

Curriculum vitae e attività del

Dr. D. Santonocito

Curriculum vitae et studiorum

Nato a Catania il 25 giugno 1965

- 12/12/1990 Consegue la laurea in Fisica indirizzo applicativo (orientamento nucleare) presso l'Università degli Studi di Catania con voti 110/110 e lode, discutendo una tesi dal titolo *Studio degli stati superdeformati ad alto spin nell'¹⁵²Eu*, relatori Prof. E. Migneco e Dott. A. Del Zoppo.
- 1991 Dal 01/02/1991 al 30/04/1991 ha una borsa della collaborazione NORDBALL presso il laboratorio Tandem del Niels Bohr Institute (Danimarca).
- 1991-1993 Dal 01/07/1991 al 31/06/1993 è borsista dell'INFN presso i Laboratori Nazionali del Sud. Durante questo periodo partecipa ai quattro corsi della Scuola di Studi Avanzati di Fisica Nucleare e Subnucleare, organizzata dall'INFN per i borsisti dell'ente.
- 1993-1996 Svolge attività di ricerca, come dottorando dell'Università di Catania, presso il Laboratorio Nazionale del Sud.
- 1997 Il 19/07/1997 consegue il titolo di dottore di ricerca in fisica discutendo una tesi dal titolo: *Aspetti della dinamica delle collisioni tra ioni pesanti intorno all'energia di Fermi: la reazione $^{-}Ar + ^{-}Mo$ a 37 MeV/u*.
- 1997-1999 Dal 01/09/1997 al 31/08/1999 svolge attività di ricerca, come borsista della Comunità Europea nell'ambito del progetto TMR - Marie Curie fellowship, presso l'Institut de Physique Nucleaire d'Orsay occupandosi dello studio di Reazioni Dirette indotte da fasci esotici.
- 2000-2001 Dal 1/03/2000 al 28/02/2001 lavora presso i Laboratori Nazionali del Sud con una borsa di studio della Comunità Europea nell'ambito del progetto TMR - Marie Curie fellowship (Returning Grant) occupandosi della realizzazione dello spettrometro SOLE - MACISTE presso i Laboratori Nazionali del Sud.
- 2001-2004 Dal 1/03/2001 al 14/01/2004 lavora presso i Laboratori Nazionali del Sud con un assegno di ricerca quadriennale dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare occupandosi dello studio delle proprietà delle Risonanze Giganti Dipolari.
- 2004-2008 Dal 15/01/2004 al 31/12/2008 è dipendente dell'INFN presso i Laboratori Nazionali del Sud con profilo di ricercatore (III livello)
- 2009-2018 Dal 01/01/2009 ad oggi è dipendente dell'INFN presso i Laboratori Nazionali del Sud con profilo di primo ricercatore (II livello)

Attività

- 1990-1991 Durante il periodo della tesi e durante la permanenza presso il Laboratorio Tandem del Niels Bohr Institute (Danimarca) partecipa a diverse misure per la ricerca di nuove bande superdeformate (SD) in nuclei nella regione degli Ee. Sm effettuate con il dispositivo sperimentale NORDBALL.
- 1991-1993 Partecipa alle attività di ricerca, svolte presso il laboratorio GANIL (Caen - Francia), nell'ambito della fisica degli ioni pesanti ad energie intermedie adoperando il rivelatore MEDEA. Gli esperimenti effettuati si propongono di investigare i meccanismi di reazione nelle collisioni tra ioni pesanti alle energie intermedie; in particolare le indagini sperimentali vertono sullo studio della produzione di fotoni e protoni di alta energia e sullo studio delle caratteristiche della Risonanza Gigante Dipolare (GDR) in nuclei altamente eccitati (esperimento TRAFAS gruppo III). Si occupa in particolare dell'analisi dati inerente lo studio della risposta dei rivelatori "phoswiches" di MEDEA.
- 1993-1996 Partecipa attivamente all'installazione del rivelatore MEDEA presso i LNS. Partecipa inoltre alle misure effettuate presso i LNS volte allo studio dei meccanismi di produzione di frammenti di massa intermedia in collisioni centrali e semi-periferiche (multiframmentazione) e allo studio della produzione di protoni di alta energia. Analizza i dati della reazione $^{40}\text{Ar} + ^{96}\text{Mo}$ a 37 MeV/A inerente lo studio della GDR in nuclei caldi ad alta energia di eccitazione effettuato presso il laboratorio GANIL con l'apparato MEDEA. Si occupa dell'analisi e dell'interpretazione dei dati inerenti la GDR e della parte riguardante l'emissione di pre-equilibrio.
- 1997-1999 Si occupa dello studio di Reazioni Dirette indotte da fasci esotici ad energie intermedie. Partecipa a diversi esperimenti effettuati presso i laboratori di GANIL (Francia) e di MSU (USA) volti allo studio delle distribuzioni di materia nucleare e dei potenziali di interazione nucleo-nucleo attraverso misure di sezioni d'urto, in cinematica inversa, dello scattering elastico ed inelastico di nuclei esotici su protoni. Nella preparazione delle misure si occupa di scrivere parte del programma di acquisizione dati e della regolazione del setup sperimentale. Effettua l'analisi dati dell'esperimento di scattering elastico ed inelastico effettuato in cinematica inversa e volto allo studio della struttura del ^8B considerato un possibile candidato per una struttura ad "halo" di protoni.
- 2000-2001 Si prende carico della realizzazione e allo sviluppo del rivelatore di piano focale MACISTE che, unitamente al solenoide SOLE, costituisce un completamento del rivelatore MEDEA per la rivelazione di residui di fusione e/o frammenti del proiettile emessi in avanti a piccoli angoli. Coordina i test per lo studio della risposta del rivelatore di piano focale MACISTE con i fasci TANDEM e CS dei LNS e si prende carico della relativa analisi dati.
- 2002 Coordina il primo esperimento effettuato adoperando l'insieme MEDEA+SOLE+MACISTE occupandosi in particolare della funzionamento della parte inerente SOLE e MACISTE. Scopo dell'esperimento è di studiare la progressiva scomparsa della GDR in nuclei di massa $A \sim 120-130$. Si prende carico dell'analisi dati dell'esperimento.
- 2003 Partecipa alle attività di ricerca della linea ISOSPIN (gruppo III), che ha come obiettivo lo studio della proprietà nucleari fondamentali (equazione di stato della

materia nucleare) al variare del grado di libertà di isospin. Tale sperimentazione è stata effettuata usando i fasci stabili del Ciclotrone Superconduttore dei LNS e gli apparati MEDEA e CHIMERA in collaborazione con altre sedi ed altri paesi.

- 2004 E' spokesperson di un esperimento presso i LNS volto allo studio dell'evoluzione della GDR in nuclei caldi di massa $A = 120 \div 132$, estensione a più alte energie di eccitazione di quello del 2002.
- 2005-2007 Partecipa attivamente alla sperimentazione effettuata con l'apparato MEDEA volta allo studio della GDR e del Dipolo Dinamico presso i LNS. Si occupa dell'analisi dati degli esperimenti effettuati con l'apparato MEDEA riguardanti lo studio della GDR ad alta energia di eccitazione nei nuclei di massa $A = 120 \div 132$. Si occupa della messa a punto del setup sperimentale nelle misure al Dipolo Dinamico curando in prima persona la parte inerente al BaF2. E' invitato a presentare lo stato dell'arte delle ricerche nel campo delle risonanze giganti di dipolo nei nuclei caldi al workshop *Workshop WCT III* tenutosi a College Station, in Texas. Partecipa inoltre, presso i LNS, ad alcuni test volti allo studio della risposta dei rivelatori LaBr3 a raggi gamma di differenti energie.
- 2007 E' responsabile locale, presso i LNS della linea di ricerca LNS-STREAM (Gruppo III) che ha tra i suoi obiettivi lo studio degli effetti di struttura sui meccanismi di reazione in collisioni indotte da nuclei con strutture a cluster, lo studio di particolari strutture nucleari come il "clustering" esotico in sistemi lontani dalla valle di stabilità ed il proseguimento degli studi sugli effetti di soppressione della GDR nei nuclei caldi in regioni di massa non ancora investigate.
- 2008-2014 E' responsabile nazionale, della linea di ricerca LNS-STREAM (Gruppo III). Si occupa di completare l'analisi dati degli esperimenti effettuati con il rivelatore MEDEA riguardanti lo studio della GDR nei nuclei caldi di massa $A = 120 \div 132$. Si occupa anche di modificare il codice di calcolo DCASCADE, basato sul modello statistico, adattandone il funzionamento ad energie di eccitazione fino a circa 500 MeV, allo scopo di poter riprodurre gli spettri gamma statistici popolati nelle reazioni di fusione incompleta studiati con MEDEA. Partecipa a varie attività sperimentali, presso i LNS e LNL, della linea di ricerca LNS-STREAM.
- 2015-2018 Dal 2015 ad oggi è responsabile nazionale, della linea di ricerca LNS-STREAM2 (Gruppo III). E' spokesperson di un esperimento presso i LNS volto allo studio dell'evoluzione della GDR in nuclei caldi di massa $A = 180 \div 190$, da effettuarsi con l'apparato MEDEA-SOLE-MACISTE presso i LNS. Partecipa a varie attività sperimentali, presso i LNS e LNL, della linea di ricerca LNS-STREAM2 e alla stesura dei lavori pubblicati su rivista. Si occupa, inoltre, in prima persona dello studio di fattibilità per la realizzazione di uno spettrometro magnetico che utilizza il campo magnetico del solenoide SOLE dei LNS per focalizzare i prodotti di reazione leggeri emessi in reazioni a due corpi su un sistema di rivelatori a posizione posti attorno all'asse magnetico del solenoide (Helical Orbit Spectrometer). Si occupa del completamento dell'analisi dati degli esperimenti effettuati con MEDEA sulle proprietà delle GDR nei nuclei di massa $A = 120 \div 132$ effettuando i conti di modello statistico con il codice DCASCADE fondamentali per studiare l'evoluzione delle proprietà della GDR in funzione dell'energia di eccitazione. Lavora sul codice DCASCADE per introdurre i modelli teorici che prevedono il quenching della GDR e effettua i relativi conti.

Presentazioni a conferenze

- 1/1998 Presenta, un contributo orale dal titolo **"Role of two-body dissipation mechanisms in heavy-ion collisions around Fermi energy."** nell'ambito **"XXX International Winter Meeting on Nuclear Physics"** tenutosi a Bormio.
- 05/1999 Presenta, nell'ambito dei *Colloque GANIL* un contributo orale dal titolo **"Proton scattering on ^8B nucleus"**
- 11/2003 Presenta, nell'ambito dell' *International Workshop on Multifragmentation and related topics* tenutosi a GANIL, Caen (Francia) una relazione dal titolo **"Disappearance of collective motion in hot nuclei"**
- 11/2004 Presenta una relazione su invito al **"5th Italy-Japan Symposium 'Recent achievements and perspectives in Nuclear Physics'"** tenutosi a Napoli dal titolo **"Disappearance of collective motion in hot nuclei"**
- 02/2005 Presenta, nell'ambito del workshop *WCI III (World Consensus Initiative)* tenutosi a College Station, TEXAS, una relazione su invito dal titolo **"Evolution of the giant dipole resonance properties with excitation energy"**
- 06/2006 Presenta, alla conferenza internazionale *COMEX2*, tenutasi a Sankt Goar, Germania, una relazione su invito dal titolo **"Quenching of the giant dipole resonance strength at high excitation energy."**
- 02/2012 Presenta, nell'ambito del **"First Topical Workshop on Modern Aspects in Nuclear Physics"**, tenutosi a Bormio, una relazione su invito dal titolo " "
- 12/2013 Presenta, nell'ambito del **"SPES one-day workshop on 'Collective Excitations of Exotic Nuclei'"**, tenutosi a Milano, una relazione su invito dal titolo **"Hot GDR studies: status and perspectives"**
- 07/2014 Presenta, nell'ambito del **"Sicily - East Asia workshop: Low Energy Nuclear Physics"**, tenutosi a Siracusa, una relazione su invito dal titolo **"Hot GDR studies in nuclei of mass $A = 120 - 132"$**
- 02/2018 Presenta, nell'ambito del **"SPES one-day workshop on 'Fundamental symmetries and interactions'"**, tenutosi a Pisa, una relazione su invito dal titolo **"Helical Orbit Spectrometer for SPES and its possible applications"**.
- 05/2018 Presenta, nell'ambito dell' **"International Workshop on Multi facets of EOS and Clustering"**, tenutosi a Catania, una relazione su invito dal titolo **"Upgrade of experimental facilities @ LNS"**.

Attività scientifica

In questa relazione saranno brevemente esposte le tematiche scientifiche ed i principali risultati ottenuti durante la mia attività di ricerca dal conseguimento della laurea fino ad oggi dando maggior rilievo alle tematiche ed ai lavori in cui sono stato maggiormente coinvolto.

Le differenti attività di ricerca svolte negli anni, hanno avuto un comune denominatore nello studio delle proprietà collettive dei nuclei.

Inizialmente mi sono occupato di spettroscopia gamma partecipando ad alcuni esperimenti, volti alla ricerca e lo studio delle bande superdeformate in nuclei ad alto spin, effettuati presso il Laboratorio Tandem di Riso (Roskilde) dell'Istituto Niels Bohr di Copenhagen dove, nel '90 era in corso di realizzazione uno spettrometro di nuova generazione, la NORDBALL. Erano da poco state trovate alcune evidenze dell'esistenza delle bande superdeformate il cui popolamento, esiguo rispetto alla sezione d'urto del processo (HI, α) rendeva necessario l'utilizzo di nuovi apparati con maggiore efficienza, associata ad un'alta risoluzione e ad un'alta selettività degli stati iniziali del sistema che ne consentissero una chiara attribuzione ad uno dei canali di decadimento. Il nuovo strumento apriva nuove possibilità di indagine sull'esistenza di bande superdeformate in differenti regioni di massa e permetteva la ricerca delle transizioni che collegavano gli stati superdeformati con quelli normalmente deformati consentendo la determinazione dello spin e dell'energia di eccitazione della banda superdeformata stessa, grandezze fino a quel momento sconosciute.

In seguito alla messa in opera del rivelatore MEDEA la mia attività di ricerca si è progressivamente spostata allo studio delle reazioni fra ioni pesanti ad energie intermedie (10-100 MeV/nucleone). Lo studio delle collisioni tra ioni pesanti alle energie intermedie presenta una fenomenologia articolata e complessa associata all'evoluzione del meccanismo di reazione che procede da un regime in cui gli effetti di campo medio sono predominanti, ad uno in cui le collisioni a due corpi diventano progressivamente più importanti e la dinamica della reazione diventa instabile. Ad energie prossime all'energia di Fermi è possibile, inoltre, formare materia nucleare in condizioni estreme di temperatura e densità e studiarne l'evoluzione delle proprietà rispetto a quanto osservato a più bassa energia. Grandezze come la compressibilità della materia nucleare, il potenziale nucleone-nucleone all'interno della materia nucleare e la sua dipendenza dal momento dei nucleoni all'interno del nucleo e dall'isospin, sono ancora oggi oggetto di studio e costituiscono delle tematiche di ricerca fondamentali nel campo della fisica degli ioni pesanti alle energie intermedie.

L'utilizzo dei fasci radioattivi ha esteso le possibilità di investigare la struttura dei nuclei lontano dalla valle di stabilità. Questi studi hanno messo in luce nuove manifestazioni della struttura nucleare come il comparire di nuovi numeri magici e l'esistenza dei nuclei "halo" o "skin" per la cui interpretazione a livello microscopico è necessario uno sviluppo di nuovi potenziali di interazione che permettano di descrivere le proprietà dei nuclei stabili ed instabili a partire da modelli microscopici.

Le differenti tematiche da me affrontate nello studio delle collisioni tra ioni pesanti ad energie intermedie con fasci stabili o radioattivi riguardano lo studio della dinamica delle reazioni con particolare riguardo alle prime fasi non equilibrate della collisione caratterizzate dall'emissione di particelle e/o radiazione γ estremamente energetiche, lo studio della proprietà dei nuclei caldi con particolare riguardo allo studio dell'evoluzione delle proprietà della Risonanza Gigante di Dipolo (GDR), lo studio della proprietà dei nuclei esotici leggeri e l'emissione dei frammenti di massa intermedia (IMF).

La sperimentazione è stata principalmente effettuata con il rivelatore MEDEA che ha lavorato con successo presso il Grand Accelerator National d'Ion Lourdes (GANIL, Francia) negli anni 1990-1993 ed in seguito, accoppiato con il rivelatore MULTICS, presso i

Laboratori Nazionali del Sud (LNS-Catania). Più recentemente l'implementazione del Solenoide Superconduttivo SOLE e del rivelatore di piano focale MACISTE hanno consentito di estendere le potenzialità dell'apparato di misura preesistente alla rivelazione dei residui di fusione emessi ai piccoli angoli nel laboratorio. La sperimentazione con i fasci esotici è stata invece effettuata prevalentemente a GANIL adoperando il rivelatore MUST e presso i LNS adoperando i fasci di frammentazione prodotti con FRIBS ed i fasci TANDEM.

1 – Studio delle configurazioni superdeformate ad alto spin

Negli anni '90, una delle problematiche più interessanti della spettroscopia gamma riguardava la ricerca di bande superdeformate (SD) ad alto spin e l'osservazione delle transizioni che connettono queste bande con gli stati normalmente deformati (ND). L'identificazione di tali transizioni gamma avrebbe permesso la determinazione dello spin e dell'energia di eccitazione della banda stessa. A tale scopo era necessario effettuare uno studio spettroscopico dettagliato dei nuclei a deformazione normale e un'attenta caratterizzazione della banda superdeformata supportata da relativa assegnazione ad un determinato nucleo. L'indagine sperimentale era resa possibile grazie all'alta efficienza di rivelazione associata ad un'alta selettività degli apparati di nuova generazione come lo spettrometro NORDBALL, a quel tempo in fase di implementazione presso il Laboratorio Tandem di Riso dell'Istituto Niels Bohr di Copenhagen, costituito da 20 rivelatori al Ge dotati di schermo anticompton e da un calorimetro interno, chiamato "innerball", costituito da 60 cristalli di BaF₂ che, effettuando misure evento per evento della molteplicità gamma e dell'energia somma, consentiva una efficace selezione degli stati iniziali del residuo evaporativi.

Ho partecipato a diverse misure per la ricerca di nuove bande superdeformate in nuclei nella regione degli Eu e dei Sm previste da calcoli teorici e caratterizzate da valori di deformazione $\beta \sim 0.4 - 0.5$ occupandomi del montaggio di parte dei rivelatori. Adoperando la tecnica delle coincidenze multiple ($\gamma-\gamma-\gamma$) e facendo l'ipotesi che una parte significativa del decadimento da SD verso ND avviene attraverso cascate di solo 2 transizioni è stato possibile identificare delle transizioni gamma che sono state interpretate come "linking transitions" tra le 2 configurazioni ed a estendere gli schemi di livelli dei nuclei in esame. I risultati di tali lavori sono stati presentati a diverse conferenze internazionali e costituiscono argomento delle pubblicazioni [1,2,3,4,5,6] tra cui *A.Atac et al. PRL70(1993)1069*.

La ricerca di stati debolmente popolati richiedeva uno sviluppo importante dei nuovi apparati di misura che ebbe luogo anche grazie ad uno sviluppo tecnologico legato alla realizzazione di nuovi rivelatori al Ge di grande volume. Ho partecipato ad alcuni test, effettuati presso i LNS di Catania su rivelatori al Ge con circa 80% di efficienza relativa, volti a studiare la risposta in termini di efficienza di fotopico e di rapporto picco/totale e picco/Compton effettuando una selezione degli eventi basata sui tempi di salita del segnale, tipicamente associabili a differenti punti di interazione nel cristallo. I risultati dei test mostrano, mediante una opportuna selezione sui tempi di salita del segnale, un miglioramento della risposta del rivelatore al Ge in termini del rapporto picco/totale nello spettro, senza quindi utilizzare uno schermo anti-compton ma con una parziale riduzione di efficienza di

rivelazione. Mi sono occupato dell'analisi dati del test i cui risultati sono stati pubblicati in [7].

2 - Emissioni nella fase di pre-equilibrio

Alle energie intermedie le collisioni fra ioni pesanti evolvono molto rapidamente (qualche decina di fm/c) da uno stato iniziale ad alta temperatura e densità alla fase di espansione e decadimento. Per investigare i primi istanti della collisione, in cui la materia nucleare è ancora lontana da uno stato di equilibrio termodinamico, è necessario utilizzare "sonde" come i γ di alta energia ($E \geq 30$ MeV) e i nucleoni particolarmente energetici che essendo emessi nei primi istanti della collisione sono sensibili alla prima fase di compressione. I principali risultati di questi studi, effettuati con il rivelatore MEDEA prima presso il laboratorio francese di GANIL (CAEN) e poi presso i LNS unitamente al rivelatore MULTICS, verranno presentati in questa sezione.

2.1 - Parametro d'urto e variabili globali

La determinazione del parametro d'urto e la sua dipendenza dalle osservabili fisiche rappresentano un aspetto fondamentale nello studio delle collisioni tra ioni pesanti ad energie intermedie. Poiché il parametro d'urto non è una quantità direttamente misurabile, diversi metodi basati sulla misura di alcune variabili globali della reazione sono stati adottati per dedurlo. Osservabili come la velocità parallela media, la velocità trasversa, la molteplicità di particelle cariche emesse vengono assunte come indicatori della violenza della reazione e, mediante modelli spesso basati su ipotesi di tipo geometrico, possono essere correlate al parametro d'urto.

Su questo tema ho preso parte a vari lavori che investigano le potenzialità di un multi-rivelatore, in funzione della sua granularità ed efficienza di rivelazione, nella determinazione del parametro d'urto di una collisione dalla misura della molteplicità di particelle cariche [9,13].

D'altra parte, la selezione di una classe di eventi con un dato parametro d'urto apre un nuovo problema sperimentale legato alla presenza di fluttuazioni di origine sia dinamica che statistica che generano delle distribuzioni più o meno ampie delle variabili globali. Sono stati studiati gli effetti di tali fluttuazioni sulle distribuzioni di molteplicità sperimentali discutendo i metodi di analisi per eliminare dalle distribuzioni di molteplicità sperimentali gli effetti di mixing dovuti alle fluttuazioni statistiche delle molteplicità. [12].

Un ulteriore approfondimento sull'influenza delle fluttuazioni nelle correlazioni tra variabili globali è stato affrontato in [17]. In tale lavoro si è puntualizzato che una distribuzione di molteplicità descritta da una binomiale non necessariamente implica l'evidenza di riducibilità ad una probabilità di emissione da eventi di tipo binario così com'era stato messo in evidenza da altri autori.

2.2 - Produzione di γ e protoni d'alta energia

Le prime evidenze sperimentali dell'esistenza negli spettri gamma, emessi in collisioni ad energie intermedie, di una componente di alta energia ($E > 20$ MeV), avente un andamento di tipo esponenziale e caratterizzata da sezioni d'urto estremamente basse,

risalgono alla fine degli anni '80. L'analisi degli spettri aveva messo in luce come l'emissione fosse sostanzialmente isotropa nel sistema di riferimento della sorgente con una debole componente dipolare, la sorgente avesse una velocità prossima alla metà della velocità del fascio e la molteplicità dei fotoni di alta energia fosse proporzionale al numero medio di prime collisioni n-p a parità di energia incidente. Tra le varie ipotesi atte a spiegare il fenomeno, il meccanismo, all'epoca più accreditato, era l'emissione di γ per bremsstrahlung incoerente da collisione nucleone-nucleone. Tale ipotesi per poter essere avvalorata aveva bisogno di misure di tipo esclusivo. Il rivelatore MEDEA costituito da 180 rivelatori di BaF, disposti su corone circolari a completa copertura azimutale poste ad angoli polari compresi tra 30° e 170° e assemblate in una geometria sferica rappresentava uno strumento ideale per la misura di γ con sezioni d'urto così basse. Inoltre la simultanea misura della molteplicità delle particelle cariche leggere ($Z=1,2$) permetteva una caratterizzazione delle collisioni evento per evento secondo il loro parametro d'urto.

Abbiamo effettuato alcune misure esclusive volte a studiare la dipendenza della molteplicità dei fotoni e dei protoni di alta energia dal parametro d'impatto ed a identificarne il meccanismo di produzione. Lo studio delle reazioni $^{136}\text{Xe} + ^{136}\text{Xe}$ e $^{136}\text{Xe} + ^{136}\text{Xe} \rightarrow \text{V}$ a 44 MeV/nucleone, effettuate a GANIL ha messo in evidenza una dipendenza della molteplicità dei fotoni di alta energia dalla centralità della collisione che risulta decrescere al decrescere della centralità come il numero di prime collisioni nucleone-nucleone nella regione partecipante. Si è inoltre osservata una diminuzione del parametro dipendenza inversa dello spettro al crescere del parametro d'impatto che, nell'ipotesi di emissione da bremsstrahlung n-p, è interpretabile come un effetto legato alla distribuzione degli impulsi dei nucleoni in prossimità della superficie nucleare [14].

Lo studio degli spettri d'energia di protoni emessi in diverse reazioni effettuate con fasci di 30, 37 e 44 MeV/A ha messo in evidenza importanti analogie con quanto osservato nella produzione di fotoni di alta energia. La forma degli spettri energetici e le velocità delle sorgenti di entrambe le sonde infatti supportano una descrizione in termini di prime collisioni n-p basata sulla composizione della velocità di traslazione con quella del moto di Fermi dei nucleoni nel proiettile e nel bersaglio. **La dipendenza della molteplicità di protoni energetici riflette la dipendenza dell'area della regione di sovrapposizione dei due nuclei al variare del parametro d'impatto in accordo con un'emissione dei protoni energetici dalle prime collisioni n-p.** I risultati sono stati presentati in *R. Alto et al. - PRL 322(1994)38* [8].

Le similarità emerse nello studio dell'emissione di γ e protoni di pre-equilibrio suggeriscono che sia i γ che i protoni vengano emessi nei primi istanti della collisione nella zona d'interazione nucleare a seguito delle collisioni di tipo n-p. Una evidenza ancora più stringente è emersa successivamente, misurando la funzione di correlazione fra protoni energetici e fotoni di alta energia, emessi in coincidenza.

L'effetto di anticorrelazione osservato, cioè una diminuzione della probabilità di produrre le due specie nella stessa collisione nucleo-nucleo, indica che in una singola collisione n-p, quando un γ di alta energia viene emesso, per il principio di conservazione dell'energia, la probabilità che anche un protone energetico venga emesso è fortemente ridotta. Ciò riflette il raggiungimento della massima energia disponibile in una prima collisione nucleone-nucleone. Tale risultato è stato oggetto delle pubblicazioni [14,16,21,23] tra cui *Sapienza et al. - PRL 73(1994)1789*.

Il segnale di anticorrelazione è stata anche osservato nello studio della reazione $^{136}\text{Xe} + ^{136}\text{Xe}$ a 37 MeV/nucleone da me analizzata in cui, differentemente dalle misure precedenti,

sono stati selezionati gli eventi di fusione incompleta. Tale risultato indica che anche quando la reazione evolve verso la formazione di un sistema composto con un cospicuo trasferimento dell'energia incidente l'emissione di gamma e protoni di alta energia avviene nella prima fase della collisione a seguito delle prime collisioni nucleone-nucleone. Il risultato di tale lavoro è stato pubblicato in [21,23,35] tra cui *D.Santomocito et al. - PRC66(2002)044619*.

Ulteriori studi sono stati da noi effettuati sulle caratteristiche dei protoni di alta energia investigando le caratteristiche degli spettri emessi e le relative distribuzioni angolari. L'analisi delle distribuzioni angolari dei protoni energetici emessi in reazioni indotte da fasci di Ar e Xe su differenti bersagli a 44 MeV/nucleone in funzione del parametro d'impatto nel sistema di riferimento nucleone-nucleone ha messo in luce interessanti differenze tra reazioni periferiche e centrali e per sistemi con diversa asimmetria di massa proiettile-bersaglio che sono state interpretate come effetti di "screening" della materia nucleare circostante la zona di sovrapposizione. I protoni, prodotti nella zona di sovrapposizione possono, infatti, essere deflessi o riassorbiti, interagendo con la materia nucleare circostante e quindi distorcere la distribuzione sperimentale originaria. La rilevanza di questo effetto dipende dal libero cammino medio dei nucleoni all'interno del nucleo e dalle dimensioni del partner della collisione e suggerisce come protoni energetici costituiscano delle efficaci sonde per lo studio della sezione d'uno nucleone-nucleone nel mezzo nucleare. I risultati sono stati pubblicati in *R.Coviglione et al. - PLB471(2000)339[27]*.

Lo studio delle reazioni $^{64}\text{Ni}+^{64}\text{Ni}$ a 30 MeV/nucleone ha anche rivelato l'esistenza di protoni con energia superiore anche di un fattore due rispetto al limite cinematico calcolato assumendo che l'emissione avvenga a seguito delle collisioni n-p e che la distribuzione di Fermi dei nucleoni sia "sharp". In particolare, i risultati della misura della molteplicità dei protoni con energia superiore a 130 MeV in funzione del numero di partecipanti della collisione mostra un andamento di tipo quadratico, diversamente da quanto osservato per protoni di energia vicina al limite cinematico in cui la dipendenza è lineare, suggerendo che meccanismi di tipo cooperativo che vanno oltre le collisioni a due corpi ed agli effetti di campo medio sono responsabili della produzione di nucleoni così energetici. I risultati di tale studio sono stati pubblicati in [32,37,40] tra cui *P.Sapienza et al. PRL87(2001)072701*.

3 - Dinamica delle collisioni ad energie intermedie e nuclei caldi

Le collisioni fra ioni pesanti ad energie intermedie rappresentano un efficace mezzo per studiare sistemi nucleari ad elevata temperatura. La loro caratterizzazione richiede una piena comprensione della dinamica della reazione dalle fase iniziale di alta densità, in cui le collisioni nucleone-nucleone producono protoni, fotoni e particelle di alta energia, alla successiva espansione e relativo decadimento del sistema. Alle energie intermedie è possibile popolare nuclei caldi mediante il meccanismo della fusione incompleta. Tuttavia, se l'evoluzione dinamica del sistema seguente la prima fase di compressione porta, nella successiva fase di espansione, il sistema a valori di densità bassi, possono insorgere delle instabilità meccaniche che generano la completa frammentazione del sistema osservabile attraverso l'emissione di frammenti di massa intermedia (IMF). L'emissione di IMF rappresenta, in generale, una caratteristica delle reazioni ad energia intermedia e la sua

origine può essere diversa in funzione del parametro d'urto. Poter stabilire i tempi di emissione degli IMF rappresenta un notevole contributo per la comprensione dei meccanismi che portano alla loro formazione.

3.1 - La dinamica nucleare e l'emissione di IMF

Un argomento di intensi studi riguarda l'evoluzione del meccanismo di reazione in collisioni tra ioni pesanti in funzione dell'energia incidente. A bassa energia per urti centrali il processo dominante è quello della fusione completa in cui tutto l'impulso viene trasferito al nucleo fuso. Col crescere dell'energia incidente, la sezione d'urto di fusione diminuisce per lasciare il posto ad un meccanismo chiamato "fusione incompleta" in cui solo una parte dell'impulso iniziale del proiettile viene trasferito al bersaglio. Si è investigato su un particolare aspetto di tale meccanismo, la dipendenza dal parametro d'urto dell'impulso trasferito, attraverso lo studio delle reazioni $^{40}\text{Ar}+^{90}\text{Mo}$ a 37 MeV/A e $^{40}\text{Ar}+^{90}\text{Zr}$ a 27 MeV/A. La forte correlazione osservata fra il momento lineare trasferito e il parametro d'urto, dedotta dalla molteplicità dei γ di alta energia, che dipende linearmente dal numero di collisioni a due corpi, dimostra quanto queste siano importanti nella formazione di nuclei altamente eccitati. Mi sono occupato di tale problematica analizzando i dati della reazione a 37 MeV/A. I risultati sono stati oggetto di una presentazione da me effettuata al XXX International Winter Meeting on Nuclear Physics tenutosi a Bormio nel 1998 [22c] e sono stati pubblicati in [22,35] tra cui P.Piatelli et al. - PLB447(1998)48.

L'interesse nello studio delle instabilità della materia nucleare che possono evidenziarsi attraverso l'emissione di frammenti di massa intermedia (IMF) ci ha indotto ad utilizzare il rivelatore MEDEA accoppiandolo con il rivelatore MULTICS costituito da 55 telescopi posti agli angoli in avanti compresi da 3° a 28° che consentono la rivelazione di frammenti di massa intermedia. Uno dei fenomeni più interessanti in questo regime di instabilità è la multiframmentazione nucleare.

Lo studio della reazione $^{40}\text{Ni}+^{40}\text{Ni}$ a 30 MeV/nucleone ha consentito di osservare frammenti emessi dal "neck", cioè da strutture che uniscono il quasi-proiettile ed il quasi-bersaglio, in coincidenza con altri prodotti della reazione. Inoltre, negli stessi eventi, sono stati osservati frammenti provenienti dal quasi-proiettile. L'analisi dei rapporti isotopici dei frammenti emessi dal "neck" suggerisce che la frammentazione sia dovuta alla presenza di instabilità dinamiche. Negli stessi eventi, i valori di temperatura, estratti dall'analisi delle caratteristiche dei frammenti emessi dal quasi-proiettile e i valori stimati dell'energia di eccitazione, sono invece caratteristici di un processo di frammentazione di tipo statistico [29,31,36]. Un'analisi più estesa di tali fenomeni è stata effettuata confrontando tali risultati con quelli delle reazioni $\text{Ni} + \text{Al}$ e $\text{Ni} + \text{Ag}$ sempre a 30 MeV/A [42,43].

Ulteriori informazioni riguardo i meccanismi di formazione dei frammenti di massa intermedia possono essere dedotte da un'indagine dei relativi tempi di emissione. Calcoli teorici predicono infatti la produzione di IMF durante la fase di espansione del sistema, seguente la prima compressione, nel caso in cui il sistema entri nella cosiddetta zona di instabilità spinodale che è meccanicamente instabile. Tuttavia, gli IMF possono provenire anche dalla diseccitazione statistica del sistema. Una delle caratteristiche distintive degli IMF statistici rispetto a quelli provenienti dalla regione spinodale è il loro tempo di emissione, più breve nel secondo caso.

Lo studio delle caratteristiche dei γ di alta energia emessi in coincidenza con differenti prodotti di reazione permette di studiare l'evoluzione della collisione e di caratterizzare temporalmente l'emissione di frammenti. Infatti, lo studio dettagliato degli spettri in energia dei γ emessi ha messo in evidenza la presenza di due componenti, la cosiddetta componente "hard" al di sopra dei 40 MeV, legata alle prime collisioni n-p ed una componente "soft" o "termica", tra 25 e 40 MeV associata alle collisioni n-p che avvengono durante una seconda fase di ricomprensione della materia nucleare, in uno stadio più avanzato della reazione quando il sistema ha raggiunto un maggior grado di termalizzazione. Il comportamento della componente "termica" degli spettri γ è stato analizzato per le reazioni Ni+Au, Ni+Al, e Ni+Ni a 30 e Ni+Au 45 MeV/nucleone anche in funzione della centralità della reazione. Come atteso, il rapporto fra componente γ "soft" e γ "hard" aumenta con la massa del sistema e, a parità di massa, diminuisce con l'aumentare dell'energia incidente. Questo è comprensibile se all'aumentare dell'energia il sistema evolve dinamicamente verso meccanismi di tipo diverso e la ricomprensione non ha luogo. Per confermare quest'ipotesi è stata misurata la funzione di correlazione fra γ "soft" e frammenti di massa intermedia. Infatti, se la soppressione di γ "soft" avviene perché dopo la fase di espansione il nucleo anziché ricomprensersi frammenta, si dovrebbe osservare un valore della funzione di correlazione minore di uno. Dalle misure effettuate si è osservato un segnale di anticorrelazione nelle collisioni più centrali per la reazione Ni+Au a 45 MeV/A che supporta lo scenario precedentemente descritto [26,38,41].

Più recentemente, un argomento di crescente interesse all'interno della comunità dei fisici nucleari è l'influenza del grado di libertà di isospin sulla dinamica delle reazioni e sul processo di decadimento dei frammenti primari prodotti nelle collisioni tra ioni pesanti ad energia intermedia. La collaborazione FAZIA di cui faccio parte si propone di costruire un rivelatore di particelle cariche che copra un angolo solido di 4π con eccellente granularità e buona risoluzione temporale da utilizzare sia con fasci stabili che radioattivi per studiare la termodinamica e la dinamica dei nuclei esotici, esplorando i gradi di libertà di isospin della materia nucleare e il loro ruolo nell'equazione di stato nucleare.

In una prima fase l'attività della collaborazione si è concentrata sullo sviluppo dei prototipi di rivelatore, di un'elettronica dedicata e sul miglioramento delle tecniche di identificazione in massa a carica dei prodotti di reazioni mediante un studio dettagliato dell'omogeneità del drogaggio, dell'uniformità dello spessore e dell'angolo con cui ritagliare i rivelatori dal wafer di silicio.

Ho partecipato ai test dei prototipi effettuati adoperando i fasci del Ciclotrone del LNS. I risultati dei test, effettuato in vari anni, sono stati oggetti di varie pubblicazioni su rivista [59,61,68,70,73,75].

Più recentemente ho partecipato alle prime misure di fisica effettuate con i moduli di FAZIA (telescopi a tre stadi) volte allo studio dei fenomeni di trasporto dell'isospin e del termine di simmetria della equazione di stato della materia nucleare. I primi risultati di tali studi sono stati oggetto di varie presentazioni a conferenze internazionali [73c,74c,75c] ed a alcuni lavori su rivista [63,66,67].

3.2 – Nuclei caldi: studio della Risonanza Gigante di Dipolo

Lo studio della Risonanza Gigante Dipolare (GDR) popolata nei nuclei caldi ha consentito di investigare l'evoluzione delle proprietà elementari dei nuclei dallo stato

fondamentale per valori crescenti di temperatura e momento angolare. In particolare, se da un lato, la dipendenza della larghezza della GDR dalla temperatura e dal momento angolare ha fornito informazioni sull'evoluzione delle forme dei nuclei e sul meccanismo di "damping" di questi stati collettivi, dall'altro l'evoluzione della resa gamma della GDR ha consentito di tracciare l'evoluzione dei moti collettivi in condizioni estreme fino alla loro scomparsa.

L'emissione gamma, a seguito del decadimento della GDR, è sufficientemente rapida per competere con altri meccanismi di decadimento e la sua misura, per quanto il decadimento gamma avvenga con un rapporto di ramificazione di 10^3 , consente di sondare le caratteristiche del sistema nucleare formato. Tuttavia, ad alta energia di eccitazione la vita media del sistema diminuisce in maniera significativa ed i gradi di libertà collettivi potrebbero non raggiungere l'equilibrio prima che il sistema decada. Questo, ovviamente, ha un impatto significativo sulla distribuzione della resa della GDR che riflette la relativa influenza delle differenti scale temporali coinvolte nei processi di popolamento e successivo decadimento dei nuclei caldi e della GDR.

Abbiamo realizzato una prima serie di esperimenti, presso il laboratorio GANIL, volti allo studio della proprietà della GDR popolando nuclei di massa $A \sim 110$ mediante reazioni di fusione incompleta. Adoperando fasci di ^{40}Ar a 27 e 37 MeV su bersagli di ^{90}Zr e ^{100}Mo è stato possibile popolare nuclei caldi con energie comprese tra i 300 ed i 550 MeV. La misura dei gamma emessi e delle particelle cariche leggere è stata effettuata adoperando il rivelatore MEDEA entro il quale sono stati posti due Parallel Plate Avalanche Counter (PPAC) per misurare in coincidenza i residui evaporativi.

Lo studio della reazione $^{40}\text{Ar} + ^{90}\text{Zr}$ a 27 MeV/nucleone ha mostrato evidenze di un'energia di eccitazione limite $E^*/A \sim 2.2$ MeV per i moti collettivi nei nuclei di massa $A \sim 110$. I risultati sono stati presentati a diverse conferenze internazionali e pubblicati in [10,11,15,18,19] tra cui *J.H. Le Faou et al. - PRL 72(1994)3321*.

La ricerca è proseguita con lo studio della reazione $^{40}\text{Ar} + ^{100}\text{Mo}$ a 37 MeV/nucleone della cui analisi mi sono occupato in prima persona. In questa reazione, nonostante l'energia incidente sia più alta, sono stati formati residui di fusione con caratteristiche di massa e temperatura analoghe a quelli creati nella reazione $^{40}\text{Ar} + ^{90}\text{Zr}$ a 27 MeV/nucleone. I risultati ottenuti nello studio delle proprietà della GDR adoperando la reazione $^{40}\text{Ar} + ^{100}\text{Mo}$ sono consistenti con quanto osservato nello studio della reazione a 27 MeV/A e confermano l'esistenza di una energia di eccitazione limite per i moti collettivi nei nuclei di massa $A \sim 110$ di circa $E^*/A \sim 2.2$ MeV [18,25,46,72].

I risultati di questi esperimenti mostrano l'esistenza di una energia di eccitazione limite per il moto collettivo, ma vista la regione di energie di eccitazione investigata, non forniscono informazioni sull'insorgere dell'effetto di soppressione della resa gamma. In particolare, un effetto di progressiva scomparsa della GDR è previsto da differenti modelli teorici che mostrano, tuttavia, differenti dipendenze dall'energia di eccitazione. Pertanto, nel tentativo di investigare la dipendenza dall'energia di eccitazione della progressiva scomparsa della GDR nei nuclei di massa $A=120-136$, sono stati effettuati due esperimenti presso i LNS di Catania, uno per studiare la regione di energie di eccitazione per nucleone compresa tra 1.3 e 2.1 MeV e un altro di cui sono stato spokesperson, per estendere tali studi fino a 2.6 MeV. Le misure sono state effettuate inviando fasci di ^{116}Sn a 17 e 23 MeV/A su bersagli di ^{12}C e ^{24}Mg ottenendo così 4 nuovi punti sperimentali su cui valutare l'evoluzione delle

proprietà della GDR. I raggi gamma e le particelle cariche leggere sono state misurate adoperando il rivelatore MEDEA mentre i residui di fusione popolati nelle reazioni ed emessi fino a 3 gradi nel laboratorio (in angolo polare) venivano focalizzati dal campo magnetico generato dal solenoide superconduttore (SOLE) sul rivelatore di piano focale chiamato MACISTE (Mass And Charge Identification Spectrometry with Telescopes) posto a 16 metri dal punto bersaglio e composto da 4 telescopi di grande area [20].

L'insieme costituito da SOLE e MACISTE rappresenta un ideale completamento di MEDEA per la misura dei prodotti di reazione emessi ai piccoli angoli nel laboratorio come i residui evaporativi e/o i prodotti di frammentazione del proiettile che possono essere identificati mediante $\Delta E-E$ e misura di tempo di volo. Ho partecipato attivamente alla messa in opera di tale apparato, effettuando diversi test sulla funzione di risposta del rivelatore MACISTE, analizzandone le caratteristiche ed effettuando l'analisi dati. Ho inoltre effettuato integralmente l'analisi dati delle 4 reazioni studiate.

I risultati della misura effettuata nella regione di energie di eccitazione E^*/A comprese tra 1.3 e circa 2.1 MeV indicano come l'effetto di riduzione della resa della GDR rispetto alle previsioni del modello statistico cominci a manifestarsi attorno a 2 MeV/A. Una possibile spiegazione del fenomeno risiede nella competizione tra i tempi legati alla diseccitazione per emissione di particelle e i tempi necessari allo sviluppo del moto collettivo. Un possibile collegamento tra scomparsa dei moti collettivi e transizione di fase liquido-gas è stato proposto da alcuni autori che indicano nella scomparsa della GDR ad alta energia di eccitazione un'ulteriore evidenza della transizione di fase liquido-gas. Lo studio della curva calorica costruita per nuclei in differenti regioni di massa ha mostrato l'esistenza di un "plateau" che è stato interpretato come la regione di coesistenza della fase liquida e di quella gassosa. L'energia a cui il plateau compare è stata definita come energia di eccitazione limite per i nuclei ed il suo valore presenta una riduzione in funzione della massa del sistema. Interessanti similarità sono presenti nell'andamento dell'energia di eccitazione limite per i moti collettivi se si confrontano i risultati ottenuti nella regione di massa $A \sim 120-130$ con quanto osservato in altri esperimenti in nuclei di massa $A \sim 60-70$. Questi risultati suggeriscono una possibile esistenza di una transizione da ordine a caos nei nuclei per energie di eccitazione vicine ai valori in cui si manifestano i segnali di una transizione di fase liquido-gas.

Nel 2006 sono stato invitato a presentare i risultati di tale lavoro durante la *International Conference on Collective Motion in Nuclei under Extreme Conditions (COMEX2)* tenutasi a Sankt Goar, in Germania. Tali risultati sono stati oggetto della pubblicazione *D. Santonocito et al. NPA 780(2007)215c [46]*.

Nell'ambito della *World Consensus Initiative (WCI)*, promossa dalla comunità dei fisici che lavorano alle energie intermedie e avente come scopo quello di fare il punto sui principali risultati ottenuti in tale campo, sono stato invitato a coordinare la sezione riguardante il "Quenching della GDR" e a presentare, al *Workshop WCI III* tenutosi a College Station, in Texas, lo stato dell'arte delle ricerche nel campo delle risonanze giganti di dipolo nei nuclei caldi al variare dell'energia di eccitazione. L'iniziativa si è conclusa con una pubblicazione speciale dell'EPJ che raccoglie articoli di rivista, su invito, sulle tematiche di indagine alle energie intermedie. In tale contesto sono stato invitato a scrivere un articolo sulle GDR *D. Santonocito and Y. Blumenfeld - Eur. Phys. Jour. A 30 (2006) 183144*.

I risultati conclusivi dello studio sull'evoluzione delle proprietà della GDR nei nuclei di massa $A=120 \div 132$ per energie di eccitazione E^*/A comprese tra 1.3 e 2.1 MeV hanno dato vita alla pubblicazione *D.Santonocito et al. PRC90 (2014)054601*[72].

Poiché nel set dati precedentemente discusso l'insorgere del fenomeno di quenching del moto collettivo era stato osservato solo nel dato a più alta energia di eccitazione ($E^*/A = 2.1$ MeV), questo non ha consentito uno studio della forma del cut-off del moto collettivo. Lo studio della reazione $^{78}\text{Se}+^{24}\text{Mg}$ a 23 MeV/A, di cui ho personalmente curato l'analisi dati, ha permesso di estendere lo studio delle proprietà della GDR fino ad $E^*/A = 2.6$ MeV consentendo di seguire l'evoluzione delle caratteristiche della GDR in nuclei della stessa regione di massa e di studiare la dipendenza in energia del quenching del moto collettivo. I dati a disposizione hanno consentito, per la prima volta, di confrontare i modelli teorici che descrivono la progressiva scomparsa delle GDR con un set di dati coerente, estratto nella stessa regione di massa, che copre un ampio spettro di energie di eccitazione e include valori in cui la GDR mantiene il 100% della Energy Weighted Sum Rule. I risultati pubblicati in *D.Santonocito et al. PLB(2018) [78] 427* mostrano che il quenching del moto collettivo è un fenomeno con un andamento ben più marcato di quanto previsto dai modelli teorici esistenti. Rimane inoltre sempre aperta la questione inerente il possibile collegamento tra scomparsa della risonanza e transizione di fase che ci si propone di studiare ulteriormente attraverso la misura delle proprietà delle GDR nella regione di massa $A=180-190$, esperimento di cui sono spokesperson.

3.3 – Nuclei caldi: studio del Dipolo Dinamico

Oltre allo studio delle GDR nei nuclei caldi mi sono occupato dello studio della GDR di pre-equilibrio o dipolo dinamico. Questa oscillazione collettiva di grande ampiezza si sviluppa, secondo le previsioni teoriche, nelle prime fasi della collisione, lungo l'asse di simmetria del sistema composto deformato, a seguito del momento di dipolo non nullo presente tra gli ioni collidenti. La presenza del dipolo dinamico si manifesta nello spettro gamma come una extra resa il cui centroide si colloca ad energie inferiori a quello del centroide della GDR statistica per il medesimo nucleo composto. La forma della distribuzione angolare di tale emissione e la dipendenza della sua intensità dall'energia incidente sono oggetto di studio di vari gruppi sperimentali. Ho contribuito a tali studi investigando l'evoluzione delle caratteristiche del dipolo dinamico in funzione dell'energia incidente in nuclei nella regione di massa (^{78}Cr) mediante reazioni di fusione. Le misure sono state effettuate rivelando in coincidenza la radiazione gamma (e le particelle cariche leggere) mediante il rivelatore MEDEA ed i residui evaporativi mediante quattro Parallel Plate Avalanche Counter (PPAC) posti simmetricamente lungo la linea del fascio. In tali misure mi sono occupato del montaggio e della messa a punto del rivelatore MEDEA e ho contribuito parzialmente all'analisi dati degli spettri di particelle cariche leggere. Ho inoltre effettuato le simulazioni delle funzioni di risposta di alcuni BaF2 di MEDEA a gamma di alta energia adoperati per il calcolo delle distribuzioni angolari di dipolo, mai utilizzati precedentemente a tale scopo. I risultati sperimentali ottenuti studiando le reazioni $^{78}\text{Ar} + ^{78}\text{Zr}$ ci hanno permesso di osservare una extra yield nello spettro gamma associata al decadimento del dipolo dinamico. In particolare, la distribuzione angolare dei gamma di dipolo dinamico, estratta per la prima volta, è consistente con

l'emissione da un dipolo oscillante lungo l'asse del fascio suggerendo pertanto l'emissione durante le prime fasi di formazione del sistema di-nucleare [47,49].

Lo studio delle proprietà del dipolo dinamico è stato esteso a nuclei nella regione di massa $A=190$ adoperando lo stesso set-up sperimentale delle misure precedenti a cui sono stati aggiunti dei PPAC per la misura degli eventi di fissione. In tali misure mi sono occupato del montaggio e della messa a punto del rivelatore MEDEA. Le reazioni studiate, $^{-}Ca + ^{-}Sm$, hanno messo in evidenza, per la prima volta, l'esistenza del dipolo dinamico nei nuclei di questa regione di massa sia in eventi di fusione che in quelli di fissione. I risultati di tale lavoro sono stati oggetto di varie presentazioni a conferenza [61c,71c,76c,77c] e delle pubblicazioni [62,74] a cui ho contribuito nella fase di stesura del testo.

4 – La struttura dei nuclei esotici

L'utilizzo dei fasci esotici ha aperto nuove possibilità d'indagine sperimentale consentendo di produrre e investigare nuclei lontano dalla valle di stabilità. Le proprietà fondamentali di tali nuclei possono essere studiate mediante le reazioni dirette (scattering elastico, inelastico e reazioni di trasferimento) che consentono di dedurre informazioni sulla struttura nucleare e sui potenziali d'interazione che rappresentano gli elementi di base in fisica nucleare.

Ho partecipato attivamente a diversi esperimenti effettuati presso i laboratori di GANIL (Francia) e di MSU (USA) [24] volti allo studio delle distribuzioni di materia nucleare e dei potenziali di interazione nucleo-nucleo attraverso misure di sezioni d'urto, in cinematica inversa, dello scattering elastico ed inelastico di nuclei esotici su protoni (^{16}O , ^{20}O , ^{7}He , ^{10}S , ^{11}Be). Lo scattering elastico fornisce informazioni sulle distribuzioni della materia nucleare e sui potenziali nucleone-nucleone mentre lo scattering inelastico dà accesso alle probabilità di transizione $B(E1)$ tra lo stato fondamentale e gli stati eccitati che costituiscono gli ingredienti di base nella descrizione della materia nucleare. Le probabilità di transizione sono direttamente connesse alla deformazione nucleare e possono fornire informazioni sulla "strength" del moto collettivo dei nucleoni. I risultati di tali misure costituiscono argomento delle pubblicazioni [28,33,34,39] tra cui *E. Khan et al. PLB490(2000)45*.

Ho effettuato l'analisi dati dell'esperimento di scattering elastico ed inelastico effettuato in cinematica inversa e volto allo studio del ^{11}B considerato un possibile candidato per possedere un "halo" di protoni. I risultati di tali analisi sono stati oggetto di una presentazione da me effettuata durante i Colloques GANIL -1999.

L'attività di ricerca nel campo della fisica con fasci esotici e la conoscenza acquisite sulle problematiche inerenti il meccanismo di produzione e trasporto dei fasci esotici secondari prodotti per frammentazione mi ha consentito di partecipare attivamente ad alcuni test di fattibilità per la realizzazione di misure con fasci radioattivi prodotti per frammentazione del proiettile presso i LNS di Catania con FRIBS [28r,29r].

Ho continuato lo studio della struttura nucleare partecipando ad esperimenti effettuati con il TANDEM dei LNS che costituiscono parte integrante delle attività della sigla di esperimento LNS-STREAM2 di cui sono responsabile nazionale. In particolare ho partecipato allo studio dello scattering elastico dei nuclei leggeri come 6Li e il ^{11}Be ad energie prossime alla barriera Coulombiana [50,52].

Più recentemente ho anche partecipato ad un lavoro sull'eccitazione, mediante sonda isoscalare, della Pygmy Dipole Resonance nel nucleo di ^{68}Ni . La Pygmy Dipole Resonance è

un modo di eccitazione associato all'eccesso dei neutroni nei nuclei e può essere descritto come un moto della skin di neutroni rispetto al core del nucleo. L'interesse in tale modo di eccitazione è legato al fatto che la sua Energy Weighted Sum Rule può fornire informazioni sull'energia di simmetria nei nuclei. Ho contribuito al lavoro effettuando alcuni conti di modello statistico adoperando il codice DCASCADE, che ho utilizzato nello studio delle proprietà della GDR, per riprodurre lo spettro gamma misurato sperimentalmente ed estrarre le informazioni relative al centroide, larghezza e Strength della PDR. I risultati di tale lavoro sono oggetto della pubblicazione *N. Martorana et al. Phys. Lett B782 (2018) 112*.

5 – Sviluppo di nuovi apparati sperimentali

I LNS sono dotati, da diversi anni, di un solenoide superconduttivo, chiamato SOLE, posto lungo la linea sperimentale a valle del rivelatore MEDEA e utilizzato nelle misure di risonanza gigante dipolare, effettuate con MEDEA, come collettore dei residui evaporativi, prodotti nello studio di reazioni di fusione completa e incompleta, sul rivelatore di piano focale MACISTE di cui ho curato la realizzazione ed ho effettuato i primi test di funzionamento con i fasci del CS al LNS.

Il Solenoide superconduttivo SOLE può generare un campo magnetico fino a 5 T ed ha, al suo interno, un tubo per il passaggio del fascio di circa 35 cm di raggio. Uno strumento di tale tipo e dimensioni ben si adatta ad un utilizzo come spettrometro per particelle cariche leggere secondo lo schema adoperato in HELIOS ad Argonne. Lo schema originale proposto in HELIOS è quello di porre il bersaglio all'interno del Solenoide, lungo il suo asse magnetico, assieme ad un set di rivelatori al silicio dello spessore di 1 mm, sensibili alla posizione, attorno all'asse del fascio per misurare le particelle cariche emesse dal bersaglio e ri-focalizzate dal campo magnetico del solenoide verso il suo asse magnetico. Dalla misura del punto d'impatto, dell'energia e del tempo di volo delle particelle è possibile effettuare l'identificazione delle particelle e risalire all'angolo di emissione. Uno spettrometro di questo tipo è particolarmente adatto allo studio delle reazioni di scattering elastico e/o inelastico e alle reazioni di trasferimento in cui la rivelazione della particella carica leggera emessa consente una corretta ricostruzione della cinematica a due corpi. Adoperando pochi rivelatori è possibile avere un'alta efficienza di rivelazione vista la geometria del setup e utilizzando la rivelazione di energia e punto d'impatto (invece che energia e angolo) non si osservano effetti di compressione cinematica ai grandi angoli nel laboratorio, tipici delle reazioni in cinematica inversa, migliorando considerevolmente la separazione degli stati eccitati del sistema dallo stato fondamentale.

Le capacità di rivelazione, il range di energie ed angoli misurabili dipendono dalle dimensioni del magnete, dall'intensità del campo magnetico utilizzato in cui si muovono le particelle cariche e dalle dimensioni dei rivelatori adoperati.

All'interno delle attività della sigla LNS-STREAM2 ho proposto e coordinato uno studio di fattibilità per utilizzare il Solenoide Superconduttore SOLE come spettrometro per particelle cariche leggere alla HELIOS (Helical Orbit Spectrometer). L'approccio seguito in HELIOS è quello di utilizzare un magnete con elevatissima omogeneità di campo (10^{-3} Tesla), aspetto che consente una semplificazione nello studio delle traiettorie e nell'estrazione dell'angolo di emissione della particella carica, fondamentale per la ricostruzione cinematica dell'evento. Il solenoide superconduttivo SOLE non ha la stessa omogeneità in quanto nasce per una differente applicazione e con altre specifiche. Mediante il programma OPERA, tipicamente utilizzato per la progettazione dei Ciclotroni, è stata riprodotta la geometria di SOLE, la

dimensione delle sue bobine e la distribuzione del ferro presente ed è stata creata una mappa di campo del Solenoide Superconduttore per differenti valori della corrente delle bobine. Sono stati effettuati degli studi preliminari delle traiettorie dei protoni all'interno del campo magnetico per valutare la dipendenza dei punti di impatto dei protoni sui rivelatori dall'angolo di emissione, dagli effetti legati alla dimensione finita del fascio e da possibili disallineamenti del fascio rispetto all'asse magnetico del solenoide. Le simulazioni sono state effettuate con valori di campo magnetico di 2 e 3 Tesla che consentono una buona focalizzazione dei protoni per energie fino a 10-15 MeV e allo stesso tempo non impongono soglie di rivelazione significative per i protoni di più bassa energia che potrebbero non raggiungere la superficie dei rivelatori specie ai grandi angoli in avanti o all'indietro nel loro moto elicoidale nel magnete.

Il funzionamento dello spettrometro, per i due valori di campo studiati, presenta caratteristiche molto simili, relativamente alle indeterminazioni nella ricostruzione dell'angolo di emissione dal bersaglio. Le simulazioni sino ad ora effettuate indicano che uno strumento di tale tipo, adoperando rivelatori sensibili alla posizione in entrambe le direzioni, ed effettuando un tracking all'indietro delle traiettorie delle particelle, ha delle notevoli potenzialità nella ricostruzione dell'angolo di emissione delle particelle cariche emesse e potrebbe essere utilizzato nello studio della struttura dei nuclei esotici prodotti con il nuovo fragment separator dei LNS una volta effettuato l'upgrade del Ciclotrone Superconduttivo.

I risultati di tale lavoro e alcune possibili applicazioni sono stati da me presentati in un talk su invito al "SPES one-day workshop on *Fundamental symmetries and interactions*", tenutosi a Pisa a febbraio del 2018 e in un talk su invito all' "International Workshop on *Multi facets of EOS and Clustering*", tenutosi a Catania a maggio del 2018.

Attività di Coordinamento

- 2007 E' responsabile locale, presso i LNS della linea di ricerca LNS-STREAM (Gruppo III)
- 2008-2014 E' responsabile nazionale, della linea di ricerca LNS-STREAM2 (Gruppo III).
- 2010-2016 Dal 2010 al 30/03/2016 è il rappresentante INFN all'interno dell'ISOLDE Collaboration Committee al CERN.
- 2013 E' membro dell'Organizing Committee della Conferenza Internazionale INPC2013 tenutasi a Firenze dal 2 al 7 giugno 2013.
- 2012-2016 Dal 02/01/2012 al 30/01/2016 è responsabile del Servizio Utenti dei LNS.
- 2015 E' membro del Local Organizing Committee della Conferenza Internazionale Nucleus-Nucleus 2015 tenutasi a Catania dal 21 al 26 giugno 2015.
- 2015-2018 Dal 2015 ad oggi è responsabile nazionale, della linea di ricerca LNS-STREAM2 (Gruppo III).
- 2015 Dal 16/06/2015 ad oggi è Coordinatore Locale del GR3 dei Laboratori Nazionali del Sud di Catania. All'interno della CSN3 è referente degli esperimenti LUNA3 e KAONNIS e referente di linea 3 (Nuclear Structure and Reaction Dynamics).

- 2016 E' membro del Local Organizing Committee del secondo Workshop delle collaborazioni COLL-AGAIN (Italia-Francia), COPIGAL (Francia-Polonia) e POLITA (Italia-Francia) tenutosi a Catania dal 26 al 29 aprile 2016.
- 2018 E' membro del comitato per la review di LUNA-MV richiesta dal Comitato Scientifico dei LNGS tenutasi il 23 marzo 2018 presso i LNGS.
- 2018 E' membro dell'Organizing Committee del Quarto Incontro di Fisica Nucleare INFN2018 che si terrà a Catania dal 7 al 9 novembre 2018

Attività di terza missione

- 1995-2018 Partecipa alla Settimana della cultura scientifica in qualità di speaker nelle varie postazioni adibite negli anni
- 2004 Coordina, in qualità di responsabile locale presso i LNS, l'organizzazione dell'iniziativa "Laboratori Aperti" organizzata nell'ambito della XIII Settimana della Cultura Scientifica dal MURST.
 Coordina, nello stesso anno in qualità di responsabile locale l'organizzazione della mostre "La Fisica su Ruote" e "La Radicattività; una faccia della natura", tenutesi presso i LNS.
 Collabora attivamente, per la parte pertinente i LNS, alla realizzazione della mostra "L'invisibile, immagini fotografiche dal micro al macro" tenutasi presso il Museo Diocesano di Catania.
- 2016 Partecipa all'evento Notte Europea dei Ricercatori tenutasi al porto di Catania effettuando attività di divulgazione scientifica in uno stand adibito all'interno della manifestazione in cui parla della rivelazione delle particelle negli esperimenti di fisica nucleare dei LNS.

Domenico Santusich

Curriculum Vitae e dell'attività svolta di Luigi Giovanni Cosentino

Nato a: Catania il 09/8/1970

Laurea in Fisica Applicata: conseguita nel Dicembre 1995 presso l'Università di Catania con votazione 110/110

Contratti:

- **dal 01/9/1996** borsa di studio annuale presso il CSFNSM (Centro Siciliano Fisica Nucleare e Struttura della Materia).
- **01/6/2000 - 31/5/2004** assegno di ricerca quadriennale presso LNS-INFN.
- **15/6/2004 - 14/11/2004** contratto di collaborazione con l'Università di Catania - Dipartimento di Fisica.
- **15/3/2005 - 14/3/2006** contratto di collaborazione annuale per ricerca (art. 2222) presso LNS-INFN.
- **19/6/2006 - 18/6/2007** contratto di collaborazione annuale per ricerca (art. 2222) presso LNS-INFN.
- **01/9/2008 - 31/01/2010** Tecnologo a tempo determinato presso LNS-INFN (Vincitore concorso bando 6N/T3/MAC del 2007).
- **dal 01/02/2010** Tecnologo III Liv. a tempo indeterminato presso LNS-INFN.

Qualifica attuale:

dal 01/04/2019 Passaggio di livello (concorso esterno) a Tecnologo II Liv.

Attività Tecnologica:

1995 – 1998. Spettrometro HADES presso il GSI.

Dopo il conseguimento della laurea in cui ho discusso la tesi: '*Caratterizzazione di fotodiodi ibridi per applicazioni con rivelatori a scintillazione*', sono entrato a far parte della collaborazione internazionale per realizzare il multirivelatore **HADES** (High Acceptance DiElectron Spectrometer), già installato presso il laboratorio GSI (Darmstadt). Nello specifico la mia attività si è incentrata sulla realizzazione del **rivelatore di tempo di volo**, basato su decine di barre di scintillatore plastico accoppiate a fotomoltiplicatori. Ho seguito tutta la fase di R&D del rivelatore, avvalendomi di simulazioni Monte Carlo (codice DETECT) e di test su banco per la messa a punto del multirivelatore, garantendo risoluzioni temporali con FWHM dell'ordine di 100ps.

Nel corso del **1997** ho trascorso diversi mesi presso il laboratorio GSI, per seguire la prima fase di presa dati dei primi settori del rivelatore, che hanno rispettato in pieno tutte le specifiche di progetto. Questo ha fatto sì che il rivelatore di tempo di volo venisse adottato definitivamente in **HADES**.

1998. Radiografia digitale.

Mi sono occupato della progettazione e realizzazione di un sistema innovativo per radiografia digitale, orientato ad applicazioni nel campo dell'analisi non distruttiva dei dipinti. Detto sistema, basato su rivelatori CsI(Tl) e CCD ad alta sensibilità ($< 10^{-4}$ lux), è stato caratterizzato in termini di

frequenza spaziale (linee/mm), misurando la funzione **MTF** (Modulation Transfer Function) mediante analisi di Fourier delle funzioni Line Spread Function (LSF) e Edge Spread Function (ESF).

1998 – 2010. Diagnostica per fasci stabili e radioattivi: Progetto EXCYT.

In qualità di responsabile della diagnostica dei fasci radioattivi, ho collaborato al progetto EXCYT (EXotics with CYclotron and Tandem) dei LNS, che ha realizzato la prima facility ISOL dell'INFN per la produzione e riaccelerazione di fasci radioattivi con il Tandem. La mia attività si è incentrata sulla progettazione, realizzazione, installazione e messa in opera di **rivelatori innovativi per la diagnostica dei fasci radioattivi**, in grado di fornire profilo, intensità e identificazione dei radioisotopi presenti nel fascio. Gli apparati che ho realizzato consentono di lavorare nei due differenti range di energia del fascio, rispettivamente prima e dopo l'accelerazione con il Tandem.

In particolare:

- Dispositivo denominato LEBI (Low Energy Beam Imager/Identifier), utilizzato nella linea di bassa energia: 10keV – 300keV, per l'imaging del profilo trasverso dei fasci pilota e radioattivi, e per l'identificazione dei radioisotopi presenti nel fascio tramite la ricostruzione della curva di decadimento e mediante spettroscopia gamma. Ho utilizzato schermi scintillanti ad elevata efficienza, scintillatori plastici e rivelatori al germanio. Il sistema fa uso di un nastro di mylar sottile ove viene impiantato il fascio radioattivo, che può all'occorrenza scorrere grazie ad un apposito servomeccanismo che ho contribuito a progettare. La sensibilità per il profilo del fascio radioattivo è dell'ordine di 10^3 pps/cm².
- Due tipologie di dispositivi per acquisire il profilo trasverso dei fasci radioattivi accelerati, basati rispettivamente su una coppia di fibre scintillanti che scansionano il fascio e sono lette da un fotomoltiplicatore, e su rivelatori planari al silicio Position Sensitive piazzati a 0 gradi lungo la direzione del fascio.
- Un dispositivo basato su uno scintillatore plastico e un fotomoltiplicatore per misurare l'intensità dei fasci per valori inferiori a 10^6 pps, in modalità pulse counting.

Mi sono occupato di tutto l'R&D dei suddetti dispositivi, inclusi i calcoli di efficienza dei rivelatori con l'ausilio di simulazioni Monte Carlo, usando sia codici in C scritti da me che codici già disponibili (tipo PENELOPE). Ho seguito anche la progettazione meccanica, la selezione e l'installazione di tutto l'hardware necessario, del software di gestione in LabView, degli allineamenti e di tutta la fase di commissioning. Nell'attività di progettazione ho avuto cura di coniugare la complessità degli apparati con elevata affidabilità e semplicità nella manutenzione. La gestione da parte degli operatori deputati al trasporto dei fasci è stata resa efficiente ed intuitiva tramite l'utilizzo di apposite interfacce utente, realizzate adottando adeguati criteri di ergonomia. Complessivamente sono stati installati circa venticinque apparati lungo tutta la linea di fascio.

2000 – 2007. Esperimento BIG-BANG.

Nell'ambito dell'esperimento BIG-BANG ai LNS, ho collaborato alla produzione e identificazione del primo fascio radioattivo di ⁸Li prodotto con il metodo in-flight, utilizzando un fascio primario di ⁷Li accelerato dal TANDEM che interagisce con un bersaglio deuterato. L'identificazione degli eventi prodotti dagli ioni radioattivi presenti nel fascio, è stata effettuata tramite la misura del loro tempo di volo, utilizzando una coppia di rivelatori Micro Channel Plate (MCP) installati in linea, ad una distanza sufficiente da poter garantire un'adeguata separazione dagli ioni del fascio primario.

Dal 2001. Fasci prodotti in volo per frammentazione: FRIBs.

Collaboro sin dall'inizio con il progetto FRIBs dei LNS, per la produzione in volo tramite frammentazione del proiettile di un fascio primario prodotto alle energie del Ciclotrone Superconduttore (< 80MeV/A). Ho partecipato attivamente alla realizzazione e messa a punto della diagnostica per la misura dell'intensità e del profilo del fascio radioattivo, realizzando dispositivi basati su rivelatori a scintillazione e al silicio. Ho partecipato anche alla messa a punto e al commissioning dei rivelatori MCP e a multistrip di silicio, utilizzati per l'identificazione degli ioni radioattivi (tagging) misurando i tempi di volo e le perdite di energia. Nel **2004** ho partecipato attivamente alla prima misura con fasci di frammentazione DI-PROTON.

Nell'ambito della diagnostica per i fasci di bassissima intensità, nel corso del **2012** ho realizzato in collaborazione con l'università di Liverpool un dispositivo per l'imaging del profilo trasverso di fasci ionici, basato su un Microchannel Plate che amplifica gli elettroni secondari emessi dall'interazione del fascio con un foglio sottile.

A decorrere da gennaio del **2012**, ho ricevuto l'incarico formale del direttore dei LNS di **coordinare** tutta l'attività scientifica e tecnologica per la diagnostica dei fasci radioattivi.

2001 – 2005. Microfasci per applicazioni industriali (SIMPLE).

In questo periodo ho collaborato con il dipartimento di fisica applicata al Vrije Universiteit Brussel (VUB), nell'ambito di un progetto di Deep Lithography con microfasci di Particelle (DLP), per la fabbricazione di strutture micro-ottiche e micro-meccaniche, da utilizzare per la realizzazione di dispositivi optoelettronici.

Durante il biennio **2002-2003** sono stato responsabile nazionale dell'esperimento **SIMPLE** (comm. scientifica V - INFN), orientato alla realizzazione di una diagnostica per fasci micrometrici di protoni e Carbonio, da utilizzare nella DLP. Nell'ambito di tale collaborazione ho trascorso due mesi presso l'università di Bruxelles, per l'ottimizzazione e la caratterizzazione di tutti i rivelatori utilizzati. I dispositivi realizzati consentono la visualizzazione dei profili trasversi dei fasci con risoluzione dell'ordine di 20micron.

2001 – 2005. Progetto ONDE.

In questo periodo ho collaborato alla progettazione e realizzazione di una stazione acustica sperimentale (progetto ONDE), per l'acquisizione del fondo acustico sottomarino nello spettro di frequenze 10Hz ÷ 40kHz, installata ad una profondità di 2000 metri. Detta stazione consiste di appositi sensori acustici per elevate profondità sottomarine (idrofoni), i cui segnali vengono inviati verso la stazione di terra mediante un cavo ottico sottomarino. Vista la complessità del progetto, mi sono avvalso della collaborazione con l'istituto di biologia marina dell'università di Pavia e di enti di ricerca specializzati in tecnologia sottomarina, quali il SACLANT-CEN di La Spezia.

2002 – 2011. Progetto sviluppo SIPM-STM.

In collaborazione con la ST Microelectronics e il CNR-IMM di Catania, per quasi una decina d'anni ho contribuito alla realizzazione e caratterizzazione di una nuova classe di fotosensori al silicio sviluppati con tecnologia CMOS, denominati SIPM (Silicon PhotoMultiplier) o MPPC (Multi Pixel Photon Counter). Questi sono costituiti da matrici mono e bidimensionali di migliaia di microsensibili al singolo fotone denominati SPAD (Single Photon Avalanche Detector), di diametro compreso tra 10 e 70 micron e con prestazioni elevate in termini di photon detection efficiency e risoluzione temporale. La stretta collaborazione con la STM ha consentito di realizzare diverse tipologie di rivelatori con densità di pixel via via crescenti nel tempo e di caratterizzarli con laser pulsati, sorgenti radioattive e scintillatori. Questo know-how mi ha portato ad utilizzare i SiPM in svariate applicazioni, come riportato nel seguito.

2009 – 2015. Monitoraggio di scorie radioattive.

Nell'ambito del progetto INFN/E, in collaborazione con Ansaldo Nucleare e SOGIN S.p.A, ho contribuito alla progettazione, realizzazione e caratterizzazione di un sistema di rivelazione basato su una griglia di rivelatori a fibre scintillanti accoppiate a SIPM denominato DMNR (Detector Mesh for Nuclear Repositories), per il monitoraggio di scorie radioattive conservate all'interno di appositi fusti. Tramite opportuna configurazione radiale e assiale, questa griglia consente di fornire in tempo reale una mappa 2D dell'attività prodotta da ciascun fusto, trasmettendo i dati in una centrale di controllo mediante rete cablata e wireless. Il primo prototipo di griglia è stato installato con successo nel giugno **2014**, presso la ex Centrale Nucleare del Garigliano.

2010 – 2013. Sonda PET per tumore alla prostata: progetto TOPEM.

In questo periodo ho ricoperto l'incarico di **responsabile locale** ai LNS del progetto TOPEM (comm. scientifica V - INFN), finalizzato alla realizzazione di una sonda TOF-PET dedicata alla diagnosi precoce del tumore alla prostata, costituita da un array 2D di rivelatori SiPM accoppiati a scintillatori LYSO di piccole dimensioni ($3 \times 3 \times 10 \text{mm}^3$). Facendo uso di laser pulsati e sorgenti radioattive mi sono occupato di studiare e mettere a punto la configurazione che ottimizza la risoluzione in tempo e in posizione. Le prestazioni raggiunte per singolo cristallo rientrano pienamente nelle specifiche del progetto e rappresentano attualmente lo stato dell'arte in questo settore tecnologico.

2011 – 2013. Contratto di ricerca INFN-IMT.

Nel **2011** per conto dell'INFN ho stipulato un contratto di ricerca biennale con la società IMT S.r.l., del quale sono stato responsabile, per effettuare una campagna di irraggiamenti con fasci di protoni e ioni pesanti alle energie degli acceleratori dei LNS, finalizzata allo studio del danno da radiazione su componenti elettronici da utilizzare nel settore aerospaziale. Mi sono occupato di coordinare tutte le attività di progettazione, realizzazione e messa in opera del sistema di movimentazione dei campioni in vuoto e della diagnostica necessaria agli allineamenti e alla misura del profilo di fascio e del flusso.

Nel corso dell'ultimo anno presso i LNS ha preso avvio il progetto ASIF, del quale sono tra i responsabili, per il potenziamento infrastrutturale delle linee di fascio utilizzate negli irraggiamenti di componentistica elettronica per lo spazio.

Dal 2012. Rivelatori di neutroni ^3He free.

Da diversi anni nell'ambito del progetto INFN/E, mi occupo della ricerca e sviluppo di rivelatori innovativi per neutroni termici, basati su tecniche alternative a quelle che fanno uso di ^3He . In questi rivelatori l'utilizzo di film sottili (alcuni micron) di ^6LiF , consente di rivelare i neutroni per il tramite della rivelazione di particelle cariche, in virtù della reazione $^6\text{Li}(n,\alpha)t$. Facendo uso di rivelatori a scintillazione e a stato solido e con l'apporto di simulazioni Monte Carlo effettuate con GEANT4, sono state messe a punto diverse tipologie di rivelatori che sono stati caratterizzati con sorgenti radioattive e con fasci di neutroni presso varie facilities, al fine di misurare in particolare l'efficienza e la reiezione al fondo gamma.

Su questa attività, in data 29/04/2013 è stato depositato una domanda di **brevetto num. RM2013A000254**.

Dal 2014. Esperimento n-TOF@CERN.

Da gennaio **2014** sono **responsabile** per i LNS dell'esperimento n-TOF (comm. scientifica III INFN), nell'ambito della collaborazione internazionale operativa al CERN presso l'omonima facility di fasci pulsati di neutroni. In questi anni ho coordinato il gruppo di lavoro ai LNS per realizzare diversi apparati di rivelazione, sia per la diagnostica dei fasci di neutroni che per

effettuare misure di sezioni d'urto di reazioni indotte da neutroni. Nel 2014 ho coordinato la realizzazione e installazione di due apparati basati su rivelatori al silicio per la misura del flusso dei neutroni e del profilo trasverso del fascio, partecipando attivamente al commissioning di una nuova linea di fascio di neutroni presso nTOF@CERN. A seguire (2015-16) ho coordinato le attività per realizzare nuovi apparati di rivelazione basati su rivelatori al silicio, per la misura della sezioni d'urto delle reazioni ${}^7\text{Be}(n,\alpha){}^4\text{He}$, ${}^7\text{Be}(n,p){}^7\text{Li}$ e ${}^{235}\text{U}(n,f)$ ad energie inferiori a 1MeV, di interesse astrofisico e applicativo. Nel 2016 ho partecipato alla misura e all'analisi della sezione d'urto di cattura neutronica ${}^{140}\text{Ce}(n,\gamma)$.

Attualmente sono spokesperson di un proposal per la misura della sezione d'urto della reazione ${}^{235}\text{U}(n,f)$ ad energie sino ad 1GeV, contribuendo con la progettazione e realizzazione di un Proton Recoil Telescope basato su rivelatori a scintillazione e al silicio, per la misura del flusso dei neutroni sino ad 1GeV. Nel 2018 ho partecipato all'esperimento presso la facility nTOF e attualmente l'analisi è in fase conclusiva. Per il triennio 2017-2019 sono tutor per un dottorato di ricerca sulla sezione d'urto della reazione ${}^{235}\text{U}(n,f)$, nell'intervallo energetico dal termico a 170keV.

Pubblicazioni su riviste internazionali.

Sono coautore di oltre **175 pubblicazioni** su riviste internazionali, con h index pari a 19 (fonte Scopus).

Responsabilità esperimenti:

- Responsabile nazionale progetto SIMPLE (comm. scientifica V - INFN) - biennio 2002-2003.
- Responsabile locale progetto TOPEM (comm. scientifica V - INFN) - dal 2010 al 2013.
- Responsabile della ricerca congiunta tra l'INFN e l'azienda IMT - biennio giugno 2011 – 2013.
- Responsabile locale di n-TOF (comm. scientifica III - INFN) - dal 2014 ad oggi.
- Spokesperson del seguente esperimento presso nTOF@CERN (2018): Measurement of the ${}^{235}\text{U}(n,f)$ cross section relative to n-p scattering up to 1 GeV.

Partecipazione a scuole:

- Radioactive Beams in Nuclear and Astro Physics - International school of nuclear physics, Erice, 16-24 settembre 2000.
- Ciclo di lezioni sulla fisica nucleare degli ioni pesanti - Laboratori Nazionali di Legnaro, 22-26 gennaio 2001.
- Radiation Detection & Measurement - 2002 NSS-IEEE, Norfolk (Virginia), 10-11 novembre 2002

Conferenze:

Sono coautore di lavori presentati in decine di conferenze internazionali (vedi elenco allegato), in **23** delle quali ho relazionato personalmente e tra queste ho avuto **4 talk su invito**.

Attività di coordinamento e servizi

2012. Incarico di **collaboratore del responsabile Divisione Acceleratori** per la gestione e lo sviluppo dei fasci di ioni. Incarico di **Coordinamento delle attività scientifiche e tecnologiche** correlate alla diagnostica dei fasci di basse intensità per le facility EXCYT e FRIBS. Nell'ambito di queste funzioni ho coadiuvato il responsabile della divisione su tutte le attività legate alla preparazione dei fasci per gli esperimenti, coordinando il lavoro dei reparti tecnici coinvolti nella gestione delle sorgenti e degli acceleratori. Al contempo ho provveduto a fare realizzare ed installare tutta la diagnostica necessaria al trasporto dei fasci radioattivi, gestendo anche la fase di commissioning e di training degli operatori.

2012. Settembre, incarico di **Beam Coordinator** dei LNS e **responsabile del servizio 'gestione e manutenzione macchine acceleratrici'**. Avendo contribuito alla stesura del progetto premiale 'Astrofisica Nucleare', in qualità di responsabile della task per l'upgrade del Tandem dei LNS, dal 2013 al 2015 mi sono occupato in qualità di RUP di gestire le procedure di acquisto dei nuovi tubi acceleranti e del nuovo sistema di trasporto carica 'Pelletron', per i quali ho coordinato le delicate attività di installazione, mediante un'accurata pianificazione di tutte le fasi che hanno visto coinvolti diversi reparti della divisione. Tutte le operazioni sono state portate a compimento nei tempi previsti e con successo. Da gennaio 2015 il Tandem è nuovamente un acceleratore perfettamente operativo ed efficiente, con un range della tensione al terminale da 2.5 a 13.5 MV e con una stabilità di 10^{-4} .

2013. Gennaio, nominato membro della commissione esaminatrice di assegni di ricerca e borse di studio presso i LNS, per una durata di 2 anni.

2013. *Marzo*, nominato componente dello Steering Committee del Progetto SPES (LNL). Carica mantenuta sino al 2016. Mi sono occupato di seguire alcuni aspetti salienti della facility, quali in particolare quelli legati alla diagnostica dei fasci radioattivi prima e dopo il separatore ad alta risoluzione, fornendo linee di indirizzo e suggerimenti che hanno dato luogo ad un lungo dialogo costruttivo con i responsabili delle task attinenti.

2016. Gennaio, incarico di **responsabile della Divisione Acceleratori e Beam Coordinator** presso i LNS. A questo si aggiunge anche la nomina a **responsabile di preposto alla sicurezza** per tutto ciò che attiene la divisione. Il mio ruolo comporta il coordinamento di tutte le attività atte a garantire il funzionamento ordinario della divisione, quale appunto la produzione dei fasci ionici con il tandem e con il ciclotrone superconduttore, per lo svolgimento degli esperimenti schedulati. E' mia cura organizzare il calendario degli esperimenti sulla base delle raccomandazioni del Program Advisory Committee, che si riunisce con cadenza annuale per la valutazione delle proposte di esperimento. All'avvio del mio mandato, dopo aver provveduto alla nomina di nuovi responsabili per i servizi e per alcuni reparti, ho improntato la gestione di una struttura articolata qual è appunto la divisione acceleratori, con il promuovere un efficiente coordinamento tra i reparti e i servizi, per tutte le attività e i progetti a breve, medio e lungo termine, anche al di fuori della divisione. Per agevolare i responsabili e ottimizzarne l'efficienza, ho fatto sviluppare e reso disponibile una nuova ed efficace piattaforma informatica, per la pianificazione ed il controllo in itinere delle attività, incluse le manutenzioni e gli acquisti. Ho inoltre rivoluzionato il software di gestione da utilizzare nella control room degli acceleratori, che grazie ad un approccio interattivo e ad un potente database, ottimizza le procedure di preparazione e trasporto dei fasci, riducendone significativamente i tempi. Ho posto molta attenzione alla pianificazione delle manutenzioni per gli acceleratori, le linee di fascio e per tutti gli apparati ancillari, sensibilizzando tutto il personale tecnico ad una continua analisi delle criticità. Ho altresì avviato diverse attività di R&D sulla produzione di nuovi fasci, grazie anche ad una proficua e continua interazione con i gruppi sperimentali, che ci sta portando ad

effettuare importanti operazioni di upgrade sulle sorgenti, in particolare per ottenere fasci di gas nobili con il tandem e per incrementare significativamente le intensità di corrente dei fasci metallici con il ciclotrone, con importanti ricadute per la produzione dei fasci di frammentazione. Sono attivamente coinvolto nel progetto di upgrade per il ciclotrone superconduttore, in qualità di machine manager.

Revisione Articoli:

- Revisione di n.7 articoli per la rivista *Journal of Instrumentation* JINST (vedi allegato).
- *Nuclear Inst. and Methods in Physics Research*, A. Monte Carlo Modelling of Gamma-ray Stopping Efficiencies of Geiger-Müller counters (2010).
- *Journal of Nuclear Materials*. Microstructural evolution in proton irradiated NF616 at 500°C to 3 dpa (2012).
- *Transactions on Nuclear Science*. Heavy-ion Microbeam Fault Injection into SRAM-based FPGA Implementations of Cryptographic Circuits (2014).
- *Transactions on Nuclear Science*. A dual-ended readout detector using a meantime method for SiPM TOF-DOI PET (2014).
- *The European Physical Journal Plus*. Investigation of the Scintillation Screens Used for Low Energy DC Ion Beam Profiling (2018).

Revisione progetti:

- **2012**. Nomina a referee esperimento BEAM4FUSION della comm.V INFN
- **2012**. Nomina a referee esperimento COOLBEAM della comm.V INFN
- **2014**. Referaggio di un progetto finanziato dalla fondazione universitaria A*MIDEX (Univ. Di Marsiglia) per lo sviluppo di strumentazione PET/MRI

Terza Missione

- **2009**. Responsabile dell'organizzazione per la settimana scientifica ai LNS
- In data **29/4/2013** depositata domanda di **Brevetto num. RM2013A000254** per la seguente invenzione industriale: 'Rivelatori di neutroni termici non facenti uso di ^3He e metodo per la loro realizzazione'.
- **2013**. Corso su 'diagnostica dei fasci di ioni' per studenti di dottorato dell' Università di Catania.
- **2014**. Organizzazione con relativa docenza del IV Seminario Nazionale Rivelatori Innovativi *SNRI 2014*, LNS-INFN, 10-14 Novembre 2014.
- **2014**. Organizzazione con relativa docenza del MANTRA 2014 International School, Catania, 31 Marzo – 4 Aprile 2014.

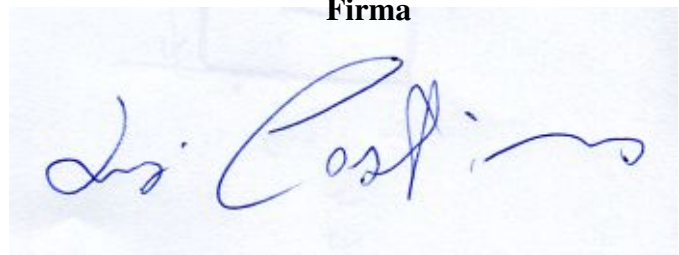
Relatore Tesi:

- AA. 2004-05: **Caratterizzazione di matrici di fotodiodi a valanga per la rivelazione di singoli fotoni**, Laurea Vecchio Ordinamento in Ingegneria Industriale. Politecnico di Milano.
- AA. 2008-09: **Studio di fattibilita' di un rivelatore compatto per neutroni termici**, Laurea Magistrale in Fisica. Università di Catania.
- AA. 2011-12: **Caratterizzazione di rivelatori di radiazione a scintillazione per tomografia ad emissione di positroni a tempo di volo**. Laurea primo livello in Ingegneria Informatica. Università di Catania.
- AA.2010-11: **Un sistema gestione dati per il monitoraggio di depositi di scorie radioattive: front-end, storage e rete**. Laurea Magistrale in Ingegneria Informatica. Università di Catania.
- AA. 2012-13: **Sviluppo di un sistema per la diagnostica con immagini per il trasporto di fasci di particelle**. Laurea Magistrale in Ingegneria Informatica. Università di Catania.

Tutoraggi:

- Tutor Aziendale per tirocinante: *Sviluppo di un sistema di imaging per la diagnostica dei fasci* (2012)
- Assegno di ricerca tecnologica INFN-LNS: *Software di gestione per gli acceleratori LNS* (2014-16)
- Assegno di ricerca tecnologica INFN-LNS: *Tecnologie informatiche per acceleratori di particelle e trasporto dei fasci* (2016-18)
- Assegno di ricerca tecnologica INFN-LNS: *Sviluppo di una piattaforma software per la gestione e analisi dei dati acquisiti dal livello di campo nell'ambito del progetto ESS* (2018)
- Dottorato di ricerca dell'Università di Catania: *Misure di sezioni d'urto (n, cp) mediante rivelatori al silicio presso nTOF@CERN* (2017)

Firma



CURRICULUM VITÆ ETQUE STUDIORUM
CARLA DISTEFANO

DATA DI NASCITA: 05/05/1976
LUOGO DI NASCITA: Catania
CITTADINANZA: Italiana
CODICE FISCALE: DSTCRL76E45C351T
E-MAIL: carla.distefano@lns.infn.it
TELEFONO: 095-533616, 3498175340
ABITAZIONE: via P. Toselli, 5 - 95129 Catania

TITOLI ACCADEMICI:

- **14/07/2000:** Diploma di Laurea in Fisica, indirizzo Astrofisica e Fisica dello Spazio, Università degli Studi di Catania (110/110 e lode). Titolo della tesi: Il potenziale di screening nelle reazioni ${}^7\text{Li}(p,\alpha){}^4\text{He}$ e ${}^6\text{Li}(d,\alpha){}^4\text{He}$ misurato con il "Trojan Horse" e sua applicazione al problema del litio. Relatori: Proff. C. Spitaleri e R.A. Zappalà.
- **17/02/2004:** Dottorato di Ricerca in fisica, Università degli Studi di Catania (cum laude). Titolo della tesi: Sensitivity of the NEMO underwater Čerenkov telescope to TeV neutrinos from Galactic Microquasars. Tutor: Prof. E. Migneco.

BORSE DI STUDIO E CONTRATTI:

- **01/02/2011 ad oggi:** Assunta dai Laboratori Nazionali del Sud - INFN con profilo di ricercatore
- III livello professionale con contratto a tempo indeterminato.
- **03/12/2007 al 31/01/2011:** Assunta dai Laboratori Nazionali del Sud - INFN con profilo di ricercatore - III livello professionale con contratto a tempo determinato (ai sensi dell'art. 23 del DPR 171/91) nell'ambito delle attività del consorzio KM3NeT.
- **09/02/2006:** Idoneità alla selezione di personale ricercatore di III livello professionale da assumere con contratto di lavoro a tempo determinato, approvata dalla Giunta Esecutiva INFN in riferimento al bando 2N/R3/ASTR.
- **03/09/2007-02/12/2007:** Lavora presso il "Centre de Physique des Particules" (CPPM) di Marsiglia (Francia) con un contratto di ricercatore associato al "Centre National de la Recherche Scientifique" (CNRS).
- **14/11/2003-13/11/2007:** Lavora presso i Laboratori Nazionali del Sud dell'INFN, con un As- segno di Ricerca INFN della durata di quattro anni e dal titolo: Sperimentazione nel campo della fisica astroparticellare con particolare riferimento ai telescopi per neutrini (Bando N° 9787/03).
- **01/11/2000-31/10/2003:** Vincitrice di un posto con borsa al corso di Dottorato di Ricerca in Fisica (XVI ciclo) presso l'Università degli Studi di Catania.
- **15/05/2000-21/03/2001:** Borsa di studio per laureandi dell'INFN della durata di 12 mesi, presso i Laboratori Nazionali del Sud, Catania.
- **20/10/1999-21/03/2001:** Associata ai Laboratori Nazionali del Sud - INFN come laureanda.

COLLABORAZIONI SCIENTIFICHE:

- **1999-2001:** Associata alle attività del gruppo III dell'INFN presso i Laboratori Nazionali del Sud, Catania. Svolge la sua attività di ricerca nell'ambito dell'esperimento ASFIN.
- **2001-ad oggi:** Associata alle attività del gruppo II dell'INFN presso i Laboratori Nazionali del Sud, Catania. Svolge la sua attività di ricerca nell'ambito

dell'astrofisica con i neutrini (sigla INFN: KM3, esperimenti: NEMO, ANTARES e KM3NeT) e della fisica del neutrino (sigla INFN: NU AT FNAL, esperimento: DUNE).

- **2001-2015:** Partecipa alle attività della collaborazione NEMO, che ha come obiettivo lo sviluppo di tecniche e conoscenze per lo sviluppo di un telescopio km³ nel Mediterraneo per la rivelazione di neutrini di alta energia.
- **2005-ad oggi:** Partecipa alle attività della collaborazione ANTARES che ha realizzato un telescopio per neutrini delle dimensioni di 0.1 km² nelle acque di Tolone.
- **2006-ad oggi:** Partecipa alle attività della collaborazione KM3NeT che sta realizzando del telescopio km³ per neutrini astrofisici nelle acque del Mediterraneo.
- **2006-2008:** Collaboratrice progetto PI2S2: Progetto per l'Implementazione e lo Sviluppo di una e-Infrastruttura in Sicilia basata sul paradigma della Grid.
- **2006-2009:** Membro del Work-Package 2 (Physics analysis and simulation) di KM3NeT Design Study (EU FP6).
- **2008-2012:** Membro del Work-Package D (Strategic issues and international networking) di KM3NeT Preparatory Phase (EU-FP7).
- **2017-ad oggi:** Partecipa alle attività della collaborazione internazionale DUNE che studia la fisica del neutrino e il decadimento del protone.

INCARICHI E ATTIVITÀ DI COORDINAMENTO:

- **2008-2017:** Responsabile della simulazione Monte Carlo di eventi di neutrino nell'esperimento ANTARES.
- **2008-ad oggi:** Responsabile locale per i LNS per lo sviluppo e il mantenimento del codice SeaTray: software framework for KM3NeT/ANTARES.
- **2009-ad oggi:** Responsabile della simulazione e l'analisi dati dell'ombra della luna nell'esperimento ANTARES.
- **2012-2014:** Membro del Publication Committee dell'esperimento ANTARES.
- **2012-ad oggi:** Responsabile della simulazione Monte Carlo di eventi di neutrino nell'esperimento KM3NeT/ORCA.
- **2013-2014:** Membro dello Steering Committee del Progetto PON KM3NeT-Italia: Osservatorio Sottomarino nel Mar Ionio per la rivelazione di neutrini astrofisici e ricerche multidisciplinari.
- **2013-2014:** Run Coordinator dell'esperimento NEMO Phase-2.
- **2013-2015:** Responsabile dell'analisi dati dell'esperimento NEMO Phase-2.
- **2014-2018:** Referee INFN dell'esperimento DAMPE.
- **2016-2017:** Coordinatrice del comitato Public Engagement dei LNS.
- **2017-ad oggi:** Coadiutrice nelle attività di gestione e aggiornamento del sito WEB dei LNS.
- **2017-ad oggi:** Membro del Conference and Outreach Committee dell'esperimento KM3NeT.
- **2018-ad oggi:** Membro LNS del Gruppo di Lavoro INFN in materia di Cerimoniale.

- **2018-ad oggi:** Referee INFN della sigla HERD DMP. La sigla comprende gli esperimenti DAMPE e HERD.
- **2019-ad oggi:** Membro dell'Institution Board dell'esperimento ANTARES per i LNS a partire dal mese di giugno 2019.
- **2020-ad oggi:** Coordinatrice del comitato Public Engagement dei LNS.
- **2020-ad oggi:** Responsabile locale per i LNS della sigla INFN NU AT FNAL.

ATTIVITÀ DI TERZA MISSIONE:

- **2000-ad oggi:** Guida scientifica nelle visite ai Laboratori Nazionali del Sud nelle edizioni della Settimana della Cultura Scientifica e Tecnologica dal 2000 ad oggi.
- **2011:** Coordinatrice dell'iniziativa "Laboratori Aperti" dei Laboratori Nazionali del Sud (4-8 Aprile 2011) organizzata nell'ambito della XXI Settimana della Cultura Scientifica e Tecnologica.
- **2014:** Attività divulgativa presso lo stand di KM3NeT allestito presso i Laboratori Nazionali del Sud in occasione dell'evento Notte Europea dei Ricercatori (26 settembre 2014)
- **24/03/2016-31/12/2017:** Coordinatrice del comitato Public Engagement dei LNS per l'organizzazione di eventi vario genere promossi dai LNS e finalizzati alla divulgazione di informazioni sulle attività, l'orientamento di studenti e l'interazione con il pubblico.
- **2016:** Coordinatrice dell'iniziativa "Laboratori Aperti" dei Laboratori Nazionali del Sud (4-10 Aprile 2016) organizzata nell'ambito della XXV Settimana della Cultura Scientifica e Tecnologica. Attività nell'ambito del coordinamento del comitato Public Engagement.
- **2016:** Coordinatrice dell'evento "Invisibili fantasmi ci circondano, ci attraversano numerosissimi si aggirano per tutto l'universo: sono i neutrini". Incontro con Lucia Votano per la presentazione del libro Il fantasma dell'Universo. Che cos'è il neutrino, Carocci Editore (15 aprile 2016). Attività nell'ambito del coordinamento del comitato Public Engagement.
- **2016:** Coordinatrice della Giornata Celebrativa in occasione dei 40 anni di attività del Laboratori Nazionali del Sud (20 maggio 2016). Attività nell'ambito del coordinamento del comitato Public Engagement.
- **2016:** Coordinatrice dell'evento Notte Europea dei Ricercatori svoltosi presso la sede centrale dei Laboratori Nazionali del Sud e la sede distaccata del Porto di Catania (30 settembre 2016). Attività nell'ambito del coordinamento del comitato Public Engagement.
- **2017:** Responsabile visite pubbliche ai Laboratori Nazionali del Sud per tutto l'anno 2017. Attività nell'ambito del coordinamento del comitato Public Engagement.
- **2017:** Coordinatrice dell'iniziativa "Laboratori Aperti" dei Laboratori Nazionali del Sud (3-9 Aprile 2017) organizzata nell'ambito della XXVI Settimana della Cultura Scientifica e Tecnologica. Attività nell'ambito del coordinamento del comitato Public Engagement.
- **2017:** Coordinatrice dell'evento Notte Europea dei Ricercatori svoltosi presso i Laboratori Nazionali del Sud (29 settembre 2016). Attività nell'ambito del coordinamento del comitato Public Engagement.
- **2017:** Seminario divulgativo: "L'Universo osservato dai Laboratori Nazionali del Sud", tenuto in occasione dell'evento Notte Europea dei Ricercatori presso i Laboratori Nazionali del Sud (29 settembre 2017).
- **2017:** Partecipa all'organizzazione di FameLab Catania come rappresentante dei Laboratori Nazionali del Sud, sponsor dell'evento. Attività nell'ambito del coordinamento del comitato Public Engagement.

- **2017:** Membro di giuria per il Premio speciale FameLab Catania per la Fisica.
- **2017:** Curatrice e principale autrice della rubrica “Astronomia”, pubblicata all’interno dell’agenda 2018 del quotidiano La Sicilia.
- **2017-ad oggi:** Membro del team Pint of Science Catania coordinato dal Centro Siciliano di Fisica Nucleare e Struttura della Materia.
- **2018:** Attività divulgativa presso lo stand “Ricerca e non solo” allestito presso i Laboratori Nazionali del Sud in occasione dell’evento Sharper - Notte Europea dei Ricercatori (28 settembre 2018).
- **2019:** Attività divulgativa presso il laboratorio KM3NeT del Porto di Catania (sede distaccata dei LNS) in occasione delle giornate FAI di primavera 2019 (23 - 24 marzo 2019).
- **2019:** Seminario divulgativo: Le stelle in fondo al mare, presso il laboratorio KM3NeT del Porto- palo di Capo Passero (sede distaccata dei LNS) in dell’evento: Progetto IDMAR, Incontro pubblico tra l’INFN e gli operatori della pesca di Portopalo di Capo Passero (21 agosto 2019).
- **2019:** Seminario divulgativo: Vita da neutrini: trasformisti di professione, nell’ambito dell’evento In Carozza... si parte! Destinazione LNS, organizzato in occasione di Sharper - Notte Europea dei Ricercatori (27 settembre 2019).
- **2019:** Seminario divulgativo: Il cielo osservato dagli abissi marini, durante l’evento Nuovi occhi per osservare il cielo organizzato dall’INFN e dall’INAF presso il Museo Diocesano di Catania (27 novembre 2019).

COMMISSIONI DI CONCORSO:

- **2011-2013:** Membro della commissione Assegni di Ricerca dei LNS. Incarico biennale a partire dal 21 aprile 2011.
- **2014:** Membro della commissione di selezione per titoli per l’assunzione, presso i LNS, di una unità di personale con contratto di lavoro subordinato a tempo determinato con profilo di Tecnologo - Liv III per attività di progettazione e simulazioni idrodinamiche di strutture da installare a profondità abissali (3.500 metri) (Rif. LNS-T3-427).
- **2015:** Membro della commissione di selezione per titoli ed esami per l’assunzione, presso i LNS, di una unità di personale con contratto di lavoro subordinato a tempo determinato con profilo di Tecnologo - Liv III per attività di progettazione meccanica e realizzazione di apparati che operano ad alta pressione ed in presenza di campi magnetici (Rif. LNS-T3-459).
- **2015:** Membro della commissione di concorso per il conferimento di n.1 borsa di studio per neolaureati, per attività amministrativo-gestionale presso i LNS (Bando 17021).
- **2016:** Membro della commissione di selezione per titoli ed esami per l’assunzione, presso i LNS, di una unità di personale con contratto di lavoro subordinato a tempo determinato con profilo di Ricercatore - Liv III per attività di partecipazione alla fase di assemblaggio e test di KM3NeT fase 1; partecipazione a fase di commissioning e di presa dati del telescopio KM3NeT; simulazione Monte Carlo e analisi dati KM3NET-ARCA FASE 1(Rif. LNS-R3-565).
- **2016:** Membro della commissione di selezione per titoli ed esami per l’assunzione di una unità di personale con contratto di lavoro subordinato a tempo determinato, con profilo di Collaboratore di Amministrazione - Liv. VII, presso i LNS (Rif. LNS/C7/564).
- **2018:** Presidente della commissione per il conferimento di n.1 borsa di studio per neodiplomati, presso i LNS (Bando 19943).

CONOSCENZE NEL CAMPO DELL'INFORMATICA:

- Sistemi operativi: ottima conoscenza di Linux, Unix, Mac OS-X, Windows.
- Linguaggi di programmazione: ottima conoscenza di C++, C, Fortran. Buona conoscenza delle librerie Qt.
- Linguaggi di scripting: ottima conoscenza di programmazione in tesh shell. Buona conoscenza di programmazione in bash shell e in perl. Conoscenza di base del linguaggio python.
- Ottima conoscenza di Joomla!, HTML, CSS e PHP.
- Buona conoscenza di MATLAB[®].
- Buona conoscenza nell'uso della GRID.
- Buona conoscenza nel campo del calcolo parallelo (librerie MPI).

PREMI CONSEGUITI:

- **09/2003:** Premio di operosità scientifica conferito dalla Società Italiana di Fisica.
- **10/2006:** Premio di studio per commemorare il primo anniversario della scomparsa del Prof. M. Rodonò conferito dal Rotary Club di Catania.

PARTECIPAZIONE A CONFERENZE:

- **10/2000:** Partecipazione e presentazione orale: *Studio dell'effetto di screening elettronico attraverso il metodo del Trojan Horse*, al LXXXVI Congresso della Società Italiana di Fisica, Palermo.
- **08/2001:** Partecipazione al "27th International Cosmic Ray Conference", Amburgo (Germania).
- **08/2001:** Partecipazione al "Post ICRC workshop on methodical aspects of underwater/ice neutrino telescopes", Amburgo (Germania).
- **05/2002:** Partecipazione e presentazione poster: *TeV neutrino fluxes from known microquasars*, al "4th Microquasar Workshop", Cargese, (Corsica).
- **09/2002:** Partecipazione e presentazione orale: *Possibile rivelazione del flusso di neutrini da microquasar galattiche*, al LXXXVIII Congresso della Società Italiana di Fisica, Alghero.
- **09/2003:** Partecipazione e presentazione orale: *Risposta del telescopio NEMO a neutrini provenienti da sorgenti puntiformi*, al LXXXIX Congresso della Società Italiana di Fisica, Parma.
- **06/2004:** Partecipazione al "CRIS 2004 - Cosmic Ray International Seminar, GZK and Surroundings", Catania.
- **10/2004:** Partecipazione al 9th Geant4 Collaboration Workshop, Catania, Italy.
- **03/2005:** Partecipazione e presentazione orale su invito: *Experimental high energy neutrino astrophysics*, all' "IFAE - Incontri di Fisica delle Alte Energie", Catania.
- **09/2005:** Partecipazione al XCI Congresso della Società Italiana di Fisica, Catania.
- **11/2005:** Partecipazione e presentazione orale: *Sensitivity and pointing accuracy of the NEMO km³ telescope*, al "2nd Workshop on Very Large Volume neutrino Telescopes - VLVnT2", Catania.
- **01/2006:** Partecipazione e presentazione orale: *Gilda applications: NEMO and ANTARES*, al "NA4 Generic Application Meeting", Catania.

- **03/2006:** Partecipazione al "Primo Workshop TriGrid VL", Catania.
- **06/2006:** Partecipazione e presentazione orale: *Sensitivity of the NEMO telescope to neutrinos from microquasars* al "CRIS 2006 - Cosmic Ray International Seminar, Ultra-High Energy Cosmic Rays: Status and Perspectives", Catania.
- **07/2006:** Partecipazione e presentazione orale: *Detection of point-like neutrino sources with the NEMO-km³ telescope*, al workshop "The multi-messenger approach to unidentified gamma-ray sources", Barcellona (Spagna).
- **02/2007:** Partecipazione e presentazione orale: *Sensitivity of the NEMO detector to Galactic microquasars*, al workshop WNNa 2007 - Catania workshop on nuclear and neutrino astrophysics, Catania.
- **09/2008:** Partecipazione con due presentazioni orali: *Status of NEMO: Results from the NEMO Phase 1 detector* e *Towards a km³-scale neutrino telescope in the Mediterranean Sea*, al "CRIS 2008 - Cosmic Ray International Seminar, Origin, Mass Composition and Acceleration Mechanism of UHECRs", Salina (Isole Eolie).
- **10/2009:** Partecipazione con una presentazione orale: *Detection of the Moon shadow with the ANTARES neutrino telescope*, al "4th International Workshop on Very Large Volume Neutrino Telescopes for the Mediterranean Sea - VLVnT09", Atene.
- **07/2010:** Partecipazione con una presentazione orale: *The ANTARES neutrino telescope*, 38th Assembly of the Committee on Space Research - COSPAR 2010, Bremen.
- **05/2011:** Partecipazione con una presentazione orale: *Present results of the ANTARES telescope*, al "PLANCK 2011 - From the Planck Scale to the ElectroWeak Scale", Lisbona.
- **07/2011:** Partecipazione con un poster: *Observation of the Moon shadow with the ANTARES neutrino telescope*, International Europhysics Conference on High Energy Physics - HEP2011, Grenoble.
- **09-10/2014:** Partecipazione con una presentazione orale: *Measurement of the atmospheric muon flux at 3500 m depth with the NEMO Phase-2 detector*, RICAP-14 The Roma International Conference on Astroparticle Physics in Noto, Sicily, Italy.
- **10/2014** Partecipazione su invito al Workshop Multiple Messengers and Challenges in Astroparticle Physics, GSSI, L'aquila.
- **09/2015** Partecipazione con una presentazione orale: *gSeaGen: a GENIE-based code for neutrino telescope*, al workshop VLVnT - 2015: Very Large Volume Neutrino Telescope, l'Università di Roma La Sapienza.
- **10/2015** Partecipazione con una presentazione orale: *Confronti tra generatori di interazioni di neutrini usati per i neutrini atmosferici*, al workshop What Next: Sezioni d'urto dei neutrini, Bologna.
- **07/2016** Partecipazione con una presentazione orale: *Confronti tra generatori di interazioni di neutrini usati per i neutrini atmosferici*, al workshop What Next: Sezioni d'urto dei neutrini, Bologna.
- **07/2017** Partecipazione con una presentazione orale: *gSeaGen: a GENIE-based code for neutrino telescope*, al mPMT/NEUT workshop, Amsterdam, Netherlands.
- **09/2018** Partecipazione con una presentazione orale su invito: *Status of the KM3NeT project*, alla Ricap18: 7th Roma International Conference on Astroparticle Physics, Rome, Italy.

ORGANIZZAZIONE DI CONFERENZE:

- **09-10/2014:** Membro del Local Organizing Committee della conferenza RICAP-14: The Roma International Conference on Astroparticle Physics in Noto, Sicily, Italy.
- **04/2015:** Convenor della Sessione Frontiera Cosmica della conferenza IFAE - Incontri di Energia delle Alte Energie presso l'Università di Roma Tor Vergata.
- **06/2018:** Membro del Local Organizing Committee della conferenza ARENA 2018: International Conference on Acoustic and Radio EeV Neutrino Detection Activities in Catania, Sicily, Italy.

EDITOR DI RIVISTE INTERNAZIONALI:

- **2019:** EPJ Web of Conferences, Volume 216 (2019), "8th International Conference on Acoustic and Radio EeV Neutrino Detection Activities (ARENA 2018), Catania, Italy, June 12-15, 2018", G. Riccobene, S. Biagi, A. Capone, C. Distefano and P. Piattelli (Eds.), ISBN: 978-2-7598-9080-4.

PARTECIPAZIONE A SCUOLE:

- **10/2000:** Giornate di Studio su fisica delle particelle astrofisica e cosmologia, LNGS, Assergi (AQ).
- **07/2001:** Sixth School on Non-Accelerator Astroparticle Physics, ICTP, Trieste.
- **10/2001:** Partecipazione e presentazione poster alla Prima Scuola Nazionale INAF/INFN di Astro- particelle, Bertinoro.
- **01/2002:** School and Workshop on Neutrino Particle Astrophysics, Les Houches (Francia).
- **07/2004:** International School of Cosmic Ray Astrophysics, 14th Course: "Neutrinos and Explosive Events in the Universe", Ettore Majorana Centre, Erice.

CORSI DI FORMAZIONE:

- **07/2004:** Corso di formazione: "MATLAB Base: Fondamenti, Tecniche di Programmazione e Introduzione al Signal Processing".
- **10/07/2004 - 11/09/2004:** Corso di formazione: "Linguaggio di programmazione C++". Durata 100 ore.
- **09/2008:** Corso di formazione INFN: "I Corso su metodi numerici per sistemi di calcolo parallelo ad alte prestazioni". Durata 25 ore.
- **06/2016:** Corso di formazione INFN: "Fisica e Comunicazione: La Scienza in pubblico". Durata 13 ore.
- **10/2016:** Corso di formazione INFN: "Corso Programmazione Joomla". Durata 20 ore.
- **11/2016:** Corso di formazione INFN: "Fisica e Comunicazione: Scienza e Scuola". Durata 13 ore.
- **03/2017:** Corso di formazione Scuola Superiore di Amministrazione Pubblica e degli Enti Locali: "Master in cerimoniale delle Pubbliche Amministrazioni, delle aziende e degli eventi ". Durata 30 ore.
- **04/2018:** Corso di formazione Scuola Superiore di Amministrazione Pubblica e degli Enti Locali: "Disciplina del cerimoniale delle Pubbliche Amministrazioni, delle aziende e degli eventi ". Durata 16 ore.

DOCENZE IN CORSI DI FORMAZIONE:

- **17-19/05/2017:** “Public Engagement per la scuola”. Lezione tenuta all’interno del corso di formazione INFN: “Fisica e Comunicazione: Fisica Scienza e Scuola”.

ATTIVITÀ DIDATTICA:

- **A.A. 2000/2001:** Lezioni sul tema: “Bremsstrahlung elettrico ed applicazioni in astrofisica”, tenute nell’ambito del corso di Radioastronomia del IV anno del C.L. in Fisica, facoltà di Scienze MM.FF.NN dell’Università degli Studi di Catania.
- **A.A. 2001/2002:** Attività di supporto al corso di Esperimentazioni di Fisica III (titolare del corso Prof. G. Raciti) del C.L. in Fisica, facoltà di Scienze MM.FF.NN dell’Università degli Studi Catania.
- **A.A. 2001/2002:** Correlatore di tesi di Laurea in Fisica della dott.ssa Simona Toscano, titolo della tesi: “Studio della sensibilità del telescopio NEMO ai neutrini da microquasar”. Università degli Studi di Catania.
- **A.A. 2004/2005:** Correlatore di tesi di Laurea Specialistica in Fisica della dott.ssa Lorenza Ferrari, titolo della tesi: “Studio della risoluzione angolare e del puntamento assoluto del telescopio sottomarino per neutrini NEMO mediante l’ombra della Luna”. Università degli Studi di Genova.
- **Ottobre - Novembre 2005:** Tutor dello studente Hamid Assian (Elmhurst College, Illinois, USA), nell’ambito del programma: “DOE-LIGO/INFN Summer Exchange Program for 2005”.
- **A.A. 2007/2008:** Lezioni sul tema: “Microquasar e Resti di Supernova”, tenute nell’ambito del corso di Fisica Nucleare e Subnucleare del corso di laurea specialistica in Fisica, facoltà di Scienze MM.FF.NN dell’Università degli Studi di Catania.
- **A.A. 2007/2008:** Correlatore di tesi di Laurea in Fisica del dott. Dario Lattuada, titolo della tesi: “Studio della sensibilità del telescopio NEMO a neutrini di alta energia provenienti dalla sorgente estesa SNR RX J1713.7-3946”. Università degli Studi di Catania.
- **A.A. 2007/2008:** Co-tutor di tesi di Dottorato di Ricerca in Fisica della dott.ssa Isabella Amore, titolo della tesi: “The NEMO Phase-1 detector: construction, operation and data analysis”. Università degli Studi di Catania (XX Ciclo).
- **A.A. 2007/2008:** Correlatore di tesi di Laurea Specialistica in Fisica del dott. Salvo Galatà, titolo della tesi: “Analisi dati e ricostruzione di tracce di muoni atmosferici con il rivelatore NEMO Fase-1”. Università degli Studi di Catania.
- **26/06-04/07/2017:** Lezione dal titolo: “Neutrino astronomy with KM3NeT” tenuta all’interno del Training Course for AL-FARABI Kazakh National University (Kazakhstan) Students, INFN- Laboratori Nazionali del Sud, 26 June - 4 July, 2017.
- **05/2018:** Lezioni dal titolo: “Resti di Supernova: Le sorgenti dei Raggi Cosmici Galattici” e “Microquasar: Le sorgenti di Jet Relativistici Galattici”, tenute all’interno del corso di Fisica Astro- particellare del corso di laurea specialistica in Fisica, facoltà di Scienze MM.FF.NN dell’Università degli Studi di Catania.
- **05/2018:** Lezioni dal titolo: “Neutrino astronomy with KM3NeT” tenuta all’interno del corso Nuclear Astrophysics del corso di laurea specialistica in Fisica, facoltà di Scienze MM.FF.NN dell’Università degli Studi di Catania.
- **01-12/04/2019:** Lezione dal titolo: “Neutrino astronomy with KM3NeT” tenuta all’interno del Training Course for AL-FARABI Kazakh National University (Kazakhstan) Students, INFN- Laboratori Nazionali del Sud, 1-12 April 2019.

Catania, 23 Giugno 2020

firma



CURRICULUM VITAE



Luigi Giuseppe Celona

Birth on 12 November 1967, Catania, Italy

Married with G.L. Gagliano (2 children)

Personal address: Via dei Carrettieri 12, 95045 Misterbianco (CT), Italy

Working address: INFN-LNS, Via S. Sofia 64, 95123 Catania, Italy

Voice: ++39-095-542262 (work)

++39-347-9243047 (mobile)

e-mail: celona@lns.infn.it

PERSONAL SUMMARY

L.G. Celona received the degree in Electronic Engineering at the University of Catania, in 1995 and he joined the Istituto Nazionale di Fisica Nucleare in 1996, at the Laboratori Nazionali del Sud (INFN-LNS), becoming Technological Engineer (“Tecnologo”) in 1998, Principal Technological Engineer (Primo Tecnologo) in 2006 and Technological Research Director in 2019.

His main field of activity covers all the aspects of the production of singly and highly charged beams together with their acceleration to increase the performances of Particles Accelerators for Nuclear and Applied Physics.

Experienced in all the design stages of an ion source: from mechanical design and manufacturing through the installation and final commissioning, he is also active in research and development, proposing different innovative concepts concerning the role of microwaves in the development of ECR and microwave ion sources. He is actively working on the construction and development of many different ion sources, carrying out various experiments at the major facilities worldwide (GSI, CEA, MSU, LPSC, JYFL, LBNL, IMP, etc), interacting also on several technical issues with their relative experts and sometime getting involved in finding a solution.

He is a member of the INFN Machine Advisory Committee as ion source expert. He was member of the steering committee of the SPES project and, in the European framework, he was a referee committee member of ARES and EMILIE projects to coordinate the R&D activities on ECR ion sources of the major European physics labs.

He is the technical and scientific responsible of a joint-venture between INFN-LNS and some SMEs to design, realize and test a new hybrid ion source for Hadrontherapy named AISHa; two ion sources have been manufactured and successfully commissioned, others are under discussion. He worked also for the actual CNAO ECR sources with technical innovations to reach the requests set by the facility.

He is the Leader of the design, manufacturing and commissioning of the high intensity proton sources along with the low energy beam transfer line for the European Spallation Source (ESS). A deep effort has been needed to cope the stringent requests in terms of high beam reliability, low emittance, fast beam pulse rise/fall times and the wide current tuning range. The outstanding commissioning results fully comply the requirements given. The first source has been successfully installed in its final position at ESS site at the beginning of 2018 as a first part of ESS linac.

He is the chair of the next International Workshop on ECR ion sources to be held in Catania in September 2018.

He has also designed and built other types of ion and plasma sources, as the microwave discharge ion sources named MIDAS, TRIPS and VIS, for high efficiency ionization of the reaction products originating from an ISOL target and for intense monocharged production of light ions.

During the period 2004-2007 he focused his efforts on the EXCYT radioactive beam facility, coordinating the installation, the commissioning and permitting to deliver the ^8Li beam for the first experiments. He also worked on the development of the K-800 Superconducting Cyclotron bunching system contributing to the optimization of the cyclotron in the years 1995-1998 and to the axial injection beamline.

During the years, he has been involved in different experiments of the 5th National Commission as National or Local Responsible, actually he is participating to the DEMETRA experiment which aims to explore new acceleration techniques. In particular, the efforts are now focused on the modeling, development and test of high gradient compact RF structures devoted to particle acceleration through metallic and dielectric devices.

The great continuity and quality of the results obtained on several fronts at the same time is evidenced by the number of oral and invited talks presented by me or my co-workers to international conferences with dedicated session on ion sources. Recently two contributions on ECR and MDIS sources have been published on Beam dynamic newsletter (No.73, April 2018) of the International Committee for future Accelerators (ICFA) evidencing the interest of the scientific community for such activities carried out in years of work.

Possessing a good team spirit, he developed a team leadership style based on result oriented and effective approach.

Spoken languages *Italiano:* Mother Tongue, *English:* Fluent writing&speaking, *French:* Good writing &speaking

Research Topics

Microwave-plasma interaction; Plasma Based Ion sources; Electron Cyclotron Resonance Ion Sources; Plasma and ion beams diagnostics methods; Multidisciplinary applications of plasmas. RF based plasma diagnostics methods, plasma immersed probes (Langmuir Probe) and plasma-emitted radiation diagnostics (OES, X ray detectors, interferometers). Simulation and modelling of plasma dynamics (heating, confinement).

Professional record

- March 2019 – today **Permanent staff at INFN Laboratori Nazionali del Sud, Catania.**
I level MSc. Technological Research Director (“Dirigente Tecnologo” winner of competitive examination 19816/2018).
- Jan. 2006 – Feb. 2019 **Permanent staff at INFN Laboratori Nazionali del Sud, Catania.**
II level Principal MSc. Technological Engineer (“Primo Tecnologo” winner of competitive examination 10668/2004).
- Feb 2001-Dec. 2005 **Permanent staff at INFN Laboratori Nazionali del Sud, Catania.**
III level MSc. Technological Engineer (“Tecnologo” winner of competitive examination 7708/99).
- Oct. 1999-Oct. 2001 **Temporary staff at INFN Laboratori Nazionali del Sud, Catania.**
III level MSc. Technological Engineer (“Tecnologo”)
- Oct. 1998-Oct. 1999 **Temporary staff at INFN Laboratori Nazionali del Sud, Catania.**
III level MSc. Technological Engineer (“Tecnologo”)
- Oct. 1996-Oct. 1998 **Fellowship at INFN Laboratori Nazionali del Sud, Catania.**
Project: " Study of the coupling between microwave generators (2.45-30 GHz range) and ion sources".
- Oct. 1995-Feb. 1996 **ANTECH S.p.A. - Catania**
Professional agreement for the study, realization and installation of the transmission filters and waveguide branching to be installed at satellite TV station “AB Television” (France)

Education

- April 1995 **University of Catania, Italy**
Master degree in Electronic Engineering. (5 yrs.)
Design and implementation of a Low Energy buncher for the K-800 superconducting cyclotron (*carried out in the INFN-LNS Accelerator Division*).

Qualifications

March 2018- March 2024 **National Scientific Qualification to function as Associate Professor** in Italian Universities (Italian Ministry of Education, universities and research – MIUR) - Sector 09/F1– “Campi elettromagnetici”

June 1995 Officially recognized by the Italian government as **Professional Engineer** after successfully completing the State examination.

Coordination and Management

- June 2018-today* **Member of the Conseil Scientifique et Technique du Département (CSTD) des Accélérateurs, de Cryogénie et de Magnétisme (DACM) du CEA.**
- June 2017-today* **Member of the INFN Machine Advisory committee.**
Evaluation of the existing and new proposals to develop innovative technologies in the accelerator physics; address the participation to European projects devoted to the realization of new big research infrastructure and the relative impact on financial and human resources needed.
- 2016- today* **DEMETRA experiment**
Topic: Study and development of high gradient dielectric and metallic RF accelerating structures.
Supported by the 5th National Commission of INFN (Budget: 303 k€).
- Jan. 2013-today* **AISHa project team leader.**
Topic: Design, construction and commissioning of a high performance ECR ion source for Hadrontherapy.
Supported by the Regional Government of Sicily and funded within the framework of the Sicilian Government program named PO FESR 2007-2013 (Budget: ~5 M€).
- Jan. 2011-today* **Leader of the Work Unit regarding the high intensity ESS proton sources and its LEBT.**
Topic: Design, construction and commissioning of two high intensity proton sources for the European Spallation Source along with their Low Energy Beam Transfer Line.
Supported by the MIUR (Budget: ~5.1 M€).
- 2013- 2016* **Leader of the Work Package 8 inside the RDH experiment**
Topic: Design and development of new components of accelerators for Hadrontherapy.
Supported by the 5th National Commission of INFN (Budget: 83 k€).
- 2012-2013* **National responsible of the UTOPIA experiment**
Topic: Electromagnetic wave interaction with plasma and generation of plasma waves in compact size machines. (merged into WP8 of RDH a year after its opening).
Supported by the 5th National Commission of INFN (Budget: 66 k€).
- 2012-2014* **Referee committee member of the ARES European collaboration**
Coordination of the R&D activities on ECR ion sources (Task1:Plasma heating, Wave-plasma interaction) of the major European physics labs (GSI, INFN, KVI, JYFL, ATOMKI, IFIN-HH, IKF) participating to the European programme. Final meeting: <http://indico.gsi.de/event/3261/>
- 2012-2016* **Referee committee member of the EMILIE European collaboration**

Coordination of the R&D activities on ECR-based charge breeders of the major European physics labs (GANIL, INFN, LPSC, HIL, JYFL, CERN) to enhance the production of short lived isotopes.

2010-2013

Member of the SPES referee committee

Address the technical and financial issues related to the construction of the SPES radioactive nuclear beam facility at INFN-LNL.

2009-2011

Responsible for INFN-LNS of the HELIOS experiment

Topic: Generation of hot electron layers in high density plasmas of ECR Ion Sources under different values of power and frequencies of the pumping electromagnetic wave for INFN-LNS.

Supported by the 5th National Commission of INFN (Budget: 210 k€).

2005-2008

Responsible for INFN-LNS of the INES experiment

Topic: Innovative methods of electromagnetic waves coupling to plasmas of ECR Ion Sources

Supported by the 5th National Commission of INFN (Budget: 160k€).

2004-2007

Technological and scientific coordination of the EXCYT facility

Topic: Coordination of the final assembling, the commissioning and the first experiments of the EXCYT facility at INFN-LNS.

2002-2008

Representative of the LNS Technological Research personnel for two terms**Committee Memberships**

2019

Member of the Scientific Advisory Committee of the 18th International Conference on Ion Sources,

Lanzhou (Italy), September 1st – 6th 2019

<https://icis2019.impcas.ac.cn/event/1/>

2016

Chairman of the 23rd International Workshop on ECR Ion Sources,

to be held in Catania (Italy), September 10th – 14th 2018

<http://ecris18.lns.infn.it/>

2011

Co-chairman and Member of the Scientific Advisory Committee of the 14th International Conference on Ion Sources,

Giardini Naxos (Italy), September 12th – 16th 2011

Proceedings published on Rev. of Scientific Instruments, Vol. 83 (2012).

Preface Rev. Sci. Instr. 83,02A101 (2012); doi: 10.1063/1.3678669

Staff Training and Career Supervision

- **Member of XXXIII doctorate college** in Engineer, “Università Mediterranea” of Reggio Calabria
- Tutor of n. **3 PhD students in Telecommunication Engineer**
Fabio Maimone, University of Catania, now at GSI – Darmstadt;
Giuseppe Torrisi, University of Reggio Calabria, now at INFN-LNS Winner of prize 2016 (technological area);
Giorgio Mauro, in progress at University of Reggio Calabria and INFN-LNL;
- Tutor of n. **1 PhD students in Physics**
Alessio Galatà, University of Ferrara, Winner of 2015 Resmini prize and of 2016 Geller prize, now at INFN – LNL;
- Opponent n. **1 PhD students in Physics**
Oystein Midttun, University of Oslo (17/12/2015) , now at University of Bergen;
- Co-tutor of n. **13 (Bachelor-10/Master-3) degree Thesis in Engineer**
Telecommunications (7), Mechanics (2), Electronics (4): Catania University, Faculty of Engineer, AY (since) 2003/2004(to) 2016/2017.
- Co-tutor of n. **9 Master degree Thesis in Physics:**
Catania University, Faculty of Natural, Mathematical and Physical Sciences, Department of Physics and Astronomy, AY (since) 2003/2004 (to) 2016/2017.
- Tutor of **N. 2 students of the Catania University for the 240 hours stages** (from TLC Eng.)

Teaching

June 2012

CERN Accelerator School, Senec, Slovakia.

Lectures: “Fundamental of Microwave engineering and RF coupling issues”; “Microwave discharge ion sources”; “Alternative heating methods”. Programme:

<http://cas.web.cern.ch/sites/cas.web.cern.ch/files/programmes/senec-2012-programme.pdf>

Entire book: DOI: 10.5170/CERN-2013-007 ISBN 9789290833956

<https://cds.cern.ch/record/1445287/files/CERN-2013-007.pdf>

Dec. 2010

Master Surface Treatment, INFN-LNL, Italy.

Lectures: “Fundamental of microwave engineerings I & II” within the 9th Master in surface treatments for industrial applications, Academic Year 2010-11 (University of Padua, INFN, Confindustria Veneto).

May 2007

INFN Laboratori Nazionali del Sud, Catania, Italy.

Lecture: "Ion sources for particle accelerators" within the course "Physics aspects and radiation protection issues of high intensity accelerators for medical and research purposes".

Jan- March 2003

Higher Technical Training Education (IFTS) course, INFN-LNS.

"Measurements of electromagnetic wave radiation" (28 hrs) within the "Data transmission and remote control" IFTS course. Member of the final examination commission of the IFTS course.

Jan. -June 1996

AID S.p.A. - Catania

Antennas and electromagnetic wave propagation course (64 hrs) within the "Data transmission and remote control" course (FSE N° 952139/CT/324/449/5).

Track record of the Technological Activities

The 10 selected papers are cited as [S1], [S2], ... Invited and Orals are cited as [1],[2], ...

Overview

The technological and management activity over the years has been focused in the **design, construction and commissioning** of more **reliable and effective** Electron Cyclotron Resonance and Microwave Discharge Ion Sources to **increase** the Particles Accelerator performances.

High-performance plasma based ion sources will play a role of increasing importance in the next future, for feeding particle accelerators devoted to Nuclear Physics and Applied Research.

The basic idea of the entire activity has been to **increase the knowledge** about the **plasma physics** underlying the ion beam generation mechanism and consequently **improving all technological aspects** related, in order to make a significant step forward in terms of overall performances.

Such goal has been achieved over the years working around all the components of an ion source: from microwave injection to beam formation, transport and its relative diagnostics.

Outstanding results have been obtained with this systematic approach especially pursuing the **investigations about a better coupling between electromagnetic waves and plasmas** generated [S1, S6, S7]. The experiments started since my fellowship at LNS from the strong belief that an electromagnetic structure is still present in the source plasma chamber even in presence of plasma [S6, S7]. This approach allowed to **discover several interplays between the microscopical plasma parameters** – especially the electron energy distribution function and the structural distribution of the plasma density – **and the beam quality**, namely the current, the average charge state, and the emittance [S6, S8].

The quality of the obtained results is testified by **several oral and invited talks** given in different conferences on such subject and **this knowledge is now allowing to optimize the performances of the existing sources** and in the **design and construction of the future generation ECRIS**. [2, 4, 5, 6, 7, 9, 11, 12, 13]

The innovative tests carried out over the years have constantly supported the activities of INFN-LNS ion sources group, which plays also a **worldwide leading role** in the **design, construction and characterization of ion injectors** for particles accelerators as demonstrated by the leaderships role covered in the ENSAR-ARES international collaboration [18] (in the frame of the FP7/2007–2013) and in the European Spallation Source (ESS) project. [15, 20, 24, 25]

The technological research activity carried out and the experience gained has been recognized with the **leadership of the design, production and commissioning** of the high intense proton source and of the relative low energy transfer line (up to the RFQ) **for the ESS project**. [S9, 15, 20, 24, 25] A long phase of study and testing was necessary to define the design of the source because of the high-profile requirements in terms of reliability, current and emittance of the proton beam and times of rising and falling of the beam pulse.

The source resume the experience gained in more than 20 years of work in this field and **represents the state of art of this kind of sources worldwide**, the **outstanding results of the commissioning** carried out at the LNS have been recently presented at the last International Conference on Ion Sources (Geneva, Oct. 2017) [S9].

The **successful installation** in the ESS accelerator tunnel has been completed at the beginning of February with a team of 5 people that I supervised in the different working phases and some detail have been reported in last IPAC conference (Vancouver, May 2018).

I have also made an important contribution to the development of **ECR sources for the CNAO therapy center**, in particular, the variations suggested by me allowed to satisfy the **requirements of reliability and intensity** of the beam produced which are **fundamental for such kind of application**. The need, in this specific field, to have a more performing source led to the definition of a new innovative and high performance source called AISHa designed to operate in a hospital environment with all the constraints related.[S10]

The realization of this source was financed in the line of intervention 4.1.1.1 of the **POR FESR Sicilia 2007-2013**, supporting the activities of experimental development, industrial research and, to a marginal extent, also of fundamental research with high degree of integration between SMEs and Research Institutions.

Currently I am the **Technical-Scientific Responsible of the Temporary Association of Companies** between INFN and the 3 participating SMEs. There are two AISHa sources that have been built: one within the aforementioned POR and another funded under the IRPT project.

The achieved results have raised up a lot of interest by the scientific community in the last International Conference of Ion Sources (Geneva, October 2017) because it represents a **turnkey solution to get a compact and performant source even for nuclear physics labs** [S10]. It represents also the ideal source for the **Cyclotron upgrade at LNS**, in terms of intense ion beam production for the expected challenging experimental activities (e.g. the NUMEN project).

Furthermore, the activities have given rise to several completely innovative projects, such as: **MIDAS2, TRIPS, VIS**, in which I independently carried out the conceptual design, defining all the characteristic parameters and coordinating the different operating phases: the design of the equipment, the construction, the installation, tests and finally data acquisition, analysis and results synthesis.

In particular, the **MIDAS2** source was found to be very suitable for the **ionization of the reaction products produced from ISOL targets** and this solution was subsequently **adopted by several laboratories** (TRIUMF, GANIL, CERN), while the **TRIPS** source [S4, 3], after having been conceived, realized and characterized to LNS, was transferred to the LNL in November 2005.

It should be pointed out that this project was **financed by the Ministry of University and Scientific Research, according to the law 95/95 for the technology transfer** and our work was carried out in collaboration with a consortium of companies (HITEC-SISTEC), demonstrating the possibility of an effective transfer of know-how.

The **VIS** source, born as an evolution of TRIPS, is extremely **versatile for high intensity production of light ions** (H, H₂, D, He, O). From 2013 to the end of 2014, it was operating at

the BEST company (Vancouver, Canada) as intense H_2^+ beam injector in a cyclotron used to study the central region of the accelerators to be implemented for the ISODAR and DAE δ ALUS projects. [17, 21]

I also contributed significantly in the **realization of the EXCYT radioactive beam facility** during the years 2004-2007 (until the facility took part of the LNS accelerator division). During such years, I focused my daily efforts *coordinating* the installation, the commissioning of the entire facility and permitting to deliver the 8Li beam to the first experiments. [S5, 8, 10, 14].

In this activity I continuously interacted with the staff of the technical division and the accelerator division of the LNS, supervising the work of the external companies employed, and organizing them in order to *allow the smooth running of the scientific program* of the LNS.

More specifically, the main activities I have dealt with since 1994, grouped by argument, are listed below:

- ***Study of relevant aspects of the physics & technology of ECR ion sources***
 - Study of the coupling with microwave generators in the 2.45-28 GHz range and related mathematical formalization; [S1, S3]
 - Plasma heating study in a wide range of frequencies through the use of Traveling Wave Tube Amplifier; [4, 5]
 - Development and validation of the concept of frequency tuning and related effects on the beam emittance; [S6, S8, 11,12,13]
 - Study of the optics of extraction of intense beams;
 - Improvement of ion beam currents and average charge states extracted from plasma based, highly performing ECRIS; [9, 13]
 - Improvement of beam quality (emittance, brightness) and reduction of beam ripple and halos; improvement of the ion sources reliability;
 - Propagation of electromagnetic waves in the microwave range inside non-isotropic nonhomogeneous media (strongly magnetized plasmas);
 - Study of microwave-based devices (cavities, generators, amplifiers) of interest in the field of R&D on plasma based Ion Sources;
 - Plasma diagnostics: electrostatic, electromagnetic (interferometry), X-rays spectroscopy; [S7, S8, 22]
 - Non-linear interaction of electromagnetic waves with high density plasmas;
 - Study, design and implementation of an ECR source operating at 28-37 GHz (RTD project "Innovative ECRIS" within FP5, MS-ECRIS project within FP6 EURONS-ISIBHI).[1,2]
 - Study, design and implementation of AISHa source for Hadrontherapy [S10]
- ***Study, design, construction, installation and tests of high intensity proton sources***
 - SILHI for CEA-SACLAY (tests and modifications); [S2]
 - TRIPS for LNS-LNL (TRASCO-TRASmutazione SCORie project); [S4, 3]
 - PM-TRIPS, VIS for LNS [17, 21].
 - High intensity proton sources for the European Spallation Source [S9, 15, 20, 24, 25]
- ***Production and acceleration of exotic beams (EXCYT)***

- Coordination of the installation and commissioning of the EXCYT facility with the 8Li beam
 - MIDAS and MIDAS2 sources;
 - ISOLDE-NIS, PIS, HPIS ion sources; [S5, 8, 10, 14]
 - Extraction optics and minimization of the emittance of the radioactive beams;
 - Electrostatic calculations for high voltage platforms.
- **Activities concerning the Superconducting Cyclotron (CS)**
 - 450 kV pre-injector; Bunching of the beam;
 - Commissioning of the Tandem - CS beam injection line, commissioning of the CS and of the lines that carry the beam to the experimental rooms.

Study of relevant aspects of the physics & technology of ECR ion sources

I started working on these sources during my fellowship in mid 90s' at INFN-LNS focusing the work on some open issues namely the *coupling* between the plasma and microwave generators in the 2.45÷30 GHz range and on the *beam extraction*.

The electromagnetic simulators and the calculation resources still not permit the simulation of so high-frequency structures so complicated and large compared to the wavelength and therefore an analytical approach to the problem with some assumption was needed. [S1]

After the SERSE installation and commissioning at 14 GHz, my contribution has been decisive for the ***upgrading of SERSE at 18 GHz and 28 GHz*** [S3]. I introduced several innovations permitting a ***more effective heating*** of the plasma and the ***source provides performances far superior to those of the second generation ECR sources existing today***.

I studied and developed for SERSE a microwave injection system able to heat the plasma at the same time with **several frequencies**. This allowed to have more ECR resonance zones in the plasma chamber with a significant **increase in performance** in terms of **intensity** of the extracted beam and of **average charge state**. [4, 5, 9, 13]

The results showed a significant increase in the extracted current (up to a factor of 5 for the highest charge states) and in these years, in the Fifth National Commission, I carried out a series of systematic study under several experiments with the aim to reveal the underlying physics, to optimize the related technologies and to analytically formalize the problem. In particular I was the ***local responsible at LNS of INES and HELIOS*** experiments and I was the ***national responsible of the UTOPIA*** experiment (merged into ***WP8 of RDH*** a year after its opening).

The experimental activity proceeded constantly side by side with the modelling through an analytical approach and with state of art electromagnetic simulators (HFSS, CST). Such tools, adequately supported by calculation resources permitted at the beginning to have the first ***qualitative feedbacks*** on the wave-plasma interaction and on the ionization processes inside the plasma chamber, but only since a couple of years the ***plasma "medium" has been successfully*** taken into account implementing also the ***self-consistency*** procedures.

The results of this approach have shown a behavior of the source ***strongly dependent also on small variations in frequency*** (what I called "***frequency tuning effect***"), in contrast with the international community's support. [S6, S7, S8]

These forecasts have been ***confirmed by a series of measurements*** made on the GSI testbench in November '06 and March '07, where we also investigated the distribution of the output

beam from these sources, a topic of considerable importance for the correct preparation of the beam produced by the subsequent coupling with the accelerator. In particular, by making frequency *variations of the order of MHz around the 14 GHz central frequency*, we found *variations in the emittance of the extracted beam*, accompanied also by a *variation in the intensity of the produced current*. [S6, S8] Similar observations have been repeated in various laboratories confirming the *validity of the phenomenon* described above and this has drawn the attention of the international community on the *importance of the coupling* between microwaves and ion sources, as I have supported since my fellowship.

The verification of the *scaling laws up to 28 GHz* at INFN-LNS on the SERSE ion source has been certainly another important *breakthrough activity* of my career and took place within the framework of a CERN-CEA-ISN-GSI-INFN collaboration, which aimed to produce medium-high and high-intensity ions for LHC [S3, 1, 2]. During these tests an *extremely dense plasma was generated*, which in different operating modes produced high ion currents at a medium-high charge (over 500 eμA of Xe²⁰⁺, less than a factor two below the target for LHC) or currents of the order of μA of ions at a very high state of charge (Xe⁴²⁺).

This last result was extremely interesting for the LNS cyclotron because it confirmed the validity of the project of the third generation source *GyroSERSE*, leading to a further increase in current and energy of the beams obtainable with the superconducting cyclotron.

I presented the results of this experiment for the first time at the Workshop on the Production of Intense Beams of Highly Charged Ions proposing also a new generation ion source called GyroSERSE. [1]

In these experiments, assisted by the colleagues of the CEA-Grenoble, I studied and realized the *coupling of the gyrotron of 28GHz-10 kW* with the SERSE source. It was the **first time** that a generator operating at such a **high frequency was coupled with an ECR source and the technological problems were brilliantly overcome** allowing to operate with a very low percentage of reflected power (in the order of a few%) obtaining current values and of charge status never obtained previously. [S3]

Currently the existing 3rd generation sources such as VENUS (LBNL), SECRAL (IMP), SC-ECRIS (Riken), use the same coupling scheme that I developed and tested for the first time on SERSE.

The results achieved have been a **milestone** and permitted to **start the design of last generation ECRIS**, for these reason I have been invited to several conferences to illustrate the results with particular reference to the coupling problems. [2,7,16]

Following the excellent results of this experiment, the new source project ("GyroSERSE") was funded under the 6th EURONS-ISIBHI European Framework Program.

This source, slightly modified with respect to the initial project for budget constraints and named *MS-ECRIS*, has been realized in the various components within FP6 at GSI, however the superconducting magnets, made at an external company, have not been able to reach the project specifications.

In this project I was mainly involved in the *optimization of the extraction system* for high currents through the use of finite element codes in three dimensions and the *definition of the source coupling with the gyrotron of 28GHz-10 kW*, preparing it for a future upgrading at **37 GHz**.

I also dealt with the choice of high power microwave source by writing the technical specifications, carrying out the evaluation of the offers received, and finally checking the acceptance tests of the system.

*The results of these experiments are very important in the context of my career, due to the difficulties overcome and for the achievements in terms of production of high-charge and high-intensity ion beams, but above all because they represented **an important step towards the construction of third generation ECR sources.***

In September 2016 I was invited in Lanzhou at HCI ECRIS Symposium to discuss about the challenges for the coupling of 4th generation ECRIS [23]. In fact, IMP is interested in building the first source at 45 GHz and a new approach in the design is needed in this frequency domain.

In particular, if **optical approximation** is valid other mechanism enter into the game and the power deposition can be highly controlled.

Actually, the single-pass RF energy absorption efficiency at the Electron Cyclotron Resonance Layer is rather poor, and it is still difficult to drive energy deposition to specific parts of electron population. A "**microwave absorption optimization oriented**" design, based on the control of the electromagnetic radiation by a dedicated RF launcher, will permit a precise control of the **power deposition location** of the radiated signal. One of these launchers has been designed by a coworker for the first time in a compact ECR ion source (G. Torrisi et al. accepted for publication on Microwave Optical Letters) and extensive test are needed to draw any conclusion.

The importance of the results obtained is demonstrated by the fact that in almost every conference, concerning ion sources and particle accelerators with dedicated sessions, the status reports of the different projects/experiments above mentioned have been presented, by the large number of references to the works published and by several awards (Resmini and Geller prizes) given to doctorates working such topics and that I followed as tutor.

For this reasons I'm also serving since 20 years as referee for several international journals for articles related to ion sources.

Such activity has also an immediate feedback on the INFN-LNS ECR sources "**SERSE**" and "**CAESAR**". The different improvements took in place in the years allowed to **satisfy the Accelerators Division** of INFN-LNS, with an increase in both energies and ion currents accelerated by the Superconducting Cyclotron. The reliable operations achieved had a beneficial effects on the smooth running of the LNS scientific program and played a fundamental role for the CATANA facility where a reliable and stable proton beam is used for the uveal melanoma treatment

The knowledge and experience gained played a **fundamental role to optimize the performance** of **CNAO ECR sources** used to create the carbon and proton beams for the patient treatments.

The sources initially did not fulfill the CNAO requirements especially in terms of current produced and for the continuous beam trips. The origins of such failures have been identified in an **injection system of old conception** and by the **inadequate design of beam extraction**. Both troubles have been overcome with an appropriate redesign of the parts therefore allowing reliable long term operations with the beam currents level required.

These are **mandatory prerequisites** for such kind of facility.

The need, in this specific field, to have a more performing source led to the definition of a new **innovative** and **high performance source called AISHa** designed to operate in a hospital environment with all the constraints related [S10].

The heart of the system is certainly the cryofree superconducting magnetic system, to avoid the cost of a cryogenic infrastructure, which produces the axial confining field, while the

radial confinement is assured by a permanent magnet hexapole. I deeply studied the entire system in order *to avoid any demagnetization* induced by the high fields produced by superconducting coils.

The setup was also designed to *minimize maintenance operations* and to provide *reliable* and repeatable performance over time.

As previously mentioned, the realization of this source was financed in the line of intervention 4.1.1.1 of the *POR FESR Sicilia 2007-2013*, supporting the activities of experimental development, industrial research and, to a marginal extent, also of fundamental research that experiment high degree of integration between SMEs and research institutions.

Currently I am the *Technical-Scientific Responsible of the Temporary Association of Companies between INFN and the 3 participating SMEs*. There are two AISHa sources that have been built: one within the aforementioned POR and another funded under the IRPT project.

Study, design, construction, installation and tests of high intensity proton sources

I started this activity in 1998, when, within the scope of the TRASCO project (whose goal was the construction of a 1 GeV-30 mA proton accelerator for the transmutation of radioactive waste by the ADS method), the LNS source group was commissioned to build the *TRIPS* high intensity ion source.

The aim was to create a source of high-intensity protons, capable of working at a voltage of 80 kV, with currents extracted above 30 mA and normalized emittance of less than 0.2 π mm.mrad. This source also had to satisfy the requirement of *maximum stability, reproducibility and reliability*.

Similar projects were under way at the CEA-Saclay (SILHI source) and at Los Alamos (LEDA injector) with similar voltage and higher currents, but their performances in terms of beam emittance, stability and reliability *were very far from a source for an ADS plant*.

In 1998, on the basis of an INFN-CEA MoU, a very fruitful collaboration was established for both groups.

In particular, after a few months of my arrival at Saclay I managed to obtain emittance values lower than the specifications of the TRASCO and IPHI projects following an original idea, based on the fact that a higher degree of space charge compensation, and therefore a decrease in the emittance, can be obtained by injecting gas into the transport line. [S2, 3]

The tests were performed by injecting different types of gas (H₂, N₂, Ar and ⁸⁴Kr) into the transport line through a calibrated leak valve and comparing the emittance measurements at different pressures.

In all the cases considered a *decrease in the emittance has been obtained* by slightly increasing the beam line pressure; in particular, by injecting ⁸⁴Kr into the transport line, the emittance decreased by a **factor of 3** (from 0.33 π to 0.11 π mm mrad), losing only 5% of the beam.

The *effectiveness of this approach* has been confirmed in July 1999 with systematic measurements of the *space charge compensation factor* with a tool developed at Los Alamos National Laboratory.

These measurements confirmed my hypothesis, providing compensation values in the order of 75% while in the presence of gas *this compensation increased to 98%* [S2].

Such measurements have provided over the years a reference point for all those involved in the design of the transport of intense beams. Such system, for its simplicity and

effectiveness, has been adopted worldwide for the compensation of intense monocharged beams.

The search for *maximum reliability*, was undoubtedly a longer path in which it was needed to *redesign the extraction optics*. I carried out the simulations needed and, with this new extraction system, the number of failures fell by more than one order of magnitude, allowing reliable source operations with 140 mA of protons, never achieved before on SILHI.

The modifications I proposed therefore *allowed to meet the initial specifications of SILHI*, drastically reducing both the emittance of the extracted beam and the source failures and allowing also a further increase in the beam current.

This know-how has been very useful for the construction of the *TRIPS* source, where the current values and operating voltages are lower compared to those of the SILHI source. For this reason it was possible to design a more compact source. For this source *I coordinated all the operational phases*: from the site preparation (paying great attention to the electromagnetic compatibility problems), to the design, construction, testing, etc ..

The construction was completed in 2001 and the tests started in late spring 2001; in August 2001 *the beam current requirement was reached and exceeded* (over 60 mA at 80 kV were extracted). Throughout the second half of 2002, a set of systematic measurements of the influence of the various parameters (magnetic field profile, extraction voltages, power, gas injection in the line, etc ...) allowed to obtain the *outstanding emittance value of 0.09 π mm.mrad* (the project request was $<0.2 \pi$ mm.mrad) at a beam current slightly higher than the required one. [S4]

In June 2003 an operating test was carried out continuously for 142 h at the nominal voltage and current and the source reached 99.8% reliability. [S4]

It should be emphasized that *this project was financed by the Ministry of University and Scientific Research, according to the law 95/95 for the technology transfer and our work was carried out in collaboration with a consortium of companies (HITEC-SISTEC), demonstrating the possibility of an effective transfer of know-how.*

Taking into account the experience gained by LNS in the field, I have proposed and implemented a further *optimized version of the TRIPS source called VIS*. The aim was to reduce the tuning parameters by the operator and to modify the hardware in order to *reduce maintenance*, without affecting the characteristics of the source and maintaining the stability and high reproducibility of TRIPS.

Such compact source (coils were substituted with permanent magnets, extraction column simplified and reduced in dimensions, bulk HV platform disappeared) has proved to be very *versatile in the ionization of light elements* such as H₂, D, He, O showing reliability and consistency over time even higher than the TRIPS source.

The VIS source represents the *cutting-edge technology* of the high intensity proton sources with permanent magnets and for its compactness and ease of use has been used *as intense H₂⁺ beam injector* in a cyclotron used to study the central region of the accelerators to be implemented for the ISODAR and DAE δ ALUS projects. [17, 21]

In this case a *project management* efforts has been fundamental to organize the dismantling, the successive packaging and the safe transportation by ship to Vancouver. The LNS staff carried out the unpacking and reassembly in 14 working days. The same time was needed for dismantling in Vancouver, packaging and shipment back to LNS.

The technological research activity carried out and the experience gained has been recognized with the ***leadership of the design, production and commissioning of the high intense proton source and of the relative low energy transfer line (up to the RFQ) of the ESS project.*** A long phase of study and testing was necessary to define the design of the source because of the high-profile requirements in terms of reliability, current and emittance of the proton beam and times of rising and falling of the beam pulse [15, 20, 21, 25].

Even in this case ***I coordinated all the operational phases:*** from the site preparation (paying great attention to the electromagnetic compatibility problems), to the design, construction, testing, etc ..The source resume the experience gained in more than 20 years of work in this field and ***represents the state of art of this kind of sources worldwide,*** the ***outstanding results of the commissioning*** carried out at the LNS have been recently presented at the last International Conference on Ion Sources (Geneva, Oct. 2017) [S9]. The ***successful installation int the ESS accelerator tunnel has been completed*** at the beginning of February with a team of 5 people that I supervised in the different working phases and some detail have been reported in last IPAC conference (Vancouver, May 2018).

An ***accurate effort of project management*** has been needed to coordinate all the actors involved during the source design, construction and commissioning. Moreover, due to the logistic issues, a precise schedule of the source removal to Lund was needed to ensure a safe transportation and an appropriate allocation and use of the human resources.

Production and acceleration of exotic beams (EXCYT)

Since the beginning of my research activity, I contributed to the **construction, assembly, testing and commissioning of the EXCYT facility** for the production and acceleration of exotic beams.

The EXCYT Special Project was based on the use of the two accelerators (Tandem and Superconducting Cyclotron) existing at the LNS. Intense beams of light ions accelerated by the cyclotron up to $50 \div 80$ AMeV hit a thick target. The radioactive atoms produced diffuse in the target and then later effuse towards the source, where they are ionized. The ions are then separated from the contaminants with a high-resolution magnetic separator ($M/\Delta M = 20000$) and injected into the Tandem, which permits to continuously vary the energy from 0.2 to 8 AMeV with stability in the order of 10^{-4} and beam emittance of $0.5 \div 1 \pi$ mm.mrad.

For this project I ***coordinated the final activities*** of installation and testing of high voltage platforms and mass isobaric separator, giving a contribution to many of the operating subsystems (safety system, depression system, remote manipulation, etc ...).

I also ***coordinated the commissioning of the entire facility and the first experiments with the 8Li beam allowing the smooth running of the scientific program of the INFN-LNS.***[S5, 8, 10, 14]

The most significant contributions to the different components are listed below:

- a) the ***optimization of the primary ion sources*** for the CS, so as to provide maximum currents of $1 \div 7 \mu\text{A}$ for the beams of interest (C, O, Ne, Ca). – See paragraph on ECR ion sources
- b) the design, construction and related tests of a source prototype for secondary ionization with high efficiency (MIDAS 2) as described hereinafter;

- c) the development and tests of the three "ISOLDE" sources: the positive surface ionization source (PIS), the negative surface ionization source (NIS) and the source Hot Plasma (HPIS);
- e) the electrostatic design of the high voltage platforms and of the high voltage pipe connecting them;
- d) the design of the *extraction geometry* of the sources for the radioactive beams in order to minimize the emittance at the entrance of the mass isobaric separator. From the calculations I made with the 3D code KOBRA3-INP it is clear that this result can not be obtained unless intercepting part of the beam extracted from the source. These losses are considerable if maximum separation is required, while they are much more limited when this demand is more relaxed.

MIDAS2

Within the EXCYT project my most *innovative contribution* was the design and implementation of the MIDAS2 source (MICrowave DISChARGE Source), to ionize the reaction products coming from the target with high efficiency.

The source is based on the off-resonance discharge principle. According to this principle, the heating in the plasma occurs not by resonance ECR (electron cyclotron resonance) but for "UHR" (upper hybrid resonance) in the presence of a non-resonant field for the electronic component. In this case the plasma is not subject to density cutoff, but the electronic temperature is much lower than that of the ECR source (only a few tens of eV). This makes *this source the ideal instrument for ionizing the radioactive beams*, as it ionizes with 1+ charge status more effectively than an ECR source can, and the extracted beam has a low energy spread (thanks to the low ionic temperature). Moreover, compared to other sources used for RIB, this type of source has the enormous advantage of the *absence of parts subject to wear* and of having a short ionization time (10-50 ms) which minimizes product losses with low average life.

After the encouraging results of the First version, I personally conceived and followed the second version in all phases (design, construction, test and collection and analysis of results) allowing a qualitative jump of one order of magnitude in the ionization efficiencies.

The *efficiencies measured* under different operating conditions (base pressure and gas load) range from a few% to 50%, depending on the operating pressure, but do not vary considerably with the ionic species.

For the results highlighted, **the MIDAS2 source is particularly suitable for ionization of radioactive beams; this solution was subsequently chosen by several laboratories with RIB facility: in fact, a source based on this principle was created at TRIUMF (Canada), at GANIL (France), and at the ISOLDE facility at CERN.**

Activities concerning the Superconducting Cyclotron (CS)

I started working at INFN-LNS as student on the coupling between the Tandem and the Superconducting Cyclotron doing the thesis ("Experimental-Theoretical study of a radiofrequency system for the pulsing of ion beams accelerated by the Superconducting Cyclotron of the LNS").

I proposed important changes to the original *pulsation system*, which included a "double drift" buncher at a frequency of $15 \div 48$ MHz and a rebuncher in IV harmonic, lowering the

operating frequency of the Low Energy Buncher (to work also in the second subharmonic), in order to increase the distance in time between successive bunches, as required by nuclear physics experiments, without decreasing the pulsation efficiency significantly.

In 1996 I contributed to the *design of the high energy chopper* to further increase the temporal separation between two bunches.

I also participated in the beam line tests for the coupling between Tandem and CS.

Finally, over the years, I always supported the RF group activities of INFN-LNS on the design of several specific devices such as: the high energy chopper for the LNS superconducting cyclotron, the low energy chopper for the European Spallation Source and the buncher for the LNS superconducting cyclotron. I have been also working for the training of some engineers for the Accelerator Division.

Overview of the most significant activities per year

2018

- Chair of ECRIS 2018 conference (<http://ecris18.lns.infn.it/>).
- ESS: Unpacking and installation at Lund of the first source.
- ESS: Procurement of the second source. Data Analysis.
- AISHa: Restart of the source. Commissioning with Ar, O, Xe, He.
- AISHa: Simulation of new extraction scheme and design of the relative upgrading.
- AISHa: Modification of diagnostics to implement the emittance measurement unit
- DEMETRA: Construction of Photonic Crystal (woodpile structure) at 18GHz and at 90 GHz. Construction of the final W band metallic structure at 90 GHz. RF characterization.

2017

- ESS: Successful completion of all commissioning phases: detailed mapping of operating conditions with EMU at source exit.
- ESS: Installation of the entire LEBT together with diagnostics and controls. Debugging of computer control and optimization of diagnostics. Emittance measurements at the RFQ entrance point.
- ESS: Assembly of the second platform with all component and services at UMAS Technology.
- ESS: Dismounting and packaging of the entire setup for the shipment to Lund. Preparation for installation at beginning of 2018.
- AISHa: Commissioning of the source with CH₄ and O.
- AISHa: Arrival of the second set of superconducting coils (IRPT) together with relative diagnostics.
- DEMETRA: Design of a Photonic crystal waveguide for particle acceleration- Construction of a metallic open Gaussian horn at 110 GHz and relative measurements

2016

- ESS: Procurement phase of source and LEBT components.
- ESS: Site preparation with particular care to the electromagnetic compatibility problematics.
- ESS: Assembly of High voltage platform and cross after the first element of the LEBT. ESS First plasma
- AISHa: Assembly of the different parts of ion source and beamline together with diagnostics and focusing elements. Assembly of vacuum system. Assembly of the platform
- AISHa: Arrival of the first set of superconducting coils (POR) together with hexapole and integration in the testbench. AISHa First Plasma
- DEMETRA: Design of W band open accelerating structure and design of a W-band Open Gaussian Horn Antenna

2015

- *ESS Procurement phase, Tenders. Site preparation.*
- *AISHa Procurement phase. Site preparation.*
- *Microwave interferometer measurements.*
- *Conceivment and design of a photonic crystal based DC-BREAK for ECRIS.*

2014

- *Technical design of the high intense proton source for the ESS linac. Procurements and tenders.*
- *Technical design of the AISHa ECR ion source for Hadrontheraphy. Procurements and tenders.*
- *VIS adaptation to intense H_2^+ production in the framework of Daedalus collaboration: conceivment and manufacturing of three different source bodies for enhanced H_2^+ fraction generation; commissioning and tests at BEST site (Vancouver).*
- *Preliminary study of a compact microwave interferometer for plasma density measurement in ECR ion sources.*

2013

- *Conceptual design of the high intense proton source for the ESS linac: redesign of beam extraction and beam line optics due to new ESS requirements; space charge compensation tests at CEA IRFU to validate the chopper design.*
- *Conceptual design of the AISHa ECR ion source for Hadrontheraphy.*
- *VIS adaptation to intense H_2^+ production in the framework of Daedalus collaboration: VIS removal, installation at BEST site (Vancouver), re-commissioning and first tests.*

2012

- *Conceptual design of the high intense proton source for the ESS linac and the low energy transport beam line.*
- *Definition of a compact test bench named FPT for fundamental plasma physics studies in the framework of UTOPIA experiment.*
- *Modelling of ECR plasma (modification of the classical non-uniform cold tensor taking into account ion source peculiarities) and full wave computations of electromagnetic wave propagation in ECRIS.*

2011

- *Co-chair of ICIS 2011 conference (<http://icis11.lns.infn.it/>).*
- *Bernstein wave generation in a compact plasma reactor at INFN-LNS: observations of the non-linear broadening of the pumping EM wave spectrum and X-ray spectroscopy of the electron components).*
- *TFH and frequency tuning tests in the CAPRICE ECR ion source at EIS testbench (GSI).*
- *X-ray spectroscopy of warm and hot electron components in the CAPRICE ECR ion source at EIS testbench (GSI).*
- *Commissioning of the VIS source with light ions (He, O).*

2010

- *Emittance measurements of proton beams produced by the VIS source in the framework of the NTA- HPPA strategic project.*
- *Advanced conceptual design of the MISHA ion source for Hadrontherapy.*
- *Frequency tuning investigations in the CAESAR ion source at INFN-LNS cross-checking the emittance of the extracted beams and the Bremsstrahlung measurements.*

2009

- *Definition of the MISHA ion source magnetic system through detailed VECTOR FIELDS magnetostatic simulations.*
- *Commissioning of the VIS source in the framework of the NTA- HPPA strategic project.*
- *Systematics of frequency tuning tests with relative emittance measurements at the AECR ion source at Jyvaskyla university and the SUPERNANOGAN sources at CNAO Hadrontherapy facility.*
- *Systematics of SUSI ion source performance (Michigan State University- NSCL) with different confinement conditions: emittance and Bremsstrahlung measurement.*

2008

- *EXCYT: coordination of the beam production activities and of the facility maintenance procedures.*
- *Test and development of the CNAO ion sources.*
- *Installation and first tests of the high intense PM-TRIPS ion source*
- *Commissioning of the 28 GHz-10 kW microwave source and of the coupling line with the chamber of MS-ECRIS ion source (GSI).*

2007

- *EXCYT: coordination of the beam production activities and of the facility maintenance procedures.*
- *EXCYT: definition of a common test-bench (INFN- LNS and INFN-LNL) for beam development.*
- *Electromagnetic characterization of the CAPRICE ion source (GSI) with and without plasma to validate the frequency tuning effect.*
- *Definition of the MS-ECRIS ion source coupling with the 28 GHz-10 kW microwave source.*

2006

- *EXCYT: coordination of the entire facility commissioning and first experiments (BIGBANG, RCS).*
- *First experimental evidence of the frequency tuning effect in ECR ion sources: beam produced at CAPRICE ion source (GSI) changes in intensity and shape with a frequency variation of $\pm 2\%$.*
- *Simulations and definition of the MS-ECRIS beam extraction system in collaboration with GSI colleagues.*

2005

- *EXCYT: coordination of the isobaric separator commissioning with stable (${}^7\text{Li}$) and radioactive (${}^8\text{Li}$) ion beams.*
- *EXCYT: first post-acceleration of ${}^8\text{Li}^+$.*
- *Electromagnetic characterization of the microwave sources feeding the SERSE and CAESAR ion sources at INFN-LNS.*
- *Development of a code to investigate different coupling schemes between SERSE ion source and the microwave generators.*

2004

- *EXCYT: coordination of the activities for the completion of the facility.*
- *Investigation with INFN-LNS ion sources (SERSE, CAESAR) on the ECR heating phenomenon through the use of wide band microwave amplifier.*
- *Final optimization of the TRIPS source (delivery to INFN-LNL in 2005)*

2003

- *TRIPS source: beam extraction optimization and maximization of beam availability (up to 99.8%) in long run tests (142h).*
- *Optimization of SERSE microwave coupling with the microwave amplifiers: first experimental evidence of standing wave formation in ECR plasma chamber.*
- *GyroSERSE: Study of the magnetic system with VECTOR FIELDS codes and study of beam extraction with KOBRA-3D code.*

2002

- *Study of beam extraction and transport for third generation ion sources*
- *Minimization of the high intensity proton beam emittance produced by the TRIPS source.*
- *Commissioning of the hybrid source LIS+SERSE (ECLISSE experiment)*
- *Installation and tests of wide band power amplifier for the INFN-LNS ion sources: first experimental evidence of microwave coupling consequences in ECRIS.*

2001

- *TRIPS source completion, installation and first beam.*
- *Design study for the third generation ECR ion source "GyroSERSE".*
- *EXCYT: tests on ISOLDE-type RIB sources.*

2000

- *SERSE 28 GHz experiment: coupling of the SERSE ion source with a 28 GHz-10kW gyrotron (first time that a ECR ion source was coupled with a so powerful generator). CW and afterglow operations: scaling law studies.*
- *ECLISSE experiment: study of a hybrid source Laser + ECR.*
- *EXCYT: test and development of the MIDAS2 source; ionization efficiency tests.*

1999

- *Test and development of the SILHI ion source (CEA-Saclay).*
- *Design of the intense proton source named TRIPS for the TRASCO project.*
- *18 GHz upgrading of the SERSE ion source: scaling law studies.*
- *Study of the coupling between the SERSE ion source and a 28GHz-10kW gyrotron.*
- *Manufacturing of the MIDAS2 ion source and installation on a testbench.*

1998

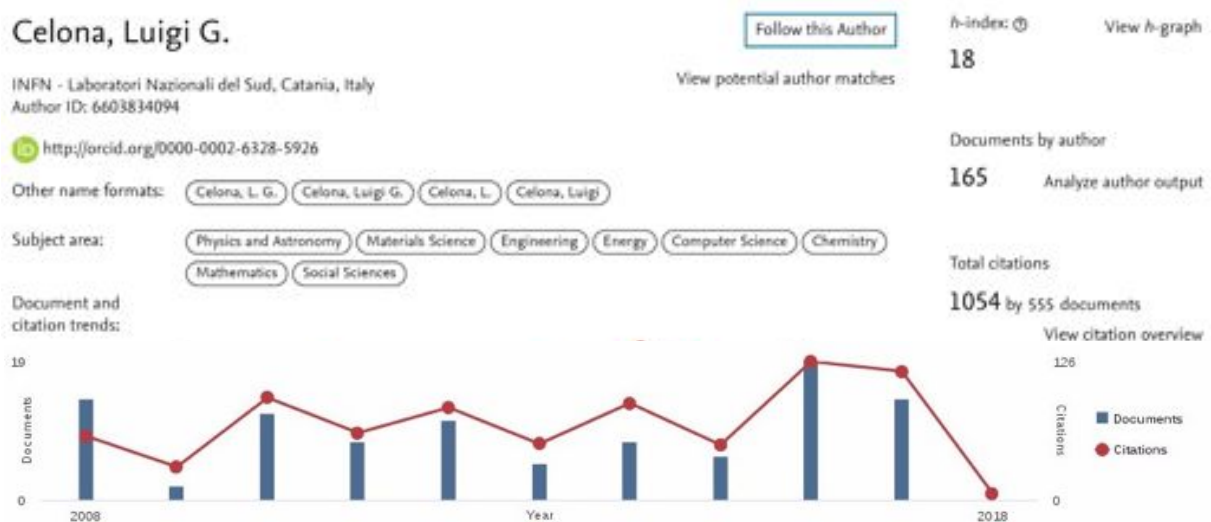
- *Design of MIDAS2 source for the high efficiency positive ionization of the recoils to be produced in the target of the EXCYT facility.*
- *Study and design of the extraction system for the EXCYT ion sources*
- *Electrostatic calculations for the EXCYT high voltage platforms system.*

1997

- *Test and development of MIDAS source.*
- *Design of the INFN-LNS high energy chopper.*
- *Member of ICIS'97 Local Organizing Committee.*
- *Study of the coupling between microwave generators and ion sources.*

Publications (05/2018)

- 137 Papers indexed by ISI Web of Science (165 indexed by SCOPUS)
- H-index 16 according to ISI Web of Science (18 by SCOPUS, 25 by Scholar)
- Citations: 949 according to ISI Web of Science (1054 SCOPUS, 1984 by Scholar)



Oral and invited talks to international conferences

- [1] L. Celona, S. Gammino, G. Ciavola, *The GyroSERSE project*, Int. Workshop on “Production of Intense Beams of Highly charged ions”, Catania (20-24 September 2000) (Oral talk)
- [2] L.Celona, G. Ciavola, S. Gammino, *Third generation ECR ion sources*, 5th Int. workshop on Strong Microwave in Plasmas, (5-9 August 2002) Nizhny Novgorod, Russia (Invited)
- [3] L. Celona, G. Ciavola, S. Gammino, F. Chines, M. Presti, L. Andò, X.H. Guo, R. Gobin, R. Ferdinand, *Status of the TRASCO intense proton source and emittance measurements*, 10th International Conference on Ion Sources, (8-13 September 2003) Dubna, Russia (Oral talk)
- [4] L.Celona, S. Gammino, G. Ciavola, F. Consoli, A. Galatà, *Analysis of the SERSE ion output by using klystron –based or TWT-based microwave generators*, 16th Int. Conference on ECR Ion Sources, (26-30 September 2004) Berkeley, USA(Oral talk)
- [5] L. Celona, F. Consoli, G. Ciavola, S. Gammino, S. Barbarino, G. Sorbello, A. Galatà, D. Mascali, *Application of Traveling Wave Tubes (TWT) to ECRIS plasma*, 32nd Int. Conf on Plasma Science, Monterey, USA, 18-23 June 2005 (Oral talk)

- [6] L. Celona, G. Ciavola, F. Consoli, S. Gammino, F. Maimone, ***Design and optimisation of ECR and microwave ion sources for high efficiency ionisation and high intensity applications***, 33rd Int. Conf. on Plasma Science, Traverse City, USA, 4-8, June 2006 (Oral talk)
- [7] L. Celona, S. Gammino, G. Ciavola, ***Optimization of ECR ion sources for high charge state beam generation***, 19th International Conference on the Application of Accelerators in Research and Industry, Fort Worth, Texas, 20-25 August 2006 (Invited)
- [8] L. Celona on behalf the EXCYT collaboration, ***EXCYT: the RIB Project at INFN-LNS***, 19th International Conference on the Application of Accelerators in Research and Industry, Fort Worth, Texas, 2006 20-25 August (Invited)
- [9] L. Celona, F. Consoli, S. Barbarino, G. Ciavola, S. Gammino, F. Maimone, D. Mascali, L. Tumino, ***Impact Of Microwave Technology On ECRIS Performances***, 17th Int. Workshop on ECR ion Sources, Lanzhou, Cina, 17-21 September 2006 (Oral talk)
- [10] L. Celona on behalf the EXCYT collaboration: ***EXCYT (EXotics with CYclotron and Tandem): the RIB facility at INFN-LNS***, ISOLDE User Meeting Workshop, CERN, 12-14 Feb. 2007 (Invited)
- [11] L. Celona, G. Ciavola, S. Gammino, N. Gambino, F. Maimone, D. Mascali, R. Miracoli, ***On the observation of standing waves in cylindrical cavities filled by microwave discharge plasmas***, 18th Int. Workshop on ECR ion Sources, Chicago, USA, 15-18 September 2008 (Oral talk)
<http://accelconf.web.cern.ch/AccelConf/ecris08/html/author.htm>
- [12] L. Celona, S. Gammino, G. Ciavola, F. Maimone, D. Mascali, ***Microwave to plasma coupling in ECR and Microwave ion sources***, 13rd International Conference on Ion sources, Gatlinburg, USA, 20-25 September 2009 (Invited)
- [13] L. Celona, S. Gammino, G. Ciavola, D. Mascali, ***New tools for the improvement of beam brightness in ECR ion sources***, 19th International Conference on Cyclotrons and their Applications, Lanzhou, China, 6-10 September 2010 (Invited)
- [14] L. Celona, ***Radioactive beams at LNS***, EURISOL meeting, CERN, Ginevra, 27-28 June 2011 (Invited) <https://indico.cern.ch/event/138670/contributions/150731/>
- [15] L. Celona, ***The ESS Proton Source and LEBT***, ESS Warm Linac meeting, Catania, Italia, 6 July 2011, (Invited) <https://agenda.infn.it/conferenceDisplay.py?confId=3904>
- [16] L. Celona, G. Castro, S. Gammino, D. Mascali, G. Ciavola, ***ECRIS latest developments***, 12th Heavy Ion Accelerator Technology, Chicago, USA, June 18-21 2012, (Invited)
<http://accelconf.web.cern.ch/AccelConf/HIAT2012/html/author.htm>
- [17] L. Celona, S. Gammino, G. Ciavola, D. Mascali, ***Optimization of VIS ion source for the DAEδALUS project***, DAEδALUS Workshop, Erice, Italia, 31 Oct. -3 Nov. 2012 (Invited)

- [18] L. Celona, **Plasma heating, Wave-plasma interaction**, ENSAR-ARES meeting, Jyvaskyla, Finland, 5-6 June 2013, (Invited)
- [19] L. Celona et al., **ECR ion source developments at INFN-LNS**, 21st International Workshop on ECR Ion Sources, Nizhny Novgorod, Russia, 24-28 August 2014 (Oral talk) <http://accelconf.web.cern.ch/AccelConf/ECRIS2014/html/author.htm>
- [20] L. Celona, **Source commissioning experiences at INFN-LNS and plans related to ESS source**, EUCARD2 (Enhanced European Coordination for Accelerator Research & Development) Workshop on Beam Commissioning of Proton Linacs, Lund, Svezia, 8-9 April 2014 (Invited) <https://indico.ess.lu.se/event/164/timetable/#20140408.detailed>
- [21] L. Celona, S. Gammino, G. Castro, D. Mascali, L. Neri, G. Torrisi, **H_2^+ intense beam production with the VIS (Versatile Ion Source) in the DAE δ ALUS/ISODAR framework**, DAE δ ALUS/IsoDAR meeting, Erice, Italia, 22-25 October 2014 (Invited)
- [22] L. Celona, S. Gammino, D. Mascali, **High density plasmas and new diagnostics: An overview (invited)**, 16th International Conference on Ion Sources, New York, USA, 23-28 August 2015 (Invited) <http://www.c-ad.bnl.gov/icis2015/Program.htm>
- [23] L. Celona et al., **Plasma heating and microwave injection efforts at INFN-LNS**, Symposium on Intense Beam production for HCI with ECRISs, Lanzhou, China, 2016 (Invited)
- [24] L. Celona et al., **The proton source for the European Spallation Source (PS-ESS): installation and commissioning at INFN-LNS**, 22nd International Workshop on ECR Ion Sources, Busan, South Korea, 28 August – 1 September 2016 (Oral talk) <http://accelconf.web.cern.ch/AccelConf/ecris2016/html/author.htm>
- [25] L. Celona et al., **High intensity proton source and LEBT for the European Spallation Source**, 17th International Conference on Ion Sources, Ginevra, Svizzera, 15-20 October 2017 (Oral talk) <https://indico.cern.ch/event/628126/program>
- [26] L. Celona et al., **Commissioning of the AISHA Ion Source at INFN-LNS**, 23rd International Workshop on Ion Sources, Catania, Italia, 10-14 September 2018 (Oral talk) <http://accelconf.web.cern.ch/AccelConf/ecris2018/papers/mob3.pdf>

Editorial Activity

During these years, I have serving as referee for several international journals:

- Physical Review Letters;
- Physical Review - Special Topics on Accelerators and Beams;
- Plasma Sources Science and Technology;
- Nuclear Instruments and Methods in Physics Research;
- Review of Scientific Instruments;
- Heliyon – Elsevier;
- Indian Journal of Physics

International Cooperation

The prominent role played by INFN-LNS in the field of Accelerator/Ion Sources physics and technology has permitted to activate a number of international collaborations worldwide. The ones in which I played a major role are:

Heavy ion sources with a high state of charge:

The most important collaborations in this field were those with the CEA of Grenoble (France) and with the GSI (Germany). Both have been very continuous and fruitful (since 1996) and focused on the most varied theoretical and experimental aspects of ion sources. In particular, the first focused on SERSE and the 28 GHz experiments, while the second on the study of the process of extraction of intense ion beams, on its modeling through finite element codes and recently on the MS-ECRIS source and on the effects of frequency tuning. In this field I have collaborated with: LBNL (Berkeley, USA), MSU-NSCL (East Lansing, USA), RIKEN (Japan), IMP-Lanzhou (China), University of Jyväskylä (Finland), KVI (Holland), IAP (Nizhny Novgorod, Russia), ISN (Grenoble, France) today LPSC.

High-intensity sources of light ions:

In this case, the most fruitful collaborations were those with the CEA of Saclay and with LANL (Los Alamos, USA). The collaboration with the CEA began in 1998 with tests on their SILHI source producing interesting results with considerable appreciation from the management of the CEA, which actively supported the continuation of this collaboration by participating in the commissioning of our TRIPS source, as described previously. As evidence of their interest, the CEA group has brought to the LNS the diagnostic developed for SILHI for the measurement of emittance of intense beams. The collaboration with the LANLs was instead focused on space charge compensation measures on SILHI and TRIPS using non-interceptive diagnostics made available by these laboratories. This collaboration has also been extended to the calculations for the definition of the new SILHI extraction geometry. In this field I also had a fruitful collaboration with the CRNL (Chalk River, Canada).

Ion sources for radioactive beams:

In this field the most important collaborations were with CERN, with the colleagues of the ORNL (Oak Ridge, USA) and with the laboratories of GANIL (Caen, France). In particular, the colleagues at CERN shared the drawings related to the ISOLDE-type sources and the decades of experience gained in the sector, receiving in turn the drawings of the MIDAS2 microwave discharge source, the ORNL colleagues made their knowledge available on the charged exchange cell, while GANIL colleagues have allowed more than a month of EXCYT TIS testing on their SYRA testbench.

Hybrid and LIS sources:

I collaborated with colleagues JINR, Dubna (Russia) for calculations related to the ECLISSE experiment and then with colleagues from IPPLM (Warsaw, Poland) and CAS, (Prague, Czech Republic).

Catania, 15 Marzo 2019

Luigi G. Celona

CURRICULUM VITAE DOTT. M. LA COGNATA

(Redatto ai sensi degli artt. 46 e 47 DPR 445/2000)

Attività scientifica

La mia attività di ricerca s'inquadra nell'ambito dell'astrofisica nucleare e, più in generale, della fisica nucleare delle basse energie (energie astrofisiche, inferiori a pochi MeV per nucleone). **L'astrofisica nucleare rappresenta un campo di primaria importanza per l'INFN, che ha avuto finanziato un progetto premiale proprio in questo campo (cui ho partecipato, svolgendo attività di *spokesperson* in numerosi esperimenti).** Nell'ambito dell'astrofisica nucleare ho svolto un ruolo di primaria importanza, com'è dimostrato dalle pubblicazioni scientifiche e dalle presentazioni su invito che ho tenuto.

In particolare, ho dato impulso a tre linee di ricerca:

1. **lo studio indiretto di reazioni risonanti d'interesse astrofisico.** Ho sviluppato in quest'ambito un metodo innovativo per l'estrazione della *strength* di tali risonanze, pubblicato per la prima volta su *Physical Review Letters* (PRL 101, 152501 (2008), Impact factor 8.839), e ho dimostrato la possibilità di unire due metodi indiretti molto diffusi, ANC e *Trojan Horse Method* (THM), in un singolo approccio (PRL 109, 232701 (2012)). Il mio ruolo nel campo dello studio indiretto di reazioni risonanti è riconosciuto a livello internazionale dai *talk* su invito e in particolare dalla stesura della sezione sul THM di un articolo di *review* (Indirect techniques in nuclear astrophysics: a review, **Reports on Progress in Physics 77, 106901 (2014), IF 14.257**). Più recentemente, ho partecipato alla stesura di un altro articolo di Review, apparso su *The European Physical Journal A* (EPJ A 52, 77 (2016) IF 2.799), del quale ho curato la parte teorica e la sezione sulle reazioni risonanti.
2. **Lo studio diretto e indiretto di reazioni d'interesse astrofisico indotte da nuclei radioattivi.** Sono stato, infatti, responsabile dell'analisi della reazione ${}^4\text{He}({}^8\text{Li},n){}^{11}\text{B}$ misurata presso la **facility EXCYT dei LNS dell'INFN**. EXCYT è stata la prima facility per la produzione di fasci radioattivi con la tecnica ISOL in Italia, e la reazione ${}^4\text{He}({}^8\text{Li},n){}^{11}\text{B}$ è stata misurata nella fase di *commissioning* dell'apparato. Questo studio ha prodotto numerose pubblicazioni in riviste internazionali ad alto parametro di impatto, l'ultimo dei quali su *Physics Letters B* (PLB 753, 449 (2016) IF 4.254). Più recentemente, mi sono occupato dello studio della reazione ${}^{18}\text{F}(p,\alpha){}^{15}\text{O}$ (*The Astrophysical Journal* 846, 65 (2017) IF 5.551)
3. **Lo studio di reazioni di fotodissociazione di interesse astrofisico.** In questo ambito, sono stato **responsabile di un contratto tra l'INFN e ELI-NP** (Extreme Light Infrastructure Nuclear Physics, Romania) per la progettazione, simulazione, realizzazione di un prototipo e test sotto fascio presso i LNS di un rivelatore ad ampio angolo solido, alta risoluzione e bassa soglia di rivelazione per lo studio di reazioni di fotodissociazione di interesse astrofisico. **L'INFN ha un ruolo di primo piano all'interno del progetto ELI-NP**, in quanto nell'ambito della collaborazione EuroGammaS, formata da INFN, Università La Sapienza, CNRS e STFC (oltre a vari partners industriali europei) ha concepito, progettato e costruirà e metterà in funzione la Gamma Beam System della facility europea ELI-NP, che costituirà la sorgente più avanzata a livello mondiale di fasci gamma.

Questa breve presentazione dimostra di avere acquisito la capacità di determinare autonomamente avanzamenti significativi in attività di ricerca di interesse dell'INFN.

In particolare, è importante sottolineare che ho avuto un ruolo di primaria importanza nella pubblicazione nel maggio 2018 della **lettera su Nature (A. Tumino, C. Spitaleri, M. La Cognata et al., vol. 557, issue 7707, pp. 687-690 IF 41.577)**, essendomi occupato dello sviluppo del modello fenomenologico per l'estrazione del fattore astrofisico, dell'analisi statistica e dell'interpretazione dei risultati (come riportato nella sezione *Author contributions*). La pubblicazione di una lettera su Nature, su argomenti inerenti la *multimessenger astronomy*, dimostra chiaramente oltre al livello dell'attività scientifica, **l'attualità e la competitività** a livello internazionale degli studi condotti.

Per quanto riguarda i contributi a conferenza, ho presentato un totale di 89 contributi orali, di cui 12 a conferenze/workshop nazionali e 77 a conferenze/workshop internazionali. Tra questi si contano **32 presentazioni su invito a conferenze internazionali e 4 a conferenze nazionali**. A questi si sommano 2 poster.

Tra le conferenze internazionali alle quali ho partecipato come relatore su invito ci sono le principali conferenze che riguardano il campo dell'astrofisica nucleare: *The International Conference on Nucleus-Nucleus Collisions* (>300 partecipanti), *Nuclear Structure and Dynamics* (circa 150 partecipanti), *Fusion* (circa 200 partecipanti). **Dal 2015 ho principalmente partecipato alle conferenze come relatore su invito (25 su 34).**

In particolare, sono stato selezionato come *invited speaker* per relazionare, al workshop internazionale sul programma scientifico di SPES, tenuto presso i LNL dal 10 al 12 ottobre 2016, sul programma di astrofisica nucleare di SPES. Tra le presentazioni orali su invito annovero anche una **Lectio Magistralis** sull'astrofisica nucleare con i metodi indiretti tenuta in occasione della ricezione del Premio Internazionale Zdzisław Szymański (<http://www.fuw.edu.pl/~szymansk/homeE.html>).

Questo dimostra la **rilevanza e l'elevato numero** di contributi a convegni scientifici.

Dal 2016 al 2019 (4 anni), sono stato **rappresentante nazionale dell'esperimento ASFIN2**, in seno alla commissione scientifica nazionale III. L'esperimento ASFIN e successivamente ASFIN2 ha rappresentato per molti anni e rappresenta tuttora una linea di ricerca importante all'interno dell'INFN, come è dimostrato anche dal progetto premiale incentrato sull'astrofisica nucleare cui abbiamo partecipato.

Sono stato *spokesperson* di 22 esperimenti presso:

- Laboratori Nazionali del Sud - INFN, Catania
- Laboratori Nazionali di Legnaro – INFN, Legnaro
- Cyclotron Institute, Texas A&M University, College Station (USA)
- Florida State University, Tallahassee, Florida (USA)
- University of Notre Dame, South Bend, Indiana (USA)
- Czech Academy of Science, Praga (Repubblica Ceca)
- Institute of Nuclear Research of the Hungarian Academy of Sciences – ATOMKI, Debrecen (Ungheria)
- Rudjer Boskovic Institute, Zagabria (Croazia)
- TRIUMF, Vancouver (Canada)

In queste occasioni ho coordinato gruppi di ricerca misti (ricercatori italiani e stranieri) con budget 20-30 k€ per esperimento (durata circa 30 giorni), nelle fasi di progettazione, realizzazione, analisi off-line e interpretazione dei dati acquisiti. **Il ruolo di primo piano svolto in occasione delle campagne sperimentali qui menzionate è dimostrato dall'elevato numero di pubblicazione a primo nome.**

Dal 1/2/2016 sono *visiting scientist* della University of Texas a Austin (USA), dove mi sono occupato di misure di sezioni d'urto di reazioni nucleari in plasmi di alta temperatura prodotti da laser di alta Potenza (1 PW). Dal 3/3/2017 per un anno sono stato *visiting scientist* della Duke University (North Carolina, USA), per la misura di reazioni di fotodissociazione presso la *facility* Higs.

Nel periodo 2010-2015, **sono stato responsabile nazionale all'interno dell'INFN di un progetto FIRB-Futuro in Ricerca**, dal titolo: "Screening elettronico in reazioni di fusione", dimostrando, da una parte, la capacità di gestione di un progetto di budget abbastanza elevato, 816000 €, dall'altra, la capacità di perseguire autonomamente un'attività di ricerca strategica all'interno dell'ente. In questo contesto, ho coordinato dal punto di vista scientifico due unità (INFN-LNS e Università di Catania, per un totale di 13 collaboratori) e dal punto di vista economico l'unità INFN (5 collaboratori). Il successo del progetto è stato dimostrato dall'elevato numero di pubblicazioni (87 articoli su riviste internazionali con referee) e di presentazioni a conferenze nazionali (6, di cui 3 su invito) e internazionali (53, di cui 14 su invito). La rilevanza a livello internazionale e per l'INFN del progetto è dimostrata anche dal fatto che sono stato segnalato dall'ente come **ricercatore "di merito eccezionale"** ("Graduatoria Generale D.M. n. 828 del 17 ottobre 2013 – Riconoscimento e valorizzazione merito eccezionale", contenente la valutazione finale del CEPR, allegata alla Nota del MIUR del 17 giugno 2014 n. 13484, come da deliberazione n. 13326 del Consiglio Direttivo dell'INFN).

Dal 1/10/2014 al 31/7/2015, sono stato principal investigator di un contratto di R&D tra i LNS dell'INFN ed ELI-NP, dal titolo "Design of a large-area silicon array for nuclear astrophysics at ELI-NP" finanziato dall'Horia Hulubei National Institute of Research & Development in Physics and Nuclear Engineering (IFIN-HH) - Extreme Light Infrastructure - Nuclear Physics (ELI- NP) tramite il contratto n. 4 del 1/10/2014, con

l'obiettivo di progettare e realizzare un prototipo di un rivelatore di grande superficie per studi di astrofisica nucleare presso la facility ELI-NP, per un ammontare di 22200 € (solo spese del personale, i costi relativi ai rivelatori e all'elettronica, di ammontare pari a circa 25000 € sono stati coperti direttamente da ELI-NP). Per questo contratto ho coordinato un gruppo composto da 4 collaboratori italiani e 3 collaboratori rumeni. Il progetto ha avuto notevole successo per cui si sta attualmente discutendo la stesura di un contratto di ricerca tra i LNS e ELI-NP per la realizzazione del rivelatore presso i LNS (contratto del valore di circa 600 mila €). Il successo della fase di R&D è stato riconosciuto da ELI-NP tramite una lettera indirizzata al direttore dei LNS, e dalla stesura della sezione di un articolo di *review* dedicato all'astrofisica nucleare con fasci gamma (Eur. Phys. J. A 51, 185 (2015)), del cui programma sono responsabile.

Per concludere il sommario dell'attività scientifica, vorrei menzionare che l'impatto della mia attività di ricerca è stato riconosciuto a livello nazionale e internazionale, con il conseguimento di premi assegnati da importanti istituzioni. Nel 2004 la Società Italiana di Fisica mi ha attribuito il Premio "Prof. Renato Ricamo" per giovani ricercatori; nel 2008, l'Accademia Gioenia di Catania mi ha attribuito il premio per il miglior giovane ricercatore. Nel 2017 ho ricevuto il **Zdzisław Szymański Prize** dall'Università di Varsavia. Questo premio internazionale, assegnato ogni due anni a partire dal 2002 ad un ricercatore di età inferiore a 41 anni per "outstanding accomplishments in the area of theoretical or experimental studies of the properties of atomic nuclei", mi è stato attribuito da un comitato internazionale "in recognition of his contributions to the field of experimental studies of nuclear reactions of astrophysical relevance, in particular for developing extensions of the Trojan Horse Method to resonant reactions, including subthreshold resonances."

Attività di coordinamento

Nell'ambito dell'astrofisica nucleare ho svolto una intensa attività di coordinamento, sia come organizzatore e curatore che come revisore.

Per quanto riguarda l'attività di organizzazione di conferenze e scuole nazionali e internazionali, mi sono spesso occupato con ruoli di rilievo di **eventi di elevato impatto** sulla comunità.

- Membro del Local Organizing Committee della quinta "European Summer School On Experimental Nuclear Astrophysics" Santa Tecla (CT) 20-27/9/2009 (circa 100 partecipanti)
- Segretario scientifico della VI "European summer school on experimental nuclear astrophysics" Santa Tecla (CT) 18-27/9/2011 (circa 100 partecipanti)
- Membro del Local Organizing Committee dell'Incontro Nazionale di Fisica Nucleare 2012 (INFN12), organizzato dalle CSN III e IV dell'INFN, che si è svolta a Catania dal 12 al 14 novembre 2012 (circa 150 partecipanti)
- Segretario scientifico della conferenza internazionale: "The 12th International Conference on Nucleus-Nucleus Collisions (NN2015)" che si è tenuta a Catania dal 21 al 26 Giugno 2016, organizzata dai LNS e dalla sezione INFN di Catania, e dall'Università di Catania (**più di 300 partecipanti**)
- Membro del Local Organizing Committee della IV "Azarquel School of Astronomy: a Bridge between East and West" 11-16 June 2017, Portopalo di Capo Passero - Syracuse, Italy (circa 100 partecipanti)
- Segretario scientifico della conferenza internazionale: "Nuclear Physics in Astrophysics 8" che si è tenuta a Catania dal 18 al 23 giugno 2017, organizzata dai LNS di Catania (170 partecipanti)

Sono attualmente *referee* di prestigiose riviste internazionali: *Nuclear Physics A* (dalla quale sono stato nominato, nel maggio 2018, "**outstanding reviewer**"), *European Physical Journal A*, *Astrophysics and Space Science*, *Research in Astronomy and Astrophysics*.

Sono *Review Editor* dell'*Editorial Board* di "Nuclear Physics", parte del network di riviste scientifiche "Frontiers in Physics" (<https://www.frontiersin.org>).

Mi occupo della valutazione di progetti su incarico di alcune istituzioni internazionali: GAČR (Grantová Agentura České Republiky) della Czech Science Foundation, FWO (Fonds Wetenschappelijk Onderzoek) Research Foundation – Flanders, e membro del Comitato degli esperti del "National Center of Science and Technology Evaluation" del Ministry of Education and Science della Repubblica del Kazakistan (www.ncste.kz), per il quale effettua una decina di revisioni all'anno, di progetti con budget superiore a 200 mila \$. Inoltre, sono membro del "Register of Expert Peer Reviewers for Italian Scientific Evaluation".

Sono stato editor dei seguenti proceedings di conference internazionali:

- Editor dei proceedings della VI "European summer school on experimental nuclear astrophysics" Santa Tecla (CT) 18-27/9/2011 presso "Proceedings of Science", Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati (SISSA), ISSN 1824-8039
- Editor dei proceedings della conferenza internazionale: "The 12th International Conference on Nucleus-Nucleus Collisions (NN2015)", Catania, Italy, June 21-26, 2015, presso EPJ Web of Conferences Volume 117 (2016), ISBN: 978-88-7438-101-2 e Volume 109 dei Conference Proceedings della Società Italiana di Fisica (SIF).
- Editor dei proceedings della conferenza internazionale: "Nuclear Physics in Astrophysics VIII (NPA8 2017)", Catania, Italy, June 18-23, 2017, presso EPJ Web of Conferences Volume 165 (2017), ISBN: 978-2-7598-9030-9.

All'interno dell'INFN, sono stato responsabile unico del procedimento (RUP) per numerose procedure di acquisto, sono stato membro del comitato che si è occupato dell'aggiornamento del sito web dei LNS (nomina del 16/01/2017) e sono stato nominato dal Presidente dell'INFN con Disposizione n. 20074 del 22/6/2018 membro della commissione esaminatrice che giudica sui bandi per assegni di ricerca da conferirsi presso i LNS come sostituto.

Attualmente, a partire dal giugno 2019, sono **coordinatore locale della Commissione Scientifica Nazionale III (CSN3)** dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, che si occupa delle attività di Fisica Nucleare e Fisica Adronica, dalle transizioni di fase alla struttura nucleare e le applicazioni (inclusa l'astrofisica nucleare). La sede dei LNS rappresenta il secondo più grande Gruppo III italiano (dopo quello presente presso la Sezione di Torino) e include 81 Ricercatori e Tecnologi, con un budget di circa 1 M€.

In qualità di membro della Commissione Scientifica Nazionale III, svolgo il ruolo di **coordinatore della Linea Scientifica 1** a livello nazionale, relativa alla dinamica dei quark e degli adroni. Inoltre, sono referee degli esperimenti VIP e MAMBO e responsabile del sito web della CSN3. Infine, all'interno della CSN3 sono **coordinatore della attività di terza missione** che vengono condotte da ricercatori afferenti alla CSN3.

Attività di terza missione

La mia attività di formazione e di divulgazione scientifica è iniziata con la mia associazione all'INFN. Sin dal 2002 (ad oggi) ho partecipato in qualità di relatore alla Settimana della Cultura Scientifica e Tecnologica organizzata annualmente dai LNS dell'INFN. Dal 2007 al 2012 ho partecipato all'organizzazione della postazione di astrofisica nucleare durante la manifestazione, curando i contenuti e i turni degli *speaker*. Per l'anno **2013 ho assunto il ruolo di responsabile scientifico ed organizzatore della Settimana della Cultura Scientifica e Tecnologica ai LNS** che ha coinvolto più di 3000 partecipanti. Nell'ambito dell'evento ho anche curato la visita ai LNS e la presentazione delle attività di ricerca ai membri di alcuni Club Service di Catania. Ho curato la postazione di astrofisica nucleare e condotte visite guidate dei LNS in occasione della Notte Europea dei Ricercatori a partire dal 2014.

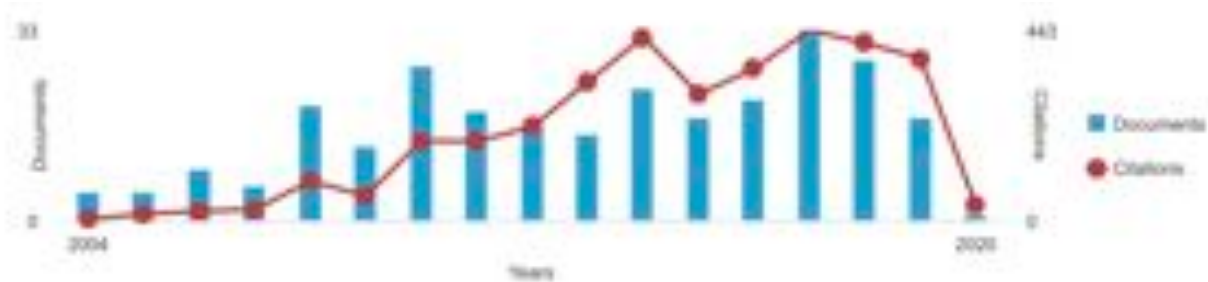
A partire dal gennaio del 2018 sono stato promotore e sono attualmente editore della newsletter di riferimento della comunità di astrofisica nucleare italiana (**GIANTS: Gruppi Italiani di Astrofisica Nucleare Teorica e Sperimentale**), che raggiunge con cadenza trimestrale circa 200 iscritti in tutta Italia. Nella veste di editore, oltre a curare i contenuti, mi sono occupato della distribuzione della newsletter. Inoltre, dalla stessa data sono amministratore della pagina web di GIANTS (<https://www.facebook.com/infngiants/>), che riceve più di 250 contatti giornalieri, nella quale sono riportati contenuti divulgativi nell'ambito dell'astrofisica nucleare, alla portata di un ampio pubblico.

Inoltre, tra i compiti istituzionali all'interno della CSN3, sono **coordinatore della attività di terza missione** che vengono condotte da ricercatori afferenti alla CSN3.

Pubblicazioni

La produzione scientifica, oltre a essere di **elevata rilevanza** (visto l'impact factor delle riviste, che supera 40 nel caso del lavoro su Nature e generalmente la loro collocazione nel **primo quartile** nel settore di appartenenza, come nel caso di Astrophysical Journal o di Physical Review C, largamente diffusi nel campo

dell'astrofisica nucleare), si contraddistingue per **consistenza e continuità temporale**, come si evince dal seguente grafico (che fa riferimento all'intera carriera scientifica a partire dalla prima pubblicazione nel 2004), con una evidente crescita del numero di citazioni.



Sorgente: Scopus (10/2/2020) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=8930534200>

In dettaglio, in 17 anni di attività scientifica (data della prima pubblicazione), risultano dal database Scopus (Author ID: 8930534200) **277 pubblicazioni**, ovvero in media 16 articoli per anno, dimostrando una **elevata intensità** di pubblicazioni.

Dal database di Scopus risultano, inoltre, **3462 citazioni e un H-index pari a 40**. Anche grazie a questo elevato numero di pubblicazioni e citazioni, ho conseguito sia l'abilitazione scientifica per la seconda fascia (professore associato) nei settori concorsuali 02/A1 (Fisica sperimentale delle interazioni fondamentali) e 02/C1 (Astronomia, Astrofisica, Fisica della Terra e dei Pianeti), e **l'abilitazione scientifica nazionale per la prima fascia – professore ordinario**, relativamente al settore concorsuale 02/A1 – Fisica sperimentale delle interazioni fondamentali e per il settore 02/C1.

Di questi lavori, sono **primo autore di 46**, dimostrando in questo modo il forte **contributo personale** alle pubblicazioni. In particolare, se si considerano i miei 10 lavori più citati (fonte Scopus, 10/2/2020), sono primo autore di 5, e fuori dall'ordine alfabetico in altri tre lavori (secondo e terzo nome, in particolare). Questo dimostra ancora una volta di aver acquisito la capacità di determinare autonomamente avanzamenti significativi nel campo dell'astrofisica nucleare, visto il numero di citazioni dei lavori e il forte contributo personale e **l'originalità dei lavori stessi (tra i quali si contano 6 lettere in cui figuro quale primo autore)**.

In particolare, **l'originalità e innovatività** della produzione scientifica è testimoniata dal **numero di lettere** pubblicate, pari a **16** (incluso l'articolo apparso su Nature come lettera).

Per meglio comprendere la **rilevanza scientifica dei lavori e delle riviste** nelle quali ho pubblicato, nonché la **diffusione delle riviste** nel contesto internazionale, elenco qui di seguito le principali riviste sulle quali sono apparsi i miei lavori (fonte: Web of Science e InCites Journal Citation Reports):

<u>Nome rivista</u>	<u>Articoli</u>	<u>Impact factor</u>	<u>Rank</u>	<u>Quartile in Category</u>
Physical Review C:	32	3.132	8/19	Q2
The Astrophysical Journal:	18	5.580	12/69	Q1
Nuclear Physics A:	12	1.463	11/19	Q3
European Physical Journal A:	13	2.481	9/19	Q2
J. Phys. G-Nucl. Part. Phys.:	7	3.534	7/19	Q2
Physics Letters B:	5	4.162	6/19	Q2
Physical Review Letters	4	9.227	6/81	Q1
Astrophysical Journal Lett.	3	8.374	6/69	Q1
Astronomy and Astrophysics	1	6.209	10/69	Q1
Rep. Prog. Phys.	1	16.62	4/81	Q1
Nature	1	43.07	1/69	Q1

Catania, 10/02/2020

Firma *Luca Caporaso*

La sottoscritta Sara Rita Pulvirenti nata a Catania il 22/05/1985, CF: PLVSRT85E62C351X, ai sensi degli art. 46 e 47 del D.P.R. 28.12.2000, n. 445

DICHIARA:

Curriculum Vitae

Sara Rita Pulvirenti

Dati Personali

Data e luogo di nascita: 22 Maggio 1985, Catania, Italia.

Nazionalità: Italiana.

Indirizzo: Via XXI Aprile 45, 95021 Acicastello, Catania.

Telefono: +39 0957111928

Cellulare: +39 3484780678

e-Mail: spulvirenti@lns.infn.it

Esperienze Lavorative

- Da Agosto 2018 ad oggi

CONTRATTO A TEMPO INDETERMINATO DA TECNOLOGO DI III LIVELLO PROFESSIONALE GRAZIE ALLO SCORRIMENTO DI GRADUATORIA DEL CONCORSO A TEMPO INDETERMINATO, PER ATTIVITÀ DI GESTIONE DI SISTEMI DI CALCOLO, STORAGE, TRASMISSIONE DATI E RETI INFORMATICHE IN ESPERIMENTI DI FISICA ASTROPARTICELLARE A GRANDI PROFONDITÀ SOTTOMARINE.

- Da Dicembre 2016 a Agosto 2018

CONTRATTO A TEMPO DETERMINATO DA TECNOLOGO DI III LIVELLO PROFESSIONALE GRAZIE ALL'IDONEITÀ DEL CONCORSO A TEMPO INDETERMINATO, PER ATTIVITÀ DI GESTIONE DI SISTEMI DI CALCOLO, STORAGE, TRASMISSIONE DATI E RETI INFORMATICHE IN ESPERIMENTI DI FISICA ASTROPARTICELLARE A GRANDI PROFONDITÀ SOTTOMARINE.

- Da Dicembre 2014 ad Novembre 2016

VINCITORE DI UN CONCORSO BANDITO DALL'INFN PER IL CONFERIMENTO DI UN ASSEGNO DI RICERCA NELL'AMBITO DELLA RICERCA TECNOLOGICA DAL TITOLO "**PROGETTAZIONE E**

REALIZZAZIONE DI SISTEMI DI TRASMISSIONE DATI AD ALTA VELOCITA' BASATI SULL'UTILIZZO DI FIBRE OTTICHE MONOMODALI":

- Responsabile del sistema di **trasmissione dati** in fibra ottica per l'esperienza KM3NeT Italia;
 - Membro del team di **integrazione e test** dei componenti e della rete di trasmissione dati in fibra ottica dell'esperienza;
 - Membro del team di **progettazione, configurazione e gestione del sistema di acquisizione e salvataggio dati** installato presso il laboratorio di Portopalo di Capo Passero e il centro di Calcolo dei LNS.
- Settembre 2012 a Settembre 2014
VINCITORE DI UN CONCORSO, PER 24 POSTI BANDITO DALL'INFN, PER UNA BORSA DI STUDIO PER TECNOLOGI NEOLAUREATI:
 - **Sviluppo di strumenti software** per l'interfacciamento dei sistemi di acquisizione e di storage dei dati acustici acquisiti dai sensori installati a bordo degli osservatori cablati NEMO-SN1 (EMSO), NEMO-Fase II nell'ambito del progetto FIRB-2008 SMO (Submarine Multidisciplinary Observatory).
 - **Analisi dei dati acustici** acquisiti dagli osservatori NEMO-SN1 (EMSO) e NEMO Fase II, per valutare il GES (Good Environmental Status) dell'ambiente sottomarino (Descrittore 11, Direttiva Europea Marine Strategy) installati rispettivamente al largo del porto di Catania e del Porto di Capo Passero.
 - Dal Gennaio 2012 a Maggio 2012
Associata presso i Laboratori Nazionali del Sud, svolgendo attività di ricerca nell'ambito della progettazione e realizzazione di software utilizzati per l'**acquisizione dei dati acustici** provenienti dall'antenna acustica SMO installata a bordo dell'osservatorio NEMO Fase2.
Membro del team di progettazione ed integrazione dell'osservatorio **NEMO-SN1**. Co-responsabile della verifica della rete ottica dell'esperienza (installazione in mare: giugno 2012). Sviluppatore del sistema software di acquisizione e visualizzazione dati acustici "large bandwidth" e "real-time".

Istruzione e Formazione

- Dal 9 al 15 Febbraio 2014: Superamento dell'esame teorico-pratico in lingua inglese del corso City & Guilds: "**Communication System, Fibre optic Cabling in an Internal and External environment**" organizzato dal **Fibreplus Ltd. Telecommunications College** (Meksham, England).
- Da 15 Marzo 2013 al 30 Novembre 2014: Corso di formazione INFN PON KM3NeT-Italia per la creazione di figure professionali con competenze in ambito scientifico tecnico-scientifico e manageriale: "**Una nuova frontiera per la ricerca: Gli osservatori Sottomarini**".

- Marzo 2012: **Superamento dell'Esame di Stato** per l'abilitazione alla professione di Ingegnere nel settore *Industriale*.
- 25 Gennaio 2012: **Laurea Specialistica in Ingegneria dell'Automazione e del Controllo dei Sistemi Complessi** con votazione **110/110 e lode**.
Titolo della Tesi: “ *Sviluppo di un software di visualizzazione e storage dei dati acustici high bandwidth e real-time per l'osservatorio abissale LIDO*”.
- 11 Aprile 2008: **Laurea Triennale in Ingegneria Informatica** con votazione **106/110**.
Università di Catania, Facoltà di Ingegneria – DIEES. Viale Andrea Doria 6, 95125 Catania (Italia).
Titolo della Tesi: “*Sviluppo di un simulatore Simulink per l'auto taratura dei parametri di un UAV*”.
- Giugno 2004: **Diploma Istituto Tecnico Industriale indirizzo informatica, sistemi e telecomunicazioni** con votazione **100/100**.

Conoscenze Linguistiche

Buona conoscenza dell'inglese, sia scritto che parlato.

Conseguimento della certificazione in lingua inglese **Cambridge ESOL** First Certificate of English (**FCE, Livello B2**).

Catania, 24 Gennaio 2019

Sara Rita Pulvirenti

Sara Rita Pulvirenti