sufficiente a coprire la quota italiana dell'esercizio dell'accordo intergovernativo e a riassorbire quasi completamente il debito pregresso degli anni precedenti.
Nel corso dell'esercizio si è anche finanziato il funzionamento delle linee di luce e stazioni sperimentali presso ELETTRA ed ESRF. Altre seppur modeste risorse sono stati dedicate al supporto degli utenti italiani per l'uso delle large scale facilities di luce di sincrotrone, il finanziamento di specifici progetti di sviluppo di strumentazione avanzata, di stages per personale senior e borse di studio per dottorandi a seguito di appositi bandi estesi alla comunita' scientifica nazionale.
La spesa complessiva del progetto, con uno stanziamento complessivo di euro 15.763.462,29.= ha registrato impegni per euro 15.417.188,61.=

Neutronica
Le attività del Progetto Neutroni sono proseguite sulle iniziative di sviluppo della ricerca nell'analisi fine dei materiali, attraverso l'intervento presso le grandi infrastrutture (ILL, LLB, ESS), di sviluppo di strumentazione, attraverso la conduzione dei progetti internazionali CRG (Collaborative Research Groups), e di sostegno alla comunità nazionale, attraverso interventi di promozione indirizzati ai giovani.
In generale, si segnalano

a) Aumento dell'utenza, soprattutto tra i giovani ricercatori provenienti dai settori della fisica, scienza dei materiali, chimica e biologia.
b) Partecipazione ai Network Europei di Neutronica finanziati sotto l'iniziativa Large Scale Facilities in FP4 e FP5 (TECHNI ed e VERDI con scadenza nel 2004).
c) Coinvolgimento, grazie all'attivita' strumentale dei CRG, di piccole e medie imprese presenti sul territorio nazionale nella fornitura di prodotti industriali speciali e nella realizzazione di componenti non-industriali, in stretta collaborazione con i ricercatori INFM e i dipartimenti universitari.

Nel 2004 la partecipazione a ILL e' stata pari al 3.5% del tempo macchina e, almeno nel contingente, non si è osservato un decremento della quota effettiva di tempo macchina disponibile per gli utenti italiani, le cui proposte di esperimento hanno comunque continuato a superare per un fattore due la quota pagata.

Le ricerche effettuate presso ILL coprono molti dei campi di studio della materia condensata. Dagli esperimenti effettuati dai ricercatori si può dedurre un maggior coinvolgimento delle aree disciplinari di interesse di molte delle discipline scientifiche.
Il coinvolgimento di ricercatori operanti nei settori della materia soffice e della biofisica e' stato favorito anche dal funzionamento del CRG IN13.
INFM gestisce presso ILL i due CRG (Collaborative Research Groups) IN13 (IT/FR e 50% riservato) e BRISP (IT/D e 70% riservato). Lo spettrometro BRISP fa inoltre parte degli strumenti del *Millennium Programme* che ILL considera ad alta priorità nello sviluppo del parco macchine. In generale, l'attività condotta dai due CRG ha rispettato da vicino sia gli obiettivi che le scale dei tempi stabiliti in accordo con ILL.
La spesa complessiva del progetto, con uno stanziamento complessivo di euro 3.960.893,95.= ha registrato impegni per euro 3.785.455,86.=

Calcolo
L'Iniziativa Trasversale Calcolo Parallelo è proseguita con azioni di promozione e sostegno della ricerca computazionale in fisica della materia.
Il totale di ore-CPU consumate nel 2004 è prossimo ad un milione di ore, con un consumo effettivo praticamente pari al 100% dell'assegnazione.
Per quanto riguarda più specificatamente le attività scientifiche, possiamo raggruppare le ricerche svolte nelle seguenti aree:

- Studio delle proprietà elettroniche, strutturali, e vibrazionali di sistemi a stato solido (materiali bulk, interfacce, nano-/poli-strutture, superfici e leghe);
- Modellizzazione di materiali in condizioni fisiche estreme (geomateriali);
- Biofisica molecolare e biomateriali;
- Fisica dei sistemi complessi (vetri, polimeri, ...);
- Simulazioni quantistiche di sistemi fortemente interagenti;
- Modellizzazione di materia in presenza di intensi campi elettromagnetici e/o di fenomeni di turbolenza.

La Commissione – nell'ambito della convenzione INFM-CINECA che essa cura – ha reso disponibili agli utenti INFM diverse piattaforme di calcolo parallelo: una SGI O3800 (120 processori); un IBM SP4 (512 processori); un cluster Beowulf di processori Intel, ingegnerizzato da IBM (128 processori).

La spesa complessiva del progetto, con uno stanziamento complessivo di euro 420.036,31.= ha registrato impegni per euro 409.681,22.=

Infrastrutture, Laboratori, Centri di R&S e Laboratori Regionali

TASC

Il Laboratorio nazionale TASC, istituito a Trieste fin dal 1994, è una risorsa per tutta l'attività di ricerca INFM, fornendo materiali, caratterizzazioni avanzate e strumentazione avanzata per la ricerca nel campo delle proprietà strutturali, elettroniche e magnetiche della materia. Divenuto un punto di riferimento nel proprio ambito scientifico rappresenta un primo esempio di centro di eccellenza INFM.

Il laboratorio riunisce capacità di crescita di materiali semiconduttori composti con strutture innovative ed elevate qualità funzionali con tecniche di fasci molecolari (MBE) per sperimentazione ed applicazioni in elettronica, l'optoelettronica e per l'alta mobilità, di crescita di ossidi, nitruri e materiali a base di carbonio mediante deposizione in fase vapore assistita da plasmi (PECVD) anche su substrati atomicamente puliti in ultra alto vuoto, e di fabbricazione di nanostrutture, interfacce multiple e superfici ordinate.

Nel laboratorio funzionano un Centro per la Microscopia Elettronica, che opera come facility sulla base di proposte di esperimento provenienti dall'intera comunità INFM, una divisione per la crescita MBE di semiconduttori, una facility PECVD per materiali dielettrici e nanotubi di carbonio, microscopia a sonda locale (STM, AFM, SNOM) con risoluzione atomica o subnanometrica, e di spettroscopia elettronica ad alta risoluzione energetica. La recente realizzazione delle beamlines INFM presso ELETTRA pone il TASC in una posizione di vantaggio, a livello europeo, per la ricerca sulle proprietà elettroniche e magnetiche della materia, per l'elaborazione e la caratterizzazione fisica di materiali nanostrutturati e dei relativi dispositivi per la fotonica, l'elettronica, la micro e nanomeccanica e le sue applicazioni anche di tipo biomedicale.

Nel corso del 2004 il Laboratorio ha proseguito i programmi scientifici in collaborazione a livello nazionale, comunitario ed internazionale, rendendo disponibile l'accesso a strumentazione avanzata per la crescita, fabbricazione ed analisi di materiali, film ultrasottili e nanostrutture.

Gli assi strategici della attività del TASC sono confermati dagli sviluppi della ricerca e delle infrastrutture ottenuti nel 2004.
Il TASC ha potenziato la sua strumentazione con lo scopo di consolidare il ruolo di facility nella crescita di materiali avanzati, nella analisi microscopica con risoluzione atomica ed analitica, nella nanofabbricazione e nella sperimentazione avanzata con luce di sincrotrone.
La capacità acquisita di costruire micro e nanostrutture sia con tecniche di lavorazione top-down, sia con approccio bottom-up, e la disponibilità di tecniche di microanalisi strutturali e spettroscopiche d'avanguardia rendono il TASC altamente competitivo in ambito internazionale e lo qualificano come una risorsa di fondamentale importanza per le attività di ricerca biomedica nazionali.

MDM
Il Laboratorio MDM - Materiali e Dispositivi per la Microelettronica, che opera dal 1996 presso la sede di Agrate Brianza (MI) della STMicroelectronics in stretta collaborazione con l'impresa, si pone come centro di riferimento nazionale per la realizzazione e lo studio delle proprietà strutturali, elettriche, ed ottiche dei materiali utilizzati o di futuro utilizzo nella micro- e nanoelettronica e nella spintronica a base silicio, l'impiego e sviluppo di diverse tecniche di caratterizzazione adeguate alla sempre decrescente dimensione dei dispositivi (micro- e nano-strutture), ed infine la formazione di giovani da introdurre nel mondo della ricerca applicata ed industriale (laureandi, dottorandi, training per universitari e personale della STMicroelectronics).
Le attività di ricerca del laboratorio si inseriscono in parte nel contesto della collaborazione con STMicroelectronics, facendo esplicito riferimento al piano di sviluppo della Central R&D Agrate per tecnologie impiegate nella realizzazione di memorie non volatili con tecnologia inferiore ai 0.1 micron, ed in parte nel contesto della gestione e conduzione di progetti nazionali ed europei nell'ambito dello sviluppo di materiali, metodologie, e dispositivi per applicazioni in micro e nanoelettronica a base silicio.
Le principali attività di ricerca del 2004 hanno riguardato materiali per dispositivi basati su CMOS ultrascalati, materiali e processi per dispositivi di memoria innovativi (in particolare nanocristalli metallici e semiconduttori inclusi in matrice dielettrica e tecnologie per memorie non volatili a cambiamento di fase), sviluppo di tecniche e sistemi avanzati per la tecnologia dell'informazione.

I risultati ottenuti hanno permesso di:

- individuare le problematiche di analisi e di ottimizzarne le metodologie;
- caratterizzare la composizione stechiometrica del materiale calcogenuro in relazione a differenti configurazioni di deposizione;
- evidenziare la stabilità termica del calcogenuro all'ossidazione;
- caratterizzare l'interfaccia calcogenuro-buffer per evidenziare interdiffusioni e formazione di composti, anche a seguito di trattamenti termici.

Nel corso dell'anno è stata messa a punto una procedura per la calibrazione del circuito di retroazione del Kelvin Probe Force Microscopy che permette di misurare la distribuzione del potenziale elettrico sulla superficie. In seguito a questo procedimento, il modulo KPFM risulta avere una sensibilità di 10-15 mV e un tempo di risposta che permette di eseguire scansioni di 200 punti per linea alla velocità di 0.5 righe al secondo. Purtroppo il potenziale alla superficie è fortemente influenzato dalle condizioni di questa durante la misura, difficili da controllare in ambiente di laboratorio.
La tecnica di microscopia di contrasto di forza capacitiva (SCFM) è stata applicata per localizzare la presenza di nanocristalli metallici all'interno di un film di ossido di silicio. L'interazione sonda-campione in presenza di forze elettrostatiche è stata studiata con l'ausilio di un codice ad elementi finiti, per la soluzione dell'equazione di Laplace in 2D. Questo ha permesso di individuare la dipendenza del contrasto dalla dimensione dell'estremità della sonda, dal diametro delle nanostrutture presenti e dalla loro posizione all'interno del film dielettrico.
Il Laboratorio ha ospitato nel 2004 studenti in periodo di stage per il conseguimento del diploma di laurea e per attività di tesi di laurea. Inoltre presso il laboratorio hanno operato 3 studenti di dottorato.

LENS (Laboratorio Europeo di Spettroscopie Non Lineari) nel corso del 2004 sono proseguite le attività di ricerca a carattere nazionale e internazionale, cui concorrono anche Università italiane e straniere ed altri enti ed istituzioni di ricerca pubblici e privati. Il LENS dispone di attrezzature di avanguardia nel campo delle varie spettroscopie non lineari e da tempo collabora con gruppi di ricerca afferenti all'Istituto fornendo assistenza tecnica e scientifica per l'esecuzione di progetti di ricerca nei campi di specifico interesse.

Nel corso del 2004 sono stati realizzati da ricercatori INFM esperimenti presso il LENS,: tra le ricerche effettuate citiamo l'esperimento che ha portato alla realizzazione di un Temperature-tunable Random Laser e pubblicato sulla prestigiosa rivista scientifica Nature.
L'estremo interesse di questo nuovo sistema risiede nel fatto che piccole variazioni (dell'ordine del decimo di grado) della temperatura possono accendere o spegnere la sorgente laser e cambiarne le caratteristiche spettrali d'emissione, ovvero i colori contenuti nella luce emessa. Potenziali applicazioni coinvolgono il campo degli schermi sensibili alla temperatura e il controllo remoto della temperatura in intervalli di valori d'interesse biologico.

Centri di Ricerca e Sviluppo e Laboratori Regionali

I tre Centri di Ricerca e Sviluppo NNL, NEST e S^3, fra i primi avviati, hanno rappresentato la risposta immediata alla poderosa competizione internazionale nel campo delle nanotecnologie interdisciplinari.
Per quanto riguarda NNL e NEST, entrambi i centri dispongono di sistemi per litografie a fascio elettronico e tecnologie di patterning con risoluzioni dell'ordine di 20 nm, supportate da adeguate strutture per la nanofabbricazione in clean room, le caratterizzazioni ottiche ed elettriche con risoluzione nanometrica (scannino tunneling spectroscopy, SNOM, etc), e moderni laboratori di biologia e chimica per la sintesi di sistemi molecolari ingegnerizzati. Essi raggruppano ricercatori e tecnici di diversa estrazione (fisica, chimica, ingegneria e biologia) che cooperano su tematiche altamente innovative quali: bioelettronica molecolare, computazione quantistica, nanotecnologia dei dispositivi fotonici ed elettronici, sviluppo di processi sub 10 nm, dispositivi fotonici organici, spettroscopie scanning probe a risoluzione nanometrica, etc.
Un aspetto di grande rilievo di questi CRS, confermato anche nel corso dell'ultimo anno, è la capacità di attrarre ricercatori da paesi esteri, invertendo il flusso migratorio di cervelli dall'Italia verso l'estero, in ragione della disponibilità di strumentazione stato dell'arte e di programmi altamente competitivi a livello internazionale in settori che, per la loro interdisciplinarità, sono inaccessibili alle università e ai centri di ricerca industriali anche stranieri.
Un secondo aspetto di grande rilievo nell'azione dei CRS, che si è ulteriormente confermato nel corso del 2004, risiede nella crescita del partenariato industriale e della ricerca in outsourcing, finanziata da industrie. In particolare sono quattro le multinazionali tecnologiche

(Agilent Technologies, Alenia Marconi System, TechInt e STMicroelectronics), che hanno stabilito sedi operative con personale proprio distaccato presso NNL per lo sviluppo di prototipi di dispositivi fotonici ed elettronici di tipo innovativo. Questo tipo di ricerca industriale, che prelude a forme di sviluppo precompetitivo, e' fortemente sostenuto anche da azioni governative, quali la legge 297, e permette un sostanziale incremento del capitale umano e della strumentazione presso i CRS.

In continuità con l'attività in corso, le azioni di NNL riguardano principalmente:

- Il potenziamento della ricerca esplorativa e di seeding in aree ad alto rischio, come l'elettronica biomolecolare, le spettroscopie locali, i nuovi materiali, risoluzioni limite in litografia, nuovi fenomeni di auto aggregazione;
- Il miglioramento delle capacità di produzione ad alta tecnologica, come i dispositivi di nuova concezione basati su eterostrutture organico-inorganico, dispositivi per la telecomunicazione, (laser a nanostrutture), sistemi complessi come dispositivi FET-Laser organici integrati, ottiche di diffrazione e processamento avanzato di materia soffice;
- la valorizzazione del trasferimento tecnologico, coinvolgendo compagnie internazionali ad alto contenuto tecnologico nelle attività del centro, come utilizzatori finali primari della ricerca e per ampi programmi R&D in outsourcing .

Ciascuna delle 6 Divisioni in cui è organizzato il Centro ha portato avanti i propri programmi di ricerca:

-Nell'ambito della Divisione Materiali vengono sviluppate e prodotte nanostrutture a semiconduttore, cresciute per epitassia MOCVD su nanostrutture autoaggregate III-V a base di InGaAs/GaAs o di GaN, con tecniche PECVD (o di evaporazione) di eterostrutture di ossidi e deposizione laser pulsata di nanotrutture in alto vuoto.

La Divisione Processing e Nanotecnologia, utilizzando un approccio "top down", sviluppa litografie ad alta risoluzione, principalmente da fasci elettronici, litografie a raggi X e olografiche.

La Divisione Organici lavora sui dispositivi plastici, come LED e laser sintonizzabili e transistor ad effetto di campo, emettitori bianchi ed infrarossi, molecular gain blocks e litografia soft.

La Divisione Caratterizzazione, trasversale a tutte le attività del centro, si occupa della caratterizzazione elettrica, ottica e strutturale avanzata sulla scala del nanometro.

La Divisione Nanodispositivi e Strumentazione porta avanti ricerca sviluppo di nuovi materiali, processi e strumentazione, con particolare attenzione al trasferimento tecnologico verso le imprese ad alta tecnologia ed è responsabile della politica dei brevetti e delle commesse industriali del centro.
La Divisione Elettronica Biomolecolare è dedicata all'esplorazione di nuovi concetti e sistemi basati sulla manipolazione di molecole singole e/o auto organizzate, tramite un approccio bottom up.
Per quanto riguarda programmi di formazione, il Centro beneficia dei corsi avanzati per laureati e dei dottorati organizzati dall'Università di Lecce e di accordi di collaborazione relativi alla formazione con istituzioni straniere come la Drexel University, l'Università di Pennsylvania, i Laboratori ATR di Osaka.
Analogamente il Centro NEST svolge attività comprese nelle quattro linee di ricerca:
Nanoelettronica coerente: progettazione, implementazione e studio sperimentale di diverse architetture nanocircuitali basate su nanostrutture a semiconduttori per la computazione quantistica e la criptografia quantistica. Per quanto riguarda le attività in ambito fotonico, gli obiettivi saranno legati allo realizzazione di laser a cascata quantica nella regione dei TeraHertz (in un ampio intervallo di frequenze e temperatura) utilizzabili in applicazioni industriali, per cui sono state avviate collaborazioni con industrie high-tech statunitensi grazie a finanziamenti della National Science Foundation (USA).
Nanobiotecnologie: prosecuzione dell'attività di sviluppo ed implementazione di memorie ottiche ultradense basate sulla bistabilità ottica scoperta al centro NEST in alcune varianti delle proteine verdi fluorescenti, tramite realizzazione di "array" bidimensionali di proteine fluorescenti otticamente controllabili immobilizzate su opportuni substrati metallici o a semiconduttore. L'obiettivo è quello di realizzare un prototipo di memoria ottica ultradensa basato su singole biomolecole, su cui sono in via di definizione dei programmi di collaborazione con Stmicroelectronics di Catania e Siena Biotech per la utilizzazione di tali molecole in ambito optoelettronico e per la diagnostica medica.
Spintronica: sviluppo di diverse linee teoriche e sperimentali; in particolare studio delle peculiarità del trasporto spin polarizzato in sistemi ibridi superconduttore- metallo e/o ferromagnete e in sistemi ibridi superconduttore-nanostruttura a semiconduttore-superconduttore, mirando ad evidenziare i principali meccanismi di trasporto in questi

dispositivi. Sulla base di questi studi verranno definiti ed implementati dispositivi spintronici a carattere applicativo.
Teoria di liquidi elettronici in nanostrutture: attività nel campo del gas elettronico a bassa dimensionalità in campo magnetico; studio teorico di (i) superfluidita' in sistemi aventi dimensionalita' ridotta, (ii) correlazioni di spin in fluidi di elettroni, (iii) stati collettivi di elettroni accoppiati in sistemi semiconduttori a punto quantico.
Il Centro S^3, pur avendo come obiettivo principale l'avanzamento delle frontiere della conoscenza nel campo delle nanoscienze e nanotecnologie interdisciplinari, rivolge particolare enfasi alla comprensione e al controllo delle proprietà di nanostrutture organiche e inorganiche e di biosistemi mediante la loro interazione con i substrati. S^3 si dedica inoltre a ricerca applicata a tecnologie abilitanti particolarmente nell'ambito delle micro e nano tecnologie e delle tecnologie dei materiali strutturali e funzionali.
S^3 ha affrontato questi filoni con un approccio fortemente interdisciplinare, contando su una massa critica importante di ricercatori, tecnici e giovani scienziati e integrando il contributo dei fisici, chimici, biologi e ingegneri che lo compongono. Il Centro può inoltre contare sul contributo congiunto di forti gruppi teorici e sperimentali per lo sviluppo e l'utilizzo dei metodi più innovativi. Ha fortissime interazioni con i principali Centri di ricerca nel campo, soprattutto negli Stati Uniti, in Giappone e in Europa: per le sue ricerche può quindi contare su collaborazioni internazionali tra Centri di Eccellenza, e riesce ad attrarre su posizioni post-doc giovani scienziati provenienti da quei Centri.
Le linee di ricerca principali hanno riguardato:
-sistemi (bio)molecolari e cellulari sulle superfici, con particolare enfasi sulla nanoelettronica biomolecolare basata su proteine a trasferimento elettronico, e su nanobiosensori;
-nanostrutture magnetiche e magneti molecolari, con particolare enfasi per la comprensione e il controllo delle proprietà magnetiche di array di nanoparticelle in funzione della loro dimensionalità e taglia;
-fabbricazione e analisi di nanostrutture mediante fasci ionici ed elettronici, con particolare enfasi alla realizzazione di nuove classi di nanostrutture sepolte e la microscopia ad altissima risoluzione applicata alle interfacce.
S^3 si propone di diventare un punto di riferimento internazionale anche per il nanopatterning e la preparazione di superfici, sistemi magnetici e biologici con l'utilizzo di un dispositivo 'Focused Ion Beam' (FIB) installato nel 2003. Le tecniche di nanofabbricazione bottom-up,

basate sull'autoorganizzazione sulle superfici, vengono quindi combinate con la nanofabbricazione mediante FIB. Parallelamente il Centro sviluppa attività teoriche nell'ambito della simulazione e della progettazione di nanobiosistemi e delle loro interazioni con le superfici con metodi di dinamica molecolare classica e quantistica, applicandoli in particolare a proteine e a molecole DNA-like modificate di interesse per l'elettronica biomolecolare. Ulteriori sviluppi teorici importanti riguardano lo studio degli stati elettronici e di degli effetti di correlazione in sistemi fortemente localizzati e confinati su scala nanometrica, d'interesse per nanodispositivi avanzati magnetici, biomolecolari e a semiconduttore.

A questo scopo, le attività teoriche prevedono un ulteriore sviluppo di codici originali per il calcolo delle proprietà ottiche e di trasporto di nanostrutture a partire dalle proprietà quantomeccaniche calcolate ab-initio. Questi codici saranno resi disponibili per la comunità scientifica nazionale.

La ricerca del Centro è organizzata secondo in sei attività: Biomolecular and Cellular Systems at Surfaces; Molecular Interactions and Functional Surfaces;

Nanostructured Magnetic Surfaces and Materials; Nanofabrication and highresolution Microscopy by Ion and Electron Beams; Simulating and Designing (bio)Molecular Interactions at Surfaces; Theory of Electron States and Correlation at the Nanoscale.

Nel campo delle nanotecnologie e dei materiali avanzati rientra anche il Centro DEMOCRITOS di Trieste, seppure a carattere più teorico, che si propone non solo di espandere le attuali attività legate alla biofisica molecolare computazionale e alle nuove aree della scienza dei materiali, ma anche di realizzare un laboratorio virtuale distribuito, per ottimizzare l'uso delle risorse computazionali già disponibili così come delle sinergie che il Centro stesso sta creando, anche in virtù della forte collaborazione e del supporto della SISSA e del CINECA.

DEMOCRITOS ambisce a divenire il punto di riferimento nazionale per i fisici, chimici e ricercatori in scienza dei materiali impegnati nella simulazione numerica della materia o interessati a vario titolo alle conoscenze che essa può produrre. La ricerca in DEMOCRITOS è improntata ai metodi della scienza fondamentale (basata sulla meccanica quantistica e sulle leggi fondamentali della natura), ma motivata da problemi di rilevante interesse tecnologico (come ad esempio la progettazione di nuovi farmaci o di dispositivi micro- ed opto-elettronici di nuova generazione, la fisica-chimica dei catalizzatori,

o lo studio della struttura e della dinamica del mantello terrestre, per fare alcuni esempi). Il Centro, articolato in otto attività di ricerca, ha proficuamente proseguito nel corso del 2004 allo sviluppo delle seguenti materie: Modellistica atomica per l'ingegneria dei materiali e la chimica applicata, Modellistica del mondo delle nano-scienze, Modellistica molecolare dei sistemi biologici, Fisica e chimica alle alte temperature e pressioni, Fisica e chimica di superfici e interfacce, Modellistica stocastica dei sistemi quantistici a molti-corpi, L'Information Technology per la modellizzazione molecolare e la computazione, Fisica dei materiali piezoelettrici e ferroelettrici.

Azioni specifiche sono state sviluppate nel campo della formazione e della divulgazione scientifica di alto livello: tra queste il coordinamento dei corsi di dottorato delle Università coinvolte nel progetto, l'istituzione di stage per studenti universitari, giovani scienziati e ricercatori dell'industria e la creazione di una biblioteca di software scientifico di altissimo livello, liberamente accessibile in rete. Le iniziative di divulgazione riguardano la creazione di un bollettino già disponibile in rete e la sperimentazione di un laboratorio di simulazione numerica ad uso degli allievi e degli insegnanti dell'ultimo biennio delle scuole medie superiori.

Il Centro SMC di ROMA, e il Centro BEC di Trento, si pongono come infrastrutture di ricerca a carattere prevalentemente teorico le cui attività sono principalmente riconducibili all'Asse strategico 1 (Avanzamento delle frontiere della conoscenza) delle Linee Guida del PNR , pur avendo alcune attività con valenza mission-oriented verso lo sviluppo di tecnologie abilitanti.

SMC si occupa in particolare di teoria dei sistemi complessi, sviluppando metodologie di interesse trasversale che vanno dalla superconduttività alla meccanica statistica.

Il Centro ha continuato la sua attività finalizzata all'avanzamento delle frontiere della conoscenza nel vasto settore della complessità, affrontando temi, quali:

-Vetri, vetri di spin e problemi connessi
-Superconduttività ad alta temperatura e altre proprietà elettroniche
-Caos e turbolenza
-Reti neurali
-Aspetti vari della complessità
-Problemi vari di meccanica statistica

Queste tematiche sono state affrontate con lo spirito interdisciplinare tipico del Centro SMC utilizzando un approccio multisettoriale a cui le

varie competenze danno un contributo sinergico. Il nucleo dell'attività del Centro consiste nell'estendere la comprensione dei sistemi complessi, del loro comportamento e del loro sviluppo in vari settori delle scienze naturali, dal cervello alle turbolenza, dal comportamento microscopico dei vetri o dei superconduttori alla distribuzione delle galassie. Le tecniche analitiche e di sintesi usate in questi settori così differenti hanno molti punti in comune e la loro sinergia è una delle ragion d'essere di questo Centro.

Il Centro si propone inoltre di sviluppare ricerche orientate allo sviluppo di tecnologie chiave, che possano anche contribuire allo sviluppo tecnologico delle imprese ed avere un ruolo chiave nelle proposte sia per *Network of Excellence* sia per *Integrated Projects* nella sezione *Future and Emergent Technologies*.

Sempre in relazione ad una ricerca più orientata, il Centro si propone di sviluppare tecnologie informatiche chiave, quali efficaci algoritmi di ottimizzazione, tecniche di estrazione dell'informazione da database estremamente grandi e analisi di reti complesse, per esempio Internet. A questo scopo si dovranno sviluppare nuovi strumenti concettuali necessari per raggiungere questi risultati, che saranno molto spesso mutuati dalle ricerche fatte per l'avanzamento delle frontiere della conoscenza nei sei campi sopra indicati. In questi settori di punta il Centro non intende (e non può) separare le ricerche applicate dalle ricerche di base.

Molte delle energie del Centro sono dedicate alla formazione dei ricercatori, sia a livello del dottorato, sia attraverso l'addestramento di post-doc e di giovani ricercatori.

La formazione scientifica delle giovani leve è una delle missioni principali del Centro.

Contribuire al rientro dei cervelli e ad arginare l'emigrazione dei nostri migliori scienziati è anche uno degli obiettivi chiave che questo Centro intende perseguire, mediante l'assunzione di alcuni tra più brillanti ricercatori del settore, che saranno naturalmente attirati a restare in Italia nell'ambiente stimolante del Centro SMC.

Scopo del Centro BEC è quello di promuovere ricerca teorica su tutti i diversi fenomeni connessi con la condensazione Bose-Einstein, con particolare enfasi rivolta alla fisica dei gas atomici freddi in trappole.

Le attività principali previste riguarderanno:

-Ricerca nella fisica dei gas ultrafreddi ed aree collegate. I temi di ricerca, fortemente interdisciplinari, sono di frontiera tra la fisica

atomica, le nanostrutture e la fisica statistica. I principali argomenti riguardano:
-Superfluidità nei sistemi fermionici
-Sistemi a bassa dimensionalità
-Effetti di coerenza
-Gas ultrafreddi nei reticoli ottici e in microtrappole
-Simulazioni quantistiche in sistemi a molti corpi
Le ricerche sono di natura teorica, ma tendono sempre più a coinvolgere la stretta collaborazione dei più prestigiosi laboratori del mondo attivi in questo settore (Mit, Jila-Boulder, Nist-Gaithersburg, ENS-Paris, Oxford, Weizmann Institute-Israel, Lens-Firenze, Pisa) con i quali i ricercatori di Trento collaborano da anni. Nell'ambito delle seed activities e' inoltre programmata un'attività di ricerca nel settore della *Quantum Information*.
Attività di formazione. L'impegno del Centro nelle attività di formazione è previsto mediante:
- finanziamento di alcune borse di studio per studenti di dottorato e loro coinvolgimento nelle attività di ricerca del Centro con la supervisione di ricercatori del centro stesso e/o nel contesto di collaborazioni internazionali;
- organizzazione di corsi di formazione, in sinergia con l'Università di Trento, che ha acquisito un professore di prima fascia con il compito di coordinamento delle attività didattiche e scientifiche in sinergia con il Centro BEC;
- organizzazione, in collaborazione con altri Istituti Europei, di iniziative di formazione per studenti di dottorato e formazione post-dottorale .
Organizzazione di Conferenze e Scuole. Una delle missioni di BEC è l'organizzazione di conferenze e scuole sulle tematiche proprie del Centro. In particolare si riportano i due eventi:
- International conference on Quantum Fluids and Solids (QFS 2004) 5-9 July, Trento 2004
- Workshop on Ultracold Fermi Gases Levico (Trento -Italy),3-6 March 2004.
I due centri ULTRAS e COHERENTIA, rientrano nell'azione di sostegno della ricerca orientata allo sviluppo di tecnologie chiave abilitanti dell'Istituto nei settori delle tecnologie laser e della superconduttività.
Obiettivo del Centro ULTRAS creato presso il Politecnico di Milano, in collaborazione con l'Università di Padova, è lo sviluppo e l'utilizzo di impulsi laser ultrabrevi (nel dominio dei femtosecondi, 10-15 s) e ultraintensi (sino a potenze di picco di alcuni terawatt) per applicazioni

quali: (i) la generazione di radiazione nella regione spettrale dal vicino ultravioletto sino ai raggi X; (ii) lo studio di fenomeni ultrarapidi nei gas, nei liquidi e nella materia condensata; (iii) la produzione di eventi sulla scala dei tempi degli attosecondi (10^{-18} s). La fisica dell'interazione radiazione-materia sta entrando in una nuova fase grazie ai progressi ottenuti recentemente nella generazione di impulsi ultrabrevi e nella tecnologia dei laser ad elevata energia.
Ottica ultrabreve e fisica dei campi intensi sono settori della ricerca in cui si prevede un rapido sviluppo nel corso dei prossimi anni. La presenza di questo Centro in Italia consente di competere con gruppi di ricerca in campo internazionale e di potersi inserire nei futuri programmi europei.
Il Centro coinvolge gruppi di ricerca che hanno una provata esperienza nel campo della generazione di impulsi laser ultrabrevi, della fotobiologia e della scienza delle superfici. La collaborazione con ricercatori dell'Università di Padova esperti nella realizzazione di ottiche nella regione dei raggi X e nell'interazione radiazione-materia ad alta intensità rafforza le potenzialità del Centro in settori dove la combinazione di diverse conoscenze è essenziale per ottenere risultati di rilievo.
Le attività del Centro riguardano sia lo sviluppo di strumentazione allo stato dell'arte sia l'utilizzo delle sorgenti ultrabrevi in un'ampia varietà di settori.
Particolare attenzione è stata rivolta alla generazione di impulsi ultrabrevi di radiazione X al fine di poter seguire nel tempo il moto atomico legato alle variazioni strutturali della materia in condizioni di non equilibrio (ad esempio: transizioni di fase nei solidi, formazione e rottura di legami chimici). La disponibilità di impulsi ultrabrevi nella regione spettrale del visibile e del vicino infrarosso consente lo studio di processi elementari in nanostrutture a semiconduttore di interesse per lo sviluppo di dispositivi ottici con tempi di risposta rapidi da utilizzarsi nel settore delle comunicazioni ottiche.
Nel campo dei materiali organici, ci si è rivolti a studi sui processi di separazione di carica in sistemi utili alla realizzazione di celle fotovoltaiche e sui processi che limitano l'emissione nei polimeri elettroluminescenti, utilizzati nei diodi emettitori di luce, schermi a larga area e laser, mentre per quanto riguarda il settore dei sistemi di interesse biologico, si punta a studi sui processi primari alla base della dinamica sia di proteine, otticamente attive, utilizzate come marcatori

sia di molecole complesse come parti integranti di processi di fotosintesi.
Infine, si prevede l'utilizzo di impulsi a femtosecondi per lavorazioni di precisione per materiali sia metallici sia trasparenti, al fine di ottenere strutture di dimensioni micro-nanometriche.
Il centro COHERENTIA di Napoli si occupa dello studio dei fenomeni coerenti nei campi dell'ottica e della superconduttività sotto svariati aspetti, proponendosi di diventare un punto di riferimento per la crescita e la caratterizzazione di film sottili.
Le principali azioni riguardano le seguenti attività:
-deposizione e caratterizzazione di film sottili di materiali innovativi: messa a punto di un apparato fortemente innovativo per la crescita e la caratterizzazione di film e multistrati epitassiali di ossidi funzionali per l'elettronica.
In particolare, l'attività di ricerca è rivolta alle straordinarie proprietà di alcuni ossidi di metalli transizione, quali superconduttori ad alta temperatura critica (*cuprati*), materiali dielettrici/ferroelettrici/optoelettronici (*titaniati, niobati, tantalati*), e materiali ferromagnetici (*manganiti, ruteniati*). Tale apparato permetterà di utilizzare in modo sinergico le competenze presenti nel Centro nell'ambito della crescita dei film, della loro caratterizzazione (mediante tecniche quali RHEED, LEED, XPS, Auger, STM, AFM ed alcune diagnostiche ottiche innovative che verranno sperimentate nei nostri laboratori) e la spettroscopia della piuma di ablazione. Si punta in questo modo allo sviluppo di una tecnologia a carattere fortemente multisettoriale, con forti contributi di discipline tradizionali quali fisica dello stato solido, ottica, chimica e scienza dei materiali.
Lo scopo è quello di porre l'INFM in una posizione di assoluta avanguardia tecnologica per lo sfruttamento tempestivo delle future opportunità di applicazione degli ossidi funzionali. Le tecnologie abilitanti che si mira ad implementare andranno ad incidere su settori chiave quali la microelettronica, l'optoelettronica, le telecomunicazioni e le micro e nanotecnologie.
-effetti di non-equilibrio indotti da radiazione su sistemi superconduttivi: le principali linee di intervento scientifico puntano allo studio, sia teorico che sperimentale, del comportamento di sistemi superconduttivi, anche di tipo Josephson, sotto l'azione di impulsi laser ultrabrevi (durata minore del picosecondo). La presenza di uno stato di non-equilibrio che influenza gli stati elettrodinamici di tali dispositivi potrebbe aprire la

strada a nuove ed interessanti applicazioni nel campo dell'elettronica ultraveloce.

-aspetti fondamentali nella fisica degli ossidi a struttura perovskitica: attività di tipo sinergico che vedono competenze di tipo diverso confluire nell'obiettivo comune di dare risposte ai problemi di fisica fondamentale posti dagli ossidi perovskitici. Ci si aspetta infatti che dal mescolamento di competenze diverse possano nascere i risultati scientificamente più originali. In particolare, pur non abbandonando i tradizionali approcci basati sulle spettroscopie ottiche lineari (IR e Raman), sarà approfondita, sia dal punto di vista teorico che da quello sperimentale, la possibilità di affiancarvi tecniche di ottica non-lineare del secondo e terzo ordine, mirate a fornire informazioni inaccessibili con le tecniche tradizionali, come ad esempio le correlazioni elettroniche a due e più particelle.

Diversi esperimenti sono allo stadio di progettazione o anche di test preliminari. A queste tecniche ottiche saranno poi affiancate le varie tecniche spettroscopiche (STM, microwave) già pienamente operative nel CRS.

I ricercatori che operano prevalentemente nella terza attività si sono impegnati a sviluppare una beamline infrarossa su Elettra, che consentirà di effettuare misure di microscopia e spettroscopia nell'IR con una brillanza e un rapporto segnale-rumore superiori per almeno un ordine di grandezza a quelli ottenibili con sorgenti convenzionali.

Il Piano di attivazione dei Centri di Ricerca e Sviluppo INFM è stato completato all'inizio del 2004 con l'avvio, seppure con un finanziamento ridotto, dei due CRS SOFT e MATIS.

Il Centro SOFT, istituito presso l'Università di Roma La Sapienza , è dedicato allo studio della dinamica dei sistemi della materia condensata soffice. La ricerca riguarda principalmente le seguenti linee: Dinamica lenta nella materia soffice condensata, Sistemi fuori equilibrio (aging and steady state), Transizioni vetrose e *gelificazione* in sistemi polimerici, Arresto strutturale in sistemi colloidali densi, Strutture biologiche supermolecolari. Alcuni aspetti di queste ricerche mirano a predire l'organizzazione spaziale e temporale in strutture disordinate di equilibrio e di fuori equilibrio in sistemi complessi, ad individuare le caratteristiche salienti delle interazioni tra i componenti che determinano il processo di aggregazione, per poter iniziare una ingegnerizzazione dal basso (bottom-up) di strutture nanoscopiche con proprietà predefinite.