

Curriculum vitae et studiorum

Dati personali

Nome: **Susanna Costanza**
Luogo e Data di nascita: Borgomanero (NO), 28 Giugno 1983
Nazionalità: Italiana
Email: susanna.costanza@unipv.it
Lingue straniere: Inglese (fluente)
Attuale posizione lavorativa: Ricercatore a tempo determinato art. 24, comma 3, lett. a)
Settore Concorsuale 02/A1, Settore Scientifico Disciplinare FIS/04
Dipartimento di Fisica, Università degli Studi di Pavia
Riferimento ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5860-585X>

Esperienze lavorative

06/11/2020 **Abilitazione Scientifica Nazionale** per Professore di Seconda Fascia nel Settore Concorsuale 02/A1 - Fisica Sperimentale delle Interazioni Fondamentali

16/11/18 – oggi **Ricercatore a tempo determinato art. 24, comma 3, lett. a)** presso Università degli Studi di Pavia, Dipartimento di Fisica
Settore Concorsuale 02/A1, Settore Scientifico Disciplinare FIS/04

01/11/13 – 22/06/18 **Assegno di Ricerca Post-Doc** dell'Università degli Studi di Pavia
Incarico: *Metodi di ricostruzione di eventi in reazioni di produzione adronica indotte da sonde elettromagnetiche e adroniche*

26/11/17 – 03/05/18 **Allontanamento non volontario dall'attività di ricerca per congedo di maternità** (Legge 30 dicembre 1971, n. 1204)

12/09/17 – 25/11/17 **Allontanamento non volontario dall'attività di ricerca per anticipazione del congedo di maternità** (D. Lgs. 26 marzo 2001, n. 151)

02/11/11 – 31/10/13 **Assegno di Ricerca Post-Doc** dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare – Sezione di Pavia
Incarico: *Metodi di ricostruzione di eventi in reazioni di produzione adronica ed analisi dati dell'esperimento MAMBO*

01/10/11 – 31/10/11 **Attività di ricerca** presso Institut für Kernphysik (KPH) - Johannes Gutenberg Universität Mainz, Germania

02/11/10 – 01/08/11 **Contratto di Collaborazione Coordinata e Continuativa** con l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare – Sezione di Pavia
Incarico: *Sviluppo di software di simulazione per tracking detectors*

07/09/09 – 14/03/10 **Attività di ricerca** presso Institut für Kernphysik (IKP) – Forschungszentrum Jülich, Germania

- 30/06/08 – 12/02/09 **Incarico di prestazione occasionale** presso l'Istituto Neurologico "C. Mondino", Pavia
Prestazione: *Sviluppo di algoritmi per l'analisi quantitativa di esami RM con tecniche avanzate*
- 13/08/07 – 30/11/07 **Incarico di lavoro a progetto** presso l'Istituto Neurologico "C. Mondino", Pavia
Progetto: *Tecniche avanzate in Risonanza Magnetica (RM): sviluppo di sequenze di Risonanza Magnetica funzionale (fMRI) ed applicazione a pazienti affetti da malattia di Parkinson, emicrania con aura, anoressia e malattia di DEVIC*
- 07/11/06 – 31/12/06 **Incarico di prestazione occasionale** presso l'Istituto Neurologico "C. Mondino", Pavia
Prestazione: *Sviluppo di algoritmi per l'analisi dati di fMRI, sviluppo e validazione di sequenze di fMRI ed analisi dati di fMRI sulla Sclerosi Multipla, nell'ambito dei progetti di ricerca sulla Neuroradiologia funzionale e tecniche avanzate*

Formazione accademica

- Nov 2007 – Ott 2010 **Dottorato di Ricerca in Fisica**, Curriculum Nucleare e Subnucleare, Università degli Studi di Pavia; titolo conseguito il 7 febbraio 2011
Titolo della tesi: *Design of the Central Tracker of the PANDA experiment*
Supervisore: Prof. Alberto Rotondi, Referee: Dr. Peter Wintz
- Ott 2005 – Lug 2007 **Laurea Specialistica in Scienze Fisiche**, Curriculum Nucleare e Subnucleare, Università degli Studi di Pavia
Titolo della tesi: *Studio di reazioni di annichilazione con produzione di particelle con charm* (in Italiano), supervisore: Prof. Alberto Rotondi
Votazione: 110/110 cum laude
- Ott 2002 – Ott 2005 **Laurea in Fisica**, Università degli Studi di Pavia
Titolo della tesi: *Ricostruzione di immagini nella Tomografia a Emissione di Positroni* (in Italiano), supervisore: Prof. Alberto Rotondi
Votazione conseguita: 110/110 cum laude
- Ott 2002 – Ott 2007 **Alumna IUSS**, Pavia
Titolo conseguito: Scuola Universitaria Superiore (SUS), Diploma della classe di Scienze e Tecnologie, VII ciclo
Titolo della tesi: *Teoria e simulazione atomistica della frattura nei materiali complessi* (in Italiano), supervisore: Prof. Guido Montagna
- Ott 2002 – Lug 2007 **Alumna** del Collegio Nuovo, Fondazione Sandra ed Enea Mattei, Pavia
- Sett 1997 – Lug 2002 **Diploma di maturità scientifica**, Liceo Scientifico "A. Antonelli", Novara
Votazione conseguita: 100/100 con menzione

Premi e riconoscimenti

Prima migliore comunicazione della Sezione Fisica nucleare e subnucleare del Congresso Nazionale SIF, Padova, 26–30 Settembre 2016

Attività didattica

Incarichi di insegnamento

- A.A. 2020-2021, 2019-2020 **Co-titolare** del corso *Metodi Informatici per la Fisica* (2 CFU, 24 ore)
Corso di Laurea in Fisica, I anno, Università degli Studi di Pavia
- Co-titolare** del corso *Fisica Sperimentale I* (1 CFU, 8 ore e 64/24 ore di assistenza ai laboratori)
Corso di Laurea in Fisica, I anno, Università degli Studi di Pavia
- A.A. 2019-2020 **Ciclo di lezioni** per il corso *Radiation and Particle Detection* (10 ore)
Corso di Dottorato in Fisica, Università degli Studi di Pavia
- A.A. 2018-2019 **Titolare** del corso *Fisica II* (3 CFU, 48 ore)
Corso di Laurea in Chimica, II anno, Università degli Studi di Pavia
- Coadiutore alla didattica e alle attività di laboratorio** per il corso *Fisica Sperimentale I* (38 ore)
Corso di Laurea in Fisica, I anno, Università degli Studi di Pavia
- A.A. 2016-2017 **Seminari didattici** a sostegno del corso di *Fisica* (24 ore)
Corso di Laurea in Scienze Biologiche, I anno, Università degli Studi di Pavia
- A.A. 2014-2015 **Seminari didattici** a sostegno del corso di *Fisica* (25 ore)
Corso di Laurea in Scienze Biologiche, I anno, Università degli Studi di Pavia
- A.A. 2012-2013 **Seminari didattici** a sostegno del corso di *Fisica* (17 ore)
Corso di Laurea in Scienze Biologiche, I anno, Università degli Studi di Pavia
- A.A. 2010-2011 **Teaching assistant** per il *Corso di Matematica* (50 ore)
Progetto *Foundation Year*, Facoltà di Medicina e Chirurgia, Università degli Studi di Pavia
- Seminari didattici** a sostegno del corso di *Fisica* (22 ore)
Corso di Laurea in Scienze Biologiche, I anno, Università degli Studi di Pavia
- Seminari didattici** a sostegno del corso *Laboratorio di Fisica II: circuiti elettrici* (15 ore)
Corso di Laurea in Fisica, II anno, Università degli Studi di Pavia
- A.A. 2009-2010 **Seminari didattici** a sostegno del corso di *Fisica* (24 ore)
Corso di Laurea in Scienze Biologiche, I anno, Università degli Studi di Pavia
- A.A. 2008-2009 **Attività di Tutorato** a supporto del corso *Adeguamento delle conoscenze matematiche di base*
Corsi di Laurea della Facoltà di Medicina e Chirurgia, I anno, Università degli Studi di Pavia
- Attività di Tutorato** a supporto del corso *Laboratorio di Fisica II: circuiti elettrici*
Corso di Laurea in Fisica, II anno, Università degli Studi di Pavia
- A.A. 2007-2008 **Attività di Tutorato** a supporto del corso *Adeguamento delle conoscenze matematiche di base*
Corsi di Laurea della Facoltà di Medicina e Chirurgia, I anno, Università degli Studi di Pavia
- Attività di Tutorato** a supporto del corso *Laboratorio di Fisica II: circuiti elettrici*
Corso di Laurea in Fisica, I anno, Università degli Studi di Pavia

Tesi di Laurea

- A.A. 2018-2019 **Relatrice** della tesi di Laurea Magistrale di Giulia Scaffino (data della discussione: 19/12/2019).
Titolo: *Analysis of the π^0 photoproduction in the $\Delta(1232)$ region*
- A.A. 2016-2017 **Correlatrice** della tesi di Laurea Magistrale di Nicolò Valle (data della discussione: 28/09/2017).
Titolo: *Studio delle proprietà delle risonanze barioniche attraverso reazioni di fotoproduzione pionica*
- A.A. 2014-2015 **Correlatrice** della tesi di Laurea Magistrale di Edoardo Mornacchi (data della discussione: 19/12/2014).
Titolo: *Studio della dipendenza dall'elicità della sezione d'urto della reazione $\gamma p \rightarrow n\pi^+$*

Attività didattica non accademica, di Terza Missione, di Outreach e di Orientamento

- 15-16/03/21, 12/03/19
30/03/17 **Responsabile locale della Masterclass** per l'esperimento ALICE
International Masterclasses – Hands on Particle Physics, iniziativa rivolta agli studenti delle Scuole Secondarie Superiori
Seminari dal titolo “Alla ricerca di particelle strane in ALICE – Introduzione alla Fisica delle Particelle” e “Alla ricerca di particelle strane in ALICE – ALICE: a journey to discovery”
Attività in laboratorio *hands-on* con software di analisi visuale di eventi di ALICE
- 27/09/19 **European Research Night 2019** – Notte Europea dei Ricercatori, INFN Pavia
Partecipazione allo stand di Fisica delle Particelle
- 13-14/09/18 **Seminario** durante il Congresso Interno di Dipartimento, presso il Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Pavia
Titolo del seminario: “MAMBO@Pavia”
- 8/11/16 **Seminario** per il ciclo di “Incontri del Martedì”: seminari a carattere didattico rivolti a studenti, ricercatori, personale docente, presso il Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Pavia
Titolo del seminario: “Attraverso lo specchio: uno sguardo al mondo dell'antimateria”
- 19/05/2009 **Seminario** al simposio *First Steps in Research – Graduate symposium 2008/09* presso il Collegio Volta, Pavia
Titolo: *Research in Particle Physics*
- 01/09, 05/08 **Guida** alla mostra INFN “La Natura si fa in 4”:
Festival delle Scienze, Novara (14 - 28 maggio 2008)
Sala del Broletto, Pavia (13 - 18 gennaio 2009)
- Luglio 2008 **Attività di Orientamento**
Porte Aperte all'Università degli Studi di Pavia: incontri con le future matricole, finalizzato ad attività di orientamento, organizzati dal Centro Orientamento Studenti dell'Università di Pavia.

Attività scientifica e di ricerca

L'attività di ricerca svolta da S. Costanza si è sviluppata nell'ambito delle collaborazioni internazionali di fisica nucleare A2-MAMI (Mainz, Germania, <http://wwa2.kph.uni-mainz.de/>), ALICE-CERN (Ginevra, Svizzera, <http://alice-collaboration.web.cern.ch/>) e PANDA-GSI (Darmstadt, Germania, <http://www-panda.gsi.de/>).

Sebbene sfruttino fasci e rivelatori di particelle diversi tra loro, questi esperimenti utilizzano tecniche di analisi dati simili per la ricostruzione cinematica di eventi in reazioni indotte da sonde elettromagnetiche (A2-MAMI) e adroniche/nucleari (ALICE-CERN e PANDA-GSI), al fine di studiare i modelli QCD della struttura mesonica e adronica, e la fisica della materia interagente tramite interazioni forti a densità di energia estreme.

Esperimento A2@MAMI

S. Costanza ha svolto attività di ricerca nella Collaborazione internazionale A2@MAMI da novembre 2010 a oggi, nell'ambito dei seguenti contratti lavorativi:

- 02/11/2010 – 01/08/2011: Contratto di Collaborazione Coordinata e Continuativa con l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare - sezione di Pavia, finanziato dal progetto "HadronPhysics2", WP7 (denominato FAIRnet)
Incarico: Sviluppo di software di simulazione per *tracking detectors*;
- 02/11/2011 – 31/10/2013: Assegno di Ricerca Post-doc dell'INFN, sezione di Pavia
Incarico: Metodi di ricostruzione di eventi in reazioni di produzione adronica;
- 01/11/2013 – 22/06/2018: Assegno di Ricerca Post-doc dell'Università degli Studi di Pavia
Incarico: Metodi di ricostruzione di eventi in reazioni di produzione adronica indotte da sonde elettromagnetiche e adroniche.
- 12/09/2017 – 03/05/2018: allontanamento non volontario dall'attività di ricerca per maternità (anticipazione del congedo obbligatorio e congedo obbligatorio per maternità);
- 16/11/2018 – oggi: Ricercatore a tempo determinato L.240/10 tipo A, SC 02/A1, SSD FIS/04.

L'attività svolta per l'esperimento A2 si è incentrata sullo sviluppo di metodi di ricostruzione di eventi in reazioni di produzione adronica ed analisi offline dei dati dell'esperimento A2.

Questo ambito di lavoro ha riguardato in particolare lo sviluppo di algoritmi di ricostruzione di eventi per effettuare l'analisi dei dati raccolti durante gli esperimenti per la misura di:

- a) sezione d'urto totale e differenziale di fotoassorbimento su un bersaglio polarizzato di ^3He nella regione della risonanza $\Delta(1232)$;
- b) sezione d'urto dipendente dall'elicità di fotoproduzione pionica e osservabili di doppia polarizzazione G ed E su protoni e neutroni, attraverso l'utilizzo di bersagli di protoni e deuterio, per una precisa determinazione delle proprietà delle risonanze barioniche.

Gli esperimenti sono stati realizzati presso l'acceleratore MAMI a Mainz, utilizzando un fascio di fotoni polarizzati circolarmente incidenti su un bersaglio polarizzato longitudinalmente di ^3He e fasci di fotoni polarizzati sia circolarmente che linearmente, incidenti su bersagli di butanolo e butanolo deuterato (d-butanolo).

Per quanto riguarda l'analisi a) di cui sopra, il lavoro si è articolato nei seguenti punti:

- sviluppo di un algoritmo per il calcolo delle sezioni d'urto totali polarizzata e non polarizzata per i canali seminclusivi di fotoproduzione pionica $\gamma ^3\text{He} \rightarrow \pi^0 X$ e $\gamma ^3\text{He} \rightarrow \pi^\pm X$;
- sviluppo di un algoritmo per il calcolo delle sezioni d'urto differenziali polarizzata e non polarizzata per i canali seminclusivi di fotoproduzione pionica $\gamma ^3\text{He} \rightarrow \pi^0 X$ e $\gamma ^3\text{He} \rightarrow \pi^\pm X$;
- confronto dei risultati ottenuti dall'analisi dei dati sperimentali con i modelli fisici (modello di A. Fix e analisi di multipoli MAID).

I risultati originali sono stati pubblicati nei seguenti due articoli:

- Phys. Lett. B, 723 (2013) 7177, doi:10.1016/j.physletb.2013.04.057

- Eur. Phys. J. A (2014) 50: 173, doi:10.1140/epja/i2014-14173-y.

Relativamente all'analisi b) sopra menzionata, il lavoro ha riguardato:

- implementazione di un algoritmo per il calcolo della sezione d'urto totale inclusiva per i canali di fotoproduzione pionica $\gamma p \rightarrow X$ e $\gamma d \rightarrow X$;
- implementazione di un algoritmo per il calcolo delle sezioni d'urto totale e differenziale polarizzata per i canali seminclusivi di fotoproduzione pionica $\gamma p \rightarrow \pi^0 X$ e $\gamma d \rightarrow \pi^0 X$;
- implementazione di un algoritmo per il calcolo della sezione d'urto differenziale doppiamente polarizzata $\gamma p \rightarrow p\pi^0$;
- applicazione degli algoritmi sviluppati ai dati sperimentali raccolti presso l'acceleratore MAMI nei turni di presa dati con bersagli di butanolo e d-butanolo e con diversi radiatori (diamante e amorfo)
- confronto dei risultati ottenuti dall'analisi dei dati sperimentali con i modelli fisici (analisi dei multipoli MAID) e con i risultati di altri esperimenti (GDH, CBELSA/TAPS);
- studio delle osservabili di doppia polarizzazione G ed E su protone e neutrone, attraverso l'analisi dei dati raccolti con bersagli di butanolo e d-butanolo.

I risultati relativi alla sezione d'urto dipendente dall'elicità e alle osservabili di doppia polarizzazione G ed E su protone e neutrone, sono in via di pubblicazione.

S. Costanza è stata responsabile di task di applicazione più generale, che comprendono sia attività sperimentali, sia sviluppo di *software*, anche in questo caso con applicazione agli esperimenti di fotoproduzione di mesoni su nucleoni liberi e quasi-liberi. In particolare, si è occupata:

- del mantenimento del setup dedicato alla misura della polarizzazione del fascio primario di elettroni (polarimetro Møller);
- dell'implementazione di un algoritmo per il calcolo della polarizzazione del fascio di elettroni, usando i dati raccolti con il polarimetro Møller;
- dell'applicazione di tale algoritmo ai dati di fotoproduzione su protone e su deuterio raccolti durante le prese dati e confronto dell'analisi dati con i valori sperimentali ottenuti con un secondo polarimetro posto all'inizio della linea di fascio.

Gli strumenti *software* e *hardware* appena descritti, di cui S. Costanza è responsabile, relativi sia al calcolo delle sezioni d'urto, sia alla misura e al calcolo della polarizzazione del fascio di elettroni attraverso il polarimetro Møller, sono stati utilizzati per ottenere i risultati pubblicati nei seguenti articoli:

- Phys. Lett. B 770 (2017) 523531, doi:10.1016/j.physletb.2017.04.079
- Phys. Rev. Lett. 117, 132502 (2016), doi:10.1103/PhysRevLett.117.132502
- Phys. Rev. C 90, 015205 (2014), doi:10.1103/PhysRevC.90.015205.

Alcuni risultati più tecnici hanno portato alla stesura di due *technical reports*:

- S. Costanza, *Report on the Moeller analysis of the Jan/Feb 2014 beamtime*, Technical Report (2015);
- S. Costanza, *Report on tagging efficiency calculation*, Technical Report (2016).

Inoltre, S. Costanza si è occupata del tracciatore di particelle cariche formato da 2 camere a fili proporzionali cilindriche (Multi-Wire Proportional Chambers, MWPCs), sia dal punto di vista *software* che sperimentale. Nel dettaglio, è stata responsabile:

- delle attività di *commissioning* e manutenzione delle MWPCs, progettate e costruite da INFN-Pavia;
- dello sviluppo di un nuovo algoritmo C++ per l'analisi offline delle MWPCs;
- dello sviluppo di un algoritmo per il calcolo dell'efficienza e della risoluzione delle MWPCs;
- dell'implementazione di una procedura di automazione per la calibrazione delle MWPCs dell'esperimento.

Il corretto funzionamento *hardware* delle camere a fili è stato imprescindibile per la buona realizzazione di tutti gli esperimenti che richiedevano la ricostruzione di particelle cariche nello stato finale. Inoltre, gli strumenti *software* per l'analisi offline sviluppati da S. Costanza, sopra citati, dedicati al riconoscimento e al tracciamento delle particelle cariche nelle MWPCs, sono stati essenziali per un'analisi completa ed accurata dei dati in questi esperimenti.

Alcuni dei risultati ottenuti in questi esperimenti sono pubblicati nei seguenti articoli:

- Phys. Rev. Lett. 124, 132001 (2020), doi:10.1103/PhysRevLett.124.132001
- Phys. Lett. B 789 (2019) 712, doi:10.1016/j.physletb.2018.12.026
- Phys. Rev. Lett. 114, 112501 (2015), doi:10.1103/PhysRevLett.114.112501.

S. Costanza si è occupata anche di:

- valutare la risposta ideale del rivelatore *Crystal Ball* attraverso simulazioni GEANT e confrontarla con le prestazioni sperimentali dell'apparato.
- implementare e testare nel *software framework* della collaborazione di una tecnica di separazione di particelle cariche ("*range method*") basata sulla correlazione *range*-energia e che consente la ricostruzione dell'energia delle particelle usando un rivelatore a *sampling*.

Infine, S. Costanza ha partecipato ai turni di misura per la presa dati presso l'acceleratore MAMI a Mainz ed è stata responsabile (*run coordinator*) delle prese dati con bersagli di protoni e deuterio polarizzati.

Tutti i risultati sono stati presentati da S. Costanza ai *collaboration meetings* della collaborazione A2 e in diverse conferenze internazionali:

- Relazioni su invito:
 - *International Workshop "Space-like and time-like electromagnetic baryonic transitions"*, ECT* (Trento, 8–12 Maggio 2017)
<https://www.ectstar.eu/node/2220>;
 - *International Symposium "Advances in Dark Matter and Particle Physics"* (Messina, 24–27 Ottobre 2016)
<https://agenda.infn.it/event/11815/>
DOI:10.1051/epjconf/201714201008;
 - 100° Congresso Nazionale SIF (Pisa, 22–26 settembre 2014)
<https://www.sif.it/attivita/congresso/100>;
- Relazioni a congressi:
 - *The 5th International Conference on Particle Physics and Astrophysics, ICPPA* (Online, 5–9/10/2020)
<https://indico.particle.mephi.ru/event/35/contributions/2270/>
DOI:10.1088/1742-6596/1690/1/012032
 - *The 12th International Workshop on the Physics of Excited Nucleons, NSTAR19* (Bonn, 10–14 giugno 2019)
<https://indico.cern.ch/event/739938/contributions/3421353>
DOI:10.1051/epjconf/202024101005
 - *XVII International Conference on Hadron Spectroscopy and Structure, HADRON17*, Salamanca, 25–29 settembre 2017 (presentazione di un collega a causa della sospensione dal lavoro per maternità anticipata)
<https://indico.cern.ch/event/578804/contributions/2627361/>
DOI:10.22323/1.310.0063, PoS(Hadron2017)063;
 - *International Conference on New Frontiers in Physics ICNFP2016* (Creta, 6–14 Luglio 2016);
<https://indico.cern.ch/event/442094/contributions/2228128/>
DOI:10.1051/epjconf/201716407034;
 - *International Nuclear Physics Conference INPC2013* (Firenze, 2–7 giugno 2013)
<https://agenda.infn.it/event/5998/contributions/61260/>
DOI:10.1051/epjconf/20146606005;

- *International Workshop “Meson Production at Intermediate and High Energies”* (Messina, 10–11 novembre 2011)
<http://newcleo.unime.it/workshop2011/>
 DOI:10.1088/1742-6596/349/1/012011.

Esperimento ALICE@CERN

S. Costanza ha svolto attività di ricerca nella Collaborazione internazionale ALICE dal dicembre 2015 a oggi, nell'ambito dei seguenti contratti:

- 12/2015 – 22/06/2018: Assegno di Ricerca Post-doc dell'Università degli Studi di Pavia
 Incarico: Metodi di ricostruzione di eventi in reazioni di produzione adronica indotte da sonde elettromagnetiche e adroniche;
- 12/09/2017 – 03/05/2018: allontanamento non volontario dall'attività di ricerca per maternità (anticipazione del congedo obbligatorio e congedo obbligatorio per maternità);
- 16/11/2018 – oggi: Ricercatore a tempo determinato L.240/10 tipo A, SC 02/A1, SSD FIS/04.

L'attività di ricerca svolta per l'esperimento ALICE ha riguardato e riguarda principalmente lo studio della produzione di adroni contenenti quarks pesanti (*charm* e *beauty*) nelle collisioni protone-protone (pp) che hanno luogo presso l'acceleratore LHC al CERN. Tale studio rappresenta un test molto importante della QCD perturbativa (pQCD), in quanto i quarks pesanti possono essere utilizzati come sonde per investigare le proprietà del Quark-Gluon Plasma (QGP). Inoltre, la sezione d'urto di produzione dei mesoni D in collisioni pp è utilizzata come riferimento essenziale per lo studio degli effetti indotti dalla materia che interagisce per interazione forte nel caso di collisioni nucleo-nucleo (i.e. Pb-Pb).

Nello specifico, S. Costanza è stata responsabile dello studio della sezione d'urto di produzione dei mesoni D^0 prompt nelle collisioni pp a $\sqrt{s} = 8$ TeV e 13 TeV. L'analisi consiste nella ricostruzione dei mesoni D^0 nel canale di decadimento adronico $D^0 \rightarrow K^- \pi^+$, nella regione centrale di rapidità ($|y| < 0.5$) e nell'intervallo di momento trasverso $1 < p_T < 24$ GeV/c. Per questi studi, sono stati utilizzati i dati raccolti dal rivelatore ALICE a LHC nel 2012 ($\sqrt{s} = 8$ TeV) e nel 2016–2017–2018 ($\sqrt{s} = 13$ TeV).

Il lavoro si è articolato nei seguenti punti:

- ricostruzione dei mesoni D^0 a partire dai prodotti del decadimento adronico;
- studio e ottimizzazione dei tagli cinematici e topologici da applicare ai prodotti finali del decadimento al fine di ridurre il fondo combinatoriale e massimizzare la significanza statistica;
- estrazione del segnale con tecniche di analisi di massa invariante;
- estrazione e applicazione di fattori di correzione (accettanza del rivelatore, efficienza di ricostruzione, luminosità integrata);
- studio degli errori sistematici;
- confronto delle misure di sezione d'urto con i modelli teorici di pQCD.

I risultati ottenuti dall'analisi, insieme a quelli ottenuti da analisi analoghe sui mesoni D^+ , D^{*+} e D_s^+ , sono stati approvati come *preliminaries* e hanno portato alla stesura di due *Analysis Notes*, approvate:

- *Analysis note* relativa ai dati a $\sqrt{s} = 8$ TeV:
 ANA-493 <https://alice-notes.web.cern.ch/node/493>;
- *Analysis note* relativa ai dati a $\sqrt{s} = 13$ TeV:
 ANA-659 <https://alice-notes.web.cern.ch/node/659>.

I risultati sono inoltre stati presentati a diverse conferenze nazionali e internazionali, da S. Costanza e da colleghi:

- *The 27th International Conference on Ultrarelativistic Nucleus-Nucleus Collisions, Quark Matter 2018* (Venezia, 14–19 maggio 2018)
 Poster dal titolo *Measurements of D^0 meson production in pp collisions with ALICE at the LHC*, presentato da N. Valle, primary author S. Costanza, impossibilitata ad andare in trasferta al rientro dal congedo per maternità (associazione INFN scaduta e non rinnovabile)
<https://indico.cern.ch/event/656452/contributions/2859696/>;

- 62nd DAE-BRNS Symposium on Nuclear Physics (Patiala, India, 20–24 dicembre 2017)
Seminario dal titolo *D-meson production cross section measurements in pp collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV with ALICE at the LHC*, presentato da A. Sharma;
- 20th High-Energy Physics International Conference in Quantum Chromodynamics, QCD17 (Montpellier France, 3–7 luglio 2017)
Seminario dal titolo *D-meson production in pp collisions with ALICE at the LHC*, presentato da J. Hamon che ha sostituito S. Costanza, impossibilitata a partecipare per problemi di salute legati alla gravidanza
DOI:10.1016/j.nuclphysbps.2018.03.004;
- 102° Congresso Nazionale SIF (Padova, 26–30 settembre 2016)
Seminario dal titolo *Ricostruzione di mesoni D in collisioni pp a 8 TeV con l'esperimento ALICE a LHC*, presentato da S. Costanza.

Tra questi congressi, si evidenzia il 102° Congresso SIF, dove il contributo di S. Costanza è stato premiato come prima migliore comunicazione della sezione di Fisica Nucleare e Subnucleare:

<https://www.sif.it/attivita/congresso/102/comunicazioni>

Pubblicazione premio dal titolo *D-meson reconstruction in pp collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV with the ALICE experiment at LHC*, Il Nuovo Cimento 40 C (2017) 83, DOI:10.1393/ncc/i2017-17083-8.

Dal 2019, S. Costanza si è occupata di integrare l'analisi di sezione d'urto di produzione dei mesoni D^0 prompt nelle collisioni protone-protone a $\sqrt{s} = 13$ TeV nella regione a basso p_T , fino a $p_T = 0$, e con intervalli di momento trasverso più fini rispetto all'analisi già terminata e approvata.

Questa analisi si differenzia dalla precedente a $\sqrt{s} = 13$ TeV in quanto è esclusivamente basata sull'analisi della massa invariante delle coppie $K\pi$ che soddisfano i tagli di qualità di traccia, tagli cinematici e di identificazione di particelle. Non viene applicata nessuna selezione basata sulla topologia del vertice secondario. Inoltre, si è occupata dell'analisi della sezione d'urto inclusiva, sempre per il canale $D^0 \rightarrow K\pi$ a $\sqrt{s} = 13$ TeV.

I risultati originali hanno portato alla stesura di una *Analysis Note* in via di completamento e saranno approvati come *preliminaries* in vista della conferenza *Strangeness in Quark Matter* (SQM2021).

Tutti i risultati delle analisi di fisica sono stati presentati da S. Costanza con frequenti report informativi ai meeting settimanali del PAG (*Physics Analysis Group*) PWG-HF D2H (*Physics Working Group - Heavy Flavour, fully reconstructed charm hadron decays*), a cui partecipa attivamente e con regolarità.

Parallelamente all'analisi del mesone D^0 , S. Costanza si è occupata anche di attività di *Quality Assurance* (QA) per il rivelatore di vertice *Inner Tracking System* (ITS) di ALICE.

S. Costanza ha effettuato studi periodici per valutare le prestazioni del rivelatore ITS, in corrispondenza di diverse condizioni di calibrazione e dei diversi passaggi di ricostruzione dei dati raccolti a LHC. Gli stessi controlli sono stati effettuati anche sulle produzioni Monte Carlo, per valutare la correlazione tra dati e MC per i singoli runs.

In particolare, S. Costanza ha effettuato gli studi di *ITS Quality Assurance* delle produzioni che sono state utilizzate nelle analisi pubblicate nei seguenti articoli:

- Nature 588, 232 (2020), doi:10.1038/s41586-020-03142-2, 10.1038/s41586-020-3001-6
- JHEP 1810, 174 (2018), doi:10.1007/JHEP10(2018)174
- Phys. Rev. Lett. 120 (2018) no.10, 102301, doi:10.1103/PhysRevLett.120.102301.

I risultati di questi studi sono stati presentati durante *meetings* settimanali e relazioni sulla *dashboard* JIRA.

Recentemente, S. Costanza si è inserita nel gruppo di lavoro che si occupa di acquisizione dati (*data acquisition*), con l'obiettivo di sviluppare il software di analisi online dei dati registrati dal rivelatore di vertice ITS.

Esperimento \bar{P} ANDA@GSI

S. Costanza ha svolto attività di ricerca nella Collaborazione internazionale \bar{P} ANDA da ottobre 2006 a dicembre 2016, nell'ambito dei seguenti contratti lavorativi:

- 10/2006 – 20/07/2007: laurea specialistica in Scienze Fisiche, curriculum Nucleare e Subnucleare, presso l'Università degli Studi di Pavia
Tesi dal titolo: *Studio di reazioni di annichilazione con produzione di particelle con charm*, supervisore: Prof. A. Rotondi;
- 01/11/2007 – 31/10/2010: Dottorato di Ricerca in Fisica, curriculum Nucleare e Subnucleare, presso l'Università degli Studi di Pavia
Tesi dal titolo: *Design of the Central Tracker of the \bar{P} ANDA experiment*, supervisore: Prof. A. Rotondi, referee: Dr. P. Wintz;
- 07/09/2009 – 14/03/2010: attività di ricerca presso Institut für Kernphysik (IKP) - Forschungszentrum Jülich (Germania), gruppo \bar{P} ANDA;
- 02/11/2010 – 01/08/2011: Contratto di Collaborazione Coordinata e Continuativa con l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare - sezione di Pavia, finanziato dal progetto "HadronPhysics2", WP7 (denominato FAIRnet)
Incarico: Sviluppo di software di simulazione per *tracking detectors*;
- 02/11/2011 – 31/10/2013: Assegno di Ricerca Post-doc dell'INFN, sezione di Pavia
Incarico: Metodi di ricostruzione di eventi in reazioni di produzione adronica;
- 01/11/2013 – 31/12/2016: Assegno di Ricerca Post-doc dell'Università degli Studi di Pavia
Incarico: Metodi di ricostruzione di eventi in reazioni di produzione adronica indotte da sonde elettromagnetiche e adroniche.

La conclusione dell'attività di ricerca nell'ambito di \bar{P} ANDA è stata dettata dall'uscita dalla Collaborazione, dovuta alla sospensione dei finanziamenti erogati dall'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, a causa della dilatazione dei tempi e dei costi del progetto da parte degli enti tedeschi.

L'attività di ricerca svolta da S. Costanza per l'esperimento \bar{P} ANDA è stata incentrata sul progetto del tracciatore centrale a *straw tubes* (*Straw Tube Tracker*, STT) del rivelatore dell'esperimento \bar{P} ANDA, della cui simulazione è stato responsabile il gruppo pavese della collaborazione internazionale.

Il lavoro ha riguardato prevalentemente attività di *computing*, in particolar modo l'implementazione e l'ottimizzazione di strumenti *software* specifici dedicati alla ricostruzione delle tracce nell'apparato e allo sviluppo e validazione di strategie di analisi dei dati.

Nello specifico, l'attività di ricerca si è articolata nei seguenti punti:

- attraverso le tecniche di Virtual Monte Carlo, valutazione e confronto tra GEANE (basato su GEANT3) e GEANT4E (basato su GEANT4), due sistemi di tracciamento di particelle cariche per il trasporto dei valori medi e la propagazione delle matrici di covarianza dei parametri di traccia nel rivelatore;
- contributo all'implementazione del *software* di ricostruzione di traccia e dell'algoritmo di fit di Kalman per il tracciatore a *straw tubes* di \bar{P} ANDA, nell'ambito del *software framework* PandaROOT;
- studi dettagliati e sistematici delle prestazioni del tracciatore STT in dipendenza da diversi parametri geometrici, per determinare la geometria ottimale necessaria per raggiungere risultati ad alta precisione. In particolare, attraverso la simulazione di eventi a traccia singola, S. Costanza ha effettuato un'analisi di risoluzione in momento e di efficienza di ricostruzione di traccia in funzione del momento delle particelle e della loro distribuzione angolare, al variare della lunghezza dei tubi, dell'angolo di inclinazione dell'asse dei tubi rispetto alla direzione del fascio, della curva di risoluzione del singolo tubo;
- studio di canali di fisica specifici e di particolare interesse per il programma scientifico di \bar{P} ANDA, con maggior riguardo alla spettroscopia adronica nella regione del charmonio ($\bar{p}p \rightarrow \Psi(3770) \rightarrow D^+D^-$ e $\bar{p}p \rightarrow \eta_c \rightarrow K_S^0 K^+ \pi^-$), per valutare le prestazioni del rivelatore in termini di risoluzione di massa invariante delle risonanze simulate ed efficienza di ricostruzione delle tracce.
A tal scopo, S. Costanza ha proceduto alla validazione e applicazione di algoritmi di fit cinematico, implementati nel *software framework*;
- attraverso lo studio delle annichilazioni $\bar{p}-^4\text{He}$, confronto delle potenzialità di scoperta di nuova fisica per \bar{P} ANDA rispetto a quanto in precedenza osservato dall'esperimento Obelix (CERN), che ha studiato l'annichilazione in quiete degli antiprotoni provenienti da LEAR su idrogeno e altri sistemi composti da pochi nucleoni (tra cui proprio ^4He).

A questo proposito, nel corso dell'ultimo anno di dottorato S. Costanza si è anche inserita nell'analisi svolta a Pavia dei dati di Obelix: l'analisi è stata dedicata allo studio di canali prodotti nell'annichilazione degli antiprotoni su più nucleoni con aumento di stranezza rispetto all'annichilazione su idrogeno, e ha portato alla pubblicazione di un articolo (doi:10.1140/epja/i2011-11082-7).

All'interno del gruppo pavese della collaborazione \bar{P} ANDA, S. Costanza è stata co-responsabile di:

- effettuare studi dettagliati e sistematici delle prestazioni del tracciatore STT di \bar{P} ANDA in dipendenza da diversi fisici (momento e direzione delle particelle) per determinare, attraverso simulazioni di singola traccia, la risoluzione in momento e l'efficienza di ricostruzione di traccia;
- mantenere il codice di tracciamento del rivelatore \bar{P} ANDA-STT all'interno del *framework* \bar{P} ANDA-Root.

L'attività di simulazione è stata affiancata da un'attività di ricerca sperimentale, che S. Costanza ha svolto presso l'*Institut für Kernphysik (IKP) del Forschungszentrum Jülich (FZJ)*, in Germania, dal 07/09/2009 al 14/03/2010.

Durante questi mesi, S. Costanza è stata responsabile dell'implementazione di un *software* per l'analisi dei dati sperimentali raccolti da un tracciatore a *straw tubes* disponibile proprio all'IKP di Jülich: si trattava di un prototipo con una geometria simile a quella del tracciatore di \bar{P} ANDA, che è stato utilizzato per effettuare test sperimentali con raggi cosmici e fasci di protoni.

Nello specifico, S. Costanza è stata responsabile di:

- sviluppare algoritmi originali per l'autocalibrazione degli *straw tubes*;
- sviluppare algoritmi originali per il tracciamento delle particelle cariche all'interno del tracciatore a *straw tubes* in assenza di campo magnetico;
- sviluppare algoritmi per ricavare la curva di risoluzione spaziale per il singolo tubo in corrispondenza di diverse condizioni di alta tensione applicata all'apparato;
- analizzare i dati sperimentali raccolti col prototipo di Jülich (sia cosmici, sia dati raccolti con fascio di protoni) per testare gli algoritmi di cui sopra e ricavare la risoluzione spaziale del singolo tubo;
- effettuare analisi delle distribuzioni sperimentali di dE/dx , applicando il metodo della media troncata, e calibrare le simulazioni sulla base dei risultati ottenuti.

S. Costanza ha anche partecipato ai turni di misura per la presa dati con il prototipo di tracciatore a *straw tubes* dell'esperimento \bar{P} ANDA, presso l'acceleratore COSY a Jülich.

Il progetto di rivelatore a *straw tubes* studiato da S. Costanza è stato approvato dalla collaborazione \bar{P} ANDA come tracciatore centrale dell'esperimento. Gli studi sistematici condotti da S. Costanza sono stati anche utilizzati per finalizzare la geometria del tracciatore STT dell'esperimento.

I risultati ottenuti da S. Costanza sono riportati:

- in un nota interna: S. Costanza e L. Lavezzi, *Study of the Kalman filter performances with STT and MVD*, \bar{P} ANDA Report PV/01-09;
- nella tesi di dottorato di S. Costanza, disponibile al link <https://drive.google.com/file/d/1cjyCNb2re12-3-Fwn42H1E8NUDe6WL60/view?usp=sharing>;
- nel *Technical Design Report for the \bar{P} ANDA Tracking System* (Eur. Phys. J. A (2013) 49: 25, DOI:10.1140/epja/i2013-13025-8), di alcuni capitoli del quale S. Costanza è *editor*.

I risultati sono stati periodicamente presentati ai *collaboration meetings* della collaborazione \bar{P} ANDA, ai *computing meetings* con cadenza bisettimanale e a diversi convegni internazionali, da S. Costanza:

- ICATPP 2011 - 13th ICATPP Conference on Astroparticle, Particle, Space Physics and Detectors for Physics Applications (Como, 03-07/10/2011)
Seminario dal titolo *Tracking with Straw Tubes in the \bar{P} ANDA Experiment*
Astroparticle, Particle, Space Physics and Detectors for Physics Applications, World Scientific, vol. 7, 564-570 (2012)

- *IFAE 2011 - Incontri di Fisica delle Alte Energie* (Perugia, 27–29/04/2011)
Poster dal titolo *Un rivelatore a straw come tracciatore centrale per l'esperimento \bar{P} ANDA*
DOI: 10.1393/ncc/i2011-11017-6;
- *11th Pisa Meeting on Advanced Detectors - Frontier Detectors for Frontier Physics* (La Biodola, 24–30/05/2009)
Poster dal titolo *The Straw Tube Tracker of the \bar{P} ANDA Experiment*
DOI:10.1016/j.nima.2009.06.105;

e da colleghi:

- ANIMMA 2013
Seminario su invito dal titolo *The Straw Tube Trackers of the \bar{P} ANDA experiment*, tenuto da P. Giannotti
arXiv:1307.4537, 2014;
- *XLX International Winter Meeting on Nuclear Physics* (Bormio, gennaio 2012)
Seminario dal titolo *A sampling ADC as a universal tool for data processing and trigger application*, tenuto da P. Kulessa
Proceedings of Science Pos (Bormio 2012) 012;
- *XLIX International Winter Meeting on Nuclear Physics* (Bormio, gennaio 2011)
Seminario dal titolo *Experimental results of the dE/dx resolution measurement in \bar{P} ANDA –type Straw Tube Tracker* tenuto da K. Pysz
Proceedings of Science Pos (Bormio 2011) 011;
- *XLIX International Winter Meeting on Nuclear Physics* (Bormio, gennaio 2011)
Seminario dal titolo *Application of straw detector for particle identification - feasibility studies with \bar{P} ANDA STT prototype*, tenuto da P. Kulessa
Proceedings of Science Pos (Bormio 2011) 010;
- *IEEE 2009 Nuclear Science Symposium* (Orlando, 24 Ottobre - 1 Novembre 2009)
Seminario dal titolo *The Straw Tube Tracker of the \bar{P} ANDA Experiment*, tenuto da A. Braghieri
Nuclear Science Symposium Conference Record (NSS/MIC), p. 1013-1018, 2009 IEEE.

Ulteriori esperienze professionali

Nei periodi 7/11/06 – 31/12/06, 13/08/07 – 30/11/07 e 30/06/08 – 12/02/09, S. Costanza ha svolto attività di ricerca presso l'Istituto Neurologico “C. Mondino”, nell'ambito dei progetti afferenti l'Unità Operativa di Neuroradiologia dell'Istituto, riguardanti la Neuroradiologia funzionale e le applicazioni cliniche delle tecniche avanzate di immagine. In particolare, S. Costanza si è occupata:

- dello sviluppo e validazione di sequenze di Risonanza Magnetica funzionale (fMRI) e di Spettroscopia a RM (sRM) e loro applicazione a pazienti affetti da malattia di Parkinson, Sclerosi Multipla, emicrania con aura, anoressia e malattia di DEVIC;
- dello sviluppo di algoritmi (prevalentemente in Matlab) finalizzati all'analisi di dati di tecniche non convenzionali di *Magnetic Resonance Imaging* (MRI);
- dell'analisi quantitativa dei dati di fMRI e spettroscopia a RM.

Con le competenze acquisite, S. Costanza ha tenuto una lezione su fMRI nell'ambito di un corso residenziale di “Applicazioni Cliniche delle Tecniche Avanzate di Immagine”, rivolto principalmente a uditori con formazione e indirizzo nel campo delle neuroscienze.

Relazioni su invito

- Talk al convegno “ECT* *International Workshop – “Space-like and Time-like Electromagnetic Baryonic Transitions”*” (Trento, 8–12/05/2017)
Titolo: *Baryon Spectroscopy at A2-MAMI*
- Talk al convegno “*International Symposium “Advances in Dark Matter and Particle Physics - 2016”*” (Messina, 24–27/10/2016)
Titolo: *Doubly-polarised pion photoproduction on the nucleon at MAMI*
- Relazione su invito al convegno “100° Congresso Nazionale SIF 2014” (Pisa, 22–26/09/2014)
Titolo: *Recenti risultati di fotoproduzione mesonica a Mainz e a Bonn*
- Seminario presso IKP–FZJ, Jülich (Germania), 4/02/2010
Titolo: *The \bar{P} ANDA Straw Tube Tracker*

Partecipazione a conferenze

- Talk al convegno “ICPPA 2020 – *The 5th International Conference on Particle Physics and Astrophysics*” (Online, 5–9/10/2020)
Titolo: *Double polarisation observables G and E and helicity dependent cross section for single π^0 photoproduction off proton and neutron at MAMI*
- Talk al convegno “NSTAR2019 – *The 12th International Workshop on the Physics of Excited Nucleons*” (Bonn, 10–14/06/2019)
Titolo: *Double polarisation observable E and helicity dependent cross section for single π^0 photoproduction off proton and neutron*
- Poster al convegno “QM2018 – *The 27th International Conference on Ultrarelativistic Nucleus-Nucleus Collisions*” (Venezia, 13–19/05/2018), sostituita da N. Valle (impossibilitata ad andare in trasferta al rientro dal congedo per maternità per associazione INFN scaduta e non rinnovabile)
Titolo: *Measurements of D^0 meson production in pp collisions with ALICE at the LHC*
- Talk al convegno “QCD17 – *20th High-Energy Physics International Conference in Quantum Chromodynamics*” (Montpellier, 3–7/07/2017), sostituita da J. Hamon per problemi di salute legati alla gravidanza
Titolo: *D-meson production in pp collisions with ALICE at the LHC*
- Talk al convegno “102° Congresso Nazionale SIF 2016” (Padova, 26–30/09/2016)
Titolo: *Ricostruzione di mesoni D in collisioni pp a 8 TeV con l’esperimento ALICE a LHC*
- Talk al convegno “ICNFP2016 – *5th International Conference on New Frontiers in Physics*” (Creta, 06–14/07/2016)
Titolo: *Recent results on doubly-polarised pion photoproduction and the GDH sum rule on the nucleon at MAMI*
- Talk al convegno “*International School of Nuclear Physics, 37th Course - Probing Hadron Structure with Lepton and Hadron Beams*” (Erice, 16–24/09/2015)
Titolo: *Recent results on pion photoproduction and the GDH sum rule on the nucleon*
- Talk al convegno “INPC2013 – *International Nuclear Physics Conference* (Firenze, 2–7/06/2013)
Titolo: *First Measurement of the helicity dependence of ^3He photo-reactions in the $\Delta(1232)$ resonance region*
- Talk al convegno “*International Workshop Meson Production at Intermediate and High Energies* (Messina, 10–11/11/2011)
Titolo: *Measurement of helicity dependent total inclusive γ - ^3He cross section and the GDH sum rule on the neutron*
- Talk al convegno “ICATPP 2011 – *13th ICATPP Conference on Astroparticle, Particle, Space Physics and Detectors for Physics Applications*”, (Como, 3–7/10/2011)
Titolo: *Tracking with Straw Tubes in the \bar{P} ANDA experiment*
- Poster presentato al convegno “IFAE 2011 – *Incontri di Fisica delle Alte Energie*” (Perugia, 27–29/04/2011)
Titolo: *A straw tube detector for the \bar{P} ANDA experiment*

- Poster presentato al convegno “11th Pisa Meeting on Advanced Detectors – Frontier Detectors for Frontier Physics” (La Biodola, Isola d’Elba, 24–30/05/2009)
Titolo: *The Straw Tube Tracker of the PANDA Experiment*
- Talk al Corso Residenziale “Applicazioni cliniche delle Tecniche Avanzate di Immagine” presso l’Istituto Neurologico “Casimiro Mondino”, Pavia, 27/05/2008 e 3–10–17/06/2008
Titolo: *Functional MRI: basi fisiche e informatiche*
- Partecipazione al congresso *Magnetic Resonance Techniques in Multiple Sclerosis – 11th Advanced Course*, Università Vita–Salute San Raffaele, Milano, 14–15/12/2007

Partecipazione a comitati editoriali di riviste

Review Editor in Nuclear Physics per la rivista *Frontiers in Astronomy and Space Sciences and Frontiers in Physics*.

Dati bibliometrici

La sottoscritta Susanna Costanza dichiara che, in data 25 marzo 2021, risultano:

Scopus:

Scopus Author Identifier: 36016236000 <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=36016236000>

- numero di pubblicazioni: 201
- numero totale delle citazioni: 2296
- *h*-index: 26

ISI/Web Of Science:

Web Of Science ResearcherID: AAB-1822-2020 <https://app.webofknowledge.com/author/record/507819>

Publons: <https://publons.com/researcher/3756969/susanna-costanza/>

- numero di pubblicazioni: 223 (237 in Publons)
- numero totale delle citazioni: 1879
- *h*-index: 23

altri database:

- *h*-index Inspire: 38 (citeable papers), 36 (published only)
<http://old.inspirehep.net/author/profile/S.Costanza.1>
- *h*-index Google Scholar: 43
<https://scholar.google.com/citations?user=AaGm5-0AAAAJ&hl=en&authuser=2>

Pavia, 25 marzo 2021

Autorizzo il trattamento dei dati personali ai sensi dell’art. 7 del D. Lgs. 196/2003