



## ***PIANO TRIENNALE DI ATTIVITA' 2017-2019***

### ***PARTE III: schede di dettaglio***

*Approvato dal CdA in data 20 luglio 2017*



## INDICE

<b><u>1</u> Missione</b> .....	5
<b><u>2</u> Dotazione Organica al 31-12-2016</b> .....	6
<b><u>3</u> Fabbisogno del personale</b> .....	7
<b><u>4</u> Partecipazioni (tipologia: in società, associazioni, fondazioni, ...)</b> .....	8
<b><u>5.1</u> Attività di Ricerca Istituzionale: Istituto Metrologico Primario</b> .....	11
<b><u>5.2</u> Attività di Ricerca: Metrologia fisica</b> .....	18
<b><u>5.3</u> Attività di Ricerca: Metrologia per la Qualità della vita</b> .....	24
<b><u>5.4</u> Attività di Ricerca: Nanoscienze e materiali</b> .....	34
<b><u>5.5</u> Attività di Ricerca: Innovazione e servizi di metrologia</b> .....	40
<b><u>6.1</u> Infrastrutture di Ricerca: EURAMET</b> .....	45
<b><u>6.2</u> Infrastrutture di Ricerca: Galileo Timing Research Infrastructure</b> .....	46
<b><u>6.3</u> Infrastrutture di Ricerca: LIFT - link italiano tempo e frequenza</b> .....	48
<b><u>6.4</u> Infrastrutture di Ricerca – MET-ITALIA</b> .....	50
<b><u>6.5</u> Infrastrutture di Ricerca: Nanofacility Piemonte</b> .....	52
<b><u>7.1</u> Collaborazioni nazionali e internazionali: EMPIR</b> .....	53
<b><u>7.2</u> Collaborazioni nazionali e internazionali - TOSCANA</b> .....	54
<b><u>7.3</u> Collaborazioni nazionali e internazionali - BASILICATA</b> .....	55
<b><u>8</u> Attività di Terza Missione</b> .....	56



1	<b>Missione</b>	<p><b>Finalità dell'Ente</b></p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>
---	-----------------	--

**2 Dotazione Organica al 31-12-2016**

<b>Profilo</b>	<b>Livello</b>	<b>Dotazione Organica</b>	<b>Personale in servizio a tempo indeterminato al 31-12-2015</b>	<b>Personale in servizio a tempo determinato al 31-12-2015</b>
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	-	-	-
<b>Totale</b>		<b>217</b>	<b>189</b>	<b>20</b>

<b>3</b>	<b>Fabbisogno del personale</b>
----------	---------------------------------

Il documento inviato separatamente.

**4 Partecipazioni (tipologia: in società, associazioni, fondazioni, ...)**

**4 A società, associazioni, fondazioni, etc..**

Denominazione	tipologia	anno di costituz./ partecipaz.	capitale/ fondo €X 1000	% partecipaz.	Contributi/ Trasferim. annuali €X 1000	2013 €X 1000		2014 €X 1000		2015 €X 1000	
						Utili	Perdite	Utili	Perdite	Utili	Perdite
APRE (Agenzia per la Promozione della Ricerca Europea)	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 (INRIM è socio ordinario)	p 2017									
ACCREDIA	Associazione senza scopo di lucro con personalità giuridica di diritto privato (INRIM è socio promotore)	c 2009/ p 2009	703	NA		828	-	324	-	570	-
PROPLAST	Consorzio per la promozione della cultura plastica (INRIM è socio ordinario)	c 1997/ p 2011	K€ 207 (capitale iniziale)	Non c'è una quota fissa		(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)
FLUXONICS – The European Foundry for Superconductive Electronics <sup>(4)</sup>	Network europeo di enti di ricerca e università (tra gli altri, il PTB, l'Università di Twente in Olanda, l'Università di Jena in Germania) che opera nell'ambito della realizzazione di circuiti superconduttivi per applicazioni elettroniche dalla metrologia al calcolo quantistico	p 2008				(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)
ETSI – The European Telecommunications Standards Institute	Organizzazione europea che opera nel campo delle telecomunicazioni, in qualità di membro partecipante ai lavori dell'Industry Specification Group (ISG) sul Quantum Key Distribution (QKD)	c 1988 p 2008				(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)
Polo di Innovazione "Meccatronica e Sistemi Avanzati di Produzione (MESAP)"	Polo di Innovazione della Regione Piemonte operante in ambito tecnologico-applicativo	p 2009				(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)
Polo di Innovazione "Biotecnologie e biomedicale (BioPmed)"	Polo di Innovazione della Regione Piemonte operante in ambito tecnologico-applicativo	p 2009				(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)

Polo di Innovazione "Edilizia Sostenibile e Idrogeno" (POLIGHT)	Polo di Innovazione della Regione Piemonte operante in ambito tecnologico-applicativo	p 2009				(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)
<b>FESTIVAL DELLA SCIENZA</b>	Associazione che si propone di promuovere, valorizzare e divulgare la cultura scientifica e tecnologica, avvicinando il pubblico ai grandi temi della scienza e della tecnologia	c 2014 p 2014				(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)
Società Italiana di Fisica (SIF)	Associazione (ente morale) che si propone di promuovere, favorire e tutelare lo studio e il progresso della Fisica in Italia	c 1935				(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)
Associazione Italiana per la Ricerca Industriale (AIRI)	Associazione riconosciuta con personalità giuridica che si propone di promuovere adeguate politiche di sostegno alla ricerca industriale evidenziando e sostenendo il ruolo chiave della ricerca e dello sviluppo tecnologico da parte delle imprese italiane	c 1974				(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)
Consorzio Torino Piemonte Internet eXchange (TOP-IX)	Si tratta di un consorzio senza fini di lucro costituito nel 2002 con lo scopo di creare e gestire un NAP (Neutral Access Point) per lo scambio del traffico Internet nell'area del Nord Ovest	c 2002 p 2015				(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)
Associazione <b>CMM Club Italia</b>	Si tratta di un'associazione senza fini di lucro composta da utilizzatori, fornitori di servizi, studiosi di metrologia, laboratori metrologici, università, professionisti e costruttori di Macchine di Misura a Coordinate. L'obiettivo principale del CMM Club Italia è sviluppare e diffondere una cultura tecnica e scientifica nel settore della metrologia dimensionale in generale e di quella a coordinate in particolare, adeguata alle esigenze di qualità e competitività delle aziende italiane	c 1997 p 2006									

<sup>(\*)</sup> E' in corso la verifica dello stato economico - patrimoniale dei soggetti partecipati.

**Tabella 4.1 Partecipaz. finalizzate alla valorizzazione della ricerca e al trasferim. tecnologico**

<b>Denominazione</b>	<b>Codice fiscale</b>	<b>Tipologia e finalità prevalente</b>	<b>Indirizzo sito web</b>
<b>APRE</b> (Agenzia per la Promozione della Ricerca Europea)		A	www.apre.it
<b>ACCREDIA</b>	10566361001	A	www.accredia.it
<b>PROPLAST</b>	96029550066	E	www.proplast.it
<b>FLUXONICS</b> – The European Foundry for Superconductive Electronics		C	www.fluxonics.eu
<b>ETSI</b> – The European Telecommunications Standards Institute		F	www.etsi.org
Polo di Innovazione “Meccatronica e Sistemi Avanzati di Produzione ( <b>MESAP</b> )”	1045950019	A	www.mesapiemonte.it
Polo di Innovazione “Biotecnologie e biomedicale – ( <b>BioPmed</b> )”	06608260011	A	www.biopmed.eu
Polo di Innovazione “Edilizia Sostenibile e Idrogeno” ( <b>POLIGHT</b> )	07154400019	A	http://www.polight.piemonte.it
<b>FESTIVAL DELLA SCIENZA</b>	95081480105	C	www.festivalscienza.it
Società Italiana di Fisica ( <b>SIF</b> )	00308310374	C	www.sif.it
Associazione Italiana per la Ricerca Industriale ( <b>AIRI</b> )	03401150580	A	www.airi.it
Consorzio Torino Piemonte Internet eXchange ( <b>TOP-IX</b> )	08445410015	E	http://www.top-ix.org/it/
Associazione <b>CMM Club Italia</b>	97578540011	B	http://www.cmmclub.it/

## 5.1 Attività di Ricerca Istituzionale: Istituto Metrologico Primario

<b>a.</b>	<b>Titolo/etichetta</b>
Istituto Metrologico Primario	
<b>b.</b>	<b>Descrizione sintetica dell'attività di ricerca istituzionale</b>
<p>Le finalità dell'INRIM, il ruolo e i compiti di Istituto Metrologico Primario sono attribuiti dalla legge n. 273/1991 <i>"Istituzione del Sistema Nazionale di Taratura"</i> che all'art.2, c.1 recita:</p> <p><i>"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."</i></p> <p>e dal decreto legislativo n. 38/2004 <i>"Istituzione dell'Istituto nazionale di ricerca metrologica (I.N.R.I.M.), a norma dell'articolo 1 della legge 6 luglio 2002, n. 137"</i> che art. 2, c. 1, recita:</p> <p><i>"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."</i></p> <p>L'INRIM è firmatario per l'Italia del <i>Mutual Recognition Arrangement (MRA)</i>, 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.</p> <p>I Campioni nazionali di misura sono individuati dal DM n. 591/1994 <i>"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"</i> e di successivi sviluppi tecnico-scientifici che hanno portato al loro riconoscimento internazionale nell'ambito del MRA come <i>Calibration and Measurement Capabilities (CMC)</i>.</p>	
<b>c.</b>	<b>Definizione degli obiettivi delle attività istituzionali</b>
<p><b><u>Mantenimento e disseminazione delle unità SI</u></b></p> <p>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.</p> <p>INRIM contribuisce alla disseminazione delle unità SI e ad assicurare riferibilità ai campioni con la propria attività di taratura, misura e prova. L'attività di taratura e prova rivolta all'industria viene dettagliata nella Scheda 8. La presente scheda descrive l'attività istituzionale propria dell'INRIM, quale istituto metrologico primario, per garantire la riferibilità delle misure di competenza.</p> <p>INRIM si occupa, inoltre, dello sviluppo della disseminazione in modo da soddisfare la richiesta di riferibilità in nuovi campi della scienza e tecnologia e quelle che scaturiscono dai laboratori di taratura, dal mondo industriale, dalle PPAA.</p> <p>Per il triennio 2017-2019</p> <p><b>Metrologia delle grandezze meccaniche.</b> 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, sono di largo interesse due tipi di campioni: i blocchetti di riscontro pianparalleli lunghi e i calibri a passi. Il miglioramento delle accuratezze 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. Nel triennio si prevede di</p>	

sviluppare due nuovi campioni d'angolo con un'incertezza dell'ordine di 50 nrad e partecipare ad un confronto di misura mediante un poligono ottico e un encoder angolare. 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. Miglioramento delle caratteristiche, e quindi delle CMC, delle bilance di pressione che operano in mezzo liquido e del campione ad espansione statica. Partecipazione a confronti in differenti intervalli tra cui pressioni negative. 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. L'estensione della scala della forza fino a 5 MN permetterà la disseminazione a livello industriale delle misure di forza effettuate con macchine uniassiali di alta portata. E' in fase di progettazione un sistema di taratura di sismometri e di accelerometri in condizioni di impatto (shock): il sistema può generare livelli di shock tra 20 G e 10000 G e, a seconda della durata dell'impulso dell'impatto (nell'ordine dei millisecondi), è possibile effettuare tarature in un campo di frequenze comprese tra 5 Hz e 20 kHz.

**Metrologia delle grandezze elettromagnetiche.** Nel campo delle correnti alternate sarà esteso il limite superiore di misura fino a 20 A, con una migliore incertezza e sarà proposta una nuova CMC. Verranno sviluppati sistemi di taratura per trasduttori e sistemi con uscita analogica e digitale, anche con la realizzazione di una facility di taratura di wattmetri, contatori e convertitori di potenza ed energia dedicata alla disseminazione. 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. Estensione delle capacità di misura dei Parametri S nel campo di frequenza a partire da 9 kHz e nuovi campioni elettrici di riferimento dei parametri di *scattering*. Mantenimento delle capacità di misura riconosciute in ambito MRA ed estensione a nuovi settori di misura di interesse per le prove di compatibilità elettromagnetica. 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 vengono supportate dai confronti internazionali in ambito EURAMET e CCPR; in particolare nel prossimo triennio sono previsti i confronti di misura per i radiometri UV-A, e per i filtri neutri. Per quanto riguarda il regime di conteggio è prevista la partecipazione a confronti di misura pilota (CCPR WG SP) dell'efficienza di fotorelevazione 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 protocolli di misura, a partire dal radiometro criogenico (100  $\mu$ W) 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 principali 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 metodologie 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). Verrà completato il campione nazionale di energia termica per il campo da 200 W a 3.3 MW. Per quanto riguarda la metrologia acustica, INRIM realizzerà il campione primario di pressione acustica con un'incertezza associata pari a 0,5 dB nel campo di frequenza tra 50 Hz e 10 kHz. Verranno messi a punto nuovi sistemi di taratura per termocoppie ad alta temperatura con l'impiego di punti fissi eutettici e proposte nuove CMC per coprire le esigenze provenienti dai laboratori del Sistema nazionale di taratura (in linea con ILAC-P10 a supporto dei laboratori accreditati). E' prevista la partecipazione ad un confronto supplementare di termocoppie (EURAMET T-S3). Verrà completato il confronto del campione di temperatura superficiale con l'estensione fino a 500 °C e la proposta della relativa CMC. Verranno infine caratterizzate le sorgenti sonore aerodinamiche secondarie; verranno accuratamente valutati gli effetti delle caratteristiche direzionali attraverso il confronto inter-laboratorio che coinvolgerà istituti metrologici europei.

**Metrologia per la chimica e la biologia.** E' prevista la partecipazione a confronti internazionali organizzati da CCQM ed Euramet, in particolare: (i) BIPM-K1, per il mantenimento del campione nazionale di frazione molare di ozono in aria ambiente tra 0 e 1000 nmol/mol con incertezza assoluta Q [1.1, 0.022 x(O<sub>3</sub>)]; (ii) CCQM-K131 sulla determinazione di microinquinanti organici in soluzione. Avvio della partecipazione al working group del CCQM sull'analisi delle proteine (PAWG), con lo scopo di studiare l'applicabilità di tecniche spettroscopiche (IR e Raman) ed elettrochimiche e della Neutron Activation Analysis per la misurazione qualitativa e/o quantitativa

di proteine nei cibi o nella filiera alimentare. In ambito del Surface analysis WG del CCQM, INRIM contribuirà alle attività per la standardizzazione metrologica della spettroscopia Raman. Proseguirà l'attività sull'impiego di tecniche elettrochimiche selettive per la determinazione del contenuto di acqua in materiali solidi in condizioni di riferibilità metrologica. Verranno messi in atto, in ambito VAMAS, ISO e CEN, politiche per lo sfruttamento delle nanoparticelle di TiO<sub>2</sub> 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). Verranno realizzati campioni di lavoro e trasportabili per la riferibilità ai campioni nazionali di grandezze di interesse climatologico e ambientale. INRIM contribuisce sia all'attività di riferibilità che a quella vera e propria di misura e prova. Mentre l'attività di taratura rivolta all'industria viene dettagliata nella scheda 8, si descrive qui l'attività istituzionale propria dell'INRIM, quale istituto metrologico primario, per garantire la riferibilità delle misure di competenza.

Inoltre si occupa dello sviluppo della disseminazione in modo da soddisfare le nuove richieste di riferibilità che scaturiscono da progetti dell'INRIM, dai laboratori di taratura e dal mondo scientifico e industriale.

<b>d.</b>	<b>Struttura interna con responsabilità amministrativa</b>
Direzione Generale	
<b>e.</b>	<b>Eventuali unità operative responsabili</b>
Direzione Scientifica e Servizio tecnico per le attività rivolte ai laboratori di taratura (STALT)	
<b>f.</b>	<b>Altre unità operative coinvolte</b>

## Attività derivanti da mandato istituzionale

### a. Indicare la fonte del mandato istituzionale

Legge n. 273/1991 "Istituzione del Sistema Nazionale di Taratura.", in particolare gli artt. da 1 a 4.

Decreto ministeriale 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."

Artt. 3 e 4 del Decreto Min. Ambiente del 20 settembre 2002 (G.U. 2 ottobre 2002, n.231) "Modalità per la garanzia della qualità del sistema delle misure di inquinamento atmosferico, ai sensi del decreto legislativo n. 351/1999".

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".

Art. 27 comma 37, della Legge n. 99 del 2009 "Disposizioni per lo sviluppo e l'internazionalizzazione delle imprese, nonché in materia di energia."

L'accordo quadro internazionale denominato *Mutual Recognition Arrangement* (MRA), redatto dal *Comité International des Poids et Mesures* (CIPM), su mandato degli Stati Membri, tra cui l'Italia, firmatari della Convenzione del metro.

### b. Indicare tipologia di attività prevalente inclusa nel mandato istituzionale

Funzioni di Istituto Metrologico Primario nazionale e alta consulenza scientifica alla PPAA

### c. Indicare i soggetti destinatari del mandato istituzionale

Ministero dello Sviluppo Economico  
Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare  
Regioni e Province autonome  
Unioncamere e Camere di Commercio, Industria, Artigianato e Agricoltura  
Enti di ricerca pubblici e privati  
Accredia - L'Ente Italiano di Accreditamento  
Imprese manifatturiere e di servizi  
Laboratori di taratura pubblici e privati

### d. Modalità di gestione del rapporto con i soggetti destinatari del mandato

Convenzione con il Ministero dello Sviluppo Economico ai sensi della L. 273/1991  
Protocolli d'intesa con le Regioni Toscana e Basilicata  
Organismo incaricato del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ai sensi dell'art. 4 Decreto Min. Ambiente 20 settembre 2002  
Unioncamere e Camere di Commercio, Industria, Artigianato e Agricoltura  
Convenzioni con altri enti di ricerca pubblici e privati, tra i quali CNR, ASI, INFN, ...  
Convenzione con Accredia - L'Ente Italiano di Accreditamento  
Contratti di servizio e attività su commessa con le imprese manifatturiere e di servizi, i laboratori accreditati di taratura e prova

<b>Attività derivanti da accordi pluriennali con soggetti pubblici</b>	
<b>a.</b>	<b>Indicare la tipologia di attività prevalente inclusa nell'accordo pluriennale</b>
Alta consulenza scientifica MISE	
<b>b.</b>	<b>Indicare i soggetti con i quali si sono stipulati accordi pluriennali</b>
MISE	
<b>c.</b>	<b>Modalità di gestione del rapporto pluriennale</b>
convenzione	
<b>Aspetti finanziari</b>	
<b>a.</b>	<b>Somma degli importi derivanti dall'attività istituzionale descritta</b>
Vedi scheda 8	

<b>Risorse umane</b>	
<b>a.</b>	<b>Personale interno</b>
10 (RIC+TEC) e 14 CTER	
<b>b.</b>	<b>Consulenti esterni</b>
No	
<b>c.</b>	<b>Modalità di valutazione/ rendicontazione prestazione personale interno</b>
Relazioni di attività Censimento prodotti "Risultati & dati" Piano delle performance	
<b>d.</b>	<b>Modalità di valutazione/ rendicontazione prestazione dei consulenti esterni</b>
-	
<b>Prodotto</b>	
<b>a.</b>	<b>Descrizione del prodotto realizzato alla fine del processo</b>
CMC <a href="http://www.bipm.org/exalead_kcdb/exa_kcdb.jsp?_p=AppC&amp;_q=Italy&amp;x=82&amp;y=11">http://www.bipm.org/exalead_kcdb/exa_kcdb.jsp?_p=AppC&amp;_q=Italy&amp;x=82&amp;y=11</a>	
<b>Descrizione del criterio di misurazione del prodotto</b>	
CMC <a href="http://www.bipm.org/exalead_kcdb/exa_kcdb.jsp?_p=AppC&amp;_q=Italy&amp;x=82&amp;y=11">http://www.bipm.org/exalead_kcdb/exa_kcdb.jsp?_p=AppC&amp;_q=Italy&amp;x=82&amp;y=11</a> , incertezza di misura della CMC	
<b>Se non è possibile misurare il prodotto mediante l'uso di indicatori indicare qui le ragioni</b>	
No	
<b>Se l'attività è secretata indicare elementi che giustificano la riservatezza del prodotto realizzato</b>	
No	
<b>a.</b>	<b>Descrizione del prodotto realizzato alla fine del processo</b>
Confronti di Misura <a href="http://kcdb.bipm.org/AppendixB/KCDB_ApB_search_result.asp?search=1&amp;met_idy=0&amp;bra_idy=0&amp;cmt_idy=0&amp;ett_idy_org=0&amp;epo_idy=0&amp;cou_cod=IT">http://kcdb.bipm.org/AppendixB/KCDB_ApB_search_result.asp?search=1&amp;met_idy=0&amp;bra_idy=0&amp;cmt_idy=0&amp;ett_idy_org=0&amp;epo_idy=0&amp;cou_cod=IT</a>	
<b>Descrizione del criterio di misurazione del prodotto</b>	
Confronti di Misura <a href="http://www.bipm.org/exalead_kcdb/exa_kcdb.jsp?_p=AppC&amp;_q=Italy&amp;x=82&amp;y=11">http://www.bipm.org/exalead_kcdb/exa_kcdb.jsp?_p=AppC&amp;_q=Italy&amp;x=82&amp;y=11</a> , grado di equivalenza	
<b>Se non è possibile misurare il prodotto mediante l'uso di indicatori indicare qui le ragioni</b>	
No	
<b>Se l'attività è secretata indicare elementi che giustificano la riservatezza del prodotto realizzato</b>	
No	
<b>a.</b>	<b>Descrizione del prodotto realizzato alla fine del processo</b>
Riferibilità e disseminazione unità	

<b>Descrizione del criterio di misurazione del prodotto</b>
Riferibilità e disseminazione unità: certificati taratura e prova, numero di certificati
<b>Se non è possibile misurare il prodotto mediante l'uso di indicatori indicare qui le ragioni</b>
No
<b>Se l'attività è secretata indicare elementi che giustificano la riservatezza del prodotto realizzato</b>
No
<b>Impatto</b>
<b>Mappatura degli stakeholder</b>
Laboratori accreditati: <a href="http://www.accredia.it/context.jsp?ID_LINK=1&amp;area=7">http://www.accredia.it/context.jsp?ID_LINK=1&amp;area=7</a>
<b>Misurazione dell'impatto sugli stakeholder</b>
Numero certificati emessi dai laboratori accreditati / numero certificati INRIM

<b>5.2 Attività di Ricerca: Metrologia fisica</b>				
<b>Area di specializzazione:</b> metrologia scientifica				
	X	<b>Dipartimento</b>		
<b>Area di Intervento</b>		HORIZON 2020	X	Altra Area di Intervento
	Attività di ricerca con risultati pubblicabili X			
<b>Descrizione dipartimento</b>	<b>Divisione Metrologia fisica</b>			

Specificare l'Area di Intervento:	excellent science
-----------------------------------	-------------------

<b>Data Inizio:</b>	<b>01-01-2017</b>	<b>Data Fine:</b>	<b>31-12-2019</b>
---------------------	-------------------	-------------------	-------------------

<b>a. Finalità e Obiettivi</b>
<p>Sviluppa conoscenze, tecnologie e metodi per la metrologia scientifica fondamentale. In particolare cura:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• la realizzazione pratica del metro, del chilogrammo e del secondo;</li> <li>• la valorizzazione delle potenzialità metrologiche dell'interferometria, dell'ottica quantistica e dei sistemi quantistici;</li> <li>• la metrologia in ambito spaziale.</li> </ul> <p>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.</p>
<b>b. Contenuto Tecnico Scientifico</b>

<p><b><u>Interferometria e Metrologia Meccanica</u></b>  <b>Realizzazione del metro e interferometria ottica e X</b> – 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. Proseguirà lo sviluppo di tecnologie ottiche, optomeccaniche e elettroottiche per la misurazione di distanze, spostamenti, angoli e rotazioni con risoluzioni limite del picometro e del nanoradiante., 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.</p> <p><b>Realizzazione del kilogrammo</b> – 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 collaborazione con la divisione qualità della vita, detti cristalli verranno caratterizzati (mediante attivazione neutronica) in termini di purezza e frazione molare dell'isotopo <sup>30</sup>Si. Proseguirà lo studio sperimentale (collaborazione con F Spaepen, università di Harvard, e divisione qualità della vita) delle vacanze e voids nei cristalli attraverso la diffusione di rame e la quantificazione dei precipitati mediante attivazione neutronica. In relazione alla futura ridefinizione e alla riferibilità alle future unità SI, evidenziando che il CCM ha espresso parere favorevole alla ridefinizione dell'unità di massa, 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. I processi in atto e l'obsolescenza delle attuali strutture richiedono di aggiornare i laboratori operanti nell'ambito del futuro kg per mantenere la leadership internazionale nella misurazione del parametro reticolare e la possibilità di espandere le capacità di misura dotandosi di un comparatore di reticolo.</p> <p><b>Metodi matematici per la metrologia</b> – Verranno messi a punto modelli numerici per l'analisi agli elementi finiti (ambiente COMSOL multiphysics) del comportamento elastico e termo-elastico di sfere di silicio e</p>
---

interferometri X per la realizzazione del kilogrammo. In collaborazione con l'università di Cagliari, proseguirà il calcolo ab-initio (density functional theory) dello stress superficiale di cristalli di silicio. Verranno sviluppati metodi di geometria differenziale (information geometry) per la valutazione del contributo dei modelli interpretativi dei dati all'incertezza di stima. Proseguirà lo sviluppo di modelli matematici per l'analisi dell'accuratezza e della diffrazione nell'interferometria ottica.

**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, ai beni culturali, alla rivelazione remota di inquinanti in atmosfera.

### **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, ed averne compiuta la misura assoluta di frequenza rispetto alla fontana di cesio, 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).

I campioni atomici di frequenza (in virtù delle predizioni della relatività generale) sono anche sensori del potenziale gravitazionale e saranno utilizzati per esperimenti di geodesia relativistica. Un'altra applicazione sarà la verifica della stabilità di costanti fondamentali, laddove la misura ripetuta nel tempo del rapporto di frequenza tra transizioni di specie atomiche diverse ne verifica la stabilità. A tal fine si propone di confrontare la frequenza della fontana di cesio con quella dell'itterbio e con quella di transizioni molecolari in campioni raffreddati. 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.

Secondo alcuni studi, una transizione nucleare del  $^{299}\text{Th}$  potrebbe essere utilizzata come standard di frequenza ad altissima accuratezza. Seppure non sia ancora stata osservata, valutazioni teoriche la stimano nel vicino ultravioletto, una regione spettrale che pone interessanti problemi metrologici non ancora risolti. Si continuerà quindi l'attività di ricerca per la realizzazione e la stabilizzazione di sorgenti laser in questa regione spettrale.

Le competenze sviluppate per lo sviluppo di algoritmi per la scala di tempo trovano applicazioni sia nella rilevazione di anomalie degli orologi a bordo di satelliti (contribuendo alla definizione del servizio di integrità del sistema Galileo), sia nello sviluppo di metodi di confronto di scale di tempo via satellite utilizzando multi sistemi GNSS e tecniche di geodesia come il Precise Point Positioning o TWSTFT a banda larga.

**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. L'attività applica i risultati di una ricerca decennale svolta presso INRIM sui campioni in cella.

**Metrologia del tempo e della frequenza** – Opera e migliora progressivamente un campione primario di frequenza (ITFCs2) a fontana di Cs, operante in regime criogenico e capace di un'accuratezza relativa di frequenza pari a  $1.7E-16$ . Sviluppa algoritmi per realizzare e distribuire la scala di tempo nazionale, utilizzando il campione primario ITFCs2, 4 Maser-H e 5 fasci di Cs commerciali. Il campione primario di frequenza ITCsF2 continuerà a partecipare alla rete di taratura dell'International Atomic Time. Si intende migliorare la stabilità del campione realizzando un nuovo sistema ottico e una nuova sorgente a microonda a bassissimo rumore di fase. La scala di tempo universale coordinata italiana UTC(IT) verrà migliorata

mediante tripla ridondanza e l'utilizzo parallelo del campione primario di frequenza ITFCs2. La scala sarà distribuita mediante servizi innovativi sviluppati nell'ambito progetto Demetra (v. Galileo Timing Research Infrastructure). Utilizzando nuovi sistemi di sincronizzazione verrà realizzata una scala di tempo diffusa mediante orologi di precisione sul distribuiti sul territorio nazionale e sincronizzati in tempo reale rispetto ai riferimenti assoluti in INRIM. Verranno realizzati ulteriori servizi di disseminazione attraverso la trasmissione via Network Time Protocol certificato, fibra ottica, satellite geostazionario e trasmissione TDMA.

**Riferibilità alle unità SI** – La riferibilità della datazione degli eventi e del valore assoluto di frequenza viene garantita attraverso il continuo confronto della scala di tempo nazionale UTC(IT) alla scala di tempo internazionale UTC, dato che viene fornito mensilmente dal BIPM. La conoscenza in tempo reale invece è necessariamente più approssimata e viene stimata mediante algoritmi predittivi e l'utilizzo del campione primario di frequenza. La certificazione e la datazione remota di eventi avviene mediante tecniche satellitari e ITC, di particolare rilevanza è in questo ambito la sperimentazione condotta per la datazione delle transazioni finanziarie che continuerà nei prossimi anni, fino alla definizione di servizi commerciali veri e propri..

**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. Le motivazioni sono molteplici: da un lato costruire sistemi quantistici con un maggiore livello di controllo per studiare fenomeni fisici quali la creazione controllata di composti molecolari e la dinamica di sistemi quantistici fuori dall'equilibrio. Dall'altro costruire una nuova base per le tecnologie quantistiche, quali il calcolo e la metrologia atomica. Per eliminare il micromoto degli ioni (la sorgente maggiore di incertezza nella realizzazione di orologi basati su ioni intrappolati) si intende sviluppare una trappola innovativa basata su potenziali elettrici statici e di potenziali ottici.

**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 da sorgenti "parametric down conversion" 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 sia 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).

### **c. Eventuali collaborazioni nazionali/internazionali**

1. NIST: caratterizzazione di stati ottici quantistici; campioni di frequenza, scale di tempo
2. PTB: realizzazione del kilogrammo contando atomi di Si; campioni di frequenza, scale di tempo e disseminazione in fibra
3. NPL: campioni di frequenza, scale di tempo e disseminazione in fibra
4. Max Planck Erlangen: generazione ed applicazione di luce sub-poissoniana;
5. FemtoST: elettronica digitale a basso rumore
6. RIKEN: campioni ottici Yb
7. CNR INOA e INFN: stati ottici quantistici per il superamento dei limiti classici della misura;
8. INFN: doppio interferometro con luce quantistica;

9. NMIJ: realizzazione del kilogrammo contando atomi di Si;
10. International Avogadro Coordination: accordo internazionale per l'utilizzo di silicio monoisotopico per la realizzazione del kilogrammo mediante la determinazione della costante di Avogadro (2011-2016);
11. Leonardo-Finmeccanica, ASI, Aerospace corporation: campioni di frequenza in cella;
12. LNE-SYRTE, ORB, BIPM, INAF, ASI e CNR: campioni di frequenza, scale di tempo e disseminazione in fibra
13. Centro Restauri (Venaria, TO): analisi iperspettrale di beni culturali

**d. Eventuali collaborazioni con le Università**

1. Università di Torino: applicazione di fluorescenza a singolo fotone da centri di colore in diamante;
2. Politecnico di Milano: caratterizzazione di prototipi di rivelatori a singolo fotone, e loro applicazione a protocolli di misura per le tecnologie quantistiche;
3. Università di Cagliari: calcoli "density functional theory" di deformazioni e sforzi superficiali del silicio;
4. Politecnico di Torino, Università di Torino, Università di Firenze, Università di Roma "La Sapienza" e Università di Pisa: realizzazioni di campioni atomici di frequenza e misure di frequenza;
5. University of Manchester, University of Dusseldorf e l'Università di Birmingham: campioni ottici di frequenza.
6. Università di Harvard: determinazione della concentrazione di vacanze in cristalli ultra-puri di  $^{28}\text{Si}$  mediante precipitazione di  $\text{CuSi}_3$
7. Ben Gurion University: realizzazione di campioni ottici
8. Seconda Università di Napoli: spettroscopia Doppler Hg
9. Moscow State University: applicazioni di stati ottici entangled;

**e. Infrastrutture di ricerca**

Laboratori per i campioni di frequenza e scala di tempo  
 Laboratorio per l'interferometria X/ottica  
 Laboratori di informazione quantistica  
 Laboratorio per l'interferometria laser

**f. Personale Impiegato (rapporto giornate/uomo)**

Tipo di personale		Anno I	Anno II	Anno III	Anno "n"
a.	Personale di ruolo				
	Tecnici	8	9	10	
	Tecnologi/ricercatori	24	25	26	
b.	Personale non di ruolo				
	Amministrativi				
	Tecnici				
	Tecnologi/ricercatori				
c.	Altro Personale				
	Altri Incarichi di Ricerca	2	2	2	
	Assegnisti	2	2	2	
	Borsisti	11	12	12	
	Co.Co.Co				
	Comandi in Entrata				
	Dottorandi	7	6	4	
d.	Personale precedentemente citato proveniente dalle Università	2	2	2	

**g. Fonti di finanziamento**

- Eurament EMRP/EMPIR**
- IND05 MIQC2, Optical metrology for quantum-enhanced secure telecommunication
  - 15SIB03 OC18
  - 15SIB05 OFTEN
- Commissione europea**
- INT-FACT borsa Marie Curie
  - PlusOne An ultracold gas plus one ion
  - Clonets: CLOck NETwork Services: Strategy and innovation for clock services over optical-fibre networks
  - Q-Sense: QUANTUM SENSORS FROM THE LAB TO THE FIELD
  - EGNOS SPMS - EGNOS SERVICE PERFORMANCE MONITORING SUPPORT
  - **TSP Galileo Service Operator**
  - 
  -
- ESA**
- Galileo Exploitation Phase System and Service Support Activities, FOC Exploitation
  - **ISOC (ISS Space Optical Clock)**
  - **MetTelGWO**
  - **Rubidium Pop Atomic Clock**
  - **S-SFSM Standard Frequency Stability Measurement System**
  - **TGVF FOC Operation Extension: Galileo Time Geodetic Validation Facility – Full Operational Capability**
- ASI**
- **DTF Galileo**
- FIRB futuro in ricerca**
- Diamante
- SIR Scientific Independence of young Researchers**
- ULTRACOLDPLUS
- PRIN Progetti di ricerca di rilevante interesse nazionale**
- HG Doppler Spectroscopy
- NATO**
- SCQU secure communication using quantum information systems
- MIUR progetti premiali**
- MeTGeSp
  - q-SecGroundSpace
  - LABMED: Laboratorio Multidisciplinare del Mediterraneo
  - GeCuM
- Fondazioni**
- John Templeton Foundation
- Contratti**
- NOVASIS srl (misure spettroscopiche di gas e inquinanti in tracce)
  - TTM: Time Transfer Modem

**h. Costo complessivo del progetto**

**Finanziamenti a carico FOE**

Voce di spesa	Annualità I	Annualità II	Annualità III	Annualità "n"
Personale di ruolo				
Personale non di ruolo				
Altro personale				
Funzionamento	200 000	200 000	200 000	
Investimento	300 000	400 000	400 000	

**Eventuali ulteriori finanziamenti**

<b>Voce di spesa</b>		<b>Annualità I</b>	<b>Annualità II</b>	<b>Annualità III</b>	<b>Annualità IV</b>
	Personale di ruolo				
	Personale non di ruolo	250.793,76	565.505,33	410.291,98	233.796,18
	Altro personale	602.663,48	656.390,61	102.012,21	44.824,00
	Investimento	1.341.185,62	372.303,26	17.000,00	1.000,00
	Funzionamento	2.043.909,23	266.192,51	44.607,00	4.877,60

<b>5.3 Attività di Ricerca: Metrologia per la Qualità della vita</b>				
<b>Area di specializzazione:</b>				
Indicare se				
		<b>Dipartimento</b>		
<b>Area di Intervento</b>	x	HORIZON 2020		Altra Area di Intervento
	Attività di ricerca con risultati pubblicabili x			
<b>Descrizione dipartimento</b>	<b>Metrologia per la Qualità della Vita</b>			

Specificare l'Area di Intervento:	Societal Challenges
-----------------------------------	---------------------

<b>Data Inizio:</b>	<b>01-01-2017</b>	<b>Data Fine:</b>	<b>31-12-2019</b>
---------------------	-------------------	-------------------	-------------------

<b>a.</b>	<b>Finalità e Obiettivi</b>
-----------	-----------------------------

L'attività di ricerca si sviluppa in linea con i programmi di ricerca europei per la metrologia rivolti alle cosiddette "Societal Challenges" indicati nella *Strategic Research Agenda* di EURAMET (2015), 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. Nel corso del triennio sono programmate ricerche relative alla salute, con riferimento alla metrologia biomedicale e alla metrologia per la sicurezza e sostenibilità alimentare, e ricerche riguardanti la metrologia per lo sviluppo di sistemi energetici affidabili e sostenibili e il monitoraggio ambientale.

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.

<b>b.</b>	<b>Contenuto Tecnico Scientifico</b>
-----------	--------------------------------------

### **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.

Per quanto riguarda le applicazioni degli ultrasuoni in biomedicina, diverse sono le attività attualmente in corso. Le competenze acquisite nella realizzazione di "phantom" e materiali simulatori tissutali, modulabili nelle loro proprietà acustiche, meccaniche e termiche, rappresentano la base attraverso cui proseguiranno gli studi legati all'imaging diagnostico quantitativo ad ultrasuoni. 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. Attraverso opportuna modulazione temporale del segnale ultrasonoro si intende esaltare gli aspetti meccanici correlati ai meccanismi di cavitazione e, fortemente coinvolti nei fenomeni cellulari sotto indagine. La collaborazione prevede diversi aspetti: 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".

Un secondo ambito riguarderà la Metrologia in biologia per la medicina di laboratorio volta allo sviluppo di nuovi metodi quantitativi per la misura di *biomarker* indicatori di proprietà di sistemi biologici. La ricerca sarà volta all'applicazione di tali 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); gli stessi metodi, combinati con la quantificazione di elementi in traccia mediante analisi per attivazione neutronica strumentale (INAA), saranno impiegati per la caratterizzazione biologica e il conteggio di nanoparticelle magnetiche sviluppate in INRIM e del comportamento di biomateriali. 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. In particolare: (i) valutazione dell'espressione genica dei microRNA, presenti nei fluidi biologici, attraverso la tecnica PCR (EMPIR NeuroMet e premiale BRAIN), (ii) valutazione di marker biochimici in tessuti cerebrali e osservazione simultanea di cellule di glioblastoma GFP fluorescenti tramite immagini 3D ad alta risoluzione di tessuti murini utilizzando il microscopio multimodale CARS/SHG/TPEF realizzato dal gruppo; i risultati saranno correlati con la misura AFM del modulo elastico e INAA di metalli in tessuti e cellule (BRAIN).

Infine, un terzo ambito riguarderà lo sviluppo, la validazione e l'applicazione di metodi matematici per le applicazioni nell'ambito dell'ingegneria biomedica, con particolare riferimento alle tecniche che fanno uso di campi elettromagnetici. Sul tema **sicurezza dei sistemi MR** (Magnetic Resonance), l'attenzione si concentrerà sui pazienti portatori di impianti metallici. La valutazione dell'energia depositata e del relativo incremento di temperatura nei tessuti, stimata mediante modelli *in-silico* sviluppati *ad-hoc*, verrà confermata sperimentalmente attraverso set-up sperimentali riferibili, in grado di riprodurre campi a radiofrequenza e di gradiente simili a quelli prodotti da tomografi clinici, anche in vista di future attività di testing volte a valutare la compatibilità tra gli impianti e le sequenze operative. Parallelamente, si svilupperanno tecniche di **imaging quantitativo**, basate su Electrical Properties Tomography (EPT), attraverso lo sviluppo di algoritmi inversi e lo studio della propagazione del rumore di misura. Tali algoritmi verranno applicati 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. In relazione al 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.). Tali attività sono connesse al progetto EMPIR *NanoMag*, nell'ambito del quale il Programma QV1 è impegnato nello sviluppo di modelli numerici a supporto delle tecniche di imaging e caratterizzazione di materiali di riferimento e dispositivi per la sensoristica. Inoltre, particolare attenzione verrà rivolta allo studio di sistemi magnetici nanostrutturati per la manipolazione di nanoparticelle magnetiche e la potenziale integrazione in dispositivi *lab-on-chip*. Inoltre, si intende fornire supporto metrologico alla standardizzazione e allo sviluppo di tecniche di **ipertermia magnetica** basate sull'impiego di nanostrutture magnetiche opportunamente ingegnerizzate, attraverso la valutazione, il controllo e la localizzazione della deposizione di energia e dell'incremento di temperatura dei tessuti. 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**

I cambiamenti in atto nel sistema energetico, in evoluzione verso un modello a ridotto impatto ambientale, comportano una trasformazione sia delle infrastrutture di trasporto e distribuzione dell'energia, sia delle modalità di utilizzo dell'energia in ambito civile e industriale. Il contributo dell'INRIM è finalizzato a fornire il supporto metrologico funzionale all'implementazione e all'incentivazione dei cambiamenti in atto ed 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. In ambito ambientale, il contributo dell'INRIM è indirizzato alla realizzazione dell'infrastruttura metrologica in contesti specifici, quali la misura di inquinanti atmosferici e contaminanti e gli studi sulla meteorologia e il clima. Una significativa parte delle attività nel triennio 17-19 sarà incentrata sullo sviluppo dei temi di ricerca previsti da progetti finanziati nell'ambito delle Call EMPIR *Energy and Environment* 2016 e che prenderanno avvio nel 2017.

Sui temi relativi alla **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. Nell'ambito del progetto EMPIR *Metrology for smart energy management in electric Railway Systems (MyRails)*, coordinato dall'INRIM, 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). Per quanto riguarda il secondo progetto EMPIR coordinato da INRIM, *Metrology for Inductive Charging for Electrical Vehicles (MICEV)*, si studieranno 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*. Con riferimento ad applicazioni nel campo della sensoristica e della generazione di

microenergia, si caratterizzeranno in regime dinamico componenti *smart*, quali i sistemi magneto-elastici, e si svilupperanno modelli fisico-matematici per la previsione del loro comportamento.

In relazione alla **determinazione delle proprietà termofisiche dei combustibili**, un tema di ricerca riguarderà la misura delle proprietà dei gas naturale liquefatti (LNG) e dei biogas liquefatti (LBG), sviluppato nell'ambito del progetto EMPIR *Metrological support for LNG and LBG as transport fuel* (LNG III). 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.

Per ciò che concerne la misura sperimentale delle **proprietà termofisiche dell'acqua pura**, si intendono sviluppare 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.

Sul tema della **riferibilità e misura di inquinanti atmosferici e contaminanti**, si svilupperanno campioni primari di gas serra e loro precursori (CO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub>) mediante due metodi primari complementari in grado di garantire i valori di incertezza obiettivo richiesti dal WMO (1 ppm per CO<sub>2</sub>), con particolare riguardo alla composizione della matrice e alla identificazione e quantificazione delle impurezze. In relazione ai campioni di CO<sub>2</sub>, verranno inoltre condotti studi sulle abbondanze isotopiche <sup>13</sup>CO<sub>2</sub>/<sup>12</sup>CO<sub>2</sub> nell'ambito del progetto EMPIR *Metrology for Stable Isotope Reference Standards* (SIRS). 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/m<sup>3</sup> 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**, a valle dei risultati prodotti nell'ambito del progetto EMRP *MeteoMet II*, l'attività sarà focalizzata sulla valutazione delle incertezze in misure termiche e termoeconomiche 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 lavorerà inoltre alla creazione di un gruppo di ricerca a carattere nazionale, quale centro di riferimento per la riferibilità delle misure di parametri ambientali. 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**

Frodi e contraffazioni della provenienza d'origine dei prodotti alimentari avvengono con allarmante regolarità. La sfida di voler garantire la qualità dei prodotti alimentari e il rispetto di quanto riportato in etichetta è internazionalmente riconosciuta. Dati gli scambi sempre crescenti di merci e la complessità delle reti di approvvigionamento alimentare, i prodotti alimentari tendono a diventare più vulnerabili alle frodi, contaminazioni e contraffazioni. Rientra quindi nell'interesse di tutti gli operatori della filiera, dai produttori ai consumatori, proteggere e valorizzare le produzioni agroalimentari nazionali cui concorre, tra l'altro, una vasta ed esclusiva gamma di prodotti tipici, anche di nicchia. Si devono quindi individuare metodi analitici, adatti a riconoscere l'effettiva provenienza d'origine dei prodotti alimentari, e sviluppare strumenti di analisi innovativi, affidabili e sofisticati che permettano di determinare concentrazioni anche in tracce di sostanze contaminanti o diverse da quelle specifiche del prodotto alimentare; infine, servono indicatori che siano in grado di individuare trattamenti effettuati sul prodotto alimentare, processi di produzione e di trasformazione della complessa filiera alimentare. La combinazione di questi elementi fornirebbe un alto valore aggiunto ai prodotti *Made in Italy*, che acquisirebbero un marchio di autenticità basato su dati sperimentali affidabili.

In generale sulle tematiche di Metrologia Alimentare, INRIM farà parte della Joint Research Unit (JRU) del progetto ESFRI Metrofood ([www.metrofood.eu/](http://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.

Riguardo al tema **contaminanti e biosicurezza**, per rispondere all'esigenza di una maggiore accuratezza e precisione nella determinazione dei contaminanti e additivi presenti nel cibo, 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 rispondere all'esigenza di un controllo affidabile dell'utilizzo di fitofarmaci in campo ortofrutticolo, si svilupperanno metodiche analitiche innovative atte a individuare tracce di pesticidi nelle matrici alimentari integre. Tecniche spettroscopiche avanzate, quali la *Surface Enhanced Raman Scattering* (SERS), garantiscono oltre alla specificità chimica un'elevata sensibilità della misura. Inoltre con queste tecniche è possibile effettuare analisi *non-contact* e non distruttive del campione alimentare.

Al fine di affiancare gli attuali sistemi di sicurezza in ambito zooprofilattico, verrà inoltre 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. A questo scopo verranno utilizzati la spettroscopia Raman per il rilevamento di frammenti ossei e la spettroscopia nel vicino infrarosso (NIR) per un'analisi di *screening*. 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. Le tecniche applicate saranno principalmente l'analisi per attivazione neutronica e il NIR.

Infine, sul tema biosicurezza, nell'ambito del progetto EMPIR METvsBadBugs (inizio Giugno 2016) 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.

Un secondo filone di ricerca è relativo allo studio degli **imballaggi per alimenti**; esso riguarderà lo sviluppo di sistemi di misura per la caratterizzazione della superficie dei materiali per l'imballaggio alimentare a diretto contatto con gli alimenti stessi e lo sviluppo di metodi e tecniche di analisi per la quantificazione della migrazione di agenti attivi (nanoparticelle o molecole naturali) dal materiale di imballaggio alimentare al cibo. Si intendono sviluppare sistemi modello e materiali di riferimento per gli imballaggi alimentari attivi e quantificare le loro proprietà antimicrobiche.

Per quanto concerne le **nanotecnologie per la metrologia alimentare**, l'utilizzo dei materiali nanostrutturati permette lo sviluppo di tecniche analitiche in grado di sfruttare le potenzialità per incrementarne sia la sensibilità che la specificità verso gli analiti. A tal fine, 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). Inoltre è disponibile un apparato che, integrando la microscopia a scansione di sonda con la spettroscopia Raman (Tip-Enhanced Raman Spectroscopy - TERS), permette di ottenere immagini chimiche di substrati nanostrutturati e molecole con una risoluzione di pochi nanometri.

Infine, per quanto concerne lo sviluppo di sistemi di riferimento, sono previste le seguenti attività.

**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**

L'attività di ricerca a supporto della **nuova definizione del kelvin e della sua mise-en-pratique (MeP-K)**, svolta nell'ambito del Progetto Strategico INRIM "Nuova definizione del kelvin e *mise-en-pratique*" e del Progetto EMPIR SI 2015 InK2 "Implementing the new kelvin 2", è volta a rafforzare il ruolo dell'INRIM a livello internazionale, con particolare riferimento allo sviluppo di 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.

L'attività di ricerca in **termometria primaria**, strettamente connessa con la nuova definizione del kelvin, sarà rivolta a predisporre tecniche e sistemi di misura a supporto della *MeP-K* per la realizzazione e la disseminazione del nuovo kelvin anche attraverso il miglioramento dell'attuale scala ITS-90 e ad individuare e implementare nuovi approcci di 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; a completamento di attività previste nel precedente progetto EMRP InK "Implementing the new kelvin", 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) come previsto dal progetto InK2 "Implementing the new kelvin 2" si realizzerà 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  $\alpha$ - $\beta$  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.

Proseguirà l'attività di supporto per **applicazioni scientifiche e tecnologiche di Metrologia Termica** attraverso:

- contributi di metrologia termica in supporto a tecniche spettroscopiche per misure termodinamiche (in collaborazione con Seconda Università degli Studi di Napoli, attività su Doppler Broadening Technique)
- realizzazione di Gas-Controlled Heat Pipes per applicazioni scientifiche e tecnologiche, inclusa realizzazione di dispositivi per tarature accurate di termometri campione e termocoppie.
- caratterizzazione di sensori termici per diverse applicazioni con realizzazione di dispositivi innovativi; procedure di taratura sperimentali e dedicate alla riduzione delle incertezze di taratura; valutazione dell'incertezza di misura in condizioni operative.
- nell'ambito del progetto SCIEF (Sviluppo delle Competenze Italiane per l'esperimento FORUM-Far-Infrared Outgoing Radiation Understanding and Monitoring) finanziato da ASI, INRIM effettuerà la caratterizzazione termica e l'analisi spettrale della cavità di riferimento collaborando con INO-CNR allo sviluppo della cavità 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 STALT (Laboratorio Metrologia basse pressioni) e con LNE-CNAM, con il quale è stata formalizzata nel 2016 l'istituzione del Joint Research Laboratory for Fluid Metrology Evangelista Torricelli.

In collaborazione con il Programma di Metrologia Termodinamica di STALT proseguirà l'attività nell'ambito del progetto EMPIR IND 2014 HiT "Metrology for Humidity at High Temperatures and Transient Conditions" che prevede l'utilizzo di metodi di termometria a microonde per la misura di composizione di miscele umide in condizioni di alta pressione e temperatura.

#### **c. Eventuali collaborazioni nazionali/internazionali**

Nell'ambito della **Metrologia Biomedicale**, sono attive le seguenti collaborazioni:

Istituto Mario Negri, Laboratory of Molecular Pharmacology, (Italia), Attività su US

Istituto Europeo di Oncologia, Servizio Fisica Sanitaria, (Italia), Attività su US

NPL, Quantum Detection Group (UK), Dispositivi nanostrutturati per applicazioni biomedicali

PTB, Semiconductor Phys. and Magnetism Dept. (Germania), Dispositivi nanostrutturati per applicazioni biomedicali

LGC (UK), PTB (Germania) Attività su *Cell therapies*

BioIndustry Park, Collietto Giacosa, Attività su bio-imaging

PTB, Medical Metrology Dept. (Germania), Attività su MRI  
IRCC Stella Maris, Pisa (Italia), Attività su MRI  
Istituto Ortopedico Rizzoli, Bologna (Italia), Analisi protesi in MRI  
IT'IS Foundation, Svizzera, Modelli in-silico per dosimetria EM  
Azienda Ospedaliera Molinette, Torino, Attività su sicurezza sistema MR  
Ospedale Santa Croce e Carle, Cuneo (Italia), Attività su dosimetria EM

Nell'ambito della **Metrologia per l'energia e l'ambiente**, sono attive le seguenti collaborazioni:

NPL (UK), CMI (Repubblica Ceca), MIKES (Finlandia), Progetto EURAMET/EMRP ENG52- Smart Grid  
Ricerca sul Sistema Energetico (RSE), Milano, Italia, Trasduttori non-convenzionali  
PTB (Germania), VSL (Olanda), CMI (Repubblica Ceca), Cesame (Francia), NEL (Gran Bretagna), NPL (Gran Bretagna), VTT (Finlandia), Progetto EURAMET/EMRP JRP-g15 LNG III  
CNR - ITC (Italia) Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto per le Tecnologie della Costruzione, Fluid properties.  
NIST (USA) Theory and Modeling of Fluids Group - Applied Chemicals and Materials Division, Fluid properties.  
VSL (Olanda), PTB (Germania), CNAM (Francia), IMBH (Bosnia), IPQ (Portogallo), METAS (Svizzera), PTB (Germania), IRIS (Norvegia), Shell, Statoil, Anton Paar GmbH (Austria), Progetto EURAMET/EMRP ENG59-NNL.  
WMO-CIMO, WMO-CCI, ISTI (International Surface Temperature Initiative), GCOS-GRUAN GCOS-Upper Air Reference Network  
BEV, CEM, CETIAT, CMI, CNAM, DTI, INTA, INTiBS, JV, MIKES, MIRS/UL-FE/LMK, LNE, NPL, PTB, SMU, SP, UME, NPL, VSL, NIST, Finnish Meteorological Institute, Vaisala, Swedish Meteorological and Hydrological Institute, MetOffice Field Site, Osservatorio Meteorologico di Milano Duomo, Società Meteorologica Italiana, Japan Meteorological Agency, Environmental Agency of The Republic of Slovenia, Agencia Estatal de Meteorologia, Progetto EURAMET/EMRP ENV58-MeteoMet2.  
NPL (UK), DFM (Danimarca), PTB (Germania), TUBITAK (Turchia), VTT (Finlandia), Progetto EURAMET/EMPIR SIRS -Metrology for Stable Isotope Reference Standards.  
Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima (ISAC-CNR), IMAMOTER – CNR, IMAA – CNR, National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), Metrologia per il clima.  
PTB (Germania), FEI/SYKE (Finlandia), IFREMERE (Francia), LNE (Francia), LNE-CNAM (Francia), SHOM (Francia), HCMR (Grecia), OGS (Italia), IMR (Norvegia), European Joint Programme Initiative (JPI) OCEANS.  
Istituto Nazionale di Oceanografia e Geofisica Sperimentale, Riferibilità metrologica delle misure di CO<sub>2</sub> in acqua di mare  
Task Group internazionale (Israele; INRIM, Italia; Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Portogallo; University of New South Wales, Australia): IUPAC Project sul "Risks of conformity assessment of a multicomponent material or object caused by measurement uncertainty of its test results"

Nell'ambito della **Metrologia Alimentare**, sono attive le seguenti collaborazioni:

Istituto Zooprofilattico (IZS), Ricerca Corrente "insetti"  
Centro Nazionale delle Ricerche (CNR), Food metrology  
Istituto Mario Negri (Italia), Bionanotecnologie  
BAM (Germania), Surface Analysis and Interfacial Chemistry, Bionanotecnologie  
PTB, Working Group 3.41 / Electrochem. Energy Storage Systems (Germania), Electrolytic conductivity.  
DFM (Danimarca), Electrolytic conductivity.

Nell'ambito della **Metrologia della temperatura**, sono attive le seguenti collaborazioni:

KRISS, collaborazione sull'effetto dell'argon sui punti di transizione dell'ossigeno  
NRC, confronto del punto fisso dello Xenon  
LNE-CNAM, Laboratoire Commun de Métrologie (France), Joint Research Laboratory for Fluid Metrology Evangelista Torricelli  
LNE-CETIAT per attività su Gas-Controlled Heat Pipes  
PTB (Germany)  
NIM (Cina) e TIPC-CAS (Cina) per le attività in termometria criogenica (consulenza su celle punti fissi e criostati)  
CCT, Consultative Committee for Thermometry del BIPM e WG / TG  
EURAMET TC-T e suoi gruppi interni  
IMEKO TC 12 - Segreteria Scientifica  
CNR-INO nell'ambito del progetto SCIEF di ASI  
CNR-ISAC per sviluppo di sistemi portatili per taratura di sensori termici in aria.

d.	Eventuali collaborazioni con le Università
	<p>Nell'ambito della <b>Metrologia Biomedicale</b>, sono attive le seguenti collaborazioni:            Università di Torino, Dip. Scienza e Tecnologia del Farmaco (Italia), Attività su US e ipertermia magnetica            Politecnico di Torino, Ingegneria Chimica (Italia), Generazione di vapori, analisi di proteine, conta cellulare/ attività scientifica continuativa, confronti internazionali            Politecnico di Torino, Ingegneria biomedica (Italia), Medicina rigenerativa            Università di Torino, Scienze cliniche (Italia), Medicina rigenerativa            Università di Torino, Genetica (Italia), analisi acidi nucleici            Università del Piemonte Orientale, Chimica (Italia), secretomica            Molecular Biotechnology Center (Italia), Biomarkers            Università di Padova, Italia, Metodi di soluzione per modelli in-silico ad elevata complessità.            Università di Firenze, Dip. Ing. Informazione, Campi elettromagnetici RF            Politecnico di Torino (Italia), Attività su MRI            Medical Imaging Department, Suzhou Institute of Biomedical Engineering and Technology (SIBET), Suzhou (China), Attività su MRI.</p> <p>Nell'ambito della <b>Metrologia per l'energia e l'ambiente</b>, sono attive le seguenti collaborazioni:            Politecnico di Torino, Dip. Energia, Italia, Riferibilità trasduttori di tensione e misure PQ            Seconda Università degli Studi di Napoli, Dip. di Ingegneria dell'informazione, Italia, Compensazione della risposta di trasduttori di tensione            The Catholic University of America (USA), Fluid properties            Univ. Torino (Dip. Fisica, Dip. Geologia, Facoltà di Agraria), Seconda Università di Napoli, Università di Genova (Italia), Universitat Rovira i Virgili, Universidad Politecnica de Catalunya (Spagna), Progetto EMRP/ENV58 MeteoMet2.</p> <p>Nell'ambito della <b>Metrologia Alimentare</b>, sono attive le seguenti collaborazioni:            Università di Torino Dip Agraria, Veterinaria, Chimica-Fisica e Analitica (Italia), Bionanotecnologie            Politecnico di Torino, Dip di Elettronica e Telecomunicazioni (Italia), Electrolytic conductivity            Università di Pavia, Dipartimento di Chimica, Tecniche di attivazione neutronica</p> <p>Nell'ambito della <b>Metrologia della temperatura</b>, sono attive le seguenti collaborazioni:            Seconda Università degli Studi di Napoli, attività su Doppler Broadening Technique.</p>
e.	Infrastrutture di ricerca
	<p>Sono disponibili le seguenti strutture:            Laboratorio Dosimetria EM, caratterizzazione effetti indotti campi MRI-RF            Laboratorio Modellistica elettromagnetica e micromagnetica, MRI e sensori magnetici            Laboratorio Ultrasuoni, caratterizzazione di campi US            Laboratorio di Metrologia delle bioscienze e sostanze in traccia, imaging molecolare e cellulare, analisi di secretomica e metabolismo cellulare, generazione dinamica di vapori in traccia.            Laboratorio Misure Elettrochimiche            Laboratorio di Biometrologia e Spettroscopia Molecolare            Laboratorio generazione dinamica di vapori in traccia            Laboratorio Food Metrology            Laboratorio per l'Attivazione Neutronica presso l'Università di Pavia Dipartimento di Chimica            Laboratorio Alte tensioni e rapporto di forti correnti: trasduttori e sistemi di misura DC e AC.            Laboratorio Dispositivi elettromagnetici: caratterizzazione dispositivi magneto-elastici ed elettromagnetici            Laboratorio Velocità del suono in liquidi e solidi: Misure di precisione di velocità del suono e proprietà termofisiche            Laboratorio Calorimetria: Proprietà termofisiche di fluidi            Laboratorio Densità e viscosità: misure a livello primario e reologia            Laboratorio Densità a temperature criogeniche e in alta pressione: misure di densità gas/liquidi a temperature criogeniche mediante tubo vibrante e picnometria.            Laboratorio Miscele gassose e analisi organica: Preparazione miscele e analisi di gas; misure di contenuto di acqua mediante cKF e WDS            Tunnel a vento "EDDIE": Test e taratura sensori meteorologici, con simulazione condizioni climatiche tipiche terrestri.            Lab. Termometria in Criogenia per realizzazione ITS-90 con SPRT a capsula            Lab. Termometria Primaria a temperature intermedie per realizzazione ITS-90 con SPRT a stelo            Lab. Campioni Primari per termometria a radiazione per realizzazione ITS-90 ad alta temperatura            Lab. Tecniche per Termometria IR e caratterizzazioni spettrali di termometri a radiazione            Lab. Metrologia della temperatura dell'aria            Lab. Velocità del suono nei gas per ricerca sperimentale in acustica fisica (Boltzmann e determinazioni <math>T-T_{90}</math> con metodi acustici).</p>

**f. Personale Impiegato (indicare il rapporto giornate/uomo)**

Tipo di personale		Anno I	Anno II	Anno III	Anno "n"
<b>a.</b>	<b>Personale di ruolo</b>				
	Tecnici	4.0	7.0	7.0	
	Tecnologi/ricercatori	25	27	29	
<b>b.</b>	<b>Personale non di ruolo</b>				
	Amministrativi	0	0	0	
	Tecnici	0	0	0	
	Tecnologi/ricercatori				
<b>c.</b>	<b>Altro Personale</b>				
	Altri Incarichi di Ricerca				
	Assegnisti	8	8	8	
	Borsisti				
	Co.Co.Co				
	Comandi in Entrata				
	Dottorandi	11	11	11	
<b>d.</b>	<b>Personale precedentemente citato proveniente dalle Università</b>				

**g. Fonti di finanziamento**

Sono attivi (o in fase di definizione) i seguenti progetti:

16ENG04 MyRailS – “Metrology for smart energy management in electric railway systems” – EMPIR 2016, Call Energy (01/09/2017 - 31/08/2020)

16ENV06 SIRS – “Metrology for stable isotope reference standards” - EMPIR 2016, Call Environment (01/06/2017 - 31/05/2020)

16ENG08 MICEV – “Metrology for inductive charging of electric vehicles”- EMPIR 2016, Call Energy (01/09/2017 - 31/08/2020)

16ENG09 LNG III – “Metrological support for LNG and LBG as transport fuel” – EMPIR 2016, Call Energy (01/06/2017 - 31/05/2020)

15HLT04 NeuroMet - “Innovative measurements for improved diagnosis and management of neurodegenerative diseases” – EMPIR 2015, Call Health (01/07/2016 - 30/06/2019)

15HLT01 MetVBadBugs – “Quantitative measurement and imaging of drug-uptake by bacteria with antimicrobial resistance” – EMPIR 2015, Call Health (01/05/2016 - 30-04/2019)

15SIB02 Ink2 – “Implementing the new kelvin 2” - EMPIR 2015, Call SI Broader Scope (01/06/2016 - 31/05/2019)

EURAMET EMPIR SIB2015 – NanoMag, Nano-scale traceable magnetic field measurements (01/09/2016 - 31/08/2019). In collaborazione con la Divisione di Nanoscienze e Materiali.

ENV56 KEY-VOCs “Metrology for VOC indicators in air pollution and climate change” – EMPR 2013, Call Environment (01/10/2014 - 30/09/2017)

ENV58 MeteoMet2 “Metrology for Metereology” – EMRP 2013, Call Environment (01/10/2014 - 30/09/2017)

ENG52 “SmartGrid II” – EMRP 2013, Call Energy (01/06/2014 - 31/05/2017)

ENG59 NNL – “Sensor development and calibration method for inline detection of viscosity and solids content of non-Newtonian fluids” - EMRP 2013, Call Energy (01/05/2014-30/04/2017)

ENG60 LNG II "Metrological support for LNG custody transfer and transport" - EMRP 2013, Call Energy (01/06/2014 – 31/08/2017)

"Studio ed eventuale revisione dei metodi e calcolo dell'incertezza per nuove forme EN"- Contratto Industriale con SNAM S.p.A. – (01/08/2016 – 31/12/2017)

SCIEF – Sviluppo delle competenze italiane per l'Esperimento FORUM-Far-infrared Outgoing Radiation Understanding and Monitoring – Progetto INO-CNR FINANZIATO DA ASI – (13/02/2017 – 12/02/2018)

PRO-METROFOOD - H2020 (01/01/2017 – 31/12/2017)

SETNANOMETRO – "Shape-engineered TiO2 nanoparticles for metrology of functional properties: setting design rules from material synthesis to nanostructured devices" – FP7 (01/12/2013 – 31/03/2017)

"Test of a low pressure standard based on a superconducting microwave cavity" - Progetto SEED – (08/02/2017 – 07/02/2018)

PS2 DOSIMETRIA BIOMED "Dosimetria elettromagnetica per applicazioni biomedicali" – Progetto Strategico, Premialità 2012-(01/03/2014- 28/02/2019)

PS3 KELVIN "Nuova definizione del kelvin e mise en pratique" – Progetto Strategico, Premialità 2012 (01/07/2015 – 30/06/18)

MATER – "Materiali innovativi e tecnologie efficienti per le energie rinnovabili" – Premiale CNR 2014 – (01/01/2017 – 31/12/2019)

CIBO E SALUTE- Premiale CNR 2014 – (01/01/2017 – 31/12/2019)

STEMMREF "Materiali di riferimento per migliorare l'affidabilità delle terapie cellulari" – Progetto finanziato da FONDAZIONE CRT (08/01/2016 – 07/01/2018)

#### **h. Costo complessivo del progetto**

##### **Finanziamenti a carico FOE**

<b>Voce di spesa</b>		<b>Annualità I 2017</b>	<b>Annualità II 2018</b>	<b>Annualità III 2019</b>	<b>Annualità IV 2020</b>
	Personale di ruolo	1740000	2040000	2160000	
	Personale non di ruolo				
	Altro personale				
	Investimento	600000	700000	800000	
	Funzionamento	250000	300000	300000	

*Per la voce di spesa relativa al personale indicare la spesa relativa al personale di ruolo, non di ruolo ed altro personale (assegnisti, co.co.co., borsista, comandato, dottorando, altri incarichi di ricerca).*

**Eventuali ulteriori finanziamenti (finanziamenti da progetti già approvati):**

Voce di spesa		Annualità I 2017	Annualità II 2018	Annualità III 2019	Annualità IV 2020
	Personale di ruolo				
	Personale non di ruolo	€ 199.257,50	€ 106.906,33	€ 44.418,33	/
	Altro personale	€ 329.487,24	€ 328.517,51	€ 233.508,75	€ 132.570,33
	Investimento	€ 671.612,39	€ 225.217,17	€ 72.859,56	€ 60.000,00
	Funzionamento	€ 231.636,89	€ 92.061,36	€ 49.200,00	€ 48.665,00

**Eventuali ulteriori finanziamenti (finanziamenti da progetti in corso di presentazione)**

Sono in fase di preparazione 8 progetti di ricerca per le Call EMPIR 2017. Tenuto conto del *rate* medio di successo, si prevede un ulteriore finanziamento dell'ordine di 600,000 €.

<b>5.4</b>	<b>Attività di Ricerca: Nanoscienze e materiali</b>			
<b>Area di specializzazione: Nanoscienze e materiali</b>				
			<b>Dipartimento</b>	
<b>Area di Intervento</b>	x	HORIZON 2020		Altra Area di Intervento
	Attività di ricerca con risultati pubblicabili x			
<b>Descrizione dipartimento</b>	<b>Divisione <i>Nanoscienze e materiali</i></b>			

Specificare l'Area di Intervento:	<b>Key and enabling technologies</b>
-----------------------------------	--------------------------------------

<b>Data Inizio:</b>	<b>01-01-2017</b>	<b>Data Fine:</b>	<b>31-12-2019</b>
---------------------	-------------------	-------------------	-------------------

<b>a.</b>	<b>Finalità e Obiettivi</b>
<p>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. Le tematiche principali della Divisione sono le seguenti:</p> <p><b>Metrologia elettrica quantistica</b>  <b>Nanostrutture e dispositivi</b>  <b>Materiali magnetici per l'energia</b>  <b>Fotonica</b></p> <p>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.</p>	
<b>b.</b>	<b>Contenuto Tecnico Scientifico</b>
<p><b>Metrologia elettrica quantistica</b></p> <p>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:</p> <p><u>Conteggio delle cariche elettroniche per la ridefinizione dell'ampere</u>  La ricerca ha come obiettivo la messa a punto di dispositivi SET di design innovativo, garantendo caratteristiche metrologiche allineate con lo stato dell'arte nei dispositivi metallici ed introducendo un parametro di controllo addizionale, il flusso di campo magnetico. In particolare si implementeranno modelli, supportati dalla realizzazione e caratterizzazione di dispositivi a singolo elettrone turnstile a gate magnetico (SQUISET), 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.</p> <p><u>Realizzazione pratica del volt in regime continuo e variabile</u>  Nel corso del triennio 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.</p>	

#### 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. Verranno implementati sistemi di scaling di resistenza intrinsecamente riferiti (comparatori di corrente criogenici). Sarà realizzata una scala di resistenza in regime continuo con comparatore criogenico di correnti. Verrà realizzato un sistema di ponti di impedenza digitali per il trasferimento del valore della resistenza di Hall quantizzata in dispositivi in grafene, direttamente in regime alternato, verso i campioni di impedenza elettrica.

#### Campione quantistico di induzione magnetica

Si effettuerà uno studio per la realizzazione del campione quantistico di induzione magnetica attraverso fenomeni di risonanza magnetica nucleare.

### **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.

#### Sorgenti a singolo fotone

Nell'ambito delle applicazioni per la fotonica verranno progettate e fabbricate sorgenti a singolo fotone, e le nanostrutture di accoppiamento e guida.

#### 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.

#### Trasporto di spin e della dinamica di magnetizzazione in nanostrutture magnetiche

Si studieranno: a) la dinamica di magnetizzazione controllata da effetti di spin-torque e spin-orbita in diverse configurazioni (pareti di Bloch e Néel, vortici, skyrmion, spin waves); b) la termodinamica di non equilibrio per il trasporto di momento magnetico e calore nei solidi e nelle interfacce (spincaloritronica, effetto spin Seebeck).

#### 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).

#### Preparazione di 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).

#### **Materiali magnetici per l'energia**

##### Comprensione dei processi di magnetizzazione nei materiali magnetici per l'energia

Si studieranno teorie e modelli per il processo di magnetizzazione scalare e vettoriale e per le trasformazioni di fase dei materiali funzionali.

##### Sviluppo di tecniche di misura per i materiali magnetici

Si svilupperanno metodi sperimentali di misura statica e dinamica: per i materiali magnetici per l'energia (in regime mono e bi-dimensionale), per l'archeologia ed i beni culturali, per la refrigerazione a stato solido (magnetocalorici ed elettrocalorici).

##### 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**

Nell'ambito della "mise en pratique" della Candela verranno seguite due linee di sviluppo:

a) Predictable Quantum Efficient Photodiodes (PQED), fotorivelatori predicibili basati sull'effetto fotoelettrico nel silicio; tramite un'accurata modellizzazione dell'efficienza di conversione fotone-elettrone e delle perdite per riflessione in strutture a trappola è possibile realizzare rivelatori predicibili 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.

Nell'ambito delle applicazioni, l'evoluzione degli impianti di illuminazione verso sistemi "smart" volti a migliorare le prestazioni energetiche e percettive dell'ambiente illuminato, necessita lo sviluppo di metodologie di caratterizzazione delle proprietà fotometriche e radiometriche dei materiali, anche in termini goniometrici, più accurate e più coerenti con la percezione umana, le richieste normative e le effettive condizioni di visione e controllo. Verranno migliorate le metodologie e le condizioni geometriche di misura, e lo studio delle correlazioni con le qualità percepite anche attraverso la realizzazione di opportuni Materiali di Riferimento. Le principali applicazioni saranno nell'ambito dell'illuminazione stradale e di interni, anche finalizzata ai beni culturali.

#### **c. Eventuali collaborazioni nazionali/internazionali**

Soprattutto attraverso la formulazione di progetti in sede nazionale e europea (EMPIR) si stanno avviando sinergie con istituti della rete di ricerca italiana e internazionale. Tramite il protocollo di intesa definito con il NIST è prevista una attività in cooperazione sugli standard quantistici. Inoltre sugli argomenti già citati in precedenza legati alle unità elettriche e fotometriche, nel triennio verranno predisposte proposte sul tema della metrologia con istituti quali il NEST, il LENS e l'INO, e il CNR.

NIST Physical measurement department  
FLUXONiCS: The European Foundry for Superconductive Electronics (2008-  
NPL - Quantum Detection Group, tema Graphene  
Progetto WALL Domain walls and spintronics  
University of Leeds, School of Physics and Astronomy, Leeds, UK Johannes Gutenberg Universitaet Mainz,  
Institute of Physics, Mainz, Germany Université Paris Sud, Department of Nano Electronics /Institut d'Electronique  
Fondamentale, France  
Università di Bielefeld  
Akademie of science Ukraine, Kiev  
University of Loughborough, Physics Department (Spin Seebeck)  
EURAMET Technical Committee on Electricity and Magnetism  
EURAMET Technical Committee on Photometry and Radiometry  
CCPR – Consultative Committee for Photometry and Radiometry  
Union Radio Scientifique Internationale

Istituto LENS (nanofotonica)  
Istituti CNR SPIN Cibernetico,(superconduttività e dispositivi/materiali innovativi),  
Istituto NEST (nanotecnologie, dispositivi quantistici)  
Istituto INO (TeraHertz fisica, tecnologia e metrologia)  
Università di Perugia, Dipartimento di Fisica e Geologia (Brillouin light scattering)

#### **d. Eventuali collaborazioni con le Università**

UNIFI: Simulazioni quantistiche e metrologiche avanzate  
Politecnico Torino, DET e DISAT  
Politecnico di Milano  
Univ Torino Dipartimento di Fisica Sperimentale, Dipartimento di Materiali, Dipartimento di Chimica,  
Università del Piemonte orientale, dipartimento di Chimica  
Università di Camerino  
Politecnico di Torino, DET  
Associazione Gruppo Nazionale Misure Elettriche ed Elettroniche (GMEE)

#### **e. Infrastrutture di ricerca**

##### ***Vedi anche scheda: Nanofacility Piemonte.***

Camere pulite bianche e grigie con impianti per gas speciali  
Sistemi di deposizione e crescita materiali superconduttori, semiconduttori e isolanti  
Sistemi per la geometrizzazione di film sottili sia di tipo ottico, risoluzione 1-2  $\mu\text{m}$ , che elettronici e ionici  
Sistema di misura profilometria a scansione e sistemi di spettroscopia Raman e microscopia SEM  
Camere termostate con schermatura EMI e magnetica  
Sistemi per la generazione, stabilizzazione e misura di microonde da 1 a 100 GHz  
Sistemi cryocooler pulsetube e Gifford MacMahon  
Criomagnete Oxford Teslatron 16 T, 1.3 K + Probe 3He 300 mK  
Comparatore criogenico di correnti Magnicon  
Refrigeratore diluizione 20 mK base temperature  
Laboratori grandezze elettriche in regime continuo e variabile  
Laboratori caratterizzazione elettrica nanodispositivi  
Laboratori di radiometria criogenica fino a 40 mK (TES).  
Laboratori di radiometria laser e spettroradiometria  
Camera oscura con controllo climatico presso il laboratorio di goniofotometria.  
Laboratorio mobile per la caratterizzazione d'impianti d'illuminazione.  
Spettro-goniofotometria dei materiali.  
Realizzazione di nano-dispositivi e caratterizzazione ottica ed elettrica di nanodispositivi e nanomateriali.  
Analisi di materiali con diffrattometria a raggi X.  
Magnetometri ad alta sensibilità (SQUID, VSM e AGFM)  
Sistemi di microscopia a doppio fascio elettronico e ionico e per la microanalisi (Nanofacility).  
Preparazione di materiali magnetici per rapida solidificazione, di film sottili e di multistrati magnetici.  
Caratterizzazione e studio delle proprietà fisiche di materiali magnetici dolci, duri, amorfi e nanostrutturati.  
Laboratori e camere schermate per le misure magnetiche di alta sensibilità.  
Laboratori per lo studio delle proprietà di trasporto in nastri e film sottili magnetici.

<b>f. Personale Impiegato (rapporto giornate/uomo)</b>					
<b>Tipo di personale</b>		<b>Anno I</b>	<b>Anno II</b>	<b>Anno III</b>	<b>Anno "n"</b>
<b>a.</b>	<b>Personale di ruolo</b>	<b>35</b>	<b>35</b>	<b>35</b>	
	Tecnici	9	9	9	
	Tecnologi/ricercatori	26	26	27	
<b>b.</b>	<b>Personale non di ruolo</b>	<b>1.5</b>	<b>1.5</b>	<b>1</b>	
	Amministrativi	---	---	---	
	Tecnici	---	---	---	
	Tecnologi/ricercatori	1.5	1.5	1	
<b>c.</b>	<b>Altro Personale</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	
	Altri Incarichi di Ricerca	2	2	2	
	Assegnisti	9	9	9	
	Borsisti	5	5	5	
	Co.Co.Co	---	---	---	
	Comandi in Entrata	---	---	---	
	Dottorandi	7	7	7	
<b>d.</b>	<b>Personale precedentemente citato proveniente dalle Università</b>	---	---	---	
<b>g. Fonti di finanziamento</b>					
<p><b>Progetti finanziati nazionali e internazionali finanziati e attivi nel triennio</b></p> <p>EMRP 14IND01 3DMetChemIT Advanced 3D chemical metrology for innovative technologies  EMRP 14RPT01 ACQPRO Towards the propagation of AC Quantum Voltage Standards  EMPIR 15RPT04 TracePQM Traceability routes for electrical power quality measurements  EMPIR 15SIB04 QuADC Waveform metrology based on spectrally pure Josephson voltages  EMPIR 15SIB06 NANOMAG Nano-scale traceable magnetic field measurements  EMPIR 15HTL01 METVBADBUGS Quantitative measurement and imaging of drug-uptake by bacteria with antimicrobial resistance  EMPIR 16ENV08 AEROMET Metrology for air pollutant emissions  EMPIR 16NRM04 MAGNASTAND Towards an ISO standard for magnetic nanoparticles  EMPIR 16NRM01 GRACE Developing electrical characterisation methods for future graphene electronics  EMPIR 16NRM02 SURFACE Pavement surface characterisation for smart and efficient road lighting</p> <p>Horizon 2020 Selecta: Smart ELECTrodeposited Alloys for environmentally sustainable applications: from advanced protective coatings to micro/nano-robotic platforms (UAB Barcellona, IFW Dresda)  FP7-People Wall: Controlling domain wall dynamics for functional devices</p> <p>Proetto SEED IBC-QuBit (CNR-NEST)  Progetto "Extended characterization of magnetic steel sheets under rotational flux" con CNRS France, laboratory SATIE  CERTH Tessoniki</p> <p><b>Progetti finanziati proposti nel triennio</b></p> <p>EMPIR 2017 SRT-f03 TOPS Metrology for topological spin structures  EMPIR 2017 SRT-f05 Volume Photography: a new approach to the three dimensional measurement of light distributions  EMPIR 2017 SRT-f06 Josephson traveling wave parametric amplifier and its application for metrology  EMPIR 2017 SRT-f12 Self-calibrating photodiodes for the radiometric linkage to fundamental constants  EMPIR 2017 SRT-f02 Single-photon sources as new quantum standards  EMPIR 2017 SRT-i08 DynaMagS Metrology for the dynamics of industrial magnetic sensors and sensor materials  EMPIR 2017 SRT-r01 Versatile electrical impedance calibration laboratory based on digital impedance  EMPIR 2017 SRT-r02 A digital traceability chain for ac voltage and current  EMPIR 2017 SRT-i23 Metrology for Manufacturing, Installing and Characterising Smart Lighting (in collaborazione</p>					

con STALT)

INFN "The SIMP Project: Towards Single Microwave Photon Detection"

**h. Costo complessivo del progetto**

**Finanziamenti a carico FOE**

Voce di spesa	Annualità I	Annualità II	Annualità III	Annualità "n"
Personale di ruolo	1.700.000	1.800.000	1.800.000	
Personale non di ruolo	0	0	0	
Altro personale	0	0	0	
Funzionamento	160.000	200.000	200.000	
Investimento	300.000	450.000	450.000	

**Eventuali ulteriori finanziamenti**

Voce di spesa	Annualità I	Annualità II	Annualità III	Annualità "n"
Personale di ruolo				
Personale non di ruolo	100.000	100.000	100.000	
Altro personale	350.000	350.000	350.000	
Investimento	250.000	250.000	250.000	
Funzionamento	200.000	200.000	200.000	

<b>5.5 Attività di Ricerca: Innovazione e servizi di metrologia</b>				
<b>Area di specializzazione:</b>				
	X	<b>Dipartimento</b>		
<b>Area di Intervento</b>	X	HORIZON 2020		Altra Area di Intervento
	Attività di ricerca con risultati pubblicabili <input checked="" type="checkbox"/>			
<b>Descrizione dipartimento</b>	<b>Servizio tecnico per attività rivolte ai laboratori di taratura e all'industria</b>			
Specificare l'Area di Intervento:	Industrial Leadership			

<b>Data Inizio:</b>	<b>01-01-2017</b>	<b>Data Fine:</b>	<b>31-12-2019</b>
---------------------	-------------------	-------------------	-------------------

<b>a.</b>	<b>Finalità e Obiettivi</b>
<p>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.</p> <p>La Struttura sviluppa tecnologie e metodi di misura d'interesse applicativo, mediante attività di ricerca finalizzata, raggiungendo un livello di maturità tecnologica dei prodotti realizzati pari alla validazione nell'ambiente rilevante. Nel triennio verranno sviluppate attività di ricerca nei campi della metrologia meccanica, elettromagnetica, acustica e termica anche in collaborazione con i partner metrologici europei e l'industria.</p> <p>Per il raggiungimento degli obiettivi e delle finalità indicate, la struttura è organizzata in aree tecnico-scientifiche; per l'assistenza ai clienti si è dotata di un ufficio di collegamento tra i clienti ed i servizi di metrologia erogati dall'ente (<i>customer care</i>).</p>	
<b>b.</b>	<b>Contenuto Tecnico Scientifico</b>
<p>Sono individuate tre aree tecnico-scientifiche per lo svolgimento delle attività nei settori della metrologia meccanica, elettromagnetica e termodinamica.</p> <p><b>Metrologia meccanica.</b> Per la metrologia della massa saranno migliorate le tecniche per la riferibilità delle misure di massa nel trasferimento dei campioni materiali dal vuoto all'aria e viceversa. Saranno studiati gli effetti causati dall'assorbimento superficiale dei campioni e sviluppati metodi per migliorare la loro stabilità nel lungo periodo.</p> <p>Per la grandezza pressione si prevede l'estensione delle capacità di misurazione nel campo da circa 1 Pa a 15 kPa per applicazioni nel campo farmaceutico, delle nanotecnologie e dei semiconduttori.</p> <p>Estensione ai grandi volumi (<math>&gt; 100 \text{ m}^3</math>) 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 (<i>Intersecting Plane Technique</i>).</p> <p>Messa a punto di un sistema di generazione e misura di nano-angoli per la taratura di accelerometri per la missione spaziale BepiColombo: l'incertezza sarà dell'ordine di <math>10^{-4}</math> con accelerazione di <math>1 \text{ mm/s}^2</math>.</p> <p>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 <math>\geq 1 \text{ m}</math> e con scanalatura a profilo sferico.</p> <p>Studio di nuovi parametri per la caratterizzazione di superfici funzionali, in particolare per la correlazione tra la topografia, le dimensioni critiche e le proprietà funzionali in gioco. Tra queste verranno prese in esame superfici funzionali quali le celle fotovoltaiche e superfici strutturate ottenute con tecniche di stampaggio 3D. INRIM realizzerà in collaborazione con NPL un sistema di posizionamento ad appoggi cinematici per campioni di larghezza fino a 150 mm.</p>	

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. Riferibilità e caratterizzazione degli effetti di scala sulle proprietà meccaniche del materiale. Misurazioni di indentazione e tensile-test di campioni su meso- e macro-scala e studio degli effetti di scala in funzione della temperatura.

Nel settore gravimetria è in fase di studio e progettazione un laboratorio come stazione di monitoraggio gravimetrica monitorata con un gravimetro relativo superconduttore e dotata di una grande piattaforma per il confronto e la taratura dei gravimetri assoluti

**Metrologia elettromagnetica.** Sono in corso di studio e di realizzazione reti di resistenze per il trasferimento della riferibilità nel campo da 100 Gohm a 10 Tohm. Nell'ambito delle misure delle alte resistenze in corrente continua è attiva una collaborazione per la caratterizzazione elettrica di sensori per spirometria e qualità dell'aria. Sarà sviluppato un dispositivo trasportabile composto da un campione di tensione continua e due resistori campione per la messa in punto di strumenti elettrici multifunzione.

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. Nell'ambito di un progetto europeo 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. Ulteriori attività riguardano la misurazione della ripartizione della radianza spettrale e della radianza spettrale mediante sfera integratrice, con un significativo sforzo per la riduzione dell'incertezza di misura.

**Metrologia termodinamica.** E' in corso lo sviluppo di nuovi sistemi di riferimento per la misura della temperatura superficiale fino a 700 °C e di nuovi sensori basati su fosfori termosensibile per misure in situ nei processi di trattamento termico, forgiatura e saldatura di leghe speciali per applicazioni aeronautiche e navali, nell'ambito di un progetto europeo. Altro obiettivo sarà fornire strumenti per migliorare la metrologia delle superfici ingegnerizzate e nano strutturate, in particolare, per la misurazione della temperatura nel punto di contatto di usura tra superfici con lo sviluppo di un brevetto che copre tecniche di misura e sensori integrati a fibra ottica.

In campo termo-igrometrico verrà completata la validazione del campione di umidità relativa e l'estensione del campo di misura oltre i 100 °C. Nell'ambito di un progetto con industrie europee verrà sviluppato un nuovo approccio alla riferibilità in igrometria per temperature >100 °C ad alta pressione in vapore saturo, con applicazione nei processi di essiccamento e nelle produzioni alimentari di pregio. Verrà consolidato il campione e la capacità di misura per estendere la scala di temperatura di brina fino a -100 °C a pressione sub-atmosferica.

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.

Al fine di ottenere la riferibilità della potenza sonora è in corso di realizzazione, in collaborazione con PTB, un campione di trasferimento in grado di generare bande strette di rumore o toni puri.

#### **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*).

I risultati attesi dal progetto 14IND03 Strenght-ABLE forniranno il supporto tecnico per l'adeguamento e l'aggiornamento

delle norme per le prove di proprietà meccaniche di materiali.

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 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.

Sono in corso di stesura linee guida (Best Practice) per la caratterizzazione delle superfici funzionali e saranno studiati dei parametri ottimali di campionamento e filtraggio per le forme e finiture degli elementi e campioni nell'ambito di un progetto europeo.

#### **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.

L'INRIM collabora stabilmente con ACCREDIA - l'Ente italiano di accreditamento - mettendo a disposizione i propri esperti tecnici per l'attività di esame e/o valutazione di procedure e documentazione tecnica, l'esecuzione di visite ispettive presso i laboratori accreditati di taratura e prova, la realizzazione di guide tecniche specialistiche.

#### **c. Eventuali collaborazioni nazionali/internazionali**

BIPM e comitati Consultivi del CIPM: CCAUV, CCEM, CCT e relativi Working groups  
Organizzazioni metrologiche regionali: EURAMET, APMP, AFRIMET, SIM, COOMET  
Enti di accreditamento europei: ACCREDIA, COFRAC, UKAS, ENAC  
Ist. Naz. Geofisica e Vulcanologia  
CNR, Progetto premiale Fabbrica del futuro  
ENEA  
EURAC RESEARCH  
Camere di Commercio e Unioncamere  
Industrie e PMI nazionali  
Società Autostrade e ASPI Gallerie  
EMRP – ENG56 DriveTrain, Traceable measurement of drive train components  
EMRP – ENG62 MESAIL, Metrology for efficient and safe innovative lighting  
EMPIR – 14IND03 Strenght-ABLE, Metrology for length-scale engineering of materials  
EMPIR – 14IND04 EMPRESS, Enhanced process temperature measurements  
EMPIR – 14IND06 Press2Vac, Pressure to vacuum metrology  
EMPIR – 14IND09 MethHPM, Metrology for highly parallel manufacturing  
EMPIR – 14IND11 HIT, High temperature humidity measurements for industry  
EMPIR – 15RPT03 HUMEA, Expansion of European research capabilities in humidity measurement

#### **d. Eventuali collaborazioni con le Università**

Politecnico di Torino  
Università di Torino  
Politecnico di Milano

Università di Cassino e del Lazio meridionale

Università dell'Aquila

Università di Messina

**e. Infrastrutture di ricerca**

Laboratorio del campione nazionale di resistenza e scala di resistenza.

Laboratorio di sperimentazione su campioni e sistemi di misura di resistenza.

Laboratorio del campione nazionale di tensione continua e scala di tensione.

Stazione di taratura di strumenti multifunzione.

Laboratorio di misura della potenza AF e parametri S.

Laboratorio EMC.

Laboratorio di alte tensioni e forti correnti (LATFC).

Laboratorio di goniofotometria – flusso Luminoso; ripartizione dell'intensità luminosa.

Laboratorio di goniospettrofotometria – caratterizzazione in riflessione e trasmissione dei materiali.

Laboratorio mobile per la caratterizzazione d'impianti d'illuminazione

Laboratori per la stabilizzazione di laser e campioni ottici di frequenza.

Laboratori per la nanometrologia, per la metrologia dei campioni lineari corti e lunghi, dei campioni circolari e della forma e per la metrologia a coordinate.

Laboratori per le misure di massa e densità dei solidi.

Laboratori per le misure di portate di gas, di liquido.

Laboratorio di misure energetiche (mock-up) e campione di energia termica.

Laboratorio Bray per i campioni primari di forza, durezza e accelerazioni.

Laboratorio misure di pressione.

Laboratorio termometria industriale per contatto.

Laboratorio termometria superficiale e a fluorescenza.

Laboratorio conducibilità termica dei materiali.

Laboratorio campioni primari di umidità nei gas.

Laboratorio campioni secondari di umidità e temperatura dell'aria.

Laboratorio di misura di umidità nei materiali.

Laboratorio campioni di pressione acustica.

Camere acustiche: riverberante e semi-anecoica.

Camera isolamento e camera calpestio.

Laboratorio rigidità dinamica.

**f. Personale Impiegato (rapporto giornate/uomo)**

Tipo di personale		Anno I	Anno II	Anno III	Anno "n"
<b>a.</b>	<b>Personale di ruolo</b>				
	Tecnici	19	22	25	
	Tecnologi/ricercatori	9	11	13	
<b>b.</b>	<b>Personale non di ruolo</b>				
	Amministrativi	1	1	1	
	Tecnici				
	Tecnologi/ricercatori	2	4	4	
<b>c.</b>	<b>Altro Personale</b>				
	Altri Incarichi di Ricerca				
	Assegnisti	8	7	8	
	Borsisti	2	2	2	
	Co.Co.Co				
	Comandi in Entrata				
	Dottorandi	2	3	3	
<b>d.</b>	<b>Personale precedentemente citato proveniente dalle Università</b>				

g.	Fonti di finanziamento
	EMRP – ENG56 DriveTrain, Traceable measurement of drive train components
	EMRP – ENG62 MESAIL, Metrology for efficient and safe innovative lighting
	EMPIR – 14IND03 Strenght-ABLE, Metrology for length-scale engineering of materials
	EMPIR – 14IND04 EMPRESS, Enhanced process temperature measurements
	EMPIR – 14IND06 Press2Vac, Pressure to vacuum metrology
	EMPIR – 14IND09 MethHPM, Metrology for highly parallel manufacturing
	EMPIR – 14IND11 HIT, High temperature humidity measurements for industry
	EMPIR – 15RPT03 HUMEA, Expansion of European research capabilities in humidity measurement
	EMPIR – Large Volume Metrology Applications
	EMPIR – Digitisation-ready metrology for drivetrain components
	EMPIR – Metrology for the Factory of the Future
	EMPIR – Enhancing process efficiency through improved temperature measurement 2
	EMPIR – Metrology for real-world domestic water metering
	EMPIR – Metrology for Manufacturing, Installing and Characterising Smart Lighting
	EMPIR – Metrology for assessing Energy Performance of Buildings under operating conditions
	EMPIR – Standards for the evaluation of the uncertainty of coordinate measurements in industry
	Attività di taratura, prova e certificazione
	Confronti di misura interlaboratorio (ILC)
	Consulenze per l'industria e la PPAA.
	Contratti di ricerca industriali: ASPI Gallerie, HEMINA TANK, Pogliano BUSBAR, IAAM, ELETTRONERID

h.	Costo complessivo del progetto
----	--------------------------------

**Finanziamenti a carico FOE**

Voce di spesa		Annualità I	Annualità II	Annualità III	Annualità "n"
	Personale di ruolo	1.300.000	1.450.000	1.700.000	
	Personale non di ruolo				
	Altro personale				
	Investimento	350.000	440.000	520.000	ok
	Funzionamento	350.000	350.000	350.000	ok

**Eventuali ulteriori finanziamenti**

Voce di spesa		Annualità I	Annualità II	Annualità III	Annualità "n"
	Personale di ruolo	1.300.000	1.450.000	1.700.000	
	Personale non di ruolo				
	Altro personale				
	Investimento	350.000	400.000	450.000	ok
	Funzionamento	250.000	330.000	370.000	ok

<b>6.1</b>	<b>Infrastrutture di Ricerca: EURAMET</b>			
		X	<b>Dipartimento</b>	
<b>Area di Intervento</b>		HORIZON 2020	X	Altra Area di Intervento
	Attività di ricerca in collegamento con altre infrastrutture nazionali ed internazionali X			
<b>descrizione dipartimento</b>	<b>European Association of National Metrology Institutes (EURAMET eV)</b>			
Specificare l'Area di Intervento:	rete europea per ricerca e sviluppo nel campo della metrologia			

<b>Data Inizio:</b>	<b>01-01-2007</b>	<b>Data Fine:</b>	<b>31-12-2024</b>
---------------------	-------------------	-------------------	-------------------

<b>a.</b>	<b>Finalità e Obiettivi</b>
-----------	-----------------------------

E' la Rete europea per la promozione della collaborazione per la ricerca e lo sviluppo tecnologico nel campo della metrologia. Non dispone né realizza infrastrutture proprie, ma promuove l'utilizzo comune, coordinato e sinergico delle infrastrutture metrologiche nazionali. Nella prospettiva di convergenza della metrologia europea in una struttura integrata, l'obiettivo dell'INRIM è creare opportunità per la localizzazione di una sede scientificamente rilevante in Italia.

<b>b.</b>	<b>Contenuto Tecnico Scientifico</b>
-----------	--------------------------------------

EURAMET gestisce programmi di ricerca e sviluppo nel campo della scienza delle misure (anche per applicazioni nei settori emergenti dell'energia, ambiente e salute) per l'integrazione dei laboratori nazionali e l'innovazione di prodotti e processi di produzione. Tali programmi sono cofinanziati (attraverso l'art. 185 del trattato comunitario) dagli stati nazionali e la comunità europea (European Metrology Research Programme, EMRP, 2009-2017, 400 M€ – European Metrology Programme for Innovation and Research, EMPIR, 2014-2025, 600 M€). Sono consorziati gli istituti metrologici e gli istituti delegati alla funzione di istituto metrologico di 37 stati europei (circa 120 istituti). L'Italia è il quarto partner con un impegno economico di circa l' 8%, ma il terzo per produzione scientifica; ricercatori INRIM sono ai primi posti per quantità e qualità delle pubblicazioni indicizzate prodotte dei programmi di ricerca EURAMET. INRIM rappresenta l'Italia nell'assemblea dei soci, nel consiglio di amministrazione e nel comitato di gestione dei programmi di ricerca.

<b>c.</b>	<b>Personale Impiegato (rapporto giornate/uomo)</b>
-----------	---

Vedere attività di ricerca

<b>d.</b>	<b>Fonti di finanziamento</b>
-----------	-------------------------------

I costi di gestione dei programmi di ricerca EMRP (2009 – 2017) e EMPIR (2014 – 2025), sono definiti nella misura del 5% del costo totale dei programmi (400 M€ e 600 M€, rispettivamente). Essi sono interamente a carico dei membri di EURAMET.

La quota associativa a EURAMET (in carico a IMRIM) è 20 k€/anno

Il contributo italiano per la gestione dei programmi di ricerca congiunti (in carico a INRIM) è

- 1.4 M€ per EMRP (2009-2017)
- 2.4 M€ per EMPIR (2014-2025)

I costi di partecipazione nazionale agli organismi di EURAMET (comitato di gestione dei programmi di ricerca, assemblea dei soci, consiglio direttivo, comitati tecnici) ammontano a 10 k€/anno.

<b>e.</b>	<b>Costo complessivo del progetto</b>
-----------	---------------------------------------

Vedere attività di ricerca

<b>6.2</b>	<b>Infrastrutture di Ricerca: Galileo Timing Research Infrastructure</b>			
		X	<b>Dipartimento</b>	
<b>Area di Intervento</b>	X	HORIZON 2020		Altra Area di Intervento
	Attività di ricerca in collegamento con altre infrastrutture nazionali ed internazionali X Offerta di servizio all'utenza per almeno il 30% di provenienza internazionale X Offerta di servizio all'utenza industriale X			
<b>descrizione dipartimento</b>	<b>Metrologia Fisica</b>			
Specificare l'Area di Intervento:	industrial leadership			

<b>Data Inizio:</b>	<b>01-01-2010</b>	<b>Data Fine:</b>	<b>31-12-2030</b>
---------------------	-------------------	-------------------	-------------------

<b>a.</b>	<b>Finalità e Obiettivi</b>
<p>L'Europa è impegnata nella costruzione di un sistema di navigazione satellitare per il quale sono necessarie competenze di metrologia attualmente sparse e non sempre formate. L'infrastruttura promuove le capacità di ricerca e formazione sia per lo sviluppo della navigazione europea, sia per lo sviluppo di applicazioni industriali e nuove tecnologie. Rappresenta la base per una rete di laboratori per l'applicazione della metrologia del tempo alle missioni spaziali europee valorizzando le competenze già presenti sul territorio italiano. L'infrastruttura si basa sulle competenze e le strutture costruite in INRIM a supporto del timing del sistema Galileo e su contratti ESA e della comunità europea. L'infrastruttura costituisce:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. un incubatore e "test bed" per algoritmi, elementi di timing di terra e di bordo, servizi con dimostrazione e validazione end-to-end, l'aggiornamento tecnologico del sistema, lo sviluppo di applicazioni tecniche e scientifiche;</li> <li>2. una struttura di riferimento metrologico per la validazione e monitoring in tempo reale del segnale di Galileo, degli orologi di bordo e di terra, del Galileo System Time, e della disseminazione del tempo universale coordinato del segnale Galileo;</li> <li>3. un centro di formazione e addestramento sia a livello scientifico (con un programma di Dottorato), sia a livello industriale.</li> </ol>	
<b>b.</b>	<b>Contenuto Tecnico Scientifico</b>
<p>L'attività si articola in programmi.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1) Definizione, operazione e miglioramento del sistema di timing di Galileo</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Partecipazione alla Galileo Time Validation Facility FOC (congiuntamente a GMV di Madrid) utilizzando la scala di tempo nazionale UTC(IT) come riferimento per lo steering del Galileo System Time;</li> <li>b. Valutazione e simulazione di scenari per un sistema intelligente di bordo di monitoring degli orologi (ex contratto G2G di SELEX ES);</li> <li>c. Validazione e stima in tempo quasi reale sia degli orologi di bordo e della scala di tempo di Galileo, sia il monitoring della disseminazione di UTC e del GPS To Galileo Time Offset fatta da Galileo (contratto Marte supporto al SETA team di THALES Italia e FOC exploitation);</li> <li>d. Monitoring del timing di EGNOS, il sistema di completamento europeo al GPS (Contratto EGNOS monitoring con CNES, progetto H2020 GSA – GNSS Supervising Agency)</li> <li>e. Sviluppo del Galileo Time Service Provider, infrastruttura dedicata alla sincronizzazione della scala Galileo con UTC con la collaborazione degli istituti metrologici europei coordinati da INRIM. Lo sviluppo dell'infrastruttura avverrà nel 2017, dal 2018 inizieranno le operazioni nei centri di controllo del Fucino (I) e Monaco (D)</li> </ol> </li> <li><b>2) Studio e sperimentazione dei servizi di timing di Galileo</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Dimostrazione di servizi di timing di Galileo che aggiungano caratteristiche di accuratezza, disponibilità e certificazione al tempo trasmesso da Galileo con nuove possibilità di time transfer (contratto H2020 DEMETRA, 16 partners di 8 paesi coordinati da INRIM). Dopo la sperimentazione del progetto DEMETRA restano attivi il servizio di disseminazione in fibra ottica e di monitoring di scale di tempo con il Precise Point Positioning. Sarà inoltre</li> </ol> </li> </ol>	

approfondita la sperimentazione della disseminazione di tempo su satellite Geostazionario in collaborazione con ANTARES e la capacità di rilevare anomalie sugli orologi di bordo (contratto ESA RRAFS)

- b. INRIM parteciperà inoltre alla Galileo Reference Center creato dai Member States, dal 2017 al 2020, per la validazione dei servizi di timing di Galileo a livello utente (contratto GRC –MS)

**c. Personale Impiegato (rapporto giornate/uomo)**

Vedere attività di ricerca 5.1

**d. Fonti di finanziamento**

L'infrastruttura è stata finanziata dall'ESA e dalla comunità europea sia direttamente (senza bando di selezione), sia attraverso bandi competitivi. I finanziamenti finora ricevuti sono:

Anno	Fondi NON MIUR k€
2010	1254
2011	150
2012	76
2013	940
2014	400
2015	2000
2016	2500

I contratti attivi sono:

1. CE EGNOS SPMS - EGNOS SERVICE PERFORMANCE MONITORING SUPPORT
2. ESA Galileo Exploitation Phase System and Service Support Activities
3. CE TSP Galileo Service Operator
4. ESA TGVF FOC Operation Extension: Galileo Time Geodetic Validation Facility – Full Operational Capability
5. ESA RRAFS, studi su miglioramenti del Rubidio di bordo
6. CE GRC MS – validazione del timing di Galileo a livello utente

**e. Costo complessivo del progetto**

Anche incluso nella scheda di MF

**h. Costo complessivo del progetto**

Voce di spesa	Annualità I 2017	Annualità II 2018	Annualità III 2019	Annualità "n" 2020
Personale di ruolo				
Personale non di ruolo	46.564,00	325.615,00	248.008,33	185.923,00
Altro personale	95.696,87	203.592,93	96.219,10	58.907,60
Funzionamento	276.086,67	402.851,33	427.782,33	325.782,33
Investimento	284.025,12	45.470,00	0,00	0,00

<b>6.3 Infrastrutture di Ricerca: LIFT - link italiano tempo e frequenza</b>			
	X	Dipartimento	
<b>Area di Intervento</b>	X	HORIZON 2020	Altra Area di Intervento
	Attività di ricerca con risultati pubblicabili X Attività di ricerca in collegamento con altre infrastrutture nazionali ed internazionali X Offerta di servizio all'utenza industriale X		
<b>descrizione dipartimento</b>	<b>Metrologia fisica</b>		

Specificare l'Area di Intervento:	excellent science
-----------------------------------	-------------------

<b>Data Inizio:</b>	<b>01-01-2013</b>	<b>Data Fine:</b>	<b>31-12-2025</b>
---------------------	-------------------	-------------------	-------------------

<b>a. Finalità e Obiettivi</b>
<p>L'infrastruttura di Tempo e Frequenza su Fibra (LIFT) permette una distribuzione innovativa di segnali di tempo e frequenza campione usando fibre ottiche commerciali. LIFT porta i segnali campione dell'INRIM in diversi centri scientifici e industriali del paese con minimo degrado delle prestazioni, offrendo un sostanziale miglioramento delle prestazioni ottenibili mediante i sistemi satellitari più avanzati, sia in termini di accuratezza (dai ns ai ps), di sicurezza (assenza di spoofing e jamming), ed in termini di tempi di misura (si riducono di quasi tre ordini di grandezza). Gli obiettivi di LIFT sono: i) distribuire stabilmente i segnali campione INRIM in fibra a una decina di centri italiani e transfrontalieri per l'accesso alle reti europee; ii) creare i presupposti per un sistema che dalla dorsale irraggi in siti secondari. Infine, LIFT sperimenterà sistemi ibridi fibra/ponti radio di ultimo chilometro per superare, anche nella metrologia di tempo, il digital divide italiano. È evidente la sinergia infrastrutturale tra LIFT e le realizzazioni future del Piano Nazionale per la Banda Ultra Larga. La medesima infrastruttura in fibra ottica potrà essere anche utilizzata per la sperimentazione di crittografia quantistica in campo reale.</p>
<b>b. Contenuto Tecnico Scientifico</b>
<p>I segnali di riferimento per il tempo e la frequenza sono generati dall'INRIM mediante un insieme di orologi atomici, mantenuti costantemente allo stato dell'arte. Questi segnali sono attualmente distribuiti con varie tecniche (radiotelevisiva, internet, satelliti). L'uso di fibre ottiche commerciali permette la distribuzione senza degrado di precisione, consentendo all'utente remoto di ricevere segnali di qualità pari a quella presente nei laboratori INRIM. Questo si ottiene generando una radiazione laser a frequenza ultrastabile, idonea al trasporto su fibra ottica commerciale e riferita agli orologi dell'INRIM. L'infrastruttura in fibra si compone della fibra e degli apparati di amplificazione e rigenerazione. L'architettura deve essere completamente ottica e bidirezionale per compensare il rumore di fase introdotto dalla fibra stessa, che degraderebbe l'accuratezza del segnale. LIFT prevede sia l'uso di fibre dedicate sia la distribuzione sulla medesima fibra di traffico dati e segnali metrologici (attraverso multiplexing di frequenza).</p> <p>Gli utenti di LIFT sono: gli osservatori radioastronomici con le antenne di Bologna, Noto e Cagliari; la geodesia spaziale di Matera (ASI); il centro di controllo di terra degli orologi del sistema satellitare Galileo al Fucino; aziende di aerospaziali di eccellenza in Lombardia e Lazio; sedi finanziarie (Torino e Milano); osservatori astronomici (Val d'Aosta); i centri di eccellenza scientifica (LENS, Università, CNR-INO – Firenze; CNR-IFN – Milano; CNR-INO – Napoli).</p> <p>LIFT guarda all'Europa, per creare il ramo meridionale di una rete di link ottici che hanno i nodi principali nei maggiori Istituti Metrologici europei. Il raccordo europeo utilizzerà inizialmente il collegamento transfrontaliero italo-francese (Tunnel del Frejus, Lione, Strasburgo, Parigi) e successivamente anche quello italo-austriaco (Brennero).</p>

Vedere attività di ricerca 5.2

**d. Fonti di finanziamento**

1. Fondi INRIM
2. Premialità
3. Progetti europei

**e. Costo complessivo del progetto**

Vedere attività di ricerca 5.2

<b>6.4</b>	<b>Infrastrutture di Ricerca – MET-ITALIA</b>			
		<b>Dipartimento</b>		
<b>Area di Intervento</b>		HORIZON 2020	x	Altra Area di Intervento
	Attività di ricerca con risultati pubblicabili x Attività di ricerca in collegamento con altre infrastrutture nazionali ed internazionali x Offerta di servizio all'utenza per almeno il 30% di provenienza internazionale x Libero accesso transnazionale su base competitiva (peer review) x Offerta di servizio all'utenza industriale x			
<b>descrizione dipartimento</b>				
Specificare l'Area di Intervento:	<b>MET-ITALIA Coordinamento del network nazionale delle misure</b>			

<b>Data Inizio:</b>	<b>01-01-2014</b>	<b>Data Fine:</b>	<b>31-12-2022</b>
---------------------	-------------------	-------------------	-------------------

<b>a.</b>	<b>Finalità e Obiettivi</b>
<p>Il network nazionale delle misure MET-ITALIA promuove la valorizzazione delle competenze, dei laboratori e delle infrastrutture nazionali nell'ambito della scienza delle misure, creando complementarità e integrazione.</p> <p>MET-ITALIA ha la finalità di incrementare, attraverso specializzazione S3 e sinergie, la partecipazione del Sistema Italia ai programmi di ricerca comunitari in sintonia con i capisaldi di Horizon 2020.</p> <p>Gli obiettivi riguardano le applicazioni metrologiche di importanza strategica nazionale, per offrire capacità di misura e riferibilità al sistema produttivo nazionale, a supporto della competitività delle imprese e delle tecnologie manifatturiere e a garanzia del controllo di qualità di prodotti e servizi.</p> <p>Per esigenze funzionali, l'INRIM prevede la creazione di unità operative, collocati nel centro-sud Italia, al fine di rafforzare la sua vocazione nazionale.</p>	
<b>b.</b>	<b>Contenuto Tecnico Scientifico</b>
<p>L'INRIM ha avviato la costituzione di unità operative sul territorio nazionale, con l'obiettivo di:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>allargare il raggio di azione a temi di interesse tecnologico e scientifico in campo ottico, della salute e delle comunicazioni; energetico, nano-tecnologico, agro-alimentare e delle comunicazioni</li> <li>contribuire alla valorizzazione delle competenze tecnico-scientifiche e diventare polo di attrazione e richiamo per giovani laureati;</li> <li>costituire un supporto tecnologico di valenza internazionale a favore delle realtà produttive e industriali e per lo sviluppo delle S3 regionali.</li> </ul> <p>Con la creazione di unità operative sul territorio, l'INRIM rafforza la rete nazionale delle misure, valorizzando le eccellenze esistenti nell'ambito della scienza delle misure.</p> <p>L'allargamento della "base metrologica" del Paese a nuovi soggetti e nuovi temi di importanza strategica nazionale permetterà di accrescere la competitività e l'efficacia nell'attrarre i consistenti finanziamenti europei in ricerca metrologica. Sono state considerate le competenze già presenti sul territorio nazionale in particolare, nella Regione Toscana per la metrologia della frequenza, per la metrologia delle radiazioni elettromagnetiche alle frequenze del Terahertz e per la metrologia biomedicale, e nella Regione Basilicata per quanto riguarda la metrologia per l'ambiente, il bioagroalimentare, le applicazioni energetiche, lo spazio e la geodesia.</p> <p>Il piano prevede:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>Toscana</b> sui temi: <ul style="list-style-type: none"> <li><b>metrologia per le radiazioni elettromagnetiche nella regione del Terahertz</b> nell'ambito homeland-security</li> <li><b>metrologia biomedicale</b> per lo sviluppo dei riferimenti di misura per i biosegnali, l'ottica biomedica, la biomeccanica e la diagnostica MRI</li> <li><b>link ottico nazionale</b>, come nodo di collegamento tra LIFT e LIFT+ per la disseminazione di segnali di riferimento di frequenza e tempo ad alta accuratezza, e per la gestione dell'anello di monitoraggio del mare Tirreno LIFT-UNDERWATER</li> </ul> </li> <li><b>Basilicata</b> sui temi:</li> </ol>	

- **metrologia per l'ambiente** per assicurare la riferibilità delle misurazioni e la robustezza dei dati nel monitoraggio di parametri fisici atmosferici al suolo e nella troposfera
- **nanotecnologie applicate alla biochimica e all'agroalimentare** per lo sviluppo di dispositivi e metodi di misura e loro applicazione al campo bioagroalimentare e dell'agricoltura di precisione, Bio-economia mediante la tracciabilità alimentare e le misure di contaminazioni da elementi tossici nelle acque e nei cibi.
- **metrologia per le applicazioni energetiche** per il supporto e la riferibilità delle misure nella filiera di produzione degli idrocarburi fossili e nella caratterizzazione delle proprietà chimico-fisiche ed energetiche.
- **link ottico nazionale**, come nodo di collegamento tra LIFT+ e LIFT-SUD per la disseminazione di segnali di riferimento di frequenza e tempo ad alta accuratezza, e la sincronizzazione in fase dei Radiotelescopi di Medicina, Noto e Matera.

### 3. Sicilia sui temi:

- nodo di collegamento tra LIFT+ e LIFT-SUD per la disseminazione di segnali di riferimento di frequenza e tempo ad alta accuratezza, e la sincronizzazione in fase dei Radiotelescopi di Medicina, Noto e Matera
- nodo di collegamento tra LIFT-SUD e Malta per la disseminazione di segnali di riferimento di frequenza e tempo ad alta accuratezza con cross-border ITA-MALTA
- nodo di collegamento tra LIFT-SUD e LIFT-UNDERWATER, da Noto a Firenze, via Trapani, Cagliari e Olbia

Gli ambiti di intervento delineati nel progetto di costituzione di un Nodo Lucano della rete metrologica nazionale sono coerenti alla Strategia regionale di specializzazione intelligente (S3) individuata dalla mappatura di Invitalia, in particolare per i settori di energia e ambiente, chimica verde, micro/nano elettronica e agro-alimentare. La metrologia è una KET per la Regione Basilicata.

Lo sviluppo dei programmi di ricerca prevede un corrispondente sviluppo progressivo di occupazione knowledge-based di alto livello per laureati in discipline scientifiche e tecnologiche. Lo sviluppo dei temi scientifici richiederà una corrispondente azione di inserimento di ricercatori, tecnologi e tecnici qualificati nelle strutture di ricerca, nella convinzione che ricerca metrologica e le sue applicazioni richiedano, da un lato una solida preparazione di base ed una formazione di alto livello scientifico e tecnologico, dall'altro una continuità operativa per assicurare l'impiego efficiente e la funzionalità di strutture complesse.

#### **c. Personale Impiegato (rapporto giornate-uomo)**

Vedere tabelle schede attività di ricerca

A regime, le strutture decentrate dovrebbero impegnare fino a 30 unità di personale a tempo indeterminato, distribuite tra ricercatori e tecnologi, tecnici e personale amministrativo.

Il costo annuo a regime è valutato in 3 M€, di cui 1,5 M€ per il funzionamento delle nuove strutture.

#### **d. Fonti di finanziamento**

**Le risorse complessive** nel triennio sono di circa 3,3 milioni di euro l'anno dei quali 1,5 milioni provenienti da Bandi regionali, nazionali ed Internazionali e dallo svolgimento di attività commerciale e il restante in co-finanziamento mediante l'apporto di proprio personale di ricerca pari a 25 persone-anno.

#### **e. Costo complessivo del progetto**

Vedere tabelle schede attività di ricerca.

<b>6.5</b>	<b>Infrastrutture di Ricerca: Nanofacility Piemonte</b>			
		√	<b>Dipartimento</b>	
<b>Area di Intervento</b>			HORIZON 2020	√ Altra Area di Intervento
	Attività di ricerca con risultati pubblicabili X Attività di ricerca in collegamento con altre infrastrutture nazionali ed internazionali X Offerta di servizio all'utenza per almeno il 30% di provenienza internazionale X			
<b>descrizione dipartimento</b>				

Specificare l'Area di Intervento:	European Metrology Research Programme
-----------------------------------	---------------------------------------

<b>Data Inizio:</b>	<b>01-01-2010</b>	<b>Data Fine:</b>	<b>31-12-2019</b>
---------------------	-------------------	-------------------	-------------------

<b>a.</b>	<b>Finalità e Obiettivi</b>
-----------	-----------------------------

Nanofacility Piemonte INRiM è un laboratorio di nanofabbricazione per mediante microscopia elettronica e ionica. È attivo dal 2010 grazie ad un contributo della Compagnia di San Paolo, e vanta al suo attivo migliaia di ore di funzionamento per servizi alla ricerca sul territorio e in metrologia. L'impatto di tale struttura sulla produzione scientifica dell'INRiM e sul conseguimento di progetti EMRP non è stato trascurabile negli ultimi 6 anni, l'INRiM ha pertanto deciso di potenziarne la struttura e le capacità con l'upgrade di alcune apparecchiature che compongono il laboratorio.

<b>b.</b>	<b>Contenuto Tecnico Scientifico</b>
-----------	--------------------------------------

L'infrastruttura è dedicata alla ricerca nel campo della nanofabbricazione e al controllo della materia a livello nanoscopico, per la realizzazione di micro e nano-dispositivi di interesse fondamentale e applicato, fornendo un servizio a livello regionale, nazionale ed europeo. Vengono sviluppate allo stato dell'arte le seguenti tecnologie: Electron Beam Lithography per ogni tipo di geometrizzazione su scala nanometrica, Ion beam Sculpting per la fabbricazione di dispositivi nanoSQUIDS, SET e dispositivi basati su whiskers e nanowires, ottiche diffrattive e nanostrutture per la plasmonica e la fotonica, preparative per microscopia elettronica in trasmissione e per tecnologie X (Gisax, Nexafs, etc.). Lavorazione FIB ed EBL+RIE del diamante per la fabbricazione di nanostrutture superficiali di estrazione della radiazione dai centri di luminescenza tramite nanolenti, lenti di Fresnel, nanopillars e guide d'onda. Tali tecniche sono accoppiate a litografia ottica e a litografia per self-assembly, con una continuità di risoluzione che va dai centimetri ai 10 nanometri.

<b>c.</b>	<b>Personale Impiegato (rapporto giornate/uomo)</b>
-----------	---

Vedere tabelle schede attività di ricerca

<b>d.</b>	<b>Fonti di finanziamento</b>
-----------	-------------------------------

Progetti EMRP, progetti premiali, progetti FIRB, progetti industriali

Vedere altre schede attività di ricerca, in particolare quella di nanoscienze e materiali

<b>e.</b>	<b>Costo complessivo del progetto</b>
-----------	---------------------------------------

Vedere tabelle schede attività di ricerca

<b>7.1</b>	<b>Collaborazioni nazionali e internazionali: EMPIR</b>			
		X	<b>Dipartimento</b>	
<b>Area di Intervento</b>	X	HORIZON 2020		Altra Area di Intervento
<b>descrizione dipartimento</b>	<b>European Metrology Programme for Innovation and Research (EMPIR)</b>			

Specificare l'Area di Intervento: Ricerca e sviluppo nel campo della metrologia

**Data Inizio:** 01-05-2015 **Data Fine:** 31-12-2024

**a. Finalità e Obiettivi**

L'obiettivo è assicurare solide fondamenta scientifiche e tecnologiche alla scienza della misura e al sistema internazionale delle unità e sviluppare capacità di misura non ancora disponibili – anche in aree quali l'energia, la salute, l'ambiente, la qualità della vita – attraverso attività di ricerca e sviluppo coordinate e cooperative. Il programma, attraverso la creazione di un sistema europeo integrato con massa critica, risorse e interazioni europee e internazionali adeguate, contribuisce al raggiungimento degli obiettivi di HORIZON 2020, alla coesione europea e allo sviluppo coordinato e sinergico di capacità scientifiche e tecniche, anche in risposta alla domanda di risorse economiche e umane.

**b. Contenuto Tecnico Scientifico**

Il programma i) sviluppa conoscenze e soluzioni integrate atte promuovere l'innovazione e la competitività; ii) sviluppa tecnologie di misura indirizzate alle sfide poste dai problemi energetici, della salute e dell'ambiente; iii) crea un sistema di ricerca integrato con massa critica e impegni a livello nazionale, europeo e internazionale; iv) realizza infrastrutture metrologiche europee ove appropriato.

È articolato in bandi annuali (2014 – 2020) per progetti di ricerca di durata triennale di costo mediamente pari a 4 M€ (inclusi cofinanziamenti nazionali). Tali bandi sono raggruppati in quattro moduli:

1. Scienza (metrologia scientifica fondamentale e ricerche indirizzate all'energia, ambiente, salute)
2. Innovazione (ricerche indirizzate alle esigenze industriali; progetti di trasferimento tecnologico ritagliati su necessità industriali e che prefigurano un rapida applicazione; attività per sviluppare l'impatto di specifici risultati)
3. Normativa (attività di ricerca e sviluppo necessarie alla normazione e alla definizione della legislazione europea)
4. Sviluppo di competenze (attività indirizzate allo sviluppo di capacità e delle risorse umane, in particolare nelle regioni della convergenza)

Il programma è aperto alla partecipazione di enti di ricerca, università e industrie.

**c. Personale Impiegato (rapporto giornate/uomo)**

Vedere scheda attività di ricerca

**d. Fonti di finanziamento**

Il costo totale del programma è 600 M€, di cui

- 300 M€ impegni nazionali (principalmente in-kind),
- 300 M€ cofinanziamento della comunità (art. 185 del trattato di Lisbona).

La ripartizione del costo totale è

- 30 M€ costi di gestione del programma
- 570 M€ costo totale dei progetti di ricerca congiunti, di cui
  - 90 M€ cofinanziamento comunitario riservato ai non membri EURAMET
  - 210 M€ cofinanziamento comunitario ai membri EURAMET
  - 270 M€ cofinanziamenti nazionali.

Il costo totale della partecipazione Italiana è atteso in 48 M€ (8% del totale), di cui

- 2.4 M€ contributo ai costi di gestione (INRIM, cfr. scheda infrastrutture);
- 21.6 M€ impegno nazionale
- 24.0 M€ co-finanziamento della comunità, di cui 7.2 M€ università, altre istituzioni ricerca e industrie

**e. Costo complessivo del progetto**

Vedere schede attività di ricerca

<b>7.2</b>	<b>Collaborazioni nazionali e internazionali - TOSCANA</b>
------------	--

		<b>Dipartimento</b>		
<b>Area di Intervento</b>		HORIZON 2020	X	Altra Area di Intervento
<b>descrizione</b>	<b>Collaborazione INRIM – Regione Toscana</b>			

Specificare l'Area di Intervento:	Metrologia
-----------------------------------	------------

<b>Data Inizio:</b>	<b>01-01-2009</b>	<b>Data Fine:</b>	<b>31-12-2018</b>
---------------------	-------------------	-------------------	-------------------

<b>a.</b>	<b>Finalità e Obiettivi</b>
-----------	-----------------------------

La Regione e l'INRIM, per quanto di rispettiva competenza, intendono promuovere iniziative di collaborazione ed ogni altra attività di ricerca finalizzate allo sviluppo di tecnologie nel settore della metrologia e della sensoristica di precisione e alla certificazione della relativa strumentazione, applicabili in campi quali ad esempio il controllo ambientale, l'energia, le risorse naturali come l'acqua, la salute e l'agroalimentare. Tale cooperazione è anche finalizzata a cogliere le opportunità offerte da programmi nazionali, europei ed internazionali col fine di assicurare la crescita di settori di specializzazione intelligente del tessuto economico regionale. A tal fine intendono, in particolare, favorire la collaborazione con le imprese pubbliche e private, con i centri servizi, i centri di competenza, i distretti tecnologici e i poli di innovazione, con le Agenzie regionali, con le Università, con gli Enti ed Istituti di ricerca e loro consorzi, con delle istituzioni del sistema scolastico regionale con particolare riferimento agli Istituti tecnici, agli ITS e ai PTP nonché con gli altri enti locali e le altre forze sociali, presenti nella Regione. La Regione e l'INRIM, laddove se ne ravvisi l'opportunità, potranno, inoltre, interagire con altre Regioni interessate, integrando opportunamente il presente Protocollo d'intesa al fine di favorire la massima valorizzazione dei risultati scientifici generati dal sistema della ricerca e la loro trasformazione in innovazioni tecnologiche.

<b>b.</b>	<b>Contenuto Tecnico Scientifico</b>
-----------	--------------------------------------

La collaborazione fra la Regione Toscana e l'INRIM si caratterizzerà per le seguenti tipologie di azioni:

- promozione e sostegno della ricerca coerentemente con le indicazioni programmatiche di Horizon 2020;
- favorire lo sviluppo di infrastrutture di ricerca di livello europeo ed internazionale funzionali alla attuazione delle politiche regionali per la ricerca, anche attraverso la costituzione di un presidio regionale dell'INRIM al fine di stabilire legami stabili con il contesto regionale;
- sostenere progetti di ricerca, di sviluppo industriale e di dimostrazione individuati attraverso una attenta analisi della struttura e dell'evoluzione attesa per ciascun settore applicativo (roadmap tecnologiche) e l'individuazione delle tecnologie abilitanti fondamentali (KET) correlate (es. materiali innovativi, nanotecnologie, biotecnologie, ...);
- sostenere progetti di ricerca, di sviluppo e di dimostrazione in ambito nazionale, comunitario ed internazionale realizzati congiuntamente da imprese e centri di ricerca ,
- supportare la qualificazione delle attività laboratoriali degli istituti tecnici, degli ITS, dei poli tecnico professionali e dei centri a servizio del sistema produttivo con particolare riferimento ai Distretti Tecnologici e ai Poli di innovazione;
- promuovere attività di innovazione e trasferimento tecnologico anche mediante il sostegno alla creazione di spin-off.

<b>c.</b>	<b>Personale Impiegato (rapporto giornate-uomo)</b>
-----------	---

Vedere tabelle schede attività di ricerca

<b>d.</b>	<b>Fonti di finanziamento</b>
-----------	-------------------------------

<b>e.</b>	<b>Costo complessivo del progetto</b>
-----------	---------------------------------------

Vedere tabelle schede attività di ricerca

<b>7.3</b>	<b>Collaborazioni nazionali e internazionali - BASILICATA</b>			
		<b>Dipartimento</b>		
<b>Area di Intervento</b>		HORIZON 2020	X	Altra Area di Intervento
<b>descrizione</b>	<b>Collaborazione INRIM – REGBAS</b>			

Specificare l'Area di Intervento:	Metrologia
-----------------------------------	------------

<b>Data Inizio:</b>	<b>01-01-2009</b>	<b>Data Fine:</b>	<b>31-12-2018</b>
---------------------	-------------------	-------------------	-------------------

<b>a.</b>	<b>Finalità e Obiettivi</b>
-----------	-----------------------------

La Regione e l'INRIM, per quanto di rispettiva competenza, intendono promuovere iniziative di collaborazione ed ogni altra attività di ricerca finalizzate allo sviluppo di tecnologie nel settore della metrologia e della sensoristica di precisione e alla certificazione della relativa strumentazione, applicabili in campi quali ad esempio il controllo ambientale, l'energia, l'estrazione e la distribuzione di idrocarburi, l'acqua, la salute e l'agroalimentare, nonché nel settore della geodesia spaziale. Tale cooperazione è anche finalizzata a cogliere le opportunità offerte da programmi nazionali, europei ed internazionali col fine di assicurare la crescita di settori di specializzazione intelligente del tessuto economico regionale.

L'Europa nel prossimo futuro deve promuovere il passaggio a una società fondata su basi biologiche invece che fossili. La "Bioeconomia per l'Europa" è una strategia della Commissione che prevede un piano d'azione basato su un approccio interdisciplinare, intersettoriale e coerente al problema. L'obiettivo è creare una società più innovatrice e un'economia a emissioni ridotte, conciliando l'esigenza di un'agricoltura e una pesca sostenibili e della sicurezza alimentare con l'uso sostenibile delle risorse biologiche rinnovabili per fini industriali, tutelando allo stesso tempo la biodiversità e l'ambiente.

<b>b.</b>	<b>Contenuto Tecnico Scientifico</b>
-----------	--------------------------------------

La collaborazione fra la Regione Basilicata e l'INRIM si caratterizzerà per le seguenti tipologie di azioni:

- definizione del titolo di disponibilità di un immobile da destinare a sede operativa sul territorio regionale finalizzata all'installazione di un laboratorio di ricerca da parte dell'INRIM;

- sviluppare infrastrutture di ricerca di livello europeo ed internazionale, anche attraverso la costituzione di un presidio regionale dell'INRIM al fine di stabilire legami stabili con il contesto regionale;

- sviluppare e dare supporto mediante metodi di misura un sostegno alla Bioeconomia mediante la tracciabilità alimentare, le misure di contaminazioni da elementi tossici nelle acque e nei cibi e in tutti quei settori dove la metrologia alimentare possa favorire l'innovazione.

- formulare progetti di ricerca, di sviluppo industriale e di dimostrazione individuati attraverso una attenta analisi della struttura e dell'evoluzione attesa per ciascun settore applicativo (road-map tecnologiche) e l'individuazione delle tecnologie abilitanti fondamentali (KET) correlate (es. materiali innovativi, nanotecnologie, biotecnologie, ecc.);

- partecipare congiuntamente alla formulazione di proposte di progetti di ricerca, di sviluppo e di dimostrazione in ambito nazionale, comunitario ed internazionale;

- potenziare l'organico del personale di ricerca dedicato ai suddetti progetti ed azioni pilota attraverso il reclutamento di giovani ricercatori e lo sviluppo di interventi di Alta Formazione;

- promuovere attività di innovazione e trasferimento tecnologico anche mediante il sostegno alla creazione di spin-off.

<b>c.</b>	<b>Personale Impiegato (rapporto giornate-uomo)</b>
-----------	---

Vedere tabelle schede attività di ricerca

<b>d.</b>	<b>Fonti di finanziamento</b>
-----------	-------------------------------

--

<b>e.</b>	<b>Costo complessivo del progetto</b>
-----------	---------------------------------------

Vedere tabelle schede attività di ricerca

## 8 Attività di Terza Missione

### a. Finalità e Obiettivi

L'attività di terza missione comprende la valorizzazione e la promozione dei risultati della ricerca in metrologia, contestualizzando i risultati e i prodotti ottenuti per favorire l'avanzamento delle conoscenze sia a fini produttivi, sia a fini sociali.

### b.1 Servizi erogati (attività di alta formazione): collaborazione ad attività formative istituzionali svolte dalle Università

**Tabella 8.b.1 Collaborazione ad attività formative istituzionali svolte dalle università**

Numero totale di corsi di didattica universitaria (corsi di laurea, master) erogati	65
Numero totale di ore di didattica universitaria complessivamente erogate	1.500
Numero di ricercatori e tecnologi complessivamente coinvolti	42
Numero totale di corsi di dottorato in convenzione	10
Numero totale di studenti di dottorato attivi nell'anno	36
Numero di borse di dottorato erogate dall'ente nell'anno	5

### b.2 Servizi erogati (attività di alta formazione): formazione continua e permanente

**Tabella 8.b.2 Formazione continua e permanente**

Numero totale di corsi erogati	25
Numero totale di ore di didattica assistita complessivamente erogate	500
Numero totale di partecipanti	300
Numero di ricercatori e tecnologi coinvolti complessivamente	20
Numero di organizzazioni esterne coinvolte come utilizzatrici dei programmi	6
di cui imprese	2
di cui enti pubblici	2
di cui istituzioni no profit	2

### c. Servizi conto terzi

Svolgimento di attività di taratura e prova di sensori, strumenti e manufatti sulla base delle capacità di taratura dell'istituto, riconosciute in ambito internazionale (CIPM-MRA). Tale attività, che avviene su base commerciale, è sviluppata riscontrando le richieste di riferibilità e di misura, anche in nuove aree scientifiche, provenienti dai settori dell'industria e della pubblica amministrazione, e contestualizzando l'offerta e i risultati ottenuti per favorire l'avanzamento delle conoscenze sia a fini produttivi sia a fini sociali.

Per supportare l'utenza sul mercato internazionale, favorendo l'esportazione e il libero scambio delle merci, l'INRIM ha sviluppato e rende disponibili oltre 400 capacità di taratura e misura riconosciute a livello internazionale; ulteriori capacità e servizi di misura sono erogati su richiesta dell'utenza, nell'ambito delle funzioni di Istituto Metrologico Primario italiano.

Impegno strategico in tale contesto è il mantenimento di tali servizi, che richiedono importanti risorse per quanto riguarda l'impegno di personale, l'adeguamento dei laboratori e delle apparecchiature, lo sviluppo di nuove *facilities*, oltre che un modello organizzativo che consenta di supportare e avviare nuovi e/o migliori servizi.

#### Attività di taratura, misura e prova prevista per il triennio 2017-2019

Anno	Numero di documenti emessi			
	Certificati di taratura	Rapporti di prova	Altri certificati e rapporti	Totale
2017	1.700	60	20	1.780
2018	1.650	70	30	1.750
2019	1.600	70	30	1.700

**d. Attività di public engagement****Tabella 8.d1 Iniziative di Public engagement**

Data/ periodo di svolgimento dell'iniziativa	2017-2019
Titolo dell'iniziativa	Partecipazione a Comitati e Commissioni dei seguenti enti normatori: CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano), CEN (Comitato Europeo di Normazione), IEC (International Electrotechnical Commission), UNI (Ente Italiano di Normazione)
Categoria/e di attività di public engagement	Partecipazione a comitati per la definizione di standard e norme tecniche
Breve descrizione	Il personale dell'INRIM fa parte dei comitati tecnici dei seguenti enti: CEI CEN IEC UNI Periodicamente gli enti indicano riunioni di comitato, allo scopo di provvedere allo sviluppo e alla creazione di norme, ovvero documenti che definiscono le caratteristiche di prodotti, processi o servizi, specificando come fare bene le cose, garantendo sicurezza, rispetto per l'ambiente e prestazioni certe.
Budget complessivo utilizzato	20.000 euro
(di cui) Finanziamenti esterni	
Impatto stimato (ad es. numero di partecipanti effettivi per eventi; numero documentato di accessi a risorse web; numero copie per pubblicazioni; audience stimata per eventi radio/TV, etc.)	
Link a siti web	<a href="http://www.ceiweb.it/it/">http://www.ceiweb.it/it/</a> <a href="https://www.cen.eu">https://www.cen.eu</a> <a href="http://www.iec.ch/">http://www.iec.ch/</a> <a href="http://www.uni.com/">http://www.uni.com/</a>

**Tabella 8.d2 Iniziative di Public engagement**

Data/ periodo di svolgimento dell'iniziativa	2017-2019
Titolo dell'iniziativa	1) Bambini e bambine : un giorno all'università (ITER-Comune To e Agorà scienza) 2) Le sfide della metrologia e l'evoluzione tecnologica (Settimana della Scienza-Centroscienza) 3) Altre visite scuole + privati+ associazioni a richiesta 4) "Le Settimane a scuola" (visite con Centroscienza) 5) Formazione e pratica educativa della metrologia (con MIUR-CESEDI-Rete Robotica) 6) Stage per studenti scuole superiori nell'ambito delle leggi sull'alternanza scuola/lavoro (L.197/96 e L.107/2015)
Categoria/e di attività di public engagement	Iniziative di orientamento e interazione con le scuole di ogni ordine e grado + cittadinanza
Breve descrizione	1) Bambini e bambine : un giorno all'università e Settimane della scienza e altre visite: l'INRIM accoglie, attraverso diverse iniziative di divulgazione, scuole e privati in visita presso i laboratori di ricerca. Sperimentazioni didattiche con le classi: si tratta di corsi che prevedono semplici sperimentazioni di laboratorio, svolti presso le stesse scuole o in INRIM in una sala didattica predisposta ad hoc. 5) Seminari e corsi divulgativi rivolti agli

	insegnanti: l'INRIM propone agli insegnanti di ogni ordine e grado seminari e corsi sperimentali per la formazione nella scienza della misura, con il coinvolgimento di studenti in attività sperimentali ed in un concorso . 6) Stage di studenti: l'Istituto avvia, su richiesta delle scuole, numerosi stage di studenti delle scuole superiori presso le proprie strutture.
Budget complessivo utilizzato	Utilizzo di strumentazione presente e di risorse e personale INRIM; 15k€
(di cui) Finanziamenti esterni	15k€ da Bando MIUR
Impatto stimato (ad es. numero di partecipanti effettivi per eventi; numero documentato di accessi a risorse web; numero copie per pubblicazioni; audience stimata per eventi radio/TV, etc.)	Numero studenti e visitatori: 1.200 persone Numero insegnanti per i corsi: 80 persone Numero stagisti: 15 persone
Link a siti web (se disponibili)	<a href="http://www.inrim.it">www.inrim.it</a> <a href="http://www.comune.torino.it/crescere-in-citta">www.comune.torino.it/crescere-in-citta</a> <a href="http://www.centroscienza.it/">www.centroscienza.it/</a>

**Tabella 8.d3 Iniziative di Public engagement**

Data/ periodo di svolgimento dell'iniziativa	2017-2019
Titolo dell'iniziativa	Notte dei ricercatori a Torino
Categoria/e di attività di public engagement	Organizzazione di eventi pubblici
Breve descrizione (allegare un testo max 500 battute)	<u>Notte dei ricercatori</u> : evento promosso dalla CE attraverso i progetti di Horizon 2020 in molte città europee. Collaborazione con Agorà Scienza e Centroscienza. INRIM aderisce con ricercatori e dottorandi che propongono alla cittadinanza esperimenti e curiosità legate alla fisica e metrologia
Budget complessivo utilizzato	Risorse FOE e personale INRIM
(di cui) Finanziamenti esterni	nessuno
Impatto stimato (ad es. numero di partecipanti effettivi per eventi; numero documentato di accessi a risorse web; numero copie per pubblicazioni; audience stimata per eventi radio/TV, etc.)	<u>Notte dei ricercatori a Torino</u> : una decina di migliaia di partecipanti
Link a siti web (se disponibili)	<a href="http://www.inrim.it/events/index_i.shtml">www.inrim.it/events/index_i.shtml</a> <a href="http://piemonte.nottedeiricercatori.it/">http://piemonte.nottedeiricercatori.it/</a>

**Tabella 8.d4 Iniziative di Public engagement**

Data/ periodo di svolgimento dell'iniziativa	2017-2019
Titolo dell'iniziativa	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conference course "Il Tempo della Scienza - Incontri del giovedì"</li> <li>2. Interviste e servizi radio-televisivi</li> <li>3. Pubblicazioni divulgative</li> <li>4. Rassegna stampa attraverso siti divulgativi</li> </ol>
Categoria/e di attività di public engagement	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cicli di conferenze</li> <li>- Interviste e servizi radio-televisivi</li> <li>- Pubblicazioni divulgative</li> <li>- Rassegna stampa attraverso siti divulgativi</li> </ul>
Breve descrizione (allegare un testo max 500 battute)	L'INRIM diffonde e valorizza le proprie iniziative attraverso: <ul style="list-style-type: none"> <li>- cicli di conferenze a carattere metrologico e non;</li> <li>- interviste del personale in radio e</li> </ul>

	<p>televisione</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- servizi televisivi sui laboratori dell'Istituto;</li> <li>- pubblicazioni divulgative su riviste e giornali nazionali;</li> <li>- siti web di divulgazione scientifica, che pubblicano i comunicati stampa dell'Istituto relativi ad eventi ad alto valore educativo, culturale e di sviluppo della società.</li> </ul>
Budget complessivo utilizzato	
(di cui) Finanziamenti esterni	
Impatto stimato (ad es. numero di partecipanti effettivi per eventi; numero documentato di accessi a risorse web; numero copie per pubblicazioni; audience stimata per eventi radio/TV, etc.)	Si stima un impatto di alcune migliaia di persone nel triennio.
Link a siti web (se disponibili)	<a href="http://www.ansa.it">www.ansa.it</a> <a href="http://www.researchitaly.it/conoscere">www.researchitaly.it/conoscere</a> <a href="http://www.centroscienza.it">www.centroscienza.it</a> <a href="http://www.oggiscienza.it">www.oggiscienza.it</a> <a href="http://www.inrim.it/events/rassegnaStampa_i.shtml">http://www.inrim.it/events/rassegnaStampa_i.shtml</a>

**Tabella 8.d4 Iniziative di Public engagement**

Data/ periodo di svolgimento dell'iniziativa	2017-2019
Titolo dell'iniziativa	Portale SI-MISURA
Categoria/e di attività di public engagement	
Breve descrizione (allegare un testo max 500 battute)	
Budget complessivo utilizzato	
(di cui) Finanziamenti esterni	
Impatto stimato (ad es. numero di partecipanti effettivi per eventi; numero documentato di accessi a risorse web; numero copie per pubblicazioni; audience stimata per eventi radio/TV, etc.)	
Link a siti web (se disponibili)	<a href="http://www.si-misura.it">www.si-misura.it</a>

**e. Produzione e gestione di beni culturali**

**Tabella 8.e Produzione e gestione di beni culturali**

Nome della struttura di gestione	<p>Riqualficazione sede storica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- sala convegni "Vallauri"</li> <li>- collezioni scientifiche legate alla storia della metrologia industriale</li> <li>- biblioteca storica</li> </ul>
Numero di siti museali gestiti dal Polo Museale	1
Numero di giorni di apertura nell'anno	struttura aperta su richiesta
Spazi dedicati in mq	1.000 m <sup>2</sup>
Budget impegnato per la gestione dell'attività nell'anno	-
Totale finanziamenti esterni ottenuti per la gestione del polo museale nell'anno	-
Presenza di un sistema di rilevazione delle presenze	no
Se esiste un sistema di rilevazione delle presenze, N. ro dei visitatori nell'anno	-
N. ro dei visitatori paganti nell'anno	-

<b>g.</b>	<b>Brevetti</b>
-----------	-----------------

L'INRIM persegue la tutela e la valorizzazione dei risultati della ricerca, promuovendo il deposito e l'utilizzo dei brevetti d'invenzione nonché azioni intese a favorire il trasferimento tecnologico e l'applicazione (*uptake*) di soluzioni innovative all'industria.

A tal riguardo, sono in predisposizione documenti di policy riguardanti lo sviluppo della cooperazione con altre organizzazioni pubbliche e private e la partecipazione a iniziative in materia di innovazione e di trasferimento della conoscenza, anche in convenzione, per stimolare l'interesse del sistema delle imprese all'applicazione dei risultati della ricerca.

**Tabelle 8.g.1 Brevetti di titolarità dell'ente di ricerca**

Numero totale di brevetti depositati nell'anno	2
Numero totale di brevetti per i quali nell'anno sia stata ottenuta la concessione	2

<b>h.</b>	<b>Imprese Spin off</b>
-----------	-------------------------

L'INRIM promuove la costituzione di imprese fondate sull'impiego di saperi e di tecnologie sviluppate prevalentemente al proprio interno. A tal riguardo, sono in corso di preparazione documenti di policy per regolamentare modalità e percorsi atti a favorire la creazione di spin-off e rafforzarne le capacità competitive nell'offerta di tecnologia avanzata.

<b>i.</b>	<b>Personale Impiegato (rapporto giornate/uomo)</b>
-----------	---

Tipo di personale		Anno I	Anno II	Anno III	Anno "n"
<b>a.</b>	<b>Personale di ruolo</b>				
	Tecnici	13	11	10	
	Tecnologi/ricercatori	5	4	4	
<b>b.</b>	<b>Personale non di ruolo</b>				
	Amministrativi				
	Tecnici				
	Tecnologi/ricercatori				
<b>c.</b>	<b>Altro Personale</b>				
	Altri Incarichi di Ricerca				
	Assegnisti				
	Borsisti				
	Co.Co.Co				
	Comandi in Entrata				
	Dottorandi				
<b>d.</b>	<b>Personale precedentemente citato proveniente dalle Università</b>				

<b>l.</b>	<b>Costo complessivo del progetto</b>
-----------	---------------------------------------

**Trasferimenti a carico FOE**

Voce di spesa	Annualità I	Annualità II	Annualità III	Annualità "n"
Personale di ruolo	1.500.000	1.450.000	1.400.000	
Personale non di ruolo				
Altro personale				
Investimento	350.000	350.000	330.000	
Funzionamento	450.000	400.000	450.000	

**Eventuali ulteriori finanziamenti**

<b>Voce di spesa</b>		<b>Annualità I</b>	<b>Annualità II</b>	<b>Annualità III</b>	<b>Annualità "n"</b>
	Personale di ruolo	220.000	210.000	210.000	
	Personale non di ruolo				
	Altro personale	135.000	165.000	165.000	
	Investimento	190.000	150.000	150.000	
	Funzionamento	250.000	215.000	215.000	

**Fondi trasferiti a terzi:**

<b>Voce di spesa</b>		<b>Annualità I</b>	<b>Annualità II</b>	<b>Annualità III</b>	<b>Annualità "n"</b>