

Programma E4 - Metodi matematici e applicazioni a materiali e dispositivi**Referente: Oriano Bottauscio****Personale impegnato (impegno in percentuale per ciascun tipo di attività)**

Nome Cognome	R&S INRIM	R&S contratti	Mantenimento	Tarature e prove	Supporto al SIT	Gestione e altro
Oriano Bottauscio	65	30	0	0	0	5
Michele Borsero	10	0	0	0	0	0
Gabriella Crotti	10	0	0	0	0	0
Alessandra Manzin	80	10	0	0	0	0
Mauro Zucca	40	60	0	0	0	0
Andrea Agosto	0	10	0	0	0	0
Enrico Vecchiotti	0	30	0	0	0	0
Daniela Nesci	0	0	0	0	0	10
Domenico Giordano (ass.)	10	0	0	0	0	0
Andrea Lovisolo (co.co.pro.)	0	100	0	0	0	0
Paolo Emilio Roccato (dott.)	30	30	0	0	0	0
Luca Zilberti (dott.)	20	10	0	0	0	0
Mario Chiampi (coll. grat. PoliTo)	20	0	0	0	0	0
Edoardo Barbisio (coll. grat. PoliTo)	20	0	0	0	0	0
<i>Totale (TPE)</i>	<i>3,05</i>	<i>2,80</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,15</i>

Descrizione del programma**Principali attività svolte:****Metodi multiscala per la modellizzazione di sistemi eterogenei**

L'attività ha avuto come obiettivo lo sviluppo di metodi matematici per lo studio di sistemi eterogenei e la loro implementazione all'interno di codici di calcolo. Si sono sviluppati metodi per la determinazione delle proprietà magnetiche ed elettriche equivalenti di composti a struttura finemente periodica, anche in presenza di fenomeni non lineari. Inoltre, si è affrontato il problema di omogeneizzazione inversa, sviluppando un metodo per determinare le proprietà magnetiche ed elettriche dei componenti, partendo dalla proprietà fisiche macroscopiche. Nel caso di sistemi per la mitigazione dei campi magnetici, l'attenzione è stata rivolta alla determinazione delle proprietà equivalenti di strutture magnetiche e/o conduttive grigliate, e alla valutazione della loro efficienza schermante.

Studio e sviluppo di dispositivi, attuatori e sensori elettromagnetici

L'attività è stata orientata alla caratterizzazione e modellizzazione dinamica di materiali a magnetostrizione gigante. Per quanto concerne gli aspetti sperimentali, l'obiettivo di determinare caratteristiche elettromagneto-meccaniche non statiche è stato raggiunto con la definizione di un set-up originale e dedicato. I risultati di misura così conseguiti sono serviti a validare i risultati dei modelli, utili per la progettazione di un attuttore magnetostrittivo originale, da realizzare nel corso del 2008. Altre attività in questo ambito hanno riguardato lo studio di sistemi di trascinamento magnetico di valvole per il controllo di fluidi, in collaborazione con la OMAL S.p.A., e il supporto alla predisposizione della domanda di brevetto per un misuratore magnetico di temperatura contact-less, sviluppato in collaborazione con la Varian Inc.

Modellizzazione dei fenomeni di propagazione elettromagnetica

Sono stati sviluppati e messi a confronto due codici di calcolo, basati sul metodo degli elementi finiti e sulla più recente tecnica numerica "Element-free Galerkin meshless method", per l'analisi dei fenomeni di propagazione e di riflessione delle onde elettromagnetiche in mezzi disomogenei.

Studio dei fenomeni elettrochimici

E' proseguita l'attività di caratterizzazione di una cella elettrochimica planare a matrice, sviluppata in collaborazione con il Programma E2. Mediante un codice di calcolo 3-D si è valutata l'influenza della configurazione di alimentazione, della forma degli elettrodi e del contenitore esterno.

Tecniche per la mitigazione dei campi magnetici

L'attività si è concentrata sullo studio di strutture finemente periodiche per sistemi schermanti e alla loro verifica sperimentale. E' proseguita l'attività di consulenza e trasferimento tecnologico, in particolare con la ditta CCC Italia, per lo studio di schermature di cavidotti. Infine si è concluso lo sviluppo del software *Powerfield*, in fase di test prima della commercializzazione.

Risultati conseguiti:

- Algoritmi di calcolo per la valutazione delle proprietà magnetiche (lineari e non lineari) ed elettriche effettive di materiali eterogenei a struttura finemente periodica.
- Rappresentazione dei fenomeni di ferro-risonanza circuitale mediante modelli numerici e valutazione dei parametri che ne influenzano l'evoluzione.
- Messa a punto di un primo sistema originale per la misura dinamica delle caratteristiche magneto-meccaniche di campioni di materiale a magnetostrizione gigante. Il sistema si è reso necessario per raggiungere l'obiettivo del controllo, spostato al biennio 2008-2009.
- Messa a punto di un primo modello integrato elettro-magneto-meccanico della magnetostrizione e sua applicazione al progetto di un attuatore magnetostrittivo dell'INRIM.
- Sviluppo e implementazione di un metodo *meshless* per lo studio dei fenomeni di propagazione elettromagnetica in domini eterogenei.
- Completamento della caratterizzazione modellistica di una cella elettrochimica a matrice di elettrodi.
- Sviluppo di strumenti di calcolo per la previsione dell'efficienza schermante di strutture grigliate ai fini della mitigazione di campi magnetici.
- Completamento di un codice di calcolo per il supporto alla progettazione di schermature magnetiche (denominato al momento *Powerfield*), sul quale proseguono i test di affidabilità.
- Messa a punto di un sistema di schermatura originale per linee elettriche in cavo.
- Completamento dello sviluppo di strumenti di calcolo per la caratterizzazione di celle TEM impiegate nel campo delle basse frequenze.
- Preparazione di 16 lavori pubblicati o in attesa di pubblicazione su riviste scientifiche con IF compreso tra 0.9 e 2.4.

Impatto dei risultati conseguiti sul contesto esterno:

Collaborazioni con industrie, enti pubblici e privati hanno determinato un diretto trasferimento tecnologico dell'attività di ricerca. In particolare:

- studio di valvole a trascinamento magnetico per il controllo di fluidi (OMAL S.p.A.)
- predisposizione di un brevetto europeo per un sensore magnetico contact-less (Varian Inc.)
- schermatura magnetica della centrale elettrica di Somplago (Friuli Venezia Giulia)
- creazione di soluzioni schermanti originali per sistemi in cavo per CCC italia s.r.l.

Inoltre, ricadute dirette si sono avute su temi di interesse metrologico, quali lo sviluppo di nuovi sistemi di misura per la conducibilità elettrochimica e la metrologia dei campi elettromagnetici.

Confronto tra risultati conseguiti e attesi, punti critici:

Per lo studio e sviluppo di dispositivi, attuatori e sensori elettromagnetici, l'obiettivo iniziale (compensazione attiva delle vibrazioni) è stato spostato al biennio 2008-2009 mentre l'attività è stata focalizzata allo sviluppo di un sistema per la caratterizzazione dinamica di campioni cilindrici di materiale a magnetostrizione gigante. Per lo studio dei fenomeni elettrochimici, lo studio dei fenomeni di polarizzazione in soluzioni acquose è stata rinviata al 2008, anche in relazione all'avvio del progetto iMERA "Traceable measurements for biospecies and ion activity in clinical chemistry". Per le tecniche per la mitigazione dei campi magnetici, la commercializzazione del software Powerfield è stata rimandata di un anno per permettere il completamento delle fasi di test.

Collaborazioni con altri soggetti (contratti e accordi formali attivi)

Contratto / accordo formale	Soggetti coinvolti	Note
Convenzione Quadro con Politecnico di Torino	Dip. Ing. Elettrica (Mario Chiampi, Edoardo Barbisio)	
Convenzione Quadro con Politecnico di Torino	Dip. Matematica (Valeria Chiadò Piat, Marco Codegone)	
Materiali magnetostrittivi per il controllo delle vibrazioni meccaniche	Dip. Ing. Elettrica Politecnico TO (M. Chiampi) Dip. Meccanica Politecnico TO (F. Raffa) Università del Sannio (C. Visone) Ditta FIDIA – S. Mauro T.se (F. Meo)	Progetto finanziato dalla Regione Piemonte – bando 2004
Transmission Infrastructure for Power Exchange	Politecnico di Torino, Università di Torino, CIE S.p.A., ET S.p.A., SINA S.p.A.	Progetto finanziato dalla Regione Piemonte – bando 2006
Contratto OMAL – "Studio valvola a trascinamento magnetico"	OMAL S.p.A.	
Contratto CCC Italia S.r.l. – "Progetto e verifica di schermature di elettrodotti in cavo"	CCC Italia S.r.l.	

Programma E5 - Campi elettromagnetici e sistemi di potenza**Referente: Michele Borsero****Personale impegnato (impegno in percentuale per ciascun tipo di attività)**

Nome Cognome	R&S INRIM	R&S contratti	Mantenimento	Tarature e prove	Supporto al SIT	Gestione e altro
Michele Borsero	50	10	10	5	10	5
Gabriella Crotti	50	10	15	5	10	0
Angelo Sardi	55	0	30	10	0	0
Andrea Agosto	30	10	20	30	0	0
Luciano Bellavia	0	0	30	70	0	0
Luca Cinnirella	20	0	25	50	0	0
Valter Giusio	20	0	20	60	0	0
Claudio Ruffino	10	0	30	30	0	0
Giorgio Varetto	25	0	30	40	0	5
Enrico Vecchiotti	20	0	30	20	0	0
Giuseppe Vizio	45	0	15	15	10	0
Alberto Sacchetti	0	0	30	70	0	0
Daniela Nesci	0	0	10	30	0	50
Federico Fissore (TD)	20	0	30	50	0	0
Domenico Giordano (ass.)	20	0	0	0	0	0
Yue Hu (dott.)	40	0	0	0	0	0
Luca Zilberti (dott.)	10	0	0	0	0	0
Mario Chiampi (coll. grat. PoliTo)	10	0	0	0	0	0
Totale (TPE)	4,25	0,30	3,25	4,85	0,30	0,60

Descrizione del programmaPrincipali attività svolte:**Campi elettromagnetici ed EMC**

- Caratterizzazione di un sistema di generazione di campi magnetici di riferimento con forma d'onda non sinusoidale nella gamma di frequenza da 10 Hz a 100 kHz.
- Caratterizzazione del sistema per la generazione di campi elettromagnetici di riferimento all'interno della camera anecoica mediante antenne *open-ended guide* e *standard horn* da 700 MHz a 3 GHz.
- Studio numerico-sperimentale della distribuzione spaziale di campo in cella TEM alimentata a bassa frequenza (< 100 kHz) e valutazione degli effetti di perturbazione legati alla presenza di materiali dielettrici.
- Caratterizzazione mediante tecniche riflettometriche nel dominio del tempo (*synthetic TDR*) di celle TEM e GTEM per applicazioni metrologiche.
- Realizzazione e caratterizzazione di sistemi di misura di riferimento per la taratura dei generatori di scariche elettrostatiche utilizzati nell'ambito delle prove di compatibilità elettromagnetica (EMC).
- Studio di tecniche per la taratura di sistemi di misura di impulsi di tensione utilizzati nell'ambito delle prove di compatibilità elettromagnetica.
- Avvio del progetto TIPE (*Transmission Infrastructure for Power Exchange*) finanziato dalla Regione Piemonte (bando 2006), in collaborazione con il programma E4.

Sistemi di potenza

- Realizzazione e caratterizzazione di trasduttori (partitori di tensione resistivi) per sistemi di misura di riferimento in alta tensione continua con caratteristiche idonee per l'impiego nelle tarature in sito.
- Messa a punto di dispositivi e tecniche di misura per la taratura e la caratterizzazione degli strumenti di misura di scariche parziali utilizzati per la diagnostica degli isolamenti elettrici.
- Realizzazione di un sistema di generazione e misura per lo studio di fenomeni di ferro-risonanza in circuiti RLC.
- Progettazione e avvio della realizzazione del laboratorio di riferimento per le misure di alte tensioni continue e alternate, con tensioni nominali fino a 200 kV.

Partecipazione a organismi tecnici e normativi

- Contributo all'attività del CEI, con riferimento alla misura di campi elettromagnetici a bassa, media ed alta frequenza, alle tecniche di misura e prova in alta tensione e al settore EMC.
- Contributo all'attività del CIGRÉ, in relazione alla messa a punto di linee guida per misura di campi elettrici e magnetici in prossimità di linee elettriche di potenza e alla preparazione di linee guida per la

mitigazione dei campi magnetici.

- Contributo all'attività dell' IEC/CISPR nel settore EMC.

Attività di taratura e prova

- Supporto a laboratori e industrie operanti nel settore delle misure di campi elettromagnetici e delle forti correnti e alte tensioni.
- Attività di supporto al SIT relativamente ai laboratori accreditati nelle aree di interesse.
- Attività di taratura e misura per industrie (nazionali ed estere) ed enti pubblici.

Risultati conseguiti:

- Analisi del comportamento e identificazione delle criticità di misuratori di campo a bassa e media frequenza, in relazione alla determinazione dell'esposizione umana in presenza di forme d'onda distorte.
- Valutazione della risposta di misuratori di campo elettromagnetico a radiofrequenza e microonda in onda continua (CW) e in presenza di segnali numerici a larga banda utilizzati nella telefonia mobile e nelle reti locali "wireless" (in particolare segnali Wi-Fi e Wi-Max).
- Messa a punto di procedure di taratura per misuratori di radiodisturbi, reti artificiali e apparecchiature ausiliarie nel settore EMC.
- Definizione e sperimentazione di una procedura di taratura di sistemi di misura per forme d'onda impulsive (*surge*) fino a 20 kV.
- Realizzazione di un prototipo di partitore di tensione resistivo ad alta impedenza per la taratura di generatori di scariche elettrostatiche.
- Messa a punto di un prototipo di un generatore di forme d'onda di riferimento programmabile per la taratura e la caratterizzazione di sistemi di misura di scariche parziali.
- Definizione delle specifiche di progetto di un partitore resistivo-capacitivo per alte tensioni alternate fino a 200 kV, dotato di struttura modulare.
- 4 pubblicazioni su rivista internazionale, 3 su atti di congressi internazionali, 7 su atti di congressi nazionali.

Impatto dei risultati conseguiti sul contesto esterno:

- La conoscenza del comportamento di misuratori di campo elettromagnetico in presenza di forme d'onda distorte o con modulazione numerica è indispensabile per una corretta valutazione dell'esposizione della popolazione e dei lavoratori, in relazione alle richieste dei decreti attuativi (luglio 2003) della legge quadro sull'esposizione ai campi elettromagnetici e del decreto legislativo (novembre 2007), che recepisce la direttiva 2004/40/CE.
- Nel settore EMC è forte l'esigenza di disporre di sistemi di riferimento e di tecniche di taratura per la strumentazione utilizzata nelle misure. L'INRIM è impegnato su questo tema da alcuni anni anche per costituire un riferimento nazionale e utilizzare i risultati raggiunti per un possibile accreditamento di centri SIT nel settore (al momento molto carente).
- Lo sviluppo di sistemi di misura di riferimento per alte tensioni soddisfa le esigenze di riferibilità, in relazione in particolare alle verifiche e tarature *in situ*. Per quanto riguarda le misure di scariche parziali, lo sviluppo di generatori riferibili risponde da un lato alla necessità di caratterizzare i sistemi di misura, con particolare riferimento a quelli di ultima generazione, in condizioni prossime a quelle reali, e dall'altro permette lo studio di tali sistemi in condizioni non normalizzate.
- I temi sopra menzionati sono segnalati in due *roadmap* nell'ambito del progetto iMERA, precisamente *Electromagnetic measurements in industrial, environmental, security, medical and safety applications* e *Power and Energy*.

Confronto tra risultati conseguiti e attesi, punti critici:

- Le attività relative alla misura di campi elettromagnetici a frequenze superiori a 1 GHz e alla realizzazione di riferimenti per le misure di *power quality* sulle reti di potenza saranno avviate nel 2008, in relazione alla partecipazione ai due *Joint Research Project* (JRP) recentemente approvati nell'ambito del programma iMERA Plus (EURAMET).
- Il 2007 è stato un anno di ridotti investimenti per l'INRIM con notevoli limitazioni alla possibilità di acquisto di nuove apparecchiature. Questo fatto ha comportato la riduzione o il rallentamento di alcune attività (riferimenti per misure di correnti impulsive, realizzazione di partitori di riferimento) e degli obiettivi rispetto al programma preventivo.
- Si conferma la difficoltà a conseguire i risultati attesi nei tempi programmati a causa soprattutto della carenza di personale ricercatore/tecnologo in tutte le attività del programma (in particolare un laureato sul tema dei campi elettromagnetici e uno su quello dei sistemi di potenza). Si deve anche ricordare che la necessità di allestire i nuovi laboratori di alta tensione ha richiesto un notevole impegno del personale e, di conseguenza, ha sottratto risorse all'attività di ricerca.

Collaborazioni con altri soggetti (contratti e accordi formali attivi)

<i>Contratto / accordo formale</i>	<i>Soggetti coinvolti</i>	<i>Note</i>
Transmission Infrastructure for Power Exchange	Politecnico di Torino, Università di Torino, CIE S.p.A., ET S.p.A., SINA S.p.A.	Progetto finanziato dalla Regione Piemonte – bando 2006
Convenzione Quadro con Politecnico di Torino	Dip. Ing. Elettrica (prof. Chiampi) Dip. Ing. Elettronica (prof. Trincherò)	
Convenzione con Laboratorio Antenne e Compatibilità Elettromagnetica (LACE) del Corep (Torino)	Corep, Politecnico di Torino, Istituto Mario Boella, Camera di Commercio di Torino	

Programma E6 - Nanostrutture e Nanodispositivi**Referente: Giampiero Amato****Personale impegnato (impegno in percentuale per ciascun tipo di attività)**

Nome Cognome	R&S INRIM	R&S contratti	Mantenimento	Tarature e prove	Supporto al SIT	Gestione e altro
Giampiero Amato	35	50	0	0	0	5
Luca Boarino	30	40	0	0	0	0
Andrea Mario Rossi	70	30	0	0	0	0
Roberto Rocci	20	20	0	0	0	0
Stefano Borini (TD)	70	30	0	0	0	0
Massimiliano Rocchia (ass.)	20	80	0	0	0	0
Fabio Bellotti (co.co.pro)	40	40	0	0	0	0
Andrea Giovannozzi (dott.)	0	40	0	0	0	0
<i>Totale (TPE)</i>	2,85	3,30	0,00	0,00	0,00	0,05

Descrizione del programmaPrincipali attività svolte

- 1) E' stato messo a punto un protocollo per la produzione di Si Quantum Dots (Si QD) mediante sonicazione in diversi solventi. La sonicazione in Toluene ha permesso di ottenere sospensioni di QD con intensa fotoluminescenza (PL) nel blu-verde. Sostituendo il Toluene con THF [TetraidroFurano], il processo di sonicazione si è rivelato piu' efficiente, ottenendo gli stessi risultati in minor tempo. L'aggiunta di Undecene al solvente, ha favorito la passivazione dei *dangling bonds*, con un blue-shift della e con un tempo di sonicazione piu' graduale. Riguardo alla produzione e caratterizzazione di carburo di silicio poroso e quantum dot di carburo di silicio, e' stata verificata la elevata stabilita in ambienti acidi e ossidanti e la biocompatibilita' di questo materiale che rappresenta un buon candidato per le applicazioni biologiche
- 2) Riguardo alla realizzazione di guide d'onda in Silicio Poroso (PS), sulla base della simulazione condotta con software OptiBPM™ sono stati previsti i valori del contrasto d'indice delle guide da realizzare. Questi valori sono stati riprodotti in guide di tipo slab basate su PS. E' stata applicata la Litografia da Fascio Elettronico sulle guide slab, in modo da ottenere la definizione laterale. Tale definizione e' stata riportata sul materiale mediante Plasma Etching. E' stata osservata una buona compatibilita' del resist PMMA [PoliMetilMetacrilato] con il PS ed una elevata selettivita' dell'attacco in plasma del PS rispetto al resist.
- 3) Studio del trasporto elettronico in nanostrutture: *tuning* della *coulomb gap* mediante molecole di NO₂ e iniezione di elettroni in nanostrutture di Si tipo p mediante molecole di NH₃. Sono state osservate, a temperatura ambiente, dinamiche di tipo "vetroso" (*glassy*) del rilassamento della conducibilita' in Si mesoporoso, con comportamenti tipici dei cosiddetti "vetri elettronici".
- 4) Sono stati realizzati bio-chip di silicio poroso mediante immobilizzazione di biomolecole con risoluzione submicrometrica. Inoltre si è realizzato un sensore ottico a base di Si poroso per la detezione di virus: l'obiettivo è un sensore capace di rilevare concentrazioni fino a 10⁶ pfu/ml. Si è proceduto alla ingegnerizzazione dell' alcolometro per la determinazione del grado alcolico dei vini, basato sulle proprietà ottiche e morfologiche del Si nanostrutturato, utilizzando una camera di evaporazione di volume ridotto, con riduzione del tempo di risposta.

Si è proseguito nella realizzazione di un unico standard Raman per tutte le lunghezze d'onda che vanno da 360 nm fino a 1064 nm

Risultati conseguiti:

- Produzione e caratterizzazione di Quantum Dots di Silicio per imaging in sistemi biologici (Progetto Regionale 2004)
- Realizzazione di Guide d'Onda in Silicio Poroso (PS) per applicazioni ottiche e fotoniche (Progetto Regionale 2004) e per la sensoristica (Contratto AeroSekur)
- Migliore comprensione dei fenomeni di trasporto elettronico in nanostrutture di Si mesoporoso .
- NanoBioMetrologia: sviluppo di tecnologie per la realizzazione di dispositivi basati su materiali nanostrutturati per applicazioni biomediche e agroalimentari.
- Realizzazione di uno standard Raman utilizzando il carburo di silicio.
- Realizzazioni di filtri in silicio poroso per frequenze dell'ordine dei therahertz.

Impatto dei risultati conseguiti sul contesto esterno

I risultati conseguiti rispettano le aspettative dei due Progetti Regionali alla base dell'autofinanziamento del gruppo. In particolare, i risultati relativi ai Si QD, segnatamente per quanto riguarda la passivazione in

Undecene, indicano la possibilita' di funzionalizzare i QD onde renderli attivi verso specifici bersagli biologici. Si prevede quindi una maggiore interazione con gruppi di biologi per l'utilizzo di questi oggetti. La possibilita' di realizzare guide in PS permettera' una caratterizzazione ed ottimizzazione delle stesse, presso i nostri laboratori e quelli dei partner. Tali guide permettono la rilevazione ottica di MS2 virus con ovvie prospettive di applicazione nel campo biologico.

Confronto tra risultati conseguiti e attesi, punti critici

Nell'anno 2007, gran parte dell'impegno e' stato rivolto ai progetti oggetto di finanziamento esterno, mentre attivita' istituzionali, quali lo studio del Single Electron Tunnelling (SET), sono state messe in standby a causa dei ridotti finanziamenti ordinari e della cronica penuria di risorse umane. Con le nuove assegnazioni e nuove Tesi di Laurea, prevediamo di fare avanzare il Progetto SET nel 2008.

Attualmente si sta sviluppando il sensore ottico per virus in guida d'onda per aumentarne ulteriormente la sensibilita'. La realizzazione del sensore sta incontrando problemi durante l'accoppiamento con le fibre.

Collaborazioni con altri soggetti (contratti e accordi formali attivi)

<i>Contratto / accordo formale</i>	<i>Soggetti coinvolti</i>	<i>Note</i>
Progetto Regionale Quantum Dots	Univ. Di Torino, Dip di Biologia	
Progetto Regionale Nanofotonica	Politecnico di Torino, Dip. Fisica	
Progetto Regionale Nanofotonica	Universita' di Pavia, Dip. Di Fisica	
Realizzazione di sensori per warfare agents	NIST, Universita' del Maryland	Permanenza di un ricercatore presso il NIST

Programma E7 - Scienza e tecnologia dei materiali e dei dispositivi magnetici**Referente: F. Vinai****Personale impegnato (impegno in percentuale per ciascun tipo di attività)**

Nome Cognome	R&S INRIM	R&S contratti	Mantenimento	Tarature e prove	Supporto al SIT	Gestione e altro
Fausto Fiorillo	50	0	5	0	0	5
Carlo Appino	50	0	0	0	0	0
Vittorio Basso	30	0	0	0	0	0
Cinzia Beatrice	70	0	0	0	0	0
Giorgio Bertotti	20	0	0	0	0	0
Marco Coisson	0	50	0	0	0	0
Giafranco Durin	30	0	0	0	0	0
Enzo Ferrara	50	0	0	0	0	0
Alessandro Magni	50	0	0	0	0	0
Massimo Pasquale	60	0	0	0	0	0
Paola Tiberto	45	0	0	0	0	0
Franco Vinai	45	0	0	0	0	0
Luca Martino	70	0	0	0	0	0
Luciano Rocchino	50	0	5	40	0	0
Michaela. K�pferling (TD)	0	50	0	0	0	0
Federica Celegato (co.co.co)	0	100	0	0	0	0
Elena Olivetti (ass.)	100	0	0	0	0	0
Carlo Sasso (ass.)	50	0	0	0	0	0
Rafael Piccin (dott.)	30	0	0	0	0	0
Liubov Zhemchuzhna (dott.)	40	0	0	0	0	0
Nicoleta Banu (dott.)	60	0	0	0	0	0
Paolo Allia (coll. grat. PoliTo)	15	0	0	0	0	0
Marcello Baricco (coll. grat. UniTo)	10	0	0	0	0	0
Aldo Masoero (coll. grat. Un. Piem. Orient.)	10	0	0	0	0	0
Piero Mazzetti (coll. grat. PoliTo)	10	0	0	0	0	0
Carlo Ragusa (coll. grat. PoliTo)	20	0	0	0	0	0
Totale (TPE)	9,65	2,00	0,10	0,40	0,00	0,05

Descrizione del programma**Principali attivit  svolte:****Preparazione di materiali magnetici**

Sono stati preparati film amorfi a base Fe e Co; film di materiali tipo nanoperm e FINEMET, sono stati preparati trilayer Ferromagnete-metallo-ferromagnete e ferromagnete-ossido-ferromagnete, per studi di dinamica di magnetizzazione, anisotropia e magnetotrasporto.

Sono stati prodotti film di esaferrite di Ba, che sono stati caratterizzati sino alle microonde, con l'obiettivo di verificare la risposta induttiva del materiale sino al limite della risonanza ferromagnetica (FMR).

Sono stati eseguiti vari trattamenti di purificazione su nanoparticelle di ossidi di Fe prodotte tramite solventi organici e di sintesi in fase acquosa. L'interesse per fluidi contenenti tali insiemi di nanoparticelle risiede nelle loro propriet  superparamagnetiche, che associano risposta magnetica ragguardevole ad una scarsa tendenza all'aggregazione. Ci    ideale per varie applicazioni biomediche. Per esempio, si possono ottenere riscaldamenti localizzati di cellule marcate da nanoparticelle portate alla risonanza ferromagnetica (Progetto Nanomat). Sono in corso gli studi sulle propriet  FMR di particelle infiltrate in matrici nanostrutturate di allumina.

Caratterizzazione di materiali magnetici

Sono stati effettuati studi sulle transizioni di fase magnetostutturali di NiMnSn utilizzando diverse tecniche sperimentali (attivit  associata alla tesi di dottorato Giudici)

Sono state studiate le propriet  magnetiche di film amorfi al fine di evidenziare la dipendenza dell'anisotropia e della struttura a domini dallo spessore e dai trattamenti termici con e senza campo magnetico.

Sono state studiate (progetto regionale, Tiberto) strutture tipo MTJ (Magnetic Tunneling Junction) mediante misure di magneto-trasporto in funzione della temperatura.

Sono stati studiati i fenomeni di rilassamento elettrico e magnetico di polveri di magnetite rivestite di ceramica per uso biomedicale.

E' iniziato lo studio delle interazioni magnetiche e dei fenomeni di aggregazione di nanopolveri di Fe zerovalente e magnetite usate per impieghi ambientali.

Sviluppo di tecniche di misura per il magnetismo

Sono state sviluppate le capacità di misura magnetica nel campo delle microonde, sia utilizzando linee coassiali (tipicamente per nuclei di ferriti) e linee complanari (per film sottili, nanodots e nanorings). E' stata sviluppato un metodo per effettuare misure AFM-MFM (Atomic Force Microscopy-Magnetic Force Microscopy) in campo magnetico.

Si è resa possibile (con l'acquisizione nel 2006 del criostato e del forno) l'effettuazione di misure di magnetizzazione ad alta sensibilità in funzione della temperatura tra 2 K e 1000 K.

Sono state studiate e messe in pratica tecniche calorimetriche con celle Peltier per la realizzazione di un calorimetro per l'effetto magnetocalorico in regime adiabatico e isoterma.

Risultati conseguiti:

Preparazione di materiali magnetici

- Deposizione di film amorfi a base Fe e Co con anisotropia indotta da un campo saturante applicato durante la preparazione.
- Preparazione e caratterizzazione di film di esaferite di Ba.
- Preparazione di nanoparticole di ossido di ferro in fase organica ed acquosa, in seguito funzionalizzati superficialmente tramite amine. I possibili usi biologici includono marcatori DNA e riscaldamenti localizzati di cellule via dissipazione FMR.

Caratterizzazione di materiali magnetici

- Misura di perdite, permeabilità e risonanza ferromagnetica in esaferiti e ferriti spinello, film sottili, sistemi nanogranulari (sino a 65 GHz).
- Osservazione diretta di struttura a domini mediante Kerr effect e MFM in film amorfi a base Fe e verifica dell'evoluzione dell'anisotropia magnetica (Spin Reorientation Transition).
- E' stato evidenziato un comportamento anomalo per temperature inferiori ai 10 K della magnetoresistenza in film multistrato e granulari tipo Fe-Pt, Fe-Pt-Ag e Cu-Co. Il fenomeno è stato interpretato in termini di Electron Weak Localization.

Sviluppo di tecniche di misura per il magnetismo

- Avvio di un ciclo di confronto sulla misura del momento magnetico con il metodo del Vibrating Sample Magnetometer in ambito IEC (IEC/68/358/INF). INRIM è laboratorio pilota.
- Sviluppo di un Pulsed Field Magnetometer (PFM) per campioni sferici e cilindrici. Sono stati definiti i metodi quantitativi per la correzione degli effetti delle correnti parassite, che appaiono con diametri dei campioni superiori a 10 mm.
- E' stata dimostrata la possibilità di determinare parte reale e parte immaginaria della permeabilità in ferriti Mn-Zn e Ni-Zn sino a 4 GHz. La procedura di misura combina il metodo fluxmetrico con la misura del parametro di scattering S_{11} in cavo coassiale e terminale in corto circuito.
- E' stato realizzato un calorimetro per studiare l'effetto magnetocalorico (campo massimo di 2.3T, sensibilità di 1 μ W, campo di temperatura -40 °C a +90 °C).
- Si sono ottenute le prime immagini di struttura a domini tramite MFM.

I risultati ottenuti sono descritti in dettaglio in 18 lavori su riviste internazionali (si veda la parte III).

Impatto dei risultati conseguiti sul contesto esterno:

I risultati ottenuti nel campo dei film sottili e nel campo delle polveri ferromagnetiche hanno permesso di presentare alla fine del 2007 due progetti PRIN, uno sull'uso di polveri magnetiche per la depurazione delle acque, l'altro sullo sviluppo di materiali bulk e di film per registrazione magnetica.

I risultati ottenuti nel campo delle misure magnetiche e nello studio di polveri inglobate in materiali plastici ha permesso di iniziare un discorso di collaborazione nel campo agroalimentare che ha portato nel 2008 a presentare un progetto regionale.

Confronto tra risultati conseguiti e attesi, punti critici:

- Un punto critico importante riguarda la presenza di personale precario che svolge compiti importanti per il laboratorio e la mancanza di un tecnico nel campo delle misure magnetiche e prove per terzi.
- Si segnala l'obsolescenza del magnetometro a campione vibrante (VSM) LDJ e la difficoltà di inserire prove in conto terzi sul VSM nuovo, utilizzato in modo continuo per ricerca. Un nuovo strumento VSM potrebbe essere in parte mirato al conto terzi. Si ricorda che il completamento del laboratorio di misure magnetiche ad alta sensibilità necessita dell'acquisizione del magnetometro SQUID.
- Lo sviluppo nel campo dei film sottili che si sta programmando rende necessario un rinnovamento di strumentazione e uno sviluppo delle capacità di caratterizzazione strutturale. Si è pertanto sviluppato un progetto che coinvolge la ristrutturazione del laboratorio QR e che prevede la realizzazione di un laboratorio per la micro e nano fabbricazione di dispositivi, attrezzato con FIB, SEM e raggi X. Tale

laboratorio si prefigura come una facility a livello regionale nel campo dello studio e della realizzazione di nanostrutture. Il progetto è stato sottoposto alla Fondazione San Paolo per il finanziamento.

- Difficoltà incontrate nella realizzazione dei trilayers ferromagnete-ossido-ferromagnete dovute alla impossibilità di adeguare la strumentazione per mancanza di fondi.

Collaborazioni con altri soggetti (contratti e accordi formali attivi)

Contratto / accordo formale	Soggetti coinvolti	Note
Progetto bilaterale Italia-India	Università di Indore School of Physics (India, prof S. N. Kane):	<i>Giant magneto-impedance in amorphous and nanocrystalline soft magnetic thin films for sensor applications.</i>
Progetto bilaterale Italia-Romania	Ist. of Technical Physics (Iasi, Romania, H. Chiriac):	<i>New bulk amorphous and nanocomposite materials for magnetic applications .</i>
Progetto bilaterale Italia-Romania	Universitatea Politehnica Bucharest (H Gavrilă):	<i>Proprietà di materiali magnetici dolci a medie ed alte frequenze</i>
Progetto bilaterale Italia-Slovenia	Jozef Stefan Institute, Ljubljana (Slovenia)	<i>Non conductive magnetic materials for microwave absorbers</i>
Progetto bilaterale Italia-Argentina	Università di Buenos Aires (Javier Moya)	<i>Magneto-resistenza in materiali granulari</i>
Convenzione con l'Università	Univ. di Torino - Dipart. di Chimica IFM (M. Baricco)	<i>Materiali magnetici duri, amorfi bulk e rapida solidificazione.</i>
Convenzione con il Politecnico	Politecnico di Torino	Dipart. di Elettronica (V. Pisani): <i>Dispositivi magnetici per applicazioni ad alta frequenza.</i> Dipart. di Fisica (P. Allia, C. F. Pirri): <i>Film sottili magnetici e dispositivi.</i> Dipart. d'ingegneria Elettrica Industriale (C. Ragusa): <i>Processo di magnetizzazione in lamierini magnetici.</i> Dipart. di Scienza dei Materiali ed Ingegneria Chimica (Dott Bretcanu e Prof. Verné): <i>Studio di materiali magnetici per applicazioni nel bio-magnetismo.</i> Dip. per il Terr. l'Ambiente e le geotecnologie (R. Sethi): <i>nanopolveri ferromagnetiche per la depurazione delle acque</i>
Contratto RFS-CR-04024: NUSIMAG – <i>Cross numerical simulations and characterisations of magnetic properties of steels for non destructive evaluation purposes</i>	P. Meilland, Arcelor	
Contratto Regionale <i>Magnetic tunneling transistor</i>	P. Allia, Politecnico di Torino	
Nanomat	Laboratori afferenti al consorzio NANOMAT	

Programma E8 - Proprietà elettromagnetiche della materia**Referenti: Vittorio Basso (fino al 9 luglio), Fausto Fiorillo (dopo il 9 luglio)****Personale impegnato (impegno in percentuale per ciascun tipo di attività)**

Nome Cognome	R&S INRIM	R&S contratti	Mantenimento	Tarature e prove	Supporto al SIT	Gestione e altro
Franco Vinai	50	0	0	0	0	5
Carlo Appino	50	0	0	0	0	0
Vittorio Basso	70	0	0	0	0	0
Cinzia Beatrice	30	0	0	0	0	0
Giorgio Bertotti	80	0	0	0	0	0
Marco Coisson	0	50	0	0	0	0
Gianfranco Durin	70	0	0	0	0	0
Enzo Ferrara	20	0	0	0	0	0
Fausto Fiorillo	40	0	0	0	0	0
Alessandro Magni	50	0	0	0	0	0
Massimo Pasquale	40	0	0	0	0	0
Paola Tiberto	45	0	0	0	0	0
Luca Martino	30	0	0	0	0	0
Michaela Kuepferling (TD)	0	50	0	0	0	0
R. Bonin (Co.Co.Pro.)	60	0	0	0	0	0
Carlo Sasso (ass.)	50	0	0	0	0	0
Paolo Bortolotti (dott.)	100	0	0	0	0	0
Laura Giudici (dott.)	60	0	0	0	0	0
Paolo Allia (coll. grat. PoliTo)	15	0	0	0	0	0
Marcello Baricco (coll. grat. UniTo)	10	0	0	0	0	0
Aldo Masoero (coll. grat. Un. Piem. Orient.)	10	0	0	0	0	0
Piero Mazzetti (coll. grat. PoliTo)	10	0	0	0	0	0
<i>Totale (TPE)</i>	<i>8,90</i>	<i>1,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,05</i>

Descrizione del programmaPrincipali attività svolte:**1) Termodinamica e isteresi**

- Estensione dei modelli d'isteresi del magnetismo al caso della trasformazione di fase: definizione della teoria, calcolo numerico, fit con curve misurate (Gd-Si-Ge), previsioni di cicli termodinamici. Misure adiabatiche e isoterme su Ni-Mn-(Ga,Sn).

- Studio della struttura topologica degli stati metastabili nel Random Field Ising Model (RFIM): dimostrazione dei teoremi e calcoli numerico per sistemi di taglia finita.

2) Processi di magnetizzazione

- Esperimenti di dinamica delle pareti di Bloch in presenza di correnti parassite (bulk e film sottili). Interpretazione fisica dell'effetto (massa effettiva negativa e origine della legge di separazione delle perdite nei film sottili). Misure di rumore Barkhausen in acciai strutturali "Interstitial Free". Interpretazione fisica.

- Misura di perdita e permeabilità in ferriti dolci Mn-Zn e Ni-Zn, materiali nanocristallini e nastri amorfi nel range DC - 10 MHz. Sviluppo del modello fisico di interpretazione. Misure delle curve di magnetizzazione nelle rocce naturali e in manufatti di interesse archeologico (ossidiana, ceramiche).

3) Dinamica di magnetizzazione alle alte frequenze

- Formulazione analitica della dinamica di magnetizzazione in presenza di spin-transfer torque e sua soluzione: diagrammi di stabilità, condizioni per l'insorgenza di auto-oscillazioni indotte dalla corrente, inclusione dell'effetto delle fluttuazioni termiche.

- Modelli analitici e numerici di effetti di risonanza e di phase-locking in nanostrutture magnetiche. Misure di risonanza ferromagnetica in sistemi di nanoparticelle e nanostrutture e confronto con i modelli.

Risultati conseguiti:

1) Il modello introdotto è stato in grado di descrivere gli effetti termici lungo il ciclo d'isteresi e la variazione di entropia nel Gd-Si-Ge con applicazioni ai sistemi di refrigerazione magnetica. Le caratterizzazioni su magnetic shape memory alloys sono di interesse per la refrigerazione magnetica e per i sistemi di attuazione magnetica. I risultati teorici ottenuti sul RFIM riguardano le basi fisiche dei modelli d'isteresi e nello specifico

mettono in relazione le proprietà di stati particolari (come il ground state) con gli stati preparati con storie di campo (come lo stato smagnetizzato).

2) Lo studio delle proprietà di rumore in materiali bulk si è concluso con successo in quanto sono state spiegate le proprietà ancora da interpretare, come l'asimmetria della forma delle valanghe. I risultati ottenuti dallo studio dello spettro di potenza del rumore negli acciai, (correlazione tra spettro del rumore e deformazione plastica, con specifiche differenze fra materiali deformati per tensione e cold-rolling) hanno interessanti applicazioni nel campo del "non destructive testing" degli acciai.

3) Lo sviluppo della teoria analitica per gli effetti di spin-torque ha permesso di definire il diagramma di stabilità, cioè le condizioni per cui si instaurano gli effetti di interazione corrente-spin di interesse per il campo della nascente spintronica. Sperimentalmente si sono ottenute caratterizzazioni della risonanza ferromagnetica di materiali fino a 65 GHz e delle misure di rumore di corrente, associato ai segnali di struttura spin-transfer, fino a 23 GHz.

I risultati ottenuti sono stati descritti in dettaglio in 37 articoli scientifici pubblicati nel corso del 2007 nelle principali riviste internazionali.

Impatto dei risultati conseguiti sul contesto esterno:

Le trasformazioni magnetostretturali, gli effetti di spin torque e la dinamica di magnetizzazione alle alte frequenze sono campi di ricerca che stanno alla base delle più recenti innovazioni tecnologiche nel campo del magnetismo. La ricaduta economico-sociale di queste ricerche riguarda lo sviluppo di nuove tecnologie per la refrigerazione, di sensori/attuatori a guida magnetica, della nascente spintronica (memorie e computazione logica magnetica) e nel campo delle telecomunicazioni e dell'elettronica delle alte frequenze (GHz). L'interesse del contesto esterno in queste attività INRIM si è concretizzato in diversi contratti di ricerca regionali ed europei, in inviti a conferenze internazionali di magnetismo e partecipazione a commissioni di dottorato in università straniere (vedi parte III).

Confronto tra risultati conseguiti e attesi, punti critici:

Il conseguimento di ottimi risultati sui temi esposti è legato alla capacità del gruppo di sviluppare nuovi metodi originali di caratterizzazione e nuove teorie e modelli interpretativi. Per mantenere il passo con il livello della ricerca internazionale su questi temi è indispensabile puntare ad obiettivi di alto livello, il che comporta lo sviluppo di nuove tecniche di caratterizzazione strutturale dei materiali (ad es. XRD) e di fabbricazione di dispositivi nano-strutturati (ad es. FIB e sviluppo del know how nel campo della litografia). I punti critici sono in forte correlazione con EM7.

Collaborazioni con altri soggetti (contratti e accordi formali attivi)

<i>Contratto / accordo formale</i>	<i>Soggetti coinvolti</i>	<i>Note</i>
Contratto RFS-CR-04024: NUSIMAG – <i>Cross numerical simulations and characterisations of magnetic properties of steels for non destructive evaluation purposes</i>	P. Meilland, Arcelor	responsabile G. Bertotti
Contratto Regionale <i>Magnetic tunneling transistor</i>		responsabile P. Tiberto
Nanomat		responsabile G. Bertotti

Divisione Meccanica**Responsabile: Mercede Bergoglio****Personale**

Ricercatori e tecnologi: 22. Tecnici: 21. altro personale tecnico scientifico: 10.5

Attività

L'attività è finalizzata allo sviluppo di tecnologie, competenze e capacità di misura delle grandezze meccaniche. La divisione riproduce e mantiene le unità di misura SI per le misure di: forza, durezza, vibrazione, pressione, accelerazione di gravità, massa, densità dei liquidi e dei solidi, viscosità, volume e portate di gas e liquidi, velocità dell'aria, lunghezza e angoli. La divisione svolge ricerche nel settore aerospaziale e della visione robotica, sviluppa metodi statistici per l'analisi dei dati sperimentali e per la valutazione dell'incertezza. Infine, partecipa ad una collaborazione internazionale per la ridefinizione del kilogrammo sulla base delle costanti fondamentali della fisica.

Programmi 2008	Programmi 2007
M1: Misure di massa (W. Bich)	MC1 – Massa e densità di solidi
	MC4 – Interferometria X e ottica
M2 Dinamometria (A. Germak)	MC2 – Forza, durezza, accelerazioni
M3 Meccanica dei fluidi (P. Spazzini)	MC3- Pressione
	MC5 – Meccanica dei fluidi
M4 <i>Mise en pratique</i> del metro e tecnologie per lo spazio (F. Bertinotto)	MC6 – <i>Mise en pratique</i> e applicazioni per lo spazio
M5 Ingegneria di Precisione (A. Balsamo)	MC7 – Ingegneria di precisione e visione

Principali risultati

Nel seguito i principali risultati conseguiti sono sintetizzati considerando le attività: ricerca e sviluppo (R&S), miglioramento metodi di misura e strumenti (ruolo come NMI) e altre attività di tipo gestionale. Molte attività svolte presentano attinenze con le tematiche trasversali alle divisioni: ambiente (gravimetro, micro-portate), salute (densità di liquidi ultra puri), nanotecnologie e tecnologie aeronautiche e spaziali.

Ricerca e sviluppo. Nell'ambito del programma di ricerca M1 è stato realizzato un sistema di misura della posizione del centro di massa e della densità della test-mass utilizzata nel progetto *LISA(-Pathfinder)*, sono state effettuate le prime misure della densità dell'aria in modo diretto e sono state effettuate misurazioni del passo reticolare (spostamenti fino a 0.5 cm, accuratezza pari a 2×10^{-8}) con un interferometro a raggi X, utilizzando una guida ottica controllata elettronicamente su sei gradi di libertà.

In M2 è stato studiato il sistema inerziale dell'interferometro del gravimetro assoluto per ottenere un sistema attivo di controllo e attenuarne la frequenza e l'ampiezza propria del sistema.

M3 ha iniziato lo sviluppo di un codice di calcolo per la simulazione di flussi gassosi rarefatti e ha avviato misure aero-acustiche di flussi gassosi.

E' terminata l'analisi dell'incertezza associata al pettine di frequenza basato su laser a femtosecondi a effetto Kerr: accuratezza ottenuta è dell'ordine di 10^{-19} per l'uscita ottica e 10^{-18} per l'uscita microonda. Sono stati realizzati due analizzatori spettrali d'immagine ottenendo buoni risultati sia lavorando su un campione attivo, sia con un campione passivo.

I più significativi risultati conseguiti da M5 riguardano lo sviluppo di un simulatore per la valutazione di piani sperimentali per la compensazione d'errori di geometria di CMM e sono state condotte sofisticate misurazioni a coordinate su manufatti per esperimenti ed impianti INRIM quali: risonatore cavo per la determinazione della costante di Boltzmann, interferometro X per la determinazione della costante di Avogadro, conduttanza per campione ad espansione continua.

La divisione ha presentato 11 *Joint Research Projects* nell'ambito dell'iniziativa iMERA Plus.

Targeted Programme	Titolo del JRP	Note
SI and Fundamental Constants	Avogadro and molar Planck constants	approvato coordinamento
	Boltzmann constant	approvato partecipazione
Health	Traceable measurements for biospecies and ion activity in clinical chemistry	approvato partecipazione
	Improving non-invasive diagnostics by novel metrology in blood pressure and body temperature measurements	non approvato
Length	New traceability routes for nanometrology	approvato coordinamento
	Metrology for new industrial measurement technologies	approvato coordinamento WP
	Traceable characterization of nanoparticles	approvato partecipazione
	Absolute long distance measurement in air	approvato partecipazione
	PSIDIMN	non approvato
	ChallDimNano	non approvato
	3DForm	non approvato

La divisione ha presentato due progetti in FP7 che non hanno superato la selezione, tre progetti PRIN 2007 nel campo della nanomeccanica, della metrologia a coordinate e delle lunghe distanze che sono in fase di valutazione. Ha svolto attività nell'ambito di progetti regionali e di nove contratti industriali.

A supporto alle attività scientifiche sono state sviluppate tecniche per l'analisi dei dati e della valutazione dell'incertezza di misura anche attraverso l'attività normativa in campo internazionale.

Manufatti. I manufatti realizzati dalla divisione trovano applicazioni in campo automobilistico, spaziale, ambientale e nella metrologia della lunghezza. Su contratto con ISTECCNR è stato realizzato un dimostratore di iniettore piezo per GPL o metano che, rispetto ai tradizionali iniettori elettromagnetici, assicura elevata precisione di intervento e funzionamento regolare anche ai bassi regimi.

In campo spaziale l'attività si è sviluppata sulla base di contratti con Thales Alenia Space e ha portato allo sviluppo di diversi componenti destinati principalmente all'impiego nei sistemi di propulsione dei futuri satelliti scientifici ESA, fra cui la realizzazione di un thruster per azoto basato su tecnologia piezo, selezionato da ESA per la missione GAIA e attualmente in fase di qualifica; un riduttore di pressione/regolatore di flusso per xeno destinato all'alimentazione di motori ionici, attualmente in fase di prototipo di studio, una speciale valvola piezo (*caging discharge valve*) destinata al sistema di bloccaggio/sboccaggio della *test-mass*, cuore della missione LISA Pathfinder progettata da ESA per la verifica dell'esistenza delle onde gravitazionali. La valvola ha superato tutti i test di accettazione ed è ora in fase di qualifica.

In campo ambientale è stato realizzato un prototipo di scatterometro per particelle statiche capace di distinguere la forma (in particolare di particelle fibrose quali l'amianto) e di misurare il diametro della particella mediante dispersione ottica ed elaborazione d'immagine.

Nel campo della metrologia della lunghezza è stato sviluppato un prototipo di tastatore ottico a lente oscillante con area di contatto ottico $< 0,1 \text{ mm}^2$ e risoluzione $< 10 \text{ nm}$ per misure di rotondità.

Unità SI. Intensa è stata l'attività di mantenimento dei campioni nazionali che richiedono periodiche e impegnative verifiche per garantire i livelli di incertezza dichiarati.

Molti sono stati i miglioramenti apportati ai campioni ad esempio è stata: modificata la procedura di taratura e il software per la gestione della strumentazione dell'installazione di misura della densità di solidi, caratterizzata una nuova tavola vibrante fino a 20 kHz, studiati i parametri di influenza nella misura Brinell, ottimizzato nelle dimensioni il gravimetro assoluto, sviluppato un sistema di acquisizione automatica dei dinamometri multicomponenti, revisionata la valutazione dell'incertezza dei campioni anemometrici, corretto l'errore sistematico dei campioni primario di pressione ad espansione dinamica.

Confronti internazionali. Nell'ambito dell'MRA, la divisione ha partecipato a 11 confronti di misura in ambito EURAMET, CCM e APMP per le grandezze portate di gas, gravità, forza, lunghezza (diametri, riga ottica, piatti con sfere), anemometria, densità liquidi e volume. Si sono avviati nuovi confronti nel campo delle portate, volume e micro/nano spostamenti.

Calibration and measurement Capabilities (CMC). Fanno riferimento alla divisione 157 CMC (39 per il settore *Length*, 105 per il settore *Mass and related quantities* e 17 per il settore *AUV*) pubblicate nel Key Comparison Data Base gestito dal BIPM. Nel corso dell'anno sono state pubblicate due nuove CMC sulle misure di rugosità e confermate le CMC per periodo ed ortogonalità di reticoli 2D, diametro e volume.

Tarature e prove, supporto all'accreditamento. La divisione ha svolto una intensa attività di taratura nei vari settori di competenza prevalentemente rivolta ai centri del Servizio di Taratura in Italia con l'emissione di 459 certificati nel corso dell'anno. L'attività di supporto all'accreditamento riguarda 148 laboratori accreditati. E' stato effettuato il primo confronto SIT su verifica di prestazioni di CMM ed è terminato il confronto nell'intervallo di pressione 10 MPa – 100 MPa in mezzo liquido che ha coinvolto 19 laboratori accreditati.

Pubblicazioni La divisione ha prodotto 15 articoli indicizzati dall'ISI-Thomson Web of Science, 6 articoli su rivista con comitato di redazione nazionale, 33 articoli in atti di conferenze internazionali e nazionali e 15 rapporti tecnici; ha depositato 3 brevetti.

Cooperazioni internazionali e nazionali. La divisione ha partecipato al CCM e al CCL e ai relativi gruppi di lavoro, al TC-M e TC-Flow dell'EURAMET, alle attività dell'IMEKO e del CIRP, a organismi normativi ISO. Ha attivato collaborazioni di ricerca con università e istituti di ricerca esteri. A livello nazionale sono proseguite le collaborazioni con università, istituti di ricerca, CCM Club Italia, industrie; la divisione è attiva in contratti industriali che riguardano la consulenza progettuale di sistemi di misura e cessione di know-how ad imprese italiane e collabora con l'UNI per quanto riguarda l'attività di normazione.

Confronto tra risultati conseguiti e attesi, punti critici. La maggioranza dei risultati attesi è stato conseguito. Il notevole lavoro di preparazione dei JRP, conclusosi con esito positivo (37%) e non previsto nel piano 2007, ha ritardato alcune attività. Alcuni risultati non sono stati completamente raggiunti a causa di difficoltà impreviste di natura scientifica e tecnica, ad alcuni contatti e proposte di collaborazione ricevute si è risposto considerando le reali possibilità di risorse umane disponibili.

ENTRATE DA AUTOFINANZIAMENTO (K€)

Descrizione	
Contratti e progetti di ricerca	224
Prove e prestazioni	462
Totale	686

USCITE (K€)

Descrizione	
Investimento	369
Funzionamento	246
Missioni	56
Totale	671

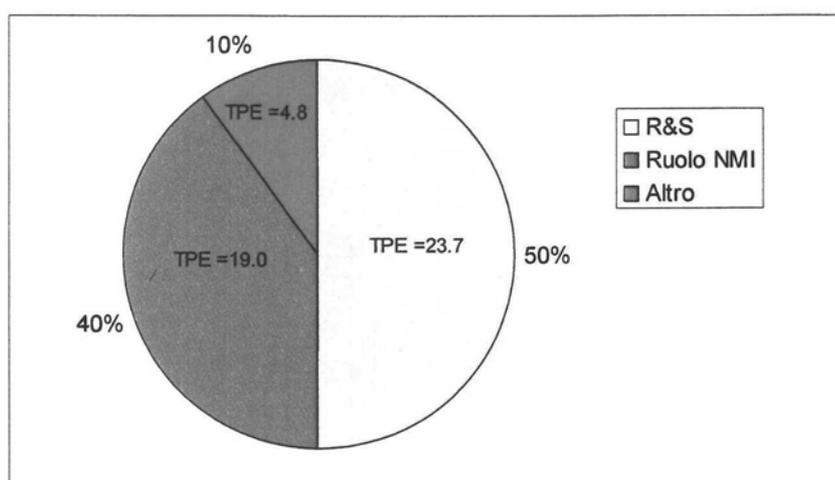
Campioni nazionali (Decreto Ministeriale)

Kilogrammo prototipo in platino iridio n. 62
Macchine campione di forza a pesi diretti (3)
Macchina campione di forza a moltiplicazione idraulica
Macchina campione di forza per confronto
Durometri
Impianto ad espansione continua (10E-06 Pa- 0.09 Pa)
Impianto ad espansione statica (0.09 Pa – 1 kPa)
Bilance di pressione (4) in mezzo gassoso modo assoluto e relativo (1.6 kPa – 20 MPa)
Bilance di pressione in mezzo liquido (5) modo relativo (0.5 MPa – 1 GPa, n.5)
Impianti campione (2) per misure di volume e portata d'acqua in massa
Campione solido di volume e densità in silicio cristallino
Campione di lunghezza (laser elio-neon)
Angolo piano

Altri campioni

Impianto campione per misure di densità di liquido (2)
Banchi vibranti
Impianti campione (4) per misure di velocità dell'aria
Micromanometro interferometrico
Manobarometro
Impianto campione per misure di volume e portata di gasolio
Impianti campione (5) per misure di portata di gas
Sistema di misura di viscosità cinematica per fluidi newtoniani da 0,4 mm ² /s a 1E+05 mm ² /s
Impianto campione per misure di volume (3)

Nel seguito sono riassunti in forma grafica alcuni dati di particolare rilievo.



a) persone equivalenti (TPE e in percentuale) dedicate alle varie attività