ENEA	Attività metrologiche e partecipazione in organismi internazionali
PoliTo, Thales Alenia Space	Realizzazione di prototipo di nanobilancia per la misura della spinta di propulsori per satelliti

Regione Piemonte. Oltre alla partecipazione a contratti/progetti avviati a fine 2007, ma formalizzati nel 2008 come WISE-CELL (wide range sensor and instrument fuel cells), YTRO (Ytterbium trap reference oscillator) e TIPE (transmission infrastructure for power exchange), diverse nuove iniziative della Regione Piemonte nel 2008 hanno visto la partecipazione dell'INRIM:

Bando regionale CIPE 2007 – Converging Technologies – Progetto: "*Metrology on a cellular and molecular scale for regenerative medicine*" (METREGEN) importo finanziato circa 1.57 M€ (per INRIM, circa 700 k€ su 3 anni)

Accordo tra Regione Piemonte ed Enti di ricerca (CNR, INRIM, INFN, ENEA) per aumentare il numero di ricercatori impegnati negli istituti di ricerca piemontesi, firmato a Roma il 16/10/2008.

Poli d'innovazione: l'INRIM partecipa come componente del polo *Meccatronica e sistemi avanzati di produzione*. Argomenti: modellistica, sensoristica, strumentazione di controllo, sistema normativo sulle specifiche geometriche di prodotto (GPS) e del polo *Architettura sostenibile e idrogeno* (metodi termoacustici per la certificazione energetica degli edifici). Inoltre, l'INRIM ha segnalato il proprio interesse ai seguenti poli:

Agroalimentare (riferibilità delle analisi in campo agro-alimentare),

Biotecnologie e Biomedicale (biotecnologie multiscala per la medicina rigenerativa),

Energie rinnovabili e mini hydro (monitoraggio di celle a combustibile polimeriche)

ICT (attività INRIM in Galileo, anche attraverso il Consorzio Torino Time).

Piattaforma tecnologica *Bio-tecnologie per la scienza della vita* (proposta INRIM come capofila, in valutazione un contributo per l'istituto di circa 1 M€ su 3 anni) e partecipazione alla piattaforma *Aerospazio*.

Sempre a livello locale, un altro notevole polo di sostegno alle iniziative di ricerca INRIM è costituito dalle fondazioni bancarie, segnatamente dalla Compagnia di San Paolo. I contributi finanziari già acquisiti nel 2008 da CSP ammontano a 1800 k€, così distribuiti:

Progetto Nanofab per un laboratorio di nano-fabbricazione (circa 1200 k€)

Applicazioni stati *hyper-entangled* (100 k€)

Confronti di tempo a 1 ps in fibra ottica – LINK (400 k€)

Campione atomico di unità di massa (100 k€)

In particolare, con il contributo di 1200 k€, è stata avviata l'installazione di un nuovo laboratorio di microscopia elettronica e di nanofabbricazione mediante fasci ionici ed elettronici. Sono stati acquisiti un *Dual Beam Scanning Electron Microscope*, un *Field Emission Gun Scanning Electron Microscope* e un sistema di diffrattometria a raggi X. Gli obiettivi INRIM per questo laboratorio riguardano i dispositivi quantistici superconduttivi o a singolo elettrone, i dispositivi in grafene per l'effetto Hall quantistico a temperatura ambiente, lo sviluppo di dispositivi per spintronica e magneto-elettronica e gli studi delle proprietà di magnetotrasporto in strutture bidimensionali. Il laboratorio, unico in Piemonte, fortemente sostenuto dalla Regione, Politecnico e Università di Torino, sarà una struttura aperta agli Atenei del Piemonte, ad aziende e realtà anche extraregionali e offrirà l'appoggio a Dottorati di ricerca.

4 – Risultati 2008 e confronto con anni precedenti

Nelle tabelle successive sono presentati alcuni indicatori di produzione scientifica e tecnologica al 31/12/2008. Altre informazioni sono contenute nella Parte 2 e in "Risultati e Dati 2008".

Tabella 7 - Pubblicazioni e comunicazioni nel periodo 2005-2008

Descrizione	2005	2006	2007	2008
Volumi	2	4	4	1
Articoli su riviste ISI (per 2008: IF medio[1] = 1.8)	121	121	133	124
Altri articoli su riviste e capitoli di libro	37	60	24	49
Articoli su atti di congressi	136	98	160	126
Rapporti tecnici (incl. relazioni per contratti)[2]	70	57	78	86
Comunicazioni (seminari, riunioni, conferenze) internazionali.	120	131	171	174
Comunicazioni (seminari, riunioni, conferenze) nazionali	34	26	51	17
Totali	520	497	621	577

[1] IFmedio 2007: 1.5; IFmedio 2006 e 2005:1.7.
[2] Oltre a 68 documenti e procedure dell'SGQ qui non conteggiati.

La successiva tabella riporta i dettagli di ripartizione delle pubblicazioni 2008.

Tabella 8 - Distribuzione delle pubblicazioni 2008

Descrizione	E	M	O	T	SIT	Generali	TOT
Volumi	0	0	0	1			1
Articoli su riviste con IF	68	11	22	23			124
Altri articoli e capitoli di libro	7	6	12	18	1	5	49
Articoli su atti di congresso	50	21	19	33	3	0	126
Rapporti tecnici	10	20	11	21	19	5	86
Comunicazioni internazionali	70	42	45	13	0	4	174
Comunicazioni nazionali	5	3	4	1	0	4	17
Totali	210	103	113	110	23	18	577
IF medio	*1.5*	*1.8*	*3.1*	*1.5*			

Nelle tabelle seguenti, sono riportati i principali prodotti di trasferimento conoscenze, suddivisi tra prodotti specifici e attività formative.

Tabella 9 - *Knowledge transfer* - prodotti di valorizzazione applicativa

Descrizione	2005	2006	2007	2008
Contratti attivi di ricerca	30	15	65	82
di cui nuovi			26	39
Brevetti depositati in Italia e domanda di brev. europeo	2	1	4	4
Estensione di brevetti all'estero	0	2	1	4
Certificati di taratura	1651	1431	1587	1587
Rapporti di prova	234	188	197	160
Altri certificati e rapporti	16	56	132	110
CMC pubblicate	409	453	465	473
Laboratori accreditati	170	170	177	177
Procedure di taratura	235	228	242	238
Procedure di prova	24	30	30	9

Tabella 10 - *Knowledge transfer* - formazione

Descrizione	2005	2006	2007	2008
Dottorati (triennali) attivati nell'anno	7	9	10	7
Tesi concluse nell'anno (dottorato, III livello)	9	8	6	6
Tesi concluse nell'anno (II livello)	12	11	11	17
Tesi concluse nell'anno (I livello)	17	35	20	24
Ricercatori stranieri presso INRIM (mesi-persona)	27	15	10	10
Ricercatori INRIM all'estero (mesi-persona)	33	50	35	10
Seminari INRIM di esperti interni	27	28	15	4
Seminari INRIM di esperti esterni	25	23	29	29

I relativi dati analitici - con il dettaglio sui prodotti realizzati dalle strutture - vengono riportati a parte nel fascicolo "Risultati e dati 2008", organizzato in due sezioni: Risultati (secondo la classificazione dei prodotti CIVR) e Altre attività svolte. La tipologia generale dei "Prodotti CIVR" viene riportata qui di seguito con ulteriori specificazioni appropriate per l'INRIM

Tabella 11 - Numerosità dei risultati 2008 per categorie CIVR

	Categoria CIVR	Specificazione aggiuntiva INRIM	n.
1	Articolo su rivista	1.1 Rivista ISI	124
		1.2 Altri articoli	33
		Totale articoli su rivista	157
2	Capitolo di libro	2.1 Capitolo di libri	16
		2.2 Articoli su atti di congressi internazionali e nazionali	126
3	Libro	Idem	1
4	Brevetto	Idem	4
5	Risultato di valorizzazione applicativa	5.1 Rapporti tecnici e Relazioni per Contratti	86
		5.2 Confronti internazionali	39
		5.3 CMC (nuove)	8
		5.4 Certificati di taratura	1587
		5.5 Accreditamenti (nuovi)	6
		5.6 Documenti e procedure del Sistema Qualità	68
		5.7 On site visits by peers (NMI stranieri)	6
6	Progetto, composizione, disegno, design	6 Progetto di strumento, apparato o impianto	5
7	Performance, mostra ed esposizione	7.1 Presentazioni a congr., seminari e riun. internazionali	174
		7.2 Presentazioni nazionali	17
		7.3 Corsi di formazione	6
		7.4 Organizzazione congressi e convegni	14
		7.5 Altre iniziative (eventi e seminari)	51
8	Manufatto e opera d'arte	Realizzazioni e miglioramenti di rilievo (strumenti, installazioni, ecc.)	54

A questi, vanno aggiunti i seguenti documenti generali 2008:

Tabella 12 - Altri documenti 2008

Documenti INRIM	Documenti di Dipartimento	Documenti esterni
Piano triennale di attività 2008-2010 (gennaio 2008)	Raccolta schede di programma per PT 2008-2010 (genn.2008)	Comitato di valutazione: Evaluation of INRIM 2006 (lug. 2008)
Relazione consuntiva 2007 (aprile 2008)	Linee - guida e schede per il Piano Triennale 2009-2011 (sett. 2008)	Corte dei conti: Relazione sul risultato del controllo eseguito per l'esercizio 2007 sulla gestione finanziaria di INRIM (dic. 2008)
Esercizio finanziario 2007 – Rendiconto generale (aprile 2008)	Considerazioni generali sul PT 2009-2011 – Attività del Dipartimento (nov. 2008)	
Annual Report 2007 (ago. 2008)		
Esercizio finanziario 2009 – Bilancio di previsione (nov. 2008)		

4.1 Nuove iniziative INRIM nel 2008

A metà 2008 sono stati lanciati due bandi interni (esaminati da valutatori esterni) per raccogliere proposte su "*Nuove idee*" di ricerca e su "*Investimenti rilevanti*" che hanno consentito di impegnare circa 1 M€ su queste iniziative e di aumentare inoltre la quota di bilancio dedicata all'investimento.

Per il bando "Nuove idee" sono state raccolte ben 46 proposte (considerate tutte positivamente per la novità e per il contenuto scientifico) e ne sono state selezionate 7. Per il bando "Investimenti rilevanti" le proposte raccolte sono state 24 e selezionate 5. Le proposte selezionate sono riportate nelle tabelle 12 e 13 in riferimento all'area progettuale dei proponenti.

Tabella 13 - Proposte selezionate nel bando "Nuove idee"

Area	Titolo proposta
O1-O4	Sorgente di due campi correlati tramite 4-wave mixing in vapori di cesio per spettroscopia non lineare e informazione quantistica
O4	Taratura di rivelatori *photon-number-resolving* (PNR) mediante tomografia (*entanglement assisted*) di operazioni quantistiche
T1-T3	Metodi TErmo Acustici per Certificazioni energetiche (TEACH)
E1	Giunzioni Josephson π per qubit a quanto di flusso "quieto"
E1	Sviluppo di dispositivi *phase slip* come campioni quantistici di corrente
M4	Misura assoluta di distanza con risoluzione *sub-wavelength*
T5	Metrologia su scala cellulare e macromolecolare per la medicina rigenerativa

Tabella 14 - Proposte selezionate nel bando "Investimenti rilevanti"

Area	Titolo proposta
E2	Apparati per esperimenti criogenici
O1	Apparati per campione primario di frequenza a fontana di Cs criogenica
E7	Sistema di misura stroboscopico
E6	Laboratorio per biometrologia
T4	Apparati per metrologia di applicazioni terapeutiche con ultrasuoni

Altre proposte che non è stato possibile finanziare su questi bandi sono state finanziate sui fondi dipartimentali 2008 o ricuperate come input per il piano triennale successivo (PT 2009-2011). Tuttavia, l'entità delle richieste raccolte per gli "Investimenti rilevanti" (circa 4.3 M€) rispetto ai fondi disponibili dimostra l'esigenza di ammodernamento di molti laboratori e la necessità di proporre al MIUR il finanziamento straordinario di un piano di modernizzazione della metrologia italiana.

Sul versante delle attività di accreditamento, il 2008 è stato caratterizzato principalmente dall'esito positivo della visita ispettiva EA e dalla predisposizione di quanto necessario per la creazione di una struttura pubblica esterna di accreditamento, il COPA SCrl, in collaborazione con l'Istituto Superiore di Sanità, i Politecnici di Milano e di Torino e con l'Università di Cassino.

5 – Metodi di indirizzo, gestione e valutazione delle attività

Dopo aver reso operativo il sistema di valutazione, previsto dal decreto istitutivo, attraverso la nomina (4 giugno 2007) del Comitato di valutazione[7] (CdV), l'INRIM ha ricevuto il primo rapporto di valutazione annuale per il 2006. Il Comitato si è riunito a Torino (1-3 luglio 2008) e ha tenuto diversi incontri con il management dell'istituto. Il secondo rapporto (per il 2007) è in preparazione. Molte indicazioni del CdV sono già state trasferite nel processo di gestione dell'INRIM.

L'INRIM verifica periodicamente l'andamento delle attività e il grado di conseguimento degli obiettivi del piano attraverso:

il monitoraggio dei progetti e la valutazione della loro priorità e sostenibilità.

La gestione consapevole del rischio dell'*overcommitment* e del rischio che la funzione di programmazione venga trasferita principalmente alla disponibilità di finanziamenti esterni. A questo scopo, dei finanziamenti esterni al MIUR (contratti/contributi), si utilizza (dove possibile) la quota riferibile al costo del personale strutturato per finanziare le attività metrologiche istituzionali che non possono godere di supporto esterno.

Infine, nel quadro di una razionalizzazione operativa dell'INRIM, obiettivo primario è di arrivare a un modello di gestione *full cost* delle varie attività, in cui l'assegnazione di risorse sia definita per programmi/progetti e non per strutture organizzative. Questo richiede che, come già detto nella Relazione Consuntiva 2007, l'INRIM adotti un sistema informatico integrato di gestione che comprenda e renda disponibili le varie funzioni di *knowledge management* per applicazioni non solo amministrativo-gestionali ma di programmazione, monitoraggio e consuntivazione delle attività[8].

Gli indirizzi per gli obiettivi e le priorità nelle attività scientifiche sono:

- Realizzare il sistema delle unità SI e la loro disseminazione, incluso lo sviluppo e la validazione di procedure di misura in supporto all'economia e alla società e alle direttive italiane ed europee.
- Condurre l'attività di R&S per migliorare la realizzazione dell'SI, per lo sviluppo della metrologia in nuove aree di attività e per essere in grado di anticipare le future esigenze di misura.
- Fornire consulenza e trasferimento di conoscenze e di tecnologie al governo, alla società e all'industria su problemi e questioni metrologiche in senso ampio.
- Incoraggiare e facilitare le capacità manageriali dei responsabili di programma e di progetto anche nel valutare l'impatto delle attività sul corrispondente settore industriale, scientifico e sul panorama metrologico.

Nel perseguire questi obiettivi, sono state individuate le seguenti priorità:

Raccomandazioni di organismi scientifici internazionali (CGPM, CIPM, CC)

Progetti JRP di iMERA Plus e potenziali progetti per art.169

Impegni da contratti in corso

Progetti relativi a campioni strategici

Altri progetti in collaborazione e progetti multidisciplinari

Proseguimento dei lavori di ricerca in corso secondo la disponibilità di bilancio.

---

[7] Il Comitato è composto da: Kim Carneiro (presidente), Enrico Canuto, Giuseppina Rinaudo, Vito Pertosa, Settimio Mobilio, Marco dell'Isola.

[8] CdV Report 2006, p. 22: "*A further recommendation may be raised to INRIM management to facilitate funds accounting and monitoring by the research staff itself at least at Division level through appropriate IT procedures". Ibidem, p 23: It may be of help to establish a focussed economic reporting system that facilitates the managerial decision-making*".

6 – Risorse finanziarie

Il contributo ordinario per l'anno 2008 è stato assegnato all'INRIM dal MIUR solo il 23 dicembre 2008, determinando rinvii nell'impegno di quanto risultato solo allora disponibile. Tale contributo corrisponde a 13.6 ppm del PIL. I principali dati riassuntivi sono nelle tabelle[9] seguenti.

Tabella 15 - Entrate 2008 e 2007 (k€)

Descrizione	2007	2008
Avanzo di amministrazione anno precedente	1499,5	3120,2
Contributo MIUR (cat I)	19952,0	20613,4
Regione Piemonte (cap. 3): finanziamento di progetti di ricerca INRIM e contributo annuale	537,4	538.9
Contratti con la Commissione della Comunità Europea (cap. 9)	187,0	688,9
Contratti di ricerca diversi (cap. 10)	449,3	463,6
Contratti con CNR e altri enti pubblici (capp. 8-30)	199,1	647,9
Proventi da consulenze, tarature, prove e altre prestazioni di servizio (capp. 7-11)	2653,4	3043,1
di cui: tarature, prove e altre attività svolte dal Dipartimento	1853,2	1867,9
attività di accreditamento di laboratori	800,2	1175,2
Altre entrate [1] (affitti, interessi, ricuperi, varie – categ. IV-VI-VII-VIII-IX-X-XI-XII)	745,7	2411,7
Totale	**26253,4**	**31527,7**

[1] inclusi nel 2008 trasferimenti per 1808.6 da enti privati (nel 2007: 29.2 k€ da enti pubblici)

Escludendo il contributo MIUR e l'avanzo di amministrazione, la somma delle entrate ammonta a 7794.1 k€, pari al 24.7% del totale (nel 2007, rispettivamente 4802.2 k€, e18,3 %). Inoltre le partite di giro, qui non considerate, ammontano a 4417.2 k€ (nel 2007: 4724.6 k€.

Tabella 16 - Spese 2008 e 2007 (k€)

Descrizione	2007	2008
Oneri per il personale dipendente, con contratto a tempo indeterminato e determinato (categ. II-XV), escludendo spese per missioni (cap. 9)	13915,3	12838,4
Oneri per borse d'addestramento alla ricerca e assegni di ricerca (capp. 43-44)	605,2	1217,3
Oneri per collaboratori esterni (cap. 19)	478,2	456,1
Missioni del personale dipendente (cap. 9)	287,8	366,2
Spese di funzionamento dirette per le attività di ricerca (capp. 17-18-22-42)	1373,8	1756,7
Spese di funzionamento indirette, inclusi *running costs* (categ. I-IV-VII-VIII-IX-X) + (capp. 45-46) - (capp. 17-18-22-42)	4677,9	5140,8
Spese d'investimento dirette per le attività di ricerca (cap. 59-60-61)	1611,0	4700,9
Spese d'investimento indirette (categ. XI-XIV) + (capp. 62-63-64)	624,2	919,5
Differenza da trasferire all'esercizio successivo	2680,2	4131,8
Totale	**26253,4**	**31527,7**

Le spese di personale dipendente e non dipendente ammontano a 14878 k€ pari al 72.2% del contributo ordinario MIUR (nel 2007: 15286,5 k€ e 76,7 %, e nel 2006: 78.4%) e sono pari al 47,2% delle entrate totali (nel 2007: 58.2%).

7 – Risorse di personale

La tabella 17 fornisce i dati sul personale dipendente al termine degli anni 2006-2008, con contratto a tempo indeterminato (TI) e a tempo determinato (TD). Si può notare che in solo 2 anni la contrazione del personale TI è stata di 5 unità.

[9] Rielaborazione dai Rendiconti Generali 2008 e 2007

Tabella 17 - Personale dipendente al termine degli anni 2006-2008

Descrizione	2006		2007		2008	
	TI	TD	TI	TD	TI	TD
Ricercatori e tecnologi	88	11	86	11	87	10
Tecnici	92	8	93	5	89	7
Amministrativi	30	0	29	0	29	0
Totale	**210**	**19**	**208**	**16**	**205**	**17**

Nel 2008 si sono dimesse 9 unità (8 pensionamenti e 1 trasferimento per un totale di 4 ricercatori e 5 tecnici) e sono stati inseriti 5 vincitori di concorsi espletati nel 2006 (4 ricercatori e 1 tecnico) e 1 stabilizzazione (1 ricercatore) maturata nel 2007. La tabella 8 presenta la dotazione organica e la distribuzione di personale TI a fine anno.

Tabella 18 - Dotazione organica e personale TI in ruolo al 31 dicembre 2008

Profilo professionale	Dotazione Organica INRIM	Personale in ruolo 31/12/2008	Dipartimento	Amministrazione e Servizi Generali	Servizio Accreditamento Laboratori
Ricercatore	85	72	72	0	0
Tecnologo	17	15	12	2	1
Dirigente	1	0	0	0	0
Funzionario amm.	7	8	1	7	0
Collaboratore TER	74	66	49	11	6
Collaboratore amm.	16	12	1	11	0
Operatore tecnico	22	21	11	8	2
Operatore amm.	8	9	3	6	0
Ausiliario tecnico	1	2	1	1	0
Totale	**231**	**205**	**150**	**46**	**9**

La successiva tabella 9 presenta le altre tipologie di personale non strutturato (Cococo = incarico di collaborazione, Cocopro = incarico di consulenza professionale, Assegni di ricerca) o in addestramento/formazione.

Tabella 19 - Altro personale al 31 dicembre 2008

Struttura	Cococo	Cocopro	Assegni	Borse	Dottorandi	Totale
Dipartimento	6	3	23	1	26	**59**
Amm. & Serv. Gen.	1	2	0	0	0	**3**
Serv. accr. di lab.	0	0	0	0	0	**0**
Totale	**7**	**5**	**23**	**1**	**26**	**62**

Al 31/12/2008, collaborano inoltre alle attività istituzionali del Dipartimento: 8 associati, 3 titolari di incarico gratuito di ricerca (di cui 1 anche associato) e 2 di collaborazione tecnica (totale personale associato: 12).

Complessivamente, il personale non INRIM partecipante alle attività (inclusi Presidente e Direttore Generale, non dipendenti INRIM) ammonta quindi a 76 unità che sommati al personale dipendente (222 unità) porta a un totale generale di 298 persone (esclusi tirocinanti e stagisti).

PARTE 2 – SCHEDE di ATTIVITÀ

In questa sezione viene raccolta tutta la documentazione prodotta dalle divisioni del dipartimento e dalle altre strutture INRIM per la rendicontazione annuale dei principali risultati conseguiti. Per il dipartimento, queste schede rappresentano il quadro d'insieme dei risultati dell'attività di ricerca e della gestione delle risorse umane e finanziarie attribuite in riferimento agli obiettivi prefissati.

Le schede di programma seguono lo schema introdotto nel Consuntivo 2007, con le informazioni aggiuntive (*in corsivo*) richieste nel 2008:

- Titolo
- Responsabile
- Personale impegnato, con percentuale per tipologia di attività:
    - R&S istituzionale[10]
    - R&S su contratto
    - Mantenimento dei campioni[11]
    - Tarature e prove
    - Supporto al SIT
    - Attività gestionali e altro[12]
- Descrizione del Programma
    - Principali attività svolte
    - Risultati di particolare rilievo
    - Impatto dei risultati sul contesto esterno
    - Confronto tra risultati conseguiti e attesi, punti critici
    - *Riepilogo analitico dei risultati*
    - *Informazioni su risultati in ritardo o abbandonati*
    - *Eventuali altri risultati*

2.1 – Dipartimento

2.1.1 Campi di attività

Il Dipartimento opera sia nelle aree di misura tradizionali della fisica e dell'ingegneria sia in quelle aree dove l'esigenza di riferibilità alle unità SI (o a procedure di riferimento internazionalmente riconosciute) è emersa più di recente.

Nelle aree di più tradizionale competenza (elettromagnetismo, meccanica, acustica, tempo e frequenza, fotometria e radiometria, termometria) le attività principali sono volte a migliorare i campioni, a ridurre l'incertezza di misura e ad ampliare i campi di misura, là dove le attuali capacità non siano risultate adeguate alle esigenze degli utilizzatori.

Il Dipartimento ha mantenuto e ampliato le competenze nel campo dei materiali magnetici, superconduttori e nanostrutturati, con particolare riguardo alla realizzazione di dispositivi per la metrologia e la sensoristica, alle proprietà dei materiali magnetici su scala nanometrica e all'elettronica di spin (spintronica).

Nelle aree della chimica, dell'ambiente e sicurezza, della salute e qualità della vita, e nell'area delle nano e biotecnologie, il Dipartimento opera - in collaborazione con gli organismi nazionali ove siano presenti le specifiche competenze disciplinari - per realizzare direttamente o stimolare la realizzazione di riferimenti, dispositivi e metodi di misura e facilitare quindi il riconoscimento di tali organismi quali Istituti Designati come parte del sistema nazionale di misura.

Lo sviluppo e il mantenimento dei campioni in queste aree sono tutte attività *resources and investment intensive.* Il valore delle attrezzature metrologiche installate è considerevole e occorre assicurare continuità di finanziamento per evitare il rischio di interruzioni per apparecchiature che operano ben al di là del loro tempo di vita normale.

---

[10] Sviluppo delle competenze metrologiche a carattere strategico

[11] Inclusa la partecipazione a confronti internazionali e la collaborazione in organismi metrologici internazionali

[12] Attività gestionali di programma o di divisione, inclusa la formazione e il supporto specifico a qualità, sicurezza, normazione.

Nella tabella successiva viene presentata una mappatura dei settori metrologici coperti dal dipartimento in parziale riferimento ai settori individuati a livello internazionale (Comitati consultivi del CIPM e Comitati Tecnici EURAMET):

Tabella 20 - Mappatura dei settori metrologici INRIM

Div	Field	Sub-field	Progr.
E	DC & Q. metrology	Josephson effect and DC voltage	E1
		Quantum Hall effect and DC resistance	E2
		Single electron tunnelling	E6
		Low DC current	E2
	Low frequency	AC/DC transfer, AC voltage and current, impedance	E2, E3
	Radiofrequencies and Microwaves	RF power, scattering parameters, RF impedance	E3
	Power and energy	AC power and energy	E3, E5
		Electric and magnetic fields (incl. high voltage/high current tests)	E4, E5
		Magnetic measurements and properties	E7, E8
M	Mass&related quant.	Mass standards	M1
		Avogadro Constant	M1
		Density and volume	M1, M3
		Viscosity	M3
		Fluid flow	M3
		Force	M2
		Pressure (high and low)	M3
		Gravimetry	M2
		Hardness	M2
		Vibration	M2
	Length	Basic length	M4
		Dimensional metrology	M5
O	Time and Frequency	Frequency standards	O1
		Time scale	O2
	Photom&Radiometry	Photometry and radiometry	O3
		Quantum optics	O4
T	Temperature	Contact temperature meas.	T1
		Non-contact temperature meas.	T2
	Humidity	Humidity	T1
	Acoustics	Physical acoustics	T3
		Acoustic engineering	T4
	Amount of substance	Gas	T5
		Electrochemistry	E2
		Inorganic	T5
		Organic	T5
		Bioanalysis	T5, E6

La copertura ad alto livello di questi settori ha comportato, anche se con intensità diversa, varie attività generali come:

- Partecipazione alle attività del CIPM e dei suoi Comitati consultivi.
- Partecipazione ai confronti internazionali e all'attività di analisi delle rispettive capacità di taratura e misura (CMC), nell'ambito del *Mutual Recognition Arrangement* (MRA) del CIPM.
- Partecipazione allo sviluppo di progetti congiunti di ricerca (JRP) in ambito iMERA-Plus.
- Partecipazione alle attività di EURAMET e all'attuazione *dell'European Metrology Research Programme* (EMRP).
- Partecipazione ai programmi di ricerca internazionali (VII Programma Quadro), nazionali (PRIN, PII) e regionali (in particolare nell'ambito del programma di sostegno alla ricerca della Regione Piemonte).
- Mobilità e scambio di ricercatori con Istituti metrologici e centri di ricerca esteri e svolgimento di tesi di dottorato, di tesi di laurea e di stage.

Tra i progetti scientifici pluriennali più rilevanti si segnalano anche nel 2008 i progetti finalizzati alle prossime scadenze internazionali relative alle raccomandazioni della CGPM per le nuove definizioni delle unità SI:

- kelvin, attraverso la determinazione delle costanti dei gas e di Boltzmann con incertezza relativa inferiore a 10^{-6}, e la relativa *mise-en-pratique* (realizzazione di una nuova generazione di punti fissi e sviluppo dell'amplificatore di temperatura);
- kilogrammo attraverso la determinazione delle costanti di Avogadro e di Planck molare (N_Ah) con incertezze relative prossime a 10^{-8}.

Altri progetti di rilievo che proseguono da anni precedenti riguardano:

- Programma Galileo: sperimentazione sui primi satelliti, generazione della scala di tempo e sua stretta sincronizzazione con UTC.
- Fotorivelatori calcolabili e rivelatori superconduttivi (con discriminazione del numero di fotoni TES e a singolo fotone).
- Analisi chimica e tecniche spettroscopiche di molecole e nano-particelle per l'ambiente.
- Tecniche per l'uso degli ultrasuoni ad alta intensità per applicazioni in chimica, medicina, acustica e sono-luminescenza.
- Strumentazione di precisione e per applicazioni spaziali e di nano-meccanica.
- Magnetotrasporto e *spin torque* in materiali nanostrutturati, film sottili e multistrati e applicazione a dispositivi basati sul trasporto dello spin elettronico.
- Realizzazione di dispositivi Josephson a schiera per il campione di tensione programmabile.
- Derivazione del farad dall'ohm per il collegamento alle costanti fisiche.

Nel campo delle nanotecnologie, si segnala la continuazione dello studio di fenomeni di trasporto elettronico e la realizzazione di dispositivi a singolo elettrone per applicazioni alla biologia, alla salute e al settore alimentare.

2.1.2 Risultati

La presentazione dei risultati nelle schede si riferisce ai Programmi definiti nel Piano Triennale 2008-2010 in cui, tra l'altro, era stato ridotto del 27% il numero dei programmi rispetto all'anno precedente (da 29 a 22). I dati sul personale sono tutti riferiti al 31/12/2008.

In generale, le attività di ricerca hanno conseguito risultati in discreto accordo con quanto programmato (*compliance* tra risultati attesi e risultati raggiunti). Molte delle ricerche condotte hanno una forte valenza applicativa e quindi consentono di intraprendere azioni di collaborazione con altri organismi pubblici e privati. Questo permette all'INRIM di poter fare affidamento su una consistente autonomia finanziaria, ma impegna il personale a dedicare sempre maggiore attenzione e risorse verso le opportunità offerte dalla domanda di ricerca e di servizi.

Per quanto riguarda le risorse umane del Dipartimento al fine anno, dei 150 dipendenti a tempo indeterminato, 84 sono i ricercatori e tecnologi, 61 sono i tecnici e 5 gli amministrativi (di cui 1 presso la sede "storica" di corso Massimo d'Azeglio). La tabella seguente ne riporta la distribuzione fra le Divisioni e le attività generali del dipartimento (AGD).

Tabella 21 - Personale TI del Dipartimento (al 31/12/2008)

Div	Dir R&T	Primi R&T	R&T	Tecnici	Ammin	TOT
E	5	12	16	20	1,5	54,5
M	2	8	10	23	0,5	43,5
O	2	3	12	8	0,5	25,5
T	1	4	8	10	0,5	23,5
AGD	1	0	0	0	2	3
Tot	**11**	**27**	**46**	**61**	**5**	**150**

A completamento delle informazioni riportate nelle schede, è da segnalare l'attività a tempo pieno di Elisa Chirio e di Tiziana Rolandi nel supporto amministrativo e gestionale delle Divisioni e il passaggio di Claudia Rota e Lucia Bailo a supporto delle attività generali di dipartimento. Inoltre, continuano a operare nel Dipartimento le Unità Staccate di Fluidodinamica (USFD, responsabile

R. Malvano) presso Dipartimento d'Ingegneria Aeronautica e Spaziale del Politecnico di Torino, e di Radiochimica e Spettroscopia (USRS, responsabile L. Bergamaschi) presso il Dipartimento di Chimica Generale dell'Università di Pavia. Tali unità afferiscono rispettivamente alla Divisione Meccanica e alla Divisione Termodinamica.

La distribuzione del personale tra attività di R&S, attività come NMI (mantenimento, *upgrading*, confronti internazionali e collaborazione in organismi metrologici internazionali, disseminazione e supporto al SIT) e altre attività (gestionali e di supporto a qualità, sicurezza e normazione, didattica) specifiche di ogni programma, è rappresentata nei grafici delle presentazioni di ciascuna divisione. In questi grafici, l'attività classificata come R&S è in gran parte indirizzata alla metrologia come sviluppo di nuovi campioni e di nuovi metodi di misura, mentre come "ruolo NMI" si è inteso evidenziare il complesso di altre attività tecnico-scientifiche che danno origine a "prodotti" (v. tab 11) specifici di un istituto nazionale di metrologia.

Complessivamente nelle 4 divisioni, la distribuzione 2008 delle risorse umane è la seguente (tra parentesi la percentuale del 2007): 66.5% (64%) per la ricerca e sviluppo, 28.3% (28%) per il ruolo NMI, e 5.2% (7%) per altre attività. La percentuale attribuita al ruolo NMI appare tuttavia sottostimata, probabilmente per non avervi incluso il lavoro di ricerca incrementale per l'*upgrading* dei campioni.

Nelle presentazioni di divisione sono riportati, a titolo indicativo, anche i dati finanziari come risultano a ciascuna divisione.

Nel 2008 è stata completata la riorganizzazione delle officine meccaniche avviata alla fine del 2007, con un significativo contributo al miglioramento delle capacità realizzative dell'INRIM nel campo di strumenti e dispositivi meccanici.

Per quanto riguarda l'attività di disseminazione su base commerciale, la tabella seguente fornisce i dati sulle attività svolte dall'INRIM nel triennio 2006-2008. I dati 2008 sostanzialmente stabilizzano l'incremento registrato nell'anno precedente. Nel 2008 è stato inoltre attuato, nel relativo software gestionale, il riallineamento dell'attribuzione delle attività dai precedenti settori agli attuali programmi.

Tabella 22 - Attività di taratura, misura e prova nel triennio 2006-2008

Divisione	*N. documenti emessi*			
	Certificati di taratura	*Rapporti di prova*	*Altri certificati e rapporti*	*Totale*
E	587	74	25	686
M	420	0	14	434
O	189	39	13	241
T	235	75	4	314
Tot. 2006	**1431**	**188**	**56**	**1675**
E	640	38	85	763
M	462	3	9	474
O	251	37	22	310
T	234	119	16	369
Tot. 2007	**1587**	**197**	**132**	**1916**
E	614	22	62	698
M	414	2	23	439
O	222	30	10	262
T	337	106	15	458
Tot. 2008	**1587**	**160**	**110**	**1857**

Come si può notare complessivamente anche da quanto riportato in "Risultati e Dati 2008", il dipartimento ha continuato a operare in sostegno della competitività dell'industria nazionale, in termini di necessità di misura di elevata qualità, di esigenze di riferibilità ai campioni, di sviluppo di sensori, di corretta valutazione della incertezza di misura e di validazione di procedure:

- Incrementando l'attività di trasferimento di conoscenza e di trasferimento tecnologico attraverso contratti di ricerca, deposito di brevetti e iniziative di formazione per tecnici dell'industria e dei servizi.
- Mantenendo l'alto livello delle attività di taratura e prova e puntando a soddisfare le esigenze di capacità di misura più impegnative, trasferendo quanto possibile ai laboratori accreditati le altre tarature.
- Assicurando la disponibilità delle competenze tecniche del dipartimento come supporto alla struttura di accreditamento di laboratori, alla metrologia legale e alla normazione.

Highlights 2008

Il 2008 è stato caratterizzato dalla preparazione e dall'avvio di numerose nuove attività e collaborazioni (iMERA Plus, altri contratti europei, progetti PRIN 2007 e progetti regionali) che - per il successo nel loro accoglimento - costituiscono nel loro complesso il principale risultato raggiunto per accrescere l'impatto e l'influenza della missione dell'INRIM, anche come capacità di incremento delle fonti di finanziamento esterne.

I principali risultati dell'anno sono riportati nella presentazione di ogni divisione nella Parte II, tra questi, si segnalano come particolarmente rilevanti i seguenti risultati:

- Estensione delle capacità di taratura per il campo elettrico da 2 kHz a 100 kHz, mediante generazione di campo di riferimento in cella TEM, e per il campo elettromagnetico da 1 GHz a 4 GHz, mediante l'uso di antenne "campione" in camera anecoica.
- Realizzazione di un calorimetro per la misura della variazione di entropia dovuta a effetto magnetocalorico, mediante l'uso di celle Peltier come sensori di flusso termico e come pompe di calore.
- Dimostrazione di capacità di misura del parametro reticolare del silicio con incertezza 6E-9
- Realizzazione di un prototipo di interferometro incrementale relativo con sbilanciamento tra i bracci fino a 90 m, la componente della risoluzione dovuta solo a rumore elettronico è 100 pm/√Hz
- Osservazione del primo segnale atomico d'orologio grazie alla realizzazione della struttura fisica della nuova fontana criogenica
- Prima misura *sub shot-noise* di correlazione di campi bipartiti senza sottrazione del rumore, (verso l'*imaging* differenziale quantistico)
- Determinazione della temperatura termodinamica del punto fisso eutettico Co-C attraverso la realizzazione di scale termodinamiche tra il punto dello Zn e Co-C
- Brevettazione di un nuovo metodo di trattamento e abbattimento del contenuto inquinante di reflui industriali mediante cavitazione idrodinamica.

Attività del Direttore di Dipartimento in collegamento con organismi esterni

Il Direttore è membro del CIPM e presidente del CCL. Come presidente dell'EURAMET TC-IM (Interdisciplinary Metrology) partecipa ai lavori del Board of Directors EURAMET e del JCRB. E' *Guest professor* dell'Harbin Institute of Technology ed è membro del *Comité de la Métrologie* dell'LNE e dell'Advisory Group dell'UK NMS Engineering & Flow Metrology Programme (del DIUS). A marzo 2008, è stato membro della commissione di dottorato (*Miembro del tribunal de la tesis doctoral*) dell'Università Polilitecnica di Madrid per la tesi di Emilio Prieto Esteban su "*Desarrollo de Comparador Interferométrico Universal para la calibración de patrones materializados de longitud*". Infine nel 2008, il direttore ha portato a compimento gli impegni (responsabilità della filiera di *foresight* e nei comitati d'indirizzo del progetto, *Network Steering Committee* e *Network Management Committee*) conseguenti al contratto iMERA avviato nel 2005.

Divisione Elettromagnetismo
Responsabile: Giancarlo Marullo Reedtz

Personale (al 31/12/2008):
Ricercatori e Tecnologi: 35. Tecnici: 21. Altro personale tecnico-scientifico: 12. Dottorandi e borsisti: 12. Personale amministrativo: 1,5.

Organizzazione
La Divisione Elettromagnetismo è articolata in 8 programmi, ciascuno dei quali è organizzato in progetti, come descritto nella tabella che segue.

PROGRAMMA	Progetto
E1: Dispositivi quantistici e campione di tensione (V. Lacquaniti)	Campione di tensione Dispositivi a giunzione Josephson per le misure Rivelatori superconduttori Nuovi materiali e dispositivi superconduttori per le misure di precisione
E2: Metrologia della resistenza e dell'impedenza elettrica (L. Callegaro)	1. Resistenza elettrica in regime continuo 2. Impedenza elettrica 3. Conducibilità elettrolitica
E3: Metrologia della tensione, corrente e potenza in regime variabile ed in alta frequenza (U. Pogliano)	1. Trasferimento da alternata a continua e misure di tensione e corrente alternate 2. Potenza a frequenze industriali, *power quality* e determinazione di costanti fondamentali con metodi elettrici 3. Disseminazione delle unità elettriche in bassa frequenza mediante strumenti multifunzione programmabili 4. Campioni di potenza elettrica a microonde, in campo millimetrico e sub-millimetrico
E4: Metodi matematici e applicazioni a materiali e dispositivi (O. Bottauscio)	1. Modellizzazione di fenomeni multiscala in elettromagnetismo e isteresi magnetica 2. Sviluppo di attuatori, trasduttori e sensori innovativi per applicazioni scientifiche e industriali 3. Campi elettromagnetici: riferimenti, mitigazione, esposizione umana (condotto congiuntamente dai programmi E4 e E5)
E5: Campi elettromagnetici e sistemi di potenza (M. Borsero)	1. Campi elettromagnetici: riferimenti, mitigazione, esposizione umana (condotto congiuntamente dai programmi E4 e E5) 2. Riferimenti e tecniche di misura per i sistemi di potenza
E6: Nanostrutture e nanodispositivi (G. Amato)	1. Nanotecnologie per la metrologia 2. Trasporto elettrico in nanostrutture 3. Nano-bio-metrologia: salute, alimentare e agroalimentare, sicurezza
E7: Materiali magnetici e misure (F. Fiorillo)	1. Materiali magnetici nanostrutturati, amorfi e a film sottile 2. Processi di magnetizzazione 3. Misure magnetiche
E8: Fisica dei sistemi magnetici (F. Vinai)	1. Spintronica 2. Termodinamica ed effetti magnetocalorici 3. Isteresi e dinamica dei sistemi in non-equilibrio 4. Magnetismo per l'ambiente e le scienze della vita

Ricerca e sviluppo
I principali risultati di ricerca raggiunti nel 2008 sono descritti di seguito.

Nell'ambito del Programma sui dispositivi quantistici (E1) sono state realizzate e caratterizzate schiere di giunzioni Josephson programmabili per il campione di tensione e primi dispositivi per elettronica veloce basati sulla logica Rapid Single Flux Quantum. Inoltre sono stati realizzati sensori di singolo fotone del tipo *transition edge sensor* di Ti/Pd/Ti, ottenendo una elevata stabilità termica e alta rapidità di transizione.

Come prima conclusione della ricerca (E2) per derivare l'unità di capacità dalla resistenza quantizzata di Hall, e quindi riferirla a una costante naturale, questa unità è stata confrontata con quella mantenuta dal tradizionale gruppo di condensatori del campione nazionale, verificando il loro accordo entro $0{,}4 \times 10^{-6}$. L'attività sulla misura del rumore Johnson in resistori (E2) ha portato alla realizzazione di un prototipo di termometro a rumore in accordo entro 1×10^{-4} con la scala di temperatura. Nell'ambito dell'attività sulle costanti fondamentali (E3) è stato costruito un dimostratore di un sistema a pendolo per la determinazione della costante di Planck mediante misure elettriche e cinematiche. Per il campione di potenza in alta frequenza (E3) è' stato sviluppato un convertitore termico per misure di tensione fino al GHz e sono stati messi a punto dei modelli per il calcolo della correzione delle misure sulle linee di trasmissione in aria. L'attività sui campi elettromagnetici (E5) ha portato ad estendere le capacità di misura per il campo elettrico da 2 kHz a 100 kHz, e quelle per il campo elettromagnetico da 1 GHz a 4 GHz. E' stato realizzato (E5) un calibratore di riferimento programmabile per sistemi di misura di scariche parziali e un set-up per la taratura di generatori di scariche elettrostatiche.

Nell'ambito dello sviluppo di modelli per il calcolo del campo elettrico e magnetico (E4), sono stati realizzati codici di calcolo micromagnetici per lo studio dei processi di magnetizzazione in sistemi 2-D e 3-D di dimensione nanometrica, e sono state messe a punto metodologie di omogeneizzazione per la determinazione delle proprietà magnetiche equivalenti di materiali compositi non lineari. Per lo sviluppo di attuatori e sensori innovativi è stato anche progettato e realizzato un nuovo set-up per la caratterizzazione dinamica di materiali magnetostrittivi.

L'attività volta alla realizzazione di nano dispositivi (E6) ha portato alla preparazione e caratterizzazione di un primo dispositivo SET (Single Electron Transistor) del tipo ibrido Cu/AlOx/Cu. Sono anche stati realizzati quantum dots in carburo di silicio con emissione nell'ultravioletto. Infine è stato messo a punto un metodo di analisi quantitativa del contrasto ottico di grafene su SiO2 e sono state determinate le costanti ottiche del grafene nello spettro visibile in relazione alla realizzazione di dispositivi in grafene per l'effetto Hall quantistico..

Sono stati sviluppati (E7) vari metodi per misurare le proprietà magnetiche dei materiali: metodo calorimetrico-fieldmetrico per misure di perdita, misura della variazione di entropia nel ciclo di magnetizzazione, misure magneto-ottiche veloci, misure alle microonde. Sono state fatte misure di permeabilità e di perdita dalla DC a 1 GHz, e ne è stata data una interpretazione teorica. Inoltre sono stati fatti progressi nell'interpretazione dei fenomeni di spin-torque (E8) mediante la rilevazione della struttura a domini dei sistemi dot e antidot e l'applicazione dell'equazione generalizzata di Landau Lifshitz. Progressi si sono anche ottenuti nello studio di nano polveri di Fe per la decontaminazione di falde acquifere.

Investimenti rilevanti dedicati all'attività di ricerca sono stati effettuati nel corso del 2008 grazie a finanziamenti esterni e all'esito favorevole della partecipazione a due bandi interni INRIM (bando strumentazione e bando nuove idee di ricerca).

Una donazione della Fondazione San Paolo (1200 k€) ha consentito l'avvio del progetto Nanofab, per la realizzazione in INRIM di un laboratorio di nanofabbricazione di interesse regionale. Sono stati acquisiti un *Dual Beam Scanning Electron Microscope*, un *Field Emission Gun Scanning Electron Microscope*, e un Sistema di diffrattometria a raggi X.

Altri investimenti rilevanti hanno riguardato:

- Un sistema criogenico a elio 3 per criomagnete Teslatron per migliorare le capacità di caratterizzazione di dispositivi quantistici per applicazioni alla metrologia elettrica (118 k€, bando interno per strumentazione).

- Un sistema stroboscopico Lavision per l'osservazione delle dinamiche di magnetizzazione (112 k€, bando interno per strumentazione).

- Uno strumento per spettroscopia Raman con trasformata di Fourier e un microscopio Leica per un nuovo laboratorio di biometrologia (93 k€, bando interno per strumentazione)

- Un sistema di deposizione per metallizzazione PdAu a supporto dello studio di giunzioni Josephson π per dispositivi *quantum bits* (46 k€, bando interno per nuove idee di ricerca)

Numerosi progetti di ricerca di ambito europeo, nazionale o regionale sono stati avviati nel 2008, altri sono proseguiti da anni precedenti. I principali sono:

- 6 progetti europei iMERA plus, coordinati dall'EURAMET: Power and Energy, Nanomagnetism and spintronics (coordinato dall'INRIM), Quantum Voltage Systems, Ultimate Quantum Hall Effect Devices, Measurements of Field Strength and of Specific Absorption Rate, Traceable measurements for biospecies and ion activity in clinical chemistry;.
- il progetto europeo "Solid State Energy Efficient Cooling" (SSEEC) per l'utilizzazione dell'effetto magneto-calorico per la refrigerazione a temperatura ambiente;
- il progetto PRIN "Mitigazione di campi magnetici prodotti da Imaging a Risonanza Magnetica";
- i progetti della regione Piemonte: Trasmission Infrastructure for power exchange (TIPE, per lo studio di soluzioni schermanti in sistemi per il trasporto di energia), Materiali magnetostrittivi per il controllo delle vibrazioni meccaniche, Tecnologie applicate alla catena alimentare (Namatech), Quantum dots per sistemi biologici, Biosensori MEMS e NEMS per analisi genomica, Dimostratore di transistor a effetto tunnel magnetico, Nanostrutture per la fotonica applicata;
- il progetto della Società Ribes Ricerche "Sviluppo e realizzazione di sistemi di misura di parametri di sicurezza e qualità basati su sensori per i settori agro-alimentare e ambiente".
- il progetto Nanofab della Fondazione San Paolo già citato, per la realizzazione in Piemonte di un laboratorio di nano-fabbricazione a fasci elettronici e ionici, collocato in INRIM.

Devono anche essere segnalati due progetti interni INRIM di fattibilità che hanno vinto il bando per nuove idee di ricerca, avviati in ottobre 2008 per la durata di un anno.

Nel 2008 la divisione ha infine preparato numerose proposte di partecipazione a nuovi progetti di ricerca.

Campioni per le unità SI e loro disseminazione (ruolo NMI)

Unità SI. Vari miglioramenti sono stati introdotti nei sistemi di misura utilizzati per la riproduzione delle unità. Per la tensione sono state preparate le procedure per la taratura riferita al campione Josephson dei campioni di rapporto ed è stato realizzato uno scanner automatico a bassissime f.t.e.m. per le misure sul campione nazionale. Per la resistenza, a seguito della riparazione del sistema criomagnetico è ripresa la riproduzione dell'unità a partire dall'effetto Hall quantistico; è stato inoltre introdotto un nuovo ponte di misura di elevata precisione per le misure sul campione nazionale e per la scala di resistenza, ed è stato costruito e caratterizzato un nuovo campione di resistenza termostatato da 10 kΩ per il traferimento della riferibilità ai laboratori secondari. Per le grandezze in regime alternato è stata caratterizzata la catena di riferimento della tensione fra 1 mV e 500 mV, sono stati costruiti derivatori di corrente fino a 20 A ed è stato progettato un nuovo sistema per la misura della fase dei derivatori. Per la potenza elettrica in alta frequenza è stato completato e messo in opera il nuovo sistema, basato su un convertitore AC-DC, per la disseminazione del campione fra 1 kHz e 100 MHz. Per la misura del campo elettromagnetico è stato sviluppato uno studio numerico-sperimentale sulla distribuzione spaziale del campo in cella TEM e sono stati migliorati i riferimenti per le misure di compatibilità elettromagnetica. Infine è stato definito il progetto di un divisore di tensione di riferimento fino a 30 kV per misure e tarature *in situ*.

Confronti internazionali. Nell'ambito dell'MRA, la Divisione partecipa a 9 confronti di misura attivi nel 2008, 5 promossi dall'EURAMET, 3 promossi dal Comitato Consultivo Elettricità e Magnetismo (CCEM), uno promosso dal Comitato Consultivo sulla Quantità di Sostanza. Per due di questi confronti le misure sono state effettuate nel 2008: intensità di campo elettrico sopra 1 GHz e salinità di un campione di acqua di mare. Nel 2008 sono state fatte anche le misure relative a due confronti IEC sui parametri del ciclo di isteresi in magneti permanenti.

Calibration and measurement Capabilities (CMC). A fine 2008 facevano riferimento alla Divisione 207 CMC pubblicate nel *Key Comparison Data Base* gestito dal BIPM. Di queste, 206 sono nell'ambito dell'elettricità e del magnetismo, mentre una relativa alla conducibilità elettrolitica ricade nell'ambito della quantità di sostanza.

La divisione partecipa al Comitato Consultivo Elettricità e Magnetismo (CCEM) e ad alcuni dei suoi gruppi di lavoro, al Comitato Tecnico Elettricità e Magnetismo dell'EURAMET e ai suoi gruppi di esperti, al gruppo di lavoro sull'elettrochimica del Comitato Consultivo Quantità di Sostanza (CCQM) e all'analogo gruppo di lavoro del Comitato Tecnico Metrologia in Chimica dell'EURAMET.

Trasferimento tecnologico e delle conoscenze

Varie sono le modalità con le quali i risultati dell'attività svolta e le competenze acquisite sono state trasferite all'esterno.

Come naturale prosecuzione dell'attività sui campioni di misura, le unità SI sono disseminate mediante l'attività di taratura, per la quale nel 2008 sono stati emessi dalla divisione 614 certificati. Per l'attività di misura, concernente essenzialmente alcune proprietà di materiali magnetici, sono stati emessi 58 certificati, mentre le prove su componenti e sistemi elettrici hanno prodotto 22 relazioni di prova.

La divisione ha dato supporto all'attività di accreditamento fornendo esperti per le visite ispettive. Nel 2008 inoltre ha organizzato un ciclo di misura interlaboratorio di alta resistenza, al quale hanno partecipato 8 Centri accreditati SIT, e uno sulla tensione DC con la partecipazione di 3 centri.

Il trasferimento di conoscenze verso le industrie si svolge essenzialmente attraverso contratti industriali. Questi hanno riguardato nel 2008 7 ditte sui temi: realizzazione di un dispositivo a trascinamento magnetico per valvole; esposizione dei lavoratori a campi elettrici e magnetici; schermatura magnetica di sistemi di potenza; riferibilità nella misura di conducibilità elettrolitica di soluzioni diluite; prova di assorbimento di energia di termo-resistenze al platino.

La divisione ha prodotto 69 articoli indicizzati dall'ISI Thompson Web of Science, 3 articoli su altre riviste internazionali e nazionali e 10 rapporti tecnici. Sono anche stati sviluppati due brevetti: uno su un dispositivo per la misura senza contatto della temperatura in pompe turbo-molecolari, e uno su una canaletta per linee di trasmissione di energia elettrica. Ricercatori della divisione hanno svolto 6 corsi di III livello presso il Politecnico di Torino e hanno collaborato a corsi e ad esercitazioni di laboratorio presso lo stesso Politecnico e presso le Università di Torino e del Piemonte Orientale. Nel 2008 si sono conclusi due dottorati di ricerca svolti presso la divisione. La divisione ha fornito la docenza a numerosi corsi organizzati da EMIT-LAS e indirizzati ai laboratori di taratura.

La divisione ha organizzato presso l'INRIM un Colloquium sui temi delle nanotecnologie e ha partecipato a numerose iniziative divulgative con visite ai propri laboratori.

La divisione ha partecipato all'attività dell'IMEKO, del CIGRE, della *Magnetic Society* dell'IEEE, a vari organismi normativi quali IEC e CISPR. Inoltre la divisione ha tenuto rapporti di collaborazione con 15 università e istituti di ricerca stranieri, in alcuni casi nell'ambito di accordi di cooperazione formali.

In ambito nazionale, La Divisione ha partecipato all'attività del Gruppo Misure Elettriche ed Elettroniche (GMEE) e alle attività degli enti normatori UNI e CEI.

Confronto tra risultati conseguiti e attesi, punti critici

In generale la maggior parte dei risultati attesi sono stati conseguiti, tuttavia alcuni programmi dovrebbero meglio valutare i propri obiettivi in relazione al personale disponibile. Le risorse economiche nell'anno sono state nel complesso adeguate, anche se non ancora sufficienti a colmare i ritardi nel rinnovo delle attrezzature.

Alcuni programmi continuano a soffrire di scarsità di personale, spesso in ragione di mancate sostituzioni: questa situazione rende difficile condurre l'attività di ricerca a livello di altri laboratori metrologici europei e, se perdurasse, metterebbe a rischio nel prossimo futuro la stessa attività