



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

Relazione sulla performance anno 2017

(D.Lgs n. 150/2009, art. 10, comma 1, lettera b)

Sommario

| | |
|--|----|
| 1. PRESENTAZIONE DELLA RELAZIONE | 3 |
| 2. SINTESI DELLE INFORMAZIONI DI INTERESSE PER GLI STAKEHOLDERS..... | 3 |
| 2.1. L'amministrazione..... | 3 |
| 2.2. I risultati raggiunti..... | 5 |
| 2.3. Le opportunità e le criticità..... | 5 |
| 2.4. Le risorse finanziarie..... | 8 |
| 3. LA PERFORMANCE ORGANIZZATIVA: RISULTATI RAGGIUNTI E SCOSTAMENTI | 9 |
| 3.1. Albero della performance..... | 9 |
| 3.2. Obiettivi e piani operativi..... | 11 |
| 3.3. Obiettivi individuali..... | 33 |
| 4. RISORSE, EFFICIENZA ED ECONOMICITA' | 41 |
| 5. PARI OPPORTUNITA' E BILANCIO DI GENERE..... | 43 |
| 5.1. Valutazione dei risultati ottenuti: punti di cambiamento, punti di criticità..... | 43 |
| 5.2. Il benessere organizzativo e le attività connesse..... | 47 |
| 6. IL PROCESSO DI REDAZIONE DELLA RELAZIONE SULLA PERFORMANCE..... | 48 |
| 6.1. Fasi, soggetti, tempi e responsabilità..... | 48 |
| 6.2. Punti di forza e di debolezza del ciclo della performance..... | 49 |

1. PRESENTAZIONE DELLA RELAZIONE

La Relazione annuale sulla performance, prevista dall'art. 10, comma 1, lettera b), del d.lgs n. 150/2009 ("decreto"), come modificato dal d. lgs. n. 74/2017, costituisce lo strumento mediante il quale l'INFN evidenzia a consuntivo i risultati organizzativi ed individuali ottenuti nel corso dell'anno precedente rispetto agli obiettivi programmati ed alle risorse.

La funzione di comunicazione verso l'esterno è stabilita dalle previsioni dell'art. 10, comma 8, lettera b) del decreto legislativo 33/2013 che prevede la sua pubblicazione nella sezione "Amministrazione Trasparente" e ribadita dalla modifica all'art. 1° comma 1 secondo il quale il documento deve essere pubblicato sul sito istituzionale di ciascuna pubblica amministrazione.

In base all'art. 27, comma 2, del decreto, la Relazione documenta anche gli eventuali risparmi sui costi di funzionamento derivanti da processi di ristrutturazione, riorganizzazione e innovazione ai fini dell'erogazione, nei limiti e con le modalità ivi previsti, del premio di efficienza di cui al medesimo articolo. La Relazione contiene, infine, il bilancio di genere realizzato dall'amministrazione.

La stesura del documento, in generale, è ispirata ai principi di trasparenza, intelligibilità, veridicità e verificabilità dei contenuti, partecipazione e coerenza interna ed esterna; per i dati di carattere economico-finanziario sono applicati i principi contabili generali di cui all'Allegato 1, del D.Lgs n. 91/2011.

La Relazione annuale sulla Performance è:

- approvata dall'organo di indirizzo politico amministrativo (Consiglio Direttivo), dopo essere stata definita in collaborazione con i vertici dell'amministrazione ai sensi dell'art. 15, comma 2, lettera b), del decreto;
- validata, ai sensi dell'art. 14, comma 4, lettera c) del decreto, dall'Organismo Indipendente di Valutazione come condizione inderogabile per l'accesso agli strumenti premiali di cui al Titolo III dello stesso decreto.

2. SINTESI DELLE INFORMAZIONI DI INTERESSE PER GLI STAKEHOLDERS

2.1. L'AMMINISTRAZIONE

L'Amministrazione è organizzativamente articolata nell'Amministrazione Centrale e nelle specifiche amministrazioni delle diverse strutture dell'Istituto (4 Laboratori e 20 Sezioni e 3 Centri Nazionali).

L'Amministrazione Centrale:

- gestisce le funzioni amministrative centralizzate, tradizionalmente consistenti in:
 - la gestione del personale (stato giuridico e trattamento economico);
 - la redazione dei bilanci consuntivi e di previsione nonché la contabilità di alcuni capitoli di spesa a gestione centrale (es.: le entrate, tutte le spese per il personale eccetto le missioni, i contributi a consorzi, i trasferimenti ad altri enti di ricerca);
 - i rapporti con gli enti sovraordinati;
 - alcune attività di coordinamento e controllo centrale (es.: igiene e sicurezza, rapporti internazionali, ispettorato, adempimenti fiscali, sistema informativo contabile);
- svolge funzioni d'indirizzo, coordinamento e verifica dell'attività amministrativa decentrata;
- assicura i servizi tecnici, professionali e di sorveglianza centrali;
- cura la predisposizione e l'esecuzione degli atti deliberativi di competenza del Consiglio Direttivo dell'Istituto sulla base delle direttive della Giunta Esecutiva.

I *settori amministrativi decentrati*, uno per ogni Laboratorio, Sezione e Centro, assicurano la gestione contabile-amministrativa della spesa afferente alla specifica struttura; in sostanza, essi presiedono alle diverse fasi di gestione della spesa per i capitoli missioni e acquisti di beni e servizi di interesse locale. Il responsabile del procedimento amministrativo delle amministrazioni decentrate è il direttore di ogni struttura.

Nella tabella seguente sono sintetizzati i dati quantitativi che caratterizzano l'attività amministrativa complessiva dell'Istituto.

INFN - Volumi di attività 2017 per struttura*

| Articolazione organizzativa | | Impegnato al 31.12.2017 | Volumi amministrativi complessivi sviluppati nel 2017 | | | | | | | | | Personale amm.vo diretto (t.i.+ t.d.) (B) | Operazioni totali per giorno lavorativo (A)/210gg | Operazioni totali per addetto (A)/(B) | |
|---|------------------|----------------------------|---|---------------|--------------|---------------|---------------|---------------|----------------|--------------------|---------------------|---|--|--|--|
| Laboratori/Sezioni "per area geografica" | Gruppi collegati | | Totale (A) | Impegni | Ordini | Missioni | Anticipi | Fatture | Note di carico | Fondo economale | Collabo- razioni | | | | |
| Piemonte-Liguria: | | | | | | | | | | | | | | | |
| TORINO | Alessandria | 5.212.355,75 | 11.143 | 4.391 | 441 | 2.613 | 1.991 | 1.104 | 155 | 403 | 45 | 7,0 | 53 | 1592 | |
| GENOVA | - | 2.959.543,30 | 7.679 | 2.551 | 502 | 1.530 | 1.724 | 1.027 | 130 | 196 | 19 | 6,0 | 37 | 1280 | |
| | | 8.171.899,05 | 18.822 | 6.942 | 943 | 4.143 | 3.715 | 2.131 | 285 | 599 | 64 | 13,0 | 90 | 1448 | |
| Lombardia: | | | | | | | | | | | | | | | |
| MILANO | - | 12.173.981,43 | 8.923 | 3.015 | 486 | 2.008 | 2.145 | 1.065 | 109 | 48 | 47 | 6,0 | 42 | 1487 | |
| MILANO Bicocca | Parma | 1.884.551,23 | 4.592 | 1.771 | 213 | 1.269 | 471 | 656 | 110 | 95 | 7 | 2,0 | 22 | 2296 | |
| PAVIA | Brescia | 1.816.224,89 | 4.308 | 1.573 | 187 | 1.025 | 819 | 570 | 85 | 41 | 8 | 3,5 | 21 | 1231 | |
| | | 15.874.757,55 | 17.823 | 6.359 | 886 | 4.302 | 3.435 | 2.291 | 304 | 184 | 62 | 11,5 | 85 | 1550 | |
| Triveneto: | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lab.Naz.Legnaro | - | 15.113.402,59 | 10.054 | 3.574 | 861 | 1.395 | 1.057 | 2.393 | 280 | 430 | 64 | 6,0 | 48 | 1676 | |
| PADOVA | - | 4.741.890,23 | 11.561 | 3.803 | 497 | 3.058 | 2.547 | 1.226 | 219 | 142 | 69 | 6,0 | 55 | 1927 | |
| TIFPA | - | 1.478.497,04 | 2.871 | 1.064 | 112 | 579 | 678 | 300 | 80 | 32 | 26 | 1,0 | 14 | 2871 | |
| TRIESTE | Udine | 3.726.143,01 | 5.979 | 2.051 | 303 | 1.255 | 1.138 | 858 | 173 | 190 | 11 | 4,0 | 28 | 1495 | |
| | | 25.059.932,87 | 30.465 | 10.492 | 1.773 | 6.287 | 5.420 | 4.777 | 752 | 794 | 170 | 17,0 | 145 | 1792 | |
| Emilia-Romagna: | | | | | | | | | | | | | | | |
| BOLOGNA | - | 2.814.013,90 | 8.232 | 2.630 | 264 | 1.978 | 2.294 | 774 | 98 | 145 | 49 | | | | |
| CNAF | - | 6.946.488,87 | 2.407 | 718 | 158 | 397 | 415 | 575 | 71 | 73 | 0 | | | | |
| BOLOGNA/CNAF | - | 9.760.502,77 | 10.639 | 3.348 | 422 | 2.375 | 2.709 | 1.349 | 169 | 218 | 49 | 8,0 | 51 | 1330 | |
| FERRARA | - | 1.460.542,19 | 4.505 | 1.643 | 237 | 936 | 840 | 586 | 170 | 84 | 9 | 2,0 | 21 | 2253 | |
| | | 11.221.044,96 | 15.144 | 4.991 | 659 | 3.311 | 3.549 | 1.935 | 339 | 302 | 58 | 10,0 | 72 | 1514 | |
| Toscana: | | | | | | | | | | | | | | | |
| PISA | Siena | 5.755.681,99 | 12.130 | 4.260 | 427 | 3.209 | 2.810 | 1.155 | 74 | 147 | 48 | 7,0 | 58 | 1733 | |
| FIRENZE | - | 2.539.930,45 | 7.303 | 2.511 | 358 | 1.350 | 1.430 | 1.237 | 153 | 106 | 158 | 6,0 | 35 | 1217 | |
| | | 8.295.612,44 | 19.433 | 6.771 | 785 | 4.559 | 4.240 | 2.392 | 227 | 253 | 206 | 13,0 | 93 | 1495 | |
| Centro: | | | | | | | | | | | | | | | |
| ROMA | Sanità | 3.785.895,98 | 10.114 | 3.954 | 416 | 2.878 | 1.543 | 947 | 169 | 168 | 39 | | | | |
| ROMA Tre | - | 639.485,93 | 2.395 | 910 | 91 | 725 | 344 | 251 | 26 | 38 | 10 | | | | |
| ROMA/ROMA Tre | - | 4.425.381,91 | 12.509 | 4.864 | 507 | 3.603 | 1.887 | 1.198 | 195 | 206 | 49 | 8,0 | 60 | 1564 | |
| ROMA Tor Vergata | - | 1.557.129,20 | 4.346 | 1.521 | 162 | 1.008 | 1.047 | 408 | 104 | 80 | 16 | 5,0 | 21 | 869 | |
| PERUGIA | - | 2.012.004,89 | 4.616 | 1.785 | 185 | 1.150 | 846 | 483 | 57 | 93 | 17 | 4,0 | 22 | 1154 | |
| CAGLIARI | - | 1.786.051,35 | 2.386 | 786 | 140 | 435 | 597 | 342 | 56 | 25 | 5 | 2,2 | 11 | 1085 | |
| | | 9.780.567,35 | 23.857 | 8.956 | 994 | 6.196 | 4.377 | 2.431 | 412 | 404 | 87 | 19,2 | 114 | 1243 | |
| Frascati: | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lab.Naz.Frascati | Cosenza | 18.900.922,99 | 17.754 | 5.586 | 1.244 | 2.894 | 3.504 | 3.622 | 448 | 264 | 192 | 14,0 | 85 | 1268 | |
| A.C./Presid. | - | 1.886.556,71 | 6.586 | 2.317 | 143 | 1.890 | 1.360 | 613 | 9 | 183 | 71 | 4,0 | 31 | 1647 | |
| Ragioneria | - | 211.958.983,10 | 1.704 | 1.000 | 6 | 0 | 371 | 327 | 0 | 0 | 0 | 3,0 | 8 | 568 | |
| | | 232.746.462,80 | 26.044 | 8.903 | 1.393 | 4.784 | 5.235 | 4.562 | 457 | 447 | 263 | 21,0 | 124 | 1240 | |
| Abruzzo: | | | | | | | | | | | | | | | |
| LNGS | Assergi | 10.197.248,26 | 6.329 | 2.356 | 266 | 1.103 | 585 | 1.684 | 118 | 193 | 24 | 6,5 | 30 | 974 | |
| Mezzogiorno: | | | | | | | | | | | | | | | |
| NAPOLI | Salerno | 3.808.091,34 | 10.412 | 3.708 | 569 | 2.280 | 1.993 | 1.309 | 180 | 323 | 50 | 6,0 | 50 | 1735 | |
| BARI | - | 5.521.776,51 | 7.064 | 2.326 | 516 | 1.253 | 1.639 | 963 | 117 | 228 | 22 | 6,0 | 34 | 1177 | |
| LECCE | - | 1.552.814,60 | 3.034 | 1.109 | 153 | 545 | 631 | 389 | 53 | 142 | 12 | 3,0 | 14 | 1011 | |
| | | 10.882.682,45 | 20.510 | 7.143 | 1.238 | 4.078 | 4.263 | 2.661 | 350 | 693 | 84 | 15,0 | 98 | 1367 | |
| Sicilia: | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lab.Naz. Sud | - | 9.850.127,53 | 8.360 | 2.923 | 748 | 1.160 | 735 | 2.246 | 190 | 278 | 80 | | | | |
| CATANIA | Messina | 1.353.232,47 | 3.605 | 1.325 | 258 | 726 | 528 | 608 | 66 | 81 | 13 | | | | |
| Lab.Naz. Sud/CATANIA | - | 11.203.360,00 | 11.965 | 4.248 | 1.006 | 1.886 | 1.263 | 2.854 | 256 | 359 | 93 | 14,0 | 57 | 855 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOTALE | | 343.433.567,73 | 190.392 | 67.161 | 9.943 | 40.649 | 36.082 | 27.718 | 3.500 | 4.228 | 1.111 | 140,2 | 907 | 1358 | |

2.2. I RISULTATI RAGGIUNTI

L'esercizio 2017 si è chiuso con i seguenti risultati, presentati comparativamente rispetto al precedente esercizio:

| | Esercizio 2017 | Esercizio 2016 |
|---|----------------|----------------|
| <u>Gestione finanziaria:</u> | | |
| Avanzo(Disavanzo) finanziario di competenza | 339.797.935 | 295.405.763 |
| Avanzo(Disavanzo) finanziario di gestione | 342.310.131 | 302.456.692 |
| Avanzo di Amministrazione | 342.310.131 | 302.456.692 |
| <u>Gestione economico-patrimoniale:</u> | | |
| Avanzo (Disavanzo) economico di competenza | 37.898.251 | 61.383.529 |
| Patrimonio netto | 542.934.791 | 505.036.540 |

Nel confronto fra i due esercizi, si rileva che la gestione finanziaria di competenza del 2017 chiude in pareggio; ciò si è reso possibile in considerazione degli accertamenti di entrata comprese le partite di giro e del parziale utilizzo dell'avanzo di amministrazione 2016.

2.3. LE OPPORTUNITÀ E LE CRITICITÀ

In questi ultimi anni è iniziata, ed è ora in piena attuazione, una trasformazione importante per l'Istituto in funzione della quale si sintetizzano nel prosieguo le principali caratteristiche dell'Ente:

- Una missione molto chiara: forte compattezza della comunità con conseguente grande efficienza dei progetti.
- Rapporto strettissimo con le Università che ha determinato la diffusione capillare sul territorio nazionale. Esso rappresenta una fonte di ricchezza e vivacità culturale, e di un continuo apporto di giovani, ma anche un cruciale sostegno dell'ente all'attività di ricerca delle Università.
- Auto-governo responsabile: rappresentatività della comunità e controllo MIUR in buon equilibrio e una gestione interna fortemente orientata dalla scienza. Nel caso dell'INFN oltre all'ampio coinvolgimento dei ricercatori negli organi di governo, il modello di gestione e organizzazione è lo stesso utilizzato dalla ricerca a livello internazionale, che di per sé prevede la partecipazione e il contributo continuo della comunità scientifica: proposte provenienti da tutta la comunità, revisione e controllo ex-post dei pari, pianificazione degli obiettivi scientifici e delle risorse da parte di organi rappresentativi della comunità scientifica. È uno degli elementi che maggiormente contribuisce alla solidità, sicuramente migliorabile nell'implementazione, ma da preservare assolutamente nello spirito e nella sostanza.
- Eccellente capacità di formazione a livello di lauree, dottorati e attività postdottorale (50% delle tesi di Ph.D. in fisica). I giovani si qualificano e ottengono risultati eccezionali all'estero e costituiscono un grande serbatoio di competenze, che spesso trasferiscono alla società. Ambiente scientificamente attraente anche per studiosi, in particolare giovani, dall'estero. La prova di questa capacità è negli ottimi risultati della valutazione e delle abilitazioni.
- Ricerca che si svolge in gran parte nell'ambito di grandi collaborazioni internazionali in cui rivestiamo un ruolo di primo piano. Abbiamo un laboratorio mondiale, il CERN, dove siamo leader e un laboratorio unico, il Gran Sasso, il più grande e più facilmente accessibile laboratorio sotterraneo del mondo a partecipazione straniera maggioritaria. Il consorzio EGO (a partecipazione paritaria INFN-CNRS) dove si svolge l'esperimento VIRGO si è dimostrato strumento straordinario per il successo nella ricerca delle Onde Gravitazionali.
- Le nostre ricerche fanno uso e richiedono lo sviluppo di tecnologie avanzate insieme al mantenimento di know-how. Questo ha ricadute naturali di alta utilità sociale: adroterapia e strumentazione di diagnostica medica, beni culturali, cloud computing e calcolo HPC, produzione di radioisotopi per la farmaceutica e molto altro.
- Esistenza da lungo tempo di un sistema di autovalutazione con la presenza di un comitato internazionale.

In questi ultimi anni è iniziata, ed è ora in piena attuazione, una trasformazione importante per l'Istituto.

Fermo restando il caposaldo del rispetto della sua Missione, si intende rivolgere tutte le energie possibili verso l'Europa sia partecipando in modo organico alle sue infrastrutture di ricerca (come definite nell'ambito di ESFRI), che trasformando laboratori italiani in infrastrutture europee (ERIC).

Ciò insieme a una forte valorizzazione del settore di Ricerca e Sviluppo e a un potenziamento del Trasferimento Tecnologico, nella convinzione di diventare sempre più competitivi nella sfida posta dal programma quadro della UE, Horizon2020.

Sul piano dei risultati scientifici, dopo il riconoscimento della scoperta del bosone di Higgs attraverso il premio Nobel a Englert e Higgs che ha premiato anche uno sforzo ventennale dell'INFN che ci vede orgogliosi protagonisti degli esperimenti a LHC e che ha contribuito alla elezione di Fabiola Gianotti alla direzione del Cern, siamo stati protagonisti della rivelazione delle Onde Gravitazionali, l'ultimo tassello mancante alla centennale teoria della Relatività Generale di Einstein, con uno straordinario contributo umano e tecnologico dell'INFN attraverso l'esperimento Virgo. Il premio Nobel 2017 a Weiss, Thorne e Barish è stato un altro segno del successo di questa linea di ricerca. L'eccezionale successo del periodo di presa dati dell'Agosto 2017 da parte di VIRGO insieme agli interferometri americani con la prima osservazione di una coalescenza di stelle di neutroni e con il coinvolgimento dell'intera comunità astronomica ha segnato l'inizio della Astronomia a Molti Messaggeri. Una data miliare.

Ai Laboratori Nazionali del Gran Sasso (LNGS), dove ospitiamo una vasta comunità internazionale, otteniamo alcuni dei migliori risultati al mondo (GERDA e CUORE) sulla ricerca della Materia Oscura e sul decadimento Doppio Beta senza emissione di neutrini, che verificherebbe l'ipotesi di Majorana. La tecnologia dimostrata ai LNGS dall'esperimento ICARUS, guidato dal Premio Nobel Carlo Rubbia, è quella scelta per il futuro esperimento su scala globale con fasci di neutrini al laboratorio Fermilab a Chicago. Borexino ci ha permesso di misurare tutti i processi di emissione di neutrini dal Sole.

È in fase di avanzata realizzazione il progetto KM3NeT ai Laboratori Nazionali del Sud (LNS), inserito nella Road Map di ESFRI. Attraverso il dispiegamento di una rete di rivelatori nel Mar Mediterraneo al largo di Capo Passero; esso presenta significative potenzialità anche per ricerche interdisciplinari al di là dello studio dei neutrini emessi nei processi più violenti dell'Universo.

Nel nostro Laboratorio Nazionale di Legnaro è in fase di messa a punto l'acceleratore SPES, al servizio della ricerca nucleare di base e con potenzialità straordinarie per la produzione di radiofarmaci, che si realizzerà in collaborazione col settore privato.

Al LABEC di Firenze le nostre tecnologie hanno un utilizzo importante nel settore dei beni culturali, e il polo di Firenze sarà anche un pilastro di E-RIHS, anche essa new entry nella Road Map di ESFRI.

A Frascati, laboratorio storico dell'INFN, continuiamo la via aperta da AdA nella ricerca di punta sviluppando innovative tecniche di accelerazione ed elaboriamo progetti per possibili infrastrutture di ricerca, con vocazione interdisciplinare, da installare nel nostro Paese. Siamo infatti tra i leader del progetto, finanziato dalla UE, EUPRAXIA e ci candidiamo a ospitare la macchina che verrà progettata.

In campo internazionale va sottolineato il notevole incremento di progetti in collaborazione con la Cina, potenza emergente della fisica. Abbiamo conquistato una partnership privilegiata specialmente nel campo degli esperimenti scientifici su satelliti (DAMPE, Limadou) e nella fornitura di tecnologie mutate dagli esperimenti al Gran Sasso (JUNO).

Nell'ambito di ESFRI è ormai pienamente definita e operativa una strategia comune dell'INFN con CNR e Sincrotrone di Trieste che identifica l'intera filiera che va dalla costruzione delle macchine acceleratrici fino al loro sfruttamento da parte dell'utenza (esempi ne sono XFEL, ESS, ELI, ESRF, EuroFel, SESAME). È in fase di costruzione da parte dell'associazione EuroGammaS, di cui l'INFN è capofila, l'acceleratore ELI-NP in Romania ed è in corso la costruzione di parti rilevanti della European Spallation Source (ESS). Siamo partner dell'upgrade a ESRF, abbiamo completato la fornitura delle cavità superconduttrici a XFEL e contribuiamo in modo determinante al successo di quella straordinaria avventura scientifico-politica che è SESAME. Ora siamo anche partner per la tecnologia delle cavità superconduttrici del nuovo acceleratore di FermiLab (PIP-II).

L'applicazione terapeutica delle radiazioni nucleari e delle particelle cariche rimane uno dei settori considerati strategici dall'INFN. Per quanto riguarda l'adroterapia, l'INFN si sta impegnando a consolidare le competenze sviluppate nel passato nel campo degli acceleratori per la cura dei tumori. In primo luogo si è rafforzato il rapporto con il CNAO, dove l'INFN contribuisce alla realizzazione di una

linea di ricerca dedicata.

In secondo luogo si sta sviluppando l'attività a TIFPA, struttura costituita dall'INFN a Trento. Il TIFPA nasce come una struttura non tradizionale dove sin dall'inizio è presente un legame basilare tra l'INFN, l'Università, la Fondazione Bruno Kessler e l'azienda sanitaria locale che possiede un ciclotrone per la cura dei tumori e sul quale l'INFN sta attrezzando la linea di ricerca. Grazie a queste competenze siamo partner per la costruzione di una 'copia' del CNAO in Georgia.

Ricordiamo con orgoglio lo straordinario successo del Gran Sasso Science Institute, la scuola di dottorato ubicata a L'Aquila, di cui l'INFN è stato ente attuatore. Siamo fieri della trasformazione di questa scuola da esperimento a istituto universitario avvenuta nel 2016. Stiamo preparando, forti della esperienza fatta col GSSI, la trasformazione del Galileo Galilei Institute ad Arcetri in Centro di Alta Formazione dell'INFN in collaborazione con la Università di Firenze.

Siamo convinti di seguire con coerenza e intelligenza un insieme di filoni di ricerca che, appoggiati solidamente sul pilastro di "Excellent Science", giungono però a dare i loro frutti anche negli altri due campi di Horizon2020, Competitività industriale e Sfide sociali. Applicazioni per la medicina, beni culturali, computing e servizi connessi, scienza dei materiali sono i settori dove meglio riusciamo nel raccogliere la sfida.

Un esempio è costituito dalla ricaduta industriale del futuro esperimento per la ricerca della materia oscura a LNGS DarkSide. In Sardegna, in una miniera dismessa del Sulcis, stiamo costruendo un impianto di distillazione criogenica che oltre a fornire l'Argon per l'esperimento sarà anche produttore di isotopi a uso medico e industriale, mentre in Abruzzo, nei Laboratori del Gran Sasso, sarà costruita un'officina per le applicazioni di fotomoltiplicatori al silicio a esperimenti di fisica.

Dedichiamo inoltre un grande sforzo alla divulgazione scientifica attraverso eventi, mostre, convegni, attività nelle scuole.

Sul piano organizzativo è in corso un grande sforzo per pianificare e realizzare un riammodernamento gestionale che veda una razionalizzazione degli aspetti amministrativi e tecnici su base regionale.

Nell'ultimo anno, indubbiamente, sono arrivati segnali importanti e concreti di attenzione al mondo della ricerca. Tuttavia, non possiamo ignorare il fatto che criticità importanti sono ancora presenti nel sistema ricerca del Paese, con conseguenze inevitabili anche sullo svolgimento delle ricerche dell'INFN e sulla realizzazione della sua missione.

In primo luogo riteniamo che un sistema nazionale della ricerca debba essere al tempo stesso agile e inclusivo, senza snaturare la diversità delle discipline e il valore assoluto della ricerca "knowledge-driven", evitando di accentrare e rendere troppo rigidi i piani di ricerca. È essenziale che gli Enti e le Università operino in modo paritario scambiando il personale tra di loro e, soprattutto, nel corso della carriera dei singoli, tra un ruolo a prevalenza di didattica e uno a prevalenza di ricerca. Un sistema nazionale senza pianificazione pluriennale non avrebbe alcuna utilità e deve poggiare su una reale sinergia tra i soggetti (università, enti e imprese) sulla base della convergenza di interessi e sulla qualità di progetti comuni. Un meccanismo premiale, che sia però aggiuntivo alle risorse esistenti, basato sulla interdisciplinarietà e la collaborazione potrebbe incentivare una maggiore integrazione tra Enti, senza intaccare autonomia, originalità e qualità della ricerca.

Un altro elemento di forte criticità è rappresentato dal modello odierno di finanziamento che soffre dell'ambiguità dovuta all'attribuzione su base annuale dei finanziamenti. Ciò non è assolutamente adeguato alla programmazione, soprattutto in un contesto di ricerca e specialmente in rapporto alle realtà internazionali, a partire dalla UE, in cui la programmazione avviene tipicamente su base pluriennale.

Ricordiamo con orgoglio che nella competizione "premiata" relativa alla redistribuzione del 7% del FOE l'ente è stato sin qui capace di attrarre sistematicamente ben più del doppio della sua quota relativa e ricordiamo lo straordinario successo ottenuto dall'INFN nella ripartizione delle posizioni di ricercatore previste nella legge di stabilità 2017 (73 su 215) ora coperte grazie allo svolgimento in di una competizione nazionale.

2.4. LE RISORSE FINANZIARIE

Le Entrate senza vincolo di destinazione (FOE Assegnazione Ordinaria) dopo una progressiva e costante riduzione rispetto ai massimi del 2000, negli ultimi anni sembrano essersi stabilizzate vicino al livello rilevato nell'anno 1985, con la differenza che in quell'anno l'Istituto era nel pieno dell'espansione delle attività. Per affrontare questa situazione negli ultimi anni l'INFN ha intrapreso una duplice azione volta da una parte al contenimento delle spese, dall'altra al reperimento di nuove sorgenti di finanziamento, in modo tale da poter mantenere le attività di ricerca in cui è impegnato ai livelli di eccellenza raggiunti.

Questa strategia ha portato alla crescita, verificatasi negli ultimi anni, dei finanziamenti con vincoli di destinazione. Si tratta principalmente di fondi destinati a progetti di ricerca o tecnologici di durata pluriennale provenienti da diverse fonti quali ad esempio: i fondi dei programmi europei FP7 ed H2020, i fondi regionali (PON e POR), i fondi MIUR Premiali e per progetti a valenza internazionale.

Questa evidente diminuzione delle Entrate senza vincolo di destinazione, unita al fatto che una parte considerevole del bilancio è costituita da spese di personale che, per loro natura, sono incompressibili, rappresenta un fattore fortemente limitante. Questa riduzione incide prevalentemente sulle spese di ricerca e di funzionamento per le quali, come detto, è quindi fondamentale ricorrere ai finanziamenti esterni a destinazione vincolata.

Rispetto al 2010, l'assegnazione ordinaria proveniente dal FOE è calata di circa 51 M€, mentre sono contestualmente cresciute le assegnazioni straordinarie (tipicamente con vincolo di destinazione), anche se non in misura tale da compensare la decrescita sopra citata. Da notare inoltre come le risorse relative ai Progetti Premiali vengano assegnate in modo discontinuo e comunque in forte ritardo rispetto all'anno di competenza, creando notevoli difficoltà nella programmazione e nella realizzazione delle attività dell'Ente. Nel 2017 il finanziamento per i Progetti Premiali previsto nel FOE è stato ridotto di 30 M€ (da 100 M€ a 70 M€), senza un contestuale aumento dell'assegnazione ordinaria, mettendo ulteriore pressione sul Bilancio INFN.

Il conclamato ritardo nell'erogazione dei finanziamenti ordinari di natura premiale e per progetti a valenza internazionale rende critica la sostenibilità degli investimenti nei progetti e nelle linee di sviluppo delle attività di ricerca e rischia di vanificare l'eccellenza perseguita dall'Ente.

L'Istituto ha continuato quindi ad essere attivo sia a livello centrale, da parte delle Commissioni scientifiche e degli Organi di governo dell'Ente, sia a livello locale, da parte delle singole strutture territoriali, nella ricerca di "fondi esterni" finalizzati a specifiche finalità di ricerca, tali da integrare in quantità crescente il trasferimento dello Stato (es.: Unione Europea, Regioni, ASI, altri enti di ricerca, privati).

Di fatto i progetti di ricerca dell'INFN si caratterizzano per una durata pluriennale che può facilmente raggiungere, e in alcuni casi superare, il decennio, e in questo periodo il profilo e il tipo di spesa variano considerevolmente (progettazione, ingegnerizzazione, costruzione, messa in opera e funzionamento). È dunque indispensabile poter contare su un flusso ragionevolmente costante di risorse, o almeno su una programmazione pluriennale di finanziamento che permetta di ottimizzare l'uso delle risorse e la programmazione scientifica.

La tabella che segue illustra la percentuale di incidenza di alcune tipologie di spesa sul totale impegnato dell'anno corrente e del precedente, rilevando lo scostamento tra le due annualità; questo al fine di analizzare ed eventualmente indirizzare l'azione correttiva in favore di una maggiore efficienza finanziaria.

| Tipologia di spesa | % sul totale impegnato 2017 | % sul totale impegnato 2016 | Scostamento tra le due annualità | Caratteristiche salienti ai fini della previsione pluriennale |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------------|---|
| Personale | 42% | 41% | + 1% | La Spesa per il Personale conferma sostanzialmente il dato dello scorso anno |
| Funzionamento* | 15% | 19% | - 4% | La Spesa per il Funzionamento, conferma l'inversione di tendenza rispetto al tradizionale andamento crescente (corrispondentemente all'effetto di trascinarsi che l'ordinaria operatività recava con sé in una pluralità di articolazioni logistiche come quelle in cui è organizzato l'Istituto) |
| Ricerca** (senza personale) | 36% | 33% | + 3% | La Spesa per la Ricerca, inclusiva di quella direttamente controllata dalle CSN, dei Progetti specificamente finanziati con fondi FOE e con Fondi esterni, dei Progetti strategici e speciali, e del Calcolo e reti, evidenzia un sostenuto incremento. |
| Attrezzature e Servizi | 7% | 7% | 0% | La Spesa per Servizi ed attrezzature di base presenta un andamento pressoché costante, assestato all'effettiva disponibilità delle risorse. |
| | 100% | 100% | | |

*le spese di funzionamento includono anche le altre spese a gestione centrale

**le spese di Ricerca includono anche le spese per calcolo, mezzi di calcolo e GRID e progetti strategici e speciali

3. LA PERFORMANCE ORGANIZZATIVA: RISULTATI RAGGIUNTI E SCOSTAMENTI

3.1. ALBERO DELLA PERFORMANCE

Il processo di formazione e definizione degli obiettivi di performance dell'Istituto è schematicamente rappresentato dal seguente albero dei risultati attesi. Nelle ultime due colonne sono rappresentati il risultato ottenuto per ogni singolo obiettivo e di seguito il grado di raggiungimento rispetto al target fissato per l'anno 2017.

| AREA STRATEGICA | OBIETTIVI STRATEGICI | OBIETTIVI OPERATIVI | RESPONSABILE ATTIVITA' | INDICATORI | TARGET anno 2017 | RISULTATO anno 2017 | RAGGIUNGIMENTO TARGET anno 2017 |
|----------------------------------|---|---|--|---|--|---------------------|---------------------------------|
| 1.RICERCA | 1.1. Attuazione della strategia nel rispetto della programmazione e dei tempi previsti | 1.1.1 Stato di avanzamento dei progetti di ricerca e degli esperimenti | Commissioni Scientifiche Nazionali | % obiettivi (milestones) raggiunti nell'anno | 80% | 86% | >100% |
| | | | Commissioni Scientifiche Nazionali | % presentazioni a conferenze da parte di ricercatori INFN paragonate a quelle di D, F, UK | 30% | 42% | >100% |
| | | 1.1.2 Ampliamento e consolidamento delle collaborazioni internazionali e delle reti di ricerca | Commissioni Scientifiche Nazionali | % attività di ricerca svolta in collaborazioni internazionali per la Fisica delle Particelle, Astroparticellare, Nucleare e Teorica | 80% | 87% | >100% |
| | | | Commissioni Scientifiche Nazionali | n. di posizioni di responsabilità affidate a ricercatori INFN in collaborazioni internazionali | ~175 | 351 | >100% |
| | 1.2. Promozione dell'attività di terza missione | 1.2.1 Divulgazione, formazione esterna | Direttori Strutture | Numero di eventi dedicati alla scuola | ~160 | 258 | >100% |
| | | | | Numero di eventi per il grande pubblico | 215 | 210 | 98% |
| | | 1.2.2 Trasferimento tecnologico | Direttori Strutture | Numero di brevetti concessi | 2 | 7 | >100% |
| | | | | Numero di tecnologie licenziate | 1 | 6 | >100% |
| | | | | Numero di contratti di ricerca da azienda | 6 | 12 | >100% |
| | 1.3. Realizzazione di un migliore utilizzo delle risorse finanziarie | 1.3.1 Finanziamento derivante da fondi esterni: Unione Europea, Nazionali e Regionali | Commissioni Scientifiche Nazionali Direttori Strutture | Rapporto tra entrate provenienti da fondi esterni ed entrate provenienti dal FOE | 6% | 11% | >100% |
| 2.ORGANIZZAZIONE E FUNZIONAMENTO | 2.1. Revisione degli atti normativi e organizzativi interni nell'ottica della semplificazione ed dell'efficienza gestionale | 2.1.1 Adeguamento dei Regolamenti (Regolamento di organizzazione e funzionamento dell'INFN, Regolamento del Personale, Regolamento di Amministrazione, Finanza e Contabilità dell'INFN) | Consiglio Direttivo | Emanazione nell'anno 2017 degli atti normativi e di organizzazione | SI/NO | SI | 100% |
| | | 2.1.2 Revisione dei disciplinari | Consiglio Direttivo Giunta Esecutiva | Approvazione di nuovi disciplinari | 30% | 20% | 67% |
| | 2.2. Studio sulla rielaborazione dei documenti programmatici in tema di Performance | 2.2.1 Formazione di gruppi di lavoro per l'implementazione dei documenti programmatici riguardanti la performance previsti dal d. lgs 150/2009 | Consiglio Direttivo OIV | Aggiornamento del Sistema di Misurazione e Valutazione della Performance e del Piano della Performance | SI/NO | Parziale | 50% |
| | 2.3. Riorganizzazione dell'Amministrazione Centrale dell'INFN | 2.3.1 Proposta di un nuovo impianto organizzativo per l'Amministrazione Centrale | Direttore Generale | Proposta ed adozione del nuovo disciplinare organizzativo di AC | SI/NO | SI | 100% |
| | | 2.3.2 Riorganizzazione del lavoro amministrativo dell'Amministrazione Centrale | Direttore Generale | Revisione dei processi | 20% | 20% | 100% |
| | | | | | | | |
| 3.RISORSE UMANE | 3.1. Politiche legate al fabbisogno di personale | 3.1.1 Attivazione delle politiche assunzionali programmate | Giunta Esecutiva | Attuazione dei programmi di assunzione del personale previsti dal Piano Triennale 2017-2019 | 70% | 43% | 61% |
| | 3.2. Attività di formazione Sviluppo delle competenze del personale | 3.2.1 Favorire l'applicazione della valutazione integrata della formazione anche ai corsi locali organizzati nei Laboratori Nazionali | Direttore della Direzione Gestione del Personale | Numero dei corsi locali dei Laboratori Nazionali valutati con la modalità sperimentale rispetto al totale dei corsi locali programmati nei Laboratori Nazionali (dove è applicabile tale nuova metodologia) | 10% | 29% | >100% |
| | | 3.2.2 Garantire l'attuazione del piano formativo nazionale | Direttore della Direzione Gestione del Personale | Rapporto tra il numero dei corsi nazionali erogati rispetto al numero dei corsi nazionali programmati nell'anno | 80% | 72% | 90% |
| | | 3.2.3 Garantire l'attuazione dei piani formativi locali | Direttore della Direzione Gestione del Personale | Rapporto tra la somma di tutti i corsi locali erogati rispetto alla somma di tutti i corsi locali programmati nell'anno | 80% | 66% | 83% |
| 4.INNOVAZIONE GESTIONALE | 4.1. Sviluppo di nuovi servizi applicativi | 4.1.1 Acquisto del modulo stipendiale e avvio delle attività per i moduli documentale, conservazione e processo di firma; passaggio ai nuovi software e migrazione dati | Direttore della Direzione Gestione e Finanze | Relazione sullo stato di migrazione e passaggio ai nuovi dati | SI/NO | SI | 100% |
| | 4.2. Implementazione di applicativi informatici già esistenti | 4.2.1 Evoluzione del software di contabilità in uso, realizzate dal Sistema Informativo | Direttore della Direzione Gestione e Finanze Servizio Sistema Informativo | Documento descrittivo del software | SI/NO | SI | 100% |
| | 4.3. Implementazione di nuove procedure in materia di contabilità | 4.3.1 Definizione di linee guida per l'accertamento e la gestione delle entrate diverse dal contributo ordinario | Direttore della Direzione Gestione e Finanze | Linee guida | SI/NO | SI | 100% |
| 5.ANTICORRUZIONE E TRASPARENZA | 5.1. Riduzione del rischio di fenomeni corruttivi | 5.1.1 Attuazione delle misure indicate nel Piano Triennale di prevenzione della corruzione 2017-2019 | Responsabile Prevenzione Corruzione e Trasparenza | % di misure attuate fra quelle indicate nel Piano Triennale di prevenzione della corruzione per l'anno 2017 | 100% | 100% | 100% |
| | 5.2. Ampliamento della Trasparenza | 5.2.1 Attuazione delle misure sulla Trasparenza indicate nel Piano Triennale di prevenzione della corruzione 2017-2019 | Responsabile Prevenzione Corruzione e Trasparenza | % di misure attuate fra quelle indicate nel Piano Triennale di prevenzione della corruzione nell'anno 2017 | 100% | 98% | 98% |
| | | 5.2.2 Adeguamento alle prescrizioni del d. lgs. 97/2016 in tema di revisione e semplificazione delle disposizioni in materia di prevenzione della corruzione, pubblicità e trasparenza | Responsabile Prevenzione Corruzione e Trasparenza | % di adeguamento al nuovo dettato normativo nell'anno 2017 | 100% | 98% | 98% |
| | | 5.3. Promozione della legalità e dell'etica pubblica | 5.3.1 Sensibilizzazione del Personale attraverso corsi di formazione anche in modalità e-learning sulla prevenzione della corruzione e sulla trasparenza | Responsabile Prevenzione Corruzione e Trasparenza | % di misure attuate fra quelle indicate nel Piano Triennale di prevenzione della corruzione nell'anno 2017 | 100% | 100% |

3.2 OBIETTIVI E PIANI OPERATIVI

La missione dell'Istituto - in sintesi, il progresso nella conoscenza delle leggi fondamentali della fisica e degli aspetti fondamentali dell'Universo - è perseguita mediante una ricerca articolata su cinque linee scientifiche e su una pluralità di strutture di ricerca di cui si delineano gli aspetti salienti. I consuntivi degli impegni, di seguito dettagliati, per singolo esperimento, non includono la spesa per il personale e quelle per il funzionamento delle strutture operative.

3.2.1. FISICA DELLE PARTICELLE (COMMISSIONE SCIENTIFICA NAZIONALE 1-CSN1)

Nel 2017 gli esperimenti dedicati alla Fisica subnucleare, effettuati agli acceleratori di particelle, hanno esplorato molti ambiti fondamentali di questo settore, tutti alla frontiera della ricerca in questo campo a livello internazionale.

Gli esperimenti approvati e in corso sono in una fase di costruzione o stanno consolidando i propri apparati in vista delle prossime campagne di presa dati. A complemento si è avviato un piano di attività di ricerca e sviluppo mirata ai futuri acceleratori, sia per quanto riguarda specifici studi di macchina che di rivelatori innovativi.

Ci sono diverse linee di ricerca attive, la cui composizione e budget sono specificati nella tabella 1. Il numero totale di FTE è in crescita, rispettivamente pari a 791 nel 2016 e a 803 nel 2017.

Gli esperimenti al CERN, che lavorano a LHC, il più grande acceleratore esistente al mondo, ricoprono un ruolo centrale sia per l'impiego di risorse umane e finanziarie, che per le aspettative di fisica. All'energia di 13 TeV nel centro di massa, raggiunta nelle collisioni protone-protone dal 2015, gli esperimenti hanno raccolto una mole di dati che ha superato di gran lunga le previsioni di disegno. Anche nelle collisioni p-Pb si sono raggiunte prestazioni record. La presa dati del 2017 ha avuto inizio

| CSN1 Sector | FTE | Budget |
|----------------------------------|-------|--------|
| Hadronic Physics (LHC, Tevatron) | 59.2% | 59.2% |
| Flavor Physics (including LHCb) | 27.1% | 25.0% |
| Charged Lepton Physics | 8.3% | 12.5% |
| Proton Structure | 3.8% | 2.6% |
| R&D for Future Applications | 1.6% | 0.7% |

dopo alcune importanti migliorie all'acceleratore e agli apparati sperimentali.

Più di 500 fisici e 100 ingegneri, supportati dall'INFN, danno un contributo importante e con ruoli di grande visibilità negli esperimenti ATLAS, CMS, LHCb, LHCf e TOTEM, partecipando sia al lavoro di costruzione, manutenzione e operazione dei rivelatori che all'analisi dei dati raccolti e alla ricerca e sviluppo di nuove tecnologie per la fase ad alta luminosità della macchina, prevista cominciare nel 2026.

Gli esperimenti LHC lavorano al completamento, previsto concludersi con la chiusura di LHC nel 2019-2020, di diversi consolidamenti degli apparati sperimentali, detti di Fase1, sui quali i gruppi INFN sono molto attivi. E' inoltre in corso un intenso lavoro di R&D per preparare le radicali ristrutturazioni degli esperimenti ATLAS e CMS previste per la presa dati ad altissima luminosità dal 2026, detta Fase2. L'INFN partecipa attivamente alla stesura dei documenti finali di Technical Design Review degli apparati di Fase2 previsti nel 2017 e 2018, che verranno sottoposti alla revisione puntuale da parte della CSN1.

Gli studi in corso riguardano sia le misure di precisione di eventi previsti dal Modello Standard (MS) delle particelle che la ricerca di nuovi fenomeni fisici che possano anche mettere in luce nuove particelle per avvalorare i modelli teorici o, ancor più importante, scoprire l'origine della materia oscura. Molti limiti sperimentali sono stati migliorati, ma non appare ancora alcun segnale chiaro oltre il MS.

A cinque anni dalla sua scoperta si continuano a verificare le predizioni del MS relative all'interazione del bosone di Higgs con le varie particelle, migliorando di un fattore 2 la sensibilità della misura rispetto al Run1 e avvicinandosi alla precisione teorica. Gli esperimenti CMS ed ATLAS hanno rispettivamente misurato il decadimento in due leptoni tau e il decadimento in una coppia di quark b. Le misure diventano sempre più precise sia su decadimenti rari che sui parametri fondamentali. Gli studi in corso riguardano sia le misure di precisione di eventi previsti dal Modello Standard (MS) delle particelle che la

ricerca di nuovi fenomeni fisici che possano anche mettere in luce nuove particelle per avvalorare i modelli teorici o, ancor più importante, scoprire l'origine della materia oscura. Molti limiti sperimentali sono stati migliorati, ma non appare ancora alcun segnale chiaro oltre il MS.

TOTEM e CMS utilizzano simultaneamente gli apparati per studiare la fisica diffrattiva e poter misurare proprio nuovi segnali di fisica utilizzando l'accettanza nella zona a piccolo angolo rispetto alla linea di fascio. TOTEM, per la prima volta a LHC, ha misurato la sezione d'urto totale a 8 TeV nella regione d'interferenza Coulomb-Nucleare con la determinazione del parametro r .

L'esperimento LHCb ha incrementato del 15% la frequenza di raccolta dei dati dal 2017, producendo moltissime nuove misure di fisica del sapore. Allo stesso tempo l'apparato è in fase di profondo rinnovamento della strumentazione. La precisione della misura sperimentale si evidenzia con l'osservazione contemporanea di cinque nuovi stati eccitati stretti Ω_c^0 e la prima osservazione di una nuova particella con due quark charm: il barione Ξ_{cc}^{++} . LHCb sta raccogliendo nuovi dati per testare l'universalità del sapore leptonic. Inoltre si stanno sviluppando nuove idee per misure pionieristiche a bersaglio fisso come la produzione di antiprotoni in collisioni p-He.

Sono stati raggiunti i primi risultati a LHCf - combinando le informazioni con ATLAS - sugli studi in interazioni tra protoni e nuclei di piombo ad altissima energia a LHC in zone di rapidità molto elevata, finora inesplorate da altri esperimenti. Gli spettri in energia di neutroni e fotoni misurati in collisioni a 13 TeV sono stati confrontati con le simulazioni basate su diversi modelli teorici.

Al CERN il programma di fisica è ricco e diversificato. La componente italiana si distingue per il contributo, riconosciuto a livello di responsabilità negli esperimenti che studiano la fisica fondamentale, sia per comprenderne la struttura che per evidenziare nuovi fenomeni.

L'esperimento COMPASS al SPS del CERN ha completato le migliorie all'apparato sperimentale e continua il programma di studio della struttura del protone, in particolare quello delle funzioni di struttura in adroni polarizzati. Le collaborazioni STAR a RHIC e COMPASS hanno fornito risultati concordi sulla funzione di Sievers.

Per la parte di fisica dei kaoni l'esperimento NA62 al CERN, che mira alla misura di decadimenti ultra rari del mesone K carico, prosegue la presa dati con l'apparato completamente funzionante. Con i primi risultati preliminari la strategia di analisi è in corso di ottimizzazione. Il programma di analisi si estende a ricerche di segnali esotici e di fotoni oscuri con nuove selezioni dei dati raccolti.

Ai Laboratori Nazionali di Frascati (LNF) KLOE 2, con una luminosità integrata prevista di circa 5 fb^{-1} , è cominciata l'analisi sistematica dei dati usando i nuovi apparati con le calibrazioni finali. Il programma di fisica prevede di studiare: decadimenti rari del K, decadimenti radiativi della f, misure di sezione d'urto totale, fisica gg, test della validità della simmetria CPT e dell'invarianza di Lorentz che sondano la fisica alla scala di Plank.

L'esperimento PADME (Positron Annihilation into Dark Matter Experiment) per la ricerca di decadimenti "invisibili" dei fotoni oscuri prodotti nell'annichilazione e^+e^- sta completando la costruzione per iniziare la presa dati di circa due anni nel 2018, utilizzando il fascio di positroni del linac di DAPHNE, foccheggiato e collimato dalla linea di trasporto della BTF (Beam Test Facility) su un bersaglio attivo sottile al diamante.

BES-III all'acceleratore BEPC-II in Cina sta producendo molti nuovi risultati sul quark charm e il leptone tau. La collaborazione italiana è fortemente impegnata a completare la costruzione del nuovo rivelatore di tracce centrale basato sulla tecnica innovativa della GEM cilindrica.

BelleII a KEK in Giappone sta completando la costruzione e la messa in opera del rivelatore, in particolare rivelatore di vertice, identificazione e calcolo. A partire dalle prime collisioni si sta pianificando al meglio la presa dati e l'infrastruttura di calcolo per l'analisi. I rilevanti contributi della componente italiana sono riconosciuti con ruoli di responsabilità.

L'esperimento MEG al PSI di Zurigo sta completando la costruzione dei nuovi rivelatori per migliorare di un ordine di grandezza la sensibilità della misura del $BR(m \rightarrow eg)$.

A Fermilab l'esperimento Mu2e, approvato per misurare in modo complementare la violazione del sapore leptonic carico (CLFV), ha avviato la costruzione del rivelatore. I gruppi italiani INFN sono impegnati sul calorimetro elettromagnetico, costruzione delle varie parti del rivelatore e studi dettagliati di simulazione. La ditta italiana ASG superconducting di Genova sta completando la costruzione del magnete di trasporto del fascio con il supporto INFN.

L'esperimento g-2 al Muon Campus di Fermilab ha completato la fase di messa a punto con il primo fascio per avviare la presa dati a inizio 2018. L'INFN è responsabile del raffinato sistema di calibrazione dei calorimetri e del relativo contributo alla misura di fisica.

L'esperimento UA9, dopo aver provato con successo la collimazione a 6.5 TeV ha osservato la collimazione di ioni a energia $2.6 \times A$ TeV, provando la fattibilità per la collimazione di ioni a HL-LHC. Si prosegue negli studi di cristalli per l'estrazione del fascio al SPS del CERN.

Dopo la proposta tecnica del nuovo esperimento SHIP di "beam dump" con un nuovo fascio ad alta intensità del SPS del CERN, la collaborazione ha proposto la misura su fascio di test del flusso di muoni e della sezione d'urto di charm in preparazione di uno studio più dettagliato sull'apparato che verrà valutato per l'aggiornamento della European Strategy.

Per partecipare al meglio alla pianificazione del futuro, la CSN1 ha formalizzato l'attività sui nuovi acceleratori e si ripropone di sviluppare al meglio le competenze con iniziative che coinvolgano anche le strutture di ricerca e industriali italiane.

Di seguito sono elencati tutti gli esperimenti a consuntivo 2017, il personale e le strutture coinvolte, gli impegni di spesa e le relative fasi evolutive (importi in migliaia di euro).

| Area di ricerca | Esperimento | Fase dell'esperimento | PETP (*) | Strutture partecipanti | Consuntivo impegni (k€) |
|----------------------------|-------------|---|----------|------------------------|-------------------------|
| Frontiera dell'energia | CMS | Installaz. rivelatore a pixel e dimostratore camere mu in avanti. Upgrade HL-LHC. Presa dati e a 13 TeV. | 200,07 | 16 | 5.005,0 |
| | ATLAS | Misura di precisione degli accoppiamenti dell'Higgs. Ricerca di fisica BSM. Finalizzazione progetti periodo LS2. | 177,7 | 14 | 4.046,0 |
| | RD FASE2 | R&D per l'upgrade di Fase2 ATLAS e CMS. | 68,2 | 8 | 521,4 |
| | RD_FA | Riunioni di collaborazione e test beam. Produzione elettronica. | 1,7 | 1 | 39,2 |
| | TOTEM | Completamento upgrade. Presa dati e analisi. | 8,4 | 3 | 348,5 |
| | LHC-f | Run a RHIC. Analisi dati. Test a SPS del CERN. | 5,2 | 2 | 42,9 |
| Fisica del sapore | KLOE | Presa dati a DAFNE. Manutenzione apparato sperimentale. | 22,1 | 4 | 368,6 |
| | LHC-b | Analisi dati. Manutenzioni. Upgrade. Presa dati. | 94,49 | 13 | 2.047,6 |
| | NA62 | Presa dati e analisi. GTK: completamento ASIC probing. TDAQ: miglioramento processore centrale di L0. | 39,55 | 9 | 683,3 |
| | BELLE2 | Completamento costruzione rivelatori e test apparato. | 34,15 | 7 | 695,2 |
| | BESIII | Analisi dati. Costruzione rivelatore CGEM. Implementazione Software. | 26,0 | 3 | 593,3 |
| Fisica dei leptoni carichi | MEG | Consegna camera al PSI. Produzione e installazione schede di trigger. Presa dati in configurazione completa. | 17,95 | 5 | 346,5 |
| | GMINUS2 | Installazione fase II e completam. local monitor. Software di sistema calibrazione. Commissioning sistema e presa dati. | 12,9 | 4 | 303,2 |
| | PADME | Costruzione e assemblaggio esp. nell'area di test alla BTF. Incollaggio fototubi ai cristalli. | 9,6 | 3 | 542,7 |
| | P-MU2E | Completam. modulo 0 e test. Versione finale FEE e Digitizer. | 14,2 | 3 | 1.127,7 |
| Struttura protone | COMPASS | Completam. analisi dati DY. Risultati sulla TSA delle Lambda. Release risultati di asimmetria di Sivers dal set di dati. | 26,75 | 2 | 429,1 |
| Altro | UA9 | Test di collimazione LHC e analisi dati. Produzione cristalli. | 2,9 | 2 | 44,7 |
| | P-SHIP | PID: progetto generale e HW con rivelatore di mu ed elettronica del calorimetro e.m.. Attività su rivelatore di neutrini. | 10,0 | 3 | 69,0 |
| Totale | | | 771,86 | | 17.253,9 |

(*) Personale equivalente a tempo pieno

3.2.2. FISICA ASTRO-PARTICELLARE (COMMISSIONE SCIENTIFICA NAZIONALE 2-CSN2)

La comprensione delle proprietà dei neutrini, la rivelazione diretta delle onde gravitazionali e l'uso di queste per fisica e astrofisica fondamentale, l'identificazione dei costituenti della materia e dell'energia oscura, la spiegazione dell'assenza dell'antimateria nell'Universo, lo studio della radiazione cosmica e l'indagine sui fondamenti della fisica quantistica e della gravitazione costituiscono oggi alcuni tra gli obiettivi più importanti alla frontiera della fisica fondamentale e dell'osservazione dell'universo e rappresentano i principali obiettivi scientifici della CSN2.

Le attività della CSN2 possono essere divise nelle seguenti 4 linee scientifiche.

FISICA DEI NEUTRINI

Gli esperimenti di fisica del neutrino si svolgono principalmente in laboratori sotterranei come i Laboratori Nazionali del Gran Sasso e in altre strutture analoghe in vari paesi del mondo. In particolare:

- Negli anni '90 lo studio dei neutrini atmosferici ha portato alla scoperta del fenomeno delle oscillazioni tra i diversi tipi di neutrini, scoperta premiata con i premi Nobel nel 2002 e nel 2015. Questo fenomeno è studiato ai Laboratori del Gran Sasso sia con i neutrini solari (esperimento BOREXINO) sia con l'esperimento T2K in Giappone. La CSN2 ha recentemente approvato la partecipazione di un gruppo INFN all'esperimento JUNO, che studierà le oscillazioni di anti-neutrini da reattore con precisione mai raggiunta prima. L'INFN ha inoltre approvato un programma di ricerca di neutrini sterili al Fermilab utilizzando le capacità del rivelatore ICARUS che è in corso di ricondizionamento al CERN, portato a Fermilab alla fine del 2017, e un secondo programma che utilizza un generatore artificiale di neutrini e l'apparato di Borexino (SOX). Sono infine state approvate dalla CSN2 anche la partecipazione al programma Long Base Line negli USA (DUNE) e quella al progetto di upgrade di T2K.
- La determinazione della massa del neutrino è un tema importante in fisica del neutrino: se i neutrini sono particelle di Majorana, la massa del neutrino può essere determinata tramite il doppio decadimento beta senza neutrini nello stato finale ($0\nu 2\beta$). Se invece sono particelle di Fermi questo processo non è permesso. L'INFN sta sviluppando due esperimenti volti a rilevare il decadimento $0\nu 2\beta$: un rivelatore di medie dimensioni che dal 2011 sta acquisendo dati utilizzando cristalli di germanio (GERDA) e un rivelatore di grandi dimensioni che ha appena iniziato a prendere dati (CUORE), composto da circa 1000 bolometri criogenici di ossido di tellurio. La costruzione di CUORE, che vede una significativa partecipazione degli Stati Uniti, è stata completata a inizio 2017. Il prototipo di CUORE, CUORE-0 ha preso dati con successo per circa un anno nel 2014-2015, producendo risultati molto incoraggianti. Nel 2016 e nel 2017 GERDA ha presentato i primi risultati della fase 2 dell'esperimento che escludono del tutto una precedente osservazione di doppio decadimento beta senza neutrini nello stato finale pubblicata dal gruppo di Heidelberg-Mosca. Nel 2015 si è inoltre avviato un progetto di ricerca e sviluppo denominato CUPID indirizzato a individuare le tecnologie migliori per un esperimento bolometrico di seconda generazione dopo CUORE. E' in discussione la continuazione di Gerda con un ulteriore aumento della massa e della qualità dei rivelatori al Germanio.

L'UNIVERSO OSCURO

Negli ultimi 30 anni si è consolidata l'evidenza astrofisica che la maggior parte dell'Universo (circa il 96%) sia formata da materia ed energie di forma sconosciuta e oscure, ovvero non rivelabili direttamente per mezzo di osservazioni astronomiche ottiche o comunque elettromagnetiche. La CSN2 è impegnata da molti anni nella ricerca diretta e indiretta di materia oscura, sia con rivelatori sotterranei prevalentemente al Gran Sasso sia con misure indirette di radiazione cosmica da Terra e dallo spazio. In particolare:

- Da circa un decennio DAMA osserva una modulazione annuale nei conteggi a bassa soglia in cristalli di Ioduro di Sodio, compatibile con l'interazione diretta di particelle debolmente interagenti; a seguito di un miglioramento della sensibilità della strumentazione, DAMA sta raccogliendo in questi anni ulteriori dati a soglia più bassa. Si attendono i risultati per il 2018. Nel 2009, studiando accuratamente la composizione dei raggi cosmici carichi nello spazio, prima che vengano assorbiti dalla nostra atmosfera, la missione italo-russa Pamela ha ottenuto indicazioni di un aumento nel rapporto tra positroni ed elettroni al di sopra di 10 GeV e fino a 100 GeV, che potrebbe essere collegabile all'esistenza della materia oscura. Pamela è stato concluso nel 2016. Nel 2014 AMS02 ha pubblicato la prima misura fino quasi alla scala di 500 GeV del flusso di elettroni e positroni, che completa la misura del 2012 e conferma i risultati di Pamela. Nel 2015 AMS-02 ha inoltre pubblicato risultati sul flusso di anti-protoni fino alla scala di 600 GeV che evidenziano anomalie rispetto all'interpretazione più comune in termini di sorgenti astrofisiche di raggi cosmici. Il risultato non consente di concludere se si tratti di indicazione di materia oscura oppure indichi che i meccanismi di produzione, accelerazione e diffusione degli anti-protoni nella galassia debbano essere rivisti. AMS-02 continuerà a prendere dati almeno fino al 2022. E' inoltre in funzione il rivelatore DAMPE, in volo dal 2015. I primi risultati di DAMPE sono attesi per la fine 2017.
- L'esperimento XENON1T è in funzione ai LNGS e prende dati da inizio 2017. Ha pubblicato nel 2017 il miglior limite mondiale per questa tecnica. Sempre presso i LNGS è in corso di presa dati

l'esperimento Dark-Side-50 dedicato alla ricerca di materia oscura con un rivelatore a base di argon liquido. Questi due esperimenti si svolgono ai LNGS con la partecipazione di ricercatori INFN, ma sono realizzati da due collaborazioni con una forte partecipazione americana, a testimonianza di quanto questa infrastruttura sia in grado di attrarre i migliori ricercatori del settore a livello mondiale. L'INFN ha inoltre recentemente approvato la partecipazione di un piccolo gruppo all'esperimento CRESST. La CSN2 e tutto l'INFN sono inoltre fortemente impegnati per la realizzazione di DarkSide-20t, un esperimento di nuova generazione da 20 tonnellate di Argon Liquido a basso contenuto di Ar-39 che sarà realizzato al Gran Sasso.

- Sempre nel contesto di What's Next, la CSN2 ha approvato la partecipazione INFN alla missione EUCLID dell'ESA (sigla COSMO_WNEXT) in particolare per lo studio dell'equazione di stato dell'energia oscura.

RADIAZIONE COSMICA

I raggi cosmici sono stati scoperti più di un secolo fa, ma ancora molto si ignora relativamente alla loro origine e composizione, soprattutto ad altissime energie dove sono necessari rivelatori di grandissime dimensioni per avere un numero di eventi significativo; un nuovo campo si è aperto nel corso dello scorso decennio con la scoperta di sorgenti localizzate in grado di emettere fotoni di energia dell'ordine del TeV e con la scoperta di inattesi fiotti di fotoni, associati a fenomeni di energia estremamente elevata: i cosiddetti "gamma ray bursts" la cui origine è ancora sostanzialmente sconosciuta. Gli esperimenti per i raggi cosmici, ostacolati dall'atmosfera terrestre, sono condotti nello spazio con palloni o satelliti, salvo il caso delle altissime energie ove sono richiesti apparati molto estesi. Questi esperimenti, realizzati all'interno delle Sezioni e dei Laboratori dell'INFN, sono condotti in collaborazione con le agenzie spaziali internazionali (NASA; Roskosmos), ed il supporto dell' Agenzia Spaziale Italiana (ASI). L' INFN partecipa, spesso con ruoli importanti, ai più importanti esperimenti in questo settore, sia a Terra sia nello Spazio. In particolare:

- Dal suo completamento alla fine del 2008, il grande rivelatore Auger in Argentina ha funzionato senza interruzioni, confermando con sempre maggiore evidenza l'esistenza del cutoff previsto da GZK. All'aumentare della statistica l'evidenza della presenza di sorgenti di EECR è però diventata più debole ($2-3 \sigma$). Nel 2017 Auger ha pubblicato un risultato fondamentale che dimostra l'origine extra-galattica dei raggi cosmici di altissima energia. E' in corso un upgrade dell'apparato per migliorare la sensibilità ai muoni e comprendere meglio il problema della composizione.
- Con l'approvazione del PON alla fine del 2011, è iniziata la costruzione del rivelatore KM3, a 3500 metri di profondità al largo di Capo Passero in Sicilia. Nel corso del 2013 l'esperimento ICE-CUBE In Antartide ha fornito per la prima volta una evidenza convincente dell'esistenza di un segnale di neutrini galattici, e conseguentemente della possibilità di effettuare osservazioni astrofisiche basate su questo nuovo tipo di messaggero. Recenti accordi con la Regione Sicilia con forte cofinanziamento INFN aprono la strada al completamento del rivelatore e all'inizio di questa fisica nel Mediterraneo.
- Nel settore dei raggi gamma di alta energia i due telescopi Cherenkov del rivelatore MAGIC operano da più di un anno in modalità stereo, con una soglia che è attualmente al di sotto dei 50 GeV, la più bassa per questo tipo di rivelatori, permettendo a MAGIC di sovrapporre i suoi risultati con le misure di rivelatori spaziali come Fermi ed AGILE. MAGIC ha recentemente studiato lo spettro di Cassiopea A e trovato evidenza di un Blazar che potrebbe aver dato un neutrino in coincidenza con IceCube.
- L'INFN parteciperà all'esperimento CTA, che realizzerà una grande serie di specchi Cherenkov di varie dimensioni in un sito nell'emisfero sud in Cile ed uno nell'emisfero nord a La Palma alle isole Canarie.
- Dal maggio 2011 il grande spettrometro magnetico AMS-02 raccoglie dati sulla Stazione Spaziale Internazionale (ISS) funzionando nominalmente. Esattamente un secolo dopo la scoperta dei raggi cosmici da parte di Victor Hess, la comunità scientifica ha a disposizione uno strumento in grado di effettuare per la prima volta misure di precisione all'energia del TeV. Tra le numerose misure presentate nel 2013, le più interessanti mostrano un appiattimento del rapporto positroni su elettroni al di sopra del 100 GeV e una assenza delle strutture osservate da Pamela nello spettro energetico di protoni e elio intorno ai 200 GV. Nel 2014 AMS02 ha esteso la misura di elettroni e positroni fino a quasi 500 GeV.
- A dicembre 2015 è stato lanciato con successo il satellite DAMPE per lo studio di fotoni e nuclei a

energie maggiori di quelle studiabili con AMS. DAMPE sta funzionando correttamente e prendendo dati da inizio 2016.

- Nel contesto di What's Next, la CSN2 ha approvato il progetto LSPE, un esperimento in pallone con micro-bolometri sensibili alla polarizzazione del segnale radio a micro-onde del fondo cosmico. Il lancio è previsto nel gennaio del 2018. Se di successo, LSPE sarà la base per una proposta di missione su satellite per la decade '20-'30. Nel 2016 si è inoltre avviata la partecipazione al progetto QUBIC in Argentina.

In sintesi, l'attività spaziale ha raggiunto risultati scientifici di assoluta importanza, che hanno fornito all'Istituto visibilità e leadership internazionali; è confermata la rilevanza di questo settore nell'ambito delle attività della CSN2, settore su cui l'Istituto è impegnato dalla metà degli anni '90, nell'ambito di una forte collaborazione con l'ASI.

ONDE GRAVITAZIONALI, GRAVITÀ E MECCANICA QUANTISTICA

La rivelazione diretta delle onde gravitazionali è stata il più importante risultato di fisica del 2016. INFN oggi è particolarmente equipaggiata per l'osservazione diretta di questo fenomeno sull'interferometro VIRGO che è entrato in funzione nel 2017, portando immediatamente risultati straordinari:

- E' stato osservato un primo evento con coincidenza a tre di fusione di buchi neri ed è stata osservata e localizzata la prima collisione di stelle di neutroni, con enormi conseguenze scientifiche in molti campi della scienza (stelle di neutroni, astrofisica nucleare, cosmologia, gravitazione);
- E' stato avviato il progetto LISA, dopo il successo di LISA-PF nel 2016.
- Il futuro della ricerca in questo settore vede allo studio nuovi progetti internazionali di terza generazione come il progetto denominato ET (Einstein Telescope) e, nello spazio, il progetto LISA.
- Sono in corso di realizzazione esperimenti ultrasensibili basati su tecniche di ottica quantistica (HUMOR, SUPREMO) che permettono dei test di fisica fondamentale di grande interesse per la CSN2.
- Nel contesto di What's Next, la CSN2 ha approvato il progetto FISh, per la realizzazione di simulazioni quantistiche di teorie di campo non abeliane per mezzo di sistemi di atomi ultra-freddi, bosonici e fermionici.
- Nel settore spaziale, il lancio del satellite LARES, progettato per testare accuratamente l'effetto Lense-Thirring e avvenuto con successo nella primavera del 2012, permetterà un grande miglioramento della sensibilità dei test di gravità generale.

Di seguito sono elencati tutti gli esperimenti a consuntivo 2017, il personale e le strutture coinvolte, gli impegni di spesa e le relative fasi evolutive (importi in migliaia di euro).

| Area di ricerca | Esperimento | Fase dell'esperimento | PETP | Strutture | Consuntivo |
|---------------------------|-------------|--|-------|-----------|------------|
| Fisica del Neutrino | BOREX | Test con mock-up di sorgente e schermo di tungsteno delle operazioni di unloading e posizionamento della sorgente. Calibrazioni con sorgenti radioattive. | 19,25 | 4 | 811,5 |
| | CUORE | Inizio presa dati di CUORE e primi risultati. | 27,07 | 6 | 473,2 |
| | CUPID | Presa dati torri di CUPID-0. Sviluppo dimostratori connessi alla misura cristalli di TeO2 con misura luce Cerenkov. | 11,26 | 4 | 232,7 |
| | ENUBET_2 | Analisi dati dei prototipi. Definiz. tecnologia di produzione del calorimetro scalabile al prototipo finale di ENUBET. | 3,5 | 3 | 17,4 |
| | GERDA | Pubblicazione articolo. Background modeling con integrazione sistema di veto. Miglioramento apparato. | 7,65 | 3 | 79,9 |
| | ICARUS | Installazione moduli in USA. Sviluppo software e nuova | 16,7 | 4 | 1.106,1 |
| | JUNO | Misura radiopurezza scintillatore LAB. Progetto del trigger. Prove con impianto pilota a Daya Bay. Gara elettronica. | | 7 | 1.457,4 |
| | NU_AT_FNAL | LBL: progettaz. e costruz. prototipi di DUNE al CERN. SBL: costruzione del sistema di tagging per raggi cosmici per ICARUS e del criostato per il near detector. | 3,4 | 1 | 292,8 |

| | | | | | |
|---|---|--|-------|-------|---------|
| | T2K | Presenza dati e ripartenza acceleratore. | 12,8 | 4 | 199,6 |
| Radiazione dall' Universo | AMS2 | Continuaz. presa dati. Pubblicaz. misure spettri energetici di specie nucleari e update misure elettroni/positroni. | 30,15 | 5 | 689,7 |
| | AUGER | Presenza dati. Realizzazione 150 moduli SSD compresi di elettronica e PMTs. Installazione di circa 400 SPMT. | 34,05 | 7 | 1.334,5 |
| | CTA | Completamento apparato e installazione a Las Palmas. | 32,35 | 10 | 392,1 |
| | DAMPE_GR2 | Ottimizzazione prestazioni del rivelatore. | 10,2 | 3 | 89,8 |
| | FERMI | Copertura dei followup di ricerca EM dei trigger LVC. Preparazione contributi IV NASA Senior Review. | 37,5 | 7 | 132,3 |
| | GAPS | Selezione della tecnologia CMOS. Studio architettura ASIC. Studio integraz. del preamplificatore. Test prototipo ASIC | 3,2 | 3 | 49,1 |
| | | Completamento flight model Mini-Euso. Upgrade full PDM Euso-TA. Presentazioni di risultati finali EUSO-Balloon. | 16,38 | 5 | 147,2 |
| | KM3 | Antares: estensione presa dati. KM3Net: presa dati continua e analisi. | 58,46 | 10 | 708,9 |
| | LHAASO | Sviluppo prog. dello stadio di preamplificazione del segnale. Progetto slow control. Software di simulazione array km2 di scintillatori e muon detectors. | 5,8 | 2 | 23,5 |
| | LSPE | Delivery dei bolometri e test. Test catena elettronica. Produzione bolometri e integrazione negli horn. | 21,1 | 6 | |
| | LVD | Presenza dati con duty cycle >99%. Partecipazione alla rete dei rivelatori di neutrini da SN SNEWS. Analisi flusso muoni. Implementazione trigger topologico. Installazione | 2,9 | 3 | 90,6 |
| | MAGIC | prototipo del Large Size Telescope da 23 m. di diametro. Costruzione della componente HW per il primo modulo. | 11,9 | 3 | 152,2 |
| | QUBIC | Assemblaggio, test e validazione del sistema di interferometria bolometrica a APC. | 7,8 | 4 | 179,7 |
| | WIZARD | Analisi dati e pubblicazione. Prosecuzione studio variazione dei flussi dei raggi cosmici. Misura flussi dei nuclei leggeri. | 9,75 | 5 | 64,0 |
| XPE | Realizzazione e calibrazione di due gas pixel detector da laboratorio. Preparazione documento finale per ESA. | 6,45 | 2 | 159,8 | |
| L'universo oscuro | CRESST | Inizio data taking CRESST-III fase 2. Risultati sulle performances. | 1,7 | 1 | 17,8 |
| | DAMA | Presenza dati DAMA-Lybra fase 2. Presenza dati con DAMA/LXe, DAMA/R&D, DAMA/CRYST e con DAMA/Ge e Stella. | 12,0 | 3 | 234,3 |
| | DARKSIDE | Realizzazione dimostratori per la preparazione del TDR. Realizzazione prototipo da 1 tonnellata di LAr | 57,35 | 11 | 749,2 |
| | EUCLID | Partecipazione alla missione spaziale Euclid per lo studio dell'origine dell'accelerazione dell'universo. | 10,7 | 4 | 97,7 |
| | NEWS | Trasloco nuova facility trattamento emulsioni. Test su campioni di emulsioni da 10 g. Misura fondo e stesura TDR. | | 2 | 89,5 |
| | QUAX | Misura Q cavità sotto campo magnetico. Caratterizzazione magneti superconduttore. | | 5 | 136,2 |
| | SABRE | Allestimento sito e infrastrutture in sala C. Installazione parti apparato e test. | | | 217,1 |
| | XENON | Presenza dati e validazione sistema. Validazione MC di Muon Veto di Xenon1T. Completamento MC background e neutron veto di XENONnT. Test fotosensori SiPM in Xeno. | 13,1 | 3 | 74,1 |
| Onde Gravitaz. Fisica Gener. e Quantistica | FISH | Misure su fermioni di 173 Yb in presenza di campi di gauge statici ed extradimensioni. Produzione del condensato spinoriale. | 5,6 | 2 | 102,2 |
| | G-GSASSO-RD | Completamento attività 2016. Analisi dati su GINGERINO in misura. | 8,2 | 3 | 178,0 |
| | HUMOR | Ottimizzazione membrane con strutture fotoniche e sistemi meccanici di isolamento. Realizz. sistema opto-meccanico a temperatura ultra criogenica. Trasferimento di una particella in una camera da alto vuoto e posizionamento. | 10,1 | 3 | 103,4 |

| | | | | |
|--------------|--|--------|---|----------|
| LARASE | Miglioram. modelli dinamici per perturbaz. non-gravitazion. agenti su LAGEOS, LAGEOS II e LARES. Nuove misure. | 3,3 | 1 | 9,4 |
| LIMADOU_CSN2 | Test pre-flight in Cina. Fase di commissioning dopo lancio. Test su fascio con nuclei per il QM dopo la riconsegna. | 12,6 | 4 | 33,9 |
| LISA-PF | Completam. operazioni LISA-PF. Completam. misure su 2 DOF. Analisi dati dai radiation monitors a stato stazionario. | 15,05 | 4 | 65,1 |
| MAGIA_ADV | Test di schemi interferometrici a più impulsi. Test di fasci laser non gaussiani. Test LMT Bragg con laser 689 nm. | 14,45 | 2 | 142,0 |
| MOONLIGHT2 | Consegna Moonlight e INRRI per MEX-1. Consegna 2 INRRIs FM per ExoMars Rover and Landing Platform. | 12,0 | 2 | 222,3 |
| PVLAS | Test con specchi della cavità Fabry-Perot raffreddati con azoto liquido per osservare eventuale riduzione del rumore. | 3,9 | | 65,8 |
| SUPREMO | Implementaz. schema di eccitazione a due fotoni. Finalizzazione link fibra ottica. Misure spettroscopiche a 1 fotone su fascio di CO metastabile decelerato. | 4,4 | 2 | 75,5 |
| VIRGO | Inizio e fine data taking. Integrazione vacuum squeezer. | 75,9 | 9 | 797,4 |
| Totale | | 698,64 | | 12.655,4 |

3.2.3. FISICA NUCLEARE (COMMISSIONE SCIENTIFICA NAZIONALE 3-CSN3)

Obiettivo scientifico della Fisica nucleare moderna è indagare l'origine, l'evoluzione, la struttura dei nuclei e dei loro costituenti (detti adroni) e le diverse fasi della materia nucleare, sfida molto impegnativa che richiede risposta a una serie di domande chiave relative alla genesi dell'Universo e alla nucleosintesi primordiale, nonché alla comprensione del meccanismo di formazione degli elementi dalle esplosioni stellari. Il tema unificante è quello di comprendere come oggetti complessi a molti corpi possano essere ricondotti a ingredienti semplici come i loro costituenti, le loro interazioni, le proprietà di simmetria e le leggi di conservazione; la descrizione di queste fenomenologie richiede diversi modelli teorici, quello a quark per i costituenti del nucleo (nucleoni) e per i nuclei i modelli di campo medio (Shell e collettivi) con interazioni tra i nucleoni microscopiche o efficaci.

Seguendo la classificazione del NuPECC dell'European Science Foundation, la sperimentazione in fisica nucleare è organizzata in 4 linee scientifiche.

LA STRUTTURA E LA DINAMICA DEGLI ADRONI

La teoria che descrive i quark e le loro interazioni (detta Cromo Dinamica Quantistica, *Quantum Chromo Dynamics* o QCD) non è ancora in grado di spiegare in modo soddisfacente la struttura dei nucleoni. Ad esempio, rimane ancora da chiarire come i quark e i gluoni si combinino per generare le ben note proprietà del protone e del neutrone, quali massa, spin e momento angolare, e anche a produrre lo spettro delle risonanze barioniche.

- Lo studio della struttura degli adroni può essere condotto sia utilizzando sonde elettromagnetiche che sonde adroniche. Le sonde elettromagnetiche hanno la capacità di entrare in profondità nella materia nucleare senza alterare sostanzialmente il sistema e, grazie all'elevata qualità dei fasci sia di fotoni che di elettroni che si possono ottenere oggi, permettono di effettuare misure di altissima precisione. Già la campagna sperimentale a 6 GeV presso il laboratorio Jlab ha permesso di produrre dati di eccellente qualità. Questo programma sperimentale sta continuando in Germania, a Bonn e Mainz, con fotoni di energia fino a 3 GeV (esperimento MAMBO) su processi complementari a quelli osservati al Jlab; inoltre presso il laboratorio americano JLab, in Virginia (esperimento JLAB12) la ricerca si sta indirizzando verso lo studio di proprietà dinamiche dei quark nei nucleoni quali le funzioni di struttura GPD. In particolare JLAB12 è impegnato nel completamento dei nuovi rivelatori necessari per lo studio dei processi nucleari indotti da fasci di fotoni ed elettroni con energia fino a 12 GeV. La sperimentazione è iniziata con il commissioning delle sale sperimentali ed include una serie di misure inclusive ed esclusive di alta precisione con fasci e bersagli polarizzati, volte alla ricerca di risonanze barioniche predette dalla teoria ma non ancora identificate, e allo studio delle correlazioni spin-moto orbitale nel nucleone. Inoltre l'elevata qualità dei fasci permetterà uno studio ad altissima precisione di processi di violazione di parità che permetteranno di verificare il Modello Standard e di cercare indicazioni di nuova fisica.
- Altrettanto efficaci per lo studio delle proprietà nucleari sono le sonde adroniche. Produrre in laboratorio adroni diversi dai nucleoni e farli interagire con i nuclei permette di comprendere le

diverse proprietà dell'interazione forte in presenza di materia nucleare. Di particolare interesse sono i kaoni che contengono un quark con sapore stranezza (quark "strano") e che possono essere catturati o formando atomi kaonici in cui un kaone si muove su "orbite" con raggi circa 1000 volte minori di quelle tipicamente elettroniche (esperimento SIDDARTHA), oppure formando i cosiddetti ipernuclei, dove un nucleone è sostituito da una particella più pesante che contiene un quark "strano" (esperimento ULYSSES presso il laboratorio giapponese JPARC (Japan Proton Accelerator Research Complex)). La sperimentazione con kaoni presso LNF ha portato alla misura più precisa ora esistente del sistema protone-kaone (idrogeno kaonico) e del ^4He , grazie agli alti valori di luminosità ottenuti per il collisionatore DAFNE e ad una maggiore precisione dei rivelatori. Produrre in laboratorio adroni diversi dai nucleoni e farli interagire con i nuclei permette di comprendere le diverse proprietà dell'interazione forte in presenza di materia nucleare. SIDDARTHA ha completato l'upgrade del rivelatore ed è in attesa del turno di misura per lo studio del deuterio kaonico previsto alla fine del programma sperimentale di KLOE.

- In parallelo alle attività già finanziate si sta iniziando a discutere la possibilità di estendere gli attuali programmi sperimentali ad energie più elevate mediante l'utilizzo dell'acceleratore EIC (Electron Ion Collider) in fare di studio negli Stati Uniti. Fisici afferenti alla CSN1 e CNS3 stanno partecipando alla definizione preliminare del programma scientifico e della strumentazione necessaria.

TRANSIZIONI DI FASE NELLA MATERIA ADRONICA

La collisione tra ioni a energie ultrarelativistiche è caratterizzata da densità di energie sufficientemente elevate da permettere una transizione dalla materia adronica a uno stato deconfinato di quark e gluoni, la stessa che si presume abbia avuto luogo nell'Universo primordiale, nei primi dieci milionesimi di secondo dopo il Big Bang.

- Lo studio del quark-gluon plasma è l'ambizioso obiettivo scientifico dell'esperimento ALICE al collisionatore LHC al CERN di Ginevra. Continua l'analisi dei dati ottenuti dalle misure della prima parte del programma sperimentale che prevedeva lo studio delle interazioni Piombo-Piombo, protone-protone e protone-Piombo. Nel frattempo è ripartita la presa dati ad energie maggiori dopo il lungo shutdown che ha permesso di effettuare la manutenzione dell'apparato.
- L'INFN sta contribuendo all'upgrade del rivelatore ALICE che permetterà di aumentare la precisione nella ricostruzione delle tracce delle particelle prodotte; in particolare al rivelatore di vertice basato su pixel di silicio di cui è stato approvato il TDR e la cui produzione è entrata nel vivo nel 2017.

STRUTTURA NUCLEARE E MECCANISMI DI REAZIONE

Il problema centrale attualmente affrontato con particolare vigore nei diversi laboratori (Europa, Usa e Giappone) è quello dell'evoluzione delle proprietà caratteristiche dei nuclei e/o della materia nucleare asimmetrica (masse, interazioni, simmetrie, eccitazioni, gradi di libertà collettivi), in presenza cioè di un rapporto anomalo di neutroni e protoni. L'ambizioso programma, che richiede molte informazioni sperimentali, è infatti quello di comprendere i limiti della stabilità nucleare e ottenere in laboratorio nuclei non presenti sulla Terra ma che potrebbero invece esistere in condizioni simili a quelle che si realizzano nel cosmo.

- Le collaborazioni INFN impegnate in queste problematiche sono molto attive e utilizzano prevalentemente i fasci di ioni dei laboratori di Legnaro, LNL (esperimenti GAMMA, NUCL-EX, PRISMA, EXOTIC) e di Catania, LNS (esperimenti EXOCHIM, FRAG, MAGNEX, LNS-STREAM) ma anche i fasci di ioni radioattivi dei laboratori esteri, in particolare GANIL in Francia e al GSI Helmholtz Centre for Heavy Ion Research (Darmstadt, Germania).
- L'argomento su cui la sperimentazione INFN si è focalizzata sulle interazioni e sulla materia neutronica, attualmente di grande interesse anche per l'astrofisica, in particolare per la nucleosintesi degli elementi pesanti e per le stelle di neutroni. Esperimenti a LNL e GSI di responsabilità delle collaborazioni INFN hanno dato contributi significativi per isolare interessanti effetti del sistema a molti corpi tra cui gli accoppiamenti di fononi di vibrazione alle particelle, effetti di pairing ed eccitazioni che coinvolgono vibrazioni puramente neutroniche. Esperimenti con l'apparato CHIMERA ai LNS stanno fornendo risultati particolarmente interessanti sulla dipendenza dell'energia di simmetria (presente quando vi è un'asimmetria nel numero di protoni e neutroni) dalla densità barionica, rilevanti per la descrizione delle stelle di neutroni.
- In quest'ottica è importante il contributo dei due laboratori nazionali LNL e LNS, dotati di strumentazione di avanguardia. Entrambi possiedono uno spettrometro magnetico (PRISMA a LNL

e MAGNEX a LNS) e rivelatori a grande accettazione per raggi gamma (EUROBALL a LNL e MEDEA a LNS) e particelle cariche (in particolare CHIMERA ai LNS). In particolare presso i LNS è in corso la fase preliminare delle misure dell'esperimento NUMEN volto alla misura degli elementi di matrice nucleare del doppio decadimento beta senza neutrini. I risultati sono molto promettenti. In parallelo si sta lavorando a un programma sperimentale complementare da condurre dopo l'upgrade del ciclotrone.

- Le misure di fisica programmate riguardano lo studio di modi di eccitazioni in nuclei moderatamente ricchi di neutroni, che sono d'interesse e preparatori anche in vista della sperimentazione con fasci radioattivi di prossima generazione, come quelli di SPES o SPIRAL2. A LNS si utilizzeranno sempre di più i fasci radioattivi di nuclei leggeri prodotti sia da EXCYT che con la tecnica della frammentazione in volo.
- Ai LNS si sta inoltre realizzando un programma di misure di frammentazione, alcune d'interesse per la cura dei tumori con fasci di particelle nucleari (adroterapia) e altri per creare nuclei nella regione di instabilità protonica.
- Grazie al finanziamento premiale SPES, questa linea prevede primariamente la realizzazione della strumentazione scientifica per instrumentare le linee del fascio di ioni radioattivi, in particolare AGATA per fotoni e FAZIA per particelle cariche. Soprattutto gli esperimenti GAMMA e NUCLEX sono interessati a questa attività. AGATA sta operando a GANIL in attesa di tornare ai LNL per l'inizio della sperimentazione con SPES.
- Legato al progetto SPES sono stati organizzati diversi workshop volti a definire il programma sperimentale. In particolare in ottobre 2016 si è tenuto presso i LNL il "Third International SPES workshop" con un'ampia partecipazione internazionale. Dalle lettere di intenti presentate emerge un programma sperimentale che potrà impegnare il laboratorio per i primi 3-4 anni di operatività. In particolare la CSN3 ha finanziato un programma sperimentale per utilizzare i fasci non riaccelerati per la misura delle vite medie dei nuclei instabili prodotti. La misura è di grande interesse per lo studio della nucleosintesi stellare.

ASTROFISICA NUCLEARE E RICERCA INTERDISCIPLINARE

Poiché le stelle sono vere centrali di energia nucleare galattica, è importante, per capire la loro vita, realizzare in laboratorio misure di alta precisione delle reazioni chiave coinvolte. Queste reazioni nucleari giocano un ruolo essenziale nell'origine ed evoluzione delle nostre galassie, sulle abbondanze degli elementi e sui flussi di neutrini.

- L'esperimento LUNA al Laboratorio Nazionale del Gran Sasso si è concentrato recentemente su reazioni nucleari riguardanti la combustione dell'idrogeno nel ciclo CNO che coinvolge i nuclei di Carbonio, Azoto e Ossigeno ed è la principale sorgente d'energia delle stelle più massive. E' stata inoltre completata la misura della cattura radiativa $6\text{Li}(p,\gamma)7\text{Be}$ e l'analisi è in corso, importante per valutare correttamente i rate di combustione dell'idrogeno nelle stelle. I programmi a più lunga scadenza richiedono invece un nuovo acceleratore con energie di 4-5 MeV in fase di costruzione presso i LNGS.
- La comunità è inoltre impegnata nello studio sistematico dei numerosi meccanismi e reazioni nucleari che stanno permettendo di fare passi avanti nella comprensione del processo della nucleosintesi. Sfruttando tecniche particolari, ad esempio la cinematica inversa (esperimento ERNA a Caserta) e quella detta del cavallo di Troia (esperimento ASFIN ai LNS), si stanno misurando reazioni utili a questo importante scopo.
- Lo studio delle reazioni neutrone-nucleo sta attualmente ricevendo molta attenzione in molti laboratori, non solo perché la cattura neutronica riveste grande importanza per la nucleosintesi degli elementi più pesanti del ferro, ma anche per contribuire alle tecnologie nucleari emergenti. La collaborazione n-TOF al CERN è fortemente impegnata in questi studi, ha ottenuto risultati di grande interesse, ha un programma ben delineato per i prossimi anni ed ha completato una nuova sala sperimentale che sarà dedicata alle misure con bersagli di isotopi rari o instabili. In particolare n-TOF sta contribuendo alla descrizione del processo s che interviene nei meccanismi di nucleosintesi stellare.
- Proseguono secondo programma la realizzazione dell'esperimento AEGIS volto alla misura degli effetti di gravità su anti-materia e l'esperimento FAMU volto alla misura del raggio di Zemach del protone.

Di seguito sono elencati tutti gli esperimenti a consuntivo 2017, il personale e le strutture coinvolte, gli impegni di spesa e le relative fasi evolutive (importi in migliaia di euro).

| Area di ricerca | Esperimento | Fase dell'esperimento | PETP (*) | Strutture partecipanti | Consuntivo impegni |
|--|--|--|----------|------------------------|--------------------|
| Dinamica dei quark e degli adroni | ASACUSA | Continuazione attività di sperimentazione con elio antiprotonico e antiidrogeno e analisi dati attività svolta. | 6,7 | 1 | 34,0 |
| | JLAB12 | HCAL: completam. assemblaggio del rivelatore; progettazione e procurement componenti CDET. RICH: completamento produz. specchi 1° modulo; complet. assemblaggio pannello elettronica 1° modulo. TRK: completam. integr. ultime 2 camere GEM e spediz. a JLAB. POLTARG: installaz. distillatore gas di HD c/o lab. RmTV; completamento caratterizzaz. campo critico verso temperature magnete MgB2 a bulk di superconduttore. FT: progettazione e procurement hw interlock; installaz. in CLAS12. BDx: misure di sciami em con prototipo calorimetro. | 40,7 | 9 | 924,9 |
| | KAONNIS | Completamento e caratterizzazione dei moduli di rivelazione basati su SDD; setup SIDDHARTA-2 assemblato e testato; run di test e caratterizzazione per atomi kaonici con nuovi SDD a JPARC, su fascio kaoni con misura atomi kaonici oppure al PSI. Finalizzazione analisi Lambda-deutone per AMADEUS. | 14,1 | 2 | 137,7 |
| | MAMBO | Complet. commissioning rivel. MRPC. Completamento dei run di misura della polarizzazione dei nucleoni nelle fotoreazioni su deuterio; continuazione prese dati con fascio polarizzato ed apparato BGO-OD completo per le misure di fotoproduzione di eta ed eta'. Analisi dati acquisiti nel 2017 per estrazione asimmetrie di fascio di fotoproduzione di η su protone. | 9,7 | 5 | 100,9 |
| | PAX | Misure di preparazione esperimento precursore EDM; allestimento e caratterizzazione prototipo polarimetro EDM. Studi di fattibilità esperimento TRIC. | 7,9 | 1 | 80,2 |
| | ULYSSES | Completamento trasferimento e messa in funzione dell'apparato E13 (spettrometro SKS + Hyperball-J) sulla nuova linea K1.1. Inizio installaz. dello spettrometro S-2S (E05) sulla linea K1.8 | 3,5 | 1 | 2,0 |
| Transizioni di fase nella materia nucleare | ALICE | Continuazione upgrade e test vari item dell'apparato. Analisi dati dei run effettuati. | 129,8 | 11 | 3.943,1 |
| Struttura nucleare e dinamica delle reazioni | EXOTIC | Continuazione progettazione del modulo per la gestione dei megamp con il DAQ autonomo; realizzazione misure approvate. Completamento dell'analisi dello scattering elastico per il sistema 7Be+208Pb a due energie di fascio. | 5,4 | 2 | 48,2 |
| | FAMU | Misure ad alta precisione e di ottiche infrarosse per lo sviluppo della cavità ottica. Prosecuzione analisi dati e simulazione dettagliata dell'esperimento per arrivare al progetto finale e alla realizzaz. di gran parte dell'intero apparato di misura. Sviluppo del sistema di rivelazione. Acquisizione dati alle condizioni finali e adattamento alla nuova linea di fascio. | 16,25 | 6 | 285,0 |
| | GAMMA | Test 1° prototipo triplo di GALILEO; disegno concettuale nuova configuraz. GALILEO fase II. Disegno esecutivo frame di NEDA per AGATA. Produzione di elettronica f.e. per 24 canali Galileo-AGATA. Realizzaz. e test con sorgente di 1 rivelatore planare segmentato LNL. An. dati campagna pygmy resonances Riken | 47,73 | 5 | 792,8 |
| | LNS-STREAM2 | Preparazione esperimento 8B+64Zn. Completamento analisi dati reazione 9Li+4He | 9,8 | 1 | 65,9 |
| | NEWCHIM | Completamento implementazione nuova elettronica CHIMERA per nuove misure standalone; realizzazione 10 telescopi FARCOS per misure in accoppiamento con CHIMERA. | 23 | 5 | 360,1 |
| | NUCL-EX | SPES: report sulle nuove schede di digitalizzazione GARFIELD e sull'integrazione con la DAQ a LNL. Presentazione di una proposta al PAC LNL. FAZIA: report su esperimenti FAZIA del 2016 a LNS. Completamento integrazione DAQ FAZIA a GANIL | 22,43 | 4 | 203,9 |
| | NUMEN_GR3 | Test con sorgente del prototipo del tracciatore; riduzione dati esperimenti (18O,18Ne) e relativa analisi dati; preparazione test di "radiation tolerance" elettronica; preparaz. esp. (20Ne,20O) | 17,9 | 3 | 228,9 |
| | PRISMA-FIDES | Estensione attività sperimentale per completamento presa dati c/o TANDEM-ALPI ai LNL con PRISMA in coincidenza cinematica con telescopio Bragg Chamber-ToF e per misure di trasferimento sotto barriera, con PRISMA in coincidenza con l'array di LaBr3. | 6,7 | 2 | 77,2 |
| AEGIS | Presa dati con antiprotoni, misura della temperatura dei plasmi confinati. Trasporto antiprotoni nella zona 1 Tesla. Lancio e+ | 15,1 | 4 | 224,0 | |

| | | | | | |
|---|-----------|--|--------|----|---------|
| Astrofisica nucleare e ricerche interdisciplinari | | sul target con pbar nella trappola di formazione antiH. Messa a punto rivelaz. positronio nella zona 1 T. Modifiche meccaniche delle trappole nella zona 1 T per migliorare il cablaggio criogenico e il contatto termico tra elettrodi e ambiente in vista dell'operazione dell'apparato a temperature inferiori a 4 K. Continuazione delle attività di misura con positroni nella camera di test esterna ai magneti. | | | |
| | ASFIN2 | Esperimento 2H(17O,a14C)1H presso i LNS; completamento analisi esperimento 19F(a,p)22Ne. Esperimento 6Li(3He,d)7Be presso FSU. Esperimento 3He+9Be presso RBI. Esperimento 3He(n,p)3H presso Notre Dame University | 21,6 | 2 | 132,0 |
| | ERNA2 | L'attività si concentrerà su: completamento campagna di misure sez. d'urto 7Be(p,g); completamento campagna di misure sez. d'urto 12C+12C nei canali di protone e alfa; studio delle procedure di estrazione e determinazione dei rapporti isotopici dell'Ag e del Ni nelle pallasiti di Mineo e di Brenham. Montaggio array di scintillatori per rivelaz. gamma pronti e test con sorgenti | 15,1 | 2 | 128,0 |
| | FOOT | Scopo dell'esperimento è la misura sistematica della frammentazione del target, rilevante nella protonterapia. Per il primo anno si prevede: scrittura del Conceptual Design Report dell'esperimento; realizzazione del setup di simulazione in un framework sw generale per il trattamento dati; realizzazione del sistema di refreshing e test di calibrazione delle ECC; realizzazione del progetto del DAQ dell'esperimento. | 26,05 | 10 | 138,8 |
| | LUNA3 | Installaz. set-up ed avvio presa dati per la reaz. 6Li(p,gamma). Conclusione presa dati per la reazione D(p,gamma)3He. Installazione set-up ed inizio misure per la reaz. 13C(alfa,n) | 26,8 | 8 | 350,7 |
| | N-TOF | Misure di cattura, fissione e (n,charged particle) in entrambe le aree sperimentali. Fra queste, quattro misure di cattura neutronica di interesse per il processo s, a responsabilità INFN: 88Sr, 89Y e 152,154Gd. | 14,7 | 5 | 185,6 |
| | TORIO_229 | Scopo esp. è lo studio del decadimento elettromagnetico dello stato isomerico del Torio-229. I anno: sviluppo di 1 procedura di elettrodeposizione dei film sottili di Uranio sul substrato di Silicio ricoperto da un film sottile di Iridio (TES). Caratterizzazione dei film ottenuti in spessore, composizione chimica ed isotopica. | 1,5 | 1 | 12,6 |
| | VIP | Installazione dei nuovi SDD nel setup di VIP2 e report sui risultati aggiornati di VIP2. Report sul run di test dello studio PEP con targhetta di Pb e detector al Ge. Report sull'attività iniziale con i detector al Ge. | 8,9 | 1 | 64,6 |
| Totale | | | 491,36 | | 8.521,5 |

(*) Personale equivalente a tempo pieno

3.2.4. FISICA TEORICA (COMMISSIONE SCIENTIFICA NAZIONALE 4-CSN4)

L'attività coordinata dalla CSN4 è organizzata in sei settori (detti Linee Scientifiche) che coprono i campi più importanti della ricerca in fisica teorica, e cioè:

1. Stringhe e teoria dei campi
2. Fenomenologia delle particelle elementari
3. Fisica nucleare e adronica
4. Metodi matematici
5. Fisica astroparticellare e cosmologia
6. Meccanica statistica e teoria dei campi applicata

Questa attività si sviluppa in stretta connessione sia con il mondo accademico sia con altri enti di ricerca in Italia e all'estero. La varietà e la qualità della ricerca svolta dalla CSN4 sono dimostrate dall'alto numero di pubblicazioni, di citazioni e di relazioni a conferenze internazionali. Molte delle ricerche teoriche si svolgono in stretto collegamento con le attività sperimentali dell'INFN in fisica delle particelle elementari, in fisica nucleare e in fisica astroparticellare coordinate dalle altre CSN dell'INFN. Le collaborazioni internazionali sono fortemente supportate dalla CSN4 che infatti utilizza gran parte del suo budget totale per scambi internazionali e missioni presso istituzioni straniere. Un'altra attività importante della CSN4 è la formazione di giovani ricercatori e studenti.

Una delle iniziative di maggior successo della CSN4 è l'Istituto Galileo Galilei in Arcetri (GGI). Istituito nel 2005, il GGI si è conquistato una consolidata fama internazionale nell'organizzazione di workshops che vedono la partecipazione di scienziati provenienti da tutto il mondo; i fondi necessari al suo funzionamento sono forniti dall'INFN e permettono di organizzare tre workshop l'anno, di durata variabile tra 8 e 10 settimane, oltre a miniworkshop e meeting di varia natura. Dal 2014 presso il GGI si svolgono anche quattro scuole per studenti di dottorato sponsorizzate dalla CSN4; Maggiori informazioni possono essere trovate alla pagina <http://www.ggi.fi.infn.it/>.

ATTIVITÀ SCIENTIFICA

Lo studio dei problemi fondamentali della fisica nucleare e delle particelle elementari è entrato in una fase di grande interesse a causa dello sviluppo dei fronti sperimentali lungo le linee dell'alta energia, dell'alta intensità e della fisica astroparticellare. Il cosiddetto "fronte dell'alta energia" consiste nel cercare di produrre nuove particelle usando acceleratori ad alta energia come il Large Hadron Collider (LHC) del CERN di Ginevra. Il cosiddetto "fronte dell'alta intensità" consiste invece nella ricerca di nuove particelle e di nuove proprietà usando acceleratori con un'altissima frequenza di collisioni. Infine, il cosiddetto "fronte astroparticellare" consiste nel considerare l'Universo stesso come una macchina naturale per produrre particelle e per fornire indicazioni sulle proprietà della materia ed energia oscura, dei raggi cosmici etc. In questo ambito il compito della fisica teorica è quello di fornire metodi e modelli per interpretare le osservazioni sperimentali ed in particolare formulare teorie per estendere il Modello Standard delle interazioni fondamentali, al fine di includere i nuovi fenomeni della fisica elettrodebole e del sapore e di trovare candidati particellari di materia oscura. Esistono fondamentalmente due approcci per raggiungere questi obiettivi: uno detto "bottom-up", che partendo dai dati sperimentali e dalla fenomenologia arriva all'elaborazione di modelli e teorie di nuova fisica, e uno detto "top-down" che partendo invece da astratte teorie, spesso basate su sofisticati strumenti matematici, giunge ad implicazioni fenomenologiche da confrontare con i risultati sperimentali.

Nell'approccio "bottom-up", molto importante è lo studio degli aspetti fenomenologici delle interazioni forti alla scala di Fermi (esplorata dagli esperimenti di LHC) o lo studio dei meccanismi di rottura della simmetria elettrodebole per spiegare l'origine della massa. Inoltre è fondamentale continuare l'analisi dei dati provenienti dagli esperimenti di astrofisica al fine di trovare correlazioni tra segnali diretti o indiretti di materia oscura nei diversi esperimenti. La correlazione tra questi segnali e l'eventuale produzione di materia oscura a LHC costituisce una delle sorgenti più interessanti per teorie di nuova fisica oltre il Modello Standard. A questi studi si affianca l'attività di ricerca sulla fisica del sapore e sui meccanismi di leptogenesi nel contesto di teorie unificate.

Un esempio tipico dell'approccio "top-down" della fisica teorica è rappresentato dalla teoria delle stringhe, che fornisce uno schema consistente per l'unificazione a livello quantistico di tutte le forze fondamentali, inclusa la gravità, nell'ambito del quale le particelle elementari e i mediatori delle forze sono associati a diversi modi di vibrazione di oggetti estesi unidimensionali detti stringhe. Questi studi hanno anche aperto nuove prospettive per la comprensione del settore non-perturbativo delle teorie di gauge portando alla formulazione di varie corrispondenze gauge/gravità il cui prototipo è la dualità AdS/CFT che oggi trova applicazioni e sviluppi in numerosi e svariati settori, inclusi l'idrodinamica e alcuni ambiti della materia condensata.

SETTORI DI RICERCA E COMPOSIZIONE

Come detto in precedenza, l'attività della CSN4 è organizzata in sei Linee Scientifiche i cui principali argomenti di ricerca sono qui di seguito brevemente menzionati:

1. STRINGHE E TEORIA DEI CAMPI:

superstringhe, supergravità, teorie supersimmetriche; corrispondenza gauge/gravità; gravità quantistica; modelli cosmologici; buchi neri; inflazione; aspetti non-perturbativa nelle teorie di gauge con o senza supersimmetria; tecniche di localizzazione; relazioni di dualità; teoria statistica dei campi; modelli integrabili e relazione di AdS/CFT, teorie di campo su reticolo.

2. FENOMENOLOGIA DELLE PARTICELLE:

fisica del modello standard, fisica del sapore, fisica oltre il modello standard, assioni, materia oscura e neutrini, QCD, PDF's, rottura della simmetria elettrodebole e della supersimmetria; modelli per il bosone di Higgs.

3. FISICA ADRONICA E NUCLEARE:

fisica degli ioni pesanti, materia adronica e modelli di QCD, struttura e reazioni nucleari, studio delle fasi di QCD, plasma di quark e gluoni, fenomeni di trasporto, distribuzioni partoniche generalizzate; fisica

adronica e dello spin.

4. METODI MATEMATICI:

relatività generale e fisica gravitazionale, geometria non-commutativa, struttura algebrica in teorie di campo, entanglement e chaos, geometria di sistemi dinamici e sistemi integrabili; computazione quantistica, fondamenti della meccanica quantistica.

5. FISICA ASTROPARTICELLARE E COSMOLOGIA:

materia ed energia oscura, fisica del neutrino, astrofisica e cosmologia, raggi cosmici, modelli inflazionari, studio della CMB, sorgenti di onde gravitazionali, buchi neri, teorie di gravità, fisica delle stelle di neutroni e delle stelle compatte, sorgenti di radiazione astrofisiche.

6. TEORIA DEI CAMPI APPLICATA E MECCANICA STATISTICA:

metodi non perturbativi della teoria quantistica dei campi applicati a sistemi statistici, sistemi di elettroni fortemente correlati, nanostrutture, meccanica statistica di non-equilibrio, biofisica computazionale, turbolenza, sistemi disordinati, vetri di spin, reti neurali, sistemi complessi.

Alle attività di ricerca della CSN4 contribuiscono oltre 1000 scienziati provenienti da tutte le sezioni dell'INFN, da quattro gruppi collegati e da tre dei quattro laboratori nazionali. Le attività nel 2018 saranno organizzate in 35 progetti di ricerca denominati "Iniziativa Specifiche", che aggregano ricercatori di diverse sezioni per conseguire comuni finalità scientifiche. I settori più grandi sono: stringhe e teoria dei campi (circa il 31%), fisica astroparticellare e cosmologia (circa il 20%) e fenomenologia delle particelle (circa il 16%).

Di seguito sono elencati tutti gli esperimenti a consuntivo 2017, il personale e le strutture coinvolte, gli impegni di spesa e le relative fasi evolutive (importi in migliaia di euro).

| Area di ricerca | Iniziativa | Argomento | PETP (*) | Strutture partecipanti | Consuntivo impegni (K€) |
|------------------|------------|--|----------|------------------------|-------------------------|
| Teoria dei campi | FLAG | Theoretical study of gravitational interactions, of cosmological models and black holes. | 23,55 | 4 | 32,6 |
| | GAST | AdS/CFT correspondence, integrability, D-branes, solitons, instantons and confinement in gauge theories | 39,7 | 6 | 56,4 |
| | GSS | String Theory, Supergravity; Perturbative and non-perturbative properties of Gauge Theories. | 51,0 | 7 | 65,6 |
| | NPQCD | Investigation of strong interactions at large distances, confinement/deconfinement transition, Lattice QCD and QCD vacuum structure | 12,5 | 3 | 10,0 |
| | QCCLAT | QCD, lattice gauge theories, quark-gluon plasma and renormalization in the Standard Model and beyond. | 18,55 | 4 | 19,2 |
| | QGSKY | Study of gravitation and the physics of the Universe within the framework of field theory; quantum cosmology and general relativity. | 21,55 | 3 | 22,6 |
| | SFT | Quantum Field Theory and Statistical Physics in low dimensions; conformal field theories, topological field theories and quantum entanglement | 52,7 | 7 | 56,5 |
| | STEFI | String Theory and its ramifications with applications to Particle Physics, Cosmology and Statistical Mechanics. | 42,8 | 6 | 55,9 |
| Fenomenologia | AAE | High energy physics, Dark Matter searches at colliders and in astrophysics, neutrino physics and cosmology; Standard Model and beyond. | 20,8 | 3 | 20,3 |
| | ENP | Test of the Standard Model in the electroweak and in the flavour sector. Study of perturbative and non-perturbative aspects of QCD. Study of the origin of fermion masses and mixings. | 16,85 | 4 | 24,0 |
| | HEPCUBE | Study of the phenomenological manifestations of Fundamental Interactions in particle physics and astrophysical experiments | 18,08 | 2 | 34,5 |

| | | | | | |
|---|------------|--|-------|----|------|
| | LQCD123 | A first principle approach to phenomenology with Lattice QCD; flavor physics and isospin breaking. | 11,0 | 2 | 14,2 |
| | QFT_HEP | Study of heavy flavor phenomenology, physics beyond the standard model and theories in higher dimensions. | 10,25 | 5 | 10,5 |
| | QFTATCOLL. | Application of modern QFT techniques to particle physics phenomenology at the energy and intensity frontier | 20,2 | 5 | 19,9 |
| | SPIF | Study of flavor physics, Higgs, QCD and EW physics at the LHC and at future colliders and study of the proton structure. | 28,1 | 4 | 42,0 |
| Fisica Nucleare e adronica | FBS | Investigation of the structure and dynamics of few-nucleon systems. | 11,0 | 4 | 14,9 |
| | MANYBODY | Developing microscopic theories of quantum many-particle systems and their applications in various contexts. | 13,8 | 6 | 11,8 |
| | NINPHA | Understanding the 3-dimensional distribution of quarks and gluons inside the nucleon, and more generally inside hadrons and their resonances. | 26,75 | 6 | 35,1 |
| | SIM | To study both theoretically and phenomenologically the strongly interacting matter at very high temperature and density. | 17,0 | 4 | 23,3 |
| | STRENGTH | Nuclear structure, nuclear dynamics, radioactive ion beams, many body methods, study of exotic nuclei. | 23,65 | 6 | 31,0 |
| Metodi matematici | BELL | Understanding of the laws governing microscopic quantum phenomena and their impact on the mesoscopic and macroscopic world. | 33,5 | 6 | 27,1 |
| | DYNSYSMATH | Investigation of the transport properties and of the nonequilibrium features in physically relevant models, including chaos and complex systems. | 20,3 | 5 | 24,8 |
| | GEOSYM_QFT | Non-commutative geometry, algebraic and topological quantum field theories deformed symmetries and geometry. | 29,8 | 5 | 32,5 |
| | MMNLP | Study of the singularities in hydrodynamical systems, classical and quantum dynamical systems and non-linear physics problems. | 12,0 | 2 | 12,3 |
| | QUANTUM | Investigation of typical quantum mechanical effects and phenomena; entanglement, quantum complexity and fluctuations | 29,5 | 5 | 39,8 |
| Fisica Astro-particellare | INDARK | Inflation, Dark Matter and the Large-Scale Structure of the Universe. | 49,8 | 8 | 51,1 |
| | NEUMATT | Study of various aspects of neutron stars, fostering the investigation of the relevant microphysics and its interplay with structure and composition of compact stars. | 15,2 | 6 | 23,1 |
| | QUAGRAPH | Study of quantum-gravity phenomenology, space-time non-commutativity and analogue models of gravity. | 28,85 | 4 | 24,0 |
| | TASP | To undertake a vast research program at the crossroad of particle physics, astrophysics and cosmology. | 57,25 | 12 | 68,0 |
| | TEONGRAV | Study of physical processes which are at the basis of the gravitational wave emission by astrophysical sources. | 29,8 | 6 | 25,4 |
| Fisica statistica e teoria di campo applicata | BIOPHYS | Study of problems and systems of Biological interest with tools and ideas typical of theoretical physics. | 46,8 | 10 | 30,2 |
| | ENESMA | Theoretical physics of disordered and complex systems, and their interface with problems in systems biology and neuroscience. | 4,4 | 3 | 4,7 |
| | FIELDTURB | Problem of Particles and Fields transported by and reacting with turbulent flows and complex multi-component/multi-phase fluids. | 30,15 | 5 | 33,2 |
| | NEMESYS | Investigation of the striking out-of-equilibrium properties and excited-state features of many fermions and bosons in low-dimensions. | 16,25 | 4 | 11,0 |

| | | | | | |
|--------|---------|--|--------|---|---------|
| | PLEXNET | Statistics and Dynamics on Complex Networks. | 19,63 | 6 | 12,1 |
| Totale | | | 903,05 | | 1.019,6 |

(*) Personale equivalente a tempo pieno

3.2.5. RICERCHE TECNOLOGICHE E INTERDISCIPLINARI (COMMISSIONE SCIENTIFICA NAZIONALE 5-CSN5)

L'INFN, attraverso la Commissione Scientifica Nazionale 5 (CSN5), promuove e sviluppa la ricerca nel campo della fisica degli acceleratori, dei rivelatori di radiazione, dell'elettronica, dell'informatica e della fisica interdisciplinare. In quest'ambito il ruolo svolto dalla CSN5 a livello nazionale è di guida e coordinamento fra ricercatori di differenti discipline (Nucleare, Particellare, Astroparticellare, Struttura della Materia, Ingegneria Elettronica e Informatica, Biologia, Medicina, Chimica), rafforzando così anche il raccordo dell'INFN con l'Università e gli altri enti nazionali di ricerca: CNR, INAF, IIT (Istituto Italiano di Tecnologia), ASI, INAF, INGV.

Le nuove frontiere della ricerca sui rivelatori e l'elettronica associata seguono i grandi progetti sperimentali che impegnano l'INFN. Grande attenzione è rivolta ad esempio alla progettazione di elettronica VLSI (Very Large Scale Integration) analogica e digitale in tecnologie molto scalate (65 nm, 28 nm), allo studio di nuovi processi costruttivi, all'analisi e sintesi di architetture digitali ad alte prestazioni per applicazioni di trigger, acquisizione dati e computing on-line. Tali attività, svolte nell'ambito delle grandi collaborazioni internazionali, già guardano alle richieste del dopo LHC (High Luminosity LHC) e agli esperimenti della "fisica del flavour" di alta precisione. In quest'ottica, si studieranno nuovi rivelatori a pixel con altissima risoluzioni spaziale e temporale, ed elevatissima resistenza alle radiazioni. Si porrà inoltre grande attenzione allo sviluppo di nuovi e più avanzati sistemi di rivelazione di raggi X o gamma per astronomia su satellite e per esperimenti di fisica interdisciplinare basati sull'uso della radiazione elettromagnetica dal lontano infrarosso ai raggi X, ai raggi gamma delle future Compton Sources per la fotonica nucleare.

Un altro settore su cui si porrà grande attenzione è quello dei rivelatori di neutroni innovativi, in vista sia di SPES che della ESS.

Sul fronte delle ricerche interdisciplinari, molte delle applicazioni delle tecniche sviluppate dall'INFN sono di grande impatto socio-economico in vari settori.

1. Biomedicina. Le competenze dell'INFN nell'ambito degli acceleratori, dei rivelatori e dello studio delle interazioni radiazione-materia hanno trovato applicazioni rilevanti nell'imaging medico, nella terapia dei tumori (sviluppo di piani di trattamento in radioterapia con fasci di protoni e ioni), nella dosimetria e nello studio dell'evoluzione cellulare.
2. Salvaguardia dell'ambiente e dei beni culturali. Le stringenti richieste degli esperimenti di fisica fondamentale sullo studio degli eventi rari hanno portato allo sviluppo di tecnologie e metodiche di misura estremamente avanzate e con elevatissimo livello di sensibilità. La sensibilità strumentale, le metodiche analitiche e le competenze sviluppate hanno ad oggi già prodotto importanti risultati e ricadute in molti ambiti tecnologici/applicativi o sociali: indagini ambientali, analisi di reperti di interesse artistico, archeologico e storico.
3. Servizi innovativi per i cittadini. L'applicazione delle nuove tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT) a supporto delle interazioni tra cittadini e pubbliche amministrazioni ha reso estremamente interessanti gli sviluppi in ambito INFN del paradigma della GRID e successivamente del Cloud computing. Tali tecnologie si applicano non solo ad e-Government, ma anche alla domotica e più in generale al miglioramento della vivibilità delle città in termini di traffico, risparmio energetico e altro ("Smart Cities").

Inoltre saranno incentivate le attività legate allo sviluppo e applicazione interdisciplinare delle ALS (Advanced Light Sources, ovvero sorgenti di luce di sincrotrone e Free Electron Lasers per la produzione di raggi X). Tali attività vedono l'INFN interagire, attraverso gli esperimenti finanziati dalla CSN5, con le principali istituzioni di ricerca e di controllo nazionali e regionali operanti nel settore sanitario, quali l'Istituto Superiore di Sanità, il Ministero della Salute, Enti (ITT, CNR, INGV), Fondazioni ed Aziende Sanitarie nazionali e regionali. Sarà incoraggiata l'attività di trasferimento tecnologico anche attraverso lo sviluppo di appositi accordi di collaborazione con le associazioni industriali di categoria (CONFINDUSTRIA e CONFAPI), in stretta collaborazione con il Comitato Nazionale per il Trasferimento Tecnologico (CNTT) dell'Ente.

Negli ultimi anni, grazie all'esperimento "Call" CHIPIX65 finanziato dalla CSN5, l'INFN ha acquisito un ruolo di primo piano a livello internazionale nello sviluppo di elettronica VLSI in tecnologia 65 nm, di grande interesse per l'upgrade dei rivelatori per LHC. Si è inoltre iniziato ad esplorare anche, in vista di sviluppi ulteriori, nodi tecnologici ancora più avanzati come i 28 nm ed i 16 nm in tecnologia FINFET.

Lo sviluppo di rivelatori (sia a semiconduttore, che a cristalli) per esperimenti su satelliti rappresenta una linea di ricerca di grande rilevanza per la CSN5. Gli sviluppi tecnologici connessi con questa attività, svolta in collaborazione con industrie italiane, permetteranno all'INFN di collocarsi alla frontiera di questo campo di ricerca e sviluppo.

Nel campo della fisica degli acceleratori si svilupperanno sorgenti di ioni con correnti molto maggiori di quelle disponibili; daranno risultati le linee di ricerca relative all'incremento della luminosità, alle tecniche innovative per minimizzare l'emittanza dei fasci, quelle per il miglioramento dell'accettanza delle strutture acceleranti e per la realizzazione di tecniche di accelerazione a plasmii. Gli studi sulla produzione di fasci di raggi X monocromatici (ottenibili per scattering da pacchetti di elettroni e luce laser), da una parte promettono un innovativo imaging biomedico in vivo, dall'altra fanno nascere studi teorici sulla possibilità di emissione di raggi X coerenti, mediante processo FEL (Free Electron Laser), sia in regime quantistico che classico. Grazie alla tecnica dell'Inverse Compton Scattering (ICS) nel prossimo decennio sarà possibile realizzare sorgenti di raggi X quasi monocromatiche realizzate facendo collidere un fascio di elettroni con impulsi dell'ordine dei picosecondi e di alta brillantezza, con impulsi laser di alta energia. L'INFN, grazie al fascio di elettroni di SPARC e al laser FLAME, ha realizzato una importante infrastruttura (SPARC-LAB) ai LNF che le permette di essere uno dei centri leader mondiali per lo studio delle interazioni elettroni-fotoni e di sviluppare sistemi di accelerazione innovativi per applicazioni in campo medico anche in collaborazione con l'industria e/o con enti di ricerca di altri paesi europei. Tra i progetti europei nei quali l'INFN, grazie alle competenze sviluppate nell'ambito di SPARC-LAB, avrà un ruolo di guida ci sarà sicuramente il progetto ELI (Extreme Light Infrastructure). Si svilupperà inoltre una sorgente avanzata per la produzione di fasci al THz ad impulsi corti e ad alta potenza, dalle molteplici possibilità applicative.

L'applicazione della fisica fondamentale alla salute dell'uomo e all'ambiente sta diventando un'esigenza primaria e riconosciuta della ricerca moderna.

Nel campo dell'adroterapia, oltre alle già citate attività di fisica degli acceleratori, cresceranno gli studi di modellistica e radiobiologia, che hanno inoltre ricadute anche sull'attività umana nello spazio. Argomenti portanti saranno in questo campo gli studi di radiobiologia, le misure di sezioni d'urto di frammentazione nucleare e le simulazioni connesse che permetteranno, nel campo della radioterapia, la realizzazione di piani di trattamento più mirati. In questo senso, il progetto "Call" MOVE_IT sta perseguendo un notevole sforzo che ci si aspetta venga finalizzato nel prossimo biennio. Saranno inoltre studiati sistemi innovativi di imaging del tipo Proton Computed Tomography e PET-Online.

Verranno inoltre sviluppati magneti innovativi per la fase di alta luminosità di LHC, con lo studio anche di nuovi materiali superconduttori ad alta temperatura critica.

Volendo dettagliare gli obiettivi questi sono:

Ricerca in Fisica degli Acceleratori: Sorgenti di ioni, esperimento dimostrativo di un FEL pilotato da un acceleratore a plasma, fasci ad alta brillantezza, sorgente di radiazioni al THz, sorgenti Compton, accelerazione laser-plasma, strutture di accelerazione in banda X, cavità ad alto Q, multipole superferric magnets in NbTi and MgB₂, magneti multipolo per HL-LHC.

R&S sui Rivelatori: Rivelatori per esperimenti XFEL, Rivelatori da installare alla neutron spallation source, rivelatori ad alta risoluzione per raggi X di bassa energia. Rivelatori a pixel ad altissima resistenza alle radiazioni ed elevata risoluzione spaziale e temporale per tracking in fisica delle alte energie.

Elettronica: Sviluppo di sensori e di elettronica di lettura ad integrazione verticale (3D), elettronica di front-end in tecnologie deep submicron: 65nm e oltre, processi per futuri rivelatori nelle scienze applicate (luce di sincrotrone, X-FEL, imaging medico), Simulazioni dei dispositivi.

Calcolo Scientifico: architetture di sistemi di calcolo basate su processori multi-core utilizzati come moduli di base di sistemi di calcolo massicciamente paralleli per applicazioni scientifiche.

Fisica Applicata e Interdisciplinari: Metodi e strumenti innovativi per migliorare l'Adroterapia, Sviluppo di un Centro Nazionale di Datazione per i Beni Culturali, Sviluppo di nuovi metodi di irraggiamento e di rivelatori innovativi da utilizzare presso le future infrastrutture di produzione di ioni pilotati da laser.

Di seguito sono elencati tutti gli esperimenti a consuntivo 2017, il personale e le strutture coinvolte, gli impegni di spesa e le relative fasi evolutive (importi in migliaia di euro).

| Area di ricerca | Esperimento | Fase dell'esperimento | PETP (*) | Strutture partecipanti | Consuntivo impegni (k€) |
|--------------------------|----------------|---|----------|------------------------|-------------------------|
| Fisica Interdisciplinare | 3 CATS | Sviluppo di un prototipo di rivelatore di fotoni basato su cristallo di Tellurio di Cadmio (CdZnTe) segmentato e utilizzabile per imaging spettroscopico in 3D nel range compreso tra qualche decina di KeV fino a 1000 keV: inizio attività sulla base delle milestones previste | 4 | 1 | 60,9 |
| | BEAT_PRO | Scopo dell'esperimento è lo studio dell'interazione di neutroni con materiali moderatori. I anno: produzione di un piccolo campione solido di AIF3, test di attivazione e test delle proprietà meccaniche dopo l'irraggiamento con neutroni | 5,6 | 1 | 18,3 |
| | CHIR2 | Studio avanzamenti nel campo della rivelaz. della radiaz. per estendere campo di uso 1 sonda intraoperatoria per chirurgia radio-guidata con radiazione beta-. I anno: realizzaz. prototipi per sonda laparoscopica, test in laboratorio ed ottimizzazione geometria ed accoppiamenti ottici; studio della risposta di sensori CMOS ad elettroni beta- e fotoni di bassa energia; sviluppo di algoritmi di ricostruzione e variabili discriminanti. | 3,29 | 2 | 21,7 |
| | CHNET_LILLIPUT | Obiettivo dell'esp. è l'ottimizzaz. della tecnica Spettrometria di Massa con Accelerat. (AMS) per la misura della concentraz. di radiocarbonio (¹⁴ C) in campioni piccolissimi. I anno: verifica limiti Tandem LABEC nell'attuale configuraz. di misura AMS. | 5,65 | 3 | 22,7 |
| | CHNET_TANDEM | Scopo esp. è implementare, sviluppare e ottimizzare nuove tecniche di analisi, in part. spettroscopia muonica e gamma prompt non invasive e non distruttive in ambito archeometrico per caratterizzaz. elementare di manufatti. I anno - spett. muonica: assemblaggio e verifica su banco del setup (odoscopio e rivelatori); primi test al RAL. Gamma prompt: allestimento e montaggio setup; primi test beam. | 8,79 | 3 | 38,2 |
| | CUB | Sviluppo di un metodo innovativo per la valutaz. dell'area radioresistente tumorale nelle immagini cliniche: messa a punto del setup sperimentale del sistema di imaging Full-Field XRF; sintesi del composto per l'esecuzione dell'imaging con XRF su campione biologico; messa a punto e test di strumentaz. per la rivelazione di gamma prompt da reazione protoni su rame; messa a punto di un sistema di microscopia con raggi X; realizzazione di misure sperimentali con il sistema predisposto e acquisizione di immagini su fantoccio. | 5,5 | 2 | 12,1 |
| | DIESIS | Fabbricaz. elettrodi grafici in diamante per danneggiamento da radiazione e impiantaz. di specie ioniche per la creazione di difetti reticolari in diamante artificiale; potenziamento dell'apparato di microscopia confocale in fotoluminescenza per l'utilizzo di schemi di risonanza magnetica con r.o. ottico (ODMR); studio di tecniche di impiantazione e rivelazione di singolo ione in dispositivi a multi-elettrodo. | 2,5 | 1 | 54,5 |
| | E_LIBANS | Realizzazione fotoconvertitore per neutroni epitermici; realizzazione diagnostiche per cavità epitermica | 9,1 | 4 | 81,2 |
| | ETHICS | Si prevede di concludere le attività dei WP approvati secondo le milestones previste | 31 | 8 | 122,4 |
| | GECO | Scopo dell'esp. è lo sviluppo e l'integrazione della piattaforma per la gestione delle strutture a stato solido in Geant4 e si prevede di sviluppare il codice per la simulazione dell'effetto channeling integrato in 1 physics list di Geant4 e di effettuare I misure su effetto antichanneling, con relativa analisi dati. | 1,7 | 2 | 24,5 |
| | HADRO COMBI | Studio di fattibilità sull'effetto dell'ipertermia magnetica fluida combinato con tecniche di irraggiamento, radio e adro terapia, per la cura del tumore al pancreas. I anno: prima sintesi e caratterizzazione delle nanoparticelle magnetiche; prima irradiazione cellulare con fotoni e adroni combinati con l'ipertermia magnetica e relativi effetti sulle cellule tumorali pancreatiche; prime conclusioni sugli effetti combinati tra adroterapia e ipertermia magnetica fluida. | 6,95 | 3 | 21,0 |
| | HALCORD | Dosimetria di radiazione cosmica alle alte latitudini e altitudini con misure integrate in ambiti diversi. I anno: installazione di strumentazione e presa dati in vari laboratori; analisi modelli atmosferici globali e regionali; studio variabilità raggi cosmici e attività solare nei dati misurati; prima definiz. progr. simulaz. | 2,7 | 2 | 35,1 |
| | HIBRAD | Radioprotez. cellulare indotta dall'ibernazione: identificazione | 2,2 | 2 | 1,0 |

| | | | | | |
|------------|-----------------|--|-------|---|-------|
| | | di eventuali pathway molecolari della radioprotezione indotta da torpore, con irraggiamento di fotoni. | | | |
| | KEST | Studio di fattibilità sull'uso di innovativi rivelatori photon counting per tomografia computerizzata nella modalità denominata spectral (o color): inizio attività sulla base delle milestones previste | 1,4 | 1 | 50,2 |
| | LAUPER | Preparazione setup sperimentale per caratterizzazione picco di Laue e successiva dosimetria picco di Laue. Simulazione avanzata di trattamenti terapeutici. | 4,2 | 2 | 44,2 |
| | MOVE_IT | Sviluppo di modelli per piani di trattamento con fasci di ioni ottimizzati su modelli biologici e loro validazione sperimentale. I anno: upgrade linea di fascio a LNS; beam test di differenti strutture di test UFSD; studio di casi di rilevante tossicità. | 22,05 | 5 | 257,7 |
| | NADIR | Nanodosimetria di traccia: costruz e test nuovo rivel. di singoli elettroni e relativa elettronica; misure di struttura di traccia a 2.5 mbar con ioni carbonio a 150 MeV; costruz. e test di 1 prototipo di rivelatore di trigger 2D; confronto dei dati di nanodosimetria a 1nm-equivalente con i dati di radiobiologia. Microdosimetria al nanometro mediante TEPC: misure con neutroni monoenergetici c/o LNL e con protoni e ioni carbonio c/o LNS; realizzazione elettronica per nuovo TEPC wall-less. Progettaz. rivelatori nanostrutturati per nanodosimetria. | 6,85 | 4 | 20,7 |
| | NEW REFLECTIONS | Continuazione delle attività previste e in particolare realizzazione dei retroriflettori di PANDORA (Phobos AND Deimos Retroreflector Array). | 5,3 | 3 | 100,6 |
| | NEXTMR | Le attività proseguono secondo le milestones previste nei WP approvati | 23,3 | 8 | 41,3 |
| | PANDORA | Realizzazione di 1 facility basata sull'utilizzo di una innovativa trappola magnetica in grado di confinare plasmi in condizioni di altissima densità e temperatura assicurando la stabilità magnetoidrodinamica. I anno: completamento installazione e commissioning spettropolarimetro SARG ai LNS; completam. modelling del Charge Breeding process per Be7 ed analisi dei primi risultati dagli esperimenti presso GANIL/Grenoble-LPSC | 8,2 | 2 | 100,4 |
| | PASTA | Misura di sezioni d'urto per la produzione di Sc-47, a partire da bersagli di materiale metallico arricchito di Ti-48 e Ti-50: inizio attività sulla base delle milestones previste | 3,8 | 2 | 28,9 |
| | SYRMA_3D | Scopo dell'esp. è lo sviluppo del sistema di acquisizione dell'esame clinico di Breast-CT per iniziare lo studio clinico di tomografia in contrasto di fase con luce di sincrotrone. I anno: implantaz. sist. di sicurezza e acquisiz. esame di breast CT. | 9,5 | 5 | 29,2 |
| | TECHN_OSP | Valutaz. della migliore tecnologia per deposizione ottimale di film spessi (100-300 µm) di Mo metallico su bersagli (anche innovativi) per ciclotroni ospedalieri. Determinaz. procedura chimica finale per recupero del Mo in soluzione e sottoforma di MoO3. Completamento delle misure di xs del Tc99g con ICPMS. Completamento e messa a punto prototipo reattore chimico da lab. per conversione del MOx in Mo metallico. | 15,3 | 5 | 68,7 |
| | TRACCIA | Scopo dell'esperimento è lo sviluppo di un prototipo di un campionatore di aerosol affidabile con risoluzione oraria (o sub-oraria) specificatamente pensato per misure PIXE o in generale con tecniche IBA. I anno: studio delle varie opzioni possibili per la realizzazione del campionatore STRAS; progettazione e disegno del prototipo dello STRAS. | 7,55 | 3 | 31,0 |
| | XBANDE | Realizzazione della cavità, misura parametri e verifica simulazione; simulazione strutture innovative; installazione della cavità sullo spettrometro EPR e test di misura. | 1,6 | 1 | 5,9 |
| Rivelatori | 3DOSE | Realizzazione di nuove architetture di sensore a diamante per misura di precisione delle dosi rilasciate in ambito radioterapeutico, con particolare rif. alla problematica dei piccoli campi e/o dei campi ad elevato gradiente spaziale e temporale. I anno: realizzazione dispositivi 3D ottimizzati di dimensioni ridotte sia su substrati di diamante standard che DOI. Uso in casi clinici reali (TPS) di dispositivo 2D già sviluppato per comprendere limiti e problematiche. Studio danneggiamento da radiazione dei dispositivi. | 5,9 | 2 | 28,9 |
| | ARCHIMEDES | Studio attuatori termici: conclusione simulazioni termiche e passaggio a test sperimentali; costruzione di 1 prototipo di attuatore termico. Disegno definitivo della bilancia a 2 stadi con lettura interferometrica. | 3,6 | 2 | 26,6 |

| | | | | |
|---------------|---|-------|---|-------|
| ARDESIA | Realizzazione prototipo finale del modulo di rivelazione; caratterizzazione del modulo di rivelazione con luce di sincrotrone. | 7 | 3 | 48,2 |
| AXIOMA | Test a 4 K e a 0,5-1 T di Zeeman Splitting con min 2 cristalli attraverso upconversion. Realizzazione setup emissione cristalli a 4 K sotto RX. Sui cristalli test di estraz. elettronica da Ne e fotoestrazione. Primi test sistema laserante sotto RX. Upconversion su cristalli diversi da Er sotto RX a 4 K. | 16 | 7 | 280,1 |
| CALOCUBE | Analisi dati fasci di test effettuati. Implementaz. sistema per autotrigger su prototipo. Realizzazione piano aggiuntivo di 9 cristalli di BaF2. Realizzaz. di 1 layer in fibra di C, in base al disegno modificato struttura meccanica del nuovo prototipo | 11,6 | 6 | 60,2 |
| CHNET_IMAGING | Misure integrate FF-PIXE e scanning PIXE c/o LNS e LABEC. Realizzazione provini e analisi XRD con strumenti fissi e non; upgrade spettrometro con shutter e reticolo di diffrazione. Acquisizione spettro/diffrattogramma energia-angolo con tre detectors montati su goniometri. Test scanning combinato XRF e XRD sul nuovo sistema a scansione per opere a grandi dimensioni. | 11,6 | 5 | 37,0 |
| CLYC | Prime caratterizzazioni prototipo C7LYC 3". Completamento caratterizzazione n/g Pulse Shape Discrimination a basse energie (10 keV); test presso reattore EAST (Cina). | 3,7 | 2 | 2,5 |
| COSINUS | Ottimizzazione del disegno del detector. Studio della particle discrimination con misure su fascio di neutroni. Primi run con l'elettronica e il DAQ del detector COSINUS | 1,8 | 1 | 69,7 |
| CYGNUS_RD | Sviluppo tracciatori ad alta risoluz. basati su Micro Pattern Gas Detector per particelle massive di bassa en.: valutaz. luce prodotta in "negative ion TPC" in funzione di miscela di gas, pressione e guadagno; misura delle performance del "negative ion TPC" con lettura basata su MPGD. | 1,7 | 2 | 21,1 |
| DESIGN | Sviluppo di nuovi rivelatori ad alto spessore in Germanio Silicio per estendere l'intervallo energetico di rivelazione: adattamento camera di scattering sulla linea a 30° c/o LABEC; caratterizzaz. funzionale primi prototipi rivelatori. | 2,4 | 2 | 53,0 |
| DIACELL | Sviluppo di un detector (micro-dosimetro + biosensore integrati) per misure radiobiologiche: fabbricazione del dispositivo integrato; caratterizzazione dei segnali biologici e dosimetrici sul dispositivo integrato. | 5,4 | 2 | 32,7 |
| FLARES | Sviluppo ed ottimizzazione dell'accoppiamento tra cristalli scintillanti e rivelatori SDD. Ottimizzazione prestazioni del rivelatore finale (cristallo scintillante accoppiato a rivelatore SDD segmentato). Studio e valutazione delle tecniche di reiezione del fondo radioattivo. | 3,89 | 2 | 15,6 |
| KIDS_RD | Risultati caratterizzazione della produzione del primo anno. Realizzazione del disegno della geometria dei risonatori per la seconda produzione. | 0,9 | 1 | 25,6 |
| MOBIKID | Sviluppo di rivelatori per fotoni millimetrici: fabbricazione di un array di rivelatori ottimizzato per la riduzione dell'effetto dei raggi cosmici; primi test dell'apparato realizzato. | 2,1 | 1 | 40,8 |
| MPGD_FATIMA | Sviluppo di rivelatori MPGD in grado di lavorare ad alto rate con alta risoluzione spaziale ed energetica: realizzaz. del disegno del prototipo di rivelatore di fotoni e del disegno di 1 prototipo realistico di rivelatore di muoni; test del prototipo rivelatore di fotoni con sorgente 22Na e del prototipo del rivelatore di muoni con fasci di test e c/o facility di neutroni. | 2 | 2 | 40,2 |
| MPGD_NEXT | Le attività proseguono secondo le milestones previste nei WP approvati | 7,25 | 5 | 70,7 |
| NEMEIDE | Realizzaz. di prototipo di GEM con fotocatodo in diamante; definizione dimensione grani di diamante che forniscono la massima QE per fotocatodi in riflessione e in trasmissione. | 1,4 | 1 | 7,9 |
| PICS | Realizzaz. di un microscopio basato su tecniche di imaging plenottico: inizio attività sulla base delle milestones previste | 2,25 | 1 | 48,2 |
| REDSOX2 | Realizzazione rivelatore basato su un array di otto celle da 9 mm2 disposte in linea con elettronica SIRIO nuova; realizzazione del prototipo operante di PiXDD; deposizione layer nanostrutturato su campioni di SDD esistenti. | 12,05 | 5 | 23,8 |
| SICILIA | Disegno e costruzione dei primi prototipi; caratterizzaz. dei primi rivelatori; test irraggiamento a LNS; installaz. rivelatori al CERN, RAL ed altre facility; studio del telescopio con alfa | 14,6 | 7 | 157,9 |
| SINGLE | Realizzazione di un rivelatore termico di fotoni al silicio, da utilizzare in esperimenti per la ricerca di eventi rari: test dei rivelatori di minor area con caratterizzaz. tensione-corrente. | 1,5 | 1 | 65,5 |

| | | | | | |
|---------------------------|--------------|---|--|-----|-------|
| | SIPS | Ponderomotive generation and detection of squeezed light [†] nella banda audio usando un interferometro sospeso: inizio attività sulla base delle milestones previste | 1,95 | 1 | 57,5 |
| | STAX | Completamento costruzione prototipo del rivelatore. | 1 | 1 | 29,0 |
| | UFSD | Test dei sensori sottili FBK. Il produzione del chip di lettura. Test dei sensori UFSD sottili e resistenti alle radiazioni. | 1,3 | 1 | 5,9 |
| | VOXES | Realizzaz. di un prototipo di spettrometro a raggi X di tipo von Hamos ad alta risoluzione e precisione: produzione del prototipo finale a 3 unità e misure preliminari di caratterizzazione prototipo. | 2,3 | 1 | 40,9 |
| Elettronica/ Computing | APIX2 | Realizzazione del prototipo di grande area. | 7,95 | 4 | 49,7 |
| | CHIPIX65 | Validazione del dimostratore di CHIPIX65. Piena caratterizzazione di tutti gli IP-block sviluppati. Test del prototipo full scale di RD53A. | 10,8 | 7 | 50,9 |
| | COSA | Studio di nuovi benchmark sintetici per sistemi di calcolo parallelo più vicini ad applicazioni reali dei precedenti. Studio e caratterizzazione di sistemi SoC con network ad alte prestazioni integrate per la creazione di filesystem distribuiti e storage brick per infrastrutture storage scalabili a costi contenuti. Porting applicazioni e benchmarking nuove architetture low power. Completamento prototipo di reti toroidali 3D tramite fpga di ultima generazione. | 7,7 | 6 | 43,9 |
| | GENIALE | Sviluppo e ottimizzazione di codici MonteCarlo (GEANT4) per la simulazione di processi di frammentazione nucleare nell'intervallo di energia tra 10 e 100 MeV per nucleone: inizio attività sulla base delle milestones previste | 1,6 | 1 | 10,7 |
| | HVR_CCPD | Realizzazione di un primo lotto di rivelatori monolitici; caratterizzazione e ibridizzazione del KE15A. | 2,9 | 3 | 73,2 |
| | INSIDE | Studio misure di rumore a bassa frequenza su fotosensori a stato solido e loro correlazione con il danneggiamento da radiazione: realizzazione del sistema di amplificazione e di alimentazione a basso rumore; misura di rumore 1/f a 77 K. | 2,4 | 2 | 32,0 |
| | MC-INFN | Primo e secondo release pubblico dell'anno di Geant4 contenente gli sviluppi proposti dal gruppo. Validazione con FLUKA e dati CNAO/HIT di un modello per il calcolo analitico della dose in 3D per protoni in acqua; studio di fattibilità per la realizzaz. di un'interfaccia tra il modello biofisico BIANCA e il codice FLUKA; I prototipo di un'interfaccia tra FLUKA e il pacchetto LArSoft di ricostruzione per rivelatori LAr TPC. | 12,4 | 3 | 32,1 |
| | NANET | Integrazione nel design di blocchi di logica riconfigurabile per implementare task computazionali su FPGA da 1 descrizione di alto livello. Scaling tecnologico blocchi architetture già esistenti. Integrazione Microprocessori nel design. | 1,2 | 2 | 29,8 |
| | RETINA | Test preliminari di integrazione tra i prototipi sviluppati. Misure delle performance limite del prototipo di alta velocità in configuraz. ottimizzata. Completamento interfacciamento e integrazione del prototipo in sistemi DAQ reali. | 2,7 | 2 | 27,4 |
| | SCALTECH28 | Sviluppo di layout innovativi per valutare la resistenza al danneggiamento da radiazione. Debug e sviluppo di circuiti analogici e digitali. Realizzazione del terzo prototipo con dispositivi e circuiti e relativa valutazione. Investigazione e valutazione su tecnologia FinFET, da 16 nm. | 6,8 | 4 | 11,4 |
| | SEED | Valutazione test del primo run. Invio in fonderia del secondo run e relativa caratterizzazione. | 4,2 | 5 | 9,3 |
| | SPE | Sviluppo di 1 dimostratore di 1 sistema trasmissione dati con elettronica e fotonica integrati su singolo chip: I run fonderia con sottomissione di un primo chip per la parte fotonica. | 2,6 | 1 | 28,5 |
| | Acceleratori | AXIAL | Studio degli effetti di channeling assiale in cristalli, basati sulla deflessione delle particelle nel campo delle catene atomiche: preparaz. dei cristalli curvi al Si e al Ge per primi test al CERN; costruz. e installaz. di un setup per la facility di ProtonTerapia al TIFPA; sviluppo produzione e caratterizzazione di membrane cristalline per la stessa facility. | 8,4 | 4 |
| DEMETRA | | Caratterizzaz. di struttura aperta accelerante (OS) di 0,1 THz, disegno e realizzaz. di OS di 0,2 THz; TDR su cavità a banda X | 8,75 | 5 | 95,2 |
| ISIDE | | Produzione in serie di substrati da sputtering. Definizione del protocollo di rientro del gas dopo lo sputtering. Deposizione di una cavità QWR Isolde-like che arrivi a specifica con il sistema magnetron (Brevettato INFN). Deposizione di cavità | 7,95 | 2 | 106,5 |

| | | | | | |
|--|-------------|---|--------|---|---------|
| | | a 6 GHz con Q-slope minore di quello attualmente possibile su cavità superconduttrici a film sottile su Rame. Interpretazione teorica risultati sperim. da modello della thermal boundary resistance. | | | |
| | L3IA | Primi esperimenti nella camera di interazione di L3IA con test dipolo ELIMED. Accelerazione, diagnosi, trasporto e formazione fascio di protoni con energie oltre 6 MeV. | 19,2 | 6 | 216,4 |
| | LAPUTA | Ottimizzaz. della configuraz. magnetica, studio della criogenia e selezione tipo di conduttore del diverter superconduttore. Studio della possibilità di equipaggiare un rivelatore di antimateria da inviare nello spazio, con un magnete superconduttore. | 2,95 | 2 | 17,2 |
| | MAGIX | Costruzione ottupolo deca polo e in seguito costruzione quadropolo dodecapolo. Prototipo a 10 pancake sovrapposti. Costruzione magnete MgB2. | 2,9 | 2 | 554,1 |
| | MICA | Le attività proseguono secondo le milestones previste nei WP approvati. | 8,55 | 3 | 166,5 |
| | MICE_2020 | Lungo run di presa dati esperimento. Definizione cooling demo. | 4,1 | 4 | 41,8 |
| | PLANETA | Studio produz. di plasmi e di flussi di raggi X mediante l'interaz. fra laser pulsati ad alta potenza e target di nanofili metallici per applicazioni nella fusione nucleare e nella produz. di sorgenti X per la biofisica: produz. e caratterizzaz. di target a film sottile e nanostrutturati per test di confronto; studio dinamica dei plasmi e diagnostica radiazione X e VIS risolta nel tempo su campioni a film sottile e nanostrutturati per test enhancement del plasma. | 5,1 | 4 | 34,7 |
| | PLASMA4BEAM | Studio dei fenomeni fisici e perfezionam. della tecnologia di sorgenti di ioni (NIO1 e TRIPS) rilevanti per la fusione, del trasporto di fasci ionici in mezzi collisionali (RFQC cooler) e dei rivelatori di neutroni (GEM) rilevanti alla fusione: inizio attività secondo le milestones previste nei vari WP. | 12 | 5 | 110,2 |
| | PROMOD2 | Sviluppo dei dipoli di separazione D2 per l'upgrade di luminosità di LHC: collaraggio prima bobina modello corto; progetto del prototipo completo; completamento modello corto. | 1 | 1 | 37,0 |
| | SL_COMB | Completam. esp. sulle lenti di plasma attivo per matching del fascio nel modulo di accelerazione del plasma e per misura dell'emittanza. Caratterizzaz. sperimentale dell'interazione del fascio comb a 2 bunch con la struttura di plasma. Studio del loading del fascio e della correzione dello spread di energia. | 16,8 | 5 | 84,7 |
| | SL_EXIN | Completamento della linea di fascio e prime misure. | 5,85 | 3 | 34,0 |
| | THZ_RD | Sviluppo di una sorgente ad alta intensità al THz e sviluppo tecnologico di sorgente mista THz/Near-Infrared per imaging più spettroscopia per applicazioni medicali: inizio attività secondo le milestones previste nei WP | 6,4 | 1 | 119,2 |
| | | Totale | 496,42 | | 4.725,9 |

(*) Personale equivalente a tempo pieno

Le spese per la ricerca, veicolate tramite le Commissioni Scientifiche Nazionali (CSN), sono state gestite presso le singole strutture territoriali come esposto nella seguente tabella:

| STRUTTURE | GRUPPO I | GRUPPO II | GRUPPO III | GRUPPO IV | GRUPPO V | TOTALE | |
|--------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|
| | | | | | | 2017 | 2016 |
| BARI | 987.207 | 371.829 | 2.610.529 | 119.188 | 156.590 | 4.245.343 | 3.616.390 |
| BOLOGNA | 889.840 | 561.958 | 387.574 | 116.546 | 51.098 | 2.007.016 | 1.835.551 |
| CAGLIARI | 988.336 | 70.886 | 125.835 | 28.734 | 66.220 | 1.280.011 | 939.908 |
| CATANIA | 94.709 | 216.252 | 475.042 | 60.937 | 28.390 | 875.330 | 864.184 |
| CATANIA/Messina | - | - | 21.653 | - | - | 21.653 | 40.093 |
| CNAF | 47.295 | - | - | - | 25.498 | 72.793 | 506.827 |
| FERRARA | 439.425 | 116.208 | 189.960 | 52.197 | 221.654 | 1.019.443 | 1.210.659 |
| FIRENZE | 301.510 | 332.152 | 84.954 | 268.773 | 114.773 | 1.102.162 | 1.237.943 |
| GENOVA | 427.557 | 799.087 | 373.934 | 81.957 | 90.253 | 1.772.787 | 1.571.900 |
| L.N.F. | 2.997.185 | 288.974 | 696.138 | 54.861 | 460.489 | 4.497.646 | 4.006.923 |
| L.N.F./Cosenza | 117.234 | - | - | 49.571 | 7.399 | 174.203 | 172.955 |
| L.N.G.S | - | 1.154.034 | 116.738 | 40.822 | 74.016 | 1.385.610 | 1.749.699 |
| L.N.G.S/Aquila | - | - | - | - | - | - | 34.237 |
| L.N.G.S/GSGC | - | 26.540 | - | - | 22.912 | 49.453 | 26.811 |
| L.N.L. | 194.861 | 108.220 | 447.823 | - | 313.122 | 1.064.026 | 1.117.734 |
| L.N.S. | - | 456.912 | 467.298 | 38.391 | 450.317 | 1.412.918 | 1.069.687 |
| LECCE | 319.602 | 809.583 | - | 55.410 | 25.013 | 1.209.608 | 1.100.036 |
| MI BICOCCA | 503.173 | 554.136 | 63.707 | 103.544 | 238.789 | 1.463.349 | 1.751.312 |
| MI BICOCCA/Parma | - | 1.071 | - | 40.149 | 142 | 41.362 | 48.819 |
| MILANO | 772.940 | 1.555.936 | 554.267 | 130.060 | 923.007 | 3.936.211 | 2.833.280 |
| NAPOLI | 912.187 | 958.902 | 409.480 | 156.176 | 220.420 | 2.657.166 | 2.171.100 |
| NAPOLI/Salerno | - | 22.088 | 53.000 | 44.545 | 10.449 | 130.082 | 184.071 |
| PADOVA | 453.159 | 1.332.989 | 407.242 | 141.910 | 130.947 | 2.466.246 | 2.765.726 |
| PAVIA | 411.925 | 308.524 | 150.466 | 114.395 | 156.720 | 1.142.030 | 781.541 |
| PERUGIA | 538.645 | 811.153 | 136.818 | 63.396 | 34.423 | 1.584.435 | 1.261.782 |
| PISA | 3.341.094 | 688.743 | 12.898 | 155.906 | 247.586 | 4.446.227 | 4.452.604 |
| ROMA 1 | 1.011.694 | 759.448 | 127.038 | 125.461 | 354.419 | 2.378.060 | 2.253.082 |
| ROMA 1/ISS | - | - | - | - | - | - | 71.411 |
| ROMA 2 | 367.077 | 446.912 | 121.554 | 102.991 | 86.678 | 1.125.212 | 962.412 |
| ROMA 3 | 202.682 | 41.918 | 23.253 | 50.706 | 31.143 | 349.701 | 352.965 |
| TIFPA | 105.949 | 308.302 | 50.637 | 77.432 | 216.249 | 758.569 | 712.030 |
| TORINO | 1.332.637 | 490.530 | 900.895 | 231.921 | 289.600 | 3.245.583 | 2.908.298 |
| TORINO/Alessandria | - | - | - | - | - | - | 47.380 |
| TRIESTE | 629.782 | 119.742 | 346.107 | 162.850 | 159.813 | 1.418.294 | 1.703.406 |
| TRIESTE/Udine | 1.367.852 | 104.194 | - | - | - | 1.472.047 | 1.252.148 |
| TOTALE | 19.755.558 | 13.817.223 | 9.354.841 | 2.668.825 | 5.208.128 | 50.804.575 | 47.614.904 |

3.3 OBIETTIVI INDIVIDUALI

Di seguito sono presentati i principali indicatori utilizzati dall'Istituto per la valutazione sia dei risultati scientifici sia dell'efficienza operativa sui quali esiste una consolidata esperienza che ha recentemente trovato nuova applicazione ai fini delle valutazioni promosse dall'ANVUR. I dati sono aggiornati al 2017.

Per quanto riguarda, invece, gli obiettivi individuali del personale che svolge attività amministrativa a supporto dell'attività di ricerca dell'Istituto, si possono dispiegare gli obiettivi operativi assegnati all'unico dirigente amministrativo presente nella pianta organica dell'Istituto ed evidenziarne il loro raggiungimento nel corso del 2017.

3.3.1 PEER REVIEW

La valutazione nella ricerca fondamentale si basa prevalentemente su processi di *peer review*, costituiti dai giudizi di colleghi di alto profilo scientifico, riconosciuti dalla comunità internazionale; in questo contesto, fin dal 1997, l'Istituto ha affidato la valutazione complessiva delle proprie attività al giudizio di un Comitato di Valutazione Internazionale (CVI), che:

- redige su base annuale un rapporto sulla qualità della ricerca dell'Istituto, e
- fornisce indicazioni e raccomandazioni per migliorarne la *performance* globale.

Il CVI è costituito da esperti internazionali di chiara fama, sia nei campi dove l'Istituto conduce le proprie attività di ricerca, sia in settori che sono interessati o connessi a queste attività, come quello industriale e produttivo o più in generale quello economico; a garanzia dell'imparzialità del lavoro dal Comitato,

nessun ricercatore, dipendente o associato INFN, è componente del CVI.¹ Il GLV, circa un mese prima dell'incontro annuale del CVI, fornisce a questo un documento dettagliato ("Rapporto Annuale") sulle attività dell'Ente. Parte delle informazioni presenti sono riportate di seguito.

3.3.2. PRODUTTIVITÀ SCIENTIFICA

Le pubblicazioni scientifiche costituiscono uno dei principali riferimenti per misurare la produttività nel campo della ricerca fondamentale. Per quanto queste, di per se, non forniscano indicazioni sulla qualità della ricerca, certamente rappresentano un indicatore di attività.

Nella tabella seguente è mostrato il numero delle pubblicazioni INFN sul database ISI dal 2007 ad oggi, divisa per linee scientifiche e per anno. Le attività INFN sono responsabili per oltre un terzo degli articoli italiani (presenti nel DB WOS) per il settore di fisica ed astrofisica. L'ultimo rigo della tabella riporta il totale (fonte: ISI-WoS).

| | 2017 | 2016 | 2015 | 2014 | 2013 | 2012 | 2011 | 2010 | 2009 | 2008 | 2007 |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| CSN1 | 554 | 578 | 557 | 506 | 575 | 502 | 340 | 301 | 262 | 306 | 309 |
| CSN2 | 313 | 476 | 317 | 329 | 291 | 292 | 293 | 274 | 242 | 233 | 202 |
| CSN3 | 417 | 456 | 458 | 351 | 342 | 353 | 289 | 267 | 235 | 209 | 269 |
| CSN4 | 1478 | 1703 | 1570 | 1454 | 1300 | 1376 | 1262 | 1291 | 1192 | 1133 | 1129 |
| CSN5 | 351 | 307 | 477 | 451 | 353 | 342 | 329 | 315 | 321 | 337 | 408 |
| Common | 1179 | 1216 | 1066 | 724 | 793 | 651 | 722 | 628 | 600 | 821 | 829 |
| Multiple | 160 | 134 | 122 | 156 | 97 | 146 | 159 | 123 | 95 | 84 | 83 |
| Total | 4132 | 4602 | 4018 | 3921 | 3646 | 3380 | 3076 | 2953 | 2757 | 2955 | 3063 |

Si noti, al proposito:

- il valore molto elevato del numero di pubblicazioni nel campo teorico (CSN4) che riflette l'eccellenza della scuola italiana nel settore;
- la costante produzione scientifica dell'Istituto, su un periodo di molti anni, segno dell'ottimo livello di produttività scientifica e della continuità dell'impatto delle ricerche INFN in tutti i settori.

Oltre alle pubblicazioni ISI, per diffondere i risultati scientifici nei campi di ricerca propri dell'Istituto, i ricercatori INFN contribuiscono in modo significativo alla stesura di rapporti per grandi laboratori internazionali come il CERN o Fermilab, o a progetti editoriali simili come le pubblicazioni on-line, sia nel contesto di collaborazione con colleghi stranieri, sia per conto di Organizzazioni Internazionali. Inoltre la progressiva spinta verso l'Open Access sta spostando l'attenzione sulla pubblicazione su riviste che aderiscono a questo movimento. Al momento, dopo un iniziale impulso, le politiche editoriali di Open Access attraversano una fase di riflessione (almeno in ambiti diversi dalla fisica fondamentale), peraltro pochi mesi or sono il CERN ha firmato un accordo di Open Access con le riviste della American Physical Society (APS), tra cui PRL e PRD.

L'utilizzo del database ISI-WOS suddetto permette, altresì, di accedere ad altri indicatori bibliometrici, come l'Impact Factor (IF), e di effettuare analisi più complesse legate al numero di citazioni. L'Impact Factor rappresenta la media delle citazioni degli articoli pubblicati in una determinata rivista su un periodo di due anni ed è derivato dal Journal of Citation Reports, edito da ISI, recante la caratterizzazione della qualità delle riviste corrispondenti. In questo contesto, quindi, può essere utilizzato per confrontare le riviste tra di loro, non ugualmente per estrarre informazioni sulla qualità di un singolo articolo pubblicato; anche nella prima accezione, estrema cautela deve essere utilizzata nell'uso dell'IF, soprattutto quando si confrontano discipline diverse tra loro, i cui ricercatori pubblicano su riviste con politiche editoriali che possono essere assai variegate.

¹ Il CVI incontra il Presidente dell'Ente, la Giunta Esecutiva e i Presidenti delle Commissioni Scientifiche, in una riunione di più giorni, nella quale vengono passate in rassegna tutte le iniziative scientifiche dell'Istituto e le linee di programmazione futura; alla riunione partecipa anche il Coordinatore dei Gruppi di Lavoro sulla Valutazione (GLV), costituiti a partire dall'anno 2000 per istruire il processo di autovalutazione secondo i criteri raccomandati dal Ministero attraverso il CIVR (Comitato di Indirizzo per la Valutazione della Ricerca). I GLV, uno per ogni linea scientifica dell'Ente, hanno il compito di raccogliere in modo organico (in una relazione che viene consegnata al CVI) i dati oggettivi che descrivono la *performance* scientifica dell'INFN (inseriti se possibile in un contesto internazionale), insieme ad elementi utili a mostrare sia l'attività di alta formazione dei giovani svolta nell'ambito delle ricerche dell'Istituto, sia l'impatto socio-economico ed inter-disciplinare delle attività dell'Ente. Il CVI è anche punto di riferimento per il MIUR, al quale viene inviato ogni anno il suo rapporto finale.

| Linea di ricerca | Fraction of INFN Authors (%) | | | | | | | | | Average Impact Factor | | | | | | | | |
|------------------|------------------------------|----|----|----|----|----|----|-------|-------|-----------------------|-----|------|------|------|------|------|-------|-------|
| | 17 | 16 | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10-08 | 04-07 | 17 | 16 | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10-08 | 04-07 |
| Year | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CSN | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 29 | 29 | 29 | 31 | 28 | 20 | 22 | 36 | 36 | 4.4 | 4.4 | 4.9 | 4.85 | 4.4 | 4.6 | 4.77 | 3.80 | 3.75 |
| 2 | 33 | 36 | 43 | 49 | 50 | 50 | 51 | 56 | 75 | 4.5 | 4.3 | 3.3 | 3.4 | 3.5 | 3.6 | 3.8 | 4.08 | 2.33 |
| 3 | 42 | 45 | 51 | 51 | 45 | 43 | 43 | 48 | 47 | 3.4 | 3.6 | 3.6 | 3.8 | 3.1 | 2.8 | 3.21 | 2.75 | 2.60 |
| 4 | 49 | 50 | 54 | 49 | 46 | 59 | 61 | 58 | 59 | 3.49 | 3.2 | 3.07 | 3.24 | 3.6 | 3.59 | 3.71 | 3.73 | 3.48 |
| 5 | 58 | 54 | 54 | 59 | 47 | 59 | 61 | 65 | 66 | 2.26 | 2.0 | 2.1 | 2.10 | 2.14 | 2.13 | 1.72 | 1.97 | 1.48 |

Nella tabella sono, quindi, riassunti alcuni altri parametri che vengono utilizzati per esemplificare la qualità e le caratteristiche della produttività scientifica dell'Ente.

Si noti, al proposito:

- Il valor medio dell'Impact Factor risulta costante o in aumento negli anni per ognuna delle linee scientifiche; risultano, anche, alcuni articoli molto significativi pubblicati su riviste ad altissimo Impact Factor come Nature o Science. In particolare, il valor medio della CSN5 (Ricerche tecnologiche) è assolutamente tipico delle riviste a carattere tecnologico e strumentale, rispetto a quelle che raccolgono risultati di fisica sperimentale e teorica, ed esemplifica perfettamente il caveat esposto sopra sulla necessità di differenziare la valutazione rispetto alle caratteristiche del settore scientifico di riferimento. Va comunque ricordato che gli indicatori bibliometrici vanno utilizzati per una valutazione complessiva dell'attività di ricerca e non per valutare i singoli (o i singoli gruppi). Inoltre, in una valutazione completamente bibliometrica, come quella effettuata dall'ANVUR negli esercizi di VQR, gli IF delle riviste, ed il numero di citazioni degli articoli, sono utilizzati per una comparazione all'interno di settori disciplinari omogenei (cosiddetti SC-Science categories).
- La frazione di autori INFN è indicativa del livello di collaborazione caratteristico delle attività di ricerca dell'Ente, in ogni settore. Anche in questo caso, come in quello dell'IF, il valor medio è estratto da distribuzioni multi-modali: ad esempio, dal mediare articoli con uno o pochi autori totali con gli articoli delle collaborazioni LHC, che hanno circa tremila autori ciascuno. Ciò rimanda alle oggettive difficoltà che si incontrano nell'utilizzare il cosiddetto "grado di proprietà" di un articolo (proporzionale direttamente alla percentuale di autori) per definire la qualità e la rilevanza della partecipazione istituzionale alla ricerca corrispondente. Queste osservazioni sono state recepite dall'ANVUR nella formulazione dei criteri per la VQR 2004-2010 e questo parametro non è più utilizzato in Italia. Lo calcoliamo, comunque, anche perché in taluni indicatori internazionali questo indice è riportato. Ad esempio *Nature Index* riporta annualmente un *ranking* mondiale delle varie istituzioni di ricerca. Da notare che l'INFN si classifica primo assoluto (quindi non solo in fisica) tra le istituzioni italiane.

III Missione

Per l'esercizio VQR 2011-2014, le attività di III missione di Università ed Enti sono state valutate separatamente in via sperimentale, mentre per le Università la parte relativa alla valorizzazione economica del *knowledge transfer (KT)* potrà contribuire all'assegnazione del FFO.

Il risultato dell'INFN (fonte ANVUR, Rapporto VQR 2011-2014 per la Terza Missione) nelle due aree in cui la TM è stata divisa per l'occasione (Valorizzazione Economica della Ricerca e Produzione di Beni di Pubblica Utilità, ha rispecchiato la situazione nel periodo in esame.

Dal 2011 in poi l'Istituto si è dotato di una organizzazione adeguata alla valorizzazione economica del KT, fino alla creazione di un Ufficio Trasferimento Tecnologico. Gli effetti positivi di questo si sono visti nella ristrutturazione del carnet brevettuale, nel TTP (Time-To-Patent), drasticamente ridotto, nell'accresciuto numero di spin-off, NDA e richieste di intervento del TT.

Per il 2014 non ci sono stati cambiamenti rispetto al 2013 in quanto periodo di “transizione”. Va notato che nel 2016, grazie all’esercizio VQR 2011-2014, l’INFN ha “scoperto” alcune decine di brevetti, a titolarità di suo personale, dei quali non era a conoscenza.

Il risultato, relativamente alla valorizzazione economica della ricerca, è che l’Ente brevetta abbastanza poco, ma le sue spin-off mostrano una capacità significativa di crescita. Questo risultato, emerso dall’analisi dei dati da parte di ANVUR) è stato empiricamente confermato dalla vendita (avvenuta peraltro ad inizio 2017) del primo di questi spin-off (PixiRad) ad una multinazionale olandese (PanAlytics).

| Metric | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|--|------|------|------|------|------|------|------|
| Invention disclosures | 5 | 7 | 20 | 24 | 20 | 15 | 22 |
| Confidentiality Agreement | N/A | N/A | N/A | N/A | 12 | 16 | 10 |
| Priority applications filed (in Italy) | 1 | 7 | 10 | 11 | 10 | 5 | 5 |
| Patents application filed | 1 | 7 | 15 | 19 | 25 | 22 | 9 |
| Patents (both applications and patents issued) active at 31.12 | 5 | 10 | 20 | 59 | 63 | 68 | 79 |

Table 8.3. Intellectual property management. YY=2011-2017

Per quanto riguarda la “produzione di beni di pubblica utilità”, definizione usata da ANVUR nella VQR 2011-2014 per definite genericamente le attività di *knowledge transfer* senza una esplicita valorizzazione economica (tutela della salute, fruizione e salvaguardia dei beni culturali, *public engagement*, formazione continua), l’Ente continua a fare bene nelle aree di suo specifico interesse.

Nell’ambito della Formazione Continua, gli esperti ANVUR riportano un buon impatto dal punto di vista del numero di persone coinvolte, anche se segnalano un limitato utilizzo delle risorse umane a disposizione. Inoltre gli esperti segnalano le attività in ambito di tutela della salute (biobanche e corsi di formazione) svolti dai Laboratori Nazionali del Sud, all’interno della specificità dell’intervento INFN in questo settore.

Le attività di *public engagement* dell’INFN hanno ottenuto un ottimo risultato nella VQR 2011-2014, ed una di queste - le *Masterclass di Fisica* - è stata indicata come *best practice* nel rapporto finale.

Lo stesso risultato mostra che, soprattutto nelle strutture periferiche, c’è molto spazio di miglioramento. Per attrezzarsi in modo adeguato l’Ente si è dotato, dall’agosto 2016, di una struttura (il Comitato di Coordinamento della Terza Missione, CC3M) il cui primo obiettivo è stabilizzare le attività in corso e di dare impulso ad attività congiunte tra strutture. Inoltre, con il decisivo supporto dell’Ufficio Comunicazione, sono stati effettuati vari corsi di formazione sulle tematiche relative alle attività di Terza Missione.

Nel campo della disseminazione dei risultati scientifici, e delle sue attività, presso il grande pubblico registriamo, tra le altre, a livello centrale tre siti web di tipo “istituzionale”. Un sito (<https://www.asimmetrie.it>) legato alla rivista dell’Ente, un sito (scienzapertutti.infn.it) rivolto al grande pubblico gestito direttamente da ricercatori di varie strutture, ed un sito - lhcitalia.infn.it - sulle attività specifiche. Al livello di strutture periferiche (laboratori nazionali e sezioni) il quadro è di centinaia di iniziative. Nella tabella riportiamo la distribuzione relativa al periodo 2012-2017 suddivisa per nelle due grandi aree di “eventi per il pubblico” ed “eventi per la scuola”. In generale l’attività in questa seconda area è in espansione.

| Classe eventi | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|
| Eventi per il pubblico | 100 | 139 | 153 | 226 | 287 | 210 |
| Eventi per la scuola | 126 | 281 | 261 | 296 | 296 | 258 |

Analogamente, anche in considerazione del lancio delle iniziative di Alternanza Scuola-Lavoro e dell’inserimento di elementi di Fisica Moderna nei programmi delle secondarie superiori, il settore relativo al training/educazione continua (sotto forma di aggiornamento dei docenti), vede un crescente coinvolgimento dei nostri ricercatori.

Al momento quello che sembra mancare è un coordinamento globale che migliori innanzitutto lo scambio di *best practices* ed ottimizzi le iniziative esistenti. Ad esempio, la centralizzazione delle Masterclass, ha portato all’opportunità di ottenere fondi ministeriali. Con la costituzione della già menzionata CC3M l’Istituto conta di ottimizzare l’uso delle risorse in questo ambito

3.3.3. EFFICACIA NELLA REALIZZAZIONE DEGLI ESPERIMENTI

La complessità, la dimensione e la durata temporale dei grandi progetti dell'Istituto - in fisica nucleare, subnucleare ed astro particellare - richiede un costante controllo in tutte le fasi degli esperimenti, dalla costruzione, ai test di funzionalità fino alla presa dati e alla loro analisi; la valutazione della ricerca svolge qui due importanti ruoli:

- serve ad evitare che progetti pluriennali possano incorrere in difficoltà tali da compromettere la buona riuscita dell'esperimento,
- è strumento per verificare la rilevanza data ai ricercatori INFN nel ricoprire ruoli di responsabilità nelle Collaborazioni.

Il primo ruolo è implementato attraverso le Commissioni Scientifiche Nazionali, che utilizzano *referee* anche esterni all'Istituto, con i quali concordare, all'atto di sottomettere le richieste finanziarie per l'anno successivo, un insieme di *milestone* da rispettare nello stesso periodo ed, altresì, esaminare lo stato di avanzamento di ogni progetto (tipicamente due volte l'anno). La tabella seguente mostra il grado complessivo di soddisfazione per le *milestone* concordate, negli anni indicati e per le linee scientifiche più rilevanti in questo contesto; il dato emergente è che una larga percentuale viene rispettata dalle Collaborazioni e che il meccanismo permette in generale di applicare azioni correttive dove e se necessario. Peraltro, proprio per la complessità dei progetti scientifici, ritardi nella realizzazione dei propri obiettivi possono essere indotti anche da motivazioni esterne all'operato dei gruppi INFN.

| Linee di ricerca | Rispetto delle milestone (%) | | | | | | | | | |
|---------------------------|------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 2017 | 2016 | 2015 | 2014 | 2013 | 2012 | 2011 | 2010 | 2009 | 2008 |
| Fisica delle particelle | 90 | 89 | 85 | 89 | 91 | 93 | 85 | 89 | 73 | 79 |
| Fisica astro-particellare | 80 | 81 | 81 | 86 | 88 | 88 | 78 | 63 | 56 | 68 |
| Fisica nucleare | 87 | 84 | 86 | 84 | 84 | 88 | 83 | 84 | 86 | 83 |

Il secondo ruolo è documentato nella tabella seguente in cui è indicata la frazione dei ruoli di responsabilità (*leadership*) che vengono assegnati a ricercatori INFN all'interno delle Collaborazioni internazionali (la definizione dei ruoli è per lo più definita da accordi approvati dagli organi dirigenziali degli esperimenti); per le tre linee scientifiche citate tale dato eccede in media il contributo INFN, sia finanziario che di personale, alle Collaborazioni suddette, ad ulteriore dimostrazione dell'alto ruolo scientifico che l'Istituto riveste in ambito internazionale ed importante riconoscimento delle capacità scientifiche e manageriali dei suoi ricercatori. Il numero in parentesi indica la frazione di donne (sul totale italiano) che detengono ruoli di leadership. Le frazioni sono sostanzialmente costanti negli ultimi anni.

| Linee di ricerca | Ruoli di Leadership (numero assoluto, in parentesi % di donne) | | | | | | | | | |
|--------------------------|--|----------|--------|---------|--------|------|------|------|------|------|
| | 2017 | 2016 | 2015 | 2014 | 2013 | 2012 | 2011 | 2010 | 2009 | 2008 |
| Fisica delle particelle | 158(24) | 140 (21) | 89(26) | 18(30) | 30 | 30 | 27 | 23 | 30 | 26 |
| Fisica astroparticellare | 157(22) | 88(30) | 71(18) | 42(16) | 56 | 39 | 56 | 55 | 57 | 43 |
| Fisica nucleare | 36(30) | 35 | 58 | 58 (35) | 47(32) | 46 | 47 | 50 | 45 | 37 |

3.3.4. PROSPETTIVA INTERNAZIONALE

La produzione scientifica INFN (circa 3000 pubblicazioni all'anno) si articola su più di 400 riviste internazionali, dove tuttavia le prime dieci integrano circa il 40% degli articoli totali.

La rilevanza degli articoli INFN all'interno di ciascuna rivista costituisce un interessante metro di paragone, in particolare in relazione alle esigenze derivanti dall'esercizio in corso di Valutazione della Qualità della Ricerca (VQR). Poiché buona parte della valutazione sarà realizzata tramite indicatori bibliometrici, comprendere il posizionamento degli articoli INFN rispetto alla globalità dei lavori pubblicati su una rivista, può essere utile a valutare i meriti della produttività scientifica INFN.

Il livello internazionale delle ricerche condotte da INFN si evince anche esaminando il numero di pubblicazioni realizzate in collaborazione con ricercatori stranieri. In questo senso, la tabella seguente mostra, per ogni linea scientifica, la percentuale di pubblicazioni in collaborazione internazionale; i differenti valori per le diverse Commissioni scientifiche riflettono, in buona sostanza, il differente tessuto sociologico e finanziario delle linee di ricerca.

| Linee di ricerca | Pubblicazioni INFN con almeno un autore non italiano (%) | | | | | | | | | |
|---------------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 2017 | 2016 | 2015 | 2014 | 2013 | 2012 | 2011 | 2010 | 2009 | 2008 |
| Fisica delle particelle | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 99 | 96 | 96 | 96 |
| Fisica astro-particellare | 90 | 85 | 90 | 71 | 71 | 71 | 69 | 73 | 64 | 68 |
| Fisica nucleare | 97 | 98 | 98 | 98 | 95 | 96 | 94 | 93 | 85 | 91 |
| Fisica teorica | 70 | 72 | 68 | 75 | 74 | 70 | 68 | 64 | 64 | 62 |
| Ricerche tecnologiche | 58 | 60 | 59 | 58 | 35 | 25 | 25 | 21 | 24 | 21 |

CSN1 e CSN3 sono esempi di particolare livello, dove fondamentalmente tutte le pubblicazioni sono condotte in collaborazione internazionale (e che infatti contengono al loro interno i grandi esperimenti al Large Hadron Collider del CERN). È importante il trend che si evidenzia nel campo della fisica teorica (CSN4) dove si nota un sempre più marcato indirizzo verso lavori redatti in collaborazione con colleghi stranieri. Uno dei due parametri di *internazionalizzazione* utilizzati dall'ANVUR nella VQR 2004-2010 è relativo alla frazione di prodotti *Eccellenti* che sono pubblicati in collaborazione con autori non italiani. Nella VQR in corso non è presente questo indicatore.

La pubblicazione di un articolo in grandi Collaborazioni internazionali è spesso il risultato di un lavoro collettivo, che può occupare molto tempo, per il quale non è semplice evincere se vi siano stati contributi particolari, e di quale entità, da parte di singoli ricercatori. Per comprendere se i ricercatori INFN siano apprezzati dalle Collaborazioni di cui fanno parte - quindi ottengano di parlare a nome delle Collaborazioni a Conferenze Internazionali - si può prendere come indicatore il rapporto tra il numero di presentazioni assegnate loro e confrontarlo con quello delle presentazioni assegnate ai ricercatori di altre nazioni, utilizzando un insieme di Conferenze riconosciute dalla comunità internazionale delle tre linee CSN1, CSN2 e CSN3, tenute con cadenza regolare. Il risultato (in %) mostra che i ricercatori INFN sono particolarmente apprezzati, e che l'attività di educare, istruire ed inserire i giovani nell'ambiente scientifico dei propri esperimenti permette all'Istituto di creare una robusta generazione di scienziati che saranno gli attori degli sviluppi e delle scoperte future.

| | Italy | Germany | France | UK | USA | Japan |
|------|-------|---------|--------|-------|-------|-------|
| CSN1 | 12% | 12.6% | 6.9% | 13.7% | 16.6% | 3.4% |
| CSN2 | 11.5% | 10.5% | 6.9% | 4.5% | 32.3% | 9.1% |
| CSN3 | 13% | 20% | 7% | 4% | 32% | 5% |

3.3.5. OBIETTIVI INDIVIDUALI ASSEGNATI AL DIRIGENTE AMMINISTRATIVO

L'Istituto ha attualmente in organico un solo dirigente amministrativo che, già direttore della Direzione Affari Amministrativi dell'INFN, in seguito alla riorganizzazione dell'intera Amministrazione Centrale, è ora titolare dell'incarico di direttore della Direzione Gestione e Finanza e direttore ff. della Divisione Contabilità e Finanza.

Il Direttore Generale dell'Istituto, nell'assegnare gli obiettivi per l'anno 2017, ai fini del riconoscimento della retribuzione di risultato, ha tenuto conto - in prima analisi - che al suddetto dirigente amministrativo era stato già affidato l'incarico di direttore per l'attuazione del d.lgs. 7 marzo 2005 n. 82 (Codice dell'amministrazione digitale) e responsabile della gestione documentale, del servizio di tenuta del protocollo informatico e del sistema di conservazione dei documenti informatici.

Di conseguenza gli sono stati assegnati gli obiettivi di:

1. - sviluppo e miglioramento dell'applicativo informatico di gestione del protocollo in previsione della gestione del processo di conservazione sostitutiva; redazione di un documento di analisi del possibile sviluppo dell'applicativo;
2. - completamento del percorso formativo sulla dematerializzazione per le Strutture, l'Amministrazione Centrale e gli uffici di Presidenza dell'INFN.

In sede di redazione della relazione di attività svolta nel corso del 2017 il dirigente amministrativo ha rendicontato i risultati raggiunti per ognuno dei due obiettivi e che sostanzialmente possono essere sintetizzati:

Obiettivo n. 1

Nel corso del 2017 si è lavorato sullo sviluppo e sul miglioramento dell'applicativo informatico di gestione del protocollo alla luce dell'esperienza d'uso fatta nel corso di tutto il 2016 e anche tenuto conto dell'esigenza di introdurre il processo di firma digitale e la conservazione sostitutiva; al termine dello studio si è proceduto alla redazione di un documento di analisi del possibile sviluppo dell'applicativo che è stato presentato al Direttore Generale; il documento si è posto il compito di individuare i requisiti ed in relazione ad essi, cosa potesse integrare il software mDM e come potessero essere gestiti, in particolare, i ruoli e relativi privilegi.

Obiettivo n. 2

E' stato programmato un percorso formativo e di affiancamento per le Strutture, ufficio di Presidenza e Amministrazione Centrale svolto nel mese di maggio 2017 nel quale sono stati trattati i seguenti argomenti: i principali contenuti del CAD e la riorganizzazione dell'amministrazione digitale, il documento informatico, la firma digitale, la posta elettronica (PEC, PEO istituzionale, PEO di settore e personale), il sistema di gestione documentale, i problemi e migliorie del protocollo e il censimento documentale. È seguita una esercitazione pratica con il software di protocollo avente ad oggetto la gestione del titolario e dei fascicoli, le funzionalità del protocollo e il processo di assegnazione e la gestione dei permessi.

Facendo invece riferimento all'incarico di Direttore della Direzione Affari Amministrativi, gli ulteriori obiettivi assegnati sono stati i seguenti:

3. analisi delle procedure contabili in essere e revisione, in collaborazione con il Servizio Sistema Informativo, delle interfacce del software di contabilità in uso, in ottica di miglioramento ed efficientamento gestionale in particolare:
 - a. per la gestione degli accertamenti delle entrate nella nuova gestione di bilancio e degli storni (revisione della maschera storni e revisione del processo di approvazione degli storni compensativi per le spese); organizzazione di percorsi di affiancamento alle Strutture;
 - b. per l'integrazione del software di contabilità in uso con la PCC;
4. definizione di una procedura gestionale per il monitoraggio e la gestione delle economie di gara per le procedure il cui costo grava sui fondi ordinari (FOE) al fine di consentire un'efficace riprogrammazione del budget disponibile a favore dell'Istituto;
5. definizione di linee guida per l'accertamento e la gestione delle entrate per dare attuazione al nuovo bilancio di previsione 2017 che contempla, in entrata, entrate diverse dal contributo ordinario; introduzione della "valutazione del rischio" nel momento di accertamento dell'entrata allo scopo di garantire un monitoraggio del grado di esposizione delle Strutture alle anticipazioni di cassa e di consentire di evidenziare i rischi assunti con gli accertamenti.

Per questi obiettivi la relazione resa dal dirigente amministrativo per l'anno 2017 ha rendicontato i seguenti risultati:

Obiettivo n. 3

Intensa è stata la collaborazione con il Servizio Sistemi Informativi per implementare nuove ottimizzazioni al sistema contabile; tre le aree di intervento, che hanno visto lo sviluppo e la messa in produzione:

- la nuova scheda per la raccolta delle informazioni per l'accertamento delle entrate diverse dal contributo ordinario e relative ai fondi esterni, che consente una gestione più efficiente della fase di accertamento ed una conseguente significativa riduzione dei passaggi procedurali per l'utilizzo dei nuovi fondi; la nuova procedura di raccolta delle informazioni per l'accertamento delle entrate diverse dal contributo ordinario è stata formalizzata con circolare del 13 giugno 2017;

- la nuova maschera “proposta di variazione” per gli storni compensativi resasi necessaria a causa della previsione in sede di predisposizione del bilancio di previsione di entrate diverse da quelle ordinarie che ha imposto la necessità di procedere a storni interni ai capitoli in entrata ove necessario. È stata anche l'occasione per effettuare una più generale revisione della maschera al fine di ottimizzare le informazioni inserite in termini di reportistica e gestione. La nuova maschera è stata formalizzata con circolare del 31 maggio 2017.
- nuova procedura per le comunicazioni in PCC integrata con l'applicativo di gestione della contabilità; la nuova procedura implementata in collaborazione con il servizio Sistema Informativo prevede di produrre direttamente dal sistema di contabilità in uso (Oracle), con poche semplici operazioni, il file richiesto secondo il tracciato record previsto dalla PCC con conseguente significativa riduzione dei tempi di lavoro; la nuova procedura è stata formalizzata con circolare del 29 maggio 2017.

Obiettivo n. 4

Per la corretta gestione delle economie di gara che si producono all'esito delle procedure di evidenza pubblica originate dal miglior ribasso operato dall'operatore economico aggiudicatario, era stata richiesta una regolamentazione della procedura di riutilizzo delle disponibilità di budget che, nel caso di gare il cui costo grava sui fondi ordinari (FOE), l'Istituto può riprogrammare ai fini della migliore gestione delle spese complessive dell'ente; si è pertanto provveduto a predisporre la circolare del 17 marzo 2017 che è stata inviata al Direttore Generale ai fini di una condivisione e discussione sulle possibili soluzioni proposte.

Obiettivo n. 5

La previsione delle entrate diverse dal contributo ordinario del ministero vigilante rende necessaria la definizione di linee guida omogenee e condivise per l'accertamento e la gestione delle entrate mediante introduzione della “valutazione del rischio” nel momento di accertamento dell'entrata allo scopo di garantire un monitoraggio del grado di esposizione delle Strutture alle anticipazioni di cassa (indispensabile per scongiurare situazioni di tensione di liquidità, che andrebbero a svantaggio di tutte le strutture) e di consentire di evidenziare i rischi assunti con gli accertamenti che determinano disponibilità in spesa.

Le linee guida proposte hanno come obiettivo, quindi, la definizione di criteri generali che permettano all'Istituto di effettuare degli accertamenti di entrate in modo tale da contemplare implicitamente i rischi della dinamica di cassa e dello sfasamento temporale degli incassi rispetto ai pagamenti e che garantiscano il presidio del bilancio; le suddette linee guida sono state presentate al Direttore Generale con e-mail del 11 gennaio 2017.

Oltre alle attività strettamente connesse agli obiettivi assegnati, il direttore della Direzione Affari Amministrativi, nel corso del 2017, ha curato la realizzazione di altri progetti in collaborazione con le altre direzioni/servizi/uffici: l'acquisto del modulo stipendiale, l'avvio delle attività per i moduli documentale, conservazione e processo di firma e passaggio ai nuovi software e migrazione dei dati; inoltre nel corso del 2017 è proseguita l'attività in collaborazione con la Direzione Affari del Personale e il Servizio Sistemi Informativi per lo sviluppo dei nuovi servizi applicativi.

In particolare con il Servizio Sistemi Informativi è stato messo a punto il capitolato tecnico per l'acquisizione e la fornitura di un software finalizzato alla gestione informatica del processo di approvazione dei documenti, ed è stato dato avvio alla relativa procedura di gara nei primi mesi del 2018.

Con la Direzione Affari del Personale e il Servizio Sistemi Informativi è stata avviata l'attività del gruppo di lavoro CINECA-INFN per la migrazione dei dati necessari per l'avvio in produzione del nuovo sistema di gestione stipendiale a far data dal primo gennaio 2019.

4. RISORSE, EFFICIENZA ED ECONOMICITA'

Ai sensi degli artt. 19 e 22 del D. Lgs. n. 91 del 31 maggio 2011, contestualmente al bilancio consuntivo, si presenta nella Tavola seguente il risultato di bilancio con riferimento al grado di conseguimento degli obiettivi rispetto agli indicatori contenuti nel bilancio di previsione.

Nel dettaglio sono riportate le azioni specifiche messe in campo al fine di rendere l'organizzazione e la gestione efficace, efficiente ed economica; i principi ispiratori di tali azioni sono:

- la realizzazione di economie di bilancio,
- la riduzione della spesa anche attraverso l'ottimizzazione delle risorse,
- il miglioramento dell'efficienza operativa,
- la definizione delle linee di attività di ricerca ritenute prioritarie nell'attuale congiuntura.

| obiettivo | risultato |
|--|---|
| <p>realizzazione economie di bilancio: Economie di scala mediante centralizzazione di alcuni acquisti</p> | <p>E' proseguita l'azione di centralizzazione della programmazione ed esecuzione degli acquisti al fine di ottimizzare le forniture su base nazionale (es.: forniture a catalogo, agenzia viaggi, vigilanza, pulizie, manutenzioni, spedizioni, beni omogenei di uso ricorrente); ciò ha determinato un efficientamento delle prestazioni ed un significativo risparmio in termini di economie di scala ottenute</p> |
| <p>Ottimizzazione dell'utilizzo delle risorse Operare riduzioni nette di spesa</p> <p>Razionalizzazione delle strutture di servizio</p> | <p>Azione che è stata implementata su specifiche tipologie di spesa per consumi e servizi, consolidate nel tempo su base locale; ogni struttura, in base ad un obiettivo predefinito di riduzione quali-quantitativa, è stata chiamata a identificare e realizzare discrezionalmente le opportune azioni di riduzione</p> <p>Continua la valutazione delle politiche di razionalizzazione delle strutture di servizio</p> |
| <p>Miglioramento dell'efficienza operativa Regionalizzare le attività amministrative</p> <p>Inhousing del sistema informativo contabile</p> | <p>A seguito della riduzione della pianta organica degli amministrativi, del sostanziale blocco del turn-over e con eventuali accordi di collaborazione con le Università ospitanti, si sono continuate a realizzare razionalizzazioni di settori amministrativi</p> <p>Azione realizzata mediante il minor impiego di consulenti esterni e la presa in carico delle procedure informatiche da parte del Servizio Sistema Informativo dell'Amministrazione Centrale</p> |
| <p>Definizione delle linee di attività di ricerca ritenute prioritarie nell'attuale congiuntura</p> | <p>Nel Piano Triennale di Attività l'Istituto ha definito le linee di attività di ricerca ritenute prioritarie per il prossimo triennio; ciò al fine di ottimizzare le risorse scarse e finalizzarle al raggiungimento dei massimi risultati scientifici</p> |

In termini di riorganizzazione generale dell'ente, sono schematizzati di seguito anche i criteri attuativi che l'Istituto si propone di seguire seguendo le linee guida definite dall'art.2, comma 10, del D.L. 6 luglio 2012 n. 95

| Obiettivo | Risultato |
|---|--|
| a. Concentrazione dell'esercizio delle funzioni istituzionali, attraverso il riordino delle competenze degli uffici eliminando duplicazioni | E' stato dato avvio nel corso del 2017 ad un processo di revisione dell'organizzazione dell'amministrazione centrale in ottica di concentrazione dell'esercizio delle funzioni istituzionali mediante riordino delle competenze degli uffici Il modello nuovo di riorganizzazione è stato approvato dal Consiglio Direttivo il 28 febbraio 2018 – delibera n. 14671 |
| b. Riorganizzazione degli uffici con funzioni ispettive e di controllo | • Si è proceduto alla Programmazione annuale delle funzioni ispettive, integrate con le responsabilità sulla Trasparenza e sulla Anticorruzione. |
| c. Rideterminazione della rete periferica su base regionale o interregionale | • E' in corso il lavoro di riorganizzazione dei settori amministrativi su base locale anche tenendo conto della contiguità geografica delle Strutture |
| d. Unificazione delle strutture che svolgono funzioni logistiche e strumentali | • E' in corso la graduale specializzazione delle strutture territoriali di servizio (officine e attrezzature relative). |
| e. Accordi tra amministrazioni per l'esercizio unitario delle funzioni logistiche e strumentali | • E' in corso la verifica sistematica con i Dipartimenti di Fisica delle Università ospitanti sulle opportunità di integrazione esistenti e condivise. |

In termini di contenimento della spesa pubblica, si riporta di seguito la tabella dei risparmi sui costi di funzionamento rilevati nel rendiconto al 31.12.2017.

Norme di contenimento della spesa pubblica e loro applicazione

RENDICONTO GENERALE 2017

| argomento | riferimento normativo | spesa originaria | % max di spesa | limite di spesa | vecchio stato di riferimento | nuovo piano dei conti intetgrato | impegni di spesa 2017 (come da RF) | di cui: | | |
|---|---|------------------|---|-----------------|---|---|------------------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|
| | | | | | | | | sottoposte a vincolo | esperimento | destinazione ricerca |
| MISSIONI | decreto del Fare L. 98 del 9/8/2013 art. 6, comma 12, modificato dall'art. 58, comma 3/bis | 1.536.044 | 50% del 2009 | 768.022 | 110120 | U1030201002 rimborsi organi istituzionali | 327.077,46 | 45.000,00 | SPESA GEN FUNZ | 282.077 |
| | | | | | 121400 | U1030202001 rimborsi per viaggio e trasloco | 20.604.688,79 | 252.798,95 | SPESA GEN FUNZ | 20.010.684 |
| | | | | | 121450 | U1030202001 rimborsi per viaggio e trasloco | | 341.185,99 | FORMAZIONE | |
| | | | | | | | 638.984,94 | | | |
| FORMAZIONE del PERSONALE | D.L. 78/2010 convertito in L. 122 del 30/07/2010 art. 6, comma 13 | 1.430.582 | 50% del 2009 | 715.291 | 121210 | U1030204002 acquisto servizi per formazione | 617.686,26 | 526.232,84 | FORMAZIONE | 91.453,42 |
| | | 2.200.979 | | 1.100.490 | importo complessivo di missivi per formazione | | | 857.475 | | |
| RAPPRESENTANZA | D.L. 78/2010 convertito in L. 122 del 30/07/2010 art. 6, comma 8 | 12.366 | 20% del 2009 | 2.473 | 140810 | U1030202003 servizi per attività di rappresentanza | 0,00 | 0,00 | ATTIV SERV BASE | 0,00 |
| AUTOVETTURE | L. 122/2010 art. 6, comma 14 | 213.795 | 80% dal 2009 | 171.036 | 142130 | U1030207002 noleggi mezzi di trasporto | 163.590,98 | 20.504,92 | SPESA GEN FUNZ | 143.086 |
| | D.L. 66 de 24.04.2014 art. 15, comma 2 | 96.144 | 30% del 2011 | 28.843 | 141710 | Manut ordinaria e riparazioni di mezzi di trasporto ad uso civile, di sicurezza e ordine pubblico | 9.431,49 | 0,00 | SPESA GEN FUNZ | 9.431 |
| | | | | | 520120 | U2020101001 acquisto mezzi di trasporto | 0,00 | 0,00 | ATTIV SERV BASE | 0,00 |
| | | | | | --- | U1030102002 carburanti | 8.820,96 | 1.725,47 | ATTIV SERV BASE | 7.095,49 |
| | | | | | | | 22.230,39 | | | |
| ORGANI COLLEGIALI (Indennità, compensi, gettoni, retribuzioni corrisposte a consigli di amministrazione e organi collegiali comunque denominati ed ai titolari di incarichi di qualsiasi tipo ridotti del 10% su importi risultanti alla data 30 aprile 2010) | D.L. 78/2010 convertito in L. 122 del 30/07/2010 (proroga fino al 31.12.2015 con DL 210 del 30.12.2015) art. 6, comma 3 | 436.832 | 90% al 30/04/2010 | 393.149 | 110110 | U1030201001 indennità organi istituzionali | 346.500,00 | 346.500,00 | SPESA ORGIANTE | 0,00 |
| | | | | | 110210 | U1030201008 compensi organi di revisione ed altri | 46.500,00 | 46.500,00 | | 0,00 |
| | | | | | | | | 393.000,00 | | |
| IMMOBILI (manutenzione ordinaria e straordinaria) | D.L. 78/2010 convertito in L. 122 del 30/07/2010 art. 2 commi 618 primo periodo e comma 623 della L. 244/2007, modificato dall'art. 8 della L.122 | 209.441.075 | 2% del valore degli immobili (fabbricati + edilizia mobile) iscritti nello stato patrimoniale al 31.12.2016 | 4.188.822 | 141510 | U1030209008 Manut.ordinaria e rip.di beni immobili | 1.408.513,85 | 1.408.513,85 | tutte le attrezzature | 0,00 |
| | | | | | 519920 | U2059999999 altre spese in conto capitale | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| | | | | | | | | 1.408.513,85 | | |
| MOBILI e ARREDI | L. 228 del 24/12/2012 (proroga fino al 2016 con DL 210 del 30.12.2015) art. 1, comma 141 | 293.976 | 20% della media 2010 e 2011 | 58.795 | 520130 | U2020103001 mobili e arredi per ufficio | 34.430,08 | 34.430,08 | tutte le attrezzature | 0,00 |
| Contratti a TEMPO DETERMINATO | L. 266 del 23.12.2005 art. 1, comma 187 | 9.869.811 | 35% del 2003 | 3.454.434 | 120310 | U1010101006 voci aziendali corrisposte per tempo determinato | 13.049.629,82 | 1.327.152,97 | pers art 36 | 11.722.476,85 |
| | L. 296 del 27.12.2006 art. 1, comma 538 | | | | 120410 | U1010101008 indennità ed altri compensi, esclusi rimborsi spese per missioni | 828.701,06 | 54.196,11 | incentivi | 774.504,95 |
| | L. 244 del 24.12.2007 art. 3, comma 80 | | | | 120810 | U1010201001 Contributi obbligatori per il personale | 22.306.086,04 | 1.300,00 | on prev ass | 22.304.786,04 |
| | | | | | 140220 | U1030212003 Collaborazioni coordinate e a progetto | 683.969,40 | 184.299,24 | pers art 36 | 499.670,16 |
| | | | | | | | | 1.566.948,32 | | |
| RAPPRESENTANZA | D.L. 112/2008 convertito in L. 133/2008 art. 61, comma 5 | 36.691 | 50% del 2007 | | 140810 | U1030202003 servizi per attività di rappresentanza | | 0 | | |
| TRATTAMENTO ACCESSORIO | D.L. 112/2008 convertito in L. 133/2008 art. 67, comma 6 | | | | | | | | | |

Contenimento della spesa pubblica - Aggiornamento del 18/06/18

5. PARI OPPORTUNITA' E BILANCIO DI GENERE

5.1 VALUTAZIONE DEI RISULTATI OTTENUTI: PUNTI DI CAMBIAMENTO, PUNTI DI CRITICITÀ

Il piano delle Performance 2017-2019 dell'Istituto non include direttamente degli obiettivi di genere e/o riguardanti il benessere organizzativo. Tali obiettivi sono presenti nel Piano triennale di Azioni Positive dell'INFN. Si sottolinea la necessità di integrare la prospettiva di genere nei futuri piani delle Performance in modo da poter misurare e valutare lo stato di attuazione degli obiettivi di genere, le questioni riguardanti lo sviluppo delle risorse umane analogamente a quanto avviene in altri ambiti strategici.

In tale contesto il presente paragrafo riporta un'analisi delle politiche di parità e pari opportunità e sul benessere organizzativo a partire dall'attuazione del V Piano Triennale di Azioni Positive (PTAP) 2014/2017 dell'Istituto. Sono inoltre valutate in termine di genere alcune azioni del piano delle Performance.

Come sottolineato alcuni giorni fa (11 maggio) presso il MIUR, la parità di genere, oltre ad essere un diritto fondamentale, è condizione necessaria per il conseguimento degli obiettivi UE in materia di crescita, occupazione e coesione sociale. *“Per raggiungerla nell'ambito dell'università e della ricerca è indispensabile intervenire attraverso il superamento degli stereotipi di genere nella cultura e promuovendo le carriere delle donne, consapevoli che la partecipazione femminile in ambiti dove le donne sono attualmente sottorappresentate, come quelli scientifici e tecnologici, può contribuire ad aumentare l'innovazione, la qualità e la competitività della ricerca scientifica e industriale.”*

Partendo da questo spunto, è necessario ribadire come l'integrazione della dimensione di genere, l'attenzione all'organizzazione del lavoro e l'attuazione delle pari opportunità nella ricerca siano concetti strettamente connessi fra loro. Questi punti sono fondamentali per la realizzazione di un'efficace politica del personale attenta al benessere, all'equità e alla trasparenza. Per tal motivo, essi dovrebbero essere integrati in un piano delle performance che valorizzi e rispetti le diversità riconoscendole quali elementi di arricchimento della ricerca.

Nell'ottica dell'integrazione, da alcuni anni, un paragrafo sull'inclusione, la diversità e il benessere nell'Istituto, redatto a cura del CUG, è inserito nel documento che è inviato annualmente al Comitato di Valutazione Interno dell'INFN.

L'analisi del contesto lavorativo parte riportando alcuni dati sul personale aggiornati a dicembre 2016 estratti dal conto annuale dell'Istituto e dai consuntivi scientifici.

I dati riguardanti le distribuzioni del personale per livelli e profili, riportati in Tabella 1, non sono sostanzialmente cambiati rispetto al 2015 per tutti, eccetto che per i tecnologi. Le donne sono sottorappresentate in tutti i profili tranne che per gli amministrativi.

L'analisi per livello mostra che per il personale ricercatore le percentuali nei livelli II e III sono simili per uomini e donne, mentre nel livello apicale la percentuale femminile è del 9%, contro quella maschile del 19%. Questo mostra come la probabilità per una donna di essere dirigente è meno della metà di quella di un uomo. Un ragionamento analogo può esser fatto per i tecnologi, dove però la disparità è in aumento ai livelli apicali, 8% di donne al livello I da confrontare con il 62% al livello di ingresso (per gli uomini 18% versus 48%).

Tale analisi è confermata calcolando il Glass Ceiling Index (GCI), che fornisce un'indicazione quantitativa delle difficoltà delle donne nel raggiungere le posizioni apicali rispetto agli uomini. Indicando con A, B, C i tre livelli di carriera (I, II, III), si definisce il GCI come (https://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/she_figures_2009_en.pdf):

$$GCI = \frac{(D_A + D_B + D_C) / (D_A + D_B + D_C + U_A + U_B + U_C)}{(D_A) / (D_A + U_A)}$$

dove D_i e U_i indicano il numero di donne o di uomini presenti in un dato livello. Per GCI uguale ad 1 non vi è soffitto di cristallo, maggiore dell'unità le donne sono sottorappresentate nel livello apicale, minore dell'unità sono sovra-rappresentate. Maggiore è il GCI, e più difficile è per le donne raggiungere le posizioni apicali.

Il GCI, al 31 dicembre 2016, per il personale ricercatore INFN è 1.84, mentre per il personale tecnologo è 2.04, laddove il dato italiano su tutte le discipline era 1.73 al 2013.

Per i profili tecnico e amministrativo, la probabilità per una donna di raggiungere il massimo livello è minore rispetto agli uomini per gli amministrativi e simile per i tecnici, anche se parliamo di un numero esiguo di donne in tale profilo.

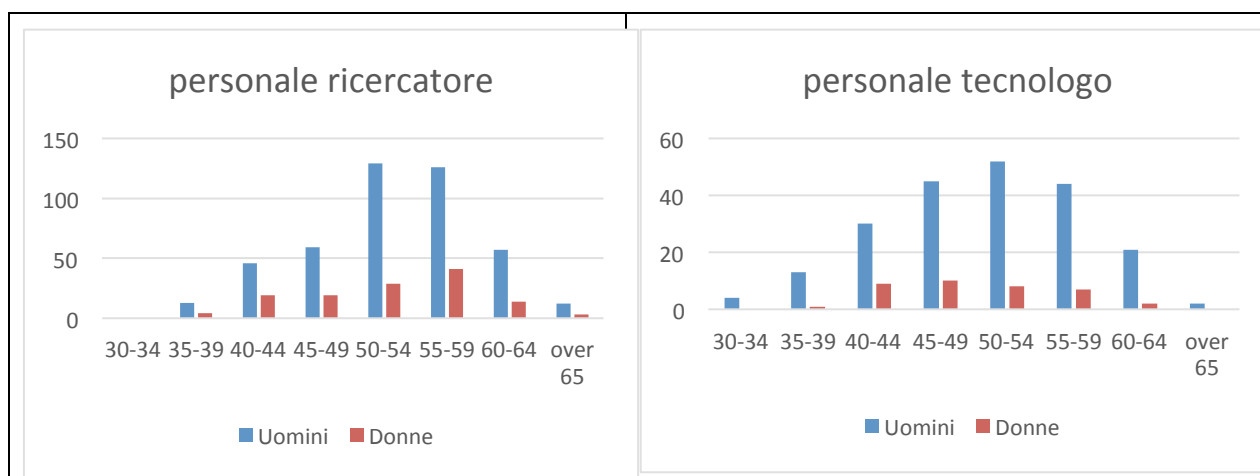
Dalla Tabella 1 è inoltre riscontrabile una disparità nella progressione di carriera fra amministrativi e tecnici. Gli amministrativi popolano a maggioranza il V livello, con percentuali del 51% uomini e 60% donne, mentre i tecnici il IV, con percentuali del 47% per uomini e donne, non essendo richiesto per questi ultimi il diploma di laurea per l'accesso a tale livello.

Si ricorda che dall'analisi del Benessere Organizzativo (progetto Magellano) la categoria maggiormente in sofferenza era risultata proprio quella delle donne amministrative, dove il carico lavorativo si somma allo stallo delle carriere e spesso del carico familiare.

Tabella 1 - Distribuzione del personale nei vari livelli (aggiornata al 31.12.2016 dati conto annuale)

| Profilo / Livello | Personale ricercatore | | Personale tecnologo | | Profilo / Livello | Personale amministrativo | | Personale tecnico | |
|---------------------------|-----------------------|----------|---------------------|---------|-------------------|--------------------------|-----------|-------------------|----------|
| | Uomini | Donne | Uomini | Donne | | Uomini | Donne | Uomini | Donne |
| I | 86(19%) | 12(9%) | 38(18%) | 3(8%) | Diret. generale | 1 (2%) | 0 | | |
| II | 189(43%) | 62(48%) | 71(34%) | 11(30%) | Dirig. 1 fascia | 0 | 1 | | |
| III | 167(38%) | 55(43%) | 102(48%) | 23(62%) | IV | 9 (18%) | 28 (13%) | 277 (47%) | 16 (47%) |
| | | | | | V | 26 (51%) | 132 (60%) | 162 (28%) | 8 (24%) |
| | | | | | VI | 13 (25%) | 43(19 %) | 128 (22%) | 9 (26%) |
| | | | | | VII | 1 (2%) | 13 (6%) | 10 (2%) | 0 |
| | | | | | VIII | 1 (2%) | 4(2%) | 11 (2%) | 1(3%) |
| Totale per genere | 442(77%) | 129(23%) | 211(85%) | 37(15%) | | 51(18%) | 221(82%) | 588 (95%) | 34 (5%) |
| Totale per profilo | 571 (33,3%) | | 248 (14,5%) | | | 272 (15,9%) | | 622(36,3%) | |

Le figure (1-4) mostrano le distribuzioni per età del personale per i differenti profili e per sesso. Si nota come la percentuale di personale al di sotto di 40 anni sia pari a: Ricercatori (3%), Tecnologi (7%), Tecnici (5%), Amministrativi (4%). Rispetto al 2014, vi è un invecchiamento considerevole, in particolare fra i tecnici e gli amministrativi. Solo i tecnologi sono più giovani, grazie all'immissione di nuovo personale quasi tutto maschile (fra il 2015 e il 2016 sono stati assunti 23 uomini e 10 donne).



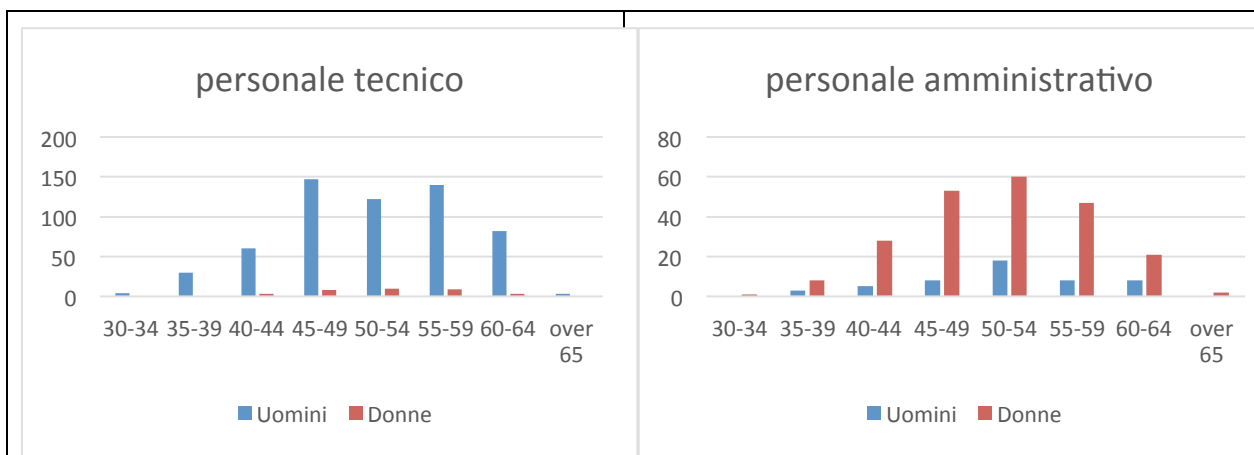


Figure 1,2,3,4 - Distribuzioni per età del personale per i differenti profili e per sesso (dati 2016)

Alla sotto-rappresentanza femminile nei livelli massimi della carriera, corrisponde una sotto-rappresentanza nei ruoli istituzionali e negli Organismi/Commissioni di nomina. La relazione del CUG 2015/2016 mostra tale andamento. Un miglioramento in tal senso si legge nei dati delle Commissioni al 2017 (vedi i Comi. Tecnico Scientifici dei Laboratori, con un massimo del 43% per LNS).

L'analisi dei preventivi e dei consuntivi scientifici, mostra chiaramente un fenomeno di segregazione orizzontale all'interno delle diverse aree di ricerca (commissioni scientifiche), come già evidenziato lo scorso anno.

I consuntivi 2016 mostrano che la percentuale femminile, misurata come presenza femminile Full Time Equivalent (FTE) rispetto agli FTE totali, nelle cinque Commissioni Scientifiche Nazionali per dipendenti e associati donne si attesta fra il 20% e il 30%, mentre il personale in formazione (assegnisti) va dal 30% a circa il 60%. Il settore disciplinare associato alla CSN4 mostra una discordanza con le altre Commissioni, con dati sul personale intorno al 10% e quelli relativi alle donne in formazione al 20%. Il blocco delle carriere si affianca al fenomeno della segregazione per aree. Sono necessarie azioni per integrare nuovo personale femminile nei livelli base ed in particolar modo nella CSN4, per non rischiare di perdere del tutto la componente femminile nella suddetta commissione.

Analizzando gli obiettivi del PTAP, si riportano di seguito le considerazioni su alcune azioni svolte fra il 2016 e il 2017 e sulle aree di criticità che ancora permangono specialmente per quanto attiene al fenomeno della scarsissima presenza femminile nelle posizioni apicali:

- Promuovere l'eccellenza attraverso la promozione della diversità

Analisi statistiche effettuate dal CUG in questi anni hanno mostrato una forte disomogeneità nella distribuzione in sesso tra profili e all'interno dello stesso profilo tra livelli, senza cambiamenti significativi negli ultimi 20 anni.

A causa dei blocchi legislativi, il numero di posizioni apicali aperte è diminuito negli ultimi anni incidendo negativamente sulle probabilità di successo delle donne.

La situazione sta diventando più critica, specialmente per il personale ricercatore, dove le ultime assunzioni mostrano un aumento della disparità della presenza femminile rispetto a quella maschile nei livelli di ingresso.

L'ultimo concorso per ricercatore di terzo livello ha mostrato l'evidenza di un problema strutturale, poiché solo una piccola percentuale di donne è risultata vincitrice.

Per il concorso sperimentale a fronte di una percentuale di donne iscritte pari al 31% del totale, le donne vincitrici sono state il 15% (vincitori: 53 uomini e 9 donne); per il concorso teorico le donne partecipanti erano il 17% del totale e nessuna è risultata vincitrice su 16 finalisti.

L'analisi del gruppo di lavoro, appositamente creato per analizzare i risultati del concorso, ha rilevato che il 68% degli iscritti si è presentato alle prove scritte, con una riduzione più significativa per le donne rispetto agli uomini (61% di donne si è presentato agli scritti rispetto al 70% degli uomini). Effetto più accentuato nel concorso per teorici.

Inoltre l'analisi ha evidenziato che la procedura selettiva è risultata più semplice per i più giovani; per le donne la presenza dei figli è apparsa un fattore penalizzante nello svolgimento del concorso, mentre accade il contrario per gli uomini (dato vero principalmente per gli sperimentali). Inoltre per i teorici emerge una chiara correlazione fra fasi del concorso e la frazione di anni trascorsi come post-doc all'estero.

Analizzando i risultati al di fuori del gruppo di lavoro si possono fare alcune ipotesi su come le modalità concorsuali abbiano, in maniera implicita, influenzato sulle diverse tipologie di candidati e candidate, indipendentemente dalla loro preparazione. Fattori come l'età, la buona capacità di gestione dello stress, oltre che una buona preparazione, essere liberi da impegni che impedissero un'adeguata e vasta preparazione hanno premiato alcuni candidati e candidate risultando penalizzante per coloro che, benché impegnati da tempo nella ricerca e spesso cruciali per il funzionamento di alcune parti, erano più lontani dagli studi universitari.

Questi dati, insieme a quelli relativi alla presenza femminile nelle fasi di formazione, mostrano che la fase più delicata per lo sviluppo professionale delle donne coincide con quella precedente l'ingresso in ruolo.

Non conta solo il "soffitto di cristallo", ma molto anche il percorso di ricerca, le scelte e l'organizzazione del lavoro.

Sono necessari programmi di supporto alle carriere. Per tal motivo nel 2017 è stato approvato un programma pilota di formazione di mentoring al femminile, su proposta del CUG.

A fine 2016, il personale a Tempo Determinato conta 275 unità, a cui si aggiungono 56 persone con contratti di collaborazione. In tale ambito, le donne rappresentano il 26% del personale Ric&Tecnologico, mentre sono il 46% per quanto riguarda i TA.

Per quanto attiene l'età, il progressivo invecchiamento dei dipendenti dell'Ente, se da una parte rende poco probabile avere una fruttuosa carriera considerate le poche posizioni aperte, corrisponde a una perdita di competenze tecniche visto anche il basso numero di tecnici assunti con un sovraccarico di lavoro che va a ricadere sul personale Tecnico e Amministrativo a scapito dell'efficienza lavorativa e del lavoro di gruppo.

E' auspicabile che l'applicazione del D.lgs. 75/2017 (Legge Madia per il pubblico impiego) sulla stabilizzazione migliori questa situazione e possa far diminuire il divario uomo/donna nella fase di ingresso.

- *Aumentare la trasparenza nei processi decisionali e la circolazione delle informazioni*

Il lavoro svolto in questi ultimi anni ha favorito l'accesso per tutto il personale a documenti e/o atti prodotti dall'ente. Così come è molto migliorata l'immagine dell'ente verso l'esterno. Manca ancora una vera strategia di comunicazione interna, che includa anche il monitoraggio delle commissioni, dei comitati e dei gruppi di lavoro dell'ente. Ancora molto deve essere attuato per aumentare la trasparenza nei processi decisionali.

In particolare mancano delle azioni concrete verso l'adozione di meccanismi di "pubblicità" per la copertura di posizioni vacanti di responsabilità, in commissioni, comitati, ecc, a livello nazionale e nelle singole strutture. Sono state introdotte delle procedure di selezione aperte per figure con competenze particolari, ma non per incarichi di responsabilità.

Anche nella direzione della rotazioni degli incarichi, a livello di strutture dell'Ente, mancano delle azioni concrete nell'ottica della valorizzazione e della motivazione del personale. Rotazione che può richiedere a volta programmi formativi ad hoc e che quindi andrebbe fatta in connessione con piani di formazione specifici. (questo obiettivo è in stretta connessione con il successivo).

Nell'ambito del processo di crescita della trasparenza, l'accessibilità ai dati del personale svolge un ruolo importante. Resta però un punto critico a cui trovare una soluzione anche per rendere più efficace il lavoro del CUG.

Infine, va sottolineato la necessità di aumentare la trasparenza nei processi decisionali come le riorganizzazioni delle strutture, che benché a volte motivate da ragioni economiche, sono spesso processi non chiari e non condivisi con chi poi verrà "riorganizzato". Processi che vanno ad inficiare il benessere lavorativo e quindi l'efficienza.

- *Rimuovere i pregiudizi inconsapevoli dalle pratiche istituzionali*

Per quanto concerne i pregiudizi inconsapevoli, il documento esplicativo redatto dal CUG sulle problematiche legate ai tali pregiudizi e contenente alcuni consigli su come limitarne l'effetto in sede di giudizio, è diventato parte integrante del disciplinare dei concorsi dell'Istituto ed è inviato, al momento della nomina, a tutti i componenti delle commissioni di concorso.

Il progetto di mentoring si aggancia anche a questo punto del PTAP come azione di supporto per le giovani ricercatrici nella costruzione della carriera.

- Migliorare la gestione del personale e l'ambiente di lavoro.

Il tema della conciliazione fra tempo di vita privata e lavoro è un importante ambito di intervento nelle politiche di gestione del personale. Esso assume un ruolo fondamentale non solo all'interno delle politiche di genere, ma anche dell'organizzazione del lavoro come nuova procedura riconosciuta. In tale contesto, nel 2015 è stato approvato il regolamento del Telelavoro. In tre anni si è passati da 24 contratti di Telelavoro a 55 distribuiti fra tutte le tipologie di personale, raggiungendo nell'ultimo anno il 3% di tutto il personale. Alcune delle problematiche, evidenziate dal CUG, nel primo periodo di sperimentazione sono state considerate nell'attuale procedura di assegnazione dei posti, fra cui l'aumento al 3%. A seguito della direttiva 3/2017 del Consiglio dei Ministri nuovi obiettivi dovranno essere stabiliti per il Telelavoro, considerando anche l'introduzione del Lavoro Agile, quale pratica innovativa di organizzazione del lavoro per tutelare maggiormente le cure parentali (vedi regolamento del personale INFN, deliberazione n. 14562 del 2017.)

- Comunicazione e disseminazione

Fra la fine del 2017 e gli inizi del 2018 è stata realizzata una "Guida alla genitorialità", a cura del CUG e della Consigliera di fiducia, indirizzata al personale dipendente e al personale soggetto a gestione separata (assegnisti e art. 2222) che lavora nell'INFN nell'ottica di raccogliere tutte quelle norme, leggi, circolari INPS e dell'INFN relative alla genitorialità, sottolineando diritti e obblighi di ogni persona. La Guida è stata presentata al Consiglio Direttivo. In questo ambito, un tema particolarmente importante è la problematica del rientro in sede dopo la maternità e il mantenimento del proprio ruolo.

https://web.infn.it/CUG/images/alfresco/NormativaCug/2018-03-21_Guida_alla_genitorialità.pdf

Nel corso del 2017, è stato istituito il Comitato Garante del Codice Etico ai sensi dell'art. 10 del Codice Etico dell'Istituto, che delinea i principi, di rilevanza costituzionale, ai quali l'INFN ispira il proprio ordinamento e informa la propria azione (dignità e promozione della persona; equità e giustizia; eguaglianza; valorizzazione delle differenze; libertà nell'ambito dell'attività di ricerca scientifica e di formazione; orientamento delle attività di ricerca al bene dell'umanità e all'ampliamento delle frontiere della conoscenza scientifica; valorizzazione del merito; trasparenza; rispetto e tutela dell'ambiente, della salubrità e della sicurezza dei luoghi di lavoro e di vita; buona amministrazione; promozione del dialogo con le istituzioni; libertà di espressione e di critica) e disciplina le regole di condotta a cui il personale dell'Istituto, sia esso dipendente che associato, è tenuto a conformarsi nello svolgimento della propria attività lavorativa.

<http://home.infn.it/it/istituto/tutela-della-persona/comitato-garante-del-codice-etico>

5.2 IL BENESSERE ORGANIZZATIVO E LE ATTIVITÀ CONNESSE.

Nel 2017, il progetto dei Circoli di ascolto organizzativo entra nella seconda fase. I nuovi Circoli sono partiti in una formulazione modificata nelle sezioni di Firenze, Genova, Laboratori Nazionali di Legnaro, Roma Tor Vergata, scelte su indicazione della Giunta. L'articolazione del progetto è stata sostanzialmente identica alla precedente, con formazione dei facilitatori e coordinamento a cura del gruppo di pilotaggio, composto dalla Consigliera di Fiducia, da componenti del CUG e con la supervisione tecnica di un consulente esterno, che segue dal suo nascere il progetto dei circoli. Lo strumento nato come metodologia di "problem solving" ha fra i suoi scopi quello di portare ad una partecipazione più diretta, a una maggiore responsabilizzazione del personale nell'ottica di migliorare l'ambiente lavorativo e la gestione del personale.

In questa seconda fase sono stati creati nelle sezioni interessate gruppi di tipologie differenti impegnati a discutere di problematiche organizzative, al fine di costruire soluzioni di miglioramento; taluni gruppi hanno incluso la presenza del direttore. Prima dell'estate del 2018, verranno presentati i risultati del processo.

Una storia dell'evoluzione del progetto benessere INFN e delle azioni proposte sono nel sito del CUG:

<https://web.infn.it/CUG/index.php?lang=it>

Si prevede nel 2018, un'azione congiunta fra diversi attori che lavorano sul tema del benessere organizzativo e dello stress da lavoro correlato a cura del Servizio Salute e Ambiente dell'Istituto.

6. IL PROCESSO DI REDAZIONE DELLA RELAZIONE SULLA PERFORMANCE

6.1 FASI, SOGGETTI, TEMPI E RESPONSABILITÀ

Nella tabella seguente sono evidenziati fasi, soggetti, tempi e responsabilità utilizzati nel processo di definizione e adozione della Relazione.

| Fase della Relazione | Chi | Come e Quando |
|--|--|---|
| 1. Presentazione della Relazione | <ul style="list-style-type: none"> Direttore Generale | <ul style="list-style-type: none"> d. lgs. 150/2009 |
| 2. Sintesi delle informazioni d'interesse: | <ul style="list-style-type: none"> Consiglio Direttivo dell'Istituto Direttore Divisione Contabilità e Finanza | <ul style="list-style-type: none"> Piano triennale 2018-2020 Rendiconto 2017 al Consiglio Direttivo del 27.4.2018 |
| 2.1. L'amministrazione | <ul style="list-style-type: none"> Consiglio Direttivo dell'Istituto | <ul style="list-style-type: none"> Piano triennale 2018-2020 |
| 2.2. I risultati raggiunti | <ul style="list-style-type: none"> Direttore Divisione Contabilità e Finanza | <ul style="list-style-type: none"> Rendiconto 2017 al Consiglio Direttivo del 27.4.2018 |
| 2.3. Le criticità e le opportunità | <ul style="list-style-type: none"> Consiglio Direttivo dell'Istituto | <ul style="list-style-type: none"> Piano triennale 2018-2020 |
| 2.4. Le risorse finanziarie | <ul style="list-style-type: none"> Consiglio Direttivo dell'Istituto Direttore Divisione Contabilità e Finanza | <ul style="list-style-type: none"> Piano triennale 2018-2020 Bilancio di Previsione 2018 |
| 3. La performance organizzativa: risultati raggiunti e scostamenti: | <ul style="list-style-type: none"> Direttore Divisione Contabilità e Finanza | <ul style="list-style-type: none"> Rendiconto 2017 al Consiglio Direttivo del 27.4.2018 |
| 3.1. Albero della Performance | <ul style="list-style-type: none"> Direttore Generale | <ul style="list-style-type: none"> Monitoring sul 2017 |
| 3.2. Obiettivi e piani operativi | <ul style="list-style-type: none"> Presidenti delle Commissioni Scientifiche Nazionali | <ul style="list-style-type: none"> Bilancio di Previsione 2018 |
| 3.3. Obiettivi individuali | <ul style="list-style-type: none"> Comitato di valutazione interno Direttore Direzione Gestione e Finanza | <ul style="list-style-type: none"> Monitoring riferito sino all'anno 2017 Monitoring riferito all'anno 2017 |
| 4. Risorse, efficienza ed economicità | <ul style="list-style-type: none"> Direttore Divisione Contabilità e Finanza | <ul style="list-style-type: none"> Rendiconto 2017 al Consiglio Direttivo del 27.4.2018 |
| 5. Pari opportunità e bilancio di genere | <ul style="list-style-type: none"> Presidente CUG | <ul style="list-style-type: none"> Piano Triennale Azioni Positive |
| 6. Processo di redazione della Relazione sulla performance | <ul style="list-style-type: none"> Direttore Generale | <ul style="list-style-type: none"> Redazione della Relazione in giugno 2018 |

6.2 PUNTI DI FORZA E DI DEBOLEZZA DEL CICLO DELLA PERFORMANCE

In termini di analisi del processo e integrazione tra i vari soggetti coinvolti nella gestione del ciclo della performance – come definito dal D.Lgs n. 150/2009 – l'Istituto ha realizzato un primo tentativo di armonizzazione fra le diverse parti coinvolte; tradizionalmente queste operano in ottica nettamente dedicata agli specifici settori di appartenenza – principalmente, le cinque linee scientifiche di ricerca, i progetti strategici e speciali, il settore amministrativo – con un sottofondo culturale radicato nel principio dell'autonomia del ricercatore, tipico della ricerca fondamentale.

Una crescente armonizzazione dei diversi aspetti del ciclo della performance sarà ottenuta attraverso l'applicazione delle nuove disposizioni introdotte nel D.Lgs n. 150/2009 dal d.lgs. n. 74/2017.

Di seguito è presentata la tabella dei documenti del ciclo di gestione della performance finora adottati.

| Documento | Data di approvazione | Data di pubblicazione |
|---|----------------------|-----------------------|
| Sistema di misurazione e valutazione della Performance | 25/03/2011 | 25/03/2011 |
| Piano della performance | 30/03/2012 | 30/03/2012 |
| | 19/12/2014 | 13-01-2015 |
| | 26/05/2017 | 5/06/2017 |
| Relazione sulla Performance | 26/07/2012 | 16/10/2013 |
| | 27/09/2013 | 16/10/2013 |
| | 23/07/2014 | 10/08/2014 |
| | 23/07/2015 | 6/08/2015 |
| | 24/06/2016 | 11/07/2016 |
| | 21/07/2017 | 31/07/2017 |