



NEWSLETTER 62

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

INTERVISTA



CNAO: RICERCA TECNOLOGICA IN FISICA AL SERVIZIO DELLA MEDICINA

Intervista a Gianluca Vago, medico e professore all'Università Statale di Milano, da gennaio 2019 Presidente della Fondazione CNAO (Centro Nazionale di Adroterapia Oncologica), pag. 2

NEWS

RICONOSCIMENTI

LA SUPERGRAVITÀ CONQUISTA IL BREAKTHROUGH PRIZE 2019, p. 5
INFN E CNR FRA I DIECI ENTI PUBBLICI PIÙ INNOVATIVI DEL MONDO, p.9

SPAZIO

MINI-EUSO A BORDO DELLA STAZIONE SPAZIALE INTERNAZIONALE, p. 6
IXPE, IN VOLO CON UN FALCON PER OSSERVARE L'UNIVERSO NEI RAGGI X, p. 10

COLLABORAZIONI INTERNAZIONALI

SIGLATO ACCORDO GSI-INFN PER I TEST CRIOGENICI DEI MODULI MAGNETICI DI FAIR, p. 7

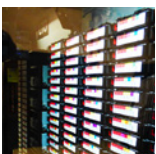
TECNOLOGIE

A XFEL LA PIÙ VELOCE FOTOCAMERA PER RAGGI X, p. 8

OUTREACH

INAUGURATO A CATANIA IL NUOVO VISITOR CENTRE DEI LABORATORI NAZIONALI DEL SUD, p.11

FOCUS



RECAS, RISORSA DI CALCOLO PER LA SCIENZA E PER IL TERRITORIO, p. 12

» INTERVISTA



CNAO: RICERCA TECNOLOGICA IN FISICA AL SERVIZIO DELLA MEDICINA

Intervista a Gianluca Vago, medico e professore all'Università Statale di Milano, da gennaio 2019 Presidente della Fondazione CNAO (Centro Nazionale di Adroterapia Oncologica)

Inaugurato nel 2010, il CNAO (Centro Nazionale di Adroterapia Oncologica) di Pavia è un centro di avanguardia per la cura dei tumori con adroterapia, una forma di radioterapia che sfrutta l'estrema precisione garantita dall'impiego degli acceleratori di particelle sviluppati per la ricerca di base in fisica. Il CNAO, il cui cuore è un acceleratore di particelle, un sincrotrone, realizzato in collaborazione con l'INFN e il CERN, è il secondo centro di adroterapia in Europa e uno dei pochi al mondo dove è possibile eseguire trattamenti irradiando le cellule tumorali con fasci di protoni o, in base alla tipologia del tumore, con fasci di ioni carbonio; è inoltre l'unico centro in Europa con marcatura CE e sperimentazione clinica effettuata per valutarne sicurezza ed efficacia. L'impiego di fasci di protoni o ioni carbonio offre un considerevole vantaggio rispetto ai raggi X impiegati nella radioterapia tradizionale, in particolare nel trattamento dei tumori profondi perché permette il rilascio dell'energia in prossimità della massa tumorale, riducendo l'impatto sui tessuti sani circostanti e i conseguenti effetti collaterali.

Oltre a essere un centro all'avanguardia, il CNAO è in continua evoluzione, adeguando le tecniche utilizzate ai più recenti sviluppi delle tecnologie impiegate per la ricerca di base in fisica. Recentemente, insieme all'INFN, all'Università di Pisa, alla Sapienza Università di Roma e al Museo Storico della Fisica e Centro Studi e Ricerche Enrico Fermi, il CNAO ha avviato la sperimentazione di INSIDE (Innovative Solution for Dosimetry) un sistema di imaging in grado di "fotografare" i fasci di protoni e ioni carbonio utilizzati per colpire i tumori con l'adroterapia e di rendere più precise ed efficaci le terapie, osservando le radiazioni in "tempo reale".

Abbiamo chiesto a Gianluca Vago, dal gennaio 2019 presidente della Fondazione CNAO, già Rettore dell'Università Statale di Milano, di descriverci lo stato dell'arte e le prospettive di sviluppo del centro di Pavia.

» INTERVISTA

Il CNAO ha una lunga storia, dal primo disegno di progetto, alla sua costruzione, all'entrata a regime del trattamento dei pazienti.

CNAO è un esempio concreto della collaborazione tra fisica, medicina e ingegneria che nasce, come idea, nel 1991 grazie all'intuizione di Ugo Amaldi, fisico delle particelle e degli acceleratori, che all'epoca lavorava al CERN, e di Giampiero Tosi che in quegli anni dirigeva la Fisica sanitaria dell'Ospedale Niguarda di Milano. L'idea iniziale di Amaldi e Tosi aveva ricevuto subito il supporto del management INFN che grazie al Presidente Nicola Cabibbo ha deciso di stanziare i primi fondi; in seguito l'INFN ha continuato a sostenere il CNAO tramite i progetti di ricerca finanziati dal Gruppo V.

Il centro di cui Amaldi e Tosi avevano gettato le basi scientifiche, ha visto la luce all'inizio degli anni 2000 sotto l'impulso di Umberto Veronesi, in veste di Ministro della Salute, e di Erminio Borloni, che grazie alla sua capacità di visione e alle sue doti manageriali è riuscito a dotare l'Italia di una struttura unica e all'avanguardia, intessendo intorno al centro una rete di collaborazioni nazionali e internazionali fondamentali. Tra le collaborazioni, quelle più numerose e importanti sono nate con i Laboratori e le Sezioni INFN, ben 15, che hanno contribuito sotto molteplici aspetti alla realizzazione della tecnologia e delle infrastrutture speciali.

Nel 2011 è arrivato il primo paziente e ad oggi già 2.500 persone, affette da tumori radioresistenti o non operabili, sono state trattate al CNAO con l'adroterapia. Dal 2017 l'adroterapia è entrata a far parte dei Livelli Essenziali d'Assistenza (LEA) rimborsati dal Servizio Sanitario Nazionale.

Che cosa rende il CNAO un centro di eccellenza a livello internazionale?

CNAO è uno dei soli 6 centri al mondo multi-particella (protoni e ioni carbonio) in grado di trattare i tumori con l'adroterapia, una forma avanzata di radioterapia che al posto dei raggi X utilizza fasci di protoni e ioni carbonio, particelle pesanti che colpiscono la massa tumorale con maggiore efficacia biologica risparmiando i tessuti sani circostanti. Si tratta di un trattamento oncologico innovativo che viene utilizzato quando la radioterapia tradizionale non è efficace o nel caso di tumori inoperabili.

Al CNAO si fa anche ricerca con lo scopo di traslare i risultati nella pratica clinica e a questo proposito il legame con INFN è forte e fondamentale.

Ci può fare un bilancio dell'attività del CNAO da quando avete iniziato i trattamenti su pazienti volontari ad oggi?

Sono stati trattati 2.500 pazienti e i risultati superano le aspettative attese: i dati, se pur parziali considerato che il periodo di osservazione è ancora breve, dicono che l'adroterapia è in grado di fermare la malattia in oltre l'80% dei casi. Tra le patologie trattate al CNAO possiamo citare i sarcomi, i cordomi, i condrosarcomi,

» INTERVISTA

i melanomi oculari, i meningiomi, i carcinomi adenoideo-cistici e alcuni tumori solidi pediatrici.

Dal punto di vista della precisione del trattamento si osserva anche una riduzione della tossicità sui tessuti sani, che è un elemento essenziale per pazienti con lunga aspettativa di vita.

È di questi giorni la notizia che è stata avviata la sperimentazione di INSIDE, frutto della collaborazione tra CNAO, INFN, Università di Pisa, Sapienza Università di Roma e Centro Fermi. Di che cosa si tratta?

È un progetto importante nato dall'unione delle forze e delle idee di centri e università di prestigio. INSIDE è il primo sistema al mondo bimodale (composto da uno scanner PET e da un tracciante di particelle cariche) in grado di monitorare in tempo reale i fasci di ioni carbonio e protoni utilizzati nell'adroterapia. Sarà possibile osservare in tempo reale dove i fasci di particelle depositano il loro effetto distruttivo massimo e, sulla base di queste osservazioni, si potranno ricalibrare i parametri del fascio di particelle per rendere il trattamento sempre più performante.

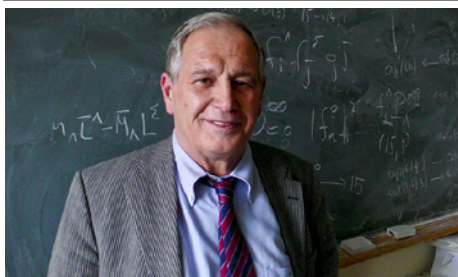
È in fase di realizzazione, in collaborazione anche con l'INFN, la nuova linea di ricerca al CNAO. Quali attività saranno svolte?

La linea di ricerca è attiva dallo scorso maggio in modalità di prova e messa a punto. È una linea completamente separata dalle sale trattamento dei pazienti e interamente dedicata alla ricerca. Sfrutteremo le potenzialità del nostro acceleratore di particelle per ricerche, ad esempio, nel campo della radiobiologia, della radioprotezione, per simulare gli effetti delle radiazioni sui materiali utilizzati nell'aviazione e nell'industria aerospaziale. Testeremo nuovi ioni, come l'ossigeno e l'elio, per osservarne l'azione e offrire trattamenti sempre più innovativi.

Che cosa prevedete e progettate per il futuro del CNAO a breve e lungo termine?

Vogliamo incrementare la ricerca scientifica di concerto con INFN ed esplorare le potenzialità dell'adroterapia nella cura dei tumori. Sarà importante incrementare ulteriormente le collaborazioni cliniche già in essere con i principali istituti di cura nazionali per un approccio completo e multidisciplinare. Lavoreremo molto anche con gli advocacy group per facilitare la conoscenza dell'adroterapia da parte dei malati oncologici e delle loro famiglie.

In collaborazione con INFN abbiamo infine intenzione di potenziare gli strumenti tecnologici di avanguardia per avere apparecchiature sempre più efficaci a disposizione della cura dei tumori. ■



RICONOSCIMENTI

LA SUPERGRAVITÀ CONQUISTA IL BREAKTHROUGH PRIZE 2019

Il premio Breakthrough Prize 2019 per la Fisica Fondamentale, dal valore di tre milioni di dollari, è stato assegnato ai fisici teorici Sergio Ferrara (CERN e INFN Laboratori Nazionali di Frascati), Dan Freedman (*Massachusetts Institute of Technology* e *Stanford University*) e Peter van Nieuwenhuizen (Stony Brook University) per "l'invenzione della supergravità, in cui le variabili quantistiche fanno parte della descrizione della geometria dello spaziotempo". Ferrara, Freedman e van Nieuwenhuizen sono gli architetti della supergravità, una teoria del 1976 molto influente che ha integrato con successo la forza di gravità in un particolare tipo di teoria dei campi quantistici. I vincitori saranno premiati durante una cerimonia che si svolgerà il 3 novembre 2019 alla NASA. ■



SPAZIO

MINI-EUSO A BORDO DELLA STAZIONE SPAZIALE INTERNAZIONALE

Il veicolo spaziale Soyuz MS14, lanciato il 22 agosto dal cosmodromo di Baikonur, ha agganciato la Stazione Spaziale Internazionale (ISS) il 27 agosto. A bordo, Mini-EUSO (*Multiwavelength Imaging*

New Instrument for the Extreme Universe Space Observatory), un telescopio per raggi ultravioletti, frutto di un accordo fra l'ASI Agenzia Spaziale Italiana, ente finanziatore, e l'Agenzia Spaziale Russa Roscosmos, e sviluppato da una collaborazione internazionale guidata dall'INFN, con il contributo del MAECI, Ministero degli affari esteri e della cooperazione internazionale. Mini-EUSO, che sarà attivato nei prossimi mesi dall'astronauta Luca Parmitano, osserverà la Terra dal modulo russo Zvezda della ISS. Sarà puntato verso la Terra per registrare le emissioni ultraviolette di origine cosmica, atmosferica e terrestre, grazie al sistema ottico e alla superficie focale di nuova generazione, che consentono al telescopio di raggiungere una sensibilità senza precedenti.

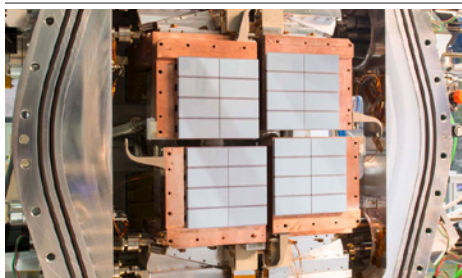
Sono tra i principali obiettivi scientifici di Mini-EUSO: la prima mappatura delle emissioni notturne della Terra nell'ultravioletto e delle loro variazioni - di natura sia antropica, sia di bioluminescenza, legate a particolari comportamenti di plancton e alghe; lo studio dell'alta atmosfera e dei segnali prodotti nell'impatto delle meteore con l'atmosfera terrestre; l'osservazione dei raggi cosmici di altissima energia, particelle la cui esatta origine è ancora dibattuta e che si presume provengano da altre galassie. ■



COLLABORAZIONI INTERNAZIONALI

SIGLATO ACCORDO GSI-INFN PER I TEST CRIOGENICI DEI MODULI MAGNETICI DI FAIR

L'INFN e il GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung hanno da poco sottoscritto un accordo per il collaudo di una serie di complessi sistemi di magneti, i moduli quadrupoli della sezione SIS100 dell'acceleratore FAIR (*Facility for Antiproton and Ion Research*), tramite l'esecuzione di estesi test criogenici. L'accordo si fonda su una lunga collaborazione di successo tra le due istituzioni di ricerca nello sviluppo e nella costruzione di magneti superconduttori. I moduli di alta tecnologia per FAIR sono il risultato di un complesso processo internazionale di produzione. Prima, in Russia, vengono prodotte su misura le unità superconduttive dei quadrupoli, composte di varie tipologie di magneti, per la messa a fuoco e la correzione del fascio di particelle. Quindi, queste unità vengono spedite in Germania, al laboratorio Bilfinger Noell di Würzburg, dove sono assemblate con gli altri componenti. Più di 80 di questi moduli quadrupoli, una volta integrati, saranno poi spediti in Italia, al Laboratorio di superconduttività di Salerno, dove saranno operati alla temperatura finale di esercizio di -269°C su una struttura di test criogenica appositamente realizzata per questo processo. Oltre all'INFN, con il gruppo collegato di Salerno della sezione di Napoli, e all'Università di Salerno, hanno partecipato alla costituzione del Laboratorio, su un finanziamento PON, anche l'ENEA e il Centro di Competenza Nuove Tecnologie per le Attività produttive (CRdC). ■



TECNOLOGIE

A XFEL LA PIÙ VELOCE FOTOCAMERA PER RAGGI X

Si è recentemente conclusa con successo allo European XFEL ad Amburgo la messa in opera della fotocamera per raggi X di bassa energia più veloce al mondo. Si tratta di un rivelatore di immagini per radiazione elettromagnetica nella banda X (chiamato *DePFET Sensor with Signal Compression*, DSSC), basato su sensori di silicio. È un rivelatore unico nel suo genere e rappresenta il culmine di oltre un decennio di ricerca e sviluppo collaborativo internazionale di un gruppo di ricercatori associati alle Sezioni INFN di Milano e Pavia, in collaborazione con DESY, l'Università di Heidelberg e lo European XFEL, che coordina il consorzio internazionale DSSC. Il rivelatore, progettato specificamente per i raggi X di energia da 0,5 a 6 keV, permetterà, in particolare, lo studio ultraveloce di strutture elettroniche, di spin e atomiche sulla scala temporale di decine di femtosecondi. European XFEL è in grado di produrre pacchetti che contengono fino a 2.700 impulsi di raggi X, lanciati in rapida successione con una differenza temporale tra due impulsi di soli 220 nanosecondi. A piena capacità, il rivelatore DSSC acquisirà immagini alla velocità di 4,5 milioni di immagini al secondo e potrà memorizzare 800 immagini da 1 megapixel. Attualmente è già in fase di sviluppo una seconda fotocamera che consentirà una risoluzione energetica migliore e un intervallo dinamico ancora più elevato. ■



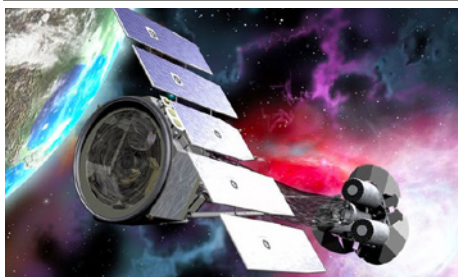
RICONOSCIMENTI

INFN E CNR FRA I DIECI ENTI PUBBLICI PIÙ INNOVATIVI DEL MONDO

L'INFN e il Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) italiano occupano rispettivamente la nona e la decima posizione nella Nature Index 2019 delle istituzioni governative più innovative al mondo, la classifica

stilata annualmente da Nature in base al numero di articoli di grande rilevanza scientifica pubblicati in 82 tra le principali riviste scientifiche. Già presente nella *Nature Index* 2018, l'INFN scala una posizione, passando dal decimo al nono posto, mentre il CNR fa il suo ingresso quest'anno. L'Italia, con ben due posizioni tra le prime dieci, risulta prima tra i paesi europei.

Al primo posto della *Nature Index* 2019 delle istituzioni governative mondiali si trova l'Accademia Cinese delle Scienze (CAS), seguita dal Centro Nazionale per la Ricerca Scientifica francese (CNRS) e dagli Istituti Nazionali per la Salute (NIH) americani. La NASA occupa la settima posizione. Per il quarto anno consecutivo, inoltre, l'INFN compare al terzo posto nella classifica delle istituzioni governative mondiali dedicate alle scienze fisiche. ■



SPAZIO

IXPE, IN VOLO CON UN FALCON PER OSSERVARE L'UNIVERSO NEI RAGGI X

Procede spedita la missione NASA per il satellite IXPE (*Imaging X-Ray Polarimetry Explorer*), missione che ha l'ambizioso compito di aprire una nuova finestra nell'astronomia dei raggi X, quella della polarimetria, che promette di fornire nuove importanti informazioni sui meccanismi di emissione e la geometria degli oggetti compatti, come le stelle di neutroni, e la configurazione dei campi magnetici nei siti delle sorgenti X celesti. Nei giorni scorsi sono stati superati i rigorosi test sulla strumentazione del satellite e l'Agenzia spaziale americana ha ora ufficialmente annunciato che il vettore che porterà in orbita IXPE sarà il razzo Falcon-9 della società privata SpaceX.

L'altissimo livello tecnologico dei rivelatori che l'Italia fornisce alla missione ha consentito a IXPE di arricchire il suo programma scientifico, come riconosciuto dal board della NASA che l'ha selezionata, promuovendola di fatto da missione di classe piccola (SMEX) a missione di classe media (MIDEX). I contributi italiani di maggior rilievo sono quelli dell'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF), dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) e dell'Agenzia Spaziale Italiana (ASI). ■



OUTREACH

INAUGURATO A CATANIA IL NUOVO VISITOR CENTRE DEI LABORATORI NAZIONALI DEL SUD

È stato inaugurato il 27 luglio il nuovo *visitor center* dei Laboratori Nazionali del Sud (LNS) dell'INFN, uno spazio in cui sono raccontate in modo interattivo e multimediale le imprese scientifiche di cui l'INFN è protagonista, anche attraverso l'impegno dei Laboratori del Sud. Si tratta di un luogo di accoglienza per il pubblico, uno spazio che viene messo a disposizione in particolare della città di Catania e della Regione Siciliana, per lo sviluppo di percorsi culturali che dimostrino anche la storica collaborazione con l'INFN. Il visitor center è un centro multimediale di 400 mq, in cui il visitatore, attraverso un percorso di *exhibit* e installazioni interattive, potrà avventurarsi in un racconto scientifico che spazia dalla fisica nucleare, alla fisica astroparticellare, dagli acceleratori di particelle alle ricerche interdisciplinari, con le importanti ricadute nell'ambito dei beni culturali e della medicina. Tutte attività che vedono i LNS protagonisti nel panorama internazionale. Grazie a questa nuova infrastruttura i Laboratori del Sud presentano ai cittadini una narrazione suggestiva delle ricerche, degli sviluppi tecnologici e delle ricadute economiche e sociali delle attività di ricerca di base che conducono a partire dalla Sicilia, grazie anche al supporto della Regione. ■

» FOCUS



RECAS, RISORSA DI CALCOLO PER LA SCIENZA E PER IL TERRITORIO

Il 12 luglio, presso la Sezione dell'INFN di Bari e il Dipartimento Interateneo di Fisica dell'Università degli Studi di Bari Aldo Moro, si è svolto il secondo "Incontro con gli utenti" del centro di calcolo ReCaS di Bari. L'evento ha visto una larga partecipazione dell'intera comunità multidisciplinare che ruota attorno al data center barese: dai fisici sperimentali delle alte energie, utenti di riferimento del centro, agli utenti che operano nel campo del monitoraggio dell'ambiente e del territorio attraverso l'uso di dati satellitari o da sensori, fino a coloro che operano nel campo delle scienze della vita nonché nelle attività di ricerca e didattica all'interno della comunità universitaria.

Il data center ReCaS-Bari, inaugurato presso il Dipartimento Interateneo di Fisica nel luglio del 2015, è stato realizzato dall'Università degli Studi di Bari Aldo Moro e dall'INFN nell'ambito del progetto ReCaS (PON Ricerca e Competitività 2007-2013). Il progetto si poneva l'obiettivo del potenziamento dell'infrastruttura di calcolo delle regioni meridionali, al fine di garantire le risorse di calcolo scientifico per i grandi esperimenti di fisica subnucleare e astrofisica, con dati provenienti dal CERN e dai satelliti, e di eseguire i calcoli ad alte prestazioni richiesti da altre comunità di ricercatori, come biologi, medici, ingegneri e geologi. ReCaS coinvolge complessivamente centri di calcolo in Puglia, Campania, Sicilia e Calabria, dove sono coinvolte rispettivamente le Sezioni INFN di Bari, Catania, Napoli e il gruppo collegato di Cosenza, assieme alle Università Aldo Moro di Bari e Federico II di Napoli.

ReCaS-Bari rappresenta oggi uno dei più potenti e versatili centri di calcolo nel panorama nazionale: si tratta di un'infrastruttura dedicata principalmente al calcolo scientifico, ma che possiede anche una vocazione multidisciplinare, aperta quindi alle esigenze di un'ampia e diversificata comunità che include anche pubblica amministrazione e aziende del territorio.

Il data center è attualmente dotato di oltre 12.000 processori, ha una capacità di memorizzazione di

» FOCUS

circa 7.000 Terabyte tra disco e supporto magnetico (libreria nastro) ed è in grado di scambiare dati con l'esterno a una velocità di 20 Gigabit al secondo. Il centro è integrato, a livello nazionale e internazionale, con l'Infrastruttura di Grid Italiana (IGI), la *Worldwide LHC Computing GRID* (WLGC), la European GRID Infrastructure (EGI) e la *EGI Federated Cloud*.

Dopo i suoi primi quattro anni di attività, ReCaS-Bari si avvia verso una fase di profondo rinnovamento e potenziamento: il centro potrà infatti beneficiare delle risorse del PON Ricerca e Innovazione 2014-2020, distribuite su tre distinti progetti, per una quota complessiva di oltre 8 milioni di euro. Il progetto di maggior rilievo è IBiSCo ("*Infrastruttura per Big data and Scientific COmputing*"), collegato all'infrastruttura IPCEI-HPC-BDA ("*Important Project of Common European Interest on High Performance Computing and Big Data enabled Applications*") nell'ambito del "*Pillar 2: Infrastructure*" della strategia europea della ricerca. ReCaS partecipa anche ai progetti LifewatchPlus (collegato con l'infrastruttura Lifewatch, dedicata allo studio della biodiversità) e CNRBioMics (collegato con l'infrastruttura ELIXIR, dedicata allo studio della genomica). ■

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 sincrotrone del CNAO (Centro Nazionale di Adroterapia Oncologica)

CONTATTI

Ufficio Comunicazione INFN

comunicazione@presid.infn.it

+ 39 06 6868162