

# Curriculum Vitae

## Anagrafica

---

**Nome** Sandro Cadeddu

## Titoli di Studio

---

**Laurea** Laurea in Fisica conseguita il 16/07/1996 presso il Dipartimento di Fisica dell'Università di Cagliari con la votazione di 110/110 con lode, con una tesi dal titolo: *"Un sistema di acquisizione dati ad alte prestazioni per l'esperimento NA48 sulla violazione di CP"*.

## Competenze generali

---

**Lingue Straniere** Inglese parlato e scritto  
**Sistemi Operativi** Sistemi Linux, Windows, MacOS  
**CAE Tools** Cadence IC suite, Synopsys, Mentor, OrCAD/Cadence System suite  
**Programmazione** Verilog, VHDL, C/C++, C#

## Sommario Attività Scientifica

---

L'attività tecnologica condotta riguarda principalmente lo studio, progettazione, sviluppo e test di circuiti integrati per i sistemi di acquisizione dati negli esperimenti di Fisica applicata e Fisica delle alte energie nei quali risulta coinvolta la Sezione di Cagliari dell'I.N.F.N. e che vedono la collaborazione di diversi gruppi di ricerca nazionali e internazionali.

Sono stati condotti anche studi e ricerche strettamente tecnologiche al fine di studiare nuove tecnologie e nuove soluzioni circuitali da eventualmente applicare nei sistemi di acquisizione degli esperimenti.

**Brevetti** 1  
**Pubblicazioni** 592 (Fonte Scopus)  
**Citazioni** 23511 (Fonte Scopus)  
**H index** 71 (Fonte Scopus)

## Responsabilità e incarichi

---

**Direzione** Responsabile del Servizio di Elettronica della sezione di Cagliari dell'INFN, da Febbraio 2010.

**Incarichi** Incarico del Direttore come Referente Locale per il Trasferimento Tecnologico, da Maggio 2017 con nomina del direttore.

RUP per gli acquisti di materiale elettronico e licenze software per la progettazione elettronica

Referente EURO PRACTICE da Febbraio 2013

<b>Referee</b>	Referee del progetto R4I TT_HAMLET
<b>Panel Valutazione R4I 2020</b>	Partecipazione nel 2019 al panel di valutazione dei progetti partecipanti al bando di trasferimento tecnologico R4I per l'anno 2020
<b>Esperimenti</b>	Responsabile per la realizzazione, produzione e test di un circuito integrato, denominato nSYNC, per l'upgrade del sistema di readout del rivelatore per muoni dell'esperimento LHCb.
	Referente Locale dell'esperimento ALLDIGITAL, periodo 2012 - 2014
	Referente locale dell'esperimento To_Asic, periodo 2008 - 2011

## Conferenze

---

- 2021** Conferenza internazionale 16<sup>th</sup> "Trento" Workshop on Advanced Silicon Radiation Detectors – "Timespot1: A 28-nm CMOS ASIC for pixel read-out with time resolution below 20 ps". Presentazione Orale
- 2020** Conferenza internazionale IEEE NSS/MIC – "A 28-nm CMOS pixel read-out ASIC for real-time tracking with time resolution below 20 ps.". Presentazione Orale in sessione parallela
- 2008** Conferenza internazionale IEEE NSS/MIC – "The LHCb Muon System: Electronics Commissioning and Results from First Data Taking". Presentazione Orale in sessione parallela
- 2006** Conferenza nazionale IFAE – "Microelettronica per la calibrazione temporale del sistema per muoni in LHCb". Presentazione Orale
- 2003** Conferenza internazionale IEEE NSS/MIC – "DIALOG and SYNC: a custom chip set for timing of the LHCb Muon Detector". Presentazione Orale in sessione parallela
- 2001** Conferenza internazionale IWORLD . "KPIX: Current Amplifier and Digitiser for Pixel Detector Matrix Readout". Presentazione Orale in sessione plenaria
- 2001** Conferenza internazionale VCI – "Comprehensive measurements of GaAs pixel detectors capacitance". Presentazione Poster

## Esperienze Lavorative

---

- Feb. 2010 - Adesso** Contratto a Tempo Indeterminato con qualifica di tecnologo di III livello presso l'Istituto Nazionale Fisica Nucleare, sezione di Cagliari.
- Mag. 2009 – Gen. 2010** Contratto ex art.23 con qualifica di tecnologo di III livello presso l'Istituto Nazionale Fisica Nucleare, sezione di Cagliari, in esito alla partecipazione alla selezione dell'INFN di cui al bando 9N/T3/ELE.
- Giu. 2008 – Mag. 2009** Contratto ex art.23 con qualifica di tecnologo di III livello presso l'Istituto Nazionale Fisica Nucleare, sezione di Cagliari.
- Mar. 2008 – Giu. 2008** Contratto di collaborazione ex art. 2222 con l'INFN sezione di Cagliari.
- Mar. 2006 – Mar. 2008** Assegno di Ricerca nell'ambito della ricerca tecnologica presso l'Istituto di Fisica Nucleare, sezione di Cagliari, dal titolo "*Ottimizzazione del sistema di trigger ed acquisizione dati del rivelatore di muoni dell'esperimento LHCb*".
- Gen. 2004 – Gen. 2006** Assegno di Ricerca nell'ambito della ricerca tecnologica presso l'Istituto di Fisica Nucleare, sezione di Cagliari, dal titolo "*Sviluppo di elettronica per l'acquisizione ad altissima velocità di dati per l'esperimento LHCb*".

- Nov. 2000 – Ott. 2003** Contratto ex art.23 con qualifica di tecnologo di III livello presso l'Istituto Nazionale Fisica Nucleare, sezione di Cagliari.
- Lug. 1998 – Set. 1999** Contratto di formazione professionale come progettista elettronico presso la ditta ECOS.
- Mag. 1997 – Lug. 1998** Contratto di ricerca finanziato dalla Regione Sardegna presso il CRS4 nel gruppo di Applicazioni Biomediche.
- Ott. 1996 – Mag. 1997** Insegnamento presso l'Istituto Scolastico Cambosu di Cagliari.

## Corsi

---

- 2019** Corso di formazione "Gare telematiche: illustrazione della normativa di riferimento e della convenzione con Consip Spa"
- 2018** Corso di formazione "Lo sviluppo di competenze didattiche"
- 2018** Corso di Formazione "Prevenzione della corruzione nelle Pubbliche Amministrazioni – Seminari integrativi 'Contratti Pubblici'"
- 2018** Corso di Formazione sulla sicurezza "Aggiornamento Formazione dei lavoratori"
- Marzo 2017** Corso di Formazione "La prevenzione della Corruzione – Livello intermedio"
- Agosto 2013** Corso di Formazione "Formazione generale dei Lavoratori"
- 2010** Corso di formazione del personale "Progettazione Digitale VLSI"
- Ottobre 2009** Corso Cadence "FENRU for Italy INFN"
- Febbraio 2009** Corso IDESA "Advanced Digital Physical Implementation flow"
- Dicembre 2008** Corso IDESA "Advanced Analog Implementation Flow"
- Ottobre 2003** Short Course "Integrated Circuit Front Ends for Nuclear Pulse Processing"

## Didattica e Terza Missione

---

- 2018 - Adesso** Corso di Fondamenti di Elettronica (6 CFU), CdL Scienze Fisiche
- 2019** Docente nel corso **AggiornaMenti**, un laboratorio di didattica della fisica rivolto agli insegnanti della scuola secondaria di primo grado. Il corso ha l'obiettivo di trasmettere un metodo di insegnamento delle scienze attivo e collaborativo, basato sulla didattica induttiva: si parte dall'esperimento e dall'osservazione dei fenomeni per comprendere la legge fisica sottostante. Si presentano quindi esperienze pratiche di immediata riproducibilità, utilizzando materiale comunemente reperibile e a basso costo, che permettono un insegnamento induttivo anche in contesti dove i laboratori scarseggiano. Il corso è riconosciuto come **attività di formazione e aggiornamento professionale**.
- 2019** Progetto di Alternanza Scuola Lavoro in collaborazione con il Liceo Scientifico M.G. Agnesi (Merate, provincia di Lecco) dal titolo: **Test di circuiti elettronici integrati e rivelatori realizzati per gli esperimenti di fisica delle alte energie che si svolgono al CERN di Ginevra**.
- 2018** Docente nel corso **AggiornaMenti**, un laboratorio di didattica della fisica rivolto agli insegnanti della scuola secondaria di primo grado. Il corso ha l'obiettivo di trasmettere un metodo di insegnamento delle scienze attivo e collaborativo, basato sulla didattica induttiva: si parte dall'esperimento e dall'osservazione dei fenomeni per comprendere la legge fisica sottostante. Si presentano quindi esperienze pratiche di immediata riproducibilità, utilizzando materiale comunemente reperibile e a basso costo, che permettono un insegnamento

induttivo anche in contesti dove i laboratori scarseggiano. Il corso è riconosciuto come **attività di formazione e aggiornamento professionale**.

- 2018** Progetto di Alternanza Scuola Lavoro in collaborazione con il Liceo Scientifico G. Brotzu (Quartu S.E.) dal titolo: **Sviluppo di routine software da utilizzarsi nel test della produzione di un circuito integrato, denominato nSYNC, sviluppato dalla sezione di Cagliari dell'INFN per il sistema di acquisizione dati del rivelatore per muoni dell'esperimento LHCb al CERN di Ginevra.**
- 2018** Progetto di Alternanza Scuola Lavoro in collaborazione con il Liceo Scientifico Pitagora (Selargius) dal titolo: **Test di circuiti elettronici integrati realizzati per gli esperimenti di fisica delle alte energie che si svolgono al CERN di Ginevra.**
- A.A. 2017-2018** Co-docenza per il corso di Fondamenti di Elettronica (6 CFU), CdL Scienze Fisiche
- 2017** Progetto di Alternanza Scuola Lavoro in collaborazione con il Liceo Scientifico Pitagora (Selargius) dal titolo: **Test di circuiti elettronici integrati realizzati per gli esperimenti di fisica delle alte energie che si svolgono al CERN di Ginevra.**

**Monserrato, 03/11/2021**

*Sandro Caoledda*

# Alessandro Cardini – Curriculum Vitæ

## Informazioni Personali

Nome	Alessandro Cardini
Occupazione	<b>Dirigente di Ricerca</b> presso INFN Sezione di Cagliari, Italy
ORCID	<a href="http://orcid.org/0000-0002-6649-0298">http://orcid.org/0000-0002-6649-0298</a>
ResearcherID	<a href="http://www.researcherid.com/rid/J-5736-2012">http://www.researcherid.com/rid/J-5736-2012</a>

## Esperienze di Lavoro

1994 – 1997	<b>Contratto Post-Dottorato</b> presso la University of California, Los Angeles, USA
1997 – 2006	<b>Ricercatore INFN</b> presso le Sezioni INFN di Roma e Cagliari
2007 – 2019	<b>Primo Ricercatore INFN</b> presso la Sezione INFN di Cagliari
2019 – oggi	<b>Dirigente di Ricerca INFN</b> presso la Sezione INFN di Cagliari
2008 – 2009	<b>Scientific Associate al CERN</b> per lavorare nell'esperimento LHCb

## Formazione

1989	<b>Laurea in Fisica, 110/110</b> presso l'Università degli Studi di Pisa
1993	<b>Dottorato di Ricerca in Fisica</b> presso l'Università degli Studi di Pisa, VI Ciclo

## Interessi Scientifici

Studio degli adroni contenenti charm e beauty e dei loro decadimenti rari.  
Calorimetria; Calorimetria adronica a doppia lettura.  
Fotorivelatori e APD, SiPM anche a temperature criogeniche; PMT, MCP-PMT; Rivelatori ultra-veloci.  
Tracciatori basati su fibre ottiche scintillanti; rivelatori a GEM; Rivelatori al silicio a strip e pixel; Rivelatori al diamante; Misure di tempi ultra veloci; Algoritmi di tracciatura.  
Riduzione del rumore newtoniano in un interferometro di terza generazione per la ricerca di onde gravitazionali.

## Attività di Ricerca e Responsabilità

1989 – 1993	<b>WA92</b> Esperimento a bersaglio fisso al CERN SPS - Coordinatore del rivelatore di vertice; Esperto online; Analisi della fisica del charm.
1994 – 1997	<b>NOMAD</b> Esperimento per la ricerca delle oscillazioni di neutrino al CERN WANF - Esperto online; Esperto del Calorimetro; Coordinatore della presa dati; Ricostruzione degli elettroni; Analisi per la ricerca delle oscillazioni.
1997 – 2000	<b>ATLAS</b> Sviluppo del sistema di test e controllo qualità dei rivelatori MDT di ATLAS; Coordinatore del laboratorio degli MDT di Roma La Sapienza.
2000 – oggi	<b>LHCb</b> Esperimento sugli adroni con quark beauty al CERN LHC - Sviluppo e realizzazione dei rivelatori a tripla-GEM e capo progetto dal 2000; Coordinatore della messa in funzione del sistema di rivelazione dei muoni (2008–2010); Capo progetto del rivelatore di muoni (2013–15); Studio di decadimenti rari di adroni contenenti quark charm; Coordinatore Nazionale dell'esperimento LHCb (2015–18).
2005 – 2016	<b>DREAM / NEWDREAM</b> Sviluppo di calorimetri adronici a doppia lettura; doppia lettura in materiali omogenei; esperto del sistema di acquisizione dati durante i test su fascio.
2018 – oggi	<b>TimeSPOT</b> Sviluppo di un sistema di tracciatura innovativo basato su rivelatori a pixel 4D al silicio e al diamante; Coordinatore del work package "System integration and Test".
2019 – oggi	<b>Einstein Telescope</b> Coordinatore per Cagliari delle attività per la realizzazione del rivelatore di onde gravitazionali ET.

## Insegnamento

Dal 2003 regolare attività didattica presso l'Università degli Studi di Cagliari: Fondamenti di Fisica Computazionale (2003-4, 2004-5), Laboratorio di Fisica Nucleare (2005-6, 2006-7, 2007-8), Laboratorio II (fisica delle particelle) (dal 2011).

## Pubblicazioni

Più di 660 pubblicazioni su analisi dati e sviluppo rivelatori in esperimenti di fisica delle particelle su riviste Internazionali Peer-Review, con circa 58000 citazioni e un h-index pari a 106 (sorgente <http://www.inspirehep.net>, luglio 2021).

Luogo e Data

Alessandro Cardini

Quartucciu, 06 luglio 2021



# Serena Mattiazzo

## **ATTUALE POSIZIONE ACCADEMICA**

04/2020 – Oggi

- Ricercatore Universitario a tempo determinato di tipo b  
Dipartimento di Ingegneria e Scienze Applicate, Università degli Studi di Bergamo

## **AREE DI INTERESSE**

- Sviluppo di rivelatori a pixel in silicio innovativi.
- Studio del danno da radiazione su dispositivi elettronici e rivelatori in silicio.
- Sviluppo di facility di irraggiamento per il danno di dose totale (TID) e per gli effetti di evento singolo (SEE) su dispositivi microelettronici e di strumentazione innovativa per il micromapping di SEE.
- Sviluppo di apparati per Tomografia con Protoni per applicazioni in Fisica Medica

## **ISTRUZIONE**

2004

- **Laurea in Fisica** (vecchio ordinamento, conseguita il 12/10/2004):  
Università degli Studi di Padova  
Titolo della Tesi: Sistema di rivelazione di fotoni in un Ion Electron Emission Microscope

01/2005-12/2007

- **Dottorato di Ricerca in Fisica** (conseguito il 04/03/2008):  
Università degli Studi di Padova  
Titolo della Tesi: Performance of the Ion Electron Emission Microscope

## **ABILITAZIONE SCIENTIFICA NAZIONALE (ASN)**

- Abilitazione Scientifica Nazionale dal 25/07/2017 al 25/07/2026 per il Settore Concorsuale FISICA SPERIMENTALE DELLE INTERAZIONI FONDAMENTALI (02/A1) – Seconda Fascia

## **POSIZIONI ACCADEMICHE PRECEDENTI**

05/2017 – 03/2020

- **Ricercatore Universitario a tempo determinato di tipo a | Dipartimento di Fisica e Astronomia, Università degli Studi di Padova**

01/2015 – 4/2017

- **Assegno di Ricerca Senior | Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, Università degli Studi di Padova**  
"65-nm CMOS electronics for the High Luminosity – LHC upgrade: challenges due to radiation damage"

01/2013 – 12/2014

- **Assegno di Ricerca Senior | Dipartimento di Fisica e Astronomia, Università degli Studi di Padova**  
"A new-generation monolithic pixel detector for the vertex detector upgrade of ALICE at LHC"

01/2011 – 12/2012

- **Assegno di Ricerca Senior | Dipartimento di Fisica e Astronomia, Università degli Studi di Padova**  
"A novel Monolithic Pixel Detector in Silicon On Insulator (SOI) technology for improved x-ray imaging"

01/2009 – 12/2010

- **Assegno di Ricerca | Dipartimento di Fisica, Università degli Studi di Padova**  
" Development of monolithic pixel sensors in SOI technology"

01/2008 – 12/2008

- **Borsa di Studio | Dipartimento di Fisica, Università degli Studi di Padova**  
"Studio di fattibilità dell'uso della tecnica IEEM per misurare la sensibilità ai Single Event Effect dei circuiti digitali di sensori a pixel monolitici"

01/2005 – 12/2007

- **Dottorato di Ricerca | Dipartimento di Fisica, Università degli Studi di Padova**  
" Performances of the Ion Electron Emission Microscope"



## **PARTECIPAZIONE A COMITATI SCIENTIFICI/ORGANIZZATORI DI SCUOLE O CONFERENZE**

- Membro del Comitato Organizzatore della Scuola Nazionale “Detectors and Electronics for High Energy Physics, Astrophysics, Space Applications and Medical Physics” nelle edizioni 2007, 2009, 2011, 2013, 2015, 2017, 2019
- Membro dell’Advisory Board di NDRA 2018 (Summer School on Neutron Detectors)

## **ATTIVITA’ DI TERZA MISSIONE**

- Seminario didattico al liceo scientifico “E. Amaldi” di Alzano Lombardo (BG): “Gli “occhi” del fisico sperimentale: i rivelatori di particelle”, maggio 2021
- Iniziativa INFN “What Next – I giovani che raccontano il futuro”, Membro del Gruppo di Lavoro per la Sezione INFN Padova

## **RESPONSABILITÀ**

- Responsabile Locale per la Sezione INFN di Padova dell’esperimento di Gr V “FinFET16v2” dal 01/01/2018 al 31/12/2020
- Responsabile Locale per la Sezione INFN di Padova della Call di Gr V “FALAPHEL” dal 01/01/2021
- Coordinatrice del Workpackage sulla “Radiation Hardness” per la Call di Gr V “FALAPHEL” dal 01/01/2021

## **ATTIVITÀ DI REVISORE**

- Svolgo attività di revisore per le seguenti riviste:
  - Nuclear Instruments and Methods in Physics Research (NIM)
  - IEEE Transaction on Nuclear Science (TNS)
  - Microelectronics Reliability (MR)
  - Medical Physics

## **FINANZIAMENTI VINTI**

- Ffabr (Fondo di finanziamento delle attività base di ricerca dell’Università di Padova) (€ 3,000)

## **PUBBLICAZIONI**

- Sono co-autrice di 123 articoli (lista completa in fondo a questo CV) di cui 81 a pochi autori.
- Sono co-autrice del capitolo “1-GRad-TID Effects in 28-nm Device Study for Rad-Hard Analog Design” del libro “Next-Generation ADCs, High-Performance Power Management, and Technology Considerations for Advanced Integrated Circuits”, <https://doi.org/10.1007/978-3-030-25267-0>

## PRESENTAZIONI A CONFERENZE/WORKSHOP/SCUOLE

- “Introduction to radiation damage: basic Physics and concepts”, Aprile 2019 (Legnaro, Italia), [talk alla VIII Scuola Nazionale](#) “Detectors and Electronics for High Energy Physics, Astrophysics, Space Applications and Medical Physics”
- “28 nm high-k bulk digital circuit performance (SEU) after Heavy Ion exposure”, Settembre 2018 (Anversa, Belgio), [talk a TWEPP2018](#).
- “The iMPACT project tracker and calorimeter”, Ottobre 2017 (Atlanta, USA), [talk a NSS2017](#) (Nuclear Science Symposium).
- “Introduction to radiation damage: basic Physics and concepts”, Aprile 2017 (Legnaro, Italia), [talk alla VII Scuola Nazionale](#) “Detectors and Electronics for High Energy Physics, Astrophysics, Space Applications and Medical Physics”
- “Neutrons for radiation hardness studies”, Dicembre 2016 (Tolosa, Francia), [invited talk a Theory Days on Irradiation of Nanodevices](#).
- “Total Ionizing Dose effects on a 28nm Hi-K metal-gate CMOS technology up to 1 Grad”, Settembre 2016 (Karlsruhe, Germania), [talk a TWEPP2016](#) (Topical Workshop on Electronics for Particle Physics)
- “The iMPACT project tracker and calorimeter”, Febbraio 2016 (Vienna, Austria), [talk a VCI2016](#) (Vienna Conference on Instrumentation)
- “LNL irradiation facilities for radiation damage studies”, Maggio 2015 (Legnaro, Italia), [talk a UCANS 2015](#) (Union for Compact Accelerator-Driven Neutron Sources).
- “Test beam results on a Monolithic pixel sensor in the 0.18um Tower-Jazz technology high resistivity epitaxial layer”, Ottobre 2014 (Firenze, Italia): [talk a RESMDD14](#) (International Conference on Radiation Effects on Semiconductor Materials Detectors and Devices)
- “ALPIDE pixel chip development for the upgrade of the ALICE Inner Tracking System”, Giugno 2014 (Trieste, Italia) [talk a iWORid2014](#) (International Workshop on Radiation Imaging Detectors)
- “Advanced proton imaging in computed tomography”, Ottobre 2013 (Treviso, Italia): [talk a MICROS2013](#) (16th International Symposium on Microdosimetry).
- “SIRAD: An irradiation facility for radiation damage studies”, Settembre 2013 (Frascati, Italia): [talk a 12° LNF Mini-Workshop series](#) (INFN Space).
- “A thin and fully depleted monolithic pixel sensor in SOI technology”, Febbraio 2013 (Trento, Italia): [talk a TREDI2013](#) (Workshop on Advanced Silicon Radiation Detectors).
- “Development of monolithic pixel sensors in SOI technology”, Ottobre 2012 (Firenze, Italia): [talk a RESMDD12](#) (International Conference on Radiation Effects on Semiconductor Materials Detectors and Devices).
- “A thin fully-depleted monolithic pixel sensor in Silicon On Insulator technology”, Settembre 2012 (Inawashiro, Giappone): [talk a PIXEL2012](#);
- “LePIX: first results from a novel monolithic pixel sensor”, Maggio 2012 (La Biodola, Italia): [talk a 12th Pisa Meeting on Advanced Detectors](#);
- “First results in micromapping the sensitivity to SEE of an electronic device in a SOI technology at the LNL IEEM”, October 2010 (Firenze, Italia): [invited talk a RESMDD10](#) (International Conference on Radiation Effects on Semiconductor Materials Detectors and Devices).

- “LBNL Silicon On Insulator Sensors”, Aprile 2010 (Pavia): [talk a VIPS2010](#) (Workshop on Vertically Integrated Pixel Sensors);
- “Total Dose Effects on deep-submicron SOI technology for Monolithic Pixel Sensor development”, September 2009 (Parigi, Francia): [poster a TWEPP2009](#) (Topical Workshop on Electronics for Particle Physics);
- “Detection efficiency and spatial resolution of the SIRAD Ion Electron Emission Microscope”, July 2008 (Debrecen, Ungheria): [talk a ICNMTA2008](#) (International Conference on Nuclear Microprobe Technology and Applications);
- “Performances of the SIRAD Ion Electron Emission Microscope”, Settembre 2007 (Firenze, Italia): [Poster a ECAART9](#) (European Conference on Accelerator in Applied Research and Technology);
- “Novel imaging sensor for high rate and high resolution applications”, Aprile 2006 (Stanford, USA): [Poster a SNIC06](#) (International Symposium on Detector Development for Particle, Astroparticle and Synchrotron Radiation Experiments);
- “Position Sensitive Detectors for Ion Electron Emission Microscopy”, Settembre 2005 (Liverpool, UK): [Poster a PSD7](#) (7th International Conference on Position-Sensitive Detectors);

## **ATTIVITÀ DIDATTICA**

### **A.A. 2021-2022**

- Insegnamento di “Fisica Generale 1” per il Corso di Laurea Triennale in Ingegneria Gestionale dell’Università degli Studi di Bergamo: 46 ore (32 lezione frontale, 14 esercitazione).
- Insegnamento di “Fisica Generale 2” per il Corso di Laurea Triennale in Ingegneria Gestionale dell’Università degli Studi di Bergamo: 44 ore (32 lezione frontale, 12 esercitazione).

### **A.A. 2020-2021**

- Insegnamento di “Fisica Generale – Modulo di Fisica 1” per il Corso di Laurea Triennale in Ingegneria Gestionale dell’Università degli Studi di Bergamo: 46 ore (32 lezione frontale, 14 esercitazione).
- Insegnamento di “Fisica Generale – Modulo di Fisica 2” per il Corso di Laurea Triennale in Ingegneria Gestionale dell’Università degli Studi di Bergamo: 44 ore (32 lezione frontale, 12 esercitazione).

### **A.A. 2019-2020**

- Insegnamento di “Fisica” per il Corso di Laurea Triennale in Biotecnologie dell’Università degli Studi di Padova: 64 ore (lezione frontale);
- Insegnamento di “Fisica Generale – Modulo di Fisica 2” per il Corso di Laurea Triennale in Ingegneria Gestionale dell’Università degli Studi di Bergamo: 24 ore (tutorato).

### **A.A. 2018-2019**

- Insegnamento di “Fisica” per il Corso di Laurea Triennale in Biotecnologie dell’Università degli Studi di Padova: 64 ore (lezione frontale).

### **A.A. 2017-2018**

- Insegnamento di “Fisica” per il Corso di Laurea Triennale in Biotecnologie dell’Università degli Studi di Padova: 36 ore (16 di lezione frontale, 20 di laboratorio);
- Insegnamento di “Fisica 1” per il Corso di Laurea Triennale in Ingegneria Meccanica dell’Università degli Studi di Padova 16 ore (lezione frontale).

### **A.A. 2011-2012**

- Lezioni per l’insegnamento “Introduzione ai rivelatori di particelle” (“Introduction to particle detectors”) per il Corso di Laurea Magistrale in Fisica dell’Università degli Studi di Padova (4 ore).

### **A.A. 2009-2010**

- Contratto per Attività Integrativa e di supporto per l’insegnamento “Fisica Generale 1” presso il Dipartimento di Ingegneria dell’Informazione dell’Università degli Studi di Padova (12 ore).

### **A.A. 2008-2009**

- Lezioni per l’insegnamento “Applicazioni industriali delle sorgenti di radiazioni ionizzanti” per il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria dell’Informazione dell’Università degli Studi di Padova (4 ore di lezione frontale).

## SUPERVISIONE DI STUDENTI

- Luca Silvestrin, A.A. 2006-2007, Laurea in Fisica: “Efficienza di rilevamento di impatti da ione singolo via ion electron emission microscopi”;
- Giulio Lovat, A.A. 2008-2009, Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica: “Caratterizzazione di un rivelatore monolitico a pixel realizzato con tecnologia SOI” (“Characterization of a monolithic pixel sensor in SOI technology”);
- Marco Marcante, A.A. 2010-2011, Laurea Triennale in Fisica: “Calibrazione in energia di un rivelatore monolitico a pixel in tecnologia SOI” (“Energy calibration of monolithic pixel sensor in SOI technology”);
- Carlo Alberto Gottardo, A.A. 2012-2013, Laurea Triennale in Fisica: “Characterization of a monolithic active pixel sensor for the ALICE ITS upgrade”
- Filippo Baruffaldi, A.A. 2014-2015, Laurea Triennale in Fisica: “Caratterizzazione pre e post irraggiamento di transistor in tecnologia CMOS 65nm”
- Davide De Gasperi, A.A. 2015-2016, Laurea Triennale in Fisica: “Effetti della radiazione su Transistor in Tecnologia CMOS 28nm”
- Anna Visentin, Giuseppe Pirruccio, Francesca Genuzio, Matteo Schiavon e Caterina Checchia: stage estivo.
- Alex Mott e Nicholas Mast: Programma di scambio per studenti estivi INFN-DOE.

### Sviluppo di sensori a pixel

I pixel monolitici (MAPS) sono rivelatori al silicio nei quali sia l'elettronica di front-end che il sensore sono integrati nello stesso chip. La tecnologia dei pixel ibridi, in cui sensore ed elettronica sono due chip separati, è complessa e costosa e, laddove è possibile, è preferibile un approccio diverso, quello a pixel monolitici. Rispetto ai pixel ibridi, quelli monolitici riducono lo spessore totale del rivelatore (diminuendo il material budget), riducono la capacità (aumentando la velocità di risposta e diminuendo il consumo di potenza) e i costi. I pixel monolitici hanno una più limitata resistenza alle radiazioni e hanno un tempo di raccolta del segnale più elevato se questa avviene solo per diffusione. Il mio contributo si è soprattutto concentrato sullo sviluppo di MAPS più resistenti alle radiazioni e con raccolta di carica per deriva.

Ho iniziato a lavorare allo sviluppo e test di MAPS dalla fine del mio dottorato, nel 2008. In questi 13 anni mi sono occupata dello sviluppo e test di MAPS per applicazioni in campi molto diversi fra loro: microscopia elettronica, rivelatori di vertice per la fisica delle alte energie, rivelatori di raggi X, applicazioni in Fisica Medica.

- Sviluppo di MAPS per microscopia elettronica
  - Ho iniziato a interessarmi ai MAPS nel 2008, quando ho trascorso un periodo presso il Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL). Durante la mia permanenza ai LBNL, ho contribuito all'allestimento di un test-beam all'Advanced Light Source (ALS) di LBNL (preparazione setup, raccolta e analisi dati) con elettroni da 1.35 GeV dal booster su un MAPS in tecnologia **CMOS bulk 350 nm**. Il chip (un prototipo su scala ridotta) era stato disegnato con particolare attenzione per renderlo rad-hard in applicazioni di Transmission Electron Microscopy (TEM) [109][116]. Questo prototipo è stato alla base del sistema di imaging di TEAM, il microscopio con risoluzione nanometrica presso il National Center for Electron Microscopy (NCEM, USA).
  - Sviluppo di MAPS in tecnologia SOI
    - Dal 2008 al 2011, sempre in collaborazione con il Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL), nell'ambito del progetto INFN Gr V SOIPD, ho lavorato allo sviluppo di MAPS in tecnologia Silicon On Insulator (**CMOS SOI 200 nm**). Rivelatori integrati a pixel in tecnologia SOI possono trovare impiego in vari campi (fisica delle alte energie, microscopia elettronica, astronomia, etc), potendo rivelare, oltre a particelle cariche anche fotoni in una banda di energia piuttosto estesa (dall'infrarosso ai raggi X). A seconda del campo di applicazione, i requisiti richiesti al rivelatore sono diversi (resistenza alle radiazioni per la rilevazione di particelle cariche, ad esempio, o back processing per UV o X di bassa energia). Era quindi necessario studiare limiti e potenzialità di questa tecnologia, tenendo presente le varie possibili applicazioni.  
Per valutarne le potenzialità come tracciatori per esperimenti di Fisica delle Alte Energie, ho contribuito a testare (dalla messa a punto dell'hardware alla raccolta e analisi dati) diversi prototipi di rivelatori al CERN con particelle ad alto momento ( $\pi$  a 300GeV ) con ottimi risultati sia in termini di risoluzione spaziale che di efficienza di rivelazione [79][108][114][115]. Per questo tipo di applicazioni, una

possibile limitazione poteva essere il danno da radiazione (accentuato dalla presenza di ossidi spessi e del campo elettrico nel substrato). Ho quindi studiato presso la facility di irraggiamento con raggi X di cui sono responsabile, installata allora ai Laboratori Nazionali di Legnaro, la resistenza al danno da dose totale di tale tecnologia, dimostrando come, con l'introduzione di opportune strutture a schermatura della tensione di substrato, questa possa arrivare a tollerare fino a qualche centinaia di krad (sufficiente, ad esempio, per applicazioni in fisica delle alte energie come ILC, CLIC, etc) [110].

Per valutare le prestazioni di tali MAPS nella rivelazione di raggi X soffici, dei prototipi sono stati assottigliati, per poter svuotare completamente il substrato, e sottoposti ad un processo di back-processing per permettere l'illuminazione dal retro. I test che ho effettuato in laboratorio hanno dimostrato che rivelatori assottigliati e back-processed funzionavano con caratteristiche di corrente di leakage, rumore e guadagno confrontabili con quelle dei rivelatori non processati. Ho quindi partecipato alla campagna di misura e alla successiva analisi dati su un rivelatore processato all'Advanced Light Source di LBNL con raggi X soffici, dimostrando che il sensore mantiene un'efficienza > 60% nel range di energia 2-8 keV, consistente con quanto atteso dalle simulazioni [76].

La possibilità di usare tali MAPS assottigliati anche in esperimenti con particelle di alto momento è stata verificata su fascio con  $\pi^-$  a 300GeV al CERN all'acceleratore SPS; il chip ha mostrato anche in questo caso ottime prestazioni in termini di efficienza (>95%) e di risoluzione (< 2  $\mu\text{m}$ ), perfettamente confrontabili con quelle del chip spesso [72][73].

- Sviluppo di MAPS in tecnologia bulk per Fisica delle Alte Energie

- La tecnologia SOI ha sicuramente efficienza e risoluzione ottimali per applicazioni di tracking, ma limiti insormontabili (perché intrinseci alla tecnologia stessa) in quanto a resistenza alle radiazioni, che di fatto ne impediscono l'applicazione in rivelatori di vertice in collisori adronici. Ho quindi iniziato a investigare anche altre tecnologie CMOS (bulk, non SOI) per applicazioni in Fisica delle Alte Energie. Nel 2012 ho lavorato nell'ambito del progetto LePIX (collaborazione CERN-INFN), per la realizzazione di rivelatori monolitici a pixel in tecnologia **CMOS bulk 90nm** su substrato medio resistivo. Ho caratterizzato i prototipi in laboratorio e collaborato alla realizzazione di un test su fascio al Paul Scherrer Institute (PSI) occupandomi in particolare dello sviluppo del sistema di acquisizione e all'analisi dei dati raccolti. I risultati del test beam hanno dimostrato una scarsa efficienza di rivelazione (< 50%), dovuta all'impossibilità di svuotare il pixel in modo uniforme. I test con una sorgente laser che ho effettuato in laboratorio hanno confermato questo limite, e individuato l'origine nel processo litografico di fabbricazione utilizzato [63][64][66][67].

- Nel biennio 2013-2014 ho continuato la mia attività di R&D su rivelatori monolitici a pixel per applicazioni in Fisica delle Alte Energie nell'ambito dell'upgrade dell'Inner Tracking System (ITS) dell'esperimento ALICE a LHC. Gli obiettivi iniziali erano di validare la tecnologia di costruzione dei MAPS (**CMOS epitassiale 180 nm** di Tower-Jazz) in termini di prestazioni e resistenza alle radiazioni per arrivare alla realizzazione del prototipo finale. Durante il primo anno ho contribuito allo sviluppo (software e firmware) del sistema di test per primi prototipi dei rivelatori. Questi prototipi (appartenenti alla famiglia Explorer, realizzata dal CERN nella menzionata tecnologia Tower-Jazz) sono matrici di pixel monolitici analogici. Tali test, ai quali ho partecipato in collaborazione col CERN, dovevano dimostrare principalmente se la tecnologia

scelta avesse o meno la capacità di resistere ai livelli di radiazione previsti nei layer più interni del nuovo tracciatore di ALICE. I risultati ottenuti (sia con test in laboratorio che su fascio presso il DESY di Amburgo) hanno dimostrato che i prototipi realizzati soddisfano i requisiti richiesti per il nuovo ITS sia in termini di funzionalità che di resistenza alle radiazioni. Nel secondo anno ho lavorato allo sviluppo di un telescopio basato su rivelatori a pixel monolitici, testato presso la Beam Test Facility (BTF) dei Laboratori Nazionali di Frascati con un fascio di elettroni da 500 MeV; dopo la realizzazione e caratterizzazione del telescopio, mi sono occupata del test di uno dei primi prototipi disegnati per i layer esterni, in particolare per la parte software di allineamento, tracciamento e analisi dati, in collaborazione con altri gruppi INFN e con l'IPHC di Strasburgo. Ho misurato la risoluzione spaziale ( $< 10 \mu\text{m}$ ), l'efficienza ( $> 99\%$ ) e i fake rate ( $< 10^{-4}$ ) del prototipo, e verificato come questi parametri fossero in linea con le richieste del nuovo tracker [52][56][57][62][68][69].

- Oltre alla famiglia dei chip "Explorer", il CERN ha disegnato e sottomesso alla fonderia anche altri chip, fra cui "Orthopix", che si basa su uno schema proiettivo multiplo: per ciascun pixel, oltre alle due tradizionali proiezioni X,Y, nel chip sono state implementate altre due proiezioni (le due diagonali) per minimizzare l'ambiguità nel caso di impatti multipli. Ho scritto il firmware e il software per leggere il chip. I test che ho condotto in laboratorio sui primi prototipi hanno dimostrato la perfetta funzionalità della parte digitale che permette di ricostruire correttamente la posizione degli impatti [54].

- Nella prima metà del 2017 ho lavorato al progetto INFN Gr V SEED, che ha prodotto una matrice di pixel monolitici in tecnologia **bulk 110 nm** di LFoundry con la possibilità di svuotare il substrato di decine di micron. Ho personalmente scritto il software e il firmware per leggere la matrice e realizzato alcuni test funzionali in laboratorio, che hanno dimostrato che il guadagno del pixel è in accordo con quanto atteso dalle simulazioni e che il rumore del singolo pixel è  $< 60 \text{ e}^- \text{ rms}$  [23].

In questa stessa tecnologia dal 2019 sono attiva nella Call INFN ARCADIA che ha l'obiettivo di realizzare una matrice di pixel grande ( $\text{cm}^2$ ), con un basso consumo di potenza ( $< 20\text{mW}/\text{cm}^2$ ) e con un'architettura modulare, scalabile a dimensioni maggiori, capace di sostenere un rate di hit maggiore di  $10 \text{ MHz}/\text{cm}^2$  per applicazioni in rivelatori di vertice, spaziali e mediche.

Un piccolo prototipo di matrice di  $24 \times 24$  pixel di  $50 \mu\text{m}$  di lato realizzata in questa tecnologia è già disponibile e ne ho personalmente realizzato il firmware e il software di lettura.

A maggio 2019 ho partecipato a un test con un microbeam (protoni da 7 MeV alla Rudjer Boskovic Institute Accelerator Facility di Zagabria), con l'obiettivo di evidenziare eventuali modulazioni del campo elettrico [5][8]. Attualmente sono impegnata nella caratterizzazione dei sensori irraggiati con neutroni (dosi di  $10^{12}$ ,  $10^{13}$ ,  $10^{14} \text{ n}_{\text{eq}}$ ) per valutare l'impatto del danno sul bulk.

- Dall'inizio del 2018 sono entrata nella collaborazione TIMESPOT, per la realizzazione di **sensori ibridi 3D in silicio** e diamante per tracciamento ad alta risoluzione spaziale e temporale. Il chip di frontend verrà realizzato in tecnologia 28 nm. Qui contribuisco soprattutto allo sviluppo del rivelatore, e in parte (minore) a quello dell'elettronica, grazie all'esperienza acquisita nel progetto Scaltech28). Su alcune strutture di test 3D preliminari (non con trench ma a colonna con geometria esagonale), nel dicembre 2018 ho condotto un test presso il microbeam in funzione all'AN2000 ai LNL, con l'obiettivo dello studio dell'ampiezza del segnale raccolto in funzione della posizione di impatto sul pixel e verificare la fattibilità di questo test in vista di uno analogo sulle strutture finali. Questo esperimento è stato ripetuto a marzo



2021 (dopo averlo rimandato di un anno causa COVID) sulle strutture di test con gli elettrodi a trench, con un setup in grado di misurare anche la risoluzione temporale (analisi dati in corso).

### **Danno da radiazione**

Lo studio del danno da radiazione su dispositivi microelettronici e su rivelatori è un aspetto fondamentale per la loro applicazione in vari ambiti scientifici: fisica delle alte energie, applicazioni spaziali, telecomunicazioni, centrali nucleari, fisica medica, etc.

Ho iniziato a lavorare in questo campo durante la tesi di laurea per lo studio dei Single Event Effect (SEE), e negli anni ho ampliato la mia attività anche allo studio del danno di dose totale (TID) su dispositivi microelettronici. Conduco questi studi principalmente ai Laboratori Nazionali di Legnaro e al Dipartimento di Fisica e Astronomia dell'Università di Padova, dove sono installate delle facility di irraggiamento delle quali sono la responsabile.

- Sviluppo di tecniche di microscopia elettronica per applicazioni allo studio degli effetti di evento singolo (SEE):
  - Nel corso del 2003 mi sono unita al gruppo di ricerca guidato da Dario Bisello al Dipartimento di Fisica dell'Università di Padova, per svolgere la mia tesi di laurea "Sistema di rivelazione di fotoni in un Ion Electron Emission Microscope". Durante la tesi di laurea ho sviluppato il sistema di acquisizione dati per un Position Sensitive Detector (PSD) [123], che è stato installato presso **l'Ion Electron Emission Microscope (IEEM)** alla facility di irraggiamento con ioni pesanti SIRAD, ai Laboratori Nazionali di Legnaro. Lo IEEM è uno strumento innovativo che permette di realizzare mappe micrometriche della sensibilità dei circuiti microelettronici al passaggio di singole particelle cariche (Single Event Effect, SEE). Il sistema si basa sull'imaging di elettroni secondari emessi per impatto ionico dalla superficie del dispositivo irraggiato, che vengono successivamente convertiti in fotoni. Il PSD è stato il primo rivelatore utilizzato per la misura delle coordinate (spaziali e temporale) degli impatti ionici.  
Dal 2005 al 2007 ho lavorato come Dottoranda presso il Dipartimento di Fisica dell'Università di Padova alla tesi "Performances of the Ion Electron Emission Microscope". In questi tre anni ho continuato il lavoro che avevo iniziato durante la tesi di Laurea e ho partecipato all'upgrade dello IEEM dalla configurazione non assiale a quella assiale e alla sua messa a punto. In particolare ho realizzato il primo esperimento di Single Event Upset (SEU) con lo IEEM su un dispositivo reale (una matrice SDRAM di celle di memoria), implementando il sistema di sincronizzazione temporale fra IEEM e SDRAM. Ho sfruttato i risultati di questo esperimento per misurare anche la risoluzione spaziale dello IEEM (circa 2  $\mu\text{m}$ ). Ho inoltre caratterizzato l'IEEM anche in termini di efficienza di rivelazione di impatti ionici [117][118][119][120][124].  
Negli anni successivi alla conclusione del dottorato ho continuato ad utilizzare lo IEEM per test di SEE e Ion Beam Induced Charge Collection (IBICC) su dispositivi di vario tipo [59][74][78][83]. In particolare, nell'ambito della collaborazione fra INFN (esperimento SOIPD) e il Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL) nella quale ero coinvolta per lo sviluppo di rivelatori a pixel (vedi più avanti), ho proposto un esperimento per la misura della sensibilità ai SEE di un circuito elettronico digitale (shift register) implementato in uno dei rivelatori sviluppati. Ho testato questo circuito prima per ottenerne

una misura di cross section globale presso la facility SIRAD, e successivamente ne ho mappato la sensibilità a livello micrometrico con lo IEEM [58].

○ Studio del danno da radiazione su tecnologie spinte

Oltre allo studio degli effetti di evento singolo, mi occupo anche dello studio del danno da Dose Totale (TID) su tecnologie CMOS per applicazioni in Fisica delle Alte Energie. Poiché rivelatori di vertice per gli esperimenti di prossima generazione a HL-LHC richiederanno la lettura di matrici di pixel sempre più grandi, esposte a livelli di radiazione senza precedenti, con basso consumo di potenza e con un numero sempre maggiore di funzionalità (analogiche e digitali) integrate nel pixel stesso, mi sto interessando della validazione delle tecnologie microelettroniche più spinte a disposizione della comunità di HEP.

- Ho iniziato nel 2015 col progetto INFN CHIPIX65; i **65 nm** sono la tecnologia scelta dalle collaborazioni CMS e ATLAS per il chip di front-end dei rispettivi rivelatori a pixel per HL-LHC e ne ho caratterizzato il comportamento quando sottoposta ai livelli massimi di radiazione previsti (1 Grad). Ho seguito l'attività fin dalle prime fasi, partendo da irraggiamenti con protoni di bassa energia e con raggi X di strutture semplici (transistor con varie geometrie) [38][39][44][45][48][49][50]. Ho in parallelo collaborato con gli altri gruppi coinvolti nel disegno di blocchi elettronici più complessi, sia analogici che digitali, fino ad arrivare al test del chip CHIPIX-FE0, un prototipo su piccola scala di un chip in 65 nm sviluppato per il read-out dei rivelatori a pixel degli esperimenti a HL-LHC [03][10][20][25][30][31][33][36][37][40][41][46][53]

- In Scaltech28 (progetto INFN Gr V 2015-2017), mi sono occupata dello studio del nodo tecnologico in **28 nm** per valutarne l'affidabilità del funzionamento se sottoposto ai livelli di radiazione previsti in HL-LHC. Rispetto ai 65 nm, i 28 nm aumentano la possibilità di integrazione e riducono ulteriormente il consumo di potenza (sia per le tensioni ridotte, sia per il maggiore contenimento della corrente di leakage grazie ad un ossido di gate più spesso, implementato con materiali ad alto  $k$ ). L'attività che ho svolto, in collaborazione con colleghi di Milano-Bicocca, ha previsto l'irraggiamento sia di strutture di test semplici (transistor con varie geometrie) che di strutture più complesse (amplificatori, filtri, etc) con raggi X per valutarne la resistenza al danno da dose totale (TID) [1][6][13][15][16][24][26][32][34]. Inoltre, ho recentemente testato un dispositivo digitale con ioni pesanti presso la facility SIRAD per valutarne anche la sensibilità ai Single Event Effect (SEE) (talk a TWEPP2018).

- Dal 2018, nell'ottica di valutare tecnologie sempre più spinte in termini di prestazioni per applicazioni ai chip di read-out per futuri rivelatori a pixel per esperimenti di Fisica delle Alte energie, ho iniziato ad investigare una tecnologia microelettronica fra le più complesse ed avanzate sul mercato (**FinFET 16 nm**). Per questa attività sono la responsabile locale presso la Sezione INFN di Padova dell'esperimento di Gr V FinFET16v2. Nel 2018 abbiamo definito quali strutture di test implementare nella sottomissione; i dispositivi sono stati prodotti nel 2019 e testati per la resistenza al danno da dose totale per dosi fino a 1 Grad nel 2020 [1].

- Da inizio 2021 sono coinvolta nella Call di Gruppo V FALAPHEL, una collaborazione fra le sezioni INFN di Pisa, Pavia e Padova. Sono la responsabile locale della sezione di Padova e la coordinatrice del Workpackage sulla Radiation Hardness. In questa collaborazione sfrutteremo la tecnologia CMOS in 28 n

per realizzare link ottici ad alta velocità ed alta resistenza alle radiazioni per applicazioni in rivelatori a pixel. Inoltre studieremo l'integrazione di questi circuiti col prototipo di un chip di frontend analogico.

- Nel 2016-2017 ho collaborato col progetto LF15A con l'Agenzia Spaziale Europea (ESA), che ha visto impegnato un consorzio italiano nello studio di affidabilità della tecnologia CMOS **150 nm** di LFoundry per applicazioni in ambito spaziale. Mi sono in particolare occupata dei test (caratterizzazione pre e post irraggiamento e post annealing) di Total Ionizing Dose di singoli transistor.
- SIRAD
  - Ai Laboratori Nazionali di Legnaro (LNL) e all'Università di Padova sono in funzione da anni delle facility di irraggiamento per test di danno da radiazione. Sono responsabile sia della facility SIRAD installata ai LNL per test con protoni e ioni pesanti che della macchina radiogena per test con raggi X al Dipartimento di Fisica e Astronomia dell'Università di Padova [42][70][71].  
Per questa attività, collaboro con gruppi di ricerca italiani e stranieri a studi sia di TID e SEE in dispositivi elettronici, che di danno superficiale e su bulk in rivelatori a silicio [4][7][9][12][14][17][21][22][27][29][47][51][55][58][61][65][75][77][80][81].

## Tomografia con Protoni per applicazioni in Fisica Medica

- Da 5 anni mi occupo dello sviluppo di un sistema avanzato di tracciatura e calorimetria per applicazioni in adroterapia. L'uso di adroni per il trattamento dei tumori si sta sempre più diffondendo, ma per sfruttarne pienamente il vantaggio terapeutico rispetto alla radioterapia convenzionale (per i protoni il rilascio di energia, e quindi la massima efficacia di trattamento, è localizzato al picco di Bragg) sono necessarie tecniche di imaging molto precise per ottimizzare il rilascio del fascio. L'uso di protoni, oltre che per il trattamento, anche per la realizzazione di tomografie, va in questa direzione. Gli scanner per tomografie con protoni attualmente esistenti sono tutti ancora in fase di R&D e condividono lo stesso schema di base: due stazioni di tracking (una prima e una dopo il paziente) per stimare la direzione del fascio, e un calorimetro per misurarne l'energia residua. Realizzati sfruttando tecnologie diverse fra loro, hanno in comune il limite dell'esposizione richiesta (10-20 minuti nel migliore dei casi) per raccogliere le tracce ( $10^9$  in  $10 \times 10 \text{ cm}^2$ ) necessarie per ottenere la risoluzione spaziale ( $< 1 \text{ mm}$ ) ed energetica (1%) necessarie. Obiettivo di iMPACT è abbassare il tempo di esposizione a pochi secondi, riducendo contemporaneamente la dose ricevuta a pochi mGy (almeno un ordine di grandezza inferiore rispetto ad una TAC tradizionale).
  - Il progetto iMPACT per il quale ho lavorato dal 02/05/2017 al 31/3/2020 (ERC Consolidator Grant, PI Piero Giubilato) prevede lo sviluppo di un tracciatore veloce basato su MAPS e di un calorimetro a range ad alta segmentazione. Lo scopo del progetto è di realizzare uno scanner almeno 10 volte più veloce di quelli allo stato dell'arte, cioè di tracciare  $10^8$  protoni/s·cm<sup>2</sup>.

Il calorimetro sarà formato da scintillatori plastici veloci letti da Silicon Photomultiplier (SiPM). Ho contribuito all'ideazione del sistema calorimetria, dalla fase di progetto, alla realizzazione e test dei primi prototipi; ho pianificato e realizzato i test in laboratorio e su fascio (a LNL e TIFPA) sul prototipo del calorimetro e ho collaborato alla prima fase di analisi dei dati raccolti [1][18][28][43].

Nella prima fase il tracciatore si baserà sul chip ALPIDE (sviluppato per l'upgrade del tracker dell'esperimento ALICE), per la realizzazione del quale abbiamo da poco ricevuto alcuni moduli contenenti la meccanica di supporto e i sensori. Tuttavia questo sensore, pur avendo caratteristiche buone per la nostra applicazione (sensore svuotato, di area grande e sottile, con pixel piccoli), non è ottimizzato in termini di velocità (al momento il massimo hit rate che può reggere è di circa 100 kHz/cm<sup>2</sup>).
  - Parallelamente sono perciò coinvolta nell'R&D di altri rivelatori a pixel monolitici, che sfruttano un processo a 110 nm, più spinto dei 180 nm di ALPIDE, e su substrato fino a 300 μm completamente svuotabile e assottigliabile. Porto avanti questa attività nell'ambito della Call INFN **ARCADIA**, che ho già descritto nella sezione dedicata all'attività sullo sviluppo di rivelatori a pixel, cui rimando per i dettagli.

## ELENCO COMPLETO DELLE PUBBLICAZIONI

- [1] **TID Degradation Mechanisms in 16 nm Bulk FinFETs Irradiated to Ultra-High Doses**  
T. Ma et al.  
IEEE Transactions on Nuclear Science doi: 10.1109/TNS.2021.3076977
- [2] **A Generalized EKV Charge-based MOSFET Model Including Oxide and Interface Traps**  
C. M. Zhang et al.  
*Solid State Electronics, 107951 (2021) In press*
- [3] **RD53 analog front-end processors for the ATLAS and CMS experiments at the High-Luminosity LHC**  
RD53 Collaboration  
PoS Vertex2019 (2020) 021
- [4] **Measurements of surface and bulk radiation damage effects in silicon detectors for Phase-2 CMS Outer Tracker**  
V. Mariani et al.  
NIM A 980 (2020) 164423
- [5] **Fully Depleted MAPS in 110-nm CMOS Process With 100–300- $\mu$ m Active Substrate**  
L. Pancheri et al.  
IEEE Transactions on Electron Devices 67 (2020) 2393-2399
- [6] **Ionizing-Radiation Response and Low-Frequency Noise of 28-nm MOSFETs at Ultrahigh Doses**  
S. Bonaldo et al.  
IEEE Transactions on Nuclear Science 67 (2020) 1302-1311
- [7] **Measurements and simulations of surface radiation damage effects on IFX and HPK test structures**  
F. Moscatelli et al.  
NIM A 958 (2020) 162794
- [8] **A 110 nm CMOS process for fully-depleted pixel sensors**  
L. Pancheri et al.  
2019 JINST 14 C06016
- [9] **Study of SEU effects in circuits developed in 110 nm CMOS technology**  
D. Calvo et al.  
PoS TWEPP2019 (2020) 126
- [10] **RD53 : a large scale prototype for HL-LHC silicon pixel detector phase 2 upgrades**  
RD53 Collaboration  
PoS TWEPP2018 (2019) 157
- [11] **Calorimeter prototyping for the iMPACT project pCT scanner**  
N. Pozzobon et al.  
*NIM A, 936 (2019) 1-4*
- [12] **Analysis of surface radiation damage effects at HL-LHC fluences: Comparison of different technology options**  
F. Moscatelli et al.  
*NIM A, 924 (2019) 198-20*
- [13] **1Gigarad TID impact on 28 nm HEP analog circuits**  
F. Resta et al.  
*Integration-The VLSI Journal, 63 (2018) 306-314*

- [14] **Progressive Progressive drain damage in SiC power MOSFETs exposed to ionizing radiation**  
C. Abbate et al.,  
*Microelectronics Reliability*, 88-90 (2018) 941-945
- [15] **Characterization and Modeling of Gigarad-TID-Induced Drain Leakage Current of 28-nm Bulk MOSFETs**  
C.-M. Zang et al.  
*IEEE TRANSACTIONS ON NUCLEAR SCIENCE*, VOL. 66 (2018) 38-47
- [16] **Influence of Halo Implantations on the Total Ionizing Dose Response of 28-nm pMOSFETs Irradiated to Ultrahigh Doses**  
S. Bonaldo et al.  
*IEEE TRANSACTIONS ON NUCLEAR SCIENCE*, VOL. 66 (2018) 82-90
- [17] **Dark Count Rate Degradation in CMOS SPADs Exposed to X-Rays and Neutrons**  
L. Ratti et al.  
*IEEE TRANSACTIONS ON NUCLEAR SCIENCE*, VOL. 66 (2018) 567-574
- [18] **iIMPACT: An Innovative Tracker and Calorimeter for Proton Computed Tomography**  
S. Mattiazzo et al.  
*IEEE TRANSACTIONS ON RADIATION AND PLASMA MEDICAL SCIENCES*, VOL. 2, NO. 4, JULY 2018
- [19] **Results from CHIPIX-FE0, a small-scale prototype of a new generation pixel readout ASIC in 65 nm CMOS for HL-LHC**  
Luca Pacher et al.  
*PoS TWEPP-17 (2017) 024*
- [20] **Development of a Large Pixel Chip Demonstrator in RD53 for ATLAS and CMS Upgrades**  
RD53 Collaboration (Elia Conti et al.).  
*PoS TWEPP-17 (2017) 005*
- [21] **Radiation hardness assurance of the CLARO8 front-end chip for the LHCb RICH detector upgrade,**  
M. Andreotti, et al.,  
*Nucl. Instr. Meth. A* 876 (2017) 126–128.
- [22] **Surface damage characterization of FBK devices for High Luminosity LHC (HL-LHC) operations,**  
F. Moscatelli, et al.  
*2017 JINST* 12 P12010.
- [23] **MATISSE: a Low Power Front-End Electronics for MAPS Characterization**  
Elias Jonhatan Olave et al..  
*PoS TWEPP-17 (2017) 016*
- [24] **Characterization of GigaRad Total Ionizing Dose and Annealing Effects on 28-nm Bulk MOSFETs,**  
C.-M. Zhang et al  
*IEEE TRANSACTIONS ON NUCLEAR SCIENCE*, VOL. 64, NO. 10, October 2017.
- [25] **A Prototype of a New Generation Readout ASIC in 65 nm CMOS for Pixel Detectors at HL-LHC**  
Luca Pacher et al..  
*PoS Vertex2016 (2017) 054*.
- [26] **1GigaRad TID impact on 28nm HEP analog circuits**  
F. Resta, et al.  
10.1109/PRIME.2017.7974148.
- [27] **Effects of Interface Donor Trap States on Isolation Properties of Detectors Operating at High-Luminosity LHC**  
F. Moscatelli, et al.  
*IEEE TRANSACTIONS ON NUCLEAR SCIENCE*, VOL. 64, NO. 8, August 2017.

- [28] **The iMPACT project tracker and calorimeter**  
S. Mattiazzo, et al  
*Nucl. Instr. Meth. A 845 (2017) 664–667*
- [29] **Radiation Hardness of the CLARO8 ASIC: A Fast Single-Photon Counting Chip for the LHCb Experiment at CERN**  
Mirco Andreotti et al..  
10.1109/NSREC.2016.7891728.
- [30] **A prototype of pixel readout ASIC in 65 nm CMOS technology for extreme hit rate detectors at HL-LHC**  
Andrea Paternò et al..  
*JINST 12 (2017) no.02, C02043.*
- [31] **Design of analog front-ends for the RD53 demonstrator chip**  
L. Gaioni et al..  
*PoS Vertex 2016 (2017) 036*
- [32] **Total Ionizing Dose effects on a 28 nm Hi-K metal-gate CMOS technology up to 1 Grad**  
S. Mattiazzo, et al  
*2017 JINST 12 C02003*
- [33] **A prototype of a new generation readout ASIC in 65nm CMOS for pixel detectors at HL-LHC**  
E. Monteil et al..  
*JINST 11 (2016) no.12, C12044.*
- [34] **Impact of GigaRad Ionizing Dose on 28 nm bulk MOSFETs for future HL-LHC**  
A. Pezzotta et al..  
10.1109/ESSDERC.2016.7599608
- [35] **Investigation of leakage current and breakdown voltage in irradiated double-sided 3D silicon sensors**  
Dalla Betta GF et al.  
*2016 JINST 11, P09006*
- [36] **Characterization of bandgap reference circuits designed for high energy physics applications**  
G. Traversi, et al  
*Nucl. Instr. Meth. A 824 (2016) 371–373*
- [37] **Design of a 10-bit segmented current-steering digital-to-analog converter in CMOS 65 nm technology for the bias of new generation readout chips in high radiation environment**  
G. Robertis, et al.  
*2016 JINST 11 C01027*
- [38] **Radiation tolerance study of a commercial 65nm CMOS technology for high energy physics applications**  
L. Ding et al.  
*Nucl. Instr. Meth. A, Volume 831 (2016) 265-268*
- [39] **Comparison of radiation degradation induced by x-ray and 3 MeV protons in 65nm CMOS transistors**  
L. Ding et al.  
*Chinese Physics B, Volume 25 (2016) 096110*

- [40] **Recent progress of RD53 Collaboration towards next generation Pixel Read-Out Chip for HL-LHC**  
Demaria N, et al.  
*2016 JINST 11 C12058*
- [41] **CHIPIX65: Developments on a new generation pixel readout ASIC in CMOS 65 nm for HEP experiments**  
Demaria, N.; et al.  
10.1109/IWASI.2015.7184947.
- [42] **LNL irradiation facilities for radiation damage studies on electronic devices**  
D. Bisello, et al  
*IL NUOVO CIMENTO 38 C (2015) 189*
- [43] **ADVANCED PROTON IMAGING IN COMPUTED TOMOGRAPHY**  
S. Mattiazzo et al.  
*Radiation Protection Dosimetry (2015), Vol. 166, No. 1–4, pp. 388–392*
- [44] **Radiation Vulnerability in 65 nm CMOS I/O Transistors after Exposure to Grad Dose**  
L. Ding et al.  
10.1109/RADECS.2015.7365655
- [45] **GigaRad total ionizing dose and post-irradiation effects on 28 nm bulk MOSFETs**  
C.M. Zhang et al.  
10.1109/NSSMIC.2016.8069869.
- [46] **First measurements of a prototype of a new generation pixel readout ASIC in 65 nm CMOS for extreme rate HEP detectors at HL-LHC**  
S. Panati et al.  
10.1109/NSSMIC.2016.8069857.
- [47] **Radiation damage effects on p-type silicon detectors for high-luminosity operations: Test and modeling**  
F. Moscatelli et al.  
10.1109/RADECS.2016.8093111.
- [48] **Drain Current Collapse in 65 nm pMOS Transistors After Exposure to Grad Dose**  
L. Ding et al.  
*IEEE TRANSACTIONS ON NUCLEAR SCIENCE, VOL. 62, NO. 6, DECEMBER 2015*
- [49] **Investigation of total ionizing dose effect and displacement damage in 65nm CMOS transistors exposed to 3MeV protons**  
L. Ding et al.  
*Nucl. Instr. Meth. A 796 (2015) 104–107*
- [50] **Enhancement of Transistor-to-Transistor Variability Due to Total Dose Effects in 65-nm MOSFETs**  
S. Gerardin et al.  
*IEEE TRANSACTIONS ON NUCLEAR SCIENCE, VOL. 62, NO. 6, DECEMBER 2015*
- [51] **Experimental study of Single Event Effects induced by heavy ion irradiation in enhancement mode GaN power HEMT**  
C. Abbate et al.  
*Microelectronics Reliability, Vol. (2015) 1496–1500*



- [52] **Beam test results of a monolithic pixel sensor in the 0.18  $\mu\text{m}$  tower-jazz technology with high resistivity epitaxial layer**  
S Mattiazzo et al.  
*Nucl. Instr. Meth. A, Volume 796 (2015) 19–22*
- [53] **RD53 Collaboration and CHIPIX65 Project for the development of an innovative Pixel Front End Chip for HL-LHC**  
Natale Demaria et al.  
*PoS IFD2014 (2015) 010.*
- [54] **Low power, high resolution MAPS for particle tracking and imaging**  
P. Giubilato et al.  
*JOURNAL OF INSTRUMENTATION, vol. 10, p. C05004*
- [55] **Test for the mitigation of the Single Event Upset for ASIC in 130 nm technology**  
I. Balossino et al.  
*PoS TIPP2014 (2014) 382.*
- [56] **Design and characterization of novel monolithic pixel sensors for the ALICE ITS upgrade**  
C. Cavicchioli, et al.  
*Nucl. Instr. Meth. A, Volume 765 (2014) 177-182*
- [57] **Technical design report for the upgrade of the ALICE inner tracking system**  
Abelev B., et al.  
*2014 JOURNAL OF PHYSICS. G, NUCLEAR AND PARTICLE PHYSICS, vol. 41, 087002*
- [58] **Single-event upset tests on the readout electronics for the pixel detectors of the PANDA experiment**  
G Mazza et al.  
*JINST 2014 1748-0221 9 C12042*
- [59] **Investigation of Supply Current Spikes in Flash Memories using Ion-Electron Emission Microscopy**  
S. Gerardin et al.  
*IEEE Trans. Nucl. Sci, 60, 4136 (2013)*
- [60] **Introducing the CTA concept**  
CTA Consortium (B.S. Acharya et al.).  
*Astropart.Phys. 43 (2013) 3-18.*
- [61] **Characterization of new FBK double-sided 3D sensors with improved breakdown voltage**  
G. Dalla Betta et al.  
*10.1109/NSSMIC.2013.6829540*
- [62] **Monolithic active pixel sensor development for the upgrade of the ALICE inner tracking system**  
G. Aglieri, et al.  
*JINST 2013 1748-0221 8 C12041;*
- [63] **Monolithic pixels on moderate resistivity substrate and sparsifying readout architecture**  
P. Giubilato et al.  
*Nucl. Instr. Meth. A, Volume 731 (2013) 146-153*

- [64] **LePix—A high resistivity, fully depleted monolithic pixel detector**  
P. Giubilato et al.  
*Nucl. Instr. Meth. A, Volume 732 (2013) 91-94*
- [65] **Radiation tests of single photon avalanche diode for space applications**  
F. Moscatelli, et al.  
*Nucl. Instr. Meth. A, Volume 711 (2013) 65-72*
- [66] **Radiation tolerance of a moderate resistivity substrate in a modern CMOS process**  
A. Potenza et al.  
*Nucl. Instr. Meth. A, Volume 718 (2013) 347-349*
- [67] **LePIX: First results from a novel monolithic pixel sensor**  
S. Mattiazzo et al.  
*Nucl. Instr. Meth. A, Volume 718 (2013) 288-291*
- [68] **Explorer-0: A Monolithic Pixel Sensor in a 180 nm CMOS process with an 18  $\mu\text{m}$  thick high resistivity epitaxial layer**  
T. Kugathasan et al..  
10.1109/NSSMIC.2013.6829476.
- [69] **Radiation hardness and detector performance of new 180nm CMOS MAPS prototype test structures developed for the upgrade of the ALICE Inner Tracking System**  
H. Hillemanns et al..  
10.1109/NSSMIC.2013.6829475.
- [70] **Status and prospects of the SIRAD irradiation facility for radiation effects studies at LNL**  
L. Silvestrin et al.  
10.1109/RADECS.2013.6937371
- [71] **The SIRAD irradiation facility at LNL**  
D. Bisello et al.  
AIP Conference Proceedings 1530, 66 (2013);
- [72] **Studies of vertex tracking with SOI pixel sensors for future lepton colliders**  
M. Battaglia et al.  
*Nucl. Instr. Meth. A, Volume 681 (2012) 61-67*
- [73] **Characterisation of a thin fully depleted SOI pixel sensor with high momentum charged particles**  
M. Battaglia et al.  
*Nucl. Instr. Meth. A, Volume 676 (2012) 50-53*
- [74] **A time-resolved IBICC experiment using the IEEM of the SIRAD facility**  
L. Silvestrin et al.  
*Nucl. Instr. Meth. B, Volume 273 (2012) 234-236*
- [75] **Neutron production targets for a new Single Event Effects facility at the 70 MeV Cyclotron of LNL-INFN**  
D. Bisello et al.  
*Nucl. Instr. Meth. B, Volume 273 (2012) 234-236*

- [76] **Characterisation of a Thin Fully Depleted SOI Pixel Sensor with Soft X-ray Radiation**  
M. Battaglia et al.  
*Nucl. Instr. Meth. A, Volume 674 (2012) 51-54*
- [77] **Heavy-Ions induced SEE effects measurements for the STRURED ASIC**  
G. De Robertis et al.  
*Nuclear Physics B, Proceedings Supplements, Volume 215 (2011) 333–336*
- [78] **First results in micromapping the sensitivity to SEE of an electronic device in a SOI technology at the LNL IEEM**  
S. Mattiazzo et al.  
*Nucl. Instr. Meth. A, Volume 658 (2011) 125-128*
- [79] **Characterisation of a pixel sensor in 0.20 $\mu$ m SOI technology for charged particle tracking**  
M. Battaglia et al.  
*Nucl. Instr. Meth. A, Volume 654 (2011) 258-265*
- [80] **Latest results of SEE measurements obtained by the STRURED demonstrator ASIC**  
A. Candelori et al.  
*Nucl. Instr. Meth. A, Volumes 626-627 (2011) 82-89*
- [81] **Study of Single Event transients on the VELA ASIC, x-ray detectors FEE for new generation astronomical instruments**  
M. Uslenghi et al.  
*10.1109/NSSMIC.2011.6154431*
- [82] **Design concepts for the Cherenkov Telescope Array CTA: An advanced facility for ground-based high-energy gamma-ray astronomy**  
CTA Consortium (M. Actis et al.).  
*Exper.Astron. 32 (2011) 193-316.*
- [83] **A new test methodology for an exhaustive study of single-event-effects on power MOSFETs**  
G. Busatto et al.  
*Microelectronics Reliability, Volume 51 (2011) 1995-1998*
- [84] **Transverse momentum and pseudorapidity distributions of charged hadrons in pp collisions at  $\sqrt{s} = 0.9$  and 2.36 TeV**  
CMS Collaboration (Vardan Khachatryan et al.).  
*JHEP 1002 (2010) 041.*
- [85] **Commissioning and Performance of the CMS Pixel Tracker with Cosmic Ray Muons**  
CMS Collaboration (S Chatrchyan et al.).  
*JINST 5 (2010) T03007.*
- [86] **Performance of the CMS Level-1 Trigger during Commissioning with Cosmic Ray Muons**  
CMS Collaboration (S Chatrchyan et al.).  
*JINST 5 (2010) T03002.*
- [87] **Measurement of the Muon Stopping Power in Lead Tungstate**  
CMS Collaboration (S Chatrchyan et al.).  
*JINST 5 (2010) P03007.*

- [88] **Commissioning and Performance of the CMS Silicon Strip Tracker with Cosmic Ray Muons**  
*CMS Collaboration (S Chatrchyan et al.).*  
*JINST 5 (2010) T03008.*
- [89] **Performance of CMS Muon Reconstruction in Cosmic-Ray Events**  
*CMS Collaboration (S Chatrchyan et al.).*  
*JINST 5 (2010) T03022.*
- [90] **Performance of the CMS Cathode Strip Chambers with Cosmic Rays**  
*CMS Collaboration (S Chatrchyan et al.).*  
*JINST 5 (2010) T03018.*
- [91] **Performance of the CMS Hadron Calorimeter with Cosmic Ray Muons and LHC Beam Data**  
*CMS Collaboration (S Chatrchyan et al.).*  
*JINST 5 (2010) T03012.*
- [92] **Fine Synchronization of the CMS Muon Drift-Tube Local Trigger using Cosmic Rays**  
*CMS Collaboration (S Chatrchyan et al.).*  
*JINST 5 (2010) T03004.*
- [93] **Calibration of the CMS Drift Tube Chambers and Measurement of the Drift Velocity with Cosmic Rays**  
*CMS Collaboration (S Chatrchyan et al.).*  
*JINST 5 (2010) T03016.*
- [94] **Performance of the CMS Drift-Tube Local Trigger with Cosmic Rays**  
*CMS Collaboration (S Chatrchyan et al.).*  
*JINST 5 (2010) T03003.*
- [95] **Commissioning of the CMS High-Level Trigger with Cosmic Rays**  
*CMS Collaboration (S Chatrchyan et al.).*  
*JINST 5 (2010) T03005.*
- [96] **Identification and Filtering of Uncharacteristic Noise in the CMS Hadron Calorimeter**  
*CMS Collaboration (S Chatrchyan et al.).*  
*JINST 5 (2010) T03014.*
- [97] **Performance of CMS Hadron Calorimeter Timing and Synchronization using Test Beam, Cosmic Ray, and LHC Beam Data**  
*CMS Collaboration (S Chatrchyan et al.).*  
*JINST 5 (2010) T03013.*
- [98] **Performance of the CMS Drift Tube Chambers with Cosmic Rays**  
*CMS Collaboration (S Chatrchyan et al.).*  
*JINST 5 (2010) T03015.*
- [99] **Commissioning of the CMS Experiment and the Cosmic Run at Four Tesla**  
*CMS Collaboration (S Chatrchyan et al.).*  
*JINST 5 (2010) T03001.*

- [100] **CMS Data Processing Workflows during an Extended Cosmic Ray Run**  
*CMS Collaboration (S Chatrchyan et al.).*  
*JINST 5 (2010) T03006.*
- [101] **Aligning the CMS Muon Chambers with the Muon Alignment System during an Extended Cosmic Ray Run**  
*CMS Collaboration (S Chatrchyan et al.).*  
*JINST 5 (2010) T03019.*
- [102] **Performance Study of the CMS Barrel Resistive Plate Chambers with Cosmic Rays**  
*CMS Collaboration (S Chatrchyan et al.).*  
*JINST 5 (2010) T03017.*
- [103] **Time Reconstruction and Performance of the CMS Electromagnetic Calorimeter**  
*CMS Collaboration (S Chatrchyan et al.).*  
*JINST 5 (2010) T03011.*
- [104] **Alignment of the CMS Muon System with Cosmic-Ray and Beam-Halo Muons**  
*CMS Collaboration (S Chatrchyan et al.).*  
*JINST 5 (2010) T03020.*
- [105] **Precise Mapping of the Magnetic Field in the CMS Barrel Yoke using Cosmic Rays**  
*CMS Collaboration (S Chatrchyan et al.).*  
*JINST 5 (2010) T03021.*
- [106] **Performance and Operation of the CMS Electromagnetic Calorimeter**  
*CMS Collaboration (S Chatrchyan et al.).*  
*JINST 5 (2010) T03010.*
- [107] **Alignment of the CMS Silicon Tracker during Commissioning with Cosmic Rays**  
*CMS Collaboration (S Chatrchyan et al.).*  
*JINST 5 (2010) T03009.*
- [108] **Tests of monolithic pixel detectors in SOI technology with depleted substrate**  
P. Giubilato et al.  
*Nucl. Instr. Meth. A, Volume 650, (2010) 184-188.*
- [109] **Radiation hardness studies on CMOS monolithic pixel sensors**  
M. Battaglia et al.  
*Nucl. Instr. Meth. A, Volume 624 (2010) 425-427.*
- [110] **Total Dose Effects on a FD-SOI Technology for Monolithic Pixel Sensors**  
S. Mattiazzo et al.  
*IEEM Trans. Nucl. Sci, 57 (2010) 2135.*
- [111] **Alignment of the CMS Silicon Strip Tracker during stand-alone Commissioning**  
*CMS Collaboration (W. Adam et al.).*  
*JINST 4 (2009) T07001.*

- [112] **Stand-alone Cosmic Muon Reconstruction Before Installation of the CMS Silicon Strip Tracker**  
*CMS Tracker Collaboration (W. Adam et al.).*  
*JINST 4 (2009) P05004.*
- [113] **Performance studies of the CMS Strip Tracker before installation**  
*CMS Tracker Collaboration (W. Adam et al.).*  
*JINST 4 (2009) P06009.*
- [114] **Monolithic pixel sensors in deep-submicron SOI Technology**  
M. Battaglia et al.  
*JINST 4 (2009) P04007*
- [115] **Monolithic Pixel Sensors in Deep-Submicron SOI Technology with Analog and Digital Pixels**  
M. Battaglia et al.  
*Nucl. Instr. Meth. A, Volume 604 (2009) 380-384.*
- [116] **A Rad-hard CMOS Active Pixel Sensor for Electron Microscopy**  
M. Battaglia et al.  
*Nucl. Instr. Meth. A, Volume 598, Issue 2, January 2009, 642-649*
- [117] **Ion impact detection and micromapping with a SDRAM for IEEM diagnostics and applications**  
S. Bertazzoni et al.  
*IEEE Trans. Nucl. Sci, 56, 853 (2009)*
- [118] **Detection efficiency and spatial resolution of the SIRAD Ion Electron Emission Microscope**  
D. Bisello et al.  
*Nucl. Instr. Meth. A, Volume 267 (2009) 2269-2272*
- [119] **Performance of the SIRAD Ion Electron Emission Microscope**  
D. Bisello et al.  
*Nucl. Instr. Meth. B, Volume 268 (2008) 2142-2145*
- [120] **Secondary electron yield of Au and Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> surfaces from swift heavy ion impact in the 2.5–7.9 MeV/amu energy range**  
D. Bisello et al.  
*Nucl. Instr. Meth. B, Volume 266 (2008) 173-180*
- [121] **The CMS tracker operation and performance at the Magnet Test and Cosmic Challenge**  
*W. Adam et al..*  
*JINST 3 (2008) P07006.*
- [122] **The CMS Experiment at the CERN LHC**  
*CMS Collaboration (S. Chatrchyan et al.).*  
*JINST 3 (2008) S08004.*
- [123] **Position sensitive detectors for ion electron emission microscopy**  
D. Bisello et al.  
*Nucl. Instr. Meth.A, Volume 573 (2007) 23-26*

[124] **Ion electron emission microscopy at SIRAD**  
D. Bisello et al.  
*Nucl. Instr. Meth.A, Volume 231 (2005) 65-69*

Padova, 19/10/2021

Sergio Mattioli