



NEWSLETTER 33

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

NEWS

ISTITUZIONI

IL MINISTRO DE VINCENTI AI LABORATORI DEL GRAN SASSO, p. 2

RICERCA

UN NUOVO CUORE PER CMS, p. 3

RICERCA

ANTIMATERIA COSMICA A LHCb, p. 4

CALCOLO

BIG DATA: L'INFN INVESTE IN FORMAZIONE, p. 5

COLLABORAZIONI INTERNAZIONALI

L'INFN ENTRA IN CTAO, p.6



L'INTERVISTA p. 7

DALLE STELLE ALLA MEDICINA: UN LABORATORIO PER LA RICERCA DI BASE E APPLICATA

*Intervista a Diego Bettoni, direttore
dei Laboratori Nazionali di Legnaro dell'INFN*



FOCUS p. 11

IPPOG: UNA COLLABORAZIONE SCIENTIFICA PER LA DIVULGAZIONE DELLA FISICA DELLE PARTICELLE

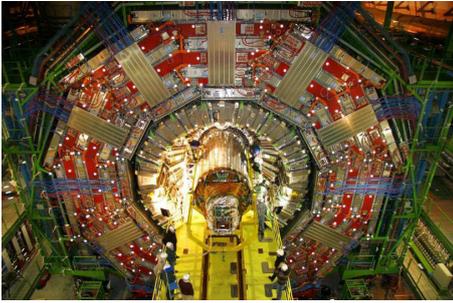


ISTITUZIONI

IL MINISTRO DE VINCENTI AI LABORATORI DEL GRAN SASSO

Il Ministro italiano per la Coesione Territoriale e il Mezzogiorno, Claudio De Vincenti, si è recato il 27 marzo in visita ai Laboratori Nazionali del Gran Sasso (LNGS) dell'INFN. La visita del Ministro De Vincenti ha offerto l'occasione per presentare esperimenti che rappresentano l'avanguardia mondiale in settori quali la fisica del neutrino e la ricerca di materia oscura. Tra questi, il progetto DarkSide-20K prevede la realizzazione presso i Laboratori di uno degli esperimenti più avanzati al mondo per la ricerca di materia oscura, basato su soluzioni tecnologiche uniche e innovative. Il progetto complessivo, che è incentrato intorno a NOA, la Nuova Officina Assergi, consta di diverse attività sinergiche, che trovano un'applicazione scientifica nell'esperimento DarkSide-20k, ma allo stesso tempo mettono in funzione diversi laboratori. Si viene così a formare un *Hub* Tecnologico avanzatissimo, dove imprese e centri di ricerca possono trovare tecnologie e strumentazioni all'avanguardia, consolidando così il ruolo dei LNGS come infrastruttura di ricerca con forte impatto nazionale. "Un'equipe formidabile per una struttura formidabile, orgoglio del Paese, prima che dell'Abruzzo, che il Governo sostiene - anche economicamente - con convinzione, a partire dal Patto per la Regione", è stato il commento del Ministro Claudio De Vincenti. "Qui c'è la dimostrazione dell'eccellenza italiana nel campo della ricerca che ci rende protagonisti a pieno titolo nell'ambito di una rete scientifica internazionale. E non solo. I laboratori uniscono, infatti, come dimostra da ultimo il progetto DarkSide, le più alte espressioni della ricerca pura con lo studio delle sue applicazioni a fini sociali."

"Le alte competenze professionali e le tecnologie innovative che il progetto richiede per la sua realizzazione - ha commentato il Vicepresidente della Regione Abruzzo Giovanni Lolli hanno, portato allo sviluppo di un progetto integrato di forte impatto per la ricerca, l'economia e la crescita del territorio". "Per queste ragioni - in coerenza con la Strategia di Specializzazione Intelligente su cui è impostata la programmazione dei fondi comunitari 2014-2020 e con le misure del Masterplan - la Regione Abruzzo ha ritenuto di interesse il progetto DarkSide-20k, e ha deciso di sostenere la sua implementazione con un importante contributo". ■



RICERCA
UN NUOVO CUORE PER CMS

La ripartenza di LHC si avvicina e gli esperimenti si preparano a un nuovo run ricco di sfide scientifiche. Dopo la consueta pausa invernale, il grande acceleratore del CERN ripartirà tra poche settimane. A marzo, fisici e ingegneri hanno sostituito il cuore di CMS, uno dei quattro principali rivelatori di LHC. Al centro dell'esperimento è ora installato un nuovo rivelatore a pixel, con migliori prestazioni del precedente per rispondere alle più alte luminosità di LHC. A maggio i primi fasci di particelle saranno iniettati nell'acceleratore che dovrebbe quindi raggiungere prima dell'inizio dell'estate la sua massima operatività. Il numero di collisioni in LHC è notevolmente incrementato, di conseguenza è stato necessario aumentare anche le prestazioni dei rivelatori per riuscire a ottenere un maggior numero di immagini simultanee delle collisioni che avvengono all'interno dell'acceleratore. Questo è il motivo principale per cui negli ultimi cinque anni 9 istituti europei, tra cui l'INFN, e università americane supportate dal *Department Of Energy* (DOE) e dalla *National Science Foundation* (NSF) hanno costruito un nuovo rivelatore di pixel per CMS. Il nuovo rivelatore ha quasi il doppio di pixel del precedente, 124 milioni contro 66, e quattro strati nella parte centrale, uno in più rispetto al precedente. Lo strato interno del nuovo rivelatore è più vicino al punto in cui avvengono le collisioni, dista 30 millimetri dalla linea di fascio, molto meno rispetto al precedente che distava 44 millimetri dalla linea di fascio. Il nuovo cuore di CMS permetterà una tracciatura più precisa delle particelle cariche provenienti dal centro dell'interazione, fornirà informazioni cruciali per determinare con più precisione il punto da cui provengono le particelle originate da una collisione, e faciliterà l'identificazione di quark pesanti e leptoni tau. ■



RICERCA

ANTIMATERIA COSMICA A LHCb

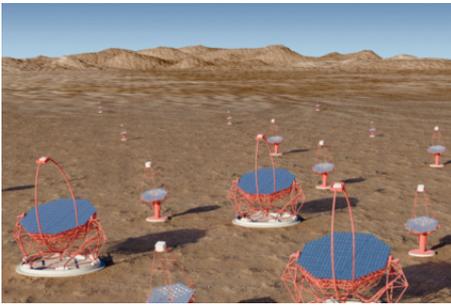
L'esperimento LHCb è riuscito a ricreare in laboratorio le collisioni cosmiche fra protoni, accelerati nell'anello a un'energia di 6,5 TeV, e atomi di elio a riposo. Si tratta della prima misura di produzione di antimateria in collisioni protone-elio, e rappresenta perciò un passo significativo verso una migliore comprensione della produzione secondaria di antiprotoni nella propagazione dei raggi cosmici. In particolare, questi dati sono importanti per una più accurata interpretazione dei risultati degli esperimenti spaziali PAMELA e AMS-02 sulla misura del rapporto tra protoni e antiprotoni nei raggi cosmici. Per effettuare la nuova misura, i fisici di LHCb hanno iniettato una minuscola quantità di gas di elio nel tubo ad alto vuoto dove circolano i fasci di LHC, in prossimità del loro rivelatore, utilizzando un dispositivo chiamato, in modo evocativo, SMOG. La pressione del gas è inferiore a un milionesimo della pressione atmosferica, cosa necessaria a non alterare i fasci di LHC, ma grazie all'intensità dei fasci di protoni è comunque sufficiente a completare la misura in poche ore. Grazie alla capacità di distinguere gli antiprotoni dalle altre particelle cariche, una specialità dell'esperimento, i fisici di LHCb hanno misurato la probabilità che gli antiprotoni si formino in queste collisioni, che avvengono proprio all'energia rilevante per le attuali misure nello spazio. Per misurare con precisione la densità di questo bersaglio gassoso, è stata sviluppata una tecnica ad hoc: sono stati contati i singoli elettroni atomici che, "colpiti" dai protoni del fascio, vengono proiettati all'interno del rivelatore. Questo processo è conosciuto con grande precisione, e permette dunque di risalire al numero di atomi di elio esposti al fascio. La misura realizzata potrà contribuire a ridurre le incertezze presenti sulla stima degli antiprotoni secondari nei raggi cosmici, dando quindi la possibilità di una interpretazione più chiara delle difficili misure sugli antiprotoni effettuate da PAMELA e AMS-02, ed è una chiara dimostrazione dell'importanza della multidisciplinarietà in ambito scientifico. ■



CALCOLO

BIG DATA: L'INFN INVESTE IN FORMAZIONE

Investendo un milione di euro nella formazione dei futuri professionisti dei big data, l'INFN ha bandito 12 borse post-doc per collaborare con gli esperimenti al *Large Hadron Collider* (LHC) del CERN. Se le nuove scoperte scientifiche e l'avanzamento delle tecnologie procedono sempre in parallelo nella società moderna, questo è vero anche per la fisica delle alte energie e le tecnologie di calcolo. E per affrontare le sfide poste dalla prossima generazione di esperimenti a LHC, nel progetto *High Luminosity LHC*, sono necessarie molte più risorse. Si prevede, infatti, che sarà richiesta una potenza di CPU maggiore di un fattore 60 rispetto ad oggi, e un fattore 40 di spazio in più per gestire i dati prodotti dalla futura macchina. Le persone selezionate si occuperanno dello sviluppo di procedure di lavoro innovative per il calcolo e di soluzioni di gestione dei dati nell'ambito della big science, di analisi dati e algoritmi per il calcolo ad alte prestazioni, e dello sviluppo di macchine e tecniche di deep learning. Questa importante iniziativa, volta a formare giovani con competenze di frontiera nel campo del supercalcolo, si colloca perfettamente in un quadro nazionale di eccellenza in questo settore, testimoniata anche dalla recente scelta di Bologna – che già ospita molti importanti centri, tra cui il CNAF dell'INFN, uno dei nodi di primo livello della rete GRID di LHC, e il CINECA – come sede per ospitare il centro di calcolo europeo per le previsioni atmosferiche ECMWF. ■



COLLABORAZIONI INTERNAZIONALI L'INFN ENTRA IN CTAO

È stato formalizzato l'ingresso dell'INFN nella società CTAO GmbH (*Cherenkov Telescope Array Observatory*), che sarà la più grande infrastruttura di ricerca per l'astronomia con raggi gamma da terra esistente al mondo. CTAO sarà, infatti, costituita da oltre 100 telescopi di nuova generazione, dedicati allo studio dei raggi gamma, cioè i fotoni di alta e altissima energia, di origine galattica ed extragalattica, che riescono ad arrivare sul nostro pianeta. L'Italia partecipa a CTAO, oltre che con l'INFN che fa ora il suo ingresso ufficiale nel Council della società, con l'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) e un consorzio di atenei guidato dall'Università di Padova. L'INAF e l'INFN parteciperanno al progetto con un contributo in kind che sarà progettato e realizzato in collaborazione con le aziende nazionali. ■

» L'INTERVISTA



DALLE STELLE ALLA MEDICINA: UN LABORATORIO PER LA RICERCA DI BASE E APPLICATA

*Intervista a Diego Bettoni, dal 2017 direttore dei
Laboratori Nazionali di Legnaro dell'INFN*

Dal gennaio 2017 Diego Bettoni è il nuovo direttore dei Laboratori Nazionali di Legnaro, uno dei quattro laboratori nazionali dell'INFN, dedicato alla ricerca di base nella fisica e astrofisica nucleare e alle applicazioni derivanti dallo sviluppo di tecnologie nucleari. Inaugurato il 27 novembre 1961 come "Centro di Ricerche Nucleari della Regione Veneto", il laboratorio affonda le sue radici nella tradizionale eccellenza dell'INFN nel campo degli acceleratori e dei rivelatori di particelle. Punti di forza del laboratorio sono gli acceleratori di particelle nucleari e i rivelatori di radiazioni da nucleo atomico, grazie ai quali, il laboratorio si afferma fin dalle origini come punto di raccolta e successivo sviluppo di molte delle attività di ricerca in fisica nucleare a bassa energia in corso nel nord Italia. Oggi, più di 800 ricercatori provenienti da ogni parte del mondo partecipano regolarmente ai programmi di ricerca dei Laboratori Nazionali di Legnaro che, oltre ai suoi cinque acceleratori e ai rivelatori dedicati agli esperimenti in corso, ospita importanti progetti di collaborazioni europee.

È possibile individuare nella storia dei laboratori una progressione in una direzione definita? Quali sono oggi i principali filoni della ricerca di base?

Fin dalla loro fondazione nel 1961 i Laboratori Nazionali di Legnaro si sono distinti per le ricerche di avanguardia nel campo della fisica nucleare fondamentale. Questa eccellenza si è mantenuta negli anni da un lato grazie alla costruzione e operazione di acceleratori in grado di soddisfare le richieste di una sempre crescente comunità di utenti nazionale e internazionale; dall'altro nello sviluppo di rivelatori per la spettroscopia nucleare, dai primi rivelatori a scintillazione, ai rivelatori a Germanio-Litio fino ai moderni "gamma-arrays". Queste competenze nel campo degli acceleratori e dei rivelatori per la spettroscopia nucleare hanno attratto una sempre crescente comunità internazionale. Il prossimo passo di questa progressione è la realizzazione del progetto SPES (*Selective Production of Exotic Species*), una infrastruttura ISOL (*Isotope Separation On-Line*) di

» L'INTERVISTA

seconda generazione, destinata a diventare un riferimento per la comunità internazionale. Altro elemento caratterizzante della storia di Legnaro è una sempre maggiore rilevanza della parte applicativa e interdisciplinare, che complementa in modo naturale la parte di ricerca di base. I principali filoni della ricerca di base sono da sempre lo studio della spettroscopia nucleare e della dinamica delle reazioni nucleari. Anche la parte applicativa contribuisce comunque in modo determinante all'attività di ricerca di Legnaro: un esempio su tutti il laboratorio di Superconduttività e Trattamento di Superfici.

Gli esperimenti ai Laboratori di Legnaro sono caratterizzati da una forte vocazione applicativa fin dalle fasi di progetto: lo si deve a una caratteristica della ricerca in fisica nucleare o è conseguenza di una precisa strategia?

Tra le discipline di interesse all'interno dell'INFN la Fisica Nucleare è senz'altro quella che maggiormente si presta ad applicazioni ad altri ambiti. È stata però, e continua ad esserlo, una scelta strategica del management sia del laboratorio che dell'ente quella di valorizzare questa propensione naturale e darle seguito con dei programmi specifici di applicazioni delle tecniche della fisica nucleare a vari ambiti quali il bio-medicale, l'ambiente, i beni culturali. Questa strategia permette di valorizzare al massimo le potenzialità del laboratorio, creando sinergie fra la ricerca fondamentale e le applicazioni. In un moderno laboratorio di fisica nucleare queste due componenti sono entrambe indispensabili. La ricerca di base permette di avere una comunità altamente motivata all'interno della quale scaturiscono sempre nuove idee, che poi trovano applicazione anche ad altri ambiti. La valorizzazione di queste applicazioni e il trasferimento alla società delle nostre conoscenze e tecnologie rappresentano la naturale ricaduta delle nostre ricerche e consentono il recupero degli investimenti fatti per sostenerle.

Le attività di ricerca applicata sviluppate ai Laboratori spaziano dal monitoraggio regionale della radioattività ambientale allo studio dei materiali per i futuri reattori a fusione, in collaborazione con centri di ricerca in tutto il mondo, fino all'analisi dei materiali e lo sviluppo di tecnologie per i beni culturali, in associazione con aziende ed enti pubblici e privati. Come si gestiscono progetti in contesti tanto diversi?

Il carattere interdisciplinare è da sempre parte integrante dell'attività di LNL, per cui l'interazione con altre comunità anche molto diverse tra di loro è in qualche modo entrata nel DNA dei laboratori. Il confronto con altre realtà è una fonte di costante arricchimento. L'attività di ricerca in ambito fisico richiede, infatti, grande apertura mentale e flessibilità e la capacità di affrontare e risolvere problemi di ogni tipo. Queste caratteristiche diventano parte integrante della nostra formazione e ci permettono di interagire con disinvoltura con comunità anche molto diverse.

» L'INTERVISTA

Il suo background scientifico si è formato, oltre che all'INFN, all'interno di importanti collaborazioni internazionali al CERN, al Fermilab, a SLAC. Quanto incide la collaborazione internazionale sulle attività dei Laboratori?

La dimensione internazionale gioca un ruolo fondamentale nell'attività del laboratorio, il cui futuro si fonda proprio sul fatto di diventare un grande polo di attrazione per una vasta comunità nazionale e internazionale. Già adesso fisici da tutta Europa e dal mondo vengono a fare i loro esperimenti ai LNL e i nostri ricercatori si recano a fare esperimenti nei laboratori esteri. La comunità di fisica nucleare sfrutta in modo sinergico le complementarietà offerte dai vari laboratori, i cui programmi di ricerca sono quindi al tempo stesso in competizione e complementari. In quest'ottica il laboratorio sostiene fin dall'inizio un'iniziativa, chiamata EURISOL-DF, che mira a creare una rete di laboratori di fisica nucleare in Europa da gestirsi come un'unica infrastruttura che permetta agli scienziati di scegliere il posto migliore per fare le loro misure.

Il laboratorio partecipa inoltre a importanti progetti internazionali, quali la realizzazione della *European Spallation Source* (ESS) o il programma IFMIF (*International Fusion Materials Irradiation Facility*). La partecipazione a questi progetti valorizza le competenze del laboratorio nel campo della Fisica e Tecnologia degli Acceleratori, che costituiscono uno dei punti di forza del laboratorio, e permette l'acquisizione di rilevanti finanziamenti esterni.

Progetto di punta per il prossimo futuro dei laboratori è la nuova infrastruttura SPES, dedicata alla ricerca di base in fisica nucleare e alle applicazioni interdisciplinari. Quali sono gli obiettivi e lo stato dell'arte del progetto?

Il progetto SPES coniuga perfettamente la duplice natura del laboratorio come centro di ricerca di base e applicata. Il progetto nasce come una infrastruttura ISOL di seconda generazione con due obiettivi principali. Il primo obiettivo è la comprensione dell'origine degli elementi presenti nell'Universo. Questo obiettivo ambizioso e complesso richiede lo studio delle caratteristiche dei nuclei instabili (radioattivi) attraverso i loro decadimenti e le interazioni nucleari di diverso tipo. Il secondo importante obiettivo è la realizzazione di un laboratorio per la produzione di radioisotopi innovativi per applicazioni mediche nel campo della diagnostica e della terapia. In aggiunta a questi obiettivi è inoltre allo studio la possibilità di realizzare un laboratorio per la produzione di neutroni per applicazioni nel campo dei materiali, dell'industria, della medicina e dell'astrofisica.

A tutt'oggi è in fase di completamento la prima fase del progetto, consistente nella costruzione dell'edificio, nell'acquisizione dell'acceleratore, il ciclotrone che fornirà i fasci di protoni, e nella sua messa in funzione. Nei prossimi anni verranno costruiti e installati i restanti elementi che consentiranno la produzione di fasci radioattivi. L'obiettivo di medio termine è l'inizio della sperimentazione con fasci non riaccelerati nel 2019 e con fasci riaccelerati due anni dopo.

In parallelo verrà dato inizio all'attività legata alla produzione di radioisotopi innovativi di interesse biomedicale. Tale attività sarà condotta in collaborazione con un'azienda privata in un contesto di

» L'INTERVISTA

collaborazione di ricerca.

Esiste un legame tra la vocazione di ricerca dei Laboratori Nazionali di Legnaro e la tradizione scientifica della città di Padova, che si deve soprattutto alle prime osservazioni astronomiche di Galileo?

I Laboratori Nazionali di Legnaro nascono per iniziativa di un gruppo di fisici dell'Università di Padova. I rapporti tra Padova e Legnaro sono tuttora fortissimi, riguardano le attività strutturali dei Laboratori e coinvolgono non soltanto l'attuale Dipartimento di Fisica e Astronomia e la locale sezione dell'INFN, ma si estendono ad altre strutture dell'università (Ingegneria, Scienza del Farmaco etc.). L'attività di ricerca dei LNL riguarda principalmente la fisica nucleare e l'astrofisica nucleare ed è dunque in continuità rispetto alla tradizione scientifica di Padova. ■

» FOCUS



**IPPOG: UNA COLLABORAZIONE
SCIENTIFICA PER LA
DIVULGAZIONE DELLA FISICA
DELLE PARTICELLE**

Scienziati, comunicatori scientifici ed educatori, provenienti dai più illustri laboratori ed istituti di ricerca in fisica delle particelle di tutto il mondo e impegnati nella divulgazione e didattica scientifica in questo campo: è questo IPPOG, l'*International Particle Physics Outreach Group*. Obiettivo, quello di contribuire all'impegno globale che mira a rafforzare la consapevolezza culturale, migliorare la comprensione della fisica delle particelle e delle scienze affini, formando la prossima generazione di ricercatori e aumentando il livello di qualità dell'educazione e divulgazione scientifica. Gli attuali partecipanti provengono dai 22 Stati membri del CERN, tra questi l'Italia rappresentata dall'INFN, e da altri paesi attivi nel campo della fisica delle particelle, come l'Australia, l'Irlanda, la Slovenia, il Sud Africa e gli Stati Uniti.

Fondato 20 anni fa, IPPOG si è dapprima evoluto da *network* europeo a internazionale per divenire, lo scorso 16 dicembre 2016, una collaborazione scientifica formale sulla base di un memorandum d'intesa, firmato dall'INFN nel mese di gennaio di quest'anno. Sono 13 i Paesi che già hanno aderito alla collaborazione e diversi altri dovrebbero farlo al più presto. I membri di IPPOG includono rappresentanti di diverse reti scientifiche nazionali, che contribuiscono a renderlo una rete globale di laboratori, istituzioni, organizzazioni e individui, tutti appassionati di fisica delle particelle.

Tra le attività più conosciute di IPPOG, c'è il programma internazionale delle Masterclass, nato a metà degli anni '90 dagli sforzi di divulgazione nazionale durante il periodo del LEP (l'acceleratore precedentemente attivo al CERN). Dal 2005 le Masterclass hanno offerto agli studenti delle scuole superiori l'opportunità di diventare ricercatori per un giorno, eseguendo esercizi con i veri dati degli esperimenti di LHC (l'acceleratore del CERN). La giornata delle Masterclass inizia con dei seminari tenuti dai ricercatori, per dare agli studenti gli strumenti necessari per la comprensione delle tematiche e della metodologia di ricerca nei costituenti fondamentali della materia e delle forze e renderli capaci ad effettuare misure con i dati reali. Alla fine di ogni giornata, come in una vera collaborazione di ricerca internazionale, i partecipanti si riuniscono in una videoconferenza (moderata dal CERN o dal Fermilab) per

» FOCUS

discutere assieme i risultati ottenuti. Attualmente, all'interno di IPPOG si sta cercando di espandere il modello delle Masterclass anche ad altri ambiti, utilizzando dati di rivelatori come LIGO-VIRGO, Ice Cube ed Auger.

In termini di numeri, l'edizione di quest'anno delle Masterclass vanta la partecipazione di più di 200 istituzioni di 52 Paesi e di circa 13.000 studenti. L'INFN ha aderito alle Masterclass sin dall'inizio nel 2005. In Italia, ogni anno, circa 3000 studenti partecipano alle Masterclass, organizzate da tutte le sezioni dell'INFN e dal Laboratorio di Frascati.

Raggiungere gli studenti delle scuole superiori e i loro insegnanti per trasmettere i metodi e gli strumenti utilizzati dalla scienza di base è un grande investimento per il futuro. Mentre solo una frazione di giovani studenti diventeranno scienziati, e meno ancora fisici delle particelle, tutti saranno ambasciatori del metodo scientifico. In questo spirito, sono in corso molti sforzi di IPPOG per aggiungere alle sue attività principali programmi didattici di misurazione di raggi cosmici e di neutrini. ■

Per approfondire:

<http://ippog.org>

<http://physicsmasterclasses.org/>

<http://masterclass.infn.it/>

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE

REDAZIONE

Coordinamento:

Francesca Scianitti

Progetto e contenuti:

Eleonora Cossi

Francesca Scianitti

Antonella Varaschin

Hanno contribuito

Francesca Mazzotta

Catia Peduto

Grafica:

Francesca Cuicchio

CONTATTI

Ufficio Comunicazione INFN

comunicazione@presid.infn.it

+ 39 06 6868162

Immagine di copertina

IL Ciclotrone P70, ai Laboratori Nazionali di Legnaro (LNL) dell'INFN.