



Fisica teorica

- La scoperta sperimentale del bosone di Higgs a LHC ha generato un'intensa attività anche sul piano teorico. In particolare sono state studiate le Parton Distribution Functions (PDF) con significativi miglioramenti per le Neural Network PDF's dovuti all'inclusione delle correzioni di QCD agli ordini più alti, e si è aggiornato il generatore di eventi POWHEG usato dalle collaborazioni sperimentali di LHC per l'analisi dei dati con l'inclusione di eventi a 3 jets, di eventi con produzione HW e HZ e di eventi con produzione di W-gamma. Inoltre si sono calcolate le correzioni a 2 loop di QCD alla massa dell'Higgs nel MSSM. Per quanto riguarda la fisica oltre il Modello Standard sono state prese in considerazione teorie effettive con l'inclusione di operatori generali di dimensione 6 e sono stati proposti esempi di modifica degli accoppiamenti di Higgs dipendenti dal momento. Nell'ambito della fisica del "flavour" sono state analizzate le recenti misure del decadimento del B in muoni e del mixing D-barD nello schema delle teorie effettive, e si è completato lo studio dei decadimenti non-leptonici del D. Inoltre è stato ricalcolato il contributo del positronio al "g-2" dell'elettrone e si è dimostrato che le inserzioni della polarizzazione adronica del vuoto introducono effetti non trascurabili per il momento magnetico anomalo del muone.
- In fisica Astroparticellare è proseguita l'attività teorica sullo studio della materia oscura e sulle proprietà dei neutrini. In particolare l'attività si è concentrata sull'analisi della fase di violazione di CP del neutrino nei dati globali, nello studio degli effetti per discriminare fra gerarchia di massa diretta o inversa con neutrini da reattore e nell'analisi statistica dei limiti per il doppio decadimento beta senza neutrini. Inoltre è proseguito lo studio di diversi modelli di materia oscura; in particolare si è eseguito un primo studio della produzione cosmica di anti-elio dall'annichilazione di materia oscura unitamente a un'analisi dettagliata sulla ricerca di materia oscura dalle cross-correlazioni di raggi gamma. È stato eseguito anche uno studio accurato dei modelli di inflazione cosmologica in presenza di campi vettoriali primordiali che hanno suscitato un certo interesse a causa delle "anomalie" nei dati di WMAP e PLANCK nelle anisotropie della radiazione cosmica di fondo.
- In fisica adronica è continuata l'esplorazione della struttura 3-dimensionale dei nucleoni attraverso lo studio delle Transverse Momentum Dependent Parton Distribution Functions unitamente a una nuova analisi globale dei più recenti dati sperimentali sulle asimmetrie azimutali nello scattering anelastico semi-inclusivo dagli esperimenti HERMES, COMPASS e BELL. Numerose proprietà del Quark-Gluon-Plasma sono state analizzate da vari gruppi. In fisica nucleare particolare attenzione è stata dedicata allo studio della struttura e delle eccitazioni collettive di nuclei esotici, sia in sistemi a pochi corpi che in nuclei medio-leggeri. Inoltre, è stato completato per la prima volta un calcolo microscopico completo per l'emissione di protoni da nuclei deformati in cui gli aspetti di struttura e di decadimento nucleare sono stati trattati in modo esatto.
- Sui temi più formali, vari aspetti perturbativi e non-perturbativi della teoria delle stringhe sono stati analizzati per esplorare la struttura delle azioni efficaci a bassa energia in modelli di "brane-world". Inoltre si è utilizzato il cosiddetto metodo di localizzazione per eseguire calcoli multi-istantonici in teorie di gauge supersimmetriche e studiarne le proprietà di dualità, e notevoli progressi sono stati ottenuti nell'analisi delle proprietà di integrabilità per teorie conformi in 3 e 4 dimensioni usando la corrispondenza AdS / CFT e nell'analisi delle ampiezze di scattering. Inoltre si sono studiate sistematicamente le teorie di campo supersimmetriche su spazi curvi e si sono analizzate le loro proprietà globali in varie dimensioni. Per la prima volta, è stato fatto uno studio quantitativo delle proprietà fondamentali dei quark legate alla presenza di simmetria chirale spontaneamente rotta in QCD. Finora questa rottura della simmetria chirale a livello sub-atomico era nota solo qualitativamente, ma ora, anche grazie alle simulazioni numeriche, è stato possibile ottenere per la prima volta una analisi quantitativa. Inoltre, nell'ambito del Conformal Bootstrap, è stato fatto uno studio numerico dei limiti sui coefficienti OPE delle correnti vettoriali conservate in teorie di campo conformi in 4 dimensioni.
- Sono stati applicati metodi non-perturbativi della teoria dei campi per lo studio di sistemi statistici, per teorie di gauge su reticolo e sistemi di spin. Interessanti risultati sono stati ottenuti anche nello studio delle proprietà di "entanglement" dei sistemi quantistici. Alcune Iniziative Specifiche si sono dedicate anche allo studio delle nanostrutture, della turbolenza, delle reti neurali, dei sistemi complessi e delle applicazioni statistiche e computazionali alla biologia.



ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE

Rendiconto Generale al 31/12/2015

Ricerche tecnologiche e interdisciplinari

- **SL-FEMTOTERA**: l'esperimento si propone lo sviluppo di metodi e tecnologie per la produzione di radiazione coerente THz (30-1000 microns di lunghezza d'onda) nell'interazione di pacchetti elettronici ultracompressi con schermi metallici presso il laboratorio SPARC-LAB a LNF. All'esperimento partecipano le strutture INFN dei LNF, LNS, Roma 1 e Torino, nonché ricercatori dell'Università "La Sapienza" e del LAL-Oxford (UK). Le attività del 2015 hanno riguardato:
 - 1) Caratterizzazione fasci esotici a SPARC_LAB. L'accelerazione a plasma richiede la produzione di fasci esotici, da fasci "comb" a fasci ultracompressi. La misura della radiazione THz emessa da questi fasci nella loro interazione con una targhetta CTR/CDR potrebbe permettere una diagnostica veloce e fedele delle loro proprietà longitudinali.
 - 2) Esperimenti Pump-Probe THz; le misure non lineari effettuate sono state estese a misure risolte in tempo con una risoluzione temporale al di sotto di 100 fs.
 - 3) Prove detectors a SPARC. I detector basati su superconduttori ramati sono stati testati in funzione dell'intensità THz, del range spettrale e della loro risposta temporale.
- **ReDSOX** sviluppa Silicon Drift Detectors ed elettronica di lettura integrata per spettroscopia X ad alta risoluzione energetica nell'ambito della ricerca spaziale e per sorgenti avanzate di luce (sincrotroni e Free Electron Laser). Ha prodotto, in collaborazione con FBK, il rivelatore spettroscopico monolitico con area sensibile più grande mai realizzato, $\sim 11 \times 7 \text{ cm}^2$, con correnti inferiori a 100 pA/cm^2 (spessore di 450 μm). Nel 2015 sono stati testati i nuovi rivelatori con finestra sottile di ingresso (prodotti, in collaborazione con la Fondazione Bruno Kessler (FBK) ed in sinergia con il progetto EuroFEL, nel 2014), con correnti di leakage inferiori a 100 pA/cm^2 a 20°C . Sono state inoltre disegnate strutture a pixel ($< 1 \text{ mm}$) di SDD ottimizzati per il piano focale della missione spaziale XTP. È stato realizzato e provato un sistema spettroscopico costituito da una SDD di area attiva 13 mm^2 e da un preamplificatore SIRIO le cui performance sono le migliori riportate attualmente in letteratura a livello mondiale: 123.7 eV FWHM sulla linea a 5.9 keV del ^{56}Fe . Sono stati inoltre eseguiti test sulla beam-line TwinMic a ELETTRA utilizzando rivelatori a finestra standard letti dall'ASIC VEGA, realizzato dalla collaborazione ReDSOX per le SDD lineari di grande area di LOFT. Lo scopo del test era la dimostrazione che il setup è in grado di misurare i raggi X di energia inferiori ai 2 keV che vengono prodotti dalla fluorescenza dei campioni a TwinMic. Sono stati misurati con successo segnali da Si (1.74 kV), da Mg (1.25 keV) e da F (677 eV).
- **UFSD**: sviluppo di rivelatori al silicio a pixel con altissima risoluzione spaziale ($\sim 20 \mu\text{m}$) e temporale ($\sim 20 \text{ ps}$). Il progetto prevede diversi disegni di sensori (in collaborazione con FBK) sottili e con moltiplicazione interna del segnale, ottimizzati sia per particelle cariche che per fotoni. L'obiettivo principale è realizzare sensori per un tracker avanzato 4D. È stato sviluppato un programma di simulazione (WeightField2) per lo studio della risposta temporale del sensore, la caratterizzazione in laboratorio di prototipi di sensori UFSD prodotti da CNM (Barcellona), nonché l'inizio della collaborazione con la Fondazione Bruno Kessler per il design e la simulazione di sensori UFSD. Dopo la campagna di misure del 2014, nel 2015 è stato realizzato un test su fascio al CERN con 2 Low Gain Avalanche Diode (LGAD) da $3 \times 3 \text{ mm}^2$ e 300 μm di spessore, per confrontare i risultati sperimentali con le simulazioni di WeightField2. Sono stati sottomessi a FBK i primi dispositivi ottimizzati. Una proposta basata sull'allargamento del progetto UFSD è risultata vincitrice di un ERC-Advanced.
- **CALOCUBE**: il progetto si propone lo sviluppo di calorimetri omogenei ad alta accettazione e alta risoluzione per esperimenti di Raggi Cosmici nello spazio. L'attività è divisa in diversi working packages; i risultati più significativi conseguiti nel 2015 sono i seguenti:

WP1: attività di disegno e simulazione dell'apparato. L'attività si è concentrata nel 2015 su due temi:

 1. ottimizzazione della geometria e del tipo di cristalli;
 2. simulazione e ottimizzazione della tecnica dual-readout (scintillazione + cherenkov).



ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE

Rendiconto Generale al 31/12/2015

WP1/WP3: studio delle caratteristiche di differenti cristalli scintillanti.

WP2: Attività sul sistema per la misura della carica (Charge Identifier) dei raggi cosmici integrato nel calorimetro, basato su layer di pad di cristalli sottili.

WP4: Attività su fotosensori ed elettronica. L'attività su fotosensori ed elettronica è stata principalmente portata avanti dai gruppi di Catania e Trieste/Udine. In particolare il gruppo di Catania ha avviato una ricerca in collaborazione con l'IMM-CNR di Catania per lo sviluppo di un fotodiode Schottky di larga area in carburo di silicio al fine di sfruttarne la stretta finestra di sensibilità alle radiazioni UV per gli scopi della collaborazione, e avviato dei test di laboratorio sui Fluoruri di Bario per vagliarne un loro possibile utilizzo per il progetto, grazie alle eccezionali prestazioni del materiale in termini di trasparenza alla radiazione UV. Il gruppo di Trieste/Udine ha invece progettato e realizzato 2 schede per il test della nuova versione del chip di front-end CASIS1.2B. Questa nuova versione del CASIS ha 16 canali analogici e 16 ADC a 12 bit (uno per canale).

WP5: Attività su fasci di test. Il gruppo di Catania ha effettuato un test di fattibilità con il LINAC da 5 MeV di Messina per verificare la compatibilità di questo fascio con le esigenze del progetto CALOCUBE. È stato condotto un turno di misura presso la BTF di Frascati con fascio di elettroni da 750 MeV, dedicato principalmente allo studio della componente Cherenkov.

- **RDH** (Research and Development in HadronTherapy). L'attività è divisa in diversi working packages che hanno un programma di attività proiettato su tre anni di attività. I risultati più importanti che sono stati conseguiti sono i seguenti:
 - 1) WP1: prima validazione clinica del kernel TPS sviluppato dall'INFN in collaborazione con la IBA mediante realizzazione di un programma di misure effettuate al CNAO complementate da simulazioni MonteCarlo. Raffinamento del modello dei fasci di ioni terapeutici nel TPS per tener conto dell'effetto delle disomogeneità nei tessuti del paziente. Confronti PlanKIT / Fluka su fantocci fortemente eterogenei e casi clinici.
 - 2) WP2a: (radiobiologia dei trattamenti combinati con chemioterapia). Completata la caratterizzazione di tutte le linee cellulari impiegate nell'esperimento: carcinoma polmonare (A549), glioblastoma (U373 MG, recentemente riclassificato dalla Banca fornitrice U251MG), medulloblastoma pediatrico (DAOY). Misurate le curve di sopravvivenza clonogenica vs concentrazione di epotilone B per tutte le linee cellulari per determinare la concentrazione di epotilone B (equitossica a Dose 0 Gy nelle tre linee cellulari) da utilizzare in concomitanza alla radiazione.
 - 3) WP2b: (studio delle nanoparticelle d'oro come sensibilizzante in adroterapia). La produzione di GNP è stata avviata con successo a Torino. Si è iniziato da un diametro di 20 nm. Le GNP sono state successivamente funzionalizzate con glucosio/FDG. Campioni con 3 diverse concentrazioni sono stati inviati a Pisa, dove è stato effettuato un primo test di acquisizione microPET/CT su fantoccio.
 - 4) WP3: avanzamento della costruzione del nuovo calorimetro per il prototipo di rivelatore per proton-CT. Primo prototipo montato al 50%.
 - 5) WP4 (range detector): completato il disegno del primo prototipo sulla base dei test dei building blocks di base, avendo definito la procedura di assemblaggio e anche sulla base delle simulazioni Monte Carlo. I tracciatori e dieci layers scintillanti sono stati testati con raggi cosmici, laser UV e sorgenti radioattive.
 - 6) WP5: prima dimostrazione della fattibilità di misura PET in-beam e confronto con simulazioni.
 - 7) WP6 (studio della frammentazione del 12C): l'attività è stata concentrata sull'analisi dei dati dell'esperimento FIRST per quanto riguarda i frammenti a piccolo angolo. In particolare sono stati inclusi, sia in ricostruzione che simulazione, alcuni dettagli fondamentali (carica al vertice, pile-up) che hanno portato ad una maggiore stabilità dei risultati.
 - 8) WP7: (sviluppo beam monitor per fasci terapeutici di alta intensità): terminata la costruzione della camera multi-gap. La camera è stata testata con fotoni di un linac da 6 MeV ospedaliero e presso CNAO. È quasi ultimata l'analisi dei dati, buon accordo con la teoria della ricombinazione. Sono state definite le specifiche del nuovo chip TERA09 e la tecnologia.



ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE

Rendiconto Generale al 31/12/2015

- 9) WP8 (sviluppo di una nuova sorgente per adroterapia con ioni). L'attività di ricerca si è concentrata in primo luogo sulla spettroscopia X spazialmente risolta di plasmi eccitati da microonde poi convertite - attraverso la risonanza ibrida - in onde elettroniche.
- **GARFIELD**: l'esperimento si propone lo studio e la realizzazione della sintesi del Grafene via "Chemical Vapour Deposition" (CVD) su substrati di rame e lo studio delle proprietà fisiche del Grafene via analisi spettroscopica. L'obiettivo è l'impiego del Grafene in nuove tipologie di dispositivi usabili come detectors di potenziale interesse per l'INFN. L'attività 2015 ha riguardato:
 - 1) ottimizzazione del film di grafene ottenuto via CVD. È stata condotta un'attività sistematica di crescita e analisi delle proprietà del film, finalizzata all'ottimizzazione delle tecniche di crescita. Sono stati anche testati i metodi di trasferimento del film dal substrato metallico a un substrato opportunamente scelto per la successiva realizzazione dei dispositivi. Le proprietà del film sono state valutate prima e dopo il trasferimento mediante misure Raman e AFM. In primo luogo, sono stati utilizzati substrati di SiO₂/n-Si, che permettono la realizzazione di strutture a effetto campo, grazie alla possibilità di ottenere un gating usando il substrato drogato di silicio come back-gate e il SiO₂ come isolante di gate.
 - 2) Progettazione e realizzazione di prototipi e dispositivi "proof-of-concept" in grafene per applicazioni di detection. Diverse tipologie di dispositivi: Field-Effect-Transistors con configurazione bottom-gate e top-gate; fotoassorbitori e/o fotoconvertitori basati su strutture air-bridge o depositati su opportuni substrati. Questa fase dell'esperimento prevede una parte di lavoro di microfabbricazione di dispositivi e una parte di misure delle caratteristiche elettriche e di risposta dei dispositivi realizzati.

Attività nei Laboratori Nazionali e negli Istituti

Laboratori Nazionali di Frascati

Nel 2015, le attività dei Laboratori Nazionali di Frascati dell'INFN si sono concentrate su alcune principali direzioni: la raccolta di dati all'acceleratore DAFNE, lo sviluppo di tecnologie acceleranti nel laboratorio SPARC_LAB, la costruzione della infrastruttura ELI-NP in Romania e la partecipazione ai programmi di ricerca dei laboratori CERN, Fermilab ed altri.

L'acceleratore DAFNE ha operato con efficienza per tutto il 2015 (a parte una pausa estiva) consentendo all'esperimento KLOE di raccogliere un'importante quantità di dati. Tale attività continuerà per tutto il 2016 e il 2017.

A SPARC_LAB si continua la messa in opera delle infrastrutture per la generazione di fasci di fotoni a varie lunghezze d'onda e sono iniziati i lavori per la preparazione dei test di accelerazione con celle al plasma.

Per ELI-NP si è conclusa una prima fase di costruzione degli elementi della macchina che sono stati montati a Frascati in attesa di essere inviati in Romania.

Gli esperimenti di alta energia (ALICE, ATLAS, CMS, LHCb, NA62) hanno continuato nel 2015 la presa dati a LHC e all'SPS del CERN ed alcuni di essi hanno iniziato le attività costruttive di upgrade previste nei LNF. Altri esperimenti stanno preparandosi per la costruzione (G-2 e MU2E per Fermilab, BELLE2 per KEK e CLAS2 per JLAB). Sono inoltre proseguite le attività tecnologiche e di sviluppo sia nell'ambito dei rivelatori, della infrastruttura SCF_LAB dedicata ad attività spaziali e a DAFNE-Luce, oltre che l'utilizzo da parte di un gran numero di utenti esterni, della Beam Test Facility connessa all'operazione del Linac di DAFNE.



ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE

Rendiconto Generale al 31/12/2015

Laboratori Nazionali del Gran Sasso

I Laboratori Nazionali del Gran Sasso sono i più grandi laboratori sotterranei al mondo. L'area sotterranea, che beneficia di una copertura di oltre 1400 m di roccia, è costituita da tre grandi sale sperimentali, ognuna delle quali misura circa 100x20x18 m³. Queste sono raccordate tra loro e al traforo autostradale da gallerie di servizio. La superficie totale è pari a 17800 m² ed il volume totale ammonta a 180.000 m³.

L'elevata copertura rocciosa, la natura della roccia, povera di elementi radioattivi, e l'accurata scelta dei materiali impiegati nella costruzione ne fanno un sito ideale per tutte le misure che possano essere perturbate dalla radioattività o dalla radiazione cosmica. Il sito sotterraneo in sé costituisce la principale infrastruttura del laboratorio.

Un complesso edilizio in superficie, situato in prossimità dell'ingresso del traforo accoglie uffici, sala mensa, sale per conferenze, magazzino, laboratori, officina meccanica e capannoni di assemblaggio per grandi apparati. I principali obiettivi per il prossimo triennio sono: la continuazione dell'esperimento Borexino per approfondire l'analisi della regione di bassa energia con nuove informazioni sul contributo del ciclo CNO nel sole, la misura con Borexino delle proprietà di antineutrini prodotti da una sorgente artificiale in prossimità dell'apparato, l'inizio della presa dati dell'esperimento Xenon 1T, i risultati della fase-II dell'esperimento GERDA, l'inizio della presa dati di CUORE (entro il 2016), l'inizio della costruzione dell'esperimento DarkSide-20k, l'installazione del progetto ERMES-WORLD, l'installazione dell'acceleratore LUNA-MV nel sito sotterraneo.

Gli utenti del Laboratorio sono un migliaio di cui 2/3 provenienti dall'estero. Il Laboratorio ha un rilevante impatto sulla formazione e divulgazione sul territorio con circa 9000 visitatori all'anno e con numerosi eventi di incontro per il pubblico con quasi 2000 partecipanti all'anno.

Laboratori Nazionali di Legnaro

La missione dei Laboratori Nazionali di Legnaro è la ricerca nel campo della fisica ed astrofisica nucleare, assieme allo sviluppo delle applicazioni pertinenti. Punti di forza dei laboratori sono lo sviluppo di acceleratori di particelle, di rivelatori di radiazioni nucleari e di tecnologie per il trattamento di superfici.

Il budget dei laboratori nel 2015 è stato di circa 20 Meuro, di cui circa 2/3 per lo sviluppo di progetti speciali, progetti premiali e altri progetti per conto di committenti esterni. A questi fondi vanno aggiunte le spese per il personale (di ruolo, a tempo determinato e in formazione) per altri 10 Meur/anno circa.

I laboratori hanno fornito fasci generati dai vari acceleratori installati (AN2000, CN, TANDEM, ALPI, PIAVE) per complessive 8000 ore nel 2015, a disposizione di una comunità di circa 700 utenti scientifici, di cui la metà stranieri.

Ogni giorno lavorano ai LNL circa 250 persone, per la metà dipendenti dei LNL, per l'altra metà studiosi di università ed enti di ricerca italiani, esteri ed internazionali.

Fra le iniziative principali dei laboratori si colloca il progetto SPES, per la produzione selettiva di specie nucleari esotiche. Gli obiettivi di SPES sono lo studio di nuclei fortemente instabili, quali quelli che si formano nelle fasi avanzate dell'evoluzione stellare, assieme allo studio e alla produzione di radioisotopi di interesse medico. Le tappe importanti del 2015 sono state:

- a) il completamento dell'edilizia per alloggiare il nuovo ciclotrone e le stazioni di irraggiamento
- b) l'installazione del ciclotrone a protoni da 70 MeV
- c) il completamento del charge breeder
- d) la progettazione esecutiva di una facility per la produzione di radioisotopi di interesse medico (LARAMED).

Il progetto IFMIF ha visto il laboratorio impegnato nel completamento di un acceleratore del tipo RFQ, da consegnare in Giappone nei primi mesi del 2016, nell'ambito di una collaborazione internazionale per lo studio delle proprietà dei materiali da impiegarsi nei futuri reattori a fusione.



ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE

Rendiconto Generale al 31/12/2015

Sono state avviate le attività per la realizzazione dell'acceleratore lineare per ESS, la sorgente di neutroni europea da installarsi in Svezia.

Nell'ambito delle applicazioni della rivelazione di radiazioni gamma, il progetto ITALRAD ha proceduto nella mappatura di Sardegna, Marche ed Emilia.

GALILEO, un apparato di ultima generazione per la rivelazione di raggi gamma nucleari, è entrato in funzione nel 2015, attraendo un cospicuo numero di utilizzatori da ogni parte del mondo.

Per ciò che riguarda le attività sperimentali con gli acceleratori TANDEM-ALPI-PIAVE nel 2015 si segnalano i seguenti punti:

- a) Inizio di una prima fase di sperimentazione con lo spettrometro gamma ad alta risoluzione GALILEO, basato su una configurazione che combina rivelatori singoli "tapered" e rivelatori a cluster assemblati in configurazione tripla. Il nuovo spettrometro, accoppiato a diversi tipi di rivelatori ancillari, combina efficienza, semplicità di utilizzo ed una elevata granularità per una adeguata correzione Doppler.
- b) Ottimizzazione dello spettrometro magnetico PRISMA accoppiato al nuovo sistema a tempo di volo per coincidenze cinematiche ad alta risoluzione, per misure di sezioni d'urto di multinucleon-transfer mediante l'utilizzo di fasci pesanti con PIAVE+ALPI. Prosecuzione del programma di misure di sezioni d'urto di fusione molto sotto la barriera Coulombiana con l'apparato PISOLO.
- c) Continuazione dello sviluppo di NEDA, rivelatore per neutroni ad elevata copertura e granularità da utilizzarsi in associazione ad uno spettrometro gamma (AGATA, GALILEO etc). Se ne prevede l'utilizzo sia con fasci stabili che esotici (SPES).
- d) Sperimentazione con gli apparati EXOTIC per reazioni con ioni esotici leggeri, e con GARFIELD per studi di effetti di clustering e di termodinamica nucleare. Il gruppo afferente a quest'ultimo apparato ha definito un MoU con il gruppo di Leuven per lo sviluppo e l'installazione di una "time projection chamber" da utilizzarsi sia come bersaglio che come rivelatore per fasci esotici di SPES a media e bassa intensità.
- e) Prosecuzione della produzione di rivelatori al germanio per spettroscopia ad alta risoluzione con lo sviluppo di ricoprimenti inerti per cristalli di germanio iperpuri.

Prosegue per gli acceleratori superconduttivi ALPI e PIAVE il regime operativo di 1 semestre/anno, al fine di permettere le installazioni del progetto SPES, invece il Tandem è rimasto operativo ad una tensione di terminale massima di circa 15 MV per entrambi i semestri. È stato perfezionato l'intervento sul sistema di controllo dei criostati di ALPI, con un upgrade completo in sostituzione del sistema precedente che era altamente obsoleto. È stata completata la migrazione su EPICS del sistema di controllo dei magneti di ALPI. È stato eseguito un intervento di manutenzione straordinaria sugli SRFQ di PIAVE, finalizzato ad aumentarne le prestazioni (e conseguentemente aumentare l'energia e la corrente all'esperimento dei fasci accelerati con PIAVE-ALPI), che a fine 2015 era prossimo alla conclusione.

L'attività sperimentale agli acceleratori AN2000 e CN nell'ambito della fisica interdisciplinare ed applicata si è svolta con l'erogazione di circa 1080 (CN) e 975 (AN2000) ore di fascio all'utenza.

33 gruppi di ricerca provenienti da università ed enti di ricerca italiani ed esteri e dall'INFN hanno utilizzato complessivamente la strumentazione di 7 beam-line nei due laboratori.

Si è registrata una crescente domanda di ore-fascio per esperimenti di misura di sezioni d'urto a bassa energia per astrofisica nucleare e test di dispositivi e rivelatori con impiego di fascio pulsato al CN e, in generale, un crescente interesse in esperimenti che utilizzano fasci di bassa energia, ed in particolare il micro-fascio dell'AN2000, in progetti finanziati dalle Commissioni Nazionali III e V dell'INFN.



ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE

Rendiconto Generale al 31/12/2015

Laboratori Nazionali del Sud

Durante il 2015 è stato ripristinato il normale funzionamento degli acceleratori LNS a seguito delle operazioni di upgrade eseguite precedentemente: il Ciclotrone Superconduttore ha ripreso a fornire fasci dopo l'operazione di revamping dell'impianto criogenico, e il Tandem è stato sottoposto a una serie di test piuttosto esaustivi dopo la sostituzione del primo tubo acceleratore e l'installazione del nuovo sistema di carica basato sul Pelletron al posto della cinghia. In tal modo è stato possibile effettuare tutti gli esperimenti con fasci Ciclotrone già approvati dal Comitato Scientifico e rinviati per portare a compimento l'aggiornamento del liquefattore di elio. Oltre alle attività di ricerca in Fisica Nucleare e Interdisciplinare, sono ripresi i trattamenti di protonterapia delle patologie oculari, anch'essi sospesi per le manutenzioni descritte. Al Tandem la sostituzione della cinghia con il Pelletron è avvenuta all'inizio del 2015 e il tutto si è svolto in tempi rapidissimi, circa tre settimane, grazie anche alla collaborazione della ditta fornitrice, la National Electrostatics Corporation. Il nuovo sistema di carica si è fin da subito rivelato molto affidabile, e per tutto l'anno non ci sono stati guasti di alcun tipo. Inoltre garantisce una più elevata stabilità in tensione del terminale rispetto alla cinghia, con un ripple dell'ordine di 5×10^{-4} . Per tutto il 2015 sono state effettuate lunghe operazioni di condizionamento del Tandem, oltre ad alcuni esperimenti principalmente nel campo dell'Astrofisica Nucleare e Struttura del Nucleo, e alla fine dell'anno è stata raggiunta una tensione al terminale di 12.5 MV, molto prossima alla massima tensione di progetto. È stato installato un sistema criogenico di raffreddamento dedicato alla sorgente superconduttiva Serse, così da renderne il funzionamento autonomo rispetto al liquefattore di elio. Per questo gli adduttori di corrente sono stati sostituiti con adduttori ad alta Tc al fine di ridurre il consumo di elio.

Nel corso del 2015 sono ripresi regolarmente i trattamenti clinici presso la facility Catania di protonterapia dei LNS dove sono stati trattati un totale di 350 pazienti dal 2002. L'operatività della facility è assicurata dal personale LNS, che cura gli aspetti del trasporto dei fasci e della qualità del sistema di trasporto in aria e dal personale del Policlinico Universitario (fisici sanitari e clinici) che cura invece gli aspetti più propriamente medici.

L'attività svolta nell'ambito dell'esperimento NEWCHIM durante il 2015 si è articolata essenzialmente nelle misure e presa dati di 3 esperimenti, utilizzando il multirivelatore CHIMERA accoppiato con i primi 4 moduli di FARCOS. Esperimento CLIR: Scopo dell'esperimento è quello di indagare sulla struttura a cluster nei nuclei leggeri non autocongiugati al fine di evidenziare il ruolo dei neutroni extra-cluster come legami di covalenza. A tal fine sono stati prodotti per frammentazione in volo di ^{18}O su un target di ^9Be , i nuclei ^{16}C , ^{13}B , ^{10}Be a circa 50 AMeV. I fasci prodotti sono stati fatti incidere su un target secondario di polietilene CH_2 e si sono misurati i prodotti di break-up tramite CHIMERA+FARCOS. Esperimento PYGMY: L'esperimento si propone di studiare la risonanza a bassa energia di eccitazione, Pygmy Dipole Resonance (PDR), eccitata nei nuclei esotici ricchi in neutroni di ^{68}Ni in collisione con ^{12}C a 30 AMeV, al fine di esplorare la componente isoscalare della risonanza. Il fascio incidente è stato prodotto a partire dalla frammentazione in volo di ^{70}Zn su target primario di ^9Be e selezionato tramite il FRS. Tramite i rivelatori a CsI(Tl) di CHIMERA sono stati misurati i gamma emessi in coincidenza con gli eiettili ^{68}Ni , al fine di ben discriminare i gamma provenienti dalle PDR rispetto al fondo prodotto nella reazione. Esperimento SIKO: L'esperimento ha come scopo lo studio della struttura a cluster alfa gas-like nel ^{28}Si . In particolare si ricerca la struttura a 7 alfa del ^{28}Si a seguito della collisione $^{16}\text{O}+^{12}\text{C}$ misurando le correlazioni in energia e angolo tra i frammenti emessi, al variare della energia incidente (misure effettuate a 10, 17.5 e 20 AMeV). La presenza di una risonanza della sezione d'urto risulterebbe indicativa della formazione di stati analoghi all'Hoyle-state già osservato nel ^{12}C . Al termine della campagna di misure è iniziata la fase di sostituzione della vetusta elettronica analogica con l'elettronica digitale GET, partendo dai rivelatori CsI(Tl) di CHIMERA e sul nuovo sistema di rivelazione FARCOS. È continuata inoltre l'attività di analisi dati delle misure fatte negli anni precedenti, come di consueto affiancata all'attività per la preparazione di nuovi proposal e future collaborazioni.

L'attività svolta nell'ambito dell'esperimento DREAMS nel periodo 2012-2015 si articola su diverse linee di ricerca, che si avvalgono, per la maggior parte dei casi, dell'uso dello spettrometro magnetico MAGNEX ai LNS e di varie collaborazioni internazionali. Tali linee di ricerca vanno dagli studi sul Rainbow nucleare all'"alfa clustering", dagli studi sul "break-up" nucleare alle correlazioni di "pairing", dall'"ab-initio" alle reazioni di singolo e doppio scambio di carica, dagli studi sui nuclei esotici leggeri alla risonanza di monopolo gigante. Un valore aggiunto per questi studi è stato l'accoppiamento con il



ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE

Rendiconto Generale al 31/12/2015

rivelatore per neutroni EDEN dell'IN2P3 IPN di Orsay, nell'ambito di un MoU INFN-IN2P3 promosso dai responsabili dell'esperimento. Sempre nel 2013 il primo esperimento a zero gradi e con i fasci del CS ha aperto la strada a nuove ed ambiziose sfide sperimentali. Di tutta l'attività scientifica, testimoniata dalla crescente produzione di articoli negli ultimi anni, si citano qui solo alcuni dei risultati più salienti relativi al 2015. Negli studi relativi al "Full elastic scattering distribution and break-up" in collaborazione con i colleghi greci dell'Università di Ioannina, il principale risultato scientifico è stato l'evidenza del forte ruolo del "coupling" nello scattering elastico. In questo ambito il principale traguardo tecnologico raggiunto è stato la misura, effettuata con grande precisione, dello scattering elastico in cinematica inversa ad angoli molto in avanti. Per quel che riguarda gli studi sulle correlazioni di pairing nelle reazioni di transfer in ($^{18}\text{O}, ^{16}\text{O}$) sono stati effettuati diversi esperimenti sia con colleghi del Brasile che con colleghi francesi. Il più importante risultato scientifico raggiunto in questo ambito è la prima evidenza sperimentale della Giant Pairing Vibration, predetta nel 1977 da Broglia e Bes partendo dalla simmetria "particles - holes". Questa evidenza sperimentale vista nelle reazioni: $^{12}\text{C}(^{18}\text{O}, ^{16}\text{O})^{14}\text{C}$ @ 84 MeV e $^{13}\text{C}(^{18}\text{O}, ^{16}\text{O})^{15}\text{C}$ @ 84 MeV è stata confermata anche nelle stesse reazioni misurate all'energia più alta di 270 MeV. Tali risultati sono stati pubblicati su Nature Communications 6, 6743 (2015). Per quel che riguarda gli studi sul doppio scambio di carica (DCE) è stata effettuata la reazione $^{40}\text{Ca}(^{18}\text{O}, ^{18}\text{Ne})^{40}\text{Ar}$ @ 270 MeV a zero gradi e misurata la sezione d'urto del DCE. I primi risultati sperimentali ottenuti per questa reazione con MAGNEX ed il CS ai LNS, hanno fornito un'importante indicazione sulla possibilità di accedere a rilevanti informazioni quantitative, con la tecnica proposta, di interesse per gli studi sul $0\nu\beta\beta$, come proposto, dagli stessi responsabili di DREAMS, nel progetto NUMEN.

L'attività di Astrofisica Nucleare ha continuato a impegnare i ricercatori dei LNS, grazie in particolar modo alle applicazioni del Metodo del Cavallo di Troia. I risultati ottenuti sono di grande rilevanza scientifica internazionale ed anche per quest'anno e sono stati pubblicati in riviste di grande impatto scientifico. Oltre alla continuazione dell'attività di analisi dei dati resi negli anni precedenti (con la pubblicazione, tra le altre cose, dei primi risultati dell'applicazione del Metodo del Cavallo di Troia a reazioni indotte da fasci radioattivi), si sono realizzati nuovi esperimenti per lo studio della nucleosintesi primordiale e stellare. L'uso dell'acceleratore Tandem e delle apparecchiature tecnologiche di rivelazione a disposizione dei LNS, insieme alla versatilità del Metodo del Cavallo di Troia, hanno consentito la realizzazione di misure di sezioni d'urto per reazioni indotte da neutroni. Contestualmente l'attività è proceduta anche nel campo delle reazioni con fasci radioattivi. Tali misure sono state eseguite presso i LNL (fascio di 7be) e Riken (fascio di 18F).

L'esperimento LNS-STREAM ha il duplice intento di studiare: a) gli stati a cluster in nuclei esotici e i nuclei con aloni investigando l'effetto legato alla presenza di tali strutture sui meccanismi di reazione attorno alla barriera Coulombiana; b) l'evoluzione delle caratteristiche della GDR al crescere dell'energia di eccitazione mappandone la progressiva scomparsa. Nel 2015, gli studi effettuati hanno permesso l'identificazione di stati a cluster in nuclei leggeri ricchi di neutroni (^{13}B , ^{19}Ne , ^{19}F). Inoltre, dalla misura di reazioni indotte da nuclei con aloni sono stati osservati importanti effetti sui vari processi di reazione (scattering elastico, break-up, trasferimento, fusione) dovuti alla particolare struttura di questi nuclei caratterizzati da una funzione d'onda molto estesa. Lo studio delle proprietà della GDR calda nei nuclei di massa $A \sim 120-132$ ha messo in evidenza l'insorgere del fenomeno di quenching del moto collettivo per energie di eccitazione comprese tra 200 e 270 MeV. Tale effetto diventa progressivamente più marcato al crescere dell'energia del sistema caldo formato. In particolare lo scenario osservato è consistente con l'esistenza di una energia di eccitazione limite per i moti collettivi che si manifesta per energie di eccitazione $E^* \sim 230$ MeV. Un nuovo esperimento sulle proprietà della GDR in nuclei di massa 180-190 è stato approvato ed è in preparazione. L'intento è di studiare la dipendenza dell'energia di quenching della GDR in funzione della massa del sistema composto.

Nel 2015 il gruppo LANDIS si è dedicato allo sviluppo di tecniche avanzate di spettroscopia X (XRS) e ion beam analysis (IBA) basate su fasci di particelle cariche, per la caratterizzazione non-distruttiva dei materiali. Il gruppo LANDIS ha iniziato i test della nuova tecnica Full Field Particle Induced X-ray Emission (FF-PIXE) in previsione dell'installazione di una nuova stazione di misura mobile dedicata all'analisi di Beni Culturali e Materiale Archeologico sulla linea 80 gradi dei LNS. La tecnica FF-PIXE permette di ottenere le mappe in due dimensioni delle specie atomiche componenti i campioni in studio con risoluzione spaziale dell'ordine di qualche decina di micron e senza l'utilizzo della comune scansione adoperata nei laboratori dotati di microfasci di protoni. La FF-PIXE fa uso di fasci esterni di protoni da 3 MeV accelerati dal TANDEM dei LNS. Durante il 2015 è stata infine realizzata presso il LAB-alfa dei LNS



ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE

Rendiconto Generale al 31/12/2015

una nuova sorgente di polonio a completamento di uno spettrometro portatile PIXE da adoperare, in modo combinato con altre tecniche analitiche, durante le campagne in situ del LANDIS presso Musei o scavi archeologici.

Nel 2015 è stato perfezionato il testo del nuovo accordo attuativo con Sogin, riguardante il completamento e la messa in opera del prototipo esteso di sistema di monitoraggio di rifiuti radioattivi DMNR presso la ex centrale nucleare del Garigliano a Sessa Aurunca. L'accordo in questione è adesso alla firma del consiglio di amministrazione di Sogin. Nell'ambito della piattaforma tecnologica IGD-TP, della quale l'INFN è membro dal 2014, si è preso parte all'evento LUCOEX, svoltosi ad Oskarshamn in Svezia, riguardante studi e prototipazione di sistemi di confinamento dei rifiuti radioattivi in depositi geologici. Si è anche partecipato alla conferenza sui rifiuti radioattivi presso la IAEA a Vienna. Nell'ambito del progetto europeo JOPRAD INFN-E si è fatto promotore di un gruppo italiano compatto di istituti di ricerca partecipanti, precisamente INFN, ENEA, ISS, INGV, ai quali è stata aggregata Sogin in qualità di "Waste Management Organization". La partecipazione a diverse riunioni JOPRAD ha permesso di assumere un ruolo proattivo nell'ambito del progetto. Sono stati siglati diversi accordi di confidenzialità con aziende, in merito alla possibile commercializzazione di prodotti derivati dalle linee di ricerca sopra esposte.

La costruzione della sorgente AISHa (Advanced Ion Source for Hadrontherapy), finanziata attraverso il PO FESR 2007-2013 della Regione Sicilia, è stata completata nel corso del 2015, in collaborazione con un'aggregazione di piccole e medie imprese. La sorgente riveste un'importanza particolare per il potenziamento del centro di Adroterapia CNAO (Pavia), tuttavia le sue capacità di produzione di fasci ad alta intensità può avere implicazioni anche in diversi progetti di ricerca. I LNS sono direttamente coinvolti nel progetto grazie alla competenza tecnico-scientifica acquisita in oltre 30 anni di attività nell'ambito di sorgenti di ioni e oltre 10 anni di attività nell'ambito dell'adroterapia. I componenti della sorgente sono stati costruiti nel corso dell'anno e le verifiche funzionali sono state effettuate con successo: in particolare il sistema magnetico superconduttivo è stato verificato ai valori di corrente progettuali e le misure di campo magnetico sono coerenti con i valori simulati; lo stesso si può dire per l'esapolo a magneti permanenti e per il sistema di iniezione delle microonde nella camera del plasma.

I LNS sono stati coinvolti per tutto il 2015 in attività relative allo sviluppo e realizzazione di componenti per il nodo italiano del telescopio sottomarino per neutrini astrofisici KM3NeT. Attualmente la collaborazione internazionale è impegnata nella costruzione di quella che viene definita la fase-1, con la quale sarà realizzato un telescopio composto da otto strutture a torre e 24 stringhe presso il sito di Portopalo di Capo Passero. Nel corso dell'anno sono proseguite le attività di completamento della rete di fondo, installando due junction boxes e nel dicembre 2015 è stata installata con successo la prima stringa. Nel corso del 2015 la collaborazione ha anche definito la strategia per gli sviluppi futuri del telescopio (KM3NeT 2.0) che sarà costituito da un nodo, composto da due "building blocks" di 115 stringhe ciascuno, da installare presso il sito di Capo Passero e dedicato allo studio di neutrini di alta energia di origine cosmica, e un blocco di 115 stringhe, realizzate in una configurazione più compatta da installare presso il sito di Tolone (Francia) e dedicato allo studio della gerarchia di massa dei neutrini. I LNS ricoprono una posizione strategica, sia a livello di management che a livello tecnico, nell'ambito della collaborazione europea KM3NeT. Nel 2015 è stato avviato un processo di preparazione di un sito di integrazione delle stringhe presso i LNS che si affiancherà ad altri tre già esistenti in Europa.

L'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare ha firmato un accordo preliminare ("Heads of Agreement") con la European Spallation Source di Lund (ESS) dove si stabilisce che il contributo italiano "in-kind" sarà in parte basato sul contributo dell'INFN alla costruzione dell'acceleratore lineare. Oltre alla costruzione delle cavità superconduttive a medio beta e al Drift Tube Linac (DTL), a cura della sezione di Milano e dei LNL, il contributo INFN consisterà nella realizzazione presso i Laboratori Nazionali del Sud di due copie della sorgente di protoni PS-ESS e della linea di fascio di bassa energia, con le caratteristiche richieste dal progetto (Energia di iniezione = 75 keV, corrente di protoni > 74 mA, corrente totale superiore a 90 mA). I componenti della sorgente sono in gran parte pronti e la fase di assemblaggio è iniziata nelle ultime settimane del 2015 presso il testbench dei LNS, preparato in modo da replicare l'area di Front-End in Svezia. I componenti della linea di fascio di bassa energia sono stati ordinati e il lavoro di integrazione con il sistema di controllo, la beam instrumentation e gli altri servizi è in fase di completamento.



ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE

Rendiconto Generale al 31/12/2015

I LNS sono impegnati nello sviluppo di una delle quattro facility previste nell'infrastruttura di ricerca europea ELI. L'impegno dei LNS è rivolto alla facility ELI-Beamlines, Praga dove sarà realizzata, in una delle sale sperimentali disponibili, una facility specificatamente mirata all'utilizzo degli ioni accelerati per applicazioni adroterapiche e radiobiologiche. Nel dicembre 2014, l'INFN ha firmato un contratto con ELI-Beamlines con il quale i LNS si impegnano a realizzare la linea di trasporto ELIMED con la relativa diagnostica dosimetrica. La linea sarà realizzata per soddisfare le esigenze sperimentali di tutti gli utenti che vorranno adoperare i fasci di ioni laser-driven accelerati a ELI-beamlines per ricerche nel campo multidisciplinare. La linea ELIMED verrà completamente assemblata presso i LNS e poi spostata e installata presso la facility ELI-beamlines entro la fine del 2017.

CNAF

Il CNAF è il centro nazionale dell'INFN dedicato alla ricerca e allo sviluppo nel campo delle discipline informatiche e telematiche e alla gestione dei relativi servizi per le attività di ricerca dell'Istituto. Ospita il centro nazionale di calcolo dell'INFN, completamente rinnovato nella dotazione di impianti tecnologici nel 2007. Il centro, costituito per svolgere la funzione di nodo primario a livello nazionale per gli esperimenti a LHC (Tier1), nell'ambito della collaborazione WLCG (Worldwide LHC Computing Grid), è divenuto rapidamente un centro di riferimento per la gestione e l'elaborazione dei dati di molti esperimenti a cui contribuisce l'INFN.

Contribuisce, come centro di riferimento nazionale, sia allo sviluppo software, sia alla realizzazione e alla gestione operativa dell'infrastruttura generale di calcolo scientifico distribuito, basata sulle tecnologie di GRID e CLOUD dispiegate sulla rete geografica. Inoltre gestisce vari servizi nazionali che nel tempo sono stati gradualmente potenziati, contribuendo in tal modo ad accrescere l'efficienza globale e ridurre i costi complessivi. Partecipa a vari progetti di ricerca e sviluppo nel campo del calcolo distribuito Grid e Cloud, sia a livello nazionale che internazionale, svolti in collaborazione con aziende ICT e pubbliche amministrazioni.

Il Tier1 del CNAF è in grado di ospitare le risorse per gli esperimenti a LHC per tutto il loro ciclo di vita, facendo fronte con opportuni potenziamenti effettuati di anno in anno, alle crescenti richieste secondo quanto attualmente previsto nei rispettivi piani per il calcolo. La capacità di memorizzazione dei dati, sia su disco (nel 2015 18 PB netti) che su nastro (nel 2015 20 PB netti), verrà ulteriormente incrementata durante il 2016 e negli anni successivi, mentre per le risorse di calcolo è prevista, nel 2016, un consolidamento sui valori poco superiori a quelli del 2015 pari a 160 kHS06 con la sostituzione parziale dei server in funzione dell'ottimizzazione dei consumi di energia elettrica.

Più in generale il CNAF intende perseguire i seguenti obiettivi strategici, anche in collaborazione con altri soggetti pubblici e privati: sviluppo di collaborazioni nazionali e internazionali nell'ambito del calcolo e dello storage distribuito, in particolare esse si realizzeranno all'interno di progetti strutturali nazionali (DHTCS; Smart Cities) ed europei (Horizon 2020) attraverso accordi con istituzioni scientifiche nazionali ed estere, e con soggetti privati; ottimizzazione dell'utilizzo delle risorse e dei relativi consumi energetici, da ottenersi sfruttando il paradigma del Cloud computing and storage, su questo punto il CNAF ha una posizione di leadership da diversi anni, che intende mantenere e sviluppare; definizione di una architettura e di una implementazione di riferimento per la conservazione a lungo termine dei dati scientifici e delle relative applicazioni; definizione di nuovi framework di calcolo e di software per gli esperimenti di fisica a cui partecipa l'INFN, in stretta collaborazione con i reparti di calcolo distribuito e con il centro di calcolo Tier1; sviluppo di una rete di conoscenze estesa a tutto l'ente per il miglioramento della qualità del software sviluppato ed utilizzato al suo interno.

Nel 2015 tre progetti finanziati dal programma quadro H2020 hanno iniziato ad operare al CNAF: INDIGO Data Cloud, ExaNest e Asterics.

Attualmente 27 collaborazioni scientifiche usano le risorse del Tier1: oltre ai già citati esperimenti a LHC, vi sono esperimenti afferenti a CSN1 (citando per esempio solo i nuovi ingressi Belle II e NA62), CSN2 (nuovi ingressi come CTA, Opera, DarkSide, CUORE, KM3Net) e CSN3.

Grazie all'infrastruttura ottica di GARR-X avremo a breve un collegamento a 100 Gbps con il CERN e con i principali siti Tier1 di WLCG.



ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE

Rendiconto Generale al 31/12/2015

TRENTO INSTITUTE FOR FUNDAMENTAL PHYSICS AND APPLICATIONS (TIFPA)

Il TIFPA è una joint initiative dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), l'Università degli Studi di Trento (UNITN), la Fondazione Bruno Kessler (FBK) e l'Azienda Provinciale per i Servizi Sanitari (APSS). Il TIFPA promuove e coordina la ricerca in fisica delle particelle, astrofisica, fisica nucleare, fisica teorica e fisica applicata.

Il TIFPA consente innovazione (sinergia tra i quattro istituti fondatori e collaborazione con partners internazionali, come CERN, NASA e ESA), eccellenza scientifica (risultati come LISA Pathfinder e la partecipazione con VIRGO alla scoperta delle onde gravitazionali), infrastrutture (fra cui ECT* di Villa Tambosi, Centro Materiali e Microsistemi di FBK, il centro di protonterapia di APSS, e la nuova clean room classe 10,000 ISO7 nella sede di Povo).

Il TIFPA partecipa in molti esperimenti in fisica delle particelle (come l'esperimento ATLAS del CERN), in fisica astroparticellare (per es. AMS02, LISA e VIRGO), fisica nucleare (AEGIS) fisica teorica e fisica applicata.

Nel 2015 si sono strette collaborazioni per progetti che partiranno nei primi mesi del 2016. Particolarmente importante è ROSSINI2 con ESA ed il legame con University of Texas Southwestern di Dallas, che sta costruendo il primo centro per la terapia con ioni carbonio negli USA.

Il team ha applicato a diverse call europee, fra cui una Marie Curie ed un progetto Infrastructure con gli altri centri di protonterapia.

Particolarmente attiva è la collaborazione con il CIBIO, con cui il TIFPA si occuperà di seguire ricerca in radiobiologia clinica. Il laboratorio di ricerca presso il centro APSS è stato completato ed è pronto per irraggiare campioni.

Il centro è ancora in fase di lancio, si ritiene che sarà pienamente operativo alla fine del 2016.

GRAN SASSO SCIENCE INSTITUTE (GSSI)

Il GSSI è un istituto di ricerca e istruzione superiore istituito in via sperimentale per un triennio (Art. 31 bis Legge n. 35/2012) e inquadrato nell'INFN come Centro di Studi Avanzati. Il suo scopo è di realizzare all'Aquila un polo di eccellenza scientifica internazionale, grazie alla valorizzazione di competenze e strutture altamente specialistiche già esistenti nel territorio, nonché di favorire l'attrazione di risorse di alto livello nel campo delle scienze di base.

L'attività è iniziata a Novembre 2013 con diversi progetti di ricerca e con l'attivazione di 4 corsi di dottorato, in collaborazione con la Sissa di Trieste, l'IMT di Lucca e il Sant'Anna di Pisa: Fisica Astroparticellare, Matematica, Informatica, Studi Urbani. Nel 2015 è iniziato il terzo anno accademico, ultimo del periodo sperimentale. Complessivamente nei tre anni accademici sono state ricevute circa 2000 domande da cui sono stati selezionati 120 studenti di dottorato, il 50% proveniente dall'estero. Sono stati selezionati anche 28 post-docs, su oltre 800 domande da tutto il mondo. Alla fine del 2015 l'Anvur ha valutato positivamente i risultati raggiunti dal GSSI nel triennio sperimentale.

CONSORZIO LABORATORIO NICOLA CABIBBO IN LIQUIDAZIONE

Il 30 ottobre 2015 si è tenuta l'ultima Assemblea del Consorzio "LABORATORIO NICOLA CABIBBO IN LIQUIDAZIONE" nel corso della quale i consorziati, INFN e Università di Roma Tor Vergata, hanno provveduto ad approvare il bilancio finale ed il piano di riparto con assegnazione in comunione indivisa (con quote ideali di spettanza a ciascun consorziato pari alla percentuale di partecipazione al fondo) del patrimonio residuo del Consorzio, e specificamente del progetto scientifico realizzato in attuazione della fase preliminare del dismesso Progetto Bandiera; in pari data, con apposito contratto, l'Università ha ceduto all'INFN la propria quota ideale pari al 35% delle quote del fondo consortile del valore di € 2.275.000,00 a favore dell'Istituto e conseguentemente il patrimonio netto di liquidazione del disciolto Consorzio è entrato a far parte del patrimonio dell'INFN per un valore complessivo di € 6.500.000,00.

Con il medesimo verbale, inoltre, si è provveduto alla restituzione, a favore dell'Istituto e come da autorizzazione ministeriale (note n. 7151 del 1.4.2015 e n. 30246 del 6.12.2013), delle somme residue dell'erogazione per l'annualità 2010 mediante accredito, in favore dell'INFN, di € 16.333.721,96

Relazione sulla gestione



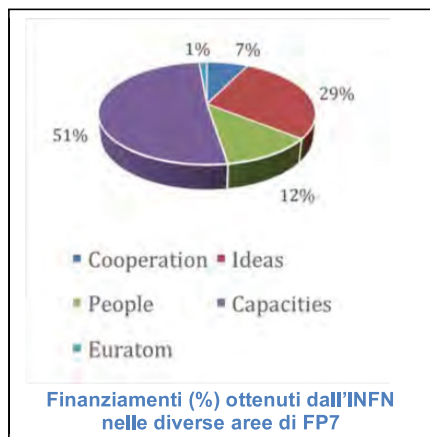
ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE

Rendiconto Generale al 31/12/2015

(oltre € 30.000,00 trattenute dal Liquidatore a titolo di deposito vincolato per 24 mesi al sostenimento di eventuali oneri non conosciuti e/o non determinabili) con vincolo di destinazione alla realizzazione del "Progetto di sviluppo e consolidamento delle infrastrutture di ricerca nel campo dell'accelerazione delle particelle" e all'adeguamento delle strutture del Laboratorio Nazionale del Gran Sasso in vista della sua trasformazione in Infrastruttura di ricerca europea – ERIC.

L'INFN nei Bandi Competitivi e Fondi Esterni

Si è ormai concluso il settimo Programma Quadro (7° PQ) della Commissione europea, che ha visto l'INFN partecipare attivamente in tutte le aree: Cooperation, Ideas, People e Capacities, oltre al programma complementare Euratom. Attualmente ci sono ancora vari progetti in fase di "esecuzione" (e aggiornamenti minori sono possibili a seconda della chiusura del bilancio), ma il totale dei finanziamenti ricevuti dall'INFN su circa 85 progetti è di quasi 50 milioni euro, suddiviso tra le aree come mostrato in figura. È chiaro che "Capacities" è sicuramente il settore in cui INFN ha presentato con successo molte proposte nei campi più vicini alle sue attività istituzionali. Sono stati finanziati progetti nel campo della fisica adronica (HadronPhysics3, coordinato dall'INFN), fisica nucleare (ENSAR), rivelatori di particelle



(AIDA), acceleratori (EUCARD), adroterapia (ULICE) e laser a elettroni liberi (ELISA). Di grande importanza sono state le iniziative di e-infrastructure: EGEE-III ed EMI legate alla realizzazione della GRID, la sua estensione al di fuori dall'Europa (EELA2, CHAIN, EuIndiaGrid) e ad altre comunità (WeNMR). Vanno sottolineate anche le attività trans-disciplinari come EURETILE, ispirato alla struttura del cervello per costruire architetture massicciamente parallele.

Una valutazione indipendente, condotta dalla Commissione Europea stessa, conferma i buoni risultati per l'Istituto, che per la prima volta diventa una delle dieci istituzioni più finanziate in Italia, risultato ancora più di prestigio se si considera il valore medio per ogni progetto vinto (576 k€), che colloca l'INFN al primo posto. Questo valore è simile a quella delle analoghe istituzioni europee come il CNRS (520 k€), il Fraunhofer (474 k€), MPG (620 k€), CEA (568 k€) o STFC (503 k€). In termini di "tasso di successo" il valore medio italiano è stato pari al 18%, mentre quello dell'INFN

del 23% (escludendo per tutti il settore ERC).

Programmi di finanziamento su bandi competitivi italiani

L'Istituto è stato uno degli attori principali nel corso del programma 2007-2013 dei Fondi Strutturali e dei relativi fondi nazionali. Alcuni importanti progetti sono ancora in attuazione in questa fase di completamento dei Programmi Operativi Nazionali e Regionali e hanno contribuito alla crescita e al cambiamento di quei territori che ne hanno beneficiato, in termini di realizzazione o completamento di rilevanti infrastrutture di ricerca. Le attività dell'Istituto sui fondi strutturali hanno inoltre offerto un grande contributo per le attività di valutazione ex-ante verso cui altissima è l'attenzione della Commissione. L'impegno dell'Istituto sui Fondi Strutturali può dunque definirsi costante, ricordando anche il ruolo attivo di ausilio ad Autorità nazionali e regionali nello studio delle strategie e delle politiche per alcuni Programmi Operativi della nuova programmazione, come per esempio nel caso della consultazione pubblica lanciata dal MIUR per il PON R&I 2014-2020 per il quale alcuni esperti interni hanno collaborato alla redazione di un documento ad hoc inviato alla Autorità di Gestione.

La diffusione capillare delle strutture INFN nel nostro Paese rappresenta un punto di forza del sistema socio-economico attraverso cui accrescere il potenziale di ricerca e innovazione presente nei vari territori, nel rispetto della peculiarità di ciascuno di essi e dunque delle strategie espresse nella Smart Specialisation Strategy S3. La capacità delle economie regionali di fare ricerca, innovare e trasformare richiede ora un maggiore impegno per la costruzione di un sistema dell'innovazione che investa



ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE

Rendiconto Generale al 31/12/2015

fortemente in ricerca, sviluppo e imprenditorialità, come sottolineato dalla strategia Europa 2020. L'approccio innovativo che l'Unione Europea ha adottato per il finanziamento della Ricerca e dell'Innovazione nel settennio 2014-2020, prevede il coordinamento di diversi strumenti e, in primis, il coordinamento tra le iniziative del Programma Horizon 2020 e quelle dei Fondi Strutturali e di Investimento europei; con la sottoscrizione dell'Accordo di Partenariato, a fine 2014, è stato posto l'accento su interventi che perseguono obiettivi strategici per il Paese. Il nuovo sistema a matrice per il finanziamento e la gestione delle attività di ricerca e innovazione e le nuove sfide della Politica di Coesione, necessitano del coinvolgimento di molteplici professionalità guidate da una strategia di gestione coerente allo svolgimento delle attività di ricerca e di trasferimento tecnologico. L'Istituto, oltre alla già ricordata presenza capillare su tutto il territorio nazionale, può contare su una consolidata rete di relazioni con il mondo scientifico e produttivo, nazionale ed internazionale, ciò facilita e sollecita il dialogo con i referenti politici e istituzionali per una crescita armonica e sostenibile dei territori.

Alla fine del 2015, solo poche regioni avevano lanciato alcuni bandi POR basati sui nuovi finanziamenti del FESR, quindi non è possibile esprimere una valutazione su questi temi. Gli ultimi risultati del 7° PQ confermano tuttavia che questo è un buon percorso per indirizzare in modo coerente la raccolta di fondi attraverso questi strumenti. In particolare, nei PON Smart Cities e in alcuni POR finanziati nell'ambito del FSE e FESR, l'Istituto ha ottenuto risultati importanti sia per i progetti a supporto della migliore gestione delle amministrazioni e dei governi locali, comprese numerose attività di formazione direttamente legate alle esigenze del mondo produttivo.

Il nuovo Programma Quadro Horizon 2020

Il 2015 è stato il secondo anno del nuovo Programma Quadro per la ricerca e l'innovazione della Commissione Europea, Horizon 2020 (H2020) e ha chiuso quindi la prima tornata dei corrispondenti programmi di lavoro nelle diverse aree. Data la struttura a tre pilastri, le aree sono più diversificate rispetto al 7° PQ. Nonostante il primo pilastro ("Excellent Science") sia quello dove più facilmente si possono concentrare gli sforzi dei ricercatori INFN, anche negli altri due ("Industrial Leadership" e "Societal Challenges"), c'è spazio per partecipare ai bandi corrispondenti, se il personale viene motivato e incoraggiato a guardare i programmi di ricerca con la prospettiva appropriata. Questo potrà riflettere storie di successo dell'INFN legate alla cooperazione industriale (per esempio nella costruzione di rivelatori di LHC) o di ricadute legate alla società (settore sanità, restauro e conservazione del patrimonio culturale, ecc.).

I pilastri del nuovo Programma Quadro H2020 prevedono priorità e finalità in linea con gli obiettivi e il bagaglio di conoscenze proprie dell'INFN, sia dal punto di vista delle strategie sia per quanto riguarda azioni specifiche. E i risultati, in termini di progetti finanziati, ottenuti dall'Istituto nell'arco del VII Programma Quadro dimostrano che l'ente è in grado di affrontare con successo la competizione a livello internazionale, partecipando ai grandi progetti europei. L'identificazione delle grandi infrastrutture dell'Istituto come strutture internazionali, rende poi l'INFN un ottimo candidato per progetti relativi alle infrastrutture di ricerca e alle e-infrastrutture, sfruttando per queste ultime soprattutto l'esperienza sviluppata nelle tecnologie di GRID. H2020 tuttavia è diverso dai precedenti programmi quadro anche per quanto riguarda le procedure di valutazione e, soprattutto, i criteri: quindi non esiste una garanzia di continuità basata soltanto sulle precedenti storie di successo.

L'Istituto ha costituito nel 2013 una Unità ("Coordinamento Fondi Esterni") presso l'Amministrazione Centrale, il cui obiettivo è quello di coordinare gli sforzi dei ricercatori nella partecipazione a bandi competitivi. Un primo elemento di supporto è stato un programma di formazione, con lo scopo di informare circa gli strumenti di finanziamento in H2020 e aiutando i ricercatori a strutturare i loro progetti per massimizzare la coerenza con i nuovi criteri e policies. Il secondo elemento è il monitoraggio dei proponenti nel processo di scrittura, cercando di evitare errori di vario genere. Inoltre è stato predisposto un sistema automatico per la presentazione delle proposte e tutte le informazioni disponibili (apertura di bandi, disposizioni interne, modelli, ecc.) vengono gradualmente inserite in questo nuovo Portale per i Fondi Esterni (<http://www.infn.it/fondiesterni/>) e alcune di loro sono anche trasmesse utilizzando Twitter.

La tabella seguente riassume i progetti vinti dall'INFN in call riconducibili al nuovo Programma Quadro (aggiornata ad ottobre 2015): si può affermare che i risultati sono in linea con quelli raggiunti nel 7° PQ, con più di 15 milioni di Euro assegnati a progetti con partecipazione dell'Istituto.



ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE

Rendiconto Generale al 31/12/2015

Acronym	Title	Call identifier	Type of action	INFN Budget (€)	Partners	Role
GENERA	Gender Equality Network in the European Research Area	GERI-2014-1	CSA	240.000,00	13	Partner
SHARPER	SHARing Researchers' Passion for Excellence and Results	MSCA-NIGHT-2014	CSA	56.063,00	5	Partner
BESIICGEM	An innovative Cylindrical Gas Electron Multiplier Inner Tracker for the BESIII Spectrometer	MSCA-RISE-2014	MSCA-RISE	657.000,00	3	Coord
JENNIFER	Japan and Europe Network for Neutrino and Intensity Frontier Experimental Research	MSCA-RISE-2014	MSCA-RISE	774.000,00	14	Coord
InvisiblesPlus	InvisiblesPlus (follow up of FP7 ITN)	MSCA-RISE-2015	MSCA-RISE	162.000,00	12	Partner
MUSE	Muon campus in US and Europe contribution	MSCA-RISE-2015	MSCA-RISE	1.102.500,00	7	Coord
NITEC	a Negative Ion Time Expansion Chamber for directional Dark Matter search	MSCA-IF-2014	MSCA-IF-EF-ST	168.277,20	1	Coord
AMVA4NewPhysics	Advanced Multi-Variate Analysis for New Physics Searches at the LHC	MSCA-ITN-2015	MSCA-ITN-ETN	258.061,32	8	Coord
INDIGO-DataCloud	INtegrating Distributed data Infrastructures for Global Exploitation	EINFRA-2014-2	RIA	2.080.614,00	26	Coord
EGI-Engage	Engaging the EGI Community towards an Open Science Commons	EINFRA-2014-2	RIA	721.487,50	41	Partner
West-Life	World-wide E-infrastructure for structural biology	EINFRA-2015-1	RIA	344.000,00	10	Partner
AIDA-2020	Advanced European Infrastructures for Detectors at Accelerators	INFRAIA-2014-2015	RIA	1.221.000,00	38	Partner
AHEAD	Integrated Activities for the High Energy Astrophysics Domain	INFRAIA-2014-2015	RIA	64.975,00	26	Partner
ENSAR2	European Nuclear Science and Application Research 2	INFRAIA-2014-2015	RIA	1.279.501,00	30	Partner
ASTERICS	Astronomy ESFRI and Research Infrastructure Cluster	INFRADEV-1-2014-1	RIA	251.250,00	22	Partner
EuroCirCol	European Circular Energy-Frontier Collider Study	INFRADEV-1-2014-1	RIA	422.000,00	16	Partner
EuPRAXIA	Design Study on the "EUropean Plasma Research Accelerator with eXcellence In Applications"	INFRADEV-1-2014-1	RIA	197.000,00	16	Partner
BrightNESS	Building a research infrastructure and synergies for highest scientific impact on ESS	INFRADEV-1-2015-1	RIA	363.125,00	18	Partner
HNSciCloud	Helix Nebula – The Science Cloud	ICT-2015	COFUND-PCP	260.783,60	11	Partner
3DSPIN	3-Dimensional Maps of the Spinning Nucleon	ERC-2014-CoG	ERC-COG	315.000,00	2	Partner
IMPACT	Innovative Medical Protons Achromatic Calorimeter and Tracker	ERC-2014-CoG	ERC-COG	1.810.000,00	1	Coord
UFSO	Ultra-Fast Silicon Detectors: Enabling Discoveries	ERC-2014-ADG	ERC-ADG	1.793.312,50	1	Coord
ExaNeSt	European Exascale System Interconnect and Storage	FETHPC-2014	RIA	769.375,00	12	Partner
GRAPHENE-FPA	Graphene-based revolutions in ICT and beyond	FETFLAG-2014	FPA	39.300,00	154	Partner
GrapheneCore1	Graphene-based disruptive technologies	Adhoc-2014-20	SGA-RIA	67.687,50	155	Partner

Una considerazione che emerge analizzando il database completo delle proposte presentate dall'INFN per i bandi di H2020 è che l'intensità della partecipazione è certamente aumentata rispetto al 7° PQ (e questo sembra essere vero in tutta Europa). Anche se a lungo termine ciò si rifletterà certamente in tassi di successo più bassi, mostra la permeabilità dell'ambiente di ricerca INFN al messaggio sull'importanza di questi bandi europei e sul loro valore, non solo in termini economici ma anche in termini di immagine istituzionale.



ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE

Rendiconto Generale al 31/12/2015

A titolo di esempio, un settore che continua a vedere risultati eccellenti per l'Istituto, è quello relativo alle infrastrutture: dalla progettazione, alle attività integrate, allo sviluppo. Informatica, rivelatori, acceleratori sono chiaramente il principale patrimonio sul quale è stata costruita questa performance. I bandi di "Infrastructure Integrated Activities" INFRAIA, hanno visto vincere tre progetti INFN, con un tasso di successo del 43%. I bandi per le infrastrutture di base (EINFRA, INFRADEV) hanno avuto molti progetti INFN finanziati, con tassi di successo molto alti, sia per la fisica degli acceleratori sia nel settore della computer science.

In chiusura, un'osservazione sulla partecipazione alle Call FET Flagship della Commissione Europea: oltre al già citato GRAPHENE, l'INFN, grazie alla vittoria del progetto WaveScales è entrato anche nell'unica altra Flagship, Human Brain Project, un risultato certamente di grande prestigio per l'Istituto.

3.2.4. Prospetto riepilogativo delle spese per Missioni e Programmi- Allegato 6 ex DMEF 1 ottobre 2013

In ossequio con quanto disposto dalla legge 31 dicembre 2009, n.196, dal decreto legislativo 31 maggio 2011 n. 91 e dal Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 12 dicembre 2012, in materia di armonizzazione dei sistemi contabili e degli schemi di bilancio delle amministrazioni pubbliche, per il coordinamento della finanza pubblica attraverso una disciplina omogenea dei procedimenti di programmazione, gestione, rendicontazione e controllo, l'Istituto ha adottato una classificazione della spesa uniforme a quella del bilancio dello Stato. Pertanto, unitamente alle rilevazioni contabili in termini finanziari ed economico-patrimoniali, il presente bilancio consuntivo rappresenta la classificazione delle spese sostenute nell'esercizio secondo: a) **missioni**, costituenti le funzioni principali definite in base allo scopo istituzionale dell'INFN, come individuato dalla legge e dallo statuto; b) **programmi**, configurati come unità di rappresentazione del bilancio che identificano aggregati omogenei di attività realizzate dall'Istituto per il perseguimento delle finalità individuate nell'ambito di ciascuna missione; c) **macroaggregati**, che costituiscono un'articolazione dei programmi secondo la natura economica della spesa; d) classificazione delle **spese** come **rimodulabili e non rimodulabili**.

Con riferimento alle missioni, in particolare, ai sensi dell'art. 3, comma 2, del DPCM sopra detto, l'Istituto, previa indicazione dell'amministrazione vigilante (nota MIUR prot. n. 0022233 del 23 ottobre 2015), ha individuato tra le missioni del bilancio dello Stato attualmente esistenti, quelle maggiormente rappresentative delle proprie finalità istituzionali, delle funzioni principali e degli obiettivi strategici che l'INFN è tenuto a perseguire e precisamente:

- Ricerca e Innovazione;
- Servizi generali e istituzionali delle amministrazioni pubbliche;
- Fondi da ripartire;
- Servizi per conto di terzi e partite di giro.

Nell'ambito di ciascuna Missione si è provveduto ad individuare i Programmi di spesa - unità di rappresentazione del bilancio- come aggregato omogeneo di attività realizzate dall'INFN volte a perseguire le finalità individuate nell'ambito di ciascuna missione ed attribuendo una denominazione rappresentativa di tali attività.

La realizzazione di ciascun programma è stata attribuita ad un unico Centro di responsabilità amministrativa, corrispondente all'unità organizzativa individuata in conformità con i regolamenti di organizzazione e contabilità vigenti.

Ogni programma è stato corredato con l'indicazione della corrispondente classificazione COFOG (Classification of the functions of government) di secondo livello. Il codice COFOG di secondo livello, abbinato a ciascun programma, permette di avere una codificazione uniforme della spesa secondo le funzioni.

Il risultato della riclassificazione del bilancio alla luce delle norme sopra richiamate costituisce l'allegato "Prospetto riepilogativo delle spese per Missioni e Programmi – Allegato 6 ex DMEF 1 ottobre 2013" al presente Bilancio di Previsione.



ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE

Rendiconto Generale al 31/12/2015

USCITE

17 Ricerca e Innovazione							
MISSIONE	PROGRAMMA	GRUPPO	MACROAGGREGATO	Competenza		Cassa	
				Spese non rimodulabili	Spese rimodulabili	Spese non rimodulabili	Spese rimodulabili
Missione 1	010. Ricerca scientifica e tecnologica applicata	04.8. R&S	ONERI PER IL PERSONALE IN ATTIVITA' DI SERVIZIO	46.374.292			45.781.969
			USCITE PER L'ACQUISTO DI BENI DI CONSUMO E SERVIZI	19.357.835	2.150.871	19.425.289	2.158.365
			USCITE PER PRESTAZIONI ISTITUZIONALI	7.540.570		7.458.909	
			TRASFERIMENTI PASSIVI	22.300.510		21.753.844	
			ACQUISIZIONE DI BENI DI USO DUREVOLE ED OPERE IMMOBILIARI	4.381.124	486.792	5.241.849	582.428
			ACQUISIZIONE DI IMMOBILIZZAZIONI TECNICHE	17.082.945	1.898.105	14.832.641	1.648.071
			INDENNITA' DI ANZIANITA' E SIMILARI AL PERSONALE CESSATO DAL SERVIZIO	1.768.243		726.544	
			Totale Programma	118.805.518	4.535.767	115.221.044	4.388.864
			Totale Programma	118.805.518	4.535.767	115.221.044	4.388.864
	09. Ricerca scientifica e tecnologica di base	01.4. Ricerca di base	ONERI PER IL PERSONALE IN ATTIVITA' DI SERVIZIO	83.319.129		82.254.923	
			USCITE PER L'ACQUISTO DI BENI DI CONSUMO E SERVIZI	16.609.141	1.845.460	16.667.017	1.851.891
			USCITE PER PRESTAZIONI ISTITUZIONALI	11.067.034		10.947.183	
			TRASFERIMENTI PASSIVI	87.874		85.720	
			ACQUISIZIONE DI BENI DI USO DUREVOLE ED OPERE IMMOBILIARI	13.561	1.507	16.225	1.803
			ACQUISIZIONE DI IMMOBILIZZAZIONI TECNICHE	12.242.540	1.360.282	10.629.853	1.181.095
			INDENNITA' DI ANZIANITA' E SIMILARI AL PERSONALE CESSATO DAL SERVIZIO	3.684.472		1.513.893	
			Totale Programma	127.023.751	3.207.249	122.114.814	3.034.788
			Totale Programma	127.023.751	3.207.249	122.114.814	3.034.788
	Totale Missione 1	245.829.269	7.743.016	237.335.859	7.423.653		
32 Servizi istituzionali e generali delle pubbliche amministrazioni							
MISSIONE	PROGRAMMA	GRUPPO	MACROAGGREGATO	Competenza		Cassa	
				Spese non rimodulabili	Spese rimodulabili	Spese non rimodulabili	Spese rimodulabili
Missione 2	003. Servizi e affari generali per le amministrazioni	01.3. Servizi generali	USCITE PER GLI ORGANI DELL'ENTE	730.079		662.130	
			ONERI PER IL PERSONALE IN ATTIVITA' DI SERVIZIO	24.033.809		23.726.833	
			USCITE PER L'ACQUISTO DI BENI DI CONSUMO E SERVIZI	40.653.308	7.174.113	40.794.968	7.199.112
			USCITE PER PRESTAZIONI ISTITUZIONALI	980.092		969.478	
			TRASFERIMENTI PASSIVI	5.526.297		5.390.827	
			ONERI FINANZIARI	300.352		295.730	
			ONERI TRIBUTARI	8.643.780		8.629.611	
			POSTE CORRETTIVE E COMPENSATIVE		400.000		98.508
			ACQUISIZIONE DI BENI DI USO DUREVOLE ED OPERE IMMOBILIARI	467.418	82.485	559.247	98.691
			ACQUISIZIONE DI IMMOBILIZZAZIONI TECNICHE	5.690.940	1.004.283	4.941.283	871.991
			PARTECIPAZIONE E ACQUISTI DI VALORI MOBILIARI		500		0
			INDENNITA' DI ANZIANITA' E SIMILARI AL PERSONALE CESSATO DAL SERVIZIO	1.047.285		430.313	
			Totale Missione 2	88.073.359	8.661.382	86.400.422	8.268.302
33 Fondi da ripartire							
MISSIONE	PROGRAMMA	GRUPPO	MACROAGGREGATO	Competenza		Cassa	
				Spese non rimodulabili	Spese rimodulabili	Spese non rimodulabili	Spese rimodulabili
Missione 3	001. Fondi da assegnare	01.3. Servizi generali	USCITE NON CLASSIFICABILI CON ALTRE VOCI	1.828.807	0	1.828.807	0
			Totale missione 3	1.828.807	0	1.828.807	0
99 Servizi per conto terzi e partite di giro							
MISSIONE	PROGRAMMA	GRUPPO	MACROAGGREGATO	Competenza		Cassa	
				Spese non rimodulabili	Spese rimodulabili	Spese non rimodulabili	Spese rimodulabili
Missione 4	001. Partite di giro	01.3. Servizi generali	USCITE AVENTINATURA DI PARTITE DI GIRO	55.107.745	13.776.936	53.816.078	13.454.019
			Totale missione 4	55.107.745	13.776.936	53.816.078	13.454.019
				390.839.180	30.181.334	379.381.165	29.145.974
				421.020.514		408.527.139	

Relazione sulla gestione