggiunti dai progetti finalizzati nell'intero arco di tempo della loro attività.

have been funded through each targeted project. The units may fall under the umbrella of:

- CNR;
- Public bodies;
- Universities;
- Businesses and private individuals.

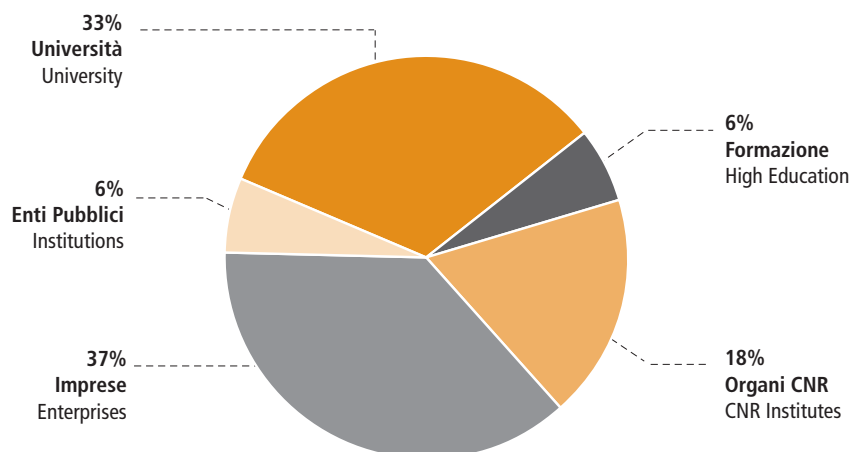
Tables 3.1d, 3.1e, 3.1f and 3.1g itemize the percentage breakdown of funds per type of beneficiary and targeted project.

Table 3.1h lists the various results which have been yielded by the targeted projects throughout their activity.

3
Agenzia
 Agency

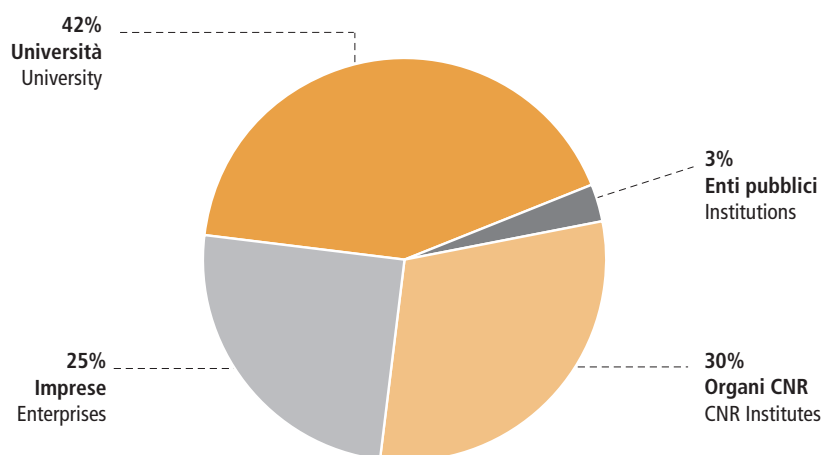
C N R O R T 2 0 0 2

3.1d Materiali e disposizione per l'elettronica dello stato solido 2 –
 Ripartizione percentuale del finanziamento per destinatari
Electro-optic technologies – Percent split of expenditure by type of beneficiary



Fonte: DAST; elaborazione gruppo di redazione Source: DAST; editorial group elaboration

3.1e Materiali speciali per tecnologie avanzate 2 –
 Ripartizione percentuale del finanziamento per destinatari
Materials and device for solid state electronics – Percent split of expenditure by type of beneficiary



Fonte: DAST; elaborazione gruppo di redazione Source: DAST; editorial group elaboration

3 Agenzia Agency

C
N
R
O
R
E
P
O
R
T
2
0
0
2

strutture di ricerca pubbliche o private, che non abbiano compiuto 35 anni, nell'anno di riferimento del bando.

I risultati del finanziamento dei progetti sono i seguenti:

- per i Progetti «coordinati» su 1.814 presentati ne sono stati approvati 363 per un ammontare finanziato di 30 miliardi di lire;
- per i Progetti «giovani» su 1.846 presentati ne sono stati approvati 399 per un ammontare finanziato di 7 miliardi di lire.

È importante rilevare come sia stata effettuata un'azione specifica di contrasto del così detto "finanziamento a pioggia". Come si rileva dalle tavole 3.3a e 3.3b mentre diminuisce il numero di progetti finanziati, aumenta l'ammontare medio finanziato per ogni progetto. Ciò porta a sostenere progetti più importanti, sia per dimensione che per scopo.

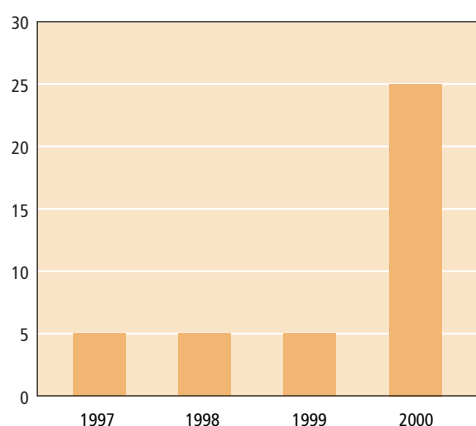
either public or private research centres and had not turned 35 the year of the call for bids.

The following projects have been funded:

- 363 "co-ordinated" projects out of 1,814 have been accepted for funding. Total funds allocated: 30 billion lira;
- 399 "young" projects out of 1,846 have been accepted for funding. Total funds allocated: 7 billion lira.

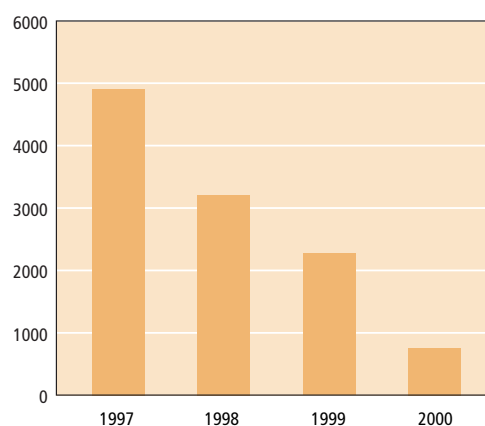
Clearly, generous funding is no longer doled out light-heartedly. Tables 3.3a and 3.3b indicate a decrease in the number of funded projects and an increase in the mean value of the funds allocated per project. Major projects in terms of scope and objectives are being increasingly funded.

3.3a Costo medio per progetto (€ x 1.000)
Average cost per projects (€ x 1.000)



Fonte: DAST; elaborazione gruppo di redazione Source: DAST; editorial group elaboration

3.3b Numero di progetti finanziati
Number of projects



Fonte: DAST; elaborazione gruppo di redazione Source: DAST; editorial group elaboration

3
Agenzia
Agency

C
N
R
R
E
P
O
R
T
2
0
0
2

3.4 Gruppi Nazionali della Protezione Civile

I Gruppi Nazionali della Protezione Civile che il CNR ha gestito nell'ultimo triennio sono i seguenti:

- Difesa rischi chimico-industriali ed ecologici;
- Catastrofi idrogeologiche;
- Terremoti;
- Vulcanologia.

La tavola 3.4a riporta i fondi ottenuti dai gruppi nel triennio 1999-2001. Dei 4 gruppi nel 2001 solo i Gruppi catastrofi idrogeologiche e difesa rischi chimico-industriali ed ecologici hanno ottenuto un finanziamento.

La tavola 3.4b classifica i finanziamenti ottenuti dai Gruppi nazionali per tipologia di destinatario. C'è da rilevare che il gruppo Difesa rischi chimico-industriali ed ecologici ha ottenuto fondi solamente per anticipo spese di direzione. Inoltre il Gruppo catastrofi idrogeologiche ha usufruito nel 2001 di circa 23.000 euro a fronte di un residuo attivo derivanti dagli esercizi passati.

3.4 National Groups of Civil Defence

Over the past three years, CNR has managed the following National Groups of Civil Defence:

- *Control of chemical, industrial and ecological hazards;*
- *Hydrogeological catastrophes;*
- *Earthquakes;*
- *Volcanology.*

Table 3.4a lists the funds which have been allocated to the groups during the period 1999-2001.

In 2001, two groups out of four, namely Hydrogeological catastrophes and Control of chemical, industrial and ecological hazards were funded.

Table 3.4b classifies the funds allocated to the National groups per type of beneficiary. The Control of chemical, industrial and ecological hazards group has received funds merely as an advance on working expenses. The Hydrogeological catastrophes group has bankrolled € 23,000 as uncollected balances of the previous business years.

3

Agenzia
Agency

C N R O R T 2 0 0 2

3.4a Fondi dei Gruppi Nazionali della Protezione Civile (€ x 1.000)
Funding of the National Emergency Relief Groups (€ x 1.000)

Area scientifica Scientific area	Gruppo Group	1999	2000	2001
Scienze di base Basic Sciences	Difesa rischi chimico-industriali Chemical-industrial risk	1.845	0	175
Scienze della terra e dell'ambiente Earth and Environmental Sciences	Catastrofi idrogeologiche Hydrogeologic catastrophes	4.223	3.643	3.350
	Terremoti Earthquakes	12	1.215	
	Vulcanologia Volcano science	50	320	0
Totale Total		6.130	5.178	3.524

Fonte: DG, Conto consuntivo 1999-2000-2001 - Importi impegnati Source: DG, 1999-2000-2001 Financial statements

3.4b Spese dei Gruppi Nazionali della Protezione Civile per tipologie (€ x 1.000)
Expenditures of the National Emergency Relief Groups (€ x 1.000)

Gruppi nazionali National groups	Spese per Direzione Management expenditures	Spese per Organi Unit expenditures	Contratti e contributi a soggetti esterni Contracts and grants to external partners	Spese per borse di studio Expenditures for study grants	Spese per il personale art. 23 DPR 171/91 Personnel costs by law 171/91
Difesa rischi chimico-industriali ed ecologici Chemical-industrial risk	175				
Catastrofi Idrogeologiche Hydrogeologic catastrophes	617	746	1.970	17	64
Terremoti Earthquakes					
Vulcanologia Volcano science					
Totale Total	791	746	1.970	17	64

Fonte: DAST, Servizio II – Organi di ricerca ed attività di agenzia Source DAST, Service II – Research bodies and agency activities

Focus

Affreschi virtuali

Aided virtual recomposition of fragmented frescos

C N R O R E P O R T 2 0 0 2

La vela del S. Matteo di Cimabue della Basilica Superiore di San Francesco in Assisi, che copriva una superficie di circa 35 mq, ha prodotto, frammentandosi nel terremoto del 1997, circa 120.000 pezzi [figura 1]. A differenza di un puzzle i frammenti raccolti non coprono l'intera superficie originaria, possono includere parti di una vela adiacente crollata nel sisma ed hanno contorni non sempre coincidenti. Il sistema progettato traspone in modalità digitale il processo di ricomposizione tradizionale ed offre all'operatore, con elevate capacità e preparazione specifica ma non necessariamente familiare con gli strumenti informatici, il ruolo centrale e strategico di gestire ed applicare nuovi strumenti di lavoro e flessibili algoritmi di analisi, destinati a rendere più agevole ed efficace l'intero procedimento. Sulla base di un dimostratore già realizzato, e validato dalla comunità dei restauratori, è in corso di sviluppo un prototipo che possa confrontarsi con la complessità della vela. La stazione multi-monitor [figura 2] permette di selezionare una regione dell'immagine dell'intero affresco che diventa lo sfondo dell'area di lavoro, visualizzata a risoluzione piena [figura 3]. L'operatore cerca la migliore collocazione dei frammenti muovendoli (simultanee rotazioni e traslazioni) attraverso un'interfaccia dedicata e può creare e gestire contenitori (per raccogliere frammenti collegati logicamente), duplicare frammenti, visualizzare in semitrasparenza, correggere il colore, la luminosità ed il contrasto, avere viste ingrandite o d'insieme del lavoro svolto: operazioni impossibili sui frammenti fisici. Il sistema gestisce e sincronizza la cooperazione tra diversi operatori che, da stazioni grafiche collegate in rete tra loro e con un server, concorrono alla ricomposizione della vela. È possibile interrogare la banca dati

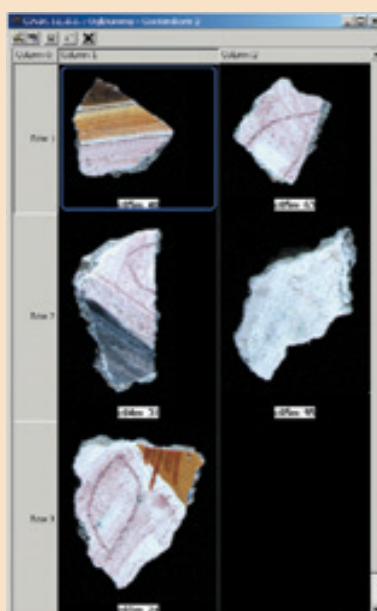
The fresco representing S. Mathew's, made by Cimabue for the Upper Church of S. Francis in Assisi, had an extension of 35 squared meters and broke, during the earthquake in 1997, into more than 120.000 pieces [figure 1]. Unlike puzzles, the collected fragments do not cover the whole surface, probably include pieces from a neighbor fresco broken during the same event and have contours that do not always match exactly. The designed system transposes the traditional recomposition process in a digital way. It offers, to operators with high skills and specific preparation but not necessarily familiar with digital systems, the central and critical role of managing and applying new tools and flexible algorithms of analysis to increase the efficiency and efficacy of the resulting work. Moving from the demonstrative version, validated by the restoration community, a prototype is being developed that deal with the full complexity of the problem. The multi-monitor [figure 2] graphical station allows the selection of a part of the image of the whole fresco as background for the working area shown at full resolution [figure 3]. The operator can look for the best place for each fragment by moving it (with simultaneous rotations and translations) across the region of interest using a suitably designed interface. He is allowed to create and manage virtual containers (collecting fragments logically related), duplicate fragments, display with half-transparency, change color, brightness and contrast, zooming or increasing the field of view: all operations that are impossible on physical fragments. The system manage and synchronize the cooperation of several operators that, using different graphical workstations connected over a network among them and with a server, can jointly work on the fresco. It is possible to make a query to a database (images of fragments) using an example-based modality, incremental and

FocusAffreschi
virtuali*Aided virtual
recomposition
of fragmented
frescos*C
N
R
O
R
E
P
O
R
T
2
0
0
2

[1]



[2]



[3]

[1]
La vela di San Matteo di Cimabue,
nella Basilica Superiore di San Francesco in Assisi.
*The fresco representing San Matew, made by Cimabue,
for the Upper Church of San Francis in Assisi.*

[2]
La stazione grafica è composta da più monitor,
uno dei quali è dedicato all'area di lavoro.
Il mouse speciale (scuro nella foto) consente di eseguire
simultaneamente rotazioni e traslazioni sui frammenti.
*The graphical workstation has several monitors,
one of which is used for the working area.
The special mouse (dark in the picture) allows
the simultaneous execution of rotations and translations
on fragments.*

[3]
I frammenti selezionati dal sistema.
The fragments selected by the system.

FocusAffreschi
virtuali*Aided virtual
recomposition
of fragmented
frescos*C
N
R
●
R
E
P
O
R
T
2
0
0
2

(immagini dei frammenti) con un approccio, iterativo ed incrementale, basato su esempi (in modo simile a ciò che i motori di ricerca testuali permettono su Internet). Un insieme di immagini (di frammenti o di regioni dell'affresco) esemplifica la tipologia di frammenti di interesse (collocabili in una certa area o affiancabili ad altri già posizionati). La valutazione della similarità tra immagini è modulare, per includere la misura di ulteriori caratteristiche visuali (al momento si utilizzano colore e tessitura, la distribuzione spaziale dei colori all'interno dell'immagine). La stretta sinergia tra sistema ed operatore impone che le metriche utilizzate dal sistema approssimino strettamente le caratteristiche percettive note del sistema visivo umano. La collaborazione in corso con l'Istituto Centrale del Restauro, molto interessato a questo approccio fortemente innovativo al restauro, fornisce stimoli riguardo funzionalità e caratteristiche visive introducibili nel sistema e supporto alla sua messa a punto.

● ● ●

CNR

*Istituto di studi sui sistemi intelligenti
per l'automazione*

iterative (similarly to what is possible on textual contents over Internet). A set of images (fragments or parts of the fresco) can exemplify the results of interest (that can be placed on a given area or at the side of other already positioned fragments). The automatic evaluation of image similarity is modular, to include new visual characteristics (at the moment colors and texture, the spatial distribution of colors are used). The tight synergy between the system and the operator impose the choice of measures that closely approximate the known characteristics of the human visual system. The cooperation with the Central Institute for Restoration, very interested in this strongly innovative approach to restoration, gives new stimuli about functionalities and visual characteristics that can be introduced in the system and support its fine tuning.

● ● ●

CNR

Institute of Intelligent Systems
for Automation

Focus

C N R O R E P O R T 2 0 0 2

Interazioni acqua-cellulosa
nella carta

La carta è uno dei più antichi materiali fatti dall'uomo.

La carta antica è composta da quantità equimolari di acqua e di cellulosa (monomero cellulosa/H₂O ³₁). Nonostante esistano moltissimi studi sia cristallografici che spettroscopici sulla carta, la sua struttura è tutt'altro che chiara, particolarmente per quel che riguarda la morfologia dell'acqua e l'interfaccia cellulosa-acqua. È infatti ben chiaro che l'acqua non fa parte della matrice della cellulosa ed è contenuta in pori, le cui dimensioni non sono però conosciute. È importante notare che questa acqua non può essere rimossa senza causare un completo collasso della struttura della carta. In un pezzetto di carta l'acqua è contenuta in piccolissime cavità aventi diametri differenti e interconnessi in modo diverso a seconda del tipo e della qualità della carta stessa. Ci si è proposti dunque di trovare un metodo non distruttivo per misurare queste cavità, cioè in linguaggio tecnico, di ottenere un metodo per misurare la porosità nella carta.

Utilizzando una tecnica che si chiama Rilassometria NMR dell'idrogeno, si possono osservare sia l'acqua, presente come banda stretta, che la cellulosa, presente come banda larga. Abbassando la temperatura l'acqua congela e la temperatura di congelamento dipende dalle dimensioni dei pori in cui è contenuta. Si riesce a misurare accuratamente il punto di congelamento della acqua. E' noto che più piccolo è il diametro dei pori più si abbassa il punto di congelamento di qualsivoglia liquido contenuto nella cavità stessa.

Quindi, con una serie opportuna di passaggi matematici, si riesce a misurare il diametro dei pori e la sua distribuzione. È da notare che c'è un massimo ben definito presente a circa 1.4 nanometri.

*Water-cellulose interaction
in the paper*

Paper is one among the most antique man-made materials. It is primarily composed by long fibers of cellulose. In low quality paper, this cellulose embeds in a hemicellulose and lignin matrix. In antique and laboratory prepared high quality paper, only cellulose fibers are present. Crystalline fibers are present as polymorphs, always in the stable forms of cellulose I_a and I_b. The polymorphic composition reflects the fiber botanical origin.

Cellulose is not the only primary component. An almost equimolar amount of bound water is always present. Despite many crystallographic and spectroscopic studies, the structure of the paper is still not well known, particularly on regard to the interface between water and cellulose.

The water is located in pores with a size distribution varying accordingly to the type of material. These pores may be very small, including only few water molecules. Note that the pore dimension is unknown. In many materials pore dimension can be studied removing water from the porous system and using solvents or helium or xenon to measure the pore diameter. All these methods are unsuitable in the case of paper since removing even a small amount of water from paper a permanent destruction of the material is always observed.

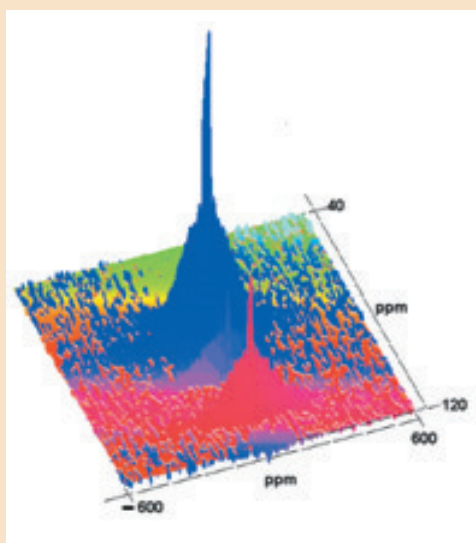
Water-cellulose interaction has been studied many years ago using many techniques including moisture sorption, deuterium exchange of hydrogen in the OH groups, infrared studies of deuteriated cellulose. More recently NMR studies were performed on cellulose, where strong water-cellulose interaction was observed. It must be noted however that water is not present as a constituent in the crystallites of the polymorphous cellulose component.

Since strong spin diffusion is present between cellulose and water, water domains must somehow permeate the cellulose domains and be related by a network of hydrogen bonds. Purpose

Focus

Interazioni
acqua-cellulosa
nella carta

Water-cellulose
interaction
in the paper



[1]

La cellulosa, componente principale della carta è presente sia in forma cristallina che amorfa. Entrambe queste forme possono essere osservate e misurate con le tecniche NMR, in particolare con la spettroscopia di carbonio allo stato solido (^{13}C CP-MAS NMR).

Utilizzando due tecniche NMR molto avanzate, chiamate WISE [figura 1] e filtro dipolare, DD, è stato possibile ottenere ulteriori informazioni sul valor medio delle dimensioni dei pori della carta. Negli esperimenti WISE e DD la magnetizzazione viene trasferita dall'acqua alla cellulosa. Utilizzando i dati di diffusione (spin diffusione) della magnetizzazione dall'acqua alla cellulosa si perviene, mediante un'opportuna serie di passaggi matematici, ad una dimensione media del poro contenente l'acqua; questa dimensione è circa 1.5 nanometri. Inoltre gli esperimenti di filtro dipolare mostrano che la magnetizzazione viene trasferita dall'acqua direttamente ai domini amorfi della cellulosa. Quindi i pori saranno circondati completamente da cellulosa amorfa e la cellulosa cristallina sarà ben distanziata.

Lo studio condotto dal nostro gruppo di ricerca, utilizzando diverse tecniche di risonanza magnetica nucleare, ha permesso di giungere alla formulazione di un modello della disposizione delle pozze di acqua nella carta, determinando anche le dimensioni di questi pori. Il risultato ottenuto da questo studio segna un traguardo importante che consente una

[1]

Spettro WISE
di un campione di carta Linters.
Tempo in cui può avvenire
la spin diffusione 5 ms.
2D-WISE maps
of Linters paper
obtained with a mixing
time of 5 ms.

of this work is to characterize the water component present in paper and to find a relation between suitable NMR parameters and the structure of the water pools.

^1H NMR relaxometry gives information on both cellulose and water and, in an indirect way, also on the water-cellulose interactions. At 300K, the ^1H wide line spectrum of paper shows two superimposed resonances; the broader one is due to the cellulose, with a line width about 30 KHz; the sharper one is due to the confined water and its line width is about 1.5 KHz

Paper can be considered a porous system containing a mobile species, the water, embedded into a rigid matrix of cellulose. The physical properties of a liquid confined within small pores are different from the properties of the bulk material; in particular the melting temperature of the confined liquid is depressed and tightly related the pore size distribution itself. This approach uses the water itself as a probe molecule. Applying this technique an interesting investigation of the freezing phenomena at a molecular level of water restricted to small volumes, can be performed.

The intensity of the water resonance as a function of the temperature has been used for obtaining the pore size distribution. A strongly asymmetric distribution with a well defined maximum at 1.4 nm has been found.

^{13}C NMR spectroscopy can give information on the relative amount of cellulose polymorphous forms and on the crystalline/amorphous ratio, but not on water pools.

Information about the spatial relationship between different domains or even about different molecular moieties can be obtained by spin diffusion, i.e. the transfer of magnetization. Spin-diffusion data can be transformed into reliable special phase structure if the spin-diffusion coefficient is known.

The average size of water pools has been confirmed applying NMR techniques suitable for

Focus

Interazioni
acqua-cellulosa
nella carta

*Water-cellulose
interaction
in the paper*

C
N
R
I
N
F
O
R
M
A
Z
I
O
N
E

migliore valutazione della carta, del suo de-
grado e degli interventi necessari per restau-
rarla.

• • •

CNR

Istituto di metodologie chimiche.

*studying spin diffusion processes, i.e. dipolar fil-
tered methods and 2D WISE [figure 1]. Data ob-
tained with both methods are able to give direct
information on the cellulose-water interactions
and show that the amorphous component of cel-
lulose is located in proximity of the water pools.
An evaluation of the average diameter R of wa-
ter pores was obtained, $R = \sim 1.5 \text{ nm}$, which com-
pares extremely well with the pore dimension
obtained from wide line data.*

*A rough evaluation of the distance between crys-
talline domains surrounding a water pool results
of the order of 3nm. Using these results an in-
sight into the paper morphology is given.*

*It must be pointed out that the knowledge of the
paper morphology is also important for the
restoration and preservation of ancient paper.*

• • •

CNR

Methodological Chemistry Institute