
LHCb

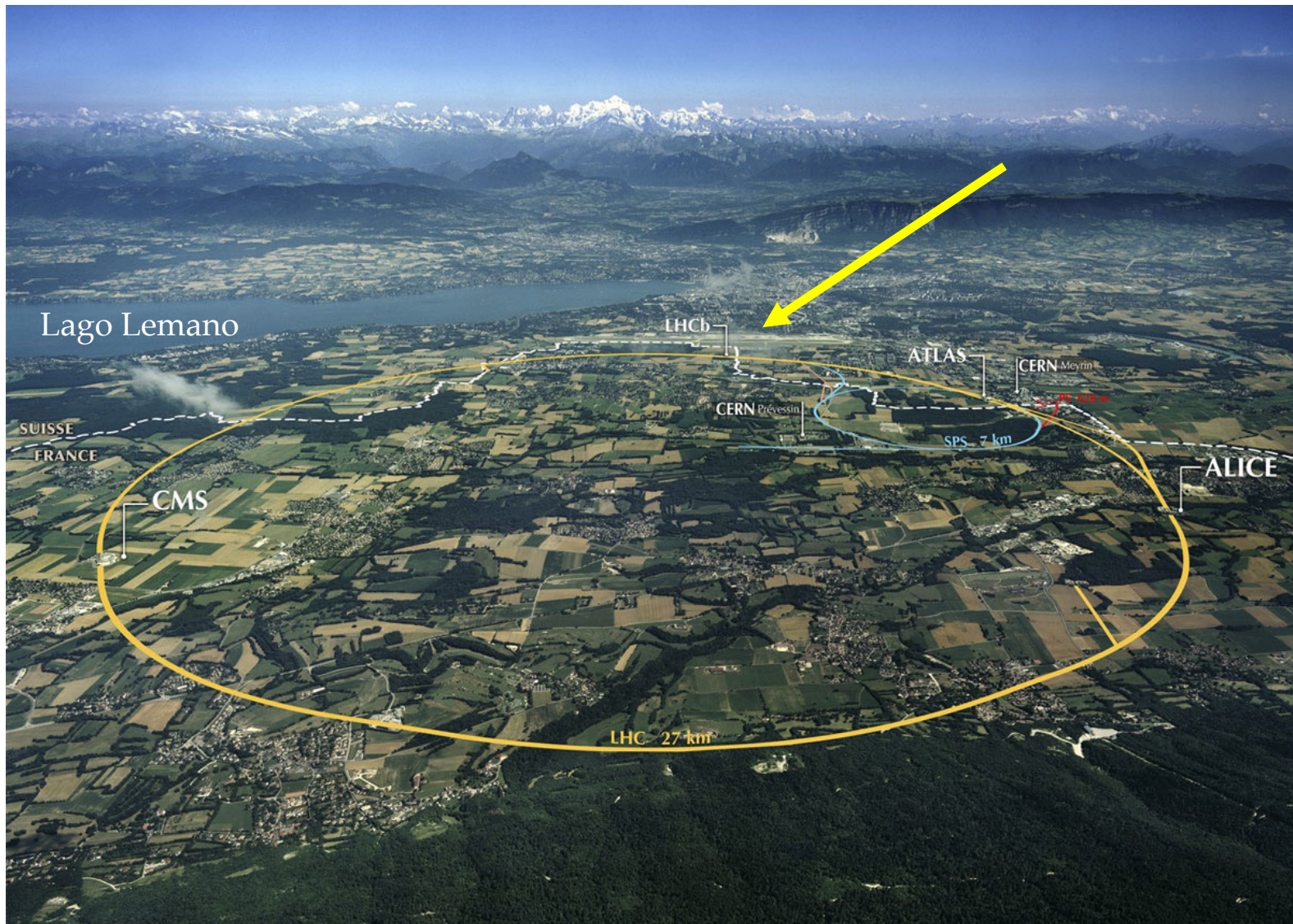
Preventivi 2022

Massimiliano Fiorini

Consiglio di Sezione INFN

Ferrara, 6 Luglio 2021

Esperimento LHCb



Preventivi LHCb 2022

Ricercatori	Nome	Contratto	Qualifica	Percentuale	Note: percentuali su sigle sinergiche		
1	Baldini Wander	Dipendente	Ricercatore	70			
2	Bozzi Concezio	Dipendente	Dirigente di Ricerca	100			
3	Calabrese Roberto	Associato	Prof. Ordinario	60	10	10% su ERC 4DPHOTON	
4	Couturier Ben	Associato	Dottorando	100			
5	Fiorini Massimiliano	Associato	Prof. Ordinario	10	60	60% su ERC 4DPHOTON	
6	Franzoso Edoardo	Associato	Dottorando	70			
7	Giugliano Carmen	Associato	Dottorando	100			
8	Guarise Marco	Associato	Assegnista	10	60	60% su ERC 4DPHOTON	
9	Kotriakhova Sofia	Associato	Dottorando	100			
10	Luppi Eleonora	Associato	Prof. Ordinario	70			
11	Okamura Shinichi	Associato	Dottorando	70			
12	Pappalardo Luciano Libero	Associato	RTDb	70			
13	Passalacqua Barbara	Associato	Dottorando	100			
14	Siddi Benedetto Gianluca	Associato	Assegnista	100			
15	Tomassetti Luca	Associato	Prof. Associato	70			
16	Vecchi Stefania	Dipendente	Ricercatore	70			
Numero Totale Ricercatori	16		FTE	11.7	1.3	13.0	

Tecnologi	Nome	Contratto	Qualifica	Percentuale			
1	Andreotti Mirco	Dipendente	Tecnologo	70			
2	Biesuz Nicolò	Dipendente	Tecnologo	0	90	90% su ERC 4DPHOTON	
3	Carassiti Vittore	Dipendente	Dirigente Tecnologo Pensione	10			
4	Cotta Ramusino Angelo	Dipendente	Dirigente Tecnologo	15	20	20% su ERC 4DPHOTON	
5	Donati Andrea	Dipendente	Tecnologo	65			
Numero Totale Tecnologi	5		FTE	1.60	1.1	2.7	

Tecnici	Nome	Contratto	Qualifica	Percentuale			
1	Cavallina Michele	Dipendente	Collaboratore Tecnico E.R.	10			
2	Chiozzi Stefano	Dipendente	Collaboratore Tecnico E.R.	20	20	20% su ERC 4DPHOTON	
3	Gambetti Michele	Associato	Tecnico Categoria C	35			
4	Magnani Andrea	Associato	Tecnico Categoria C	20			
5	Malaguti Roberto	Dipendente	Collaboratore Tecnico E.R.	30			
6	Melchiorri Michele	Dipendente	Collaboratore Tecnico E.R.	30			
7	Neri Ilaria	Associato	Tecnico Categoria C	30			
8	Squerzanti Stefano	Dipendente	Collaboratore Tecnico E.R.	10			
Numero Totale Tecnici	7		FTE	1.9	0.2		

- 15.7 FTE totali (ricercatori + tecnologi)
- Responsabilità:
 - C. Bozzi: Project Leader Computing, Computing Resource Manager
 - L. Pappalardo: LHCb representative for the PBC QCD group
- Stima richieste finanziarie:
 - Missioni
 - Interne 15 k€
 - Estere 150 k€
 - Consumi 40 k€

LHCb Upgrade Program

- During Run 1 LHCb operated at leveled luminosities up to $4 \times 10^{32} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$, $2 \times$ higher than design value
- In Run 2 we collected $\sim 6 \text{ fb}^{-1}$ more
 - Main limitation: 1 MHz L0 trigger rate

Run (years)	Run 1 (2010-2012)	Run 2 (2015-2018)	Run 3 (2021-2023)	Run 4 (2027-2029)
Integrated luminosity	3 fb^{-1}	9 fb^{-1}	25 fb^{-1}	50 fb^{-1}
Instantaneous luminosity	$4 \times 10^{32} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$		$2 \times 10^{33} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$	

■ LHCb Phase 1 Upgrade

LS2
 LHCb Upgrade

- Operate detector at $2 \times 10^{33} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ instantaneous luminosity
- Read out the full detector at 40 MHz
- Install upgraded LHCb during long shutdown 2 (2019-21)

Attività di analisi

Physics analyses

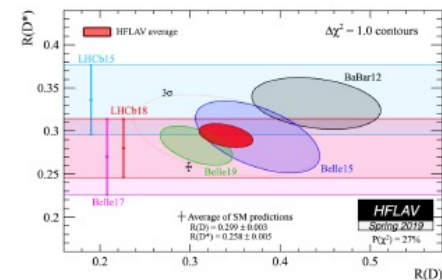
Test of Lepton Flavor Universality in $\bar{B}_s^0 \rightarrow D_s^+ \tau^- \bar{\nu}_\tau$ decays using 3-prong τ^- decays

C. Bozzi, B. Couturier, C. Giugliano, B. Siddi and S. Vecchi

- Combination of measurements by several experiments show interesting anomalies wrt SM predictions in semileptonic b -hadron decays (violation LFU)

- Crucial to improve precision and perform new measurements
- several LHCb measurements ongoing/foreseen involving different b -hadron decay modes and lepton decays

- We aim to measure $\mathcal{R}(D_s) = \frac{\mathcal{B}(\bar{B}_s^0 \rightarrow D_s^+ \tau^- \bar{\nu}_\tau)}{\mathcal{B}(\bar{B}_s^0 \rightarrow D_s^+ \mu^- \bar{\nu}_\mu)}$



- Use $\tau^- \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^- \nu_\tau$ decays (similarly to $\mathcal{R}(D^*)$ measurement done by our group)
- Use normalization channel with a topology similar to the signal to achieve the best precision
 - ✓ comparison among different channels. The best is $B_d \rightarrow D^- 3\pi^+$
- ✓ common selection of signal and normalization channels
- ✓ MVA analysis to discriminate between $\bar{B}_s^0 \rightarrow D_s^{*+} \tau^- \bar{\nu}_\tau$ and $\bar{B}_s^0 \rightarrow D_s^+ \tau^- \bar{\nu}_\tau$, validated using a control sample
- × ongoing: refine the signal selection to suppress main backgrounds ($H_b \rightarrow D_s^{(*)} H_c X$)
- × ongoing: develop the fit code
- evaluate efficiencies, yield of normalization, systematic uncertainties

Sviluppo software

Software alignment of the Muon detector

S.Vecchi

- LHCb detector alignment exploits track reconstruction to align different detector elements. Runs online since Run2 → guarantees best performance at trigger level. Will be crucial for the Upgrade.
- We are responsible for alignment of the Muon detector since Run1 → continue for the upgrade.
 - ✓ Change geometry.
 - ✓ Update software to new framework.
 - ✓ First tests with simulated data.
 - todo: massive tests with simulated data produced during the FEST campaign
 - todo: keep the code updated as the rest of the software changes
 - todo: develop some monitoring histograms for data quality

Computing

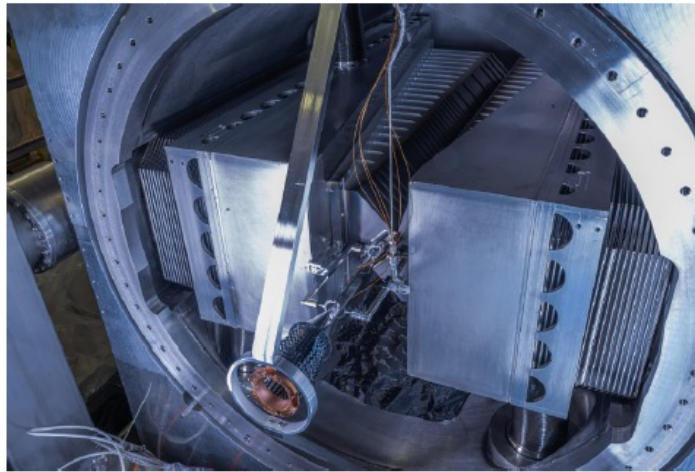
Coordination of LHCb computing Activities in 2022

- **Core software for the LHCb data taking in Run3:**
 - Upgrade the **detector description** by using the DD4HEP package, developed within AIDA 2020
 - Upgrade of the **detector condition** handling
- **Global test of the data flow in view of Run3 commissioning:**
 - From **event building** and software **trigger**, to offline **transfer**, **data distribution** and **filtering**
- **Distributed computing**
 - **Continuous operations** on Grids and Clouds
 - Ramp-up usage of **HPC centers**
 - Prepare **offline data analysis** for Run3
- **Resource management**
 - Continue **negotiations with funding agencies** to insure **CPU, disk and tape** resources needed by LHCb are properly supported
 - Start planning **computing model** and associated **requests** for **Phase-II Upgrade** (Run5)

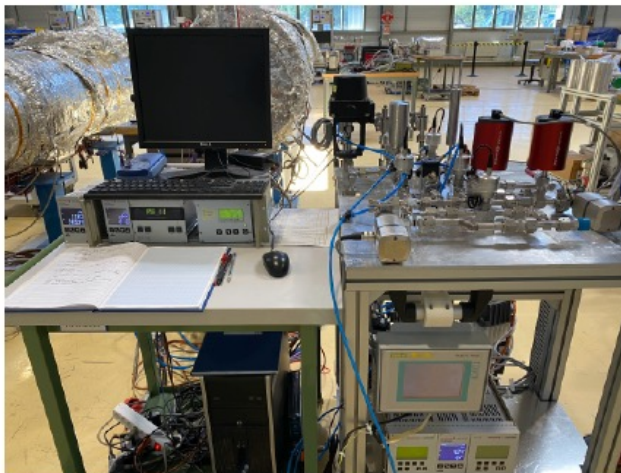
SMOG2 (1)

SMOG2

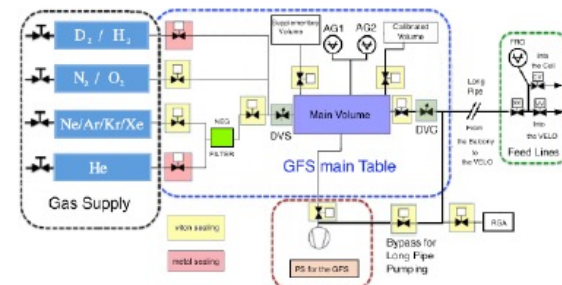
(V. Carassiti, G. Ciullo, P. Lenisa, L. Pappalardo, S. Squerzanti)



Installazione in Agosto 2020



- Gas Feed System in preparazione
- 4 linee (1 per non-getterabile gas)
- $H_2, D_2, He, N_2, O_2, Ne, Ar, Kr, Xe$
- Installazione inizio 2022



SMOG2 (2)

Attività previste per 2022

➤ SMOG2

- Montaggio e calibrazione del GFS (V. Carassiti, G. Ciullo) in supporto a CERN vacuum group
- Turni per commissioning SMOG2 (L. Pappalardo, dottorandi?)

➤ R&D per LHCspin

- Studio e progettazione di diverse configurazioni dell'apparato (V. Carassiti, P. Lenisa, in collab. con LNF)
- R&D per magneti trasverso (in collab. con M. Statera, INFN-MI)
- Studio delle performance di fisica attese (L. Pappalardo in collab. con LNF)
- Studio del coating per la cella di accumulazione in collab. con CERN e Juelich
- R&D supportato da LHCb e menzionato nel paper per il Future Upgrade
- ERC con massimo dei voti, progetto 'fundable' (non finanziato) -> risottomesso in agosto

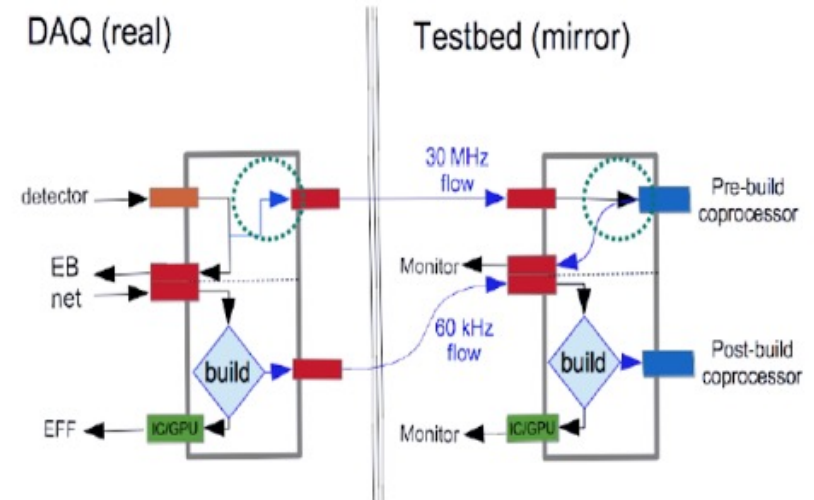
➤ Analisi dati con SMOG

- Studio di cold nuclear matter effects in produzione di adroni leggeri su campioni pHe, pNe e pAr a $\sqrt{s_{NN}} = 110 \text{ GeV}$ (E. Franzoso)
- Studio di cold nuclear matter effects in produzione di adroni leggeri su campioni pNe e PbNe a $\sqrt{s_{NN}} = 69 \text{ GeV}$ (S. Okamura)
- Studio di incremento di stranezza in produzione di adroni leggeri in campioni pNe e PbNe a $\sqrt{s_{NN}} = 69 \text{ GeV}$ (B. Passalacqua)

RTA

RTA - Tracking su FPGA

- Si vuole costruire un “trigger” firmware implementando l’algoritmo retina su FPGA
- Prendere dati in maniera “parassitica” durante Run3 (2022-2024) per dimostrare l’efficacia per Run4 (2027-2030)
- Si propone di applicarlo ad un quadrante del VELO (25%) → 8 schede + 2 server + **sistema di comunicazione ottico (Ferrara)**



Richieste 2022:

- Richiesti lo scorso anno 13 kE a Ferrara (11kE Transceivers + 2kE fibre ottiche)
→ assegnati 5kE
- **Quest’anno chiediamo di completare il finanziamento: 8kE**
- Persone coinvolte: W.Baldini, C.Bozzi, S.Kotriakhova

RICH: data taking Run 3

- Rivelatore RICH completamente rinnovato in fase di installazione nel 2021
- Da Febbraio 2022 inizio commissioning con fasci circolanti
- Presa dati
 - Verifica corretto funzionamento
 - Misura performance
 - Analisi dati
 - Piquet

LHCb Phase 2 Upgrade

- LHCb is proposing a Phase 2 Upgrade to take full advantage of the flavour physics opportunities at the HL-LHC
 - Ten-fold increase in luminosity compared to the Phase 1 upgrade ($1-2 \times 10^{34} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$)
 - Operation from 2030 on
- The design of a very challenging RICH detector is being evaluated by the Collaboration



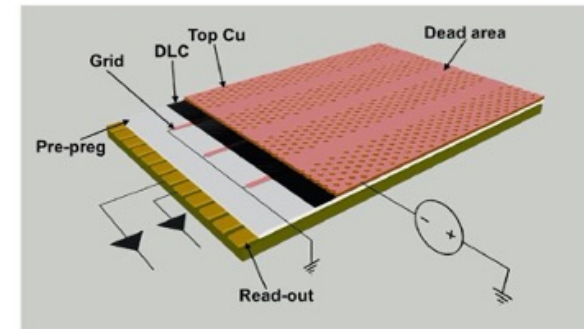
Muon

Muon: Attivita' 2022

Coordinamento attivita' Muon Upgrade fase 2:

- **Progetto del rivelatore per luminosita' $\sim 1.5 \times 10^{34} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ (Run5: ~ 2032)**
 - Regioni interne: costruzione di 144 rivelatori di tipo μ -RWELL
 - Regioni esterne: riutilizzo di ~ 960 MWPC
- **Nuova elettronica di Front-End e Readout:**
 - ~ 650000 canali di FE, throughput: ~ 16 Tbps, sviluppo ASIC a 64 ch
- **Simulazioni MC**
- **Shielding wall:** muro di ferro e cemento al posto di HCAL per ridurre il rate di particelle su M2
- E stata preparata una nota interna nel 2020
- Il Framework TDR e' in fase di finalizzazione (\sim Sept. 2021)

μ -RWELL Detector (G. Bencivenni)



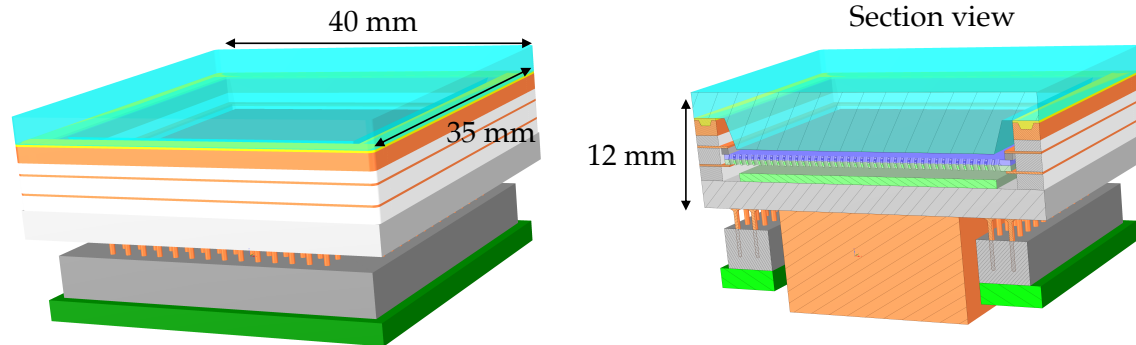
RICH Upgrade phase II

- Intense R&D program for photodetector development
 - Single photon sensitivity, with large (green-shifted) QE
 - Able to sustain very high photon rates
 - In the current (i.e. Upgrade I) RICH detector we expect a maximum channel occupancy of $\sim 25\%$ with $\sim 9 \text{ mm}^2$ pixel area ($\sim 1 \text{ MHz/mm}^2$ photon hit density)
 - For the Upgrade II we expect a photon hit density of $\sim 10 \text{ MHz/mm}^2$
 - High granularity (hence electronics channel density) to keep maximum channel occupancy below $\sim 25\%$
 - Translates in a pixel size of $\sim 1 \times 1 \text{ mm}^2$
 - Excellent time resolution within a 25 ns bunch ($< 100 \text{ ps r.m.s.}$)
 - Radiation hard
 - Extrapolating from Upgrade I (using a factor $\times 10$): $\sim 2 \text{ Mrad TID}$, $\sim 3 \times 10^{13} \text{ 1 MeV n}_{\text{eq}}/\text{cm}^2$, $\sim 1 \times 10^{13} \text{ HEH}/\text{cm}^2$
- Ferrara activities
 - SiPM and microchannel plate characterization (including irradiation)

**Attività sinergica:
Progetto ERC
4DPHOTON**

Progetto 4DPHOTON

- ERC Consolidator Grant, 5 years project (2019 – 2024)
 - Host Institution: INFN (beneficiaries: CERN and UNIFE)
- Development and construction of single-photon imaging detector with unprecedented performance
 - Detector, electronics and data acquisition system



- Main activities in 2022:
 - Construction of prototype vacuum tube, mechanics and cooling
 - Design of electronics and data acquisition chain (first prototype)

Anagrafica 4DPHOTON 2022

Ricercatori				
	Nome	Contratto	Qualifica	Percentuale
1	Calabrese Roberto	Associato	Prof. Ordinario	10
2	Fiorini Massimiliano	Associato	Prof. Ordinario	60
3	Guarise Marco	Associato	Assegnista	60
Numero Totale Ricercatori	3		FTE	1.30
Tecnologi				
	Nome	Contratto	Qualifica	Percentuale
1	Biesuz Nicolò	Dipendente	Tecnologo	90
2	Cotta Ramusino Angelo	Dipendente	Dirigente Tecnologo	20
3	Gianoli Alberto	Dipendente	Dirigente Tecnologo	10
Numero Totale Tecnologi	2		FTE	1.20
Tecnici				
	Nome	Contratto	Qualifica	Percentuale
1	Chiozzi Stefano	Dipendente	Collaboratore Tecnico E.R.	20
Numero Totale Tecnici	1		FTE	0.2