

Ricerca e sviluppo di rivelatori



Perche' la storia della Sezione attraverso i rivelatori ?

- I rivelatori e, piu' in generale, le tecnologie dedicate alla fisica nucleare e subnucleare , oggi anche astroparticellare, hanno fatto la storia di questa branca della scienza

- Anche se la lista dei premi Nobel assegnati negli anni non e' uno specchio completo e totalmente fedele del progresso in fisica, ci dice comunque molto

1927: C.T.R. Wilson, Cloud Chamber
1939: E. O. Lawrence, Cyclotron & Discoveries
1948: P.M.S. Blacket, Cloud Chamber & Discoveries
1950: C. Powell, Photographic Method & Discoveries
1954: Walter Bothe, Coincidence Method & Discoveries
1960: Donald Glaser, Bubble Chamber
1968: Luis Alvarez, Bubble Chamber & Discoveries
1992: Georges Charpak, Multi Wire Proportional Chamber

- e, piu' recentemente, premi Nobel legati al progresso delle tecnologie
 - 2013: F. Englert e P. Higgs, teoria del bosone di Higgs
 - 2015: T. Kajita e A. B. McDonald, oscillazioni di neutrino
 - 2017: R. Weiss, K. Thorne e B. Barish, osservazione onde gravitazionali

Avvertenze

- **50 anni** sono lunghi e la Sezione e' stata feconda →
 - Impossibile menzionare tutto
 - Impossibile dare un approfondito respiro scientifico alle citazioni
- Quanto vi mostrero' e' una **selezione** cui ho cercato di dare **ampio spettro**
 - Certamente qualcuno non ritrovera' i suoi ricordi o il suo contributo personale
 - I miei **errori/dimenticanze/scelte** non siano motivo per amareggiare la nostra **commune festa!**
- I miei **veloci flash sono focalizzati sui rivelatori**
 - Va da se' che la partecipazione ai programmi sperimentali e' un impegno piu' ampio a tutto tondo: qui si parla di un aspetto a testimoniare il tutto
- Ad eccezione dei "primi tempi" **non ci sono le liste dei nomi** dei colleghi coinvolti
 - Sarebbe noiso e poco utile in un ambiente dove si sa "chi fa cosa"

Avvertenze

- **50 anni** sono lunghi e la Sezione e' stata fatta
• Impossibile menzionare tutte
• Impossibile dare un

- I miei
• V
to

- Ad eccez
• Sare

- Quanto vi r
• Certam
• I miei en
festa!

**GRAZIE a TUTTI I COLLEGHI
che hanno CONTRIBUITO
facendomi avere del
PREZIOSO MATERIALE**

io a tutto

Gli inizi



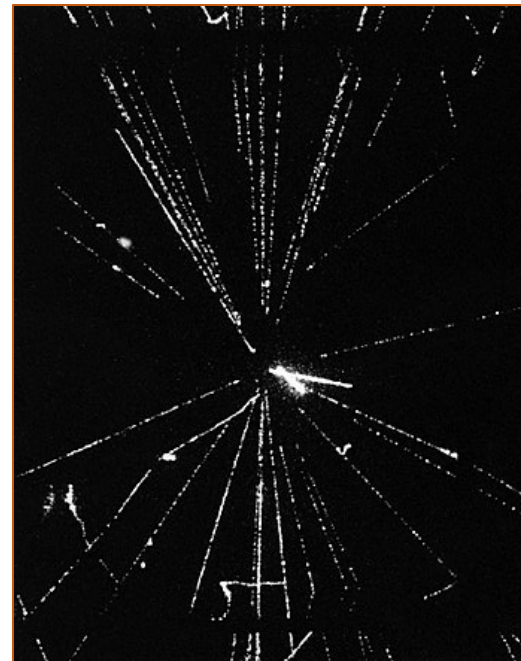
Il professor Fidecaro e i giovani collaboratori

Fisca adronica sempre con strumenti di frontiera

INFN/AE - 67/7, 20 Jun 1967, by
F. Bradamante, G. Fidecaro, M. Fidecaro, M. Giorgi, F. Sauli,
P. Schiavon



Archivio CERN:
Giuseppe and Maria Fidecaro inside the **spark chamber**
apparatus in the South Hall of PS to search for the $\rho \rightarrow \pi\gamma$
decay

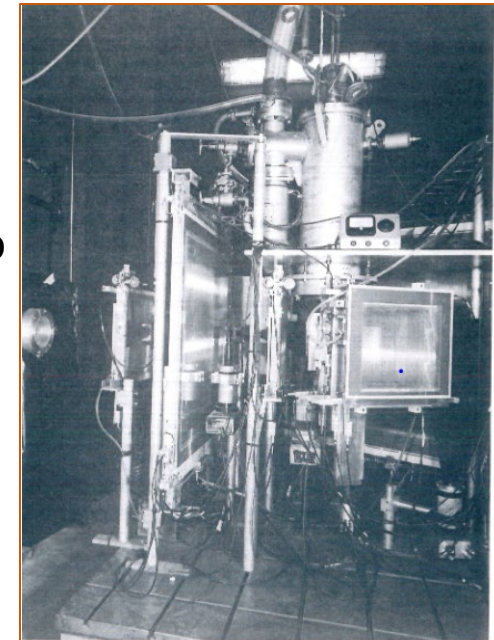


Il passo successivo:

**THE CERN-TRIESTE MAGNETOSTRICTIVE WIRE SPARK
CHAMBERS SYSTEM FOR THE LOW- ENERGY pd AND pp
SCATTERING EXPERIMENT AT THE CERN PS**

F. Bradamante, S. Conetti, G. Fidecaro, M. Fidecaro, M. Giorgi,
A. Penzo, L. Piemontese, F. Sauli, P. Schiavon, A. Vascotto

basate su linee di ritardo
in materiale ferromagnetico
dove la trasmissione
dell'impulso genera la
propagazione di un'onda di
deformazione meccanica



L'avvento delle MWPC

esperimento **WA6 experiment** all' SPS del CERN

Inizia il filone degli studi di **spin**

A PROPORTIONAL CHAMBER RECOIL DETECTOR FOR THE ELASTIC POLARIZATION EXPERIMENT WA6 AT THE SPS

P. DECHELETTE, G. FIDECARO, M. FIDECARO, S. NURUSHEV*, CH. POYER, M. RENEVEY, V. SOLOVIANOV*, M. STEUER[†], A. VASCOTTO

CERN, Geneva, Switzerland

F. GASPARINI, M. POSOCCO, C. VOCI

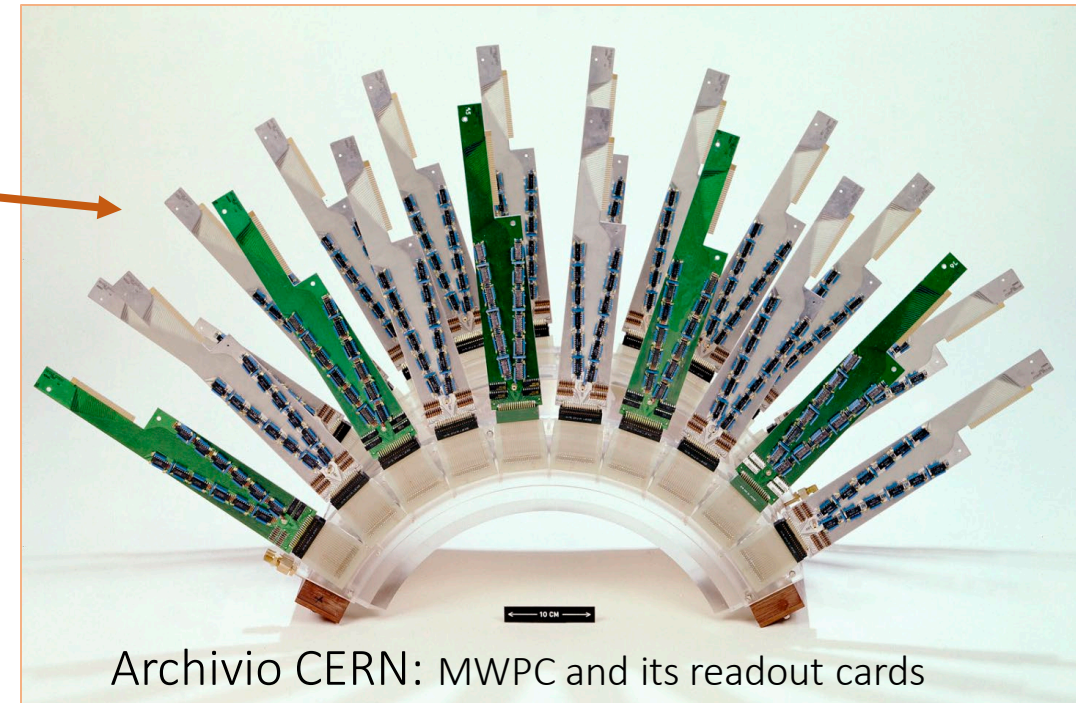
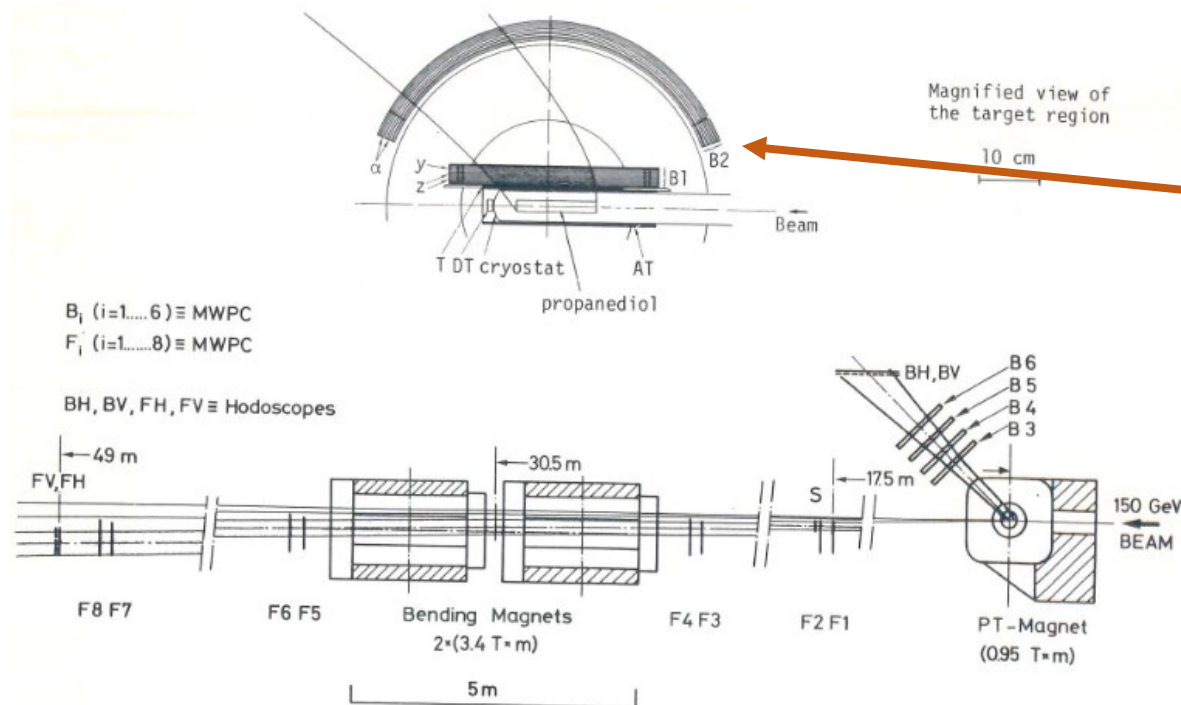
Istituto di Fisica della Università and INFN, Padova, Italy

R. BIRSA, F. BRADAMANTE, M. GIORGI, L. LANCERI, A. PENZO, L. PIEMONTESE, P. SCHIAVON, A. VILLARI

Istituto di Fisica della Università and INFN, Trieste, Italy

W. BARTL, R. FRÜHWIRTH, CH. GOTTFRIED, G. LEDER, W. MAJEROTTO, G. NEUHOFFER, M. PERNICKA, M. REGLER and H. STRADNER

Institut für Hochenergiephysik der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Vienna, Austria



Le energie intermedie: la scuola del professor Cernigoi

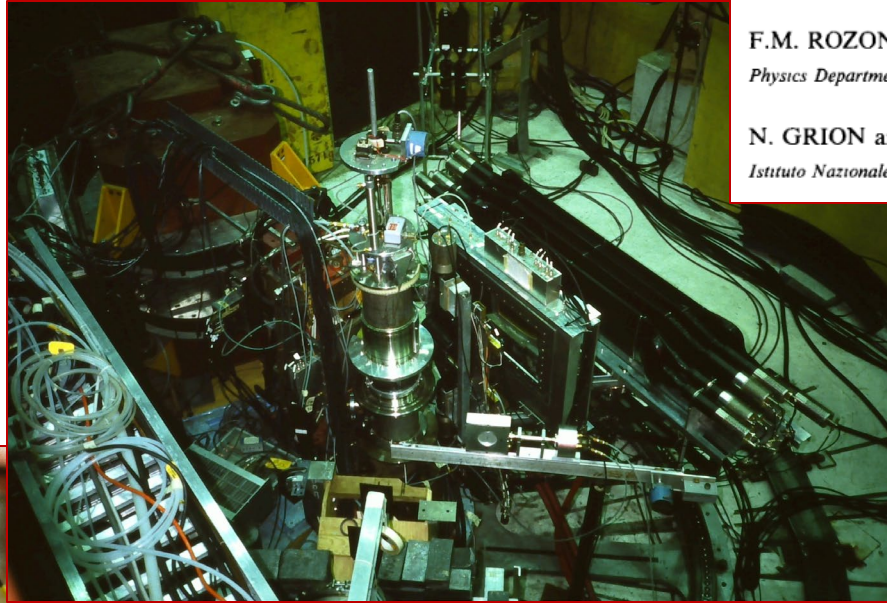
all'SC del CERN e poi al TRIUMF

I giorni dell'SC

THE (π^- , nn) REACTION AT REST ON ${}^6\text{Li}$, ${}^9\text{Be}$ AND ${}^{12}\text{C}$ NUCLEI

F. CALLIGARIS, C. CERNIGOI and I. GABRIELLI
Istituto di Fisica dell'Università - Trieste
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare - Sottosezione di Trieste
and
F. PELLEGRINI
Istituto di Fisica dell'Università - Padova
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare - Sezione di Padova

Received 7 October 1968



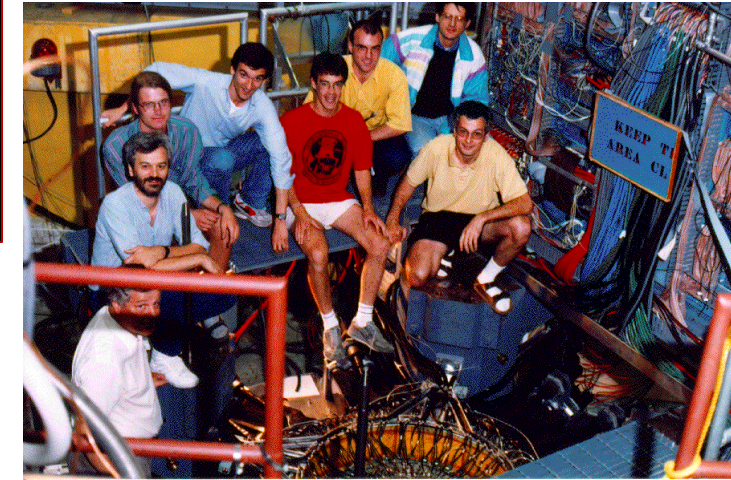
A TOTAL ABSORPTION RANGE TELESCOPE – THE CARUZ

F.M. ROZON

Physics Department, University of British Columbia, Vancouver, BC, Canada V6T 2A3

N. GRION and R. RUI

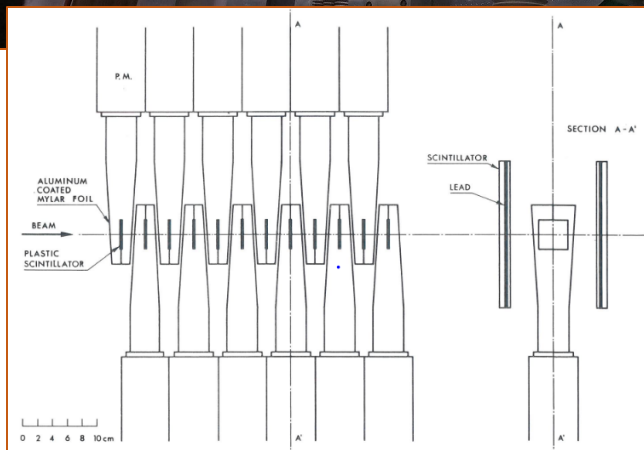
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Trieste and Dipartimento di Fisica, Università di Trieste, Italy 34127



Un po' di Trieste al TRIUMF

Range Telescope: **stack di scintillatori plastici** di spessori via via maggiori per l'identificazione delle particelle n, p, d e t (con lettura da entrambi i lati per la misura della posizione), **interamente costruito a INFN Trieste per misurare al TRIUMF**

L'acceleratore in casa: il Crockof-Walton dell'Istituto di Fisica a TS



- Con le misure a Trieste e poi ai fasci polarizzati di Saturne II (Saclay) e' stato sviluppato il concetto di **bersaglio scintillante per polarimetria di protoni ad alta energia**

DETECTION OF SMALL ANGLE ELASTIC SCATTERING EVENTS AT HIGH ENERGY BASED ON A MULTISCINTILLATOR TARGET

Hamza AZAIEZ², Renato BIRSA¹, Franco BRADAMANTE¹, Silvia DALLA TORRE-COLAUTTI¹, Morena DI DRUSCO¹, Marcello GIORGI¹, Kei-Ichi KURODA², Livio LANCERI¹, Anna MARTIN¹, Aron MICHALOWICZ², Pietro MORAS¹, Aldo PENZO¹, Denis PERRET-GALLIX², Paolo SCHIAVON¹ and Attilio VILLARI¹

¹ I.N.F.N. Sezione di Trieste and Istituto di Fisica, Università di Trieste, Italy

² LAPP, Ancey, France

Received 1 June 1982

- Nel tempo, con continue migliorie, il bersaglio scintillante sarebbe diventato il **polarimetro** usato al **Tevatron** (Fermilab), a **RHIC** (BNL) e sarà uno dei polarimetri dell'**EIC**
 - lo sviluppo dei rivelatori a Trieste HA LE **GAMBE LUNGHE**, travalica gli oceani e scavalca i secoli

I favolosi anni 80 e 90

- l'INFN benedetto dall' "effetto Zichichi"
- il mondo prima dell' 11 settembre 2001

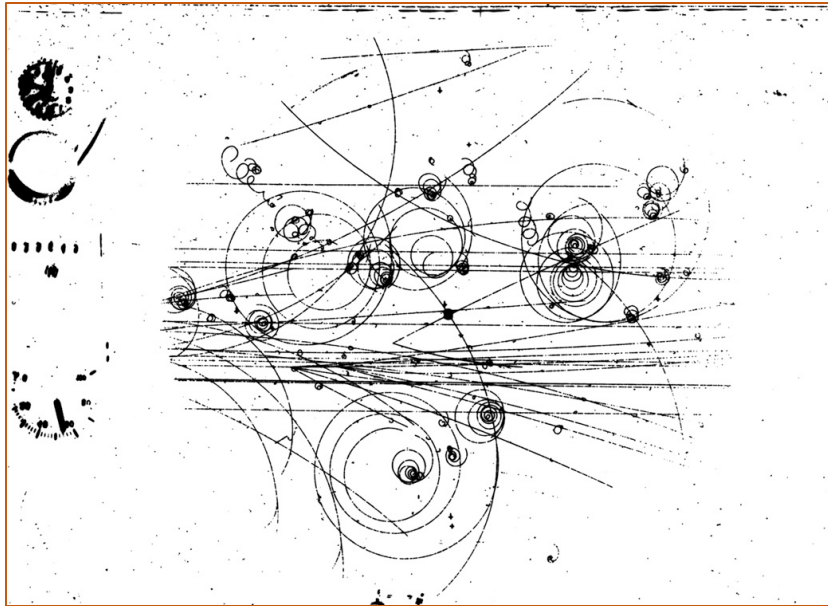
La complessita' del 21^{imo} secolo

- L'allargamento del panorama scientifico (astroparticelle, dark matter, onde gravitazionali)
- Le difficoltà del contesto (tensioni internazionali, la pandemia, la crescente burocratizzazione)

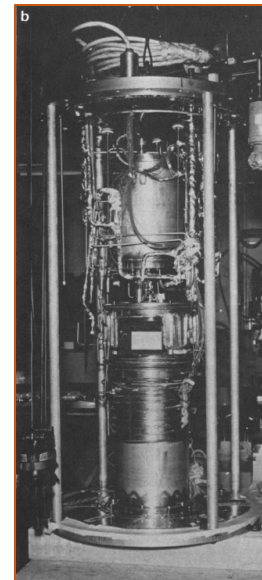
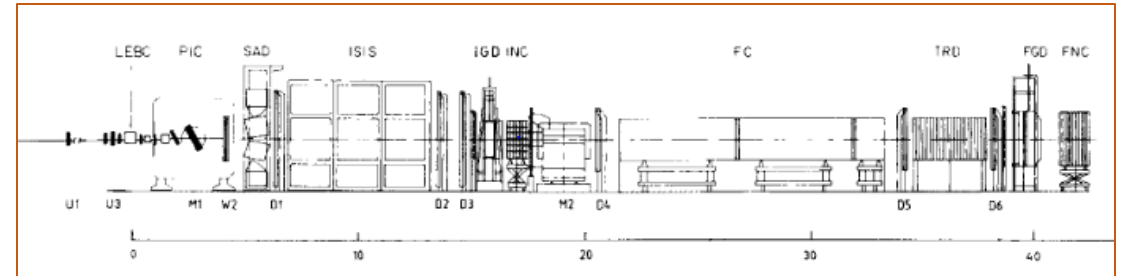


Trieste e le camere a bolle

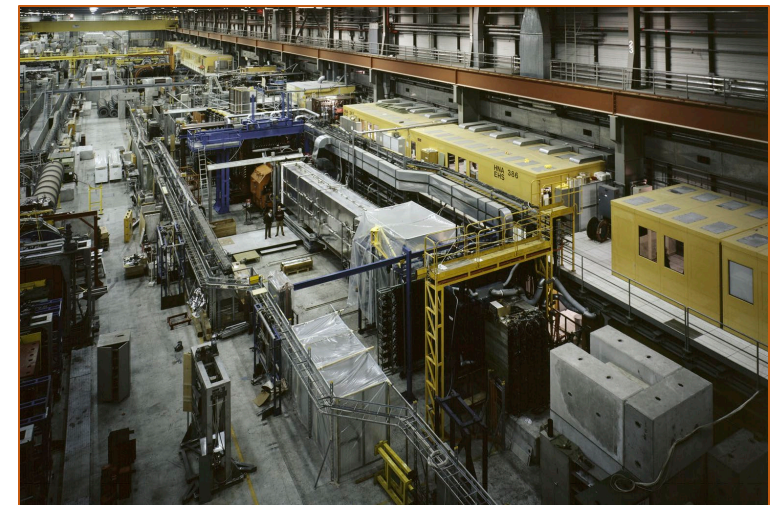
- Tavoli per la lettura dei fotogrammi da camera a bolle in operazione a Trieste



THE EUROPEAN HYBRID SPECTROMETER



LEBC

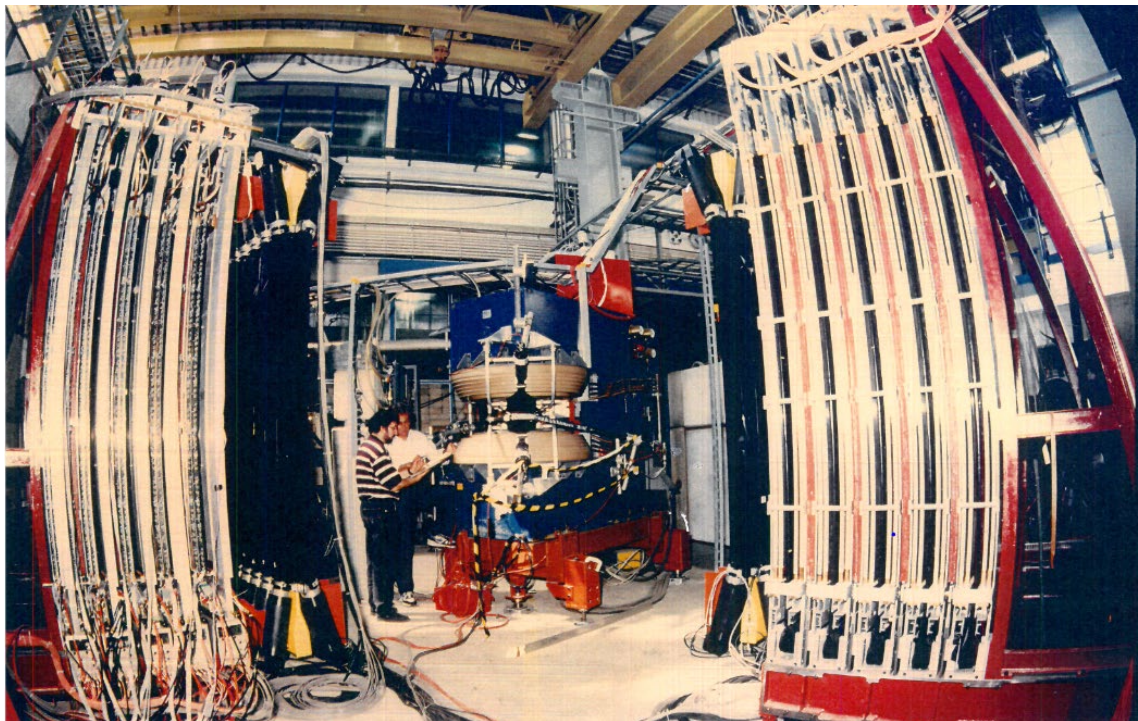


Il filone della fisica adronica e dei rivelatori a gas

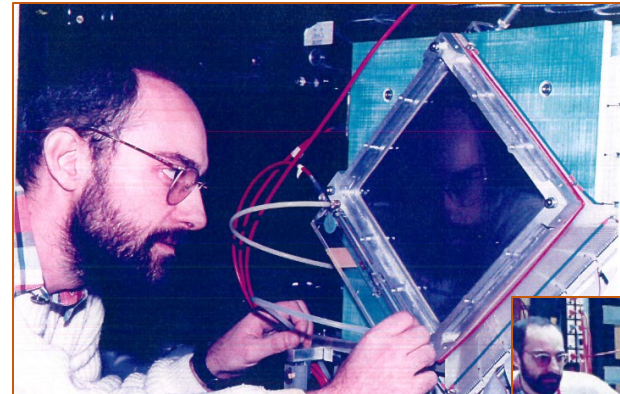
Al **LEAR** del CERN

(PS 172, PS199, PS206)

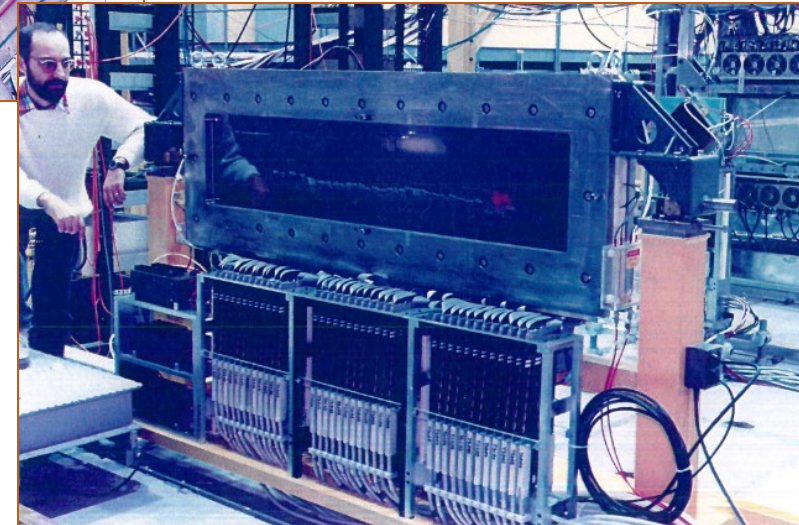
Due rivelatori gemelli di antineutroni con 8000 “tubi di larocci”



La struttura di spin dei nucleoni con il fascio di μ di alta energia dell'SPS del CERN (SMC, COMPASS)

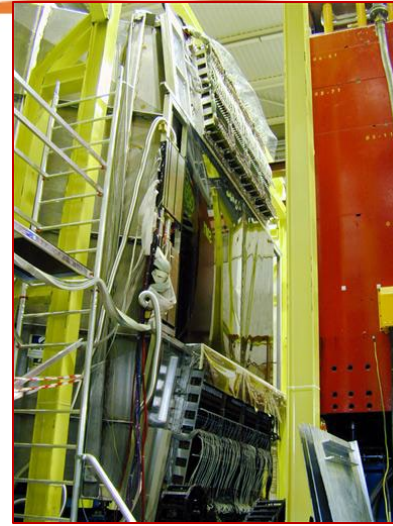
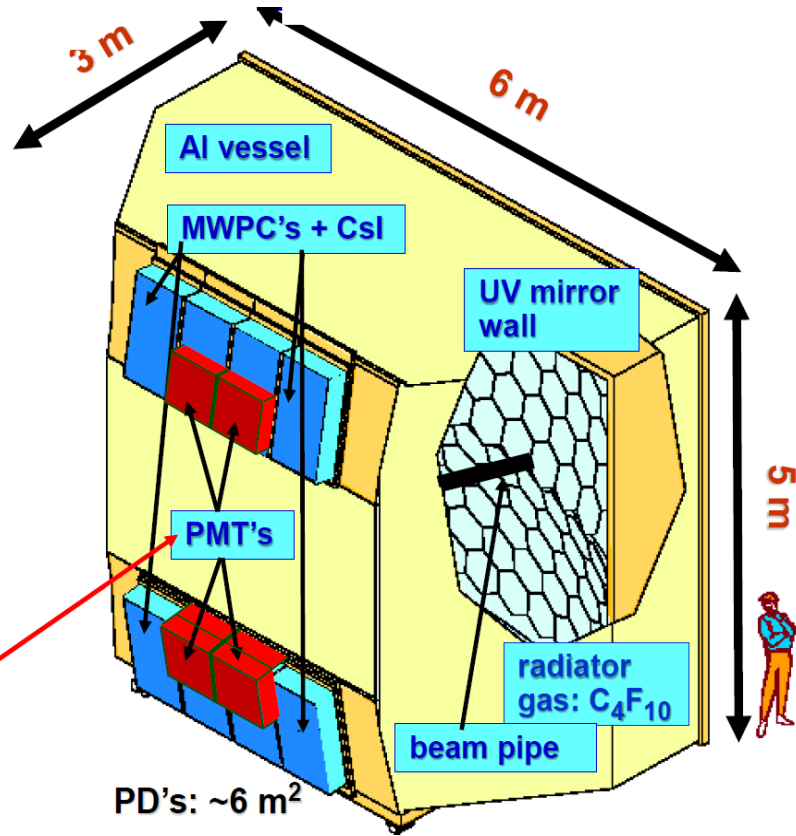


MWPC per i polarimetri di SMC

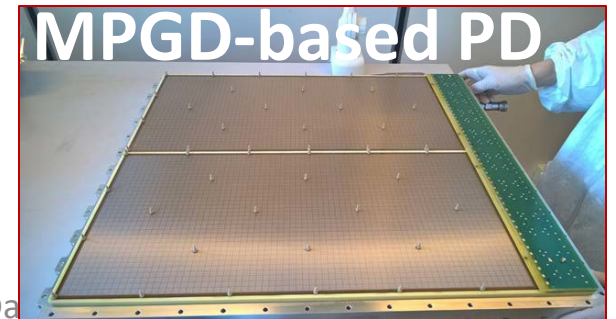
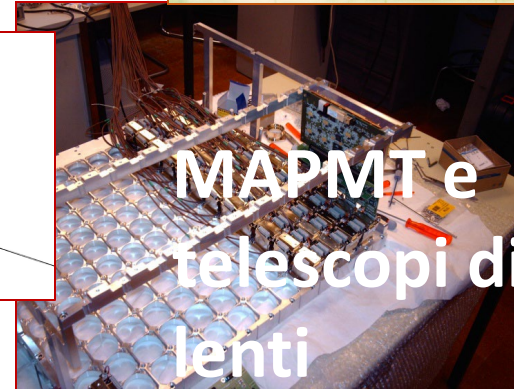
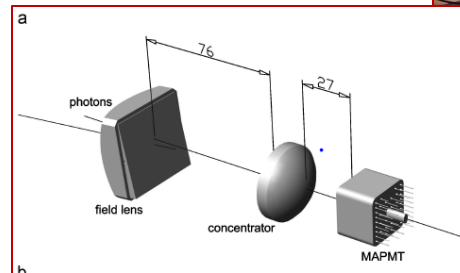
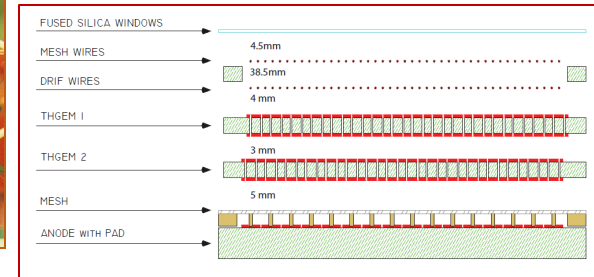
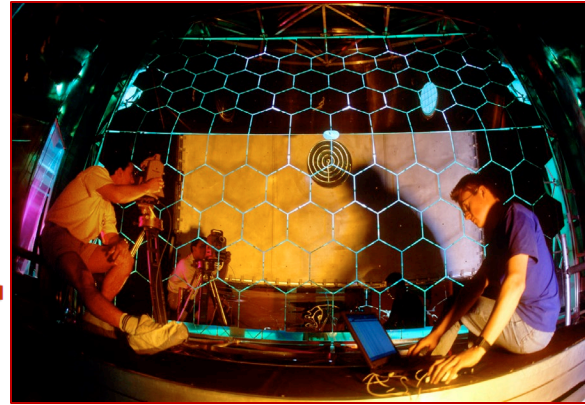


L'avventura del RICH di COMPASS

Uno dei 5 RICH al mondo con radiatore gassoso ed ampia accettazione



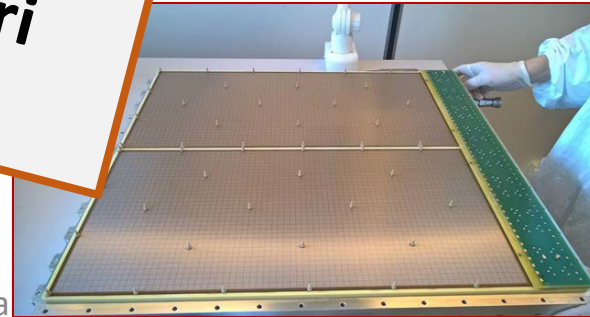
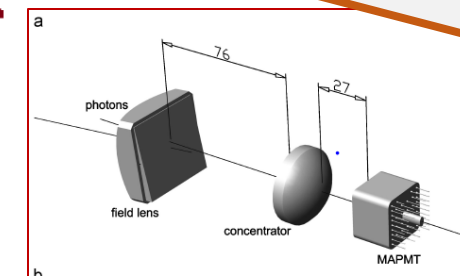
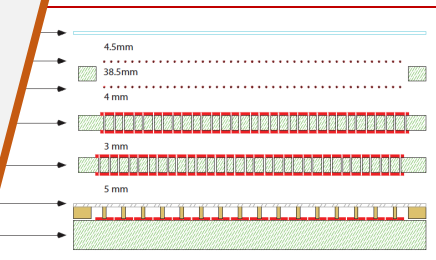
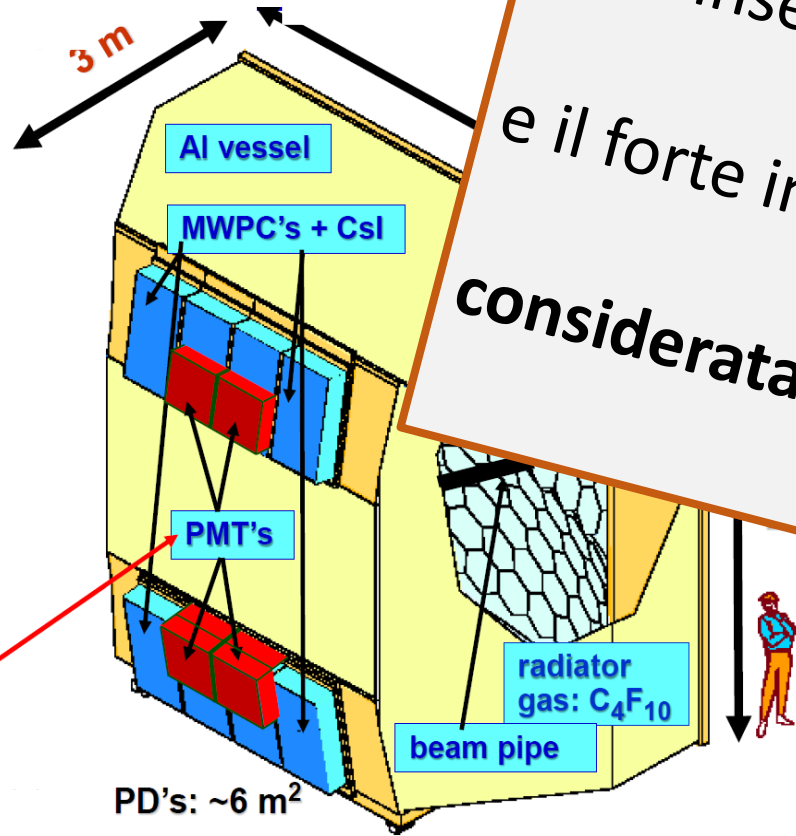
MWPC con CsI



L'avventura del RICH di COMPASS

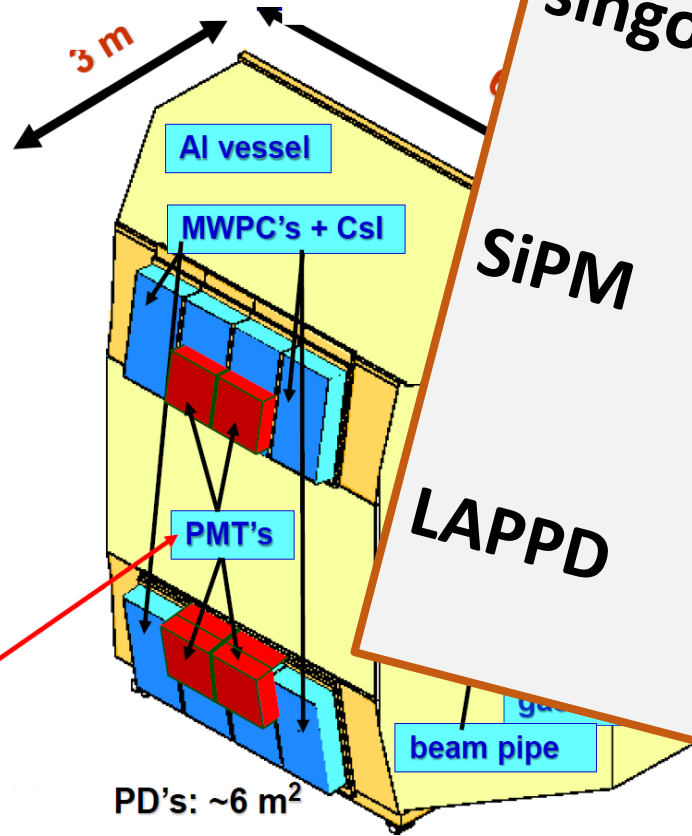
Uno dei 5 RICH al COMPASS
con radiatore gas
ed ampia accettazione

Con i fotorivelatori basati su tecnologie MPGD,
c'è l'inserimento a tutto tondo in tale linea di R&D
e il forte impegno in RD51, collaborazione oggi
considerata modello in ambito sviluppo rivelatori



L'avventura del RICH di COMPASS

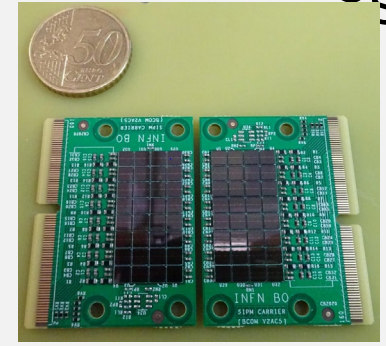
Uno dei 5 RICH al COMPASS
con radiatore gas
ed ampia accettazione



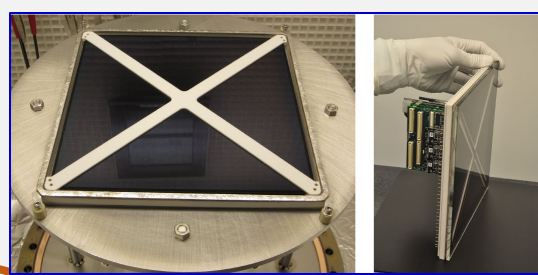
SiPM

LAPPD

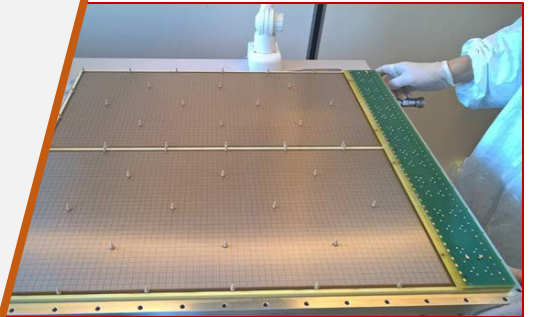
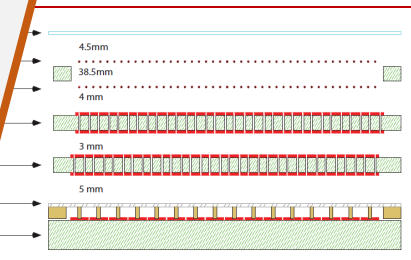
La competenza in rivelatori RICH si sta trasferendo
alla **sperimentazione** al costruendo EIC
In tale contesto, **nuovi approcci** alla rivelazione di
singolo fotone sono oggetto di studio:



matrice Si PM



prototipo LAPPD

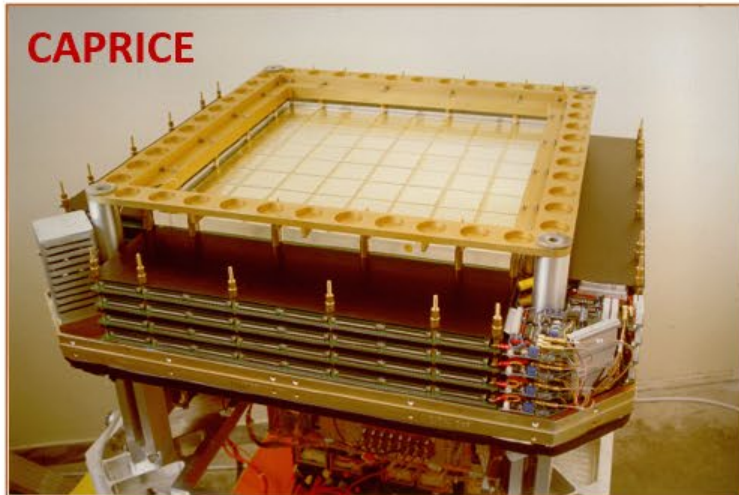


Trieste vola nello spazio



Con i palloni aerostatici

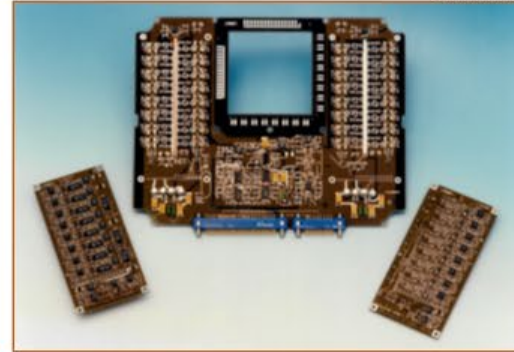
TS93 (1993)
CAPRICE (1994, 1998)
primo calorimetro
W-Si nello spazio



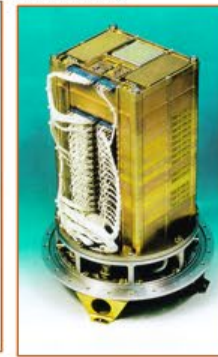
CAPRICE

In orbita

NINA



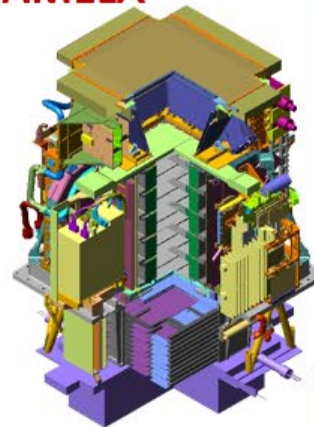
Tracciatore à Si



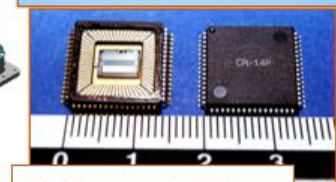
AGILE



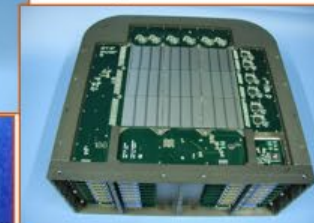
PAMELA



calorimetro a
immagine W-Si



Sviluppo ASIC
per FE: CR1.4P



Tracciatore a Si

Trieste vola nello spazio



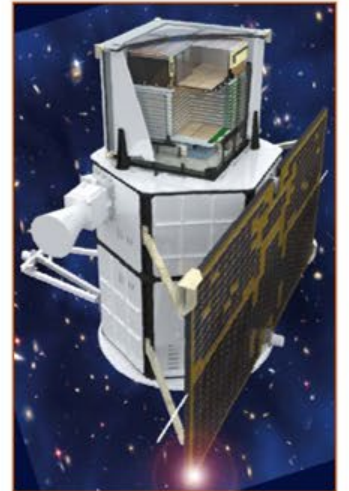
Con

TS93
CAP

orbita

Tracciatore a Si

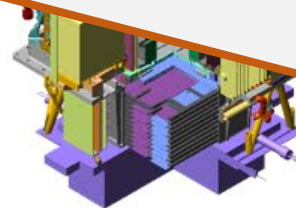
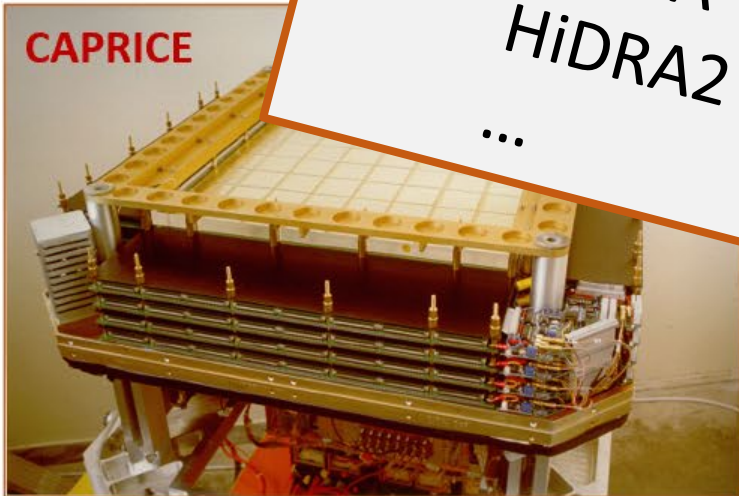
AGILE



Dall'esperienza per PAMELA nasce una linea di sviluppo di ASIC:

- CASIS1.2A
- CASIS1.2B
- HiDRA
- HiDRA2
- ...

CAPRICE



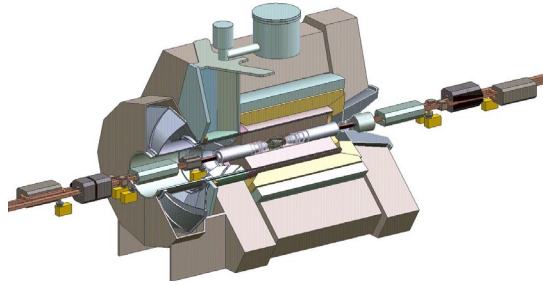
Sviluppo ASIC
per FE: CR1.4P



Tracciatore a Si

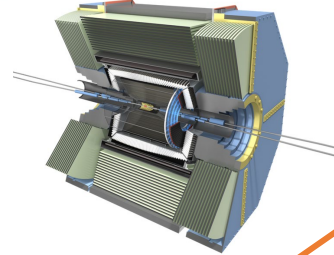
Trieste alle b-Factory a cavallo fra 2 secoli

BaBar

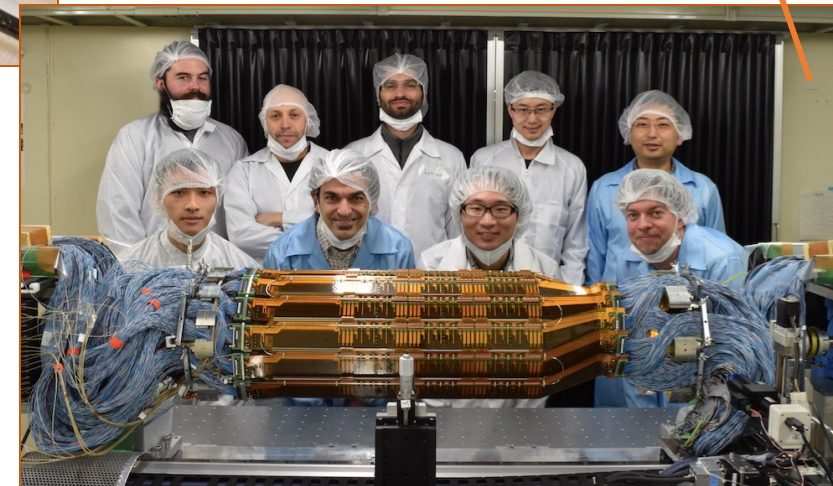
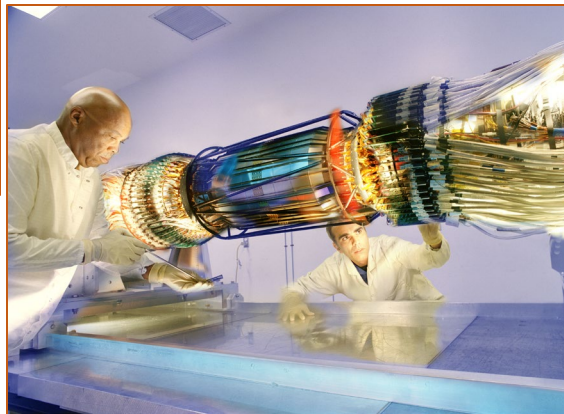
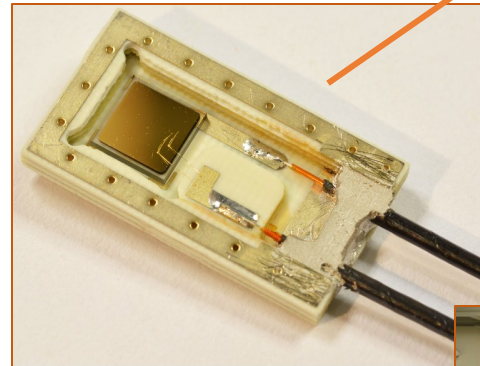


Silicon Vertex Tracker of BaBar at SLAC

BELLE II



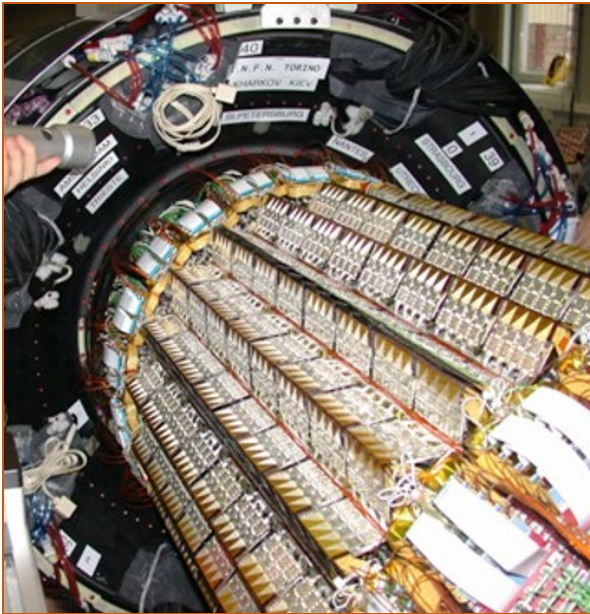
Trieste designed, built, characterizes, tests, installs, and operates **20 single-crystal diamond sensors** that will monitor radiation. In addition, Trieste performs dedicated in-depth **tests of silicon sensors** prior to final installation at KEK.



SDD da Trieste attraverso il tempo e lo spazio

I Silicon Drift Detector, nati per UA6, sono rapidamente diventati triestini, con realizzazioni e sviluppi targati TS

ALICE-ITS-SDD



~ 2000 - new unique injectors for self calibration

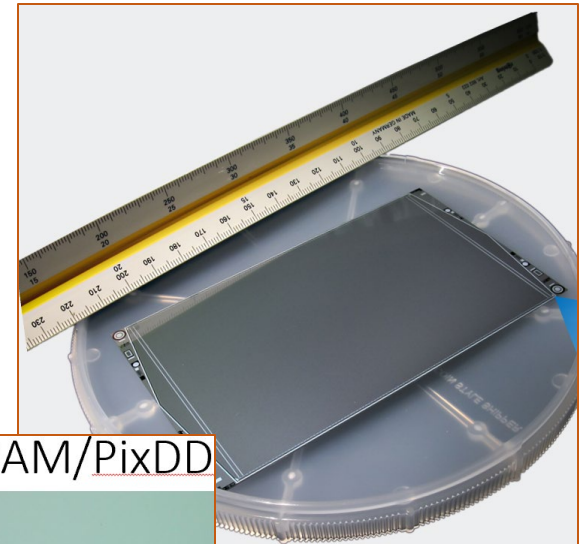


R&D continuo in REDSOX per applicazioni specifiche

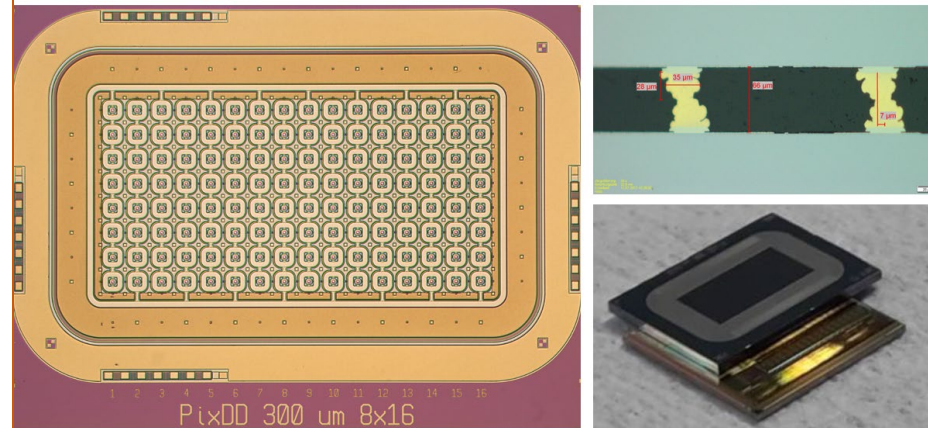
Nello spazio:

- eXTP
- HERMES
- ADAM/PixDD

Largest monolithic SDD ever built



Progetto premiale ADAM/PixDD



SDD da Trieste attraverso il tempo e lo spazio

I Silicon Drift Detector, nati per le
realizzazioni e sviluppo

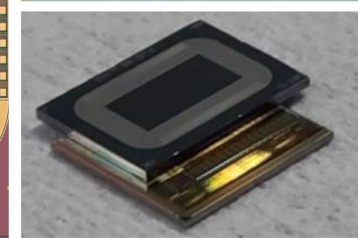
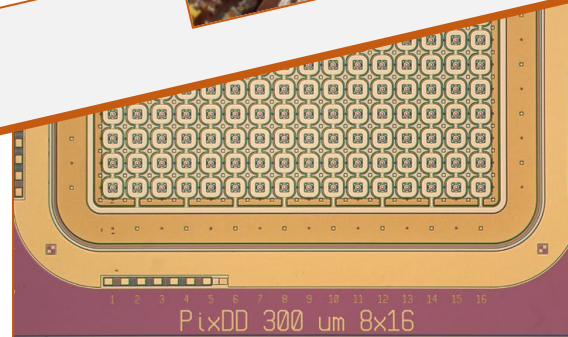
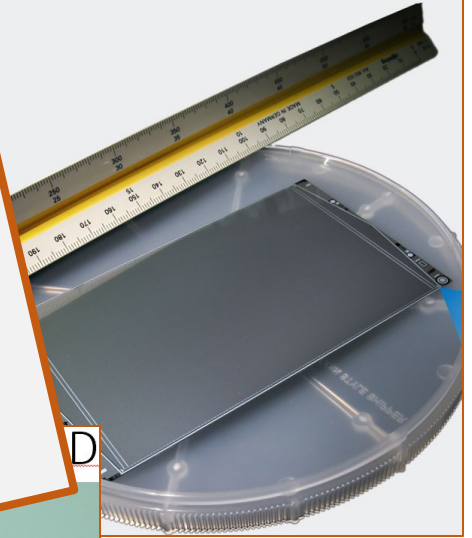
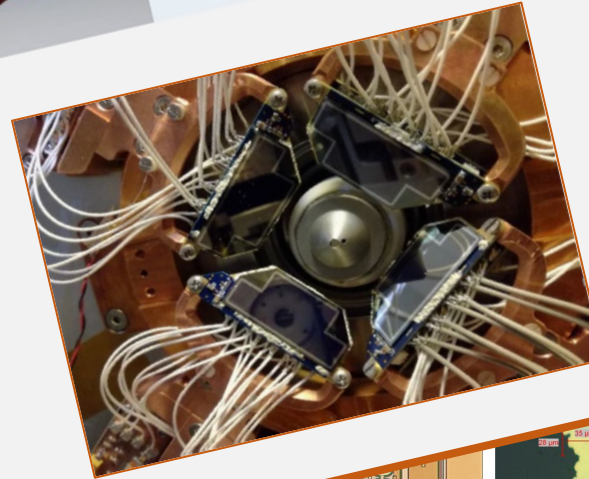
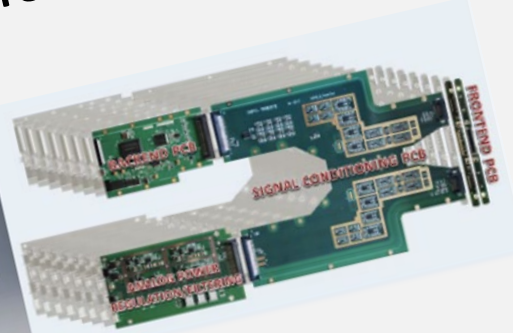
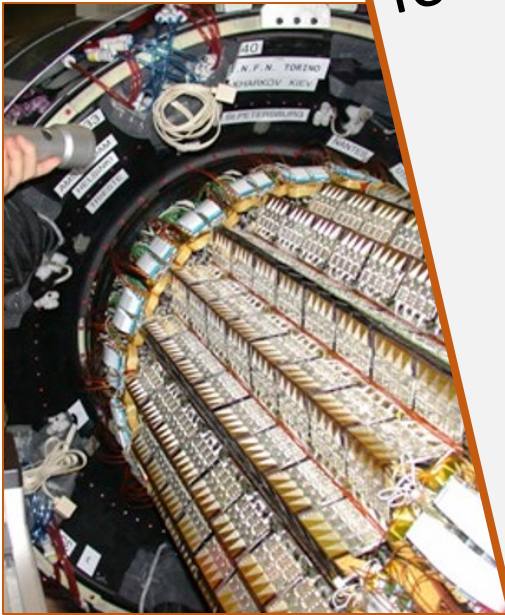
tati triestini, con
largest monolithic SDD
ever built

ALICE-ITS-

Applications al di là della nostra ricerca
fondamentale:

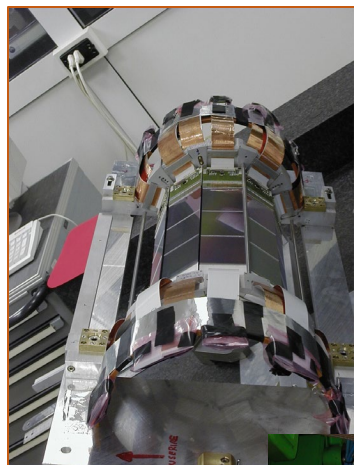
SESAME

linea TwinMic ad
ELETTRA



FISICA NUCLEARE E TRACCIATORI AL Si a TRIESTE

FINUDA a DAΦNE, LNF



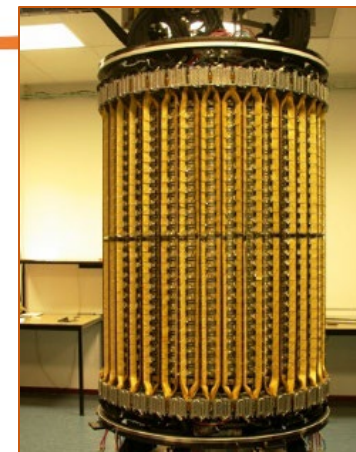
Contributo determinante di Trieste nella progettazione, sviluppo, costruzione, installazione del rivelatore di vertice ed elettronica



ALICE a LHC, CERN

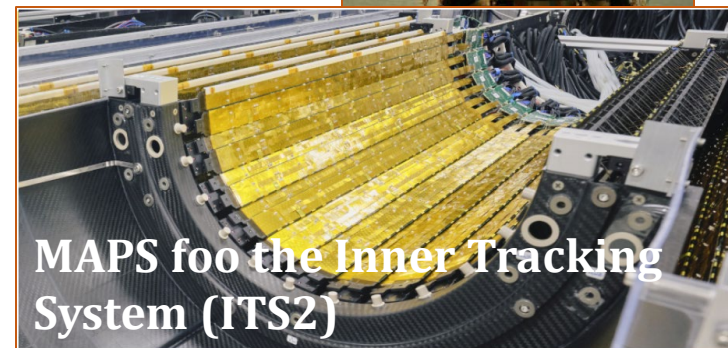
Rilevanti contributi di Trieste a:

- **PASSATO**



SSD: rivelatori microstrip al Si a doppia faccia

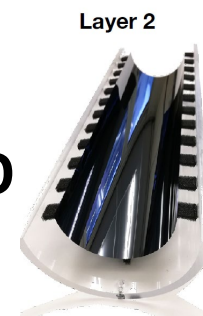
- **PRESENTE**



MAPS for the Inner Tracking System (ITS2)



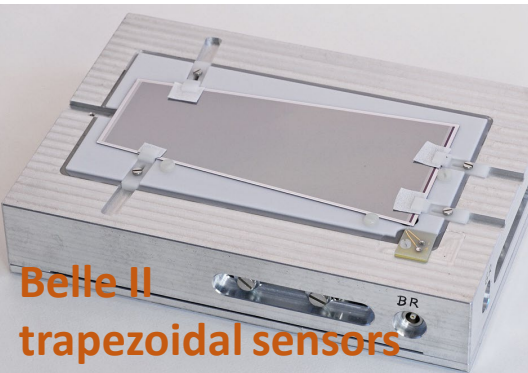
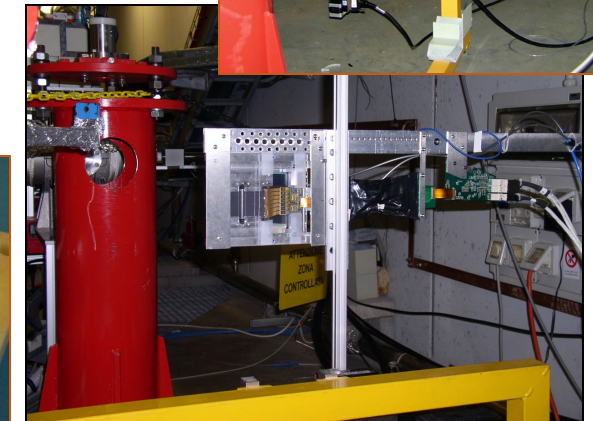
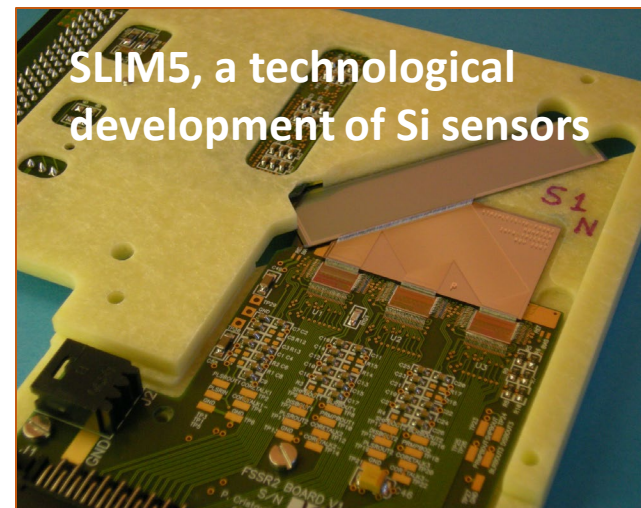
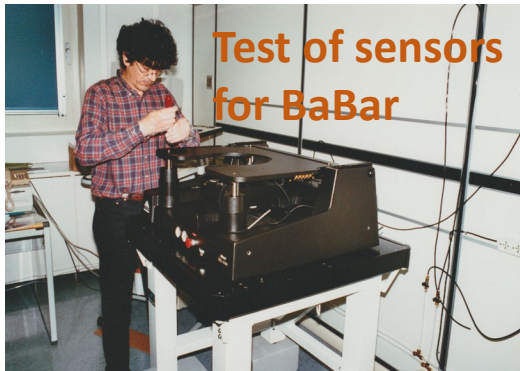
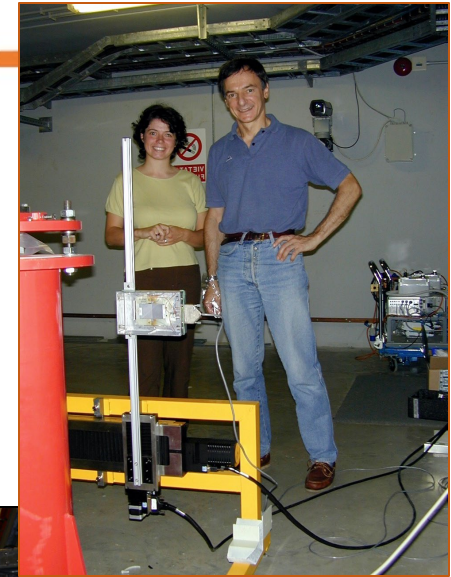
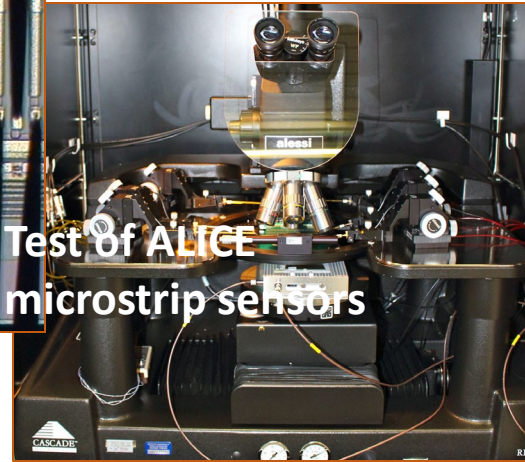
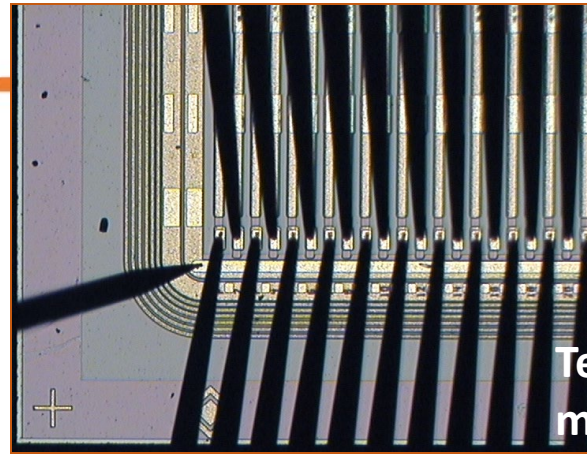
- **FUTURO**



Most Inner tracking layers for ALICE by light-weighted flexible MAPS (ITS3) →

- ALICE upgrade (2026)
- **ALICE 3**
- **EIC**

Il Laboratorio Si a Trieste, un successo sinergico

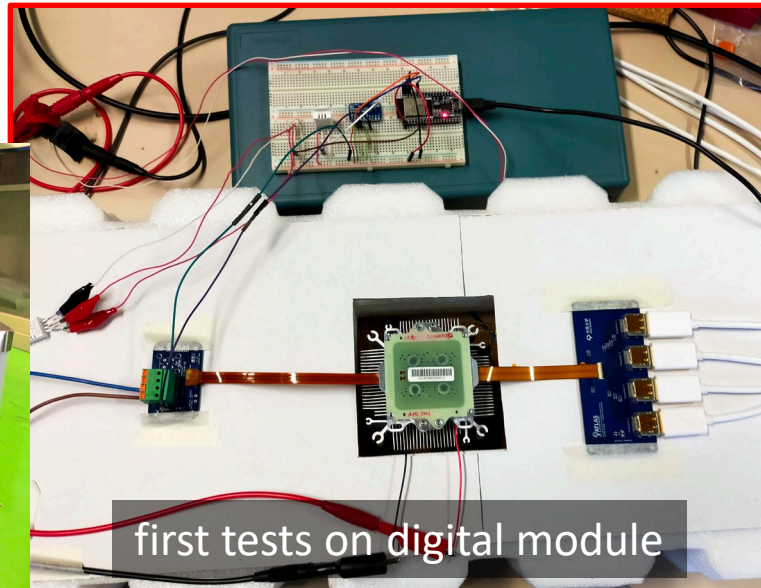
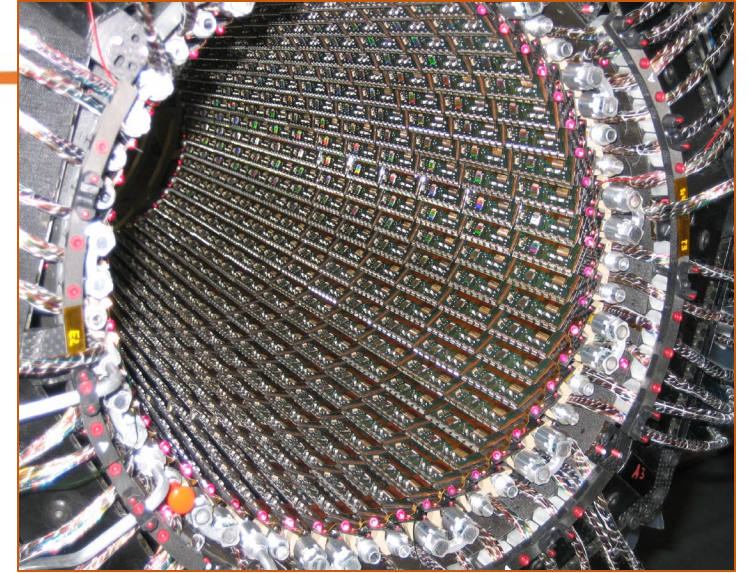


Also taking advantage of irradiation at ELETTRA linac beam dump

Tracciatori al Si per ATLAS da Udine

ATLAS PHASE-I PIXEL / ATLAS PHASE-II ITK PIXEL

Intensa attivita' di quality control con l'allestimento di un laboratorio dedicato



Qualche flavor differente a Trieste

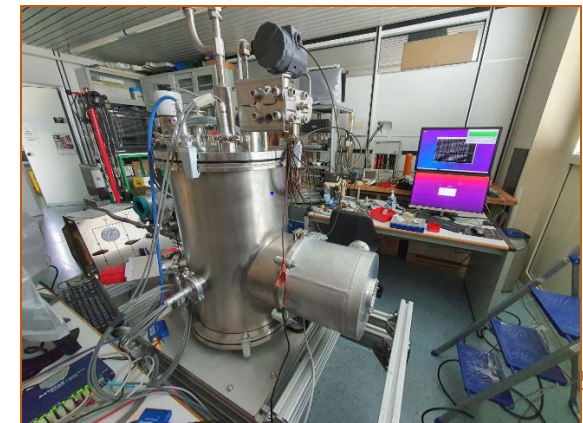
nTOF

- Sviluppo di rivelatori a scintillatori liquidi



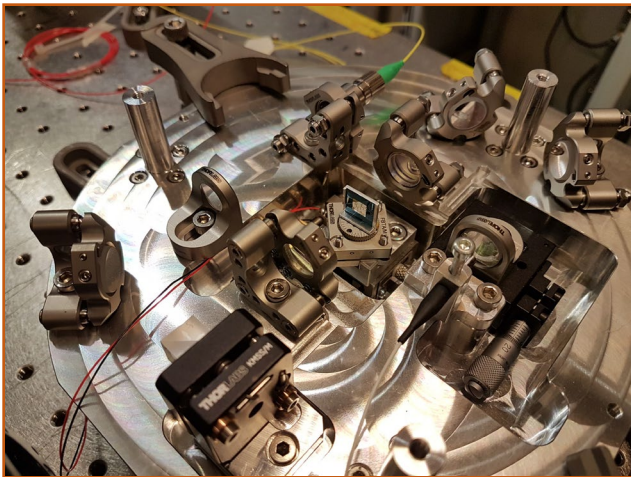
FAMU

- Il bersaglio per Misura della transizione iperfina nello stato 1S dell'idrogeno muonico



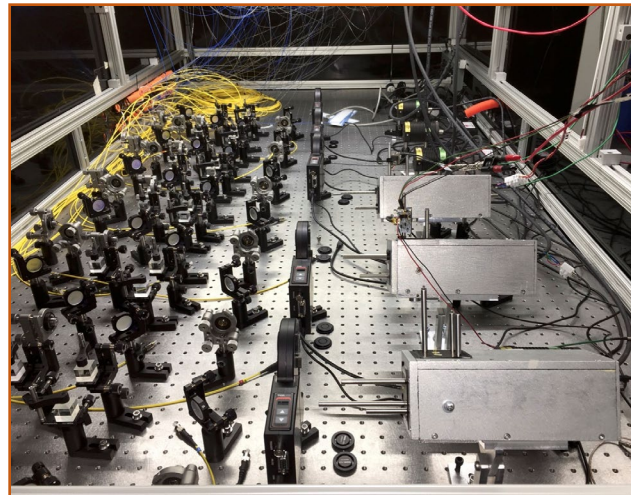
KWISP e advanced-KWISP

- Rivelatori optomeccanici per ricerche di materia ed energia oscura

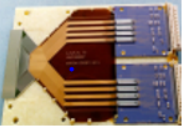
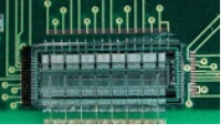




Muon G-2 e MUonE

- Tecniche ottiche per la calibrazione e il controllo di calorimetri e tracciatori di particelle



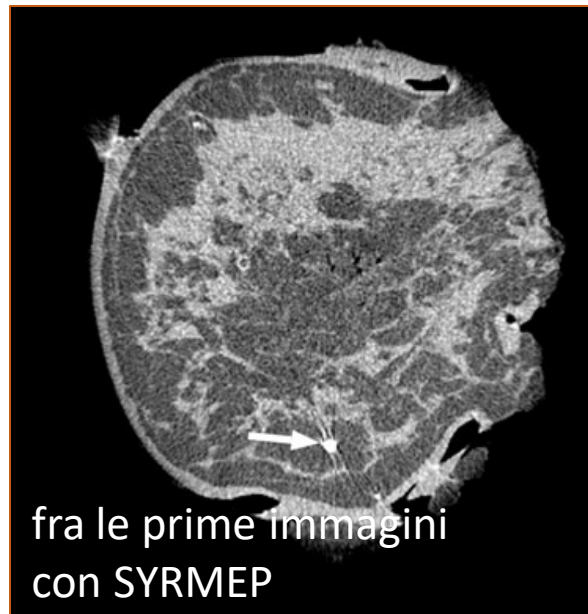
L'applicativo in fisica medica a Trieste

	ASIC
SYRMEP 	CASTOR (Lepsi)
FRONTRAD 	FROST (Caen)
MATISSE 	VA64_TAP +LS64 (Ideas)
PICASSO 	Mythen II (PSI)

Linee guida:

- l'indagine radiologica con photon counting
- L'utilizzo della luce di sincrotrone

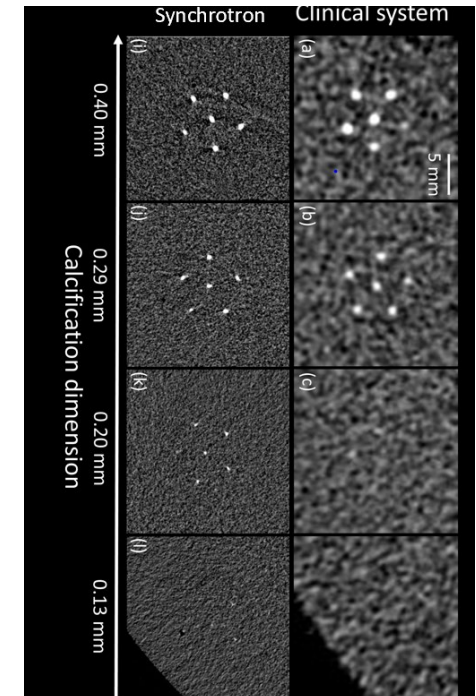
Immagini con luce di sincrotrone:
una marcia in piu'!



fra le prime immagini
con SYRMEP



PICASSO:
designo modulare per estendere l'area



I protagonisti



I protagonisti siamo noi !



Quelli visibili nella foto, quelli che il giorno della foto non erano in sede (manco anch'io), quelli che negli anni hanno lasciato la Sezione, ma hanno contribuito così tanto a farla crescere

Tutti con i nostri differenti ruoli siamo essenziali per i risultati raggiunti

Un pensiero personale

**Per me sono 44 anni di vita scientifica
in INFN:**

lo considero un raro privilegio



Grazie della vostra attenzione

