



NEWSLETTER 73

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

INTERVISTA



OLTRE IL BOSONE DI HIGGS CON LA COLLABORAZIONE CMS

Intervista a Roberto Carlin, ricercatore INFN e professore di fisica all'Università di Padova, dal 2018 spokesperson della collaborazione internazionale CMS (Compact Muon Solenoid), al CERN, p. 2

NEWS

RICERCA

- **L'ESPERIMENTO LHCb OSSERVA UN NUOVO TIPO DI TETRAQUARK**, p. 6
- **MAGIC CONFERMA: LA VELOCITÀ DELLA LUCE È COSTANTE ANCHE ALLE ENERGIE PIÙ ELEVATE**, p. 7

FOCUS



DALLA RICERCA UN AIUTO ALLE AZIENDE PER LA PRODUZIONE DI DPI: IL PROGETTO ANTI_COVIDLAB, p. 8

» INTERVISTA**OLTRE IL BOSONE DI HIGGS CON
LA COLLABORAZIONE CMS**

Intervista a Roberto Carlin, ricercatore INFN e professore di fisica all'Università di Padova, dal 2018 spokesperson della collaborazione internazionale CMS (Compact Muon Solenoid), al CERN.

Dal settembre 2018 Roberto Carlin guida le circa 5400 persone, tra scienziati, ingegneri e tecnici provenienti da tutto il mondo, impegnate nella collaborazione CMS, uno dei quattro grandi esperimenti dell'acceleratore LHC del CERN, protagonista nel 2012, assieme all'esperimento ATLAS, della scoperta del bosone di Higgs. Dal 2018 l'impegno della collaborazione è volto, oltre che alla caratterizzazione delle particelle prodotte in LHC, in particolare del bosone di Higgs, allo sviluppo dell'upgrade dell'esperimento in vista della prossima fase post-LHC, che vedrà nel 2027 la partenza del progetto High Luminosity LHC (HiLumi LHC), il successore ad alta luminosità dell'acceleratore, attualmente in fase di sviluppo.

Con le sue 14 mila tonnellate di peso, i 21 metri di lunghezza e i 15 metri di diametro, rappresenta, insieme ad ATLAS, uno dei due grandi esperimenti general purpose, dedicati cioè allo studio di tutti gli eventi prodotti nelle collisioni tra i fasci di protoni in LHC. Il rivelatore, di forma cilindrica, è situato a 100 metri di profondità lungo il percorso di LHC e ha una struttura a strati concentrici, che permette di identificare e misurare le caratteristiche fisiche delle diverse particelle prodotte: dalla misura molto precisa delle tracce delle particelle cariche osservate nella parte più interna del rivelatore, alla misura della loro energia nei calorimetri circostanti, fino all'identificazione delle particelle più sfuggenti, i muoni, rivelate nello strato più esterno del rivelatore.

Roberto Carlin ha iniziato l'attività scientifica nei primi anni '80 al CERN e ai Laboratori INFN di Frascati, per poi trascorrere un lungo periodo al laboratorio DESY, ad Amburgo, dove ha lavorato all'esperimento ZEUS, del quale è stato vice-spokesperson. Membro di CMS dal 2005, ha contribuito all'installazione e alla messa in funzione del rivelatore di muoni e alla gestione delle prime fasi di presa dati. È stato inoltre coordinatore del trigger di CMS e vice-spokesperson della collaborazione. Eletto spokesperson nel settembre 2018, Roberto Carlin terminerà il suo mandato nell'agosto del 2020.

» INTERVISTA

Dalla sua partenza, nel 2008, le prestazioni di LHC sono incrementate al punto da mettere gli esperimenti di fronte a una sfida senza precedenti, in termini di quantità di dati prodotti dalle collisioni. Come l'avete affrontata?

È vero, LHC ha raggiunto prestazioni molto superiori al previsto, sia in termini di luminosità che di efficienza, ed è un'ottima cosa perché fornisce agli esperimenti grandi quantità di dati, ma questo pone anche grandi sfide. La luminosità di picco, che determina il numero di collisioni in ciascun istante, è ormai più del doppio rispetto al valore di progetto, con il risultato che in ogni evento troviamo in media 50 collisioni contemporanee tra protoni: una quantità di segnali da districare che pochi anni fa sarebbe stata considerata proibitiva. CMS ha completato l'anno scorso un importante insieme di aggiornamenti, il cosiddetto *phase 1 upgrade* che ha interessato numerosi rivelatori, tra cui il rivelatore di vertice, chiave per distinguere interazioni contemporanee e il sistema di selezione degli eventi, essenziale per 'separare il grano dal loglio'. Inoltre, i computer e gli algoritmi di analisi dati sono continuamente aggiornati, usando sempre più tecniche di *machine learning*. Questi continui aggiornamenti, ci permettono di affrontare nuove sfide ma sono anche molto utili a mantenere una vitale attività di sviluppo di rivelatori, e una comunità di esperti in grado di sfruttarli al meglio e di prepararsi a sfide future ancora più impegnative come HiLumi LHC.

Quali sono stati i risultati più interessanti e quali le difficoltà affrontate in questi ultimi due anni?

Da quando ho cominciato il mandato di *spokesperson*, CMS ha sottomesso a riviste internazionali quasi 190 articoli (sono più di mille in tutto), sarebbe veramente difficile selezionarne qualcuno senza fare torto ad altri. Ciò che è più impressionante è la varietà di argomenti affrontati, dalle misure di precisione sulla fisica del quark beauty, del quark top e naturalmente del bosone di Higgs, alle numerose ricerche di fisica al di là del Modello Standard, oltre che un programma intenso di studio di collisioni di ioni pesanti. È chiarissima la transizione da una fase di prime osservazioni (l'ovvio esempio è quello del bosone di Higgs nel 2012) a una di misure di precisione, in particolare proprio nel campo aperto dalla scoperta del bosone di Higgs, le difficoltà vengono soprattutto dalla sovrapposizione di attività molto diverse: l'analisi dei molti dati acquisiti, l'aggiornamento del rivelatore durante il periodo di fermo macchina, la preparazione dell'imminente terzo run e soprattutto la preparazione dell'*high luminosity upgrade*. Un discorso a parte sono le difficoltà recenti legate all'emergenza per la diffusione della pandemia da CoViD-19. CMS è una comunità distribuita su tutti i continenti già abituata a lavorare da remoto, e questo ha aiutato moltissimo durante il *lockdown*. Ora stiamo riprendendo gradualmente e con molte precauzioni le attività in persona, in particolare quelle legate all'*upgrade* e alla preparazione della prossima presa dati, certamente non aiutati dalle limitazioni ai viaggi internazionali.

» INTERVISTA

LHC ripartirà nel maggio 2021, dopo la conclusione dei preparativi per il suo terzo run, che durerà fino alla fine del 2024. Che cosa dobbiamo aspettarci da CMS?

In realtà, a causa dei ritardi generati dal CoViD-19, LHC ripartirà a inizio 2022. Non solo avremo rivelatori aggiornati, alcuni di questi già pronti per la cosiddetta “fase 2 di HiLumi LHC”, ma stiamo preparando nuove idee e tecniche di selezione e analisi dei dati, le quali permetteranno di aumentare significativamente il campo di studi e la loro precisione. Le misure di precisione sono una delle possibili vie per identificare possibili deviazioni dalle previsioni del Modello Standard, e quindi nuova fisica: saranno permesse dalla grande statistica di dati disponibile, ma necessiteranno di attentissime calibrazioni dell’apparato e di raffinate tecniche di analisi. Contemporaneamente continueremo a cercare evidenze dirette di nuovi fenomeni, cercando, come è nostro dovere, in tutti gli angoli possibili, per esempio cercando con nuove tecniche particelle con vita media lunga, che possono produrre segnali molto lontani dal punto di interazione tra i fasci. È una fase molto interessante per gli esperimenti, in cui si passa da “cercare l’ago nel pagliaio”, il bosone di Higgs nel nostro caso, a “c’è qualcosa nel pagliaio, anche se non sappiamo esattamente cosa, cerchiamo di trovarlo”.

La sua elezione a spokesperson della collaborazione CMS è stata una nuova conferma dell’eccellenza della fisica italiana al CERN. Al momento della sua nomina tre dei quattro grandi esperimenti di LHC erano guidati da italiani. A che cosa si deve questa leadership?

La scuola di fisica italiana ha una grandissima tradizione, gli studenti che escono dalle Università italiane non sono secondi a nessuno. Abbiamo un ente di ricerca, l’INFN, che funziona molto bene tant’è che spesso è preso ad esempio a livello internazionale, i nostri fisici sono nelle condizioni e hanno le capacità di partecipare in maniera determinante, in tutto il mondo, a progetti di costruzione di acceleratori e rivelatori e al loro utilizzo per l’avanzamento delle nostre conoscenze. I risultati si vedono. Certo è importante che questa leadership, non solo ai livelli apicali, venga mantenuta fornendo opportunità di ingresso e di carriera ai nostri bravissimi giovani.

La collaborazione coinvolge circa 5400 persone tra fisici, ingegneri e tecnici, provenienti da diversi istituti e paesi. Come si gestisce un team così numeroso e culturalmente diversificato?

È una domanda che mi viene fatta spesso anche nelle numerose visite di protocollo che ospitiamo a CMS. Quello che stupisce di più è, al di là della diversità, il fatto che si tratta di una vera collaborazione, quindi ciascun istituto contribuisce direttamente con il personale tecnico e scientifico e i finanziamenti. La costruzione del rivelatore è anche essa condivisa, con componenti realizzati in tutto il mondo e assemblati alla fine nella caverna sperimentale. Sembra una ricetta per un disastro, invece funziona molto

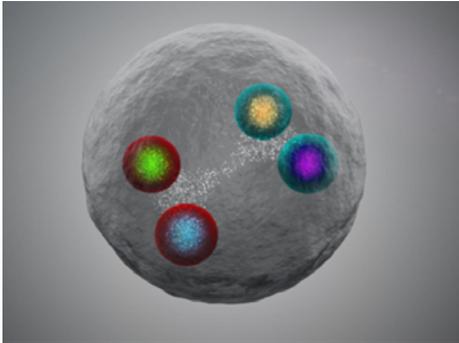
» INTERVISTA

bene, perché tutti sono coinvolti in prima persona trovando spazio in un progetto comune, continuamente discusso, con un chiarissimo scopo: l'avanzamento della scienza. Al management resta il compito di creare consenso sulle priorità, portare alla luce eventuali criticità in modo che vengano risolte, e fare in modo che le proposte di innovazione trovino terreno fertile, per mantenere CMS sempre alla frontiera della scienza e della tecnologia.

In tema di diversità, come giudica l'equilibrio di genere all'interno della collaborazione?

Ne stiamo discutendo molto, non solo sul genere ma su tutte le diversità che compongono la ricchezza di una grande collaborazione. CMS ha istituito un *diversity office* che sta lavorando per mettere in luce problemi e pregiudizi inconsci che possono avere impatto sul contributo e sulle aspettative di persone appartenenti a minoranze.

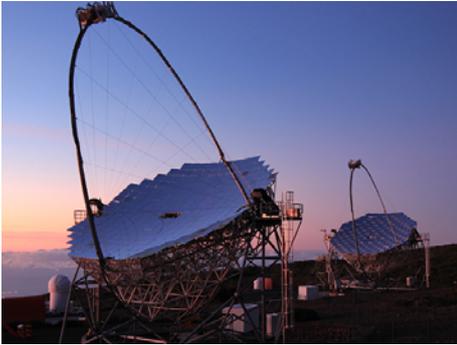
La percentuale di donne in CMS sta crescendo negli anni passando da circa il 12% del 2006 a circa il 18% di oggi, se si tiene conto di chi è già in possesso del dottorato, ed è un po' più alta se si includono anche studenti e studentesse. Certo, questo numero non è ancora soddisfacente, seppure in linea con i valori generali di donne nella fisica. È importante che ci siano sufficienti modelli di ruolo, e in effetti la frazione di donne nel management è anch'essa cresciuta: negli ultimi anni è attorno al 25%. ■



RICERCA

L'ESPERIMENTO LHCb OSSERVA UN NUOVO TIPO DI TETRAQUARK

La collaborazione internazionale dell'esperimento LHCb che opera all'acceleratore LHC del CERN ha pubblicato il 1° luglio su [arXiv uno studio](#) sulla prima osservazione di una particella composta da quattro quark charm. Il risultato costituisce un importante passo avanti nella comprensione di come i quark si legano tramite interazioni nucleari forti all'interno di particelle composte, note come adroni, alla cui famiglia appartengono anche i protoni e i neutroni, costituenti dei nuclei atomici. Nei casi comuni, i quark si legano in coppie (mesoni) o tripletti (barioni), ma l'esistenza di particelle più complesse costituite da quattro quark (tetraquark), cinque quark (pentaquark) o più non è, in linea di principio, proibita dalla teoria, sebbene siano stati necessari decenni di ricerche per poterne identificare pochi esempi. L'esperimento LHCb aveva già confermato l'esistenza di queste particelle esotiche e osservato per la prima volta nel 2015 un pentaquark. Questa scoperta, tuttavia, riguarda una particella dalle caratteristiche peculiari, composta da quattro quark pesanti, rappresentando un banco di prova privilegiato per lo sviluppo di modelli teorici delle interazioni forti. La collaborazione LHCb ha ottenuto riscontri sull'esistenza della nuova particella analizzando la grande mole di dati prodotti dalle collisioni tra protoni ultra-energetici accelerati da LHC e acquisiti dal rivelatore nell'arco di diversi anni. Centrale in questo contesto il ruolo del gruppo della sezione INFN di Firenze coinvolto in LHCb, che ha avuto sin dall'inizio la responsabilità dell'analisi dei dati in tutti i suoi dettagli. L'INFN è uno dei maggiori contributori al progetto, alla costruzione e alle operazioni del rivelatore, contando nella collaborazione più di un centinaio di ricercatori, tecnologi e tecnici. ■



RICERCA

MAGIC CONFERMA: LA VELOCITÀ DELLA LUCE È COSTANTE ANCHE ALLE ENERGIE PIÙ ELEVATE

I due telescopi per raggi gamma di alta energia MAGIC, operativi all'Osservatorio "Roque de los Muchachos" sull'isola di La Palma alle Canarie, hanno rivelato per la prima volta un lampo di raggi gamma (*Gamma Ray Burst, GRB*) ad altissime energie e con un'intensità mai osservata prima da questo tipo di oggetti cosmici. L'elevato flusso di radiazione ha permesso agli scienziati della collaborazione di verificare la costanza della velocità della luce nel vuoto a diverse energie, fornendo una nuova conferma della teoria della Relatività Generale di Einstein. Recenti teorie ritengono, infatti, che su scale di grandezza infinitamente piccole, la gravità possa assumere una natura quantistica e lo spaziotempo essere descritto come un sottile reticolato, invece che una superficie continua come imporrebbe la Relatività Generale. In questo modo, la struttura spaziotemporale interferirebbe con la velocità di propagazione della luce nel vuoto, poiché quest'ultima dovrebbe seguire un percorso più "accidentato" e quindi più lungo, soprattutto alle frequenze più alte. Questo ipotetico fenomeno, chiamato dai fisici violazione dell'invarianza di Lorentz (LIV), avrebbe effetti piccolissimi che si ritiene possano essere misurati se accumulati per un tempo molto lungo e su distanze molto grandi. Le sorgenti cosmiche, soprattutto quelle di altissima energia e molto lontane, come i GRB, sono quindi candidati ideali per investigare la LIV. Tuttavia, l'analisi dei dati registrati da MAGIC non ha rivelato alcun ritardo nei tempi di arrivo dei raggi gamma in dipendenza dall'energia, come ci si sarebbe aspettati invece se ci fosse una quantizzazione dello spaziotempo. Ottenuto il 19 gennaio 2019, il risultato ([articolo](#)) è stato pubblicato il 9 luglio scorso sulla rivista *Physical Review Letters*.

» FOCUS



**DALLA RICERCA UN AIUTO
ALLE AZIENDE PER LA
PRODUZIONE DI DPI:
IL PROGETTO ANTI_COVID-LAB**

Oltre 20.000 mascherine analizzate e certificate in 3 mesi, 250 richieste per test di materiali destinati alla produzione di DPI (Dispositivi di Protezione Individuale) da parte di aziende italiane, di cui circa il 40% provenienti da PMI del Sud Italia. Sono questi i numeri chiave dell'Anti_Covid-Lab, il laboratorio messo a punto durante il lockdown dall'Università degli Studi di Catania e dai Laboratori Nazionali del Sud (LNS) dell'INFN per la verifica delle qualità funzionali di tessuti destinati alla realizzazione di mascherine e altri DPI per la prevenzione del contagio nell'emergenza CoViD-19.

Costituito in tempi rapidissimi all'interno del centro servizi BRIT (*Bio-nanotech Research and Innovation Tower*) dell'Università di Catania, l'Anti_Covid-Lab è nato con un obiettivo molto chiaro e urgente: fornire assistenza tecnico-scientifica di alta qualità alle aziende italiane che intendevano riconvertire parte della propria filiera nella produzione di mascherine e altri dispositivi medici secondo gli standard previsti dalle normative vigenti.

Il laboratorio è stato realizzato grazie al lavoro di una task-force composta da personale dell'Università di Catania e dell'INFN con competenze scientifiche e tecniche in diverse discipline. In particolare, per l'INFN, sono state impiegate le conoscenze e gli sviluppi tecnologici nel campo delle attrezzature a elevata pressione maturati nell'ambito del progetto IDMAR finanziato dall'assessorato alle attività produttive della Regione Sicilia per il supporto alle infrastrutture di ricerca.

L'Anti_Covid-Lab è stato inaugurato il 31 marzo, momento in cui l'approvvigionamento e la vendita dei DPI era una questione di interesse nazionale, e già a metà aprile è stato accreditato dall'Istituto Superiore di Sanità per il rilascio della relazione tecnica necessaria per la certificazione a norma UNI14638 (mascherine chirurgiche a uso medico). In questi mesi vi si sono rivolte numerose aziende provenienti principalmente dai settori tessile, tra cui alcune attive nel comparto fashion, materassi, vele, aziende già produttrici

» FOCUS

di dispositivi medici di altro tipo (protesica, kit analisi), ma anche realtà provenienti da settori molto lontani, come ad esempio il caso recente di un'azienda produttrice di componenti per reti telefoniche e di distribuzione energetica.

All'Anti_Covid-Lab si effettua innanzitutto il test per la certificazione a norma UNI14683 delle mascherine chirurgiche a uso medico, che prevede tre tipologie di analisi: il test "Effetto Batterio Filtrante", il test di "Traspirabilità" (attraverso la misura della pressione differenziale) e il "Bioburden", quest'ultimo finalizzato alla verifica della sterilità del package. Particolarmente delicato, il test "Effetto Batterio filtrante" consiste nel campionamento di aerosol con un sistema di test a "impattore a cascata multi-stadio" per l'applicazione della normativa sui requisiti per maschere facciali a uso medico, destinate a limitare la trasmissione di agenti infettivi tra pazienti e personale clinico durante gli interventi chirurgici e in altri contesti medici con requisiti simili (EN-14683:2019). Il sistema di test sfrutta un "impattore inerziale" e un sistema di aspirazione d'aria controllato che simula il normale processo di respirazione. L'aerosol prodotto contenente una quantità standardizzata di batteri è aspirato dal sistema e fatto passare attraverso il tessuto da caratterizzare consentendo così nell'impattore di misurare la proprietà batterio filtrante del tessuto in esame. Il sistema di caratterizzazione è stato realizzato grazie a una collaborazione multidisciplinare (ingegneria, chimica, fisica, microbiologia) tra l'Università di Catania e i Laboratori Nazionali del Sud dell'INFN e verrà mantenuto in funzione e continuamente migliorato per offrire un servizio alle aziende che ne manifesteranno l'esigenza.

L'Anti_Covid-Lab attua inoltre analisi che includono la "caratterizzazione dei materiali", in particolare per le indagini di bagnabilità dei tessuti, necessarie alla valutazione della natura idrofobica o idrofilica del materiale, attraverso il metodo di misura denominato "della goccia sessile". Sono inoltre effettuate in laboratorio analisi morfologiche dei materiali su scala micrometrica e sub micrometrica, dove richiesto, per mezzo di metodologie di microscopia a scansione elettronica (SEM). ■

Per contattare il laboratorio: <https://www.unict.it/it/ateneo/news/anticovid-lab-come-contattare-il-laboratorio-il-test-di-tessuti-dpi>

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

COORDINAMENTO:

Francesca Scianitti

REDAZIONE

Eleonora Cossi

Francesca Mazzotta

Francesca Scianitti

Antonella Varaschin

GRAFICA:

Francesca Cuicchio

TRADUZIONI:

ALLtrad

ICT SERVICE:

Servizio Infrastrutture e Servizi Informatici Nazionali INFN

COVER

Il rivelatore Compact Muon Solenoid (CMS) a LHC.

CONTATTI

Ufficio Comunicazione INFN

comunicazione@presid.infn.it

+ 39 06 6868173
