

GMINUS2 - Muon g-2

Riunione con i referee INFN

27 giugno 2024

Introduzione - G. Cantatore

Misure con il magnetometro - P. Girotti

Simulazione - A. Driutti

Stato dell'analisi e calcolo - A. Lusiani

Anagrafica e richieste - G. Cantatore

Stato dell'esperimento

Attività prima metà 2024

Attività del gruppo italiano

- aggiornamenti su magnetometro. simulazione e analisi

Attività prevista 2025

Anagrafica e richieste

- richieste aggiuntive 2024
- preventivi 2025

- pubblicati i dati dei run 2-3 (agosto 2023)
 - 2 pubblicazioni PRL (Oct 23) - PRD (in uscita)
- terminate le ultime calibrazioni. per es. magnetometro (PG)
 - articolo "tecnico" sulle operazioni in preparazione (AD)
- apparato in fase di smontaggio
- prosegue l'analisi dei run 4-5-6 (AL)
 - obiettivo: rilascio dei risultati nel 2025

PHYSICAL REVIEW LETTERS 131. 161802 (2023) – DOI: 10.1103/PhysRevLett.131.161802

PHYSICAL REVIEW LETTERS 131, 161802 (2023)

Editors' Suggestion

Measurement of the Positive Muon Anomalous Magnetic Moment to 0.20 ppm

D. P. Aguillard³³, T. Albahri³⁰, D. Allspach⁷, A. Anisenkov^{4,a}, K. Badgley⁷, S. Baeßler^{35,b}, I. Bailey^{17,c},
L. Bailey²⁷, V. A. Baranov^{15,d}, E. Barlas-Yucel²⁸, T. Barrett⁶, E. Barzi⁷, F. Bedeschi¹⁰, M. Berz¹⁸,
M. Bhattacharya⁷, H. P. Binney³⁶, P. Bloom¹⁹, J. Bono⁷, E. Bottalico³⁰, T. Bowcock³⁰, S. Braun³⁶,
M. Bressler³², G. Cantatore^{12,e}, R. M. Carey², B. C. K. Casey⁷, D. Cauz^{26,f}, R. Chakraborty²⁹, A. Chapelain⁶ ●●●

<https://arxiv.org/abs/2402.15410> -> PRD in uscita



arXiv > hep-ex > arXiv:2402.15410
High Energy Physics – Experiment
[Submitted on 23 Feb 2024 (v1), last revised 22 May 2024 (this version, v3)]
Detailed Report on the Measurement of the Positive Muon Anomalous Magnetic Moment to 0.20 ppm
D. P. Aguillard (33), T. Albahri (30), D. Allspach (7), A. Anisenkov (4 and 38), K. Badgley (7), S. Baeßler (35 and 39), I. Bailey (17 and 40), L. Bailey (27), V. A. Baranov (15), E. Barlas-Yucel (28), T. Barrett (6), E. Barzi (7), F. Bedeschi (10), M. Berz (18), M. Bhattacharya (7), H. P. Binney (36), P. Bloom (19), J. Bono (7), E. Bottalico (30 and 41), T. Bowcock (30), S. Braun (36), M. Bressler (32), G. Cantatore (12 and 42), R. M. Carey (2), B. C. K. Casey (7), D. Cauz (26 and 43), R. Chakraborty (29), A. Chapelain (6)

Articoli in preparazione:

- “Ops paper” -> nostri contributi alle sezioni su

- magnetometro
- sistema laser
- slow control

- “Computing”

- “Beam dynamics”

Incertezze 2021

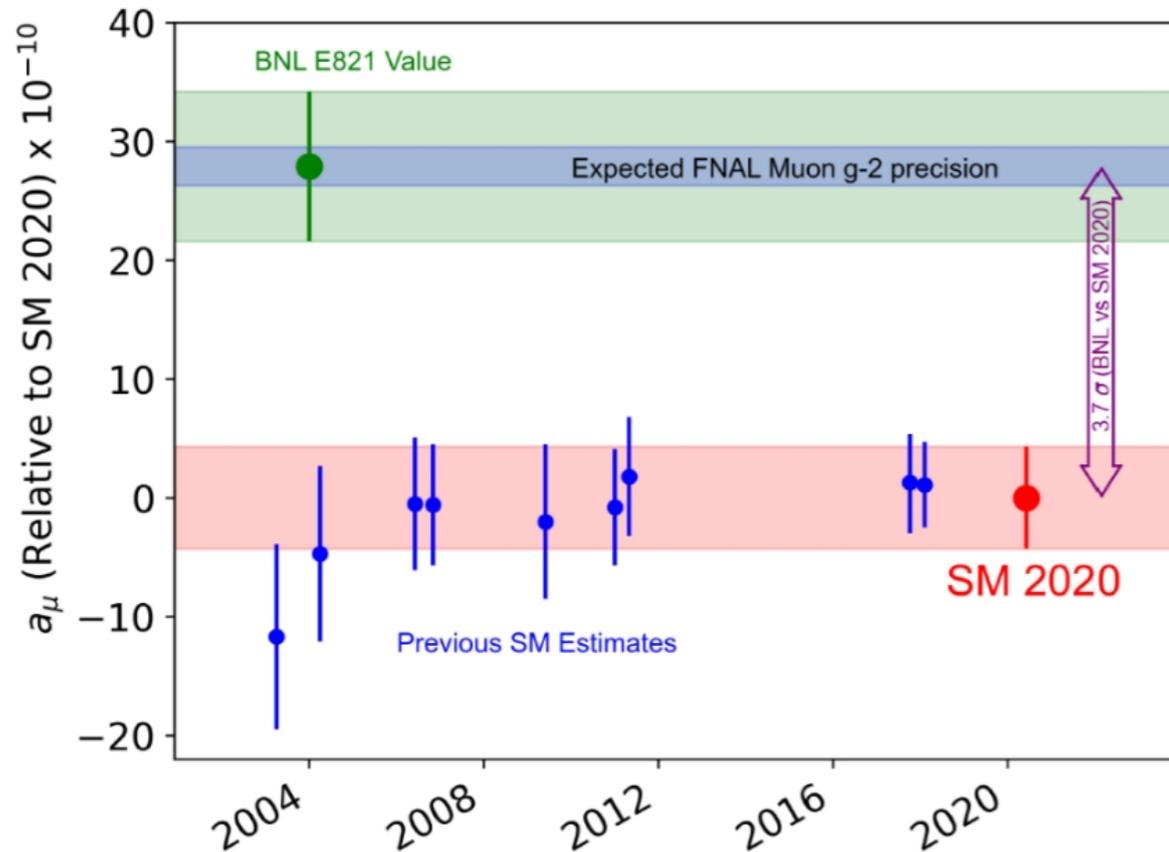
Quantity	Correction terms (ppb)	Uncertainty (ppb)
ω_a^m (statistical)	–	434
ω_a^m (systematic)	–	56
C_e	489	53
C_p	180	13
C_{ml}	-11	5
C_{pa}	-158	75
$f_{\text{calib}} \langle \omega'_p(x, y, \phi) \times M(x, y, \phi) \rangle$	–	56
B_k	-27	37
B_q	-17	92
$\mu'_p(34.7^\circ)/\mu_e$	–	10
m_μ/m_e	–	22
$g_e/2$	–	0
Total systematic	–	157
Total fundamental factors	–	25
Totals	544	462

Incertezze 2023

Quantity	Correction (ppb)	Uncertainty (ppb)
ω_a^m (statistical)	...	201
ω_a^m (systematic)	...	25
C_e	451	32
C_p	170	10
C_{pa}	-27	13
C_{dd}	-15	17
C_{ml}	0	3
$f_{\text{calib}} \cdot \langle \omega'_p(\vec{r}) \times M(\vec{r}) \rangle$...	46
B_k	-21	13
B_q	-21	20
$\mu'_p(34.7^\circ)/\mu_e$...	11
m_μ/m_e	...	22
$g_e/2$...	0
Total systematic for \mathcal{R}'_μ	...	70
Total external parameters	...	25
Total for a_μ	622	215

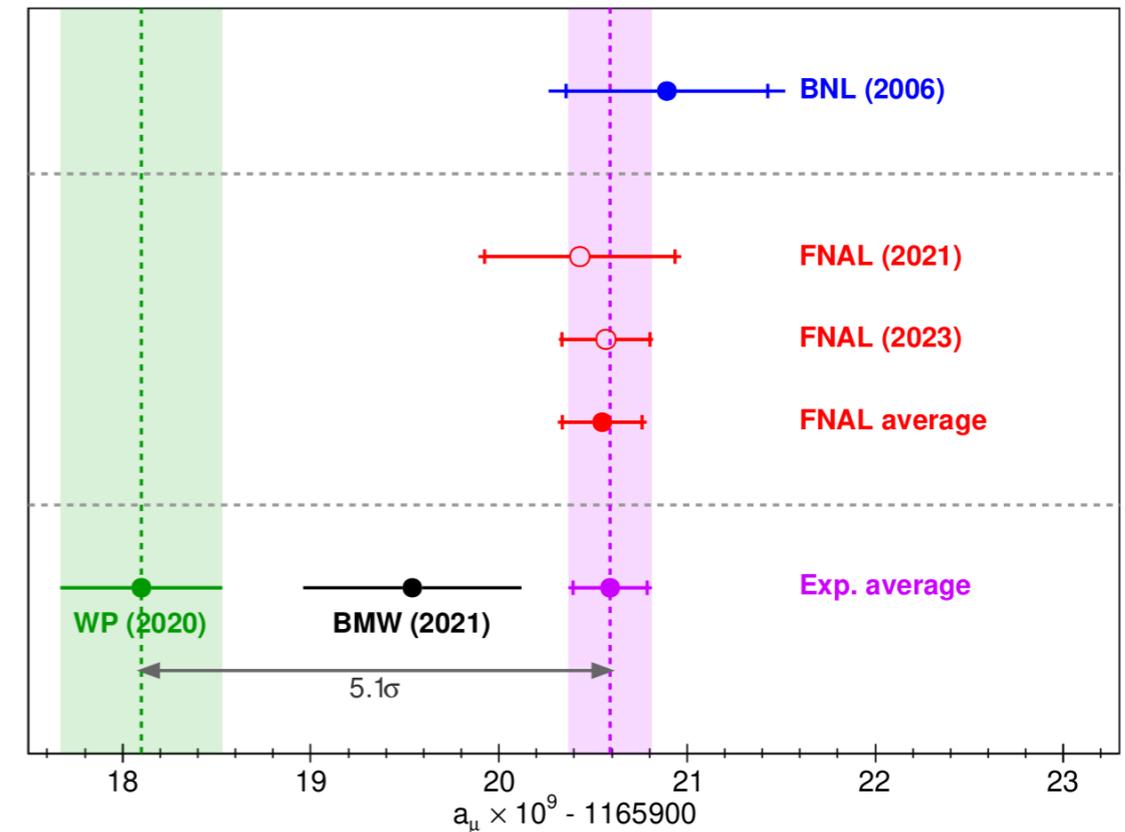
Is there a hint?

Before 2021



- **BNL** E821 Experiment (2006) and Standard Model theory (2020) were different by **3.7 σ**
- **Fermilab** E989 Experiment goal: improve the experimental precision by a factor of **4** to 140 ppb

2021 - Now



- Fermilab Run-2/3 result published in 2023 with 200 ppb precision \rightarrow Discrepancy increased to **5.1 σ** !
- However, new **Lattice-QCD** calculations and e^+e^- cross section data are in tension with the 2020 SM prediction \rightarrow new puzzle to be solved !

Ruoli di coordinamento

Attività 2024

- produzione (completata)
- analisi
- simulazione
- misure con magnetometro ottico

Attività 2025

- analisi
- simulazione
- attività legate al rilascio dei risultati finali

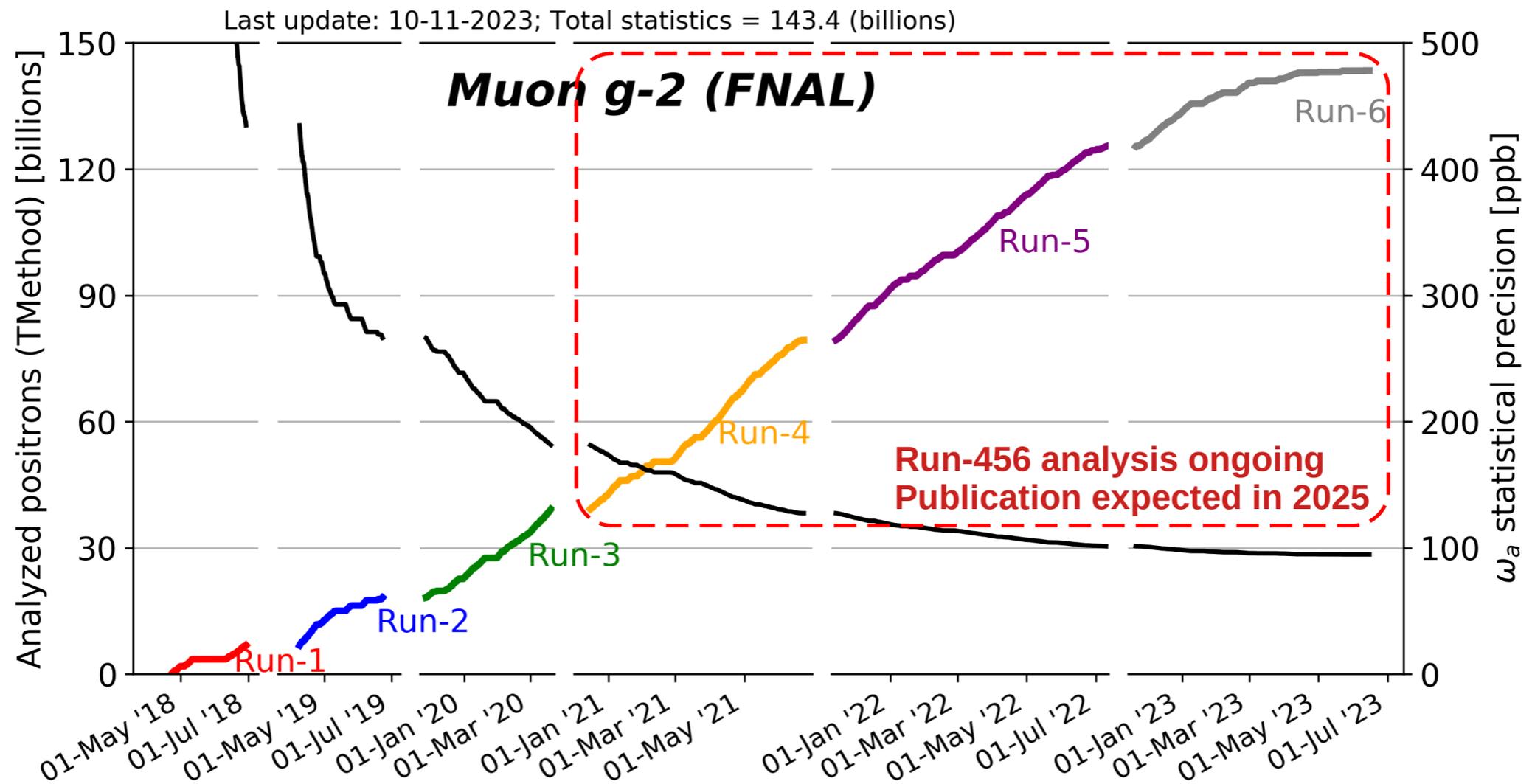
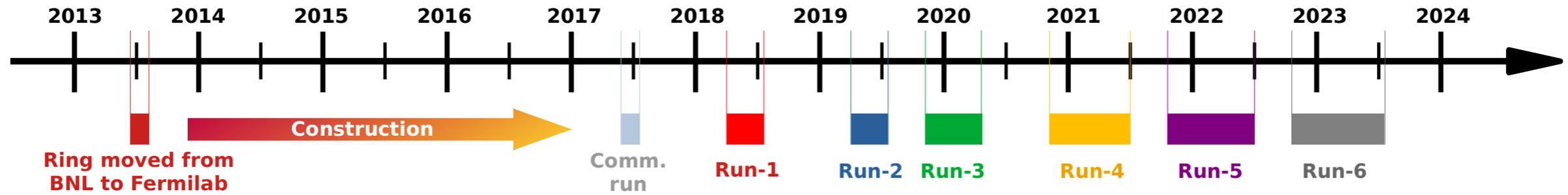
Il contributo italiano a Muon g-2 continua ad essere di alto livello e di alta visibilità

Ruoli di management e coordinamento:

- **Co-spokesperson: Graziano Venanzoni** -> Marco Incagli da giugno 2024
- Executive Board: Anna Driutti. Marco Incagli
- Europe analysis coordinator + Combinazione $\omega_a, \omega_p, \mathbf{a}_\mu$: Alberto Lusiani
- Production and computing Manager: Paolo Girotti
- co-responsabile simulazione: Anna Driutti
- ED&I Committee: Anna Driutti
- Publication Committee (da giugno 2024): Alberto Lusiani

- È in corso l'analisi dei run 4-5-6 (AL)
 - terminata la produzione
 - sistematici sotto controllo meglio dei valori di progetto
 - si prevede di dimezzare la precisione statistica
- Simulazione in corso (AD)

What's next



05/09/24

P. Girotti | Muon $g-2$ Experiment

Slide da P. Girotti

- Obiettivo: misura di transienti $\sim 10^{-7}$ T con campionamento al microsecondo
- Il magnetometro ottico INFN ha terminato la presa dati a gennaio 2024
- In completamento l'analisi e la combinazione delle misure con i risultati del magnetometro UMass
- presentazione PG

Il rilascio del risultato finale della misura dell'anomalia giromagnetica è in dirittura di arrivo

La precisione ottenuta, senza precedenti, pone una sfida alla comunità teorica che deve riconciliare le previsioni con quanto misurato da "Muon $g-2$ " a FNAL

Il gruppo italiano ha dato e continua a dare un contributo decisivo

- sistema di calibrazione laser
- magnetometro ottico
- produzione e analisi dei dati. simulazione
- ruoli di coordinamento

Milestone concordata	Data	% compl.
Ricostruzione dei dati dei Run 4.5.6	29-06-2024	95 (100 entro 31/7)
Produzione delle rple finali di analisi per ReconITA	30-07-2024 (5/3/24)	100
Misura finale del transiente dovuto alle correnti di vortice (eddy currents) del kicker a 10 ppb. combinando le due misure indipendenti di INFN e UMass.	29-09-2024	Prev. 100

Sezione	Residuo Giu. 24	sett.-uomo Fnal Ago-Dic 24 (aggiornato al 30/4/24)	Necessità (3 kEUR/sett)	Differenza
LNF		1	3	3
NA		1	3	3
PI	26.6	12	36	9.4
RM2	0	2	6	6
TS	5.5	6	18	12.5
			TOT	33.9

MISSIONI PREVISTE A FNAL OTTOBRE-DICEMBRE 2024

Settimane-uomo - 1 s.u. = 3.5 KEUR

PISA

- 6 s.u. per Attività co-Spokeperson (Marco Incagli)
- 2 s.u. per riunione di collaborazione
- 4 s.u. per smontaggio

ROMA 2

- 2 s.u. per riunione di collaborazione

TRIESTE

- 2 s.u. per smontaggio
- 4 s.u. per riunione di collaborazione

LNF

- 1 s.u. per riunione di collaborazione

NA

- 1 s.u. per riunione di collaborazione

- Smontaggio del sistema laser e del calcolo e rientro del materiale in Italia
- Prosegue il lavoro di analisi in vista della release finale entro il 2025
- Conclusione analisi e pubblicazione misure magnetometro
- Non possiamo fare ancora previsioni certe sulla tempistica e per questo è imperativo mantenere la collaborazione attiva e compatta
 - partecipazione assidua all'analisi dati e alla stesura delle pubblicazioni
 - presenza alle riunioni di collaborazione internazionali e alle prossime "physics weeks"

Milestone proposta	Data	% compl.
Completamento smontaggio sistema laser e calcolo e rientro del materiale in Italia	30/9/25	
Pubblicazione misure magnetometro	31/12/25	
Rilascio e pubblicazione risultato finale	31/10/25	

GMINUS2 Richieste 2025												
Sezione	Ric	Tec	P.Q.*	FTE	<FTE>	MISS	Miss SJ	CON	Con SJ	APP	App SJ	TRA (SJ)
LNF	1	1	0	0.45	0.23	1		0.5				0
NA	4	1	0	1	0.25	11		2				0
PI	10	0	0	3.85	0.39	41		5				5
RM2	4	0	1	1.3	0.33	11		2				0
TS	4	0	0	2	0.50	13		2				0
TOT	23	2	1	8.6	0.36	77	0	11.5	0	0	0	5
											TOT. RICH. KEUR	
											93 (5 SJ)	
* P.Q. = Personale in Quiescenza. non considerato per il calcolo di <FTE>												
Base di calcolo missioni												
1 mese-uomo FNAL = 5.5 KEUR												
Missioni Italia 2 KEUR/FTE												
Consumi 1 KEUR/FTE												

Il calcolo delle richieste di missione è dettagliato nella tabella che segue

I consumi per metabolismo sono valutati a 1 KEUR/FTE

La richiesta SJ di spese di trasporto riguarda un'eventuale coda 2025 della spedizione del materiale INFN in Italia

GMINUS2 - RICHIESTE MISSIONI 2025									
SEZIONI	Persone	FTE	FTE/Persona	MISS Italia kEUR	M.-U. FNAL Riunioni Coll.	M.U. FNAL Coordinamento	TOT Missioni FNAL kEUR	TOT KE = MISS ITALIA+FNAL	KE/FTE 2025
LNF	2	0.45	0.23	0.90	0.23	0	1.24	1	2.75
Napoli	4	1	0.25	2.00	2.00	0	11.00	11	11.00
Pisa	10	3.85	0.39	7.70	5.00	2	38.50	41	10.52
Roma2	4	1.3	0.33	2.60	2.00	0	11.00	11	8.46
Trieste	4	2	0.50	4.00	2.00	0.3	12.65	13	6.48
TOT	24	8.6	0.36	17.20	11.23	2.3	74.39	77	8.92
									Media kEUR/FTE
Base di calcolo									
1 m.u. FNAL = 5.5 kEUR									
Missioni Italia 2 kEUR/FTE									

Le missioni a FNAL sono calcolate a 5.5 kEUR/M.-U. valutando 0.5 Mesi-Uomo/FTE per le riunioni di collaborazione. più 2 M.U. di coordinamento per PI (P. Girotti. M. Incagli. A. Lusiani) e 0.3 per TS (G. Cantatore)

Le missioni in Italia sono calcolate a 2 kEUR/FTE

Sezione	Persona	Sett-uomo a FNAL Ago-Dic 2024	N. viaggi	Motivazione	Residuo Giu. 24 kEUR	Necessità Ago-Dic 24 kEUR	Differenza kEUR
LNF		0	0		0	0	0
	S. Dabagov						
	D. Hampai						
NA		2	1		10	4.5	-5.5
	S. Avino						
	G. Gagliardi						
	M. Iacovacci						
	F. Marignetti						
	S. Mastroianni	2	1	Riunioni di collaborazione			
PI		12	8		26.6	30	3.4
	F. Bedeschi	1	1	Riunioni di collaborazione			
	S. Donati						
	A. Driutti						
	C. Ferrari	1	1	Riunioni di collaborazione			
	A. Fioretti						
	C. Gabbanini						
	P. Girotti	2	1	Riunioni di collaborazione. coordinamento computing			
	M. Incagli	5	2	Attività co-spokesperson. riunioni di collaborazione			
	A. Lusiani	2	2	Riunioni di collaborazione. coordinamento analisi			
	G. Venanzoni	1	1	Riunioni di collaborazione			
RM2		2	2		2	6	4
	G. Di Sciascio	1	1	Riunioni di collaborazione			
	S. Miozzi						
	M. Sorbara						
	G. Piacentino						
	A. Gioiosa	1	1	Riunioni di collaborazione			
TS		5	4		5.5	13.5	8
	A. Arena (bors.)	2	1	Riunioni di collaborazione			
	G. Cantatore	2	2	Riunioni di collaborazione e coordinamento			
	M. Karuza	1	1	Riunioni di collaborazione			
	L. Santi						
						TOT RICH. AGG. 2024	10
Base di calcolo: 1 s.u. = 1.5 kEUR. 1 viaggio USA = 1.5 kEUR							

Le missioni a FNAL sono calcolate usando 1.5 kEUR/settimana-uomo più 1.5 kEUR per un viaggio. Queste stime tengono conto degli aumenti reali dei costi dei biglietti aerei e delle spese di soggiorno.

Le richieste aggiuntive sono formulate tenendo conto dei residui di fondi di missione non impegnati a Giugno 2024