

Esperimento MEG: stato e richieste

D. Nicolò

(per conto del gruppo MEG-Pisa)

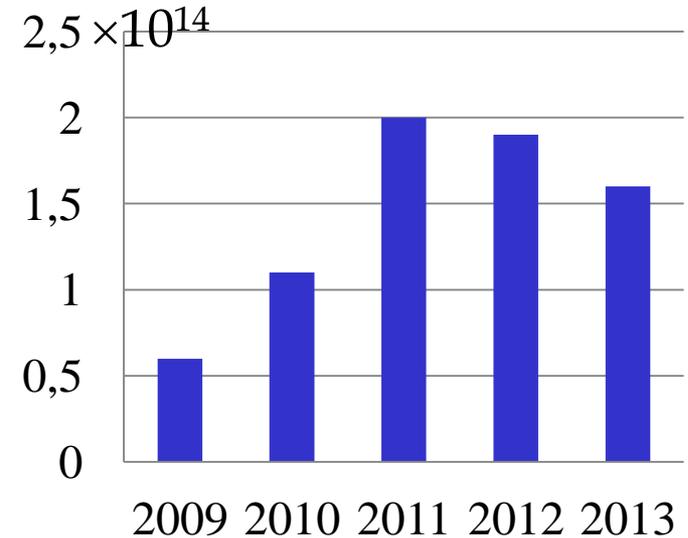
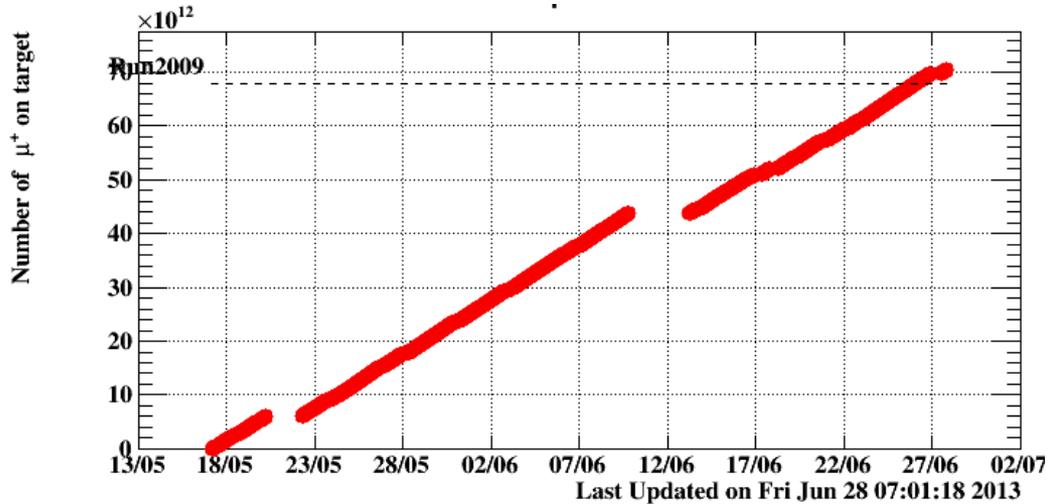
Pisa, 28 Giugno 2013

Sommario

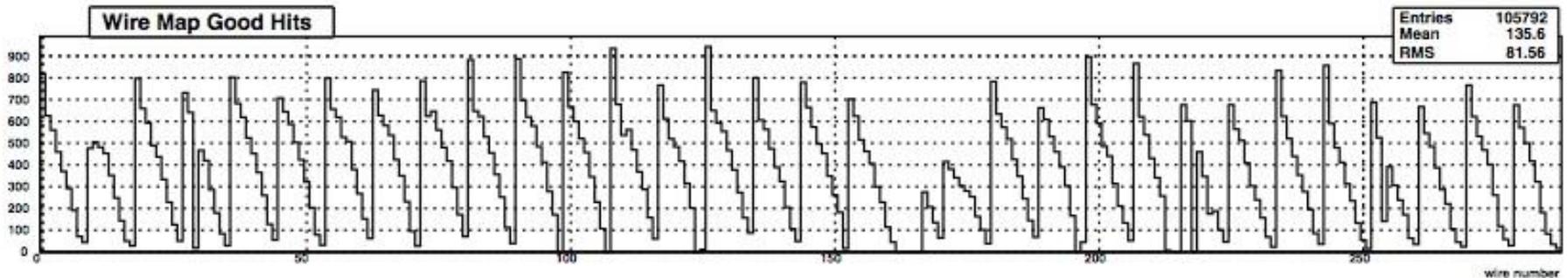
- Stato dell'esperimento
 - Run 2013
 - Previsioni sensibilita`
- Verso la fase 2 (MEGup)
 - Iter approvazione
 - Roadmap
 - Attivita` locale
- Richieste

Il Run 2013

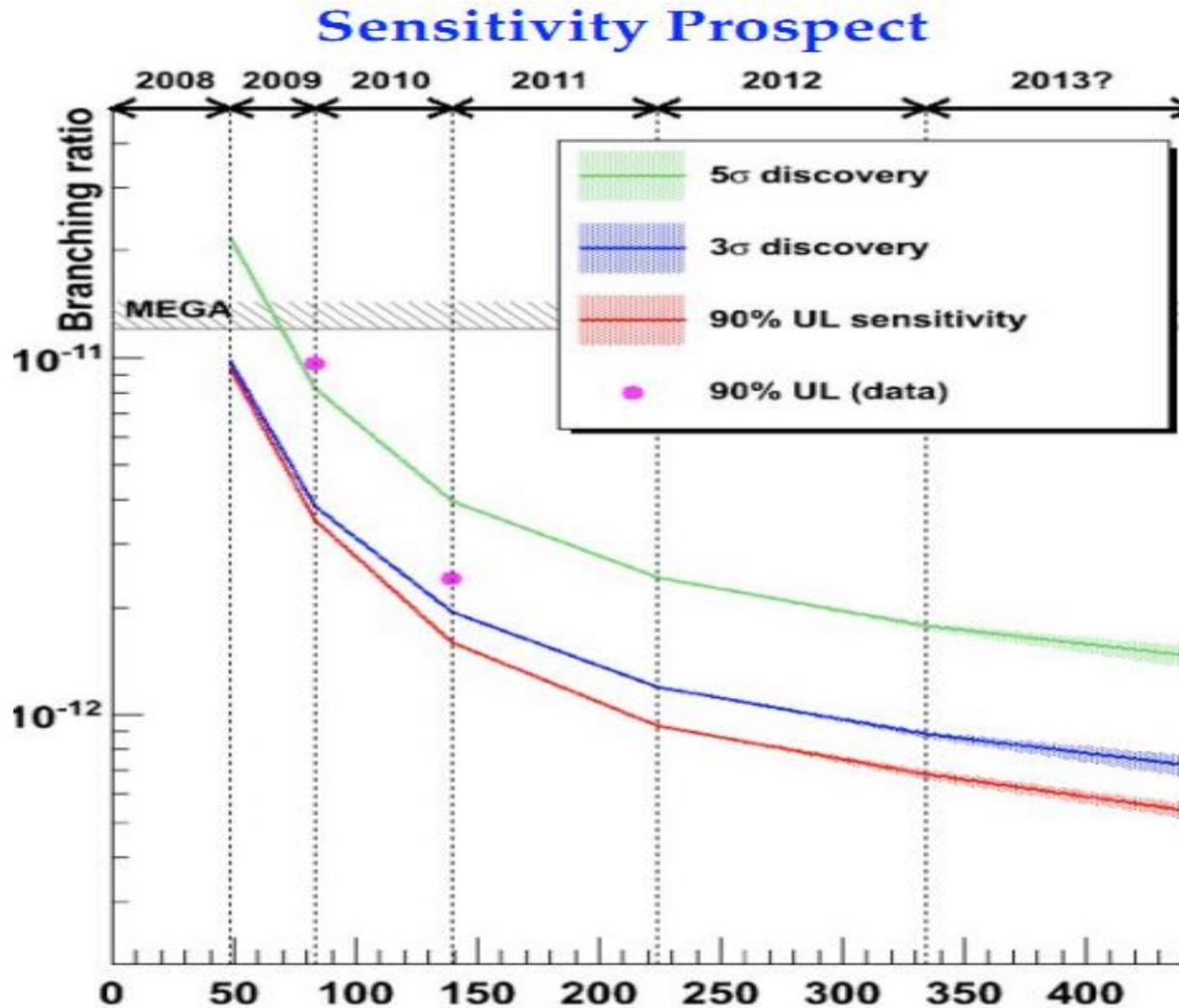
- Presa dati: 17/5 → 31/08 (~80 d Run)
- Ad oggi 7×10^{13} μ^+ on target (equivalente a 2009), in previsione 1.6×10^{14}



- Tutti i piani DC accesi!



Sensibilita`



Obiettivo 5×10^{13}

Da migliorare di un ulteriore ordine di grandezza con l'upgrade

Necessita` di un upgrade

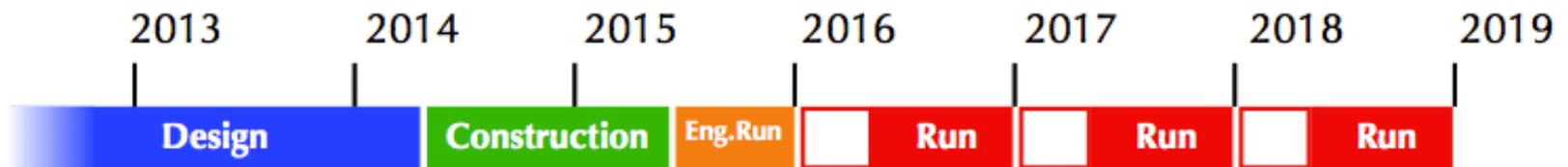
- prestazioni rivelatore non il linea con attese (soprattutto per il positrone)

| Variable | Foreseen | Obtained |
|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| ΔE_γ (%) | 1.2 | 1.9 |
| Δt_γ (psec) | 43 | 67 |
| γ position (mm) | 4(u,v),6(w) | 5(u,v),6(w) |
| γ efficiency (%) | > 40 | 60 |
| ΔP_e (KeV) | 200 | 380 |
| e^+ angle (mrad) | 5(ϕ_e),5(θ_e) | 7(ϕ_e),9(θ_e) |
| Δt_{e^+} (psec) | 50 | 107 |
| e^+ efficiency (%) | 90 | 40 |
| $\Delta\Theta_{e\gamma}$ (mrad) | 7.2 | 10.3 |
| $\Delta t_{e\gamma}$ (psec) | 65 | 120 |

- funzionamento camere instabile
- miglioramento sensibilita` → incremento rate muoni → miglioramento prestazioni → contenimento fondo accidentale

Verso la fase 2 (MEGup)

- Sottomissione proposta (Luglio 2012) a CTS
- Raccomandazione CTS (Gennaio 2013)
- Approvazione BWR-PSI (Gennaio 2013)
con riconoscimento di priorit  nell'utilizzo di πE_5
- Disegno (in corso, termine previsto 03/2014)
- Costruzione (termine previsto Giugno 2015)
- Installazione, engineering run (seconda meta` 2015)
- Run (2016-2018)



Novita`salienti

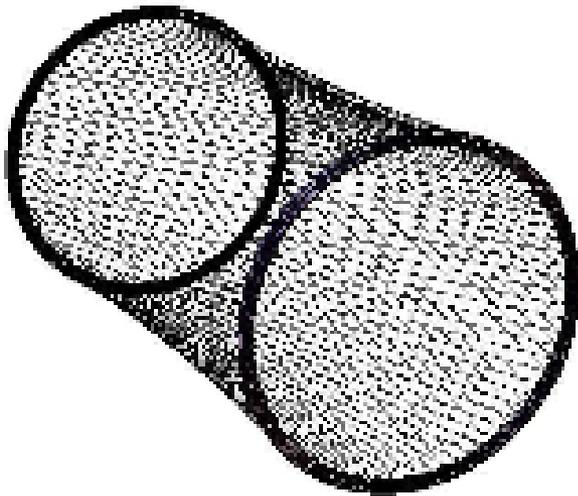
- Beam intensity (PSI)
 - $3 \times 10^7 \rightarrow 6 \times 10^7$
- Tracker (PI, LE, RM1, PSI)
 - camere deriva volume unico
 - ricostruzione stereo
 - raccordo con TC
- XEC (Tokyo)
 - sostituzione PMT inner-face con fotosensori
- Trigger & DAQ (PI, PSI)
 - nuovo front-end, guadagno ottimizzato
 - nuove schede, digitizzazione DRS + trigger
- TC (GE, PV, Tokyo)
 - segmentazione
 - uso SiPM (insensibilità campo, elio)
- (opzionale) Active target (PSI, RM1)
 - array fibre scintillanti
 - raccordo con tracce

Tracker, obiettivi

- **Funzionalità ad alto rate**
 - fino a $1 \times 10^8 \mu/s$
- **Stabilità**
 - garantita per radiazione integrata fino a $3C/y$
- **Material budget**
 - Lunghezza di traccia $< 1.7 \times 10^{-3} X_0$
- **Raccordo DC-TC**
 - Efficienza combinata $> 80\%$
- **Lettura con WFD ad alta banda ($\sim 1\text{GHz}$)**
 - Capacità di isolare i singoli cluster di ionizzazione ($\lambda \sim 7 \text{ mm}$)
 - Soppressione del pile-up (in particolare per i fili interni)
- **Prestazioni**
 - Risoluzione angolare migliore di un fattore 2

Tracker, disegno

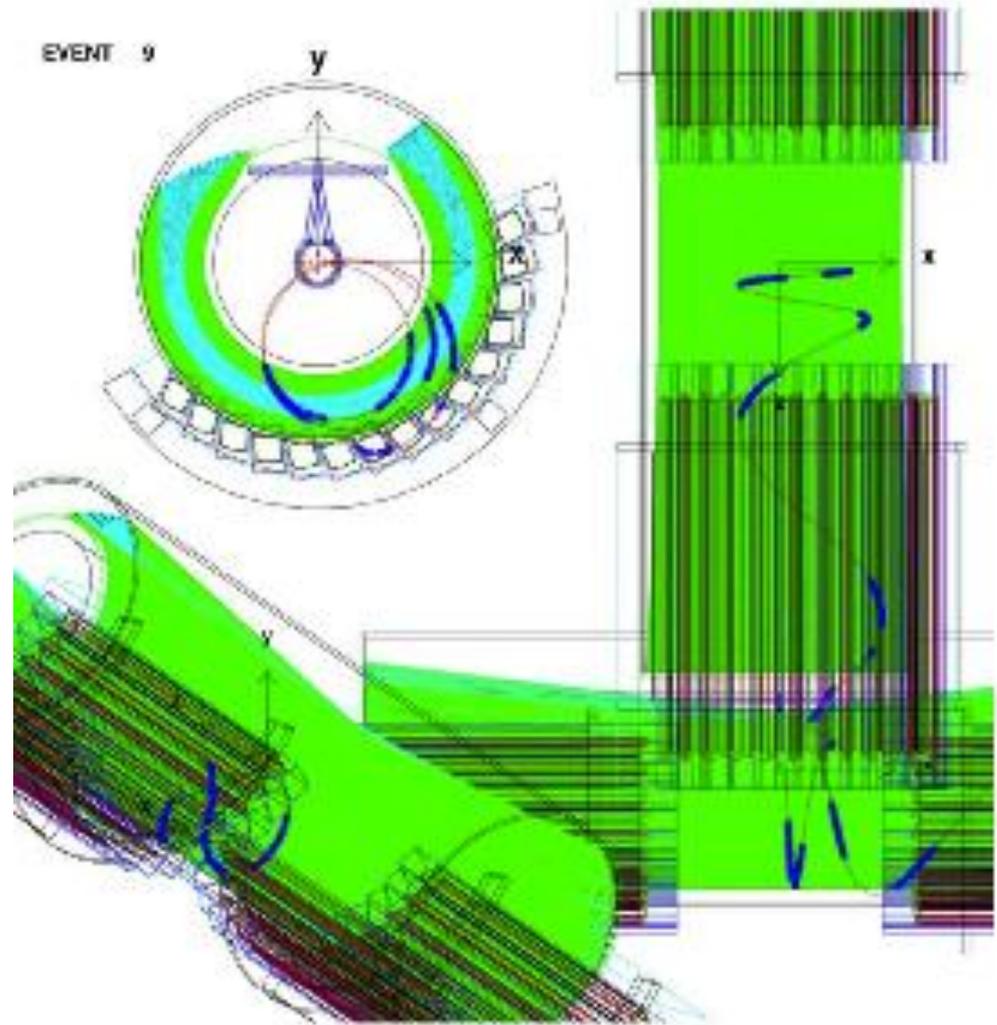
- Camere a drift a volume unico **DRAGO**
- Fili anodici in viste u,v con angolo stereo medio 7.5°
- Gas: miscela He/isoButano 90/10
- Lunghezza fili 1.8 m (positrone tracciato fino all'ingresso del TC)
- Dimensioni celle 6.5 mm → densità hit 60/giro traccia



| Item | Description | Thickness ($10^{-3} X_0$) |
|-----------------|--------------------------|--------------------------------|
| Target | (100 μ Polyethylene) | 0.20 |
| Sense wires | (25 μ Ni/Cr) | 0.16 |
| Field wires | (40 μ Al) | 0.02 |
| Protective foil | (20 μ Kapton) | 0.14 |
| Inner gas | (Pure He) | 0.06 |
| Tracker gas | (He/iBut. 90/10) | 0.36 |
| Total | One full turn w/o target | 1.10 |

Tracker, simulazione

- MC code in Geant3 and Geant4
- Detector configuration:
 - MEG target
 - COBRA field
 - new DC system (both configurations)
 - current TC geometry
- Under study
 - possibility to use TC hits to drive pattern recognition



Tracker, verifiche

- prestazioni

- costruzione prototipi di varie dimensioni

- 50x20x20 cm³ (RM1)
 - “tritubo”
 - prototipo “lungo”

- set-up telescopio per raggi cosmici

- uso dei moduli di SVT di BaBar
 - adattamento meccanica ed elettronica

- test di aging

- polimerizzazione e perdita di guadagno

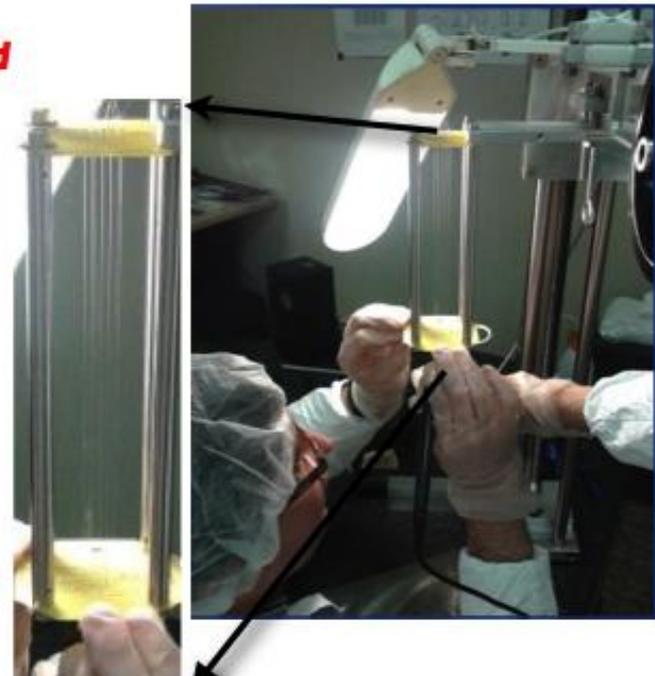
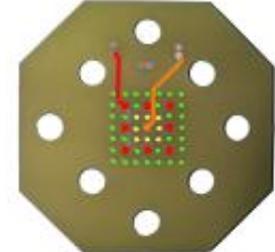
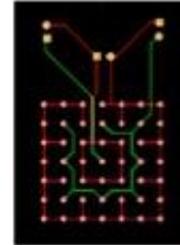
- uso di sorgente di raggi X per emulare effetti radiazione

- formazione di spikes → scariche

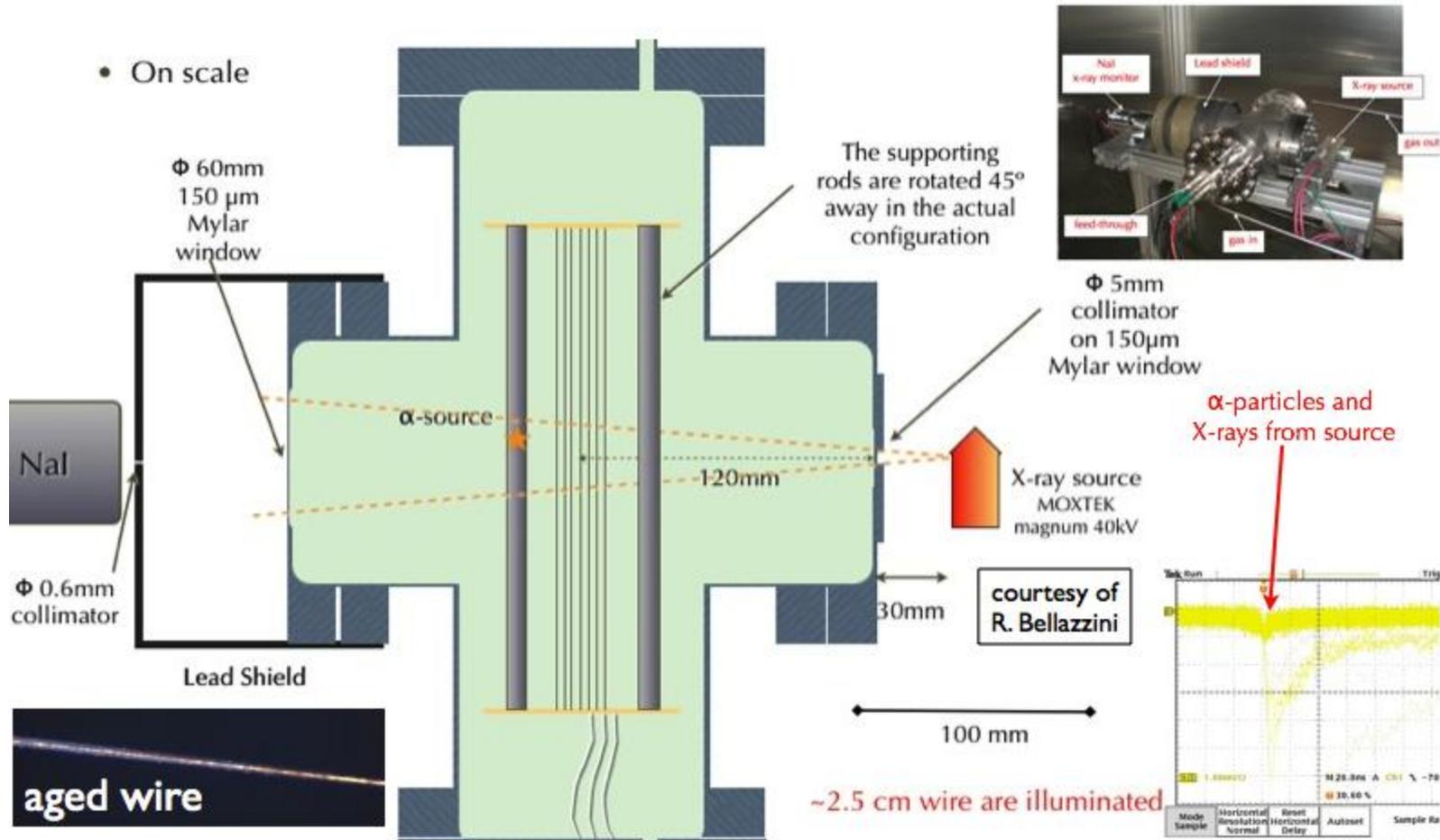
- ispezione ottica

Ageing prototype

- **Realistic prototype** from the point of view of
 - **field configuration**
 - **decision on materials**
- Prototype feature
 - **1 complete cell (20 cm length) + guard field**
 - **Gold-plated tungsten wires**
 - **~4 μ m plating**
 - **sense wire 25 μ m, field+shape 80 μ m**
 - **~1 kBq alpha-source at the center**
 - **Assembled in clean room**
- Work done **@INFN Pisa**
 - **1 prototype assembly in 2 working days**



Ageing test set-up

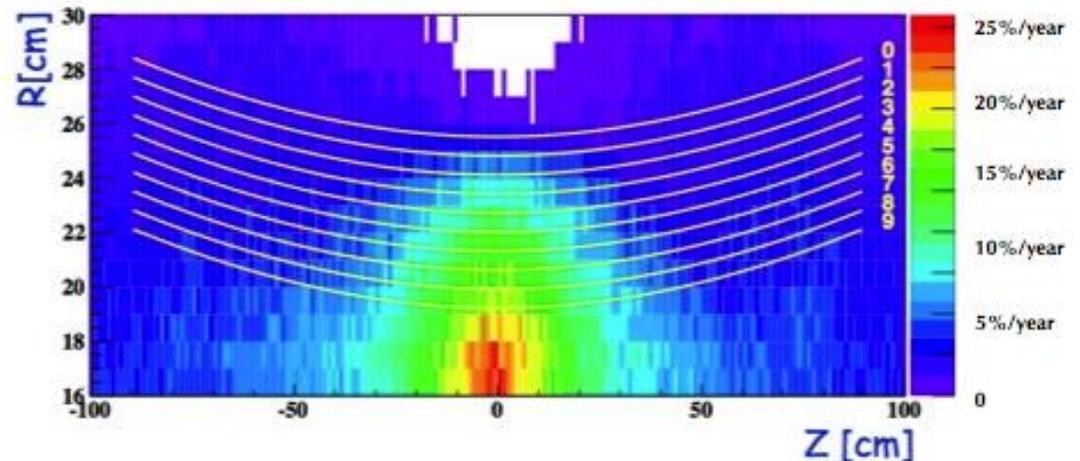
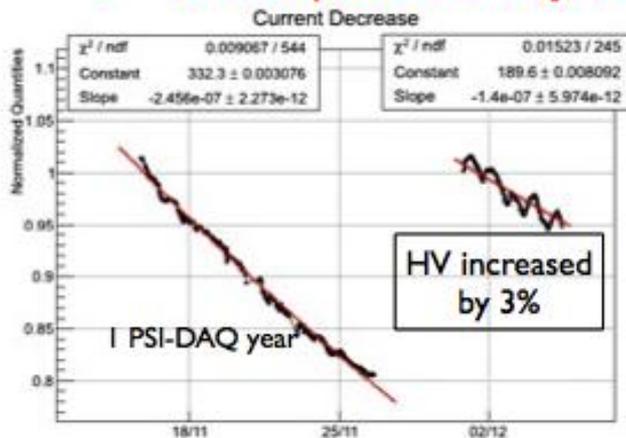


Ageing, risultati

- **Aging** is measured as the **gain drop** as a function of the **collected charge**

$$R = -\frac{1}{G_0} \frac{dG}{dQ} \left(\frac{\%}{C/cm} \right)$$

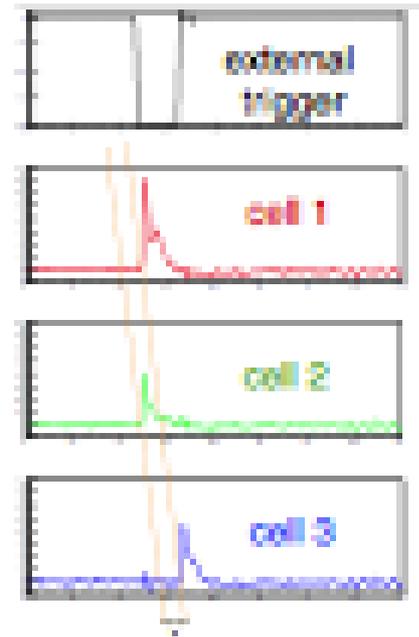
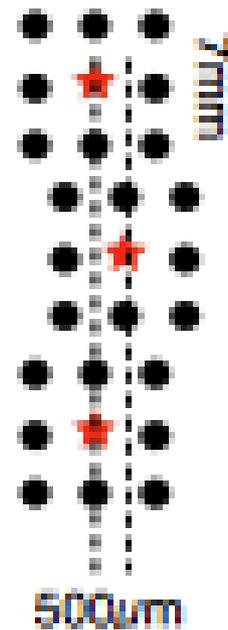
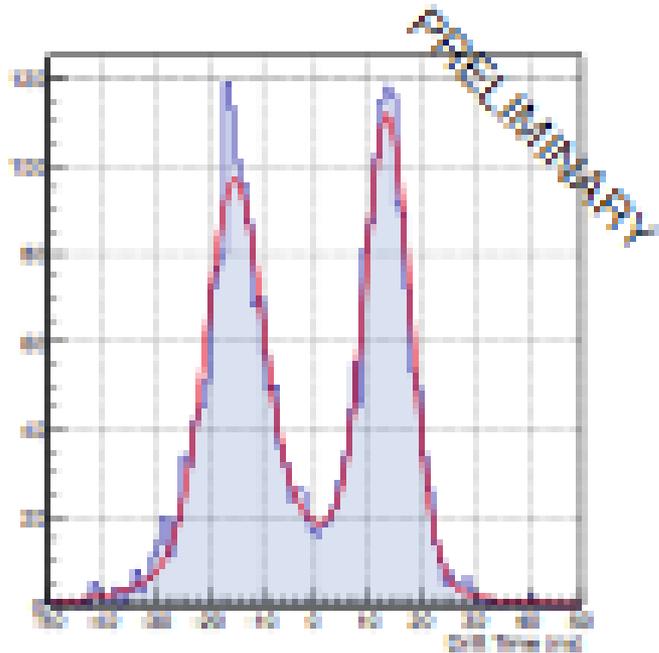
- **Accelerated irradiation** (20x aging), **accelerated gas flow**
- The **current drop** is nicely fitted with an **exponential function** over > 10 days
 - *Actualized **time constant** = 945 days*
 - *Gain drop **0.11%/day** on the central wire, **NOT** a serious **problem** for MEG^{UP}*



Risoluzione singolo hit

Celle staggerate di $\Delta = 500 \mu\text{m}$
 Parametri di impatto d_1, d_2, d_3

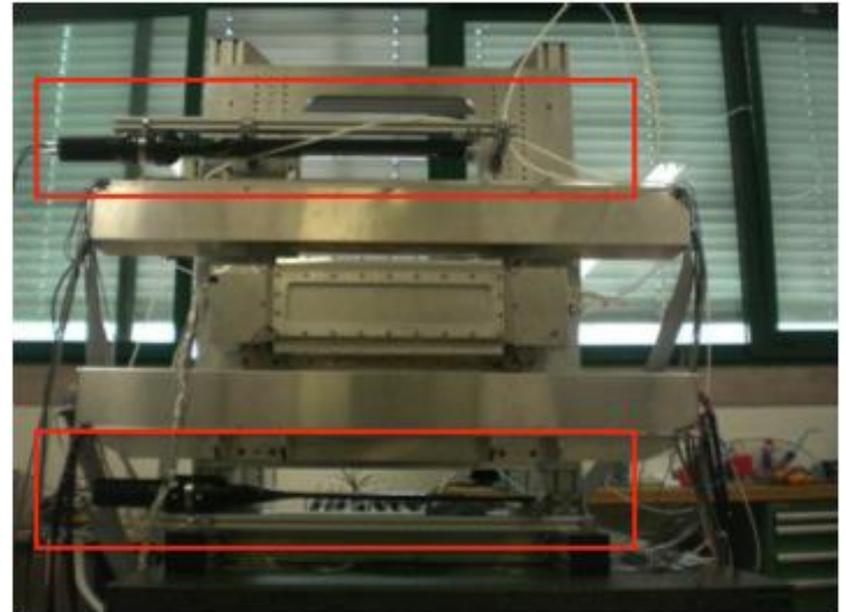
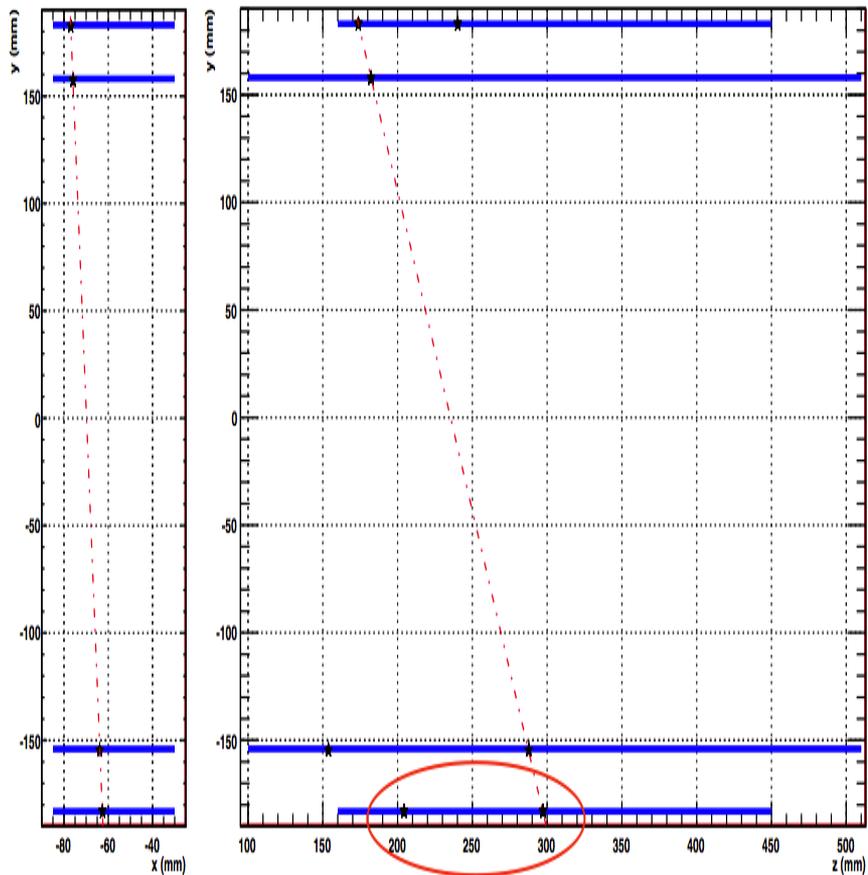
$$\frac{d_1 + d_3}{2} - d_2 = \pm \Delta \quad \rightarrow \quad \sigma_{\Delta} = \sqrt{\frac{3}{2}} \sigma_d$$



$$\sigma_d \sim 120 \mu\text{m}$$

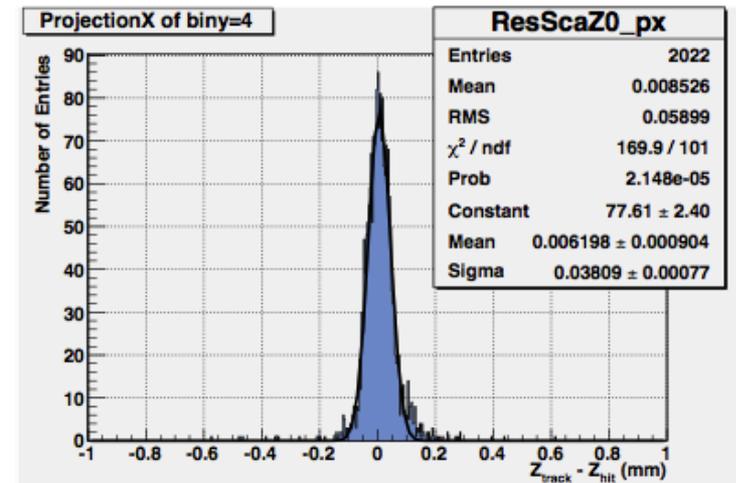
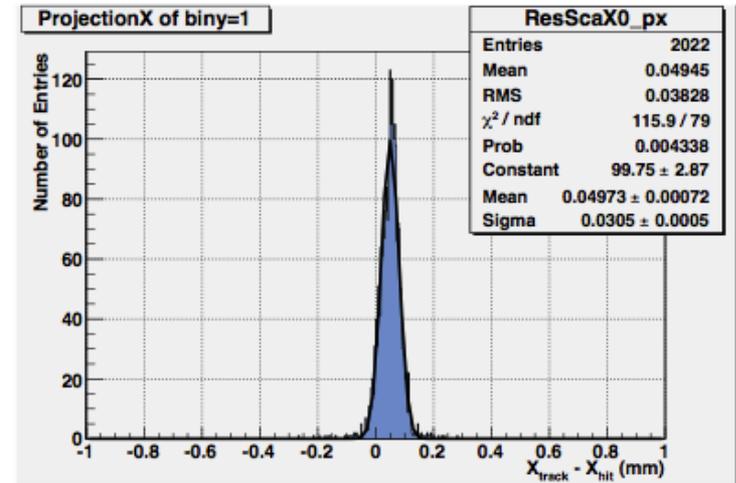
Verifica con telescopio

Uso di layer 4 e 5 di Babar-SVT (con custom DAQ e FE)



Telescopio, ricostruzione

- The single plane residuals width \sim single hit resolution i.e. (strip width / $\sqrt{12}$)
 - $x \Rightarrow 15 \mu\text{m}$ ($21 \mu\text{m}$ when 2 near strips fired)
 - $z \Rightarrow 30 \mu\text{m}$ ($42 \mu\text{m}$)
- We measure:
 - $x \Rightarrow 30 \mu\text{m}$
 - $z \Rightarrow 40 \mu\text{m}$
- Not so far, difference due to misalignment
 - *millipede almost ready*

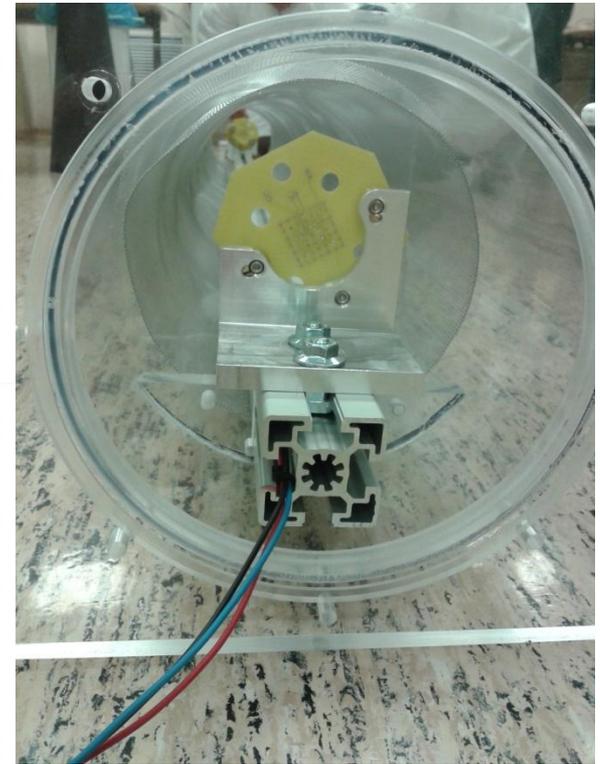


Prototipo lungo

Full length prototype is planned to test details of construction procedure

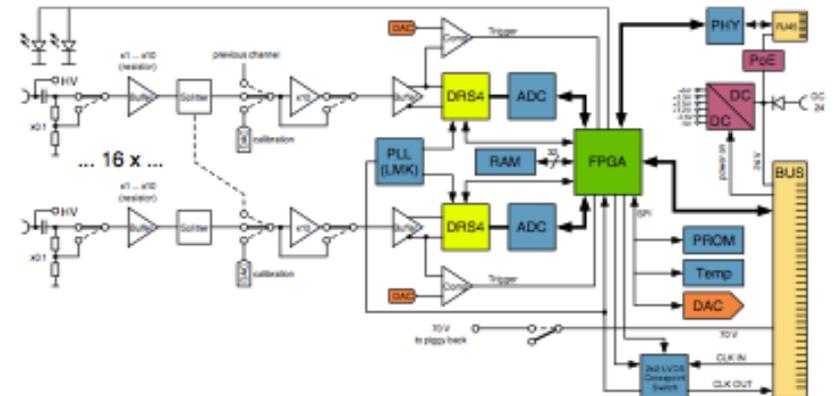
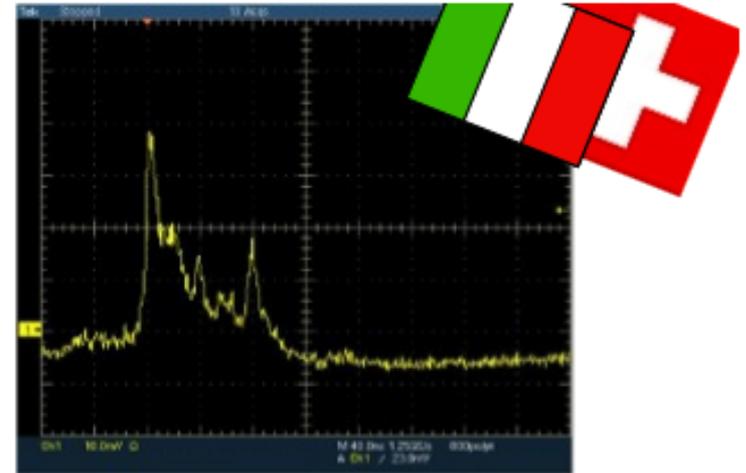
This prototype is not requested for making decision on the proposed system

- Test of wire stringing procedure in our case
- Test of wire tensioning
- Test of reproducibility



Trigger & DAQ

- **Increased number of channels** (DC +1000, LXe +3000, TC +200)
 - **higher bandwidth** for timing, DC cluster recognition
- **2 GHz waveform digitizer for all signals**
- **WaveDREAM board**
 - **General purpose board**
 - **DRS4** waveform digitizing technology
 - **splitter + trigger**
 - **dedicated fast comparator for self trigger and FPGA for complex algorithms**
 - **improved clock synchronization** → timing
- **Trigger algorithm the same as MEG!!!!**
 - **trigger responsibility confirmed to INFN Pisa**



Trigger, schema proposto

- Ogni crate ospita:
 - 16 schede “integrate” DAQ+trigger (WaveDREAM)
 - formato Euro-Card 3U (custom backplane per handshaking segnali controllo)
 - front-end con amplificazione a 2 stadi, BW > 700 MHz
 - Chip DRS4/5 per campionamento @1.6 GS/s + PLL per sincronizzazione CLK
 - ADC 12-bit seriale @ 80 MS/s → campionamento segnali (limitati in banda) per trigger
 - comparatori veloci → timing per trigger
 - FPGA Spartan6 (con Gbit link per trasmissione dati via GTP)
 - implementazione stessi algoritmi di ricostruzione su schede “Type1”
 - 1 DAQ “concentrator” board
 - ricezione bus dati da 16 schede sullo stesso crate
 - invio a PC mediante socket ethernet
 - 1 trigger board
 - 1 FPGA Virtex6 e implementazione algoritmi “Type2”
 - 1 chip di memoria associativa per pattern recognition di tracce
 - trasmissione a scheda “concentrator” master via transceiver GTX

Composizione gruppo

| | | |
|------------------------|-----|-------------------------|
| A. Baldini | 100 | |
| C. Bemporad | 0 | |
| F. Cei | 100 | |
| C. Cerri | 0 | |
| S. Dussoni (art. 2626) | 0 | → prossima associazione |
| L. Galli | 100 | |
| M. Grassi | 100 | |
| D. Nicolo' | 100 | |
| G. Signorelli | 100 | |
| F. Sergiampietri | 0 | |
| F. Tenchini | 100 | |

Totale 7 FTE (+ tecnologi) = 8.0

+ laureandi

M. Venturini, T.Rovai, E. Cavallaro, A. Zerbini

Richieste 2014, fondi

- **Costr. App.**
 - Camera (HV, assemblaggio, fili) 340 k€
 - Trigger (prod. circuiti, componenti, montaggio) 90 k€
- **Missioni**
 - Estero (5 meeting analisi+costruzione) 5 k€/fte 40 k€
 - Italia (6 “ “ “) 4.5 k€/fte 34 k€
 - Metabolismo 1.5 k€/fte 12 k€
- **Inventariabile**
 - 1 analisi end user 8 k€

Richieste 2014, supporto

- Camera

| | | |
|-------------------------|--------------|---------|
| – prog. meccanica | (Raffaelli) | 0.3 fte |
| – disegno mecc. | (Bianucci) | 0.3 fte |
| – tecn. mecc. | | 0.3 fte |
| – alte tecnologie | (Petraghani) | 1 fte |
| – montaggio elettronica | (Tazzioli) | 0.5 fte |

- Trigger

| | | |
|-------------------------|-----------|---------|
| – prog. elettronica | (Morsani) | 0.3 fte |
| – dis. CAD + prog. FPGA | (Minuti) | 0.3 fte |