

Curriculum scientifico – Diego Tonelli

Studi ed esperienza professionale

- 2015–** Ricercatore (terzo livello), INFN Trieste
- 2012–2015** Staff research physicist, CERN (preferito ad offerte concorrenti di 'tenure-track assistant professor' da Northwestern University (Evanston, USA) ed Universidad Autónoma de Madrid, (Spagna)).
- 2007–2011** Lederman Fellow, Fermilab.
- 2007** Assegno di ricerca, Scuola Normale Superiore, Pisa.
- 2004–2006** Assegno di ricerca, INFN.
- 2001–2006** Perfezionamento in fisica (equiparato al dottorato) Scuola Normale Superiore di Pisa, 70/70 e lode.
Tesi: First observation of the $B_s^0 \rightarrow K^+ K^-$ decay mode, and measurement of the B^0 and B_s^0 mesons decay-rates into two body charmless final states at CDF.
Relatore: Giovanni Punzi. Referees: Sheldon Stone e Fernando Ferroni.
- 1994–2000** Laurea in fisica (vecchio ordinamento) Università di Pisa, 110/110 e lode.
Tesi: Il tracciante intermedio ISL per il nuovo run di CDF II
Relatori: Giorgio Bellettini e Giorgio Chiarelli.

Premi e finanziamenti

- 2016–17** Proposto un progetto di collaborazione per il mio collaboratore Ilya Komarov che è stato finanziato (85 000 euro) dalla Swiss National Science Foundation perchè Ilya venisse a lavorare con me nel gruppo Belle II dell'INFN Trieste per 18 mesi.
- 2014–15** Invitato come scienziato visitatore al Brazilian Center for Physics Research (CBPF) di Rio de Janeiro per 6 settimane, supportato dal programma ePlanet e fondi del CBPF/Lattes (8000 euro).
- 2007** Vincitore della "Leon M. Lederman Fellowship", Fermilab. "Named" postdoc assegnato attraverso una selezione internazionale basata su cv, programma di ricerca e colloquio, www.fnal.gov/pub/forphysicists/fellowships/leon_lederman/index.html.
- 2004** Vincitore di una borsa "Angelo della Riccia" (6000 euro) per giovani ricercatori italiani in microfisica

Responsabilità e servizio

- **Coordinatore della fisica di Belle II** (1000 collaboratori, dal 2021).
- **Membro dell'executive board di Belle II** (dal 2021).
- **Convener di working group** in esperimenti: **Belle II Charmless Physics Group** (uno dei 10 gruppi principali con cui Belle II organizza la fisica, 30 collaboratori, 100 pax in mailing list, 2019–2021); **CDF Flavor Physics group** (uno dei 5 gruppi principali con cui CDF organizzava la fisica, 100 collaboratori, 300 pax in mailing list, 2010–2012); **CDF B Mixing, Lifetimes, and CP Violation Group** (50 collaboratori, 100 pax in mailing list, 2007–2009). Fondatore e chair del **Belle II Statistics Committee** (10 membri, 2018–2021) e dello **LHCb Statistics Working Group** (20 collaboratori, 2016–2018).
- **Membro dell'Heavy Flavor Averaging Group** (<https://hflav.web.cern.ch>). Compilazione e combinazione di migliaia di risultati sperimentali su fisica dei quark e dei leptoni tau come input per il Particle Data Group (dal 2007).
- **Co-coordinatore del sottoprogetto** "Statistical methods for analysis combination" del progetto JENNIFER2 del bando MSCA-RISE (agreement 822070, 2.45 MEuro).
- **Referee INFN** per l'esperimento NA62 experiment at CERN (dal 2019).
- **Membro dell' LHCb Editorial Board** (2013–2015) e dello CDF Spokesperson Reading Group (equivalente ad un editorial board) (dal 2012). Revisione editoriale (ed occasionalmente scientifica) di circa 250 articoli.
- **Referee** di una decina di articoli per i giornali JHEP, Physical Review D, European Physics Journal Plus, e per la monografia su CP violation del PDG (dal 2012).
- **Organizzazione conferenze, workshop, e scuole**: **PhyStat-Flavor workshop** (online, 150 pax, 2020, <https://indico.cern.ch/event/940874/>), chair della **2nd JENNIFER Summer School** (30 studenti da tutta Europa per 5 giorni a Trieste, budget 30000 euro, 2018, <https://agenda.infn.it/event/14407/>); organizzazione locale della conferenza **Hadron Collider Physics 2008**, Galena, IL, USA (2008, <https://conferences.fnal.gov/hcp/>).
- **Revisore interno** di due dozzine di analisi negli esperimenti CDF, LHCb, e Belle II (dal 2007)
- **Referee esterno di tesi di dottorato** al EPFL di Losanna e Paris XI Orsay; **referee** per richieste di finanziamenti interni della Scuola Normale; **membro** della commissione del premio EUT Edizioni dell'Università di Trieste per la migliore tesi di dottorato.
- **Convener di working group** alle conferenze DIS2009 a Madrid nel 2009 e CKM2010 a Warwick nel 2010.
- **Coordinatore delle calibrazioni del dE/dx a CDF** (2007–2012).

Seminari e colloquia

Invited to give departmental HEP and lab-wide seminars and colloquia at (2022) KEK, (2018) University of Maryland, College Park, (2016) TUM Munich, (2015) Fermilab, Purdue University, SNS Pisa, INFN Trieste, (2014) CBPF Rio de Janeiro, University of Zurich, Karlsruhe Institute of Technology, University of Chicago, Fermilab, (2013) LIP Lisbon, (2012) Fermilab ("Wine and Cheese" Joint Theoretical and Experimental Seminar), (2011) University of Notre Dame du Lac, Northwestern University, Fermilab, (2010) INFN Pisa, INFN Roma La Sapienza, CPPM Marseille, Universidad Autonoma de Madrid, Universidad de Barcelona (2009) LAL Orsay, NIKHEF Amsterdam (2008) INFN Pisa (2005) INFN Pisa.

Selezione di relazioni a conferenze internazionali

- *Experimental opportunities in CKM physics and CP violation*, **parallelo**, "Snowmass Spring Meeting of the Rare Processes and Precision Measurements Frontier", Cincinnati, 2022.
- *LHCb-vs-Belle II, opportunities and perspectives*, **invited distinguished-speaker plenary**, "XXXII Rencontres de Physique de la Vallée d'Aoste", La Thuile, 2019.
- *Measurements of CP violation at the LHC*, **plenario**, "XXXII Rencontres de Physique de la Vallée d'Aoste", La Thuile, 2018.
- *Heavy-flavor physics at the Tevatron*, **plenario**, "XXXII Rencontres de Physique de la Vallée d'Aoste", La Thuile, 2018.
- *A novel precise measurement of B_s^0 and D_s^- meson lifetimes using semileptonic decays*, **parallelo**, "2017 Meeting of the APS Division of Particles and Fields" (DPF2017), Fermilab, 2017.
- *The artificial retina processor for tracking at 40 MHz*, **parallelo**, "3rd Technology and Instrumentation in Particle Physics conference" (TIPP2014), Amsterdam, 2014.
- *The artificial retina processor for tracking at 40 MHz*, **plenario**, "2nd Workshop on Intelligent Trackers" (WIT2014), Philadelphia, 2014.
- *Charm physics at LHCb*, **plenario**, "3rd KEK Flavor Factories Workshop" (KEK-FF 2014), Tsukuba, 2014.
- *Mixing and CP violation in charm at LHCb*, **parallelo**, "19th International Symposium on Particles, Strings, and Cosmology" (PASCOS2013), Taipei, 2013.
- *Measurements of CP violation in charm at CDF*, **parallelo**, "36th International Conference on High Energy Physics" (ICHEP2012), Melbourne, 2012.
- *Heavy Flavor Physics at the Tevatron*, **plenario**, "International Europhysics Conference on High Energy Physics" (EPS-HEP), Grenoble, 2011.
- *Heavy Flavor at the Tevatron*, **plenario**, "Aspen 2011- New Data from the Energy Frontier", Aspen, 2011.
- *Heavy Flavor spectroscopy at the Tevatron*, **plenario inter-experiment review**, "Xth International Conference on Heavy Quarks and Leptons 2010" (HQL2010), Frascati, 2010.

- *Tevatron results with dilepton final states*, **plenario**, "Seventh meeting on B physics" Orsay, 2010.
- *B Physics at CDF*, **plenario**, "Third Workshop on Theory, Phenomenology and Experiments in Heavy Flavour Physics" Capri, 2010.
- *Highlights from Flavor Physics*, **plenario inter-experiment review**, "Brookhaven Forum 2010 – A Space-Time Odyssey" (BF2010), Upton, 2010.
- *Charmless B decays at CDF*, **plenario**, "12th International Conference on B-Physics at Hadron Machines" (BEAUTY 2009), Heidelberg, 2009.
- *Heavy Flavor experimental summary*, **plenario conference summary**, "XVII International Workshop on Deep-Inelastic Scattering and Related Subjects" (DIS2009), Madrid, 2009.
- *Recent B_s^0 results from CDF and DØ*, **plenario**, "VI Meeting on B physics", Ferrara, 2009.
- *ϕ_s from CDF*, **parallelo**, "5th International Workshop on the CKM Unitarity Triangle" (CKM2008), Rome, 2008.
- *CP Violation in B_s^0 decays at CDF*, **parallelo**, "34th International Conference on High Energy Physics" (ICHEP08), Philadelphia, 2008.
- *CDF Hot Topics*, **plenario**, "Fourth Flavor Physics and CP Violation Conference" (FPCP 2006), Vancouver, 2006.
- *Branching Fractions of $B_{(s)}^0 \rightarrow h^+ h'^- modes$ at CDF*, **parallelo**, "HEP2005 Europhysics Conference", Lisbon, 2005.
- *Prospects in CP violation measurements at the Tevatron*, **plenario**, "XVIII Rencontres de Physique de la Vallée d'Aoste", La Thuile, 2004.
- *B Physics at CDF*, **plenario**, "XXXVIII Rencontres de Moriond — Electroweak Interactions and Unified Theories", Les Arcs 1800, 2003.

Didattica

- **Corsi universitari**: nel 2018–2019 ho tenuto l'intero corso (48 hr, 6 CFU) di statistica del primo anno di magistrale in fisica all'Università di Trieste sostituendo Edoardo Milotti (in sabbatico). Nel 2006–2007 ho fatto l'esercitatore (e "cultore della materia" con supporto alla didattica) per il corso di elettronica digitale di Giovanni Punzi per studenti della laurea triennale in fisica dell'Università di Pisa.
- **Corsi di dottorato**: dal 2018 tengo il corso di fisica del sapore per gli studenti del dottorato in fisica dell'Università di Trieste (16 ore, circa 3-5 studenti/anno).
- **Scuole di fisica**: corsi di statistica in HEP alla ICTS school on future flavors (4 hr, online, 2022), Invisibles school (4 hr, Canfranc, Spain, 2019), SUSY2017 school (4 hr, TIFR, Mumbai, 2017), Fermilab-CERN Hadron Collider Physics Summer School (4 hr, Geneva, Switzerland, 2017), Xth CBPF Summer Physics School, (16 hrs, Rio de Janeiro, Brazil, 2015). Corso di flavor physics alla German Belle II Academy (3 hrs, online, 2021)

Supervisione postdoc e studenti

Divulgazione e media

- Relazione pubblica su 'Asimmetria tra materia ed antimateria – dall'universo alle interazioni tra quarks', nell'iniziativa 'Le forze della natura' coorganizzata da Università di Trieste e INFN, Trieste 2020, <https://agenda.infn.it/event/24342/>.
- Organizzazione seminari INFN Trieste (tipicamente cinque l'anno)
- Interviste: BBC News www.bbc.com/news/science-environment-29236241, la rivista francese di divulgazione 'Science et Vie' del gennaio 2015 www.science-et-vie.com; e Nature (Nature, 455 258 (2008)) www.nature.com/naturejobs/science/articles/10.1038/nj7210-258a.
- 2007–2009 coordinatore del programma scientifico e di training per gli studenti estivi (circa 20 l'anno) INFN/DOE a Fermilab. Organizzato e gestito ricerca di supervisors, supervisione generale dei progetti, organizzazione di corsi e seminari durante il soggiorno al laboratorio.
- Contributi alle attività di divulgazione di Fermilab: co-editore di una decina di articoli 'Result of the week' pubblicati online sul giornale 'Fermilab Today' del laboratorio (2007–2014); risponditore alle domande scientifiche proposte dal pubblico generale via mail (www.fnal.gov/pub/inquiring/questions/quesparticles.html) (2007–2009); moderatore della 2008 Quarknet US Masterclass per studenti di scuola superiore da EU and US impegnati nell' 'analisi visuale' degli event display e nel quiz finale (www.physicsmasterclasses.org/institutes/inst_us_quarknet.htm); dimostratore di semplici esperimenti di fisica in scuole elementari dell'area di Chicago; guida per visitatori alle strutture Fermilab (CDF, MINOS, KTeV, MIPP) (2007–2011).

Attività di ricerca

Sunto

Mi occupo di misure di precisione delle proprietà delle interazioni dei quark per sondare dinamica non descritta dal Modello Standard (SM). Negli ultimi 20 anni ho concepito, condotto, e guidato molte misure innovative di alto profilo che hanno esteso ed approfondito significativamente la conoscenza della dinamica dei quark. Ho lavorato tipicamente in piccoli gruppi (2–3 colleghi) e formando giovani collaboratori, due dei quali sono oggi esperti affermati. In tutti i lavori citati di seguito ho significativi contributi diretti, nel senso che sottraendo il mio contributo i risultati non sarebbero esistiti, o sarebbero arrivati in ritardo, o avrebbero avuto impatto inferiore.

Laurea (UPisa) – rivelatori al silicio a CDF

Costruzione e test di metà (circa 1.8 m^2) dei sensori di silicio a doppia lettura del tracciatore a raggio intermedio ISL di CDF II. ISL estendeva la copertura polare di tracciatura al silicio per il run 2001–2011 del collisore protone-antiprotone Tevatron. La mia responsabilità principale è stata di sviluppare e condurre test con luce laser e β -gun. Ho contribuito a installare le stazioni di test ed il software di gestione e presa dati. Ho identificato e caratterizzato ‘patologie’ invisibili ai test standard ma mitigabili con opportune configurazioni dei parametri d’esercizio ottenendo un significativo incremento di rapporto segnale-rumore (Nucl. Instrum. Methods A461, 216 (2001) e A485, 6 (2002)).

Dottorato (SNS) – analisi di fisica del sapore a CDF

Da dottorando della Scuola Normale, ho condotto la prima analisi dei decadimenti adronici charmless mai tentata in collisioni adroniche, un obiettivo che molti esperti del settore all’epoca consideravano irrealistico. La dinamica dei decadimenti di mesoni B_s^0 and B^0 in coppie di kaoni e/o pioni è sensibile a possibili contributi osservabili di ampiezze non-SM. L’accesso simultaneo ai decadimenti di B^0 and B_s^0 , prerogativa esclusiva di CDF al tempo, aumenta molto la sensibilità. Le sfide principali erano (i) identificare coppie di tracce da decadimenti di mesoni B disperse tra le decine di tracce da quark leggeri a rates 10^9 maggiori ed (ii) identificarne la corretta assegnazione di massa per distinguere tra i vari canali simili $B^0 \rightarrow \pi^+\pi^-$, $B^0 \rightarrow K^+\pi^-$ ecc. Ho sviluppato un fit multidimensionale che combinava le correlazioni dinamico-cinematiche dei decadimenti e la misura di ionizzazione specifica (dE/dx) nella camera a deriva per identificare e separare i contributi. Ho condotto l’analisi interamente, dallo sviluppo concettuale alla pubblicazione del (frequentemente citato) Phys. Rev. Lett. 97, 211802 (2006) e di Phys. Rev. D 72, 051104 (2005). I risultati includono la prima ricostruzione di decadimenti adronici charmless in collisioni adroniche e la prima osservazione di decadimenti charmless del mesone B_s^0 . Per completare l’analisi, ho concepito, sviluppato, ed eseguito la prima calibrazione del dE/dx di CDF II, strumento fondamentale a separare kaoni da pioni nelle misure di decadimenti adronici dei quark pesanti. Ho studiato in dettaglio, e corretto, le dipendenze strumentali della risposta in funzione della posizione delle tracce nel volume di tracciatura, del tempo, della temperatura ed altri fattori. Ho poi mantenuto la responsabilità del dE/dx per dieci anni. Le mie calibrazioni son state usate in moltissime analisi di fisica del sapore, incluse quelli di altissimo profilo come l’osservazione delle oscillazioni dei mesoni bottom-strange e le ricerche del

decadimento $B_s^0 \rightarrow \mu^+ \mu^-$. In prospettiva, il mio lavoro di tesi, oltre ai risultati specifici di alto profilo, ha avuto un impatto più ampio inaugurando il nuovo e fertile filone di studio dei decadimenti adronici per CDF a cui ho contribuito durante la decade successiva.

Postdottorato (FNAL) – analisi di fisica del sapore a CDF

Da postdoc di Fermilab ho dato contributi primari diretti a molte altre misure di decadimenti adronici dei B . Con un'analisi dei charmless migliorata, e di campioni più grandi, ho ottenuto la prima osservazione del decadimento $B_s^0 \rightarrow K^- \pi^+$, considerato prezioso nelle esplorazioni non-SM grazie a proprietà di simmetria che abbattano le incertezze fenomenologiche; le prime osservazioni di decadimenti charmless di barioni b ; e le prime misure di violazione delle simmetria carica-parità (CP) in decadimenti di mesoni B_s^0 e barioni b (Phys. Rev. Lett. **103**, 031801 (2009) e Phys. Rev. Lett. **106**, 181802 (2011)). Adattando il mio fit di composizione ai decadimenti $B \rightarrow Dh$ ho anche contribuito alle prime misure dell'angolo γ di mescolamento tra i quark mai fatte in collisioni adroniche, Phys. Rev. D **81**, 031105 (2010) e Phys. Rev. D **84**, 091504 (2011).

Dopo la misura della frequenza di oscillazione del B_s^0 , cercata da 15 anni ma alla fine compatibile con lo SM, l'attenzione della fisica del sapore si è concentrata sulla violazione della simmetria CP nella *fase del mescolamento* ($\sin 2\beta_s$) dei B_s^0 , fino ad allora completamente svincolata. Da coordinatore del gruppo di fisica dedicato, ho guidato la conduzione e la finalizzazione della prima misura mondiale di $\sin 2\beta_s$ ed ho co-proposto e sviluppato l'approccio statistico originale essenziale a gestire la complessità del risultato (Phys. Rev. Lett. **100**, 121803 (2008) e Phys. Rev. Lett. **100**, 161802 (2008)). I risultati hanno attratto molta attenzione, perchè mostravano una discrepanza con lo SM moderata ma sorprendentemente consistente con quella osservata poco dopo dall'esperimento concorrente Dzero. Ho continuato a lavorare su $\sin 2\beta_s$ fino alla misura finale di CDF su tutto il campione, Phys. Rev. Lett. **109**, 171802 (2012), supervisionando Mirco Dorigo e Sabato Leo, quest'ultimo mio studente di dottorato poi premiato con lo Springer award per le migliori tesi di dottorato europee.

La ricchezza del programma sui B adronici ha suggerito simili opportunità nella fisica del charm, un settore in cui CDF non era mai stato considerato competitivo. Insieme al mio laureando Angelo Di Canto ed a Michael Morello, Giovanni Punzi, e Luciano Ristori siamo stati i fautori della 'rinascita' del charm a Fermilab, grazie alle migliori misure (al tempo) di violazione di CP nel charm basate su ingegnosi rapporti tra quantità sperimentali che evitavano l'uso della simulazione (Phys. Rev. D **85**, 012009 (2012), Phys. Rev. Lett. **109**, 111801 (2012), and Phys. Rev. D **90**, 111103 (2014)). L'aver raggiunto precisioni del permille senza uso di simulazione su misure di fisica del sapore, e con uno strumento progettato 30 anni prima per la fisica elettrodebole, rimane una delle mie maggiori soddisfazioni professionali. I risultati d'avanguardia al tempo hanno attratto l'attenzione dei fenomenologi perchè simultanei ad anomalie nelle asimmetrie polari del quark top che suggerivano un quadro consistente di indizi di fisica non-SM negli up-quark.

In prospettiva, la mia traiettoria decennale di misure pioneristiche in CDF ha contribuito a stabilire, ben prima dei risultati di LHCb, che fisica del sapore di classe mondiale fosse possibile in collisioni adroniche, un concetto non ovvio nei primi anni 2000.

Staff (CERN) – analisi di fisica del sapore e proposta trigger di tracce a LHCb

Nel 2012 sono entrato in LHCb come staff research physicist al CERN. Insieme ad Angelo Di Canto abbiamo introdotto approcci alle misure di oscillazioni del charm sviluppati a CDF che hanno permesso a LHCb di superare le difficoltà legate alla strategia scelta fino ad allora, offrendoci un importante impatto nel programma di charm. Ho contribuito alle migliori misure disponibili dei parametri di oscillazione e violazione di CP nel charm, Phys. Rev. Lett. **111**, 251801 (2013) e Phys. Rev. D **97**, 031101 (2018). Ho poi proposto e sviluppato, con un piccolo gruppo di colleghi, un nuovo approccio sperimentale (oggi noto come 'bin-flip') alla misura della differenza di massa x tra autostati del charm, allora nota con scarsa precisione e compatibile con zero. La misura di x è particolarmente rilevante perchè x entra nelle quantità misurate in prodotti con quantità molto sensibili a fisica non-SM. La scarsa precisione su x impedisce di determinarne conclusivamente la differenza da zero, limitando crucialmente le capacità di vincolare fisica non-SM. L'approccio proposto mutuato dal $D^0 \rightarrow K^- \pi^+$ il concetto di studiare l'evoluzione temporale del rapporto tra decadimenti soppressi e favoriti applicandolo ad un insieme di regioni opportune del Dalitz plot dei decadimenti $D^0 \rightarrow K_S^0 \pi^+ \pi^-$. L'approccio, documentato su un articolo a pochi autori (Phys. Rev. D **99**, 012007 (2019)) offre un significativo incremento di sensibilità rispetto agli approcci convenzionali. Abbiamo infatti applicato il bin-flip sui dati di LHCb ottenendo la migliore misura di x (Phys. Rev. Lett. **122**, 231802 (2019)). Oggi il bin-flip continua ad offrire le sensibilità migliori ed è considerato l'approccio standard per misure di differenza di massa nel charm.

In parallelo, nel 2012–2015, ho lavorato ad un concetto innovativo di tracciatura in tempo reale nel silicio per applicazioni di trigger in LHCb. Con un piccolo gruppo di colleghi di Pisa guidato da Giovanni Punzi, abbiamo proposto un nuovo processore di tracce basato su FPGA e capace di ricostruire con qualità offline tracce nei pixel al silicio ai 40 MHz di frequenza di collisione di LHC basato su un algoritmo di pattern-recognition ispirato alla neurofisiologia della visione dei mammiferi (JINST **10** C03018 (2015)). Tale strumento avrebbe moltiplicato di circa un ordine di grandezza la capacità di LHCb di raccogliere campioni di decadimenti adronici (allora selezionati da un inefficiente trigger basato sul calorimetro) espandendone le prospettive di fisica. La sfida era di identificare, e determinarne i parametri, le 2–3 tracce da B in pixel illuminati da migliaia di hits dovuti alle centinaia di tracce da processi ordini di grandezza superiori. Il tutto a latenza zero e con un sistema di dimensioni e costi di qualche fattore inferiori alla soluzione standard. Un algoritmo che spingeva la parallelizzazione fino al livello fondamentale di processing degli hit, unito ad un'implementazione intelligente su processori a logica configurabile, offrivano risultati molto promettenti. Il mio contributo primario è stato di guidare la mia studentessa Federica Lionetto ad esplorare ed ottimizzare con studi sui dati le prestazioni in termini di rate e efficienze su segnali rappresentativi (CERN-THESIS-2013-106). Ho coordinato la redazione del documento tecnico principale a supporto del progetto (LHCB-PUB-2014-026). La collaborazione LHCb ha scelto di perseguire un concetto diverso per il trigger dell'upgrade ed ho quindi abbandonato il progetto.

Staff (Trieste) – analisi di fisica del sapore a Belle II e coordinamento della fisica

Ho formato un gruppo di analisi all'interno del gruppo Belle/Belle II Trieste e lo guido tutt'oggi. Grazie ad un buon successo nell'attrarre postdoc competitivi (uno finanziato dalla SNSF svizzera e tre dalle borse INFN per stranieri) e studenti (ad oggi tre laureandi magistrali e quattro dottorandi) ho generato a Trieste un'impronta importante nella fisica di Belle II. Nel 2017, quando sono entrato in Belle II Trieste il gruppo constava di solo 4 FTE; oggi siamo il gruppo più numeroso in Belle II Italia, con 11 FTE, grazie soprattutto alla mia iniziativa e capacità di attrazione. Lavoriamo sui decadimenti adronici charmless, un'attività che ho fatto partire io in Belle II nella duplice veste di convenier del working group associato e supervisore di vari studenti a Trieste. Stiamo completando un'analisi sull'intero campione di Belle (scelta suggerita dai ritardi di Belle II) per misure di frazioni di decadimento e asimmetrie CP in decadimenti $B^+ \rightarrow \rho^+ \rho^0$ (sviluppo della tesi di dottorato del mio studente Eldar Ganiev). L'argomento è di alto profilo perchè offre gli input oggi determinanti a migliorare la precisione sulla misura dell'angolo α della matrice di mescolamento. L'analisi è in fase di revisione interna con risultati 30% migliori di quelli attuali. Coi miei dottorandi Riccardo Manfredi e Sebastiano Raiz stiamo portando avanti misure preliminari sui primi dati di Belle II nei canali $B^+ \rightarrow \rho^+ \rho^0$ e $B^0 \rightarrow \pi^0 \pi^0$. I nostri risultati sono stati approvati regolarmente ad ogni iterazione delle principali conferenze annuali del campo ([arxiv:2009.09452], [arxiv:2109.11456], e [arxiv:2206.12362]) ed hanno avuto una forte valenza nel validare sui dati le prestazioni degli strumenti cruciali per la fisica di Belle II (ricostruzione vertici, identificazione di adroni carichi, soppressione fondi ecc). In parallelo abbiamo dato contributi significativi alla comprensione e sviluppo di strumenti essenziali alle nostre analisi che son poi diventati patrimonio comune in Belle II, come la calibrazione dell'energia dei π^0 nel calorimetro e lo studio delle asimmetrie strumentali di ricostruzione di stati finali. Dal 2022 le dimensioni del campione di Belle II offrono opportunità di misure competitive su scala globale ed è in quella direzione che stiamo muovendoci al momento.

Dal settembre 2021 sono coordinatore della fisica dell'intero esperimento per due anni. Il mio ruolo inizia giusto nella transizione tra i primissimi dati e l'accumulo di campioni sufficienti per misure competitive. Siccome la produzione di risultati fino al 2021 è stata insoddisfacente, il mio obiettivo primario è stato e rimane quello di portare la collaborazione a produrre fisica di qualità e quantità commensurate alle sue capacità. Nei primi mesi del mio term ho introdotto significativi cambiamenti nel metabolismo della fisica di Belle II a vari livelli. Ho ridefinito completamente le procedure di revisione ed approvazione delle analisi, stabilendo un ruolo preponderante per la discussione nel working group rispetto alla discussione ristretta tra referee interni, per evitare che le analisi stessero mesi in mano ai soli referees, senza che nessuno ne conoscesse lo status. Ho fuso alcuni working group di fisica tra loro riducendone il numero da 10 ad 8 per avere maggiore massa critica in ciascuno. Ho promosso informalmente il concetto che almeno uno tra i due convenieri di ogni working group debba avere significativa esperienza di analisi e coordinamento, visto che fino al 2021 molti convenieri non avevano alcuna esperienza in tal senso risultando inefficaci nell'organizzare, coordinare, e revisionare le analisi. Ho stabilito un ruolo più collaborativo, sinergico, e proattivo nell'interazione coi colleghi che assegnano i talk alle conferenze promuovendo il concetto che dare contributi importanti alle analisi è criterio principale per poterne presentare i risultati, ed con coloro che fanno la revisione editoriale dei documenti pubblici, per consolidare l'idea che la chiarezza e qualità dei documenti sono strettamente legate alla solidità del messaggio scientifico risultante. Approfitando della 'Snowmass process', ho guidato uno sforzo generale a rinfrescare e ripensare, alla

luce delle prestazioni osservate del rivelatore e delle proiezioni realistiche sulle dimensioni dei campioni, le prospettive di fisica di Belle II nel breve, medio, e lungo termine. Questo ha consistito nel coordinare una ventina di studi di sensibilità future, stavolta basati sui risultati preliminari osservati e non su ottimistiche proiezioni da simulazione, e documentarli come editor su un documento condiviso con la leadership Snowmass [2207.06307].

Tutto questo avviene gestendo difficoltà intrinseche ed estrinseche non banali. Abbiamo preso dati continuamente durante la pandemia COVID19, col Giappone completamente chiuso all'ingresso di stranieri, che tutt'oggi ci impedisce di organizzare un meeting di collaborazione in presenza. Ci siamo adattati al significativo ridimensionamento dei campioni di dati rispetto alle previsioni, dovuto ad inferiori luminosità di picco. Navighiamo attraverso le difficoltà dovute alla guerra in Ucraina, da gestire con tatto visto che abbiamo importanti gruppi russi ed ucraini. Abbiamo dovuto accettare una pausa nella presa dati prematura e più lunga del previsto (14 mesi da ora) concausata dal prezzo dell'elettricità che impone al laboratorio misure drastiche di protezione del budget ed al fatto di dover completare alcune installazioni arrivate in ritardo nel 2019.

Comunque i risultati finora sono molto promettenti. Belle II nei primi 6 mesi del 2022 ha approvato 26 nuovi risultati preliminari, più del doppio di tutti quelli approvati nell'intero 2021. Questi includono misure migliori al mondo, come quelle delle vite medie di barioni charmed ed i limiti sull'esistenza di particelle predette da modelli di dark sector a masse di $1-10 \text{ GeV}/c^2$, o risultati competitivi come i test di universalità leptonica elettrone-muone e le misure degli accoppiamenti tra il quark bottom ed i quark u e d . Di questi, 6 risultati ambiscono a pubblicazione su rivista, raddoppiando il conto totale delle pubblicazioni ottenute finora. Anche la qualità dei risultati, oltre alla quantità, è cresciuta sostanzialmente rispetto agli anni scorsi, con analisi sofisticate ed avanzate che hanno fatto emergere e maturare una nuova generazione di studenti e postdoc forti che saranno i leader futuri della collaborazione.

Misure di fisica nonflavor

Nel corso degli anni, lateralmente all'indagine principale sulla fisica sapore, ho adattato le tecniche sviluppate verso obiettivi tangenziali come misure di adroproduzione di charm a basso impulso ottenute guidando, insieme a Luciano Ristori, gli studenti Manuel Mussini (PhD di UBologna) e Luigi Marchese (Master di UNapoliFedericoII) (Phys. Rev. D **95**, 092006 (2017)), e le migliori misure al mondo delle vite medie dei mesoni B_s^0 and D_s^- in collaborazione con Angelo Di Canto e Mirco Dorigo (Phys. Rev. Lett. **119**, 101801 (2017)) (precisione due volte migliore del PDG). Quest'ultime usano un approccio originale proposto da me e basato sui *rapporti* tra distribuzioni di tempi di decadimento in stati finali uguali permettendo di beneficiare dell'abbondanza dei decadimenti semileptonici aggirandone i tradizionali limiti dovuti alla cinematica aperta.

Statistica

Dal 2008 circa, ho sviluppato un interesse specifico per i concetti ed i metodi statistici per HEP. In collaborazione con Giovanni Punzi, abbiamo implementato la prima (ed a quanto mi consta unica) applicazione in una misura di fisica del metodo di Berger-Boos per la valutazione efficiente e frequentisticamente robusta di p-values in problemi con parametri di nuisance ad alta dimensionalità ([arxiv:0810.3239]). In questo ambito ho fondato e guidato i comitati di statistica di LHCb e Belle II, co-coordino il sottoprogetto "Statistical methods for analysis combination" del progetto JENNIFER2 del bando MSCA-RISE (grant agreement 822070) ed ho co-organizzato il workshop PhyStat-Flavor.

Pubblicazioni scientifiche

Da membro attivo di CDF dal 2000, LHCb nel 2012–2019, e Belle II dal 2019 sono formalmente autore di

- più di 1000 pubblicazioni (<http://inspirehep.net/search?p=find+a+d.+tonelli>). L'elenco completo si trova nell'allegato separato.
- per un totale di più di 80 000 (da inSPIRE) citazioni, o approssimativamente 80 per articolo in media.
- con un h-index di 133 (da inSPIRE)

Questi numeri, che risultano dalla discutibile pratica di "standard authorship" in fisica sperimentale delle particelle offrono una immagine sproporzionatamente irrealistica di alto impatto scientifico rispetto a colleghi in altre branche della scienza.

Una valutazione più realistica è si ottiene restringendosi al sottoinsieme di lavori per i quali ho dato un contributo significativo personale diretto, nel senso che senza il mio contributo il lavoro non sarebbe uscito, o sarebbe uscito in significativo ritardo, o con risultati di qualità inferiore.

Il mio impatto in fisica del sapore è sostanziato da 17 pubblicazioni PRL and PRD, la maggior parte ad alte citazioni, e tipicamente ottenute in piccoli gruppi di 3–6 persone. La mia reputazione nella comunità del sapore è sostanziata da contributi ad un articolo di review su Physics Reports e 6 compilazioni dell'Heavy Flavor Averaging Group, usate in input per il PDG. Due proceedings su NIM A documentano l'attività iniziale sui rivelatori a silicio, e vari atti di conferenze (con revisione su JINST/NIM/IEEE) supportano il mio lavoro su trigger di traccia. In aggiunta sono autore di circa 10 proceedings di conferenze di fisica, 15 di strumentazione, 60 note interne di CDF, 10 note interne di LHCb, e 10 di Belle II.

Una selezione di 12 pubblicazioni significative si trova nell'allegato separato.

August 1, 2022

CV di Cecilia Pizzolotto

Attività di ricerca

FAMU (06.2017-11.2017 e 10.2018-oggi)

FAMU, Fisica degli Atomi Muonici, è un esperimento che vuole misurare lo **splitting iperfine dell'atomo di idrogeno muonico** per la misura indiretta del raggio di Zemach del protone ¹.

FAMU è un esperimento relativamente piccolo che permette di contribuire in prima persona a molti aspetti. In questi anni sono stata impegnata sia nelle sessioni di acquisizione dati che nella analisi degli stessi, oltre ad avere ruoli di sempre maggiore responsabilità nell'esperimento. Nel biennio 2021-2022 sono stata **responsabile del team di analisi**, coordinando le riunioni, le strategie di analisi e la preparazione delle pubblicazioni. Da gennaio 2021 sono **Responsabile Locale** della sigla FAMU. Da luglio 2023 ho inoltre assunto il ruolo di **Responsabile Nazionale** di FAMU.

Ho sempre partecipato **ai beam time** presso RAL/Oxford, contribuendo al montaggio e smontaggio dell'esperimento, partecipando ai turni di controllo dell'acquisizione dati.

Per l'analisi dei dati, inizialmente ho studiato e ricostruito dati relativi ai beam time del 2014 e 2018 raccolti con diverse composizioni gassose nel bersaglio. Mi sono occupata della loro ricostruzione in formato "livello 2" (ricostruzione degli eventi) e della calibrazione dei rivelatori LaBr, con studi sul comportamento dei detectors nel tempo. Ho analizzato i dati per la misura del rate di trasferimento dei muoni dall'idrogeno muonico all'ossigeno in funzione della temperatura, una misura fondamentale per dimostrare la riuscita dell'esperimento. Ho lavorato sia sui dati del 2016², ma soprattutto ho curato l'analisi dei dati del 2018. Sono infatti tra gli autori/contributori principali del paper relativo all'estensione della misura del transfer rate in un più ampio intervallo di temperature³. Ho inoltre studiato set di dati a diverse pressioni e concentrazioni di ossigeno nel bersaglio, supportata anche da simulazioni, ricavando le condizioni ottimali del bersaglio che sono applicate per la misura dello splitting iperfine. Nei dati più recenti, mi sono focalizzata sullo studio del timing dei rivelatori e lo studio delle sistematiche nei dati. L'analisi per la misura dello splitting iperfine è attualmente in corso. Recentemente, nel 2024, ho presentato ad alcune conferenze lo stato dell'esperimento, che è il primo ad avere acquisito i dati per la misura dello splitting iperfine dell'atomo di idrogeno.

Il sistema laser rappresenta una componente essenziale di FAMU, che è riuscito a realizzare un laser unico al mondo per le sue caratteristiche specifiche. Dal 2017 sono coinvolta in diversa misura a seconda dei periodi nelle attività laser. Il mio contributo principale nel 2019-20 è stato alla parte degli acquisti, in quanto RUP, che in quel periodo sono stati molto rilevanti per la finalizzazione del sistema. Nel 2020, il laser è stato trasferito a RAL/Oxford per l'integrazione con il setup sperimentale di FAMU. Recentemente ho rinnovato ed esteso il mio interesse per le attività laser e partecipo ad un progetto per lo sviluppo ulteriore del sistema (**PRIN 2022**, Progetto: MENPHYS). MENPHYS prevede un nuovo setup laser per il miglioramento delle prestazioni, come una maggiore stabilità in termini di energia e lunghezza d'onda e la calibrazione assoluta della lunghezza d'onda. Sono **responsabile locale** a Trieste del progetto MENPHYS e sono sempre più coinvolta anche negli aspetti scientifici della attività.

HERD (2020-oggi)

HERD (High Energy cosmic-Radiation Detection) è un esperimento proposto per lo studio dei raggi cosmici che si prefigge come obiettivo principale di misurare particelle di alta energia (elettroni fino a 100 TeV), mai misurate prima in maniera diretta. La realizzazione di HERD è prevista per il 2027 e verrà installato sulla Stazione Spaziale Cinese.

¹ <https://doi.org/10.1140/epja/s10050-020-00195-9>

² Phys. Lett. A 2020, 384(26), 126667 doi:10.1016/j.physleta.2020.126667

³ Phys. Lett. A 2021, 403, 127401 doi:10.1016/j.physleta.2021.127401

Per HERD sono **Responsabile Locale** a Trieste, dove un piccolo gruppo si occupa della realizzazione dei chip HIDRA per la lettura dei canali del calorimetro a cubi di LYSO. Io sono coinvolta nella **simulazione e analisi** dei dati del **calorimetro**. Ho partecipato ai beam-test presso il CERN e mi sono occupata di una parte dell'analisi dati di questi test⁴, continuando con le esperienze che già avevo acquisito sia con lo studio di scintillatori che con la calorimetria in esperimenti spaziali (AMS, PAMELA).

AMS-02 (07.2011-06.2017 INFN e ASDC)

AMS-02 è un esperimento collocato sulla Stazione Spaziale Internazionale per lo studio dei raggi cosmici carichi. La mia occupazione principale è stata l'**analisi dati** dell'esperimento. Ho lavorato in particolare in **studi calorimetrici per la separazione leptoni/adroni**, ed in studi per la confusione di carica nella misura degli **antiprotoni**⁵. Parte di questi studi, distribuiti con note interne⁶ hanno contribuito alla pubblicazione del **flusso totale di elettroni e positroni**⁷. Ho contribuito allo sviluppo di strumenti software per l'analisi che vengono resi disponibili alla collaborazione (ex. ricostruzione calorimetrica). Ho utilizzato metodi statistici (TMVA) per una migliore separazione calorimetrica leptoni/adroni ad alte energie (~TeV).

Ho svolto regolarmente **turni di controllo** presso il centro operativo al CERN di Ginevra. Qui, in diretto contatto con il centro NASA che coordina le operazioni a bordo della Stazione Spaziale, viene tenuto sotto controllo lo stato di AMS-02, se necessario mandiamo comandi per cambiare dei parametri e controlliamo il trasferimento a terra dei dati. Con frequenza mensile ero al CERN per partecipare ai meeting di analisi e incontrarmi coi colleghi della collaborazione o svolgere i turni.

Ad ASDC (ASI Science Data Center, ora SSDC) sono stata **coordinatrice** del gruppo di AMS-02, Il coordinatore rappresenta il gruppo alle riunioni del centro, ed ha un ruolo principalmente burocratico-amministrativo.

PAMELA (02/2009-06/2011 e 2012-2014)

Per circa 2 anni sono stata assegnista di ricerca all'INFN di Trieste dove ho lavorato per l'esperimento su satellite PAMELA, dedicato alla misura di particelle cariche nello spazio.

Mi sono occupata di **simulazioni**: ho ottimizzato ed implementato il nuovo software di simulazione di PAMELA per la parte riguardante il **calorimetro**⁸. Ho realizzato inoltre un programma che gestisce automaticamente la produzione in larga scala di eventi simulati e la loro archiviazione in formato standard per PAMELA.

Ho usato i metodi dell'**analisi multivariata** per estendere a più alte energie la misura della **frazione di positroni**, contribuendo alla pubblicazione dello spettro dei positroni⁹.

Ho fatto parte del team di sei persone che periodicamente si occupa della **calibrazione dei dati di volo e del riprocessamento dell'intero set di dati** (20 Terabyte) per la ricostruzione dei singoli eventi con la versione aggiornata del software. Ho quindi usato database MySQL e script automatici (linguaggio bash) per la gestione dei programmi eseguiti alle farm di calcolo di Trieste e del CNAF (BO). Questo lavoro di servizio è stato importante per la pubblicazione ad es. di [footnote 6] e successive pubblicazioni.

Nel luglio 2012, quando lavoravo per ASDC, ho iniziato un progetto di archivio web per i raggi cosmici come unica responsabile¹⁰ e l'anno successivo sono stata affiancata da una collega. Il progetto prevede la creazione di un **database** per lo storage di tutti i dati di AMS-02 e di PAMELA. C'era particolare interesse per la distribuzione dei flussi dipendenti dalla modulazione solare, che pur essendo pubblicati non erano numericamente disponibili. Con la collaborazione dei membri di PAMELA ed AMS ho raccolto i dati per l'archivio e con il supporto web ed informatico di ASDC abbiamo realizzato un'interfaccia web per l'accesso pubblico ai dati (<https://tools.ssdsc.asi.it/CosmicRays>). Abbiamo in seguito iniziato ad estendere l'archivio includendo altri esperimenti per la misura di raggi cosmici¹¹.

⁴ doi:10.3390/instruments6030033, doi:10.1088/1748-0221/17/09/P09002

⁵ doi: 10.1103/PhysRevLett.117.091103; Note interne ASDC AMS-02, 2016

⁶ M.Duranti et al., *AMS-02 electron+positron flux measurement (part 1, part2,part3)*, AMS Internal note 2014

⁷ PRL 113 (2014) 221102. DOI: 10.1103/PhysRevLett.113.221102; PRL 113 (2014) 121102. DOI: 10.1103/PhysRevLett.113.121102 ; PRL 113 (2014) 121101. DOI: 10.1103/PhysRevLett.113.121101

⁸ Nuovo Cimento C - vol 33, 6, (2010) 285-286. doi:10.1393/ncc/i2011-10785-1

⁹ PRL 111 (2013) 081102. DOI: 10.1103/PhysRevLett.111.081102

¹⁰ Note interne ASDC, Pizzolotto C. (2013), ASDC-SPEC-PAM-WEB-001

¹¹ Note interne ASDC (2014) ASDC-SPEC-CRDB-AMS-PAM-001 ; (2015) ASDC-SPEC-2015-CRDB-001

COSY-TOF (02.2003-12.2008)

COSY-TOF è un esperimento all'acceleratore di Jülich che studia gli urti protone-protone alle energie di qualche GeV.

Ho svolto il dottorato presso l'università di Erlangen-Nürnberg, dove lavorando per COSY-TOF ho studiato le **reazioni protone-protone con produzione di particelle strane** (Lambda e Sigma)¹². La misura di **polarizzazione della lambda** nella reazione $pp \rightarrow pK\Lambda$ con fascio incidente polarizzato ad energia incidente di 2.75 GeV/c e 2.95 GeV/c è stato il tema del mio progetto di dottorato. Per questo lavoro ho implementato parte del programma di ricostruzione delle tracce e ampliato l'analisi includendo le variabili di polarizzazione.

Già da dottoranda e per tutto il periodo successivo, sono stata **referente** per il software di **simulazione** di COSY-TOF sviluppato dal gruppo di Erlangen. Ero incaricata dell'implementazione e del mantenimento dello stesso, nonché della produzione dei dati simulati.

Nel 2006-2007 ho partecipato attivamente al lavoro di confronto dei software di simulazione e dei tre programmi di analisi che erano stati sviluppati indipendentemente da diversi gruppi della collaborazione COSY-TOF. Questo confronto è stato importante per l'ottimizzazione delle analisi, in particolare nei canali di produzione Sigma e Lambda¹³.

Ho contribuito alla preparazione di un certo numero di sessioni di **beam time** di COSY-TOF presso l'acceleratore di Jülich. L'apparato sperimentale di COSY-TOF è di medio-piccole dimensioni, perciò ho potuto svolgere i più diversi compiti, dalla collocazione in posizione dei rivelatori, al controllo dei segnali e dell'elettronica, fino alla costruzione di trigger hardware. Ho effettuato inoltre turni di controllo durante l'acquisizione dati.

ATTIVITA' HARDWARE (2001-2008)

Durante la mia esperienza da dottoranda e post-doc presso l'università di Erlangen-Norimberga (2001-2008) ho anche avuto la possibilità di partecipare ad attività di laboratorio concernenti lo sviluppo e la **caratterizzazione di rivelatori** per altri esperimenti. Ho contribuito al progetto e alla realizzazione di un banco di test semi-automatico installato al dipartimento di fisica dell'università di Erlangen appositamente ideato per la caratterizzazione dei fotomoltiplicatori per l'esperimento COMPASS (CERN, Svizzera)¹⁴. Ho inoltre collaborato alle misure di caratterizzazione di alcuni rivelatori microchannelplate in campi magnetici ad alta intensità da impiegare nell'esperimento PANDA (GSI, Germania)¹⁵.

Nel 2001 ho vinto una borsa come technical student al CERN per lo studio di **cristalli di scintillatore** (LuYAP, LSO). Una dottoranda ed io abbiamo caratterizzato circa trenta cristalli in termini di *light yield*, risoluzione energetica e tempo di decadimento¹⁶. Parte di questo lavoro è stato argomento della mia tesi di laurea.

¹² EPJ A 48 (2012) 23, doi:10.1140/epja/i2012-12023-8 ; Phys. Lett. B 688 (2010) 142-149
doi:10.1016/j.physletb.2010.03.076 ; EPJ A 46 (2010) 27-44, doi:10.1140/epja/i2010-11023-0, nucl-ex/1008.4287v1
; Phys. Lett. B 649 (2007) 252-257, doi:10.1016/j.physletb.2007.04.023

¹³ Physics Letters B 649 (2007) 252-257, hep-ex/0612048, doi:10.1016/j.physletb.2007.04.023

¹⁴ NIM A 616 (2010) 21-37, doi:10.1016/j.nima.2010.02.069 ; NIM A 587 (2008) 371-387,
doi:10.1016/j.nima.2007.12.026

¹⁵ NIM A 598 (2009) 143-146, doi:10.1016/j.nima.2008.08.079 ; NIM A A 595 (2008) 173-176 DOI:
10.1016/j.nima.2008.07.083

¹⁶ NIM A 493 (2002) 131-136, doi:10.1016/S0168-9002(02)01559-0

Attività di terza missione

- Dal 2019 Partecipo annualmente all'International Cosmic Rays Day, ICD presso la sezione di Trieste Evento per studenti delle scuole superiori, con seminari ed attività di laboratorio per la misura del flusso di raggi cosmici. Ho collaborato alla organizzazione e preparazione dell'evento, preparo seminari per la spiegazione dell'attività ed accompagnato i ragazzi a fare la misura.
- Notte europea dei Ricercatori, evento aperto al grande pubblico
Ho partecipato agli eventi della Notte della Ricerca presso le sedi di ASI Tor Vergata ed ESA/ESRIN dal 2011 al 2016, preparando brochure, presenziando e illustrando al pubblico la nostra ricerca con il materiale a disposizione (poster/modellini) oltre che dei seminari.
Nel 2009-2010 ho partecipato alla Notte della Ricerca a Trieste con temi sui raggi cosmici ed una camera a scintille

Ruoli di Responsabilità

Incarichi di responsabilità o coordinamento scientifico o gestionale in collaborazioni, gruppi, strutture o progetti di ricerca nazionali o internazionali

- **Luglio 2023 – oggi:** Responsabile Nazionale della sigla FAMU (sigla INFN afferente Commissione 3)
- **Gennaio 2021 – oggi:** Responsabile locale della sigla FAMU a Trieste.
- **2021 - 2022:** Responsabile del gruppo di analisi nell'esperimento FAMU. Coordinamento e moderazione meeting, e gestione attività del gruppo di analisi.
- **Luglio 2020 – oggi:** Responsabile locale della sigla HERD a Trieste afferente a Commissione 2. Il gruppo è piccolo ~5 persone (~1FTE).
- **Luglio 2012 – luglio 2014:** Coordinatrice del gruppo PAMELA in ASDC (ASI Science Data Center, ora SSDC). Responsabile gestione e coordinamento PAMELA in particolare in relazione alle attività interne di ASDC, che sono soprattutto di carattere burocratico-gestionale (ex. relazioni scientifiche semestrali).
- **Luglio 2012 – luglio 2014** Responsabile del progetto di archivio web per i raggi cosmici presso ASDC (ASI Science Data Center). Il progetto vuole rendere disponibile un archivio per i dati di raggi cosmici, ed era volto dapprima alla pubblicazione e diffusione del flusso di protoni dipendente dal tempo dell'esperimento PAMELA. In seguito è stato via via esteso anche ad altri esperimenti. <https://tools.ssdsc.asi.it/CosmicRays/>
- **Luglio 2011 – giugno 2017:** Coordinatrice del gruppo AMS-02 in ASDC (ASI Science Data Center). Responsabile gestione e coordinamento AMS-02 in particolare in relazione alle attività interne di ASDC. Curatrice della parte burocratica-gestionale interna ad ASDC.
- **2003-12.2008** Responsabile delle simulazioni per l'esperimento COSY-TOF. Incaricata del mantenimento del software e della produzione di simulazioni per la collaborazione.
- **01.2007-12.2008** Insegnamento e coordinamento. Responsabile del modulo di laboratorio di fisica nucleare (corso di laurea in fisica) presso il dipartimento di fisica dell'Università di Erlangen-Norimberga. Mi occupavo di due esperienze in laboratorio riguardanti uno la radioattività e l'altro la misura dei raggi cosmici; del coordinamento e della schedula degli altri colleghi del corso; della correzione e valutazione delle relazioni degli studenti.
- **2007 - 2008:** supervisione di alcuni studenti (un dottorando, a cui era assegnato un tema di ricerca concernente COSY-TOF, e due laureandi). Uno dei progetti di laurea ha riguardato indagini sui meccanismi di riparazione del DNA da parte di cellule irradiate con fasci di protoni [88] e l'esperimento è stato svolto all'acceleratore del dipartimento di fisica di Erlangen (Germania) e in collaborazione con la clinica universitaria.

Ruoli di servizio ricoperti in Enti e istituzioni di ricerca nazionali e internazionali.

- **Gennaio 2019 - oggi:** RUP, Responsabile Unico Procedimento. Nomina da parte del direttore di sezione. Responsabile acquisti per tutti gli acquisti compiuti dagli esperimenti FAMU ed HERD in sezione, e di alcuni acquisti ulteriori. Per FAMU gli acquisti principali sono stati per il completamento e miglioramento del sistema laser nonché della sua manutenzione.

Altri incarichi:

- **Ottobre 2023:** **Commissario in concorso per assegno di ricerca** bandito dall'Università di Udine (Codice Concorso 21A082, del 13/09/2021) a tema "Sviluppo di un laser per spettroscopia atomica nel medio infrarosso basato sulla tecnica della generazione di frequenze per sottrazione". Nomina dei commissari con decreto rettorale. Attività svolta: valutazione dei titoli dei candidati al concorso.

Finanziamenti/Premi

- **Bando PRIN2022** (Decreto Direttoriale n. 104 del 02-02-2022): partecipazione con il progetto 2022KMNSR9: METrology and Nonlinear optics for Precision muonic HYdrogen physicS (MENPHYS). Finanziamento vinto con il D.D. del 30-06-2023. Durata 24 mesi. MENPHYS è un progetto volto a migliorare le prestazioni dell'apparato laser usato nell'esperimento FAMU e si prefigge di aumentare la stabilità e l'energia del fascio laser a 7 micron con un oscillatore/amplificatore ottico parametrico (OPO/OPA); calibrare la frequenza in maniera assoluta; semplificare l'iniezione della luce nella cavità. Il progetto si compone di 4 unità di ricerca, sono a capo dell'unità INFN a Trieste.

Contratti, borse

Ottobre 2018 - oggi Ricercatrice TI presso INFN Trieste. Principali attività: esperimenti FAMU, HERD.

Giu 2017 - Nov 2017 Ricercatrice TD presso INFN Trieste. Principale attività: esperimento FAMU.

Lug 2014 - Giu 2017 Ricercatrice TD presso INFN Roma2 e ASCD (ASI Science Data Center, ora SSDC)

- Delibera 13284 del 2014 attività: "Collaborazione scientifica in attività di analisi e archivio scientifico dei dati dell'esperimento AMS presso il Centro ASDC"
- Vincitrice del bando RMTV/R3/ 507 del 2015, selezione per titoli e colloquio. Delibera 13847 del 2015, attività: "Collaborazione scientifica in attività di sviluppo dell'archivio dati di esperimenti per lo studio della radiazione cosmica nello spazio presso il centro ASDC"
- Proroga contratto con delibera 13951 del 2015.

Lug 2011 - Lug 2014 Ricercatrice TD (ex art.23 EX ART. 23, l E Il C., D.P.R. 171/91) presso INFN Pg e ASCD (ASI Science Data Center).

- Delibera 11950 del 2011 del CD INFN, per la "collaborazione scientifica in attività di analisi dei ASDC dati raccolti con l'esperimento AMS sulla Stazione Spaziale Internazionale, con particolare riguardo ai dati di calibrazione degli strumenti scientifici"
- Delibera 12412 del 2012 per la "collaborazione in attività di analisi e scientifico dei dati degli esperimenti AMS e PAMELA, presso il Centro ASDC"
- Delibera 12856 del 2013 per la "collaborazione in attività di analisi e scientifico dei dati dell'esperimento AMS presso il Centro ASDC"

Mar 2011 – Giu 2011 Assegno di ricerca presso Università di Tor Vergata, bando n.4274 del 2010 selezione per titoli e colloquio. Tema di ricerca: "Sistemi avanzati per misure di

tempo di volo di particelle per la ricerca di segnali di materia oscura con esperimenti a bordo di palloni stratosferici e satelliti”

- Luglio 2009** Conseguimento giudizio di idoneità INFN (bando n.13153/2009). Idoneità valida per eventuale costituzione di rapporti di lavoro subordinato con contratto a termine per personale ricercatore di III livello – fisica sperimentale.
- Feb 2009 - Feb 2011** Titolare Assegno di ricerca presso INFN Trieste, bando 12736 del 2008, selezione per titoli e colloquio. Tema: “Simulazioni e sviluppo di un apparato calorimetrico per lo studio della composizione e spettro energetico dei raggi cosmici fino ad energie dell’ordine di 10^{15} eV
- Giu 2007 – Dec 2008** Ricercatrice TD presso dipartimento di Fisica Università di Erlangen-Norimberga
- Mar 2003 – Mag 2007** Dottoranda presso Università di Erlangen-Norimberga. Selezione con colloquio. Tema: “Measurement of Lambda polarisation observables at the COSY-TOF spectrometer”
- Dec 2001 – Ago 2002** vincitrice borsa di studio, Technical Student presso CERN/Ginevra. Selezione per titoli. Studio di cristalli di scintillatore.

Presentazioni a conferenze

- “Investigating the proton structure with the FAMU experiment”, (presentazione orale su invito, workshop internazionale) FUTURE on Muon Elemental analysis (FUME), 19-21 ottobre 2024, JPARK Japan
- “Measuring the muonic hydrogen hyperfine splitting with the FAMU experiment” (presentazione orale su invito, workshop internazionale), 5-6 settembre 2024, Abington UK.
- “Status of the FAMU experiment”, (presentazione orale, conferenza internazionale), PSAS'2024 - International Conference on Precision Physics of Simple Atomic Systems, 10-14 Giugno 2024, ETH Zurich, Svizzera
- “The FAMU experiment: measurement of the ground state hyperfine splitting of muonic hydrogen”, (presentazione orale, workshop nazionale), Quinto incontro Nazionale di Fisica Nucleare INFN 2022; 9-11 maggio 2022, Laboratori Nazionali del Gran Sasso, Assergi, Italia
- “Characterization of the μ -p transfer to oxygen with the FAMU Experiment” (presentazione orale, conferenza internazionale, invito: no, sessione unica) XIX International Conference on Science, Arts and Culture, The Proton Radius 15-20 settembre 2019, Veli Losinj, Croazia
- “FAMU: latest results in the measurement of the transfer rate from μ -p to higher-Z elements”, (presentazione orale, conferenza internazionale, invito: no, sessione unica), International Conference on Precision Physics and Fundamental Physical Constants (FFK-2019), 9-14 giugno 2019, Tihany, Ungheria
- “Precision measurements of positron, electron, positron+electron fluxes with AMS-02” (presentazione orale, conferenza internazionale, invito: no), Topics in Astroparticle and Underground Physics (TAUP 2015), 7-11 settembre 2015, Torino, Italia
- “Positron fraction, electron and positron spectra measured by AMS-02” (presentazione orale, conferenza internazionale, invito: no, sessione unica), Roma International Conference on Astroparticle Physics 2014 (RICAP-14), 30 sett -3 ottobre 2014, Noto (SR)
- “The AMS-02 Experiment: one year in space”, (presentazione orale, workshop internazionale, invito: no, sessione unica), 9th Workshop on Science with the New Generation of High Energy Gamma-ray Experiments (SciNEGHE), 20-22 Giugno 2012, Lecce, Italia

- “New measurement of positron abundance in cosmic rays with PAMELA”, (poster, conferenza internazionale, invito: no), 38th Scientific Assembly of the Committee on Space Research and Associated Events - COSPAR 2010, 18-25 luglio 2010, Bremen, Germania,
- “The PAMELA space experiment”, (poster, conferenza nazionale, invito: no), Incontri di Fisica delle Alte Energie IFAE2010, Roma, 9-7 aprile 2010
- “Depolarization Measurements with COSY-TOF”, (presentazione orale, workshop nazionale/Germania, sessione unica), CANU/FFE workshop, Bad Honnef, Germania, dicembre 2007
- “Messung von Polarizationsobservablen in der Lambda Produktion an COSY-TOF”, (presentazione orale, conferenza nazionale/Germania, invito: no, sessione parallela), Deutsche Physikalische Gesellschaft Frühjahrstagung, Gießen, Germania, 12-16 marzo 2007
- “Lambda production at COSY-TOF with polarized proton beam”, (presentazione orale, conferenza nazionale/Germania, invito: no), Deutsche Physikalische Gesellschaft, München, Germania, 20-24 marzo 2006
- “Measurements with polarized beam, polarization observables and MC simulation”, (presentazione orale, workshop internazionale, invito: no, sessione unica), FFE Workshop, Jülich, Germania, ottobre 2005
- “Decay time measurements of LuYAP and LSO crystals”, (presentazione orale, workshop internazionale, invito: no, sessione unica), Crystal Clear workshop, CERN, Svizzera, 2002

Pubblicazioni

Una lista delle mie pubblicazioni si trova su <https://orcid.org/0000-0003-0200-2408> e su <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=22836098000>

ResearcherID: G-5821-2013 ;

Scopus id: 22836098000

h-index 34 (da Scopus 15/Sept/2025)

Di seguito sono riportate solo alcune pubblicazioni principali:

1. Adamczak et al, **First operation of the FAMU experiment at the RIKEN-RAL high intensity muon beam facility**, submitted to The European Physical Journal A, DOI: 10.48550/arXiv.2509.10350
L'articolo riporta l'installazione, la messa in servizio e la prima operazione del rivelatore FAMU presso la struttura RIKEN-RAL ISIS Neutron and Muon Source, oltre ai risultati di performance del detector delle campagne di acquisizione dati nel 2023-2024.
2. C. Pizzolotto, A. Sbrizzi, et al., **Measurement of the muon transfer rate from muonic hydrogen to oxygen in the range 70 - 336 K**, Physics Letters A 403 (2021) 127401 doi:10.1016/j.physleta.2021.127401 (6 citazioni da Scopus 1.12.2023)
Questa misura mostra come il *transfer rate* dell'ossigeno dipende dalla temperatura, ed è un dato fondamentale per la metodologia sperimentale di FAMU. Ho partecipato all'acquisizione dati del 2018. Successivamente, in due ci siamo occupati dei maggiori aspetti della calibrazione dei detector e dell'analisi di questi dati per la misura del *rate* di trasferimento. Ho anche scritto la maggior parte dei testi dell'articolo.

3. C.Pizzolotto, A. Adamczak, D. Bakalov, et al., **The FAMU experiment: muonic hydrogen high precision spectroscopy studies**, The European Physical Journal A 56 (2020) no.7, 185
doi:10.1140/epja/s10050-020-00195-9 (18 citazioni, Scopus 1.12.2023)
L'articolo descrive il principio di misura di FAMU, la sua strategia e l'apparato sperimentale finalmente ultimato. Ho lavorato sull'analisi dati e contribuito alle simulazioni ed agli studi di progettazione del bersaglio. Ho preparato l'articolo con testi e raccogliendo e raccordando le informazioni dei sotto-progetti.

4. M.Aguilar et al. (AMS Collaboration), **Antiproton Flux, Antiproton-to-Proton Flux Ratio, and Properties of Elementary Particle Fluxes in Primary Cosmic Rays Measured with the Alpha Magnetic Spectrometer on the International Space Station**, Physical Review Letters, 2016, 117(9), 091103 doi:10.1103/PhysRevLett.117.091103 (407 citazioni, Scopus 1.12.2023).
L'articolo riporta la misura del flusso di antiprotoni da 1 a 450 GV con AMS-02. In particolare per questa misura ho partecipato al gruppo di analisi che si occupava degli studi sulla confusione di carica.

5. M.Aguilar et al. (AMS Collaboration), **Precision Measurement of the $(e^+ + e^-)$ Flux in Primary Cosmic Rays from 0.5 GeV to 1 TeV with the Alpha Magnetic Spectrometer on the International Space Station**, Physical Review Letters 113 (2014) 221102. DOI: 10.1103/PhysRevLett.113.221102. (323 citazioni, Scopus 1.12.2023)
Con il gruppo di analisi Perugia sono da sempre stata coinvolta nello studio dei flussi di elettroni e positroni e con questo lavoro abbiamo continuato le attività precedenti misurando il flusso dei cosiddetti '*all electrons*' (elettroni e positroni). Includendo entrambe le cariche si è potuto giungere alla misura del flusso fino a 1 TeV.

6. M.Aguilar et al. (AMS Collaboration), **Electron and Positron Fluxes in Primary Cosmic Rays Measured with the Alpha Magnetic Spectrometer on the International Space Station**, Physical Review Letters 113 (2014) 121102. DOI: 10.1103/PhysRevLett.113.121102 (496 citazioni, Scopus 1.12.2023)

7. L. Accardo et al. (AMS Collaboration), **High Statistics Measurement of the Positron Fraction in Primary Cosmic Rays of 0.5–500 GeV with the Alpha Magnetic Spectrometer on the International Space Station**, Physical Review Letters 113 (2014) 121101. DOI: 10.1103/PhysRevLett.113.121101 (500 citazioni, Scopus 1.12.2023)
Ho lavorato con il gruppo di analisi che si occupava dell'identificazione di elettroni e positroni. Ho partecipato sia agli studi calorimetrici per la separazione leptoni/adroni, e agli studi di confusione di carica. Da questo lavoro sono derivate queste due pubblicazioni.

8. M.Aguilar et al. (AMS Collaboration), **First Result from the Alpha Magnetic Spectrometer on the International Space Station: Precision Measurement of the Positron Fraction in Primary Cosmic Rays of 0.5–350 GeV**, Physical Review Letters 110 (2013) 141102, doi: 10.1103/PhysRevLett.110.141102. (1004 citazioni, Scopus 1.12.2023)
Questo è il primo risultato della frazione di positroni pubblicato da AMS-02, che estende in energia le misure precedenti di FERMI e PAMELA. Sono stata coinvolta in studi calorimetrici ed ho lavorato nel gruppo di analisi che era impegnato in questa misura.

9. O.Adriani et al. (PAMELA Collaboration), **The cosmic-ray positron energy spectrum measured by PAMELA**, Physical Review Letters 111 (2013) 081102. DOI: 10.1103/PhysRevLett.111.081102. (289 citazioni, Scopus 1.12.2023)
Questo lavoro sulla misura dello spettro di positroni conferma precedenti misure dirette ed estende il range di energia fino a 300 GeV. Ho contribuito al riprocessamento dei dati utilizzati, oltre che

allo sviluppo del software e dell'analisi, usando i metodi di analisi multi variata per l'identificazione ad alte energie dei positroni.

10. O. Adriani et al. (PAMELA Collaboration), **Cosmic-ray electron flux measured by the PAMELA experiment between 1 and 625 GeV**, Physical Review Letters 106 Issue 20 (2011) 201101, doi:10.1103/PhysRevLett.106.201101. (368 citazioni, Scopus 1.12.2023)
Vengono presentati per la prima volta la misura di un flusso di elettroni sopra i 50 GeV. Ho lavorato al riprocessamento dell'intero set di dati (2006-2010) utilizzati in questo studio. Inoltre ho contribuito all'analisi, soprattutto per quanto riguarda la parte di ricostruzione e identificazione di eventi nel calorimetro.
11. O. Adriani et al., **PAMELA results on the cosmic-ray antiproton flux from 60 MeV to 180 GeV in kinetic energy**, Physical Review Letters 105 (2010) 121101, doi: 10.1103/PhysRevLett.105.121101 (514 citazioni, Scopus 1.12.2023)
Estensione in energia dello spettro di anti-protoni misurato da PAMELA ottenuto includendo l'intera statistica disponibile. Ho contribuito all'analisi ed agli studi calorimetrici.

Trieste, 15 settembre 2025

Cecilia Pizzolotto

Posizioni accademiche

Da ottobre 2022

Ricercatore RTD/a - SSD PHYS/06A

Università degli Studi di Trieste, Dipartimento di Fisica

- **PI del progetto MUST** (A compact multimodal X-ray system for 3D micro-imaging of soft tissue based on the integration of spectral and phase-contrast techniques) - **PRIN-PNRR 2022** (*grant number* P2022X5ALY, finanziamento €245,000) finanziato dal Ministero dell'Università e della Ricerca.
- **Membro delle collaborazioni INFN** (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare) **Timepix4**, **Sphere-X** e **VI_HI**, nell'ambito dello sviluppo di tecniche di imaging spettrale e a contrasto di fase con raggi-X e rivelatori a conteggio di fotoni.
- **Abilitazione Scientifica Nazionale** alle funzioni di professore universitario di **Seconda Fascia nel Settore Concorsuale 02/D1**

Feb 2021 – ott 2022

Borsista di ricerca – PI (*Responsabile Nazionale*)

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, sezione di Trieste

- **PI del progetto PEPI** (Photon counting Edge-illumination Phase-contrast Imaging): progetto biennale finanziato con €150,000 dall'INFN, Commissione Scientifica Nazionale 5, nell'ambito del programma *Grant Giovani Ricercatori* (No. 22260/2020). PEPI ha sviluppato una nuova infrastruttura presso i laboratori INFN di Trieste che combina tecniche a contrasto di fase e tecniche spettrali utilizzando un rivelatore a conteggio di fotoni.

Feb 2020 – gen 2021

Assegnista di ricerca – Post-Doc

Università degli Studi di Trieste, Dipartimento di Fisica

- **X-ray spectral/K-edge subtraction imaging**: sviluppo di simulazioni e setup sperimentali con cristalli monocromatori curvi di tipo Laue e relativi algoritmi di ricostruzione spettrale. Le attività sono state svolte all'interno del progetto KISS (K-edge Imaging at Synchrotron Sources) finanziato dall'INFN.
- **Phase-contrast breast CT**: validazione sperimentale di modelli teorici relativi alla qualità dell'immagine nell'ambito della tecnica di imaging *propagation-based phase-contrast*. Sviluppo di strategie di compensazione di artefatti di movimento in tomografia. Le attività si sono svolte nel contesto del progetto di tomografia alla mammella con luce di sincrotrone

SYRMA3D, finanziato da INFN in collaborazione con Elettra Sincrotrone.

Nov 2019 – gen 2020 **Borsista di ricerca (Borsista)**
Elettra Sincrotrone Trieste S.C.p.A.

- **Analyzer-based phase-contrast imaging:** ottimizzazione di algoritmi di ricostruzione attraverso la caratterizzazione del sistema di imaging. Implementazione di effetti di rifrazione multipla di raggi-X in Geant4.
- **Supporto utenti:** supporto alla linea di luce SYRMEP nel corso di esperimenti di micro-tomografia a contrasto di fase.

2016 – 2019 **Dottorando (PhD candidate)**
Università degli Studi di Trieste, Dipartimento di Fisica

- **Phase-contrast Breast CT:** partecipazione al progetto di tomografia a contrasto di fase alla mammella con luce di sincrotrone SYRMA-3D, finanziato da INFN in collaborazione con Elettra Sincrotrone. I principali contributi sono stati forniti nell'ambito dell'acquisizione di dati, sviluppo del modello teorico della catena di imaging e sviluppo di un software di pre-processing specifico per rivelatori a conteggio di fotoni.

Apr 2018 – ott 2018 **Visiting PhD student (Erasmus+ Traineeship)**
University College London (UCL), Department of Medical Physics and Biomedical Engineering

- **Edge-illumination imaging:** sviluppo di tecniche di acquisizione, ricostruzione e mitigazione degli artefatti utilizzando un tubo a raggi-X ad alta potenza e un rivelatore a conteggio di fotoni.
- **Phase-contrast μ -CT:** implementazione allo stato dell'arte di micro-CT monocromatica a contrasto di fase con una sorgente convenzionale ad alta potenza. Contributi nell'ambito della caratterizzazione del modello teorico della catena di imaging e nell'implementazione della procedura di acquisizione.

Didattica

Dal 2022

Docente

Università degli Studi di Trieste, Dipartimento di Fisica

- *Radioprotezione nel campo ambientale e lavorativo* – 145SM, Corso di Laurea Triennale in Fisica, 48 ore, 3CFU, A.A. 2024/2025.
Valutazione studenti: n.d.
- *Radioprotezione nel campo ambientale e lavorativo* – 145SM, Corso di Laurea Triennale in Fisica, 48 ore, 3CFU, A.A. 2023/2024.
Valutazione studenti: 9.0/10
- *Radioprotezione nel campo ambientale e lavorativo*– 145SM, Corso di Laurea Triennale in Fisica, 48 ore, 3CFU, A.A. 2022/2023.
Valutazione studenti: 8.5/10

Università degli Studi di Trieste, Dipartimento Universitario Clinico di Scienze Mediche Chirurgiche e della Salute

- *Fisica Medica* – 964ME-1, Corsi di Laurea in Medicina e Chirurgia e Odontoiatria e Protesi Dentaria, 12 ore, 1CFU A.A. 2024/2025. Valutazione studenti: n.d.
- *Fisica Medica* – 964ME-1, Corsi di Laurea in Medicina e Chirurgia e Odontoiatria e Protesi Dentaria, 12 ore, 1CFU A.A. 2024/2025. Valutazione studenti: 8.2/10

ICTP Master of Advanced Studies in Medical Physics Programme, The Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics, Trieste

- *Sessione pratiche in ospedale*, modulo *Esperienze preliminari* – MFM007, 20 ore, 0.5 CFU, A.A 2024/2025
- *Sessione pratiche in ospedale*, modulo *Esperienze preliminari* – MFM007, 20 ore, 0.5 CFU, A.A 2023/2024
- *Sessione pratiche in ospedale*, modulo *Esperienze preliminari* – MFM007, 20 ore, 0.5 CFU, A.A 2022/2023

Università degli studi di Trieste, Dipartimento di Fisica, Scuola di Dottorato in Fisica

- *The physics of imaging with x-rays and associated X-ray detectors* – PHD04, 8 ore, 1CFU, A.Y. 2022/2023
- *The physics of imaging with x-rays and associated X-ray detectors* – PHD04, 8 ore, 1CFU, A.Y. 2021/2022

Dal 2020

Supervisore studenti dottorato, tesi magistrali e triennali
Dottorato

- 1 Studentessa di dottorato (40° Ciclo, co-supervisor), Dipartimento di Ingegneria e Architettura, Università degli Studi di Trieste
- 1 Studentessa di dottorato (40° Ciclo, co-supervisor), Dipartimento di Fisica e Scienze della Terra, Università degli Studi di Ferrara
- 1 Studente di dottorato (dal 2023, advisor), Dipartimento di Fisica, Universidad de los Andes (Bogotà, Colombia)

Tesi

- 2 Tesi Magistrali (Laurea Magistrale in Fisica– *LM-17*), Dipartimento di Fisica Università degli Studi di Trieste
- 7 Tesi Triennali (Laurea Triennale in Fisica – *L-30*), Dipartimento di Fisica Università degli Studi di Trieste

2019 – 2020

Membro di commissioni di esame – *Cultore della materia* (SSD: FIS/07, FIS/01)

Università degli Studi di Trieste, Dipartimento di Scienze della Vita
Corso di Fisica (*011SM*) al Corso di Laurea triennale in Biologia

2019 – 2020

Docente

Università degli Studi di Trieste
Corso di preparazione all'ammissione del test di Medicina – 3 ore

- Anno 2020 ([online](#))
- Anno 2019

2017 – 2019

Assistente alla didattica

Università degli studi di Trieste, Dipartimento di Scienze della vita
Corso di Fisica - 011SM - Corso di Laurea triennale in Biologia

- A.A. 2017/2018 - 25 ore di esercitazione
- A.A. 2018/2019 - 25 ore di esercitazione
- A.A. 2019/2020 - 25 ore di esercitazione

Istruzione (curriculare)

2016 – 2019

Dottore di Ricerca in Fisica (con lode) – Doctor Europeus

Università degli studi di Trieste, Dipartimento di Fisica

Tesi dal titolo: *X-ray phase-contrast tomography: underlying physics and developments for breast imaging* (Supervisor: Prof.ssa Renata Longo - SSD: FIS/07)

2014 – 2016

Laurea Magistrale in Fisica (110/110 e lode)

Università degli studi di Trieste, Dipartimento di Fisica

Tesi dal titolo: *PET data for the monitoring of protontherapy treatments* (Relatrice: Prof.ssa Valeria Rosso; Correlatore: Dott. Niccolò Camarlinghi)

2011 – 2014

Laurea Triennale in Fisica (110/110 e lode)

Università degli studi di Trieste, Dipartimento di Fisica

Tesi dal titolo: *Tecniche di localizzazione spaziale in spettroscopia NMR per applicazioni cliniche* (Relatrice: Prof.ssa Renata Longo)

Istruzione (extra curricolare: scuole internazionali)

Gen 2018

International short course on Advanced high-resolution 3D imaging

Università di Ghent, Ghent, Belgio

Ott 2017

Advanced School on Quantum Detectors – SQUAD 2017

Università di Trento, Trento, Italia

Mag 2017

Specialized course [HSC19](#): Quantitative Imaging using X-ray and Neutrons

European Synchrotron Radiation Facility, Grenoble, Francia

Giu 2015

Training and education DoReMi course on Modelling radiation effects from initial physical events.

Università di Pavia, Pavia, Italy

Finanziamenti

- Finanziamento di **245.384 €** al progetto MUST (A compact multimodal X-ray system for 3D micro-imaging of soft tissue based on the integration of spectral and phase-contrast techniques) – **PRIN-PNRR 2022** (*grant number* P2022X5ALY) (2023).
- **Finanziamento di 150,000 €** al Progetto PEPI (**Photon-counting Edge-illumination Phase-contrast Imaging**) – Commissione Scientifica Nazionale 5 - INFN (2021).
- 5,000 € dal programma **Erasmus+ Traineeship** per il period di visita di sei mesi presso lo University College London (UCL) (2018).
- Beamtime finanziato da ESRF (European Synchrotron Radiation Facility) comprensivo di spese di viaggio per 3 persone (~1,000 Euro). PI del proposal “Spectral phase-contrast virtual histology on human thyroid specimens by using beam-tracking edge-illumination.” (giugno 2023)

Premi e riconoscimenti

- Vincitore del premio “[Best PhD Thesis ‘Carlo Lamberti’](#)” conferito dalla Società Italiana Luce di Sincrotrone (2021).
- La pubblicazione “[Advancements towards the implementation of clinical phase-contrast breast computed tomography at Elettra](#)” – di cui sono corresponding author - riconosciuta come Top Cited Article 2019-2020 dalla rivista Journal of Synchrotron Radiation (2021).
- La tesi di dottorato “[X-ray phase-contrast tomography: underling physics and developments for breast imaging](#)” selezionata per la collana “**Springer Theses – Recognizing Outstanding Ph.D. Research**”. Oltre alla pubblicazione monografica, l'editore Springer ha riconosciuto un premio in denaro di 500 Euro prize (2020).
- Menzione nell'EFOMP European Medical Physics News Bullettin – [Issue 03/2020](#) (2020).
- Selezionato Università di Trieste come prima “[PhD Top Story](#)” per il contributo “Breast Computed Tomography with synchrotron radiation: a comparison with clinics” (2020).
- Ammesso al programma **Rising Stars** della *European Society of Radiology* che ha fornito support finanziario per la partecipazione allo European Congress of Radiology (Wien, Austria) (2019).

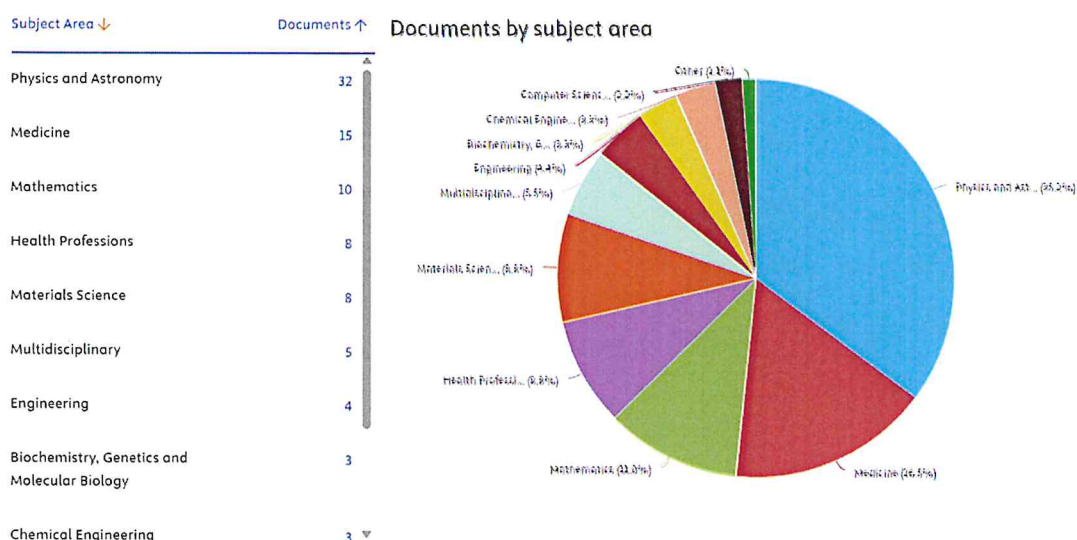
Pubblicazioni (elenco completo)

Scopus – Elsevier (aggiornato al 10/03/2025)

Number of publications	51
Number of citations	489
<i>h</i> -index	13

Brombal, Luca

Università degli Studi di Trieste, Trieste, Italy
Author ID: 57194213418



(* = corresponding author; ** = ultimo author)

Riviste internazionali peer-reviewed (ordine cronologico):

- ***[Brombal, L.](#)**, et al. "Edge-illumination spectral phase-contrast tomography." *Physics in Medicine & Biology* 69.7 (2024): 075027.
- ****[Fantoni, S.](#)**, et al. "Quantitative spectral micro-CT of a CA4+ loaded osteochondral sample with a tabletop system." *The European Physical Journal Plus* 139.8 (2024): 735.
- ***[Perion, P.](#)**, et al. "A high sensitivity wide bandwidth spectral system for multiple K-edge imaging." *Journal of Physics D: Applied Physics* 57.35 (2024): 355402.
- ****[Perion, P.](#)**, et al. "Spectral micro-CT for simultaneous gold and iodine detection, and multi-material identification." *Journal of Instrumentation* 19.04 (2024): C04023.
- **[Delogu, P.](#)**, et al. "Validation of Timepix4 energy calibration procedures with synchrotron X-ray beams." *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment* 1068 (2024): 169716.

- [Donato, S.](#), et al. "Integrating X-ray phase-contrast imaging and histology for comparative evaluation of breast tissue malignancies in virtual histology analysis." *Scientific Reports* 14.1 (2024): 5831.
- [Donato, S.](#), et al. "Unveiling tumor invasiveness: enhancing cancer diagnosis with phase-contrast microtomography for 3D virtual histology." *The European Physical Journal Plus* 139.5 (2024): 413.
- [*Brombal, L., et al.](#) "PEPI Lab: a flexible compact multi-modal setup for X-ray phase-contrast and spectral imaging." *Scientific Reports* 13.1 (2023): 4206.
- [Arana Peña, L.M.](#), et al. "Multiscale X-ray phase-contrast tomography: From breast CT to micro-CT for virtual histology." *Physica Medica* 112 (2023): 102640.
- [Di Trapani, V., et al.](#), "Development and validation of a simulation tool for K-edge Subtraction imaging with polychromatic spectra and X-ray photon counting detectors." *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment* 1046 (2023): 167675.
- [Di Trapani, V., et al.](#), "Unified Modulation Pattern Analysis (UMPA) algorithm for 1D sensitive X-ray phase contrast imaging techniques." *Journal of Instrumentation* 18.01 (2023): C01059.
- [Peiffer, C.](#), et al. "On the equivalence of the X-ray scattering retrieval with beam tracking and analyser-based imaging using a synchrotron source." *Journal of Physics D: Applied Physics* 56.45 (2023): 45LT02.
- [Vrbaški, S.](#), et al. "Characterization of breast tissues in density and effective atomic number basis via spectral X-ray computed tomography." *Physics in Medicine & Biology* 68.14 (2023): 145019.
- [*Brombal, L., et al.](#), "A Geant4 tool for edge-illumination X-ray phase-contrast imaging". *Journal of Instrumentation* 17 C01043 (2022).
- [*Di Trapani, V., et al.](#), "Multi-material spectral photon-counting micro-CT with minimum residual decomposition and self-supervised deep denoising." *Optics Express* 30.24 (2022): 42995-43011.
- [*Donato, S., et al.](#), "Optimization of a customized simultaneous algebraic reconstruction technique algorithm for phase-contrast breast computed tomography." *Physics in Medicine & Biology* 67.9 (2022): 095012.
- [** Donato, S., et al.](#), "Optimization of pixel size and propagation distance in X-ray phase-contrast virtual histology." *Journal of Instrumentation* 17.05 (2022): C05021.
- [*Brombal, L., et al.](#), "X-ray differential phase-contrast imaging simulations with Geant4". *Journal of Physics D: Applied Physics* 55 045102 (2021).
- [*Brombal, L., et al.](#), "Motion artifacts assessment and optical tracking corrections in synchrotron radiation breast CT". *Medical Physics* 48.9 (2021).

- [Fontanot, T., et al.](#), "On the origin of surface and interface defects associated with the growth of Al-coated thermoplastic heterostacks". *Surface and Interface Analysis* 53.3 (2021).
- [Feruglio, A., et al.](#), "Timepix4 characterization with monochromatic X-rays at the Elettra synchrotron facility." *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment* 1069 (2024): 169844.
- [Galdenzi, F., et al.](#), "The EuAPS Betatron Radiation Source: Status Update and Photon Science Perspectives." *Condensed Matter* 9.3 (2024): 30.
- [*Brombal, L.](#), "Effectiveness of X-ray phase-contrast tomography: effects of pixel size and magnification on image noise." *Journal of Instrumentation* 15.01 (2020): C01005.
- [Brun, F., et al.](#) "Single-shot K-edge subtraction x-ray discrete computed tomography with a polychromatic source and the Pixie-III detector." *Physics in Medicine & Biology* 65.5 (2020): 055016.
- [*Donato, S., et al.](#) "Flattening filter for Gaussian-shaped monochromatic X-ray beams: an application to breast computed tomography." *Journal of Synchrotron Radiation* 27.2 (2020).
- [Menk, R. H., et al.](#) "A novel approach to separate absorption, refraction and scattering in analyzer-based lung imaging." *Journal of Instrumentation* 15.05 (2020): C05069
- [Mettivier, G., et al.](#) "Radiochromic film dosimetry in synchrotron radiation breast computed tomography: A phantom study." *Journal of Synchrotron Radiation* 27.3 (2020)
- [Oliva, P., et al.](#) "Experimental optimization of the energy for breast-CT with synchrotron radiation." *Scientific Reports* 10.1 (2020).
- [*Brombal, L., et al.](#) "Image quality comparison between a phase-contrast synchrotron radiation breast CT and a clinical breast CT: a phantom based study." *Scientific Reports* 9.1 (2019): 1-12.
- [*Brombal, L., et al.](#) "Monochromatic propagation-based phase-contrast microscale computed-tomography system with a rotating-anode source." *Physical Review Applied* 11.3 (2019):034004.
- [Brun, F., et al.](#) "Post-reconstruction 3D single-distance phase retrieval for multi-stage phase-contrast tomography with photon-counting detectors." *Journal of Synchrotron Radiation* 26.2 (2019).
- [Delogu, P., et al.](#) "Optimization of the energy for breast monochromatic absorption X-ray Computed Tomography." *Scientific Reports* 9.1 (2019): 1-10.
- [*Longo, R., et al.](#) "Advancements towards the implementation of clinical phase-contrast breast computed tomography at Elettra." *Journal of Synchrotron Radiation* 26.4 (2019).
- [Piai, A., et al.](#) "Quantitative characterization of breast tissues with dedicated CT imaging." *Physics in Medicine & Biology* 64.15 (2019): 155011.
- [*Brombal, L., et al.](#) "Phase-contrast breast CT: the effect of propagation distance." *Physics in Medicine & Biology* 63.24 (2018): 24NT03.

- [*Brombal, L.](#), et al. "Monochromatic breast computed tomography with synchrotron radiation: phase-contrast and phase-retrieved image comparison and full-volume reconstruction." *Journal of Medical Imaging* 6.3 (2018): 031402.
- [*Brombal, L.](#), et al. "Large-area single-photon-counting CdTe detector for synchrotron radiation computed tomography: a dedicated pre-processing procedure." *Journal of Synchrotron Radiation* 25.4 (2018).
- [Caballo, M.](#), et al. "Development of 3D patient-based super-resolution digital breast phantoms using machine learning." *Physics in Medicine & Biology* 63.22 (2018): 225017.
- [Contillo, A.](#), et al. "A proposal for a quality control protocol in breast CT with synchrotron radiation." *Radiology and Oncology* 52.3 (2018): 329-336.
- [Endrizzi, M.](#), et al. "White Beam Differential Phase and Dark Field Imaging at High Resolution." *Microscopy and Microanalysis* 24.S2 (2018): 158-161.
- [Endrizzi, M.](#), et al. "X-ray phase-contrast tomography of breast tissue specimen with a multi-aperture analyser synchrotron set-up." *Journal of Instrumentation* 13.02 (2018): C02004.
- [Delogu, P.](#), et al. "Optimization of the equalization procedure for a single-photon counting CdTe detector used for CT." *Journal of Instrumentation* 12.11 (2017): C11014.
- [*Brombal, L.](#), et al. "Proton therapy treatment monitoring with in-beam PET: Investigating space and time activity distributions." *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment* 861 (2017):71-76.

Monografie, Capitoli:

- [*Brombal, L.](#) "X-Ray Phase-Contrast Tomography: Underlying Physics and Developments for Breast Imaging." Springer Nature, 2020.
- [*Brombal, L.](#), and Rigon, L. "Hybrid imaging Detectors in X-ray Phase-Contrast applications." in *Radiation Detection Systems - Second Edition - Medical Imaging, Industrial Testing and Security Applications* (Editors: J Iwanczyk, and K Iniewski), CRC Press, in press, 2022.

Atti di conferenza (proceedings):

- [Longo, R.](#), et al. "Lesion visibility in phase-contrast breast CT: comparison with histological images." *15th International Workshop on Breast Imaging (IWBI2020). Vol. 11513.* International Society for Optics and Photonics, 2020.
- [Donato S.](#), et al. "Phase-contrast breast-CT: optimization of experimental parameters and reconstruction algorithm". In: *Lhotska L., Sukupova L., Lacković, Ibbott G. (eds) World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering 2018. IFMBE Proceedings, vol68/1.* Springer, Singapore, 2019.

- [*Brombal, L.](#), et al. "Monochromatic breast CT: absorption and phase-retrieved images." *Medical Imaging 2018: Physics of Medical Imaging*, vol. 10573. International Society for Optics and Photonics, 2018.
- [Caballo, M.](#), et al. "Automatic estimation of glandular tissue loss due to limited reconstruction voxel size in tomographic images of the breast." *14th International Workshop on Breast Imaging (IWBI 2018)*, vol. 10718. International Society for Optics and Photonics, 2018.

Comitati, Collaborazioni, Affiliazioni

2025	Membro del comitato scientifico del 12° Alpe Adria Medical Physics Meeting (AAMP2025) – Trieste 22 - 24 maggio 2025.
2023	Co-chair, categoria Imaging Technologies/X-ray Based Technologies 18 th European Molecular Imaging Meeting European society for molecular imaging
Dal 2022	Review-Editor della rivista Frontiers in Physics Sezione Radiation Detectors and Imaging Impact factor of 3.72
Dal 2022	Member of the External Advisory Committee come esperto scientifico IMPACT Medical Imaging project – finanziato dal Ministero della Sanità australiano (NHMRC) Università di Sydney, Sydney, Australia
2021	Coautore di EMITEL (<i>e-Encyclopedia of Medical Physics and Multilingual Dictionary of Terms</i>) Autore delle voci dell'enciclopedia legate all'X-ray phase-contrast imaging. <i>Encyclopaedia of Medical Physics - Second Edition</i> (Editors: S Tabakov, F Milano, P Sprawls, M Stoeva, S Tipnis, T Underwood), CRC Press, Taylor and Francis, Boca Raton, New York (2021).
Dal 2018	Referee di articoli scientifici in riviste internazionali (>20 papers) <i>Advanced Materials Interfaces</i> <i>Applied Physics Letters</i> <i>IEEE Transactions on Medical Imaging</i> <i>Journal of Instrumentation</i> <i>Journal of Synchrotron radiation</i> <i>Optics Express</i> <i>Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A</i> <i>Physica Medica: European Journal of Medical Physics</i> <i>Review of Scientific Instruments</i> <i>Scientific Reports</i> <i>Tomography of Materials and Structures</i>
Dal 2016	Associato all'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) INFN – Sezione di Trieste

- Dal 2016** **Membro del gruppo di ricerca della beamline [SYRMEP](#)**
 Elettra Sincrotrone S.C.p.A. (Trieste)
 >10 beamtime approvati dall comitato scientifico esterno, di cui 3 come principal investigator.
- 2025** **Membro della European Society for Molecular Imaging (ESMI)**
- 2018** **Membro del gruppo Advanced X-ray Imaging ([AXIm](#)) presso UCL**
- 2018** **Membro della International Society for optics and photonics (SPIE)**
- 2017** **Membro della Società Italiana di Fisica (SIF)**

Relazioni su invito

- Relazione dal titolo: *Advanced X-ray imaging: Spectral and Phase-contrast Techniques*
[Workshop on Particle Detectors for Interdisciplinary Applications](#)
 Dipartimento di Fisica, Università de los Andes (Bogotà, Colombia, 30/09 – 02/10/2024)
- Relazione dal titolo: *Spectral and phase-contrast imaging with a compact multimodal imaging system*
[Laboratory-based X-ray Phase Contrast Imaging Workshop](#)
 Royal Microscopical Society (Londra, Regno Unito, 17/07/2024)
- Relazione dal titolo: Principles and applications of X-ray spectral imaging
[Physics of detection and detectors course](#)
 CEITEC (Brno, Repubblica Ceca, 5/09/2023)
- Relazione dal titolo: *X-ray phase-contrast imaging: From synchrotrons to compact systems.*
 108° Congresso Nazionale della Società Italiana di Fisica (Milano, 12-16/09/2022)
- Relazione dal titolo: *Spectral and phase-contrast imaging: from crystal-based synchrotron setups to detector-based compact systems*
 23rd International Workshop on Radiation Imaging Detectors (iWoRID) 2022 (Riva del Garda – 26-30/06/2022).

Conferenze

(sottolineato = contributo orale; * = poster)

- L. Brombal, D. Bonazza, F. Brun, A. L. Coathup, S. Donato
Quantitative virtual histology of the thyroid with a compact spectral phase-contrast X-ray system
 EMIM 2025, 20th Annual Meeting of the European Society for Molecular Imaging (Bilbao, Spagna – 11 – 14/03/2025).

- L. Brombal, F. Baruffaldi, D. Bonazza, F. Brun, S. Fantoni, A. Taibi, P. Cardarelli
Multimodal spectral phase-contrast μ CT imaging for pre-clinical research
ECMP 2024, European Congress of Medical Physics (Monaco di Baviera, Germania – 11 – 14/09/2024).
- L. Brombal, F. Arfelli, D. Bonazza, F. Brun, R.H. Menk, P. Perion, S. Donato
Chromatic detector-based spectral virtual histology of thyroid samples
iWoRID, 25th International Workshop on Radiation Imaging Detectors (Lisbona, Portogallo – 30/06 – 04/07/2024).
- L. Brombal, F. Arfelli, F. Brun, D. Dreossi, M. Endrizzi, R. Menk, A. Olivo, L. Rigon, M. Saccomano, G. Tromba
X-ray spectral phase-contrast micro-CT for the simultaneous extraction of iodine, bone, and soft tissue 3D maps
EMIM 2023, 18th Annual Meeting of the European Society for Molecular Imaging (Salisburgo, Austria – 14-17/03/2023).
- *L. Brombal, F. Arfelli, F. Brun, L. Rigon
A Geant4 tool for Edge-illumination X-ray Phase-contrast imaging
22nd International Workshop on Radiation Imaging Detectors (iWoRID) 2021 (Ghent, Belgio – online – 27/06/2021-01/07/2021).
- S. Donato, *L. Brombal, F. Arfelli, V. Fanti, R. Longo, P. Oliva, L. Rigon, B. Golosio
Optimization of a customized Simultaneous Algebraic Reconstruction Technique Algorithm for breast CT
2019 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference (Manchester, Regno Unito, 26/10/2019 - 2/11/2019).
- L. Brombal, L. Rigon, F. Arfelli, P. Delogu, B. Golosio, G. Mettivier, P. Oliva, A. Taibi, F. Zanconati, G. Tromba, R. Longo
Implementation of clinical phase-contrast breast computed tomography at Elettra, the Italian Synchrotron Radiation Facility
International Day of Medical Physics (Matera, 7 - 8/11/2019).
- L. Brombal, F. Arfelli, A. Contillo, P. Delogu, V. Di Trapani, S. Donato, B. Golosio, G. Mettivier, P. Oliva, L. Rigon, A. Taibi, G. Tromba, R. Longo
Effectiveness of x-ray phase-contrast tomography: effects of pixel size and magnification on image noise
21st International Workshop on Radiation Imaging Detectors (iWoRID) 2019 (Kolymbari, Creta, Grecia 7 - 12/07/2019).
- L. Brombal, L. Rigon, R. Longo, P. Delogu, P. Oliva, V. Di Trapani, A. Taibi, A. Contillo, D. Dreossi
Towards clinical phase-contrast breast CT at Elettra: major SNR improvement at larger propagation distances
European Congress of Radiology (ECR) 2019 (Vienna, Austria, 27/02/2019 - 3/03/2019).
- L. Brombal, B. Golosio, F. Arfelli, A. Contillo, P. Delogu, S. Donato, D. Dreossi, G. Mettivier, P. Oliva, L. Rigon, A. Taibi, G. Tromba, F. Zanconati, R. Longo
Monochromatic breast-CT: absorption and phase-retrieved images
SPIE Medical Imaging 2018 (Houston, Texas, Stati Uniti d'America, 10-15/02/2018).

- L. Brombal, B. Golosio, P. Delogu, P. Olica, V. Di Trapani, F. Arfelli, A. Contillo, S. Donato, D. Dreossi, G. Mettivier, L. Rigon, A. Taibi, G. Tromba, R. Longo
Phase contrast breast-CT: from the workflow optimization to the 3D reconstruction
FisMat 2017 (Trieste, 1 - 5/10/2017).
- L. Brombal, B. Golosio, P. Delogu, P. Olica, V. Di Trapani, F. Arfelli, A. Contillo, S. Donato, D. Dreossi, G. Mettivier, L. Rigon, A. Taibi, G. Tromba, R. Longo
Optimization of data acquisition and reconstruction for breast computed tomography at Elettra
103° Congresso della Società Italiana di Fisica (Trento, 11 - 15/09/2017).
- L. Brombal, D. Barbosa, N. Belcari, M. G. Bisogni, N. Camarlinghi, L. Cristoforetti, A. Del Guerra, F. Fracchiolla, M. Morocchi, S. Muraro, G. Sportelli, R. Righetto, M. Schwarz, A. Topi, V. Rosso
Tests for proton therapy treatment monitoring with in-beam PET: elemental composition analysis in space and time domain
8th Alpe Adria Medical Physics Meeting (Novi Sad, Serbia, 25 - 27/05/2017).

Terza missione

- Docente per l'iniziativa PNRR Orientamento (*Orientati a Cambiare il Mondo*) rivolta agli studenti e studentesse delle scuole superiori di secondo grado.
Lezione dal titolo: *La radioattività ambientale: il caso del radon*
Università degli Studi di Trieste (edizioni 2024 e 2025)
- Docente nell'ambito dello stage estivo per studenti e studentesse delle scuole superiori "Studiare Fisica a Trieste 2021". Università degli Studi di Trieste, Dipartimento di Fisica (30/08 – 2/09 2021)
- Speaker all'evento "Street Science @ NEXT 2020", Trieste (25/09/2020)
- Docente nell'ambito dello stage estivo per studenti e studentesse delle scuole superiori "Studiare Fisica a Trieste 2021". Università degli Studi di Trieste, Dipartimento di Fisica (04 – 08/09/2017)

Trieste, 10/03/2025

Luca Brombal

Il sottoscritto, consapevole che le dichiarazioni false comportano l'applicazione delle sanzioni penali previste dall'art. 76 del D.P.R. 445/2000, dichiara che le informazioni riportate nel presente curriculum vitae corrispondono a verità.