

ALDO IANNI - Curriculum Vitae

Education and appointments.

1999, PhD in Physics from University of L'Aquila.
1999-2001, Research Associated and Lecturer, Physics Department, Princeton University (USA).
2001-2008, Staff researcher, Laboratori del Gran Sasso, INFN.
2008-2015, Senior researcher, Laboratori del Gran Sasso, INFN.
2015-2018, Director of Canfranc Underground Laboratory, Spain.
2021-present, Director of Research, Laboratori del Gran Sasso, INFN.

Responsibilities.

2024-present, Chair of APPEC Scientific Committee.
2022-present, PI of SABRE North experiment.
2021-present, Head of Office for Scientific Strategy and International Collaboration, Laboratori del Gran Sasso, INFN.
2018-2021, Head of NOA infrastructure, Laboratori del Gran Sasso, INFN.
2011-2015, Head of Scientific Division, Laboratori del Gran Sasso, INFN.

Professional services.

2022-present, Member of CERN LHCC.
2022-present, Member of the CJPL International Advisor Committee.
2017-2019, Member of Fisica de Particulas y Aceleradores Committee for the Spanish Ministry of

Research.

2013-2015, Member of CERN SPSC.
Scientific collaborations.
2015-present, SABRE collaboration.
2011-2015, DarkSide-50 collaboration, chair of the Steering Committee.
2004-2006, WArP collaboration.
1999-2021, Borexino collaboration, chair of the Editorial Board (2007-2010), member of the Institutional board (2007-2015), chair of the geoneutrino working group (2006-2008), member of the Steering Committee (2005-2007).

Book.

L. Oberauer, A. Ianni, A. Serenelli, Solar Neutrino Physics: The Interplay between Particle Physics and Astronomy, Wiley 28 February 2020, DOI:10.1002/9783527412723.

Monographs as single author.

Review of technical features in underground laboratories, Int. J. Mod. Phys. A 32 (2017) 1743001.
Solar neutrinos, Progress in Particle and Nuclear Physics 94 (2017) 257-281.
Solar neutrinos and the solar model, Physics of the Dark Universe 4 (2014) 44-49.
Gran Sasso Laboratory: present and prospects, Nuovo Cim. C037 (2014) 01.

Laura Leonzi

Ingegnere Civile

ESPERIENZA PROFESSIONALE

01 maggio 2019 – in corso

INFN - Laboratori Nazionali del Gran Sasso dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (L'Aquila – Italia)

Contratto a tempo indeterminato con profilo di Tecnologo - Ingegnere

- **Ingegnere del Servizio Coordinamento Tecnico** – Coordinamento delle attività tecnologiche gestite da una parte dalle diverse articolazioni tecniche dei Laboratori LNGS e dall'altra dalle Collaborazioni sperimentali per assicurare la pianificazione e il supporto necessario per l'installazione e la corretta gestione dei Progetti sperimentali durante il loro ciclo vita in accordo alle linee guida e regolamento LNGS. Tra le attività principali: COSINUS, Darkside20k, LIMA, NEWS, VIP, impianto Gd XENON.

- **Coordinatore del Sistema di Gestione Esperimenti (SGE)** – Coordinatore della stesura del SGE costituito da una raccolta strutturata di procedure e processi per una corretta gestione degli Esperimenti LNGS durante il loro ciclo di vita che permetta un maggior controllo dei processi tecnici, gestionali e documentali per il raggiungimento degli obiettivi scientifici prefissati, con la definizione di ruoli e responsabilità delle risorse, delle fasi e sottofasi di progetto, dei flussi di comunicazione.

Durante la mia carriera tecnologica ho ricoperto diversi **incarichi di responsabilità**:

- **Membro Ufficio RUP** – Progettazione esecutiva dei lavori di realizzazione di aree sperimentali nel *Laboratorio 2* e delle relative opere edili ed impiantistiche. Anno 2022

- **Responsabile Unico del Progetto (RUP)** – Lavori di smontaggio, rimozione e smaltimento di tutte le attrezzature e impianti degli esperimenti BOREXINO e DS50. Importo di € 1.882.406,00. Anno 2025 - in corso

- **Responsabile Unico di Progetto (RUP)** – Servizio di progettazione per lo smontaggio e rimozione delle attrezzature BOREXINO e DS50. Anno 2024

- **Membro Gruppo di Lavoro ANVUR** – Pianificazione e predisposizione documentale dei LNGS ai fini della valutazione della qualità ricerca 2020-2024 (VQR 20-24) – Valutazione infrastrutture di ricerca da parte del Gruppo di Esperti della Valutazione di Infrastrutture di Ricerca. Anno 2024-2025

- **Incarico per verifica di conformità** - Servizio di noleggio di mezzi con conducente per il trasporto di persone dei LNGS dell'INFN per la durata di tre anni. Importo di € 785.075,00. Anno 2022- 2025

- **Incarico per verifica di conformità** - Servizio di noleggio di mezzi con conducente per il trasporto di persone dei LNGS dell'INFN per la durata di tre anni. Importo di € 789.799,49 . Anno 2018- 2021

- **Membro di Commissione del concorso per Borsa di Studio** sul tema "Attività sperimentali di modellazione 3D e gestione del Product Lifecycle Management (PLM) di grandi assiemi funzionali, ricostruzione da nuvole di punti derivate da scansioni ambientali ed ottimizzazione dei dataset in ambiente software CAD avanzati".

- **Project Manager** – Lavori di completamento dell'infrastruttura civile e impiantistica del complesso progetto LUNA-MV. Importo lavori € 5 M. Anno 2020- 2022

- **Coordinatore della Sicurezza in fase di esecuzione (CSE)** - Lavori di interventi di adeguamento antincendio del Laboratori Esterni del Gran Sasso LNGS per presentazione SCIA VV.F.. Importo lavori € 199.998,91. Anno 2019

- **Coordinatore della Sicurezza in fase di esecuzione (CSE)** - Servizi integrati di noleggio gazebo di varie dimensioni, di tendostruttura dotata di ledwall, impianto audio e stampe di personalizzazione per evento *OPEN DAY 2019* ai LNGS. Anno 2019

- **Assistente al Direttore dei Lavori** – Lavori di manutenzione della segnaletica orizzontale, verticale e di sicurezza dei LNGS. Importo lavori € 36552,50. Anno 2019

- **Coordinatore della Sicurezza in fase di esecuzione (CSE)** – Lavori di realizzazione dei nuovi impianti tecnologici a servizio della Sala F dei Laboratori Sotterranei dei LNGS. Importo lavori € 60.836,20. Anno 2019-2020.

- **Direttore della Esecuzione del Contratto** – Servizio di consulenza tecnica per la messa in servizio e verifiche periodiche di apparecchi in pressione e rilascio di certificazioni ai sensi della PED 2014/68/UE e Direttiva Macchine 2006/42/CE di attrezzature/insiemi dei Laboratori LNGS dell'INFN. Importo lavori € 39.990,00. Anno 2020 - 2025

- **Delegato ai servizi del portale telematico CIVA** (Certificazione Impianti Verifiche Attrezzature dell'INAIL) – Nomina ricevuta dal Direttore dei LNGS per seguire ed effettuare la gestione informatizzata dei servizi di comunicazione, certificazione e verifica degli apparecchi a pressione. Anno da novembre 2019-2025.

da marzo 2018 – ad oggi

- **Membro della Commissione Spazi dei LNGS** - Gestione, organizzazione e assegnazione degli spazi sperimentali e dei locali uffici dei LNGS esterni

dal nov. 2017- ad oggi

- **Referente e Consulente per le attrezzature LNGS di apparecchi in pressione** - Gestione dei servizi di comunicazione, certificazione e verifiche periodiche delle attrezzature in pressione degli apparati sperimentali.

01 dic. 2018 – 30 aprile

INFN – LNGS (L'aquila – Italia)

Assegno di Ricerca Senior presso LNGS- INFN

Ingegnere del Servizio Coordinamento Tecnico dei LNGS - Pianificazione e coordinamento dei progetti e dei lavori riguardanti l'infrastruttura tecnica e gli Esperimenti LNGS

29 ott. 2018 – 08 nov.2018

CERN – Consiglio Europeo per la Ricerca Nucleare (Ginevra – Svizzera)

Stage presso CERN

09 nov. 2015 – 08 nov. 2018

INFN – LNGS (L'aquila – Italia)

Assegno di Ricerca presso LNGS – INFN

- **Membro del Servizio Coordinamento Tecnico** - Elaborazione nuovi layout, report specifiche tecniche impianti, pianificazione e coordinamento dei Servizi tecnici LNGS per lo sviluppo e realizzazione di diversi progetti come l'upgrade di un liquefattore di elio a servizio dell'esperimento CRESST, l'installazione dell'esperimento DAMA CRYST, preparazione del sito individuato per l'installazione dell'infrastruttura NOA.

- **Preposto** per il coordinamento e controllo delle attività di smontaggio e rimozione, per una cessione a titolo oneroso, di una parte della struttura portante dell'apparato sperimentale denominato ICARUS e della struttura in carpenteria metallica dell'apparato sperimentale denominato OPERA;

- **Assistente al DEC** per la gestione e supervisione delle attività relative al servizio di apertura di 150.000 rivelatori dell'esperimento Opera, denominati bricks

-**Direttore Operativo** - Lavori di smontaggio dell'Esperimento OPERA. Importo lavori a base d'asta Fase A: 120.000,00. Importo lavori a base d'asta Fase B: 489.410,17. Anno 2015-2016.

04 dic. 14 – 07 feb. 15

18 mag. 15 – 19 giu.15

MTA Atomki - Istituto di Ricerca Nucleare dell'Accademia delle scienze Ungherese (Debrecen - Ungheria)

Stage presso MTA Atomki

16 giu. 14 – 30 sett. 15

INFN – LNGS (L'aquila – Italia)

Borsa di Studio presso LNGS – INFN

Studio di fattibilità e progettazione delle infrastrutture civili e impiantistiche del Progetto premiale LUNA-MV

01 ott. 2013–15 giu. 2014 **Studio tecnico INGENIUS SRL (L'Aquila - Italia)**
Contratto a progetto di Collaborazione

luglio 2013 - settembre 2013 **Studio tecnico associato (L'Aquila - Italia)**
Collaborazione presso studio tecnico

FORMAZIONE

settembre 2013 Iscrizione all' Albo degli Ingegneri di Teramo – Settore Civile ed Ambientale

luglio 2013 Abilitazione alla professione di Ingegnere settore Civile ed Ambientale

21 maggio 2013 Abilitazione all'esercizio della professione di "Coordinatore della Sicurezza CSP e CSE"

17 maggio 2013 Laurea Magistrale in Ingegneria Civile (indirizzo Strutture) presso Università degli Studi dell'Aquila

marzo 2012 - ottobre 2012 Stage "Cantiere dell'Auditorium del Parco" - in collaborazione con il Renzo Piano Building Workshop e l'Università degli Studi dell'Aquila

01 ottobre 2010 Laurea Triennale in Ingegneria Civile presso Università degli Studi dell'Aquila

INCARICHI

2022 Membro del Comitato Nazionale di Project Management dell'INFN

2017 – 2018 Membro della Commissione di Project Management dell'Ordine degli Ingegneri di Teramo

2014 -2016 Membro della Commissione Giovane Ingegneri dell'Ordine degli Ingegneri di Teramo

L'Aquila, 02 febbraio 2026

Laura Leonzi

Gianmarco Bruno- Curriculum vitae

Curriculum reso sotto forma di dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà, ai sensi degli artt. 46 e 47 del D.P.R. 445/2000 (si allega fotocopia documento di identità valido).

Consapevole, secondo quanto prescritto dall'art. 76 del D.P.R. 445/2000, della responsabilità penale cui può andare incontro in caso di dichiarazione mendace, falsità negli atti ed uso di atti falsi, il sottoscritto dichiara sotto la propria responsabilità quanto segue:

Dati personali

Nome e cognome: Gianmarco Bruno

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9005-2821>

Titoli di studio

11/2008 – 03/2012 PhD in Fisica presso Università degli studi dell'Aquila
Titolo tesi: "Neutron background studies for direct dark matter searches in the Gran Sasso Underground Laboratory"
Relatore: Dr. W. Fulgione

09/1998 – 12/2004 Laurea Magistrale in Fisica (ordinamento precedente al DM 509/99) presso Università degli studi di Torino.
Titolo tesi: "Monitoring of the low energy ($E \geq 0.8$ MeV) counting rate with the Large Volume Detector at the Gran Sasso National Laboratory"
Relatore: Prof. O. Saavedra

Contratto attuale

02/2023 – oggi Tecnologo III livello a tempo indeterminato presso INFN – Laboratori Nazionali del Gran Sasso. Addetto Servizio Prevenzione Protezione.

Contratti precedenti

09/2021– 12/2022 Postdoc presso University of Nantes, 44300 Nantes, France
Attività di progettazione di sistemi di recupero per esperimenti con grandi masse di xenon come ad esempio DARWIN e nEXO

11/2017– 08/2021 Research associate presso New York University Abu Dhabi,
Saadiyat Island, Abu Dhabi, United Arab Emirates

G. Bruno

PI: Prof. Francesco Arneodo

Attività connesse allo sviluppo dei Silicon Photomultipliers, misurazioni del flusso di neutroni e spettroscopia gamma

- 12/2015 – 12/2017 Senior postdoc presso INFN – Laboratori Nazionali del Gran Sasso, Via G. Acitelli 22, 67100 Assergi (AQ), Italy.
Supervisor: Dr. W. Fulgione
- 06/2014 – 12/2015 postdoc presso University of Münster (Germany).
Institute for Nuclear Physics, Wilhelm-Klemm-Straße 9, D-48149 Münster, Germany.
Supervisor: Prof. C. Weinheimer
- 03/2012 – 03/2014 postdoc presso INFN – Laboratori Nazionali del Gran Sasso, Via G. Acitelli 22, 67100 Assergi (AQ), Italy.
Supervisor: Dr. W. Fulgione

Borse di studio

- 09/2008 – 03/2012 borsa di studio di dottorato conferita dall'università degli studi dell'Aquila
- 2007 – 2008 borsa di studio INFN-POR "Study and development of a data acquisition system to monitor the time-stability of a scintillation detector"
- 2005 – 2006 contratto di collaborazione coordinata continuativa INAF-IFSI di Torino.

Scuole di Specializzazione

- Giungo – Luglio 2010 "giornate didattiche di spettroscopia neutronica,"
(<https://www.sisn.it/formazione/giornate-didattiche>) con sessione sperimentale presso
Institut Laue Langevin, Grenoble, France.

Incarichi di responsabilità

- **Technical Coordinator** dell'esperimento **LVD**. (2010- 2017 ¹)
- **Co-leader** del gruppo di lavoro sulla **purificazione di XENON1T** (2014- 2017 ¹)
- **Operations Manager** dell'esperimento **XENON100** (2015- 2017 ¹)
- **Run Coordinator** dell'esperimento **LVD** (2016- 2017 ¹)

¹ Quando mi sono trasferito all'estero per prendere servizio presso la sedi di Abu Dhabi della New York University

G. Bruno

- INFN **Responsabile locale LNGS** esperimento **LVD** (2016- 2017 ¹⁾)
- membro della collaborazione **MOSCAB** (dal 2017)
- membro della collaborazione **DARWIN** (dal 2020)
- **Run Coordinator** dell'esperimento **XENONnT** (2021 e 2022)

Peer Review

- 2016- 2018: **3 volte referee** per la rivista Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment (ISSN: 0168-9002)
- 2021- 2025: **4 volte referee** per la rivista Journal of Instrumentation (JINST), IOP and SISSA journal (ISSN 1748-0221).

Altre qualifiche professionali

- **Abilitazione Scientifica Nazionale:** SETTORE CONCORSUALE 02/A1 FISICA SPERIMENTALE DELLE INTERAZIONI FONDAMENTALI. Abilitato per le funzioni di professore di II fascia dal 2021 al 2032.

Prospetto pubblicazioni su riviste internazionale con revisione tra pari

Pubblicazioni Totali	107	
Citazioni Totali	4138	(powered by scopus)
H-index	31	(powered by scopus)
Autore corrispondente	5	

Attività di ricerca

Ho svolto attività di ricerca sia in Italia che all'estero, nel campo della fisica delle particelle, in particolare nella rivelazione degli eventi rari e più precisamente: nella rivelazione di neutrini da collassi stellari

gravitazionali e nella rivelazione diretta di materia oscura.

Sono stato membro di 2 collaborazioni sperimentali internazionali (LVD e XENON) i cui rispettivi apparati sperimentali sono installati nei laboratori sotterranei del Gran Sasso (INFN) i quali sono schermati da una copertura di roccia di ~ 1400 m, sufficiente a ridurre il flusso dei muoni cosmici di 6 ordini di grandezza e dei neutroni di 3 ordini di grandezza, rispetto ai valori misurabili in superficie.

Infatti, le condizioni necessarie ad esperimenti dedicati a questo tipo di ricerche sono:

- installazione in ambienti sotterranei (oppure sottomarini) dove il numero di raggi cosmici e di particelle secondarie da essi generate, che aumenterebbero il livello di fondo di tali esperimenti, è notevolmente ridotto dalla copertura di roccia (oppure di acqua).
- costruzione con materiali aventi basse concentrazioni di isotopi radioattivi

Durante la mia attività di ricerca ho avuto la possibilità di approfondire diverse tematiche ed ho maturato una documentata esperienza in:

- **Generatori di neutroni a fusione D-D**

Nel 2018 ho partecipato ad una campagna di misure, presso l'istituto di metrologia tedesco (PTB, Braunschweig, Germany) finalizzate a caratterizzare un generatore di neutroni a fusione di plasma deuterio-deuterio. Il lavoro è riportato nella pubblicazione su rivista internazionale (1).

Utilizzando rivelatori a scintillatore liquido con la capacità di discriminare eventi in base alla forma dei segnali e contatori proporzionali a BF_3 si è ricostruito lo spettro energetico dei neutroni emessi dal generatore e il flusso in funzione della corrente e della tensione di alimentazione.

Ho contribuito alla ricostruzione dello spettro dei neutroni emessi dal generatore attraverso la deconvoluzione dello spettro misurato dalla matrice delle funzioni di risposta simulate.

- **Muoni cosmici**

Ho utilizzato un muon tracker costituito da 200 canali di acquisizione per altrettanti rivelatori formati

da scintillatori plastici e fotorivelatori al silicio (SiPM) per misurare il flusso e la distribuzione angolare dei muoni cosmici nel golfo persico al livello del mare. Il lavoro è riportato nella pubblicazione su rivista internazionale (2) di cui sono l'autore corrispondente.

Mi sono occupato della raccolta dei dati, della loro analisi e della valutazione dell'accettanza del rivelatore tramite simulazione Monte Carlo.

- **Neutroni veloci ($E \leq 15$ MeV)**

Ho misurato il flusso di neutroni nei laboratori sotterranei del Gran Sasso e misurato lo spettro energetico fino a 15 MeV. Il lavoro è riportato nella pubblicazione su rivista internazionale (3) di cui sono l'autore corrispondente.

Il rivelatore utilizzato è costituito da 1.5 m^3 di scintillatore liquido drogato con Gadolinio osservato da 3 fotomoltiplicatori in coincidenza.

Due aspetti in particolare devono essere considerati per la riuscita di questo tipo di misura:

1. La risposta non lineare dello scintillatore rispetto all'energia del neutrone (effetto quenching)

Ho provveduto io stesso a misurare la risposta del rivelatore in questione utilizzando una sorgente (α, n) costituita da ^{241}Am e da una matrice di berillio. Lavoro pubblicato in (4).

2. L'esiguo numero di neutroni liberi in un laboratorio sotterraneo (circa $10^{-10} \text{ n s}^{-1} \text{ cm}^{-2}$, per energie superiori a 10 MeV).

Questo implica l'utilizzo di rivelatori di dimensioni importanti e di particolari tecniche di reiezione del fondo.

Ho curato personalmente tutti gli aspetti della misura: montaggio del rivelatore, personalizzazione del software di acquisizione, calibrazione in energia con sorgente gamma (^{60}Co), misura dell'effetto quenching con sorgente AmBe, simulazione Monte Carlo dell'efficienza intrinseca e geometrica del rivelatore, analisi dati e loro interpretazione.

- **Radon-222**

ho analizzato la serie temporale lunga 12 anni di un radometro alpha installato in una delle sale sperimentali dei Laboratori Sotterranei del Gran Sasso (5).

La serie è stata correlata ai dati di un grande esperimento (1000 t di scintillatore liquido) installato nello stesso luogo: il Large Volume Detector.

Un'analisi con le trasformate di Fourier ha evidenziato variazioni giornaliere (dovute ad attività

umana) e stagionali (probabilmente dovute a variazioni di parametri climatici) della concentrazione di radon nei laboratori sotterranei.

- **Simulazione Monte Carlo**

Per poter esprimere le frequenze di conteggio di un rivelatore in unità di misura che non dipendano dal rivelatore stesso è necessario conoscere alcuni parametri caratteristici del rivelatore stesso come, ad esempio, l'efficienza geometrica e quella intrinseca.

Spesso una valutazione accurata di questi parametri non è possibile per via analitica e una valutazione sperimentale con sorgenti note può essere un processo lungo e tedioso.

Le simulazioni Monte Carlo permettono di quantificare le caratteristiche del rivelatore sfruttando il calcolo numerico.

In più occasioni ho dovuto ricorrere alla tecnica Monte Carlo sviluppando applicazioni con il toolkit GEANT4. Ad esempio, ho simulato il muon tracker descritto in (2), i rivelatori a scintillatore liquido descritti in (3) e (4) e il modulo composto da 4 cristalli di bromuro di cerio descritto in (6).

In particolare, in (4) in figura 2 è possibile vedere un confronto tra gli spettri energetici relativi a catture di neutroni da parte di atomi di ^1H , ^{12}C e ^{56}Fe ottenuti con dati reali e simulati, a testimonianza di quanto può essere accurata la descrizione di un rivelatore con i moderni software di simulazione. Analogamente, in (4) figura 3 si confrontano gli spettri dei rinculi nucleari indotti da neutroni, ottenuti da dati reali e simulati.

Contributi a conferenze e seminari:

- Risultati di un test effettuato su un campione di 3 ton di scintillatore drogato con Gd nell'ambito dell'esperimento LVD, G.Bruno on behalf of the LVD Collaboration, XCII Congresso Nazionale SIF, Turin, Sept. 2006.
- Sull'uso del ^{222}Rn nella calibrazione di rivelatori modulari di particelle, G.Bruno and W. Fulgione, XCII Congresso Nazionale SIF, Pisa, Sept. 2007.

- Long-term study of low energy counting rate with the Large Volume Detector, G.Bruno on behalf of the LVD Collaboration, TAUP XI international conference, Rome, July 2009.
- Time variation of the neutron background rate measured in the Gran Sasso Underground Laboratory”, G.Bruno, F. Arneodo, W. Fulgione, TAUP, Munich (Germany), September 2011.
- Neutron Background studies for direct dark matter searches in the Gran Sasso Underground Laboratory, G.Bruno, Seminars at INFN-MiB, December 2013.
- Purification System and Purity Monitoring, G.Bruno, 6th DARWIN workshop at Weizmann Institute of Science, Rehovot (Israel), January 2015.
- Recent results from XENON100, G. Bruno, invited talk at the 50th Rencontres de Moriond, electroweak session, La Thuile (Italy), March 2015.
- The XENON1T Dark Matter Search, G. Bruno, talk at the Alpine LHC physics Summit, Obergurgl (Austria), April 2017.
- Measurement of Cosmic Muons angular distribution in Abu Dhabi at sea level, G.Bruno et al., PM2018- 14th Pisa Meeting on Advanced Detectors, La Biodola, Isola d’Elba (Italy), 27 May – 02 June 2018.
- CRYSTALX: CRYogenic Setup for Tests At Liquid Xenon temperature, G.Bruno, 8th DARWIN workshop at the University of Zurich, Zurich (Switzerland), December 2018.

Bibliografia Scelta

1. *Characterization of a deuterium-deuterium plasma fusion neutron generator*. R.F. Lang, J. Pienaar, E. Hogenbirk, D. Masson, R. Nolte, A. Zimbal, S. Röttger, M.L. Benabderrahmane, **G. Bruno**. 2018, Nucl. Instrum. Meth. A, p. 31-38.
2. *Measurement of cosmic muons angular distribution in Abu Dhabi at sea level*. F. Arneodo, M.L. Benabderrahmane, **G. Bruno**, A. Di Giovanni, O. Fawwaz, M. Messina, C.A. Mussolini. 936, 2019, Vol. Nucl. Instrum. Meth. A, p. 242-243.
3. *Flux measurement of fast neutrons in the Gran Sasso underground laboratory*. **G. Bruno, W. Fulgione**. 747, 2019, Eur. Phys. J. C, Vol. 79.
4. *Light output response of the LVD liquid scintillator to neutron-induced nuclear recoils*. **Bruno, G.** T05004, 2013, JINST, Vol. 8.
5. *Long-term study of low energy counting rate with the Large Volume Detector*. **G. Bruno and LVD Collaboration**. 012091, 2010, J. Phy. Conf. Ser., Vol. 203.
6. *Characterisation of a CeBr₃(LB) detector for space application*. A. Di Giovanni, L. Manenti, F. AlKhouri, L.R. AlKindi, A. AlMannaei, A. Al Qasim, M.L. Benabderrahmane, **G. Bruno**, V. Conicella, O. Fawwaz. P09017, 2019, JINST, Vol. 14.

G. Bruno

Luogo e data:
Assergi (AQ), 30/01/2026

Firma:

Firmato digitalmente da:
Gianmarco Bruno
Data: 30/01/2026 11:41:58

Laura Leonzi

Ingegnere Civile

ESPERIENZA PROFESSIONALE

01 maggio 2019 – in corso

INFN - Laboratori Nazionali del Gran Sasso dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (L'Aquila – Italia)

Contratto a tempo indeterminato con profilo di Tecnologo - Ingegnere

- **Ingegnere del Servizio Coordinamento Tecnico** – Coordinamento delle attività tecnologiche gestite da una parte dalle diverse articolazioni tecniche dei Laboratori LNGS e dall'altra dalle Collaborazioni sperimentali per assicurare la pianificazione e il supporto necessario per l'installazione e la corretta gestione dei Progetti sperimentali durante il loro ciclo vita in accordo alle linee guida e regolamento LNGS. Tra le attività principali: COSINUS, Darkside20k, LIMA, NEWS, VIP, impianto Gd XENON.

- **Coordinatore del Sistema di Gestione Esperimenti (SGE)** – Coordinatore della stesura del SGE costituito da una raccolta strutturata di procedure e processi per una corretta gestione degli Esperimenti LNGS durante il loro ciclo di vita che permetta un maggior controllo dei processi tecnici, gestionali e documentali per il raggiungimento degli obiettivi scientifici prefissati, con la definizione di ruoli e responsabilità delle risorse, delle fasi e sottofasi di progetto, dei flussi di comunicazione.

Durante la mia carriera tecnologica ho ricoperto diversi **incarichi di responsabilità**:

- **Membro Ufficio RUP** – Progettazione esecutiva dei lavori di realizzazione di aree sperimentali nel *Laboratorio 2* e delle relative opere edili ed impiantistiche. Anno 2022

- **Responsabile Unico del Progetto (RUP)** – Lavori di smontaggio, rimozione e smaltimento di tutte le attrezzature e impianti degli esperimenti BOREXINO e DS50. Importo di € 1.882.406,00. Anno 2025 - in corso

- **Responsabile Unico di Progetto (RUP)** – Servizio di progettazione per lo smontaggio e rimozione delle attrezzature BOREXINO e DS50. Anno 2024

- **Membro Gruppo di Lavoro ANVUR** – Pianificazione e predisposizione documentale dei LNGS ai fini della valutazione della qualità ricerca 2020-2024 (VQR 20-24) – Valutazione infrastrutture di ricerca da parte del Gruppo di Esperti della Valutazione di Infrastrutture di Ricerca. Anno 2024-2025

- **Incarico per verifica di conformità** - Servizio di noleggio di mezzi con conducente per il trasporto di persone dei LNGS dell'INFN per la durata di tre anni. Importo di € 785.075,00. Anno 2022- 2025

- **Incarico per verifica di conformità** - Servizio di noleggio di mezzi con conducente per il trasporto di persone dei LNGS dell'INFN per la durata di tre anni. Importo di € 789.799,49 . Anno 2018- 2021

- **Membro di Commissione del concorso per Borsa di Studio** sul tema "Attività sperimentali di modellazione 3D e gestione del Product Lifecycle Management (PLM) di grandi assiemi funzionali, ricostruzione da nuvole di punti derivate da scansioni ambientali ed ottimizzazione dei dataset in ambiente software CAD avanzati".

- **Project Manager** – Lavori di completamento dell'infrastruttura civile e impiantistica del complesso progetto LUNA-MV. Importo lavori € 5 M. Anno 2020- 2022

- **Coordinatore della Sicurezza in fase di esecuzione (CSE)** - Lavori di interventi di adeguamento antincendio del Laboratori Esterni del Gran Sasso LNGS per presentazione SCIA VV.F.. Importo lavori € 199.998,91. Anno 2019

- **Coordinatore della Sicurezza in fase di esecuzione (CSE)** - Servizi integrati di noleggio gazebo di varie dimensioni, di tendostruttura dotata di ledwall, impianto audio e stampe di personalizzazione per evento *OPEN DAY 2019* ai LNGS. Anno 2019

- **Assistente al Direttore dei Lavori** – Lavori di manutenzione della segnaletica orizzontale, verticale e di sicurezza dei LNGS. Importo lavori € 36552,50. Anno 2019

- **Coordinatore della Sicurezza in fase di esecuzione (CSE)** – Lavori di realizzazione dei nuovi impianti tecnologici a servizio della Sala F dei Laboratori Sotterranei dei LNGS. Importo lavori € 60.836,20. Anno 2019-2020.

- **Direttore della Esecuzione del Contratto** – Servizio di consulenza tecnica per la messa in servizio e verifiche periodiche di apparecchi in pressione e rilascio di certificazioni ai sensi della PED 2014/68/UE e Direttiva Macchine 2006/42/CE di attrezzature/insiemi dei Laboratori LNGS dell'INFN. Importo lavori € 39.990,00. Anno 2020 - 2025

- **Delegato ai servizi del portale telematico CIVA** (Certificazione Impianti Verifiche Attrezzature dell'INAIL) – Nomina ricevuta dal Direttore dei LNGS per seguire ed effettuare la gestione informatizzata dei servizi di comunicazione, certificazione e verifica degli apparecchi a pressione. Anno da novembre 2019-2025.

da marzo 2018 – ad oggi

- **Membro della Commissione Spazi dei LNGS** - Gestione, organizzazione e assegnazione degli spazi sperimentali e dei locali uffici dei LNGS esterni

dal nov. 2017- ad oggi

- **Referente e Consulente per le attrezzature LNGS di apparecchi in pressione** - Gestione dei servizi di comunicazione, certificazione e verifiche periodiche delle attrezzature in pressione degli apparati sperimentali.

01 dic. 2018 – 30 aprile

INFN – LNGS (L'aquila – Italia)

Assegno di Ricerca Senior presso LNGS- INFN

Ingegnere del Servizio Coordinamento Tecnico dei LNGS - Pianificazione e coordinamento dei progetti e dei lavori riguardanti l'infrastruttura tecnica e gli Esperimenti LNGS

29 ott. 2018 – 08 nov.2018

CERN – Consiglio Europeo per la Ricerca Nucleare (Ginevra – Svizzera)

Stage presso CERN

09 nov. 2015 – 08 nov. 2018

INFN – LNGS (L'aquila – Italia)

Assegno di Ricerca presso LNGS – INFN

- **Membro del Servizio Coordinamento Tecnico** - Elaborazione nuovi layout, report specifiche tecniche impianti, pianificazione e coordinamento dei Servizi tecnici LNGS per lo sviluppo e realizzazione di diversi progetti come l'upgrade di un liquefattore di elio a servizio dell'esperimento CRESST, l'installazione dell'esperimento DAMA CRYST, preparazione del sito individuato per l'installazione dell'infrastruttura NOA.

- **Preposto** per il coordinamento e controllo delle attività di smontaggio e rimozione, per una cessione a titolo oneroso, di una parte della struttura portante dell'apparato sperimentale denominato ICARUS e della struttura in carpenteria metallica dell'apparato sperimentale denominato OPERA;

- **Assistente al DEC** per la gestione e supervisione delle attività relative al servizio di apertura di 150.000 rivelatori dell'esperimento Opera, denominati bricks

-**Direttore Operativo** - Lavori di smontaggio dell'Esperimento OPERA. Importo lavori a base d'asta Fase A: 120.000,00. Importo lavori a base d'asta Fase B: 489.410,17. Anno 2015-2016.

04 dic. 14 – 07 feb. 15

18 mag. 15 – 19 giu.15

MTA Atomki - Istituto di Ricerca Nucleare dell'Accademia delle scienze Ungherese (Debrecen - Ungheria)

Stage presso MTA Atomki

16 giu. 14 – 30 sett. 15

INFN – LNGS (L'aquila – Italia)

Borsa di Studio presso LNGS – INFN

Studio di fattibilità e progettazione delle infrastrutture civili e impiantistiche del Progetto premiale LUNA-MV

01 ott. 2013–15 giu. 2014 **Studio tecnico INGENIUS SRL (L'Aquila - Italia)**
Contratto a progetto di Collaborazione

luglio 2013 - settembre 2013 **Studio tecnico associato (L'Aquila - Italia)**
Collaborazione presso studio tecnico

FORMAZIONE

settembre 2013 Iscrizione all' Albo degli Ingegneri di Teramo – Settore Civile ed Ambientale

luglio 2013 Abilitazione alla professione di Ingegnere settore Civile ed Ambientale

21 maggio 2013 Abilitazione all'esercizio della professione di "Coordinatore della Sicurezza CSP e CSE"

17 maggio 2013 Laurea Magistrale in Ingegneria Civile (indirizzo Strutture) presso Università degli Studi dell'Aquila

marzo 2012 - ottobre 2012 Stage "Cantiere dell'Auditorium del Parco" - in collaborazione con il Renzo Piano Building Workshop e l'Università degli Studi dell'Aquila

01 ottobre 2010 Laurea Triennale in Ingegneria Civile presso Università degli Studi dell'Aquila

INCARICHI

2022 Membro del Comitato Nazionale di Project Management dell'INFN

2017 – 2018 Membro della Commissione di Project Management dell'Ordine degli Ingegneri di Teramo

2014 -2016 Membro della Commissione Giovane Ingegneri dell'Ordine degli Ingegneri di Teramo

L'Aquila, 02 febbraio 2026

Laura Leonzi

Gianmarco Bruno- Curriculum vitae

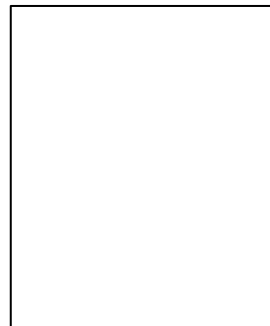
Curriculum reso sotto forma di dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà, ai sensi degli artt. 46 e 47 del D.P.R. 445/2000 (si allega fotocopia documento di identità valido).

Consapevole, secondo quanto prescritto dall'art. 76 del D.P.R. 445/2000, della responsabilità penale cui può andare incontro in caso di dichiarazione mendace, falsità negli atti ed uso di atti falsi, il sottoscritto dichiara sotto la propria responsabilità quanto segue:

Dati personali

Nome e cognome: Gianmarco Bruno

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9005-2821>



Titoli di studio

11/2008 – 03/2012 PhD in Fisica presso Università degli studi dell'Aquila
Titolo tesi: "Neutron background studies for direct dark matter searches in the Gran Sasso Underground Laboratory"
Relatore: Dr. W. Fulgione

09/1998 – 12/2004 Laurea Magistrale in Fisica (ordinamento precedente al DM 509/99) presso Università degli studi di Torino.
Titolo tesi: "Monitoring of the low energy ($E \geq 0.8$ MeV) counting rate with the Large Volume Detector at the Gran Sasso National Laboratory"
Relatore: Prof. O. Saavedra

Contratto attuale

02/2023 – oggi Tecnologo III livello a tempo indeterminato presso INFN – Laboratori Nazionali del Gran Sasso. Addetto Servizio Prevenzione Protezione.

Contratti precedenti

09/2021– 12/2022 Postdoc presso University of Nantes, 44300 Nantes, France
Attività di progettazione di sistemi di recupero per esperimenti con grandi masse di xenon come ad esempio DARWIN e nEXO

11/2017– 08/2021 Research associate presso New York University Abu Dhabi,
Saadiyat Island, Abu Dhabi, United Arab Emirates

PI: Prof. Francesco Arneodo

Attività connesse allo sviluppo dei Silicon Photomultipliers, misurazioni del flusso di neutroni e spettroscopia gamma

- 12/2015 – 12/2017 Senior postdoc presso INFN – Laboratori Nazionali del Gran Sasso,
Via G. Acitelli 22, 67100 Assergi (AQ), Italy.
Supervisor: Dr. W. Fulgione
- 06/2014 – 12/2015 postdoc presso University of Münster (Germany).
Institute for Nuclear Physics, Wilhelm-Klemm-Straße 9, D-48149 Münster, Germany.
Supervisor: Prof. C. Weinheimer
- 03/2012 – 03/2014 postdoc presso INFN – Laboratori Nazionali del Gran Sasso,
Via G. Acitelli 22, 67100 Assergi (AQ), Italy.
Supervisor: Dr. W. Fulgione

Borse di studio

- 09/2008 – 03/2012 borsa di studio di dottorato conferita dall'università degli studi dell'Aquila
- 2007 – 2008 borsa di studio INFN-POR "Study and development of a data acquisition system to monitor the time-stability of a scintillation detector"
- 2005 – 2006 contratto di collaborazione coordinata continuativa INAF-IFSI di Torino.

Scuole di Specializzazione

- Giungo – Luglio 2010 "giornate didattiche di spettroscopia neutronica,"
(<https://www.sisn.it/formazione/giornate-didattiche>) con sessione sperimentale presso
Institut Laue Langevin, Grenoble, France.

Incarichi di responsabilità

- **Technical Coordinator** dell'esperimento **LVD**. (2010- 2017 ¹)
- **Co-leader** del gruppo di lavoro sulla **purificazione di XENON1T** (2014- 2017 ¹)
- **Operations Manager** dell'esperimento **XENON100** (2015- 2017 ¹)
- **Run Coordinator** dell'esperimento **LVD** (2016- 2017 ¹)

¹ Quando mi sono trasferito all'estero per prendere servizio presso la sedi di Abu Dhabi della New York University

G. Bruno

- INFN **Responsabile locale LNGS** esperimento **LVD** (2016- 2017 ¹⁾)
- membro della collaborazione **MOSCAB** (dal 2017)
- membro della collaborazione **DARWIN** (dal 2020)
- **Run Coordinator** dell'esperimento **XENONnT** (2021 e 2022)

Peer Review

- 2016- 2018: **3 volte referee** per la rivista Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment (ISSN: 0168-9002)
- 2021- 2025: **4 volte referee** per la rivista Journal of Instrumentation (JINST), IOP and SISSA journal (ISSN 1748-0221).

Altre qualifiche professionali

- **Abilitazione Scientifica Nazionale:** SETTORE CONCORSUALE 02/A1 FISICA SPERIMENTALE DELLE INTERAZIONI FONDAMENTALI. Abilitato per le funzioni di professore di II fascia dal 2021 al 2032.

Prospetto pubblicazioni su riviste internazionale con revisione tra pari

Pubblicazioni Totali	107	
Citazioni Totali	4138	(powered by scopus)
H-index	31	(powered by scopus)
Autore corrispondente	5	

Attività di ricerca

Ho svolto attività di ricerca sia in Italia che all'estero, nel campo della fisica delle particelle, in particolare nella rivelazione degli eventi rari e più precisamente: nella rivelazione di neutrini da collassi stellari

gravitazionali e nella rivelazione diretta di materia oscura.

Sono stato membro di 2 collaborazioni sperimentali internazionali (LVD e XENON) i cui rispettivi apparati sperimentali sono installati nei laboratori sotterranei del Gran Sasso (INFN) i quali sono schermati da una copertura di roccia di ~ 1400 m, sufficiente a ridurre il flusso dei muoni cosmici di 6 ordini di grandezza e dei neutroni di 3 ordini di grandezza, rispetto ai valori misurabili in superficie.

Infatti, le condizioni necessarie ad esperimenti dedicati a questo tipo di ricerche sono:

- installazione in ambienti sotterranei (oppure sottomarini) dove il numero di raggi cosmici e di particelle secondarie da essi generate, che aumenterebbero il livello di fondo di tali esperimenti, è notevolmente ridotto dalla copertura di roccia (oppure di acqua).
- costruzione con materiali aventi basse concentrazioni di isotopi radioattivi

Durante la mia attività di ricerca ho avuto la possibilità di approfondire diverse tematiche ed ho maturato una documentata esperienza in:

- **Generatori di neutroni a fusione D-D**

Nel 2018 ho partecipato ad una campagna di misure, presso l'istituto di metrologia tedesco (PTB, Braunschweig, Germany) finalizzate a caratterizzare un generatore di neutroni a fusione di plasma deuterio-deuterio. Il lavoro è riportato nella pubblicazione su rivista internazionale (1).

Utilizzando rivelatori a scintillatore liquido con la capacità di discriminare eventi in base alla forma dei segnali e contatori proporzionali a BF_3 si è ricostruito lo spettro energetico dei neutroni emessi dal generatore e il flusso in funzione della corrente e della tensione di alimentazione.

Ho contribuito alla ricostruzione dello spettro dei neutroni emessi dal generatore attraverso la deconvoluzione dello spettro misurato dalla matrice delle funzioni di risposta simulate.

- **Muoni cosmici**

Ho utilizzato un muon tracker costituito da 200 canali di acquisizione per altrettanti rivelatori formati

da scintillatori plastici e fotorivelatori al silicio (SiPM) per misurare il flusso e la distribuzione angolare dei muoni cosmici nel golfo persico al livello del mare. Il lavoro è riportato nella pubblicazione su rivista internazionale (2) di cui sono l'autore corrispondente.

Mi sono occupato della raccolta dei dati, della loro analisi e della valutazione dell'accettanza del rivelatore tramite simulazione Monte Carlo.

- **Neutroni veloci ($E \leq 15$ MeV)**

Ho misurato il flusso di neutroni nei laboratori sotterranei del Gran Sasso e misurato lo spettro energetico fino a 15 MeV. Il lavoro è riportato nella pubblicazione su rivista internazionale (3) di cui sono l'autore corrispondente.

Il rivelatore utilizzato è costituito da 1.5 m^3 di scintillatore liquido drogato con Gadolinio osservato da 3 fotomoltiplicatori in coincidenza.

Due aspetti in particolare devono essere considerati per la riuscita di questo tipo di misura:

1. La risposta non lineare dello scintillatore rispetto all'energia del neutrone (effetto quenching)

Ho provveduto io stesso a misurare la risposta del rivelatore in questione utilizzando una sorgente (α, n) costituita da ^{241}Am e da una matrice di berillio. Lavoro pubblicato in (4).

2. L'esiguo numero di neutroni liberi in un laboratorio sotterraneo (circa $10^{-10} \text{ n s}^{-1} \text{ cm}^{-2}$, per energie superiori a 10 MeV).

Questo implica l'utilizzo di rivelatori di dimensioni importanti e di particolari tecniche di reiezione del fondo.

Ho curato personalmente tutti gli aspetti della misura: montaggio del rivelatore, personalizzazione del software di acquisizione, calibrazione in energia con sorgente gamma (^{60}Co), misura dell'effetto quenching con sorgente AmBe, simulazione Monte Carlo dell'efficienza intrinseca e geometrica del rivelatore, analisi dati e loro interpretazione.

- **Radon-222**

ho analizzato la serie temporale lunga 12 anni di un radometro alpha installato in una delle sale sperimentali dei Laboratori Sotterranei del Gran Sasso (5).

La serie è stata correlata ai dati di un grande esperimento (1000 t di scintillatore liquido) installato nello stesso luogo: il Large Volume Detector.

Un'analisi con le trasformate di Fourier ha evidenziato variazioni giornaliere (dovute ad attività

umana) e stagionali (probabilmente dovute a variazioni di parametri climatici) della concentrazione di radon nei laboratori sotterranei.

- **Simulazione Monte Carlo**

Per poter esprimere le frequenze di conteggio di un rivelatore in unità di misura che non dipendano dal rivelatore stesso è necessario conoscere alcuni parametri caratteristici del rivelatore stesso come, ad esempio, l'efficienza geometrica e quella intrinseca.

Spesso una valutazione accurata di questi parametri non è possibile per via analitica e una valutazione sperimentale con sorgenti note può essere un processo lungo e tedioso.

Le simulazioni Monte Carlo permettono di quantificare le caratteristiche del rivelatore sfruttando il calcolo numerico.

In più occasioni ho dovuto ricorrere alla tecnica Monte Carlo sviluppando applicazioni con il toolkit GEANT4. Ad esempio, ho simulato il muon tracker descritto in (2), i rivelatori a scintillatore liquido descritti in (3) e (4) e il modulo composto da 4 cristalli di bromuro di cerio descritto in (6).

In particolare, in (4) in figura 2 è possibile vedere un confronto tra gli spettri energetici relativi a catture di neutroni da parte di atomi di ^1H , ^{12}C e ^{56}Fe ottenuti con dati reali e simulati, a testimonianza di quanto può essere accurata la descrizione di un rivelatore con i moderni software di simulazione. Analogamente, in (4) figura 3 si confrontano gli spettri dei rinculi nucleari indotti da neutroni, ottenuti da dati reali e simulati.

Contributi a conferenze e seminari:

- Risultati di un test effettuato su un campione di 3 ton di scintillatore drogato con Gd nell'ambito dell'esperimento LVD, G.Bruno on behalf of the LVD Collaboration, XCII Congresso Nazionale SIF, Turin, Sept. 2006.
- Sull'uso del ^{222}Rn nella calibrazione di rivelatori modulari di particelle, G.Bruno and W. Fulgione, XCII Congresso Nazionale SIF, Pisa, Sept. 2007.

- Long-term study of low energy counting rate with the Large Volume Detector, G.Bruno on behalf of the LVD Collaboration, TAUP XI international conference, Rome, July 2009.
- Time variation of the neutron background rate measured in the Gran Sasso Underground Laboratory”, G.Bruno, F. Arneodo, W. Fulgione, TAUP, Munich (Germany), September 2011.
- Neutron Background studies for direct dark matter searches in the Gran Sasso Underground Laboratory, G.Bruno, Seminars at INFN-MiB, December 2013.
- Purification System and Purity Monitoring, G.Bruno, 6th DARWIN workshop at Weizmann Institute of Science, Rehovot (Israel), January 2015.
- Recent results from XENON100, G. Bruno, invited talk at the 50th Rencontres de Moriond, electroweak session, La Thuile (Italy), March 2015.
- The XENON1T Dark Matter Search, G. Bruno, talk at the Alpine LHC physics Summit, Obergurgl (Austria), April 2017.
- Measurement of Cosmic Muons angular distribution in Abu Dhabi at sea level, G.Bruno et al., PM2018- 14th Pisa Meeting on Advanced Detectors, La Biodola, Isola d’Elba (Italy), 27 May – 02 June 2018.
- CRYSTALX: CRYogenic Setup for Tests At Liquid Xenon temperature, G.Bruno, 8th DARWIN workshop at the University of Zurich, Zurich (Switzerland), December 2018.

Bibliografia Scelta

1. *Characterization of a deuterium-deuterium plasma fusion neutron generator*. R.F. Lang, J. Pienaar, E. Hogenbirk, D. Masson, R. Nolte, A. Zimbal, S. Röttger, M.L. Benabderrahmane, **G. Bruno**. 2018, Nucl. Instrum. Meth. A, p. 31-38.
2. *Measurement of cosmic muons angular distribution in Abu Dhabi at sea level*. F. Arneodo, M.L. Benabderrahmane, **G. Bruno**, A. Di Giovanni, O. Fawwaz, M. Messina, C.A. Mussolini. 936, 2019, Vol. Nucl. Instrum. Meth. A, p. 242-243.
3. *Flux measurement of fast neutrons in the Gran Sasso underground laboratory*. **G. Bruno, W. Fulgione**. 747, 2019, Eur. Phys. J. C, Vol. 79.
4. *Light output response of the LVD liquid scintillator to neutron-induced nuclear recoils*. **Bruno, G.** T05004, 2013, JINST, Vol. 8.
5. *Long-term study of low energy counting rate with the Large Volume Detector*. **G. Bruno and LVD Collaboration**. 012091, 2010, J. Phy. Conf. Ser., Vol. 203.
6. *Characterisation of a CeBr₃(LB) detector for space application*. A. Di Giovanni, L. Manenti, F. AlKhouri, L.R. AlKindi, A. AlMannaei, A. Al Qasim, M.L. Benabderrahmane, **G. Bruno**, V. Conicella, O. Fawwaz. P09017, 2019, JINST, Vol. 14.

G. Bruno

Luogo e data:
Assergi (AQ), 30/01/2026

Firma:

Firmato digitalmente da:
Gianmarco Bruno
Data: 30/01/2026 11:41:58