

MAMBO (MAMi-BOnn)

La sigla MAMBO si articola su due attività:

- **A2@MAMI (Mainz)**

presa dati e analisi

⇒ **Paolo Pedroni – Spokesperson insieme a A. Thomas**

- **BGO-OD (Bonn)**

installazione, messa a punto apparato, presa dati e analisi

⇒ **Paolo Levi Sandri – Spokesperson insieme a H. Schmieden**

Obiettivi di fisica:

- studio delle proprietà delle risonanze nucleoniche attraverso la fotoproduzione di mesoni pseudoscalari e vettori con fasci e/o bersagli polarizzati

Es. $\gamma + p \rightarrow \eta + p$

COLLABORAZIONE MAMBO

Responsabile Nazionale: RACHELE DI SALVO

Sezioni INFN partecipanti:

ROMA TOV	(Responsabile Locale RACHELE DI SALVO)
LNF	(Responsabile Locale PAOLO LEVI SANDRI)
ME	(Responsabile Locale GIUSEPPE MANDAGLIO)
PAVIA	(Responsabile Locale PAOLO PEDRONI)
ISS-RM	(Responsabile Locale FRANCESCO GHIO)
TORINO	(Responsabile Locale GIANPIERO GERVINO)

SEZIONE	NOME COGNOME	TIPO	CONTRATTO	QUALIFICA	RICERCATORI	TECNOLOGI	TOT. PERS.	FTE	FTE / PERS.		
CT	De Leo Veronica	assoc	Scientifica	Dottorando	x			100			
	Fazio Giovanni				x			100			
	Giardina Giorgio	assoc	Scientifica	Prof. Ordinario	x			50			
	Mandaglio Giuseppe	assoc	Scientifica	Borsa Ente Pubblico	x			100			
	Romaniuk Mariia	assoc	Scientifica	Dottorando	x			100			
CT					4.5 fte	5 pers.	0 fte	pers.	5	4.5	0.900
SEZIONE	NOME COGNOME	TIPO	CONTRATTO	QUALIFICA	RICERCATORI	TECNOLOGI	TOT. PERS.	FTE	FTE / PERS.		
ISS	Ghio Francesco	assoc	Incarico di Ricerca scientifica	Primo Ricercatore	x			100			
	Girolami Bruno	assoc	Associazione Senior	Primo Ricercatore	x			0			
ISS					1 fte	2 pers.	0 fte	pers.	2	1.0	0.500
SEZIONE	NOME COGNOME	TIPO	CONTRATTO	QUALIFICA	RICERCATORI	TECNOLOGI	TOT. PERS.	FTE	FTE / PERS.		
LNF	Babusci Danilo	dip	Ricercatore	Primo Ricercatore	x			30			
	Levi Sandri Paolo	dip	Ricercatore	Primo Ricercatore	x			80			
	Pietreanu Dorel				x			40			
LNF					1.5 fte	3 pers.	0 fte	pers.	3	1.5	0.500
SEZIONE	NOME COGNOME	TIPO	CONTRATTO	QUALIFICA	RICERCATORI	TECNOLOGI	TOT. PERS.	FTE	FTE / PERS.		
PV	Braghieri Alessandro	dip	Ricercatore	Ricercatore	x			50			
	Costanza Susanna				x			100			
	Pedroni Paolo	dip	Ricercatore	Primo Ricercatore	x			100			
PV					2.5 fte	3 pers.	0 fte	pers.	3	2.5	0.833
SEZIONE	NOME COGNOME	TIPO	CONTRATTO	QUALIFICA	RICERCATORI	TECNOLOGI	TOT. PERS.	FTE	FTE / PERS.		
RM2	Di Salvo Rachele Anna	dip	Ricercatore	Ricercatore	x			70			
	Fantini Alessia	assoc	Incarico di Ricerca scientifica	Ricercatore	x			70			
	Messi Roberto	assoc	Incarico di Ricerca scientifica	Prof. Associato	x			50			
	Moricciani Dario	dip	Ricercatore	Ricercatore	x			30			
	Schaerf Carlo	assoc	Incarico di Ricerca scientifica	Prof. Ordinario	x			0			
RM2					2.2 fte	5 pers.	0 fte	pers.	5	2.2	0.440
SEZIONE	NOME COGNOME	TIPO	CONTRATTO	QUALIFICA	RICERCATORI	TECNOLOGI	TOT. PERS.	FTE	FTE / PERS.		
TO	Gervino Gianpiero	assoc	Incarico di Ricerca scientifica	Ricercatore	x			40			
	Lavagno Andrea	assoc	Incarico di Ricerca scientifica	Ricercatore	x			10			
	Marino Ciro	assoc	Tecnologica	Tecnico Categoria D			x	50			
	Scarfone Antonio Maria	dip			x			50			
TO					1 fte	3 pers.	0.5 fte	1 pers.	4	1.5	0.375
TOTALE					12.7 FTE	21 PERS.	0.5 FTE	1 PERS.	22	13.2	0.600

STAFF TECNICO

Gianni Nobili

(INFN Sezione Roma “Tor Vergata”)

Gianni Vitali

Maurizio Iannilli

(Università di Roma “Tor Vergata” - INFN Sez. Roma “Tor Vergata”)

Stefano Colilli

Maurizio Lucentini

Fausto Giuliani

(Istituto Superiore di Sanità - INFN Sezione Roma)

ATTIVITA' A BONN

R. Di Salvo - CSNIII - 18/06/13

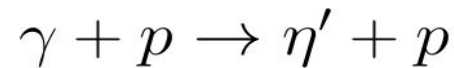
Joint PAC of MAMI and ELSA 2012, Dec. 6th-7th

P. Levi Sandri G. Mandaglio

ELSA/6-2012-BGO

Proposal to the PAC

Measurement of the Σ beam asymmetry in



RATE B

A. Fantini A. Braghieri

ELSA/5-2012-BGO

Proposal to the PAC

**η PHOTOPRODUCTION MEASUREMENTS
WITH BGO-OD**

RATE A

V. Vegna J. Hannappel

ELSA/4-2012-BGO

Proposal to the PAC

Vector Meson Photoproduction at BGO-OD

**RATE A
for $\omega n/\phi n$**

T. C. Jude D. Elsner

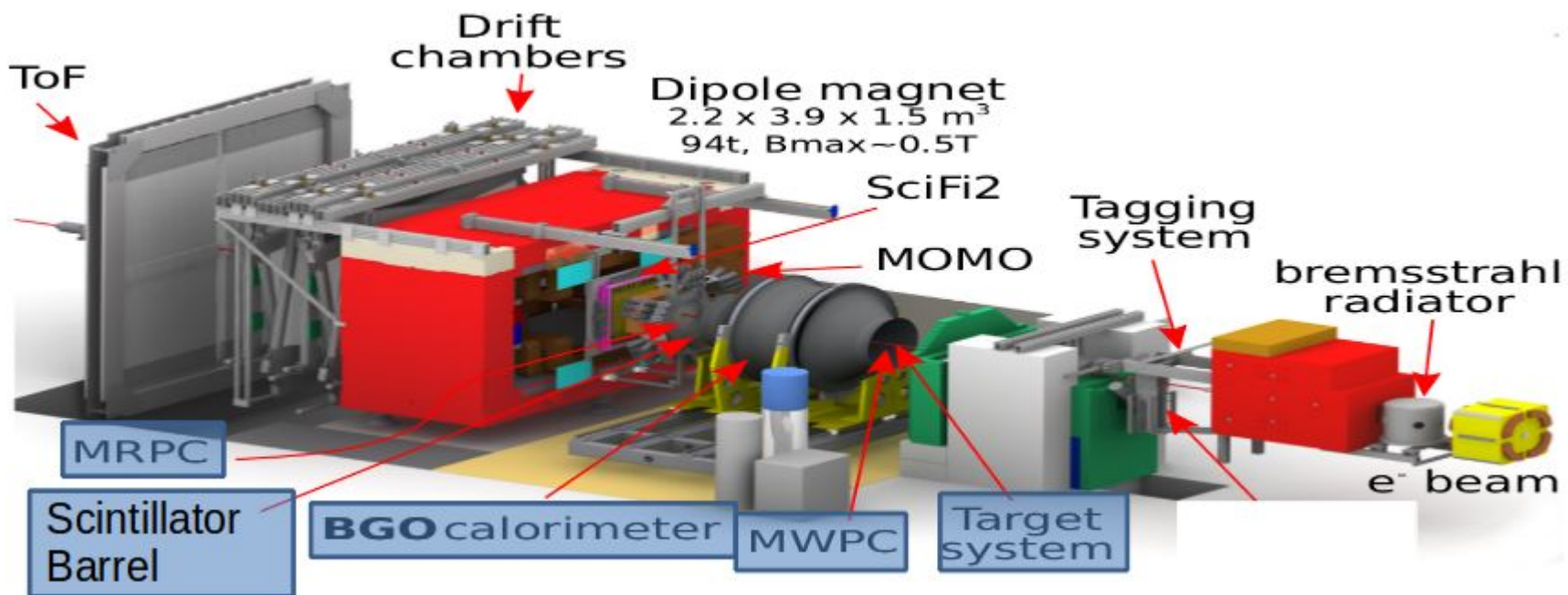
ELSA/7-2012-BGO

Proposal to the PAC

**Associated Strangeness Photoproduction with
the BGO-OD**

**RATE A
for $K^+\Lambda$**

BGO-OD



BGO-OD

(In rosso le parti a resp. italiana)

Photon Tagger

In costruzione

**Goniometro (polarizz. fascio)
Bersaglio criogenico**

Testati 30 canali su 120 - Feb. e Maggio 2013

**Tests positivi-Maggio 2013 (estratti primi Stonehenge plots)
Commissioning - Feb.-Marzo 2012**

- Regione centrale:

Calorimetro e.m. di BGO

Commissioning - Feb.-Marzo 2012

Tests linearità e risoluzione BTF – Apr. e Ott. 2012

Tests e simulazioni campo magnetico Nov.-Maggio 2013

**Barrel di scintillatori plastici
MWPC**

Commissioning - Giugno 2012

Costruzione quasi completa

Testate in laboratorio (2012-2013)

- Regione in avanti:

MRPC

In costruzione

Tests prototipo Feb.-Marzo 2012; BTF Apr. e Ott. 2012

Commissioning Feb.-Marzo e Giugno 2012

Commissioning Feb.-Marzo e Giugno 2012

Full Field raggiunto a Feb.2013

Commissioning di 2 muri - Maggio 2013

Commissioning Giugno 2012

**Primi tests di
tracciamento
nello spettrometro**

MOMO (fibre scintillanti)

SciFi2 (fibre scintillanti)

Dipolo magnetico

3 Muri TOF

Drift Chambers

- Rivelatori di flusso:

GIM (alta eff.)

FluMO (bassa eff.)

R. Di Salvo - CSNIII - 18/06/13
Tests positivi Maggio 2013
Tests positivi Maggio 2013

TESTS 2012-2013

Feb.-Marzo 2012	Tests su fascio a Bonn (BGO, target)
Giugno 2012	Tests su fascio a Bonn (Barrel, MOMO, SciFi2)
Aprile 2012	Tests su fascio alla BTF(LNF) (BGO, prototipo MRPC)
Da Giugno 2012	Condizionamento MWPC + tests con cosmici
Ottobre 2012	Tests su fascio alla BTF(LNF) (BGO, prototipo MRPC)
Nov. 2012	Tests con campo magnetico a Bonn (BGO)
Feb. 2013	Tests su fascio a Bonn (Photon tagger, GIM, FluMO)
Maggio 2013	Tests su fascio a Bonn (Photon Tagger, GIM, FluMo)
Maggio 2013	Tests con campo magnetico a Bonn (BGO)

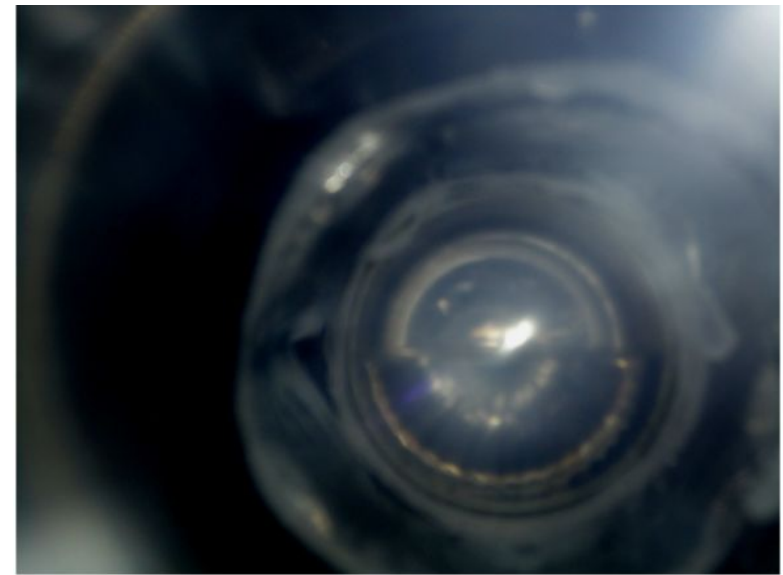
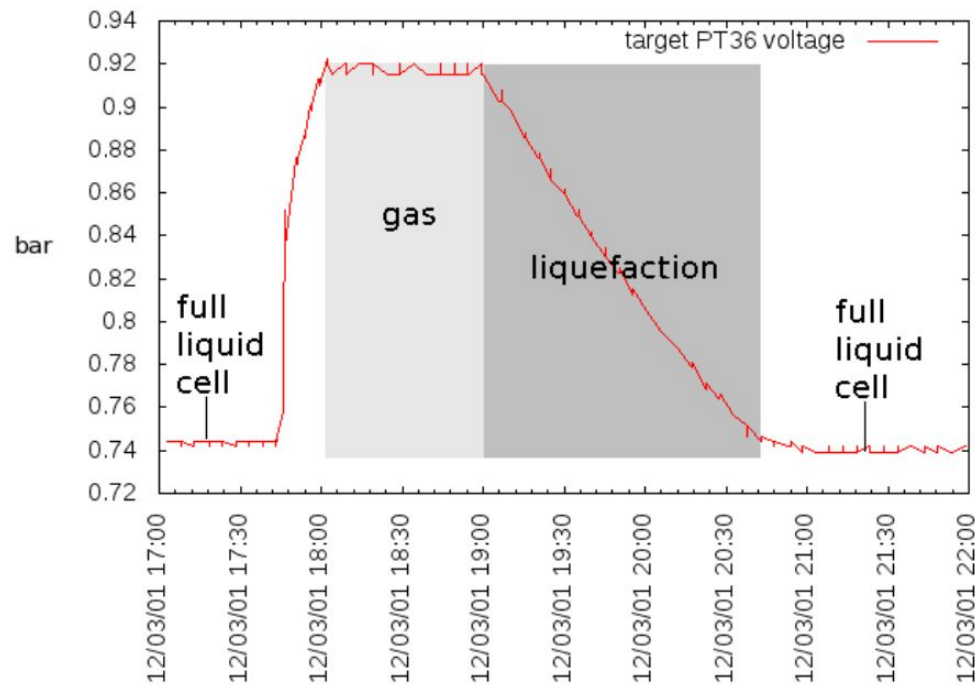
BERSAGLIO H2

⇒ **OK commissioning Feb.-Marzo 2012 e Giugno 2012**

8h per riempire il bersaglio partendo dalla temperatura ambiente

Per acquisire dati con bersaglio vuoto → aumentare la temperatura per produrre l'evaporazione dell'H₂ e poi sono sufficienti 2h per tornare dal gas al liquido

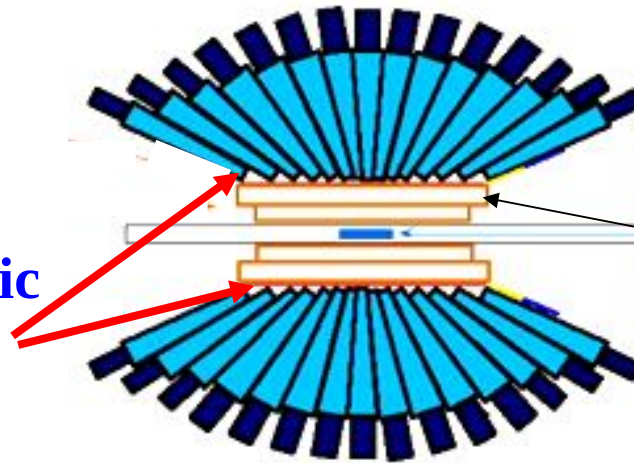
Il bersaglio di H₂ è stato sempre usato in tutti i tests successivi.



R. Di Salvo - CSNIII - 18/06/13

CALORIMETRO DI BGO

barrel of 32 plastic
scintillators
(NE102A)



Cylindrical
MWPC's (futuro)

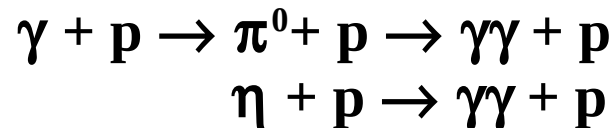
⇒ OK Commissioning del BGO Feb.-Marzo 2012 → Trigger “Tagger-BGO”

⇒ OK Commissioning del Barrel Giugno 2012

⇒ OK Tests dello Spettrometro Feb. 2013

⇒ OK Tests dello Spettrometro Maggio 2013

In tutti i tests, ben ricostruita la massa invariante di due fotoni nella BGO,
prodotti dal decadimento di π^0 o di η nel decadimento (v. dopo risultati tests):



R. Di Salvo - CSNIII - 18/06/13

VISTA DALL'ALTO DEL BGO



R. Di Salvo - CSNIII - 18/06/13

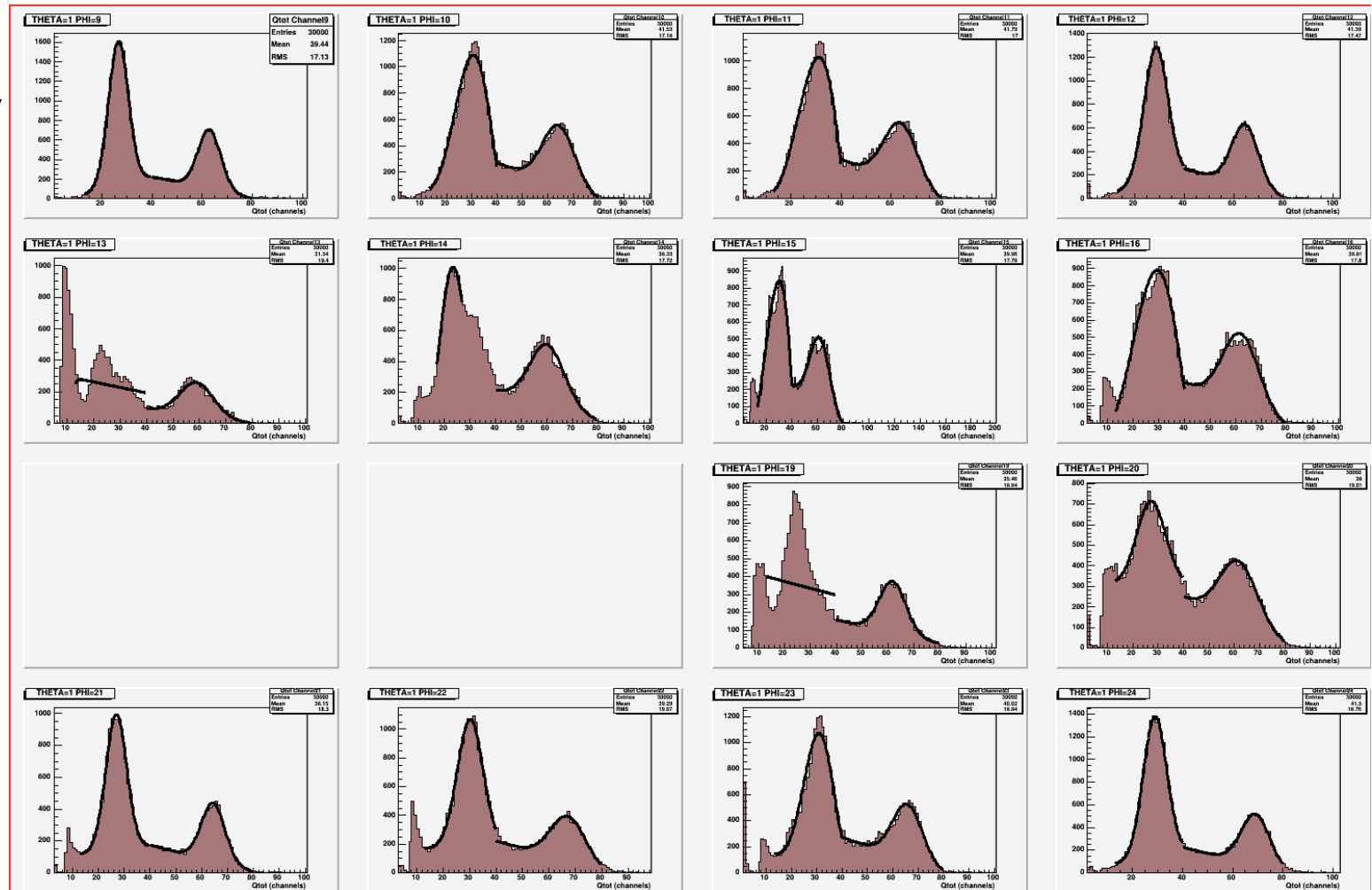
Spettri della sorgente di ^{22}Na (1 fotone a 0.5MeV e 1 fotone a 1.275MeV) - No campo magnetico

$\theta=1$ Corona più vicina al dipolo

Emisfero superiore

(stessa scala in tutti i plot)

Emisfero inferiore



R. Di Salvo - CSNIII - 18/06/13

Spettri della sorgente di ^{22}Na – Campo magnetico @0.43T

$\theta=1$ Corona più vicina al dipolo

\Rightarrow Il comportamento è critico fino alla quarta corona ($\theta=1\div 4$) e per gli angoli azimuthali dell'emisfero superiore ($\phi=1\div 8$).

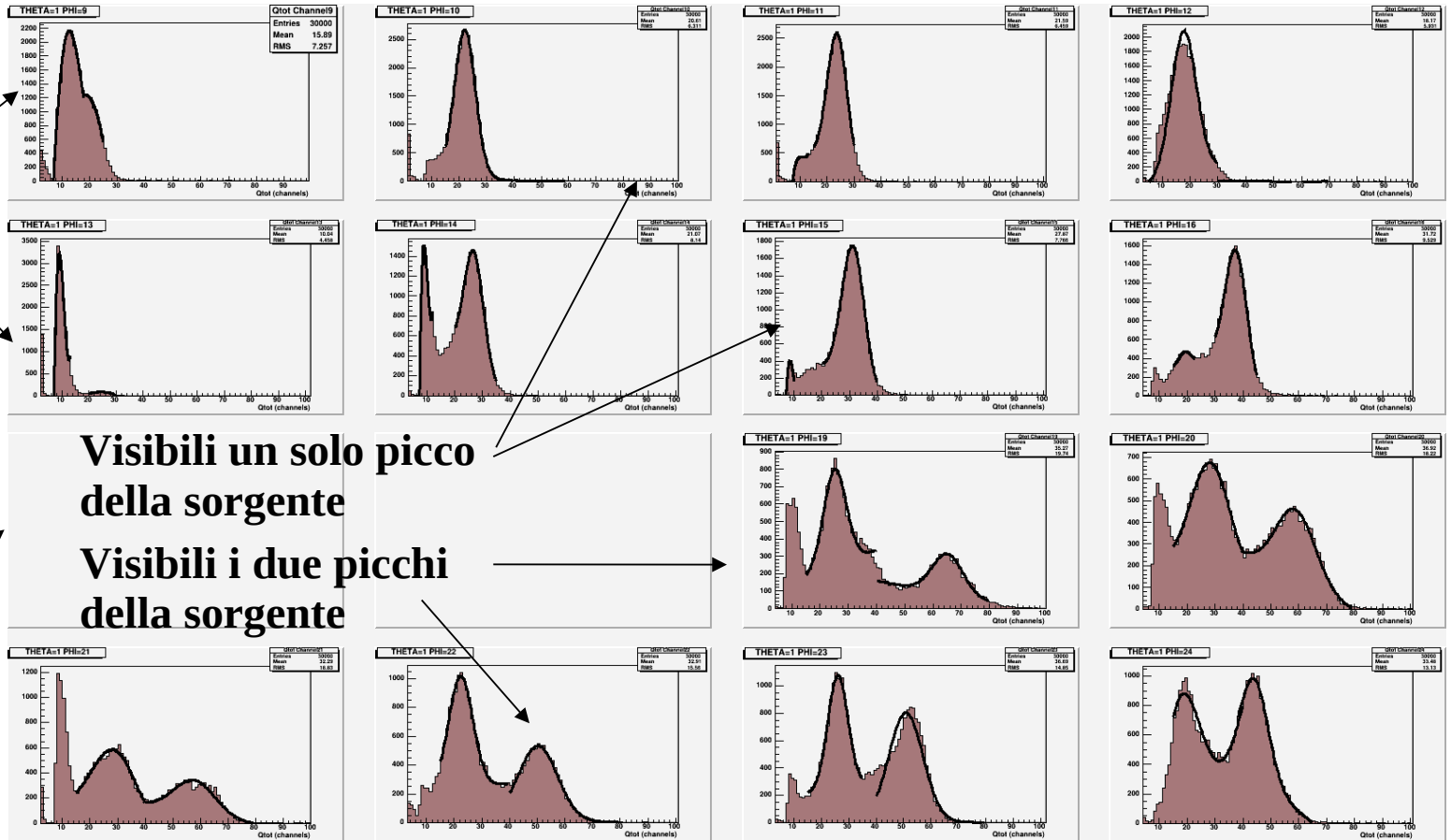
$\theta=1$

Emisfero superiore

(stessa scala in tutti i plot)

Emisfero inferiore

Picchi si sono abbassati ma possono essere calibrati



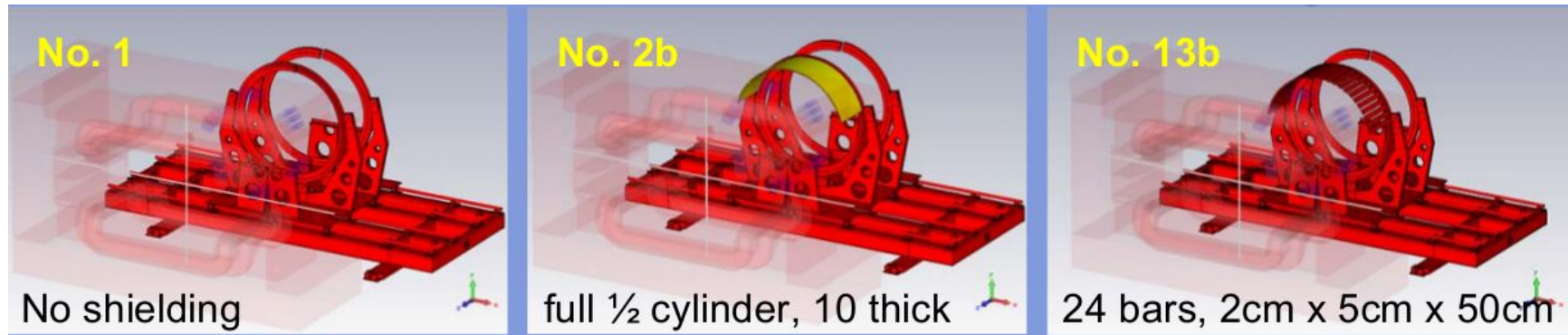
Visibili un solo picco della sorgente
 Visibili i due picchi della sorgente

R. Di Salvo - CSNIII - 18/06/13

Picco di calib. ch=60

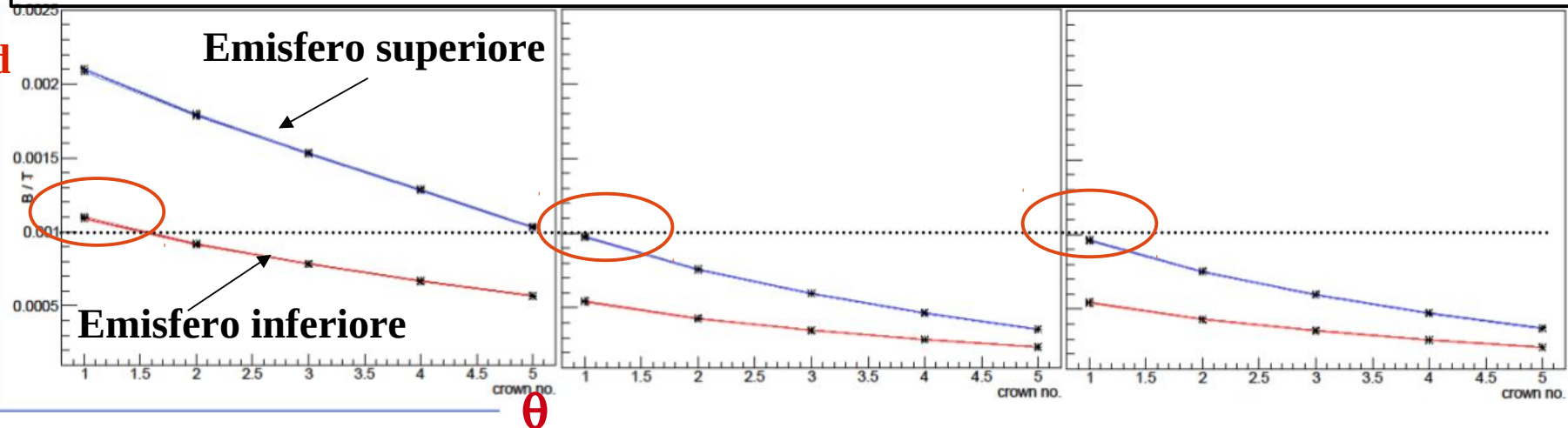
⇒ OK simulazione del campo magnetico => valutate varie soluzioni per struttura meccanica di schermo magnetico (LNF, TO, Bonn)

Simulation@I = 1340 A with Magnet, Scifi2, Momo, BGO (iron parts)



Valori del campo per 3 cristalli dell'emisfero superiore (blu) e inferiore (rossa) in fz. di θ

Field (T)



Il meglio che si può fare con gli schermi in studio è che con lo schermo il campo nei cristalli dell'emisfero superiore si riduca al valore che esso ha nei cristalli dell'emisfero inferiore senza schermo. Dato che i cristalli dell'emisfero inferiore possono essere calibrati, la soluzione è soddisfacente.

P. Di Salvo, CSNIH, 18/06/13

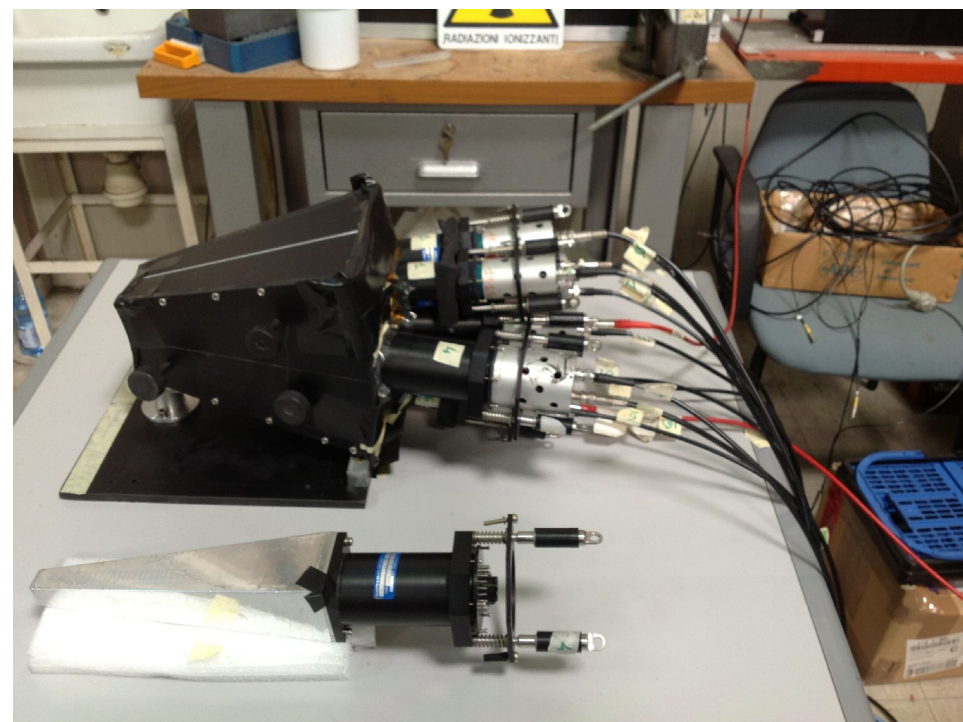
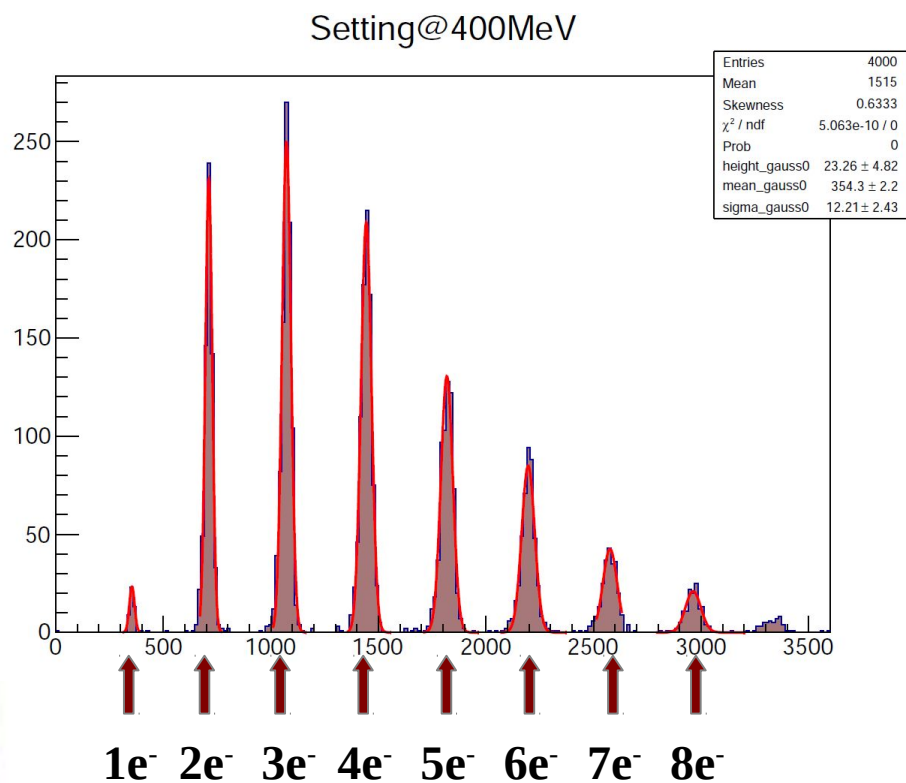
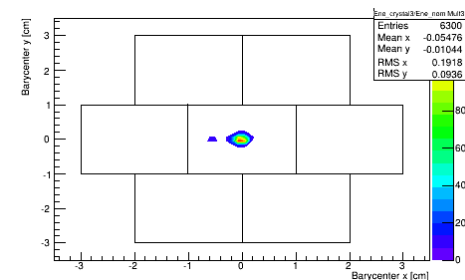
⇒ Test di linearità e risoluzione di una matrice di 7 cristalli di BGO alla BTF (6-13 Ottobre 2012)

Fascio di elettroni di:

- energia monocromatica selezionabile: 6 settings
100MeV-150MeV-200MeV-300MeV-400MeV-500MeV
- molteplicità variabile

(numero di elettroni di energia fissa incidenti simultaneamente sul rivelatore)

⇒ **Range di energia esplorato: 0.1-3 GeV (range di BGO-OD)**



SPETTRO DI ENERGIE MISURATE CON LA MATRICE DI BGO – FASCIO A 400 MeV

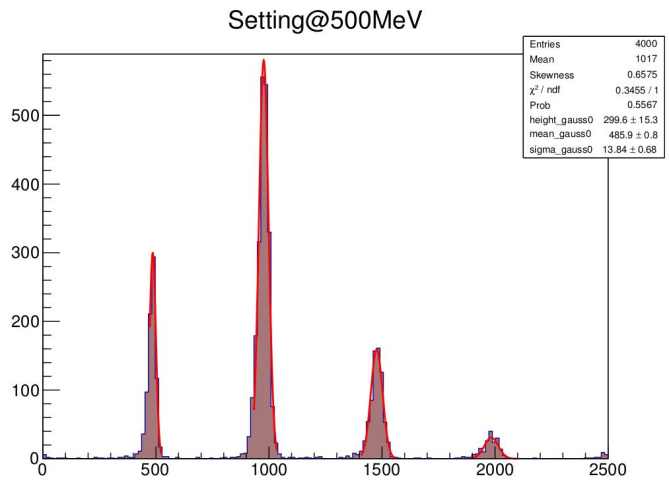
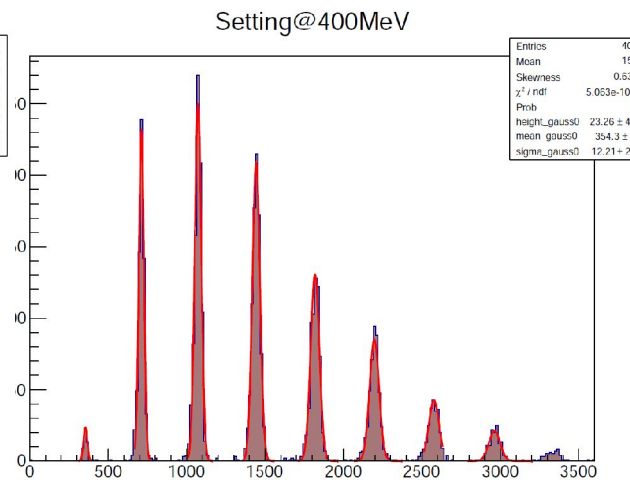
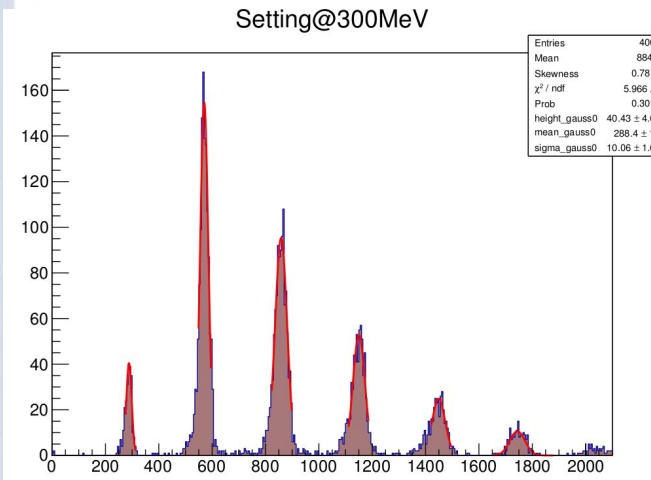
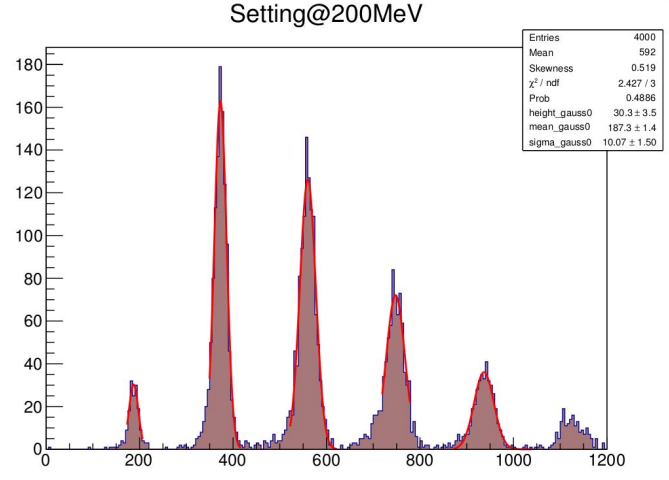
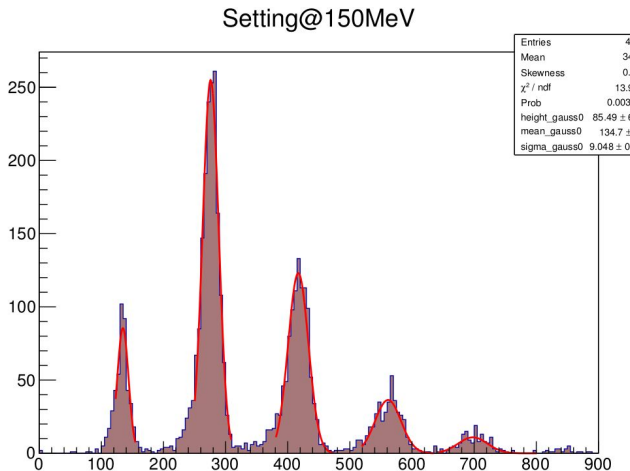
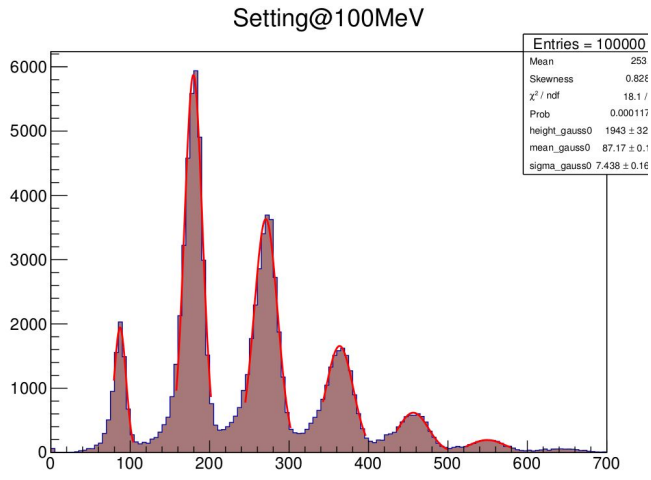
FOTO DELLA MATRICE DI 7 CRISTALLI

SET-UP SPERIMENTALE ALLA BTf



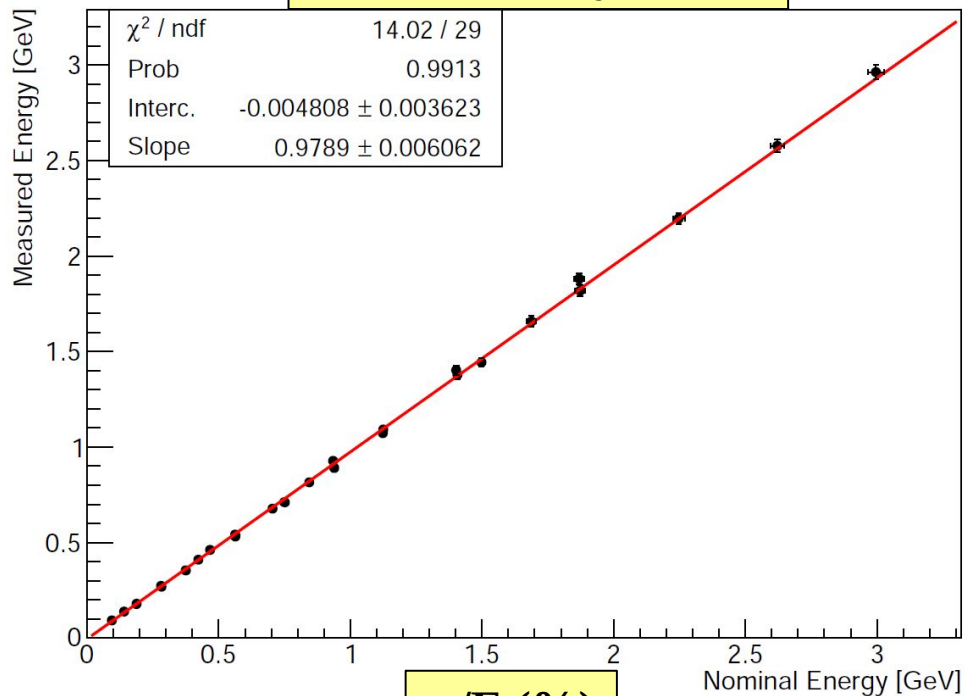
6 SETTINGS DI ENERGIE ALLA BTF

SPETTRI DI ENERGIE MISURATE CON LA MATRICE DI BGO

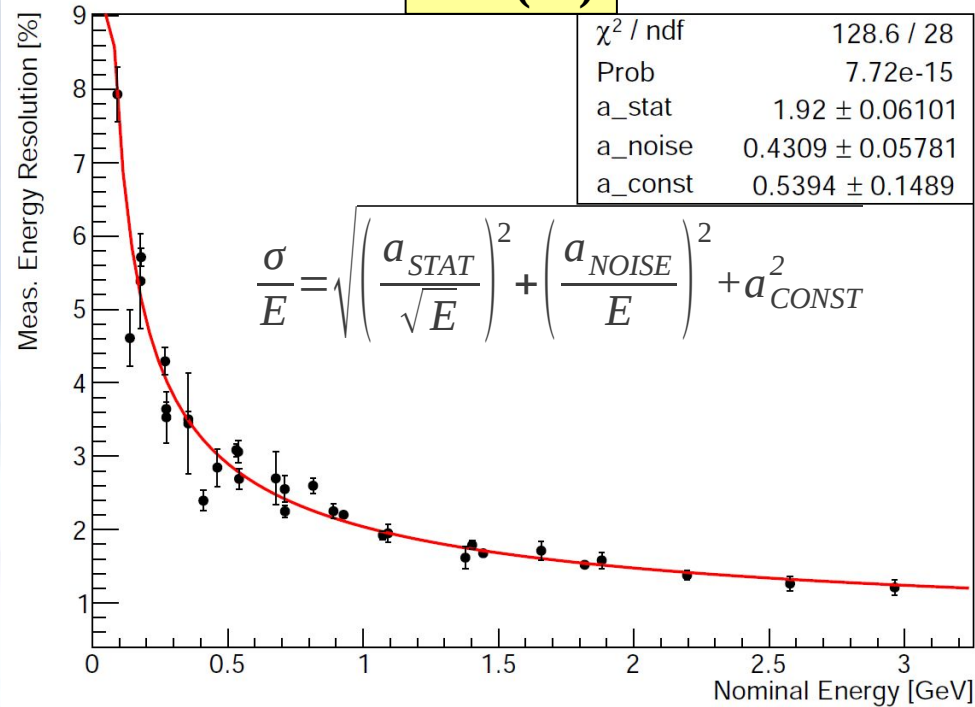


R. Di Salvo - CSNIII - 18/06/13

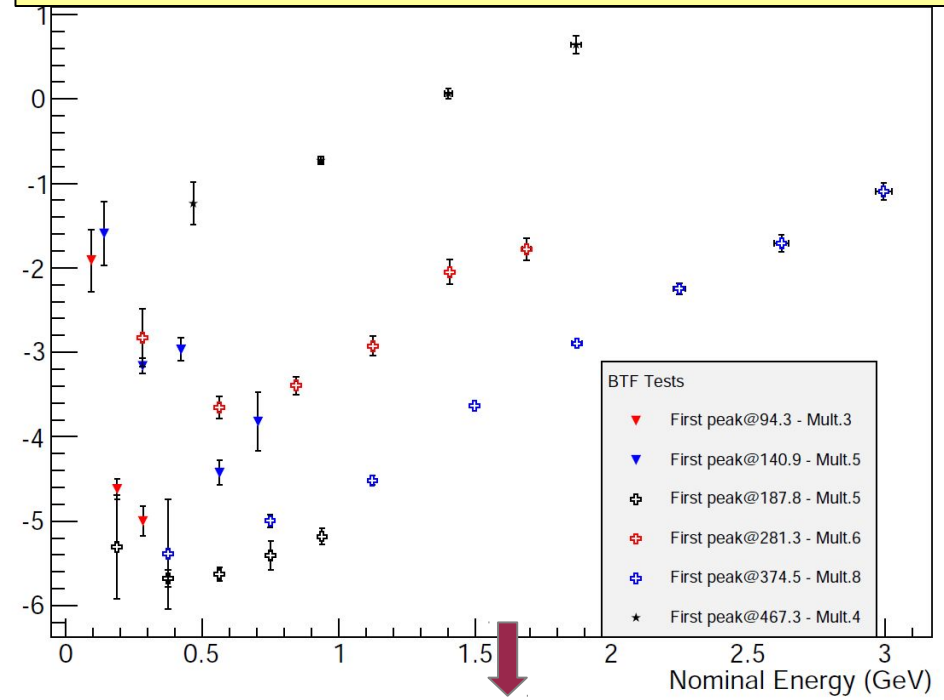
BGO Linearity Curve



σ/E (%)

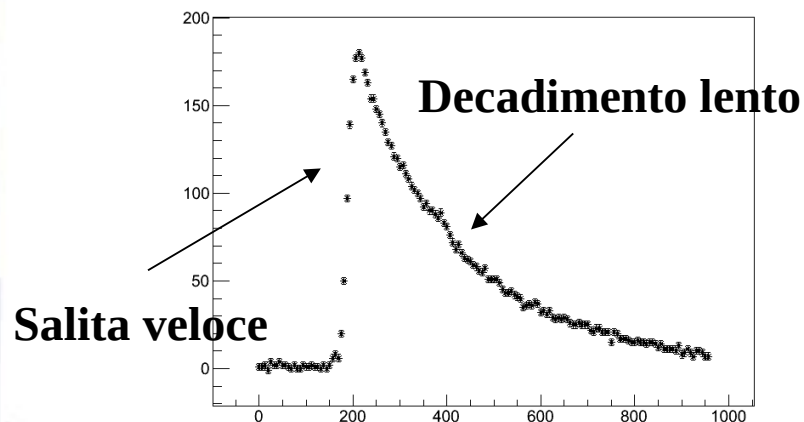


Deviation from Linearity $(E_{MEAS} - E_{NOM})/E_{NOM}$ (%)

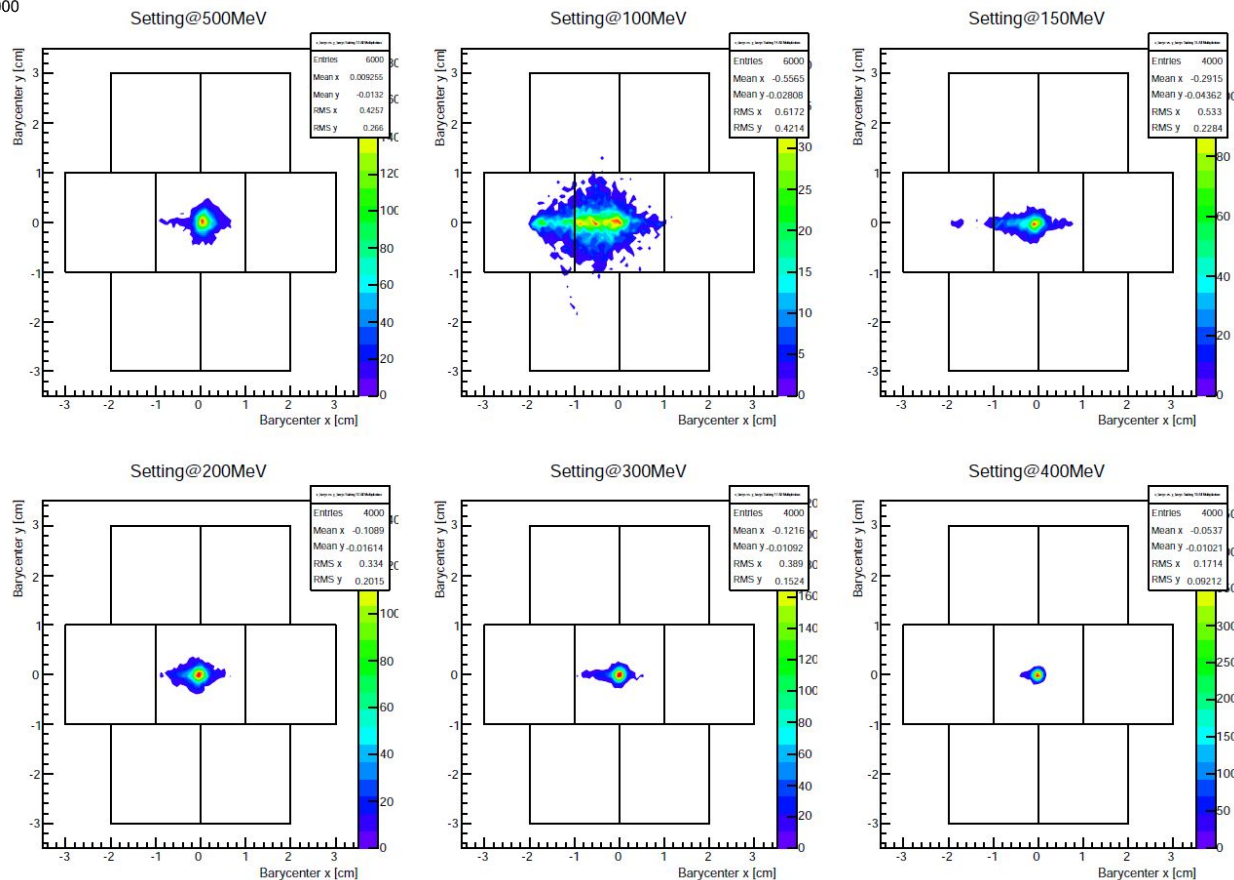


- Studi di correzione delle costanti di calibrazione dovuta alla limitatezza delle finestre di integrazione (il segnale viene “tagliato”): esige conoscenza precisa della forma del segnale

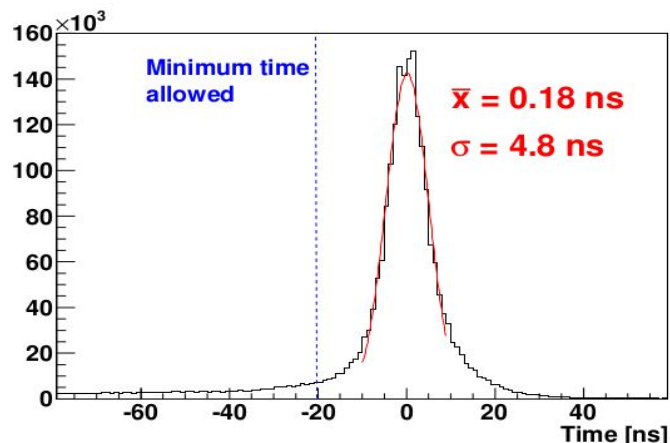
Forma di segnale BGO campionato dall'ADC



Y_Barycenter vs. X_Barycenter Controllo delle condizioni del fascio



RISOLUZIONE TEMPORALE $\sigma \approx 5\text{-}6$ ns (molto soddisfacente per un cristallo non veloce come il BGO) sia nei tests a Bonn sia alla BTF



Tests a Bonn - Distribuzione dello “start time” di tutti i cristalli di BGO quando i segnali sono centrati a zero

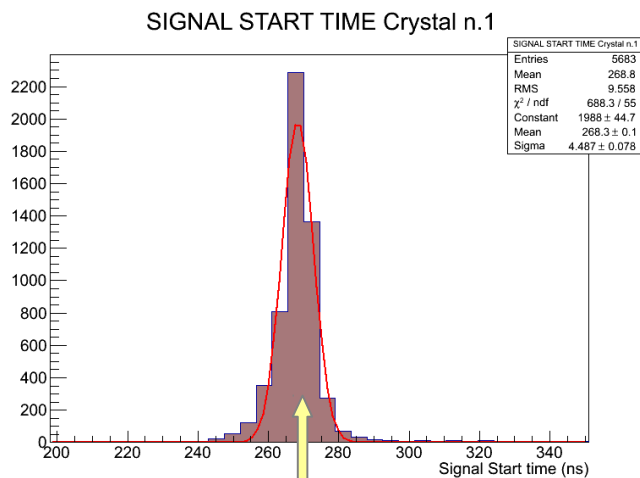
Grazie alla buona risoluzione, è possibile anche misurare la differenza nel “transit time” degli elettroni nel PM tra cristalli con PM grande e piccolo.

SMALL PM -Hamamatsu R580

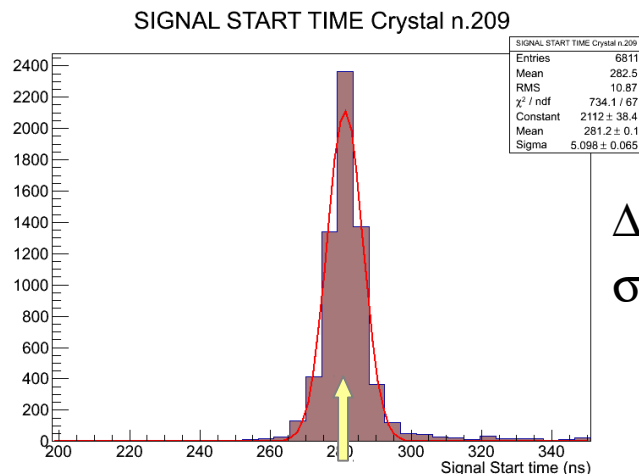
LARGE PM – Hamamatsu R329-02

Transit time = 37 ns

Transit time = 48 ns



$\mu \approx 268$ ns



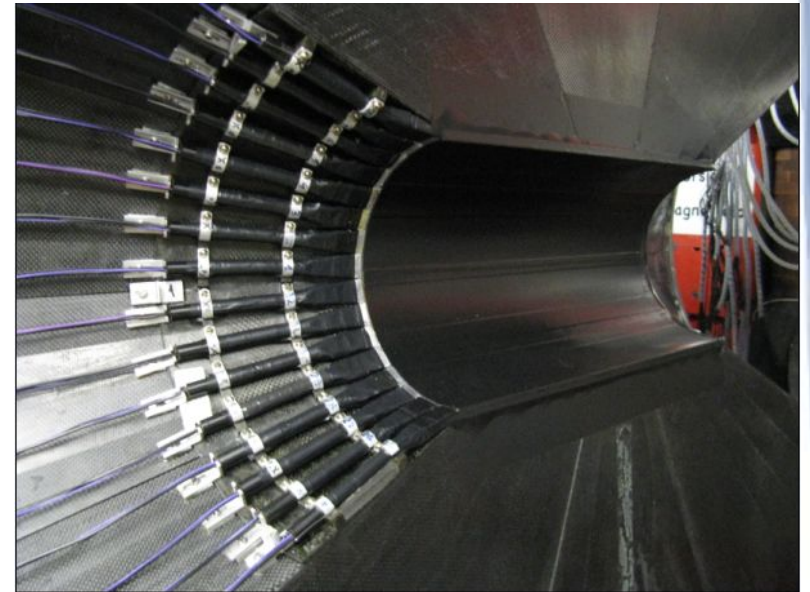
$\mu \approx 281$ ns

$\Delta t_{\text{SMALLPM-LARGEPM}} \approx 13$ ns

$\sigma \approx 5\text{-}6$ ns

RIVELATORE A BARREL

32 barre di scintillatore plastico (BC440 high temperature resistant: Soft. Point = 99°, light output 60% Anthracene, λ max. emission = 434 nm, $\tau_{\text{dec}} = 3.3$ ns, attenuation length=400cm, n=1.58 Read-out Hamamatsu PM3164)



⇒ **OK Commissioning del Barrel Giugno 2012**

$(dE/dx)_{\text{BARREL}} \% E_{\text{BGO}}$

➔ pion/proton identification

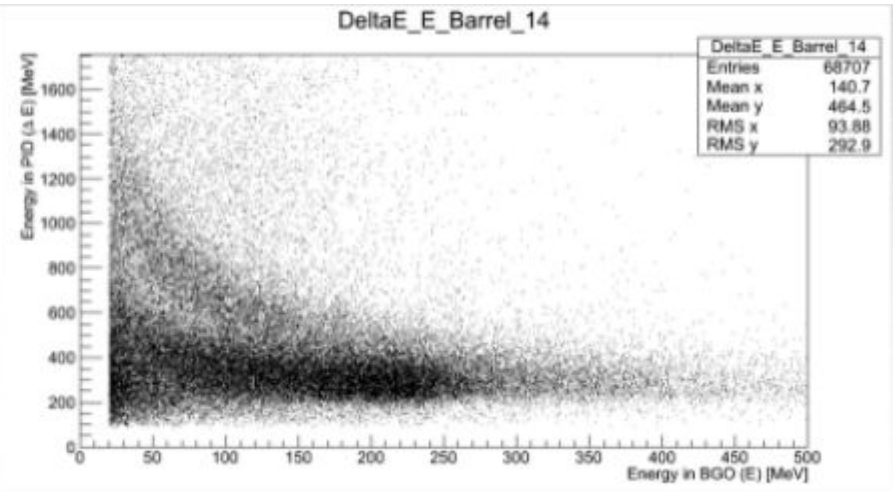
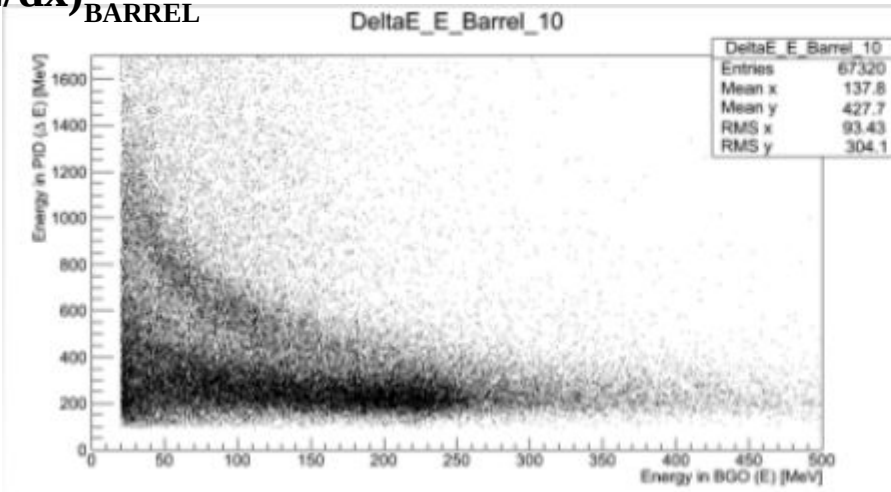
➔ Neutral/charged discrimination

R. Di Salvo - CSNIII - 18/06/13

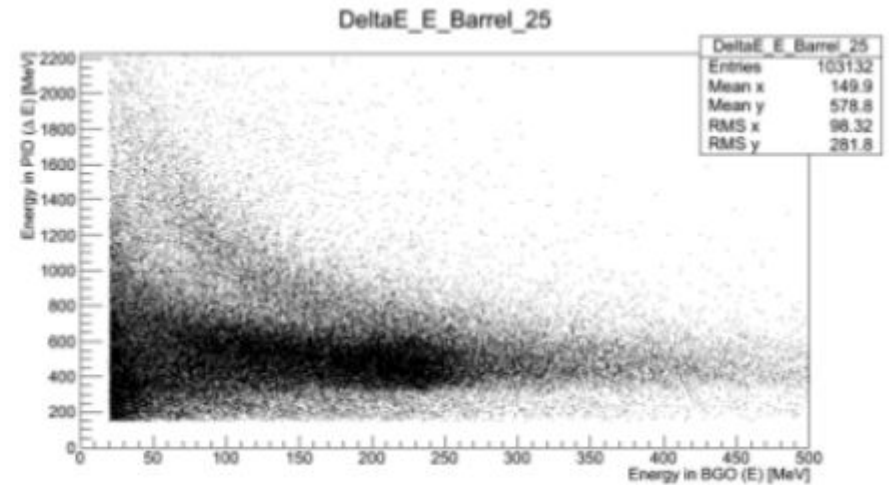
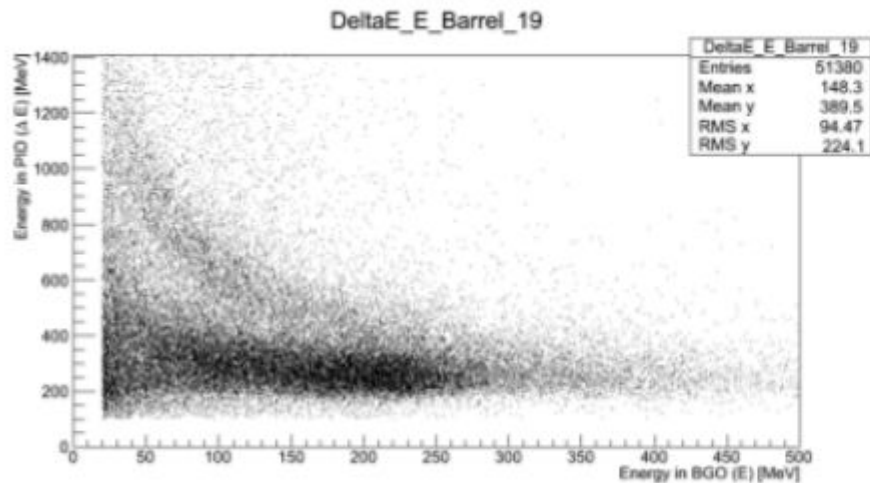
Giugno 2012 – BGO – Barrel - Old Tagger Detector

Particle identification in BGO/barrel

$(dE/dx)_{\text{BARREL}}$



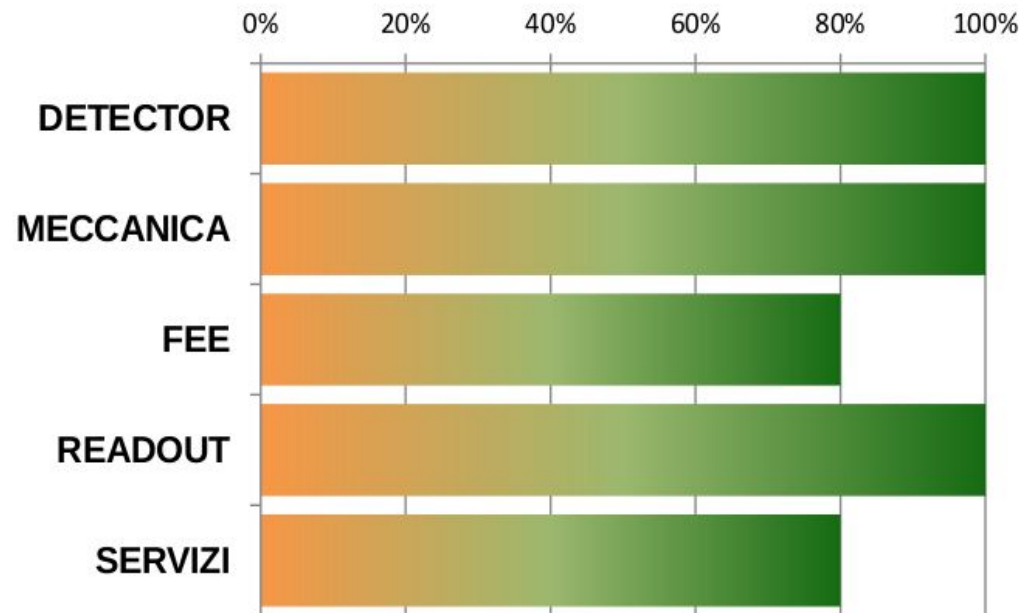
E_{BGO}



Mwpc status report

Giugno 2013

Le camere sono “condizionate” da circa un anno (aria secca, HV, terminazioni a massa).
Comportamento buono, ma sensibili a temperatura/umidità dell’ambiente.



Mwpc status report

Giugno 2013

Detector (Pavia)



Mwpc status report

Giugno 2013

Meccanica (Tor Vergata e Pavia)



Mwpc status report

Giugno 2013

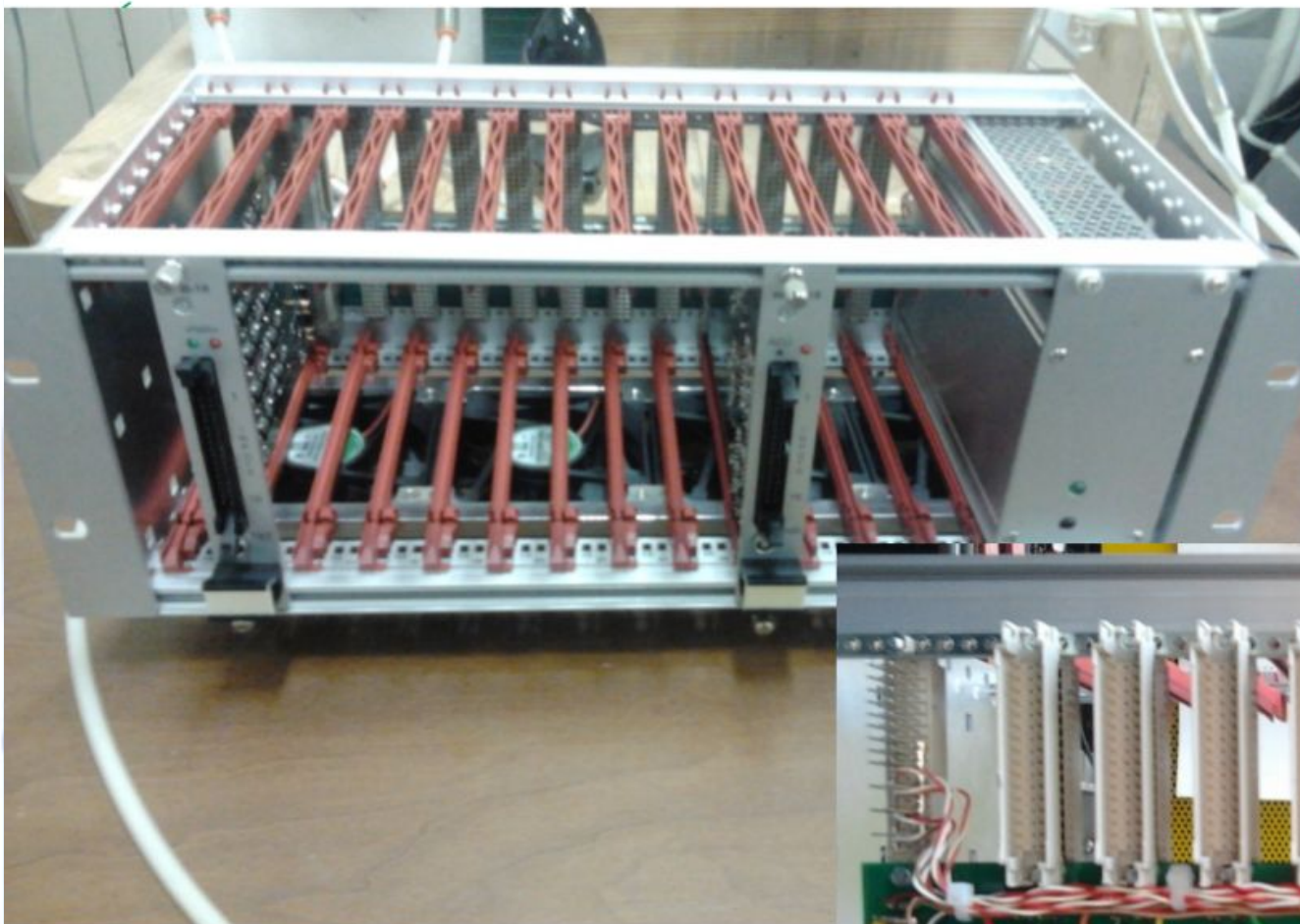
Front End Electronics

- ✓ Crate preamplificatori: ultimati. 4 chassis VME 3U standard con backplane custom per distribuzione power supply e output segnali analogici. 2 crate per le strips (catodo) e 2 crate per i fili (anodo)
- ✓ Moduli alimentazione: ultimati. Modulo custom nell'ultima slot di ciascun crate. 2 linee: +5V/8A e -5V/8A
- ✓ Cavi camere → preamplificatori: 80%
- ✓ Preamplificatori (gruppo russo...). Preamplificatori custom. Schede a 16 canali. Per le strips output differenziale, per i fili output LVDS. Prototipo finale testato apr 2012. In attesa della produzione. Consegna prevista luglio 2013.

Mwpc status report

Giugno 2013

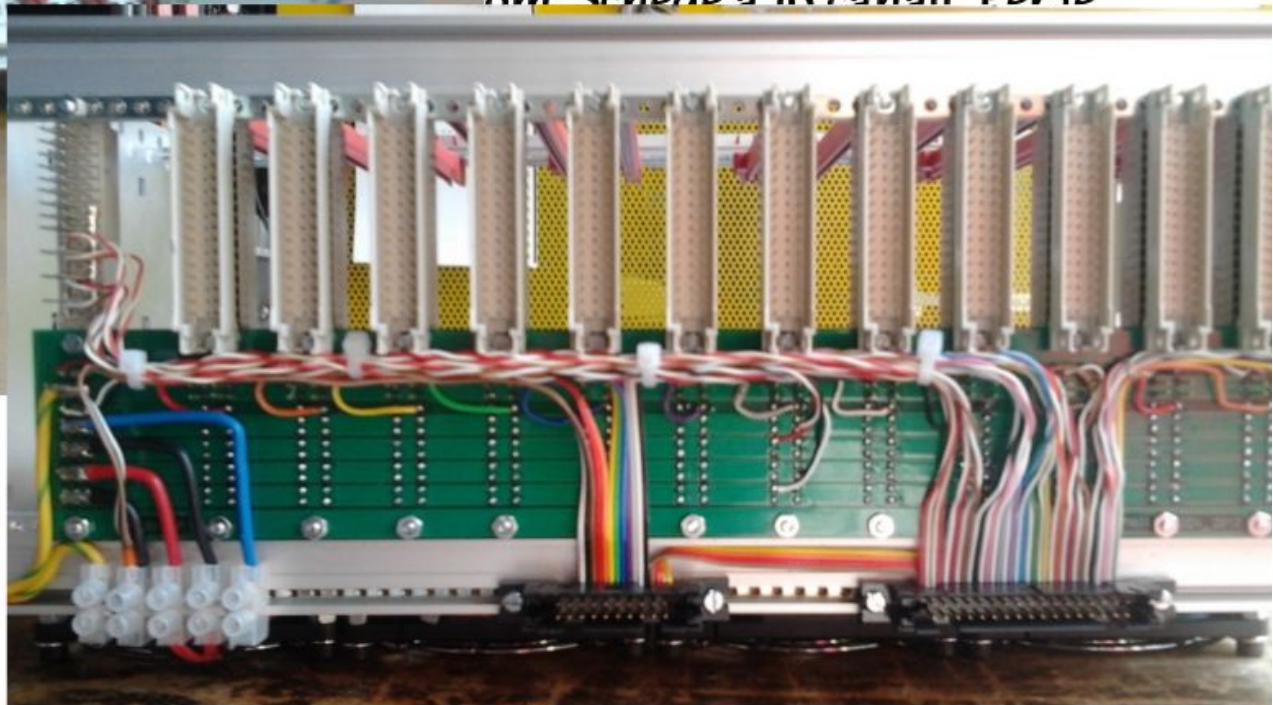
Front End Electronics



Standard con backplane custom per crate per le strips (catodo) e 2

prima slot di ciascun crate. 2 linee:

om Schede a 16 canali Per le



Mwpc status report

Giugno 2013

Readout

- ✓ Cavi preamplificatori → readout: da intestare. Lunghezza 12 m.
- ✓ Strips: 17 SADC Wiener (272 canali): acquisiti
- ✓ interfaccia SADC: in progress. Output Pre= differenziale. Input SADC=unipolare neg.
Progettata interfaccia di conversione. Modulo VME 1 slot /16 canali da affiancare a ciascun ADC
- ✓ Fili: 5 moduli Pattern Unit ELB (416 ch): acquisiti

Mwpc status report

Giugno 2013

Servizi

- ✓ Gas mixer: acquisito
- ✓ Alcool tank: *in progress*. Esperienza di Mainz. Miscela alcolica al 4% per alti rate.
- ✓ HV: acquisito 1 modulo NIM a 2 canali (Caen)
- ✓ Slow controls: *in progress*. Monitor HV, Monitor gas mixer, monitor temperature preamplificatori. Gli slow controls attuali sono implementati su software LabView e OS Windows. *Occorrerebbe armonizzarli con il sistema generale.*

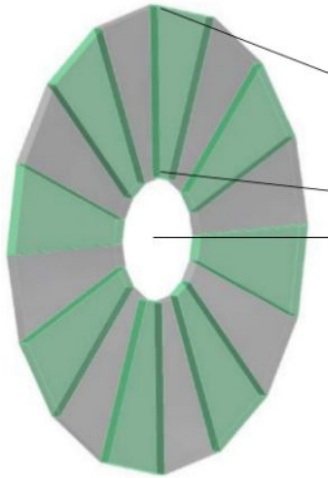
D.A.Q.

- ✓ Roma2-Bonn

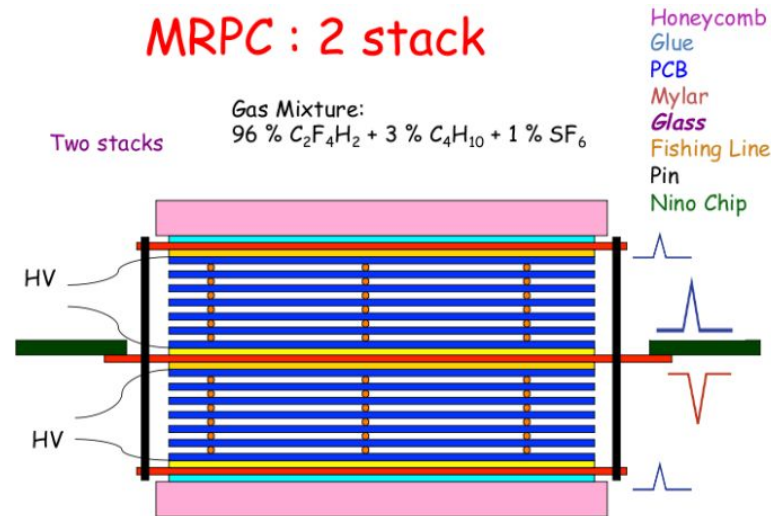
Istallazione

NON PRIMA DI AVER RICEVUTO E TESTATO I PREAMPLIFICATORI

MRPC (Multigap Resistive Plate Chamber)



MRPC : 2 stack



Giugno 2011: Test a Bonn del prototipo (rettangolare 100x200 mm²)

2012-2013: Acquistati vetri e PCB

2012-2013: Acquistati 12 TDC Caen

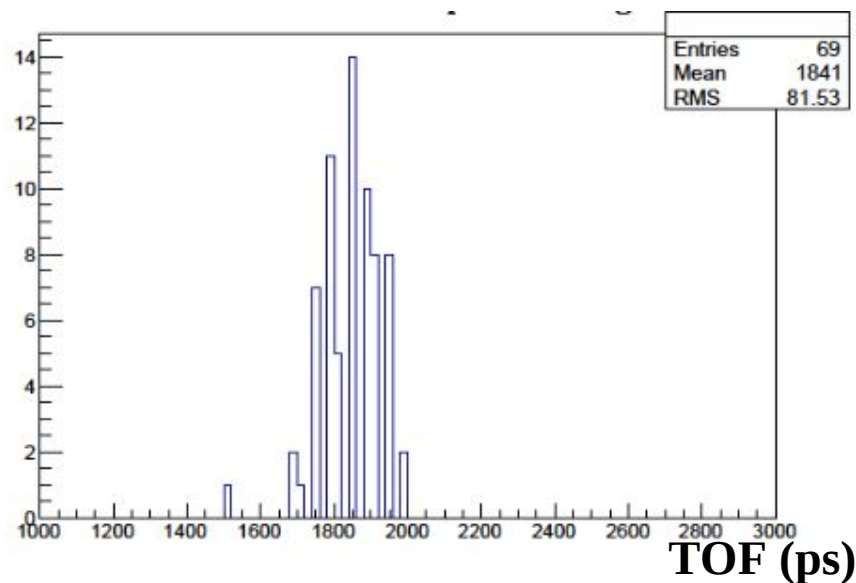
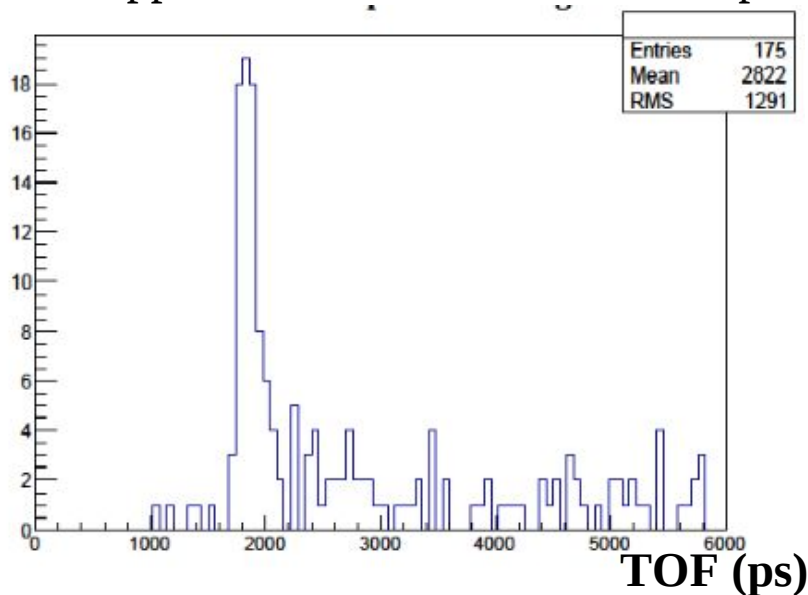
⇒ **OK 16-22 Aprile 2012 e 6-12 Ottobre 2012: Test del prototipo alla BTF**

⇒ **OK Test del “cross-talk” tra pad adiacenti (“cross-talk” trascurabile)**

R. Di Salvo - CSNIII - 18/06/13

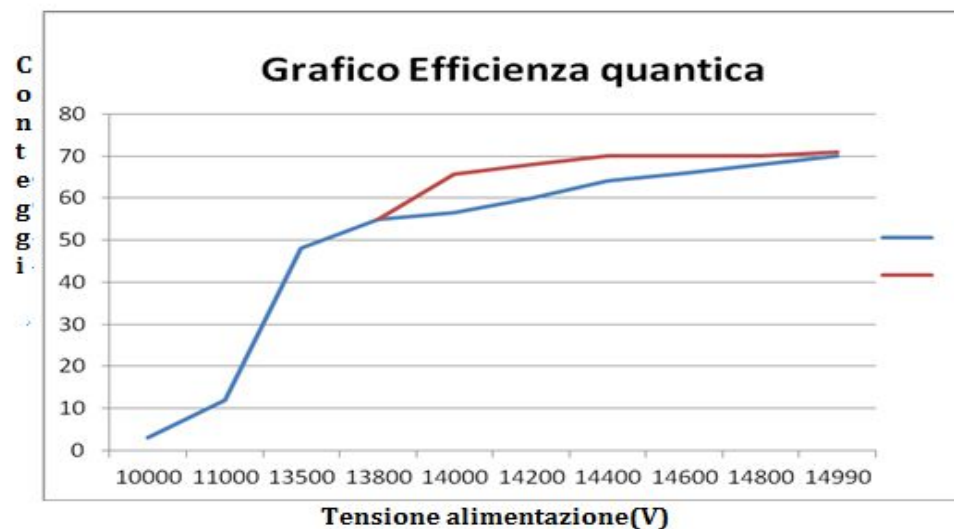
⇒ **OK Caratterizzazione temporale del rivelatore: 90ps**

dopo la soppressione off-line delle false ripartenze (bassa soglia di discriminazione)



⇒ **OK Curva di efficienza con i raggi cosmici (10-15kV)**

(N.B. Al plateau $\epsilon=70\%$ perchè lo scintillatore in coincidenza aveva area maggiore)



Curva Blu:

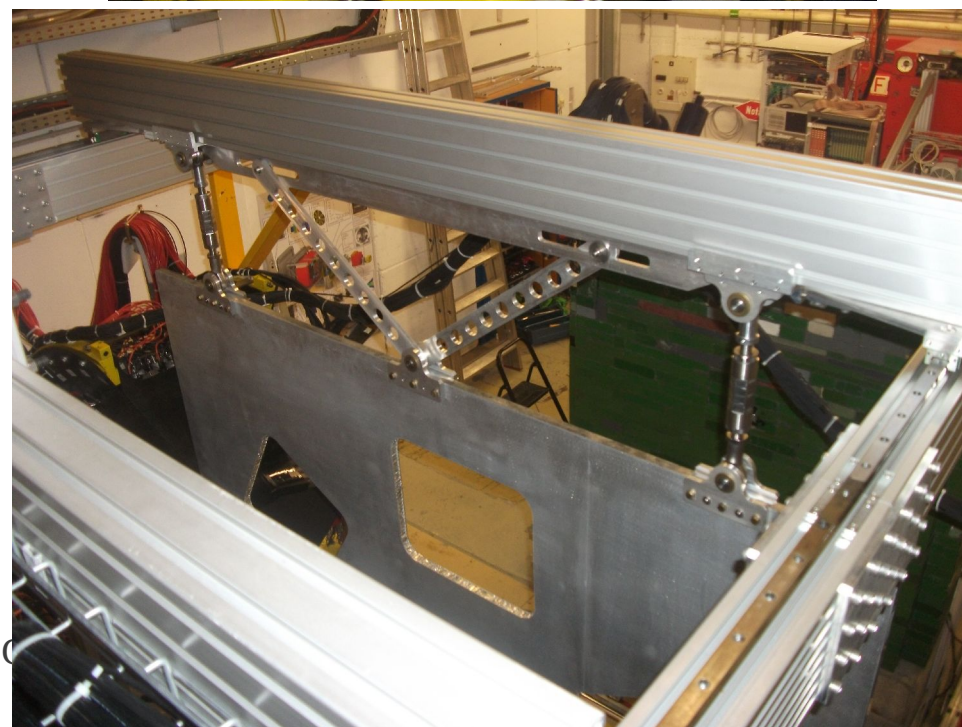
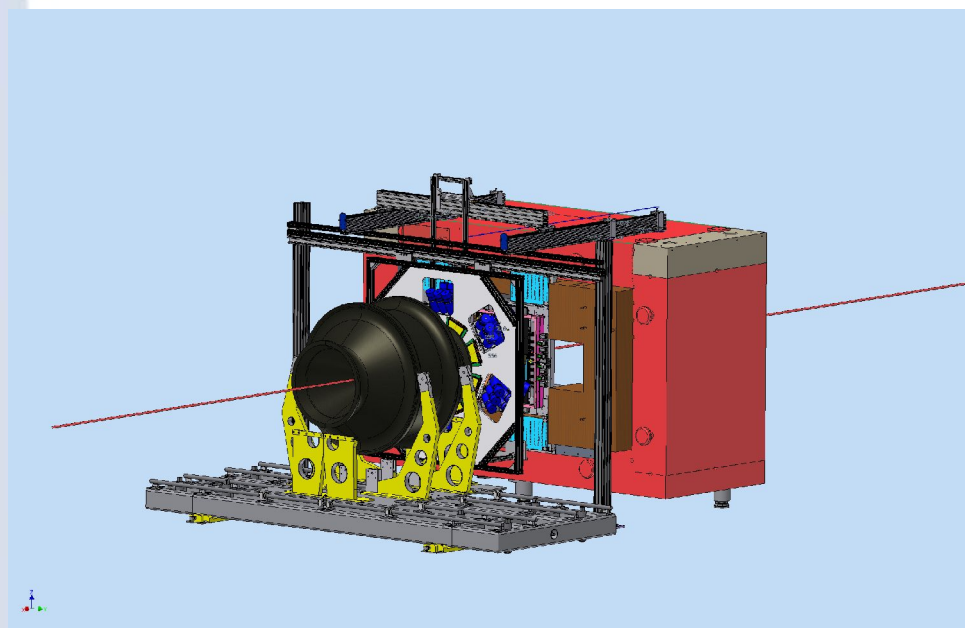
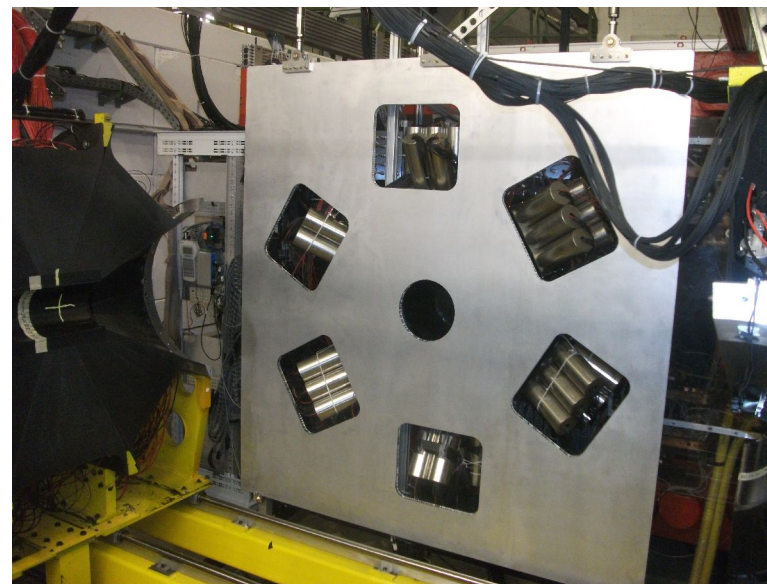
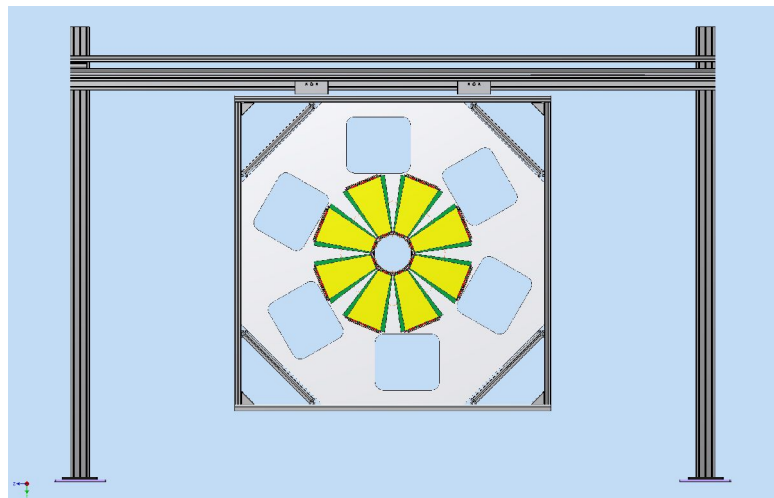
$C_2H_2F_4$ (90%) - C_4H_{10} (5%) - SF_6 (5%)

Curva Rossa:

$C_2H_2F_4$ (90%) - C_4H_{10} (2%) - SF_6 (8%)

16/13

⇒ OK Progettazione, costruzione e installazione a Bonn della struttura di supporto meccanico (Genn.-Nov.2012)



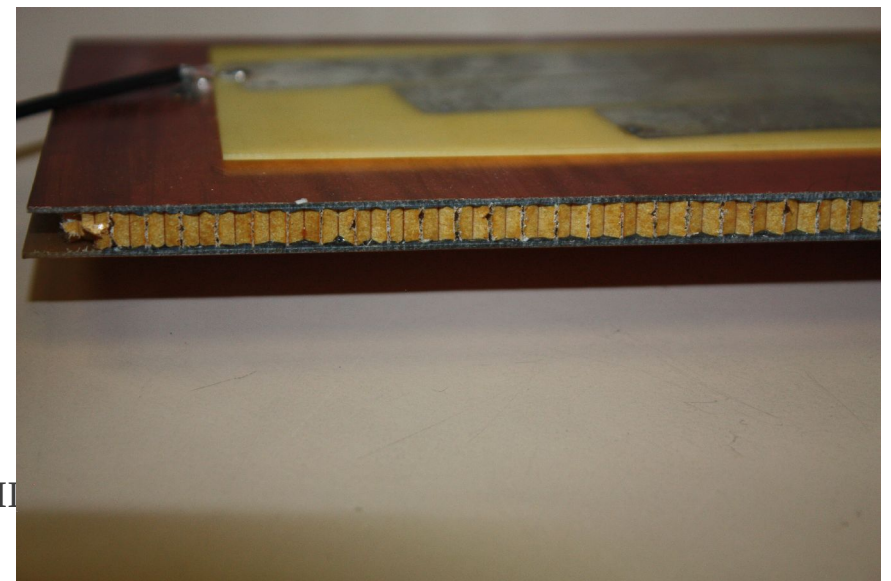
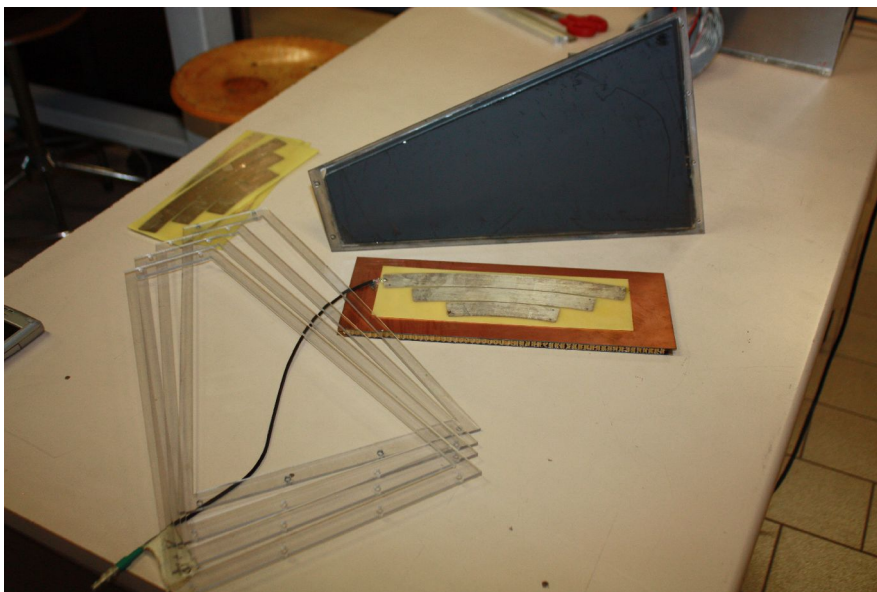
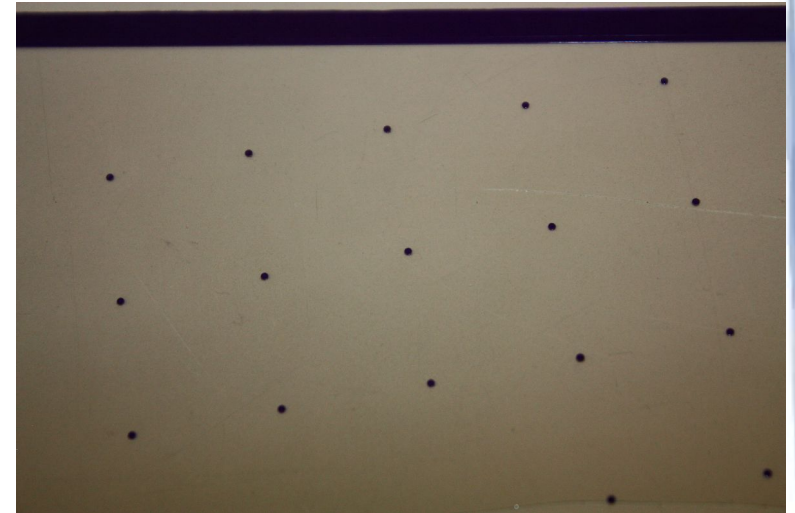
R. DI SALVO - C

⇒ OK Definita la tecnica di creazione degli spaziatori tra vetri

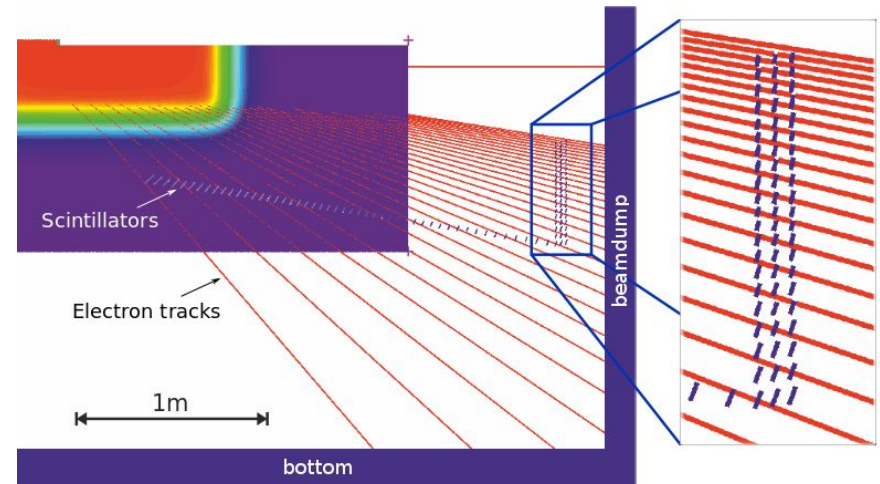
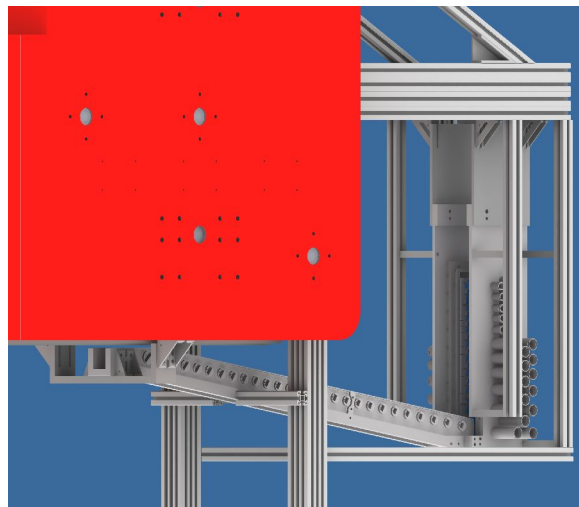
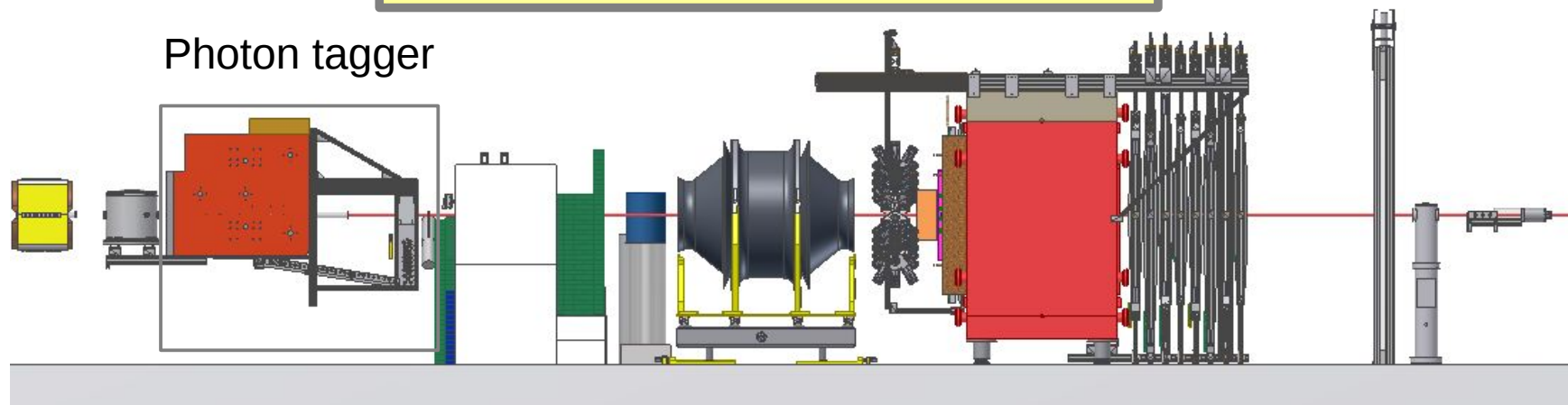
Tecnica scelta è adoperata al CERN
(servizio circuiti stampati, Ruy Oliveyra):
si incollano più fogli di photo-resist su un vetro per creare
spessore di 200 μm (pari allo spessore della gap), la
superficie viene fotolitografata e rimangono dei “pillars” a
matrice 20mmx20mm.

Fine del mese, il CERN ci consegnerà i vetri con i pillars per
un settore completo.

L'assemblaggio sarà fatto a Roma, dove è tutto pronto: cornici per il bloccaggio dei vetri, è stato
testato a 18kV l'honeycomb per la chiusura, sono pronti i circuiti stampati.
Trovata una ditta per fare gli spaziatori e chiesto il preventivo.



PHOTON TAGGER



High energy e^- (\rightarrow low en. γ): focal plane is not accessible: tagging hodoscope is split into a horizontal part (covers 10-32% E_0) and a vertical part (covers 32-90% E_0)

120 plastic scintillators (54 horizontal, 66 vertical), adjacent scintillators overlap by 55%
trigger on double coincidences

R. Di Salvo - CSNIII - 18/06/13

PHOTON TAGGER

⇒ Commissioning di 30 scintillatori in Feb. e Maggio 2013:

- OK correlazione tra scintillatori adiacenti
- OK struttura temporale del fascio (bunch a 2.ns)
- OK elettronica: active splitters, discriminators boards, coincidence logic e readout (FPGA boards e firmware)

- il materiale presenta danneggiamenti che peggiorano la risoluzione temporale

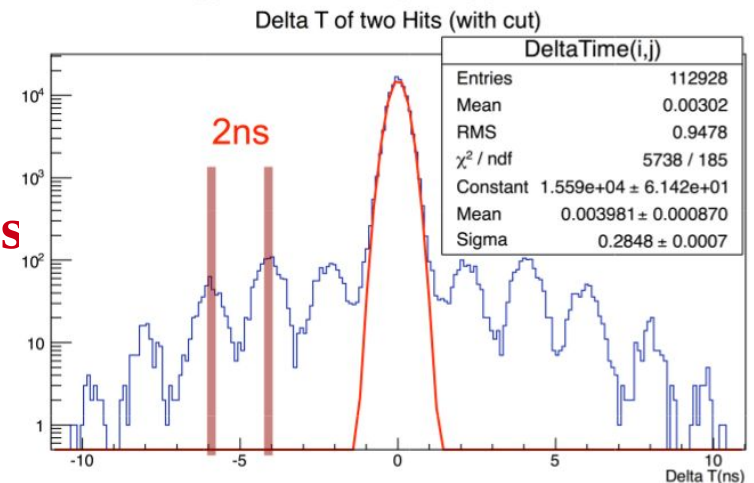
⇒ altri 36 scintillatori pronti a Gatchina: inizio luglio a Bonn

⇒ rimanenti 54 scintillatori in lavorazione a Gatchina

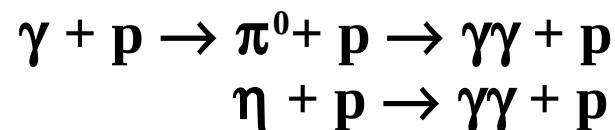
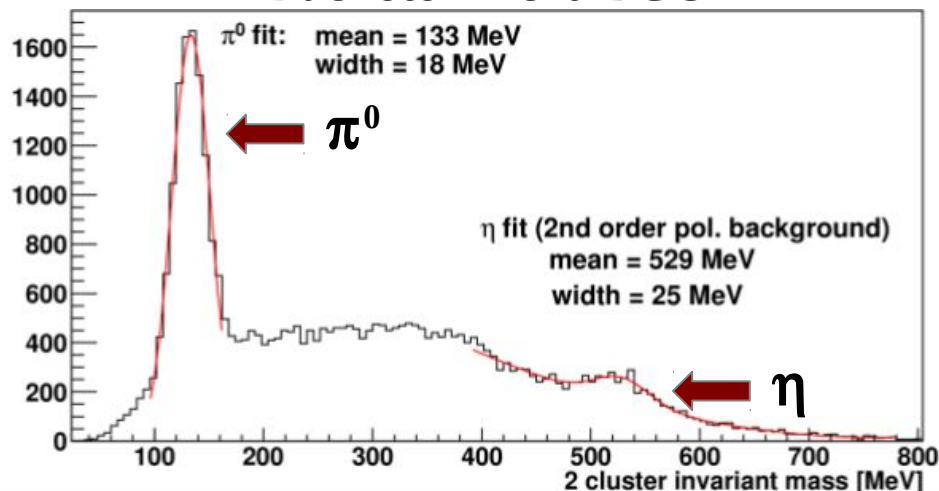
⇒ Nel frattempo nuovi scintillatori ordinati a ditta esterna: consegna luglio

TEST AI PRIMI DI SETTEMBRE

Run 8308: trigger condition bgo_taggerProto



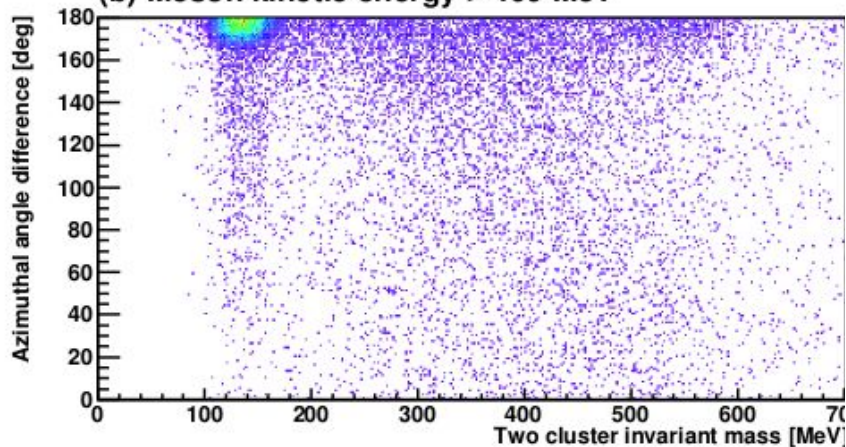
Due fotoni nella BGO



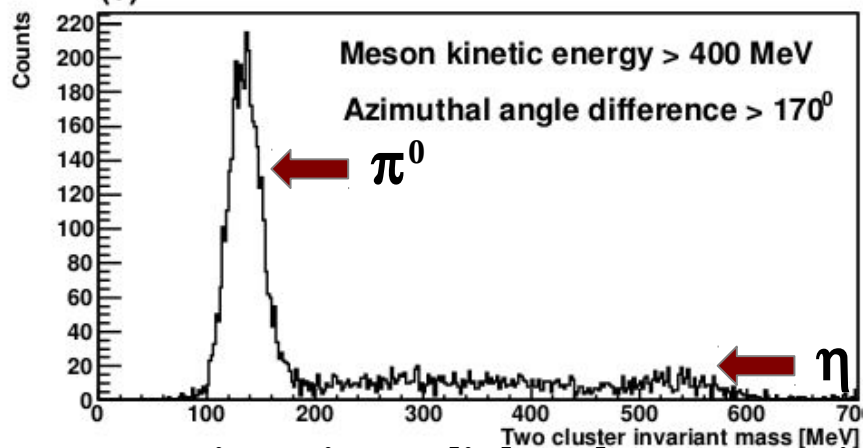
Massa invariante di due cluster neutri

Due fotoni + 1 protone nella BGO con tagli cinematici sulla correlazione angolare

(b) Meson kinetic energy > 400 MeV



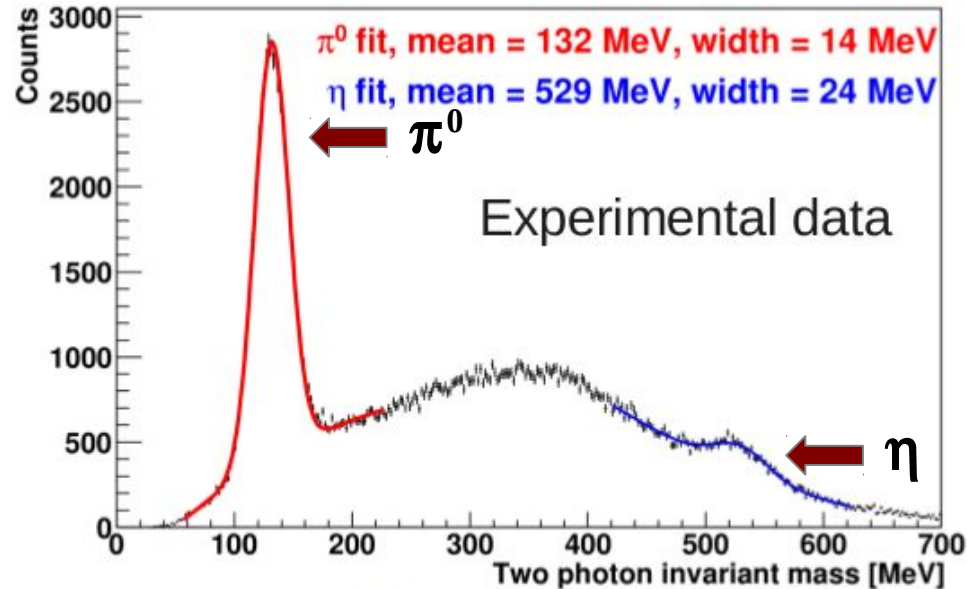
(d)



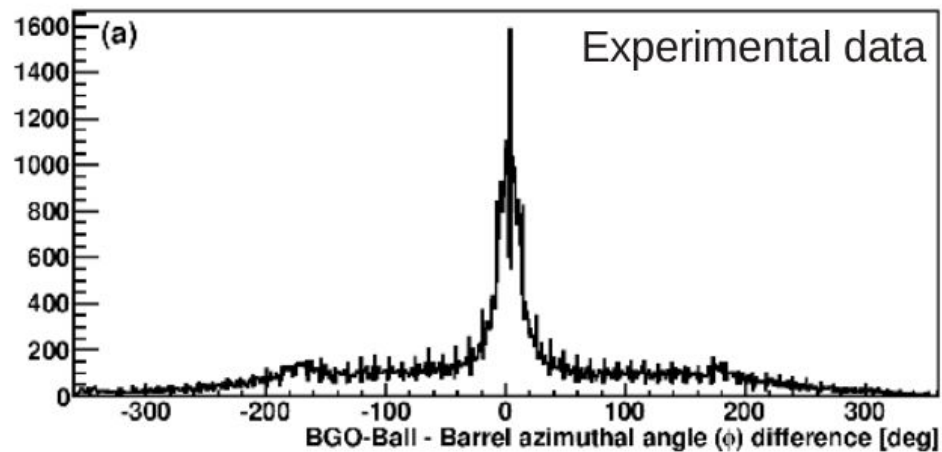
Massa invariante di due cluster neutri

Giugno 2012 – BGO – Barrel - Old Tagger Detector

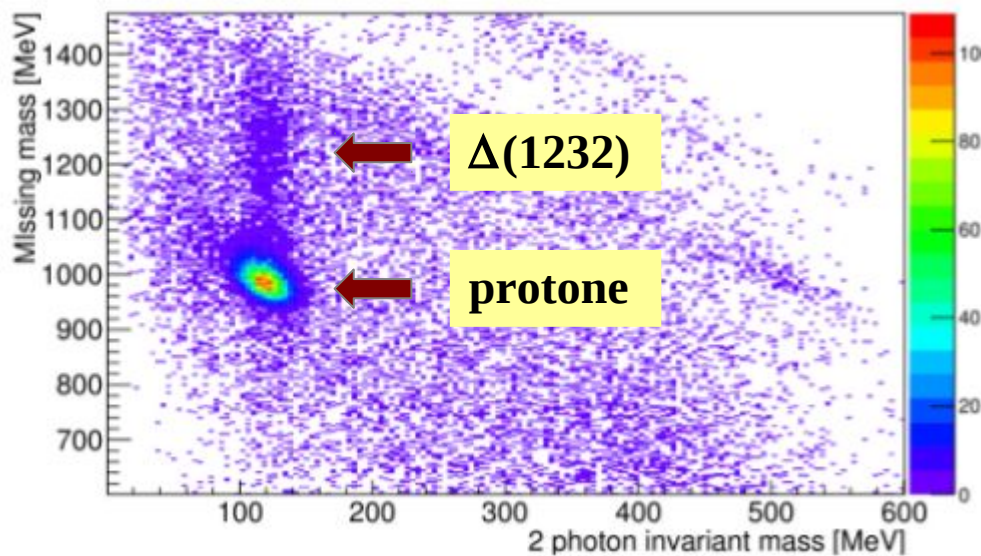
Due fotoni in BGO + 1 protone in BGO/Barrel con tagli cinematici:
particle identification in Barrel



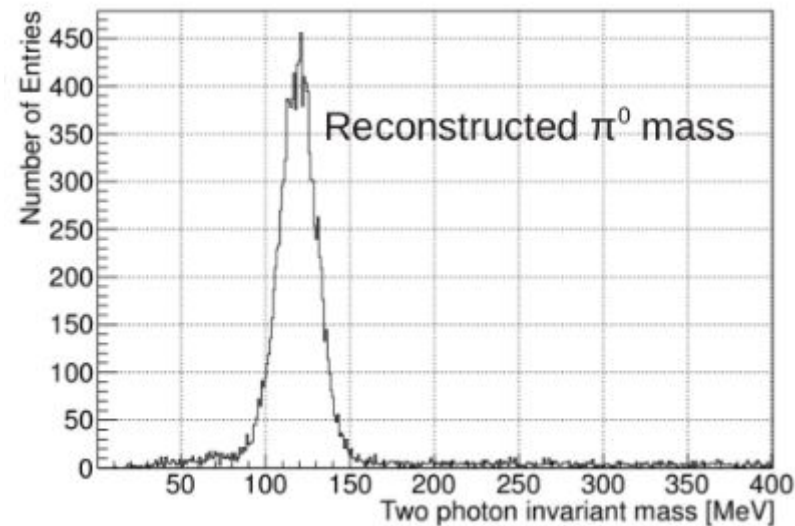
Massa invariante di due cluster neutri



Il nuovo rivelatore di Tagging non copriva bene la regione dell' η

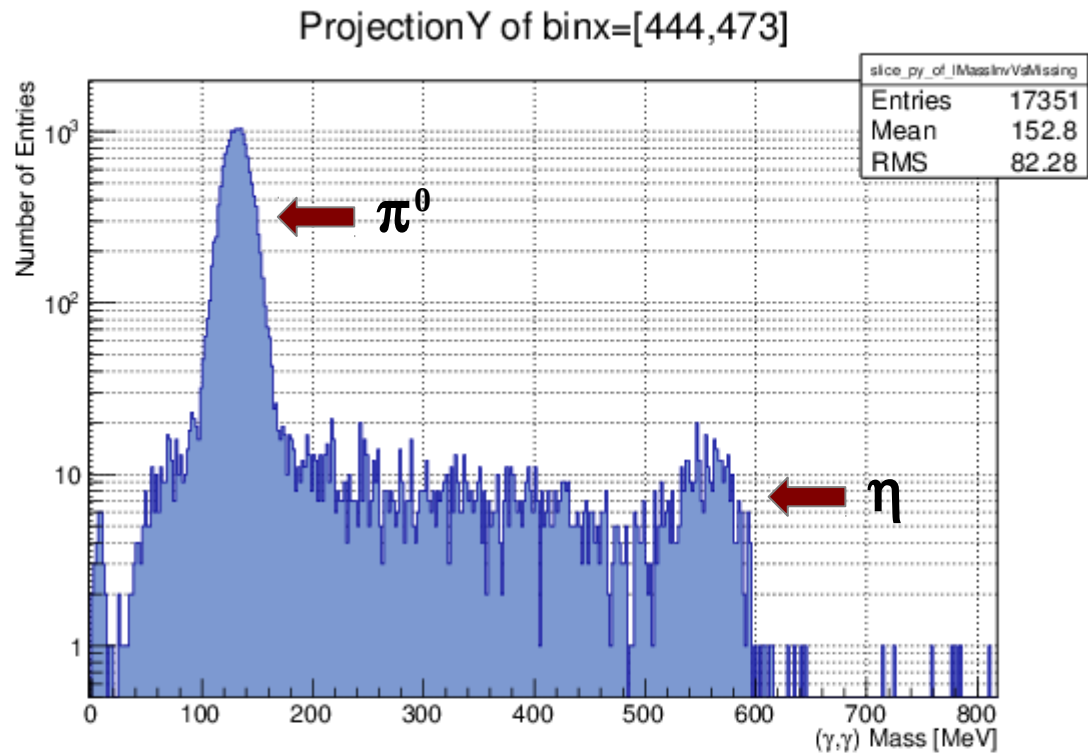


Massa mancante da due fotoni nella
reazione $\gamma + p \rightarrow \gamma\gamma + X$



Massa invariante di due fotoni

Il rivelatore di Tagging copre la soglia di fotoproduzione dell' η

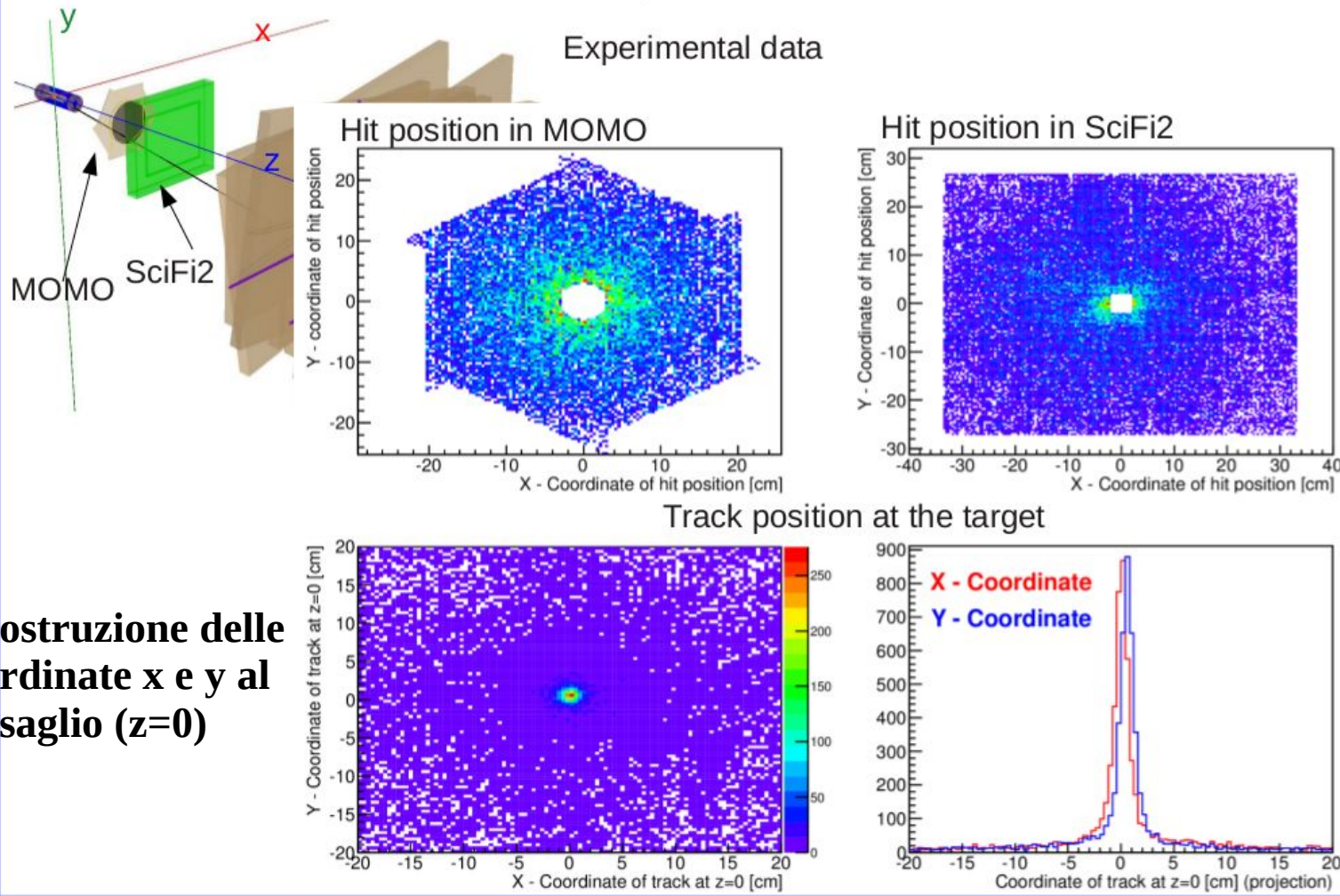


Massa invariante di due cluster neutri

R. Di Salvo - CSNIII - 18/06/13

Tracciamento di particelle cariche in avanti Correlazione SciFi2-MOMO (prima del dipolo)

Particle tracking - SciFi2 & MOMO

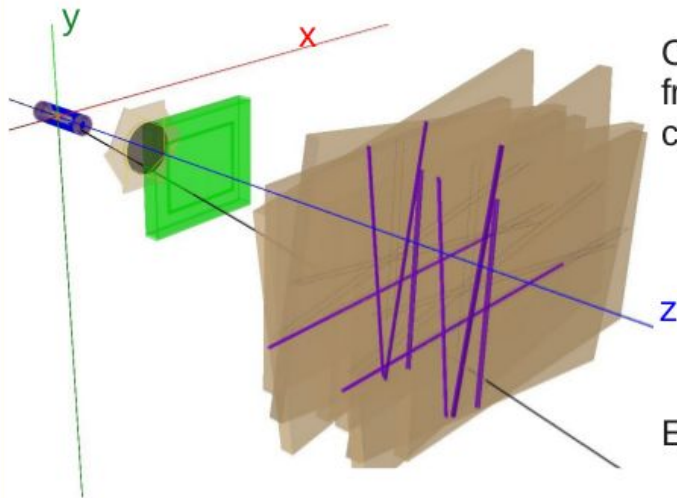


Ricostruzione delle coordinate x e y al bersaglio ($z=0$)

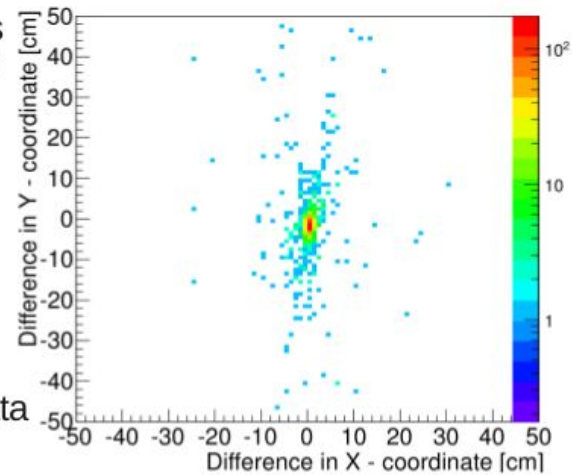
R. Di Salvo - CSNIII - 18/06/13

Tracciamento di particelle cariche in avanti – Drift Chambers

Particle tracking – Drift chambers



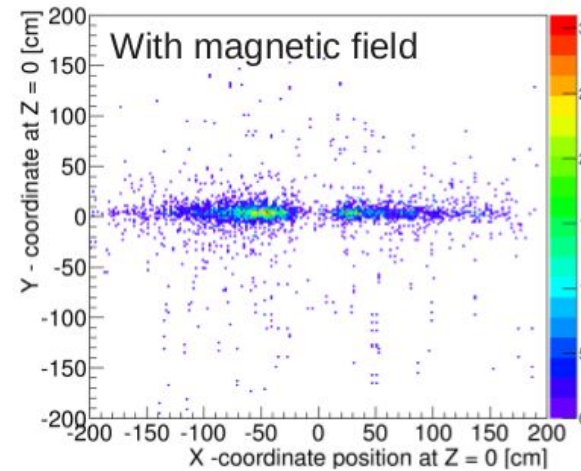
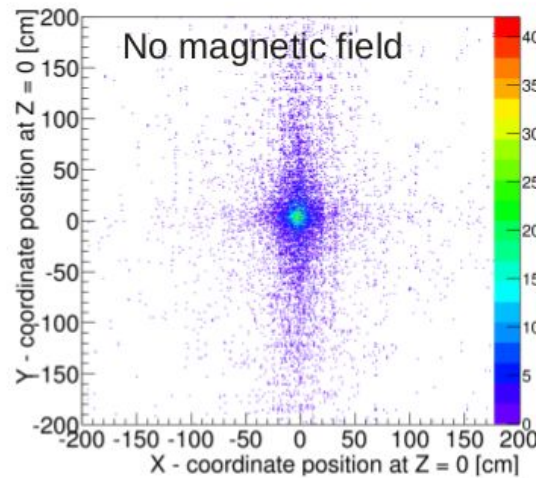
Compare Tracks
from XY and UV
combinations:



Experimental data

DC track position
At target centre:

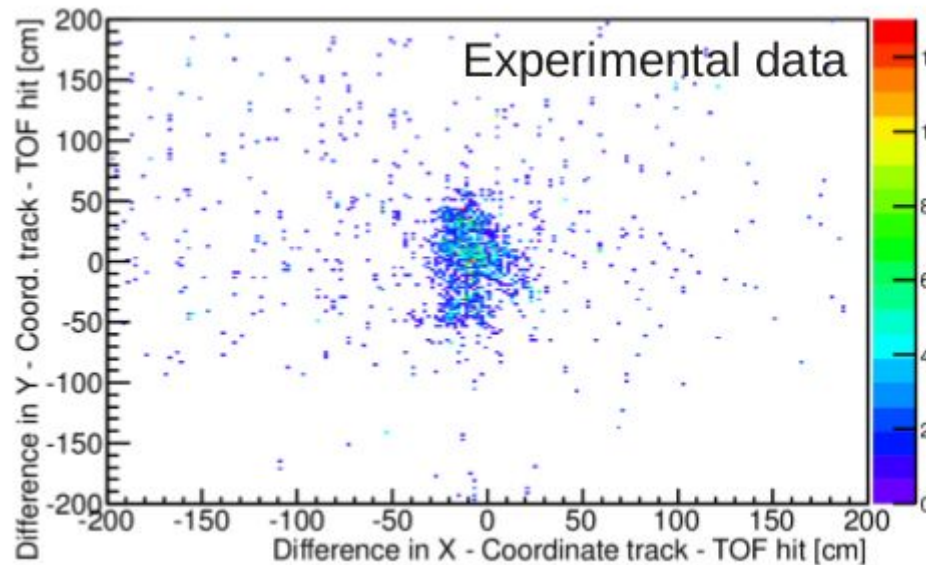
**Ricostruzione delle
coordinate x e y al
bersaglio (z=0)**



R. Di Salvo - CSNIII - 18/06/13

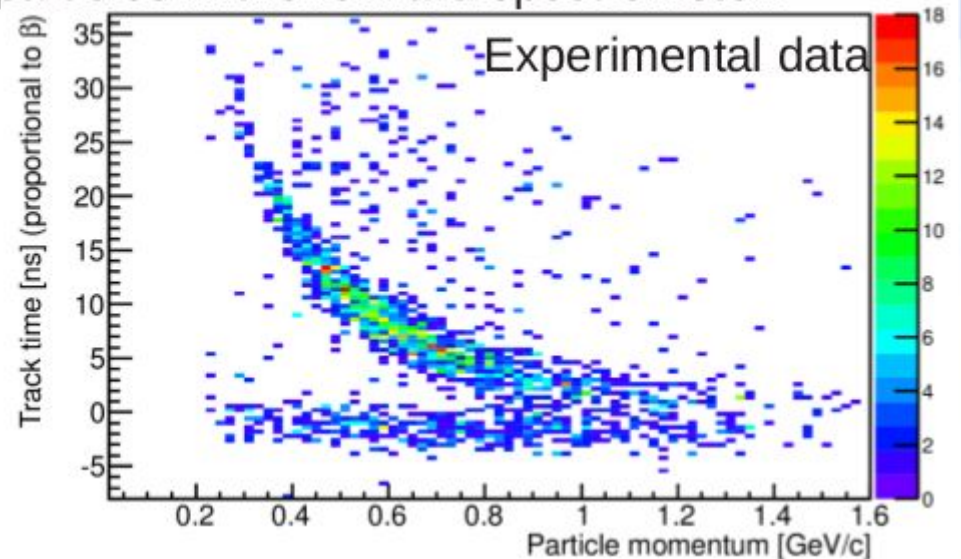
Tracciamento di particelle cariche in avanti Drift Chambers – TOF – SciFi2 - MOMO

- Connect Tracks to hits in the TOF Wall



Differenza tra la coordinata misurata e quella attesa nel TOF prolungando al TOF le tracce ricostruite nelle DC (Δy vs. Δx)

- First (preliminary) identification of particles in the forward spectrometer:

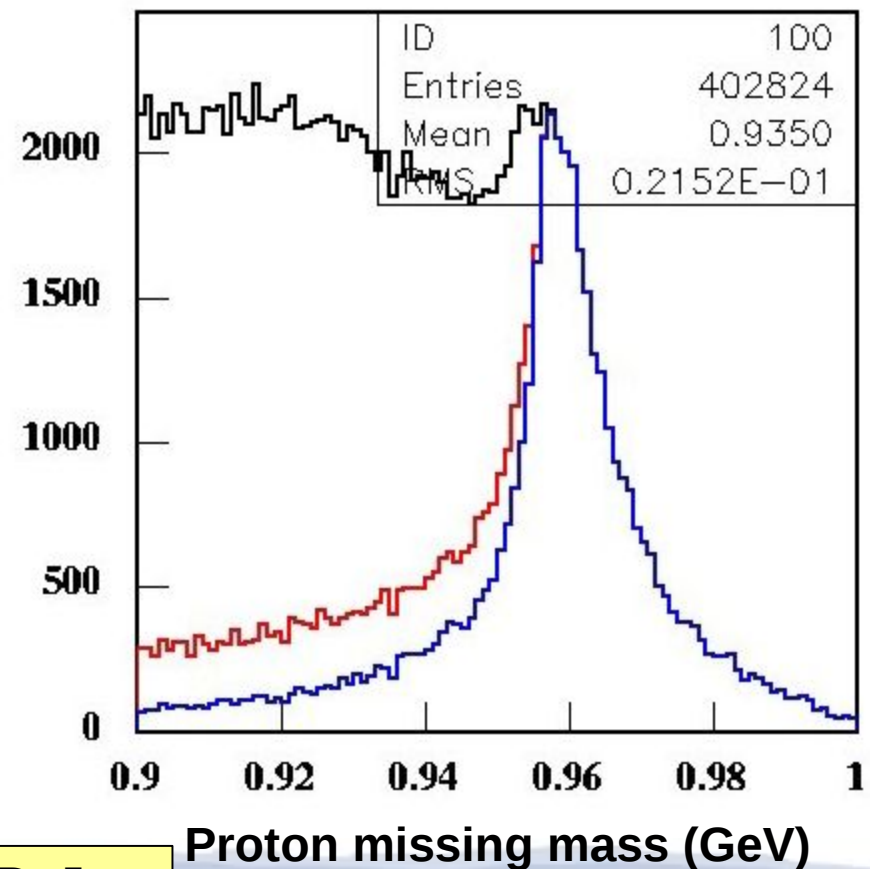
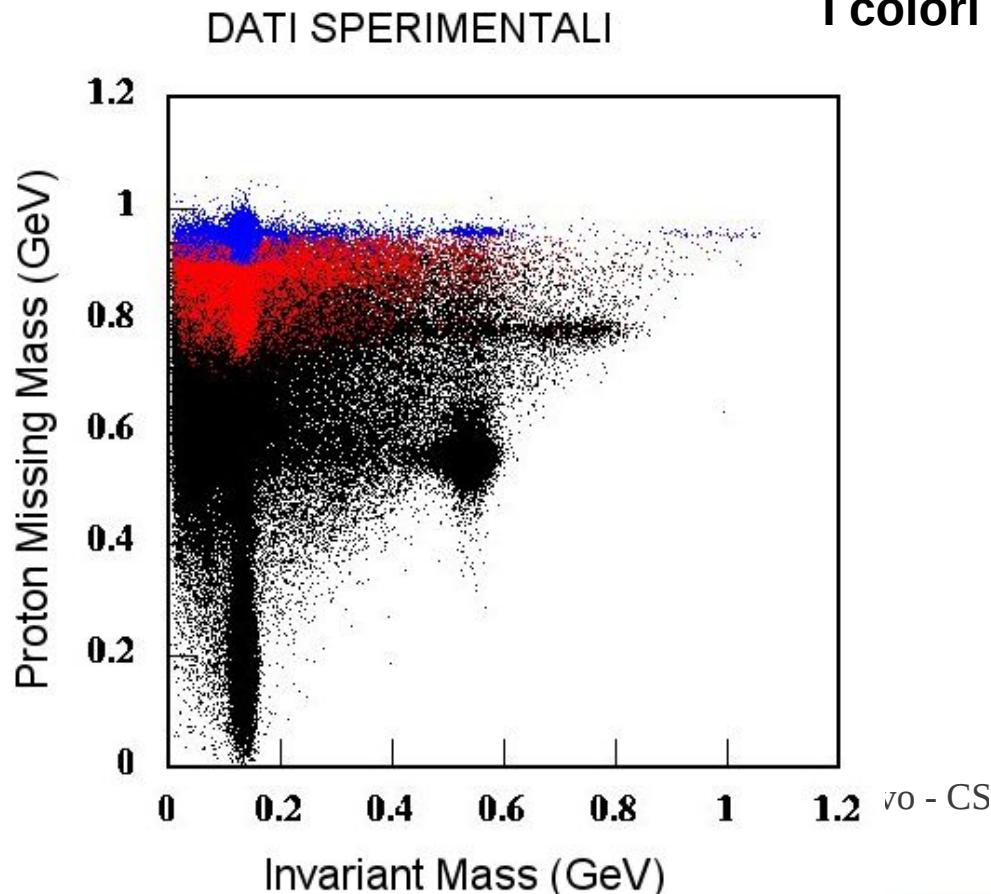


TOF vs. Momentum (ricostruito da SciFi2-MOMO e DC)

Asimmetrie di fascio $\gamma p \rightarrow \eta' p$

Dallo studio sulla simulazione MAMBO per il PAC di Mami-ELSA presentata a Dicembre 2012 è stata affinata una analisi applicabile ai vecchi dati di Graal che dimostrano ulteriormente le potenzialità dell'apparato in combinazione con una ottima risoluzione dei carichi in avanti

I colori indicano l'applicazione di tagli cinematici

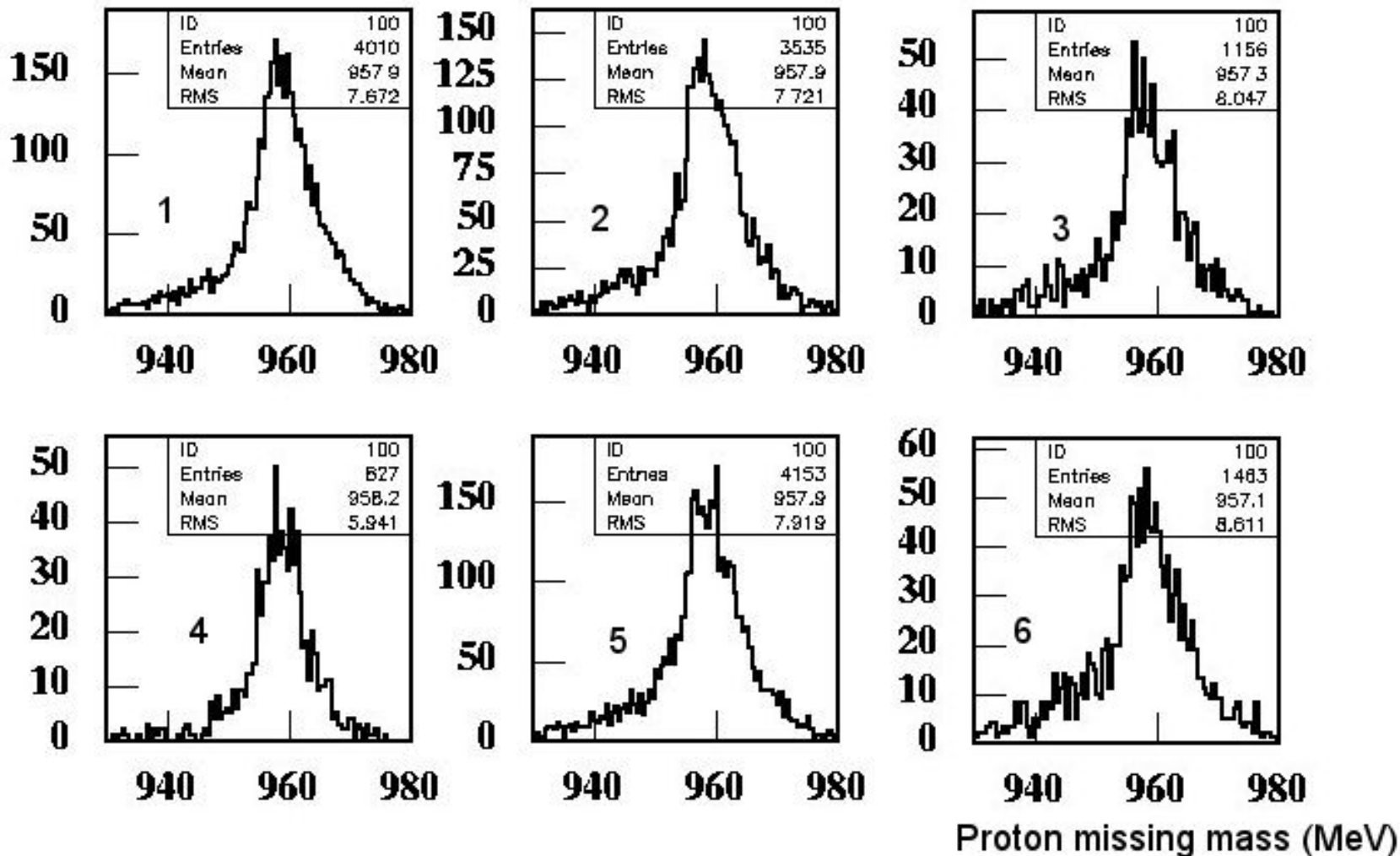


- 1) $\pi^+\pi^-(\eta \rightarrow \gamma\gamma)$
- 2) $\gamma\gamma$
- 3) $\gamma(\gamma)$
- 4) $\pi^+\pi^-(\eta \rightarrow 6\gamma)$
- 5) $\pi^0\pi^0\eta \rightarrow 6\gamma$
- 6) $\pi^+\pi^-\gamma\gamma$ Counts

η' decay particles

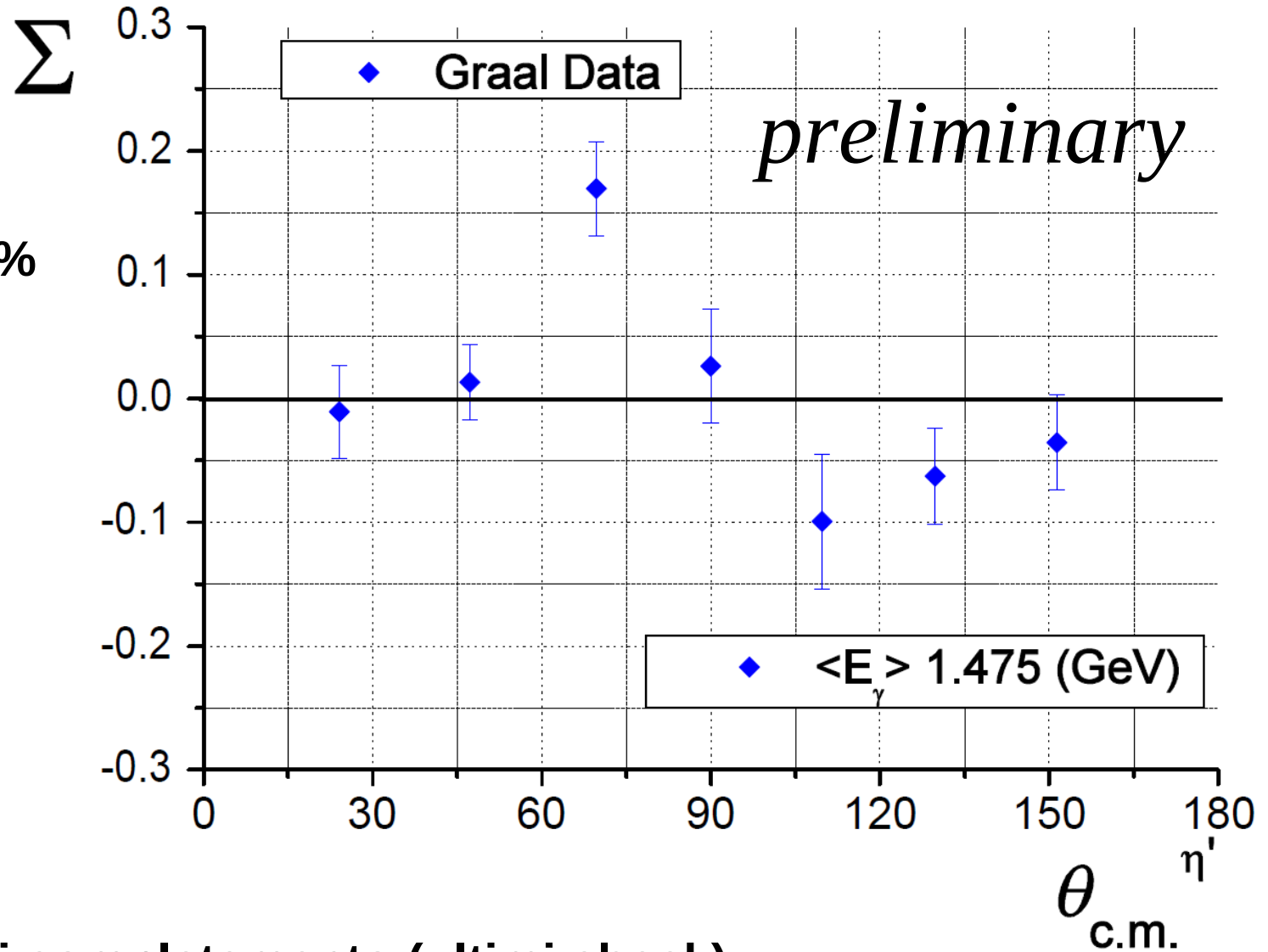
(Casi studiati) $E_\gamma < 1.5$ MeV

GRAAL Data (proton target)



Asimmetrie di fascio $\gamma p \rightarrow \eta' p$ (GRAAL)

Background < 2%
Software Sys. ~ 1 %



Lavoro in corso di completamento (ultimi check).
Scrittura dell'articolo in progress.

Richieste straordinarie

ISS - Consumo - 3KE -

3 Fotomoltiplicatori Hamamatsu per rivelatore a barrel per sostituzione PM invecchiati (1kE/PM)
(Richiesta non finanziata a Marzo e da reiterare su suggerimento dei referees)

LNF - Consumo - 3KE -

3 Fotomoltiplicatori Hamamatsu per rivelatore a barrel per sostituzione PM invecchiati (1kE/PM)
(Richiesta non finanziata a Marzo e da reiterare su suggerimento dei referees)

RM2 - Riparazioni e Manutenzione - 1KE -

Riparazione crate VME CAEN in uso a Bonn (Richiesta non finanziata a Marzo e da reiterare su suggerimento dei referees)

PV - Inventario - 4KE

Frigorifero antideflagrante per la conservazione di alcool per miscela MWPC (Bonn)
(v. relazione inviata ai referees). Richiesta presentata a settembre e da considerare per una richiesta successiva (anche straordinaria), secondo i referees

PV - Inventario - 3.5KE

Modulo HV per MWPC (CAEN N147603kV, 2canali) (v. relazione inviata ai referees)
Richiesta presentata a settembre e da considerare per una richiesta successiva (anche straordinaria), secondo i referees

CONCLUSIONI

- Buona parte dei rivelatori necessari è stata costruita e testata su fascio
- Alcuni ritardi sul rivelatore di tagging (recuperabili entro la fine dell'anno)
- Bersaglio, BGO, barrel sono stati testati e continuano ad essere usati in ogni test, confermando la buona ricostruzione della massa invariante di due fotoni nella BGO e l'identificazione di particelle cariche.
- Alcuni ritardi sul muro di TOF (danneggiato dall'incendio)
- Comincia a essere testato il software di ricostruzione e tracciamento delle particelle cariche in avanti.
- Altri test sono previsti a settembre

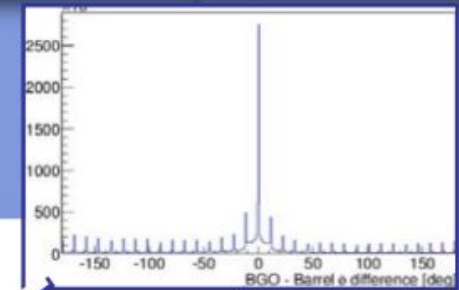
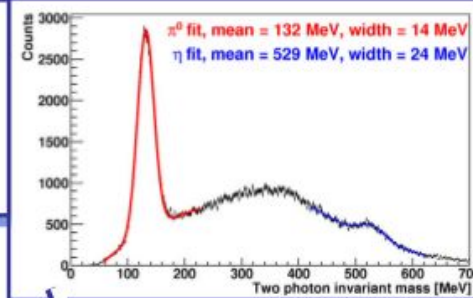
TRASPARENZE DI BACKUP

R. Di Salvo - CSNIII - 18/06/13

Central region and tagger system

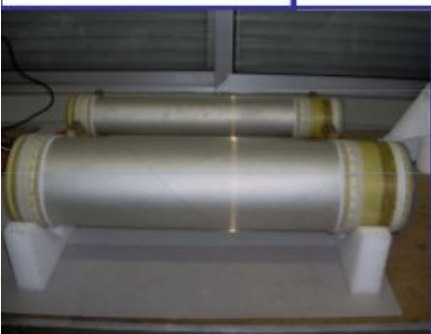
$\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$
= Bismuth germanate

BGO calorimeter
480 crystals, $0.9 \times 4\pi$
 $\theta_{\text{lab}} = 25^\circ \dots 155^\circ$,
trigger logic, sADC



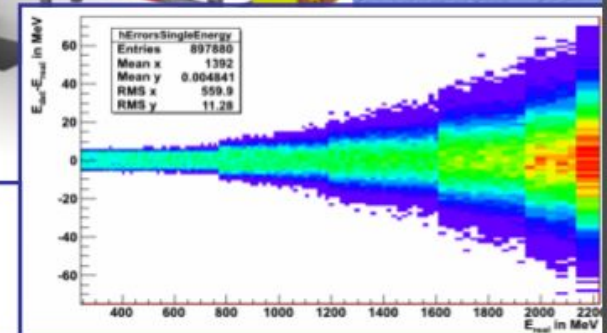
32 strip
scintillator
Barrel,
charge id

MWPC
inner tracking
2 layers,
 $\theta_{\text{lab}} = 8^\circ \dots 163^\circ$,
 $\Delta\phi = 2^\circ$,
 $\Delta z = 300\mu\text{m}$



Target system
 LH_2 , LD_2

Tagging system
120 scintillator bars,
10%...90% E_{beam}



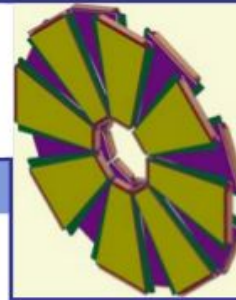
KHuK Jahrestagung – → tools for lin. and circ. pol. beams in preparation

Forward region

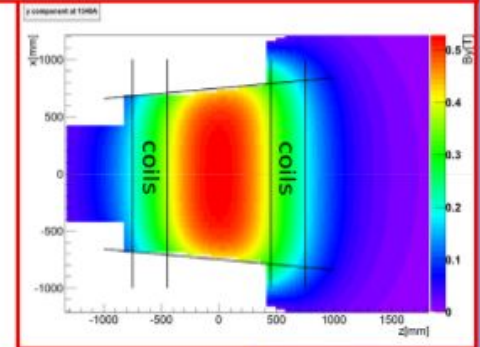


ToF, ~3mx3m,
2 walls ~500ps
1 wall ~250ps

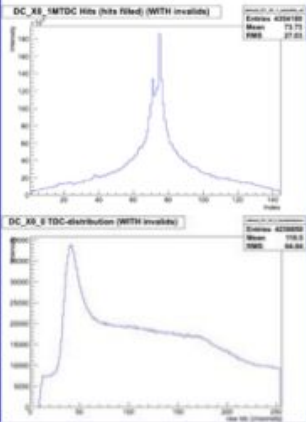
MRPC, 480ch
 $\theta_{lab} = 8^\circ - 25^\circ$,
(1cm², 50ps)



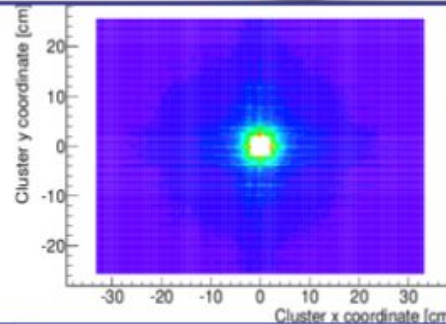
Open Dipole magnet, 94 t,
2.2x3.9x1.5 m³, $B_{max} \approx 0.5$ T,
permanent loan from DESY
field map measured at GSI



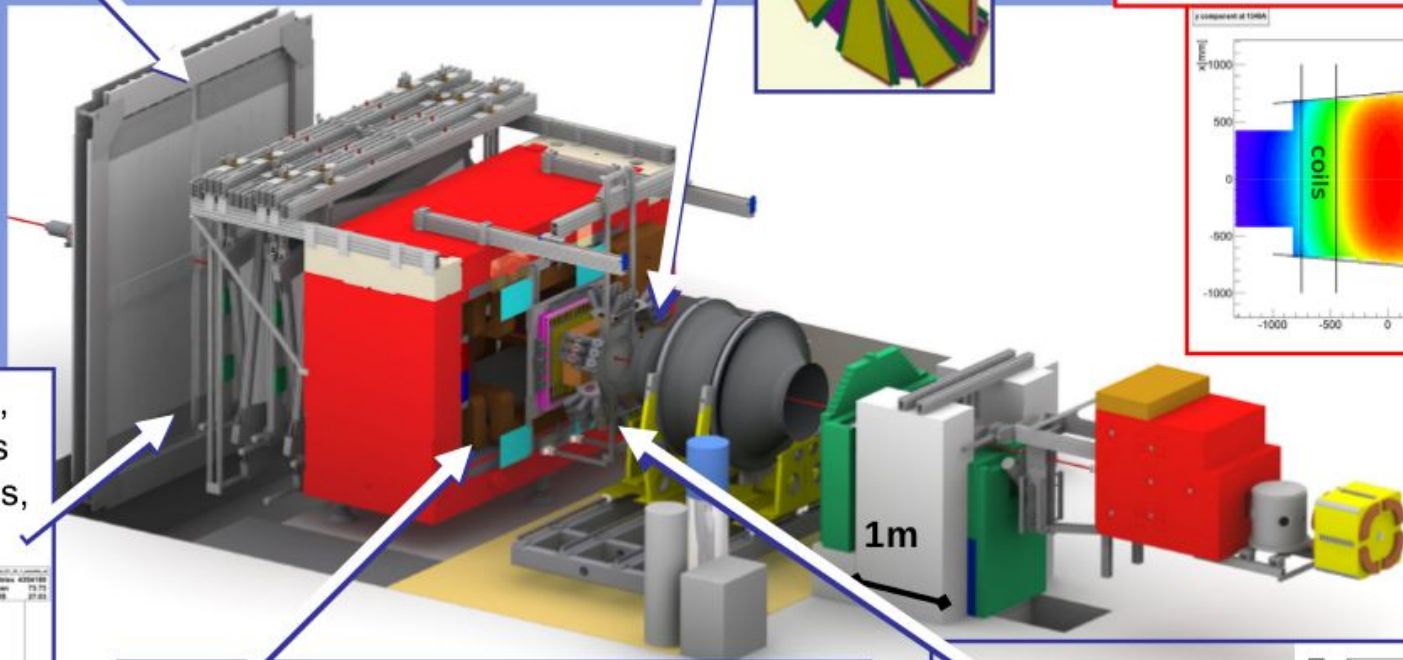
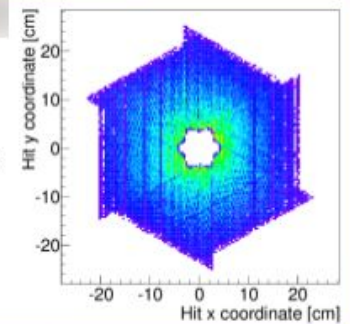
Drift chambers,
8 double layers
in 4 orientations,
res. $\approx 300 \mu\text{m}$



SciFi2 detector,
640 scint. fibres,
 $\varnothing_f = 3$ mm,
66x51cm²
v- & h-plane



MOMO,
672 scint. fibres,
 $\varnothing_f = 2.5$ mm, $\varnothing 44$ cm
3 layers, 6 mod.

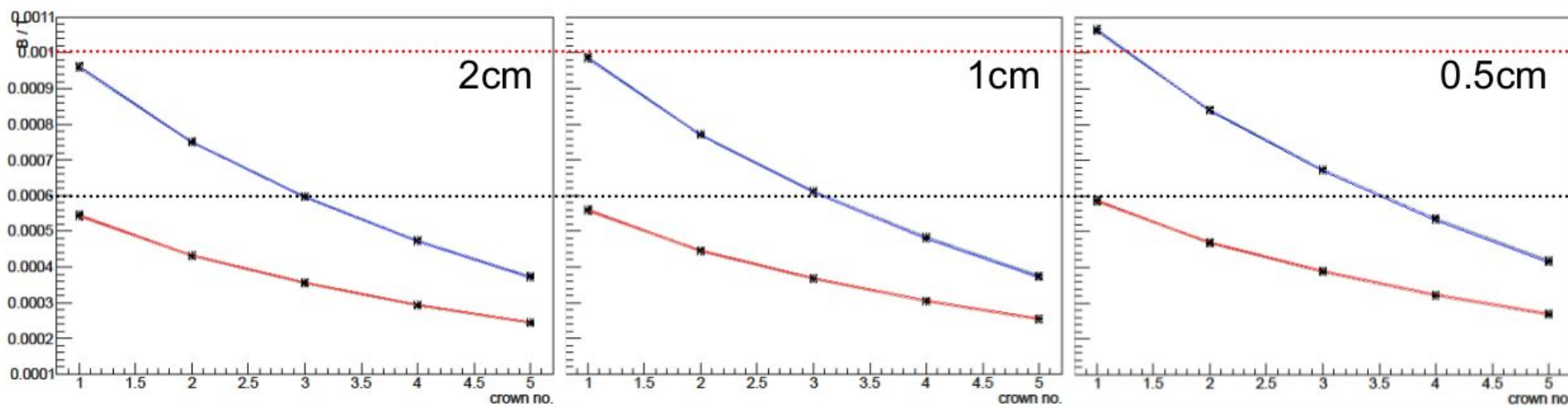
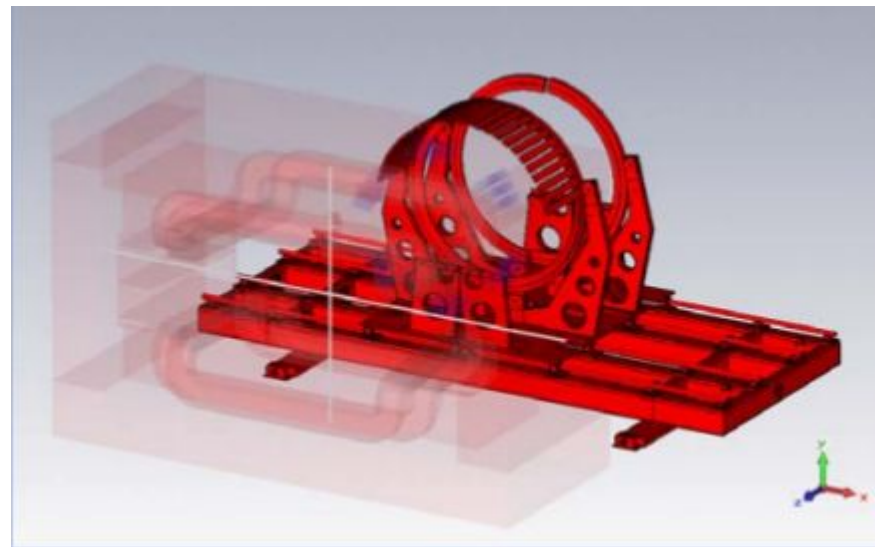


1m

Studiati vari spessori delle barre

Simulation@I = 1340 A
with Magnet, Scifi2, Momo, BGO (iron parts)

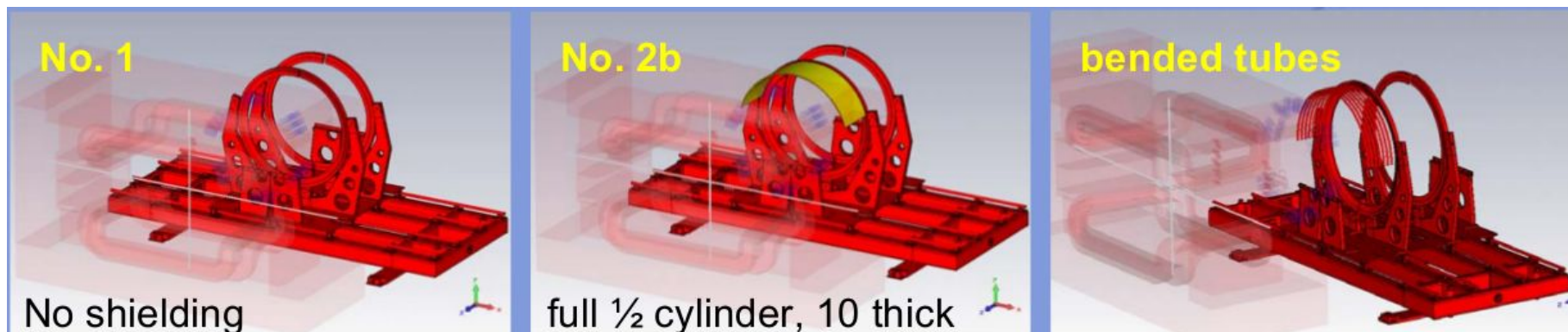
24 bars
5cm x 50cm
thickness: 2cm, 1cm, 0.5cm



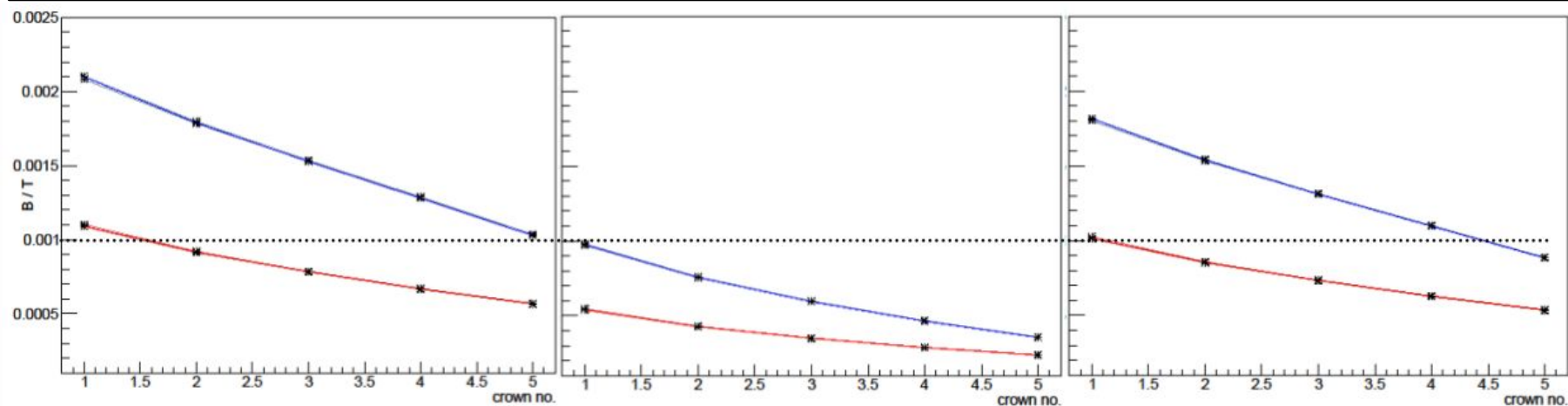
R. Di Salvo - CSNIII - 18/06/13

Studiate altre soluzioni possibili, più stabili meccanicamente

Simulation@I = 1340 A with Magnet, Scifi2, Momo, BGO (iron parts)



Valori del campo per 3 cristalli dell'emisfero superiore (blu) e inferiore (rossa) in fz. di θ

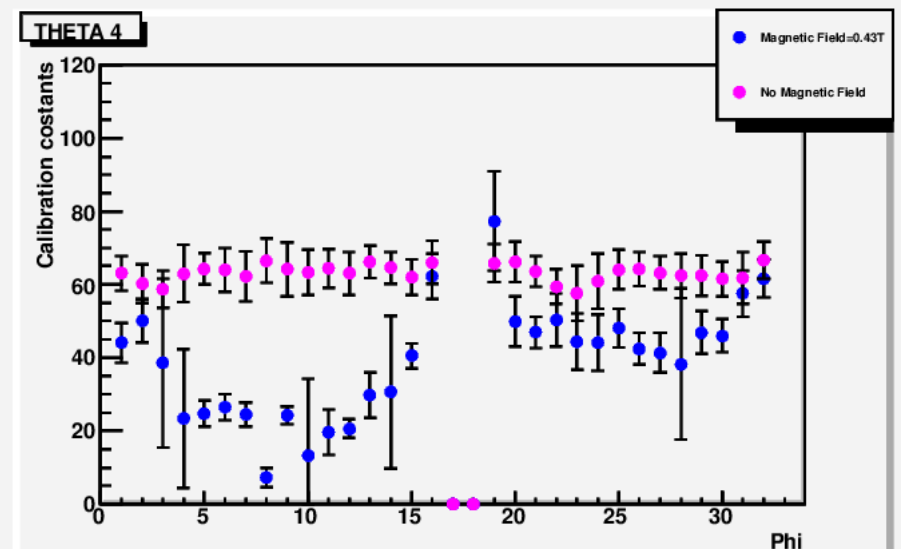
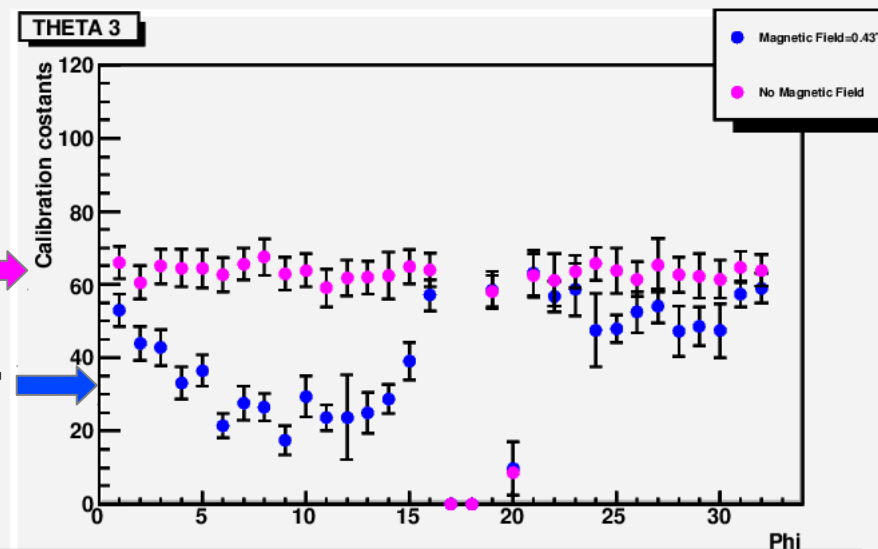
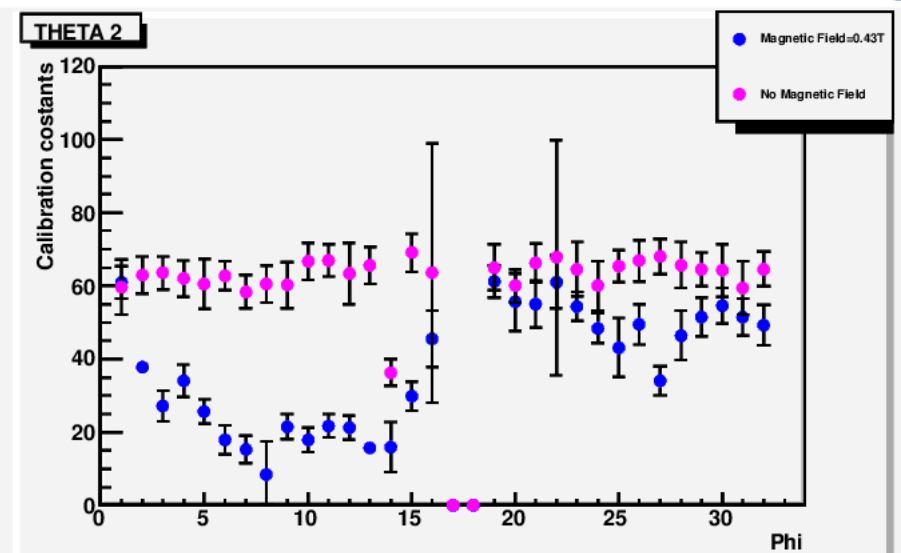
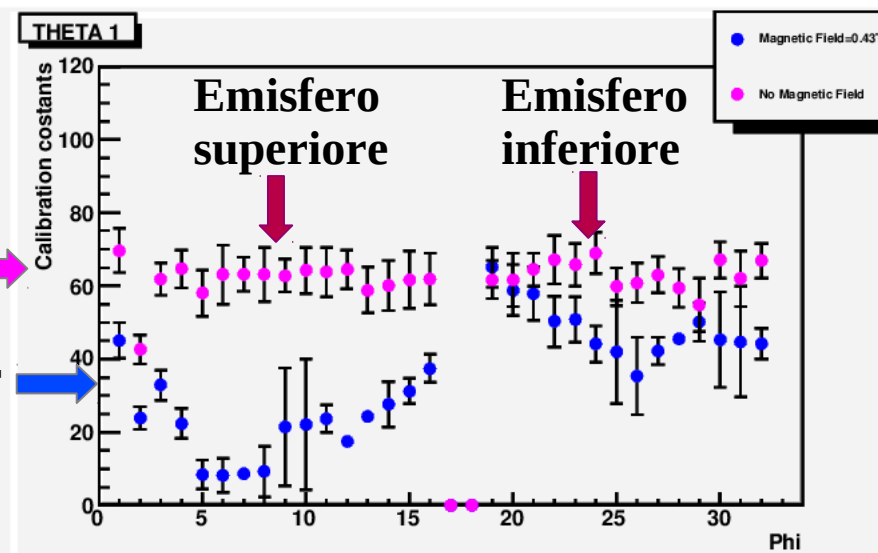


La soluzione con i tubi curvi, più stabile meccanicamente, non produce risultati soddisfacenti.

R. Di Salvo - CSNIII - 18/06/13

⇒ Tests con il campo magnetico alla max. intensità (0.43T) per vedere se i cristalli dell'emisfero inferiore possono essere calibrati (perchè lo schermo porterà i cristalli dell'emisfero superiore a una situazione analoga)

Valore delle costanti di calibrazione vs. Angolo azimuthale ϕ nelle prime 4 corone



No field →
Field@0.43T →

No field →
Field@0.43T →

SPETTRI DI SORGENTE – RISPOSTA AL CAMPO MAGNETICO (0.43T)

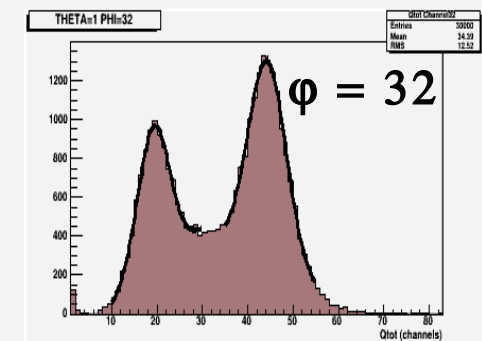
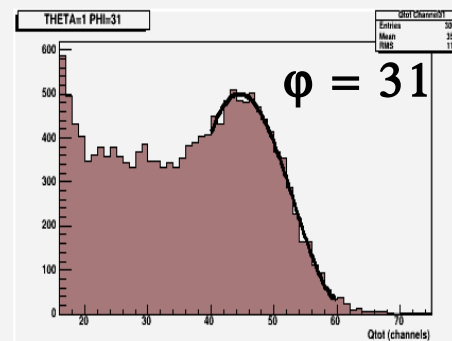
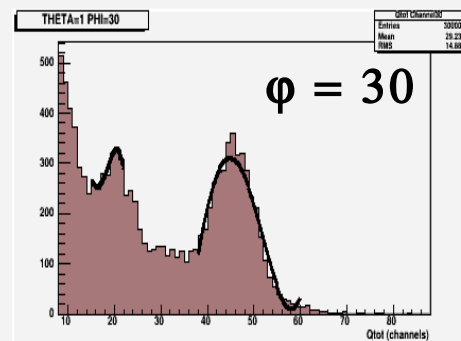
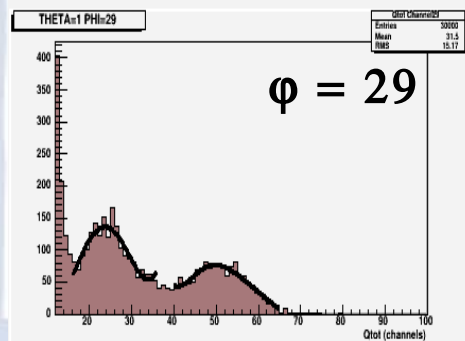
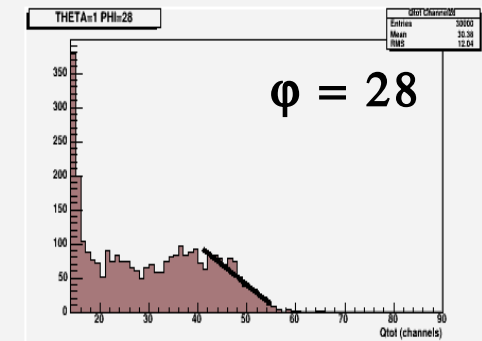
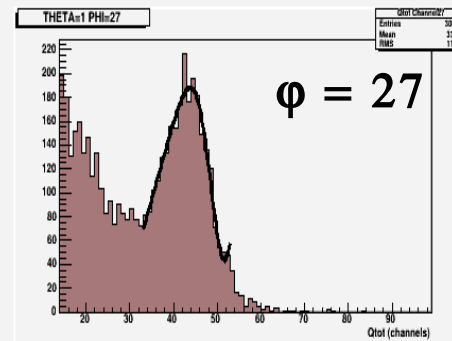
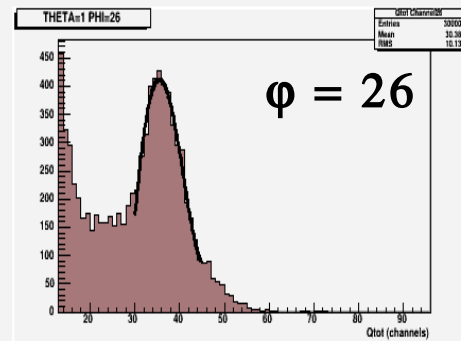
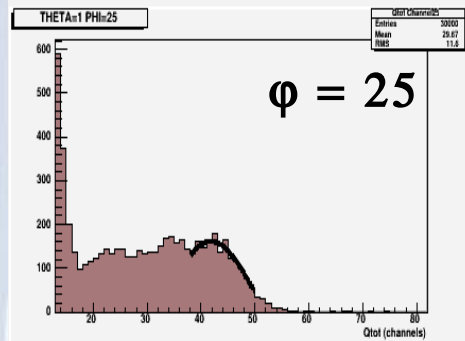
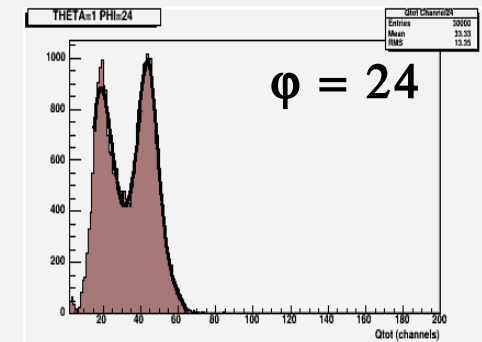
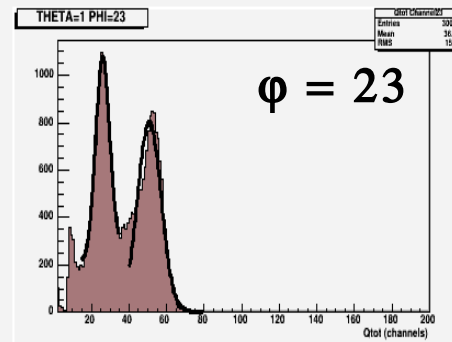
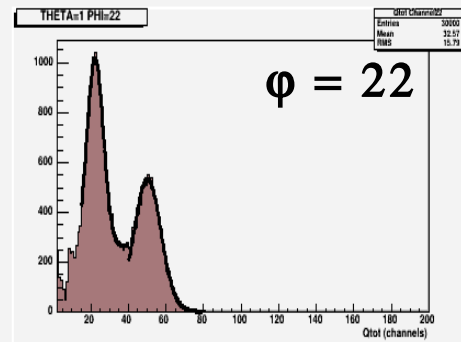
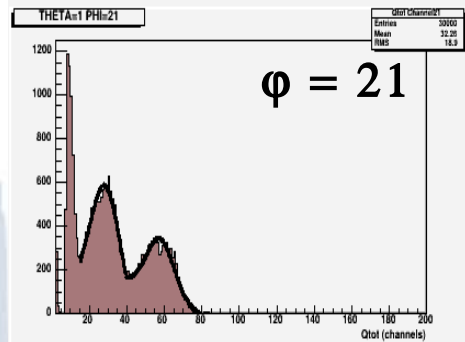
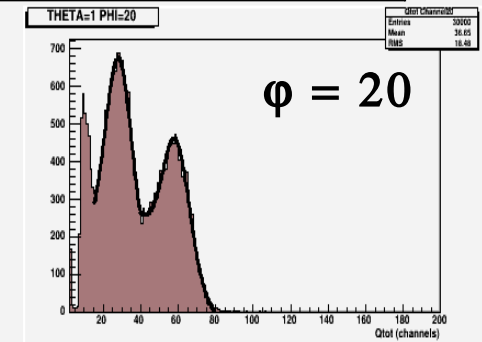
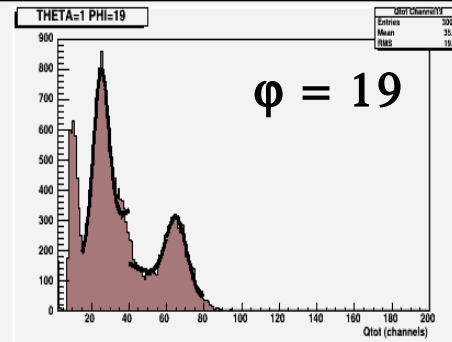
$\theta = 1$

Corona più vicina al dipolo

Emisfero inferiore

I cristalli possono essere calibrati

⇒ Soluzione di schermo accettabile



BGO- CALIBRATION CONSTANT CORRECTIONS

Due to the finite integration window, only a fraction of the signal is acquired.

$$Q_{\text{TOT}}^{\text{MEAS}} = R Q_{\text{TOT}}^{\text{TRUE}}$$

Calibration constants must be corrected because different integration windows are used for calibration and acquisition:

$$c.c.^{\text{MEAS}} = \frac{1.275 \text{ MeV}}{Q_{\text{TOT}}^{\text{MEAS,CAL}}}$$

$$Q_{\text{TOT}}^{\text{MEAS,CAL}} = R_{\text{CAL}} Q_{\text{TOT}}^{\text{TRUE.CAL}}$$

$$c.c.^{\text{CORR}} = \frac{1.275 \text{ MeV}}{Q_{\text{TOT}}^{\text{TRUE,CAL}}} = \frac{1.275 \text{ MeV}}{Q_{\text{TOT}}^{\text{MEAS,CAL}}} * R_{\text{CAL}} = c.c.^{\text{MEAS}} * R_{\text{CAL}}$$

$$Q_{\text{TOT}}^{\text{TRUE,ACQ}} = \frac{Q_{\text{TOT}}^{\text{MEAS,ACQ}}}{R_{\text{ACQ}}}$$

$$c.c.^{\text{CORR WIND}} = c.c.^{\text{MEAS}} * \frac{R_{\text{CAL}}}{R_{\text{ACQ}}}$$

CALIBRATION CONSTANT CORRECTIONS

$$E^{\text{TRUE,ACQ}} = c.c.^{\text{CORR}} * Q_{\text{TOT}}^{\text{TRUE,ACQ}} = c.c.^{\text{CORR}} * \frac{Q_{\text{TOT}}^{\text{MEAS,ACQ}}}{R_{\text{ACQ}}} = c.c.^{\text{MEAS}} * R_{\text{CAL}} * \frac{Q_{\text{TOT}}^{\text{MEAS,ACQ}}}{R_{\text{ACQ}}} =$$

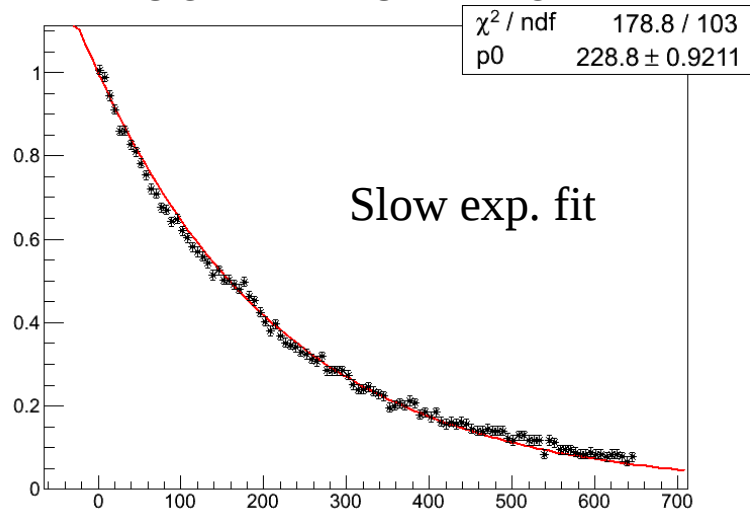
$$\frac{1.275 \text{ MeV}}{Q_{\text{TOT}}^{\text{MEAS,CAL}}} * \frac{R_{\text{CAL}}}{R_{\text{ACQ}}} * Q_{\text{TOT}}^{\text{MEAS,ACQ}} = c.c.^{\text{CORR}} * Q_{\text{TOT}}^{\text{MEAS,ACQ}}$$

N.B. In order to measure the percentage of signal acquired in a window, it is necessary to make assumptions about the shape of the signal (one simple exponential or two exponentials, slow and fast)

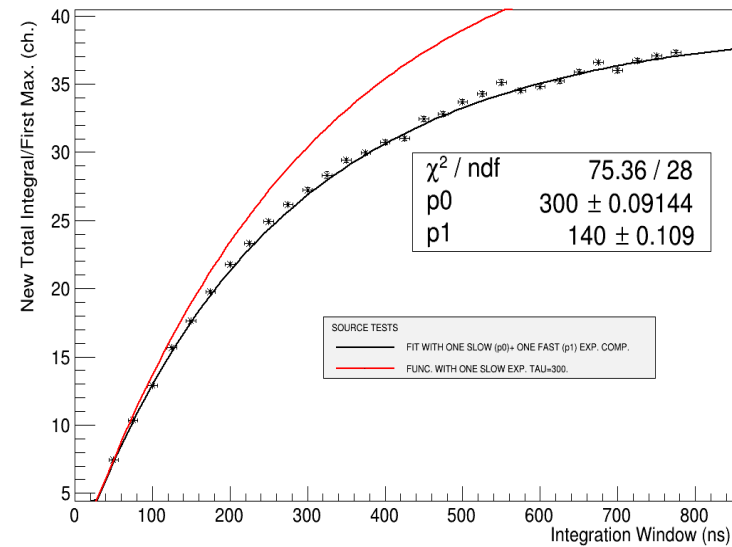
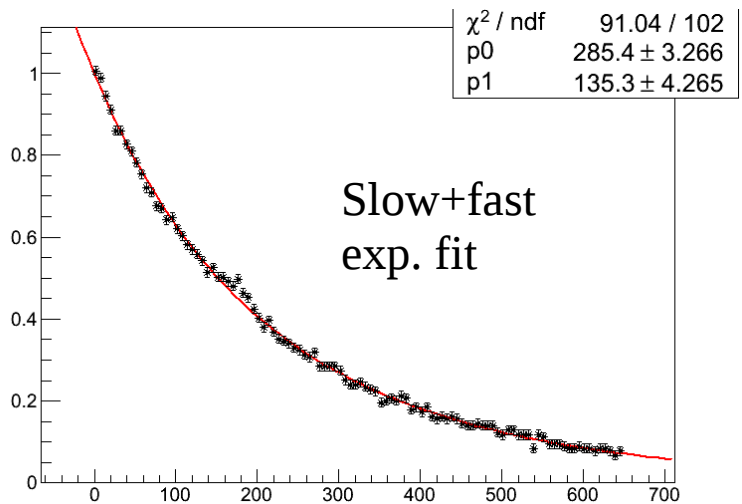
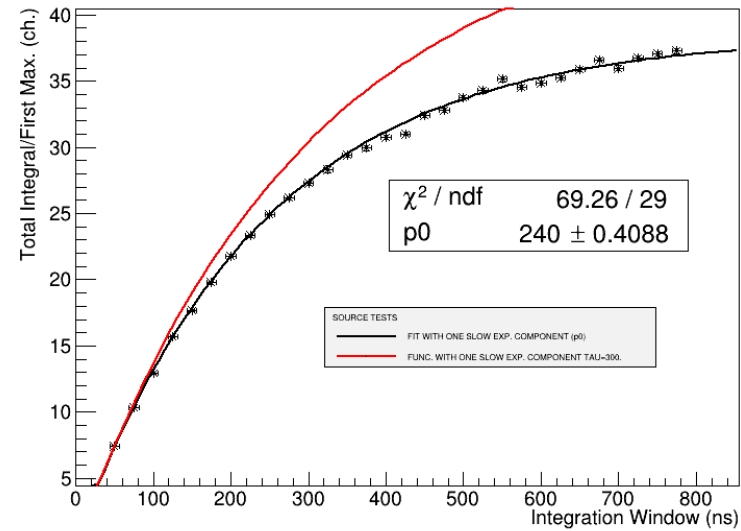
R. Di Salvo - CSNIII - 18/06/13

SINGLE OR DOUBLE EXP. FIT OF THE SAMPLED BGO SIGNAL

SIGNAL TIME SAMPLING



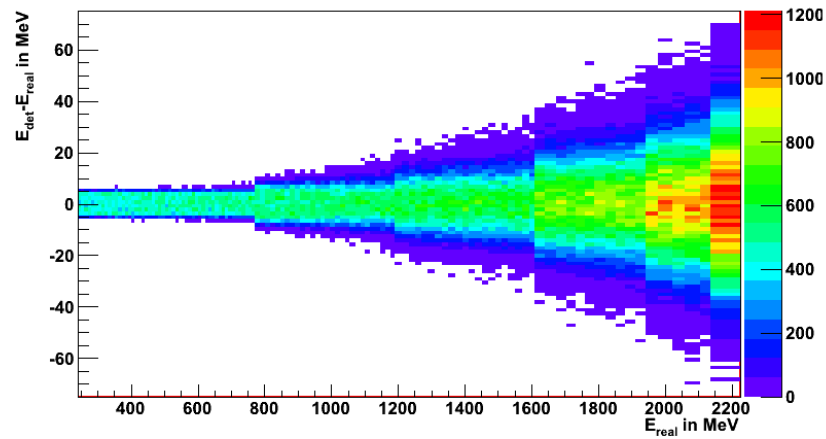
QTOT/FIRST_MAX vs. WINDOW LENGTH



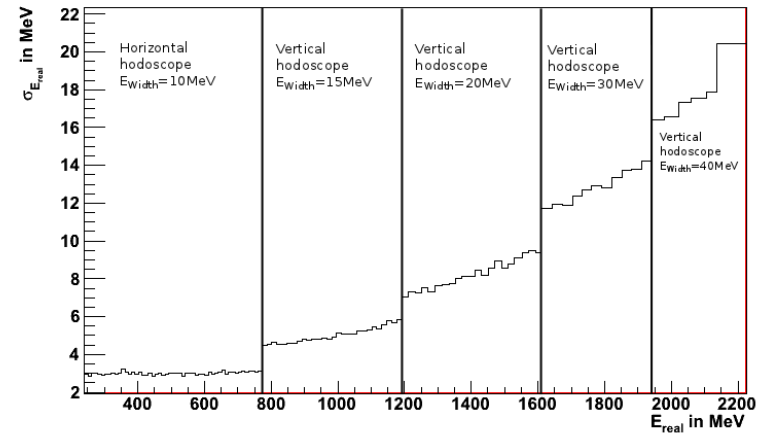
R. Di Salvo - CSNIII - 18/06/13

TAGGER ENERGY RESOLUTION

b) single event energy difference



d) RMS absolute



Energy Band 10% E_0 32% E_0 32% E_0 49% E_0 49% E_0 67% E_0 67% E_0 81% E_0 81% E_0 90% E_0

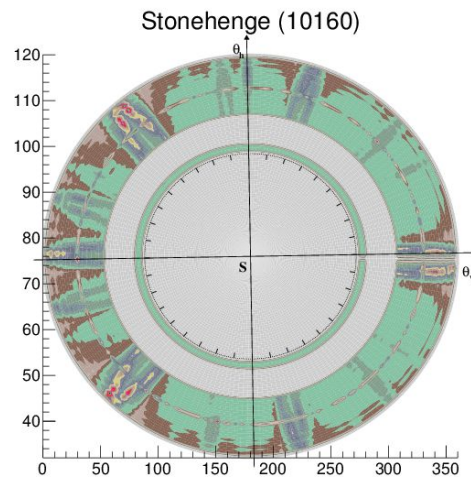
0.4% E_0 0.6% E_0 0.8% E_0 1.3% E_0 1.7% E_0

Energy width

GONIOMETRO

⇒ OK Commissioning in Feb. e Maggio 2013: estratti i primi plot “Stonehenge”

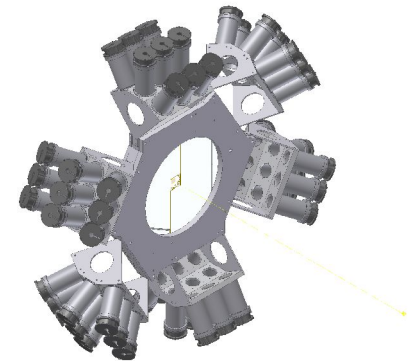
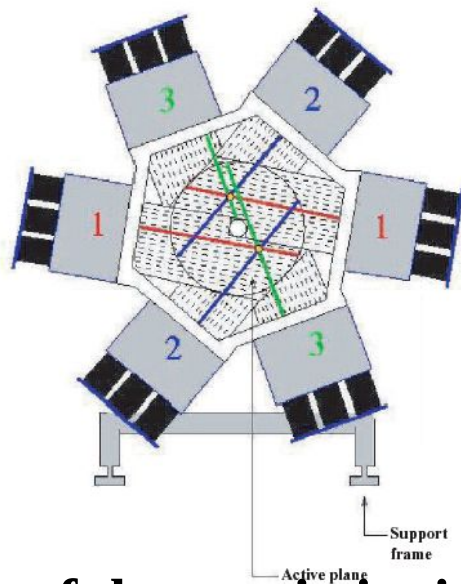
⇒ Necessari ancora alcuni giorni di test per trovare i corretti offset angolari del goniometro e del cristallo rispetto al fascio.



FORWARD SPECTROMETER: BEFORE DIPOLE

MOMO

Old detector from a former exp. at COSY
Scintillation fiber detector ($\varnothing 44\text{cm}$)
672 total channels
3 layers of 2x112 parallel fibers ($\varnothing 2.5\text{mm}$, $\Delta x = 1.5\text{mm}$)
Each layer rotated of 60° w.r.t. each other
Read-out 16 channel PM
Central hole ($\varnothing 5\text{cm}$) for the passage of beam
New magnetic shielding due to the proximity with dipole



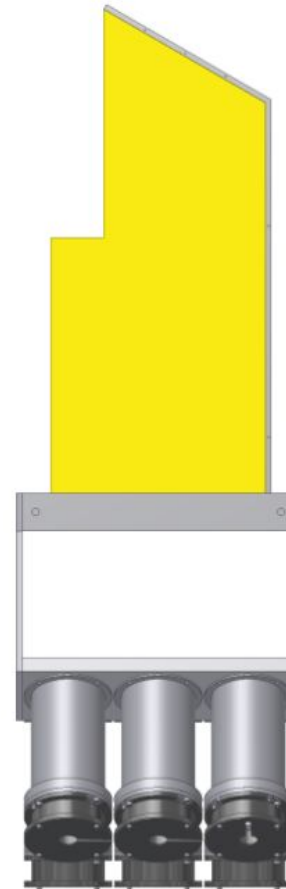
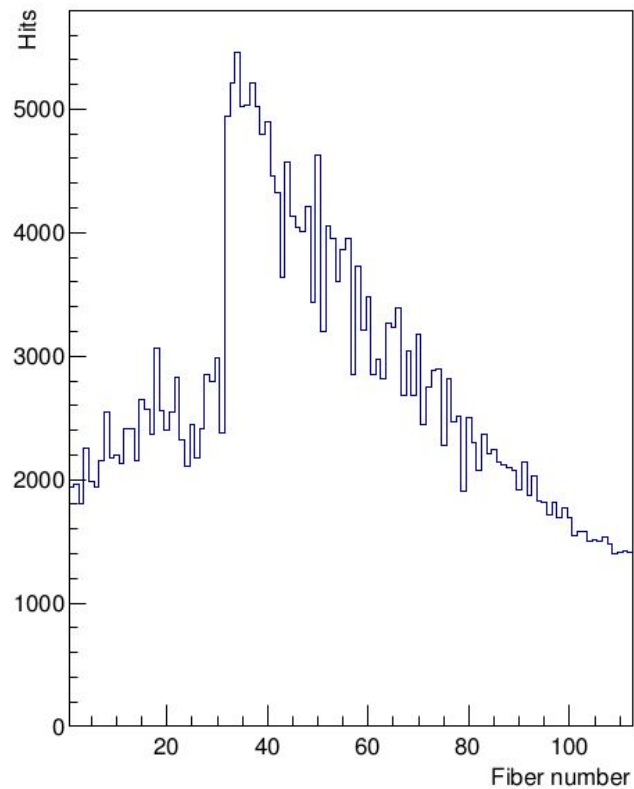
R. Di Salvo - CSNIII - 18/06/13

Successful commissioning with beam tests in Feb.-March 2012 and June 2012

MOMO

Successful commissioning with beam tests in Feb.-March 2012 and June 2012

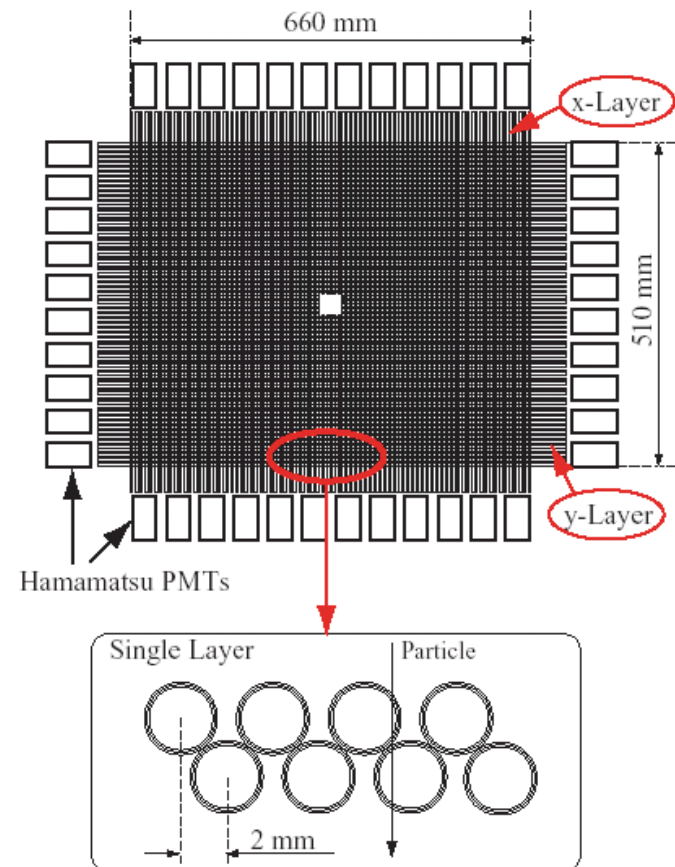
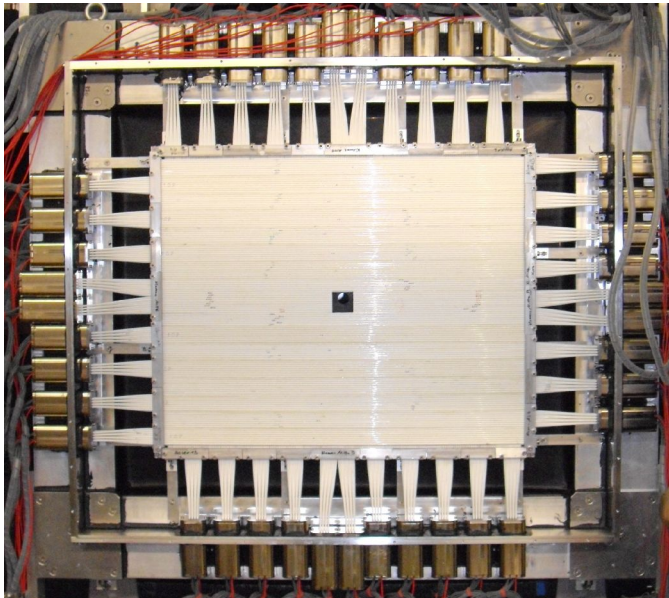
MOMO hit distributions



FORWARD SPECTROMETER: BEFORE DIPOLE

SciFi2

Scintillation fiber detector (66cmx51cm)
640 total channels
2 double layers x/y (352 and 288 rot. 90°)
Each single layer consists of two fiber arrays
(2.0mm track length for crossing particles)
Read-out 16 channel PM
Central hole (\varnothing 4cm) for the passage of beam



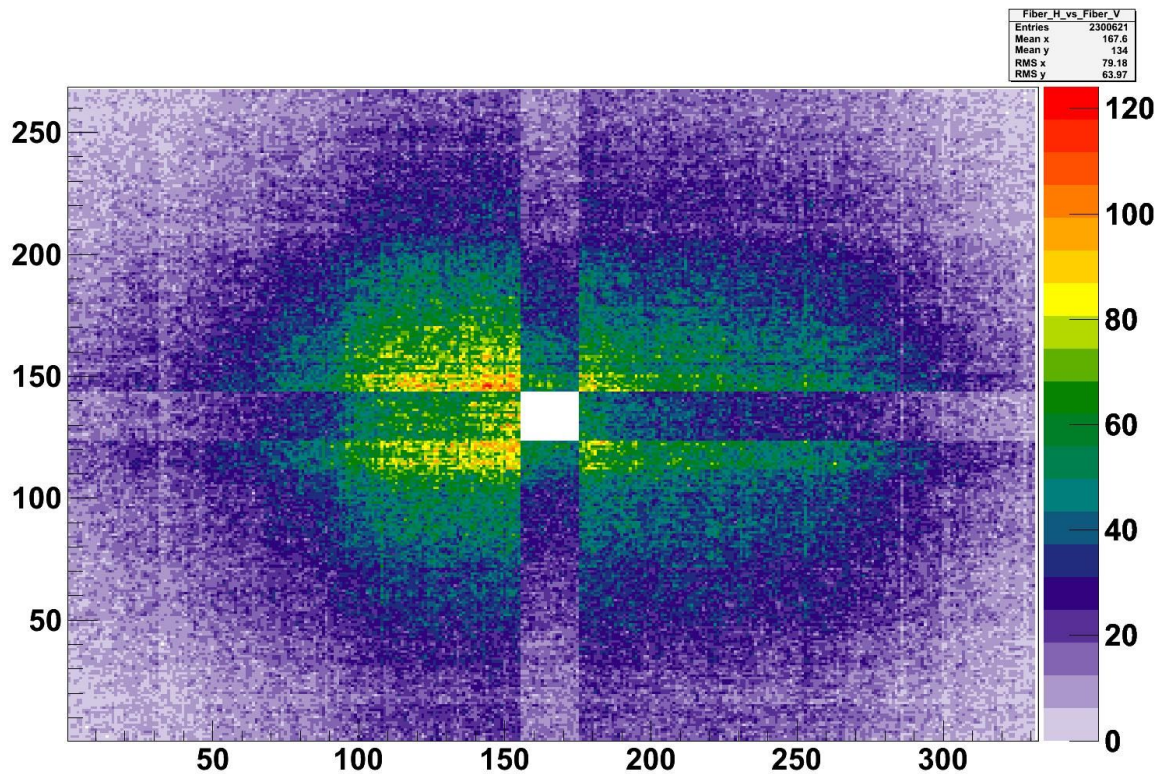
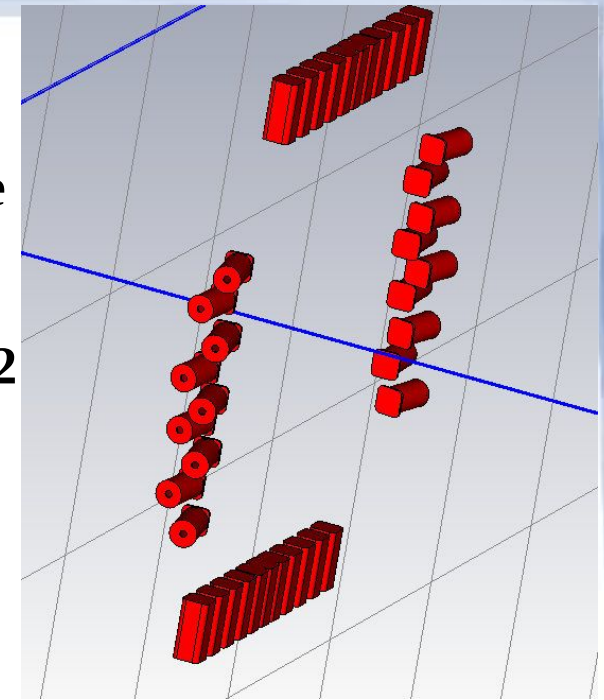
R. Di Salvo - CSNIII - 18/06/13

Successful commissioning in Feb.-March 2012 and June 2012

SciFi2

Due to its proximity to the magnetic dipole, new shieldings have been designed and realised for the PM.

Successful commissioning in Feb.-March 2012 and June 2012



R. Di Salvo - CSNIII - 18/06/13

FORWARD SPECTROMETER: AFTER DIPOLE

DRIFT CHAMBERS

Two sets of 4 double layers X(vert.), Y(90°), U(+9°), V(-9°)
(sensitive area 1.2 x 2.4 m²)

X = horizontal

Y = vertical

U = 99° w.r.t. X

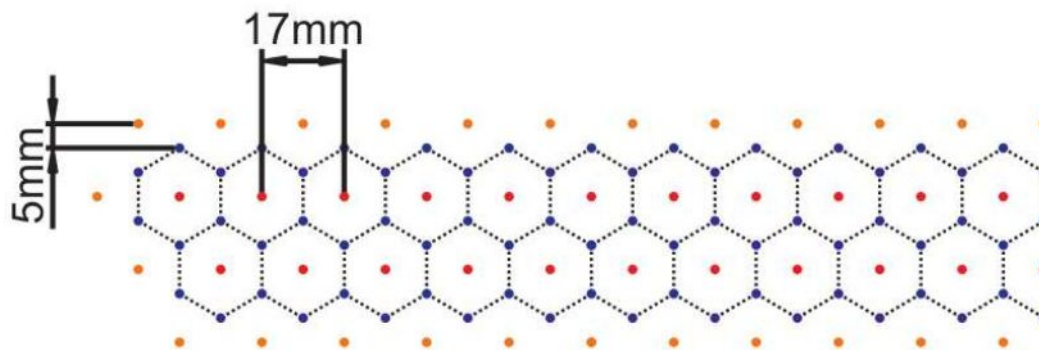
V = 81° w.r.t. X

Hexagonally shaped drift cells (inner radius 8.5mm)

Distance from target = 3.8 m ÷ 4.5 m

Gas mixture: 70% Ar, 30% Co₂

Central insensitivity spot (5x5cm²)



Successful commissioning in June 2012

R. Di Salvo - CSNIII - 18/06/13

FORWARD SPECTROMETER: AFTER DIPOLE

TOF WALLS

- 2 walls
- 14 bars vert., 8 bars hor.
- Scintillator dimensions:
 - 3400mm x 210mm x 60mm (horizontal bars)
 - 2700mm x 200mm x 45mm (vertical bars)
- Time resolution $\sim 500\text{ps}$
- Upgrade using former GRAAL ToF detectors (time resolution $\sim 200\text{ps}$) in progress



R. Di Salvo - CSNIII - 18/06/13

FLUX MONITORS

GIM (Gamma Intensity Monitor): efficiency close to 100%

Lead Glass

Uses Cerenkov effect to discriminate charged particles/e.m. showers generated by photons

One single lead block + 2" PM

⇒ **Installed and tested in Feb. and May 2013**

⇒ **Installed table for extraction (inserted only for short runs to calibrate the FluMo).**

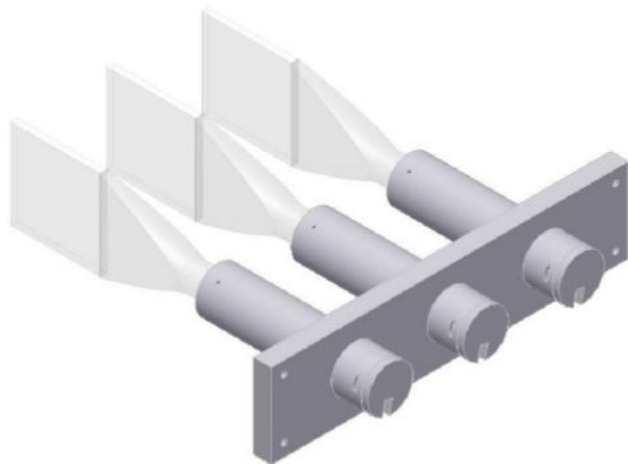


FLUMO (Flux Monitor)

Three scintillators + a Copper foil between the first and second scintillators

Low intensity runs to extract the efficiency of the FluMo

⇒ **Installed and working (new bases to stand high rates) in Feb. and May 2013**



Il nuovo rivelatore di Tagging non copriva bene la regione dell' η

Particle identification with the BGO ball

- Photon tagger & BGO cluster analysis for $\gamma p \rightarrow p\pi^0$ (V. Vegna, Preliminary, experimental data)

