

Attività di Gruppo 1 della Sezione di Bologna

B. Giacobbe

Per il Gruppo 1 della Sezione di Bologna

Assemblea di Sezione – 4 Luglio 2024

Group-1 activities in Bologna – “old fellows”

- Bologna has important roles in all LHC experiments
 - Just an example
- ... and also in non-LHC experiments
- ... and in R&D for Future Accelerators



FCC National Responsible



MuonE National Responsible

LHC experiments:

ATLAS
CMS
LHCb
MOEDAL
SND@LHC

HL-LHC Upgrades:

ATLAS
CMS
LHCb

Non-LHC experiments:

MUONE (CERN SPS)
LUXE (Hamburg)
AMBER (CERN SPS)

Sigle sinergiche
IGNITE / ARCADIA
AIDAINNOVA

Future Colliders
RD_FCC
RD_MUCOLL

Group-1 activities in Bologna – the “new friends”

- **DUNE** and **ICARUS** now in Gruppo 1
- Also in DUNE Bologna has the highest responsibilities in the experiment !



DUNE co-Spokesperson



DUNE National Responsible

- **Huge effort both experimental and in the analysis**
 - for experiments running today and simultaneously building upgrades
 - for newer experiments starting data-taking, performing test-beams or facing the challenge of R&D and/or construction
- **All this is possible ONLY thanks to the highly qualified and collaborative support of the Technical and Administrative services of our Sezione**
- **Transversal involvement of other Groups (2->5) very important to exchange expertise on both detectors and physics**

Some statistics

- Numbers from **2024** (too early for 2025)
- ATLAS and CMS: large overlaps with FASE2
- **Relevant number of PhD and post-docs !**
- **Large involvement of all technical services**
 - 24 technicians working in GR1 !!
 - **Thanks !**
- **Many bachelor and mater theses .. A good investment for the future**
- Difficult comparison with 2023 due to DUNE in GR2 in that year

Real number without any overlap !



experiment	researchers(FTE)	Tecnologi	PhD	post-doc
ATLAS/FASE2	36/25 (19.3/11)	1/4 (0.1/0.95)	7/4	2/4
CMS/FASE2	26/11 (15.5/3.4)	3/0 (1.15/0.0)	6/1	1/1
LHCb	15 (9.4)	1 (1.0)	1	2
MOEDAL	4 (1.5)	1 (0.2)		
SND@LHC	19 (3.8)		1	
MUONE	5 (2.1)		1	
LUXE	3 (0.8)			
AMBER	4 (0.2)	1 (0.2)		1
SHADOWS	3 (0.4)			
IGNITE		1 (0.3)		
RD_FCC	16 (2.9)	2	2	1
RD_MUCOLL	8 (1.3)			1
AIDAINNOVA	15 (2.6)	3 (0.4)		3
DUNE	17 (9.4)	5 (1.3)	3	4
TOT	116 (84.3)	15 (5.6)	18	14

Technicians

24

DUNE e ICARUS

DUNE

Sezioni : Bo, Fe, Ge, Le, LNF, LNL, LNS, Mi, MiB, Na, Pd, Pi, Pv, Rm1, Rm2 -

2024: 133 ricercatori + tecnologi, in crescita

Gruppo Locale 2024 S. Bertolucci (co-spokesperson), A. Cervelli, F. Chiapponi, V. Cicero, L. Degli Esposti, D. Di Ferdinando, A. Gabrielli, C. Guandalini, M. Guerzoni, G. Ingratta, G. Laurenti, I. Lax, A. Margotti, N. Mauri, F. Mei, A. Mengarelli, E. Montagna, A. Montanari, L. Pasqualini, L. Patrizii, V. Pia, G. Piazza, F. Poppi, M. Pozzato, L. Rignanese, A. Ruggeri, G. Sirri, M. Tenti, V. Togo, N. Tosi, S. Zucchelli

Ricercatori+Tecnologi : 19

Laureandi : 4 Magistrale, 1 Triennale

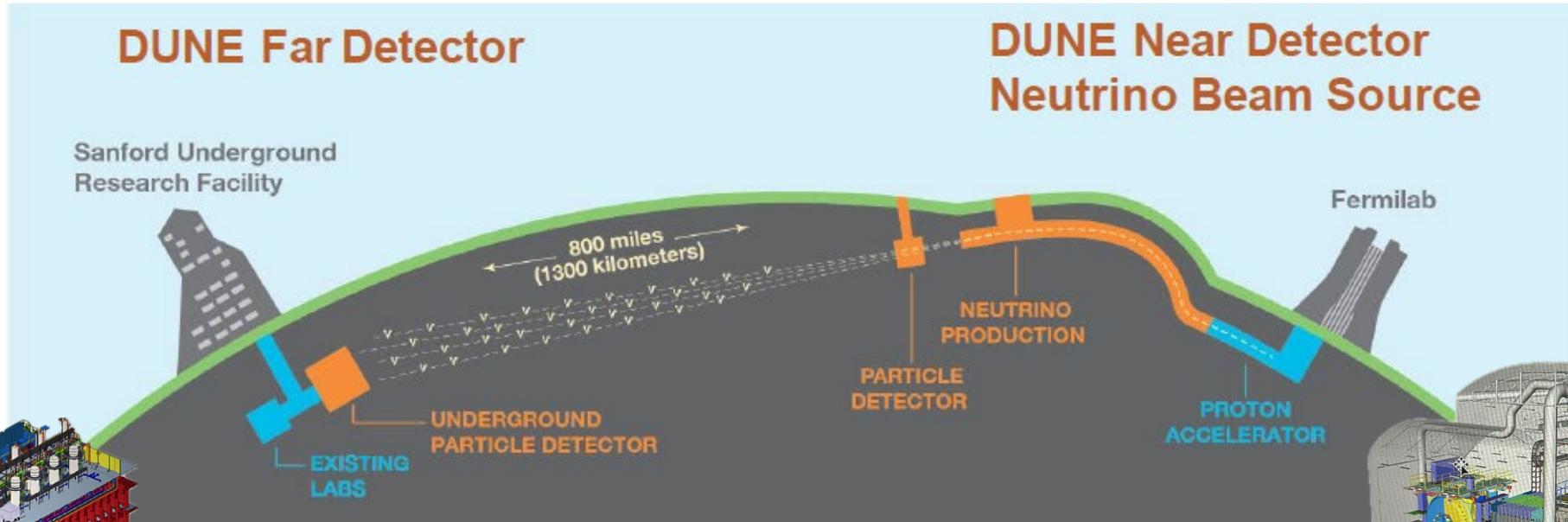
Dottorandi : 4 (≥ 5 nel 2025)

PostDoc+RTDa: 4 (5 da fine 2024)

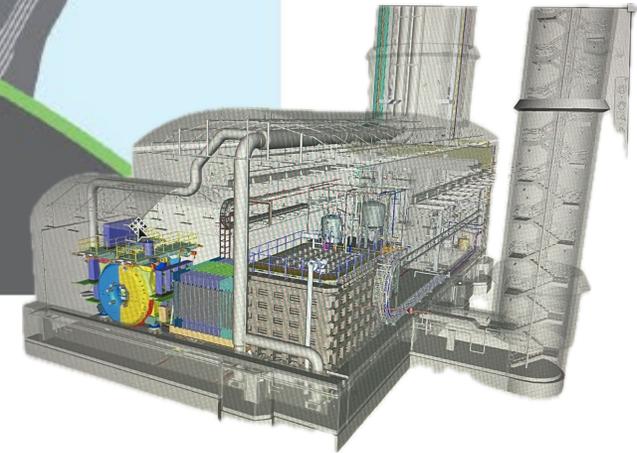
Supporto Servizi Progettazione Meccanica, Lab elettronica, STG, Officina Meccanica,
Tecnologie Avanzate, Centro Calcolo

Supporto Gestionale: Amministrazione, Direzione, Fondi Esterni

DUNE (Deep Underground Neutrino Experiment)



4 Moduli
4x 17 kt LAr TPC



Violazione CP, ordinamento masse, ottante θ_{23}
neutrini supernova, solari, fisica BSM,...

Wide Band Neutrino Beam: 1.2 MW (> 2 MW fase 2)

Near Detector a Fermilab

Far Detector a SURF 1300 km - 1500 m di profondità

Bologna @Far Detector
Photon Detection System

Bo @Near Detector: SAND
System for on Axis Neutrino Detection

SAND 2024-2025

GRAIN – 1 t LAr

- Progetto del Vessel Interno completato
- Facility di test a LNL e progetto sistema criogenico
- Requisiti nuovo ASIC (1024 ch) e sviluppo (INFN To)
- Progettazione scheda DAQ
- Imaging interazioni di neutrino

Tracciatore - Camere a drift

- Progettazione e costruzione di prototipi di piccola e media scala e test con cosmici e su fascio
- Sviluppo ASIC Readout (Tiger)

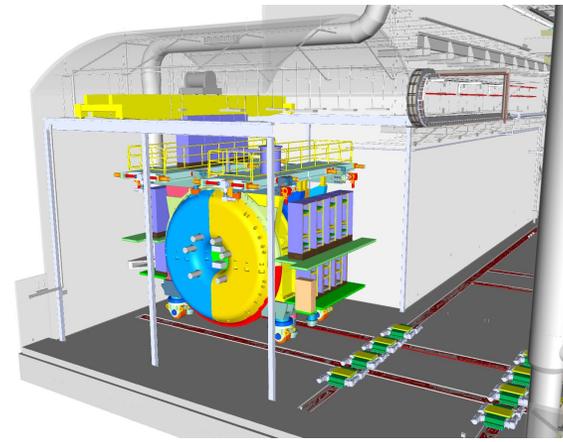
DAQ

- Studio integrazione DUNE DAQ e DUNE timing system

Simulazione e Analisi

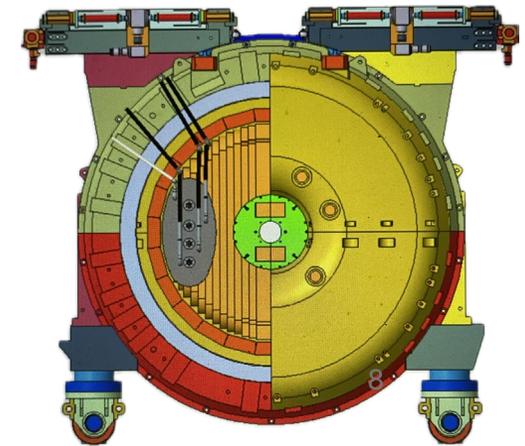
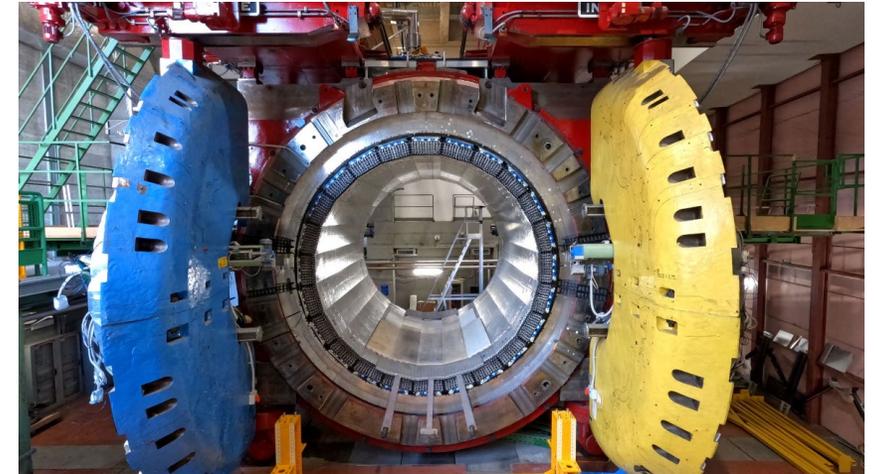
- Studio prestazioni GRAIN
- Sviluppo Kalman Filter per la ricostruzione nel tracciatore
- Sviluppo software per la ricostruzione completa degli eventi in SAND
- Analisi di fisica con SAND

Risorse computazionali @CNAF : 5000 HS; 1110 TB (Disk); 510 TB (Tape)

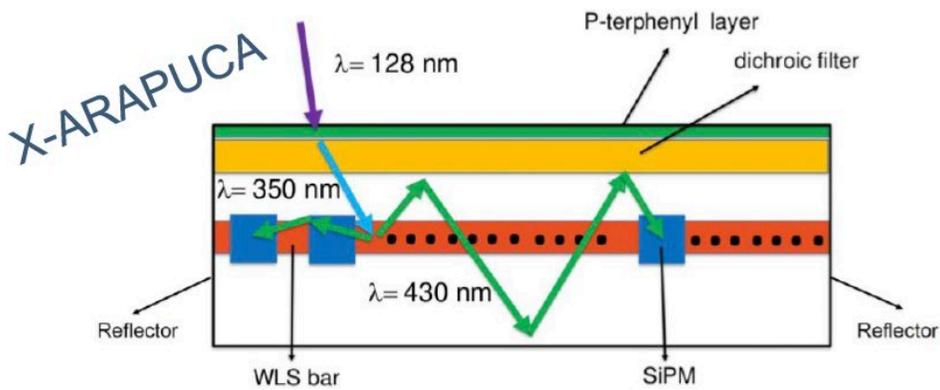


SAND

- **GRAIN (1 t LAr)**
- **Target Tracker**
- **Magnete & Ecal (da KLOE)**



DUNE Far Detector: Photon Detection System (PDS)



PDS: Tecnologia «X-Arapuca»



Horizontal Drift: 1500 moduli X-Arapuca

3×10^5 SiPM

➤ Horizontal Drift, HD (2024/2025)

- Test di massa SiPM (Italia, Spagna, Rep.Ceca)
 - Sistema progettato e realizzato da Bologna & Ferrara
 - Cicli termici e misure (IV + DCR) di 120 SiPM in parallelo
- Run ProtoDUNE-HD su beam (p, π, μ) @ Neutrino Platform

➤ Vertical Drift, VD (2025)

- run ProtoDUNE-VD



Mass Test System @ Lab Criogenia



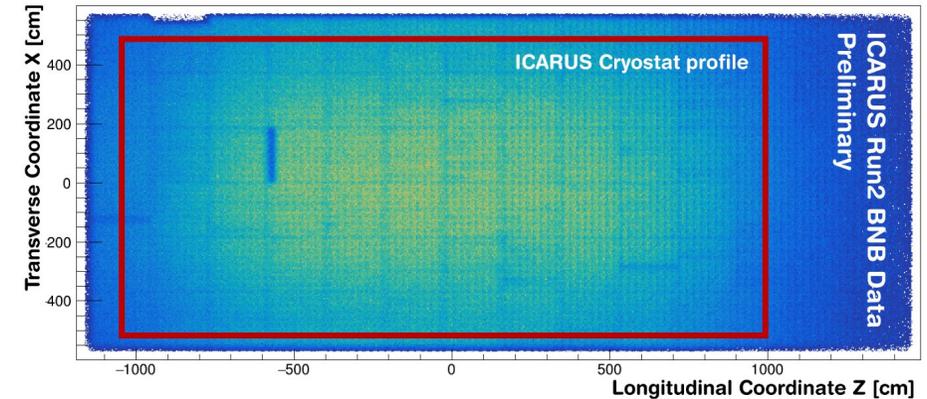
2400 SiPM/mese (400 strip)

Attività 2024/2025

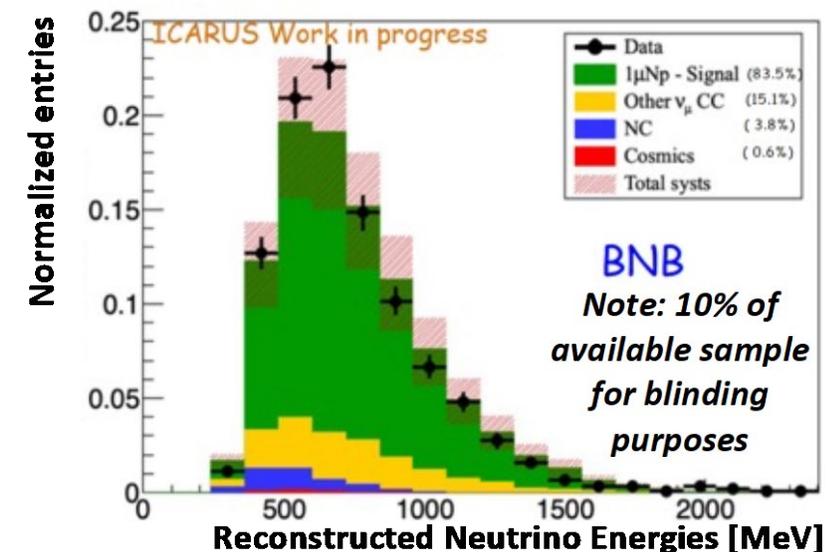
- Shift da remoto (>10% del totale);
- Supporto esperto Cosmic Ray Tagger (CRT) da remoto
- Run coordinator at FNAL
- Sviluppo procedure cosmic background rejection
- Contributo analisi dati (primi risultati a Neutrino 2024)
- Articolo sul Cosmic Ray Tagger (in revisione interna)
- Contributi a conferenze.

Responsabilità nel gruppo

- Convener CRT Working Group
- Produzione Monte Carlo al CNAF
- Convener Cosmic Background Rejection



Tomografia del Top CRT con >10 milioni di tracce di muoni cosmici ricostruite nella TPC



MUonE

MUonE



International Collaboration
(Italy, UK, Poland, USA,
Switzerland, China)

Letter-of-Intent, CERN SPSC-I-252 (June 2019)

NEW: Proposal phase-1, CERN SPSC-P-370
(April 2024)

Find out more infos on the [MUonE web site](#)
INFN - Bologna:

U.Marconi (*project leader, responsabile nazionale*)

G.Abbiendi (*coord.analisi, responsabile locale*)

UniBO: D.Bonacorsi, D.Galli, C.Patrignani

Dottorato/PostDoc: E.Spedicato

On-going PRIN (INFN+Univ:PD+PV+PI)

Local Computing Support:

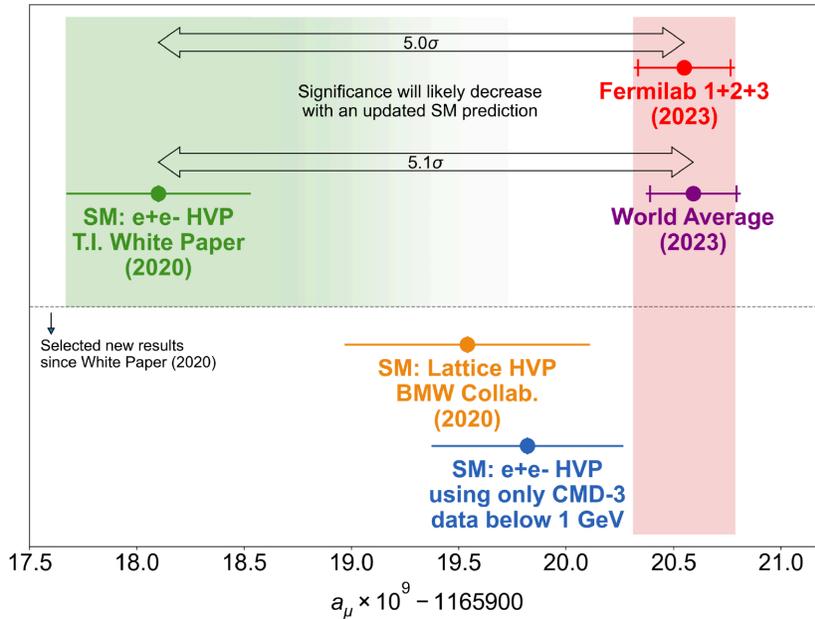
thanks! G.Peco, A.Paolucci, P.Veronesi

Small but very active group, unique opportunities for students to experience a developing project and learn a lot on many different activities (detectors, software, physics analysis, new technologies)

Muon g-2 theory prediction

to be clarified tensions between:

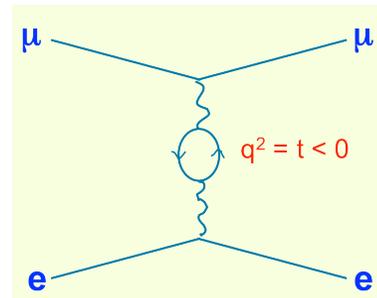
- the reference SM prediction (based on e+e- data) and Lattice QCD results
- The new e+e- result from CMD-3 and previous experiments



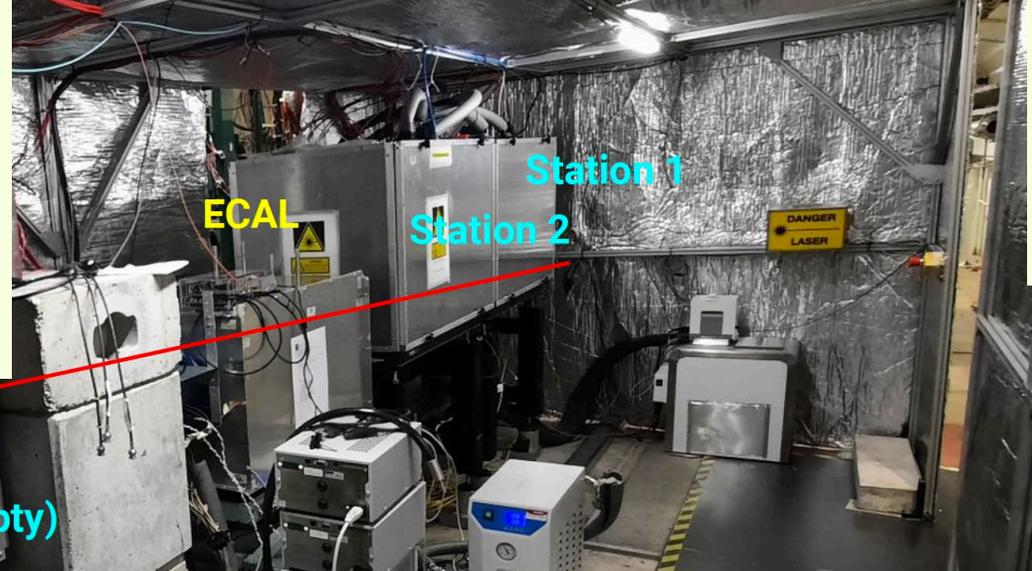
MUonE's third way:

From the running of the QED coupling measured in μ e elastic scattering with the muon beam at CERN SPS
160 GeV muons onto light fixed target

$$a_{\mu}^{HLO} = \frac{\alpha}{\pi} \int_0^1 dx (1-x) \Delta\alpha_{had}[t(x)]$$

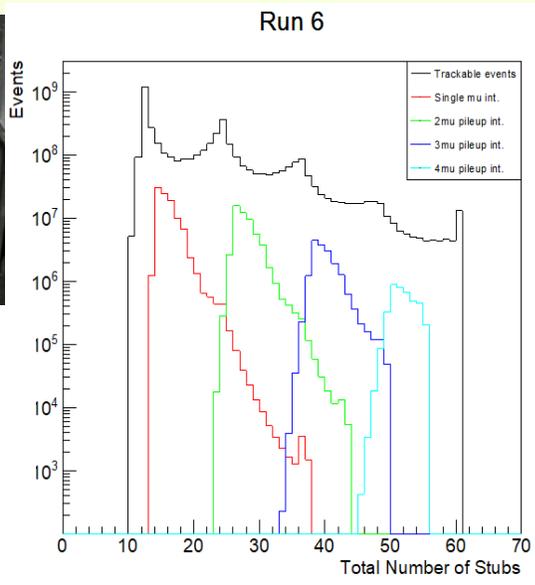


MUonE 2023 Test Run
 at CERN North Area
 (Aug/Sep 2023)
 M2 beam μ 160 GeV
 max asynchronous
 rate of 50 MHz
 (2×10^8 muons per spill)



- **2/3cm graphite target** between the **two** tracking stations
- **Continuous triggerless readout at 40 MHz for long runs** (with CMS Serenity platform)
- **370 TB raw data recorded to disk in few days**

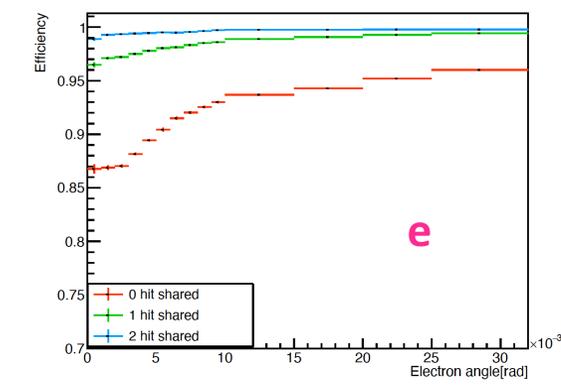
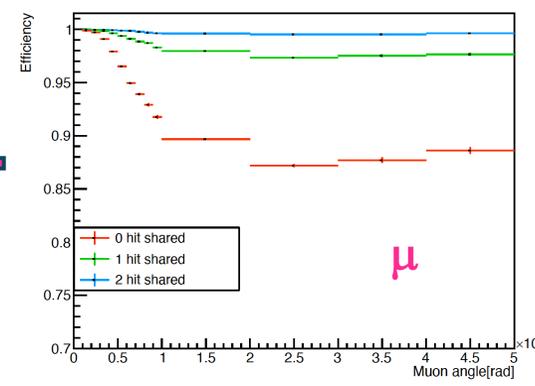
Station 3 (empty)



Hit patterns in the two stations allow for a clear selection of interaction events and separation of single- and pileup- μ events

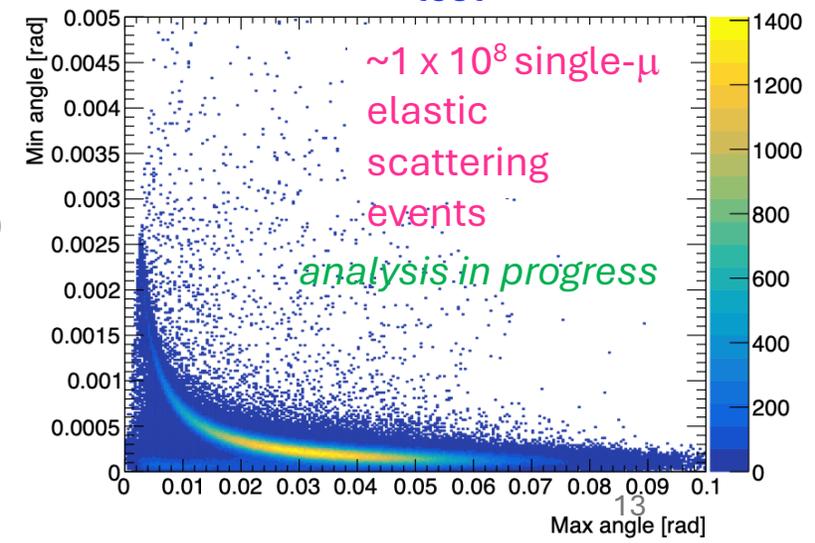
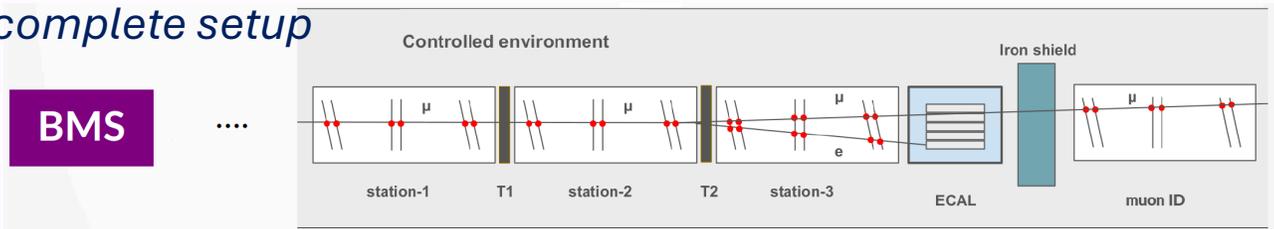
Full MC Simulation

Flat and very high reconstruction efficiency



Selection will be implemented online on FPGA in the 2024 test

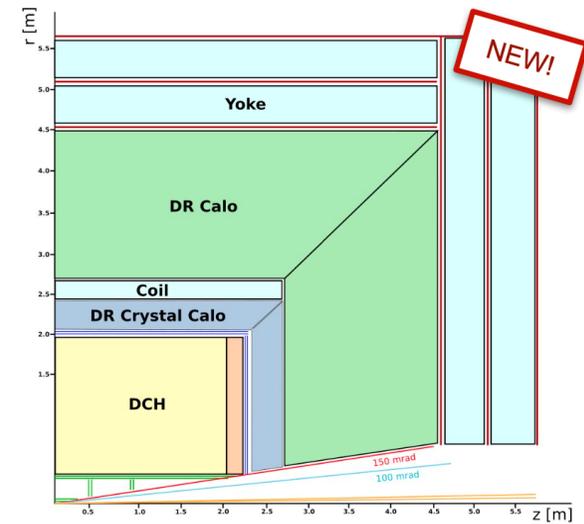
PLANS:
2024 – Online selection on FPGA; integration of ECAL in DAQ; Beam Test (October)
2025 – if Proposal is approved by CERN, request one month running with a scaled version of the complete setup



RD_FCC

RD_FCC@Bologna

- Bologna è uno dei principali gruppi italiani impegnato nella realizzazione di IDEA.
 - Responsabile nazionale RD_FCC (Paolo Giacomelli)
- Attività organizzata attorno a due attività principali: μ Rwell e calorimetro DualReadout
 - Sezione coinvolta anche in studi di fattibilità e simulazione



Messa in operatività di un double-sided readout μ Rwell

- Test con cosmici in Berti-Pichat.
- Partecipazione allo sviluppo di un nuovo ASIC di lettura.
- Simulazione envelope spettrometro di muoni con μ Rwell nella simulazione di IDEA nel software FCC.



Costruzione prototipo calorimetro dual readout

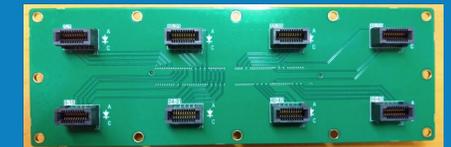
- **Meccanica/optica:** preparazione (taglio) fibre ottiche per prototipo calorimetro adronico
- **Elettronica:** componenti passivi per somma analogica e lettura combinata 8 SiPM



front-end board



adapter board



patch panel



LHCb

Composizione e attività del gruppo

• **INFN**: M. Barnyakov, F. Cindolo, M. Fontana, D. Manuzzi, U. Marconi, S. Perazzini, E. Shmanin (**NEW!**), G. Valenti, V. Vagnoni

• **UNIBO**: A. Carbone, F. Ferrari, D. Galli, C. Patrignani, E. Spedicato, A. Villa, F. Zenesini

Analisi dati

- **Responsabilità** primaria in diverse analisi storicamente portate avanti dal gruppo
 - Misure di **CPV nei decadimenti di adroni con quark beauty e charm**
 - Ricerca di **decadimenti rari del charm**
- **D. Manuzzi**: convener sub-WG: time-dependent analysis of B decays

Ringraziamento a tutti i servizi, amministrazione e direzione per il supporto!

LHCb Run3

Luminometro PLUME

- **F. Ferrari**: responsabile sviluppo firmware e mantenimento DAQ
- **F. Ferrari**: convener WG luminosity
- **A. Carbone**: Project Leader

Real Time Analysis

- **M. Fontana**: Coordinamento dell'attività di **alignment & calibraton real time**

Calorimetri

- Caratterizzazione PMTs per primo upgrade CALO (PicoCal) in LS3
- **D. Manuzzi**: Coordinamento attività di beamtest

R&D

Calorimetro EM per LHCb Upgrade2

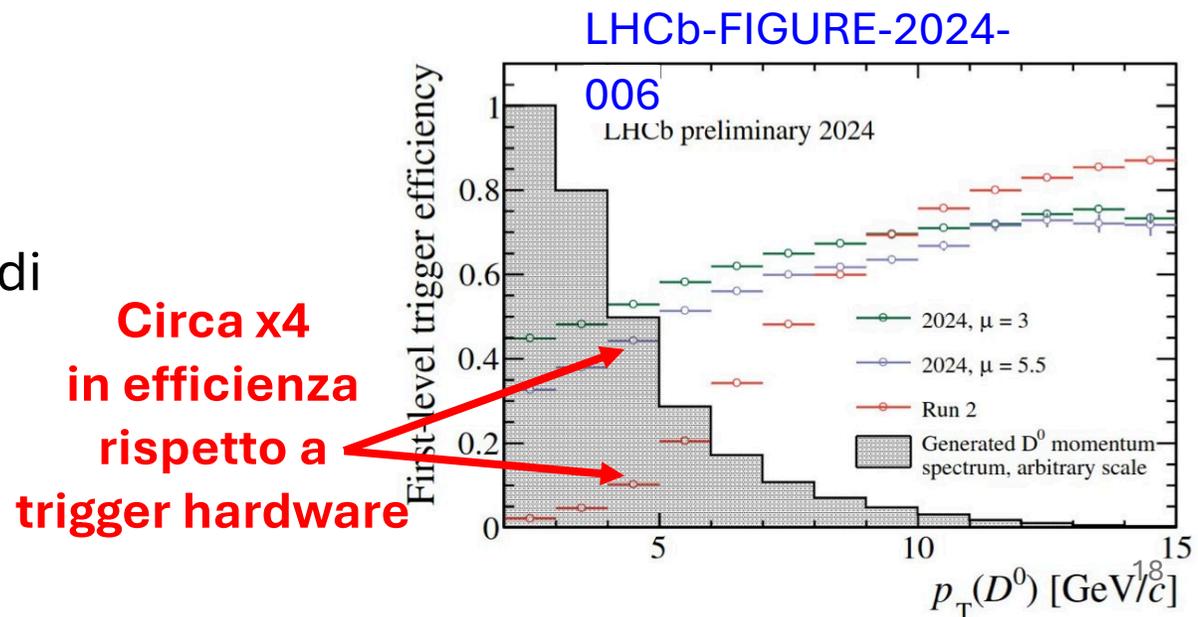
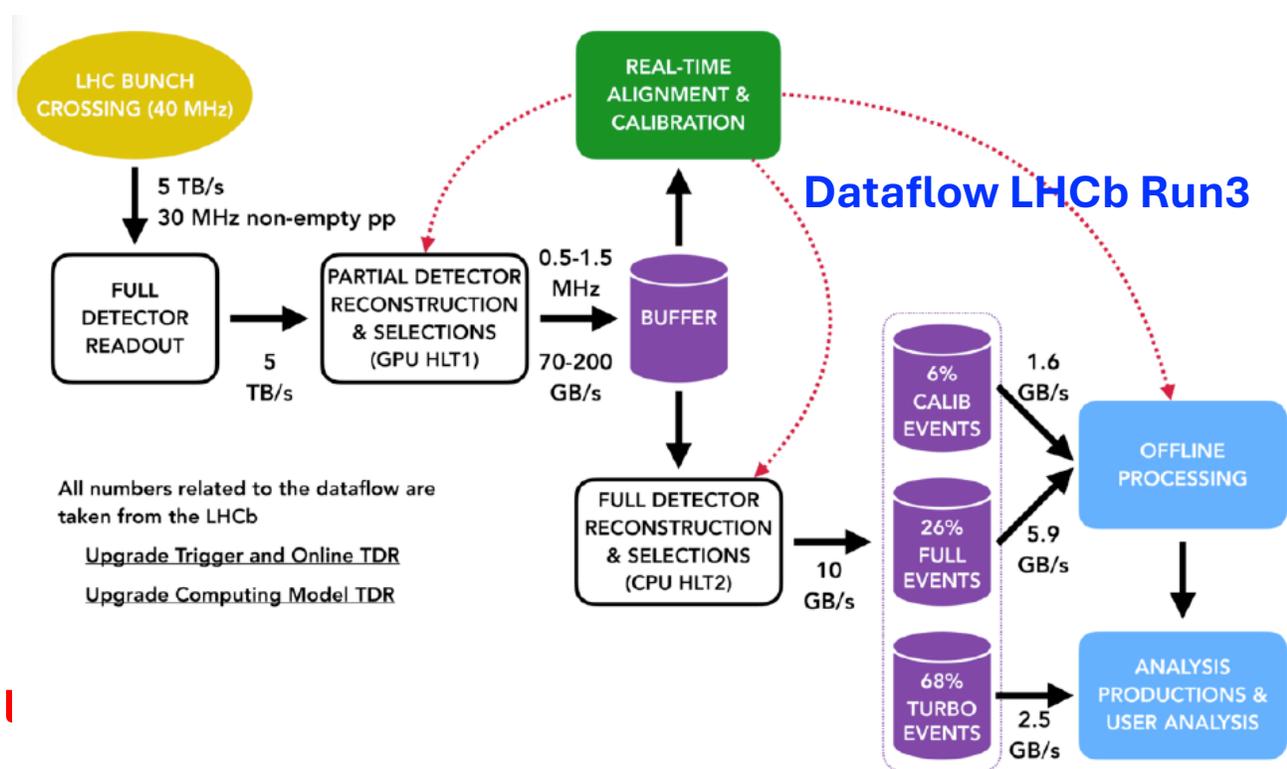
- Timing layer con precisione temporale di O(10) picosecondi per Calo EM U2
- Sigla sinergica **LLMCP in CSN5**
- Attività sinergica a **PRIN 2022**
 - P.I. S. Perazzini (INFN)
 - R.L. F. Ferrari (UNIBO)

Terza missione

- Cargese summer school
- PCTO, international masterclass, notte dei ricercatori

Real Time Analysis

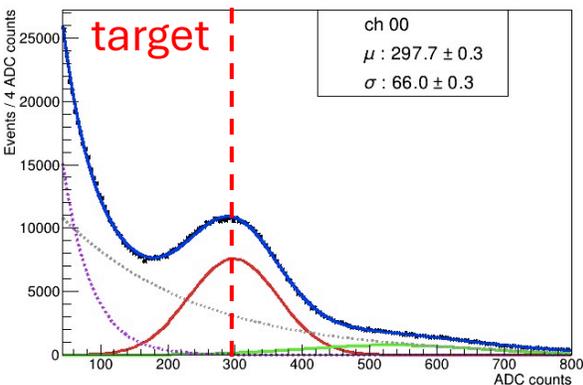
- Progetto fondamentale per LHCb Upgrade
 - Integrazione di calibrazione & allineamento, ricostruzione e preselezione degli eventi all'interno del trigger software
 - Eliminazione livello hardware di trigger
- Primo livello HLT1 in grado di processare 26 MHz di collisioni p-p con 330 GPUs
 - Possibilità di **calibrare e allineare online tutto il rivelatore**
 - **x2 efficienza di trigger** su canali hadronici di beauty e charm
- Secondo livello HLT2 sfrutta le calibrazioni fatte in HLT1 per effettuare la ricostruzione di decadimenti con **qualità di tipo offline**
- **M. Fontana** Deputy Project Leader



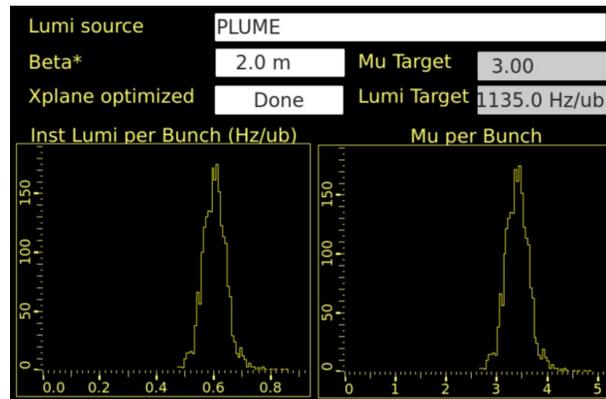
Rivelatore PLUME

- Odoscopio posizionato upstream del VELO
 - 44 PMTs in posizione proiettiva rispetto alle collisioni
- **Realizzazione e mantenimento firmware a Bologna**
 - Misura di luminosità fornita a LHC ogni 2.4 sec
 - Operatività indipendente dallo stato di LHCb
 - Calibrazione continua e regolazione tensione dei PMT online
- **Funzionamento senza problemi nel 2024**

Monitor online per regolazione tensione PMT

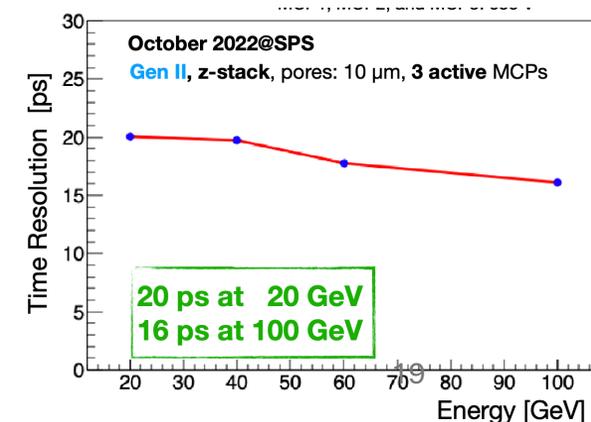
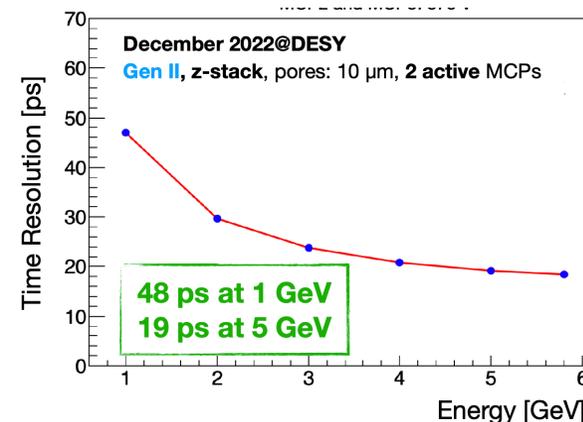
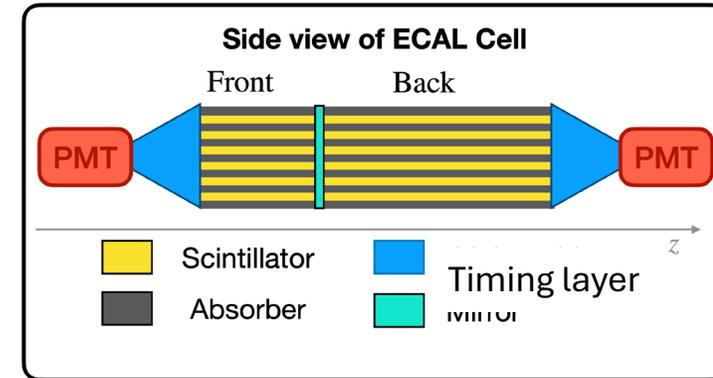


Luminosità in tempo reale a LHC(b)



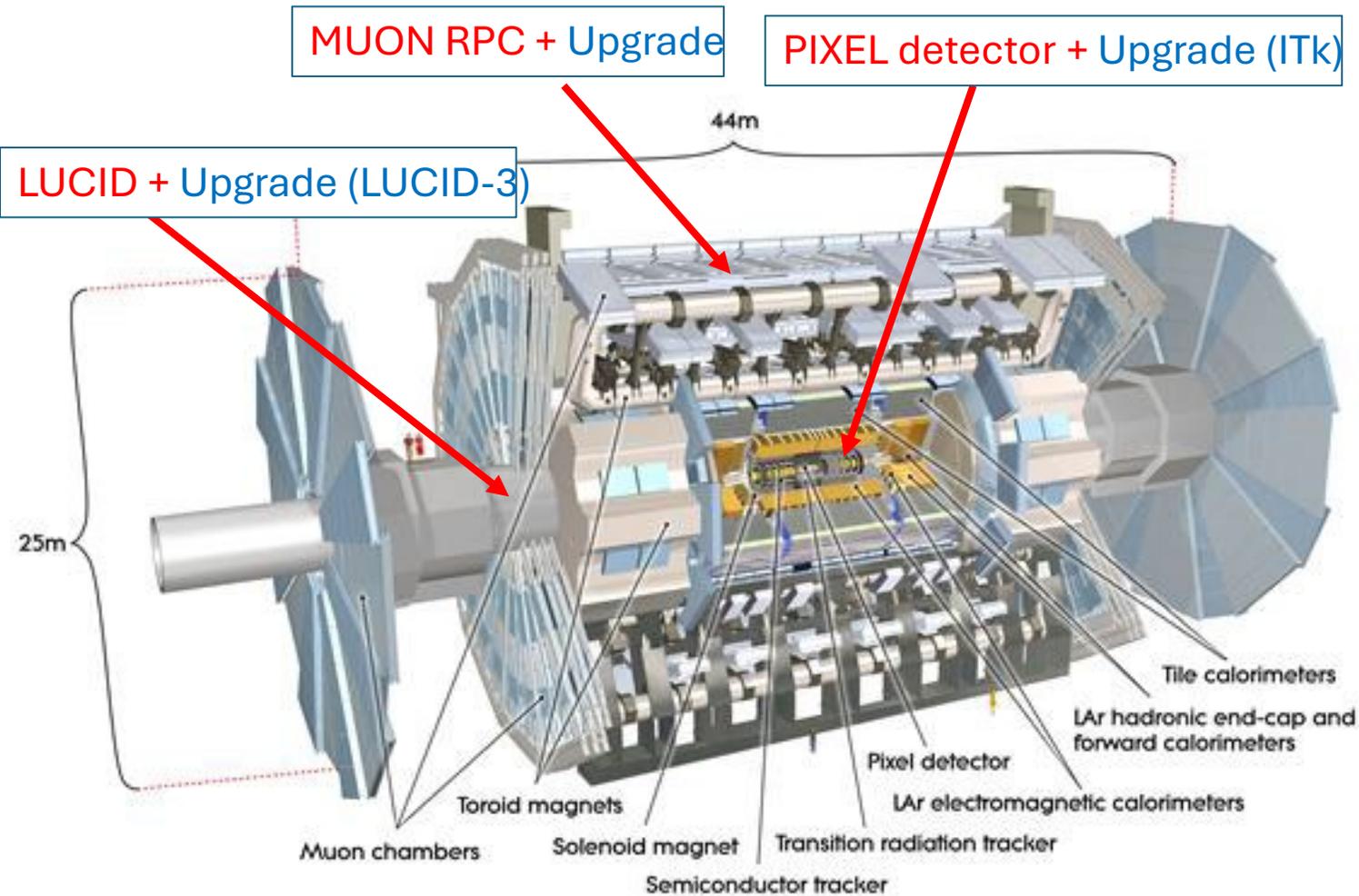
Timing layer per PicoCal Upgrade2

- Equipaggiare PicoCal con un timing layer
 - Evoluzione di CALO upgrade in LS3
 - Operativo in Run5 (luminosità x7 quella di Run3)
 - **Misurazione del tempo con O(10) ps di risoluzione**
- Soluzione tecnologica basata su **microchannel plate**
- Risultati ai beam test **dimostrano la fattibilità**
 - Verificata la **resistenza alla radiazione e all'usura**
 - Al momento R&D concentrato sulle **performance ad alto rate**



ATLAS

ATLAS a Bologna: The challenge



+ TDAQ; CALCOLO; Attività Analisi dati e Performance

Nome	Responsabilità principali
RUN-3	
D. Boscherini	RPC Coordinator
A. Bruni	Muon Speakers Comm.
A. Polini	Muon Speakers Comm.
A. Sidoti	MET Trigger Coordinator
HL-LHC (Phase-2)	
A. Polini	Muon Upgrade Project Leader
A. Bruni	Muon Upgrade Risk Manager
B. Giacobbe	LUCID-3 Project Leader
B. Giacobbe	Lumi. Oversight Group dep. coord.
ATLAS ITALIA	
A. Bruni	Muon Activity Coordinator
G. Carratta	Outreach Coordinator
F. Lasagni M.	LUCID Activity Coordinator
L. Rinaldi	Computing Coordinator
C. Sbarra	QC Coordinator for ITk modules

Upgrade per FASE-2 (Responsabile A. Polini)

Per i muoni barrel, l'upgrade prevede l'inserimento di 225 tripletti RPC di nuova generazione nello strato interno dello spettrometro + 80 tripletti nello strato esterno, al 50% costruiti da gruppi italiani, Bologna, Cosenza, Roma2

Bologna fornisce il disegno dei rivelatori, sono 19 tipologie/dimensione [S.Serra], in costruzione alla General Tecnica a Frosinone, e partecipa ai test di accettazione

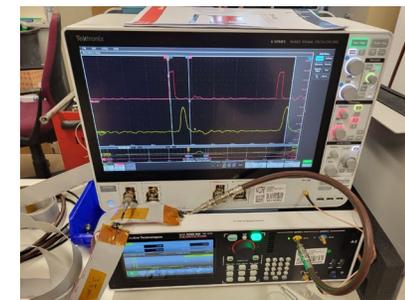
Abbiamo costruito una linea di produzione al CERN per assemblaggi composta da tavoli specializzati, stazione di test con cosmici, strutture di test. Le attrezzature sono parzialmente costruite in sede e trasportate al CERN

[Serra, Piazzi, Chiarini, Gessi, Furini, Cappello, Marzolla]

Le proprietà meccaniche dei rivelatori sono state testate sottoponendo i rivelatori (lunghi ~2.5 m) a cicli termici alla camera climatica di grandi dimensioni a Frascati

E' in corso la caratterizzazione dei cavi di segnale [G.Avoni]

CERN
linea di
produzione



Rivelatore attuale RPC (6785 m², 375x10³ canali)

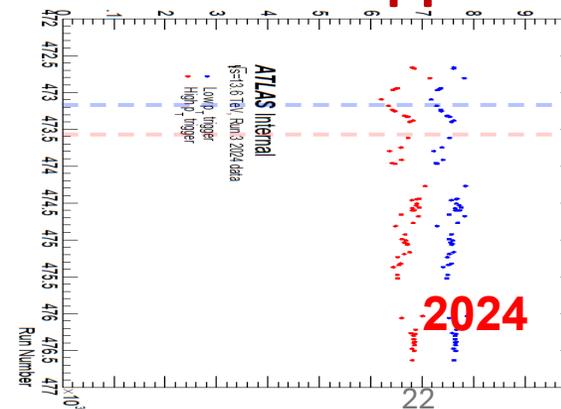
- Costruito interamente da INFN e mantenuto da BO, RM2, RM1
- **Responsabilità Bologna: sistema RPC, Detector Control System (DCS)**

Run 3 - Progetto pilota di upgrade

- **BIS78: tripletti RPC di nuova generazione (gap 1mm)**
- **Integrati con DAQ di ATLAS**, in corso di integrazione nel trigger
- **Simulazione MC** del rivelatore

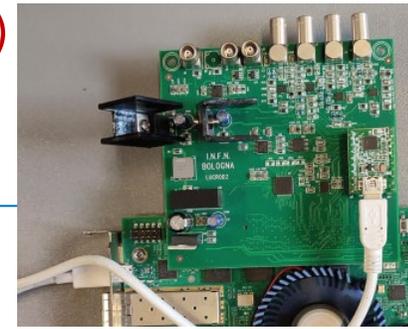
Attività di presa dati, mantenimento e sviluppo

- Turni di shifter esperto
- Mantenimento e sviluppo DCS
- Interventi periodici riparazioni HV, LV, servizi gas
- Nuova miscela di gas, con ridotto impatto ambientale, in uso da agosto 2023: efficienze di trigger simili al Run2



LUCID

- In corso misura della Luminosità in Run 3
- BMA inserito nel progetto LUCID 3, possibile collaborazione con nuovi gruppi.
- Studio avanzato dei prototipi per HL-LHC (analisi e test in laboratorio)
 - PMT R1635 : accettazione come attesa ma maggiore instabilità rispetto a R760
 - Rivelatore a fibre con filtro UV mostra buona stabilità ma da studiare dipendenza da piccole variazioni di tensione e bassa statistica
- **Elettronica in fase di sviluppo (Lab. Elettronica + F. Alfonsi)**
 - Test di primo prototipo di 12-bit FADC a 640 MHz
 - Inizio test di comunicazione tra demo board e sistema FELIX



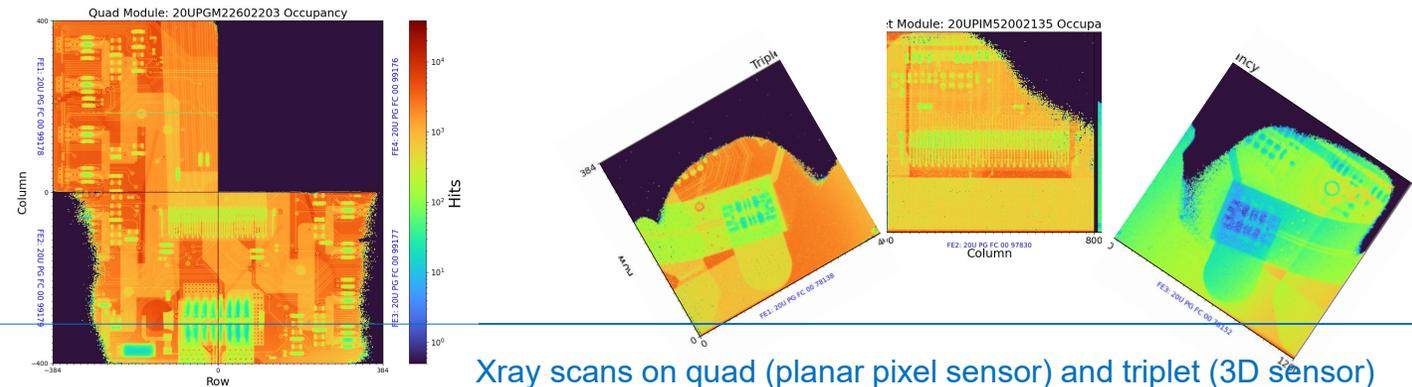
TDAQ

- Integrazione FELIX per vari ATLAS detectors
- FELIX firmware & software per LUCID-3 upgrade (implementazione algoritmi luminosità)
- Proposte firmware FPGA per implementazione Hough Transform in Event Filter
 - Include generazione test-vectors per Hough Transform (**F. Alfonsi**)
- TDAQ networking (D. Cesini, G. Levrini, L. Rinaldi)
 - ATLAS & Cloud Networking under study

ITk for HL-LHC

- ITk-IT: build one of the two ITk end-caps
 - **Module testing of ITk modules (around 1k, 10% of ITk)**
- Bologna is in charge of :
 - **thermal cycles** between -55 °C and 60 °C with humidity control (dew point lower than -65 °C)
 - **testing stage** for both triplets and quads
 - Functionality test **with x-ray irradiation**
 - Bologna Lab qualified for **all** QC steps we are involved
 - In module Pre-production phase → Production from Oct 24 to Dec 26
 - ITk DAQ with Felix integrated with ATLAS TDAQ

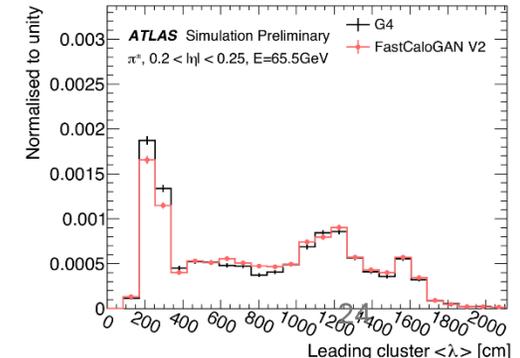
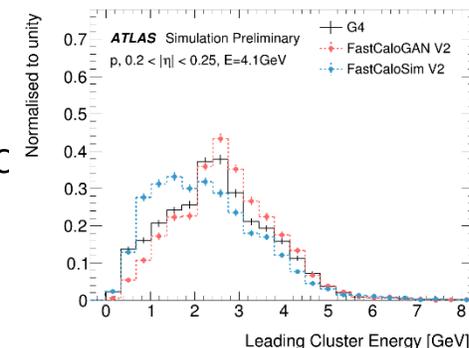
- Fundamental contribution from:
 - Mechanical workshop: triplet module carrier and vacuum chuck technical design and realization (making possible triplet module QC in Italy) Tech: **Tommaso Fadanni**, and **Giulio Pancaldi**
 - Electronic workshop: Boards for interlock systems (breaker board, voltage divider, temperature sensors etc.) and many quick fixes Tech: **Giovanni Torromeo**



Computing

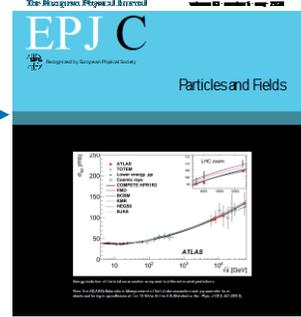
- Supporto alle attività di calcolo distribuito di ATLAS + Coordinamento Atlas-Italia-Calcolo (**Lorenzo Rinaldi**)
- Fast Simulation of Calorimeter showers con GANs e deployment su HPC (*)
- Validazione del codice di ricostruzione su ARM (*), in collaborazione col CNAF e altri exp LHC
- Sys-admin machine ATLAS@P1 → criticità in quanto Brasolin lascia a fine 2024, si richiede di garantire l'impegno, anche su altri task di calcolo

(*) Parte delle suddette attività rendicontate da **LR** in CN-HPC spoke 2



• Modello Standard:

- **Published:** elastic scattering @ 13 TeV
- **Submitted EPJC:** σ di Z+b(b) and Z+c(c) full run2
- **Published:** tt/Z & W/Z cross sections at 13.6 TeV



• Top:

- **Ongoing:** Mass(top) usando t-tbar xsec differenziale (M. Negrini editor)
- **Ongoing:** $\sigma(WbWb)$ (interferenza t-tbar tWb)
- **Published:** Misura σ -differenziale l+jets full Run-2
- **Paper in preparation:** Same-sign top pair search in EFT approach (A. Van Der Graaf thesis, M. Negrini contact editor)

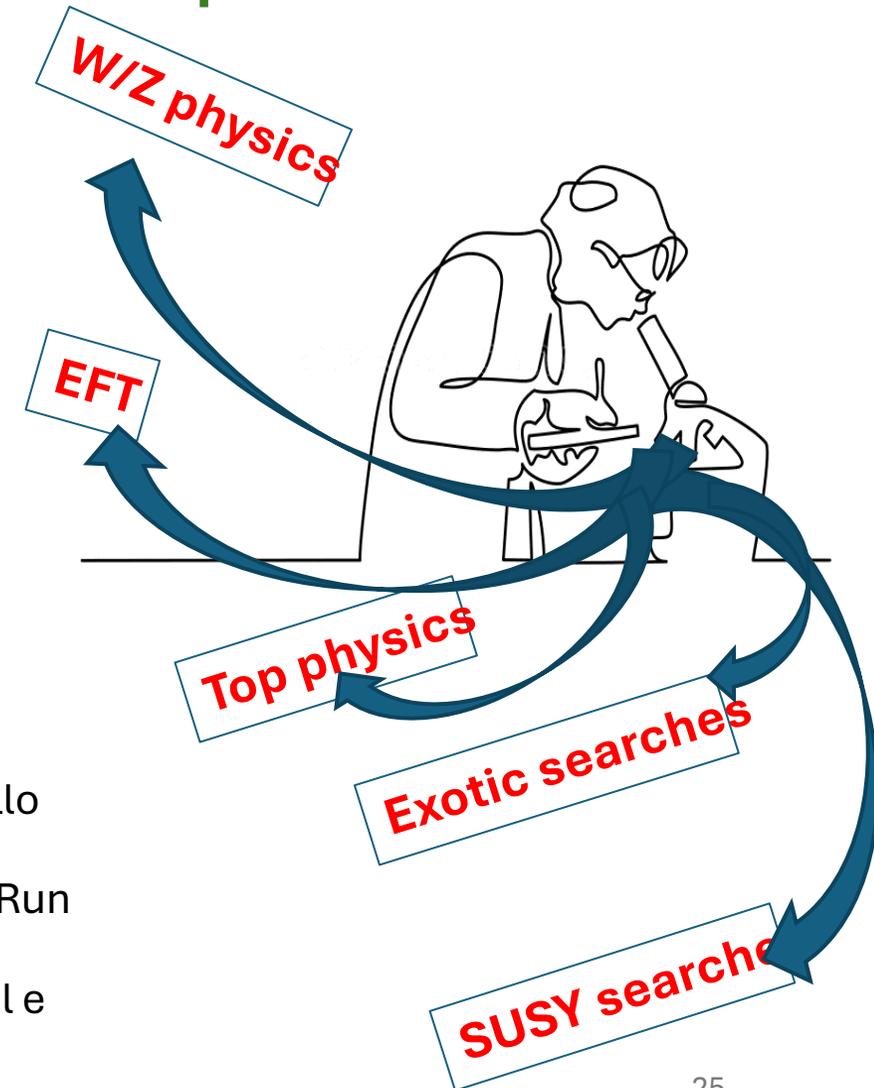
• Esotici:

- **Ongoing:** Heavy Neutrino (Seesaw, LRSM model). Lepton Number Violation searches
- **Ongoing:** Axion Like Particle searches in Heavy Ion collisions (several fruitful discussions with I. Brivio)

• SUSY:

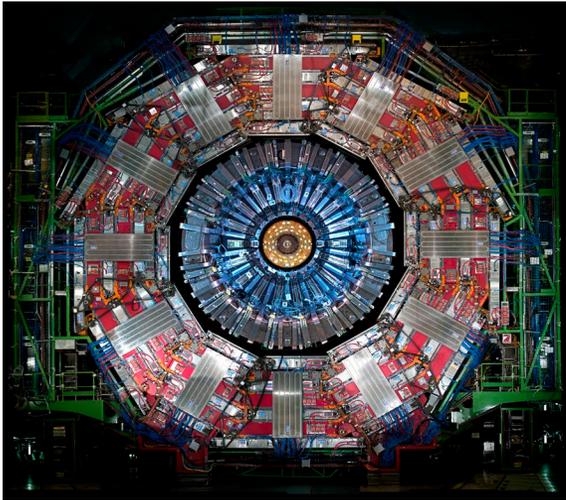
- **Published:** EWK Run-2 summary paper with combination and re-interpretation of current analysis (target: Moriond 2023)
- **Published:** Coppie chargino-chargino/chargino-neutralino con WW/WZ nello stato finale, e ML per stati Wh full Run-2.
- **Ongoing:** Coppie chargino e neutralino in stati finali a 1 e 2 leptoni Run 2 + Run 3.
- **Ongoing:** Particelle long lived cariche usando ionizzazione anomala nei pixel e MDT e ToF a calorimetro e MDT.

Attività di analisi & performance

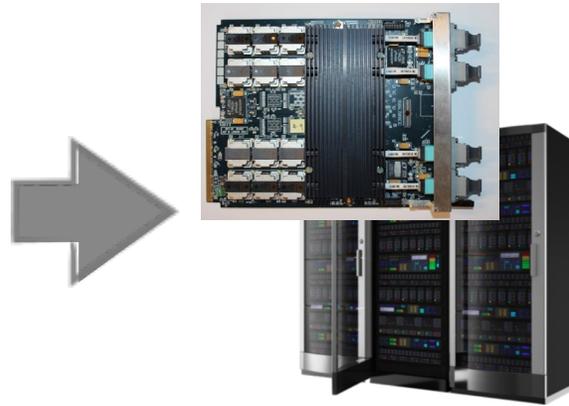


CMS

CMS



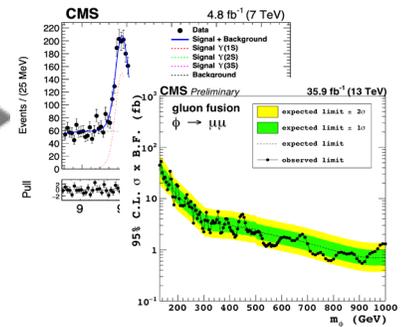
Rivelatori: camere per muoni, operazioni, upgrade



Trigger (muoni e Fase2) hardware / software



Software e Computing (at large), tracciamento ed identificazione di muoni



Analisi: B-physics, Higgs (incl. BSM), Top, QCD

CMS Run Coordination

Trigger di muoni e upgrade per Fase 2

Machine Learning - Deep Learning

Higgs (BSM)

Drift Tubes: Project Management, Run-3 (operazioni, technical coordination), Fase-2, SW e Performance

B-physics

Performance e monitoring dei rivelatori di muoni

Physics Objects e ricostruzione dei Muoni

CMS Offline Software (security, geometry, reconstruction) & Computing

Alignment, Calibration and DB²⁷

Barrel Muon Detector: Run 3 e verso Fase 2

Ottime prestazioni delle CMS Drift Tubes (DT) nel run del 2024

Canali attivi 98.5%, Hit Efficiency 97%, Efficienza di ricostruzione (trigger) locale > 99% (95%)

I detector del rivelatore di muoni non verranno sostituiti in Fase 2

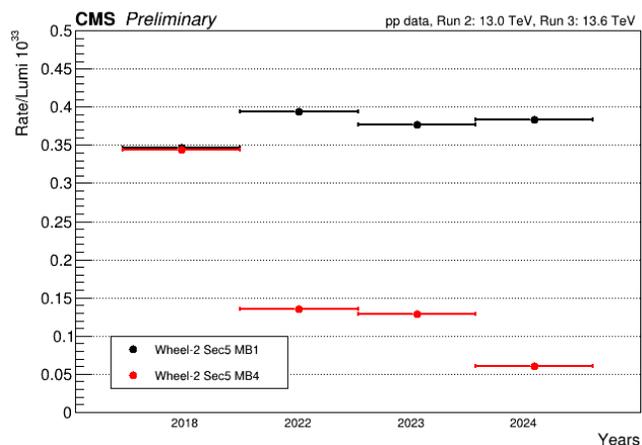
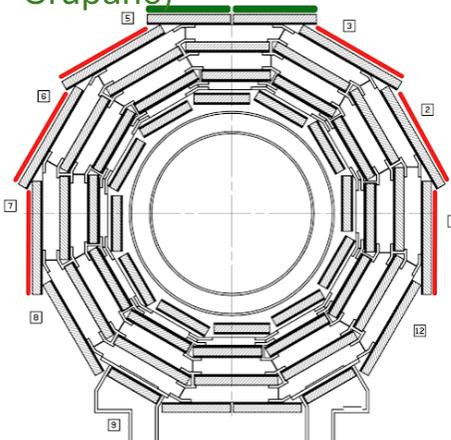
- **Long Shutdown 2:** installati schermi "a coprire" il barrel (ideati da A. Benvenuti)
- **Break Invernale 23-24:** aggiunti schermi vicino alla beam pipe (endcap -)
- **Break Invernale 24-25:** verranno aggiunti schermi vicino alla beam pipe (endcap +)

L'elettronica sarà sostituita e spostata in larga parte fuori dalla caverna (vantaggi: protezione da radiazioni, accessibilità durante il run, *full granularity* temporale nel trigger)

Slice-Test con prototipi dell'elettronica di Fase-2 allestiti in due settori delle DT

- Segnali dei front-end inviati a entrambe le catene di readout e trigger (legacy e Fase 2)

Effettuato un ulteriore test in situ durante il break invernale 23-24 **per verificare meccanica e procedura di installazione** in preparazione per Long Shutdown 3 (Borgonovi *, Fasanella, Cafaro, Crupano)



CMS Run Coordinator: G. Masetti

Responsabilità nelle DT

Project Manager :	D. Fasanella
Deputy PM :	C. Battilana
Technical Coord :	L. Borgonovi *
DPG Coord :	F.R. Cavallo
Dep. DPG Coord :	C. Battilana
Power Supplies :	L. Borgonovi *
WinCC :	D. Fasanella
Longevity :	F. Primavera
Trigger Perf :	F. Primavera
Phase 2 Mechanics :	M. Dallavalle
Phase 2 Trigger :	L. Guiducci

Muon TC Office Coord.: L. Borgonovi

* Attualmente CERN Fellow

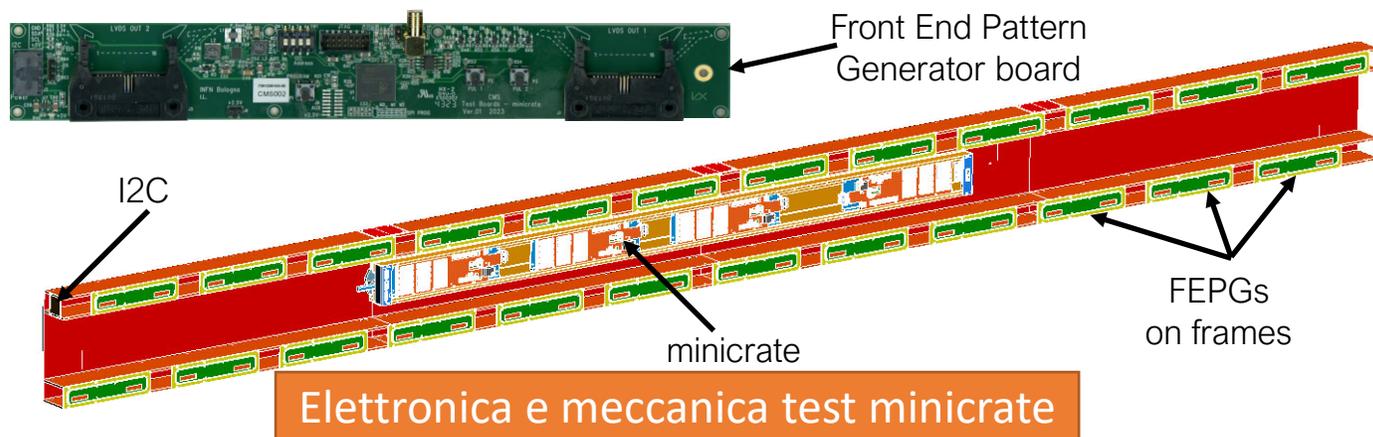
Forte contributo dal Servizio STG su diversi fronti

V. Cafaro, A. Crupano (e V. Giordano) sono i principali esperti di cablaggio e meccanica del rivelatore.

Laboratorio CMS al piano -1, elettronica, meccanica

(cosmic stand, sviluppo DT Upgrade, costruzione minicrate di Fase2)

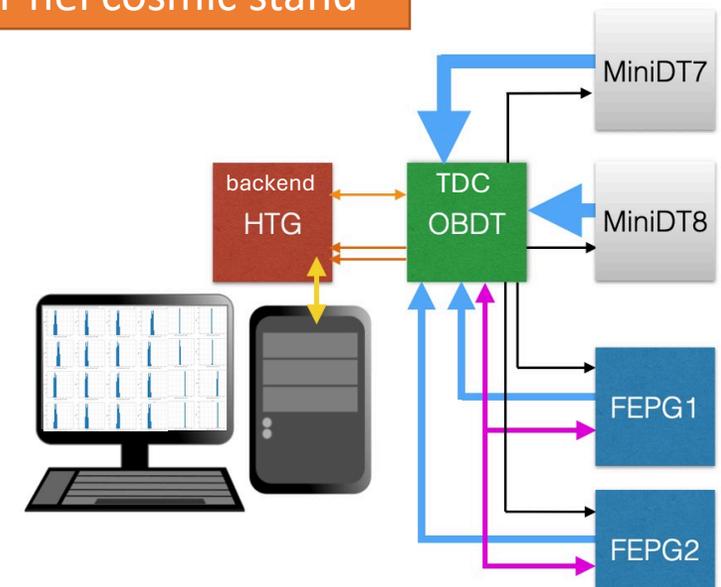
- Laboratorio al piano -1 di BP → spazio in preparazione per la **produzione di 48 minicrate di tipo MB4**
- **Telescopio con MiniDT** (Guiducci, Lunerti, Paggi)
 - ora equipaggiato con **versione finale dell'elettronica** di Fase2
 - presa dati con test patterns e cosmici + scintillatori
 - mini-versione del sistema di test per minicrate di Fase2
- Bologna sviluppa il **sistema di test dei minicrate** per 4 siti di produzione su 5: Bologna, Aachen, Madrid, Torino
 - **Elettronica** (100 boards) e **fw** (**Lax**, Guiducci) + **sw** (Lunerti)
 - **Meccanica** del sistema di test (**Cafaro**, **Guandalini**)
- Coda della produzione della **meccanica** (**Cafaro**, **Crupano**, **Guandalini** e il servizio Meccanico della Sezione in generale) per la **costruzione dei minicrate**; alcune lavorazioni ancora in corso (barre, covers OBDT come aiuto per problemi di produzione ad Aachen)



MiniDT nel cosmic stand



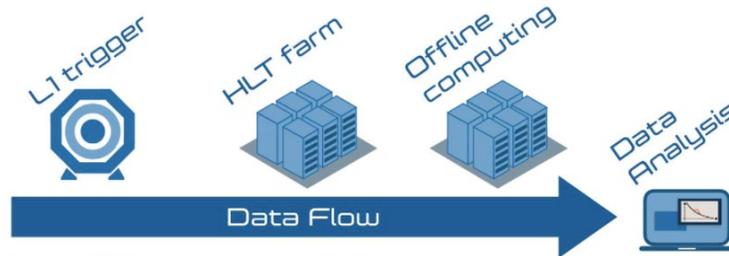
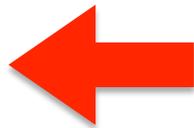
Cover OBDT-Phi



Setup DT Upgrade @ BO

Calcolo scientifico, R&D e progetti PNRR

Focus:
low-latency
performances



Focus:
efficiency for
offline analysis

“DSC” = Data Science
and Computation PhD

Utilizzo di Neural Networks generative per la ricerca di nuova fisica e ottimizzazione per la loro implementazione su risorse FPGA (M. Lorusso, PhD Physics; L. Anzalone, PhD-cand DSC)

Reti Neurali Parametriche per HEP e oltre (L. Anzalone, PhD-cand DSC; T. Diotallevi, RTDa)

Libreria per Reinforcement Learning in HEP e oltre (L. Anzalone, PhD-cand DSC)

Strumenti di Quantum Computing e Quantum Machine Learning con IBM Qiskit (S. Gasperini, PhD-cand DSC)

Algorithms for parameter tuning for offline reconstruction (S. Rossi Tisbeni, PhD-cand DSC)

Investigate & develop approaches for RAW data size reduction under the «Next Generation Trigger» project (S. Rossi Tisbeni, PhD-cand DSC)

Automation framework for CMS DT analysis and for the AICa/DB group overall (S. Rossi Tisbeni, PhD-cand DSC)

Libreria «Qunfold» per approcci di Unfolding statistico con computazione quantistica. (S. Gasperini, PhD-cand DSC; M. Lorusso, PhD Physics)



Coinvolgimento CMS-Bologna in attività **PNRR - Centro Nazionale HPC - Spoke 2** (Fundamental research & space economy):

Attività su «Quasi interactive analysis of big data with high throughput» (T. Diotallevi, A. Fanfani, C. Battilana, D. Bonacorsi)
PI della flagship «interactive analysis» (UC2.2.2) in WP2 (T. Diotallevi)

Green computing su centri di calcolo tradizionali e di nuova generazione, in applicazioni HEP@LHC (F. Minarini, PhD Physics – PON)

Grid Deployment Board member	D. Bonacorsi
Alignment, Calibration and DB (L2)	A. Perrotta
AICa/DB software coordinator	S. Rossi-Tisbeni
Computer Security Officer	G.P. Siroli
MC and Geometry	S. Lo Meo

Responsabilità ufficiali nel PPD (Physics Performance and Dataset) e nell'Offline & Computing di CMS:

Analisi dati a Bologna

B-physics / Exotica / SUSY

Bottomonium spectroscopy: search for states in $Y(nS)KK$ invariant mass with $Y(nS) \rightarrow 2\mu$

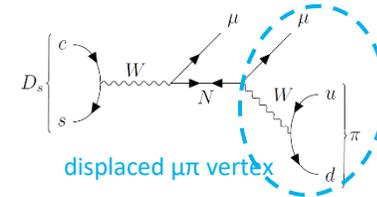
(D. Fasanella, L.Guiducci + laureando magistrale F.Pacelli)

Search for BSM neutral Higgs $\rightarrow 2\mu$

(G. Masetti, S. Marcellini, F. Primavera. T.Diotalevi)

Heavy Neutral Lepton search in D_s decays

(L. Lunerti, A.Fanfani, L.Guiducci, G.Abbiendi, C.Battilana, T.Diotalevi + laureando magistrale M.Cruciani)



Attività editoriali:

- **Standard Model publication Committee:** M.Dallavalle
- **Higgs publication Committee:** P. Giacomelli
- **Referaggio interno articoli per pubblicazione:** G.Abbiendi, C. Battilana, A.Fanfani, F.L. Navarria, A.Perrotta, F.Primavera

Muons

Redesign and Optimization of the Muon HLT for HL-LHC

(laureando magistrale L. Ferragina, C. Battilana)

Longevity studies for the CMS Muon System towards HL-LHC

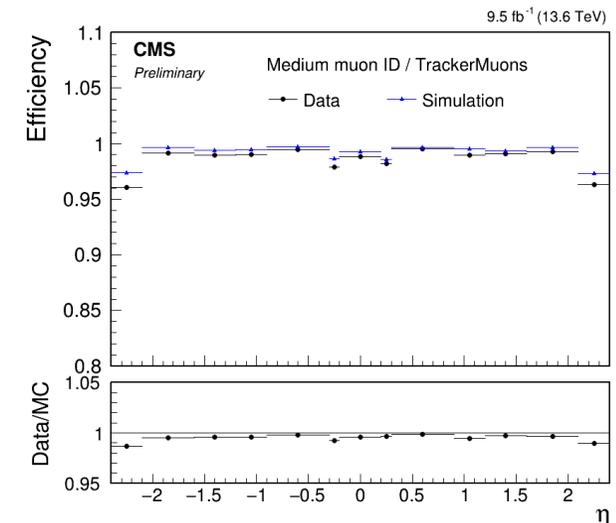
(L. Borgonovi, D. Fasanella, F. Primavera)

Le analisi di performance degli oggetti "muoni" si svolgono nell'ambito del Muon POG (L2 convener **F. Primavera**)

- Data certification and Validation: **L. Lunerti**
- Muon-PAG contact: **A. Fanfani for BPH**
- I recenti sviluppi nell'ambito di analisi riguardano l'implementazione di «automation workflow» (risultati di Run3 ad ICHEP 2024)

Articoli in preparazione per il muon POG:

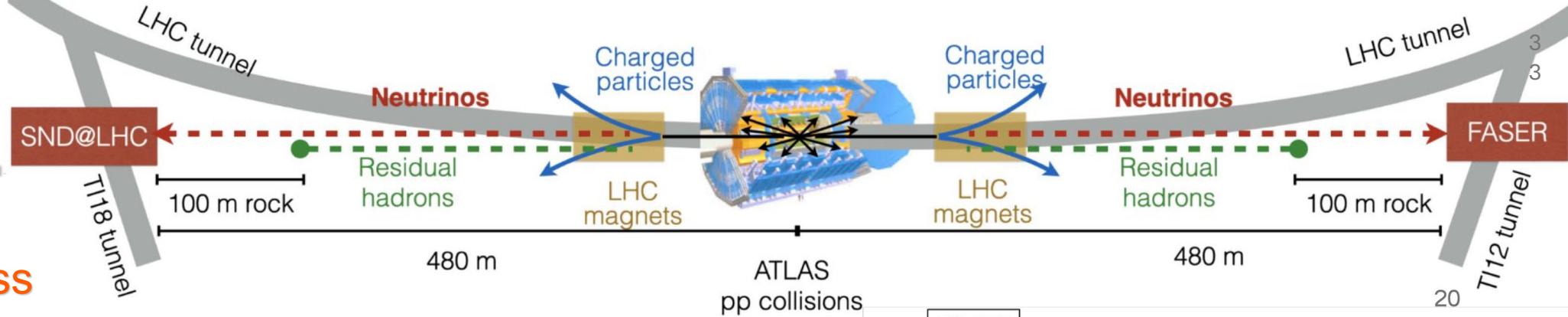
- Muon MVA ID developments for low pt muons
- Developments of displaced muon object
- High precision measurement of muon momentum scale and resolution



SND@LHC

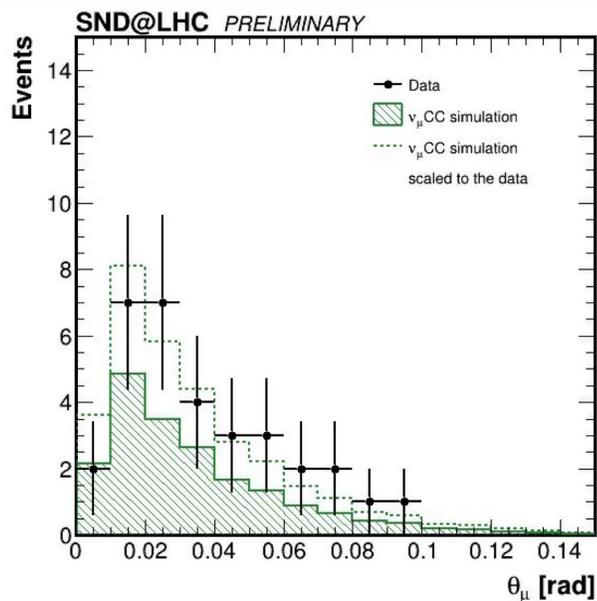
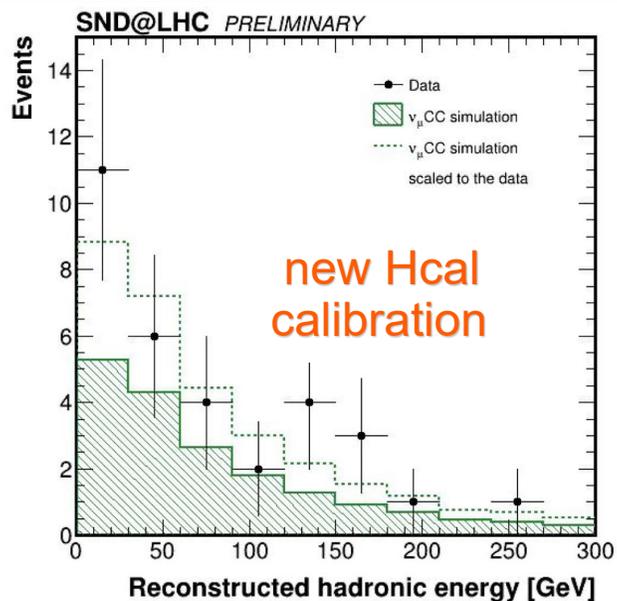
SND@LHC
2022/23

2023 result:
 7.5% of target mass

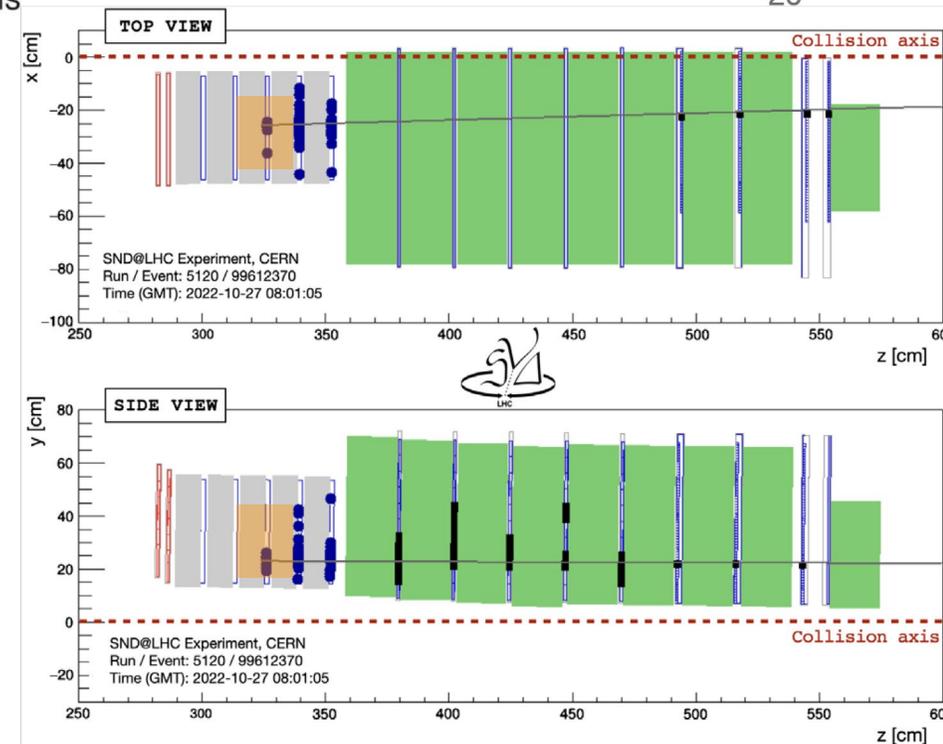


PHYSICAL REVIEW LETTERS 131, 031802 (2023)

Observation of Collider Muon Neutrinos with the SND@LHC Experiment



- Kinematics of muon neutrino candidates are in agreement with the signal prediction.



soon published:
 update to 18% of the target and full 2023 data:

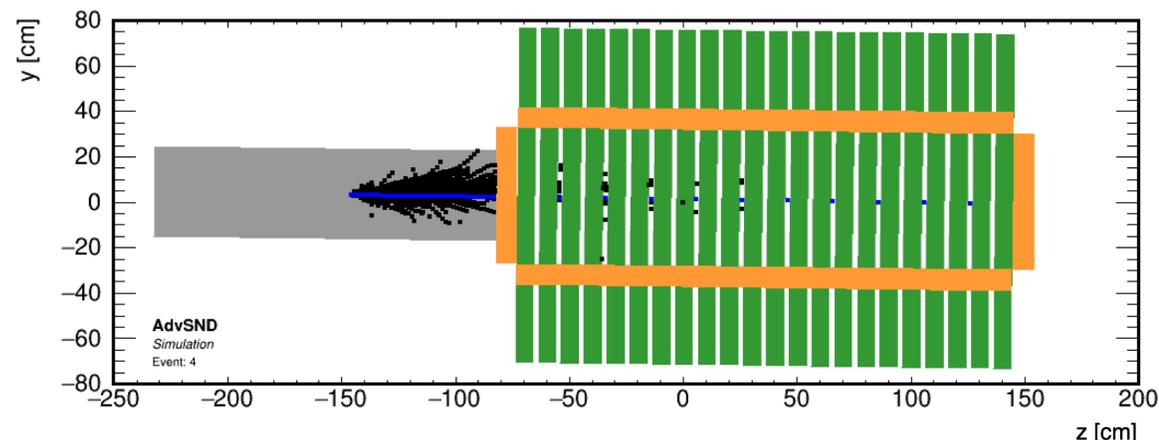
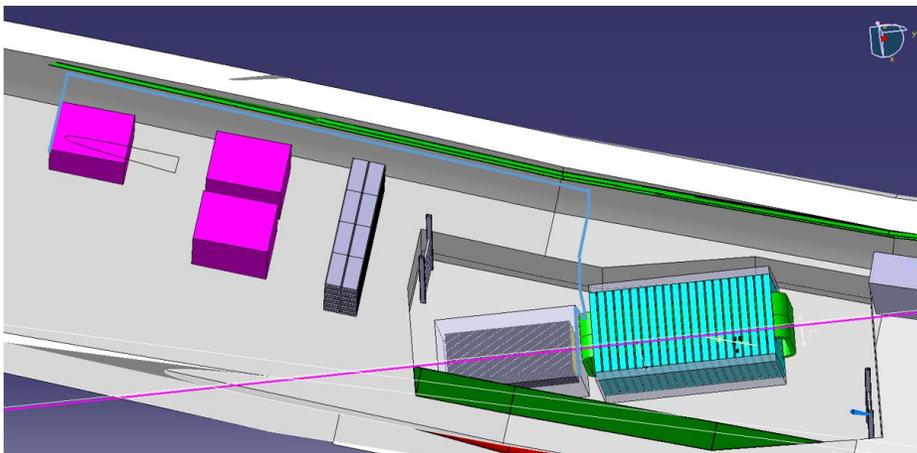
	background	observed	significance
ν_{μ} CC	$0.25^{+0.06}_{-0.06}$	32	12σ

- Upgraded Veto detector: from 18% to ~100% of target mass → **5 times more events**
- ν_e **CC interactions** (+ ν_τ CC 0μ) and Neutral Currents observed with electronic detectors and also in emulsions. BEING PUBLISHED

AdvancedSND

AdvSND Letter of Intent (Apr 2024) : [CERN-LHCC-2024-007 / LHCC-I-040](https://cds.cern.ch/record/2871111/files/CERN-LHCC-2024-007_LHCC-I-040.pdf)

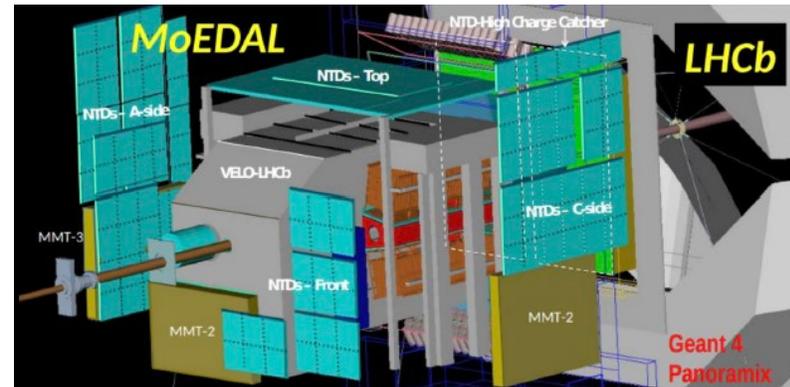
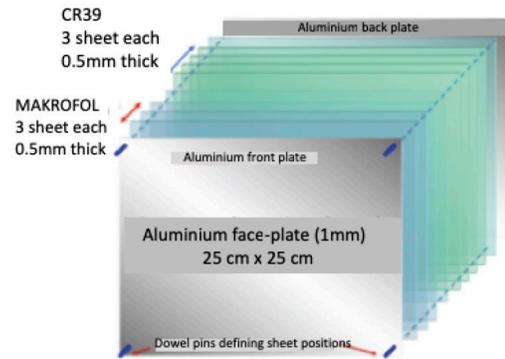
- ◆ **AN OPPORTUNITY FOR NEWCOMERS TO JOIN SNDLHC**
- ◆ continue to take data in HL-LHC; aim at recording a few 10^5 HE neutrinos, of which **4000 tau_neutrinos (1500 tau_antineutrinos, never observed so far)** with TeV energies
- ◆ replace emulsions in target and scintillators in calorimeter with **silicon detectors** (up to 120 layers in target and 50 in calorimeter). Silicon detectors from dismissed CMS tracker. Prototype on test beam in Oct.2024
- ◆ embedded in a 1.5 T solenoid to separate neutrino and anti-neutrino CC interactions
- ◆ possibility of triggering the ATLAS event read-out when a neutrino is tagged in AdvSND



MOEDAL

Ricerca di Monopoli Magnetici & Particelle Altamente Ionizzanti BSM

S. Bertolucci, G. Levi, A. Maulik, L. Patrizii, Z. Sahnoun, V. Togo



2024-2025

- **Run 3** - Esposizione moduli di rivelatori nucleari a tracce (10 m²)
 - Sostituzione ai Technical Stop
 - Etching e Analisi

- **Analisi Run2** (resp. Bo, sottomesso a PRL)

High Energy Physics – Experiment

[Submitted on 11 Nov 2023]

Search for Highly-Ionizing Particles in pp Collisions During LHC Run-2 Using the Full MoEDAL Detector

MoEDAL Collaboration

This search for Magnetic Monopoles (MMs) and High Electric Charge Objects (HECOs) with spins 0, 1/2 and 1, uses for the first time the full MoEDAL detector, exposed to 6.6 fb⁻¹ proton-proton collisions at 13 TeV. The results are interpreted in terms of Drell-Yan and photon-fusion pair production. Mass limits on direct production of MMs of up to 10 Dirac magnetic charges and HECO with electric charge in the range 5e to 350e were achieved. The charge limits placed on MM and HECO production are currently the strongest in the world. MoEDAL is the only LHC experiment capable of being directly calibrated for highly-ionizing particles using heavy ions and with a detector system dedicated to definitively measuring magnetic charge.

- **Sviluppo procedure ML di analisi**



ISTITUTO NAZIONALE di FISICA NUCLEARE
Sezione di Bologna
MoEDAL



Finding the needle in the haystack. Application of neural networks to track finding on plastic detectors used at CERN.

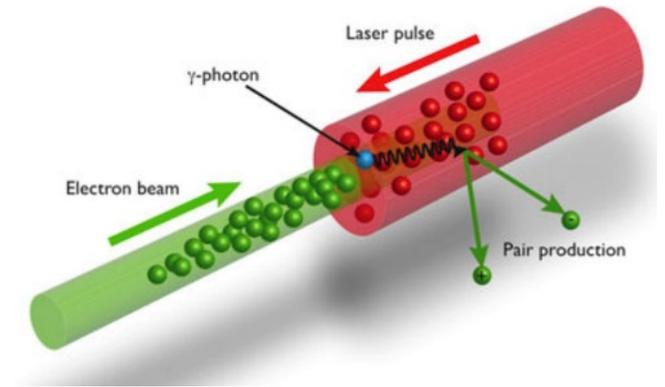
¹Levi, G. ¹Atanu, M. ²Hays, J. ²Millward, L. ¹Patrizii, L. ³Pinfeld, J. ⁴Sahnoun, Z. ¹Sirri, G. ¹Togo, V.
¹giuseppe.levi@unibo.it; ¹DIFA, University of Bologna and INFN Bologna, Italy
²School of Physical and Chemical Sciences, Queen Mary University of London, London, UK
³Physics Department, University of Alberta, Edmonton, AB, Canada

- **Calibrazione rivelatori** (resp. Bo, sottomesso a NIM A)

LUXE

LUXE (Laser Und XFEL) a DESY

- LUXE si propone di fare studi di SFQED raggiungendo intensita' di campo elettrico $\sim 10E^{18}$ V/m (limite di Schwinger, creazione spontanea di coppie e^+e^- nel vuoto) facendo collidere un intenso fascio di elettroni da 16 GeV prodotti in XFEL con un laser ad alta Potenza (centinaia di TW)
- L'INFN di Bologna e Padova hanno proposto un misuratore del profilo del fascio che permette di monitorare l'intensita' del laser all' IP con la precisione necessaria del 2.5%
- Intensa R&D a LNF e CLEAR (CERN) su un innovativo rivelatore di strip su Zaffiro scelto per la elevata resistenza alla radiazione
- I risultati principali ottenuti sono oggetto di proceedings del XVI Pisa Meeting in corso di pubblicazione
- STATO dell'approvazione dell'esperimento
 - A seguito della guerra RUSSIA/UCRAINA:
 - lo shutdown di X-FEL, necessario per installare la linea di fascio per LUXE posticipato a fine 2025
 - EU-XFEL ha messo in seconda priorit  la realizzazione della linea di fascio che doveva essere usata inizialmente da LUXE
 - La collaborazione ha cercato di ottenere fondi per sopperire alle principali necessit , sottomettendo due progetti a call Europee di cui uno andato a buon fine
 - ELBEX, 4.3 M  da CE su 5 anni, per finanziare la nuova linea di fascio (estrazione e fascio in LUXE)
 - In ogni caso, a Novembre 2023 la possibilit  di installare la linea di estrazione nello shutdown del 2025 viene definitivamente esclusa e il progetto entra in una fase di stallo
- Richieste per il 2025
 - Verra' richiesto in CSN1 di completare la fase di R&D per LUXE (impegno di poche migliaia di euro) e probabilmente trasferire sviluppi successivi sullo Zaffiro in CSN5 l'anno prossimo
 - In sezione: 1 MU al laboratorio di elettronica per la realizzazione del PCB a supporto dei rivelatori a strip



Development of a sapphire microstrip detector for gamma beam monitoring

G. Avoni^c, M. Benettoni^d, M. Bruschi^c, A. Cian^e, F. Dal Corso^d, U. Dosselli^d, K. Fleck^a, E. Gerstmayr^a, M. Giorato^b, P. Grutta^{b,d,*}, F. Lasagni Manghi^c, B. Margesin^e, M. Morandin^d, G. Sarri^a, S. Vasiukov^d, M. Zuffa^c

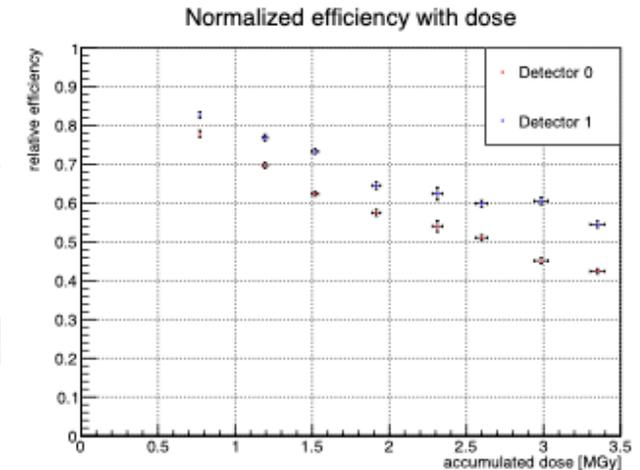
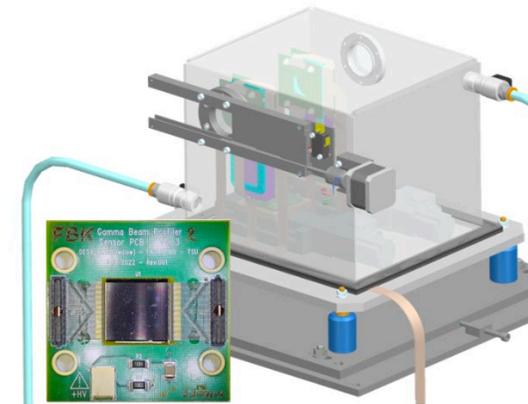
^aCentre for Light-Matter Interactions, School of Mathematics and Physics, Queen's University Belfast, BT7 1NN, Belfast, United Kingdom

^bDepartment of Physics and Astronomy, University of Padova, Via Marzolo, 8, 35131, Padova, Italy

^cINFN Bologna, Viale Carlo Bertini Pichat, 6/2, 40127, Bologna, Italy

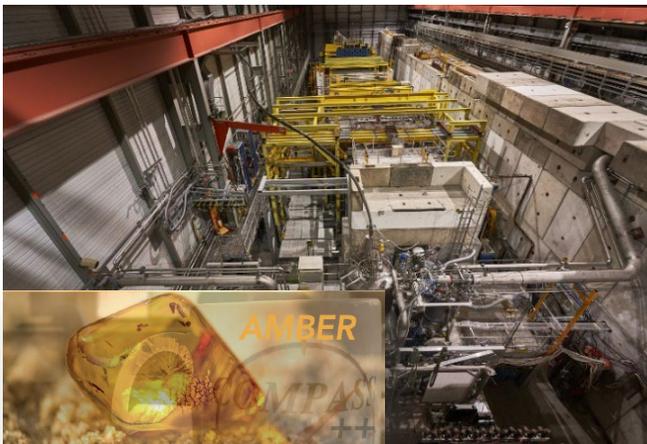
^dINFN Padova, Via Francesco Marzolo, 8, 35131, Padova, Italy

^eFondazione Bruno Kessler, Trento, Italy

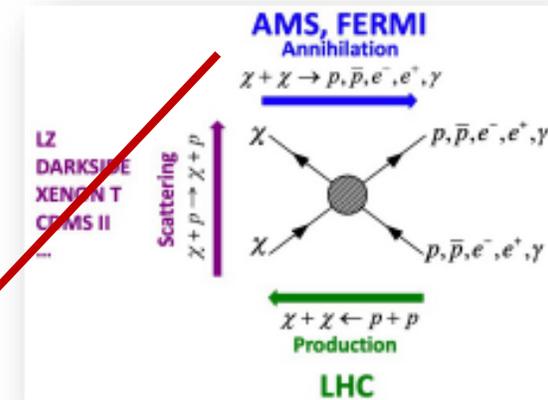


AMBER

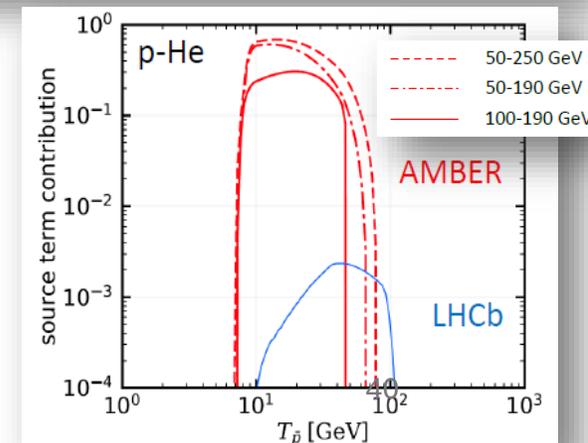
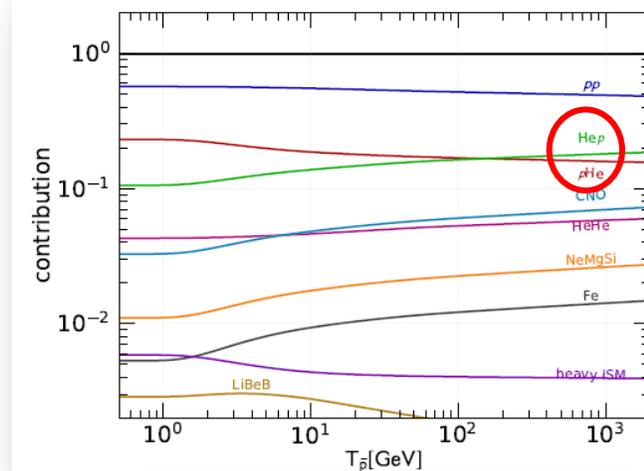
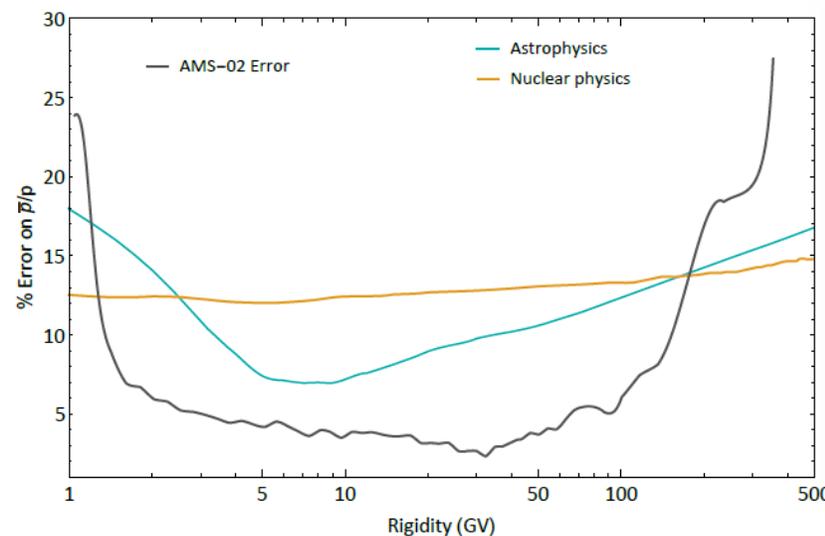
AMBER



AMBER is a fixed-target experiment located in the M2 beam-line of the SPS. It is a multipurpose detector for: muon-proton elastic scattering, hard exclusive reactions, proton radius and **antiproton production cross section measurements as input for indirect dark matter search with AMS-02**



- AMS-02 Bologna group is involved in the analysis of the **nuclear uncertainties which afflict secondary antiprotons production** in the interstellar medium. Thanks to the AMS02 plus GALPROP/HeMod approach, propagation uncertainties are lower than nuclear ones.
- Bologna group collaborates with AMBER experiment in order to provide precise and up-to-date pHe and pp cross section measurements for DM search in the antiproton channel, **to understand the production of cosmic antiprotons up to 50 GeV energy: Helium channels are responsible for almost 40% of the antiproton production.**



AMBER proton beam: from a 60 GeV/c up to 250 GeV/c. The goal is to measure the double differential (momentum and pseudo-rapidity) antip cross production at different proton momenta (60, 100, 150, 190, 250 GeV/c) on fixed liquid targets. The first physics run occurred on November 2022, detectors and beam commissioning took place in April-May 2023, **the antip pHe cross section data taking ended in June 2023, the second pp run is ongoing.**
Contribution from Bologna in collaboration with Trento: shifts during the detectors commissioning phase and the data taking; study of the impact of the cross section uncertainties on astrophysics observables for dark matter indirect searches, using GALPROP and HeMod for CRs simulations; MC simulations for antip production.

ARCADIA

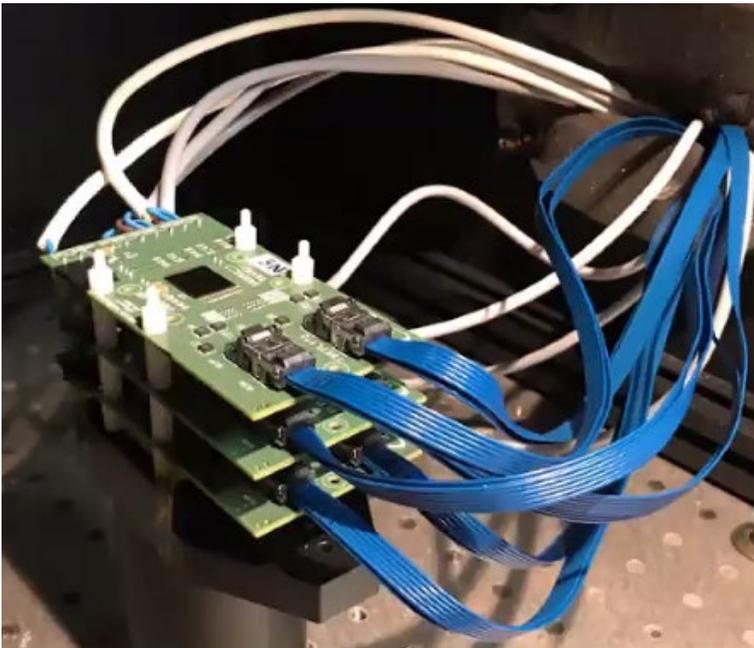
ARCADIA

(2019-2020-2021-2022)

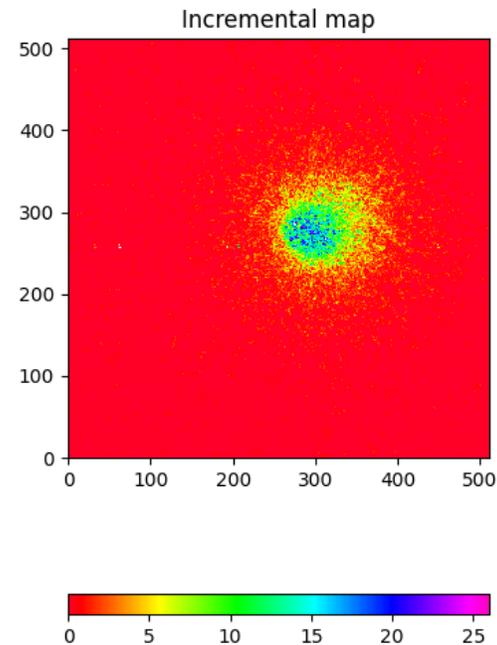
Davide Falchieri

Arcadia R&D goes on:

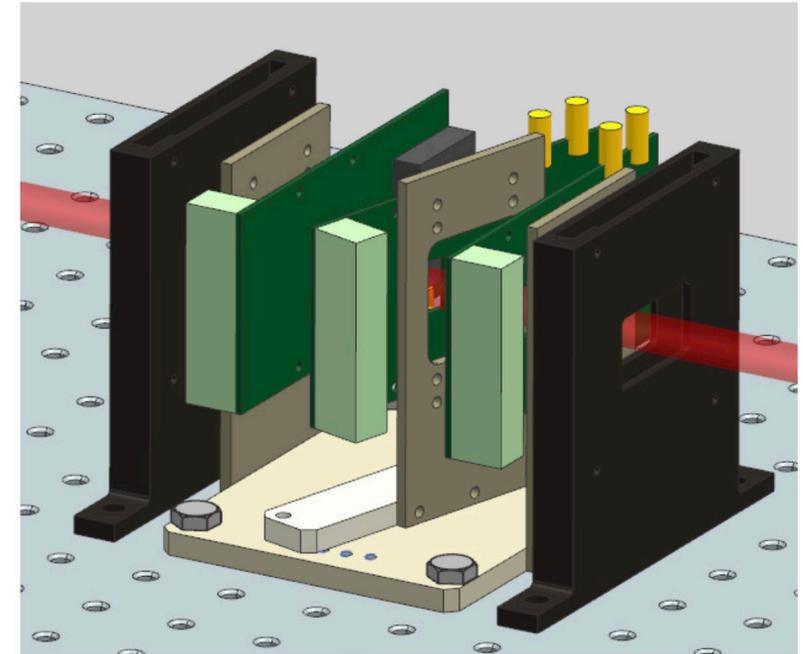
- a SPICES student has spent his 5-months stage on Arcadia in Bologna
- we are preparing a couple of test beams (FNAL, CERN) with a 3-layer telescope



3-layer telescope



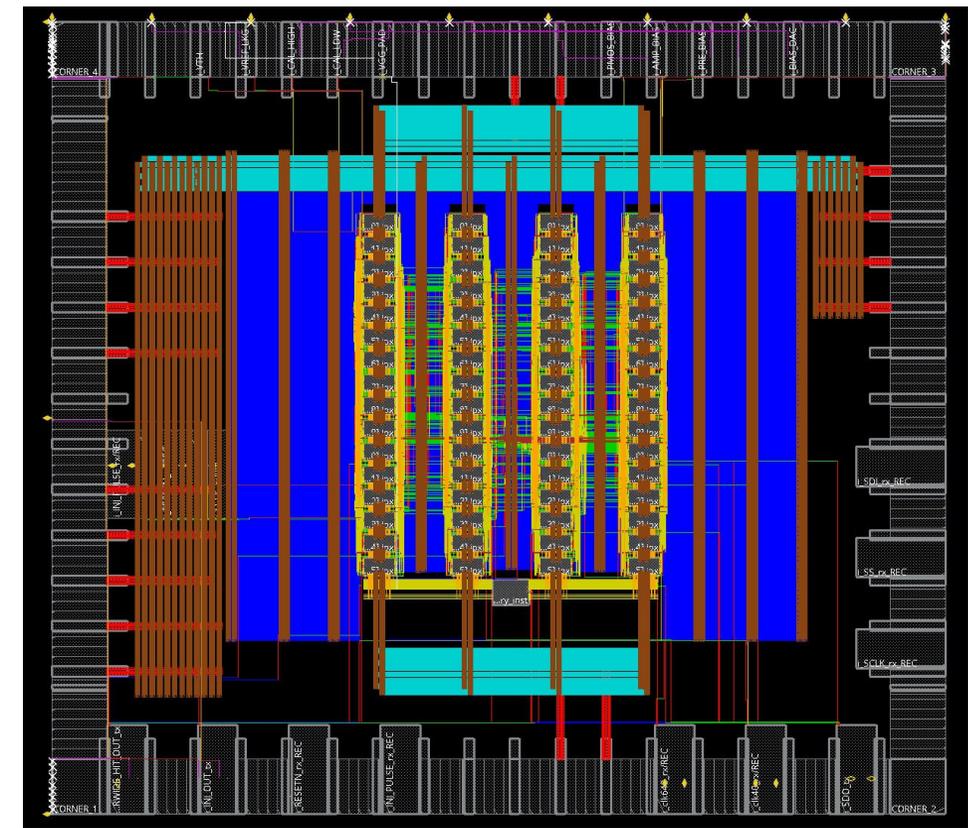
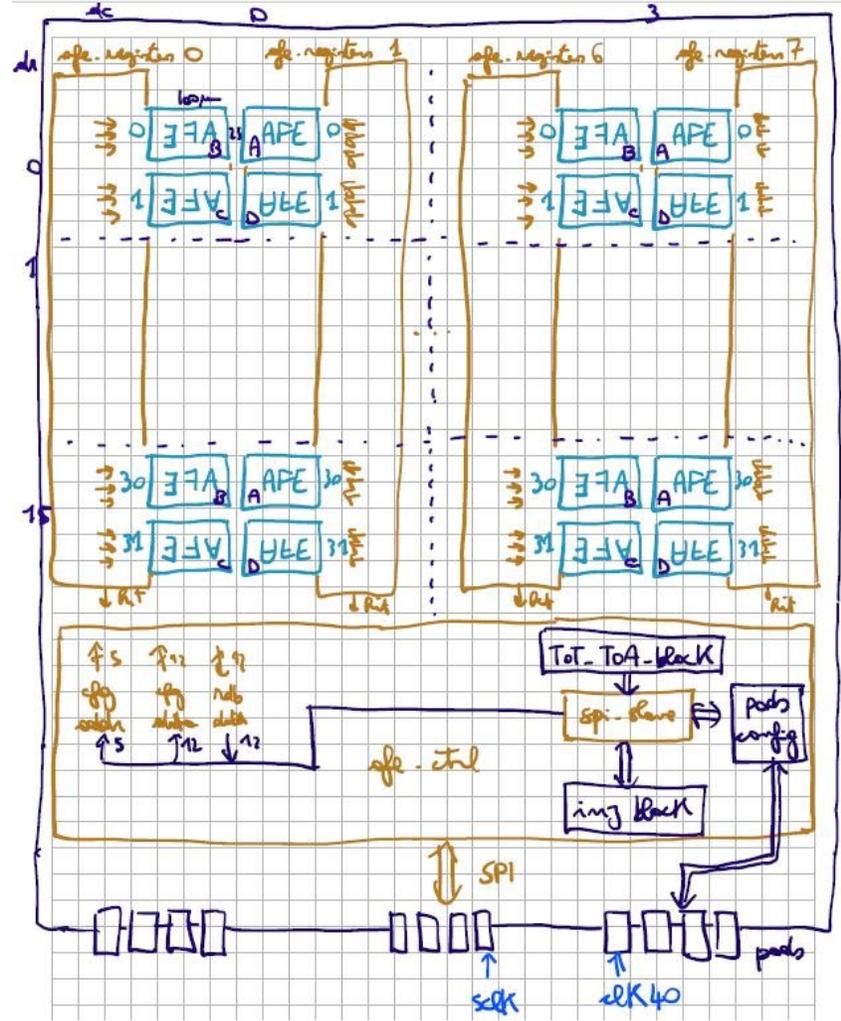
Arcadia with a collimated Sr90 source



mechanical structure for the test-beams

IGNITE

The main objective of **Ignite** is the fabrication of a nominal-size ASIC in CMOS 28 nm technology for the readout of large-area pixel matrices (~2 cm²)



TSMC 28 nm
HPC+
(High Performance Computing +)



to be sent to foundry in July 2024

INFN BO is collaborating in the design & simulation of the digital part of this ASIC

Un esempio della qualità della Sezione ...

- E' in preparazione un Memorandum of Understanding tra INFN e Columbia University + University of Illinois Urbana-Champaign per lo sviluppo da parte del laboratorio di elettronica (S. Meneghini) dell'hardware e firmware per la LUCROD-ZDC per HL-LHC
- Proviene da una lunga storia:
 - 2014 Progetto LUCROD-LUCID (M.Bruschi, C.Sbarra, S.Meneghini)
 - 2020 ZDC realizza grazie a Marco che la scheda è ottimale anche per il loro rivelatore
 - che con l'elettronica precedente non funzionava (qui lo dico e qui lo nego)
 - 2020-2022 HW, FW e SW sviluppati e testati per ZDC (C.Sbarra, S.Meneghini)
 - 2023 LUCROD-ZDC installate e operate con successo in Run-3 (A. Sbrizzi, F.Lasagni, G.Avoni)
 - 2024: gli americani ci chiedono di realizzare un progetto di LUCROD per HL-LHC in sinergia con l'Upgrade della LUCROD-LUCID
 - Stesso hardware, common FW e SW + FW dedicato per ZDC
 - **Insomma, o lo facciamo noi o loro non sanno che pesci pigliare 😊**



E PER UNA VOLTA IL DIRETTORE NON DEVE DIRE

conclusioni

- Grazie a tutti i RL che mi hanno fornito il materiale per questa presentazione
- Grazie soprattutto ai **servizi Amministrativi e Tecnici** senza i quali le tante attività illustrate non sarebbero possibili
- Grazie a tutti voi per l'attenzione e la pazienza. Sono sicuro che mi perdonerete per eventuali mancanze o imprecisioni
- Spero che il messaggio fondamentale di questa review sia passato:

il Gruppo 1 della Sezione di Bologna è estremamente attivo e le responsabilità e riconoscimenti a livello nazionale e internazionale di tanti colleghi ne sono la riprova

Richieste Servizi di Sezione

Richieste per la sezione: RD_FCC

- STG:
 - 6 mu per sviluppo ASIC per la lettura μ Rwell (R. Farinelli, tecnologo, da non inserire in tabella).
 - 4 mu per il taglio fibre per calorimetro dual readout (operazione semplificata dall'acquisto di macchina taglia-cavi dedicata, ma ancora time-consuming).
- Officina:
 - 1 mu per ottimizzazione taglio fibre (piccole componenti).
- Lab. Elettronica:
 - 3 mu per sviluppo elettronica di lettura calorimetro DR.

Richieste Servizi: ATLAS

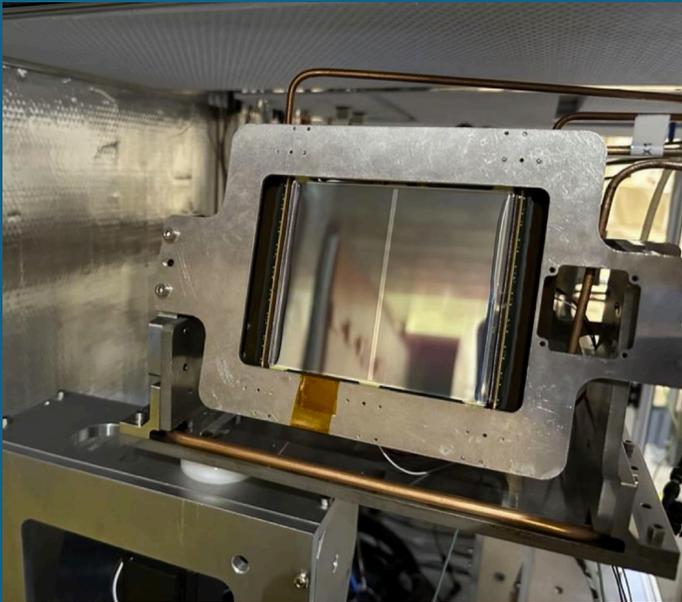
Servizio	Attività	MU
Elettronica	<ul style="list-style-type: none"> LUCID: Sviluppo scheda LUCROD 2 per HL-LHC (incl ZDC) LUCID & Forward Detectors: Supporto Elettronica PIXEL firmware/software + TDAQ Upgrades ITk: Supporto per QA/QC Muoni: Elettronica BI e BIS78 Muoni: supporto attività di produzione RPC per upgrade BI <p>TOT</p>	<ul style="list-style-type: none"> 8 5 2 1 5 4 <p>25</p>
Progettazione	<ul style="list-style-type: none"> Muoni: progettazione attrezzature per produzione RPC per HL-LHC <p>TOT</p>	<ul style="list-style-type: none"> 1 <p>1</p>
Officina	<ul style="list-style-type: none"> MUONI: costr. attrezzature per produzione RPC per HL-LHC ITk: Mechanical support for QC tests <p>TOT</p>	<ul style="list-style-type: none"> 3 1 <p>4</p>
STG/TA	<ul style="list-style-type: none"> Muoni: Maintenance + costruzione RPC progetto BI ITk: attività QC clean room <p>TOT</p>	<ul style="list-style-type: none"> 20 12 <p>32</p>
Calcolo	<ul style="list-style-type: none"> ATLAS TDAQ sys admin deputy coordinator → Brasolin lascia attività a fine 2024 Supporto Tier-3 	<ul style="list-style-type: none"> 0 1 <p>1</p>

Richieste per la Sezione: CMS

Servizio	Attività/competenze	M.U.	Intervallo temporale
Elettronica	Sviluppo di elettronica per il trigger	3	Durante l'anno
Progettazione Meccanica	Supporto per progettazione dei DT miniCrates	2	Durante l'anno
STG	Attività per le DT durante YETS al CERN	0.5	Inizio anno
	Prep. installazione rivelatori a LS3	2.5	Durante l'anno
	Test DT minicrates in sezione e al CERN	2	Durante l'anno
	Assemblaggio minicrate in sezione	10	Durante l'anno
	Rimozione RPC durante YETS (TBC)	0 (2)	Inizio anno (solo se si decide per rimozione)
Calcolo e Reti	Supporto gestione TIER 3	1	Durante l'anno
Officina Meccanica	DT Minicrates	2	Durante l'anno

SPAZI:
 Utilizzo del laboratorio al piano -1 di BP per produzione dei DT minicrate e test coi cosmici

Richieste ai Servizi di Sezione



- **4 M.U. per Calcolo e Reti**
 - **Supporto calcolo dedicato per simulazioni e analisi**
 - **Sviluppo sito di storage locale dei dati (CNAF) e supporto per Tier-3**

