

studenti e post-doc stranieri). Inoltre, per lo sviluppo delle tecnologie diffusive, quali le nanotecnologie e la fotonica, occorre procedere nella direzione di “concentrare gli sforzi su quei centri di eccellenza che già adesso sono di grande qualità e in grado di offrire servizi di base e applicativi e che possano crescere come centri di aggregazione e di riferimento, sia per la ricerca che per il trasferimento tecnologico e la formazione, in collegamento tra pubblico e privato”

Deve comunque essere sottolineato quanto sia ancora inferiore l'investimento italiano nella ricerca, anche in tali aree prioritarie, rispetto ad altri Paesi. Basti un esempio per quanto riguarda le nanotecnologie: negli Stati Uniti il bilancio 2006 della NNI (National Nanotechnology Initiative) è pari a oltre un miliardo di dollari (cioè circa uguale a tutto il bilancio del CNR), grazie a progetti finanziati per il 33% dalla National Science Foundation (344 M\$), per il 22% dal DoD - Ministero della Difesa (230 M\$), per il 20% dal DoE - Ministero dell'Energia (203 M\$), per il 14% dal NIH - National Institute of Health (145 M\$), oltre a contributi minori da altre Agenzie [fonte: *Nanotech Briefs*, vol.3, n. 5 - May 2006]

1.4 L'impostazione strategica del CNR

Appare evidente come la scienza della materia debba giocare un ruolo strategico e centrale nel CNR, sia in termini di crescita della conoscenza e dell'interdisciplinarietà, sia in termini di sviluppo tecnologico e trasferimento al mondo produttivo. Da questo punto di vista, le competenze e le strutture scientifiche già esistenti all'interno del Dipartimento Materiali e Dispositivi garantiscono un ottimo livello di partenza, tanto sul versante dell'innovazione tecnologica quanto su quello del posizionamento nel contesto internazionale.

Per mantenere e anzi innalzare tale livello è tuttavia necessario operare delle scelte che riflettano le principali competenze nazionali e l'esistenza di centri e *facilities* di comprovato valore internazionale. Contestualmente sarà necessario generare know-how di interesse per le imprese nazionali ed internazionali.

Alcuni elementi essenziali della strategia per il successo del Dipartimento possono essere individuati, ad esempio, nelle seguenti azioni:

- superamento della fase transitoria di riorganizzazione delle competenze, risorse e strutture dell'INFM e dell'INOA all'interno del CNR, che garantisca la massima sinergia nella partecipazione di tutti gli esperti ai progetti comuni;
- potenziamento della competitività e della capacità di innovazione dei centri e delle *facilities* di riferimento internazionale attualmente esistenti nel CNR, attraverso la scelta selettiva di progetti e linee di ricerca coordinati a livello nazionale e ben inseriti nella ricerca internazionale, e con un piano di crescita ed investimenti nel medio termine;
- potenziamento dei rapporti CNR/Università, con il duplice scopo di aprire a gruppi universitari l'accesso alle *facilities* CNR e di incrementare fortemente il numero di giovani (laureandi e dottorandi) presso le strutture CNR. Il Dipartimento ritiene che questi scopi si possano raggiungere attraverso una stretta collaborazione con le iniziative del Consorzio Nazionale Interuniversitario di Struttura della Materia (CNISM), anche per stabilire i necessari raccordi con quella parte di ricerca delle Università non inquadrabile nelle linee progettuali dell'Ente;
- potenziamento del rapporto CNR - mondo industriale, in materia di R&S, anche mediante lo sviluppo di laboratori compartecipati, costituiti da strutture CNR e imprese, ai fini della ricerca e sviluppo di medio- lungo termine e ad alto rischio, soprattutto nei settori hardware e di sviluppo di processi e tecnologie;
- pianificazione di investimenti e incrementi di risorse sulla base di valutazione accurata dei risultati scientifici, dell'impatto della ricerca, e del successo nel trasferimento tecnologico dei risultati;
- costituzione di un comitato esterno di rappresentanti delle industrie che coadiuvi in materia di indirizzo programmatico il Consiglio Scientifico del Dipartimento;

- costituzione di un gruppo di lavoro interno al Dipartimento con funzioni di indirizzo delle attività e dei rapporti internazionali, particolarmente in relazione alle large scale facilities, alla Comunità Europea, agli USA ed al Giappone;
- potenziamento della capacità di “raising matching funds”.

L'apporto del Dipartimento può dunque essere considerato peculiare nel panorama italiano perché garantisce, da un lato, la disponibilità di strutture e laboratori con sofisticate dotazioni strumentali e di ricercatori di comprovata esperienza internazionale, e dall'altro una ampia rete di collaborazioni nazionali ed internazionali, che permettono un'azione incisiva anche nella formazione del personale che si avvicina alla ricerca scientifica e tecnologica. Tra le collaborazioni nazionali, è strategica quella con il CNISM – Consorzio Nazionale Interuniversitario di Struttura della Materia, che riunisce le competenze preesistenti nell'INFM e non collocate presso le strutture attualmente INFM-CNR. Per le collaborazioni internazionali, è fondamentale il ruolo giocato dal CNR, e in particolare dal Dipartimento, nel garantire alla comunità scientifica italiana l'accesso a varie *large-scale facilities*, quali le sorgenti di neutroni e di luce di sincrotrone (ISIS, ILL, ESRF, ...).

2. LE COMPETENZE DISPONIBILI E LE RISORSE MOBILITATE

2.1 Il posizionamento del CNR

In accordo con l'analisi del CIVR, il settore “Fisica della Materia” è estremamente vasto, e si tratta di un'area della ricerca italiana che ricopre una posizione di avanguardia a livello internazionale in alcuni settori e, in generale, di eccellenza. In questo settore coesistono la componente tradizionale di struttura della materia e di ottica-elettronica quantistica (sia la parte teorica, che quella sperimentale e quella di simulazioni numeriche, sia classiche che quantistiche) e una componente più interdisciplinare in cui si utilizzano le stesse metodologie, ma applicate in contesti differenti, rilevanti anche per la biologia.

Il CNR, ed il Dipartimento Materiali e Dispositivi in particolare, anche attraverso le strutture INFM-CNR, continua a dare importanti contributi alla ricerca internazionale nell'area, “Fisica Applicata – Materia Condensata – Scienza dei Materiali”, e certamente riveste un ruolo guida a livello nazionale.

2.2 Gli Istituti impegnati nella macroarea

Istituti di prevista afferenza

- CENTRO DI RESPONSABILITA' DI ATTIVITA' SCIENTIFICA EX ACUSTICA “O. M. CORBINO” (SPERIMENTALE) (Roma)
- APPLICAZIONI DEL CALCOLO “MAURO PICONE” (Roma, Bari, Firenze, Napoli)
- BIOFISICA (Genova, Milano, Pisa, Palermo, Trento)
- CIBERNETICA “EDUARDO CAIANIELLO” (Pozzuoli - Napoli)
- FISICA APPLICATA “NELLO CARRARA” (Sesto Fiorentino - Firenze)
- FOTONICA E NANOTECNOLOGIE (Roma, Povo - Trento, Milano)
- METODOLOGIE INORGANICHE E DEI PLASMI (Monterotondo Scalo - Roma, Potenza, Bari, Roma)
- MICROELETTRONICA E MICROSISTEMI (Catania, Bologna, Napoli, Roma, Lecce)
- PROCESSI CHIMICO-FISICI (Pisa, Bari, Messina)
- STRUTTURA DELLA MATERIA (Roma)

- CENTRO DI RESPONSABILITA' DI ATTIVITA' SCIENTIFICA EX SISTEMI COMPLESSI (SPERIMENTALE) (Roma, Firenze)
- CENTRO DI RESPONSABILITA' SCIENTIFICA INFM
- CENTRO DI RESPONSABILITA' SCIENTIFICA INOA

Istituti partecipanti

- SCIENZE DELL' ATMOSFERA E DEL CLIMA
- MATERIALI PER L' ELETTRONICA ED IL MAGNETISMO

2.3 I partner esterni

Il Dipartimento, attraverso le attività svolte nei Progetti e nelle Commesse, mantiene una importante rete di collegamenti scientifici, tecnologici e produttivi con Università ed Istituzioni pubbliche e private, sia nazionali che internazionali.

Le principali collaborazioni, suddivise per tipologia di Ente, sono elencate nel seguito.

Enti pubblici:

Archivi di Stato di Firenze, Prato, Venezia e Frosinone; ARPA Emilia Romagna, Toscana, Veneto; Azienda Ospedaliera di Pisa, di La Spezia; Biblioteca degli Uffizi di Firenze; Comune di Pisa; IASMA, S. Michele all' Adige; ISPESEL, Roma; Istituto Superiore di Sanità, Roma; Istituto Centrale di Patologia del Libro, Roma; Ospedali: Pediatrico Meyer (Firenze), San Raffaele (Roma), Garibaldi (Catania); Province: Autonoma di Trento, di Alessandria, di Livorno, di Pisa; Regioni: Campania, Emilia Romagna, Friuli Venezia Giulia, Liguria, Lombardia, Sicilia Toscana; Soprintendenze: ai Beni Archeologici della Toscana, al Polo Museale fiorentino, ai Beni Culturali ed Ambientali di Ragusa, ai Beni Archeologici di Roma.

EPR italiani:

ASI; Centro Fermi, Roma; CETEMPS, L' Aquila; CIRA; ENEA; IBEM, Piombino; ICCU, Roma; IIT, Genova; INAF; INRIM, Torino; IRST-ITC, Trento; IENGF, Torino; INFN (varie Sezioni); Istituto Geografico Militare, Firenze; Istituto Giannina Gaslini; Istituto per le Telecomunicazioni e l' Elettronica della Marina Militare Italiana, Livorno; Opificio delle Pietre Dure e Laboratori di Restauro, Firenze; Osservatorio Astrofisico di Arcetri, Firenze; Padova Ricerche Scpa; Sincrotrone ELETTRA, Trieste; Vari Istituti del CNR;

EPR stranieri:

Accademia delle Scienze della Repubblica Ceca (vari Istituti); Agriculture and Agri-Food Canada; Berlin Neutron Scattering Center (BENSC), Germania; CEA-LETI, Francia; Centro Atomico di Bariloche, Argentina; CNRS, Francia (vari Istituti); CSIC, Spagna (vari Istituti); DESY; ESA; ESF; ESRF; FORTH, Grecia; Fraunhofer Institutes, Germania; Indian Institute of Technology, India; ILL, Francia; ILSP, Grecia; Institute of Multidisciplinary Research for Advanced Materials, Tohoku, Giappone; ISIS, UK; Istituto di Ricerche Spaziali, CNPq, Brasile; iThemba LABS, Sudafrica; LLB, France; Los Alamos National laboratori, USA; Max Planck Institutes, Germania; MIT, USA; National Institute for Materials Science, Tsukuba, Giappone; National Institute of Laser Enhanced Sciences (NILES), Egitto; National Institute of Materials Physics, Romania; National Research Council, Canada; National Research Institute for Cultural Properties, Giappone; Naval Research Laboratory, USA; NCSR Demokritos, Grecia; RIKEN, Giappone; Tyndall National Institute, Irlanda.

MIUR:

per vari Progetti (FIRB, FISR ecc.)

Altri Ministeri:

Ministero Affari Esteri; Ministero della Salute

Privati:

Alcatel Space Industries, Francia; Alenia Aeronautica; Alenia Marconi System (ora Selex-SI); AMD, Germania; Assindustria Ancona; ASSING; Avanex Italia; Baccarat, Francia; Barilla; Boston Scientific Ireland; Centro Ricerche FIAT; CESI spa, Milano; Carlo Gavazzi Space; Columbus 2004; Corecom-Pirelli; EADS CRC, Germania; EL.EN. Group, Firenze; ELBATECH, Livorno; ENEL; Wind Telecomunicazioni; ENI; ESAOTE; FlyBy, Livorno; Galileo Avionica, Firenze; HighQLaser GmbH, Austria; Italcementi; Kayser Italia, Livorno; Lambda Physik, Germania; Menarini Ricerche; Olivetti; OPTOTEC, Milano; Perkin Elmer; Philips; Pirelli Labs, Milano; Pop-Sud, Marsiglia; SAES Getters, Milano; SIEMENS, Germania; ST Microelectronics, Milano, Catania; Teskid Aluminium srl; Tetrapak; THALES, Francia; Varian.

UE:

numerosi progetti europei nel V e VI programma quadro, reti di eccellenza, azioni Marie-Curie, Euratom, Eureka

Università:**a livello nazionale**

Dipartimenti di Fisica di quasi tutte le Università Italiane; numerosi altri Dipartimenti di Università e Politecnici;

a livello internazionale

moltissime Università; se ne citano alcune a puro titolo di esempio: Chalmers University of Technology, Svezia; Clarkson University, Potsdam (USA); Cornell University, New York; Universidad Complutense, Madrid; Instituto Superior Técnico, Lisbona; Aarhus University, Danimarca; University of California Los Angeles; Copenhagen University; Oslo University; University of Tokyo; University of Salzburg, Austria; Adam Mickiewicz University, Polonia; Brown University, Providence, USA; University of Princeton, U.S.A.; Università di Gröninger (NL); Lund Institute of Technology, Svezia; ENSSAT, Lannion, Francia; Ecole Polytechnique Federale, Lausanne, Svizzera; Imperial College of Science, Tech. and Medicine, Londra; University of Tartu, Estonia; University of Nottingham, UK; University St. Andrews, UK; St. Petersburg State Technical University, Russia; Università della California ad Irvine, USA; Università di Buenos Aires; Università di Delft (NL); Università di Merida, Venezuela; Università di Patras; Università Pierre et Marie Curie, Parigi; Università Politecnica di Catalogna, Spagna; University of Cornell, USA; University of Cyprus; University of Latvia; University of Osaka, Giappone; University of Southampton, UK; University of Sendai, Giappone; University of Singapore; University of Sofia, Bulgaria; University of the Negev, Israel; University of Twente, Olanda.

2.4 Le risorse mobilitate**Risorse umane e finanziarie**

numero commesse 2005	numero moduli	personale equivalente tempo pieno	
		ricercatori	totale
126	136	718	1.136

*moduli di attività nei quali si articolano le commesse

Risorse utilizzate (full cost)							
anno	attività coperte da fonti interne		attività coperte da fonti esterne		totale		G = F + risorse da esercizi precedenti
	preventivo	consuntivo	preventivo	consuntivo	preventivo	consuntivo	
	A	B	C	D	E	F	
2005	76.391	94.521	53.613	59.429	130.004	153.950	180.304

valori in migliaia di euro

Risorse gestite direttamente						
anno	trasferimenti dal centro		entrate da terzi			totale
	preventivo	consuntivo	nell'esercizio		da esercizi precedenti	
			preventivo	consuntivo		
			A	B		
2005	9.042	10.860	14.234	15.634	9.849	36.343

valori in migliaia di euro

<i>Risorse umane</i>					
anno	ricercatori tecnologici	associati di ricerca	tecnici	amministrativi	totale personale
	A	B	C	D	E=A+B+C+D
2005	507	63	231	72	873

Ulteriori risorse umane che collaborano alla realizzazione delle attività

Associato e incaricato di ricerca	Dottorando e specializzando	Borsista	Assegnista	Professore visitatore	Collaboratore professionale	Altro	Totale
590	78	23	96	20	41	72	920

Risorse strumentali

Le risorse strumentali principali consistono in apparati:

- per la diagnostica ottica e strutturale di superfici e materiali;
- per la deposizione e la crescita di materiali;
- per la sintesi, la fabbricazione e la caratterizzazione di una vastissima gamma di micro- e nano- sistemi;
- per la diagnostica di dispositivi.

Tra gli apparati diagnostici hanno particolare rilievo quelli per indagini spettroscopiche, anche in risoluzione temporale, di assorbimento (UV, VIS, IR), di fluorescenza, di fosforescenza risolta nel tempo, DIAL, LIBS, CARS, LIF. ecc. Sono disponibili numerosi sistemi per Reologia, Spettrometria di massa, microscopia elettronica (SEM, TEM, ESEM, ..), AFM, Microscopia confocale, NMR 3D.

La dotazione strumentale comprende anche apparati di crescita dei materiali di interesse per la microelettronica, la fotonica, il magnetismo. Per lo sviluppo di processi sono disponibili complessi apparati:

- di deposizione (ALD, MBE, sistemi di sputtering UHV, reattori LPCVD, PECVD, sistemi PLD ecc.);
- di litografia (ottica ed elettronica);
- apparati per laser processing;
- apparati per reactive ion etching;
- sistemi per trattamenti termici ultra-rapidi (spike-annealing).

La strumentazione di processo è, nella maggior parte dei casi, allocata in camere pulite di Classe 100 ma anche di Classe 10.

Sono disponibili strutture per la sintesi, la fabbricazione e la caratterizzazione di una vastissima gamma di nanosistemi: tali studi possono essere svolti in un ampio intervallo di temperature, valori di campo magnetico e dal punto di vista ottico, elettrico, elettronico, magnetico, strutturale. Vi è un'ampia gamma di strumentazione per la diagnostica dei materiali cresciuti, che include apparati per la caratterizzazione morfologico-strutturale, magnetica e di trasporto con tecniche diagnostiche avanzate, ad esempio utilizzando sorgenti di luce di sincrotrone. Numerosi laboratori hanno capacità di caratterizzazione ottica dei materiali e dei dispositivi, utilizzando sorgenti laser di varia natura e caratteristiche (anche ad impulsi ultracorti e di elevata potenza). Si dispone inoltre di strumentazione per il controllo di superfici ottiche, sistemi per imaging dal visibile all'infrarosso, sistemi per l'intrappolamento e la manipolazione di atomi, diversi

· apparati per analisi con raggi x e con fasci ionici. I laboratori per misure elettriche sono equipaggiati per misure su fette (wafer) fino a 12 pollici di diametro.

A queste risorse strumentali si accompagnano spesso sistemi di calcolo e programmi appositamente sviluppati per la modellistica teorica.

Le partecipazioni societarie

- **AGORASOPHIA S.R.L.**
La Società ha come oggetto principale l'offerta di servizi per il recupero, la creazione di infrastrutture, la salvaguardia, la manutenzione e la fruizione di beni di interesse storico e/o artistico e/o scientifico.
- **ASSOCIAZIONE FESTIVAL DELLA SCIENZA**
La Società ha lo scopo di realizzare ed organizzare il Festival della Scienza e tutte le iniziative collaterali (ivi inclusi premi e pubblicazioni) che si tiene annualmente a partire dal 2003 in Genova e/o altre città italiane e straniere.
- **CALPARK – PARCO SCIENTIFICO E TECNOLOGICO DELLA CALABRIA - S.C. P.A.**
CALPARK, che conta ben 41 soci, ha per oggetto sociale la prestazione di servizi per l'innovazione tecnologica, gestionale ed organizzativa alle piccole imprese industriali, commerciali, di servizi ed alle imprese artigiane di produzione di beni e servizi. L'attuazione di tale oggetto può essere perseguita attraverso la progettazione, realizzazione e gestione di un parco scientifico e tecnologico in Calabria.
- **CENTRO ITALIANO PACKAGING (C.I.P.) s.r.l.**
La Società ha per obiettivo l'ideazione, progettazione, brevettazione e sviluppo di materiali, prodotti e processi innovativi per il settore dell'imballaggio.
- **COLUMBUS SUPERCONDUCTORS**
L'oggetto sociale di Columbus è lo studio, la ricerca funzionale, la messa a punto e successivo sfruttamento industriale di tecnologie per la produzione di cavi superconduttori di diboruro di magnesio (MgB2).
- **CONSORZIO U.L.I.S.S.E.**
Il Consorzio U.L.I.S.S.E. è stato istituito nel Marzo 1996 per promuovere in Italia lo sviluppo delle ricerche nel campo della microelettronica e dei sistemi elettronici. Lo spirito informatore nella creazione del Consorzio è stato quello di organizzare una sede di collegamento fra le forze pubbliche e quelle private attive nel settore, promuovendo, attraverso il confronto delle diverse esigenze, iniziative di ricerca applicata e di formazione.
- **CONSORZIO CATANIA RICERCHE**
Il Consorzio, istituito principalmente per assolvere alla funzione di punto di incontro delle reti della ricerca universitaria, del CNR e "industriale", ha come obiettivi il trasferimento delle conoscenze, la diffusione dell'innovazione tecnologica, la ricerca applicata, la formazione avanzata, i servizi alle imprese e lo sviluppo del territorio.
- **CONSORZIO C.E.O. - CENTRO DI ECCELLENZA OPTRONICA – FIRENZE**
Il Consorzio ha per oggetto l'esecuzione di programmi di ricerca nel settore dell'optoelettronica.
- **CONSORZIO PER L'INCREMENTO DEGLI STUDI E DELLE RICERCHE DEI DIPARTIMENTI DI FISICA DELL'UNIVERSITA' DI TRIESTE (CONSORZIO PER LA FISICA - TRIESTE)**
Il Consorzio ha per oggetto il potenziamento delle scienze fisiche dell'Università degli Studi e delle altre Istituzioni scientifiche di Trieste, con particolare riferimento ai programmi di attività svolti d'intesa con la SISSA, con l'INFN, con il CNR, con l'ICTP e con altri Enti internazionali istituiti a Trieste.

- **DHITECH - DISTRETTO TECNOLOGICO HIGH TECH S.C.R.L.**
Dhitech ha per scopo il sostenimento, attraverso l'eccellenza scientifica e tecnologica, dell'attrattività di investimenti in settori produttivi ad alta tecnologia con focalizzazione sui seguenti obiettivi strategici: consolidamento infrastrutturale della ricerca e trasferimento tecnologico su materiali, tecnologie e dispositivi miniaturizzati per applicazioni a fotonica, elettronica, biotecnologia e diagnostica di nuova generazione, ad altissimo contenuto innovativo, attraverso la costituzione (o il consolidamento) di laboratori di ricerca e sviluppo ad alto rischio in compartecipazione con le aziende multinazionali.
- **PRODOTTI E PROCESSI METALLURGICI AVANZATI - S.C.R.L. - PROMEA**
La Società ha per oggetto statutario lo sviluppo delle tecnologie tradizionali ed avanzate per l'ottenimento di prodotti e processi ad alto contenuto innovativo in grado di assicurare alle PMI specie della Sardegna prospettive di nuovi mercati, creando occasioni di nuove iniziative industriali e di occupazione stabile qualificata.
- **RETE VENTURES (RICERCA E TRASFERIMENTO TECNOLOGICO) - S.C.R.L. -**
Oggetto della Società è la promozione e sostegno della fase di trasferimento all'industria dei risultati dell'attività di ricerca dei soci (CNR, INSTM, CSGI), nonché attività di formazione professionale per l'industria e sostegno all'avvio di nuove imprese, con particolare riferimento al settore delle tecnologie chimiche e fisiche applicate a nuovi materiali, strumenti e processi.
- **SINCROTRONE TRIESTE S.C.P.A. - SOCIETÀ DI INTERESSE NAZIONALE (ELETTRA)**
La Società ha per oggetto statutario la progettazione e realizzazione in Trieste del laboratorio di luce di sincrotrone, gestione dello stesso e promozione di programmi di ricerca tecnologica applicata in settori affini.

3. GLI OBIETTIVI INDIVIDUATI DAL CNR PER ASSOLVERE AL SUO RUOLO

3.1 Macro obiettivi e finalità generali

Nel corso del 2005 è avvenuta la confluenza di INFN ed INOA nel CNR. Tale processo, sul piano scientifico-programmatico, è stato attuato attraverso la confluenza delle Commesse dei singoli Enti nei Progetti del Dipartimento. Quanto fatto ha permesso di assumere una logica progettuale, con l'accordo degli Istituti, nella assegnazione di risorse nel corso del 2005. Gli Istituti hanno operato in maniera coerente con il nuovo processo di programmazione sia in sede di gestione di risorse, in termini di full cost, sulle singole commesse e sia in sede di indirizzo delle commesse e delle ricerche spontanee a tema libero.

Tra gli obiettivi da perseguire devono esservi sia tematiche scientifiche alla frontiera delle conoscenze, sia applicazioni tecnologiche con significative ricadute economiche. Obiettivi generali possono essere:

- funzionalità, processi e proprietà comunque riconducibili agli stati condensati atomici e molecolari;
- sviluppo della conoscenza fondamentale e dell'impiego tecnologico della materia;
- sviluppo delle conoscenze e delle tecnologie legate all'interazione radiazione-materia;
- interazione di discipline diverse quali quelle fisiche, chimiche, biologiche e ingegneristiche nel settore dei nanomateriali e dei microsensori.

3.2 Contenuti dei singoli progetti

Le attività scientifiche del Dipartimento sono state svolte all'interno di 136 moduli, organizzati in 126 commesse.

L'evoluzione scientifica-gestionale ha portato poi a 163 moduli organizzati in 129 commesse, a loro volta integrate in 11 Progetti:

1. Strutture e meccanismi biologici; *articolato in 9 commesse e 9 moduli*;
2. Sistemi e materiali complessi; *articolato in 17 commesse e 20 moduli*;
3. Componenti e sistemi fotonici; *articolato in 13 commesse e 24 moduli*;
4. Materiali magnetici funzionali; *articolato in 8 commesse e 8 moduli*;
5. Nuovi materiali, processi e architetture per la microelettronica; *articolato in 9 commesse e 13 moduli*;
6. Nanoscienze e nanotecnologie; *articolato in 29 commesse e 35 moduli*;
7. Sistemi ottici e quantistici con fotoni e atomi ultrafreddi; *articolato in 11 commesse e 13 moduli*;
8. Plasmi e sistemi atomici e molecolari per applicazioni innovative; *articolato in 5 commesse e 5 moduli*;
9. Sensori e microsistemi; *articolato in 9 commesse e 12 moduli*;
10. Sviluppo e applicazione di materiali organici e colloidali; *articolato in 9 commesse e 10 moduli*;
11. Materiali, sistemi e dispositivi superconduttivi avanzati; *articolato in 10 commesse e 14 moduli*;

4. I RISULTATI OTTENUTI

4.1 Valutazioni generali sul consuntivo e sulle prospettive

Il 2005 è stato dedicato principalmente a una riorganizzazione e a una prima razionalizzazione delle commesse sugli 11 progetti in corso, soprattutto in conseguenza della confluenza di INFN e INOA nel CNR e specificatamente in questo Dipartimento. Nonostante alcune difficoltà incontrate nella gestione amministrativa e del personale, soprattutto da parte delle strutture ex-INFN, i risultati conseguiti nel 2005 sono stati generalmente molto buoni, con punte di eccellenza.

Nel 2006 e anni seguenti, tuttavia, si dovrà lavorare ancora alla ottimizzazione del sistema progetti-commesse. Questo obiettivo non solo coinvolgerà il Consiglio Scientifico del Dipartimento e i nuovi responsabili dei progetti del Dipartimento, ma richiederà anche una consultazione della comunità scientifica, per una discussione approfondita degli obiettivi dei progetti e della maggiore efficienza della struttura delle commesse, con l'individuazione dei gruppi di ricerca che ne costituiranno l'ossatura portante.

Nuovi progetti dipartimentali

Per quanto detto sopra, non sono al momento previsti nuovi progetti dipartimentali, ma è prevedibile che nel corso del 2006 sarà effettuata una revisione approfondita della struttura e degli obiettivi degli attuali 11 progetti, che potrà portare, almeno in una prima fase, alla individuazione di aree progettuali più vaste e ad una conseguente riduzione del numero di progetti.

Nuovi progetti interdipartimentali (Dipartimento guida, Dipartimenti partecipanti)

In accordo con il Piano Triennale del CNR 2005-2007, l'ente è chiamato allo svolgimento di progetti di carattere multidisciplinari a tempo definito, coinvolgenti due o più dipartimenti, aperti alla collaborazione internazionale, riducendo la polverizzazione nelle attività di ricerca e adottando processi di convergenza su progetti a carattere pluriennale.

Il Dipartimento Materiali e Dispositivi intende partecipare attivamente alla definizione e poi al raggiungimento degli obiettivi dei nuovi progetti interdipartimentali, tra i quali potrebbero

esservi uno dedicato alla “Sicurezza” (Dipartimento guida: ICT; Dipartimenti partecipanti: Materiali e Dispositivi; Terra e Ambiente), uno alla “Mobilità sostenibile” (Dipartimento guida: Energia e Trasporti; Dipartimenti partecipanti: Materiali e Dispositivi; ICT), uno alle “Aree Metropolitane” (Dipartimento guida: Terra e Ambiente; Dipartimenti partecipanti: Materiali e Dispositivi; Patrimonio Culturale), uno alla “Chimica sostenibile” (Dipartimento guida: Progettazione molecolare; Dipartimenti partecipanti: Materiali e Dispositivi; Terra e Ambiente, Agroalimentare), ed uno a “Alimenti e salute” (Dipartimento guida: Agroalimentare; Dipartimenti partecipanti: Materiali e Dispositivi; Terra e Ambiente; Scienze della vita).

4.2 Esempi di risultati di particolare rilievo

Concentrandosi in particolare sui risultati sperimentali e di trasferimento tecnologico, si possono citare alcuni di essi.

- Presso l'Istituto di Cibernetica è stato realizzato un array sensoriale composto di 200 magnetometri SQUID installato in un sistema vettoriale a 55 canali per magnetocardiografia e neuromagnetografia, operativo presso l'Ospedale di Jena (Germania). E' stata estesa la piattaforma Octapy già realizzata: è in corso la richiesta di registrazione del modulo Octapy Map Server. È stato avviato lo spin-off SIRIS Italia S.r.l. connesso ai risultati di Octapy.
- Presso l'Istituto di Fisica Applicata (IFAC) è stato utilizzato con successo in un volo ingegneristico da pallone stratosferico lo strumento REFIR, spettrometro a trasformata di Fourier a larga copertura spettrale per lo studio del bilancio radiativo terrestre. Per la prima volta lo spettro di emissione atmosferica e' stato osservato in tutta la sua estensione (da 100 a 1400 cm⁻¹) con la risoluzione della sua struttura spettrale. Il risultato e' stato pubblicato nelle news del CNR e sono in corso importanti pubblicazioni scientifiche.
- Le attività sviluppate, anche in stretta collaborazione, presso IFAC e presso l'Istituto di Fotonica e Nanotecnologie (IFN) hanno portato allo sviluppo di nuovi materiali e di processi e dispositivi innovativi per la realizzazione di laser ed amplificatori microottici ed ottici integrati, basati su vetri con terre rare.
- Presso l'Istituto per la Microelettronica e Microsistemi (IMM) lo sviluppo di sistemi cromatografici per la misura di bassissime concentrazioni (ppb) di inquinanti gassosi in aria, basati su sensori ad ossidi metallici semiconduttori microlavorati in silicio, è stato oggetto di trasferimento tecnologico verso una PMI per la realizzazione di uno strumento portatile finalizzato alla misura di BTEX (benzene, toluene, etilbenzene e xilene).
- L'attività di IMM incentrata sul niobato di litio (LiNbO₃) ha portato alla realizzazione di un microinterferometro a scansione senza parti in movimento, realizzato con tecniche di ottica integrata. Lo strumento è progettato per eseguire misure di spettrometria di Fourier in assorbimento per la rivelazione, da satellite, di gas atmosferici in traccia. Per questo microinterferometro sono in corso di espletamento le pratiche brevettuali (Brevetto N: CZ2004A000017) da parte di una industria del settore (Carlo Gavazzi Space SpA), che è stata partner del progetto di ricerca finanziato dall'ASI.
- I risultati ottenuti nel campo della microscopia a scansione capacitiva hanno permesso di firmare un accordo di collaborazione pluriennale con la Società PSIA che ha scelto l'IMM per stabilire il primo laboratorio congiunto in Europa (attualmente unico) per lo sviluppo di applicazioni della microscopia a scansione di sonda in microelettronica.
- Un'attività interdisciplinare di grande rilievo svolta presso l'Acustica “O.M. Corbino” ha riguardato la creazione dell'ICES (International Centre for Earth's Sciences). Nato come forma associativa fra CNR, Università di Messina, ed INOGS (Istituto Nazionale di Oceanografia e Geofisica Sperimentale; Trieste), ha come scopo lo sviluppo di collaborazioni internazionali per l'impiego di sensori innovativi nelle scienze della Terra.

- L'attività svolta nell'Istituto di Metodologie Inorganiche e dei Plasmi (IMIP) ha permesso il raggiungimento di obiettivi di eccellenza, riconosciuti con la partecipazione due network internazionali, "Centers of Excellence for Plasma Science and Technologies" e PLASTET (Plasma Laboratory in Space).
- Molte attività svolte presso l'Istituto di Biofisica (IBF) hanno confermato il loro elevato valore strategico, grazie alle prospettive di ricadute applicative dei risultati, quali, ad esempio, in campo farmacologico, la progettazione di molecole per terapie della fibrosi cistica, o le proprietà citotossiche calcio-mediate di adenino-nucleotidi (in fase di brevetto).
- Nell'ambito del progetto "Componenti e sistemi fotonici" del Dipartimento, l'Istituto dei Materiali per l'Elettronica ed il Magnetismo (IMEM) è stato sviluppato e dimostrato sperimentalmente il concetto di Quantum Dot Strain Engineering per la realizzazione di nanostrutture a punti quantici con emissione ottica nelle bande spettrali di interesse per applicazioni fotoniche.
- Presso l'INOA, nell'ambito del progetto EU-ARTECH, nel marzo 2005 è stata effettuata una campagna diagnostica alla National Gallery (Londra) con il laboratorio mobile (MOLAB) su dipinti di Leonardo e di scuola leonardesca, tra i quali la "Vergine delle Rocce". La riflettografia IR ha rivelato un disegno nascosto, attribuito a Leonardo, completamente diverso dal dipinto finale, e inatteso dagli esperti. La scoperta ha avuto grande risonanza internazionale, con numerose citazioni anche sulla stampa.
- Sempre in INOA è stato proposto un nuovo metodo ottico di precisione per la lettura di segnali termici e meccanici da risonatori in fibra con successiva presentazione di brevetto italiano; "Metodo di aggancio in frequenza di un laser ad un risonatore ottico in fibra a birifrangenza indotta, metodo di interrogazione di un sensore di deformazione statica e/o dinamica facente uso di tale aggancio, e relativi apparati", No. RM2006A000279.
- Presso il Laboratorio Lamia-INFM è stato prodotto per la prima volta al mondo uno spezzone di 1600 m di lunghezza di MgB2 il cui collaudo positivo ha consentito il pieno decollo di Columbus Superconductors con il trasferimento a questa società della produzione.
- Presso CRS COHERENTIA è entrato in funzione un nuovo apparato multicamera per la crescita e deposizione dei film sottili con caratteristiche di unicità assoluta a livello mondiale. L'apparato, ormai attivo in tutte le sue parti, permette sia di caratterizzare il processo di espansione del materiale prodotto nell'ablazione laser di ossidi complessi in atmosfera di ossigeno, che di effettuare una vasta serie di analisi di superficie (diffrazione elettronica, spettroscopia di fotoemissione, microscopia a sonda, etc.) su campioni appena prodotti e mai esposti all'atmosfera.
- Presso CRS ULTRAS è stato prodotto sperimentalmente un treno di impulsi ad attosecondi, mediante il processo di generazione di armoniche di ordine elevato, utilizzando come radiazione fondamentale un laser a femtosecondi stabilizzato in fase. Il treno di impulsi è stato analizzato spettralmente. Il risultato si inquadra in modo significativo nel settore emergente della fisica degli impulsi ad attosecondi.
- Nell'ambito delle attività di CRS SOFT sono stati effettuati i primi test dello spettrometro BRISP (Brillouin Spectrometer) realizzato presso l'Institut Laue Langevin di Grenoble (Francia). Lo spettrometro ha avuto una considerevole risonanza nel mondo scientifico, ma anche sulla stampa, come risulta dal sito dell'ambasciata Francese a Roma.
- Presso CRS NEST sono stati realizzati quattro dispositivi laser THz a cascata quantica singolo modo con risuonatore DFB operanti nel range di frequenze 2.2-2.5 THz. Uno è stato fornito all'agenzia aerospaziale tedesca (DLR - Berlino), uno alla Rice University (Houston, USA), due alla ditta Physical Sciences Inc. di Andover, USA.

4.3 Dati quantitativi sui prodotti della ricerca

anno	Articolo su rivista	Capitolo di libro	Libro	Brevetto	Risultato di valorizzazione applicativa	Progetto, composizione, disegno e design	Performance, mostra ed esposizione	Manufatto ed opera d'arte
2003	892	28	50	12	7	12	0	0
2004	1.213	74	10	15	34	1	18	0
2005	1.152	99	13	17	28	0	21	16

**i dati si riferiscono agli istituti afferenti e si fa riferimento alla classificazione definita dal CIVR*

^di cui 2.313 prodotti da INFN; ^^di cui 114 prodotti da INFN

4.4 Le “reti di relazioni” costruite

L'attività di ricerca del Dipartimento è attuata in gran parte attraverso progetti nazionali (oltre 60), progetti europei (oltre 50), accordi di collaborazione internazionali (oltre 15), accordi di collaborazione e/o contratti con aziende italiane (oltre 25), e numerosi accordi di collaborazione con Università ed Enti di ricerca nazionali ed internazionali, oltre che con Enti locali.

Il Dipartimento, inoltre, partecipa a molte delle azioni COST; a tale proposito, si ricorda che, tra le azioni a cui partecipano gruppi italiani, ve ne sono 9 sui materiali, 6 sulla fisica e 22 sulle telecomunicazioni, scienze dell'informazione e tecnologia.

4.5 Risultati sulle valenze orizzontali

Le attività del Dipartimento hanno mostrato anche una forte valenza orizzontale, con numerose iniziative in tema di rapporti con l'industria e trasferimento tecnologico (con creazione di nuovi spin-off), in tema di rapporti internazionali (partecipazione a Networks of Excellence della Comunità Europea, come pure ad iniziative Inter-Reg, ed a reti promosse da ESA e IAEA), ed in tema di formazione giovanile (con iniziative mirate anche alle Scuole primarie e secondarie).

Di particolare rilievo è l'accordo quadro siglato con il Consorzio Nazionale Interuniversitario per le Scienze fisiche della Materia (CNISM) che prevede una sistematica collaborazione tra le Università consociate attraverso l'inserimento di ricercatori e professori universitari nella programmazione e nello svolgimento delle attività del CNR nel settore delle scienze della materia.

Altre collaborazioni importanti sono state realizzate con diversi Enti pubblici di ricerca tra i quali l'ENEA, l'ASI e l'INFN, e con imprese nazionali e internazionali per applicazioni in vari campi delle nanotecnologie (ad esempio ST-Microelectronics e Finmeccanica).

La partecipazione alle Società e Consorzi elencati al precedente paragrafo 2.4 è un altro segnale forte di attività per la valorizzazione e il trasferimento tecnologico dei risultati della ricerca scientifica.

Relazioni con partner esterni

Numerose sono le relazioni con partner esterni, sia attraverso spin-off e società consortili, sia attraverso accordi diretti. La lista di collaborazioni di cui al precedente paragrafo 2.3 corrisponde ad altrettanti progetti comuni, nel quadro di programmi nazionali e internazionali.

Non essendo possibile citare qui tutti i progetti internazionali a cui hanno partecipato le unità del Dipartimento, a titolo di esempio si riportano i soli progetti a cui hanno partecipato, nel corso del 2005, le unità INFN-CNR, suddivisi in base agli strumenti previsti dal VI programma Quadro:

Integrated Project

- Protection e Textiles MicroNanoStructured fibre systems for Emergency Disaster Wear;
- Ever-growing global scale-free networks, their provisioning, repair and unique functions;
- Emerging Nanopatterning Methods;
- New Energy Externalities Development for Sustainability;
- High brightness OLEDs for ICT & Next Generation Lighting Applications;
- Comparative Structural Genomics of Viral Enzymes Involved in Replication;

- Scalable Quantum Computing with Light and Atoms;
- European Superconducting Quantum Information Processor;

Marie Curie

- Ultrashort XUV pulses for Time Resolved and Non Linear Applications;
- Quantum Effects in Molecular Nanomagnets;
- Fundamentals in nanoelectronics;
- Modulated Electrooptic Response Imaging Technique;
- Quantum Optics for Quantum Information Processing;

NoE

- Nanoscale Quantum Simulations for Nanostructures and Advanced Materials;
- Molecular Approach to nanomagnets and Multifunctional Materials;

STREP

- Mobile system for non invasive wound state monitoring;
- Epitaxial Technologies for Ultimate Scaling;
- Development of a bioartificial pancreas for type I diabetes therapy;
- Nano-structured solid-state gas sensors with superior performances ;
- Artificial Nanomaterials for Short Wavelength Emission in the infraRed;
- Nanoscale chemical mapping and surface structural modification by joined use of X ray microbeams and tip assisted local detection;
- Chiral Dichroism in the Transmission Electron Microscope;
- Nano and micro-scale engineering of higher-performance MgB2 composite superconductors for macro-scale applications;
- Growth and Supra- Organization of Transition and Noble Metal Nanostructures;
- Human behavior through dynamics of complex social networks: an interdisciplinary approach;
- Starling in flights: understanding patterns of animal group movements;
- Self Assembly of Shape Controlled Colloidal Nanocrystals;
- Optical Lattices and Quantum Information;
- Advanced environmentally friendly multifunctional corrosion protection by nanotechnology;
- Fundamentals, Functionalities and Applications of Cavity Solitons;
- Nanocrystalline silicon films for photovoltaic and optoelectronic applications;
- Chemical Vapor Deposition Of Chalcogenide Materials For Phase-Change Memories;
- Vertically stacked memory cells on heterojunctions made of hybrid organic/inorganic materials;
- Co-Ordination Action On Defects Relevant to Engineering Advanced Silicon – Based Devices;
- Nanoscience in the European Research Area;
- A Web portal for Energy and Semiconductors Public Awareness;
- European Science Festival;
- Integrated Infrastructures;
- Integrated Infrastructure Initiative for Neutron Scattering and Muon spectroscopy.

5. I RISULTATI SPECIFICI DEI PROGETTI

PROGETTO 1 - STRUTTURE E MECCANISMI BIOLOGICI.

Le commesse nell'ambito del Progetto Strutture e Meccanismi Biologici hanno mostrato un alto valore strategico, confermato dalle prospettive di ricadute applicative dei risultati, ad esempio in campo farmacologico [progettazione di molecole per terapie della fibrosi cistica; cura di canalopatie responsabili di forme di emicrania e della malattia di Dent; proprietà citotossiche calcio-mediate di adenino-nucleotidi (in fase di brevetto); sostanze inibitrici dell'attività di leucotossine stafilococciche per il controllo di infezioni batteriche antibiotico-resistenti], ed in campo agro-alimentare [utilizzo di competenze sul trasporto di metalli per lo sviluppo di piante con favorevole rapporto nutrienti/metalli; ruolo di acquaporine nella regolazione della pressione osmotica e nell'infezione virale].

E' stato impostato un progetto di ricerca, finanziato nell'ambito dei Progetti InterReg, mirante a sfruttare le competenze nel settore del fotocomportamento per l'utilizzo di parametri fisiologici come biomonitor di inquinamento antropico di ecosistemi acquatici, sia in laboratorio che sul campo.

Lo studio dei processi cerebrali coinvolti con memoria e apprendimento, e dei disturbi nervosi connessi, presenta molti problemi aperti. Considerazioni analoghe valgono per i fenomeni di sincronizzazione neurale e per le patologie cardiache che determinano comportamenti aritmici del cuore. In questi ambiti i risultati ottenuti all'interno della commessa sono stati importanti e significativi; in alcuni casi sono stati pubblicati su riviste ad alto impact factor, ed hanno suscitato molto interesse nella comunità scientifica, come dimostrano le numerose relazioni su invito e presentazioni in congressi internazionali.

anno	<i>Risorse utilizzate (full cost)</i>						
	attività coperte da fonti interne		attività coperte da fonti esterne		totale		
	preventivo	consuntivo	preventivo	consuntivo	preventivo	consuntivo	G = F + risorse da esercizi precedenti
	A	B	C	D	E	F	
2005	11.544	14.283	8.102	8.980	19.645	23.264	27.246

valori in migliaia di euro

PROGETTO 2 - SISTEMI E MATERIALI COMPLESSI.

Il soggetto dei Sistemi e materiali complessi è molto attuale e intrinsecamente interdisciplinare; in Italia è già rappresentato da vari gruppi di riconosciuto valore internazionale. Il presente progetto, che ha per obiettivo generale lo studio del comportamento emergente dei sistemi complessi e delle loro proprietà collettive (atomici, molecolari o batterici in un contesto fisico, chimico o biologico, oppure persone, macchine o imprese in un contesto economico), si è proposto di facilitare l'integrazione dei gruppi già attivi in un sistema con notevole massa critica e capacità di azione in campi scientifici strategici ma anche in applicazioni di carattere innovativo.

Già nel primo anno i risultati sono stati notevoli sia dal punto di vista quantitativo che qualitativo. Basti pensare all'elevato numero di pubblicazioni di carattere internazionale (oltre 300), di cui più del 10% in riviste di altissimo livello, quali Physical Review Letters o Nature.

Risultati specifici sono stati ottenuti, ad esempio, nei seguenti settori:

- struttura degli stati metastabili nei vetri di spin di campo-medio, e nei grafi random;
- struttura dei punti stazionari nei vetri strutturali e loro ruolo dinamico;
- dinamica fuori dall'equilibrio in sistemi a supersimmetria rotta;
- viscoelasticità nei liquidi sottoraffreddati;
- liquidi complessi e loro struttura;
- studio sperimentale e teorico di sistemi biologici in interazione;
- modelli di interazione di agenti economici;

- ottimizzazione in biologia;
- studio di reti reali sia tecnologiche che biologiche e delle loro dinamiche;
- studio di modelli per riprodurre la crescita di superfici;
- studio analitico e computazionale delle risposte dei materiali a sollecitazioni esterne nel caso dei fenomeni di dislocazione e plasticità.

Sono stati studiati i fenomeni di auto-organizzazione e ci si è ispirati ai fenomeni biologici nello sviluppo dei nuovi materiali.

<i>Risorse utilizzate (full cost)</i>							
anno	attività coperte da fonti interne		attività coperte da fonti esterne		totale		
	preventivo	consuntivo	preventivo	consuntivo	preventivo	consuntivo	G = F + risorse da esercizi precedenti
	A	B	C	D	E	F	
2005	8.518	10.539	5.978	6.626	14.495	17.165	20.104

valori in migliaia di euro

PROGETTO 3 – COMPONENTI E SISTEMI FOTONICI.

Numerose e differenziate sono state le attività di sviluppo di Componenti e sistemi fotonici. Sono stati realizzati laser a stato solido di media potenza stabilizzati in frequenza con pompaggio a diodi, nel vicino infrarosso, finalizzati alla sensoristica e ad applicazioni metrologiche. Sono state realizzate guide d'onda ottiche di diverso tipo, attive e passive, lineari e non lineari, per la realizzazione di dispositivi fotonici per amplificazione ottica in strutture guidanti e per il controllo tutto-ottico dei segnali. Risultati di particolare interesse sono stati ottenuti mediante scrittura diretta di guide d'onda su substrati di vetro, tramite irraggiamento con laser ad eccimeri o con impulsi laser a femtosecondi. Inoltre sono state progettate e realizzate strutture periodiche di Bragg a singola e doppia barriera fotonica con le quali si è dimostrata la propagazione superluminale di impulsi a picosecondi.

Per quanto riguarda le attività relative alle applicazioni della fotonica alla biomedicina e ai beni culturali, sono state sviluppate e ottimizzate tecniche di imaging di fluorescenza, di riflettanza e di assorbimento ad elevata risoluzione temporale, di microfluorometria di biomolecole, ed anche tecniche laser per la pulitura di opere d'arte.

Sono stati inoltre realizzati i seguenti sistemi:

- guide d'onda per raggi X;
- Fresnel Zone Plates mediante FIB;
- rivelatori di tracce di gas basati su laser a diodo per la rivelazione e monitoraggio di tracce di volatili organici (tali rivelatori sono applicati con successo a processi agronomici ed ambientali);
- strutture confinate quali cristalli fotonici 1D e microcavità attive e passive ad alto fattore di qualità.
- Infine, sono stati sviluppati processi e tecniche:
- co-deposizione di organici ed inorganici basate sulla crescita da fasci supersonici;
- trattamento post-patterning di microspecchi;
- microdiffrazione su tessuto osseo ricostruito mediante cellule staminali;
- test di rivelatori X a LiF;
- studi EXAFS di ioni Er in guide di luce e di nanostrutture luminescenti di ZnO.

Molte di queste attività hanno trovato riscontro in progetti nazionali (FIRB, FISR, ..) ed internazionali (Progetti Europei, Network of Excellence,).

<i>Risorse utilizzate (full cost)</i>							
anno	attività coperte da fonti interne		attività coperte da fonti esterne		totale		
	preventivo	consuntivo	preventivo	consuntivo	preventivo	consuntivo	G = F + risorse da esercizi precedenti
	A	B	C	D	E	F	
2005	6.497	8.039	4.560	5.054	11.057	13.093	15.335

valori in migliaia di euro

PROGETTO 4 – MATERIALI MAGNETICI FUNZIONALI.

L'interesse per i materiali magnetici funzionali è in notevole crescita, soprattutto per quanto riguarda le applicazioni nel campo dei microdispositivi (attuatori e memorie), dei sensori, della spintronica e della refrigerazione magnetica. Di notevole importanza sono la progettazione e la preparazione di sistemi nanostrutturati (nanoparticelle, film sottili, multistrati, nanocompositi, nanotubi), grazie alle proprietà innovative esibite.

L'attività svolta è stata articolata in varie direzioni:

- deposizione e studio strutturale, microstrutturale e magnetico di materiali magnetici ad alta anisotropia per mezzi di registrazione magnetica (CoPt/MgO);
- sintesi chimica di nanopolveri e film magnetici nanostrutturati (FePt);
- sintesi di nanowires magnetici (ossidi di ferro) in membrane porose;
- preparazione di spring magnets (SM), che sfruttano le caratteristiche complementari di materiali magnetici soft e hard nanostrutturati;
- messa a punto di tecnologie per la produzione di perovskiti e semiconduttori magnetici per dispositivi magnetoelettronici e di nanoparticelle, nanocompositi, film granulari ed array bidimensionali con proprietà magnetiche controllate per la realizzazione di magneti bidimensionali exchange-coupled, sia rigidi che spring;
- preparazione e studio di leghe di Heusler per le caratteristiche magnetocaloriche (refrigerazione magnetica);
- studio delle proprietà strutturali in cluster di metalli nobili e correlazione con le proprietà magnetiche indotte da interazione con substrati;
- analisi del comportamento magnetico di impurezze metalliche diluite su superfici e in film di semiconduttori;
- comportamento termodinamico e diagramma di fase di antiferromagneti bidimensionali; studio (mediante Hamiltoniana efficace e metodo Monte Carlo) della termodinamica quantistica di catene magnetiche e sistemi di spin ferro-e antiferromagnetici bidimensionali in presenza di deboli anisotropie e/o campo;
- sviluppo di magnetometria risolta in spin e in tempo su sistemi a bassa dimensionalità;
- sviluppo di magnetometria di interfaccia tramite XMCD di impurezze localizzate;
- studio Mössbauer della dinamica di spin in nanostrutture magnetiche.

Sono stati sviluppati strumentazione e metodi innovativi per lo studio di nanosistemi magnetici, ottenendo la sintesi di un reticolo di nanoelementi magnetici con altissima densità lineare (5×10^6 per cm) e misurando la più alta anisotropia magnetica finora nota, in atomi di Co diluiti su Pt. Sono state prodotte matrici di dots magnetici per hard disks ad alta densità (208 Gbits/sqin); i risultati hanno ottenuto riconoscimento internazionale con il premio Descartes.

<i>Risorse utilizzate (full cost)</i>							
anno	attività coperte da fonti interne		attività coperte da fonti esterne		totale		
	preventivo	consuntivo	preventivo	consuntivo	preventivo	consuntivo	G = F + risorse da esercizi precedenti
	A	B	C	D	E	F	
2005	3.799	4.700	2.666	2.955	6.465	7.655	8.966

valori in migliaia di euro

PROGETTO 5 - NUOVI MATERIALI, PROCESSI ED ARCHITETTURE PER LA MICROELETTRONICA.

L'uso di reali dispositivi elettronici, come strumento per la verifica dell'efficacia e dell'affidabilità dei processi innovativi proposti, ha garantito un severo banco di prova per la verifica delle potenzialità e del livello di integrazione dei processi studiati.

La realizzazione di giunzioni sottili mediante irraggiamenti laser ultravioletti ha generato dispositivi MOSFET con caratteristiche elettriche migliori di quelle ottenute con processo termico convenzionale, con una resa del 80% di dispositivi funzionanti (premio al Congresso della Società Italiana di Fisica per la migliore presentazione nella sezione Elettronica e Fisica Applicata). Gli studi sulla diffusione di drogante in SOI sottile (<100nm) hanno mostrato una diffusione inferiore a quella in campioni di Si-Bulk, dovuta a questioni ottiche e a differente cinetica dei difetti di punto nel SOI. Lo studio dell'interazione tra In e B co-impantati in silicio ha mostrato che la formazione dei complessi In-B in Si è responsabile di variazioni nell'evoluzione dei difetti e nell'attivazione elettrica del materiale. Sono stati integrati contatti metallici con giunzioni sottili tramite la reazione controllata di strati di NiSi di spessore inferiore a 20 nm. L'impiego di substrati SOI ha consentito inoltre di utilizzare questi processi sino a 900 °C.

Per lo sviluppo di diodi Schottky in GaN sono stati realizzati i contatti ohmici, metallizzazioni complete, e sviluppati i processi di litografia. Sul fronte dei MOSFET in SiC sono state realizzate le giunzioni mediante impiantazione p+n, n+p e relativa ossidazione. Notevoli progressi sono stati conseguiti nello sviluppo di processi per l'epitassia di SiC su diversi substrati. Questa attività è stata effettuata in stretta collaborazione con l'industria ETC ed è stato recentemente approvato un progetto per la realizzazione di un laboratorio pubblico-privato.

Relativamente allo sviluppo di modelli fisici, alla simulazione e alle tecniche avanzate di caratterizzazione è stata messa a punto la profilometria di droganti con risoluzione inferiore al nanometro, basata sul contrasto di numero atomico al TEM. Da segnalare la messa a punto del set-up sperimentale relativo all'olografia elettronica e le prime indagini relative alla variazione del potenziale interno medio di nanoparticelle di oro in funzione delle dimensioni. Per quanto riguarda le tecniche basate sui raggi X, le strutture SON realizzate su Si di tipo p si sono rivelate di eccellente qualità cristallina. È stato messo a punto il metodo per l'analisi di complessi AsV in Si, basato sulla simulazione atomistica dei difetti e della tecnica di misura RBS-C.

Sono stati realizzati sensori di gas innovativi su micromembrane di silicio utilizzando la tecnologia sol-gel per la deposizione dello strato sensibile. Sono stati realizzati rivelatori SPAD di singolo fotone utilizzati in un sistema per l'analisi del DNA in chip tramite elettroforesi capillare (prototipo presso l'ospedale San Raffaele di Milano per la validazione). È stata sviluppata la tecnologia di realizzazione a livello wafer di matrici di microsensori chemoresistivi ad altissima sensibilità. Sono state realizzate termopile e bolometri in silicio microlavorato ad alta capacità di rivelazione a temperatura ambiente.

<i>Risorse utilizzate (full cost)</i>							
anno	attività coperte da fonti interne		attività coperte da fonti esterne		totale		
	preventivo	consuntivo	preventivo	consuntivo	preventivo	consuntivo	G = F + risorse da esercizi precedenti
	A	B	C	D	E	F	
2005	6.688	8.275	4.694	5.203	11.382	13.479	15.786

valori in migliaia di euro