



# Attività di Gruppo 1

Andrea Perrotta

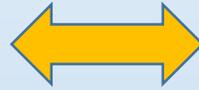
Assemblea di Sezione - INFN di Bologna

14 Luglio 2022

# Collaborazioni di Gr1 a Bologna

Esperimenti in corso di presa dati a LHC:

- **ATLAS**
- **CMS**
- **LHCb**
- **MoEDAL**
- **SND@LHC**



Esperimenti in fase di costruzione/installazione a LHC:

- **Fase2 di ATLAS**
- **Fase2 di CMS**

Sigle relative agli studi per i futuri colliders:

- **RD\_FCC**
- **RD\_MUCOLL**

**UE AIDA-INNOVA**

Esperimenti in fase di progettazione/costruzione:

- **MUONE**
- **LUXE**
- **AMBER**
- **SHADOW**

E' decisamente un periodo di extra-challenges per le collaborazioni scientifiche:

- Pandemia (non ancora finita...)
- Guerra in Ucraina, turbolenze geopolitica, e ripercussioni sulle collaborazioni
- Aumento costi, inflazione, euro debole...

Per quanto riguarda gli aspetti positivi di questo periodo:

- PNRR (principalmente Calcolo, per CSN1)

Ovviamente, fra gli aspetti che avvantaggiano il nostro lavoro è fondamentale il supporto di alta professionalità ricevuto dai Servizi Tecnici, di Direzione, e di Amministrazione... ma questo è una costante!

Challenge addizionale per la compilazione di questa presentazione:



Molto altro materiale per gli esperimenti più grandi (ATLAS, CMS, LHCb) può essere ritrovato nelle slides dell'Assemblea di Sezione di marzo 2022: <https://agenda.infn.it/event/30749>

# Anagrafica di Gr1 a Bologna (preliminare 2023)

	Ricercatori	Tecnologi	Sigle sinergiche in CSN5, PNRR, ...
ATLAS	30,00 FTE (35)*	1,20 FTE (4)	0.85 FTE
CMS	18,75 FTE (28)*	2,85 FTE (5)	0.55 FTE
LHCb	7.90 FTE (13)	0.60 FTE (1)	1.00 FTE
SND@LHC	3,30 FTE (17)	-	
MOEDAL	1.50 FTE (4)	0,2 FTE (1)	
MUONE	2.10 FTE (7)	-	
RD_FCC	1,35 FTE (12)	-	
RD_MUCOLL	0,20 FTE (2)	-	
LUXE	0.60 FTE (2)	-	
SHADOW	1.60 FTE (4)	-	
AMBER	[con AMS] (2)		
<b>Totale</b>	<b>67,65 FTE (89)</b>	<b>4.85 FTE (11)</b>	<b>2.40 FTE</b>

(\*) **Includono Fase 2**

Rispetto ai **preventivi 2022**:

- 71,85 (87) Ricercatori
- 3,35 (9) Tecnologi

**Confermati per il 2022** in fase di assegnazione:

- 74.7 FTE (*inclusi 1.9 in sigle sinergiche*)

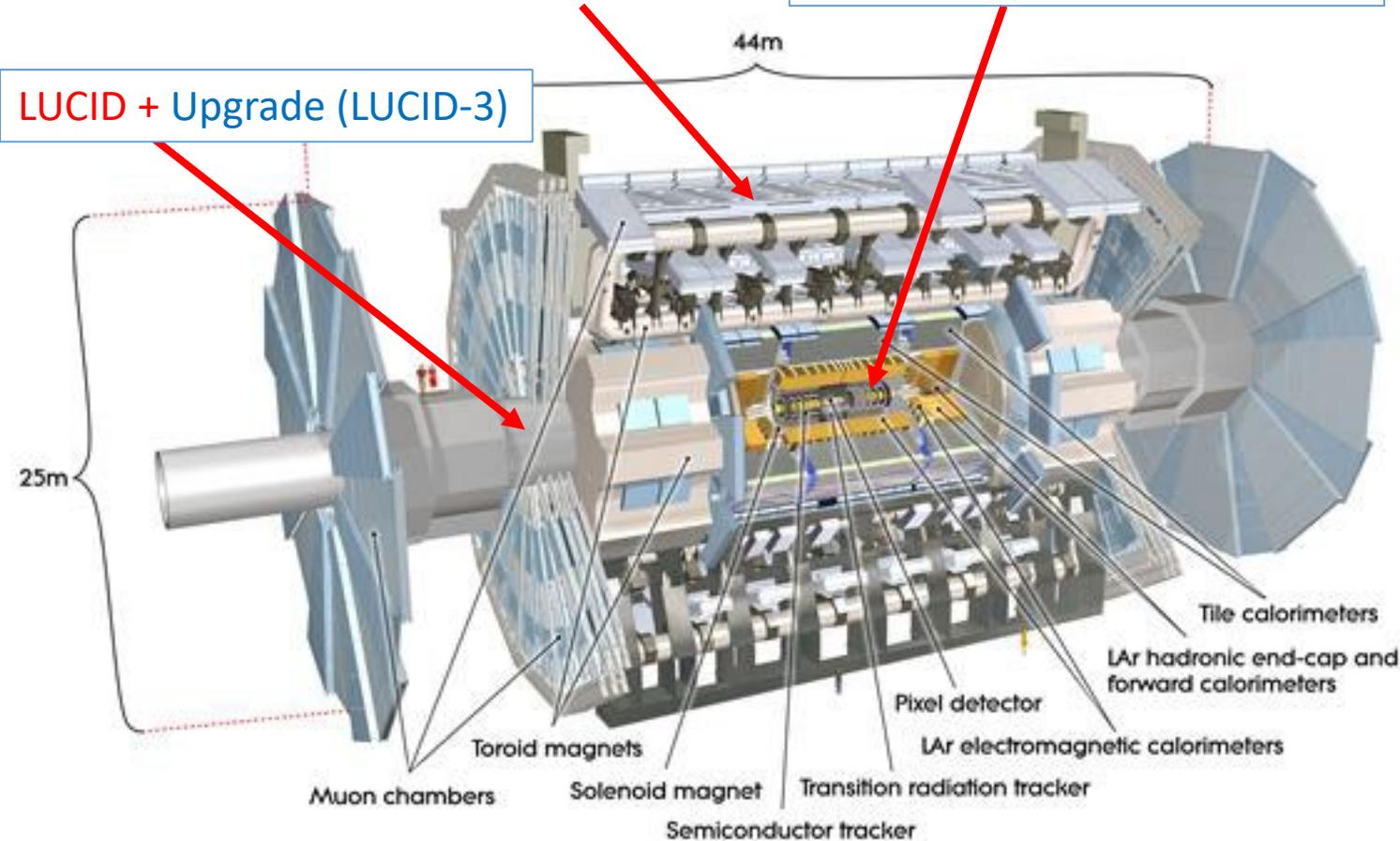
# ATLAS a Bologna: The challenge

<b>FTE BOLOGNA</b>	<b>ATLAS</b>
<b>FTE RICERCATORI</b>	<b>30</b>
<b>FTE TECNOLOGI</b>	<b>1,2</b>

MUON RPC + Upgrade

PIXEL detector + Upgrade (ITk)

LUCID + Upgrade (LUCID-3)



+ TDAQ; CALCOLO; Attività Analisi dati e Performance

Nome	Responsabilità principali
<b>RUN-3</b>	
A. Polini	Muon Speakers Comm.
A. Bruni	Muon Speakers Comm.
D. Boscherini	RPC coordinator
M. Negrini	MC production coordinator
A. Sbrizzi	Forward Det. Speakers Com. Chair
C. Vittori	ATLAS Z/W-SM convenor
<b>HL-HLC (Phase-2)</b>	
A. Bruni	Muon Upgrade Risk Manager
<b>A. Polini</b>	<b>Muon Upgrade Project Leader</b> <span style="color: green; font-weight: bold;">New</span>
B. Giacobbe	LUCID-3 Project Leader
B. Giacobbe	Lumi. Oversight Group dep. coord.
<b>ATLAS ITALIA</b>	
A. Bruni	Muon Activity Coordinator
D. Boscherini	Upgrade Coordinator
F. Lasagni M.	LUCID Activity Coordinator

# Nulla di tutto ciò sarebbe possibile senza il vostro entusiasmo

Servizi di Sezione	Post-doc	Dottorandi
TUTTI !	5	5

- **LUCID (+ Upgrade) + ZDC:**

- G.Carratta, D. Cremonini

➤ G.Avoni, S.Meneghini, R.Travaglini, I.Lax, A. Margotti, G. Pancaldi → LUCID & Forward Detectors Electronics & mechanics, LUCROD(s) design & FW, detector maintenance and upgrade

- **MUONI (+ Upgrade):**

- L.Massa, G.Bianco

➤ M.Guerzoni, C.Gessi, A.Chiarini, S.Serra, G.Piazza, G.Avoni, G. Pancaldi, M.Furini, S.Meneghini, M.Zuffa, G.Pellegrini, R. Travaglini, A.Margotti → RPC maintenance, BIS78/BI construction & electronics, Upgrade mechanics design

- **Elettronica/firmware Pixel + TDAQ + Hardware Track Trigger (HTT):**

- F.Alfonsi, K.Todome, F.Del Corso, G. Levrini

➤ G.Balbi, D.Falchieri, R.Travaglini, G.Torromeo, G.Pellegrini → PIXEL ROD FW/SW maintenance and development, electronics and FW for TDAQ Upgrades

- **ITk:**

- G.Carratta

➤ A. Palladino, G.Pancaldi, M.Furini → Pixel qualification (QA/QC)

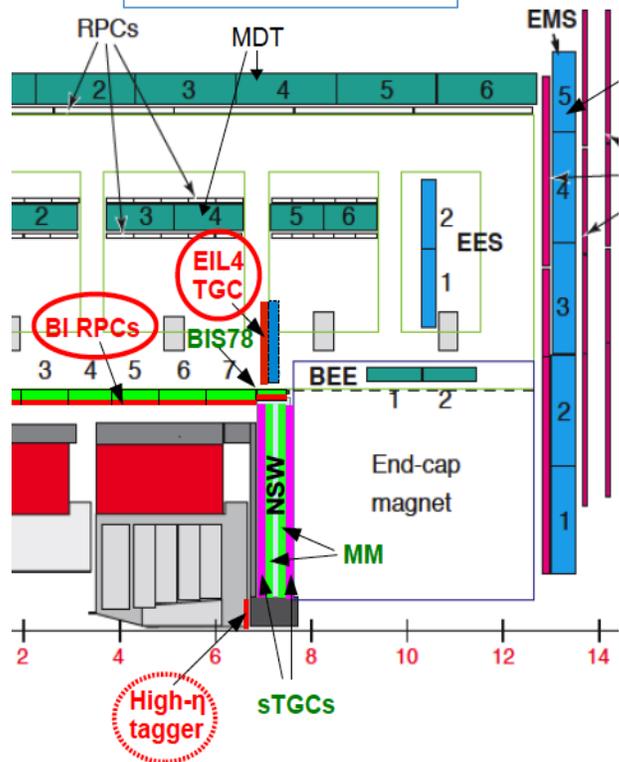
- **Calcolo:**

- F.Semeria, F.Brasolin, P.Veronesi, P.Calligola → Tier-3 maintenance and support, ATLAS TDAQ system administration

- **Analisi+Performance:** K.Todome, C.Vittori, L.Massa, G.Carratta, N.Cavalli, G.Bianco

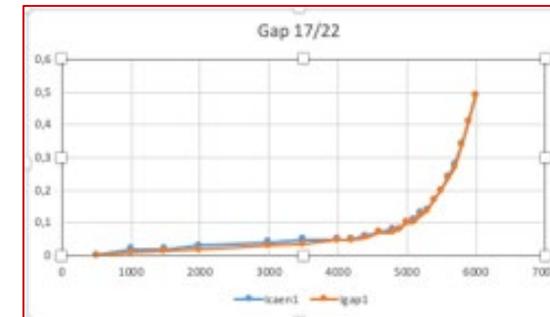
**E TUTTO IL NOSTRO SERVIZIO DI DIREZIONE E DI AMMINISTRAZIONE !**

# MUONI



## Upgrade per FASE-2

- Stazioni BI : nuovi RPCs nei settori BIL + nuovi RPCs e sMDT nei settori BIS
  - 75% → 95% copertura barrel del trigger L0 – miglioramento capacità di tracking e risoluzione
- EIL4 TGC upgrade → tripletti TGC (ridondanza)
- Sostituzione elettronica MDT, TGC & RPC (specifiche TDAQ FASE 2)
- HV/LV intero detector



## BOLOGNA

- **Co-responsabile** installazione di ~150 RPC nel layer interno
- **Attività in sede**
  - Progettazione volumi gas, singoletti, tripletti RPC
  - Progettazione e costruzione tools per montaggio e test rivelatori
  - **Nuovo laboratorio (via Ranzani)** – inizialmente per costruzione strumenti (tavoli di lavorazione, tools stoccaggio)
  - Sviluppata tecnica di saldatura a getto di aria calda componenti SDM e tools per misure di resistività pannelli bakelite
  - **Laboratorio 'gas' (Irnerio):** studio RPC innovativi e validazione simul. fondo neutroni (tripletto in costruzione in Sez.)

## Rivelatore attuale RPC (6785 m<sup>2</sup>, 375x10<sup>3</sup> canali)

- Costruito interamente da INFN e mantenuto da BO, RM2, RM1
- **Responsabilità Bologna:** sistema RPC, DCS, DQ-online

## Run 3 - Progetto pilota di upgrade

- **BIS78:** Installate 8 stazioni, 16 tripletti RPC nuova generazione (gap 1mm)
- In corso **integrazione** con **DAQ** di ATLAS
- **Simulazione MC** del rivelatore

## Attività di mantenimento costante

- Campagna di riparazione delle perdite di gas e mascheramento
- Riduzione delle fluttuazioni di pressione (4 nuovi rack di distribuzione gas per equalizzare e ridurre sovrappressioni)
- Installazione di valvole di non-ritorno

RUN1 LS1 RUN2

LS2

0 2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021 2022 (primi di giugno)

# Gas Layer Riparati\* (tot=2136) 251 18 55 127 102 270 94 231 149

# LUCID (Fig.1)

- Luminosità Run-2 misurata con precisione 0.85%
- Refurbishment per Run-3 completato (incluso TDAQ, DCS)
  - Run-3 iniziato in maniera smooth (Fig.2) !
- Installati prototipi per HL-LHC: LUCID-3 (Fig.3)
  - Primi dati in accordo con simulazioni Monte Carlo !
- Attività in sede:
  - qualificazione PMT di nuova generazione per HL-LHC (Fig.4)
  - Progettazione nuova elettronica (lab. Elettronica)

Fig.3

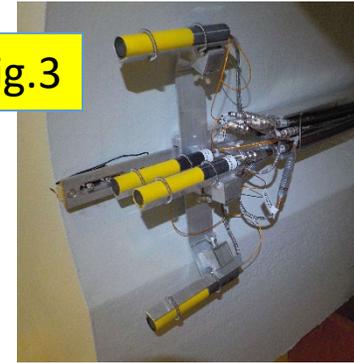


Fig.1

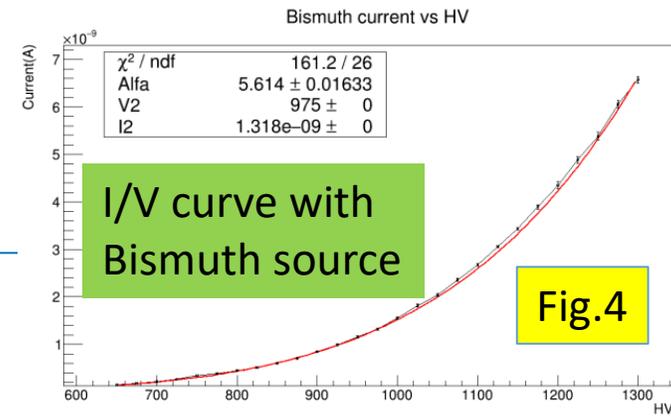
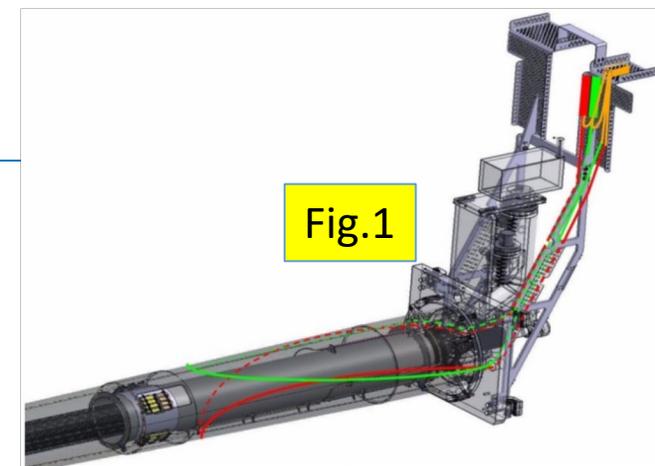


Fig.4

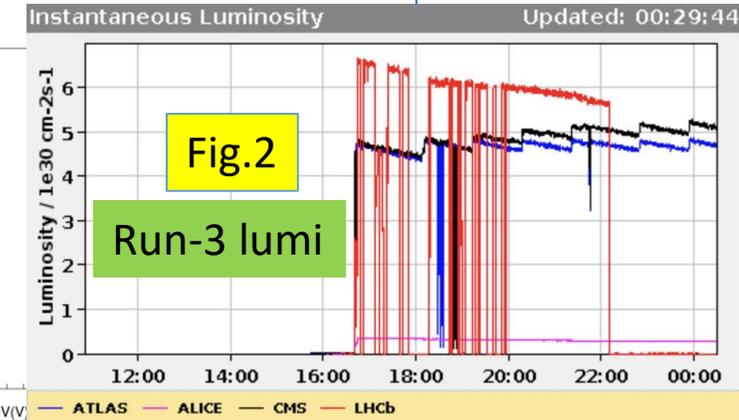


Fig.2

Run-3 lumi

# 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
  - talk K. Todome ad ICHEP
  - Include generazione test-vectors per Hough Transform
- TDAQ networking (Data Science PhD)
- PIXEL ROD support and development (lab. Elettronica)

# 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 -30 and 60 with humidity control *and*
  - **testing stage** for both triplets and quads *and*
  - **Functionality test with x-ray irradiation**
  - **TDAQ** for QA/QC
  - **Test of RD53 modules started in December as test-bench for final sensors: ready to go !**

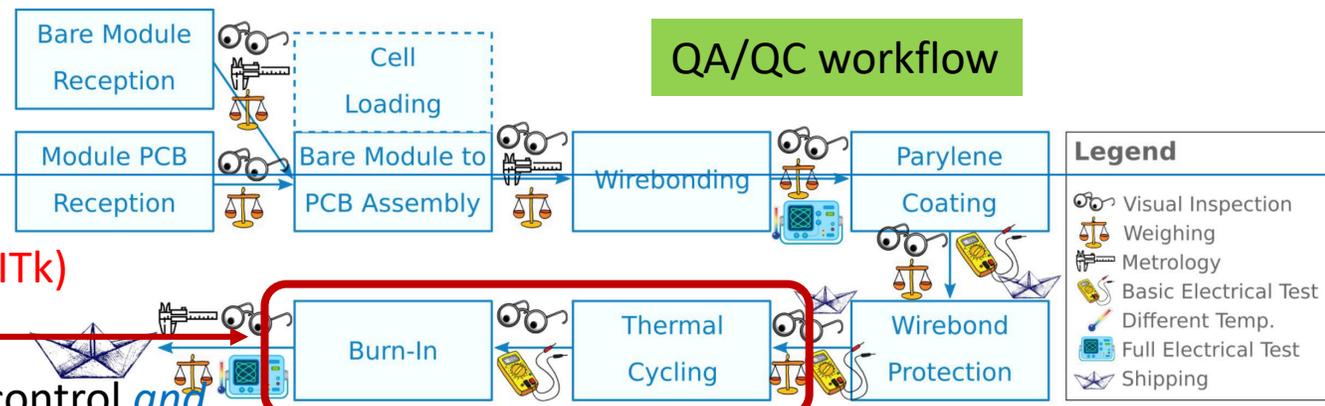
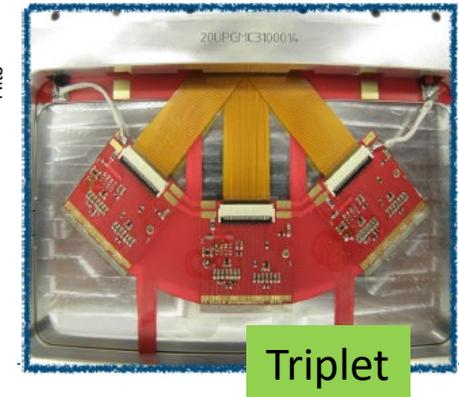
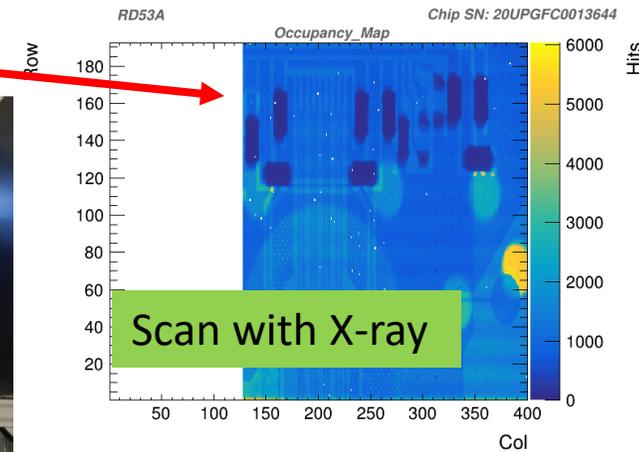
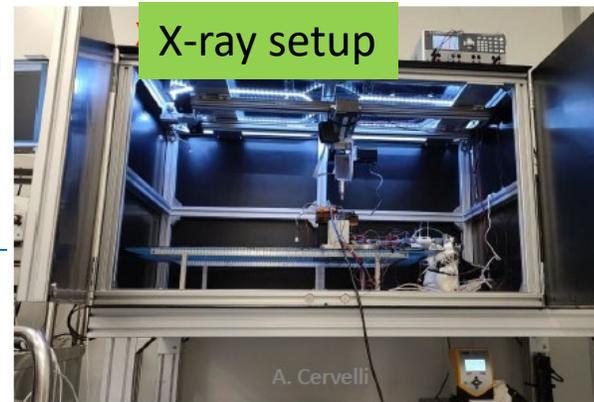


Figure 2: Production flow.

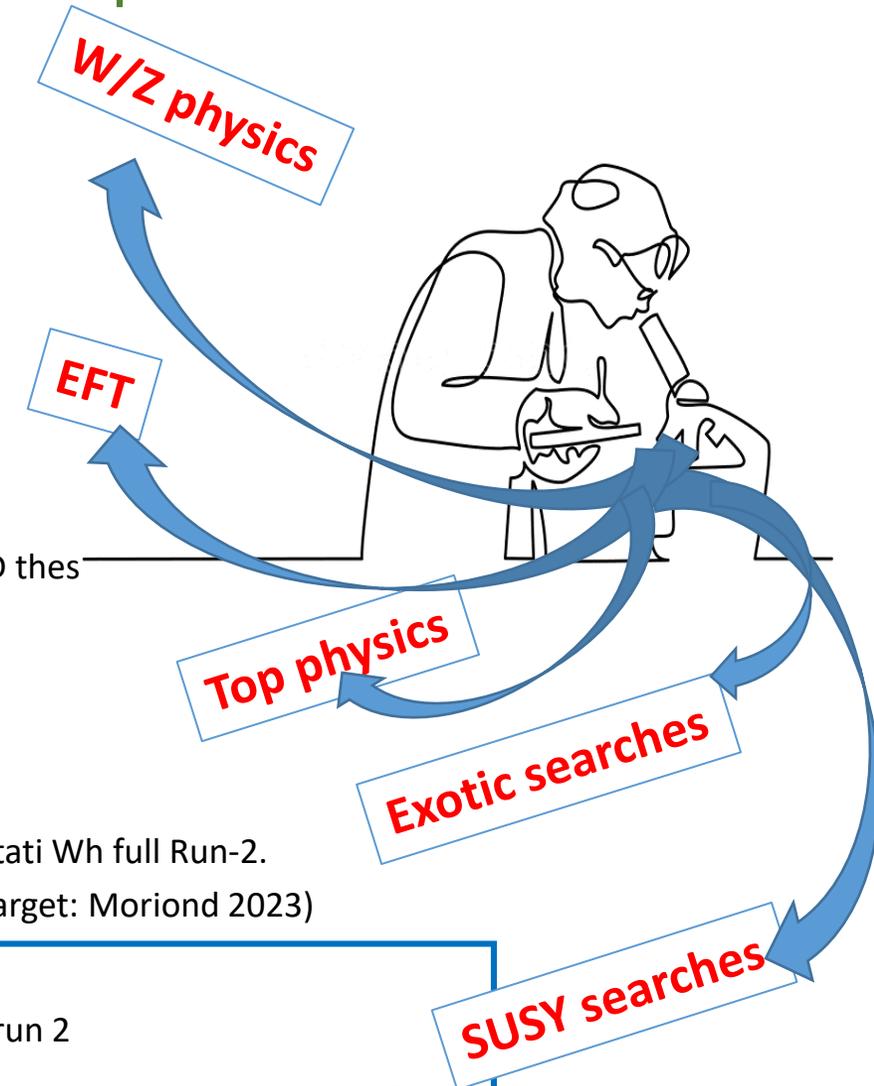


# Computing

- Supporto alle attività di **calcolo distribuito** di ATLAS
- Studi su **Operational Intelligence per Distributed Data Management and Log Analysis**
  - Di Girolamo A, et al, Front. Big Data, Big Data and AI in High Energy Physics, 2022, <https://doi.org/10.3389/fdata.2021.75340>
  - Clissa L, Lassnig M, Rinaldi L, paper submitted to Computing and Software for Big Science
- **Deployment di Analysis Workflows su sistemi HPC** → *Abstract submitted to ACAT2022 conference*

# Attività di analisi & performance

- **Modello Standard:** (Camilla Vittori: W/Z convener e SM contact per MC production)
  - ~Published [2205.02597]: collinear Z+jets
  - Ongoing:  $\sigma$  di Z+b(b) and Z+c(c) full run2
  - Planned: W/Z early run 3 analysis
- **Top:** (Marino Romano: top cross section convener e contact per ATLAS/CMS comb Matteo Negrini: MC production coordinator)
  - Ongoing: Mass(top) usando t-tbar xsec differenziale (M. Negrini editor)
  - Ongoing: A)  $\sigma(WbWb)$  (interferenza ttbar tWb) – B) Misura  $\sigma$ -differenziale l+jets full Run-2
  - Ongoing: Same-sign top pair search in EFT approach (N. Cavalli analysis contact)
- **Higgs & BSM-Higgs:**
  - Published: ttHbb con statistica completa run2 [JHEP 06 (2022) 97]
  - Ongoing: 2HDM multi-b multi-lepton
- **Esotici:** (Antonio Sidoti: Lepton+X convener)
  - ~Published [2022:02039]: Seesaw III- 3/4 leptoni (M. Franchini, A. Sidoti editors) → G. Carratta PhD thes
  - Ongoing:  $H^{++}$  full statistics (A. Sidoti editor)
  - Ongoing: Vector-Like Leptons full run2 (M. Franchini analysis contact)
- **SUSY:** (Alberto Cervelli: Analysis contact and Editor for all listed papers)
  - Published: 1 lepton inclusive full Run-2 con interazioni forti [EPJC 81 (2021) 600]
  - Ongoing: Coppie chargino-chargino/chargino-neutralino con WW/WZ nello stato finale, e ML per stati Wh full Run-2.
  - Ongoing: EWK Run-2 summary paper with combination and re-interpretation of current analysis (target: Moriond 2023)
- **Muon Combined Performance** (Noemi Cavalli liason MCP – Top group)
  - Published Muon ID in full run 2 [EPJC 81 (2021) 578] and (Ongoing) Muon Momentum Reco in full run 2
- **Isolation and Fake Factor group** (Kazuki Todome Coordinatore per ATLAS) Background evaluation trasversale a molte analisi

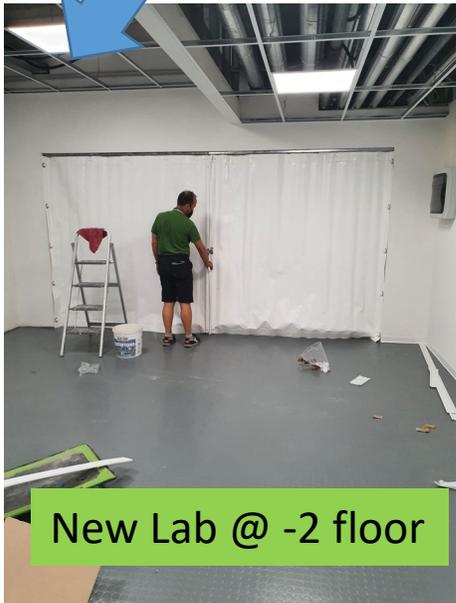


# Spazi

✓ **Laboratorio (Berti Pichat, -2) per muon upgrade pronto:** programma dettagliato dipende da modello produzione ma anche da fattori geo-politici (Istituti russi):

- ✓ costruzione attrezzature meccaniche e logistica;
- ✓ certificazione lastre di bakelite;
- ✓ Lavorazione pannelli segnale

**Attività ad oggi prevista fino al 2026**



New Lab @ -2 floor



Clean room with Climatic chamber

Assemblea di Sezione 28/3/22

✓ **Clean Room (Berti Pichat, -1) pienamente operativa**

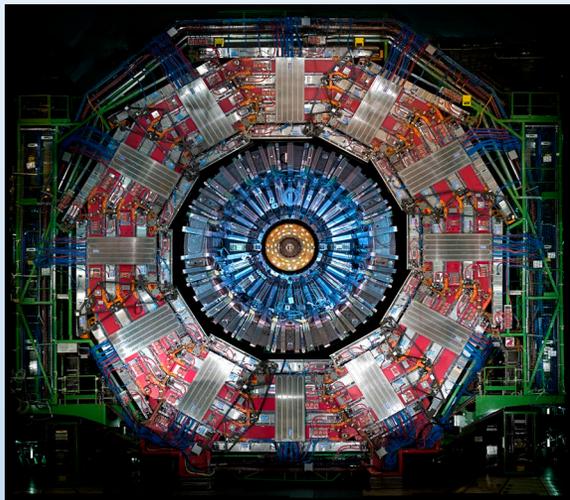
- ✓ Iniziata QA/QC sensori ITk
- ✓ Attività prevista fino al 20???

# Richieste Servizi

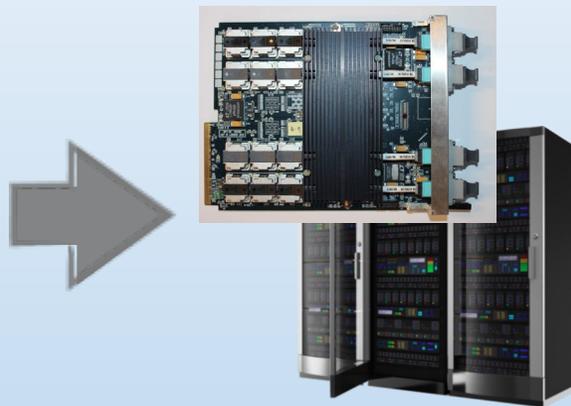
Servizio	Attività	MU
<b>Elettronica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>LUCID: Sviluppo scheda LUCROD 2 per HL-LHC (incl ZDC)</li> <li>LUCID &amp; Forward Detectors: Supporto Elettronica</li> <li>PIXEL firmware/software + TDAQ Upgrades</li> <li>ITk: Supporto per QA/QC</li> <li>Muoni: Elettronica BI e BIS78</li> <li>Muoni: Progettazione strip e pannelli read out, sviluppo strumenti automatizzati per saldatura FE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 6</li> <li>• 5</li> <li>• 2</li> <li>• 1,5</li> <li>• 5</li> <li>• 6</li> </ul>
	<b>TOT</b>	<b>25,5</b>
<b>Progettaz.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Muoni: Disegni RPC Progetto BI + progettazione strumenti</li> </ul>	6
	<b>TOT</b>	<b>6</b>
<b>Officina</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>MUONI: costruzione tavoli e carrelli pwe camere BI</li> <li>ITk: Mechanical support for QC tests</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4</li> <li>• 2</li> </ul>
	<b>TOT</b>	<b>6</b>
<b>STG</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Muoni: Maintenance + costruzione RPC progetto BI</li> <li>ITk: attività QC clean room</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 10</li> <li>• 7</li> </ul>
	<b>TOT</b>	<b>17</b>
<b>Calcolo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ATLAS TDAQ sys admin deputy coordinator</li> <li>Supporto Tier-3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 9</li> <li>• 1</li> </ul>
	<b>TOT</b>	<b>10</b>

# CMS

Gruppo di Bologna 2023 (preventivi):  
28 Ricercatori/PhD - 5 Tecnologi → 22.15 FTE (+1 PhD aspettato)



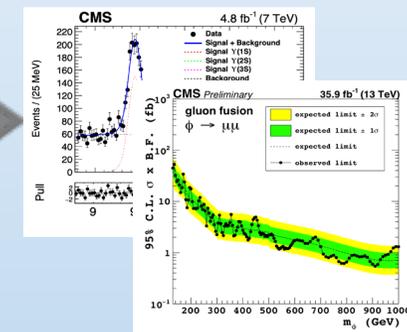
Rivelatori: camere per muoni, operazioni, upgrade



Trigger (muoni) 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 perPhase 2

Machine Learning - Deep Learning

Higgs (BSM)

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

B-physics

Gas Electron Multiplier (GEM)

Ricostruzione, performance e monitoring dei rivelatori di muoni

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

# Barrel Muon Detector dopo LS2, a Run3, e in futuro

Durante LS2: riparazione, manutenzione e commissioning del rivelatore DT; installato nuovo sistema di schermi di protezione dalla radiazione.

Forte presenza del gruppo di Bologna, con molte responsabilità personali.

I tecnici V. Cafaro, A. Crupano, V. Giordano sono i principali esperti cablaggio e meccanica del rivelatore

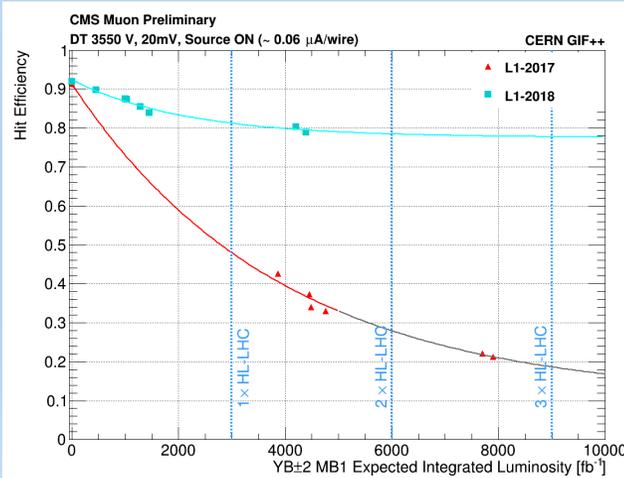
In previsione di High-Luminosity LHC, tutta l'elettronica esterna alle camere verrà sostituita, in particolare tutta l'elettronica di trigger sarà spostata lontano dalla caverna. Vantaggi:

- 1) Protezione dalle radiazioni
- 2) Accessibilità anche durante il run di LHC
- 3) Alta granularità temporale dell'informazione disponibile per il trigger

G.Masetti **CMS Run Coord.**

**DT Project Manager:** D. Fasanella (AAachen)  
**DT Deputy PM:** C. Battilana  
**DT Technical Coord:** L. Borgonovi  
**DT DPG Coord :** F.R. Cavallo  
**Dep. DT DPG Coord:** C. Battilana  
**DT Power Supplies:** L. Borgonovi  
**GIF++:** L. Borgonovi  
**DT Longevity Coord** F. Primavera  
**DT Trigger Perf:** S, Marcellini

Stima della performance del rivelatore dopo 1-2-3 anni di HL-LHC: deterioramento della performance in circa il 5-10% delle camere, ma impatto finale sul trigger contenibile a livello software:



## DT SLICE TEST

- Test su un intero settore dei DT, in cui ogni segnale del front-end viene inviato a entrambe le catene di elettronica: legacy e Phase 2.
- Testato con cosmici durante LS2, è in funzione durante Run 3.
- Si prevede di installare un secondo Slice Test nel settore contiguo, dove si userà la nuova versione della On-Board electronics. L'installazione verrà fatta durante il prossimo Year End Technical Stop con coinvolgimento di Bologna principalmente per la meccanica (V. Giordano, V. Cafaro, A. Crupano) e l'installazione (+ L. Borgonovi)

# Muon Barrel Upgrade

## Cosmic stand a Bologna per sviluppo DT Trigger Phase2

Sistema di Trigger basato su barre di scintillatori, fibre WLS e SiPM in sviluppo

- Meccanica per accoppiamento SiPM-barre in fase di test
- Necessari ulteriori test per valutare accoppiamento scintillatore-WLS e WLS-SiPM

(Fabbri, Giacomelli, Montanari, Guiducci, Tosi, Cafaro, Giordano)

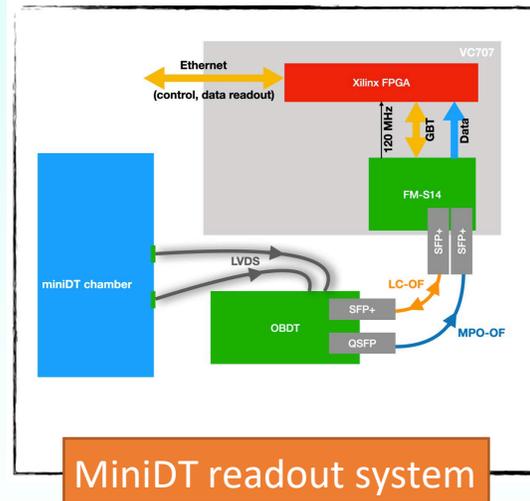
DT Trigger Coord.: L.Guiducci



MiniDT nel cosmic stand

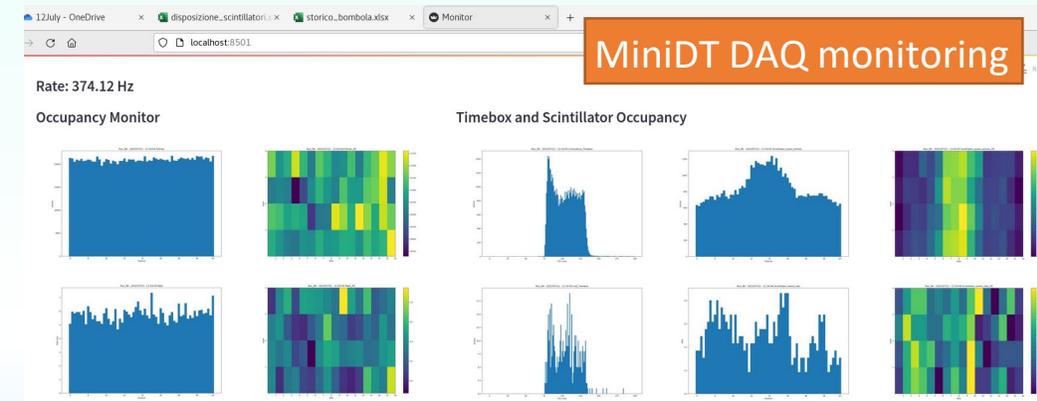
**Mini camere DT** (~ 80x80 cm<sup>2</sup>): due costruite e commissionate presso LNL trasferite a Bologna in primavera (Cafaro, Crupano, Giordano, Guiducci, Paggi) in operazione stabile da 3 mesi

- Scheda per alimentazione e controllo FE, ora in uso a BO e a LNL (Zuffa)
- Readout "trigger less" basato su prototipi di elettronica di Fase2 (Guiducci)
- Trigger aggiuntivo con scintillatori e PM tradizionali (Cafaro, Crupano, Giordano)
- Software di monitor "live" della presa dati: occupancy, timebox, rates (Paggi)
- Disegno di scheda di conversione NIM-LVDS per lettura dei PM (Mastropasqua, Zuffa)
- Sviluppo di algoritmi FW per trigger di Fase2 a partire dal 2023 (Guiducci, Paggi)



MiniDT readout system

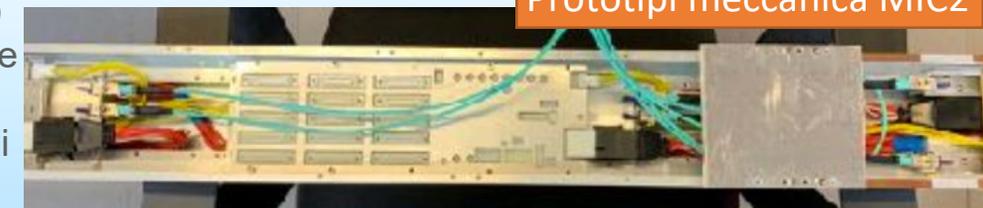
DT Phase2 Mechanics Coord.: M.Dallavalle



MiniDT DAQ monitoring

I nuovi MIC2 sostituiranno gli attuali minicrate, in operazione dal 2008.

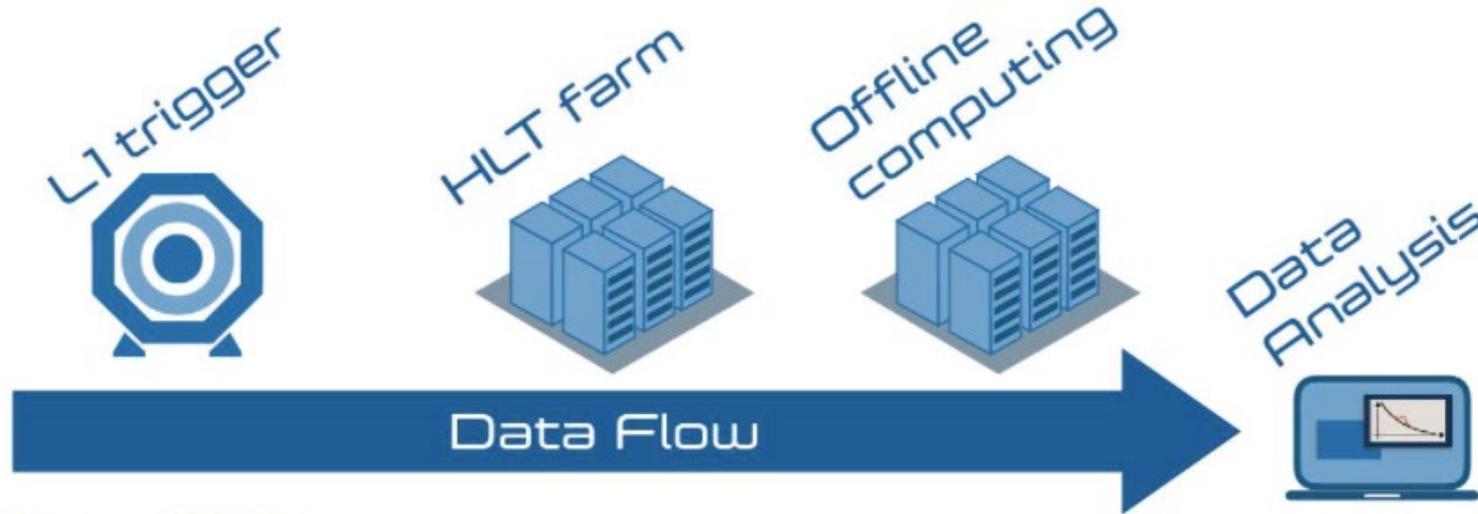
- Meccanica sviluppata a Bologna (Cafaro, Crupano, Dallavalle, Giordano, Guandalini)
- Maggio 2022: superata review ESR di CMS per poter procedere con acquisto materiale e lavorazioni meccaniche. Cinque siti di produzione MIC2 tra cui Bologna.
- Lavorazioni in officina tra autunno 2022 e estate 2023. Assemblaggio, cablaggio e test di 40 MIC2 per camere MB4 a partire da estate 2023, per 18 mesi (Lab-1).



Prototipi meccanica MIC2

# Calcolo scientifico e attività di analisi/R&D

Focus:  
low-latency  
performances



Focus:  
efficiency for  
offline analysis

Inferenza ultra-fast di modelli di Deep Learning su risorse FPGA (M. Lorusso, PhD Physics candidate)

Reti Neurali Parametriche per HEP e oltre (L. Anzalone, PhD DSC candidate; T. Diotalevi, PhD Physics - now CNAF AdR)

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

Sistemi per training/inferenza di modelli ML “as a service” interfacciati con INFN Cloud (L. Giommi, PhD DSC candidate; M. Paladino, M.Sc graduate)

Big Data Analytics per digital twins di componenti del modello di calcolo di CMS (S. Rossi Tisbeni, PhD DSC candidate; S. Gasperini, M.Sc. graduate)

“DSC” = Data Science and Computation PhD

Green computing e green AI su centri di calcolo di nuova generazione (F. Minarini, PhD Physics - PON)

Impulso e prospettive ad alcune di queste attività verrà anche dal coinvolgimento di colleghi CMS-Bologna in bandi di varie Misure nel PNRR (bando Centro Nazionale HPC, bando Partenariato AI, bando Infrastrutture)

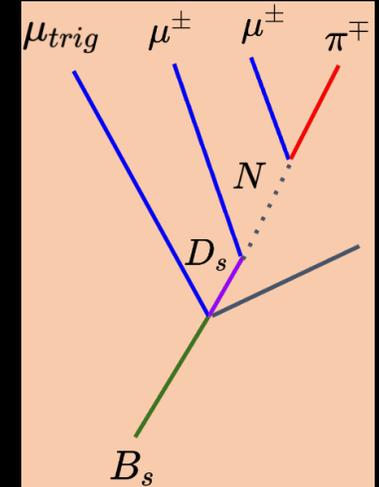
# Analisi dati a Bologna

Event-activity dependence of  $Y(nS)$  relative production

Publicato nov. 2020 JHEP 2020,1 (2020)

Search for the  $D_s^+ \rightarrow \pi^- \mu^+ \mu^+$  ( $D_s^- \rightarrow \pi^+ \mu^- \mu^-$ ) lepton flavour violating decay

Tesi Dottorato di L. Lunerti



Produzione  $t\bar{t}H$  in boosted, all-jets final State

F.lemmi, PhD mar. 2021  
(ora Postdoc di IHEP Beijing)

Sviluppo e applicazioni di Machine Learning per analisi e trigger futuri di CMS

Tesi di Dottorato di L. Giommi

Studio  $H \rightarrow ZZ \rightarrow 4l$  full Run 2

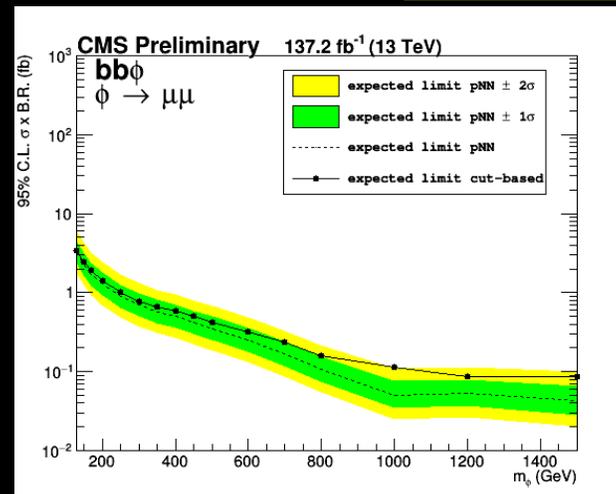
E.Fontanesi, PhD mar. 2021  
(ora Postdoc di Boston University)

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

(G. Abbiendi, A. Fanfani, S. Marcellini, F. Primavera)

Top pub. Committee chair:	A.Castro
Standard Model pub. Committee:	M.Dallavalle
Higgs pub. Committee:	P. Giacomelli

Grid Deployment Board member	D. Bonacorsi
Offline Release Planning Conv.	A. Perrotta
Computer Security Officer	G.P. Siroli
MC and Geometry	S. Lo Meo



Application of Deep Learning techniques in the search for physics BSM with Higgs  $\rightarrow 2\mu$

T.Diotalevi, PhD, Jun 2022

# Richieste per la Sezione

Servizio	Attività/competenze	M.U.	Intervallo temporale
<b>Elettronica</b>	Lavori per DT Fase2	2	Durante l'anno
	Lavori per CMS miniCrates	1	Durante l'anno
<b>Progettazione Meccanica</b>	Supporto per progettazione miniCrates	12	Durante l'anno
<b>STG</b>	Meccanica e assemblaggio minicrates in Sezione	12	Durante l'anno
	Attività sul detector al CERN (DT e GEM), cablaggi a LNL	9	Durante l'anno
<b>Calcolo e Reti</b>	Supporto gestione TIER 3	1	Durante l'anno
<b>Officina Meccanica</b>	CMS Minicrates	6	

## SPAZI:

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

# Principali attività del gruppo LHCb Bologna

## Analisi dati

- **Responsabilità** primaria in diverse analisi storicamente portate avanti dal gruppo
- **Convenership** in WG di analisi

### Risultati recenti

- **Misura della violazione di CP diretta nel decadimento  $D^0 \rightarrow K^+ K^-$**   
→ Tesi di dottorato a Bologna
- **Determinazione simultanea dell'angolo  $\gamma$  CKM e parametri di mixing nel charm**

### Analisi in corso di finalizzazione Run2:

- Misura violazione di CP nei decadimenti di adroni B e  $\Lambda_b$  in due corpi carichi
- Test universalità leptonica nel charm
- Ricerca  $Y(4260) \rightarrow \chi_{c1}(3872)\gamma$

## LHCb Run3

### Luminometro PLUME

- Caratterizzazione e calibrazione dei fotomoltiplicatori
- Sviluppo firmware per DAQ (supportati dal centro di elettronica)
- Responsabilità mantenimento DAQ 2022/2023

### Calorimetri

- Implementazione della geometria dei rivelatori nel framework DD4HEP

## Terza missione

- Cargese summer school
- iTHEPHY: finanziato da EU ed Erasmus+
- PCTO, international masterclass, notte dei ricercatori

## R&D

### Calorimetro EM per LHCb Upgrade2

- Sviluppo di simulazioni GEANT4 per valutare le prestazioni del calorimetro di LHCb Upgrade2
- Sviluppo di un timing layer con precisione temporale di O(10) picosecondi basato su rivelatori MicroChannel Plate (MCP)
- Studio e caratterizzazione in laboratorio e su fascio di rivelatori MCP
- Sviluppo di simulazione ANSYS di MCP per ottimizzare le prestazioni
- Attività sinergica a sigla CSN5 LLMCP  
→ Resp. Naz. V. Vagnoni

# Misura $A_{CP}$ nel $D^0 \rightarrow K^+ K^-$

(presentato ad ICHEP scorsa settimana)

- Spin-off della misura di  $A_{CP}(D^0 \rightarrow K^+ K^-) - A_{CP}(D^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-)$ 
  - Fatta a Bologna [PRL122(2019)211803] → **prima osservazione di CPV nel charm**
- Fondamentale il controllo delle asimmetrie strumentali
- Combinando le due misure si può misurare CPV diretta nei decadimenti  $D^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$  e  $D^0 \rightarrow K^+ K^-$

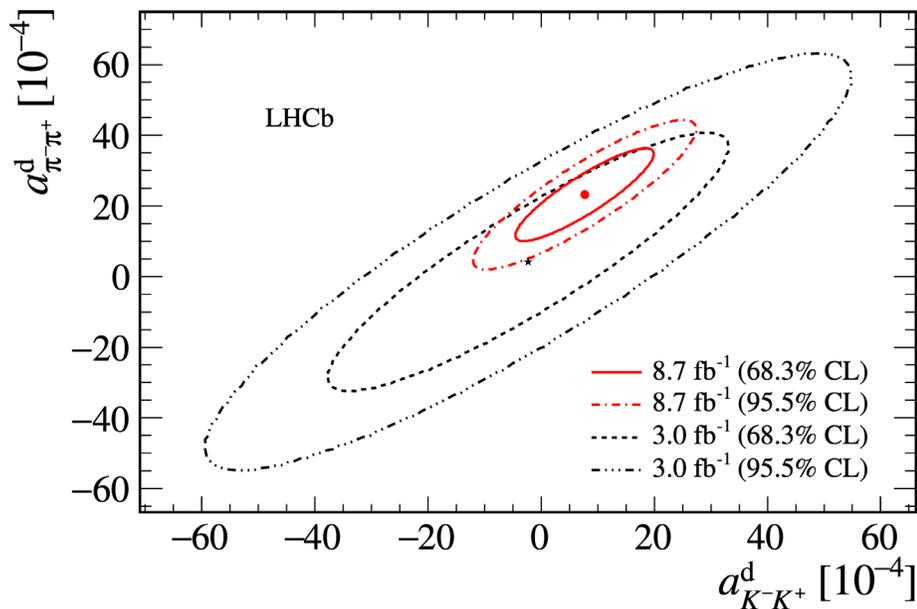
# Highlight 2022

# VdM scan e prime collisioni visti da PLUME

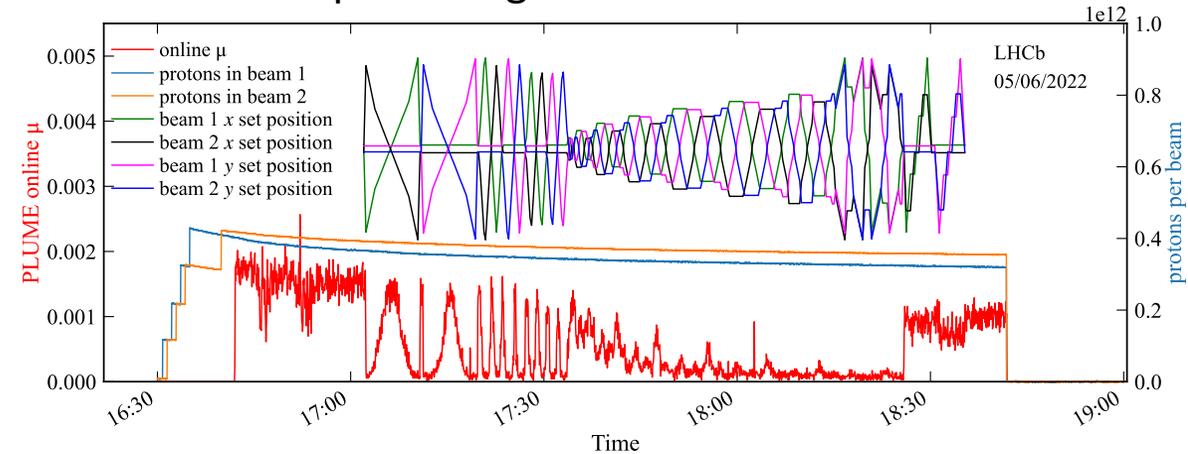
$$a_{K^- K^+}^d = (7.7 \pm 5.7) \times 10^{-4}$$

$$a_{\pi^- \pi^+}^d = (23.2 \pm 6.1) \times 10^{-4}$$

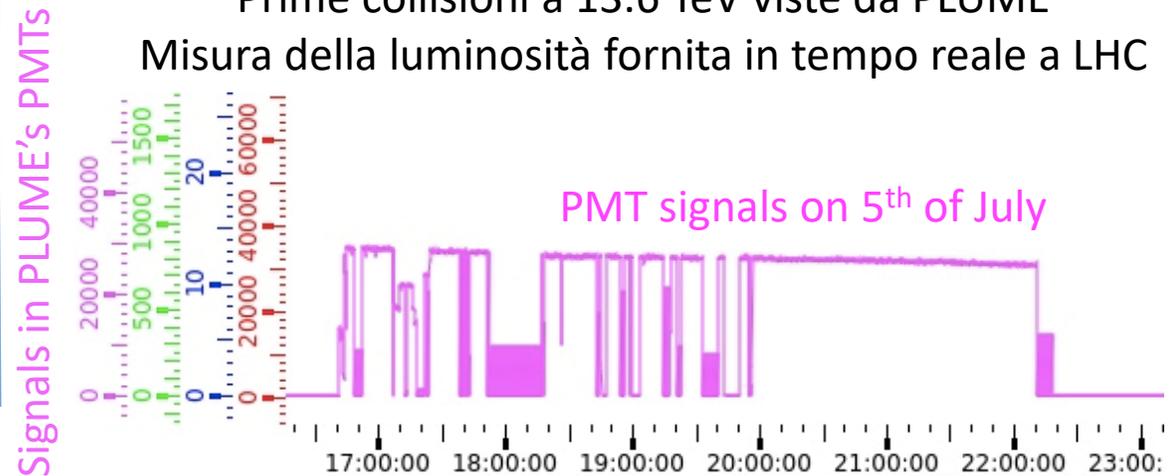
→ **Prima evidenza CPV diretta nel charm a 3.8s**



VdM scan @  $\sqrt{s} = 900 \text{ GeV}$  utilizzato per calibrare ampiezza segnali PMT ↔ luminosità



Prime collisioni a 13.6 TeV viste da PLUME  
Misura della luminosità fornita in tempo reale a LHC



# Composizione gruppo LHCb e responsabilità

- **Ricercatori INFN:** F. Cindolo (30%), U. Marconi (30%), S. Perazzini\* (70%), G. Valenti (0% Senior), V. Vagnoni\* (70%)
- **UniBo:** A. Carbone (90%), F. Ferrari\* (80%), D. Galli (70%), C. Patrignani (70%)
- **Assegnisti:** L. Capriotti (70%), D. Manuzzi\* (80%)
- **Dottorandi:** S. Maccolini (fino a 07/2022), E. Spedicato (50%), A. Villa (100%)

Personale	FTE	(*)	FTE
INFN	2.0	LLMCP	1.0
UniBO	3.1	Sigla sinergica a LHCb	
Assegnisti	1.3		
PhD	1.5		
<b>Tot</b>	<b>7.9</b>		

## Responsabilità in LHCb

- **V. Vagnoni** → Responsabile nazionale LHCb, Membro del LHCb Upgrade2 Planning group, Responsabile nazionale LLMCP
- **S. Perazzini** → Convener Charmless B decays and B to charmonium final states WG
- **L. Capriotti** → Convener Production, polarisation and spectroscopy sub-WG
- **S. Maccolini** → Liaison simulation/charm-physics WG
- **F. Ferrari** → Responsabile caratterizzazione e calibrazione PMT luminometro PLUME
- **A. Carbone** → Responsabile DAQ PLUME e coordinamento delle operations

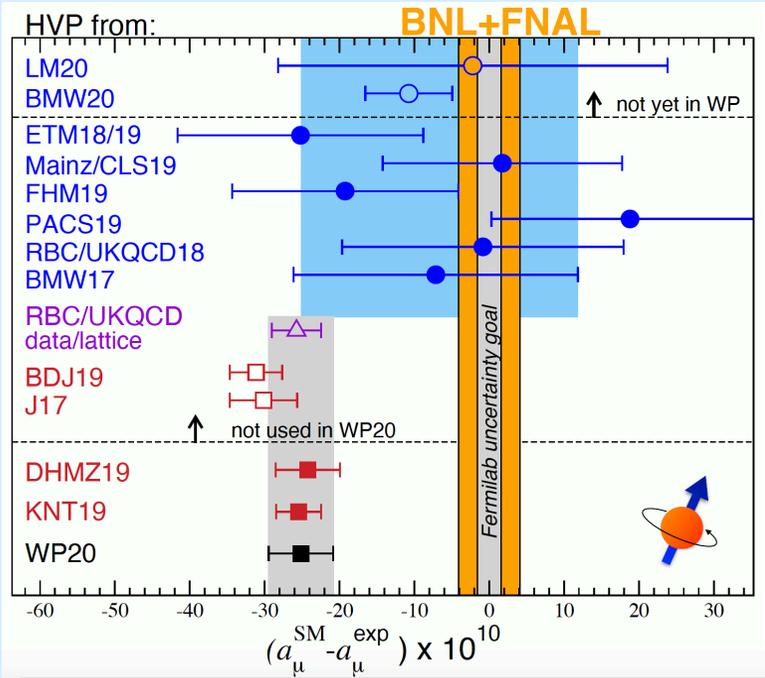
# Richieste ai servizi di sezione per LHCb

Calcolo e reti

4 m.u.  
Gennaio-Dicembre

Elettronica

1 m.u.  
Gennaio-Dicembre



**BNL+FNAL muon g-2 is 4.2σ from reference SM prediction (WP20)**

but tension between:

**the reference SM prediction (based on e+e- data) and the BMW20 Lattice QCD result**

**Is there new physics?**

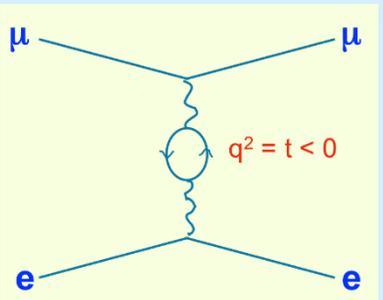


## MUonE:

“Further insights into these connections will be provided by another complementary method for HVP, which is expected to become available over the next years at the MUonE experiment” (Snowmass 2021 [2203.15810](https://arxiv.org/abs/2203.15810))

From the running of the QED coupling measured in μe elastic scattering with the muon beam at CERN SPS

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



**International collaboration**

(Italy, UK, Poland, USA, Greece, Switzerland...)



**INFN - Bologna:**

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

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

**UniBO:** D.Galli, C.Patrignani - (L.Capriotti)

**Dottorato:** E.Spedicato

**Total FTE: 2.1**

Small but very active group, unique opportunities for students to see a developing project in all its aspects!

[Letter-of-Intent, CERN SPSC-I-252 \(June 2019\)](#)

Recent updated publication:

[G.Abbiendi, Physica Scripta 97 \(2022\) 054007](#)

[arXiv: 2201.13177](#)

Find more infos on the [MUonE web site](#)

# Beam tests and preparations for the Test Run



## Joint Test with CMS Tracker in Fall 2021

- Reliable readout of four 2S modules at 40 MHz over several hours
- First successful test of the DAQ chain with the M2 asynchronous beam (160 GeV muons)
- Offline analysis ongoing (30 TB raw data)

## Bologna committed in:

ECAL DAQ and FPGA-based trigger development

→ Test with e- beam at CERN on 20-27/Jul/2022

(thanks to: *G.Balbi, C.Baldanza, D.Falchieri, G.Mastropasqua, R.Travaglini*)

Simulations and Analysis  
(thanks to: *G.Peco*)

## Plans for 2022

Running in M2 beam with up to two tracking stations (depending on the CMS modules' procurement) + ECAL

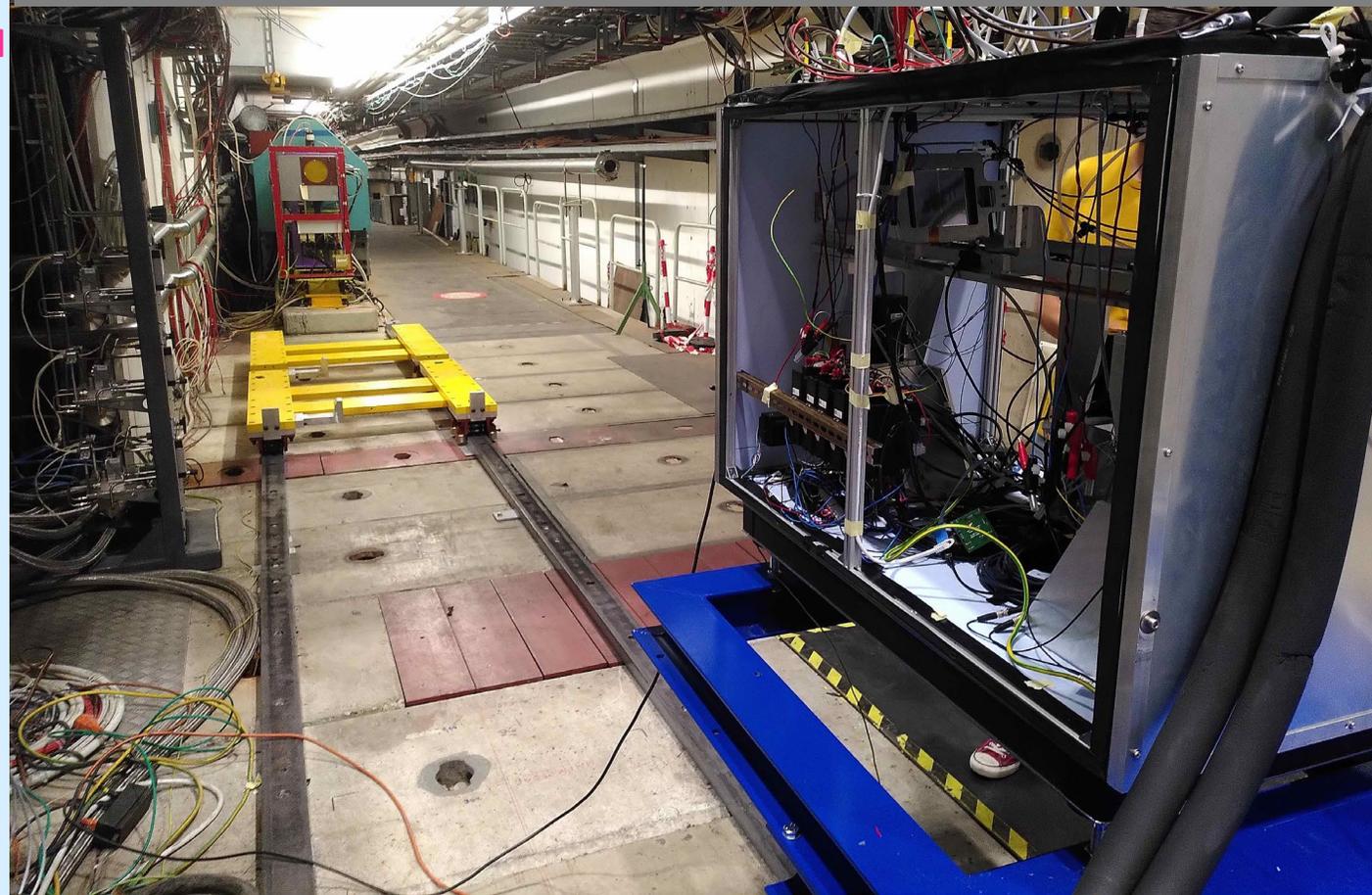
Trolley installed to insert or remove the tracking station from beam.

Precise schedule to be defined with COMPASS

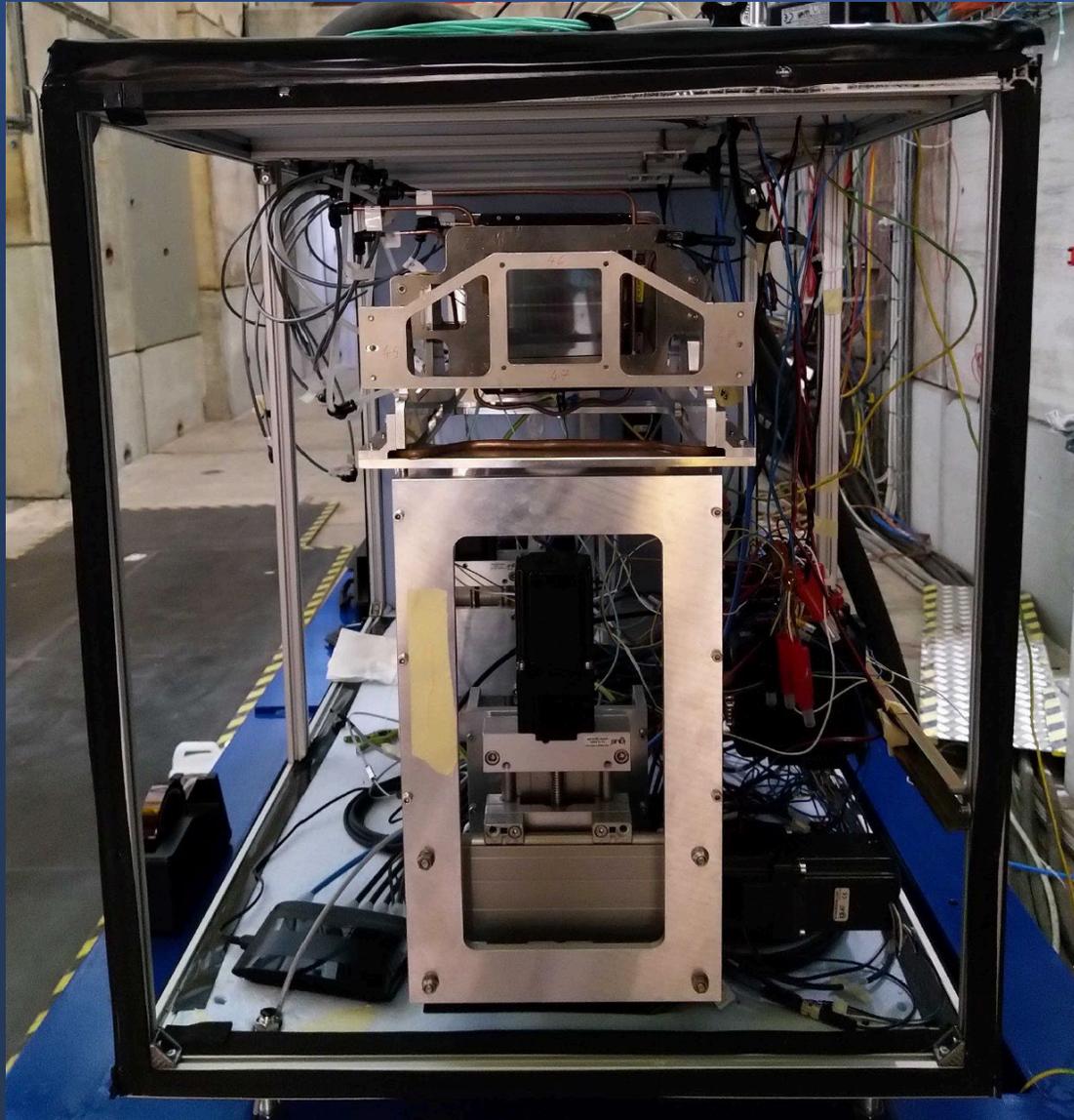
Tests at LNL  
8/Jul/2022



PbWO<sub>4</sub>  
ECAL



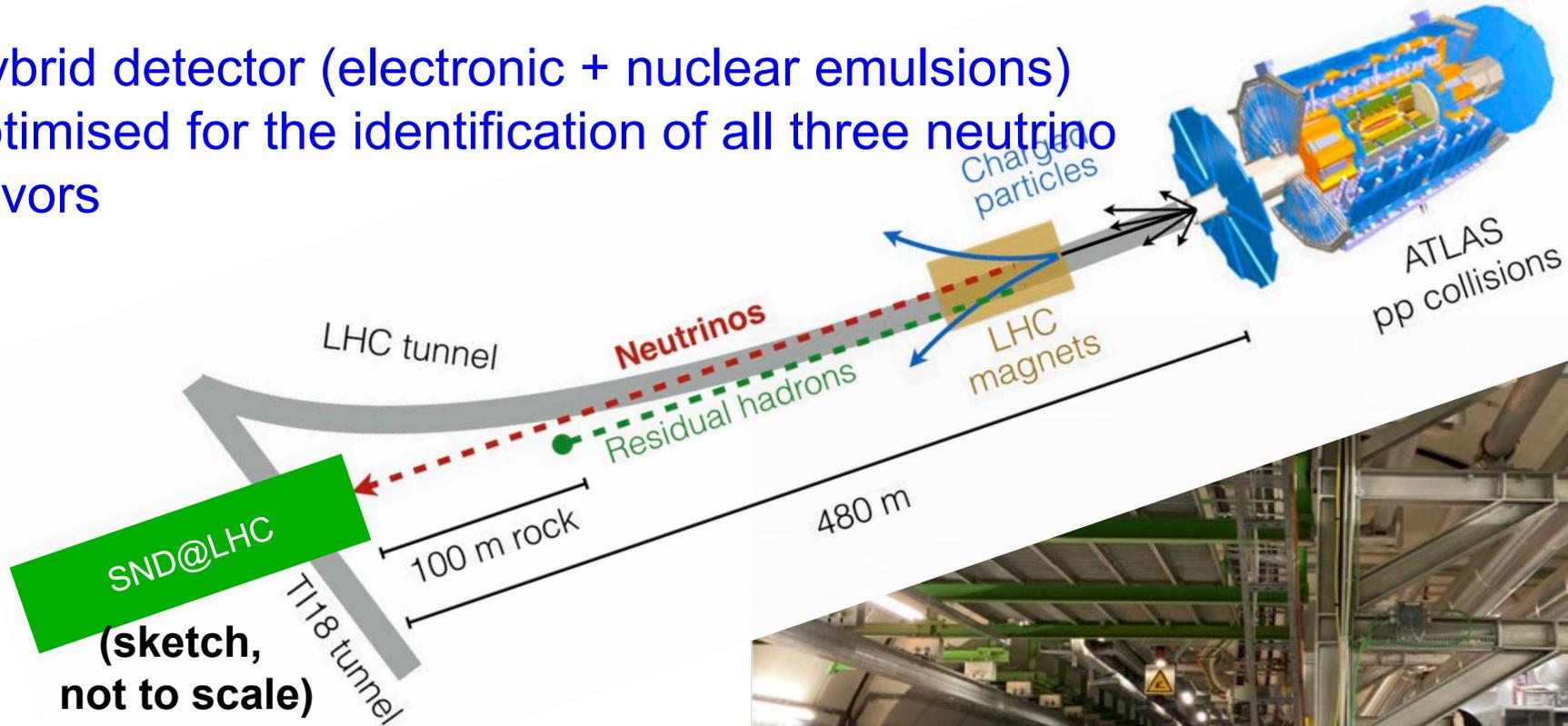
# Richieste ai Servizi di Sezione



- 10 M.U. al Lab.Elettronica per sviluppo della DAQ del Calorimetro ECAL (in collaborazione con colleghi di Padova) e del trigger su FPGA
- 4 M.U. per Calcolo e Reti per
  - installazione e maintenance dei PC server e della rete per la DAQ
  - Supporto calcolo dedicato per simulazioni e analisi
  - Sviluppo sito di storage locale dei dati (CNAF) e supporto per Tier-3

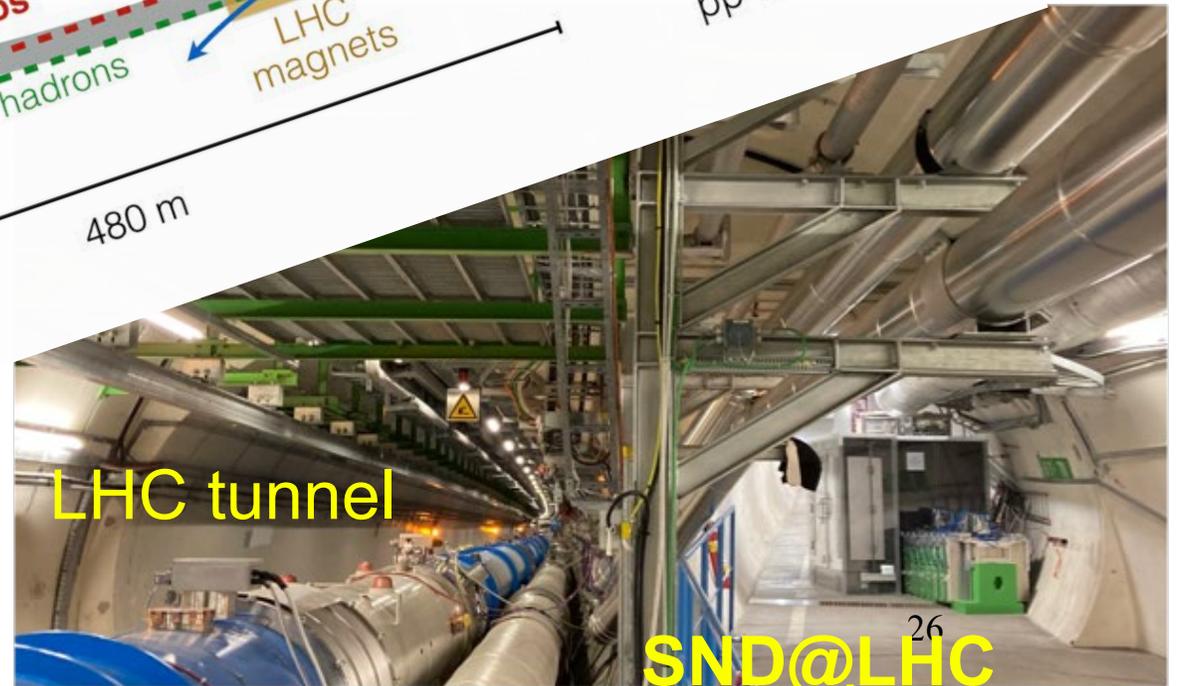
Stand-alone experiment, located 480 m downstream of IP1 (ATLAS) to observe TeV neutrinos in the range  $7.2 < \eta < 8.4$

Hybrid detector (electronic + nuclear emulsions) optimised for the identification of all three neutrino flavors



Approved by the CERN Research Board on 17 March 2021

<https://snd-lhc.web.cern.ch/>  
to take data in 2022-2025





Scattering and Neutrino  
at the LHC

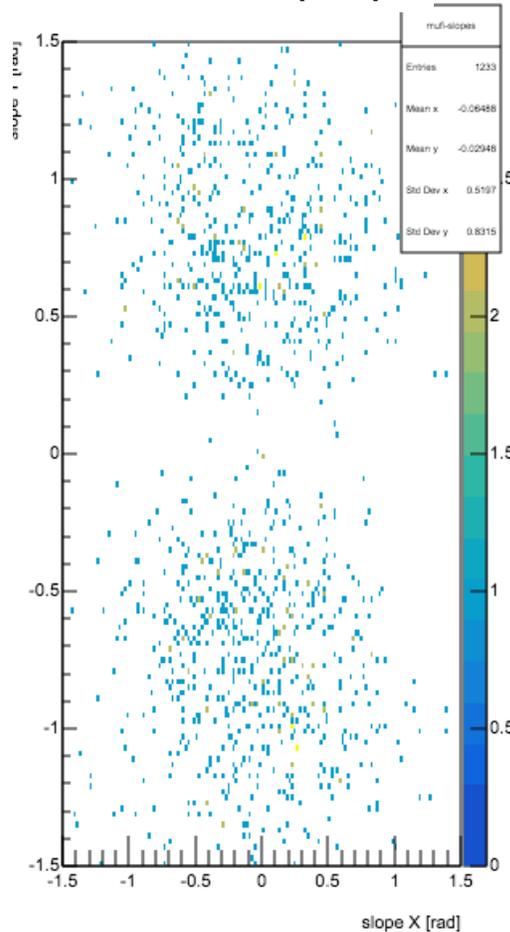
# SND@LHC electronic detector 2022 LHC start up (July 5)



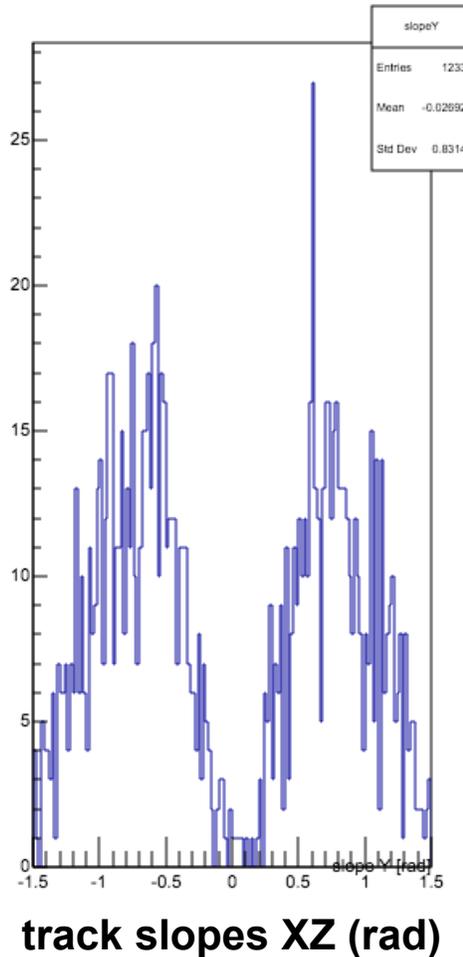
## Cosmic muons

## 13.6 TeV pp collisions

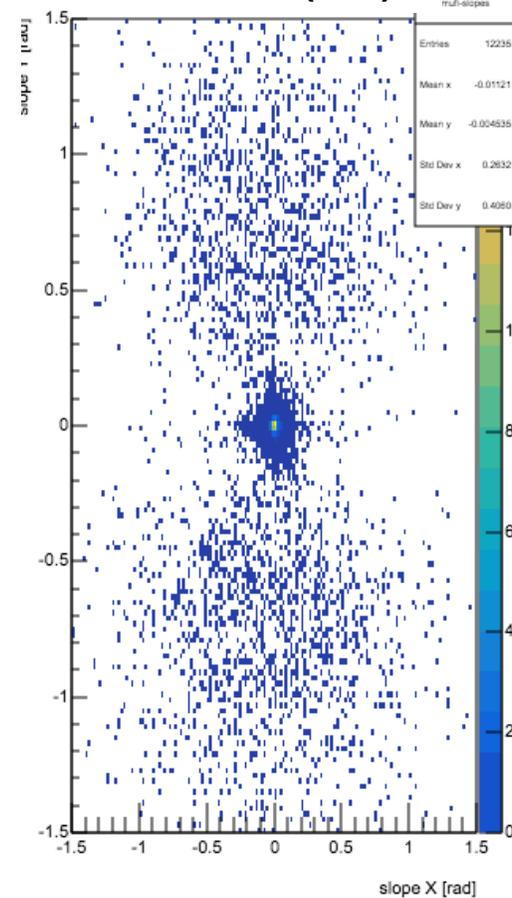
### track slopes YZ vs XZ (rad)



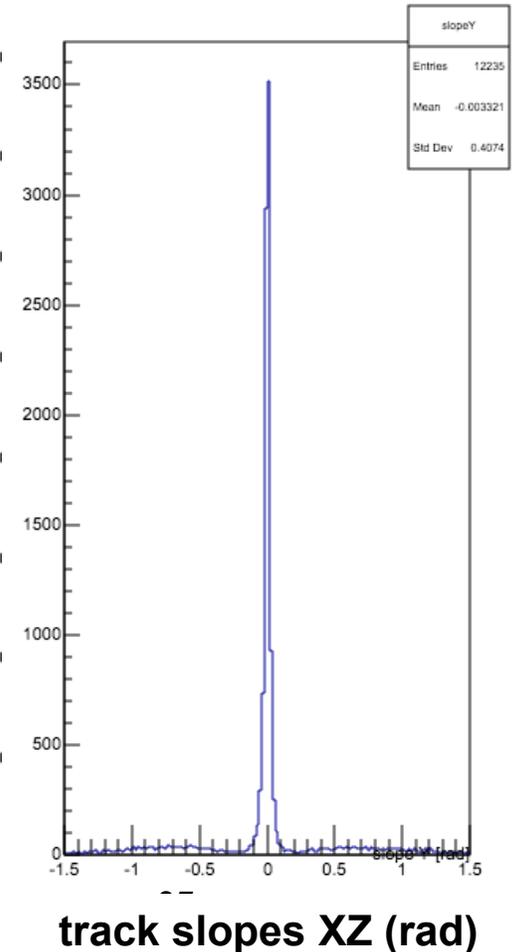
### muon DS track slopes



### track slopes YZ vs XZ (rad)



### muon DS track slopes



# SND@LHC in sezione



Scattering and Neutrino Detector  
at the LHC



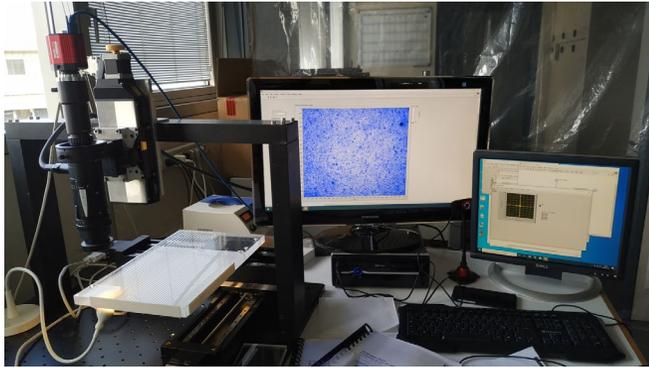
nuclear emulsion  
microscopic scan station



<b>LAB. ELETTR.</b>	<b>STG</b>	<b>OFFICINA</b>	<b>PROG.MECC.</b>	<b>CCL</b>	<b>TOT</b>
<b>(MU)</b>	<b>(MU)</b>	<b>(MU)</b>	<b>(MU)</b>	<b>(MU)</b>	<b>(MU)</b>
2	6	1	1	1	11

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

Rivelatore nucleare a tracce +  
Trapping System + TimePix

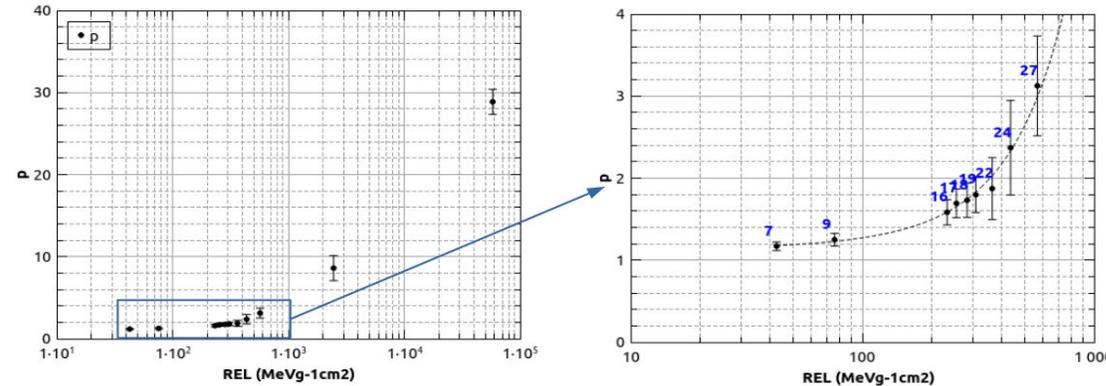


Nuovo Set-up di Scansione e Misura automatica

## 2022

- LHC Run 1: risultati in pubblicazione su Eur. J. Phys (world limit su HECOs)
- LHC Run 2 Analisi completata (63 m<sup>2</sup> NTD): World's best limits per Monopoli e HECOs – Articolo in preparazione
- Nuovo sistema di scanning e misura completato
- Calcolo perdite di energia HECOs
- Preparazione per il Run3:
  - Nuova calibrazione dei rivelatori
  - 10 m<sup>2</sup> NTDs da installare in Novembre

Ricerca di Highly Ionizing Particles (HIP) magneticamente e/o elettricamente cariche → monopoli, dioni, BSM HIPs



Nuova calibrazione dei rivelatori per RUN 3 (preliminare)

## 2023

- Completare la calibrazione dei rivelatori - Pubblicare i risultati
- RUN3: estendere la ricerca di HIPs a basse cariche
  - sostituzione più frequente degli stacks
  - più intensa attività di etching e scanning dei rivelatori a tracce

# MoEDAL 2023

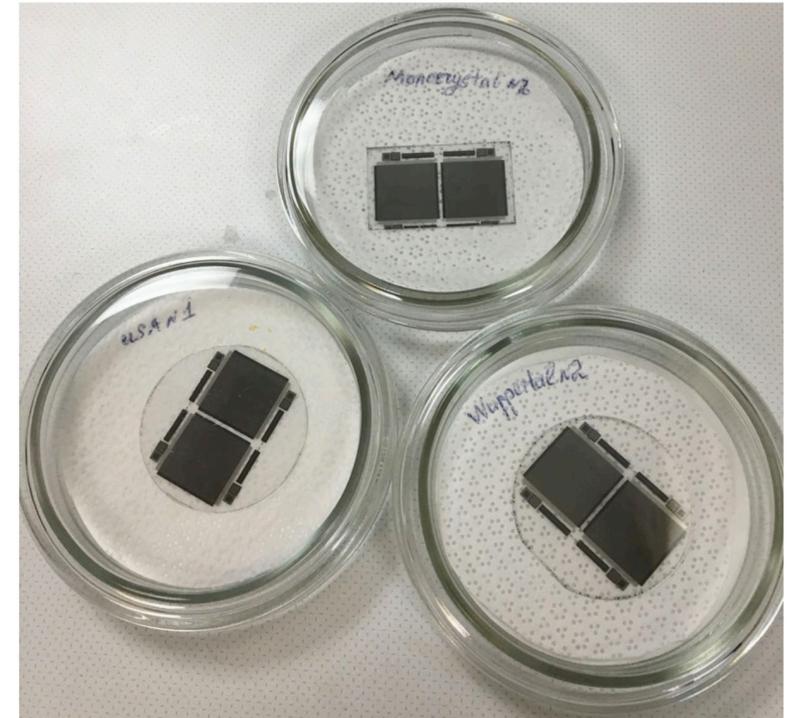
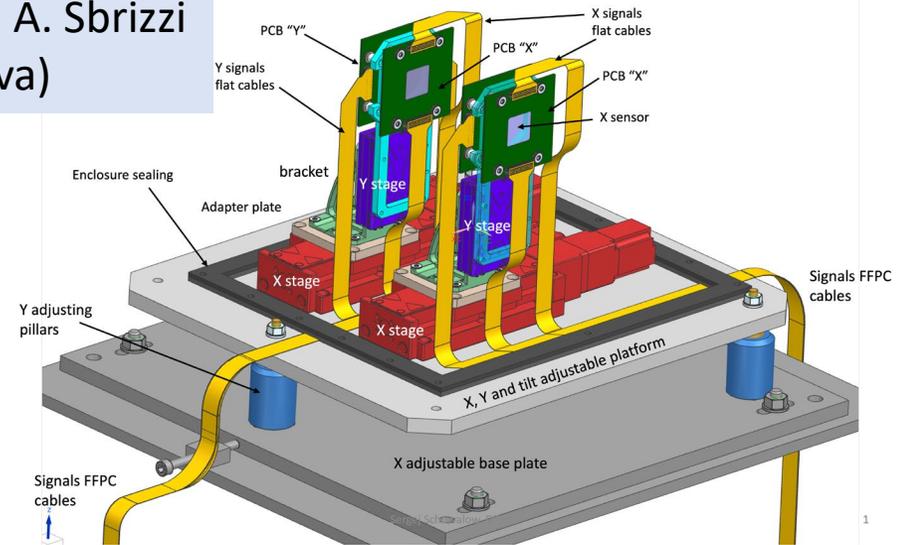
Servizio	FTE	Periodo
Elettronica	-	-
Servizio Tecnico Generale	1 mese uomo	Durante l'anno
Officina Meccanica	occasionalmente	Durante l'anno
Calcolo e reti	-	-

# LUXE (X-FEL, Hamburg)

- LUXE e' un esperimento per studiare QED in regime non perturbativo
  - Campi elettromagnetici locali in regime di Schwinger generati facendo collidere un intensa sorgente LASER (centinaia di TW) con il fascio di elettroni da  $\sim 16$  GeV di X-FEL ( $10^9$  elettroni/s)
- Importanza
  - Regime QED finora inesplorato (o quasi)
  - Astrofisica (Magnetars, Radiazione di Hawking)
  - Fisica degli acceleratori (collider ee di prossima generazione)
- Processi rilevanti
  - Compton scattering
  - Creazione di coppie tramite processi Breit-Wheeler
- INFN BO e PD hanno in carico la realizzazione del 'Gamma Beam Profiler'
  - Rivelatore cruciale per la misura dell'intensità di campo em nella regione delle interazioni elettrone-laser
- Tecnologia nuova: rivelatori a strip su zaffiro
  - Molto resistente alla radiazione
  - Efficienza di raccolta di carica già misurata su fascio ai LNF: OK!
- INFN BOLOGNA (0.7 FTE):
  - R&D su zaffiro
  - Acquisizione Dati
  - Lab. Elettronica
    - Stampato di supporto al rivelatore (già in produzione)
    - Patch panel per distribuire segnali di strip a elettronica di lettura (in corso di progettazione)
  - Off. Meccanica
    - Realizzazione mini-crate per schede lettura (in corso di progettazione)
- Finanziamento INFN iniziato nel 2022
  - Sigla non ancora aperta
  - Approvazione da parte DESY prevista entro l'estate

INFN Bologna:

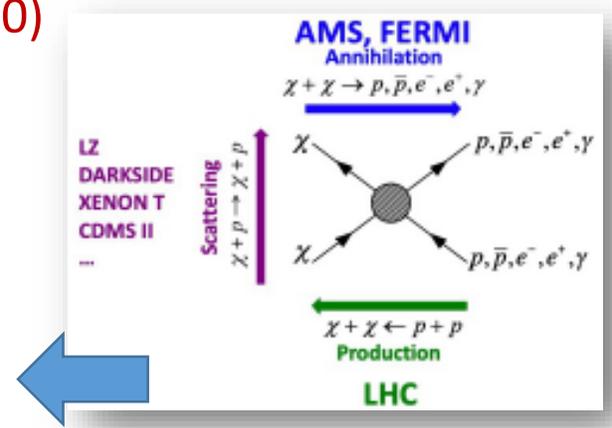
M. Bruschi, A. Sbrizzi  
(+ INFN Padova)



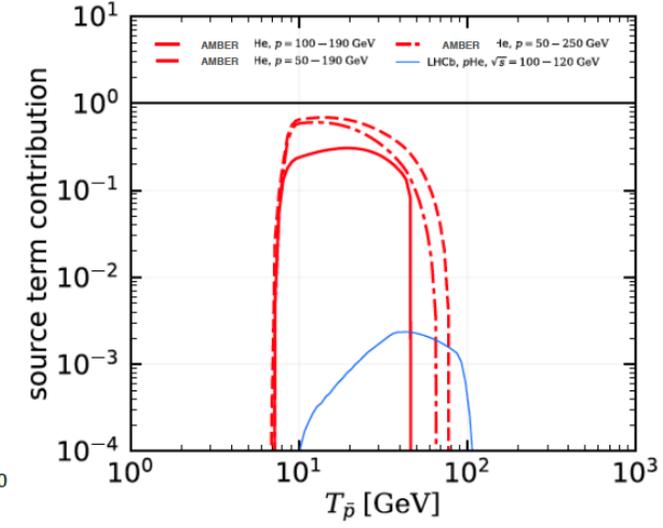
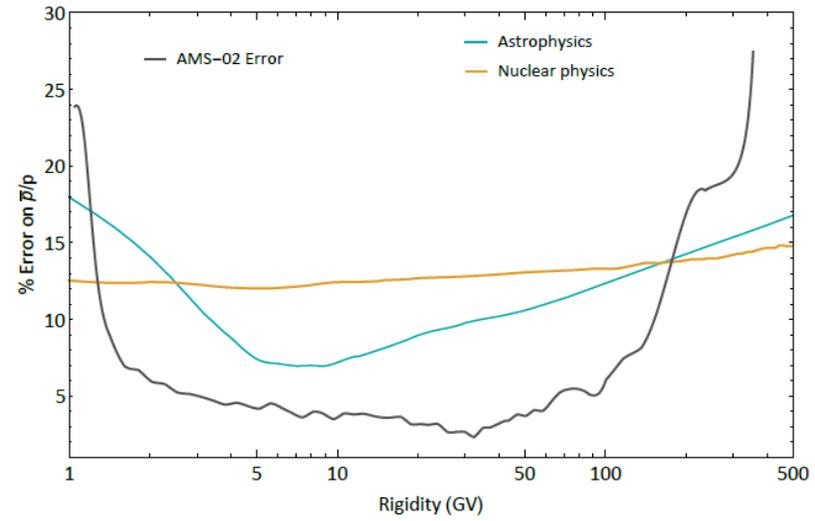
# COMPASS/AMBER (PHASE-1 – approved by CERN RB 02/12/2020)



Program	Physics Goals	Beam Energy [GeV]	Beam Intensity [ $s^{-1}$ ]	Trigger Rate [kHz]	Beam Type	Target	Earliest start time, duration	Hardware additions
muon-proton elastic scattering	Precision proton-radius measurement	100	$4 \cdot 10^6$	100	$\mu^\pm$	high-pressure H2	2022 2 years	active TPC, SciFi trigger, silicon veto,
Hard exclusive reactions	GPD $E$	160	$2 \cdot 10^7$	10	$\mu^\pm$	$NH_3^\dagger$	2022 2 years	recoil silicon, modified polarised target magnet
Input for Dark Matter Search	$\bar{p}$ production cross section	20-280	$5 \cdot 10^5$	25	$p$	LH2, LHe	2022 1 month	liquid helium target



- AMS-02 Bologna group is involved in the analysis of the nuclear uncertainties which afflict secondary antiprotons production in the ISM. Thanks to the AMS plus GALPROP/HelMod approach, propagation uncertainties are lower than nuclear ones.
- Bologna group collaborates with COMPASS/AMBER experiment in order to provide precise and up-to-date pp and pHe cross section measurements for DM search in the antiproton channel, beyond p-He measurements by LHCb/SMOG and p-p by NA61.



AMBER proton beam: from a few tens of GeV/c up to 280 GeV/c, in the pseudo-rapidity range  $2.4 < h < 5.6$ .

Goal is to measure the double differential (momentum and pseudo-rapidity) anti-p cross production from p+H and p+He at different proton momenta (50, 100, 190, 250 GeV/c) on fixed LH2 and LHe targets.

Contribution from Bologna in collaboration with Trento: support for target operation by UniTN technicians; set-up simulation with Fluka and GEANT4; study of the impact of the cross section uncertainties on astrophysics observables for dark matter indirect searches, using GALPROP and HelMod for CRs simulations.

# SHADOWS

Search for Hidden And Dark Objects With the SPS

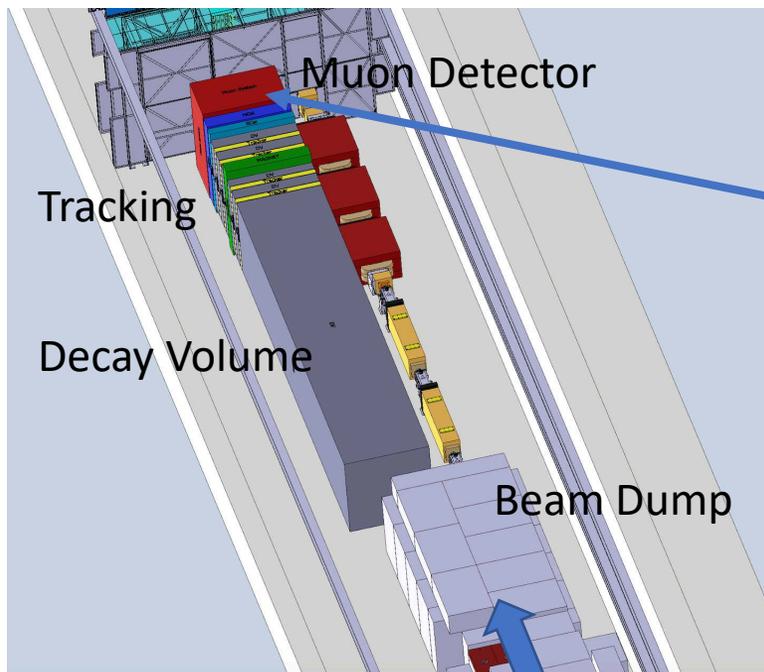
*INFN-LNF, INFN-Ferrara, INFN-Bologna, CERN, Univ. of Lancaster, Royal Holloway London, Univ. of Mainz, Univ. of Heidelberg, KIT Univ. of Karlsruhe, University of Freiburg, INR-Moscow, INFN-Naples, INFN Rome3, .....*

SHADOWS is a newly proposed **proton beam dump experiment** placed off-axis in the **ECN3/TCC8 experimental cavern** in North Area to **search for feebly-interacting particles (FIPs)** emerging from **charm and beauty decays**.

SHADOWS can take data when the P42/K12 beam line is operated in **beam-dump mode**.

A synergistic and broad FIP Physics program can be performed with **HIKE (NA62-successor)**.

*EoI - CERN-SPSC-2022-006 ; SPSC-EOI-022 and arXiv:2110.080025*



**MUON Detector based on**  
tile =  $15 \times 15 \text{ cm}^2$   
Direct SiPM readout at the corners  
200 ps time resolution over large area



## **BOLOGNA INFN and UNIV.:**

**People** (1.6 FTE in 2023):

A.Montanari, N.Tosi, T. Rovelli, AdR (AIDAInnova)

**Tasks:**

Physics channels simulation, Muon Detector simulation, Scintillator tile design and construction, Middle End electronics (picoTDC)

**Richieste per i Servizi (SHiP -> AIDAInnova):**

3 m.u. Elettronica, 1 mu STG, 1 mu Officina

Attività in corso incentrata sullo sviluppo del detector concept IDEA

- Ottimizzazione fast simulation di IDEA con DELPHES
- Analisi di eventi simulati  $e^+e^- \rightarrow HZ$
- R&D su rivelatori  $\mu$ RWELL
- R&D su calorimetro Dual Readout in particolare su elettronica di lettura dei SiPM

**Resp Loc Paolo Giacomelli**

Richieste per i servizi (dalla Tabella concordata col Direttore)

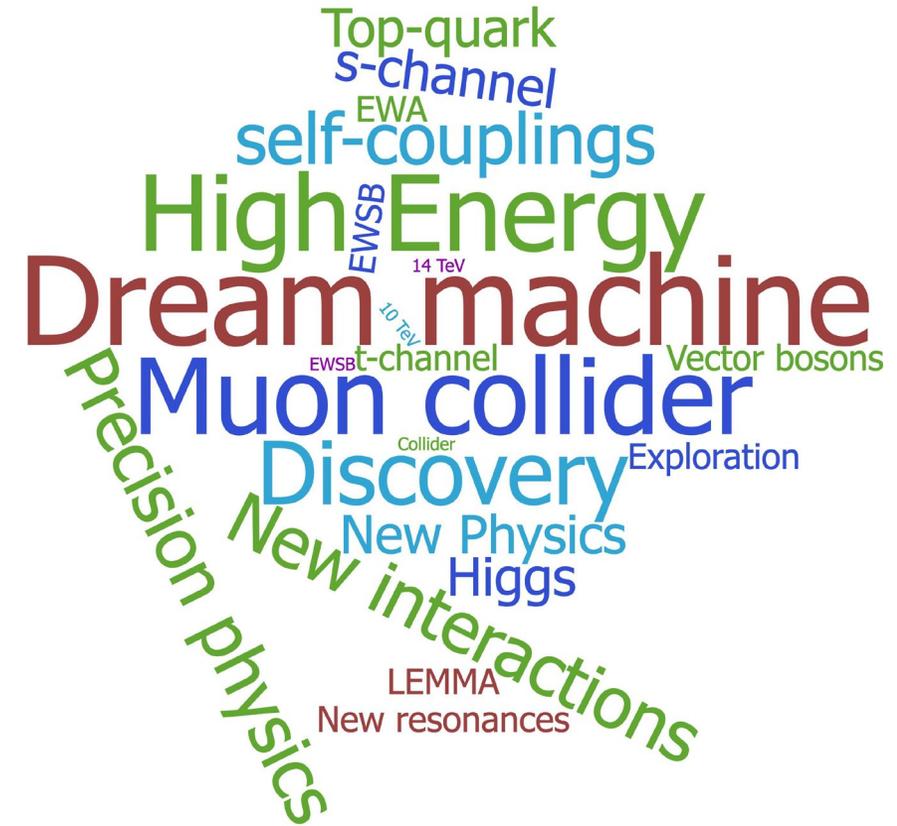
<b>Elettronica:</b>	<b>4 mu</b>
<b>Progettazione Meccanica:</b>	<b>1mu</b>
<b>Officina:</b>	<b>2 mu</b>



# Muon Collider Physics @BO

Resp Loc Fabio Maltoni

No richieste per i Servizi di Sezione



Backup

# ATLAS: Attività e personale

Personale ricercatore		
Staff	Post-doc	Dottorandi
25	5	5

- **LUCID (+ Upgrade):** C.Sbarra, B.Giacobbe, M.Bruschi, S.Valentinetti, F.Lasagni Manghi, L.Fabbri, A.Sbrizzi, M.Villa, A. Zoccoli, G.Carratta, D. Cremonini
- **MUONI (+ Upgrade):** D.Boscherini, A.Polini, A.Bruni, G.Bruni, G.Alberghi, F.Lasagni Manghi, L.Bellagamba, M.Negrini, M.Romano, M.Franchini , L.Massa, G.Bianco
- **Elettronica/firmware Pixel + TDAQ + Hardware Track Trigger (HTT):** A.Gabrielli, F.Alfonsi, K.Todome, F.Del Corso, G. Levrini
- **ITk:** A.Cervelli, C.Sbarra, A.Sidoti, G.Carratta
- **Calcolo:** L.Rinaldi
- **Analisi+Performance:** L.Bellagamba, M.Negrini, M.Romano, A.Cervelli, A.Sidoti, M.Sioli, B.Giacobbe, L.Fabbri, S.Valentinetti, N.Semprini Cesari, S. de Castro, M.Franchini, K.Todome, C.Vittori, L.Massa, G.Carratta, N.Cavalli, G.Bianco