

**Riunione con i referees
Mu2e-Italia
17 luglio 2023**

**Attività e Richieste Gruppo Pisa
Franco Spinella, S. Di Falco**

Responsabilità del gruppo di Pisa

Pisa ha impegni importanti sul calorimetro:

- elettronica digitale
- impianto di raffreddamento
- slow control
- calibrazione laser
- simulazione (tutto l'esperimento)

Sistema di digitalizzazione dell'ECAL (DIRAC)



- **V1 (2019)**

- FPGA Microsemi SM2
- Daisy chain readout
- Some radiation issues (DCDC converters and FPGA)



- **V2 (2020)**

- Major revision
- FPGA Microsemi Polarfire
- DCDC LM36606
- Point to point readout

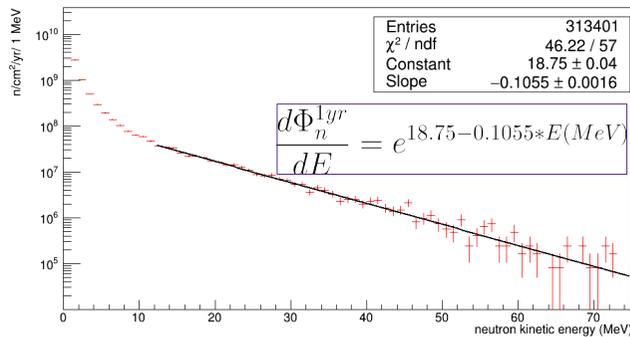
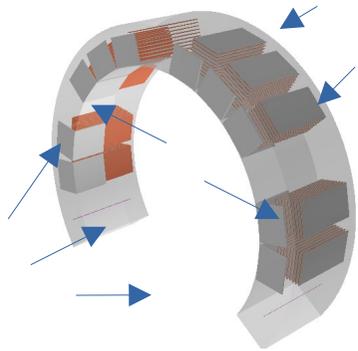


- **V3 (2022)**

- Minor revision
- Improved rad-hardness
- Backup solution for VTRX

- Qualche limitata criticità (ora risolta):
 - reperibilità componenti
 - latch-up da protoni/neutroni

Test di radiazione DIRAC



Flusso di adroni dominato dai neutroni da cattura dei μ nello stopping target:

caso peggiore (primo disco, board interna, $E > 20$ MeV):

$1.6 \cdot 10^8$ n/cm²/yr $\xrightarrow{5 \text{ years, SF } \times 6}$ **$5 \cdot 10^9$ n/cm²**



Luglio 2022:

Fascio non collimato di protoni da 200 MeV fino a 10^{10} p/cm²

Latch-ups osservati! Equivalenti a ~ 1 SEL/settimana



Febbraio 2023:

Fascio collimato (6×6 cm²) di protoni da 64 MeV da 10^5 a 10^8 p/cm²/s

Latch-ups solo sulla Flash (non sull'FPGA)

→ Sistema possibile di protezione con SSF individuato



Aprile 2023:

Fascio di protoni da 116 MeV fino a $3 \cdot 10^{11}$ p/cm²

Nuova Flash (stessa del Tracker)

Il SSF funziona!

Miglioramento della RAM

Il supporto per memorie DDR4 nelle versioni piu' recenti del software di sviluppo della FPGA Polarfire e' stato molto potenziato, permettendone l'utilizzo ad una frequenza di clock fino a 200 MHZ.

I dati da fibra sono ricevuti e trasmessi con un clock recovered pari a 200 MHZ, ed anche gli ADC campionano i segnali dal FEE a 200 MHZ quindi l'utilizzo di tali memorie al posto delle attuali DDR3 (DIRAC v3, 110 MHZ) permette un flusso continuo di dati senza colli di bottiglia aumentando notevolmente le prestazioni.

Il modello di DDR4 scelto e' in uso anche al tracker e ampiamente testato da loro per TID,SEU e neutroni ai livelli di qualifica ottenuti con la simulazione di Mu2e (inclusando i safety factors)

Costo 600 pezzi DDR4 (compresi spares) (8 euro + iva) 6k

Richiesta di sblocco SJ per RAM:

5k

MT40A256M16LY-062E:F TR



Le immagini vengono fornite a solo titolo di riferimento. Vedere le caratteristiche tecniche del prodotto.

[Condividi](#)

Confronta prodotto

[Aggiungi al progetto](#) | [Aggiungi note](#)

Caratteristiche tecniche

N. Mouser:	340-402144-REEL
N. produttore:	MT40A256M16LY-062E:F TR
Produttore:	Micron
N. cliente:	<input type="text" value="N. cliente"/>
Descrizione:	DRAM DDR4 4G 256MX16 FBGA
Scheda dati:	MT40A256M16LY-062E:F TR Scheda dati (PDF)
Modello ECAD:	 Simbolo PCB, ingombro, e modello 3D
Maggiori informazioni	Maggiori informazioni su Micron MT40A256M16LY-062E:F TR

A magazzino: 6.970

A magazzino: 6.970 Spedizione immediata

Tempo di consegna da parte della fabbrica: 7 settimane

Minimo: 1 Multipli: 1

Immetti la quantità: [Acquista](#)

Per questo prodotto la spedizione è GRATUITA

Prezzi (EUR)

Qtà	Prezzo Unitario	Prezzo esteso
<i>Nastro tagliato / MouseReel™ †</i>		
1	9,97 €	9,97 €
10	9,24 €	92,40 €
25	9,03 €	225,75 €
50	8,99 €	449,50 €
100	7,99 €	799,00 €

Preproduzione e componenti per produzione finale DIRAC

Costi già sostenuti:

prototipi circuiti di protezione da latchup (demo boards, pcb, componenti, montaggio) 4k

Costi da sostenere per prototipo v4 (settembre '23):

Sbroglia PCB al CERN 10k
PCB v4 (16 layers, FR408) 4k
Montaggio 3 prototipi e setup macchina 2.5k
Componenti per 3 prototipi 4.5k
Componenti per produzione con SSF (160 board + 20 % spare) 10k
ADC monitor aggiuntivi (come da richieste PRE-CRR) 3k
Passivi, buffer, componenti minori 4k

Totale 42k

Assegnati 15k
SJ per componenti protezione latch-up (se ne chiede lo sblocco) 25k
se necessario da metabolismo 2k

Totale 42k

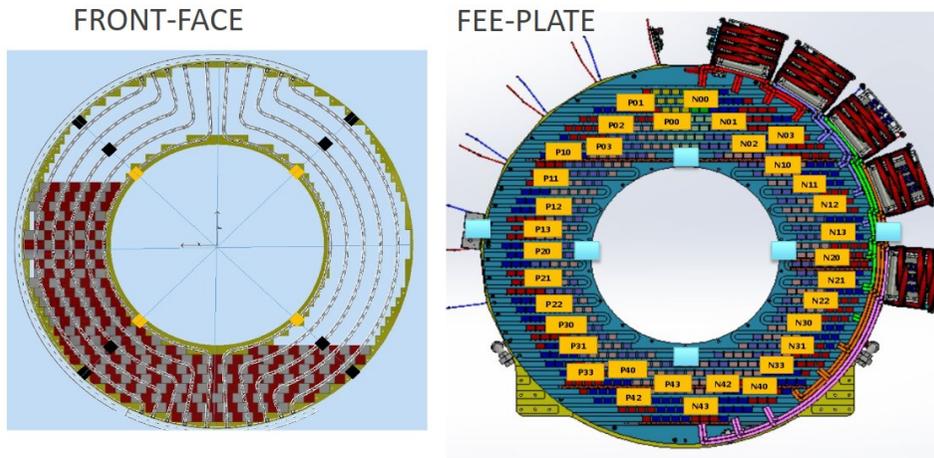
Extra costo per-produzione finale DIRAC nel 2024

Le FPGA Polarfire, ordinate nel 2020 dalla ditta appaltatrice, sono state interamente consegnate alla ditta DF nel giugno 2023 con un extracosto di circa 11k, pena l'annullamento dell'ordine da parte di Microchip.

Tale costo verra' quindi addebitato all'INFN al completamento della produzione nel 2024

Richiesta Extra-costo per saldo produzione DIRAC nel 2024 12k

Sensori di temperatura e radiazione (TRAD-v2)



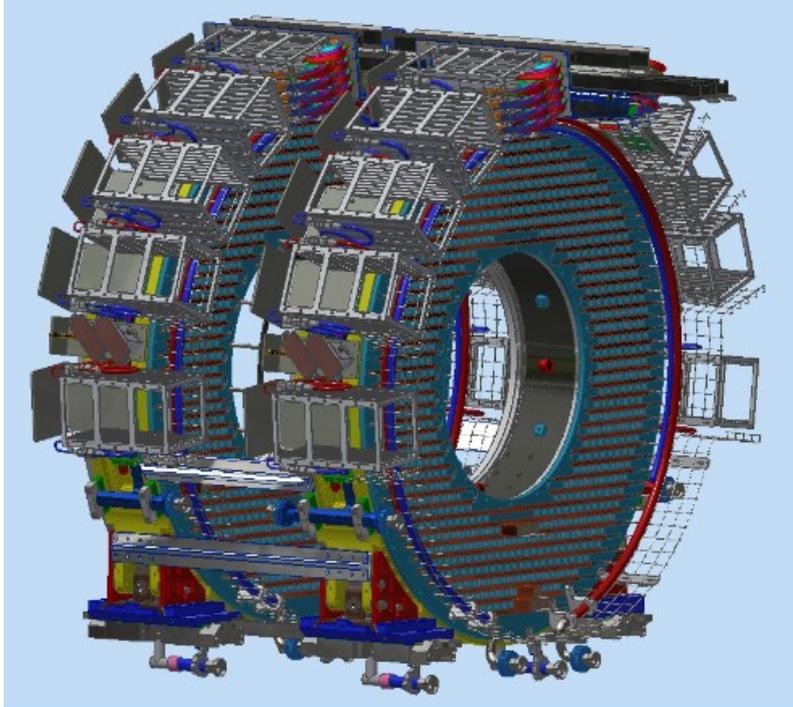
Per conoscere le condizioni in cui si troverà a funzionare il calorimetro verranno monitorate da opportuni sensori la temperatura, la dose ionizzante e il flusso di neutroni in diversi punti davanti e dietro a ogni disco.

Un primo prototipo del sistema è stato realizzato per studiarne la fattibilità. Un secondo prototipo (TRAD-v2) con il SFF verrà realizzato entro il 2023. La produzione finale dovrà essere realizzata e installata nel 2024

Produzione TRAD-v2 nel 2024

10k

Impianto di raffreddamento del calorimetro



Per ridurre e limitare gli effetti dei danni di radiazione sui SiPMs questi devono essere tenuti a -10°C . Anche i crates con le DIRAC vanno termalizzati. E' richiesto l'utilizzo di un liquido refrigerante a -22°C

Un **primo test** del raffreddamento effettuato nella camera pulita dove si stanno montando i dischi ha avuto **esito positivo**: le cadute di pressione lungo la linea, le perdite del circuito sono conformi a quanto atteso.

Il test **va ripetuto** usando il liquido finale e usando componenti resistenti alla corrosione per poter effettuare un test di lunga durata



Nuovo test dell'impianto di raffreddamento a Fermilab



Il sistema realizzato a Fermilab è servito e servirà a fare le caratterizzazioni fluidodinamiche del sistema completo di un disco per volta. E' stato utilizzato con il fluido HFE7100, che però non sarà più disponibile.

Dopo una laboriosa ricerca è stato trovato un nuovo fluido che risponda alle caratteristiche tecniche e alla normativa di sicurezza di Fermilab.

Il nuovo fluido (ZULU) è della stessa famiglia del precedente e ha paragonabili caratteristiche fluidodinamiche. Non ci aspettiamo variazioni dal punto di vista fluidodinamico.

**Richiesta di sblocco SJ:
Acquisto nuovo fluido refrigerante 7k**



Test prolungato del raffreddamento a Fermilab



Per mantenere il costo contenuto sono stati scelti per il primo test componenti la cui durata temporale in funzionamento prolungato non è garantita.

Il nuovo fluido (ZULU) è leggermente più aggressivo dal punto di vista chimico.

Dovendo effettuare dei test di durata prolungata (mesi) in cui è richiesto il funzionamento no stop dell'impianto refrigerante, abbiamo necessità di migliorare l'impianto usato per il test in modo che abbia caratteristiche simili a quello finale.



Questo richiede la sostituzione di alcuni componenti chiave, (come pompe sensori e valvole) con materiali più performanti dal punto di vista della compatibilità chimica.

Extra costo per test prolungati di raffreddamento

Delivers Tuesday	1		Easy-Access 316 Stainless Steel Ball Valve 1 NPT Female 5539T25	8 Each	\$149.67 Each	\$1,197.36
Delivers Tuesday	2		Gradual On/Off Valve with 316 Stainless Steel Body and Gate Wheel Handle and Nonrising Stem, 1 NPT Female 4741K25	2 Each	\$124.58 Each	\$249.16
Delivers Wednesday	3		Flowmeter/Totalizer for Chemicals Quick Clamp Tube Connection, for 2" Tube OD 9011N14	2 Each	\$1,498.96 Each	\$2,997.92
Delivers Tuesday	4		Digital Gauge with Polycarbonate Case Pressure and Vacuum, 1/8 NPT Female Bottom Connection, 0 to 25 PSI 3840K8	4 Each	\$305.77 Each	\$1,223.08
1 delivers Tuesday, 1 delivers Wednesday	5		Circulation Pump for Food and Beverage 208-240/460V AC, 2 hp 49635K54	2 Each	\$1,960.61 Each	\$3,921.22
Delivers Tuesday	6		Horizontal ASME-Code Compressed Air Storage Tank 316 Stainless Steel, 10 Gallon Capacity 9934K34	1 Each	\$2,780.37 Each	\$2,780.37
Delivers Tuesday	7		316 Stainless Steel Threaded Pipe Fitting Low-Pressure, Union Straight Connector, 1 NPT Female 4452K227	4 Each	\$40.70 Each	\$162.80
Delivers Tuesday	8		High-Polish Quick-Clamp Sanitary Tube Fitting 316L Stainless Steel Straight Adapter for 1" Tube x 1 NPT Male 50485K511	8 Each	\$62.91 Each	\$503.28
Delivers Tuesday	9		Hose with Fittings for Extreme-Temperature, 1" ID, 1-5/8" OD 1111N15 Length ✓ 120"	6 Each	\$350.24 Each	\$2,101.44

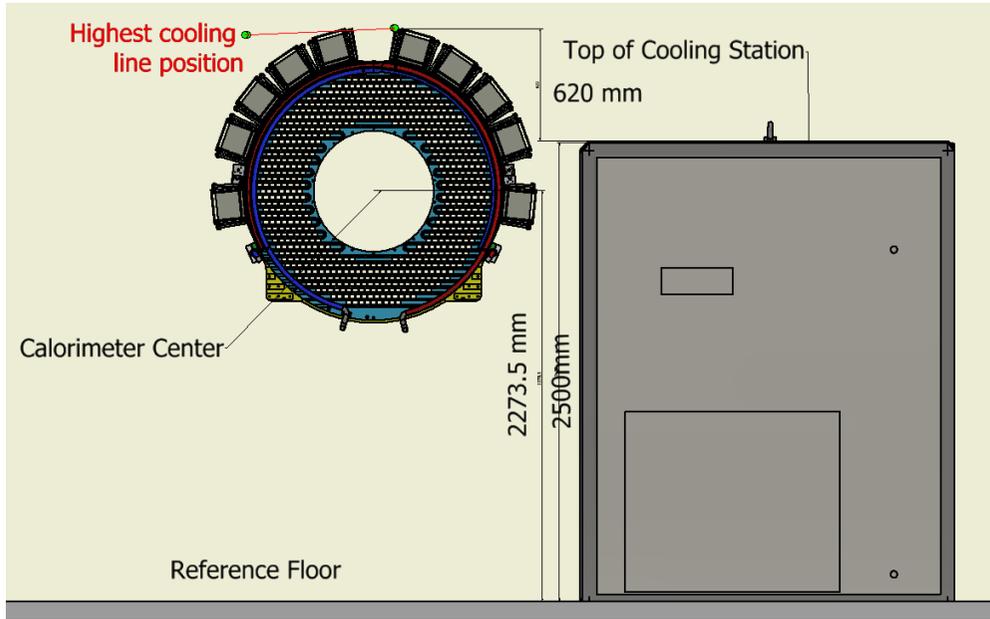
Una ricerca preliminare di componenti adeguati risulta in una spesa minima di 15k€. Tali componenti devono essere opportunamente verificati in ogni loro parte, e non si esclude che alcuni necessiteranno di modifiche custom e sostituzioni interne ad hoc. La cifra non è per nulla conservativa.

Per procedure di sicurezza del laboratorio può rendersi necessario l'utilizzo di un tecnico Fermilab per la connessione elettrica/elettronica (1/2k€)

Richiesta Extra-costo per test prolungato sistema di raffreddamento nel 2024

15k

Stato della stazione di cooling

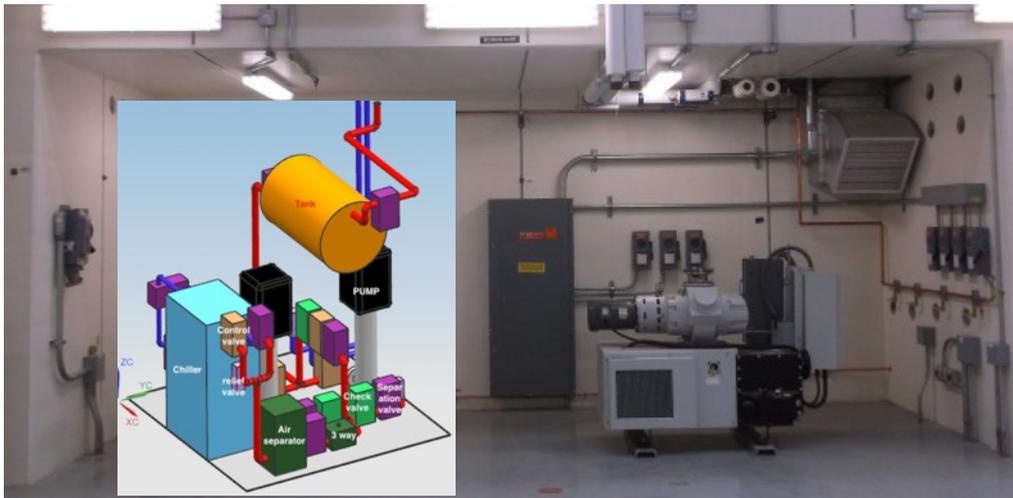


Il progetto della stazione di raffreddamento è stato completato.

Le specifiche della gara sono state scritte e revisionate insieme agli esperti del Fermilab

Il bando di gara dovrebbe uscire a breve.

Il saldo dell'ordine non è previsto prima del 2024



**Trasferimento al 2024:
Stazione di cooling**

80k

Avanzi di missione 2023 previsti e risparmi da fondi europei

Assegnazioni 2023:	90 k
Assegnazioni 2023 SJ:	33.5 k

Impegnati ad oggi:	60 k
Previsione di impegni a fine anno:	98.5 k
Avanzi previsti (dopo sblocco SJ):	25 k

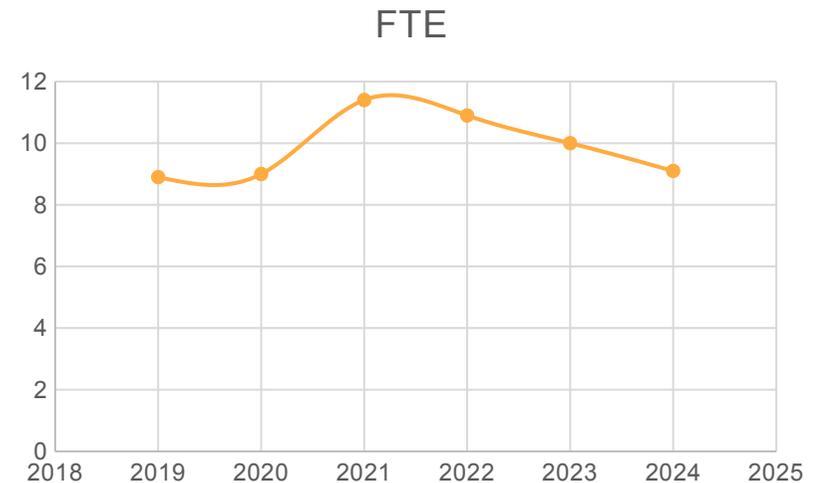
Risparmi da secondment progetti europei dall'1/9/22 al 31/8/23	43.3 k
---	---------------

Si richiede lo sblocco di 8.5 k SJ

Personale del gruppo Mu2e di Pisa nel 2024

		%		Responsabilità
Giorgio	Bellettini	0	Senior	
Franco	Cervelli	0	Senior	
Namitha	Chitirasreemadam	100	Dott. UNIFI	
Riccardo	Ciolini	90	PA UNIFI	
Francesco	D'Errico	50	PO UNIFI	
Stefano	DiFalco	60	Ric INFN	<u>Resp. Naz.</u>
Simone	Donati	50	PA UNIFI	
Carlo	Ferrari	40	Ric. CNR	
Hussain	Kitagawa	100	Dott. UNIFI	
Valerio	Giusti	80	PA UNIFI	
Luca	Morescalchi	70	Ric. INFN	<u>L3</u>
Daniele	Pasciuto	0	Ass. INFN	
Elena	Pedreschi	55	Tecn INFN	<u>L3</u>
Fabrizio	Raffaelli	20	Tecn INFN	<u>L3</u>
AlessandroMaria	Ricci	100	Ass. Ric INFN	
Franco	Spinella	45	Tecn INFN	<u>L3, Resp. Loc.</u>
Alessandra	Toncelli	20	PA UNIFI	
Antonio	Gioiosa	30	RTD A	<u>L3</u>

- 9.1 FTE (circa stabile)



Richieste di missione per il 2024

missioni	Missioni Interne Metabolismo 1000 * FTE	9.50
	Missioni per responsabilita' 2 M * 5 L3 = 11 M a 5.5 kEuro/mese	55.00
	MEstere altri =4.1(FTE) * 1.3 MU * 5.5 kE	29.50
	Tecnici x assemblaggio e installazione 3+3 MU	33.00
	ME 6 mesi extra per Pasciuto Raffaelli Spinella Pedreschi Morescalchi assemblaggio meccanico/coordinatori assemblaggio elettronico	33.00
	gettone responsabile nazionale	1.50
	Missioni estere Co-convener simulation group 2 Me * 5.5 Mu	11.00
	Total	172.5k

Le richieste riflettono le responsabilità attuali e gli impegni di installazione previsti per il 2024