

Consiglio di Sezione, 8 luglio 2024

ATLAS

T. LARI

ATLAS : il rivelatore

ATLAS

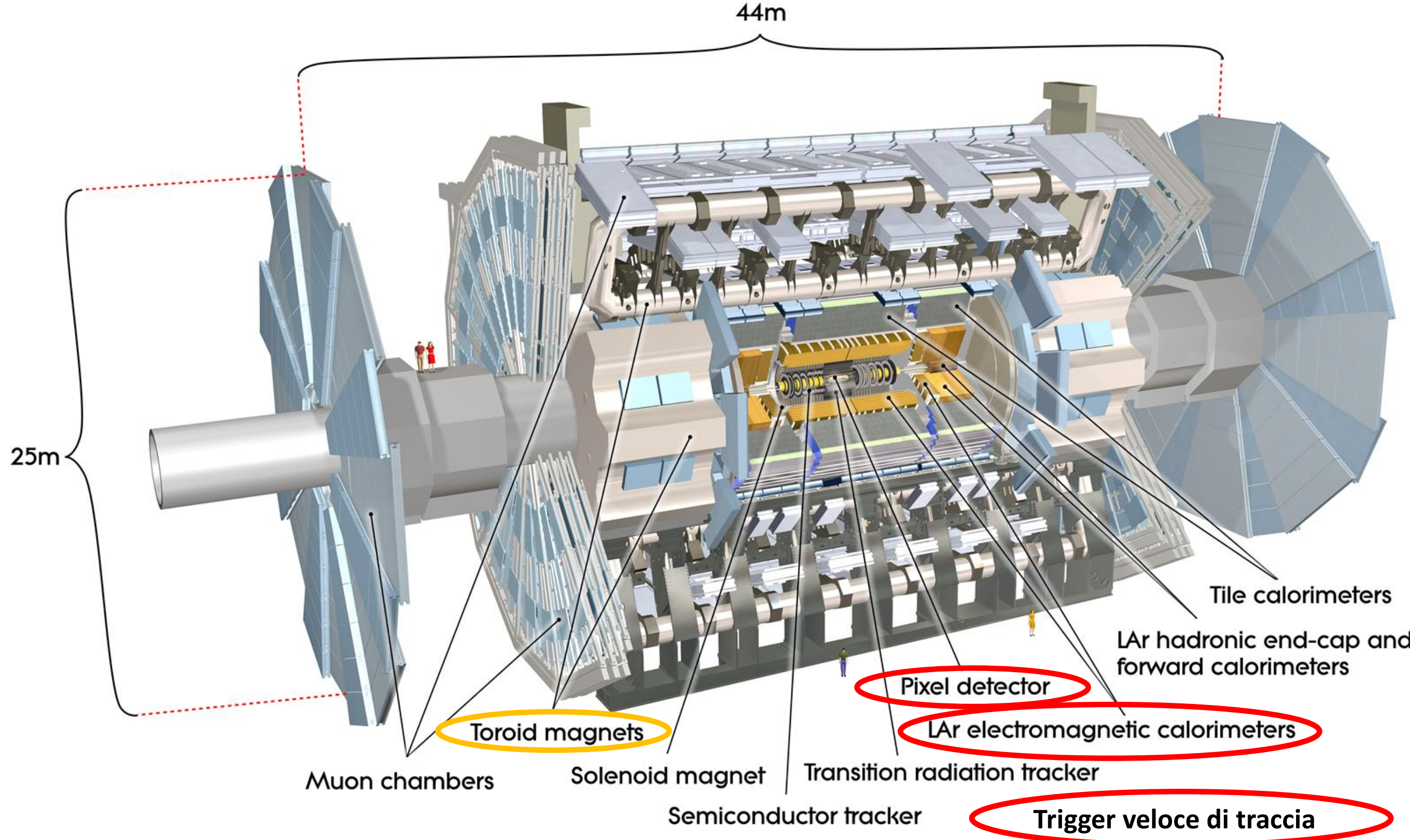
Letter of Intent
for a
General-Purpose pp Experiment
at the
Large Hadron Collider at CERN

...

Members of the ATLAS Collaboration

...

Physics Department, Milan University and I.N.F.N., Milan, Italy
G.Battistoni, G.Bellini, D.Camin, D.Cavalli, G.Costa, L.Cozzi, A.Craverio, M.di Corato, A.Ferrari, F.Gianotti, P.Inzani,
L.Mandelli, M.Mazzanti, L.Perasso, L.Perini, P.Sala, M.Sciamanna

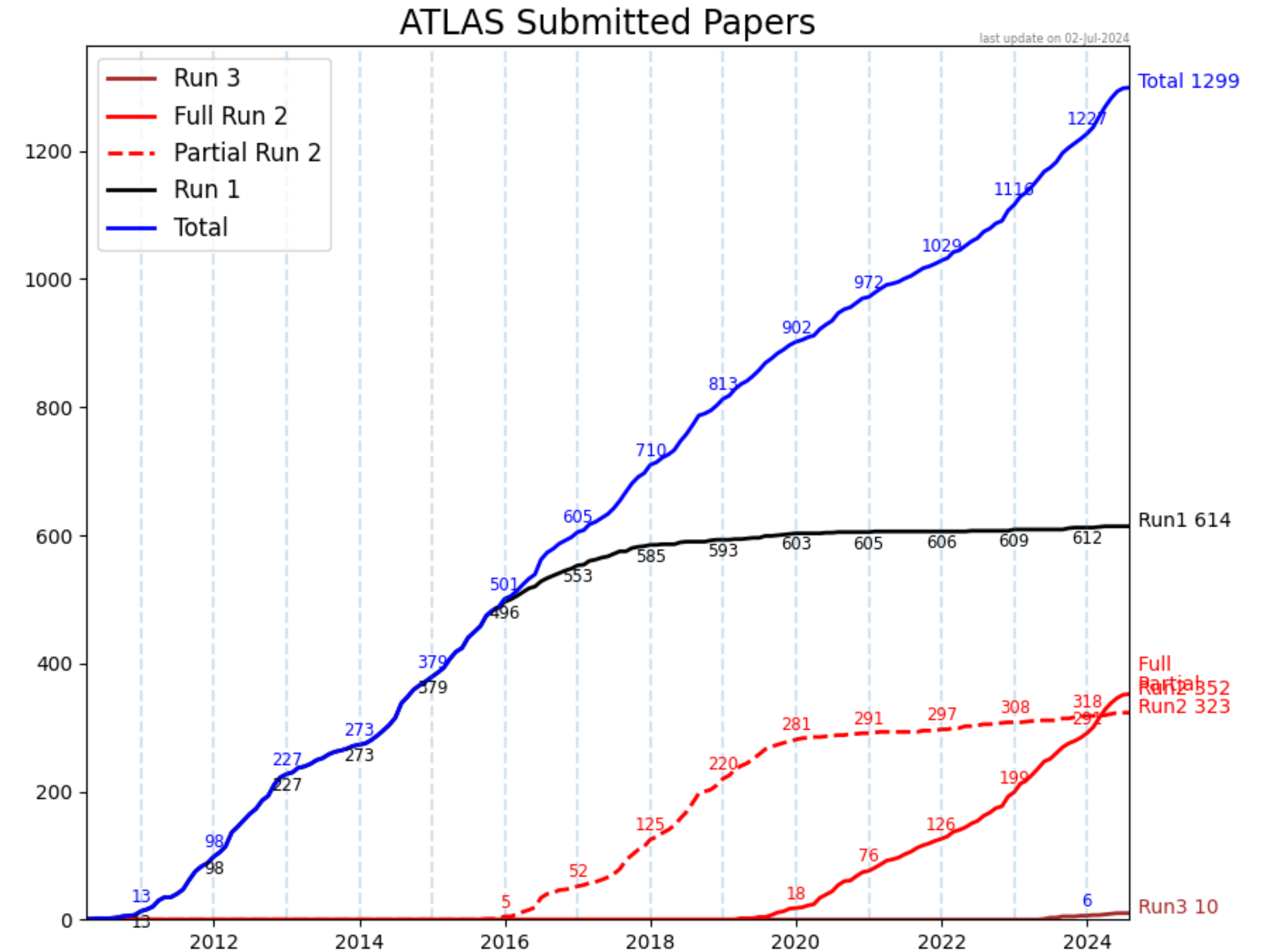


Milano è in ATLAS dalla Letter of Intent (1992)

ATLAS : obiettivi di fisica

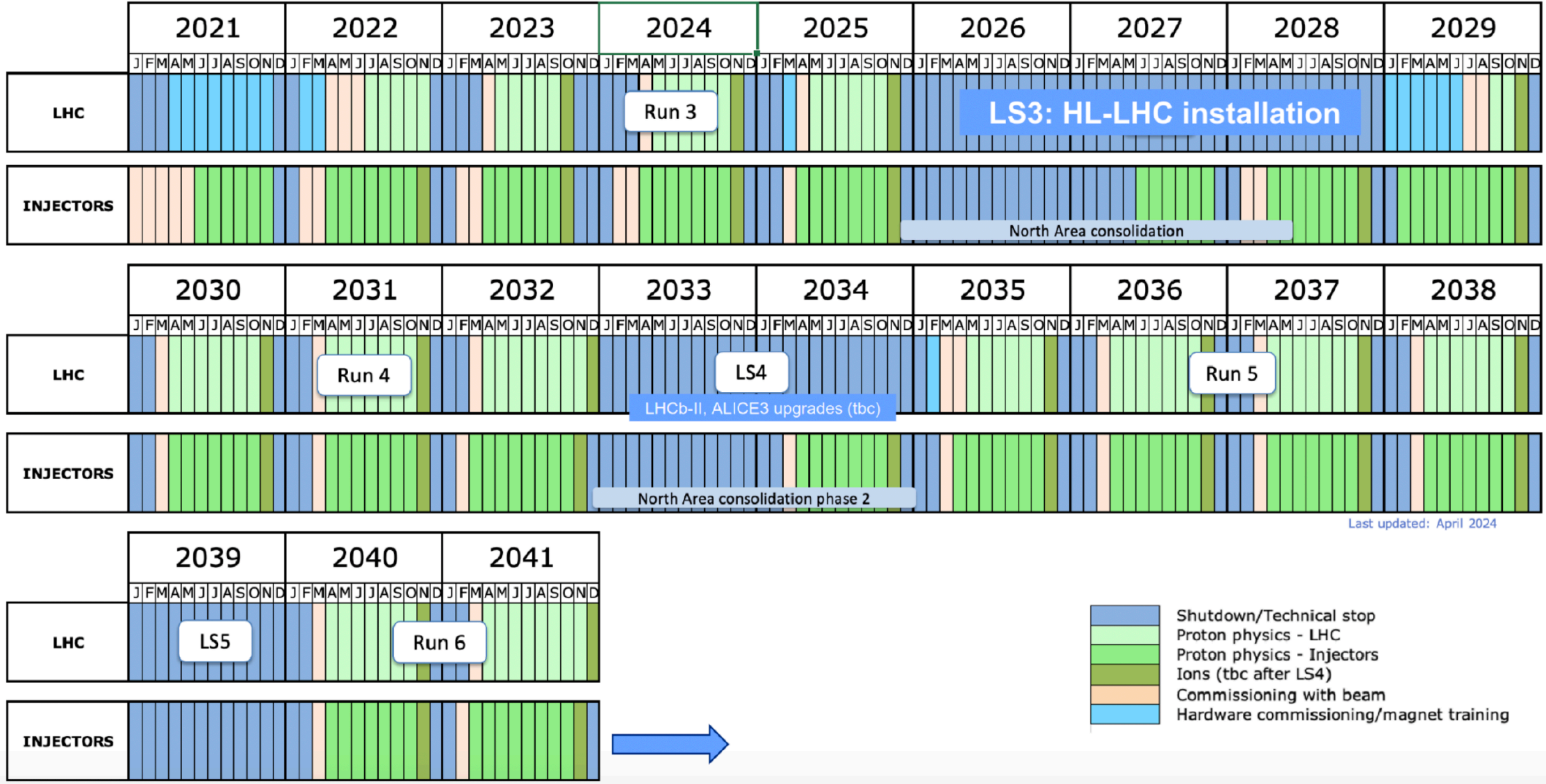
- Scoperta e misura delle proprietà del bosone di Higgs
- Ricerca di fisica oltre il modello Standard
- Misure di precisione delle particelle del Modello Standard

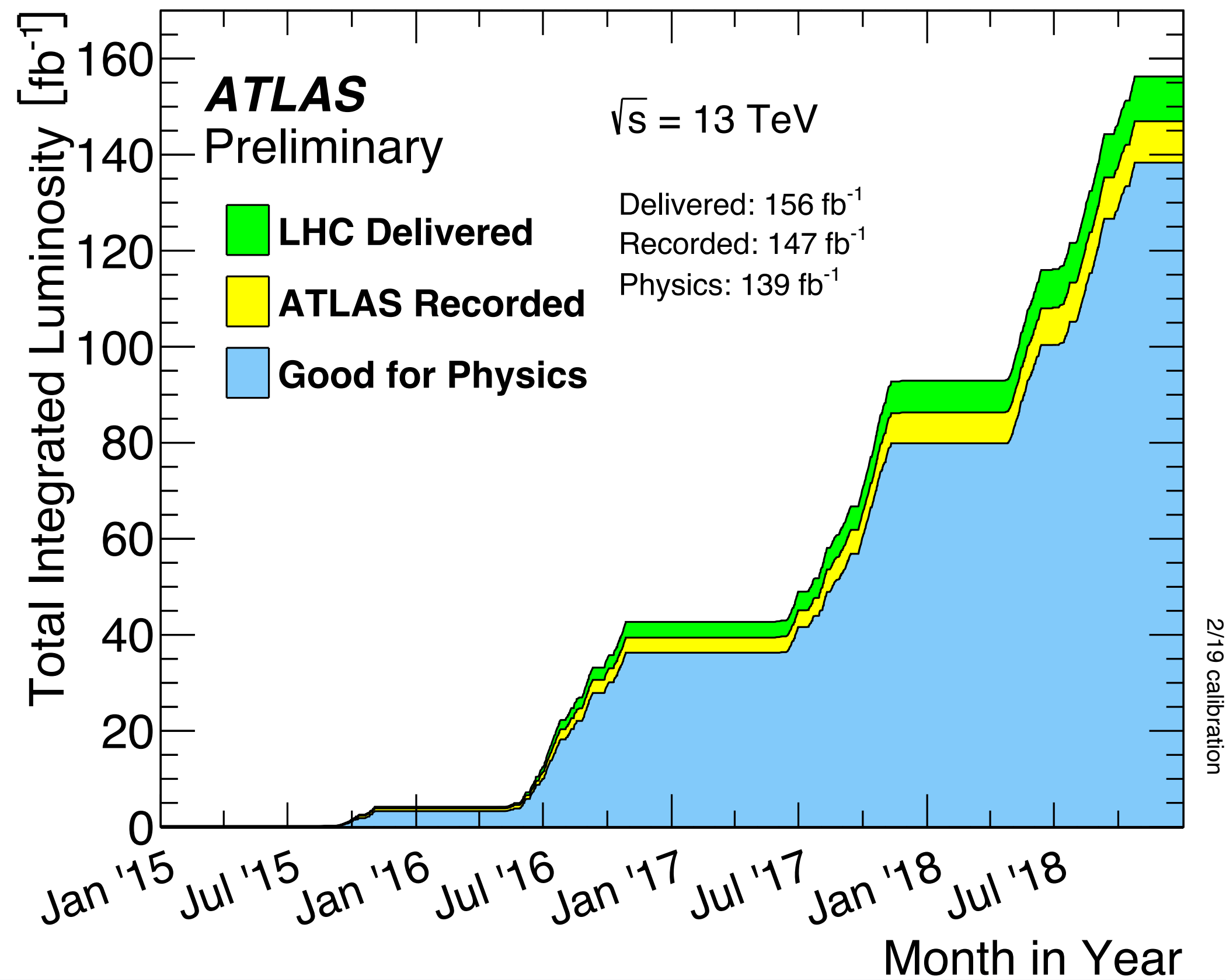
Circa 100 articoli/anno



ATLAS, presente e futuro

- Si stanno completando le analisi dei dati di run 2
- Il run 3 e in corso e durerà 4 anni, raccogliendo circa il doppio di dati del run 2
- High-Luminosity phase dal 2029 con grossi upgrade del rivelatore





I dati del run 2 sono una miniera di opportunità di fisica

Particle	Produced in 140 fb ⁻¹ pp at $\sqrt{s} = 13 \text{ TeV}$
Higgs boson	7.8 million
Top quark	275 million (115 million tt)
Z boson	8 billion ($\rightarrow \ell\ell$, 270 million per flavour)
W boson	26 billion ($\rightarrow \ell\nu$, 2.8 billion per flavour)
Bottom quark	~160 trillion (significantly reduced by acceptance)

Analisi dei dati di run 2

Fisica del quark top

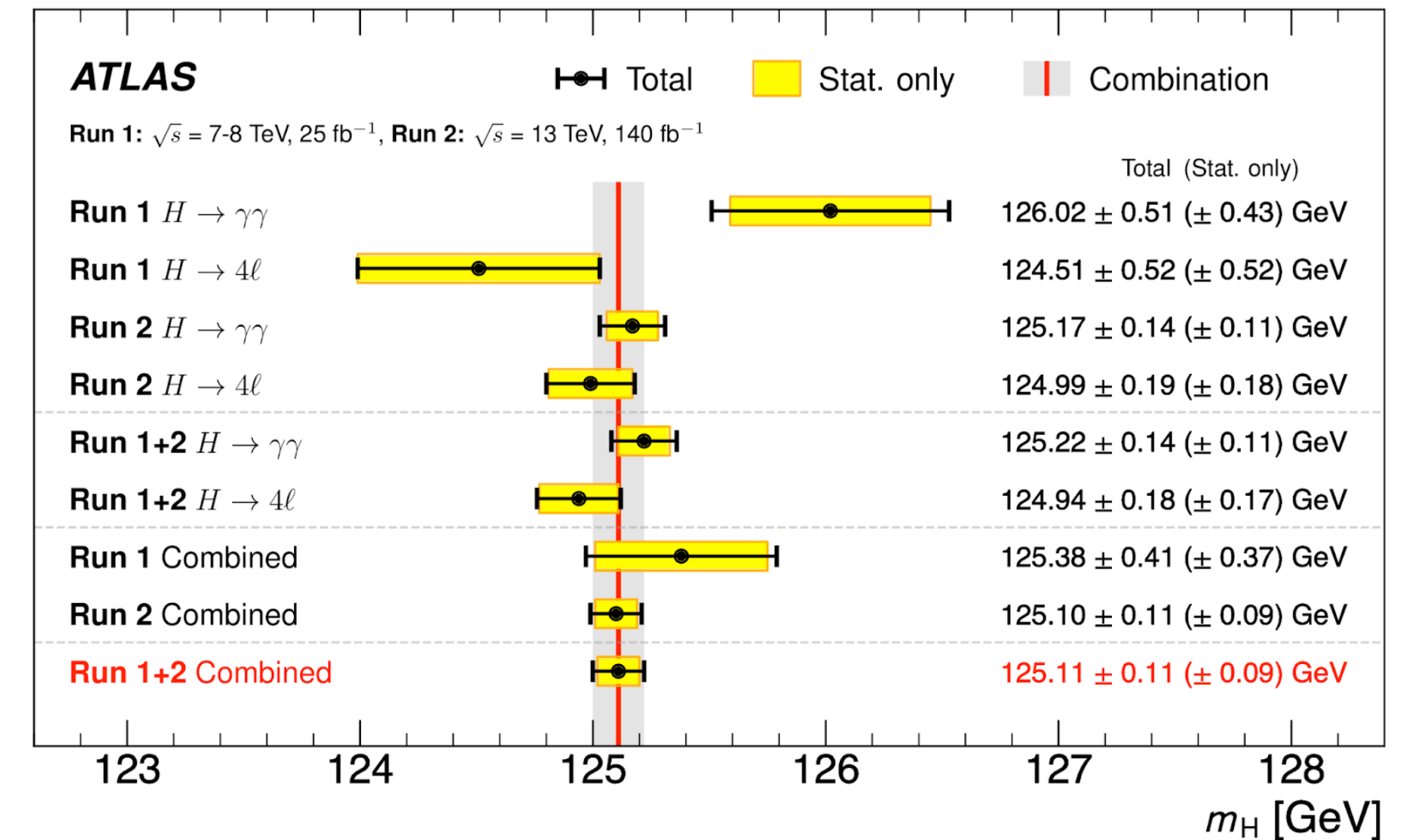
- ▶ **Persone coinvolte:** Lidia Dell'Asta (PA) + O(2) laureandi triennali
- ▶ **Obiettivo:** studio dell'accoppiamento del quark top con il bosone Z
- ▶ **Analisi:**
 - ▶ **ricerca FCNC $t \rightarrow Zq$** [TOPQ-2019-06]
 - ▶ risultato: miglioramento dei limiti osservati sui BR $t \rightarrow Zu$ ($t \rightarrow Zc$) di un fattore 3 (2) rispetto all'analisi precedente
 - ▶ stato: paper pubblicato [Phys. Rev. D 108 (2023) 032019]
 - ▶ **misura produzione** in canale t di **tZq** [ANA-TOPQ-2021-21]
 - ▶ obiettivo: miglioramento della misura di sezione d'urto inclusiva (incertezza: 10%) e prima misura di sezione d'urto differenziale (incertezza: 25% per bin)
 - ▶ stato: richiesta EdBoard entro fine estate
 - ▶ data prevista: fine 2024
 - ▶ **misura produzione tWZ**
 - ▶ obiettivo: prima misura in ATLAS (CMS ha osservato il processo, misurando una sezione d'urto $2.6 \times SM$, TOP-22-008)
 - ▶ stato: studi preliminari per capire quale è il canale più promettente (4 o 3 leptoni?)

Fisica dell'Higgs : misura massa

Nasella (PhD),
Carminati,
Turra

The Higgs boson mass (m_H) is a fundamental parameter of the SM that can only be measured experimentally.

- Its value determines the Higgs boson production rates and decay BR: mandatory for a coherent test of the Higgs coupling structure.
- Verify the internal consistency of the SM, (interplay between the m_{top} , m_W and m_H)
- The stability of the EW vacuum depends on the value of the Higgs boson mass
- ATLAS made huge efforts in improving the understanding of the detector's performance during RUN2 allowing sizeable improvements in m_H uncertainty
- Shortly after last year CdS the new ATLAS measurement combining $H \rightarrow \gamma\gamma$ and $H \rightarrow ZZ^* \rightarrow 4\ell$ final states and using $\sqrt{s}=7,8$ and 13 TeV data resulted in the current most precise m_H measurement with an uncertainty of 0.09%



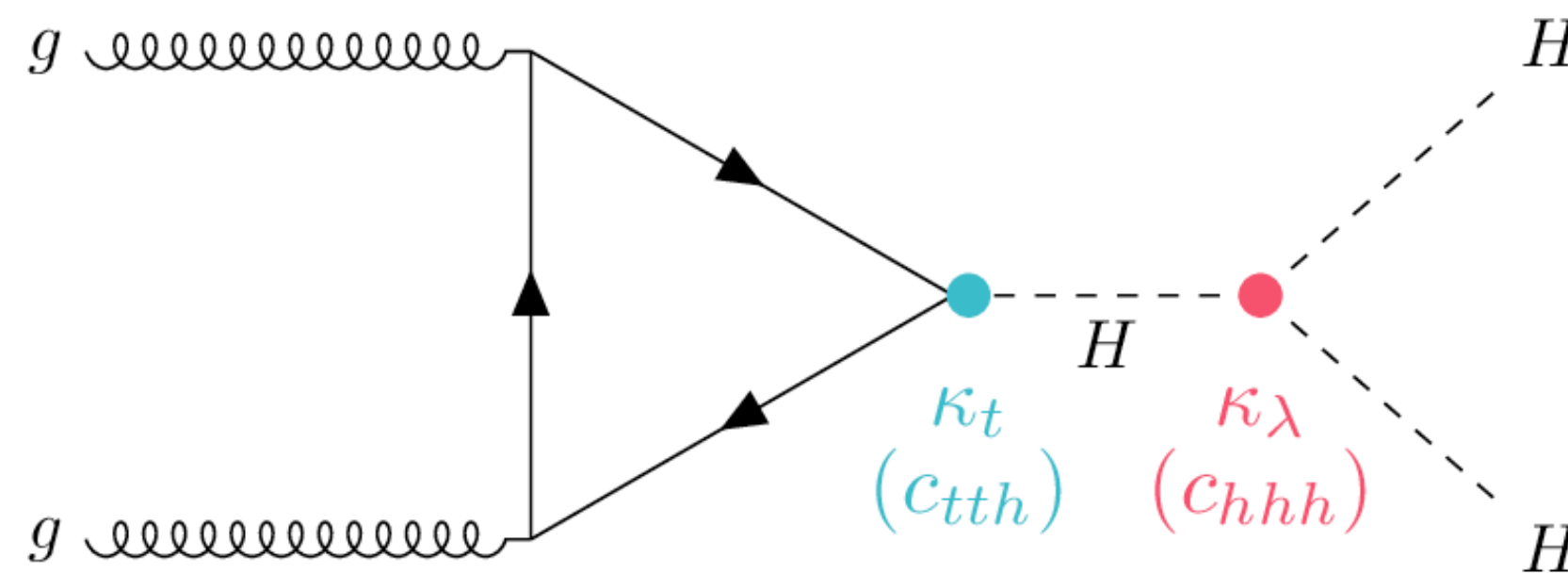
$$m_H = 125.11 \pm 0.09 \text{ (stat.)} \pm 0.06 \text{ (syst.)} = 125.11 \pm 0.11 \text{ GeV}$$

Fisica dell'Higgs : self-coupling

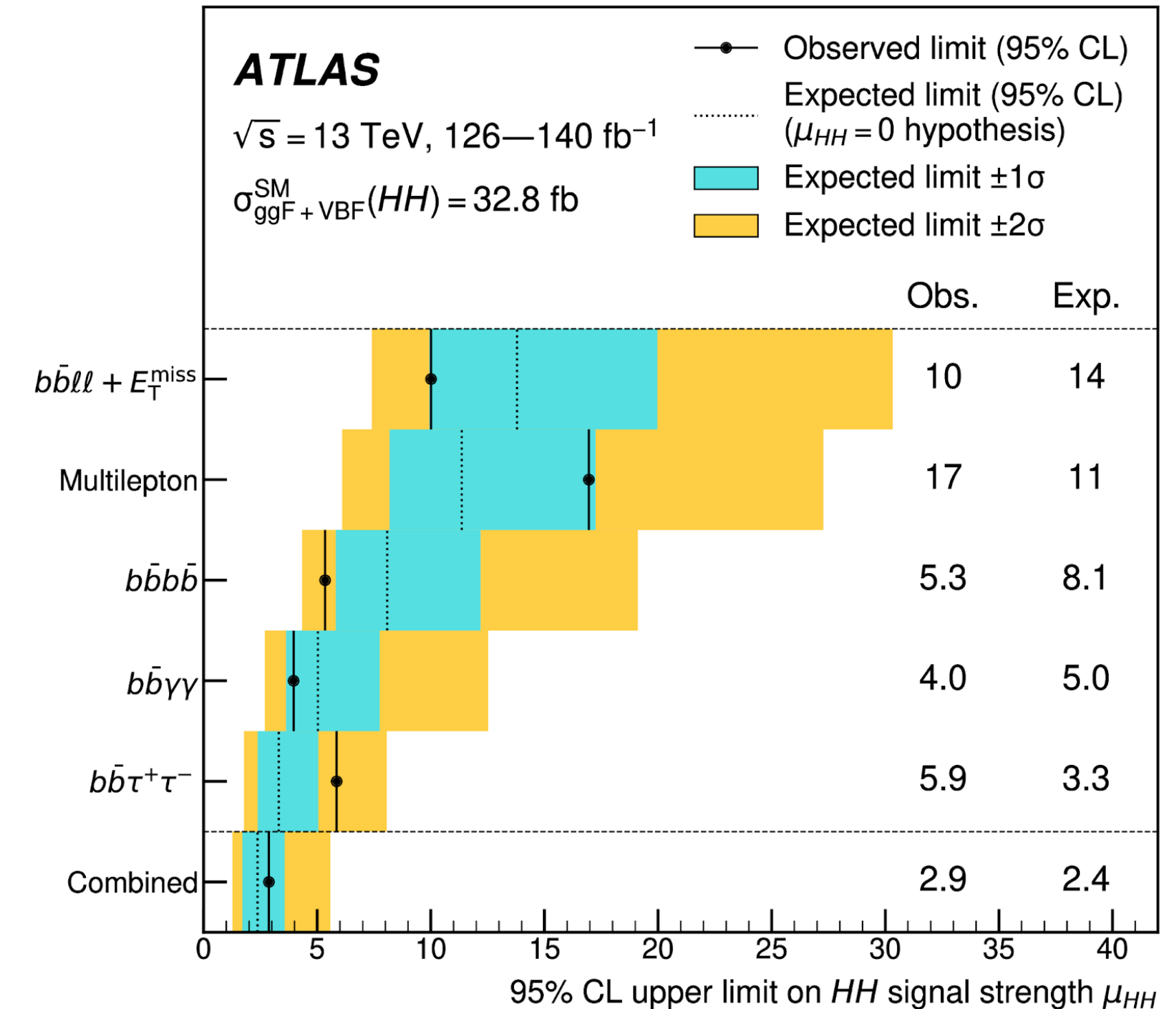
Cozzi
(magistrale)
Mazzeo (PhD),
Carminati, Turra

The couplings of the Higgs boson with itself are still largely experimentally unconstrained.

- SM prediction $\lambda_{SM}^{HHH} = \approx 0.13$
- The only direct way to access λ_{SM}^{HHH} is via Higgs boson pair production: 1000 rarer than single Higgs production!



- Measuring $\kappa_\lambda = \lambda^{HHH}/\lambda_{SM}^{HHH}$ crucial for our understanding of the Electroweak Symmetry Breaking (EWSB).
- Several analyses depending on the two Higgs decay : evidence from run3 LHC data ?



Search for Dark Photon (γ_D)

Physics Motivation:

New physics scenario predicts a Dark Sector (DS), where the interactions among new particles are mediated by "dark" gauge bosons, e.g. the dark photon. The Higgs field acts as a portal between the Standard Model and the DS => **Hypothesis that Dark Matter might be part of a DS**

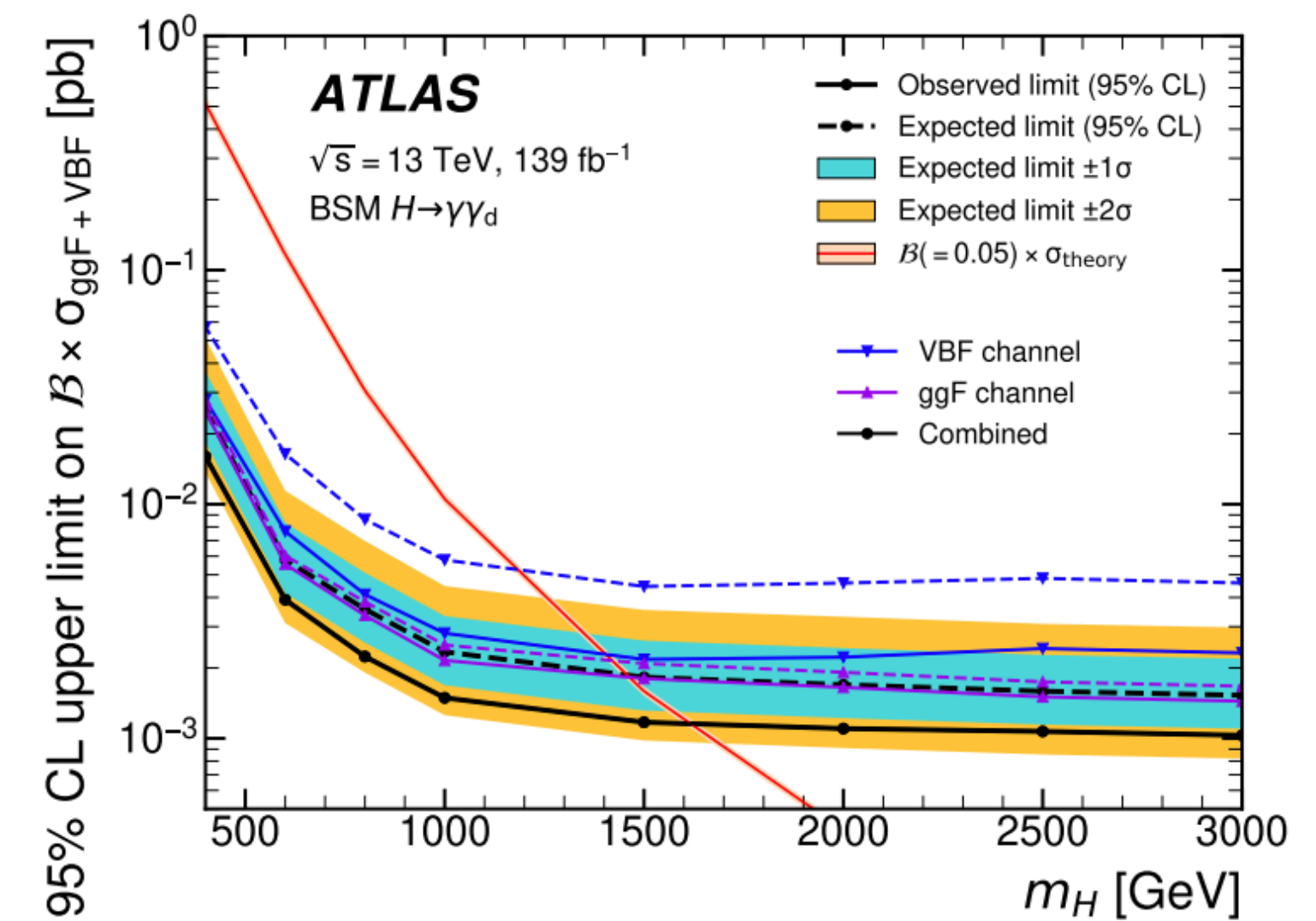
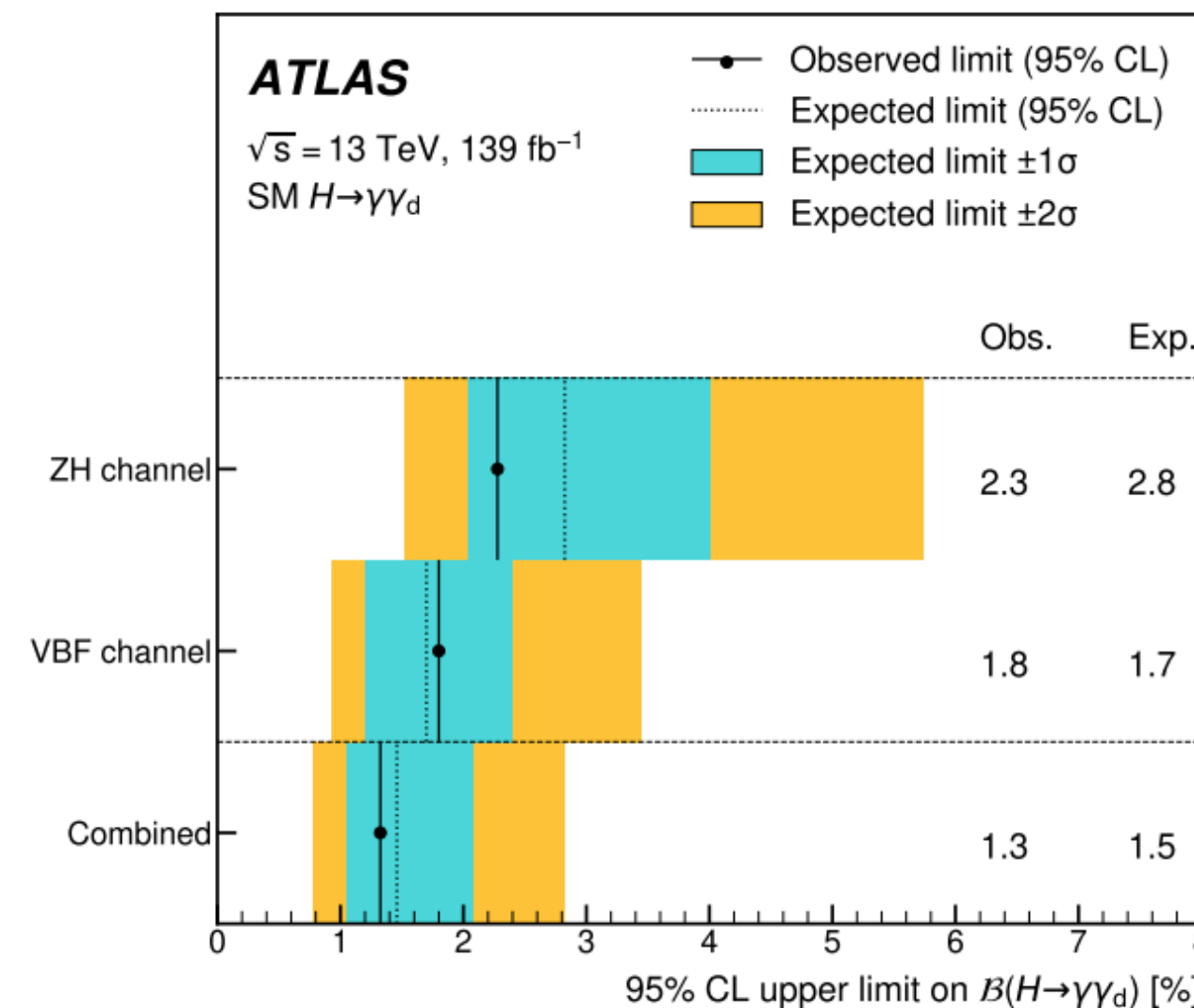
Published Run-2 Combination of three recent analyses searching for $H \rightarrow \gamma\gamma_d$ at ATLAS (submitted to JHEP):

<https://arxiv.org/pdf/2406.01656>

(a) obtained the best LHC exclusion limits on BR ($H_{125} \rightarrow \gamma\gamma_d$)

(b) Explored Heavy Higgs masses from 400 GeV to 3 TeV

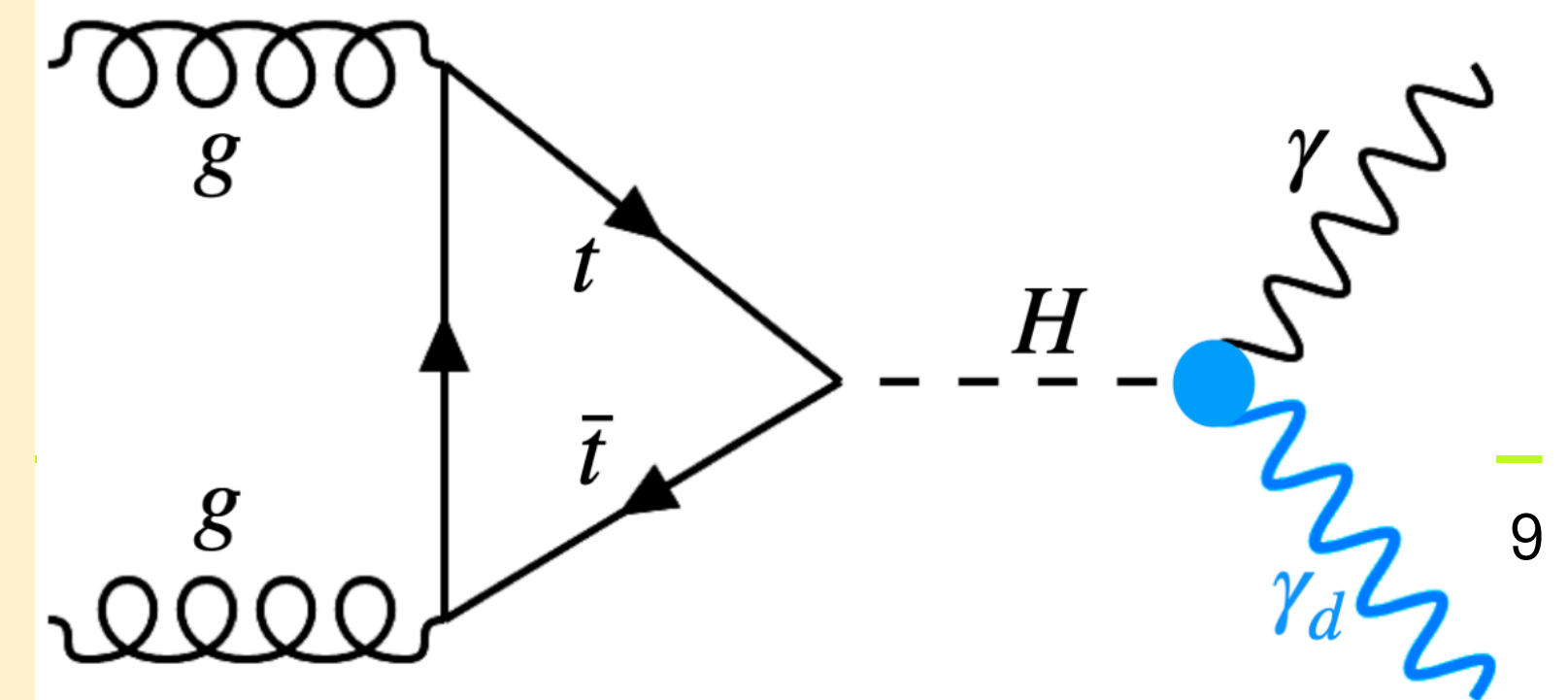
Contribution by Milano group: Silvia Resconi (analysis contact), Marcello Fanti



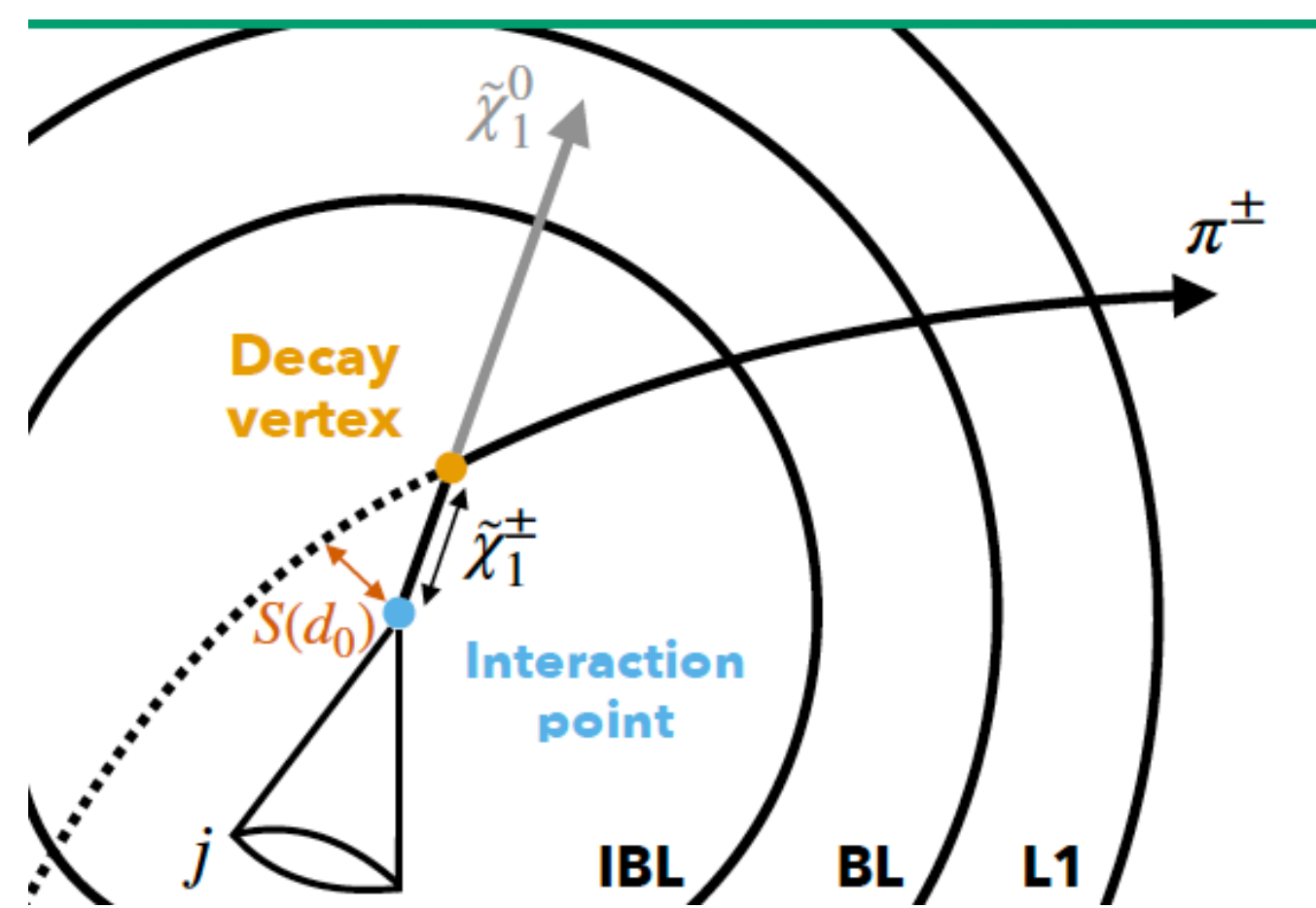
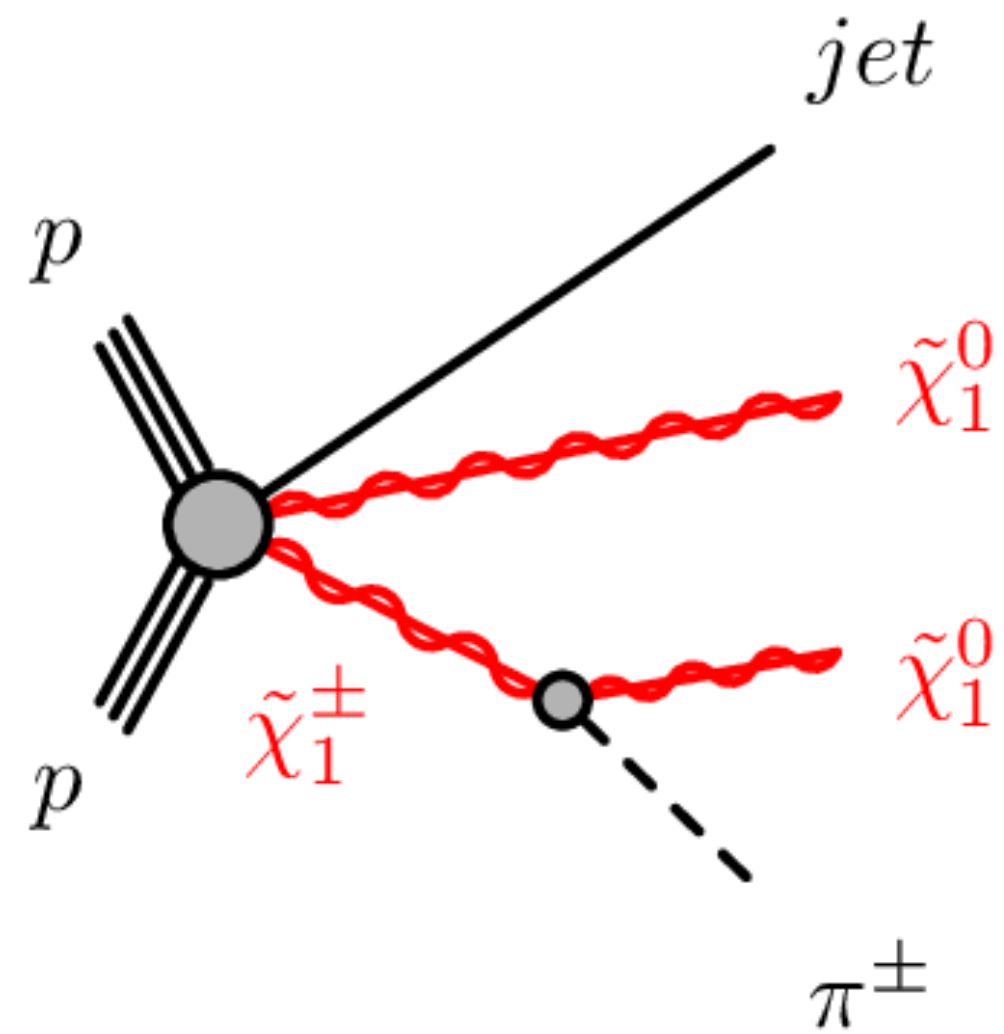
Ongoing NEW Run-3 Search for dark-photon in ggF SM $H \rightarrow \gamma\gamma_d$:

- based on a new composite trigger with lower thresholds than in Run2: MET, photon and transverse mass
- Background estimation based on data-driven techniques: fake photons from jets/electrons, fake MET, $Z\gamma$, $W\gamma$

Contribution by Milano group: Marcello Fanti, Silvia Resconi, Giulia Maineri (master student), Andrea Portentoso, Giovanni Camia, Michele Boldini (bachelor students)

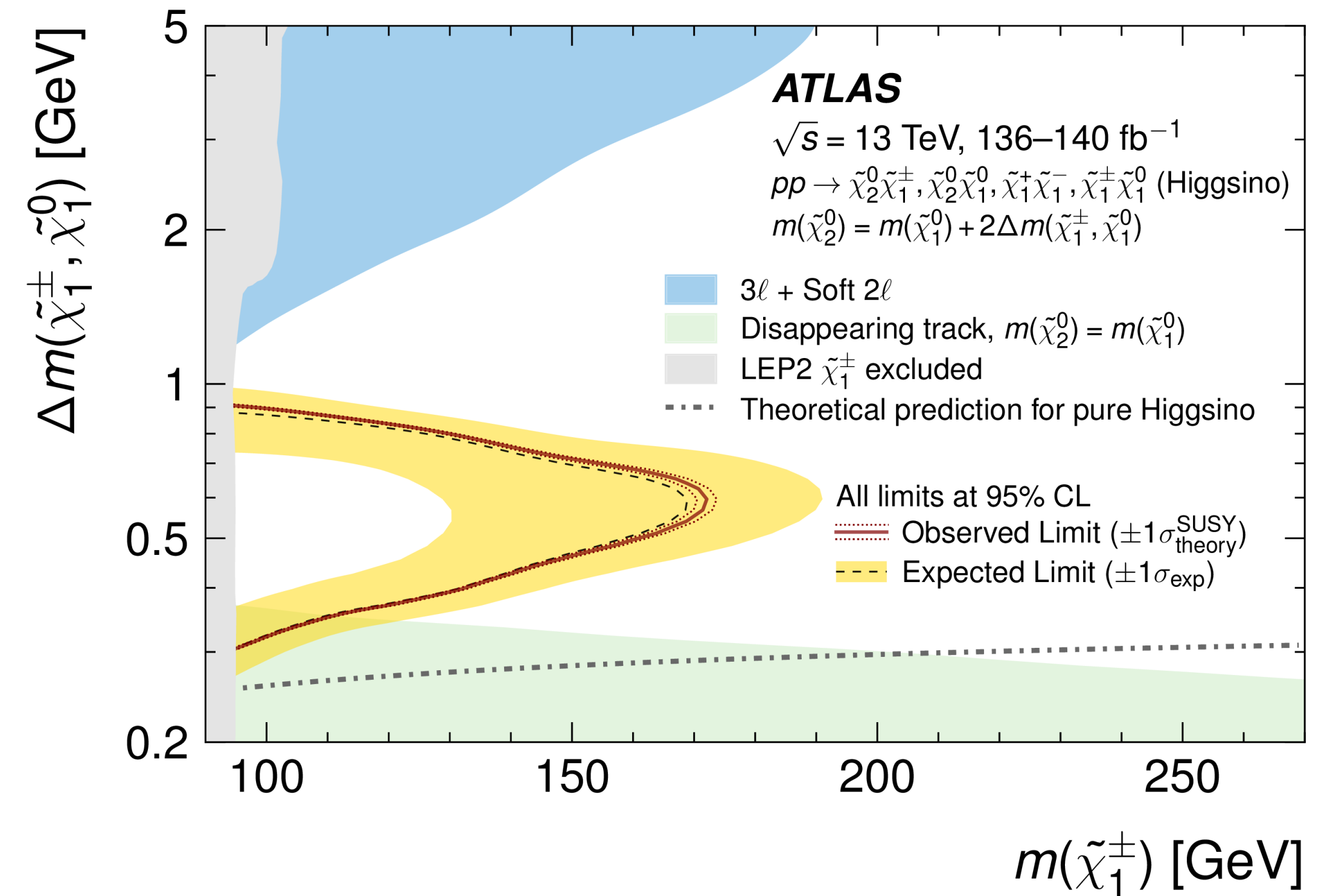


Supersimmetria



Target : produzione elettrodebole di **higgsini** con uno spettro di massa compresso

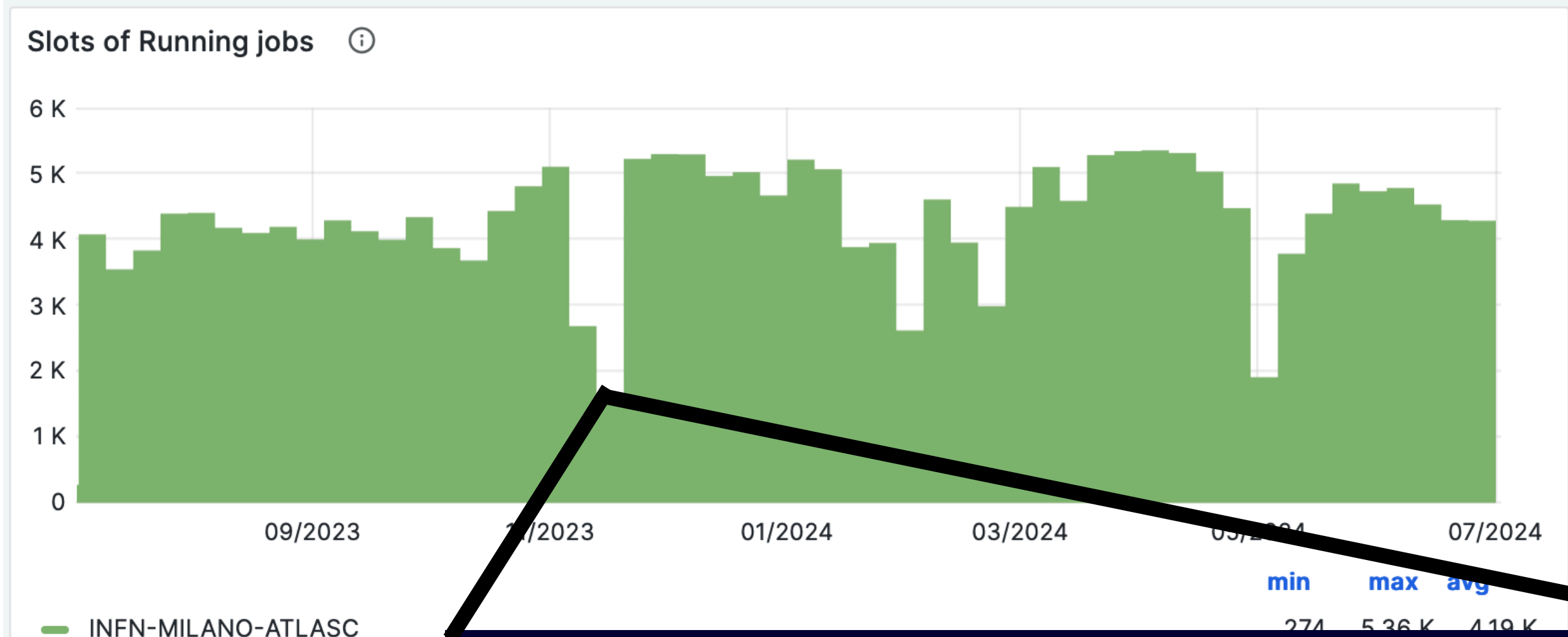
Sensibilità usando tracce di pioni **displaced** dal vertice primario



Analisi dati di run 2 pubblicata su **PRL** quest'anno
 Analisi dei dati di run 3 partita

Calcolo : Tier 2

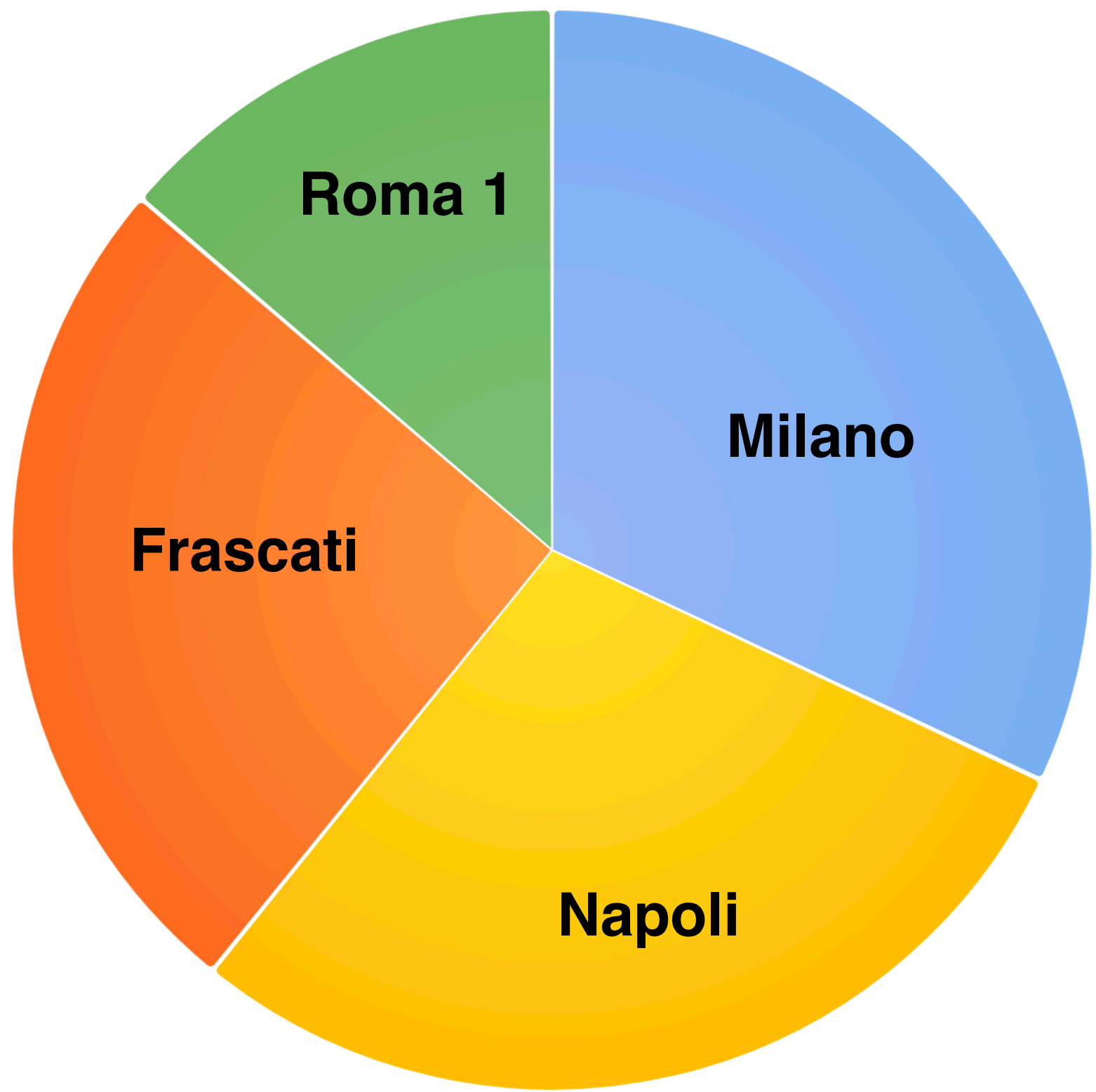
- Approximately 5000 cores running 24/7 mostly ATLAS jobs (generation, simulation and reconstruction)
- 2 PB of disk space(mostly ATLAS simulation datasets)



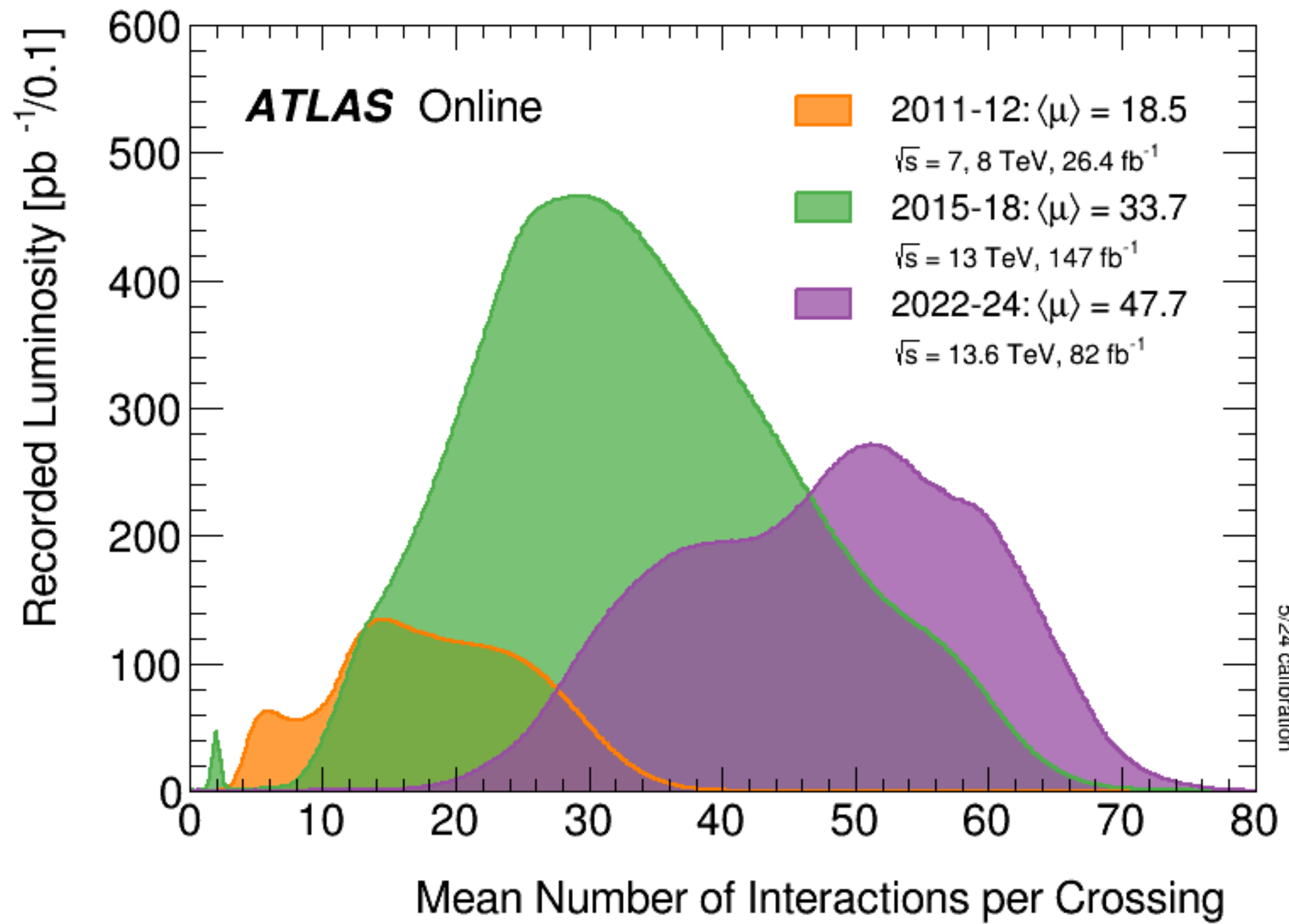
Main issues :

- network overload due to data access via GPFS added to transfers via webdav (external traffic)
- Black-out, failure to restart the air conditioner

Wall clock time. All jobs (HS23 seconds)



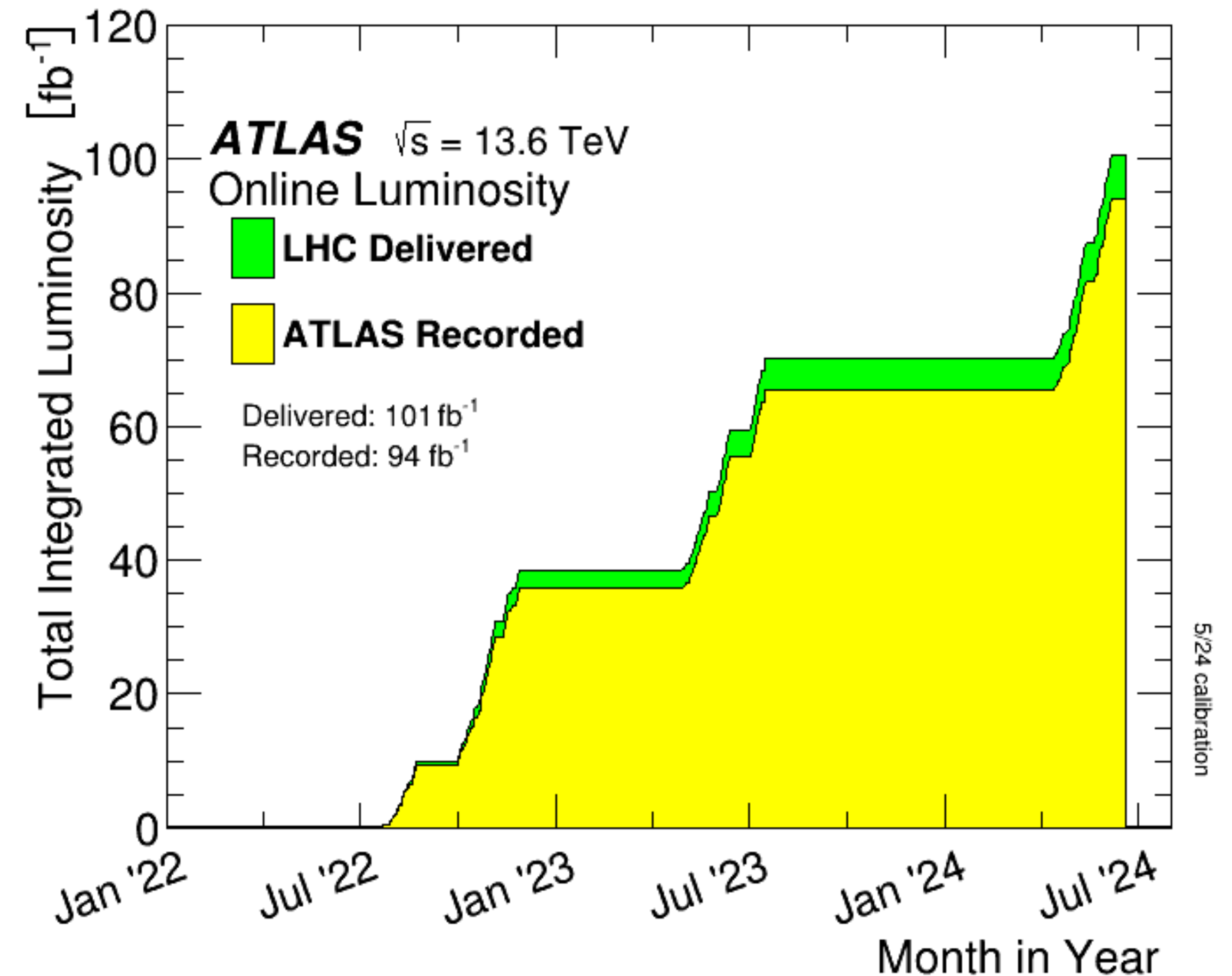
Last year the Milano T2 still the most performing site among the ATLAS Tier2

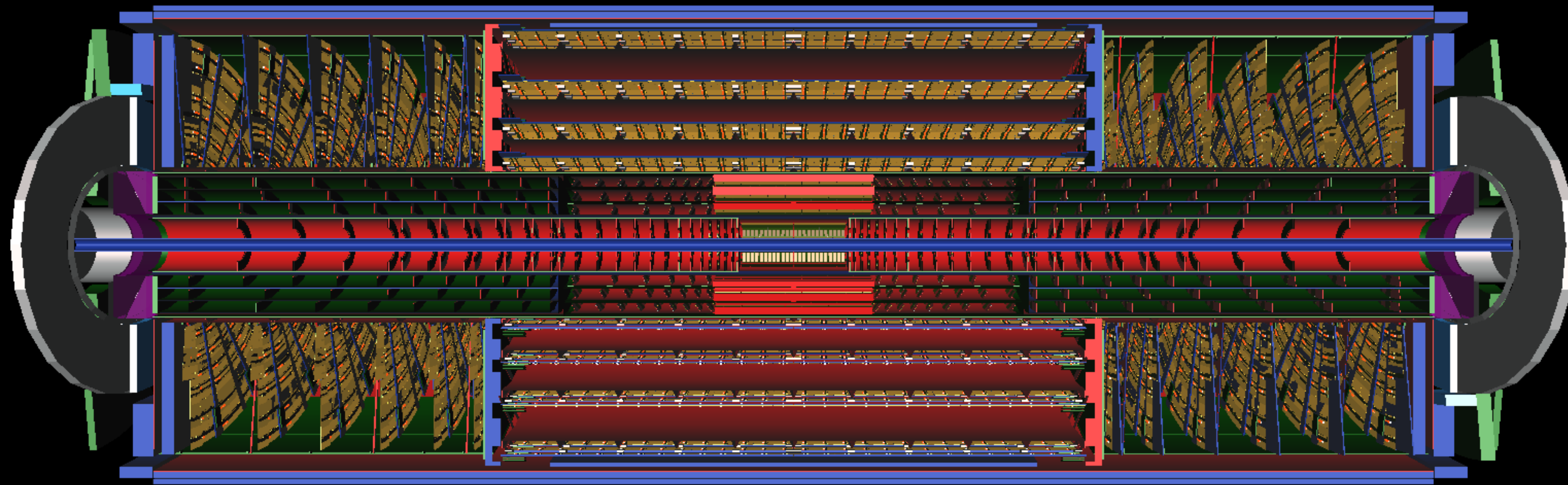


Run 3

Nuovo run

- Buona efficienza di data taking, nonostante l'invecchiamento del rivelatore e la luminosità istantanea più elevata
- Ci aspettiamo di raccogliere 100 fb⁻¹ quest'anno e altrettanti l'anno prossimo
- Continua nostra responsabilità della gestione, manutenzione ed operazione del **sistema di alta tensione** del calorimetro LAr. Richiesto impegno durante il run corrente con presenza al CERN per shift come HW on-call expert per il calorimetro e durante lo shutdown di fine anno per manutenzione



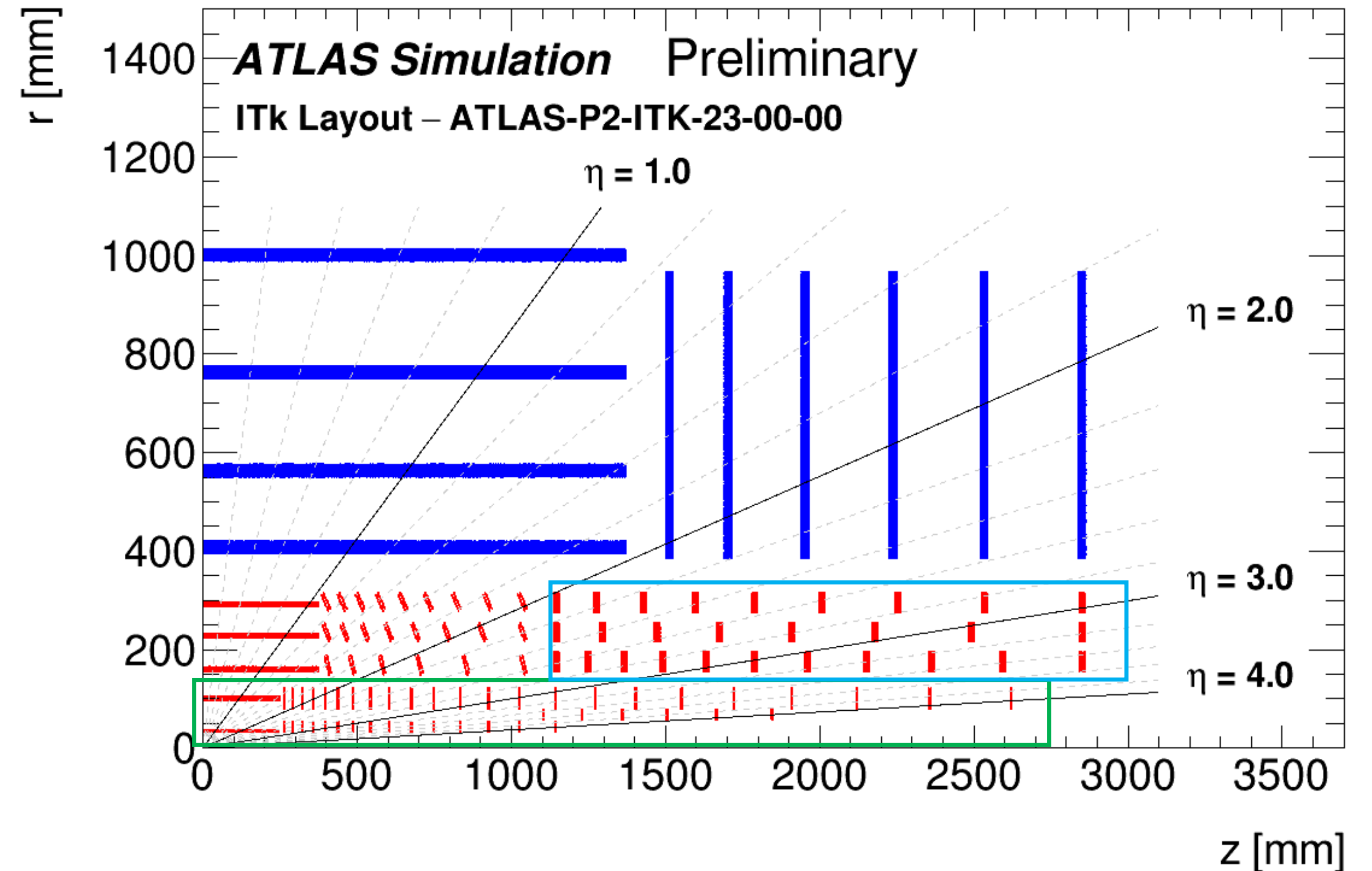


Upgrade per High Luminosity

CDS 8 LUGLIO 2024

ITK Pixel detector

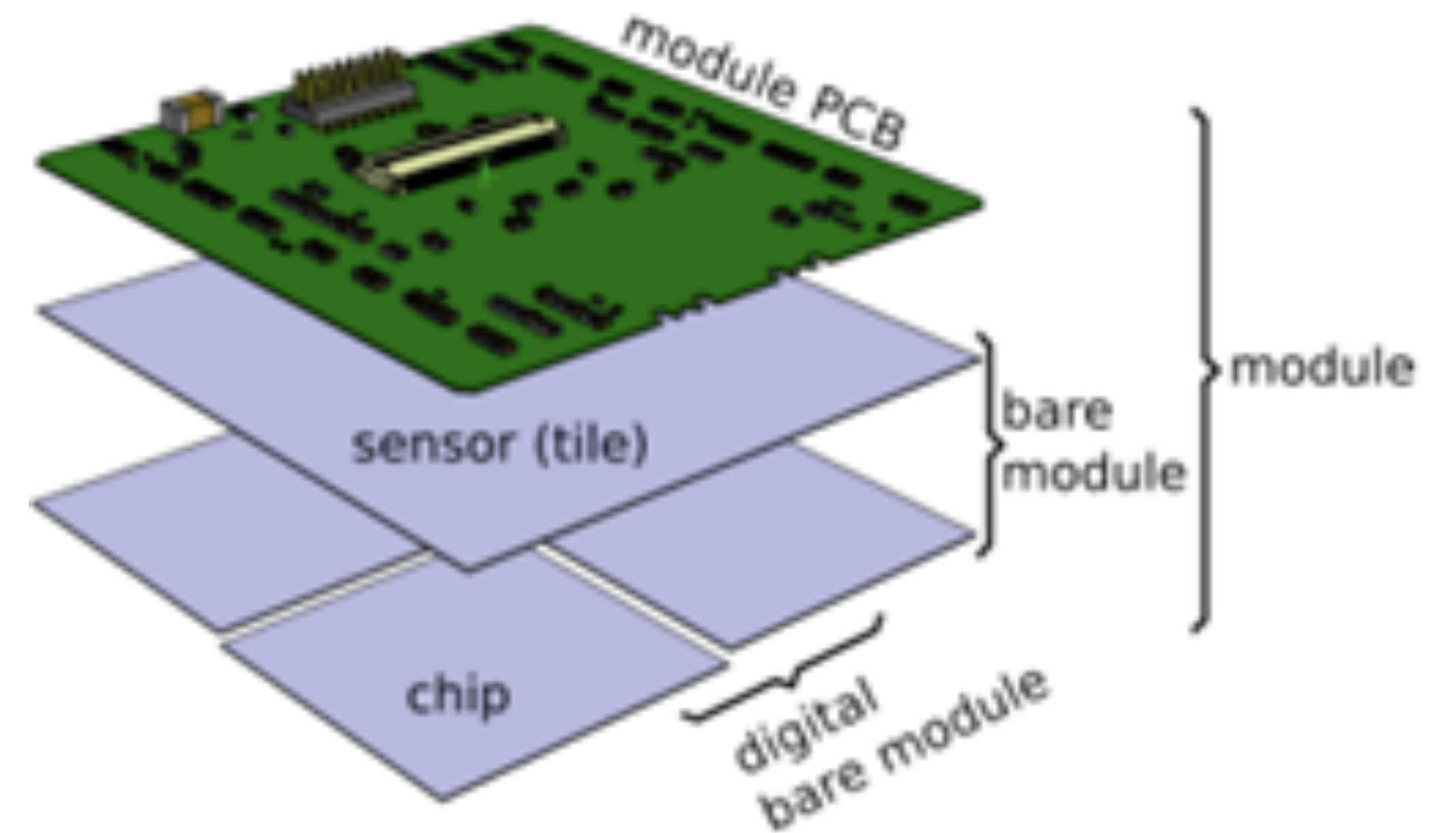
- LHC => HL-LHC : **x100** numero di canali, **x8** superficie di silicio
- Partecipazione italiana: 7 sezioni, 5 MCHF (10% del costo totale)
- Milano è coinvolta nella **costruzione dei moduli** e nel **sistema di raffreddamento**



- **Fondamentale contributo dei servizi di officina e di elettronica**

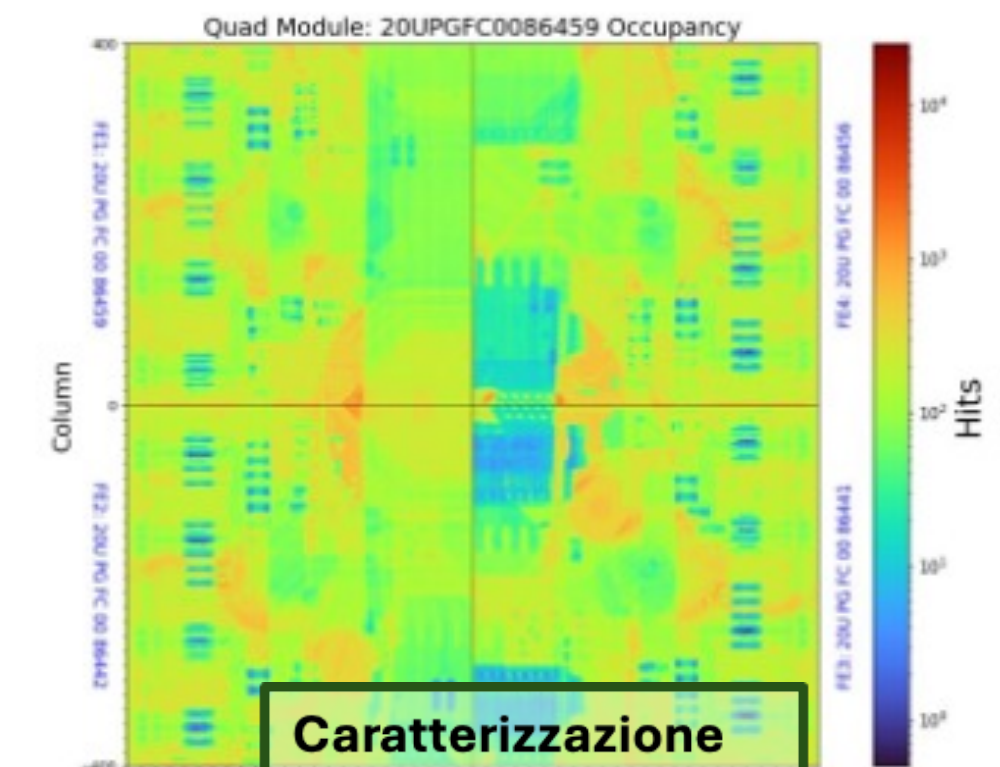
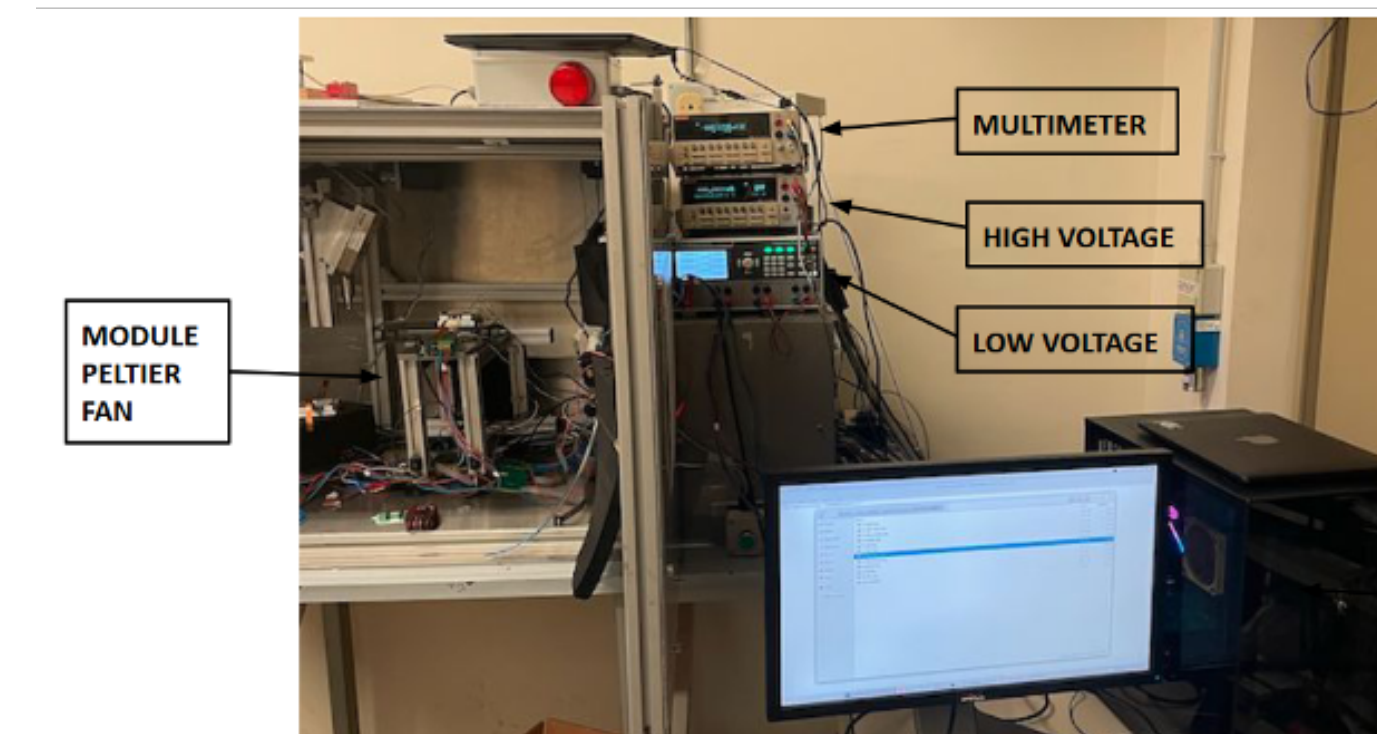
ITK - moduli

- Persone coinvolte:
 - Gianluca Alimonti, Attilio Andreatza, Anna Petri, Saverio D'Auria, Antonio Carbone (PhD), Alessandro Sala (PhD), Riccardo Zanzottera (PhD)
 - Simone Coelli, Andrea Capsoni, Mauro Monti, Ennio Viscione, Daniele Viganò (Officina Meccanica)
 - Fabrizio Sabatini, Fabio Manca (Servizio Elettronica)
- Attività: processo di bump-bonding, assemblaggio dei moduli, caratterizzazione dei moduli
- Il PRR (che dà luce verde alla produzione) per l'assemblaggio e test è previsto in due fasi ad agosto e ottobre.



ITK - assemblaggio moduli

- Bump bonding con indio:
 - Ottimizzato il processo a Leonardo aggiungendo uno stadio di stress relief dopo l'assottigliamento dei rivelatori
 - A luglio campioni con il nuovo processo ed avvio pre-produzione
 - Obiettivo: ibridizzazione dei sensori FBK per il layer interno e dei sensori Hamamatsu per l'endcap
- Assemblaggio e test:
 - Metrologia, plasma cleaning, incollaggio e wire bonding (camera pulita)
 - Test (cold box e x-ray tube, IV piano)
 - Conformal coating con Parylene (camera pulita)
 - Quasi completata la qualifica di tutti gli step e la preproduzione per i moduli planari, in Corso quella per i moduli 3D che vano sullo strato più interno di ITk.
 - Obiettivo:
 - Costruzione del 50% dei moduli INFN:
 - ~50% di uno dei due endcap
 - ~20% dell'inner system
 - Coating con parylene dell'intera produzione INFN
- **Soffriamo molto dell'indisponibilità della camera pulita e dei laboratori al ciclotrone**



Caratterizzazione in laboratorio

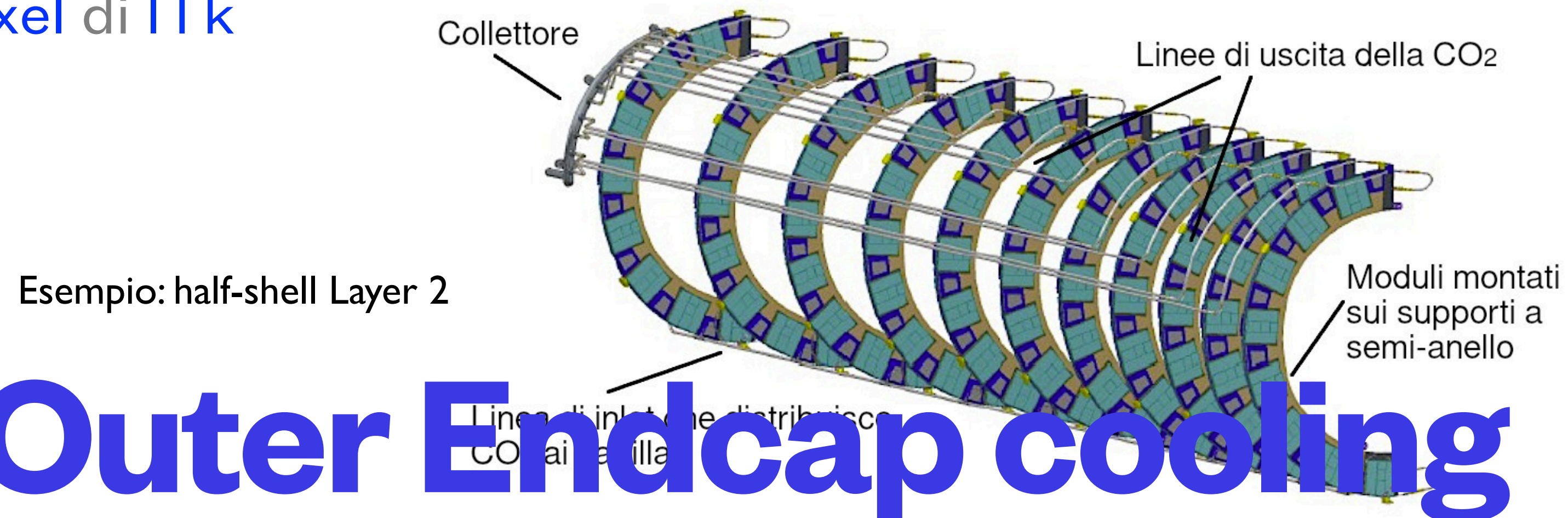
- Calibrazione
- Test elettrici
- Raggi X

ITk - Pixel Outer Endcap cooling

► Persone coinvolte:

- Attilio Andreatza (PO), Sonia Carrà (Assegnista), Lidia Dell'Asta (PA)
- Simone Coelli, Andrea Capsoni, Luciano Manara, Mauro Monti, Ennio Viscione, Daniele Viganò (Officina Meccanica)
- Fabrizio Sabatini (Servizio Elettronica)

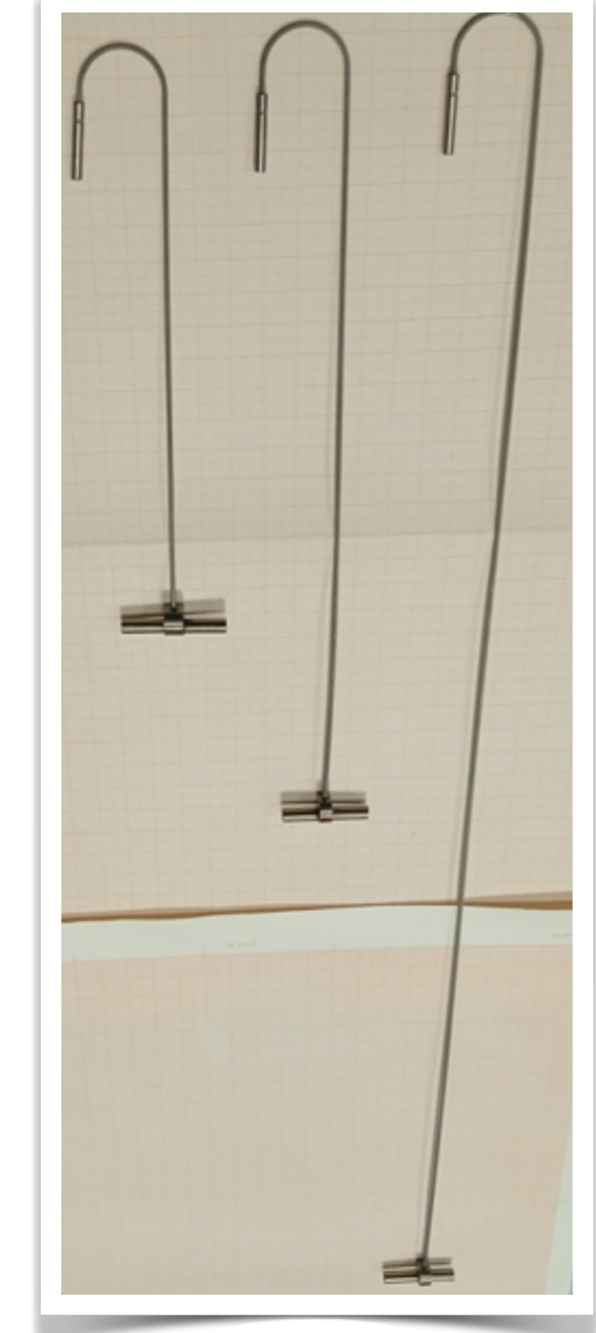
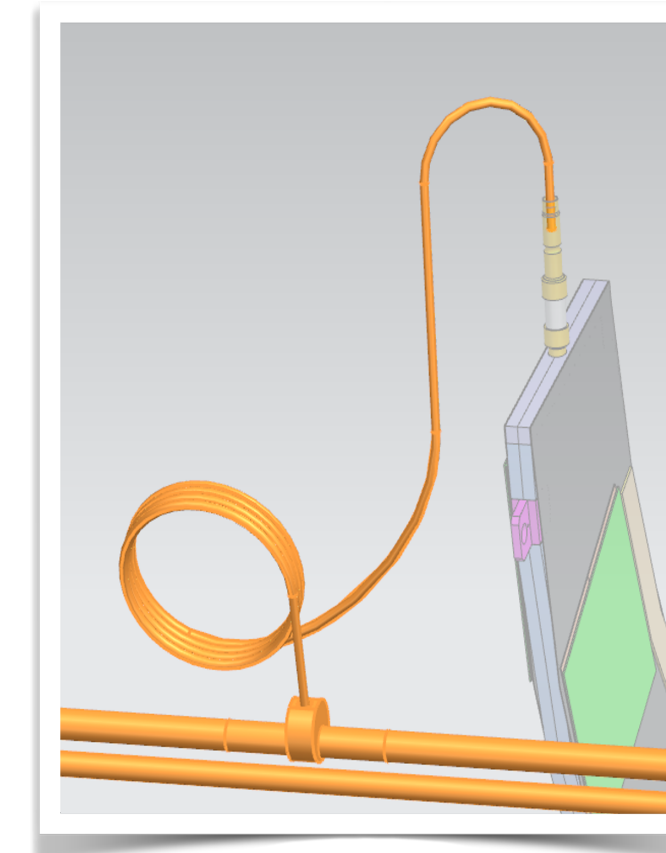
► Attività: **sviluppo**, **test** e **costruzione** del sistema di raffreddamento a CO₂ per l'Outer EndCap del rivelatore a Pixel di ITk



ITk - Pixel Outer Endcap cooling

ITk - Pixel Outer Endcap cooling

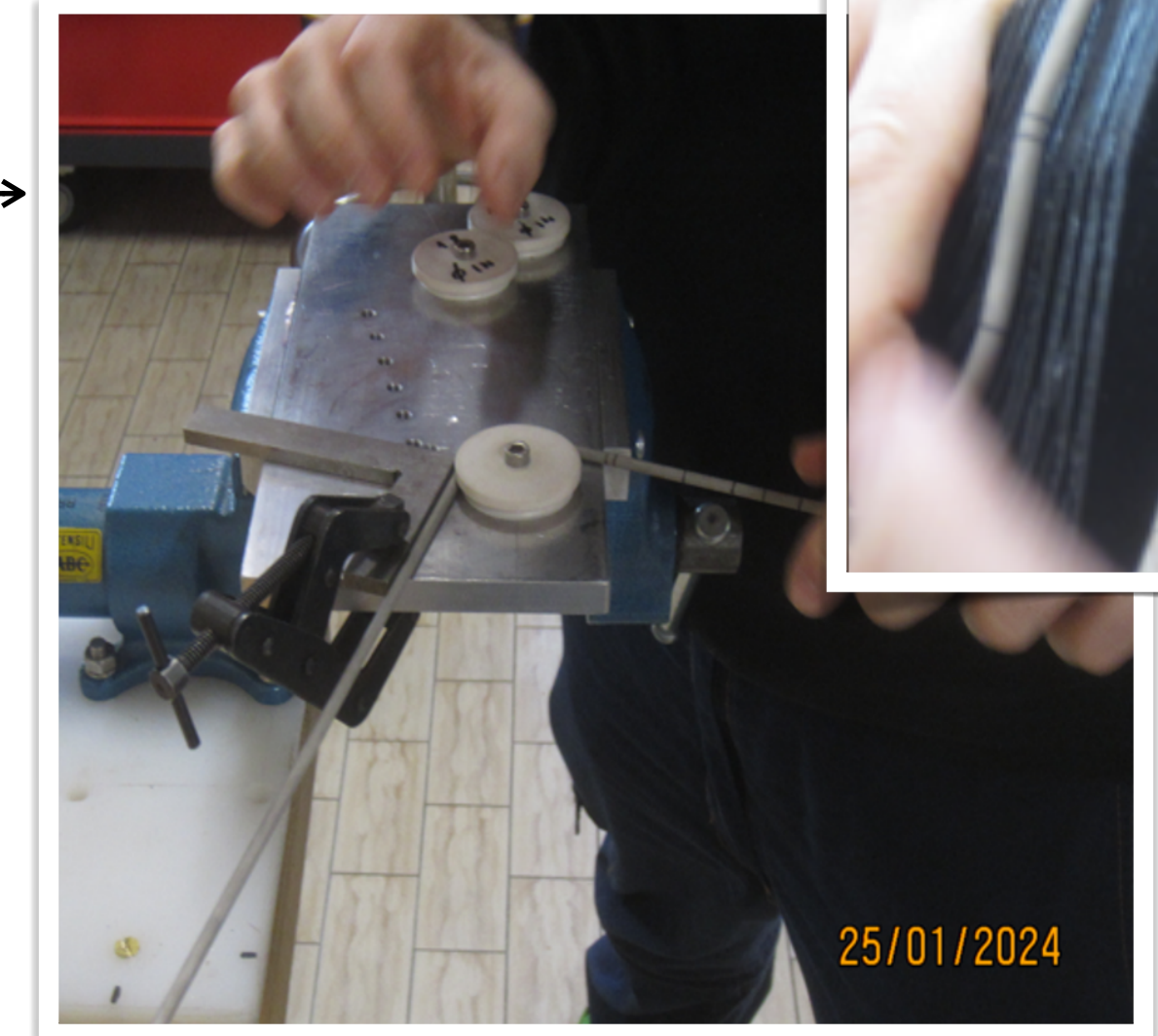
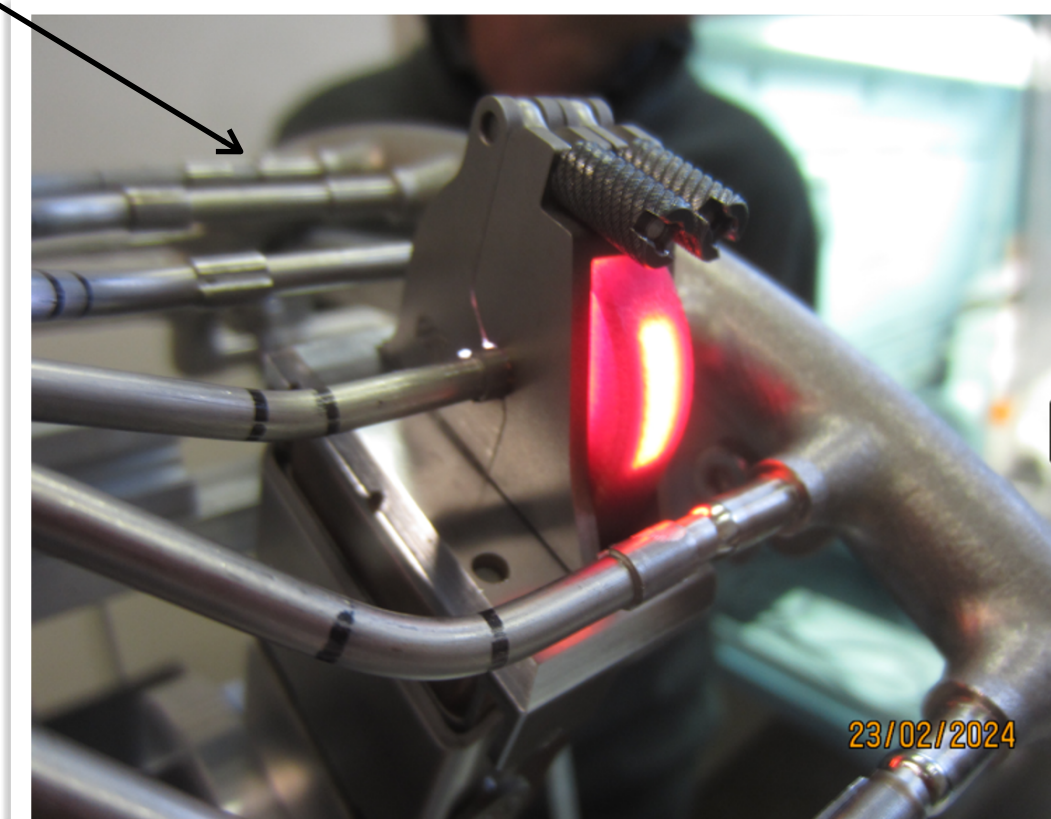
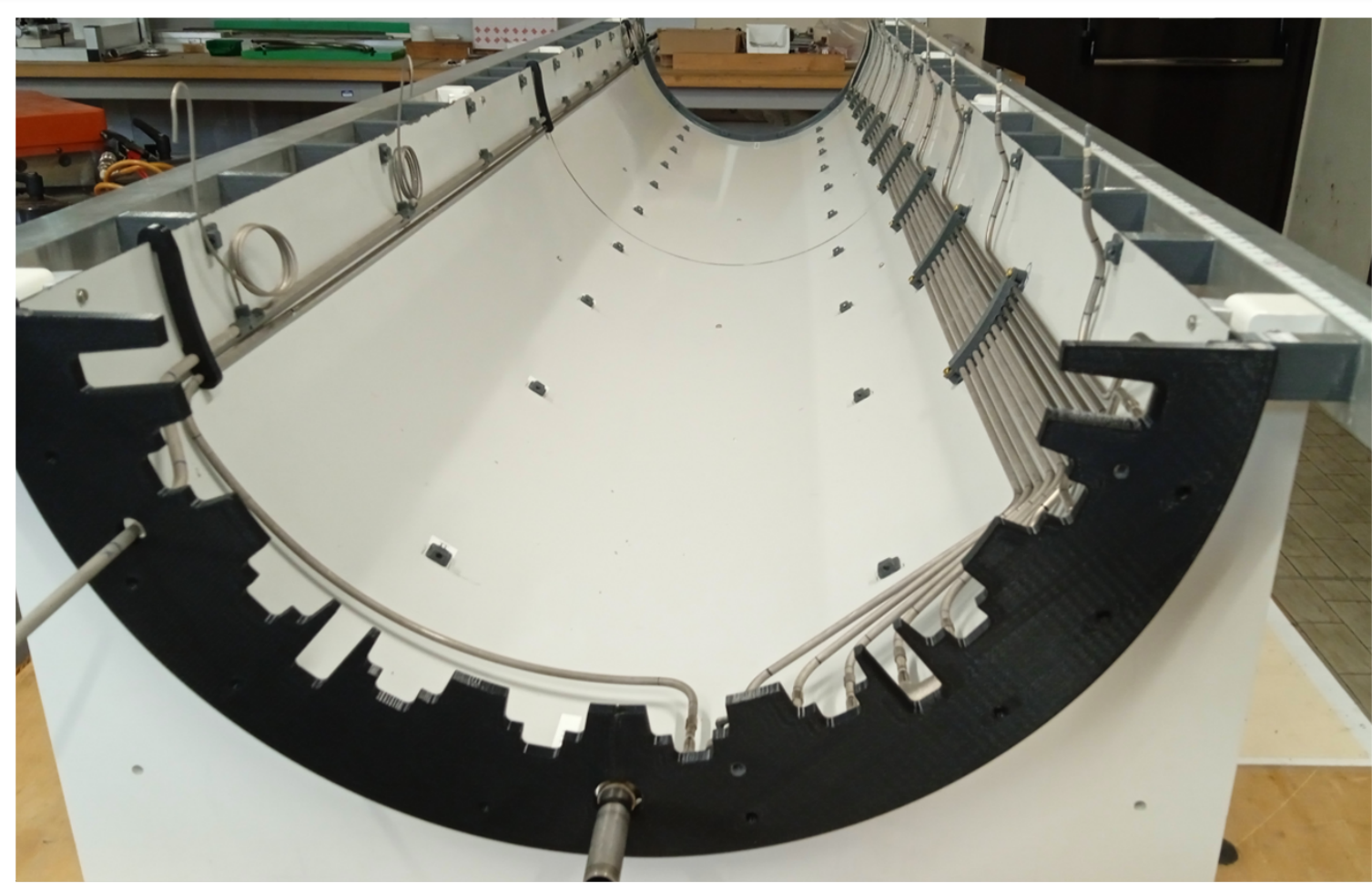
- ▶ Stato della **review** del progetto
 - ▶ **Pixel Global Mechanics FDR** [05.2024, [Indico](#)]
 - ▶ Contributi di Milano:
 - ▶ design di Type-I cooling (Simone)
 - ▶ test di prototipi (Sonia)
 - ▶ analisi FEA (Mauro)
 - ▶ Next: **Pixel Global Mechanics PRR** [12.2024]
 - ▶ Per Layer 2 (successivamente Layer 3 e 4)
 - ▶ Vari aspetti del design da finalizzare
 - ▶ **Progettazione** e **produzione** linea di ingresso (**Inlet**)
 - ▶ Progettazione dei **connettori T** per connettere i **capillari** alla linea di ingresso
 - ▶ Studio e prototipizzazione delle **brasature** dei capillari con la sede INFN di Frascati
 - ▶ Studio del **coiling** dei capillari
 - ▶ Capillari da tagliare alla lunghezza desiderata (target pressure drop) ad una facility dedicata al CERN
 - ▶ Test **saldature** tra T e tubi della linea di ingresso



ITk - Pixel Outer Endcap cooling

- ▶ **Progettazione** e **produzione** linea di uscita (**Exhaust**)
 - ▶ Piegatura 3D dei tubi che compongono le linee di uscita
 - ▶ Stampa 3D dei manifold in titanio con il laboratorio LAMA di Udine
 - ▶ Design completato, stampa dei manifold finali per Layer 2 prevista a settembre
 - ▶ Test saldature tubi della linea di uscita - manifold

- ▶ **Prototipo** completo Layer 2



LAr upgrade di fase 2

Antonio Carbone, Stefano Latorre, Massimo Lazzaroni,
Elena Mazzeo, Laura Nasella, Francesco Tartarelli
Fondamentale contributo del servizio di elettronica

La totale sostituzione dell'elettronica di front-end e off-detector del calorimetro LAr è necessaria per compatibilità col trigger di Fase 2 e resistenza alle radiazioni

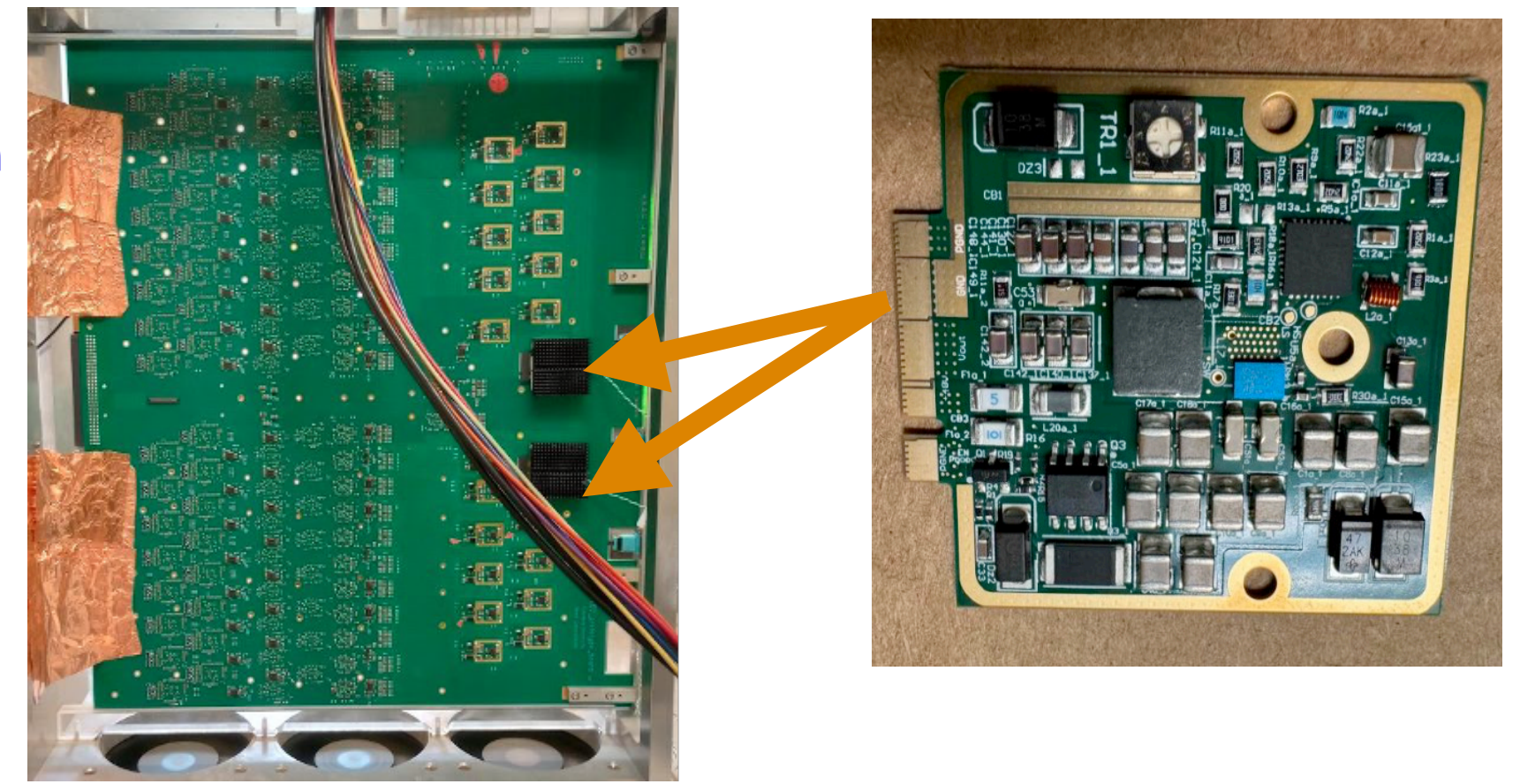
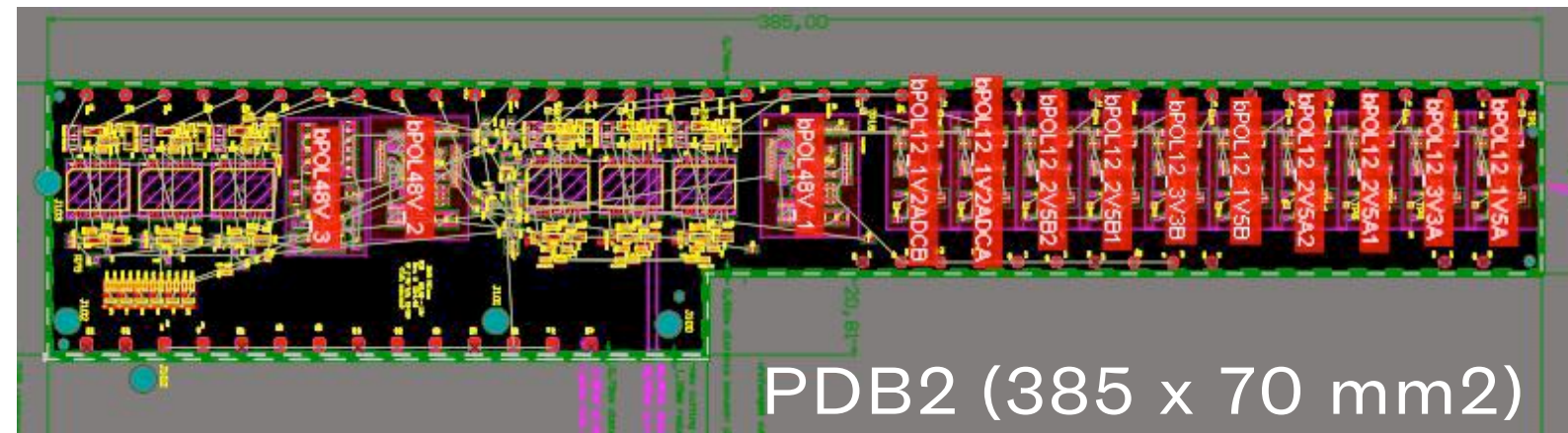
Milano è responsabile del nuovo sistema di alimentazione delle schede di front-end

Le nostre deliverables:

58 nuovi LVPS (300 V input, 48 V output)

124 mezzanine di alimentazione (PDB2) della scheda di trigger di Fase I (LTDB) che vanno a sostituire le mezzanine (PDB) che abbiamo già sviluppato per il Run 3

LAr upgrade, mezzanine



La **PDB2** converte alimentazione di 48 V nelle tensioni 1.2, 1.5, 2.5, 3.3 V necessarie alla scheda madre **Design in fase avanzata**, basato su DC/DC converter rad hard sviluppati al CERN (bPOL48V e bPOL12V) e regolatori lineari (LHC4913)

Prossimi passi : produzione pre-prototipo entro fine 2024, test pre-prototipo e produzione prototipo 2025

Sviluppo di una mezzanina di alimentazione per la nuova scheda di front-end (FEB2)

Realizzati 8 prototipi, testati a Milano e poi spediti a Nevis Lab per integrazione sulla FEB2. I prototipi sono funzionanti e vengono utilizzati attualmente in tutti i test della FEB2

Lo scorso 25/6 si è tenuta una review del Progetto FEB2. Siamo in attesa dei commenti dei reviewer per dare inizio alla produzione

LAr - LVPS

Si è conclusa la gara CERN su nostre specifiche per l'acquisto dei nuovi LVPS. CAEN si è aggiudicata la commessa. Fatto ordine CERN per sviluppo e produzione di due prototipi (data di consegna prevista Febbraio 2025)

2025 :

Test dei prototipi prima a Milano e successivamente al CERN e a BNL

Test di radiazione e in campo magnetico (CERN)

System test a BNL

Test di un crate completo di schede di front-end con la catena di alimentazione complete (AC/DC converter, LVPS e cavi di lunghezza reale): importante per validare la nuova architettura del front-end del calorimetro

Se test stand-alone e system test OK, ordine produzione LVPS

Preventivi 2024

Tutti i numeri sono preliminari

Responsabilità

L'organigramma di ATLAS è ora disponibile pubblicamente !

<https://atlaspo.cern.ch/public/ATLASOrganisation/>

Tommaso Lari, coordinatore digitizzazione

Attilio Andreazza, convener produzione dei moduli di ITk pixel

Attilio Andreazza, coordinatore pixel Atlas Italia (fino a Settembre 2024)

Attilio Andreazza, membro CB chair advisory group

Danilo Giugni, ITk project engineer ([questo richiede la presenza al CERN, e diverse missioni per visitare i laboratori dove si svolge la produzione](#))

Francesco Tartarelli, coordinatore LAr Atlas Italia

Francesco Tartarelli, coordinatore dell'upgrade di fase 2 del LAr power system front-end

Saverio D'Auria, membro ITk speaker committee

Sonia Carra, convener SUSY Electroweak subgroup

Ruggero Turra, convener Physics Validation Coordination

Anagrafica

	luglio 2020	luglio 2021	luglio 2022	luglio 2023	luglio 2024
PERSONE*	34	30	32	29	29
FTE ATLAS	6.65	7.3	7.5	6.0	6.5
FTE FASE2	16.1	17.5	15.4	14.6	14.3
FTE SIGLE SINEGICHE	0.85	1.8	0.3	1.3	1.3
FTE TOTALE	23.6	26.6	23.2	21.9	22.1

* Ricercatori, tecnologi, dottorandi e borsisti

Richieste finanziarie, 1/2

	2022	2023	2024	2025	commenti
Missioni	432,000	392,500	383,000	383,000	Assegnati per il 2024 : 142,500
Consumi metabolismo	37,500	36,500	33,000	32,500	Assegnati per il 2024 : 21,000
Calcolo, CPU	84,500	185,500	83,800	32,500	Inclusi 13% di overhead (server e rete)
Calcolo, Disco	140,000	72,000	154,700	48,400	Inclusi 13% di overhead (server e rete)
Maintenance and Operation, pixel	CHF 134,000	CHF 102,000	CHF 102,000	CHF 106,000	
Maintenance and Operation, IDgen	CHF 72,000	CHF 53,000	CHF 53,000	CHF 34,000	
Maintenance and Operation, LAr	CHF 82,000	CHF 80,000	CHF 81,000	CHF 83,000	

Richieste finanziarie, 2/2

- ITk (146 keuro CORE + 23 keuro nonCORE) :
 - 3 keuro manutenzione camera pulita
 - 20 keuro refrigeratore per coating con il parilene
 - 6 keuro (CORE A) per produzione moduli
 - 10 keuro (CORE B) per module flex
 - 100 keuro (CORE B) per power supplies
 - 30 keuro (CORE B) per il raffreddamento (type-1 distribution e qualifica saldature) (10 keuro dal 2024)
- LAr upgrade :
 - 140 keuro (CORE A) pre-produzione LVPS
 - 600 keuro (CORE B) 50% produzione LVPS

Richieste ai servizi

Meccanica : 1.4 FTE tecnologo (Coelli 70% e Manara 70%) + 34 mesi uomo tecnici per progettazione e officina

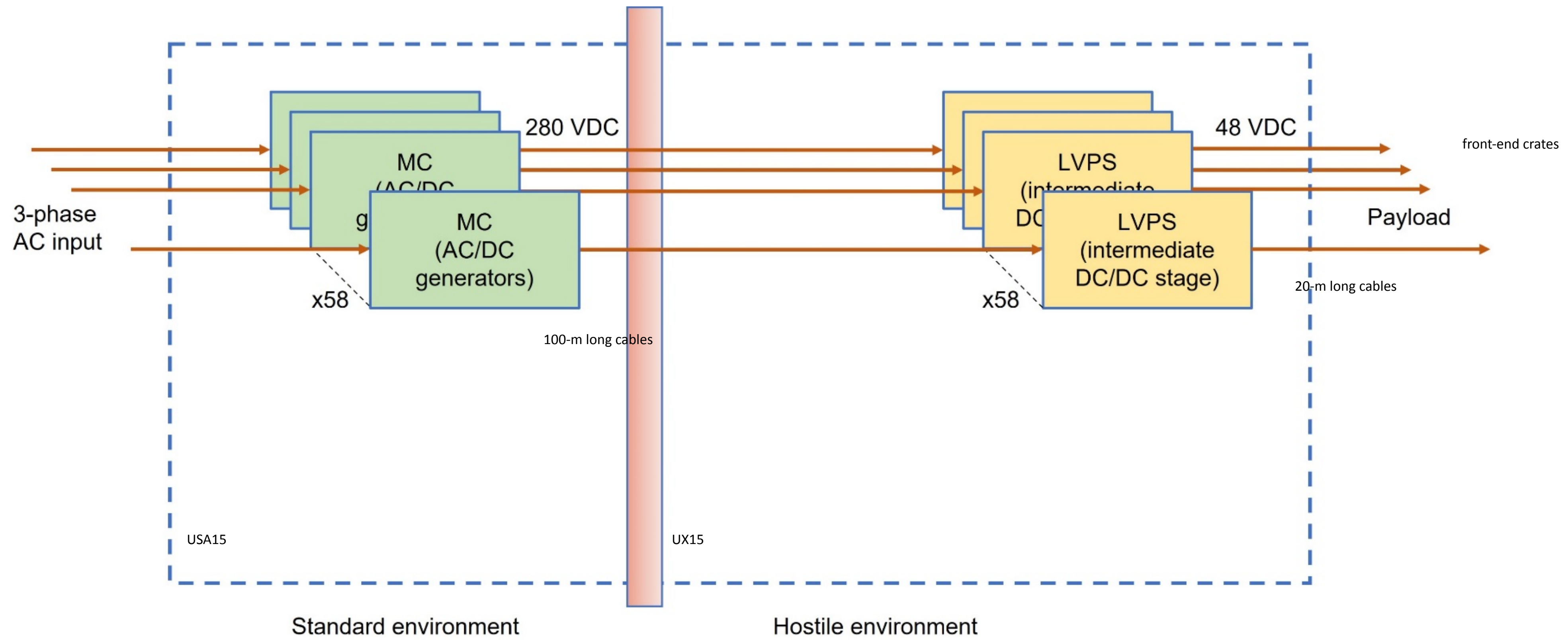
Elettronica : 30 mesi uomo (12 per LAr + 18 per ITk)

Backup

	bb	WW	ττ	ZZ	ΥΥ
bb	34%				
WW	25%	4.6%			
ττ	7.3%	2.7%	0.39%		
ZZ	3.1%	1.1%	0.33%	0.069%	
ΥΥ	0.26%	0.10%	0.028%	0.012%	0.0005%

ATLAS M&O-B budgets 2020–2029 (kCHF)

	approved					preliminary	projected			
	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
PIX	555	555	555	536	555	555	200	0	0	0
SCT	637	450	540	383	255	415	207	0	0	0
TRT	605	665	665	665	665	665	435	0	0	0
IDGen	623	573	573	567	486	328	168	0	0	0
ITK				200	391	872	1'359	1'779	1'784	1'784
LAr	645	690	670	730	730	795	795	795	795	795
TileC	647	647	604	604	604	604	647	647	647	647
Muons	1'435	1'150	765	1'355	1'370	1'420	1'440	1'440	1'440	1'440
FD	477	517	612	534	578	528	569	360	324	324
TDAQ	51	214	214	180	116	206	0	0	0	0
HGTD							343	518	537	575
Total (kCHF)	5'675	5'461	5'198	5'754	5'749	6'388	6'163	5'539	5'527	5'565



Richieste calcolo : CPU

CPU (HS06)	Frascati	Milano	Napoli	Roma1	Totale	Pledged
Totale CPU nei siti per il 2024 (HS06)	40447	41609	44546	41711	168313	166680
Obsolescenza 2025 (HS06)	0	0	2667	0	2667	
Delta 2025 (HS06)	2877	2877	2877	2877	11508	
Totale richieste 2025 (HS06)	2877	2877	5544	2877	14175	
Totale CPU nei siti per il 2025 (HS06)	43324	44486	47423	44588	179821	179820

↓

+7% su 2024
25% di ATLAS Italia T2

→

+8% su 2024
9% di ATLAS T2

Le richieste seguono le raccomandazione del C-RSG di ATLAS, con la frazione Italiana dei pledge mantenuta costante

Richieste calcolo : disco

DISCO (TB)	Frascati	Milano	Napoli	Roma1	Totale	Pledged
Totale disco nei siti per il 2024 (TB)	3877	2863	4819	2619	14178	14000
Obsolescenza 2025 (TB)	0	0	0	0	0	
Delta 2025 (TB)	428	428	428	428	1712	
Totale richiesta 2025 (TB)	428	428	428	428	1712	
Totale disco nei siti per il 2025 (TB)	4305	3291	5247	3047	15890	15890

+14% su 2024
7% di ATLAS T2

+15% su 2024
21% di ATLAS Italia T2

Le richieste seguono le raccomandazione del C-RSG di ATLAS, con la frazione Italiana dei pledge mantenuta costante

Richieste calcolo : riassunto spesa

	Frascati	Milano	Napoli	Roma1	Totale
Richiesta CPU (HS23)	2877	2877	5544	2877	14175
Spesa CPU (€)	28770	28770	55440	28770	141750
Richiesta DISCO (TBn)	428	428	428	428	1712
Spesa DISCO (€)	42800	42800	42800	42800	171200
Totale (€)	71570	71570	98240	71570	312950
Overhead server	5009,9	5009,9	6876,8	5009,9	21906,5
Overhead rete	3866,2	3866,2	5466,4	3866,2	17065
Totale (overheads inclusi) (€)	80446,1	80446,1	110583,2	80446,1	351921,5

- ❑ Overheads (su CSN1):
 - ❑ quota server : 7% del totale CPU + disco
 - ❑ quota rete : 6% CPU + 5% disco
- ❑ Fattori di conversione : 100 €/TBn (disco), 10 €/HS06 (cpu)

CPU Milano : aumento +7%

Richieste calcolo 2024 vs 2025

ATLAS	CPU crescita (HS06)	CPU dism. (HS06)	DISK crescita (TB-N)	DISK dism. (TB-N)	CPU (HS06)	DISK (TB-N)	CPU (k€)	DISK (k€)	Server (k€)	Totale (k€)
Frascati	2500	10004	500	0	12504	500	125,0	50,0	12,3	187,3
Milano	2500	5878	500	789	8378	1289	83,8	128,9	14,9	227,6
Napoli	2500	0	500	0	2500	500	25,0	50,0	5,3	80,3
Roma1	2500	0	500	864	2500	1364	25,0	136,4	11,3	172,7
Totale	10000	15882	2000	1653	25882	3653	258,8	365,3	43,7	667,8

- L'andamento delle risorse pledged e' abbastanza regolare negli ultimi anni
- La differenza grossa tra 2024 e 2025 e' che l'anno scorso c'erano parecchie risorse obsolete da rimpiazzare, quest'anno non ci sono dismissioni per Milano