



PIANO TRIENNALE DI ATTIVITA' 2017-2019

PARTE I: Executive Summary

Approvato dal CdA in data 20 luglio 2017

INDICE

PRESENTAZIONE	5
Presidente dell'INRIM	5
Premessa	7
1) Stato di attuazione delle attività relative al 2016	9
2) Obiettivi generali e strategici da conseguire nel triennio	14
3) Quadro delle collaborazioni internazionali ed eventuali interazioni con le altre componenti della rete di ricerca e delle partecipazioni	24
4) Infrastrutture di ricerca Internazionali	24
5) Attività di terza missione	25
6) Capitale umano	26
7) Le risorse finanziarie	27

TABELLE

Tabella 1 –Pubblicazioni nel periodo 2013-2016	9
Tabella 2 - Knowledge transfer - altri prodotti di valorizzazione applicativa	10
Tabella 3 - Knowledge transfer - formazione	10
Tabella 4 – Progetti su contratto avviati e ancora in corso nel 2016	13
Tabella 5 – Progetti su contratto avviati e ancora in corso nel 2016	13
Tabella 6 – Personale in servizio al 31/12/2016	26
Tabella 7 – Disponibilità	27
Tabella 8 – Spese	27

PRESENTAZIONE

L'Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica (INRIM), istituito con il D. Lgs. n. 38 del 21 gennaio 2004 e divenuto operativo il 1° gennaio 2006, costituisce il presidio della metrologia scientifica in Italia.

L'INRIM svolge un ruolo unico in Italia, collocato all'intersezione tra la scienza e la tecnologia d'avanguardia e il servizio alla Nazione, in risposta alla domanda di misure accurate, affidabili e comparabili, espressa dal mondo industriale, dagli scambi commerciali, dagli organismi pubblici di regolamentazione e controllo e dalla ricerca scientifica.

Nello svolgimento dei suoi compiti, l'Istituto partecipa a organismi internazionali di coordinamento della metrologia, collabora con Istituti metrologici esteri e garantisce l'infrastruttura metrologica indispensabile allo sviluppo tecnologico del Paese nonché una distribuzione di servizi di alta qualità ed efficienza. Il ruolo internazionale dell'Italia è stato ulteriormente rafforzato nel 2016 dalla nomina del Direttore Scientifico dell'INRIM nel *International Committee of Weights and Measures* a cui è seguita la *chairmanship* del *Consultative Committee of Photometry and Radiometry*, il cui ambito scientifico spazia dalla fotometria alla fotonica.

L'INRIM aderisce all'integrazione della metrologia europea sulla base del *European Metrology Programme for Innovation and Research* che favorisce lo sviluppo di una rete europea decentrata di Istituti Metrologici Nazionali. Questo network costituisce una grande infrastruttura di ricerca al servizio degli ambiziosi obiettivi del Programma *Horizon 2020*, finanziati con l'applicazione dell'art. 185 del Trattato europeo di Lisbona.

Rispondendo alle nuove sfide della metrologia moderna, l'attività scientifica si è svolta nelle tre Divisioni dell'Ente, affiancate dalla struttura tecnica per le Attività rivolte ai Laboratori di Taratura, a rafforzare il sostegno all'innovazione e il servizio all'impresa.

In questo processo, l'INRIM potenzierà le proprie eccellenze e ne svilupperà di ulteriori in funzione delle necessità espresse dal Paese. L'attenzione sarà rivolta ai settori portanti dell'industria italiana e ad altri emergenti e strategici, caratterizzati dall'impiego di nuove tecnologie e dall'impulso di nuove scoperte.

Proseguiranno nel prossimo triennio le attività individuate nelle aree tradizionali, che tuttavia spesso ricevono stimoli di ampio rinnovamento dallo sviluppo di nuove tecnologie (micro e nanotecnologie), da nuove esigenze scientifiche (campioni atomici alle frequenze ottiche, determinazione di costanti fisiche fondamentali per realizzare nuove definizioni delle unità di misura), dalle quali discendono necessità di sviluppo di nuove metodologie di misura. A questi stimoli si accompagnano anche nuove richieste della società che riguardano salute, sicurezza, ambiente, energia. In questi ambiti relativamente nuovi l'INRIM ha già avviato attività di ricerca e realizzato nuovi laboratori di nanofabbricazione a fasci elettronici e ionici, di bioscienze, e un centro di riferimento di ultrasuoni in medicina. La ricerca sui materiali si avvale di una riconosciuta competenza nello studio e nelle misure delle proprietà dei materiali magnetici, superconduttori e nanostrutturati, avendo come obiettivi anche la realizzazione di nanostrutture e dispositivi per la metrologia, la nano-fotonica e la sensoristica.

L'INRIM contribuisce alla crescita della cultura scientifica nazionale nell'ambito specifico della metrologia. Importante è da sempre l'interazione con il mondo universitario. Un dottorato in Metrologia, unico in Europa, è stato recentemente istituito. Ricercatori INRIM insegnano presso le Università italiane, molti dei quali hanno recentemente acquisito l'abilitazione a prima e seconda fascia.

L'INRIM opera una parte significativa di trasferimento dei risultati della ricerca per mezzo di contratti con ESA, ASI, Thales Alenia Space, riguardanti programmi relativi al sistema satellitare Galileo (metrologia del tempo), con ESA in particolare sulla metrologia dimensionale e sui sistemi di propulsione per satelliti. Tra gli sviluppi della partecipazione a bandi regionali, è da annoverare la presenza dell'INRIM in molti poli di innovazione tecnologica, che garantiscono inoltre una migliore interfaccia con l'industria.

L'INRIM svolge la sua attività di trasferimento tecnologico all'industria italiana anche attraverso i suoi servizi di certificazione e consulenza tecnica, la collaborazione con ACCREDIA (Ente Unico di Accreditamento Italiano) e i corsi di formazione tecnico-scientifica.

In conclusione, il Piano Triennale 2017-2019 viene inoltrato al MIUR confidando che i pubblici poteri assicurino alle potenzialità dell'INRIM un sostegno adeguato di risorse per i crescenti impegni in ambito internazionale e nazionale, al cui adempimento tutto il personale dell'INRIM, in funzione dei diversi compiti assegnati, da sempre coopera, in un clima di stabilità e crescita per un futuro che vede tra l'altro l'estensione a nuovi campi di metrologia e certificazione e una rafforzata presenza sul territorio nazionale.

Torino, 20 luglio 2017



Prof. Diederik Sybolt Wiersma
Presidente dell'INRIM

Premessa

L'INRIM svolge e promuove la ricerca nell'ambito della metrologia, sviluppa i campioni ed i metodi di misura più avanzati e le relative tecnologie, mediante i quali assolve alle funzioni di istituto metrologico primario ai sensi della legge 11 agosto 1991, n. 273. A tal fine, in qualità di firmatario degli accordi internazionali sulla metrologia, anche su delega delle Istituzioni competenti, e analogamente agli istituti metrologici degli altri Paesi, l'INRIM realizza e mantiene i campioni nazionali per le unità di misura necessari per la riferibilità e il valore legale delle misure nei settori dell'industria, del commercio, della ricerca scientifica, della salvaguardia della salute e dell'ambiente, nonché per le necessità di misura in campo giudiziario e per qualsiasi altro settore in cui gli alti contenuti scientifico-tecnologici propri della ricerca metrologica trovino ricadute applicative di interesse. L'INRIM inoltre valorizza, diffonde e trasferisce conoscenze e risultati nella scienza delle misure e nella ricerca sui materiali allo scopo di favorire lo sviluppo tecnologico nazionale e il miglioramento della qualità della vita e dei servizi per il cittadino.

Partecipa come membro ai lavori degli organismi tecnici della Conferenza Generale dei Pesi e delle Misure (CGPM) contribuendo a definire le strategie e i programmi di ricerca a lungo termine della metrologia internazionale; aderisce alla European Association of National Metrology Institutes (EURAMET e.V.), organizzazione costituita dagli Istituti metrologici nazionali d'Europa per la cooperazione nelle attività della metrologia.

Svolge i compiti derivanti dalla firma dell'accordo internazionale di mutuo riconoscimento, tra le Nazioni firmatarie, dei campioni nazionali di misura e della validità dei certificati di taratura, misura e prova emessi dagli Istituti metrologici primari nazionali.

Attraverso accordi specifici, svolge anche la funzione di centro di studi e ricerche a sostegno della metrologia legale e in generale alle attività svolte dal sistema camerale.

1) Stato di attuazione delle attività relative al 2016

1.1 Organizzazione e gestione scientifica

La struttura scientifica dell'INRIM è costituita dalle seguenti tre Divisioni:

- Metrologia Fisica
- Metrologia per la Qualità della Vita
- Nanoscienze e materiali

Oltre alle tre Divisioni, è operativa la struttura di primo livello "Servizio Tecnico per le Attività rivolte ai Laboratori di Taratura" (STALT).

1.2 Attività e risultati di maggior rilievo conseguiti nel 2016

Nelle tabelle successive sono presentati alcuni indicatori di produzione scientifica e tecnologica al 31/12/2016.

I prodotti INRIM sono stati suddivisi nelle tre seguenti categorie:

- Scientific Work (S)
- NMI Work (NMI)
- Knowledge Transfer Work (KT)

Tabella 1 –Pubblicazioni nel periodo 2013-2016

Descrizione	2013	2014				2015				2016			
			S	NMI	KT		S	NMI	KT		S	NMI	KT
Volumi	2	1	-	-	1	1	-	1	-	2	-	2	-
Articoli su riviste ISI (per 2016: IF medio ¹ = 3.06)	101	180	145	33	2	158	134	19	5	143	131	11	1
Altri articoli su riviste e capitoli di libro	19	17	11	6	-	19	9	3	7	17	13	2	2
Articoli su atti di congresso	105	114	71	31	12	90	52	34	4	108	101	6	1
Rapporti tecnici	183	110	70	31	9	107	71	32	4	40	18	17	5
Totali	410	422	297	101	24	375	266	89	20	310	263	38	9

¹IF medio 2015: 2.7; IF medio 2014: 2.2; IF medio 2013: 2.7. Si noti come, sebbene il numero dei prodotti sia diminuito rispetto agli anni precedenti, il valore dell'IF è aumentato.

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

Tabella 2 - Knowledge transfer - altri prodotti di valorizzazione applicativa

Descrizione	2013	2014			2015			2016		
		S	NMI	KT	S	NMI	KT	S	NMI	KT
Contratti di ricerca attivi nell'anno	114	44	47	17	64	22	22	56	19	16
di cui nuovi	38	6	6	9	11	5	8	12	2	10
Brevetti ¹ depositati in Italia o all'estero	1	1	2	-	-	2	-			3
Estensioni di brevetto all'estero	1	-	-	2	-	-	-			-
Certificati di taratura	1.458		1.712			1.802			2.056	
Rapporti di prova	62		62			73			65	
Altri certificati e rapporti	25		21			62			94	
CMC pubblicate sul KCDB del BIPM	409		402			398			415	
Laboratori accreditati ²	164		170			174			178	
Procedure di taratura	221		235			240			245	
Documenti e procedure del Sistema Qualità	44		103			97			25	
Confronti chiave e internazionali	71		84			78			52	
On site peer review visits (di NMI stranieri)	2		2			2			3	
Progetti di strumenti, apparati o impianti	56	15	7	7	7	6	1	4	3	-
Manufatti e realizzazioni di rilievo	34	26	9	3	20	4	4	11	5	1

Tabella 3 - Knowledge transfer - formazione

Descrizione	2013	2014	2015	2016
Dottorati (triennali) attivati nell'anno	9	16	7	11
Tesi concluse nell'anno (dottorato)	12	8	5	8
Tesi concluse nell'anno (II livello)	11	11	14	6
Tesi concluse nell'anno (I livello)	29	10	23	15
Ricercatori stranieri presso INRIM (mesi-persona)	29	25	15	3,5
Ricercatori INRIM all'estero (mesi-persona)	13	13	3	1
Seminari INRIM di esperti interni	10	4	3	1
Seminari INRIM di esperti esterni	23	26	23	13
Corsi di formazione per esterni ed interni	14	12	11	7
Organizzazione congressi, convegni e riunioni tecniche	21	29	40	23
Altre iniziative (eventi, comunicazione)	26	92	101	130

¹ Sono censiti sia i brevetti depositati da INRIM sia quelli di "inventori" dell'INRIM, ma depositati da altri organismi, in genere partner industriali. Sul basso numero di brevetti depositati, valgono le considerazioni già espresse sulla tendenza dei ricercatori a dare maggiore importanza alla pubblicazione che non al brevetto e sulle difficoltà/costi della gestione delle procedure brevettuali. Si continuerà a incoraggiare questa attività, operando per una sua maggiore valutazione rispetto ad altri "prodotti".

² Laboratori accreditati dal Dipartimento ACCREDIA-DT con il supporto tecnico dell'INRIM.

1.3 Collaborazioni internazionali / nazionali

L'inizio della collaborazione tra gli enti metrologici di tutto il mondo è segnato dalla **Convenzione del Metro** del 1875³. A livello internazionale, l'INRIM partecipa alle attività del CIPM (International Committee for Weights and Measures) e i relativi Consultative Committees (CC). In particolare, l'INRIM partecipa, attraverso propri rappresentanti designati, a 8 dei 10 Consultative Committees del CIPM. Nel 2016 il Direttore scientifico dell'INRIM è stato eletto nel CIPM.

In questo ambito, dal 1999 l'INRIM aderisce al *CIPM Mutual Recognition Arrangement* (MRA⁴) che, regolando il mutuo riconoscimento dei campioni nazionali e dei certificati di taratura e di misura emessi dagli NMI dei Paesi firmatari, pone le basi per l'equivalenza delle misure a livello internazionale.

A livello Europeo, l'INRIM partecipa a **EURAMET** (<http://www.euramet.org/>), l'associazione europea degli istituti nazionali di metrologia e Organismo metrologico regionale (RMO) in ambito CIPM-MRA. L'EURAMET coordina la cooperazione nella ricerca metrologica, nella riferibilità delle misurazioni alle unità SI, nel riconoscimento internazionale dei campioni e delle CMC dei propri membri. L'INRIM partecipa a 11 dei 12 Comitati tecnici EURAMET; inoltre, da maggio 2016, il Direttore Scientifico dell'ente ha assunto la carica di Vice – Presidente dell'EURAMET.

Dal 2007, l'EURAMET è responsabile dell'attuazione dello *European Metrology Research Programme*, **EMRP**, programma europeo volto a facilitare una più stretta integrazione tra i programmi nazionali di ricerca metrologica attraverso la collaborazione fra gli NMI europei con l'obiettivo di accelerare l'innovazione e la competitività in Europa.

A partire dal 2014 e fino al 2024, EURAMET ha lanciato un nuovo programma di ricerca denominato *European Metrology Programme for Innovation and Research* (EMPIR), per il quale l'INRIM, in qualità di Istituto Metrologico Nazionale, coordinerà la partecipazione italiana con università, industrie, istituti delegati. Il valore di EMPIR è 600 M€: 300 M€ da risorse nazionali e 300 M€ dall'unione europea; il 30% del cofinanziamento comunitario, 90 M€, finanzierà la partecipazione di industrie, università e istituti di ricerca europei ed extra-europei. Il valore della partecipazione italiana a EMPIR è 24 M€, pari a circa il 7.6% del totale.

Tra le collaborazioni a livello europeo sono particolarmente significative quelle realizzate nell'ambito dei progetti del *Seventh Framework Programme of the European Community for research and technological development including demonstration activities* (FP7) e di *HORIZON 2020*, il nuovo Programma Quadro europeo per la ricerca e l'innovazione.

Un'ulteriore importante collaborazione è quella con l'**ESA (European Space Agency)**, iniziata nel 1998 come contributo per la definizione, lo sviluppo e la sperimentazione del sistema di navigazione europeo **Galileo**.

A livello nazionale, nell'ambito della collaborazione con il MIUR, è stato avviato nel 2016 un nuovo progetto PRIN, mentre è proseguito un progetto SIR già in corso.

L'INRIM ha avviato anche un nuovo progetto finanziato dalla Fondazione CRT.

Numerose le collaborazioni in ambito industriale, tra cui spicca un nuovo progetto commissionato da ESA LEONARDO SPA.

³La *Convenzione del Metro* è il trattato diplomatico internazionale che ha creato il BIPM, un organismo intergovernativo posto sotto l'autorità della Conferenza generale dei pesi e misure (CGPM) e la supervisione del CIPM. Attualmente vi sono 53 Stati Membri, tra cui tutti i maggiori paesi industrializzati, e 28 Associati alla CGPM.

⁴Il CIPM-MRA è stato finora firmato dai rappresentanti di 75 istituti - da 47 Stati Membri, 27 Associati alla Conferenza generale dei pesi e misure e 3 organizzazioni internazionali (IAEA, IRMM e WMO) - e copre altri 123 Istituti Designati come detentori di specifici campioni nazionali.

Consorzi e Convenzioni con Ministeri, Regioni, Università e altri enti nazionali e internazionali

L'INRIM ha partecipato all'associazione *no profit* **ACCREDIA**, ente unico di accreditamento nazionale, riconosciuto dallo Stato e vigilato dal Ministero del Sviluppo Economico, fornendo supporto tecnico per l'espletamento delle attività di accreditamento dei laboratori di taratura.

Nel 2016 erano inoltre attive numerose associazioni con importanti organismi internazionali e nazionali, quali sono il CIRP, ETSI, Eurachem, EUSPEN, AIA, AICQ, i Poli d'Innovazione MESAP e BIOPMED della Regione Piemonte, IMQ, SIF e Unimet.

Nel 2016 l'INRIM ha stipulato le seguenti nuove associazioni:

- Clever – Clean (Polo di Innovazione della Regione Piemonte operante nell'ambito tecnologico-applicativo per la protezione ambientale);
- Cooperation in International Traceability of Analytical Chemistry (CITAC);
- International Measurement Confederation (IMEKO).

L'INRIM collabora da lungo tempo con altri importanti organismi nazionali ed europei che gravitano nell'ambito della metrologia, tra i quali si segnalano il **CEI** – Comitato Elettrotecnico Italiano e l'**UNI** - Ente Nazionale Italiano di Unificazione.

Anche nel 2016 l'INRIM ha confermato l'adesione ai consorzi **TOP-IX**, **FLUXONICS** e **PROPLAST**.

Nell'ambito della terza missione dell'Istituto, è da segnalare la collaborazione con l'associazione **CMM Club Italia**.

Sono attualmente vigenti nell'INRIM 47 convenzioni con altri Istituti e Università, nazionali e internazionali, 8 delle quali sono state stipulate nel 2016.

Per quanto riguarda la promozione della divulgazione scientifica, l'INRIM ha aderito all'**Associazione Festival della Scienza**, con l'obiettivo di avvicinare il pubblico ai grandi temi della scienza e della tecnologia.

Fondi premiali da MIUR per progetti di ricerca

Di particolare importanza sono i **Fondi Premiali** assegnati annualmente dal MIUR su progetti di ricerca selezionati per merito.

Sono proseguiti nel 2016 i seguenti progetti che il MIUR ha finanziato, insieme ad altri finanziati solo per il primo anno, per un valore totale di k€ 4.339,111:

- Progetto n. 2: Metrologia dei parametri ambientali
- Progetto n. 5: Oltre i limiti classici di misura

Con il Decreto MIUR n. 291 del 3 maggio 2016 il MIUR ha predisposto il finanziamento Premiale complessivo di k€ 4.833,959, assegnando all'INRIM:

- 2.154,861 k€ sulla base dei risultati della Valutazione della Qualità della Ricerca 2004-2010;
- 2.679,098 k€ destinati al finanziamento di specifici progetti di ricerca, anche in collaborazione con altri enti.

I progetti, finanziati e avviati nel 2016, di cui l'INRIM è coordinatore sono i seguenti:

- Metrologia di tempo e frequenza in fibra ottica per la geodesia e lo spazio (MeTGeSp)
- Intermodal secure quantum communication on ground and space (Q-SecGroundSpace)

L'INRIM partecipa anche, in qualità di partner, ai seguenti progetti avviati nel 2017:

- Laboratorio multidisciplinare del Mediterraneo (LABMED) (progetto INFN)
- Materiali innovativi e tecnologie efficienti per le energie rinnovabili (MATER) (progetto CNR)
- CIBO E SALUTE (progetto CNR)

Nel 2016 sono stati ulteriormente sviluppati i **Progetti Strategici**, nei quali l'INRIM ha deciso di investire parte del finanziamento ricevuto dal MIUR (tramite Decreto Ministeriale del giugno 2014) del valore complessivo di k€ 3.612.

Un'ulteriore fonte di finanziamento per i Progetti Strategici è arrivata dal finanziamento Premiale 2014 (Decreto MIUR n. 291 del 3 maggio 2016), attraverso la delibera del 19 luglio 2017 del CdA dell'INRIM.

La delibera del 19 luglio 2016 del CdA dell'INRIM ha stabilito inoltre di destinare una quota del finanziamento Premiale 2014 (non superiore al 10%) all'attivazione dei seguenti nuovi **progetti SEED**, progetti di breve durata che dovranno puntare su nuove idee di ricerca in ambito metrologico, da sviluppare eventualmente come proposte per soggetti finanziatori esterni all'Ente:

- GeCum
- Test of a low pressure standard based on a superconducting microwave cavity
- Interference-based charge qubit for quantum metrology and sensing (IBC QuBit)
- Mise en pratique of an opto-acoustic primary calibration method for MEMS microphones

1.4 Finanziamenti su programmi di ricerca

Le tabelle seguenti riassumono i dati relativi ai progetti su contratto avviati e ancora in corso nel 2016, distinguendoli per tipologia. Vengono riportati la quantità e il valore del cofinanziamento in riferimento all'intera durata del contratto.

La tabella 4 riporta la quota di **cofinanziamento** ottenuta dall'INRIM sui **programmi europei**.

Tabella 4 – Progetti su contratto avviati e ancora in corso nel 2016

Tipologia	Progetti avviati		Progetti in corso		Totale	
	No.	(k€)	No.	(k€)	No.	(k€)
Euramet (UE)	9	1.661	37	7.068	46	8.729
FP7, H2020, ERC (UE)	1	27	8	4.125	9	4.152
Altri internazionali	3	116	4	478	7	594
Totale	13	1.804	49	11.671	62	13.475

La tabella 5 riporta la quota di **cofinanziamento/finanziamento** ottenuta dall'INRIM sui **programmi nazionali e industriali**.

Tabella 5 – Progetti su contratto avviati e ancora in corso nel 2016

Tipologia	Progetti avviati		Progetti in corso		Totale	
	No.	(k€)	No.	(k€)	No.	(k€)
Nazionali (inclusi MIUR e fondazioni)	2	212	8	1.176	10	1.388
Industriali	7	584	4	70	11	654
Totale	9	796	12	1.246	21	2.042

2) Obiettivi generali e strategici da conseguire nel triennio

L'INRIM organizza gli obiettivi generali e strategici delle sue attività di ricerca per il triennio 2017-2019 secondo le linee individuate nell'ambito della programmazione comunitaria rappresentata da *European R&D Framework Programme Horizon 2020*.

Le quattro Linee Prioritarie individuate in Horizon 2020, *Excellent Science, Industrial Leadership, Societal Challenges* and *Key & Enabling Technologies*, trovano corrispondenza nei quattro Obiettivi Generali individuati da EMPIR, definiti nel presente piano di attività triennale come *Excellent science: developing basic scientific metrology, Industrial leadership: addressing the innovation gap, Meeting the societal challenges* e *Key & Enabling Technologies*. L'INRIM ha individuato oltre alle linee precedenti una quinta linea prioritaria, comune a tutte le strutture, che raccoglie i principali obiettivi strategici legati al ruolo di istituto metrologico nazionale.

Con riferimento a questi Obiettivi Generali, l'INRIM individua i propri obiettivi strategici in accordo con lo schema di seguito riportato. Nel grafico sono riportati i quattro principali pilastri già descritti, secondo i quali si sviluppano le attività delle tre Divisioni e della struttura di primo livello STALT in cui è organizzato l'Istituto dal punto di vista operativo.



Ruolo di Istituto Metrologico Nazionale (NMI)

Le finalità dell'INRIM, il ruolo e i compiti di Istituto Metrologico Primario sono attribuiti dalla legge n. 273/1991 "Istituzione del Sistema Nazionale di Taratura" che all'art.2, c.1 recita:

"Gli istituti metrologici primari effettuano studi e ricerche finalizzati alla realizzazione dei campioni primari delle unità di misura di base, supplementari e derivate del sistema internazionale delle unità di misura SI. Tali istituti confrontano a livello internazionale i campioni realizzati e li mettono a disposizione ai fini della disseminazione prevista dal sistema nazionale di taratura."

e dal decreto legislativo n. 38/2004 "Istituzione dell'Istituto nazionale di ricerca metrologica (I.N.R.I.M.), a norma dell'articolo 1 della legge 6 luglio 2002, n. 137" che art. 2, c. 1, recita:

"L'I.N.R.I.M. è ente pubblico nazionale con il compito di svolgere e promuovere attività di ricerca scientifica, nei campi della metrologia. L'I.N.R.I.M. svolge le funzioni di istituto metrologico primario, già di competenza dell'istituto «Gustavo Colonnetti» e dell'Istituto elettrotecnico nazionale «Galileo Ferraris» ai sensi della legge 11 agosto 1991, n. 273. L'I.N.R.I.M., valorizza, diffonde e trasferisce le conoscenze acquisite nella scienza delle misure e nella ricerca sui materiali, allo scopo di favorire lo sviluppo del sistema Italia nelle sue varie componenti."

L'INRIM è firmatario per l'Italia del *Mutual Recognition Arrangement (MRA)*, redatto dal Comité International des Poids et Mesures (CIPM), in virtù del mandato ricevuto dagli Stati Membri, tra cui l'Italia, firmatari della

Convenzione del metro. Esso prevede il riconoscimento reciproco dei Campioni nazionali di misura e dei certificati di taratura emessi dagli Istituti Metrologici dei principali Paesi industrializzati. Ciò assicura al Paese l'equivalenza internazionale degli standard metrologici e, alle imprese italiane, la libera circolazione dei certificati emessi dai laboratori accreditati.

I Campioni nazionali di misura sono individuati dal DM n. 591/1994 "Regolamento concernente la determinazione dei campioni nazionali di talune unità di misura del Sistema internazionale (SI) in attuazione dell'art. 3 della legge 11 agosto 1991, n. 273" e di successivi sviluppi tecnico-scientifici che hanno portato al loro riconoscimento internazionale nell'ambito del MRA come *Calibration and Measurement Capabilities* (CMC).

Mantenimento e disseminazione delle unità SI

Vengono mantenute ed incrementate le CMC; ad oggi INRIM possiede oltre 400 CMC, tutte di altissimo livello. Al fine di mantenere ai massimi livelli la riferibilità internazionale delle misure sono attivi oltre 40 confronti chiave internazionali del CIPM e dell'EURAMET con i laboratori metrologici nazionali degli altri Paesi.

Per il triennio 2017-2019:

Metrologia delle grandezze meccaniche. Nel campo della metrologia dimensionale si intende sviluppare un interferometro "double-ended" per la taratura dei blocchetti pianparalleli corti; si realizzerà inoltre un campione per la taratura di encoder angolari. Nella metrologia a coordinate, il miglioramento delle accuratèzze dichiarate per i blocchetti di riscontro collocherà l'INRIM tra gli NMI più avanzati in questo campo. Per i calibri a passi, il campo di misura sarà esteso fino a 1020 mm per il significativo interesse delle CMM. Verrà consolidata la competenza nel settore degli ingranaggi e delle geometrie complesse anche attraverso la partecipazione ad un confronto per l'estensione delle capacità di misura ai campioni ad evolvente ed elica. Lo studio e la caratterizzazione metrologica di un nuovo sistema a build-up multicomponente permetterà di estendere la riferibilità della scala di forza fino a 5 MN, permettendo la disseminazione a livello industriale delle misure di forza effettuate con macchine uniassiali di alta portata.

Metrologia delle grandezze elettromagnetiche. Nel campo delle correnti alternate sarà esteso il limite superiore di misura fino a 20 A. Verrà effettuato uno studio per l'estensione in frequenza (fino a 400 kHz) delle capacità di generazione di campi magnetici di riferimento per la taratura dei misuratori di campi magnetici ambientali. Saranno dichiarate nuove CMC per la taratura di picoamperometri con metodo resistenza-tensione. Nel campo delle alte tensioni e forti correnti si prevede l'estensione della CMC all'attività on-site per le forti correnti transitorie mediante lo sviluppo di un sistema di misura utilizzabile in campo e la realizzazione di un sistema di taratura di catene di misura per forti correnti stazionarie e prove di sovratemperatura per soddisfare le richieste di taratura di apparecchiature prodotte dall'industria nazionale.

Grandezze fotometriche e radiometriche. Le CMC saranno supportate dai confronti internazionali in ambito EURAMET e CCPR; in particolare nel triennio sono previsti confronti di misura (in ambito EURAMET) per i filtri neutri e sensibilità spettrale (INRIM copilota insieme a CMI). E' prevista la partecipazione a confronti di misura pilota (CCPR WG SP) dell'efficienza di fotorivelazione di rivelatori singolo fotone (SPAD) nel visibile (850 nm, free space) e nel vicino infrarosso (1550 nm, fibre coupled); con l'obiettivo di estendere le capacità di misura, verranno sviluppate appropriate catene di riferibilità e procedure di misura, a partire dal radiometro criogenico (100 µW) a scendere (-100 dB) al regime di singolo fotone.

Metrologia del tempo e della frequenza. Mantiene e dissemina le unità di tempo e frequenza al miglior livello di accuratezza possibile. Verranno sviluppati servizi basati su ricevitori GPS/Galileo quali procedure di taratura assoluta, la certificazione in tempo reale in data streaming, stime geodetiche Precise Point Positioning, la predizione del offset del suo orologio ricevente e delle correzioni di steering da applicare per contenerlo.

Metrologia delle grandezze termiche. Le attività previste riguardano il miglioramento della ITS-90 dal campo criogenico fino al punto dell'Ag (961.78 °C); lo sviluppo di tecniche di termometria a radiazione per la determinazione di T oltre il punto dell'Ag; l'utilizzo di punti fissi eutettici ad alta temperatura per la realizzazione di scale termodinamiche per interpolazione; lo sviluppo di campioni e metodi di riferimento per la misura dell'umidità nei mezzi solidi, liquidi e porosi e l'estensione della scala di temperatura di rugiada/brina fino a -100 °C (frazione molare <25 ppbv) a pressione sub-atmosferica e oltre 100 °C a pressione super-atmosferica. Verrà completato lo sviluppo del campione nazionale di energia termica per il campo da 200 W a 3 MW E' prevista la partecipazione ad un confronto supplementare di termocoppie (EURAMET T-S3).

Metrologia per la chimica e la biologia. E' prevista la partecipazione a confronti internazionali organizzati da CCQM ed Euramet, in particolare: (i) confronto chiave CCQM, di cui INRIM sarà capofila, per la misura

del numero di cellule e dell'area occupata da cellule in coltura su substrati solidi, (ii) CCQM P184, per la determinazione della concentrazione del numero di copie di DNA mutato (biomarker tumorale) in una miscela di DNA mutato e sano; (iii) CCQM-K131 sulla determinazione di microinquinanti organici in soluzione. Verranno messi in atto, in ambito VAMAS, ISO e CEN, politiche per lo sfruttamento delle nanoparticelle di TiO₂ e procedure operative standard (SOP) prodotte nel progetto SETNanoMetro.

Procedure di taratura e prova. Proseguirà lo sforzo complessivo dell'ente per la revisione e la redazione di nuove procedure di taratura, in accordo con il Sistema qualità, secondo la norma ISO/IEC 17025:2005. L'attività di prova, e le relative procedure, verranno ulteriormente sviluppate in virtù della crescente fiducia che le aziende verso l'istituto, come *tertium comparationis*, sebbene INRIM non sia accreditato secondo la ISO 17043 (ad es. nelle prove acustiche, alle alte tensioni e forti correnti).

Excellent science - Metrologia Fisica

Sviluppa conoscenze, tecnologie e metodi per la metrologia scientifica fondamentale. In particolare cura:

- la realizzazione pratica del metro, del chilogrammo e del secondo;
- la valorizzazione delle potenzialità metrologiche dell'interferometria, dell'ottica quantistica e dei sistemi quantistici;
- la metrologia in ambito spaziale.

A questo fine svolge e integra attività di ricerca teorica e sperimentale e attività di sviluppo tecnologico e conduce ricerche coordinate con l'industria mirando a raggiungere un livello di maturità tecnologica pari alla validazione in laboratorio.

Interferometria e Metrologia Meccanica

Realizzazione del metro e interferometria ottica e X – Il metro è realizzato e riferito alle unità SI a partire da frequenze note e tarate mediante pettini di frequenza, laser stabilizzati e transizioni atomiche. L'attività di ricerca si estende dalla determinazione del parametro reticolare di cristalli di silicio, alla misura e controllo di spostamenti alla scala delle dimensioni atomiche, alla metrologia dimensionale e angolare, all'interferometria assoluta per la misura di lunga distanza, alla rifrattometria.

Realizzazione del kilogrammo – Per la metrologia della massa si collaborerà con il PTB alla realizzazione del kilogrammo mediante la misura dimensionale della distanza interatomica del silicio e la verifica di purezza chimica con metodi di attivazione neutronica. Verrà verificata la perfezione strutturale e misurato (mediante interferometria X/ottica) il passo reticolare delle sfere. Proseguirà lo studio sperimentale degli effetti dello stress superficiale. In relazione alla futura ridefinizione e alla riferibilità alle future unità SI, saranno avviate ricerche per valutare la realizzazione del kilogrammo attraverso una bilancia del watt di nuova concezione per la disseminazione di masse inferiori al grammo.

Metrologia in ambito spaziale – Saranno sviluppate tecnologie, metodi e strumenti per la metrologia dimensionale di missioni scientifiche nello spazio (missioni gravimetriche di nuova generazione). In particolare, saranno sviluppati interferometri assoluti e incrementali per medie e grandi distanze – capaci di incertezze di 1 nm su distanze di 10 km – e sensori ottici e interferometrici per accelerometri di navigazione satellitare. In collaborazione con Leonardo-Finmeccanica sarà realizzato un prototipo industriale di una camera iperspettrale per applicazioni dall'osservazione della Terra dallo spazio.

Metrologia di tempo e frequenza

Realizzazione del secondo – Il secondo è realizzato mediante un insieme di orologi atomici commerciali (Maser-H e fasci di Cs) la cui frequenza assoluta viene misurata mediante il campione primario di frequenza ITCsF2: un campione a fontana di cesio che opera in regime di criogenia. Il programma collabora stabilmente con il BIPM per la generazione della scala di tempo universale coordinato (UTC). Conduce ricerche volte al miglioramento dell'accuratezza dei campioni primari, allo sviluppo delle tecniche di sincronizzazione e di disseminazione dei segnali di tempo e frequenza campione, affiancando alle tradizionali tecniche satellitari le nuove tecnologie di sincronizzazione in fibra ottica e via internet.

Campioni atomici di frequenza – Dopo aver completata la caratterizzazione del primo campione ottico all'itterbio, è iniziata la realizzazione di un secondo campione all'itterbio migliorandone stabilità ed accuratezza, anche mediante la realizzazione di una nuova camera da vuoto per il controllo della radiazione di corpo nero. Verrà inoltre realizzato un nuovo campione ottico che utilizza atomi di Sr, volto sia ad impieghi prettamente metrologici che a sperimentazioni di tecniche quantistiche per la riduzione del rumore (squeezing a QND measurements). Quale contributo allo studio della materia ultra-fredda, verrà inoltre

curata la disseminazione di portanti ottiche ultra-stabili e accurate in frequenza verso laboratori nazionali selezionati. Si continuerà l'attività di ricerca per la realizzazione e la stabilizzazione di sorgenti laser nella regione spettrale di una transizione nucleare del ^{299}Th .

Orologio a pompaggio ottico impulsato – La ricerca ha un ruolo fondamentale nel garantire competitività al sistema produttivo del paese. Pertanto, viene perseguito e programmato il trasferimento delle conoscenze per lo sviluppo di orologi alle realtà industriali del paese: il programma collabora con Leonardo-Finmeccanica allo sviluppo industriale di un prototipo ingegnerizzato (per applicazioni spaziali) di orologio a pompaggio ottico impulsato basato su atomi di rubidio.

Sistemi quantistici – Verrà realizzato un sistema ibrido composto da ioni intrappolati e atomi neutri ultrafreddi, che separatamente già realizzano i migliori orologi disponibili (l'orologio atomico con atomi neutri di stronzio e quello con un singolo ione intrappolato di alluminio). Lo scopo è realizzare una delle prime macchine al mondo in cui gli atomi neutri ultrafreddi e gli ioni intrappolati "vivono" nello stesso apparato sperimentale.

Navigazione satellitare – Vedere infrastruttura "Galileo Timing Research Infrastructure".

Distribuzione in fibra ottica – Vedere infrastruttura "LIFT – link italiano tempo e frequenza".

Ottica quantistica

Generazione, applicazione e misura di luce sub-Poissoniana – Saranno sviluppate e ottimizzate sorgenti di singolo fotone, sia tramite heralding sia tramite emissione da centri di colore in diamante. Le applicazioni riguarderanno protocolli e misure di conteggio di singolo fotone per la metrologia e l'informazione quantistica e l'imaging in fluorescenza a singolo fotone, in particolare in ambito biofisico. Saranno migliorate sorgenti di twin beams per applicazioni di quantum, ghost e sub-shot-noise imaging quantistico a livello microscopico. Verranno realizzati e studiati interferometri ottici con l'obiettivo di superare i limiti di sensibilità imposti dallo shot noise mediante tecniche di correlazione tra interferometri, sia operando con twin beams o stati squeezed.

Generazione e applicazione di stati ottici entangled – Stati ottici entangled verranno utilizzati per studio di misure quantomeccaniche "deboli", al fine di giungere a misure amplificate di osservabili, per la realizzazione di protocolli innovativi nel campo delle tecnologie quantistiche (con particolare attenzione al quantum sensing) e la quantificazione delle risorse necessarie.

Tecnologie quantistiche – Saranno sviluppati metodi di caratterizzazione di risorse e dispositivi utilizzati in tecnologie quantistiche quali l'informazione quantistica; in particolare, la distribuzione quantistica di chiavi crittografiche. Proseguirà la collaborazione con lo European Telecommunication Standard Institute per la definizione di uno standard europeo per la crittografia quantistica. Saranno studiati metodi quali la tomografia quantistica (di stati, canali e misuratori a valori operatoriali positivi), la quantificazione dell'entanglement (e misure di correlazioni quantistiche).

Societal challenges - Metrologia per la Qualità della Vita

L'attività di ricerca si sviluppa in linea con i programmi di ricerca europei per la metrologia rivolti alle cosiddette "Societal Challenges", con particolare riferimento allo sviluppo della scienza metrologica in relazione alle applicazioni scientifiche, industriali e sociali nei campi della salute, dell'uso razionale dell'energia, dell'ambiente e dell'alimentazione. L'INRIM, nell'ambito delle attività di ricerca sulla metrologia per la qualità della vita, partecipa a MATHMET, il Centro Europeo per la Matematica e la Statistica in Metrologia (<http://mathmet.org/>). che ha lo scopo di costituire un punto di incontro per gli istituti metrologici, gli enti normatori, il mondo accademico e l'industria, sui temi della matematica e della statistica in metrologia.

Metrologia Biomedicale

L'attività è rivolta a fornire il supporto metrologico nell'ambito della fisica medica e delle scienze biomediche e biologiche, sia sul piano delle tecniche di misura riferibili, sia su quello delle metodologie ausiliarie. In questo contesto vengono inoltre sviluppati metodi matematici e modelli numerici avanzati a integrazione e supporto delle indagini sperimentali.

Applicazioni degli ultrasuoni in biomedicina - Prosegue la collaborazione con gruppi di ricerca impegnati in sperimentazioni, in-vitro ed in-vivo, che prevedono l'impiego ultrasuoni e farmaci di nuova generazione

nell'ambito della ricerca contro il cancro. La collaborazione spazia dalla realizzazione e caratterizzazione di sistemi d'insonazione (nella gamma di frequenze 1 MHz – 3 MHz) basati su trasduttori ad onda piana; alla realizzazione di phantom dedicati per la sperimentazione in vitro e/o in vivo fino al monitoraggio dei meccanismi radicalici indotti dalla cavitazione acustica, attraverso misure acustiche e spettrofotometriche. In ambito biomedicale prosegue, infine, la collaborazione con gruppi di ricerca per l'utilizzo di nanodroplets a base di perfluorocarburi per il rilascio prolungato, o indotto da ultrasuoni, di farmaci e/o ossigeno per terapie antibatteriche o correlate al "wound healing".

Metrologia in biologia per la medicina di laboratorio - La ricerca sarà volta all'applicazione di metodi (a) per il controllo dei processi e dei prodotti nelle **terapie avanzate**, e (b) per la diagnostica e il monitoraggio nella **medicina di precisione**. Nella tematica (a) si svilupperanno metodologie non-invasive di investigazione dell'influenza di specifiche nanoparticelle sulle funzioni e sui comportamenti di cellule staminali in cell therapies (progetto StemMRef. Verranno applicati metodi di analisi su grandi insiemi di dati da medicina rigenerativa. Nella tematica (b) verranno sviluppate alcune metodologie per la diagnosi precoce e per il monitoraggio della progressione di malattie degenerative, investigando differenti indicatori del comportamento e delle funzioni di cellule e tessuti di pazienti.

Metodi matematici per le applicazioni nell'ambito dell'ingegneria biomedica - Sul tema **sicurezza dei sistemi MR** (Magnetic Resonance), l'attenzione si concentrerà sui pazienti portatori di impianti metallici. L'energia depositata e il relativo incremento di temperatura nei tessuti, stimata mediante modelli *in-silico* sviluppati *ad-hoc*, verrà confermata sperimentalmente attraverso set-up sperimentali riferibili. Parallelamente, tecniche di **imaging quantitativo**, basate su Electrical Properties Tomography (EPT) verranno applicate a segnali ottenuti in tomografi MR reali, per valutarne l'applicabilità *in-vivo*. Sarà inoltre approfondito lo studio dei sistemi TMS (Transcranial Magnetic Stimulation), sviluppando soluzioni pratiche al problema dell'esposizione degli operatori ed eventualmente individuando procedure di valutazione di interesse in sede normativa. Sul tema **sensoristica e manipolazione di bio-sistemi**, si studieranno da un punto di vista teorico-modellistico sensori nanostrutturati per il rilevamento di nanoparticelle magnetiche (dispositivi magnetoresistivi, sensori basati su cristalli magnonici, dispositivi ad effetto Hall, ecc.). Inoltre, si fornirà supporto metrologico alla standardizzazione e allo sviluppo di tecniche di **ipertermia magnetica** basate sull'impiego di nanostrutture magnetiche opportunamente ingegnerizzate. Saranno sviluppati modelli fisico-numeriche su scala microscopica per descrivere i processi di magnetizzazione e i conseguenti effetti termici che ne influenzano il comportamento macroscopico. L'accoppiamento con modelli macroscopici permetterà di prevedere il comportamento termico dei tessuti sottoposti a processi di ipertermia indotta.

Metrologia per l'energia e l'ambiente

Il contributo dell'INRIM è incentrato sullo sviluppo di riferimenti e metodologie di misura per la caratterizzazione, estrazione e trasporto di combustibili e bio-combustibili e per il monitoraggio e controllo dei sistemi di distribuzione e utilizzo dell'energia elettrica. I contesti specifici sono la misura di inquinanti atmosferici e contaminanti e gli studi sulla meteorologia e il clima.

Metrologia per i sistemi energetici - Un primo aspetto riguarderà la riferibilità delle misure di tensione e corrente finalizzate alla determinazione delle caratteristiche dell'energia e della potenza trasmessa e utilizzata in sistemi di trasporto a trazione elettrica. Si studieranno sistemi di alimentazione e misura per la taratura in laboratorio e a bordo treno di sistemi di misura dell'energia in regime alternato e continuo, in presenza di sollecitazioni analoghe a quelle riscontrabili in campo. Si svilupperanno inoltre sistemi e procedure per la stima dell'efficienza energetica introdotta da strategie e interventi strutturali (*eco-driving* e sottostazioni reversibili). Si studieranno inoltre sistemi per la misura riferibile a bordo veicolo della potenza assorbita dalle batterie in regime continuo, in presenza di *ripple* con spettro sino a 150 kHz, e sistemi per la misura dell'efficienza dell'intero processo di ricarica *contactless*.

Proprietà termofisiche dei combustibili - un tema di ricerca riguarderà la misura delle proprietà dei gas naturale liquefatti (LNG) e dei biogas liquefatti (LBG). A questo scopo, mediante un trasduttore a ultrasuoni per la misura simultanea di densità e velocità del suono, sviluppato presso l'INRIM, si effettueranno misure a temperature criogeniche (fra 105 e 135) K e per pressioni fino a circa 10 MPa, al fine di monitorare il contenuto di additivi e contaminanti su impianti esistenti. I risultati delle misure verranno inclusi nella nuova formulazione dell'equazione di stato dei gas naturali, mantenuta dal GERG.

Proprietà termofisiche dell'acqua pura - Si svilupperanno nuovi metodi di misura della velocità del suono in stati stabili e metastabili dell'acqua pura sotto-raffreddata, nell'intervallo di temperatura compreso fra -30 e 0 °C e per pressioni da 100 MPa a 400 MPa. Lo scopo ultimo è quello di rispondere alle nuove richieste, in ambito scientifico e industriale, di estensione della validità dell'equazione di stato (IAPWS-95) anche in condizioni termodinamiche estreme.

Riferibilità e misura di inquinanti atmosferici e contaminanti, si svilupperanno campioni primari di gas serra e loro precursori (CO₂ e NO_x) mediante due metodi primari complementari in grado di garantire i valori di incertezza obiettivo richiesti dal WMO (1 ppm per CO₂), con particolare riguardo alla composizione della matrice e alla identificazione e quantificazione delle impurezze. In relazione ai campioni di CO₂, verranno inoltre condotti studi sulle abbondanze isotopiche ¹³CO₂/¹²CO₂. Per quanto concerne i microinquinanti organici, si intende dare riferibilità metrologica alle misure di alcuni Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), mettendo a punto metodi di estrazione da matrici ambientali reali, quali il particolato atmosferico, nell'intorno del valore obiettivo di 1 ng/m³ previsto dalla normativa Europea (Direttiva CE 2004/107/CE - D. Lgs. 155/2010). Nell'ambito della **valutazione di conformità per sistemi multicomponente**, si svilupperanno nuovi approcci statistici per la valutazione delle probabilità di falsi positivi e falsi negativi nelle misure in chimica. Infine, si studieranno metodologie idonee per la gestione dei confronti interlaboratorio per laboratori di taratura e prova nell'ambito delle emissioni.

In relazione alla metrologia per la meteorologia e la climatologia, si valuteranno le incertezze in misure termiche e termo-energetiche per studi sull'evoluzione della criosfera e messa a punto di "best practice" per le misure in aree glaciali e periglaciali. Si collaborerà alla realizzazione di un sito di riferimento metrologico per la caratterizzazione di strumenti per misurazione di parametri meteorologici quale primo passo verso la definizione di "climate reference networks", anche in vista della revisione della norma WMO *Sustained Performance Classification for Surface Observing Stations on Land* e per le ISO/TC 146/SC 5, ISO/FDIS 19289:2014(E). Si studieranno infine le caratteristiche e si valuteranno le incertezze nella transizione tra radiosonde tipo RS92 a RS41 quali standard di misura per il GCOS GRUAN, mediante caratterizzazione in tunnel a vento "EDDIE" e si fornirà il supporto metrologico alla realizzazione di un laboratorio permanente di metrologia in Artico, presso la base di ricerca di Ny-Ålesund (Svalbard) in collaborazione con ISAC-CNR e Ambasciata italiana in Norvegia.

Metrologia Alimentare

INRIM farà parte della Joint Research Unit (JRU) del progetto ESFRI Metrofood (www.metrofood.eu/), con capofila il nodo italiano ENEA. In tale contesto ci si occuperà di dare supporto metrologico per la preparazione di materiali di riferimento in ambito alimentare e si prenderà parte a confronti interlaboratorio per i test di stabilità dei materiali di riferimento. INRIM proporrà matrici e analiti di interesse in ambito della sicurezza alimentare, della provenienza di origine e della composizione degli alimenti.

Contaminanti e biosicurezza - Si svilupperanno nuove tecnologie per la quantificazione di micotossine nelle matrici alimentari maggiormente soggette alla contaminazione. Si utilizzeranno metodi di misura alternativi, quali la voltammetria e la spettroscopia vibrazionale, da confrontare con la spettroscopia a fluorescenza. Inoltre, si investigheranno metodologie di misura rapide e dirette basate sulla spettroscopia (IR) Raman e infrarossa per la determinazione dell'anidride solforosa presente nel vino. Per un controllo dell'utilizzo di fitofarmaci in campo ortofrutticolo, si svilupperanno metodiche analitiche innovative atte a individuare tracce di pesticidi nelle matrici alimentari integre. In ambito zooprofilattico, verrà testata la possibilità di utilizzare l'*Imaging Iperspettrale* per verificare l'eventuale presenza di contaminanti di origine animale nei mangimi, principale causa della trasmissione e diffusione delle encefalopatie spongiformi. Verranno inoltre studiati potenziali metodi di analisi rapidi e efficaci per l'individuazione di farine di insetto in sfarinati per la mangimistica in vista della futura introduzione di tali prodotti nella lista degli ingredienti consentiti nei mangimi multicomponente. Infine, sul tema biosicurezza, si studierà la presenza di batteri nella catena alimentare. L'attività ha lo scopo di valutare sia dal punto di vista qualitativo sia quantitativo la penetrazione di farmaci specifici all'interno di batteri. In questo ambito, si svilupperanno tecniche di misura SERS e TERS per lo studio dell'interazione antibiotico-batterio e il monitoraggio della antibiotico-resistenza dei batteri.

Nanotecnologie per la metrologia alimentare - Materiali nanostrutturati metallici verranno impiegati in combinazione con tecniche di spettroscopia Raman per sfruttare effetti di amplificazione del segnale, al fine di incrementare la sensibilità analitica delle metodiche. In particolare, sono in fase di sviluppo tecnologie di nanofotonica collegate alla spettroscopia Raman amplificata da effetti di natura plasmonica mediante l'utilizzo di nanoparticelle metalliche e/o di substrati solidi nanostrutturati per applicazioni in ambito di Surface Enhanced Raman Spectroscopy (SERS).

Sistema di misura primario per la conducibilità elettrolitica per il controllo dell'acqua e delle bevande. L'acqua costituisce il componente principale di molte derrate alimentari. Inoltre, essa è utilizzata per il lavaggio e sanificazione di contenitori e strumenti per la conservazione del cibo. Un controllo inadeguato della qualità dell'acqua è una causa importante potenziale di contaminazione del cibo. Nel controllo di qualità dell'acqua, la conducibilità elettrolitica è un metodo di misura comunemente impiegato per determinare la purezza ionica complessiva dell'acqua. Questo parametro può essere facilmente determinato

senza attrezzature costose e, per questo motivo, è usato diffusamente nel settore farmaceutico, ambientale e alimentare. Tuttavia, i valori di conducibilità possono essere considerati affidabili solo se sono riferibili al Sistema Internazionale delle unità (SI).

Sistema di misura primario basato sull'attivazione neutronica per l'individuazione di elementi in tracce negli alimenti. L'analisi per attivazione neutronica - NAA è utilizzata per la determinazione di elementi, anche in traccia, in diverse matrici alimentari. Essa si basa sul rendere radioattivi i nuclei di atomi stabili attraverso l'irradiazione con neutroni. La radioattività indotta produce l'emissione di raggi gamma. Dall'elaborazione dei dati ottenuti dall'emissione di raggi gamma, è possibile ottenere un'analisi qualitativa e quantitativa degli elementi investigati. Con la partecipazione a confronti internazionali e con la valutazione dell'incertezza dei dati ottenuti, la tecnica di misura basata sull'attivazione neutronica è considerata a livello internazionale un sistema di misura primario.

Metrologia della temperatura

Nuova definizione del kelvin e della sua mise-en-pratique (MeP-K) - l'INRIM intende sviluppare tecniche di misura innovative per la determinazione di temperature termodinamiche T . In particolare, le attività previste riguardano la misura mediante metodi a microonde e/o acustici della temperatura termodinamica T nell'intervallo di temperatura compreso fra 45 K e 273.16 K e la realizzazione di nuovi apparati sperimentali per estendere l'intervallo di temperatura coperto dalla termometria acustica primaria all'intervallo compreso fra temperatura ambiente e 1000 K.

Termometria primaria - Le principali attività previste riguardano:

- a) La determinazione delle differenze ($T - T_{90}$) fra la temperatura termodinamica T e le temperature T_{90} definite sulla ITS-90 attraverso misure acustiche primarie nell'intervallo compreso tra 230 K e 1000 K; proseguirà lo sviluppo di un termometro acustico (AGT) per la misura della temperatura termodinamica nell'intervallo compreso fra 273.16 K e 1000 K.
- b) La realizzazione di un termometro primario basato sulla misura dell'indice di rifrazione (RIGT) di gas monoatomici mantenuti a temperature criogeniche in risonatori a microonde per la determinazione delle differenze ($T - T_{90}$) nell'intervallo fra 45 K e 273.16 K;
- c) il miglioramento della ITS-90 dal campo criogenico fino al punto dell'Ag (961.78 °C); studi sui nuovi punti fissi termometrici in campo criogenico (Xenon e punto di transizione solido-solido α - β dell'Ossigeno), in particolare si avvierà un confronto con il NRC (Canada) per il punto triplo dello Xenon per consentire la proposta al CCT di questo punto in sostituzione del punto del mercurio nella prossima revisione della scala di temperatura ITS prevista nel prossimo decennio;
- d) il miglioramento della ITS-90 ad alta temperatura (oltre il punto dell'Ag) attraverso lo studio e l'uso dei punti fissi eutettici metallo-carbonio per alta temperatura (in particolare Pt-C, Ru-C, Ir-C, Re-C). Verrà messo a punto e caratterizzato il nuovo sistema di misura basato su corpo nero ad alta temperatura (fino a 2500 °C) che consentirà (i) preparazione di celle punto fisso, (ii) realizzazione di punti fissi e (iii) realizzazione di scale termodinamiche. Si realizzeranno scale di temperatura per radiazione per interpolazione e/o estrapolazione a partire dal punto del Cu utilizzando termometri e lunghezze d'onda di lavoro diverse. L'utilizzo di 1, 2, 3 o più punti fissi consentirà ampia flessibilità dei campi di temperatura coperti tra 1358 K e 2750 K. Proseguirà l'attività volta al miglioramento della caratterizzazione spettrale del termometro campione che risulta parametro fondamentale per la definizione del livello di incertezza nella realizzazione della scala stessa.

In seguito al finanziamento del progetto SEED 2016 "Test of a low pressure standard based on a superconducting microwave cavity" verrà realizzato un prototipo di cavità a microonde, superconduttiva a temperature criogeniche (< 10 K), e verrà avviato lo studio delle sue prestazioni come campione primario di bassa pressione nell'intervallo fra 100 Pa e 10 kPa. Tale attività sarà svolta in collaborazione con LNE-CNAM, con il quale è stata formalizzata nel 2016 l'istituzione del Joint Research Laboratory for Fluid Metrology Evangelista Torricelli.

Key & enabling technologies - Nanoscienze e materiali

La Divisione conduce ricerca di base e tecnologica nell'ambito delle nanoscienze e dei materiali, sia in relazione alla realizzazione di riferimenti metrologici, sia in risposta alle esigenze di innovazione tecnologica dell'industria e dei servizi. La Divisione promuove e valorizza l'originalità e le potenzialità dell'approccio metrologico alle nanoscienze ed ai materiali nelle sue relazioni con i soggetti operanti in ambito nazionale e internazionale.

Metrologia elettrica quantistica

L'attività prevede la ridefinizione dei campioni nazionali delle unità elettriche di base (ampere) e derivate, coerentemente con la proposta ridefinizione del Sistema Internazionale di unità, come da documento CCEM WGS1 17-08:

Conteggio delle cariche elettroniche per la ridefinizione dell'ampere - Si implementeranno modelli, supportati dalla realizzazione e caratterizzazione di dispositivi a singolo elettrone turnstile a gate magnetico (SQUSET), anche in collaborazione con NEST. Proseguirà l'ottimizzazione del setup criogenico integrandolo in una catena di misura riferita per basse correnti, volta a una validazione dell'accuratezza di pompaggio di elettroni nel range 50 fA - 10 pA. Con l'introduzione di amplificatori di corrente ultrastabili verrà effettuato il confronto tra le correnti generate mediante SET e i campioni nazionali.

Realizzazione pratica del volt in regime continuo e variabile - Verrà realizzato un Josephson Voltage Standard programmabile (PJVS) di nuova concezione, in cryocooler, in grado di generare due tensioni indipendenti per applicazioni in metrologia dell'impedenza e della potenza. L'esperienza acquisita consentirà anche di pianificare un'implementazione successiva di un Josephson Arbitrary Waveform Synthesizer. Le applicazioni del sistema includono la realizzazione diretta dell'unità per la metrologia digitale, la caratterizzazione di convertitori analogico-digitali (ADC), la sostituzione del sistema di convertitori termici come campioni di tensione alternata, campioni di potenza e impedenza quantistici.

Realizzazione pratica delle unità di resistenza e impedenza - Per quanto concerne la realizzazione dell'ohm tramite effetto Hall quantistico verranno studiati nuovi dispositivi Hall in GaAs (array Hall), finalizzati alla realizzazione di valori decadici di resistenza, e dispositivi in grafene, caratterizzati anche con tecniche di impedance tomography, in regime alternato e alle radiofrequenze, in grado di ottenere la quantizzazione a valori di campo magnetico e temperatura che consentono operatività in ambienti cryogen-free tabletop.

Nanostrutture e dispositivi

NanoSQUID - Verranno studiati e realizzati nanoSQUID con risoluzione fondamentale, sia per le unità elettriche e fotometriche precedentemente citate che per applicazioni per applicazioni spaziali, mediche e di fisica fondamentale.

Nanofabbricazione su larga area - Verranno sviluppati materiali con proprietà ottiche progettabili a priori per il sensing ambientale e per la fotonica ed i metamateriali. Sempre con metodi di self-assembly verranno studiati gli effetti di interazione tra radiazione coerente e nanostrutture, con ricadute nella plasmonica e nelle nanolavorazioni. Metodi e strutture non-imaging potranno consentire il miglioramento della risoluzione laterale delle tecniche MALDI. Verranno avviati studi sulla fotografia di volume, in collaborazione col LENS, sulle micro e nanolavorazioni per le tecnologie dei fasci protonici con INFN Legnaro, e la produzione e caratterizzazione di nanowires superconduttivi in collaborazione con MIKES-VTT per lo studio del quantum phase slip.

Dispositivi RF e THz - In collaborazione con il NEST e INO si intende sviluppare una sorgente THz monocromatica basata su Quantum Cascade Laser e sviluppare un sistema di caratterizzazione per rivelatori in banda THz sia a bassa ed alta Tc. Saranno sviluppati nanodispositivi TES e relative antenne per misure di piccole potenze a microonde (30-100 GHz) in guida d'onda in collaborazione con la sezione INFN di Trento. Verranno sviluppati amplificatori di segnali alle microonde ad ampia banda basati sull'ingegnerizzazione di metamateriali Josephson con prestazioni limitate dai soli vincoli quantistici per applicazioni nella computazione e comunicazione quantistica.

Materiali magnetici

Sensoristica magnetica e metodi di misura - Si progetteranno elementi sensibili di sensori spintronici con tecniche nanolitografiche allo scopo di sviluppare tecniche di misura adeguate (a magnetoresistenza anisotropica e a magnetoresistenza gigante). Verranno sviluppate tecniche di: a) misurazione di effetti collegati all'esistenza di correnti di spin (spin-Hall, spin-Seebeck, spin-Peltier, spin-torque, etc.); b) misura della dinamica di magnetizzazione uniforme o non uniforme (spin wave, vortici, skyrmions, etc.) tramite microonde, magnetooptica, MFM, etc.; c) misura per l'ipertermia da nanostrutture magnetiche; d) misura di parametri collegati all'interazione spin-orbita (es. anisotropia magnetocristallina, costante di interazione Dzyaloshinskii-Moriya, spin-Hall angle, etc.).

Imaging magnetico - Si svilupperanno tecniche di microscopia ad alta risoluzione con l'utilizzo di film indicatori magnetici ed MFM per la misura quantitativa riferibile di campi magnetici. Verranno effettuati confronti con risultati ottenuti mediante tecniche complementari (MFM calibrato, magneto-ottica con film indicatori).

Materiali per la spintronica e per le applicazioni del nanomagnetismo - Si prepareranno nanostrutture da film sottili ottenuti da deposizione fisica da vapore e nanolitografia (convenzionale e self-assembly) o de-alligazione per applicazioni in catalisi, biomedicina, per studio di spin waves e per la magneto-meccanica. Si realizzerà la sintesi e la funzionalizzazione di nanoparticelle magnetiche core-shell in vista di possibili impieghi nel campo biomedico (agenti di contrasto per diagnostica tramite risonanza magnetica, per ipertermia magnetica o per somministrazione guidata di farmaci).

Preparazione di materiali magnetici innovativi - Si prepareranno leghe magnetiche in forma massiva, con differenti proprietà funzionali (dolci, dure, magnetocaloriche, magnetostrittive) tramite tecniche di solidificazione rapida (ad es. suction casting) e metallurgia delle polveri.

Fotonica

“Mise en pratique” della candela - Le linee di sviluppo saranno: a) Predictable Quantum Efficient Photodiodes (PQED), fotorivelatori predicibili basati sull'effetto fotoelettrico nel silicio con elevata efficienza e bassa incertezza. La ricerca proseguirà con la caratterizzazione di questi rivelatori con fasci divergenti (per la misura di potenza ottica in fibra oppure all'uscita da un monocromatore), l'estensione dinamica a potenze ottiche più elevate fabbricando nuovi fotorivelatori con giunzioni indotte che possano funzionare sia in normale regime fotoelettrico sia in regime bolometrico; b) Sorgenti di singoli fotoni in nano-diamanti per la radiometria singolo fotone. La ricerca riguarderà il miglioramento di sorgenti campione predicibili (on-demand) di singoli fotoni ad un rate e ad una lunghezza d'onda di emissione specifici. In particolare ci si pone l'obiettivo di aumentare significativamente il rate di emissione dei fotoni e ridurre la larghezza dell'emissione studiando nuovi centri attivi in diamante bulk.

A supporto della caratterizzazione statistica delle sorgenti campione singolo fotone l'attività di ricerca sui rivelatori superconduttivi (TES) proseguirà con l'obiettivo di migliorare l'efficienza di rivelazione nel visibile e vicino infrarosso, mediante l'applicazione di strutture antiriflettenti e/o strutture plasmoniche con FIB ed EBL. L'esperienza acquisita nella realizzazione dei TES per il NIR verrà estesa alla ricerca di film con transizioni inferiori ai 100 mK e con volumi molto ridotti (fino a $10^{-3} \mu\text{m}^3$) per estendere il campo di misura al conteggio di singolo fotone nel campo delle microonde. In collaborazione con altri istituti si estenderà la ricerca a rivelatori di singolo fotone TES con giunzioni su grafene per ottenere dispositivi che possano lavorare a frequenze di conteggio dell'ordine delle decine di MHz e rivelatori alternativi ai TES, come i Kinetic Inductance Detectors (KID) che consentono di realizzare matrici di rivelatori per creare immagini.

Industrial leadership - STALT: Innovazione e servizi per l'impresa

La Struttura organizza e svolge attività di ricerca applicata e il servizio metrologico a supporto dell'industria e della società; risponde a specifiche richieste su problemi di metrologia provenienti dalle imprese e dalla PPAA; sostiene iniziative di trasferimento tecnologico a livello nazionale e internazionale e partecipa all'attività di normazione nazionale e internazionale.

Metrologia meccanica. Si prevedono le seguenti attività:

Estensione ai grandi volumi ($> 100 \text{ m}^3$) delle capacità di misurazione a coordinate, anche in ambiente non cooperativo, quale quello di produzione. Tipiche aree applicative sono l'aerospazio e le infrastrutture. Nell'ambito di progetti europei, INRIM sta sviluppando un nuovo paradigma di misurazione a coordinate denominato InPlanT (*Intersecting Plane Technique*).

Sviluppo di metodologie di caratterizzazione della forma e finitura di geometrie complesse quali ingranaggi e sistemi di trasmissione di medie/grandi dimensioni impiegati nei generatori eolici. Verranno studiati i parametri ottimali di densità del campionamento e filtraggio delle forme così come le componenti caratteristiche (ondulazione e rugosità) delle superfici in gioco. Verrà realizzato un campione diametrale costituito da un settore di anello di diametro $\geq 1 \text{ m}$ e con scanalatura a profilo sferico.

Per la metrologia di superfici nanostrutturate, in particolare per campioni a larghezza di tratto (fino a 10 nm) e nano particelle, sferiche e non, verranno studiate metodologie ibride di misurazione basate sulla fusione di dati ottenuti da tecniche microscopiche diverse (AFM e SEM), tali da migliorare l'accuratezza delle misure delle dimensioni critiche. Una nuova configurazione del sistema ottico-interferometrico verrà implementata per gli assi x-y del microscopio a sonda.

Metrologia elettromagnetica. Vi è un forte interesse dell'industria elettrica italiana per le prove di cortocircuito. Si prevede un miglioramento delle capacità di prova di cortocircuito con l'obiettivo di raggiungere il livello di 100 kA-s e l'adeguamento dell'impianto di prova di cortocircuito per l'esecuzione di prove di tenuta dei quadri elettrici all'arco interno. Verranno analizzati aspetti concernenti l'applicazione di apparecchi di illuminazione (prevalentemente allo stato solido) in ambienti illuminati ai fini della valutazione degli effetti flicker nell'illuminazione stradale e del danno fotobiologico di sorgenti di bassa potenza presenti contemporaneamente nel campo visivo.

Metrologia termodinamica. Nell'ambito dei sistemi di contabilizzazione dell'energia termica la disponibilità di un impianto di simulazione di riscaldamento domestico, unico in Europa, permetterà di avviare sperimentazioni e campagne di validazione di sensori di nuova generazione per la contabilizzazione dei consumi di energia termica in ambiente domestico ed una più equa valutazione dei costi da attribuire alle singole utenze. L'attività verrà svolta in sinergia con industrie nazionali e straniere interessate ad una valutazione metrologica dell'efficienza di *soft e smart sensors* per la contabilizzazione energetica. Si prevede di supportare la realizzazione di un campione secondario per la taratura di trasduttori di portata idrica e di energia termica ad alta temperatura. Nel campo dell'energia termica si completerà la validazione del campione e la realizzazione della catena metrologica che permetterà di assicurare la riferibilità ai laboratori e alle industrie accreditate secondo le normative EN-ISO 17025. Verrà finalizzato un sistema di riferimento per la misura dei flussi termici per applicazioni collegate all'efficienza energetica in edilizia.

Ricerca pre-normativa e supporto alla normazione

L'INRIM collabora stabilmente con gli enti di normazione nazionali, quali UNI e CEI e internazionali, quali CEN, ISO e IEC, partecipando ai lavori e/o presiedendo numerosi organismi tecnici operanti nei campi delle misure e delle connesse apparecchiature.

Contribuisce allo sviluppo della nuova normativa tecnica per le specifiche geometriche di prodotto. Essa è di grande aiuto concettuale e pratico quando la misurazione viene effettuata per valutare le prestazioni di uno strumento di misura indicatore, ad esempio in fase di accettazione e riverifica. In questo caso lo strumento in prova è il misurando, mentre la quantità nota applicata è il riferimento. Questa inversione influenzerà la consueta prospettiva di valutazione dell'incertezza, in particolare per quanto riguarda la verifica di prestazioni di CMM (*Coordinate Measuring Machine*).

A supporto delle nuove esigenze industriali in campo manifatturiero, sono in corso numerose revisioni di norme tecniche sia in termini di incertezza e accuratezza di misura, sia per implementare nuove definizioni concordate a livello internazionale. In particolare, per il miglioramento del linguaggio dei simboli utilizzati (il cosiddetto G3) per individuare la cosiddetta *via minima alla riferibilità* nel caso di sistemi complessi e per le prove di durezza dei materiali.

Metrologia del suono e l'acustica degli edifici. Recentemente è stata istituita una roadmap in acustica edilizia, nell'ambito EAA TC-RBA WG4 "Sound insulation requirements and sound classification", al fine di ridefinire procedure di misura in situ e in laboratorio per effettuare, tra l'altro, misure di comportamento modale a basse frequenze (da 50 Hz a 100 Hz). Ciò permetterebbe una riconsiderazione delle misure acustiche sia dal punto di vista teorico che quello pratico. L'INRIM svolge un ruolo di leadership in acustica edilizia ed è impegnato ad effettuare studi approfonditi nel campo delle basse frequenze. Utilizzando i risultati di un progetto europeo, verranno definite nuove norme ISO per la misura della potenza sonora di macchine e per la taratura di sorgenti sonore di riferimento con riferibilità diretta al campione di potenza sonora.

Supporto all'industria e confronti interlaboratorio

Impegno strategico dell'istituto è il mantenimento dei servizi di taratura e certificazione, che richiedono importanti risorse per quanto riguarda l'impegno di personale, l'adeguamento dei laboratori e delle apparecchiature. Ciò avverrà mediante lo sviluppo di nuove *facilities* che consentano di avviare nuovi servizi, o migliorare quelli esistenti, e un modello organizzativo orientato ad un rapporto più stretto con l'industria ed i laboratori del Sistema nazionale di taratura.

In tale ottica si segnalano l'attivazione di un ufficio di "*Customer care*" per ricevere, esaminare e riscontrare le richieste dell'utenza e la lavorazione dei prodotti; l'attivazione di un nuovo servizio riguardante l'offerta, l'organizzazione e la valutazione tecnico-scientifica di confronti di misura interlaboratori (ILC), a supporto dei laboratori industriali accreditati o in fase di accreditamento; le attività di consulenza tecnico-scientifica per la realizzazione e l'avviamento di laboratori di taratura e prova.

3) Quadro delle collaborazioni internazionali ed eventuali interazioni con le altre componenti della rete di ricerca e delle partecipazioni

Nel triennio 2017-2019 proseguiranno le collaborazioni internazionali con **CIPM, BIPM, EURAMET** (8 nuovi progetti EMPIR avviati nel 2017) ed **ESA** (costruzione, a partire dal 2017, della facility Galileo Time Service Provider); a livello nazionale il triennio vedrà la continuazione delle collaborazioni con **ACCREDIA, CEI e UNI**.

Oltre ai consorzi già attivi, l'INRIM nel 2017 ha aderito all' **APRE (Agenzia per la Promozione della Ricerca Europea)** in qualità di socio ordinario; l'Agenzia è un'Associazione di Ricerca non profit che, in stretto collegamento con il Ministero Istruzione, Università e Ricerca (MIUR), fornisce ai propri associati come pure a imprese, enti pubblici, privati e persone fisiche, informazioni, supporto ed assistenza per la partecipazione ai programmi e alle iniziative di collaborazione nazionale ed europee (oggi, con particolare riferimento ad Horizon 2020) nel campo della Ricerca, Sviluppo Tecnologico e Innovazione (RSTI) e del trasferimento dei risultati delle ricerche.

Nel 2017 saranno stipulate cinque nuove collaborazioni per il triennio:

- agreement di collaborazione scientifica e tecnologica di collaborazione nel settore concernente lo studio dei materiali magnetici e, specificamente, dei magneti in ferrite sinterizzata, con il Centre for Research and Technology-Hellas/Chemical Process and Energy Resources Institute (CERTH/CPERI) - Thessaloniki (Grecia);
- convenzione per l'attivazione e il funzionamento del Corso di Dottorato di Ricerca in Metrologia per un triennio a partire dall'anno accademico 2017/2018 (33°, 34° e 35° ciclo) con il Politecnico di Torino;
- rinnovo della convenzione per la diffusione del segnale di tempo riferito a UTC attraverso la fibra ottica con il Consorzio Torino Piemonte Internet eXchange (TOP-IX) –Torino;
- convenzione di collaborazione nell'ambito dello studio multidisciplinare di Beni Culturali, di origine sia antropica che naturale, con l'utilizzo di metodi non invasivi e di ultima generazione con l' Accademia Europea di Bolzano (Eurac Research);
- accordo di collaborazione con per la realizzazione di un progetto didattico di ricerca e sviluppo in ambito metrologico con l' Istituto d'Arte Applicata e Design (IAAD) di Torino.

4) Infrastrutture di ricerca Internazionali

Le infrastrutture di ricerca che l'INRIM intende potenziare sono:

- **EURAMET**, rete europea per la promozione della collaborazione per la ricerca e lo sviluppo tecnologico nel campo della metrologia;
- **Galileo Timing Research Infrastructure**, nell'ambito del comune sforzo europeo per la costruzione di un sistema di navigazione satellitare;
- **LIFT - link italiano tempo e frequenza**, per la distribuzione innovativa di segnali di tempo campione usando fibre ottiche commerciali, portando i segnali campioni dell'INRIM nei principali centri (scientifici, industriali, finanziari) italiani senza degrado delle prestazioni;
- **MET-ITALIA Network nazionale delle misure**, Network nazionale delle misure che promuove la valorizzazione delle competenze, dei laboratori e delle infrastrutture nazionali nell'ambito della scienza delle misure, creando complementarità e integrazione;
- **Nanofacility Piemonte**, laboratorio di nanofabbricazione mediante microscopia elettronica e ionica, attivo dal 2010 grazie ad un contributo della Compagnia di San Paolo.

5) Attività di terza missione

L'attività di terza missione comprende:

Attività di alta formazione

L'INRIM promuove un corso di dottorato di Metrologia unico in Europa. Collabora inoltre alle attività formative istituzionali svolte dalle università. Tale collaborazione si esercita attraverso convenzioni e accordi quadro, o attraverso la assegnazione a ricercatori INRIM di incarichi di insegnamento in corsi di laurea, master e dottorati di ricerca.

Formazione continua e permanente

L'INRIM organizza attività formative rivolte a soggetti adulti, al fine di adeguare o di elevare il loro livello professionale, con interventi promossi dalle aziende in stretta connessione con l'innovazione tecnologica e organizzativa del processo produttivo.

Servizi conto terzi

L'attività di taratura di strumenti è sviluppata riscontrando le richieste di riferibilità e di misure innovative, anche in nuove aree scientifiche, provenienti dai settori dell'industria e della pubblica amministrazione, e contestualizzando i risultati e i prodotti ottenuti per favorire l'avanzamento delle conoscenze sia a fini produttivi sia sociali. Per supportare l'utenza sul mercato internazionale, favorendo l'esportazione e il libero scambio delle merci, l'INRIM ha sviluppato e rende disponibili all'utenza oltre 400 capacità di taratura e misura, oltre a numerose e diversificate altre capacità erogate su richiesta dell'utenza, nell'ambito del ruolo nazionale ricoperto di Istituto Metrologico Italiano. Impegno strategico in tale contesto è il mantenimento di tali servizi, che richiedono importanti risorse per quanto riguarda l'impegno di personale, ambienti di laboratorio e apparecchiature, mediante lo sviluppo organizzativo e di nuove *facilities* che consentano di avviare nuovi e/o migliori servizi.

Attività di Public Engagement

In questo ambito l'INRIM ritiene strategiche le seguenti attività:

- la partecipazione a comitati per la definizione di standard e norme tecniche;
- le iniziative di orientamento e interazione con le scuole di ogni ordine e grado + cittadinanza;
- l'organizzazione di eventi pubblici;
- i cicli di conferenze, le interviste e i servizi radio-televisivi, le pubblicazioni divulgative, la rassegna stampa attraverso siti divulgativi;
- i siti web divulgativi.

Produzione e gestione di beni culturali

L'INRIM intende valorizzare il proprio patrimonio di collezioni scientifiche, in particolare la loro fruizione da parte della comunità. Tra le attività proposte spicca la riqualificazione della sede storica dell'Istituto, con una collezione di strumenti scientifici legata alla storia della metrologia industriale.

Brevetti

L'INRIM persegue la tutela e la valorizzazione dei risultati della ricerca, promuovendo il deposito e l'utilizzo dei brevetti nonché lo sviluppo della cooperazione con altre organizzazioni, pubbliche e private e la partecipazione a iniziative in materia di innovazione e di trasferimento della conoscenza, per stimolare l'interesse del sistema delle imprese all'applicazione dei risultati della ricerca.

Spin off

L'INRIM promuove la costituzione di imprese fondate sull'impiego di saperi e di tecnologie sviluppate prevalentemente al proprio interno. A tal riguardo, verranno predisposti documenti di studio per regolamentare modalità e percorsi per favorire la creazione di spin-off; rafforzare le capacità competitive e di supporto alla definizione delle strategie di sviluppo.

6) Capitale umano

L'INRIM, ente nato nel 2006 con una dotazione organica di 241 unità, a seguito delle successive manovre di contenimento della spesa pubblica, culminate nel 2012 con il DL 95/2012 convertito in Legge 135/2012, ha attualmente una dotazione organica di 217 unità.

La situazione di riferimento al 31 dicembre 2016 è riportata nella seguente tabella.

Tabella 6 – Personale in servizio al 31/12/2016

Profilo	Livello	Dotazione Organica	Personale in servizio a tempo indeterminato al 31-12-2016	Personale in servizio a tempo determinato al 31-12-2016
Dirigente I fascia		-	-	-
Dirigente II fascia		1	-	-
Dirigente di ricerca	I	10	8	-
Primo ricercatore	II	23	19	2
Ricercatore	III	52	51	7
Dirigente tecnologo	I	2	2	-
Primo tecnologo	II	8	8	-
Tecnologo	III	7	7	4
Collaboratore tecnico E.R.	IV	33	27	-
Collaboratore tecnico E.R.	V	15	13	-
Collaboratore tecnico E.R.	VI	19	18	2
Operatore tecnico	VI	11	8	-
Operatore tecnico	VII	5	5	-
Operatore tecnico	VIII	5	4	-
Funzionario di amministrazione	IV	4	2	5
Funzionario di amministrazione	V	1	1	-
Collaboratore di amministrazione	V	10	10	-
Collaboratore di amministrazione	VI	1	1	-
Collaboratore di amministrazione	VII	3	3	-
Operatore di amministrazione	VII	7	4	-
Operatore di amministrazione	VIII	-	-	-
Totale		217	189	20

Le spese di personale degli anni 2014, 2015 e 2016 risultano inferiori all' **80%** delle entrate correnti, come esplicitato nell'apposita tabella del presente piano.

Le posizioni a tempo determinato, pari a 20 unità al 31/12/2016, sono costituite da assunzioni effettuate a valere su programmi di ricerca oggetto di finanziamento diverso dal fondo ordinario dello Stato, in conformità a quanto disposto dall'art. 1, comma 188, della Legge 266/2005. La durata di tali contratti è coerente con la durata dei programmi di ricerca. E', inoltre, da precisare che il reclutamento è avvenuto mediante pubblico concorso espletato con le identiche modalità dei concorsi per l'assunzione del personale a tempo indeterminato.

7) Le risorse finanziarie

Le risorse finanziarie sono costituite tenendo conto delle seguenti indicazioni:

- per il 2017 le entrate di riferimento quelle indicate nel bilancio di previsione approvato dal Consiglio di Amministrazione in data dicembre 2016;
- l'entità del fondo ordinario statale è prevista in diminuzione per il 2017 e costante per il 2018;
- la prudenziale stima delle entrate per il 2017 per i contratti comunitari e per attività commerciali.

Ciò premesso, le disponibilità sono di seguito riportate (importi in migliaia di euro al netto delle partite di giro).

Tabella 7 – Disponibilità

Disponibilità	Esercizio 2017	Esercizio 2018	Esercizio 2019
Avanzo di amministrazione	10.000.000	10.000.000	10.000.000
Contributo ordinario del MIUR	17.000.000	17.000.000	17.000.000
Contributi MIUR per progetti di ricerca e attività di ricerca a valenza internazionale	4.000.000	4.000.000	4.000.000
Contributi per la ricerca da parte della Regione Piemonte	300.000	300.000	300.000
Entrate per programmi comunitari e prestazioni di servizi	7.237.000	7.900.000	7.900.000
Altre entrate	1.000.000	990.000	990.000
TOTALE	39.537.000	40.190.000	40.190.000

Non considerando i contributi erogati dal MIUR (sia a titolo di FOE che di progetti premiali) l'autofinanziamento medio del triennio è previsto nel 38% circa delle disponibilità totali).

La previsione delle spese è riportata nella tabella seguente.

Tabella 8 – Spese

Spese	Esercizio 2017	Esercizio 2018	Esercizio 2019
Spese per il personale dipendente (TI e TD)	17.400.000	17.500.000	17.500.000
Spese di funzionamento (dirette e indirette)	11.255.000	10.808.000	10.808.000
Acquisto strumentazione e altre immobilizzazioni tecniche	7.005.000	7.505.000	7.505.000
Manutenzione straordinaria e realizzazione laboratori	2.000.000	2.500.000	2.500.000
Oneri tributari	500.000	500.000	500.000
Trasferimenti allo Stato dovuti per legge ed altri oneri	1.377.000	1.377.000	1.377.000
TOTALE	39.537.000	40.190.000	40.190.000

Le spese di personale sono comprensive degli oneri, dei benefici assistenziali e sociali, dell'IRAP per il personale dipendente e delle quote di indennità di anzianità al personale cessato al servizio.

Gli oneri tributari comprendono spese per imposte e tasse e IRAP per personale esterno (borse di addestramento alla ricerca) e altri collaboratori o esterni a vario titolo.