

Consiglio di Sezione, 12 luglio 2022

ATLAS

T. LARI

ATLAS : il rivelatore

ATLAS

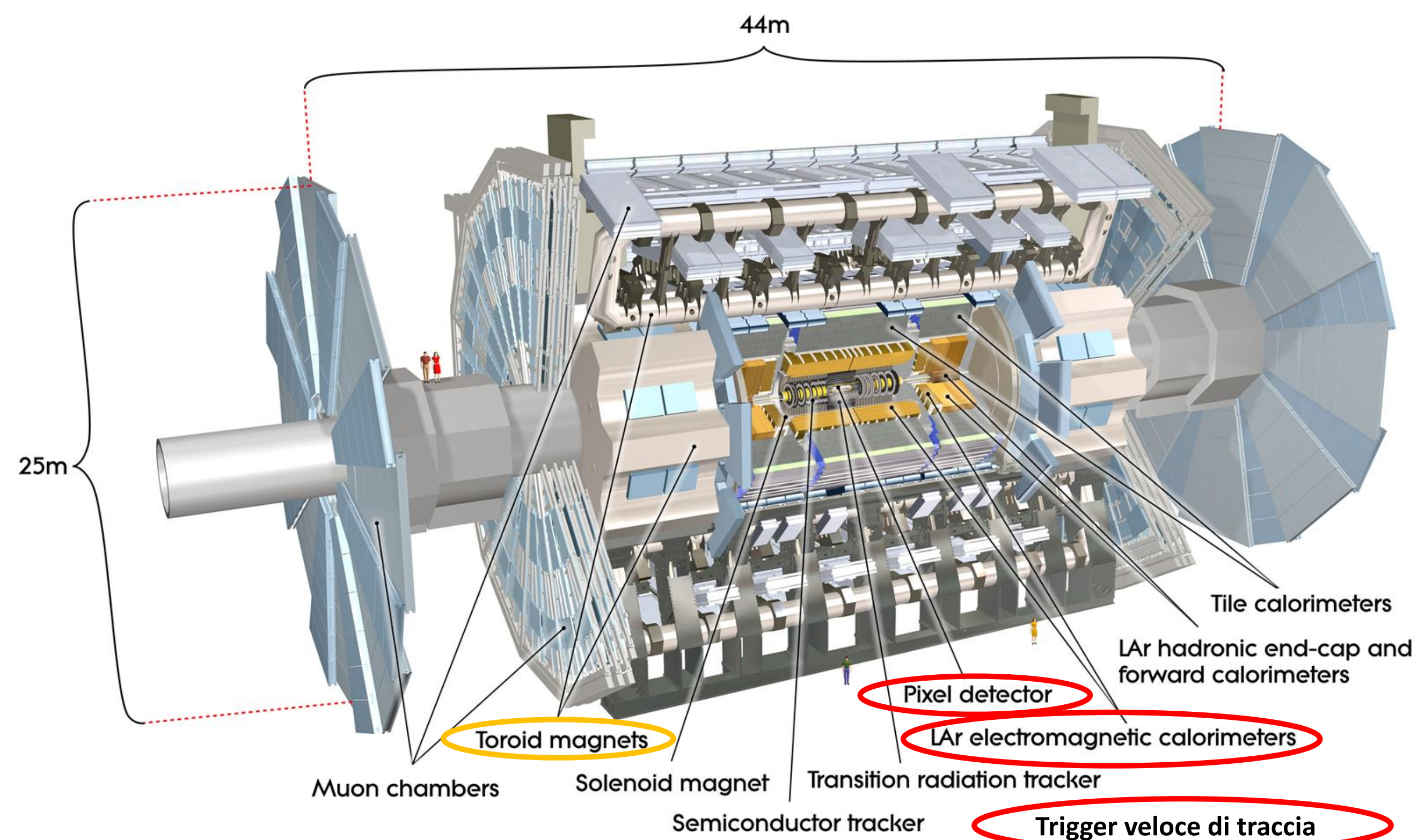
Letter of Intent
for a
General-Purpose pp Experiment
at the
Large Hadron Collider at CERN

...

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



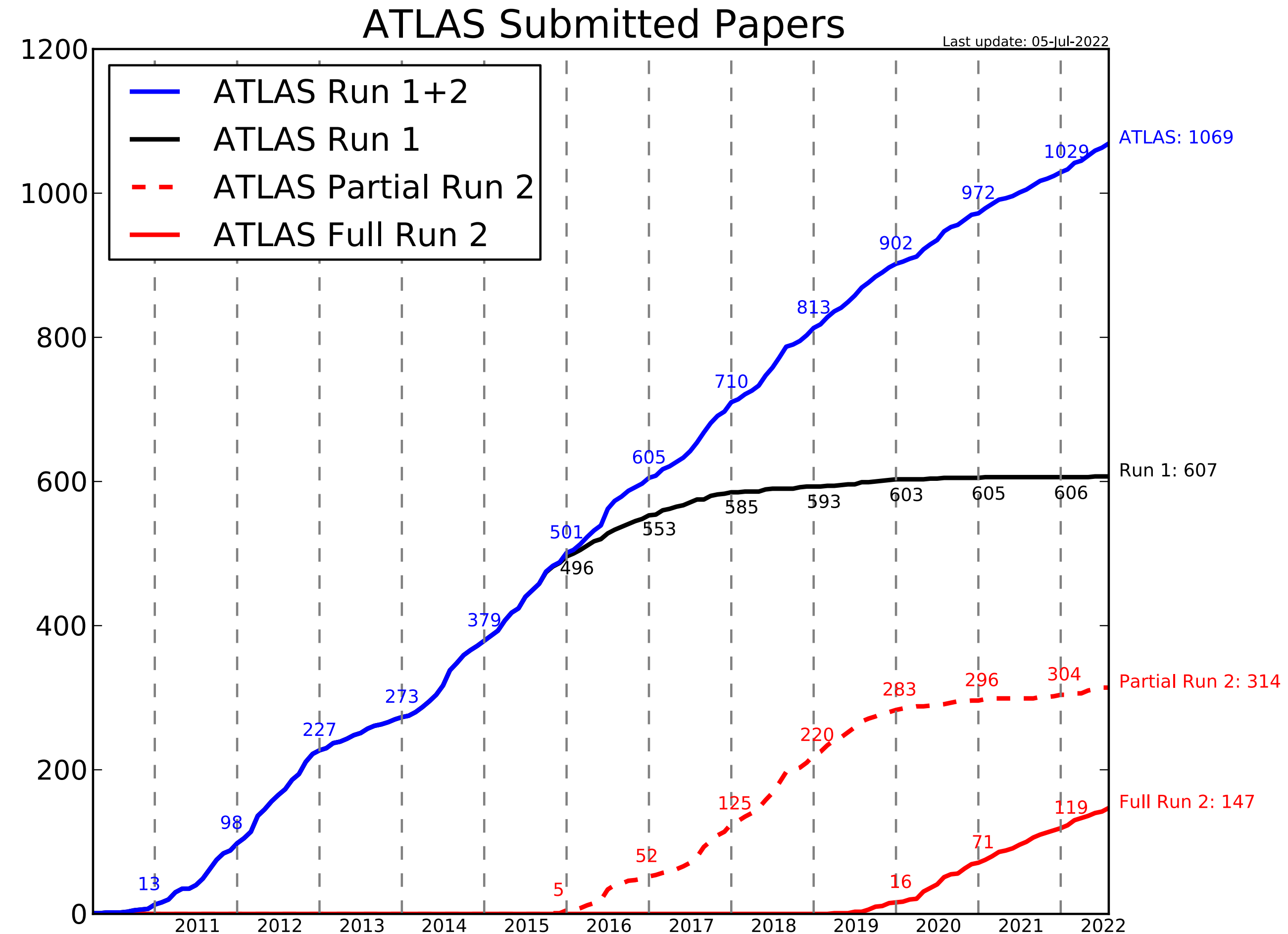
Milano è in ATLAS dalla Letter of Intent (1992)

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

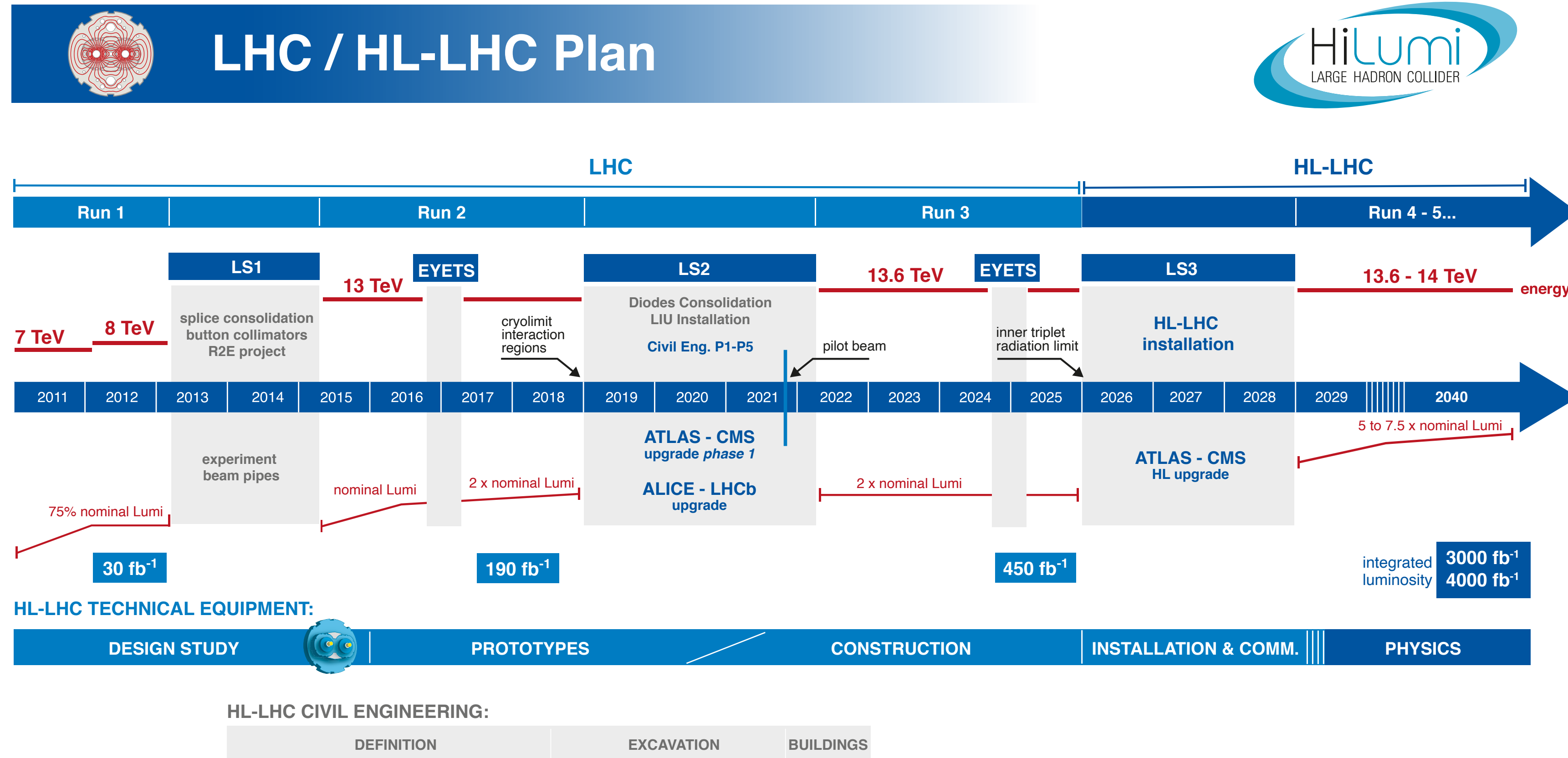
Circa 100 articoli/anno

Negli ultimi mesi gli articoli sono sottomessi a rivista senza lista degli autori e la pubblicazione è congelata in attesa di una decisione sulla firma dei collaboratori di istituti russi. Trattative sono in corsa e ci aspettiamo una proposta da votare a breve



ATLAS, presente e futuro

- Il run 3 è appena iniziato e durerà 4 anni, raccogliendo circa il doppio di dati del run 2
- High-Luminosity phase dal 2029 con grossi upgrade del rivelatore



ATLAS : il nostro contributo

Rivelatore

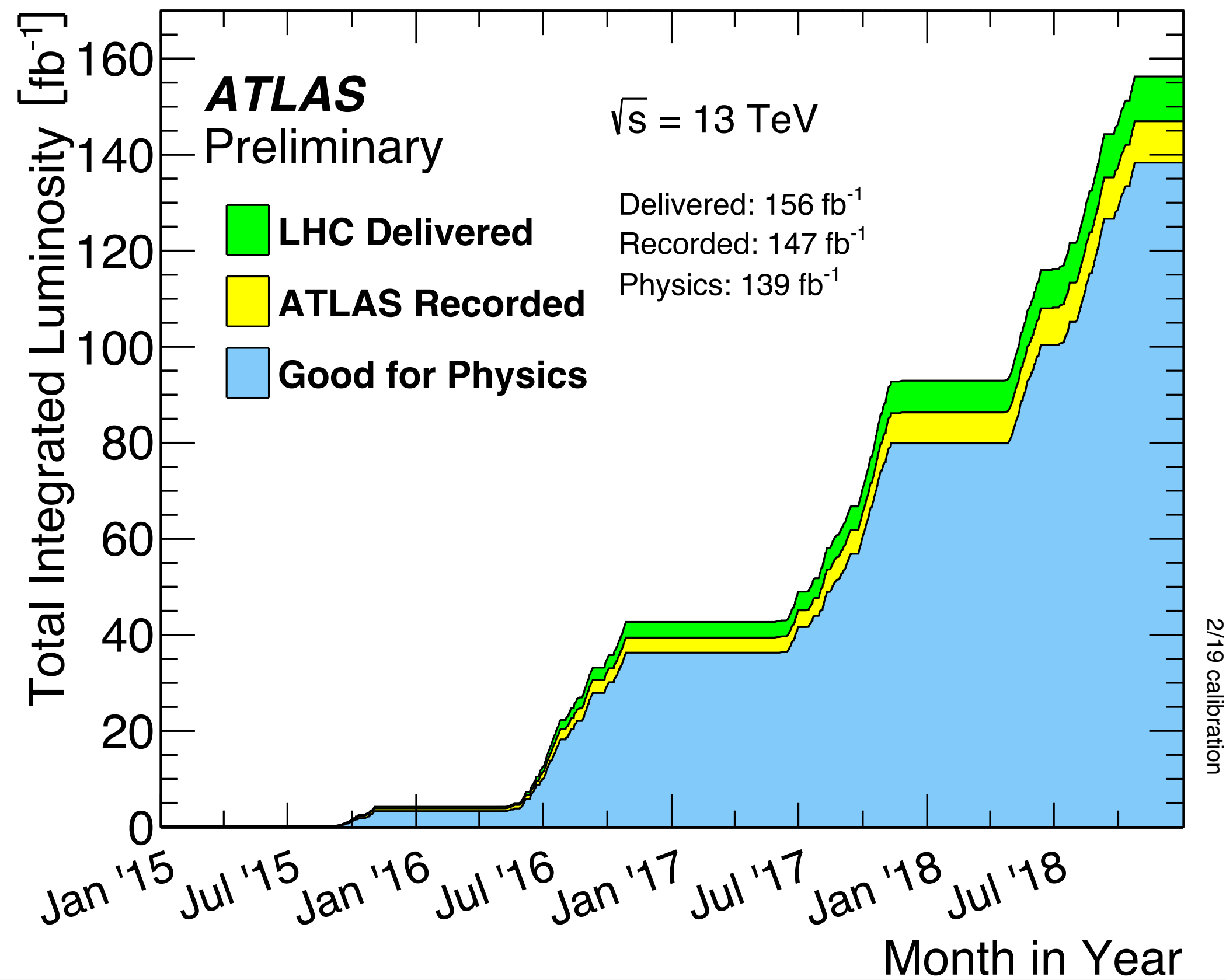
- Costruzione e mantenimento tracciatore a pixel e calorimetro LAr
- Upgrades : elettronica LAr e nuovo rivelatore a pixel

Software e calcolo

- Centro di calcolo di Milano
- Software per i pixel, momento trasverso mancante, ricostruzione elettroni e fotoni

Analisi dati

- Misure di fisica del top, Higgs, fotoni
- Ricerche di supersimmetria, risonanze $\gamma\gamma$, HH production, Materia Oscura



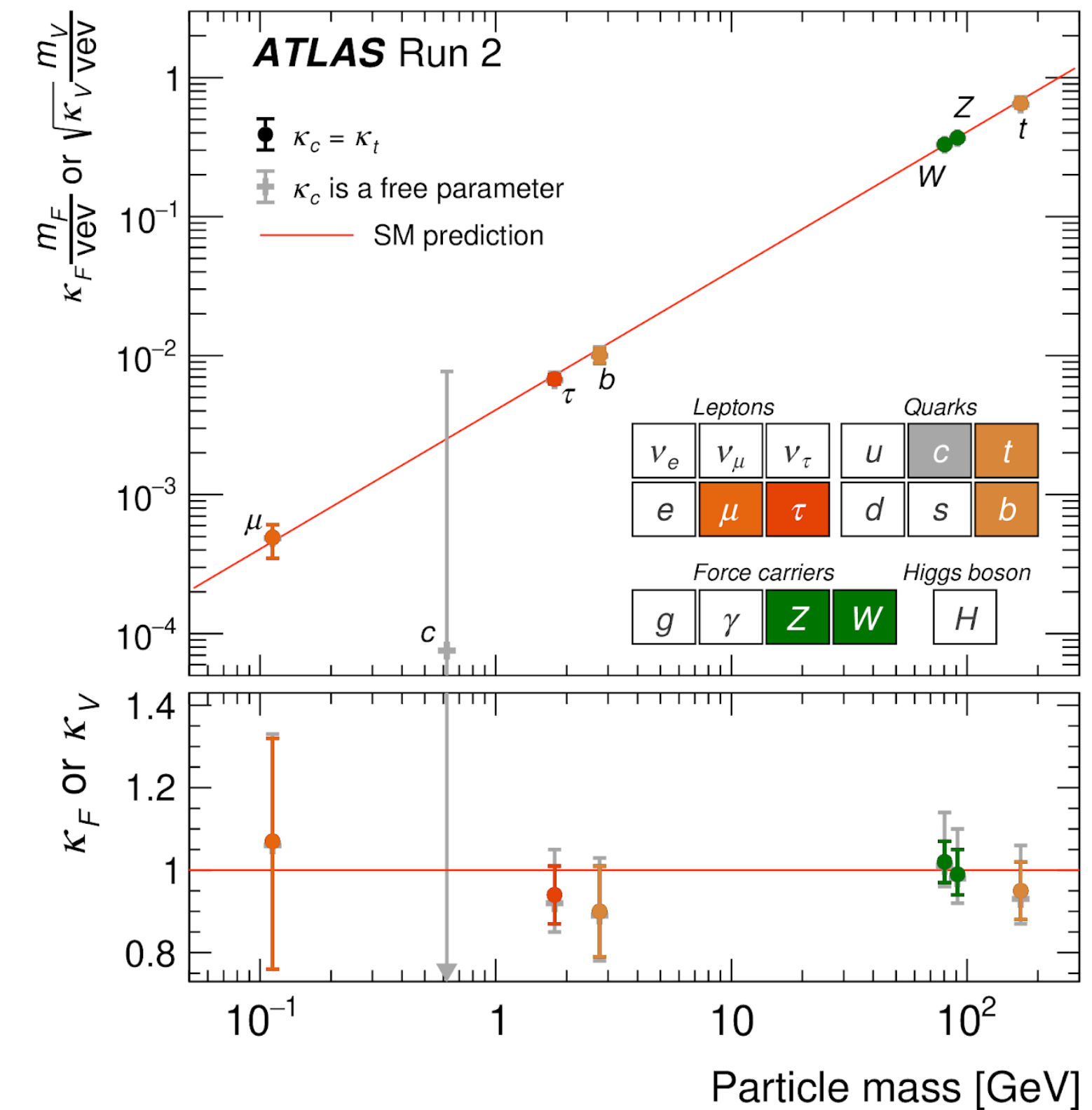
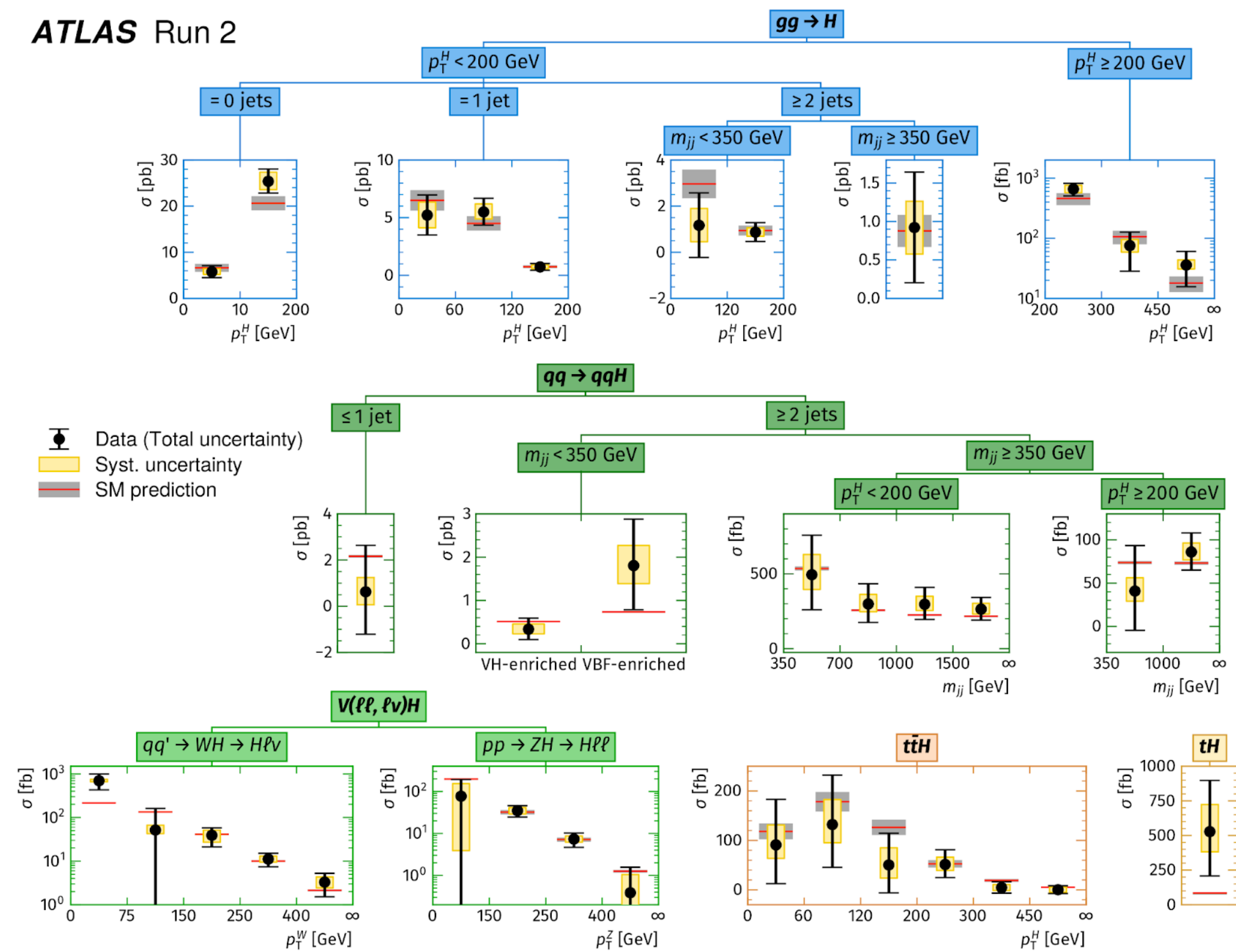
I dati del run 2 sono una miniera di opportunità di fisica

Particle	Produced in 140 fb ⁻¹ pp at $\sqrt{s} = 13$ 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)

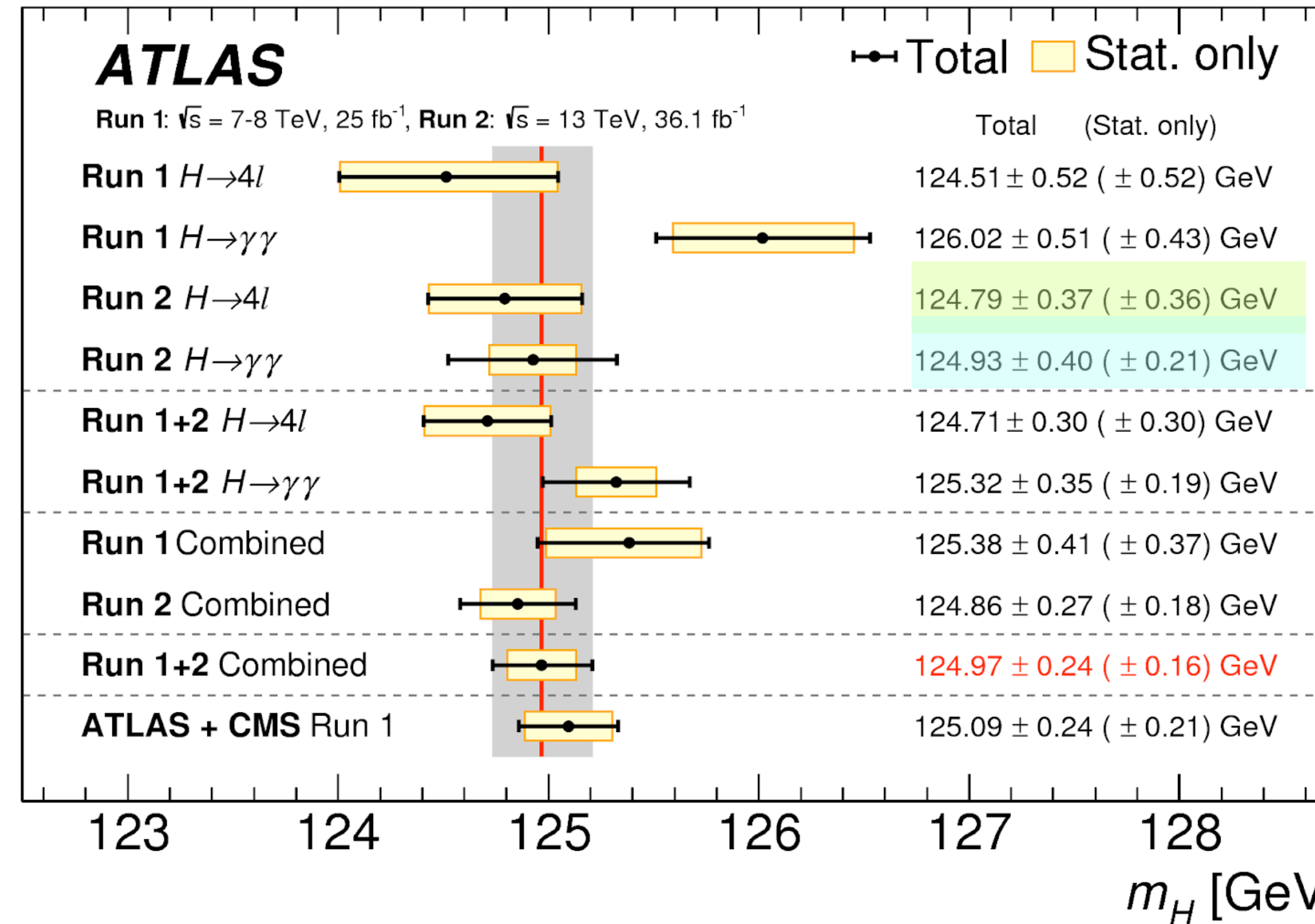
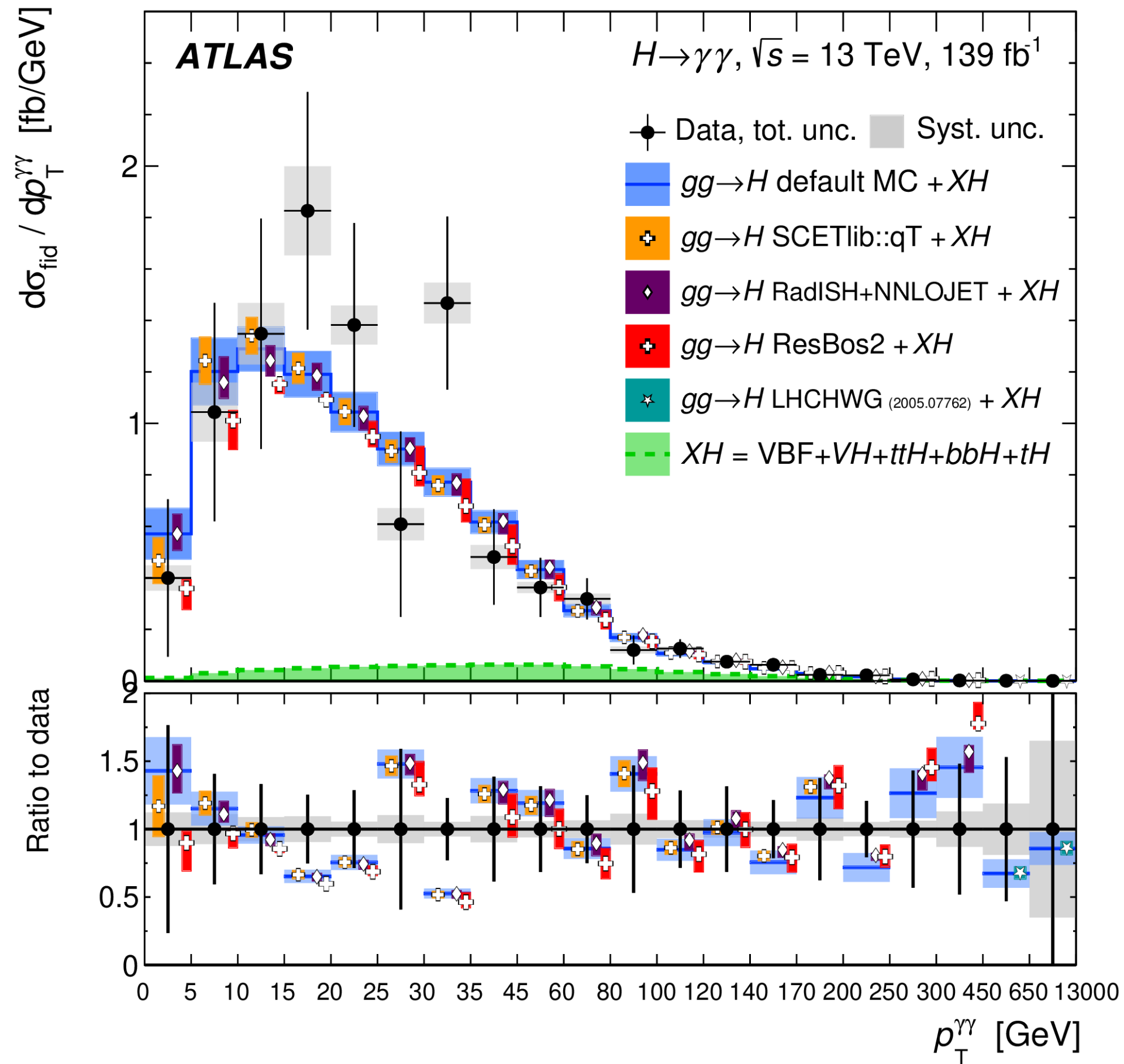
Analisi dei dati di run 2

Happy Birthday Higgs boson!

A [Nature](#) paper summarizes our understanding of Higgs boson physics 10 years after the observation



Higgs to two photons decay latest measurements



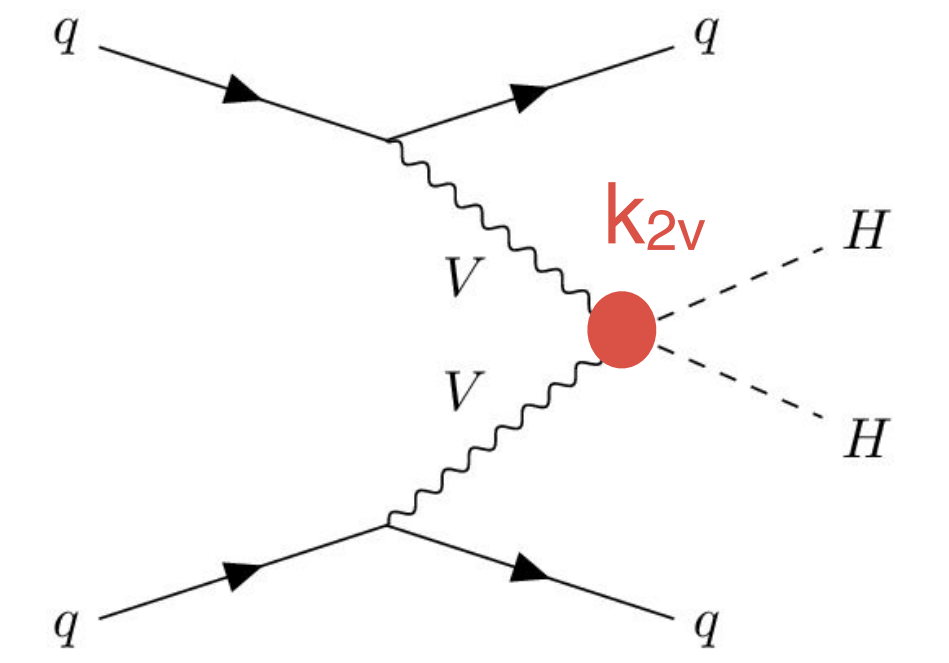
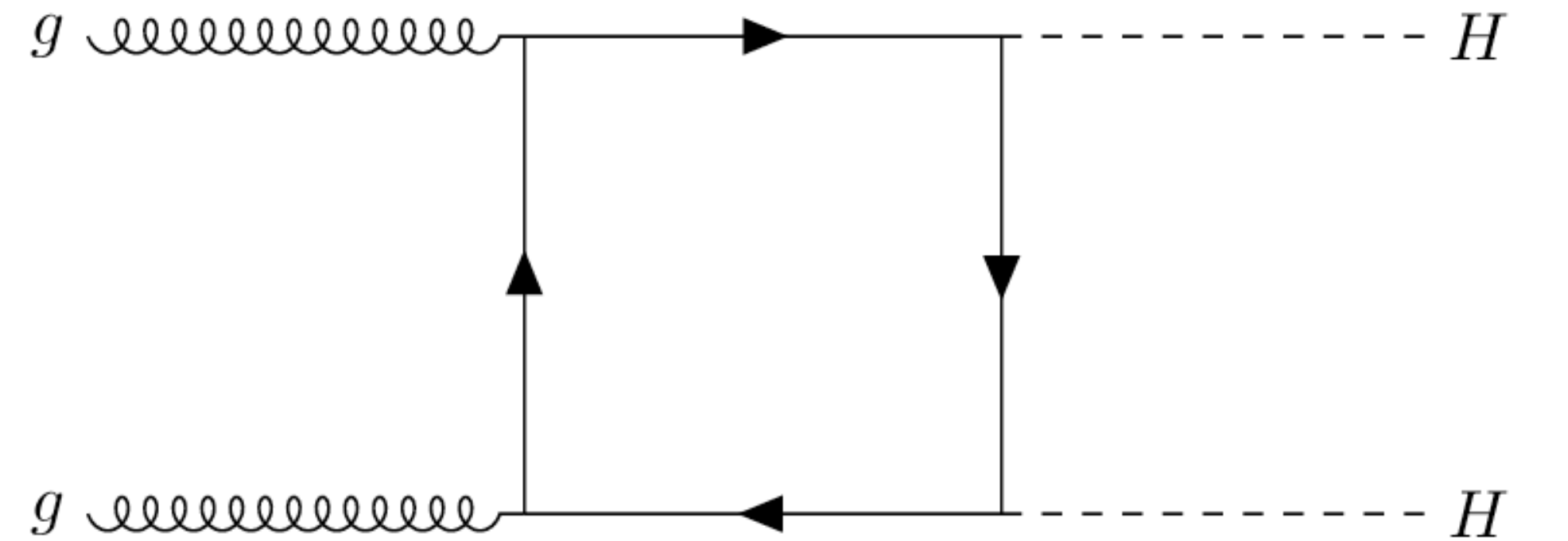
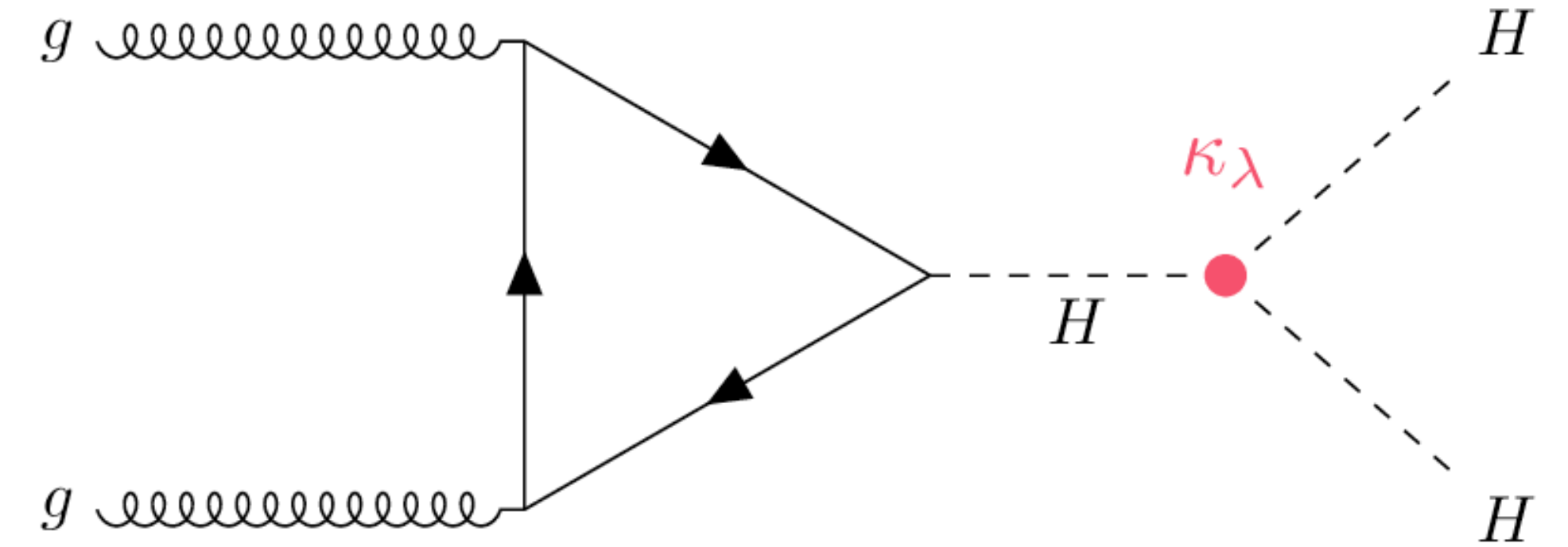
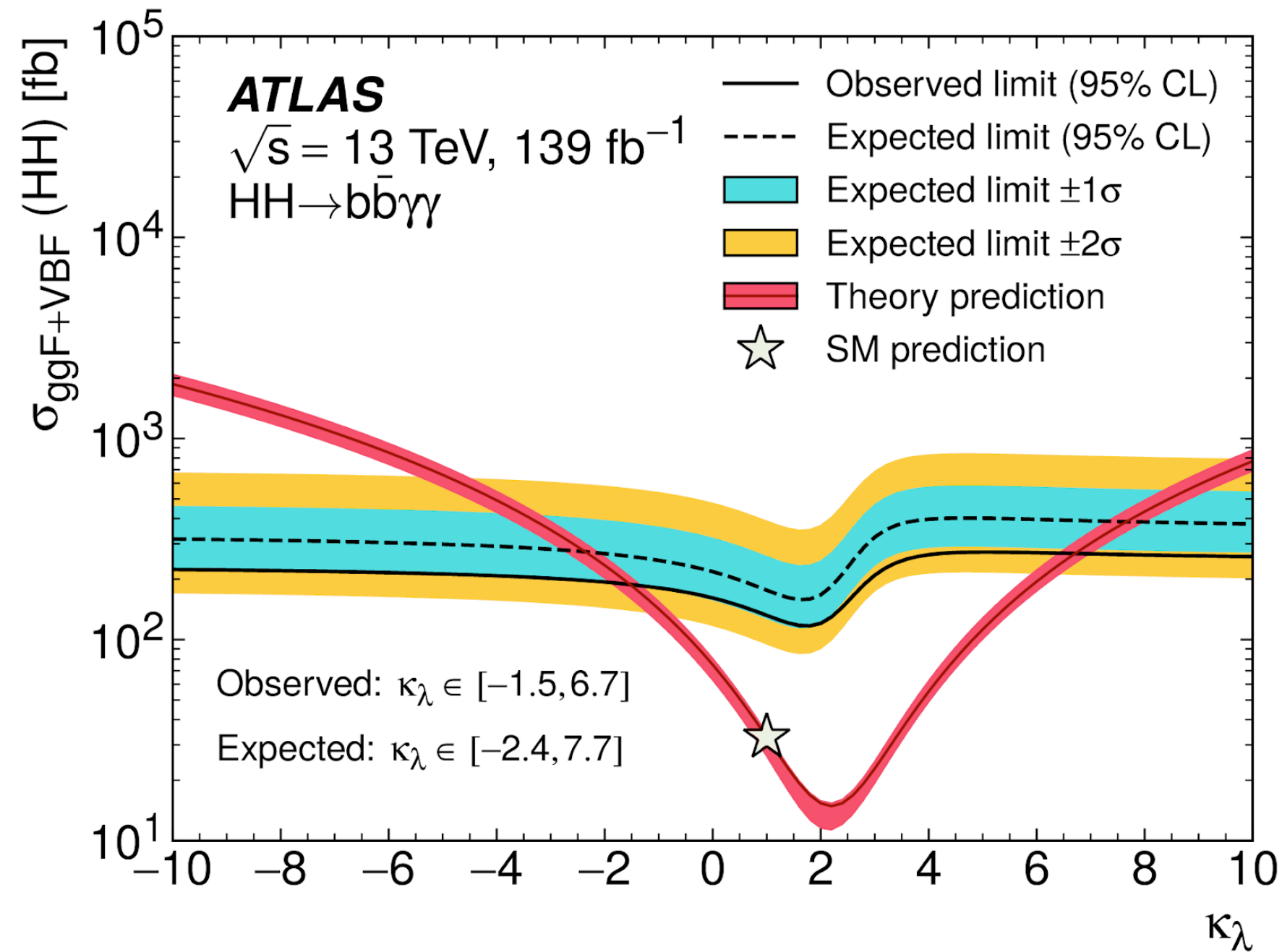
ZZ*(4 lepton) just updated to 124.94 ± 0.18 (0.17 stat) GeV

CMS di-photon measurement has 0.26 GeV precision

- Milano contributes with Carminati, Fanti, Turra, Mungo (PhD), Nasella (laureanda)
- **Cross section measurements** [arXiv:2202.00487 and arXiv:2207.00348]
- **Mass measurement** dominated by systematic uncertainties. Working on new measurements with new photon calibrations and optimized analysis (likelihood categories).

HH searches

- The next challenge in Higgs physics is the scrutiny of the shape of the scalar potential, determined by the self-coupling λ_{HHH}
- λ_{HHH} can be measured looking for di-higgs production: tiny cross section due to the destructive interference of these two diagrams
- bby channel : small branching fraction but cleaner final state
- Excluded a cross section 4.2 times the one predicted by the SM (5.7 expected), constraints on the coupling modifier κ_λ

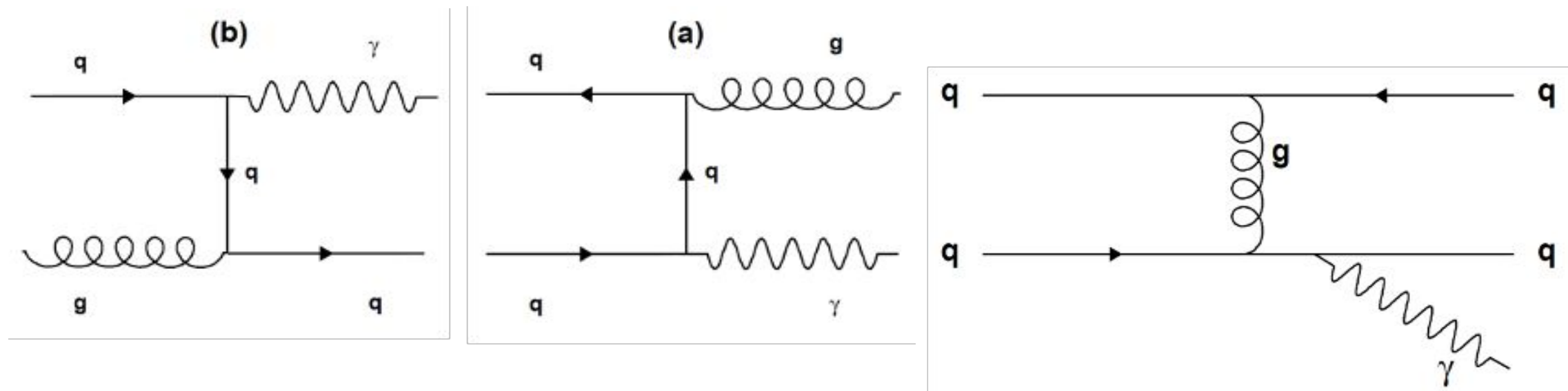


Ongoing : new analysis optimising simultaneously the measurement of κ_λ and κ_{2v}

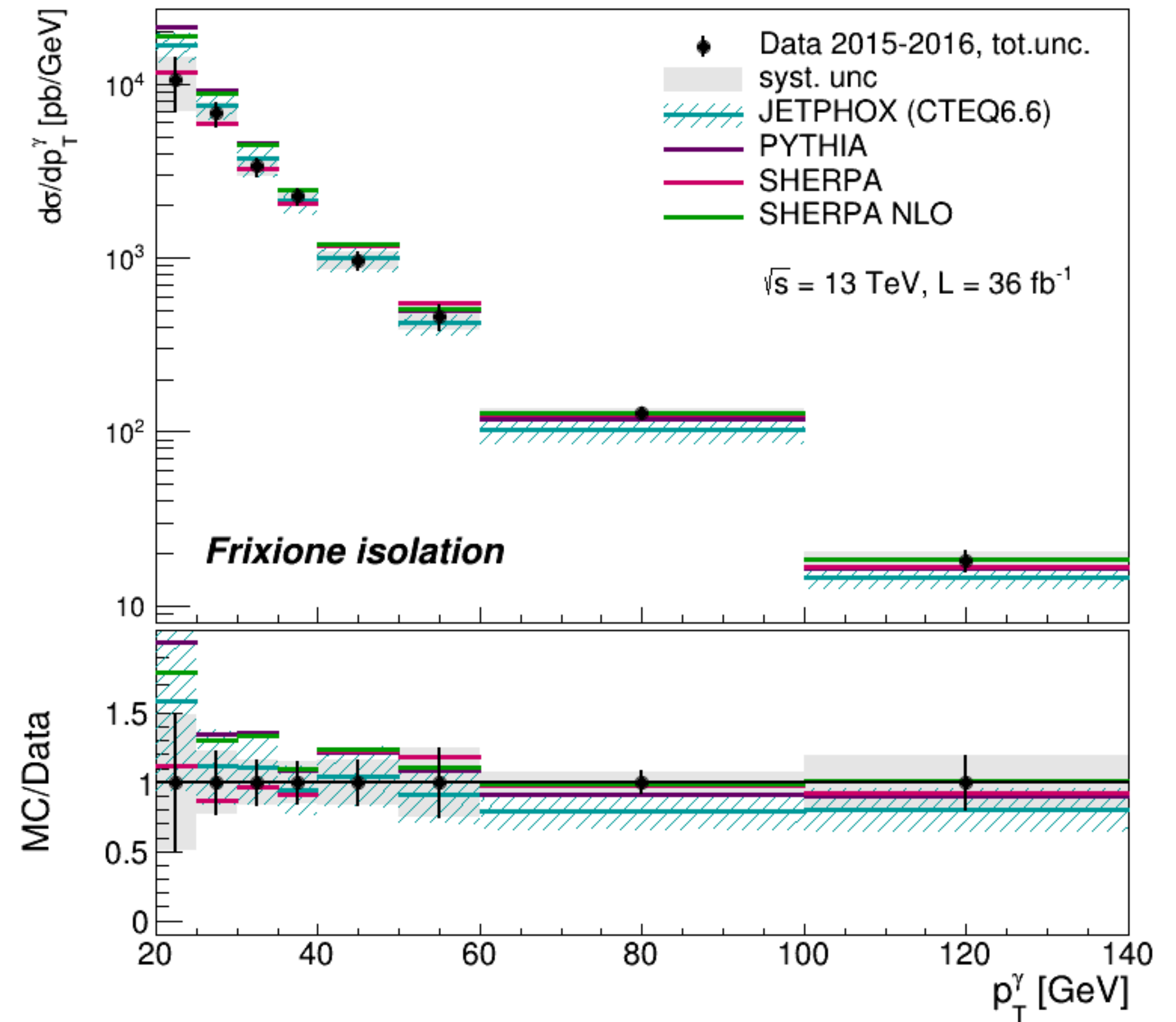
Milano contributes with Carminati, Mazzeo (PhD), Turra

Other analyses with photons

- **Inclusive photon cross section** from direct and bremsstrahlung processes, Carminati, Cella (fellow), Turra



- Frixione isolation allows to get rid of the problematic fragmentation contribution (last diagram)
- Look into the low p_T region, need pre-scaled triggers
- First measurement on 36 fb^{-1} available (internal), full run2 stat ongoing.
- **Search for $\gamma\gamma$ resonances** in 110-170 GeV range, involving Carminati, Daniele (master student), Marcon (post-doc), Mazzeo (PhD), Turra



Fisica del quark top

► Persone coinvolte:

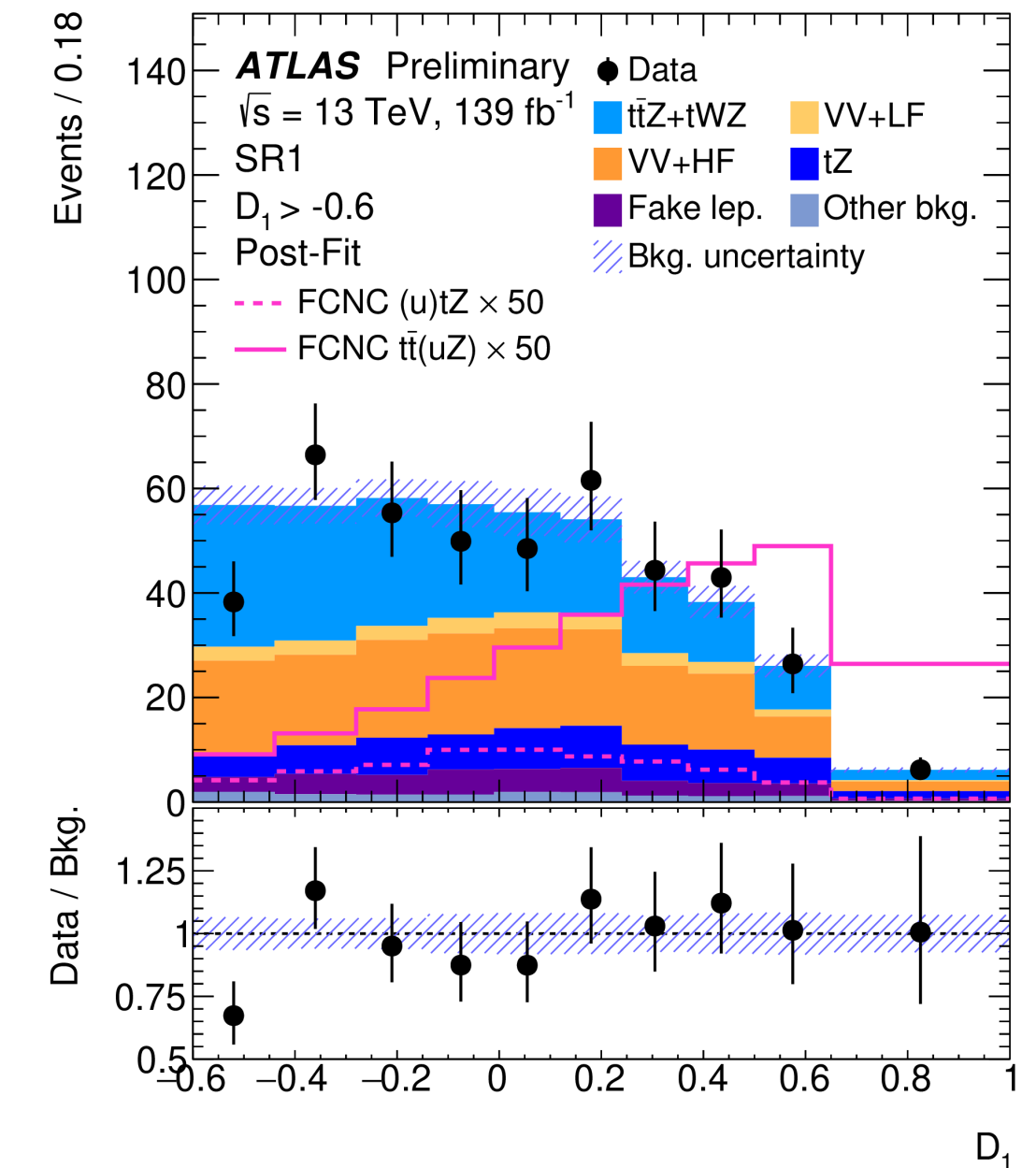
- Lidia Dell'Asta (RTDb)
- Alberto Plebani (LT - laureato 10/2021)
- Niccolò Laurora (LT - laureando)

► Obiettivo:

- studio dell'accoppiamento del **quark top** con il **bosone Z**

► Analisi:

- ricerca di processi **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: [CONF-2021-049](#) per Top2021, paper da sottomettere
- misura del processo di produzione in canale t di un top singolo in associazione con un bosone Z (**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: sviluppo analisi multivariata, richiesta pannello di revisione ATLAS entro fine anno
 - data prevista: estate 2023

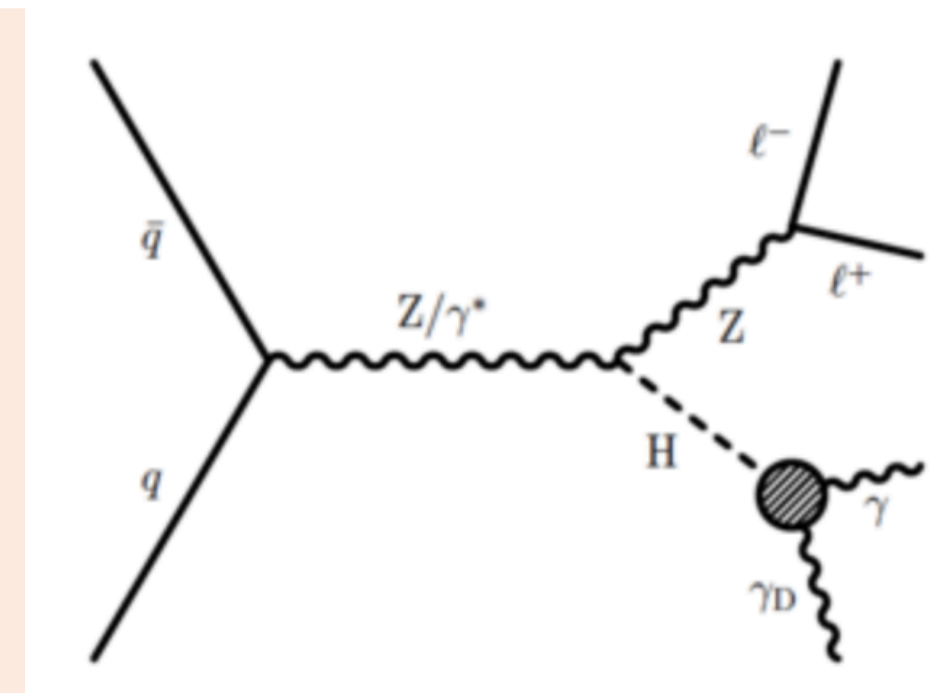


Search for dark-photon (γ_D)

Physics Motivation:

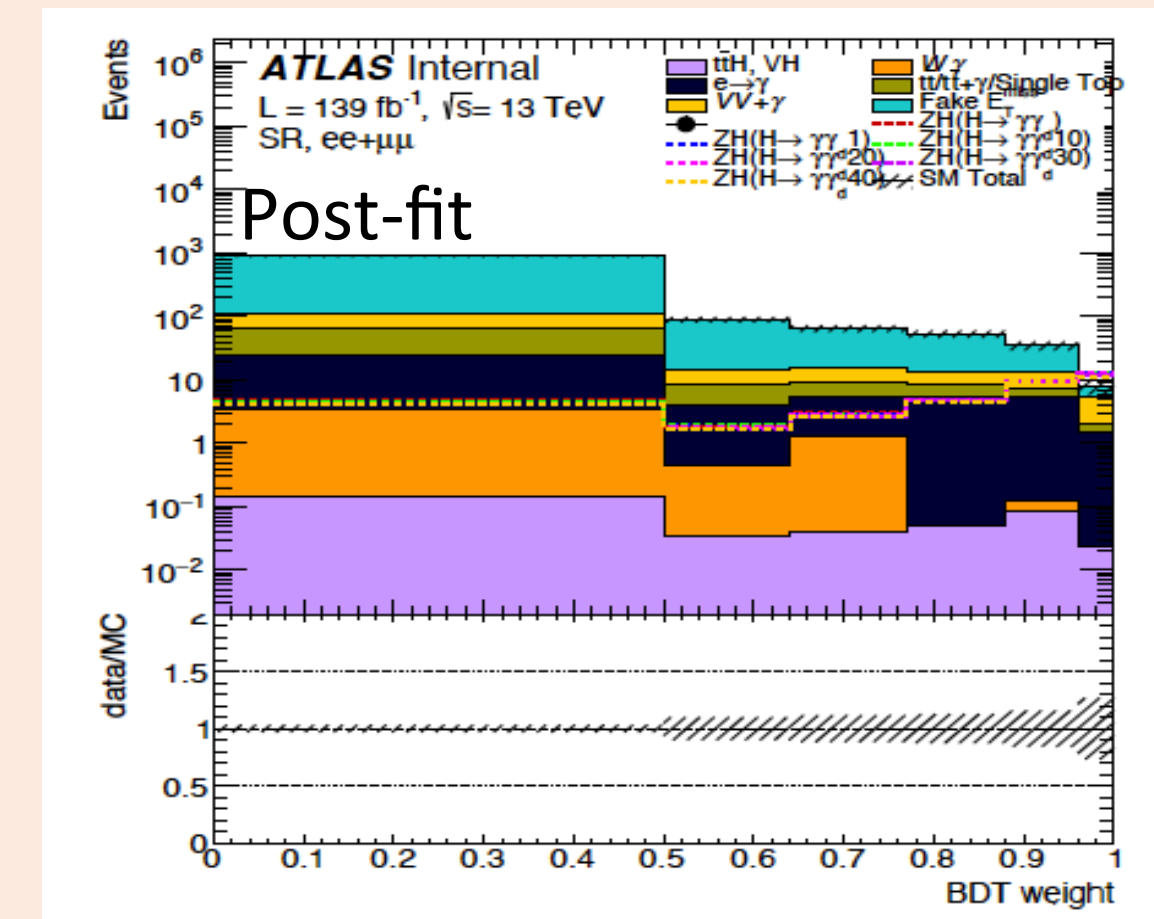
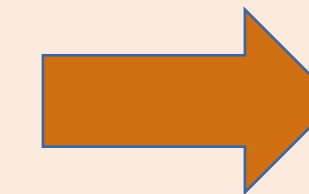
New physics scenario predicts dark photons, as gauge boson mediating interactions between particles of an hypothetical Dark Sector connected to the Standard Model through a Higgs boson portal.

=> **Hypothesis that Dark Matter might be part of a Dark Sector.**



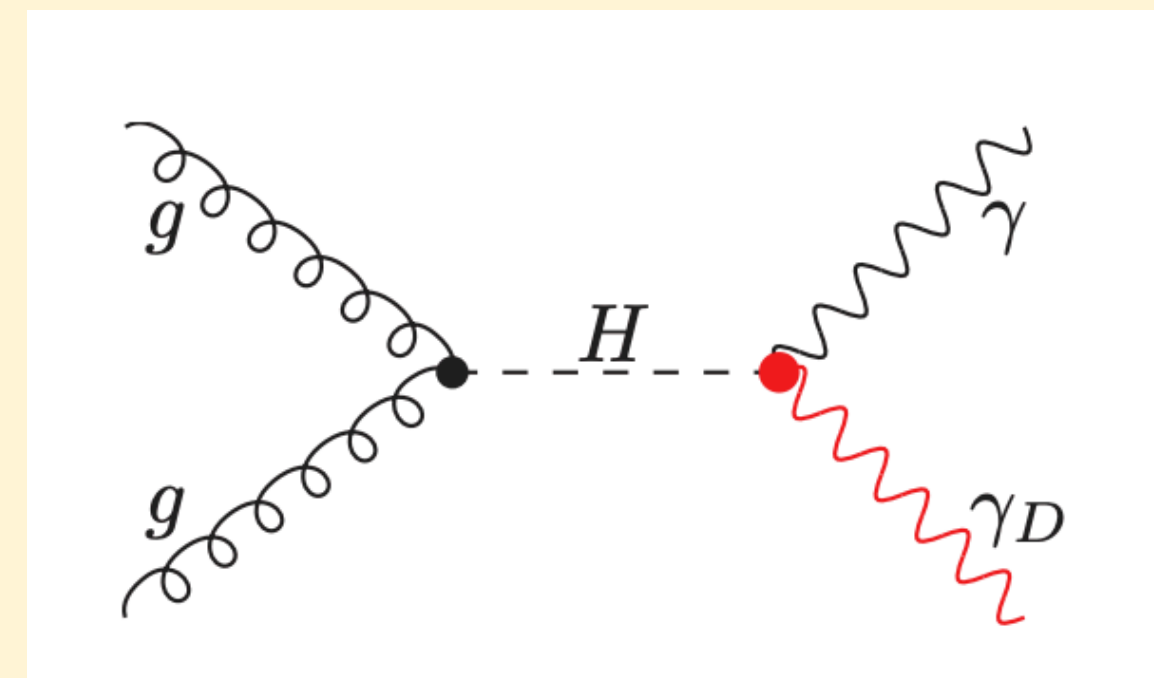
Search for dark-photon from the Higgs decay in ZH production mode (first time in ATLAS):

- 1 photon and E_{miss} from the Higgs plus 2 same-flavor leptons from the Z
- Dominant backgrounds estimated with data-driven techniques: fake-MET (from $Z\gamma$ +jets and Z +jets) and electrons faking photons (from VV and VVV , $V=W,Z$ Boson)
- BDT employed to improve signal/background discrimination and used as discriminant variable
- **Targeting Higgs Hunting 2022 Conference in September**



Search for dark-photon in Mono-photon signature:

- 1 photon and E_{miss} in final state
- Reinterpretation of Mono-photon analysis (JHEP 02 (2021) 226) in high mass Higgs-like resonances decaying in photon + dark photon
- Understanding the process in ggF production mode (still uncovered), prepare for Run3



Leading contribution by Milano group, many students involved:

Marcello Fanti, Silvia Resconi, Federica Piazza (PhD), Matthias Vigl (master student) + bachelor students: Dario Pullia, Denise Tantucci, Andrea Mitta, Giulia Maineri, Matilde Uboldi.

Supersimmetria

Ballabene (PhD), Carra, Lari, Murrone, Sala*

* laureando

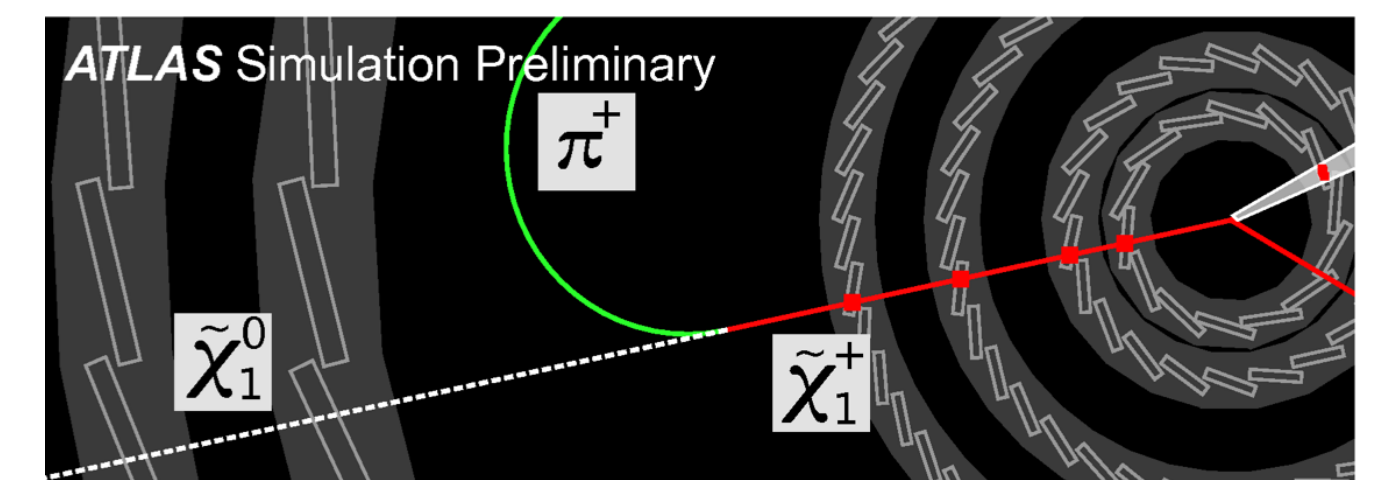
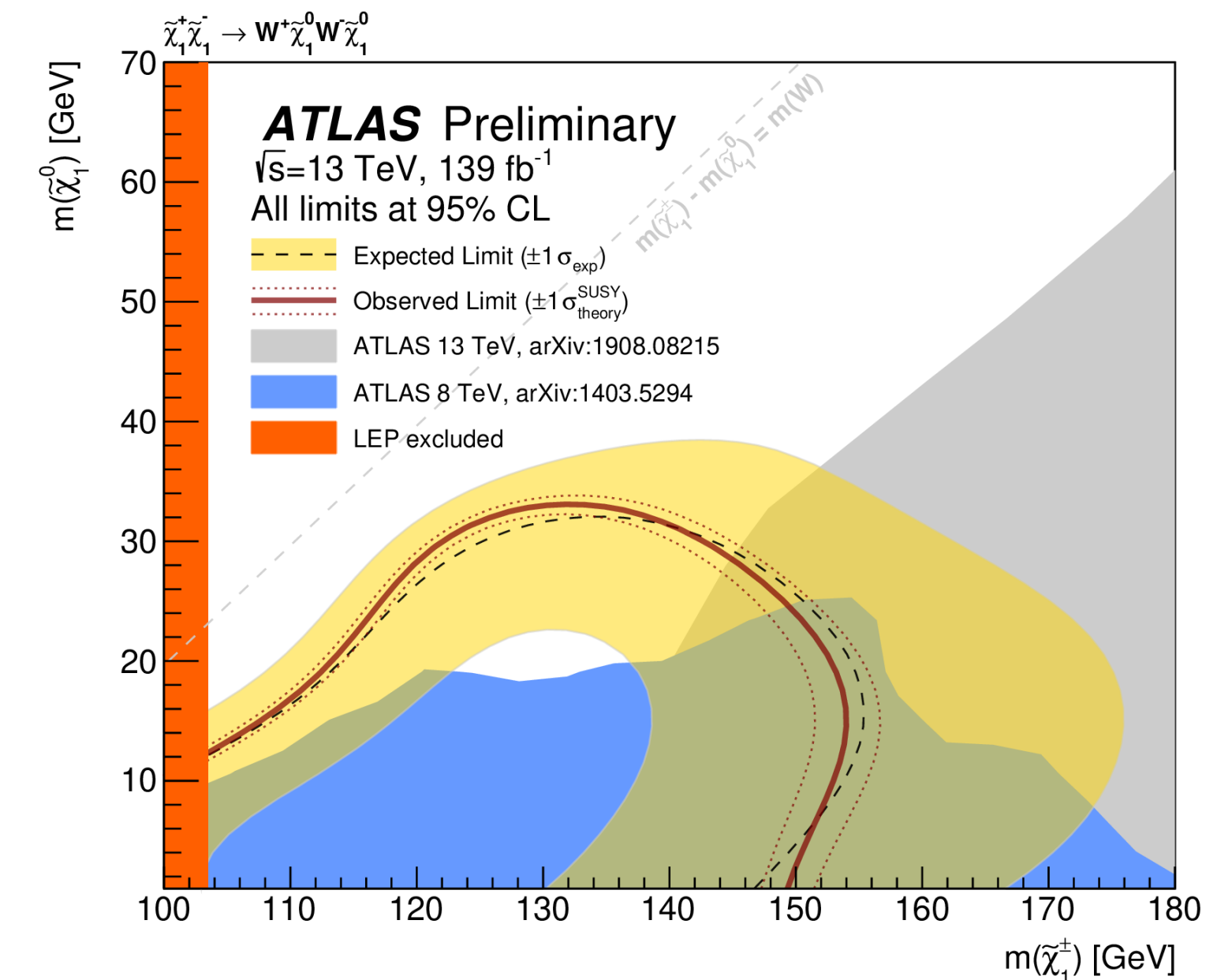
Target : processi di produzione elettrodeboli, limiti di LEP ancora da superare se le differenze di massa sono abbastanza piccole (difficili da triggerare e separare dal fondo a un collisore adronico).

Persone coinvolte : Ballabene (PhD), Carra (post-doc), Lari, Murrone (post-doc), Sala(laureando)

Analisi per $\Delta m(\chi^\pm, \chi^0) = 20\text{-}100$ GeV : ricostruzione leptoni di basso momento, **reti neurali** per separare segnale e fondo

Analisi per $\Delta m(\chi^\pm, \chi^0) = 0.5\text{-}2$ GeV : identificazione **pioni soffici** prodotti a una certa distanza dalla collisione primaria

We choose **electroweak production with compressed spectra at an hadron collider** and do the other things, not because they are easy, but because they are hard, because that goal will serve to organize and measure the best of our energies and skills, because that challenge is one that we are willing to accept, one we are unwilling to postpone, ...



Performance e software

- **Elettroni e fotoni**

- L. Carminati e R. Turra (**convener del gruppo**), Pisoni (laureanda), Mungo (PhD)
- Identificazione di fotoni, classificazione elettroni/fotoni, calibrazione, ricostruzione vertice primario in H
=> $\gamma\gamma$

- **Momento trasverso mancante MET** (indica la presenza di neutrini o altre particelle debolmente interagenti)

- F. Piazza (PhD), calcolo della MET con global particle flow, S. Resconi, D. Cavalli

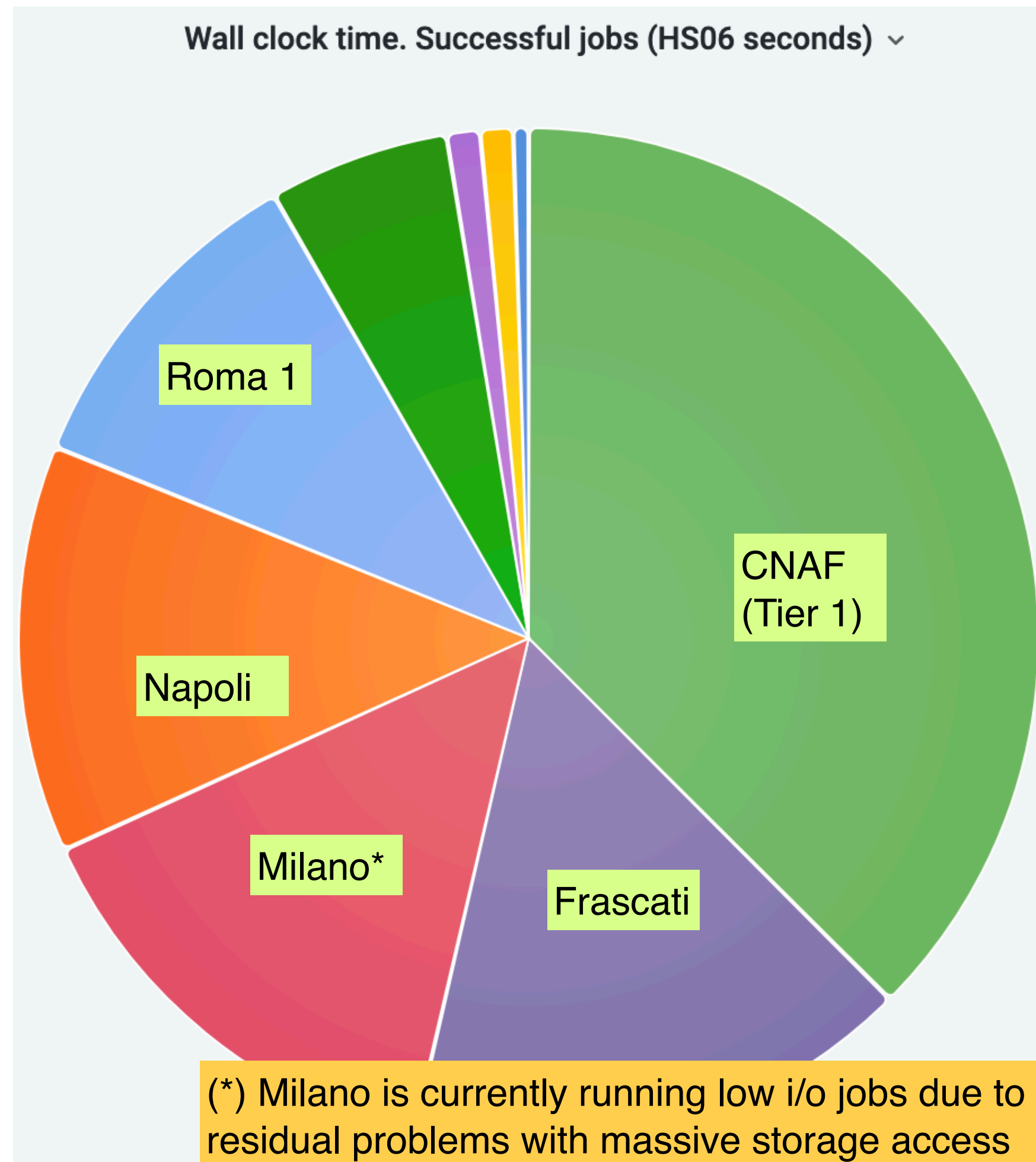
- **Fondo cosmico e di fascio :**

- S. D'Auria, chair del pannello di revisione di un articolo

- **Simulazione MC**

- T. Lari (convener), preparazione MC di Run 3 e R&D per gli upgrade di alta luminosita'

Calcolo a Milano



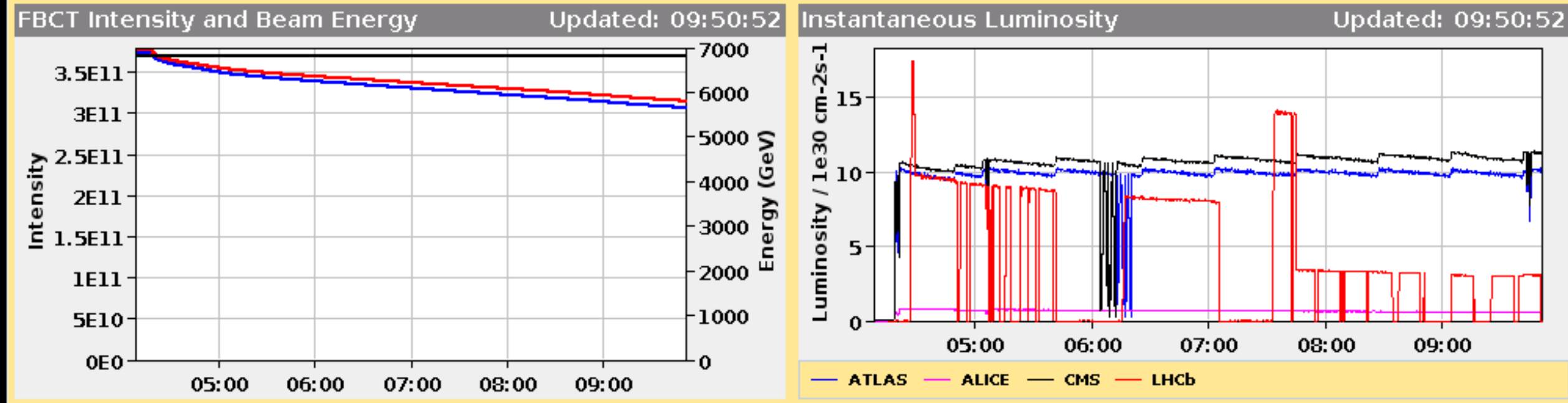
- Milano è uno dei 4 centri di calcolo T2 di ATLAS con Frascati, Napoli e Roma1
- Milano T2 ha al momento ~ 4000 job slots (~ 30k HS06) e ~ 2 PB di disco
- T2 lavora 24/7 (!) per il calcolo di ATLAS con efficienza ~ 90% :
 - Ottime prestazioni negli ultimi 2 anni nonostante il covid e qualche problema residuo con l'accesso allo storage
- Computing activities : INFN computing model (in view of the PNRR National Computing Center) evolving towards a cloud based approach to the computing resources
 - Caterina Marcon (new post-doc) working on the exploitation of a complex physics analysis (Higgs to two photons decay) on INFN cloud resources
 - Need to explore how to allocate resources, resolve dependencies, data access
 - Dissemination and training will be an important part of the job as well
- **Fondamentale contributo del centro calcolo**

PROTON PHYSICS: STABLE BEAMS

Energy: **6800 GeV** | **B1:** **3.03e+11** | **B2:** **3.01e+11**

Beta* IP1: **0.30 m** Beta* IP2: **10.00 m** Beta* IP5: **0.30 m** Beta* IP8: **2.00 m**

Inst. Lumi [(ub.s)⁻¹] IP1: **10.00** IP2: **0.57** IP5: **11.26** IP8: **0.00**



Comments (06-Jul-2022 05:09:17)

**** STABLE BEAMS @ 6.8 TeV ****

XRPs IN
beta* levelling ON

BIS status and SMP flags

	B1	B2
Link Status of Beam Permits	true	true
Global Beam Permit	true	true
Setup Beam	false	false
Beam Presence	true	true
Moveable Devices Allowed In	true	true
Stable Beams	true	true

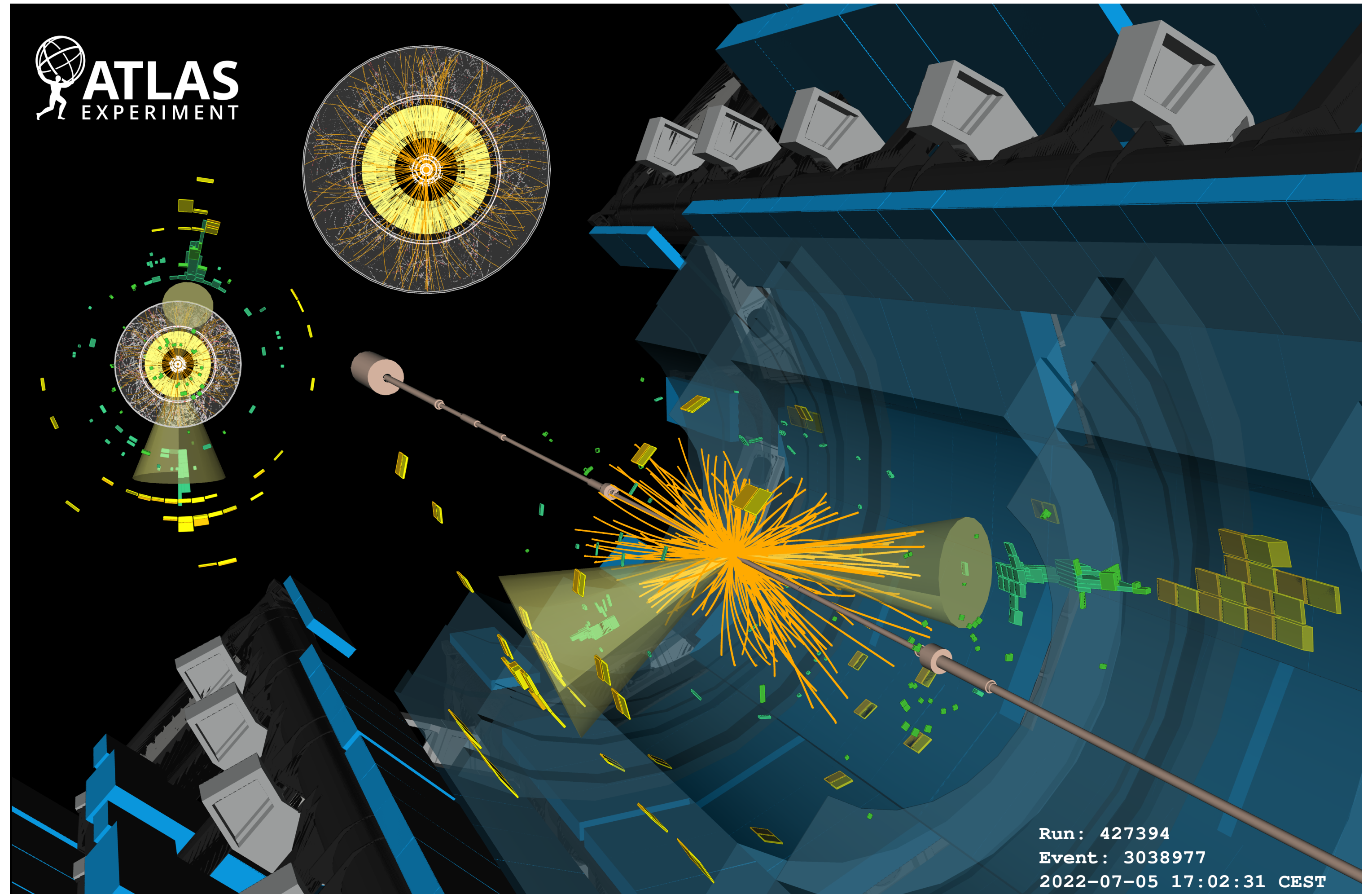
PM Status B1 **ENABLED** PM Status B2 **ENABLED**

AFS: Single_3b_2_2_2

Run 3

Partenza del nuovo run

- Prime collisioni con fasci stabili a 13.6 TeV il 5 luglio
- La luminosita' massima ($2 \cdot 10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$) dovrebbe essere raggiunta in circa un mese
- Commissioning degli upgrade di fase 1 (trigger LAr, new small wheel per muoni) in corso.



LAr run 3

Durante LS2 il trigger del calorimetro LAr è stato upgradato per avere una migliore reiezione durante il Run 3, nonostante l'aumento della luminosità :

Granularità aumentata di circa un fattore 10, E_T disponibile per ogni layer, miglioramento della risoluzione, digitalizzazione dei segnali

Migliore utilizzo della forma degli sciami per discriminare tra oggetti elettromagnetici e jet nella selezione del trigger

Milano ha contribuito con la produzione di una tipologia di baseplane dei crate dell'elettronica di front-end e con le schede mezzanine di alimentazione (PDB) delle nuove schede di trigger

questi item sono stati prodotti, testati, installati e sono attualmente in funzione nel rivelatore come previsto

Siamo anche responsabili del sistema di alta tensione del calorimetro

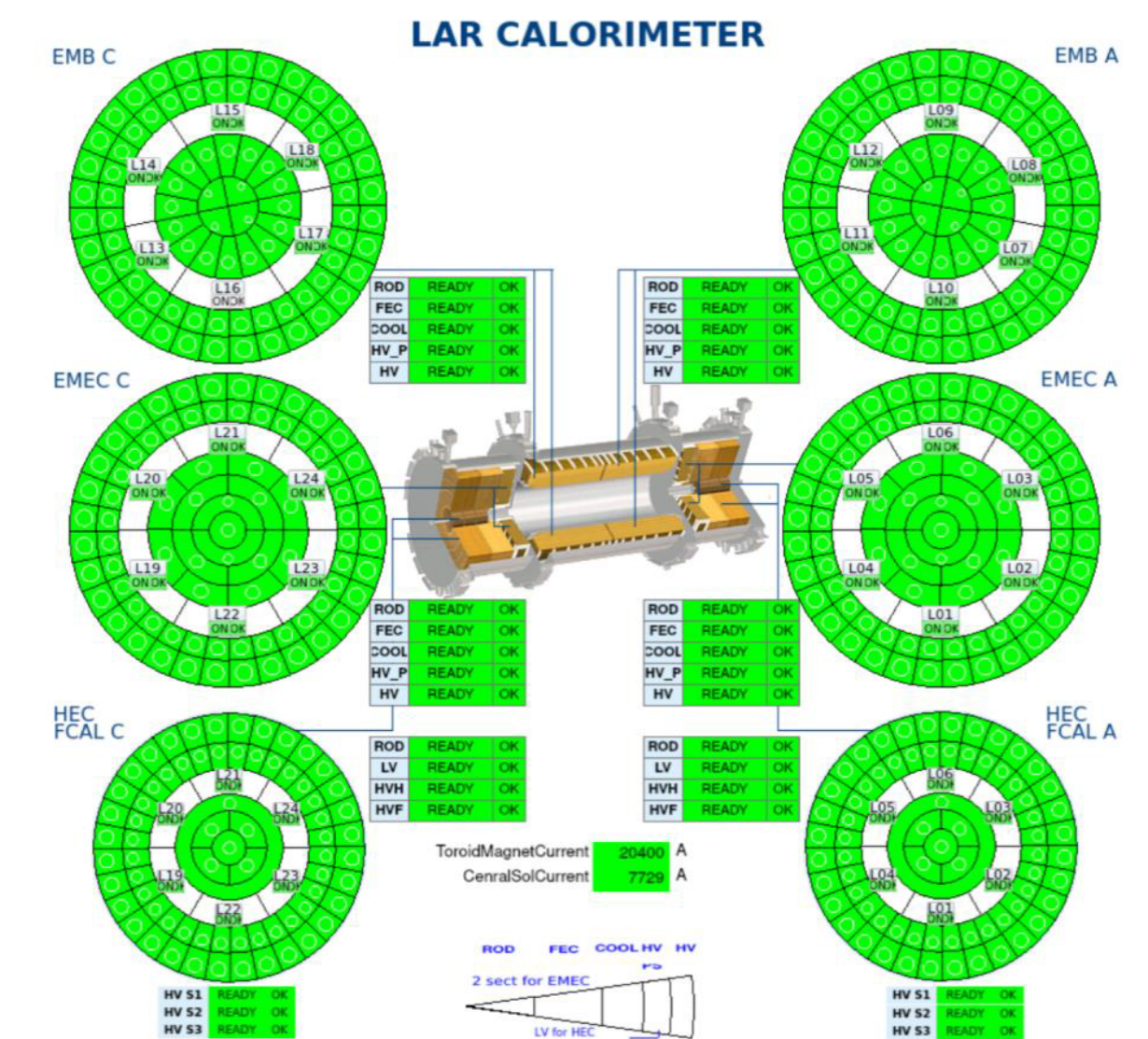
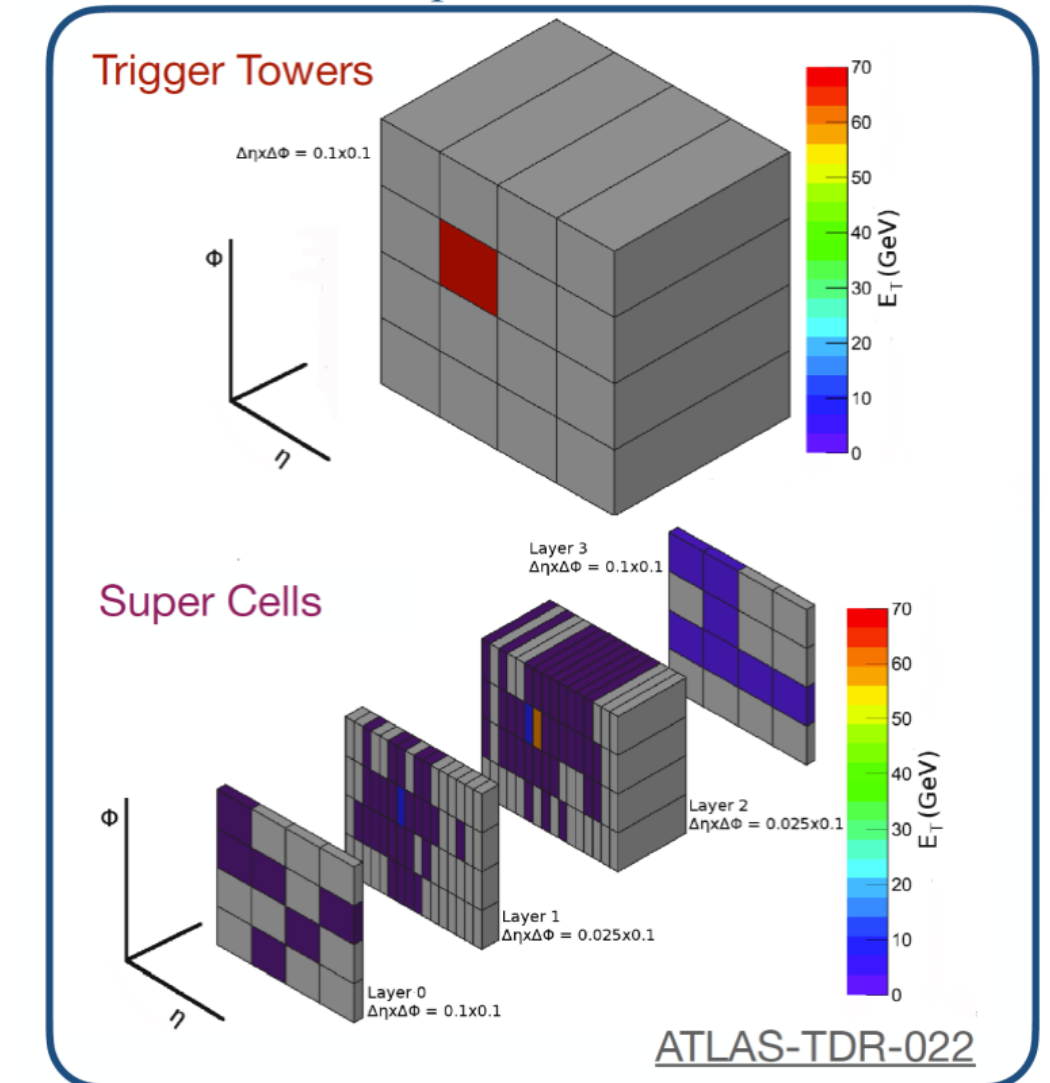
Durante lo shutdown sono stati installati moduli di ultima generazione (Iseg) e i fw sono stati aggiornati all'ultima versione

Il sw è stato aggiornato alle ultime versioni di WinccOA e del Iseg OPC-UA, tutti gli scripts e pannelli di monitoring e controllo sono stati aggiornati

Il sistema è stato portato a tensione nominale lo scorso marzo e sta funzionando senza problemi

A. Carbone, M. Citterio, S. Latorre, M. Lazzaroni, L. Nasella, F. Piazza, F. Sabatini, F. Tartarelli

An electron with $E_T = 70$ GeV seeing by:



LAr in run 3

Ad oggi il calorimetro è in funzione col nuovo trigger e col trigger legacy dallo scorso marzo

Gli eventi splash e le collisioni sono state usate per validare la stabilità del sistema

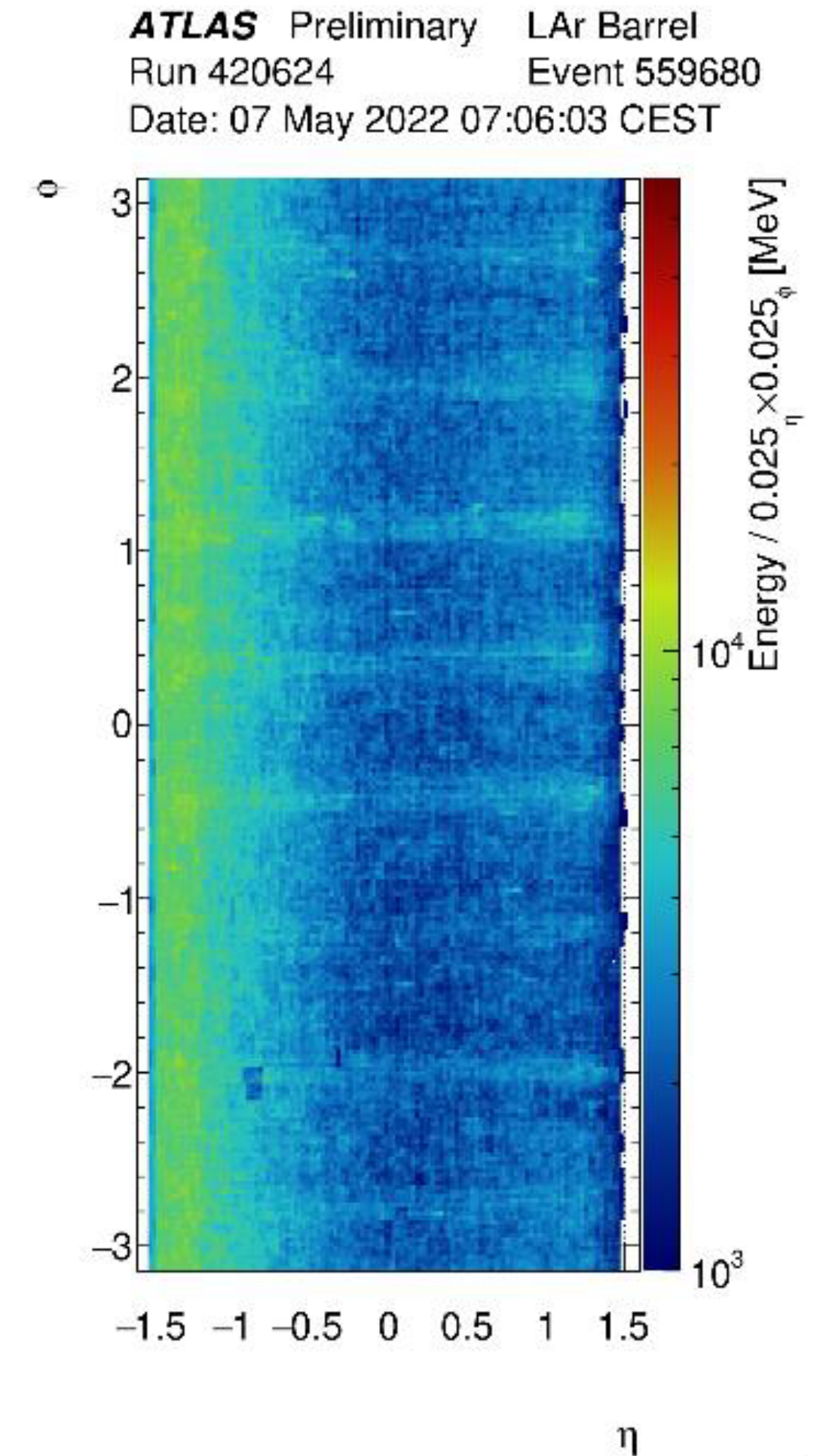
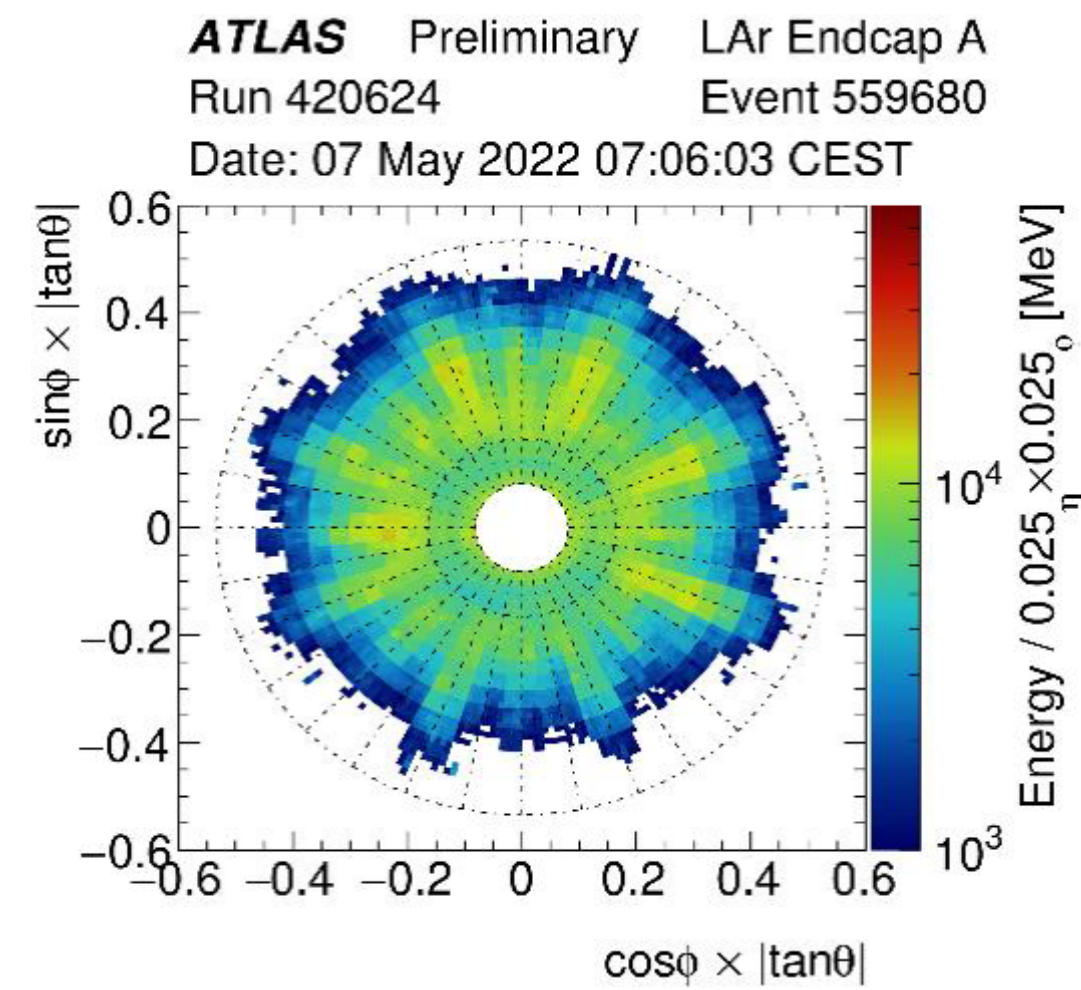
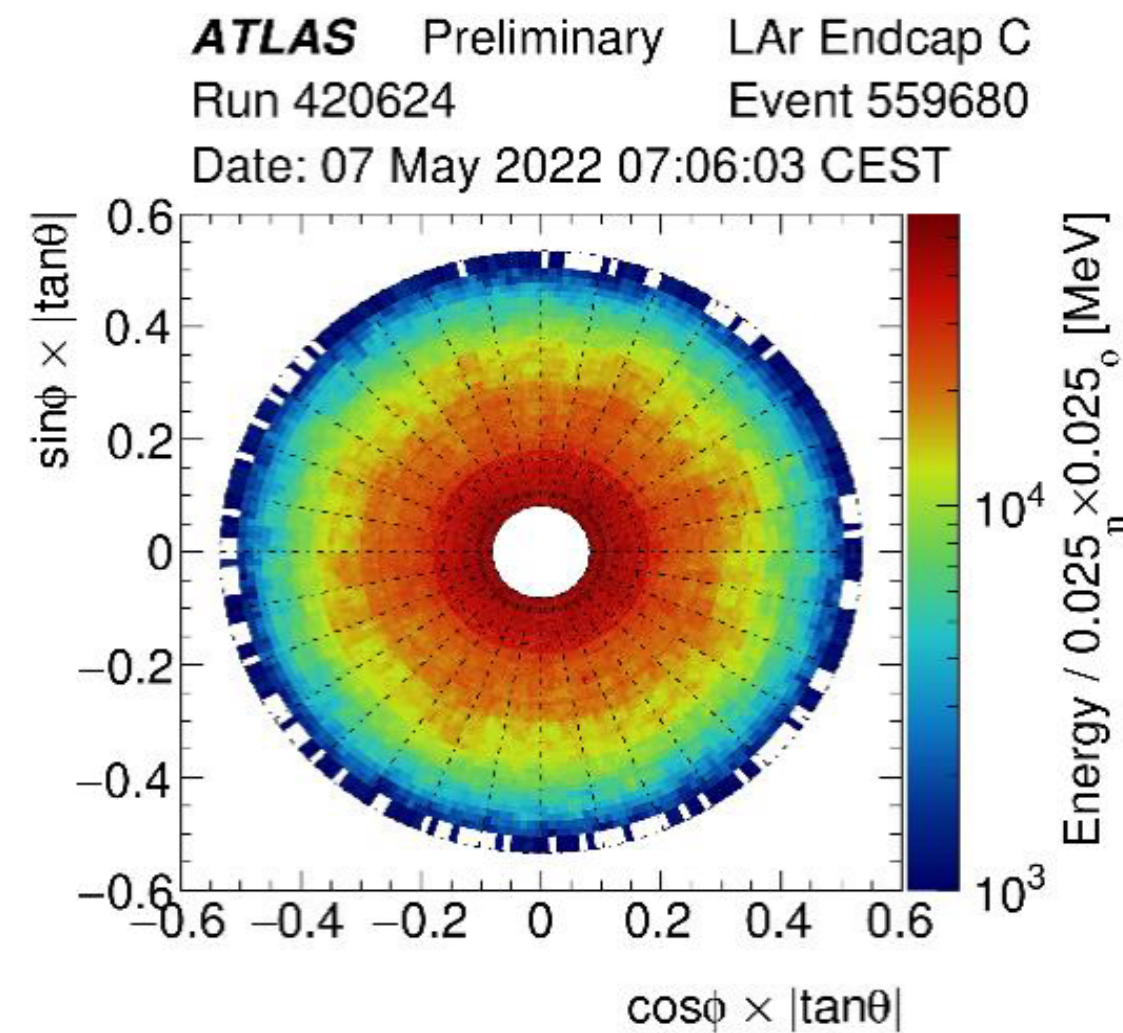
Il readout principale è operativo

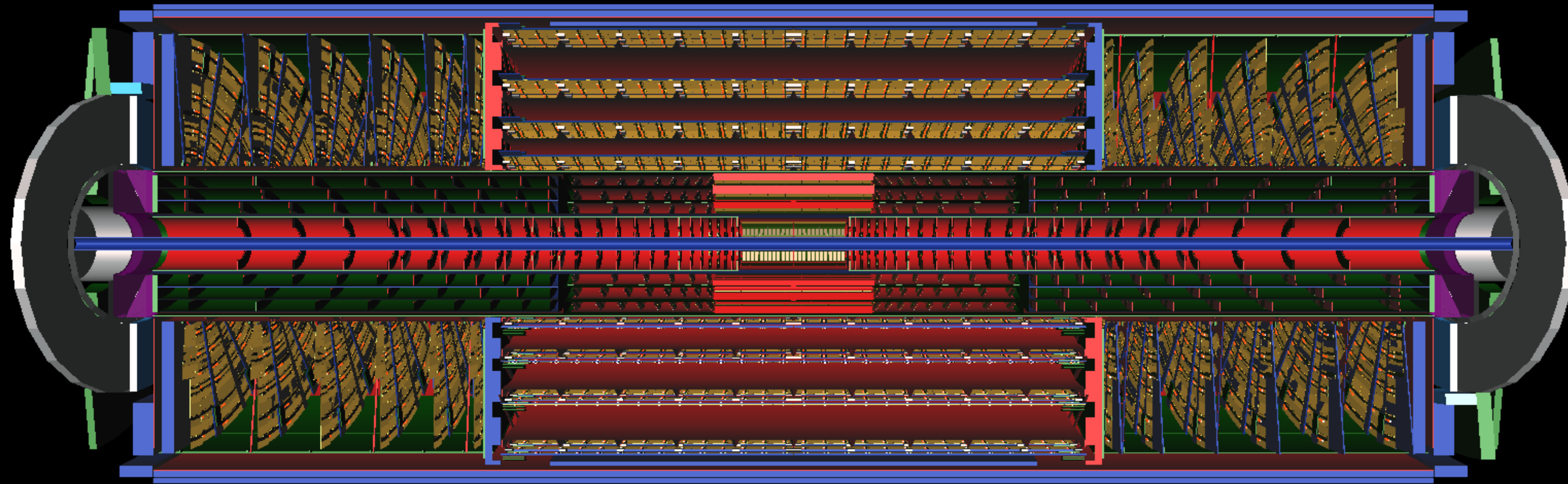
tutti i crate sono stati validati durante la fase di commissioning e la stabilità del sistema è controllata con calibrazioni giornaliere e settimanali

Sia il trigger analogico (legacy) che il nuovo trigger digitale sono in funzione

Il trigger digitale è completamente integrato e si sta lavorando per sistemare alcuni punti ancora aperti

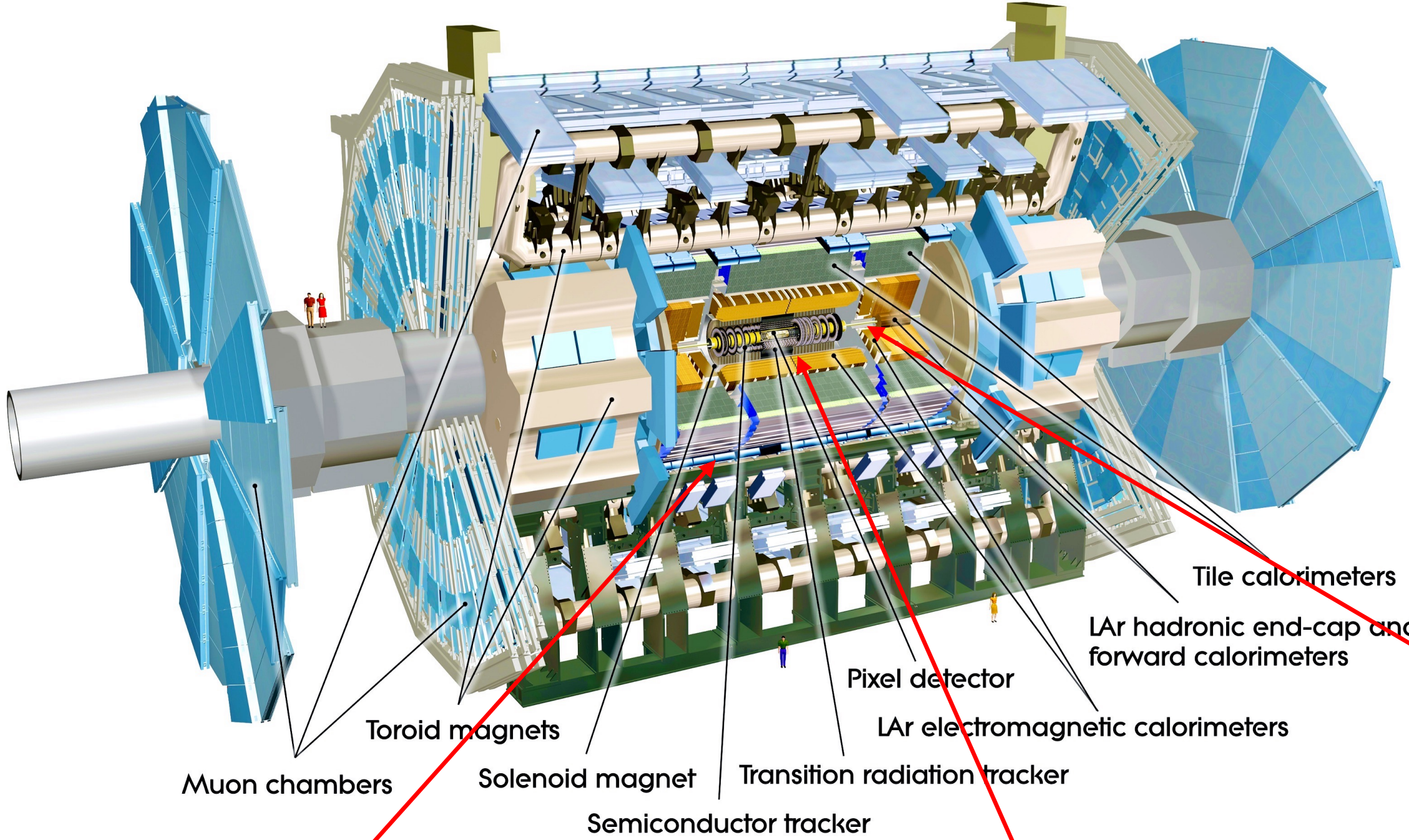
al momento il trigger legacy è quello di default e sarà fatto lo switch a quello nuovo solo quando ogni problema col nuovo sarà risolto





Upgrade di fase 2

Attività per HL-LHC a Milano



New Muon Chambers

Inner barrel region



New Inner Tracking Detector (ITk)

All silicon, up to $|\eta| = 4$

Upgraded Trigger and Data Acquisition system

L0 at 1 MHz
Improved High-Level Trigger (100 kHz full-scan tracking)

Electronics Upgrades

LAr Calorimeter
Tile Calorimeter
Muon system



High Granularity Timing Detector (HGTD)

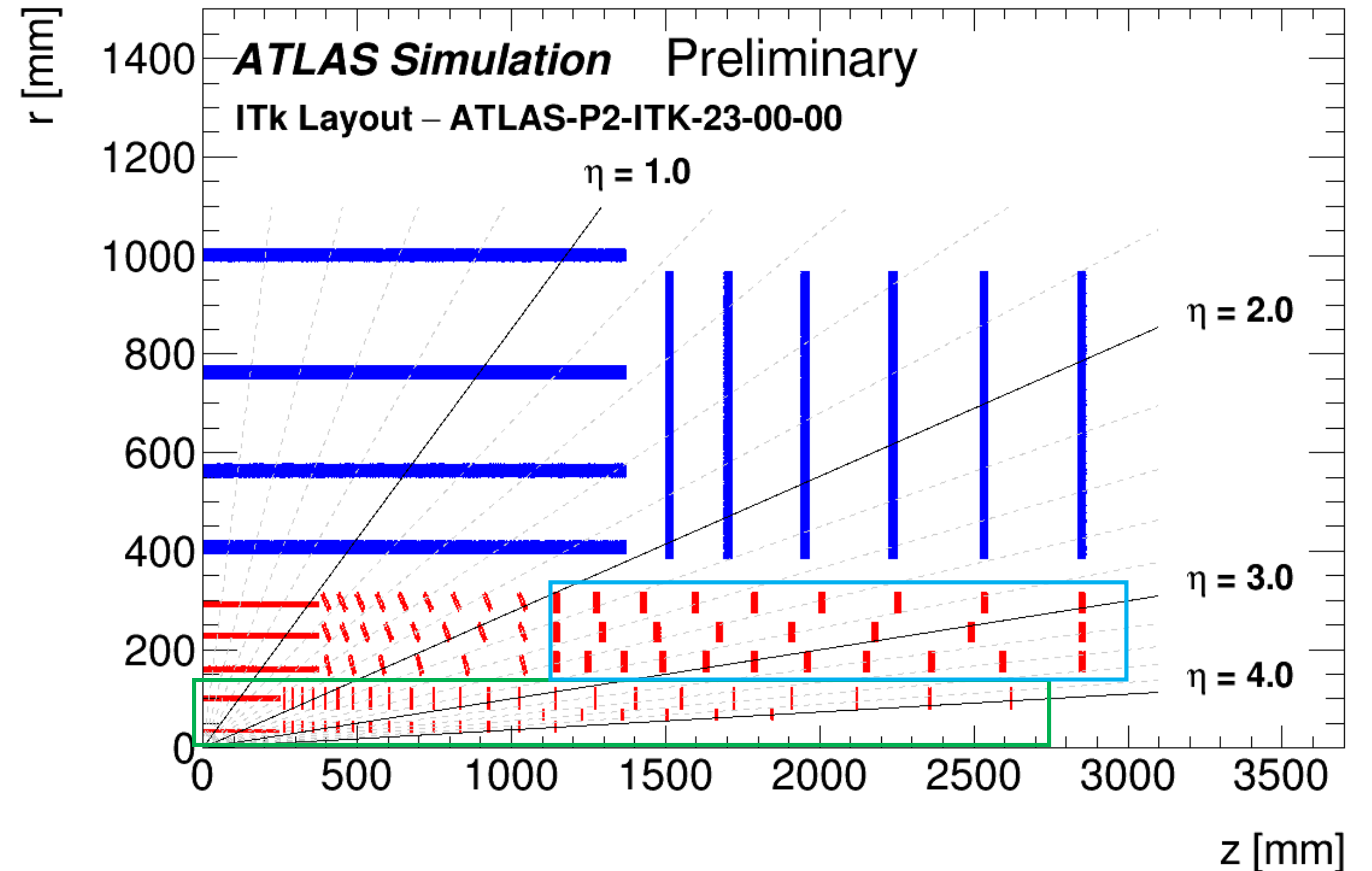
Forward region
Low-Gain Avalanche Detectors (LGAD)

Additional small upgrades

Luminosity detectors
HL-ZDC

ITK Pixel detector

- Espansione del rivelatore a pixel:
 - da 80 Mpixel a 9 Gpixel
 - da 50x400 μm^2 a 50x50 μm^2
 - da 1.6 m^2 a 12.5 m^2
 - MoU ~ 50 MCHF
- Partecipazione italiana:
 - BO, GE, LE, LNF, MI, TN, UD
 - MoU: ~ 5 MCHF
- Rivelatori per l'**Inner System** (GE, TN)
- Costruzione di moduli per **Inner System** e **Endcap** (BO, GE, MI, TN, UD)
- Costruzione di uno dei due **Endcap** (GE, MI, LE, LNF)
- Common systems (LNF, GE, BO, GE)



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

ITk: Contributi di Milano

- Bump bonding:
 - Sviluppo tecnica con indio, con Leonardo SpA (10% di core ibridizzazione, commessa a Leonardo ~20%)
 - FEA per bump stress
- **Module assembly**
 - Condiviso con Genova
 - Inner system: moduli 3D per endcap L0, moduli planari per L1
 - Outer system: moduli planari (per endcap italiano)
 - Thermal cycling/burn-in/full characterization in Trento, Bologna, Udine
- **Mechanics**
 - FEA di halfring, halfshell, bump-stress
 - Evaporative cooling: evaporatori interni agli halfring
 - Evaporative cooling: sistema di cooling di entrambi gli endcap
- Servizi
 - Istituto di contatto per il procurement dei power supply

Alimonti,
Monti

Andreazza, Carbone,
Coimbra, D'Auria,
Sabatini, Manca
Coelli, Capsoni, Viganò,
Viscione

Dell'Asta, Carrà,
Murrone,
Sabatini.
Coelli, Capsoni, Manara,
Monti, Viganò, Viscione

Lazzaroni, Carbone

Indium bump bonding

Contratto ibridizzazione moduli con la Leonardo S.p.A.

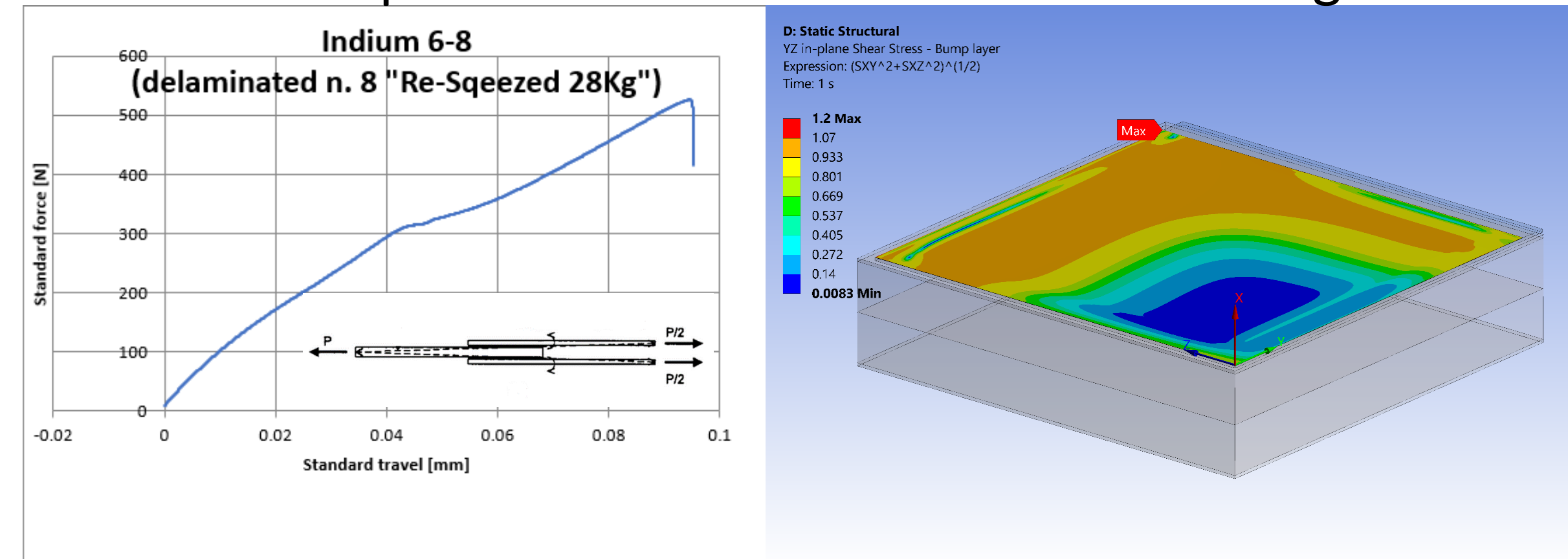
Sono in via di definizione gli ultimi punti (garanzia, prezzo di eventuali moduli aggiuntivi o componenti da far assemblare da laboratori interni di ATLAS): se non ci sono sorprese, dovrebbe esserci la firma prima della chiusura estiva.

In contratto prevede la consegna di un migliaio di moduli singoli 3D e quasi 3000 moduli planari quadrupli per una cifra complessiva di quasi 3MEuro.

Contratto suddiviso in prototipi (10-20 moduli per tipologia), pre-produzione (5—10% della fornitura) e produzione; dopo ciascuna fase c'è la possibilità di interruzione del contratto nel caso in cui i moduli consegnati non superino le specifiche tecniche ed i test termo-meccanici.

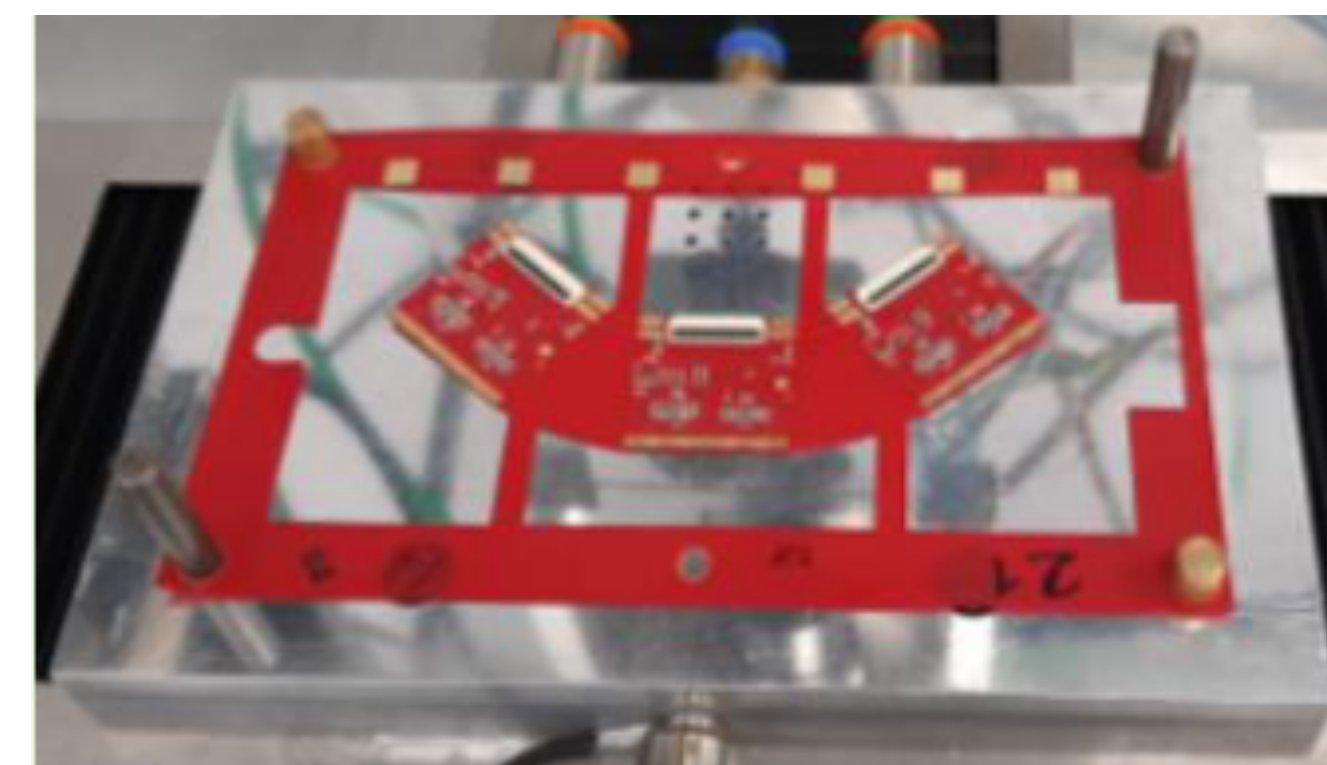
Validazione dei moduli con Indium bump bonding.

La verifica di resistenza termo-meccanica, attualmente in atto, si basa sui risultati di test sperimentali eseguiti al CERN su prototipi (double lap shear test), confrontati con i risultati dell'analisi ad elementi finiti (FEA). In particolare, la forza minima di cedimento per singolo bump (shear force), misurata sperimentalmente, è stata confrontata con il valore calcolato dalla FEA per il raffreddamento del modulo da +20°C a -55°C, ricavando un promettente safety factor di circa 2. Sono previsti ulteriori test e analisi di dettaglio.



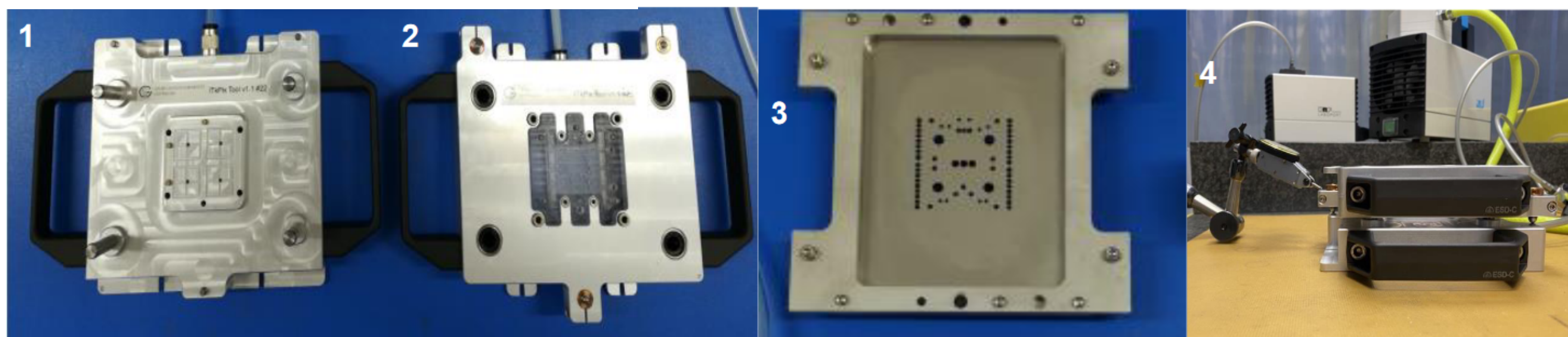
ITk – Module Assembly e Test

- Completato il programma di prototipizzazione:
 - **Test sotto punte** di tutti i **moduli 3D dell'inner system**
 - **9 moduli endcap** attraverso la catena complete di assemblaggio e test
 - Messa a punto la procedura di assemblaggio e **wire bonding** con nuova macchina automatica
 - Sviluppata **metrologia** e **conformal coating con parylene**
- Ora preparazione per i tripletti dell'Inner System



Assembly

- Mount bare module in (1) and flex in (2)
- Mount the stencil (3) in (2) and apply the glue
- Remove the stencil and bring bare module and flex together
- Glue curing (4), no load
- Glue thickness target: 40 μm



ITk – Module Assembly e Test

Messi a punto i sistemi per il test dei moduli durante la pre-produzione e produzione

- Sistema di raffreddamento a $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Tubo X per test della qualità del bump-bonding
- Sistema di monitoraggio alimentazione e ambientale

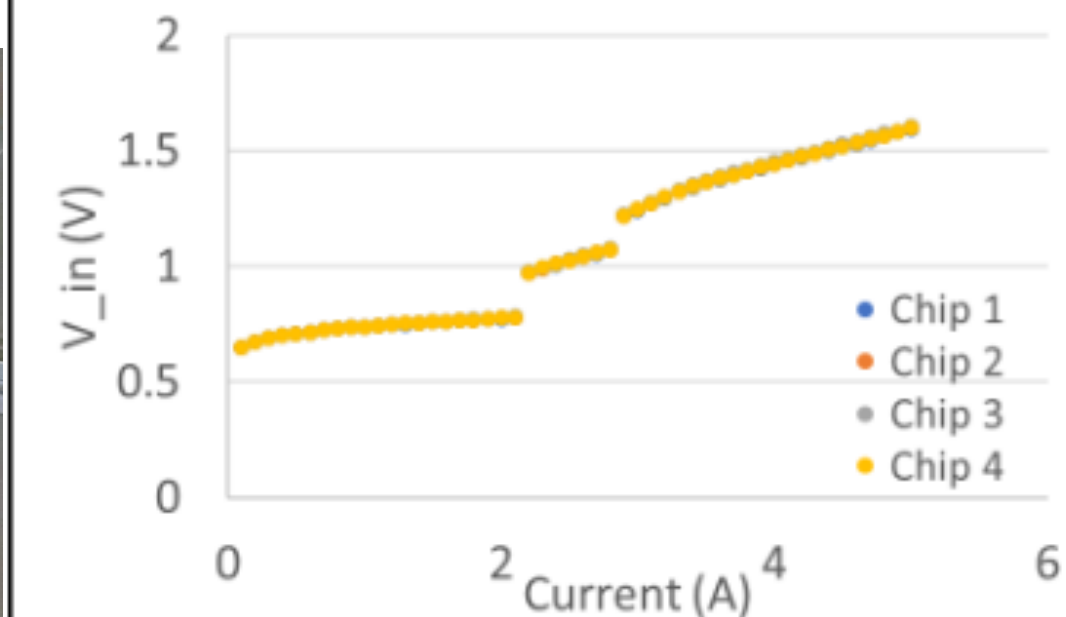
Prossimi passi:

- Ottobre-Dicembre preparazione ai nuovi prototipi con ITkPixV1
- Gennaio-Aprile: **pre-produzione** 20 moduli
- Da Settembre 2023 inizio della **produzione** (400 moduli in 2 anni)



Full Electrical Tests

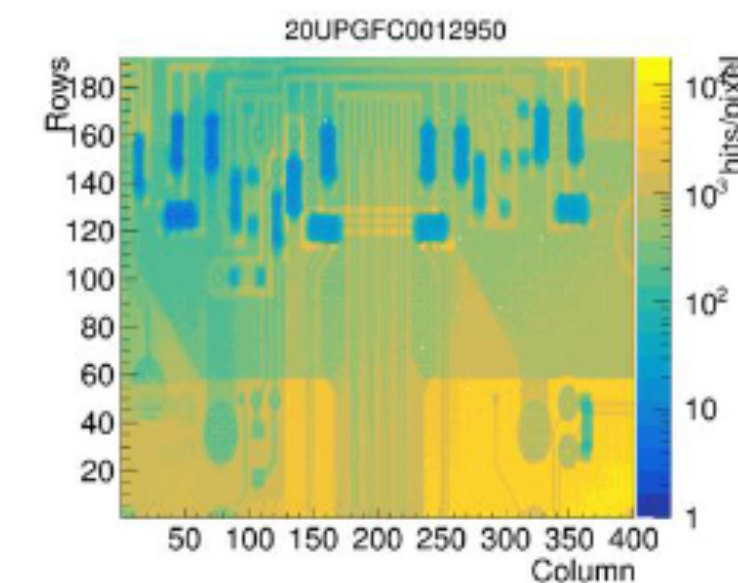
• Front-end VI



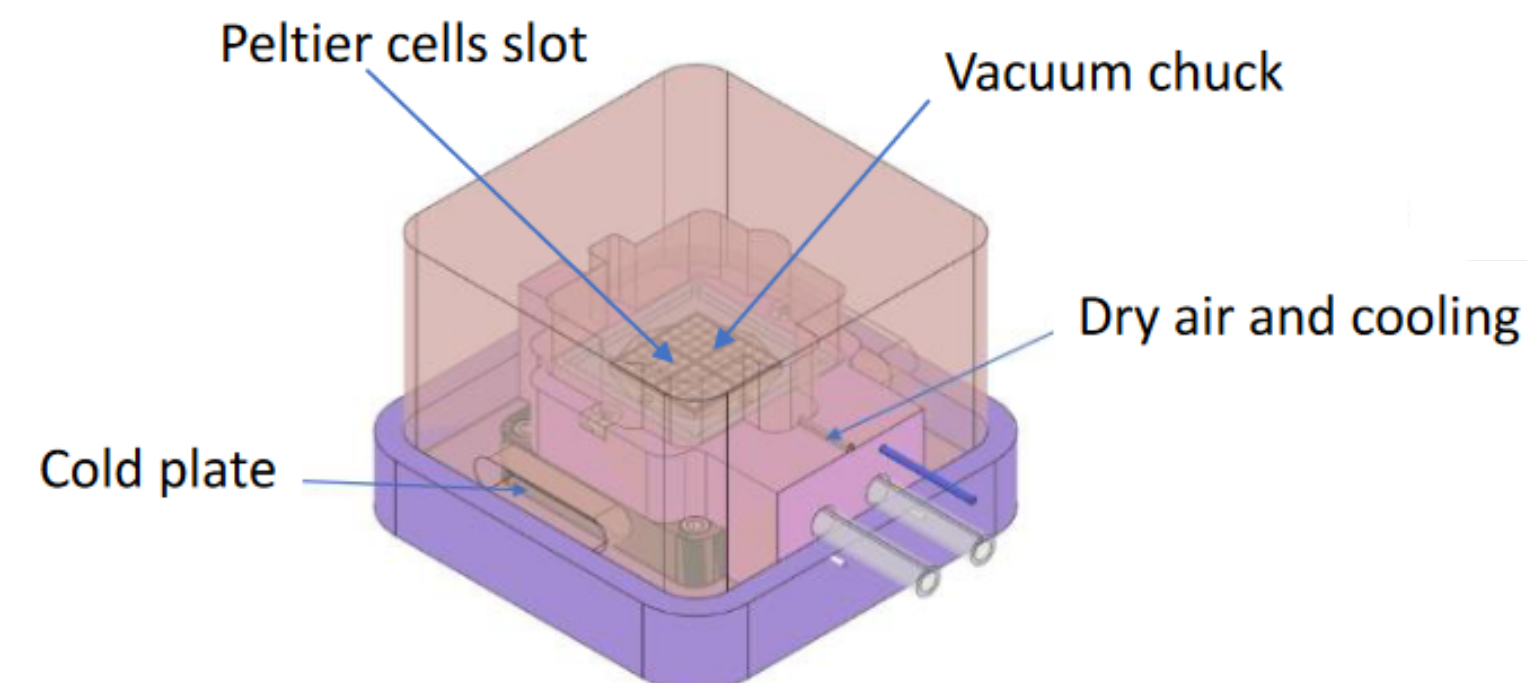
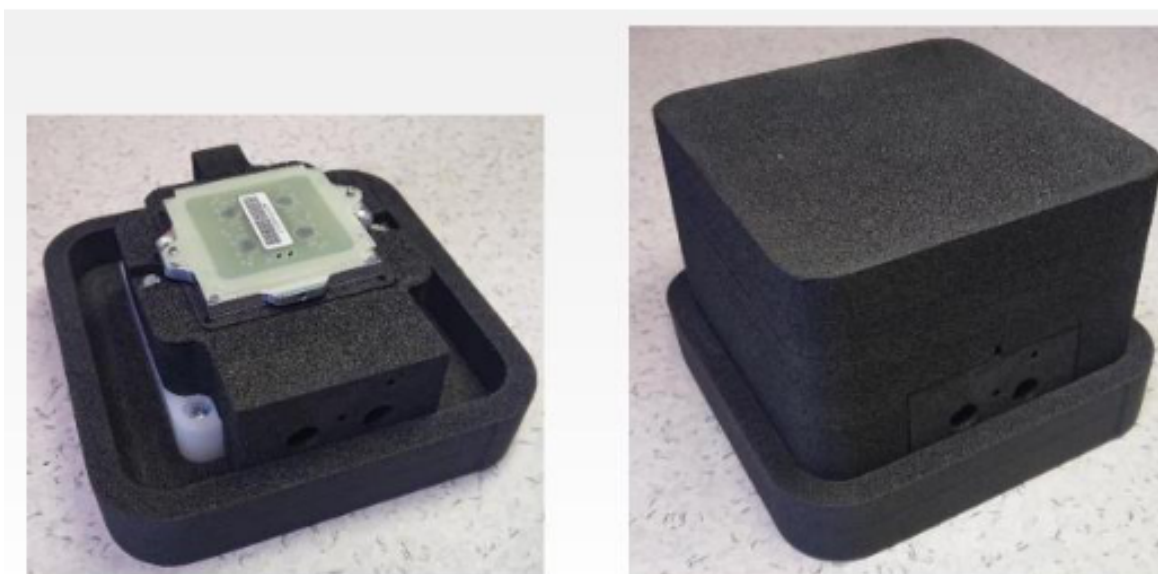
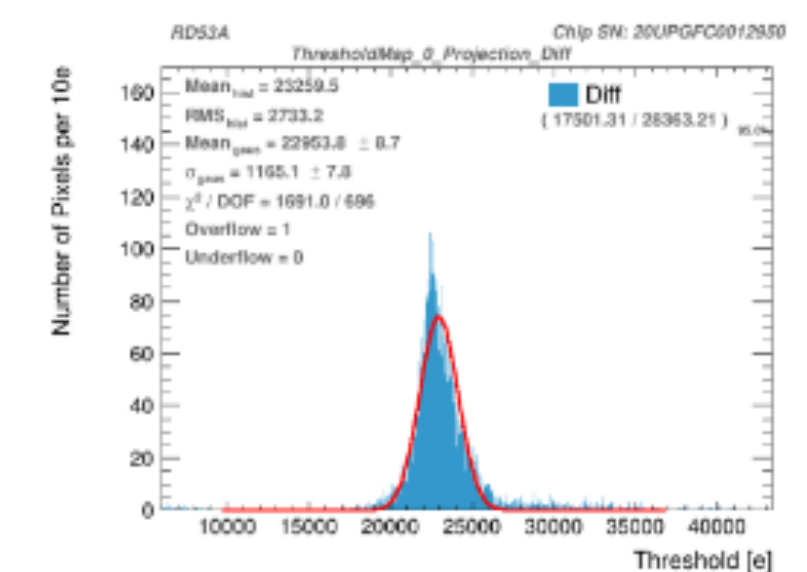
• DAQ:

- Same as basic
- Tuning
- Disconnected bump quality scans

X-ray



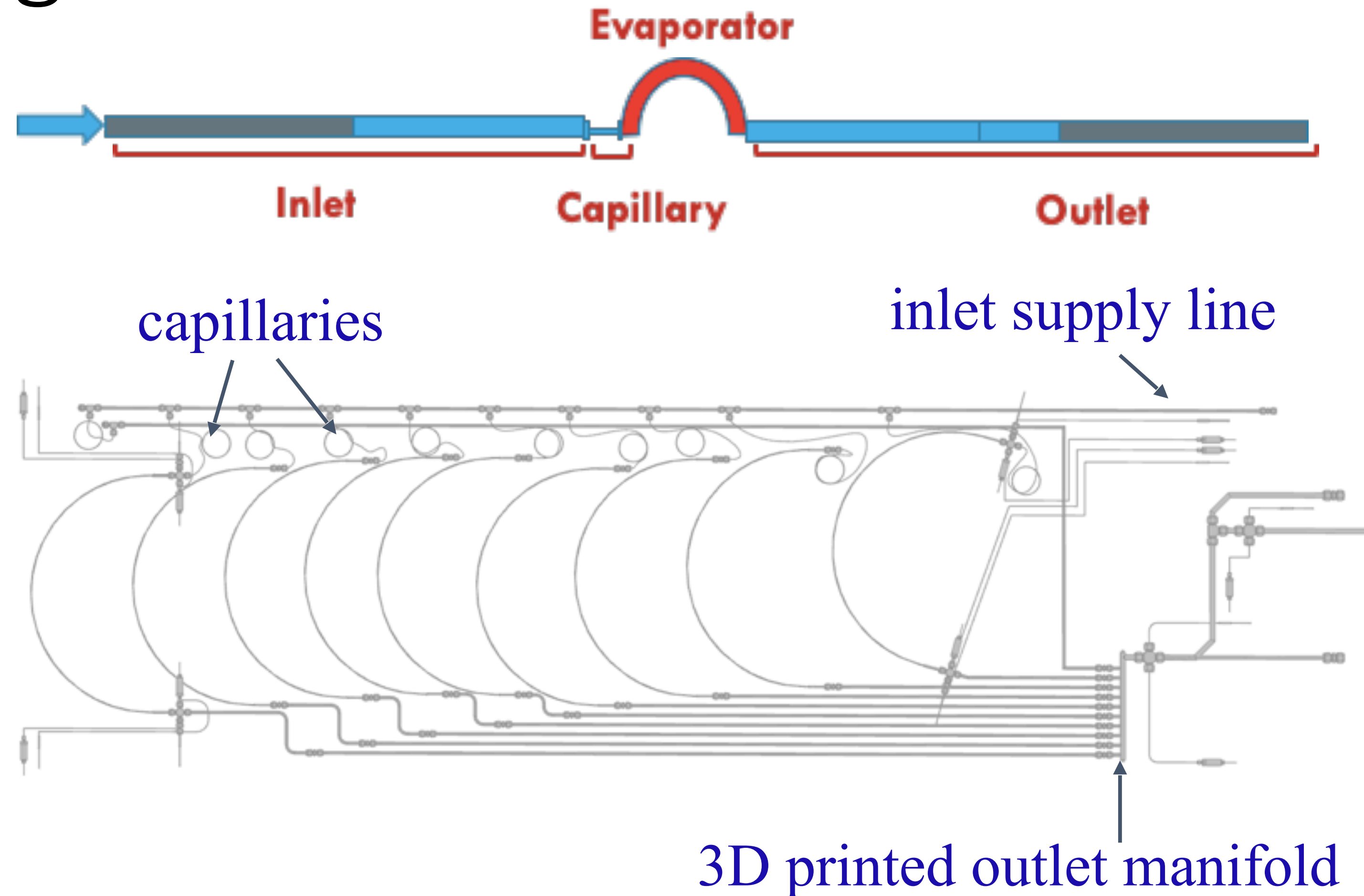
Crosstalk



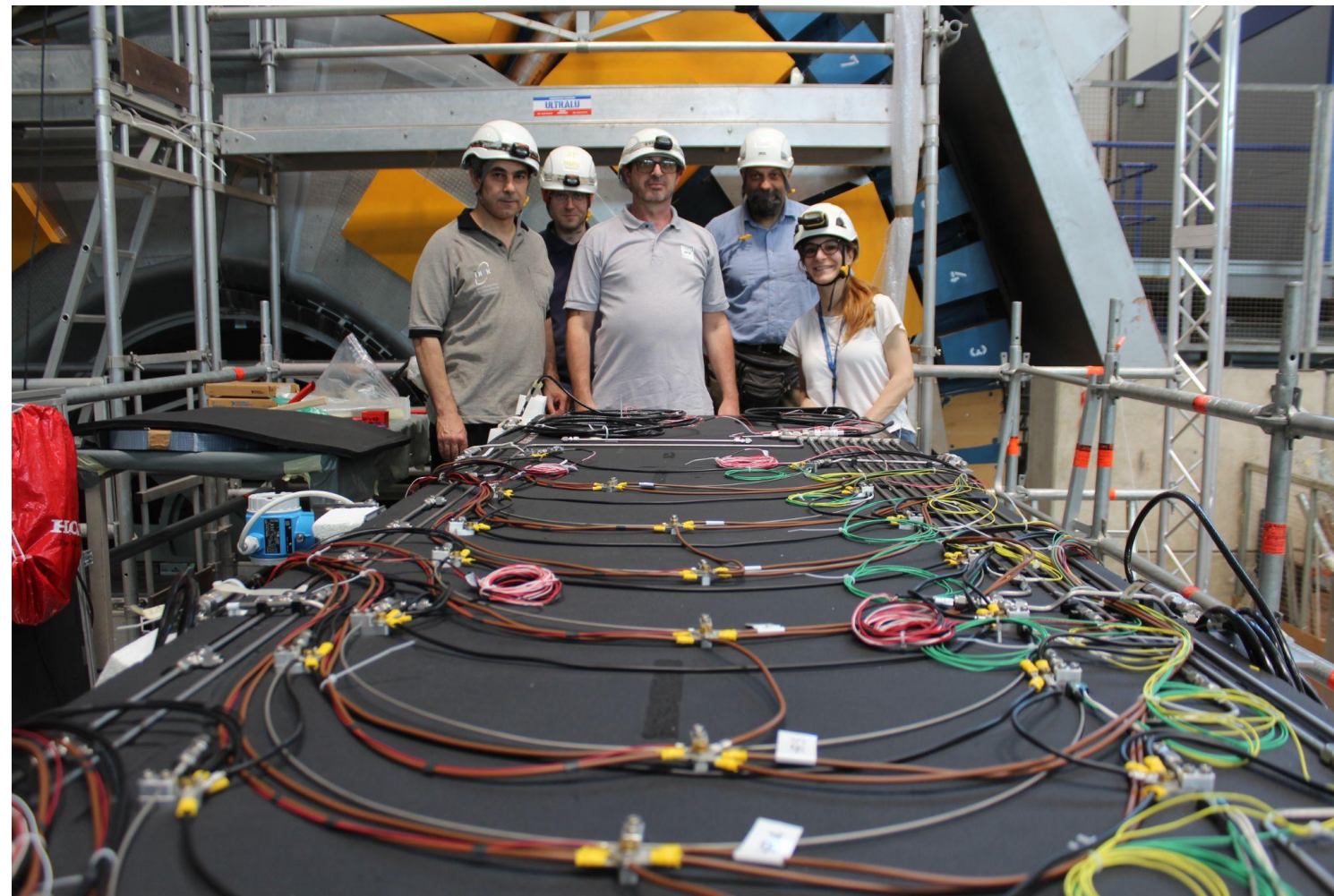
ITk – Endcap Cooling

Importanti attività in corso:

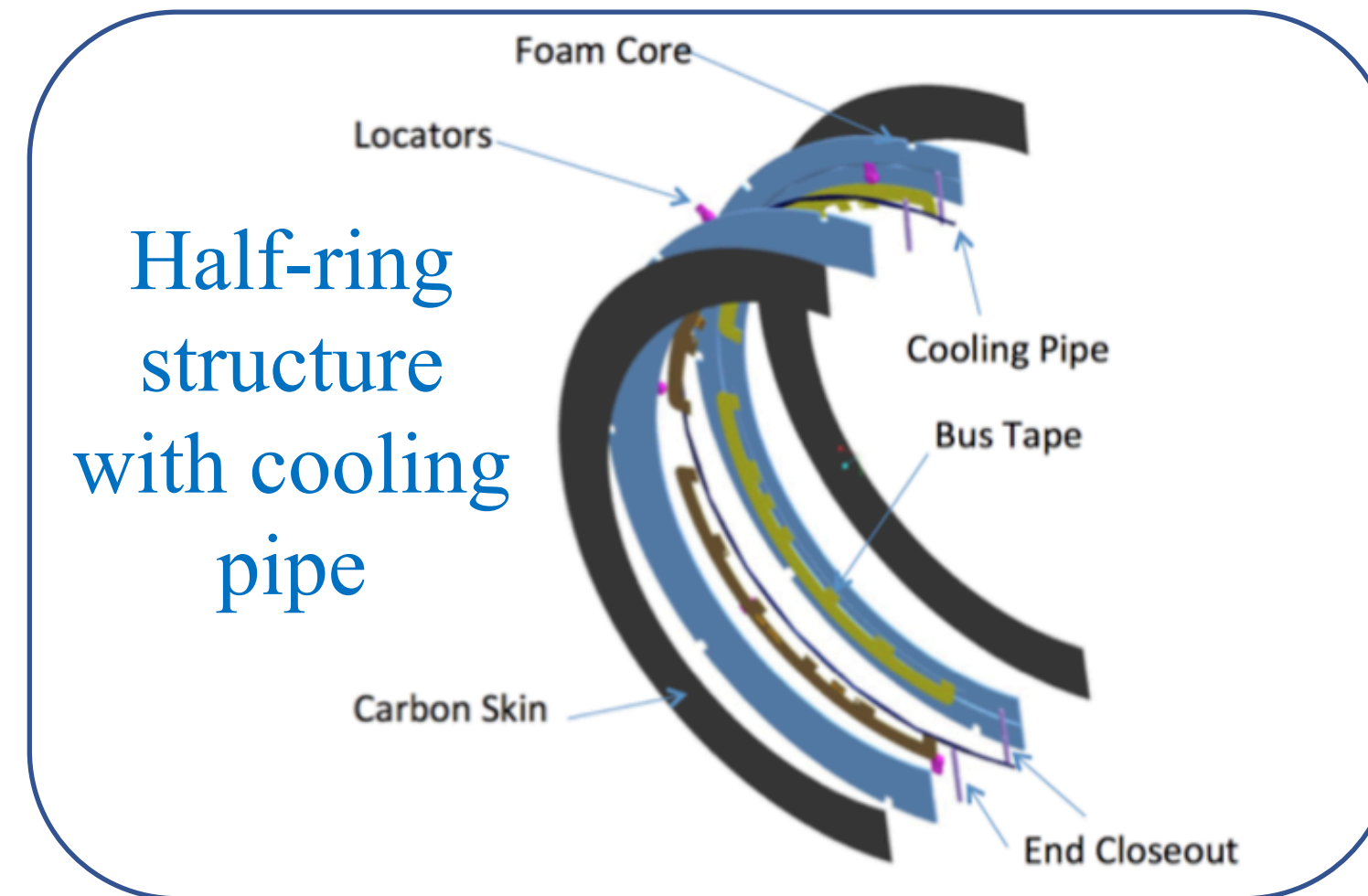
- Costruiti gli evaporatori per la riproduzione dei dischi
- Costruito il prototipo 2D del cooling loop di una half-shell:
 - **Pipe** cutting and bending
 - Assembly of the pipes
 - **Manifold 3D printed** at LAMA laboratories (Udine)
 - Mounting of all the **sensors** (temperature and pressure in-flow sensors, external temperature sensors)
 - **Capillaries**, which are the most critical pipes, are being tested and mounted at CERN
 - Building of the **electrical system** which simulates the power dissipated over the HRs
- Il prototipo è stato testato al CERN nelle scorse settimane!



ITk – Endcap Cooling

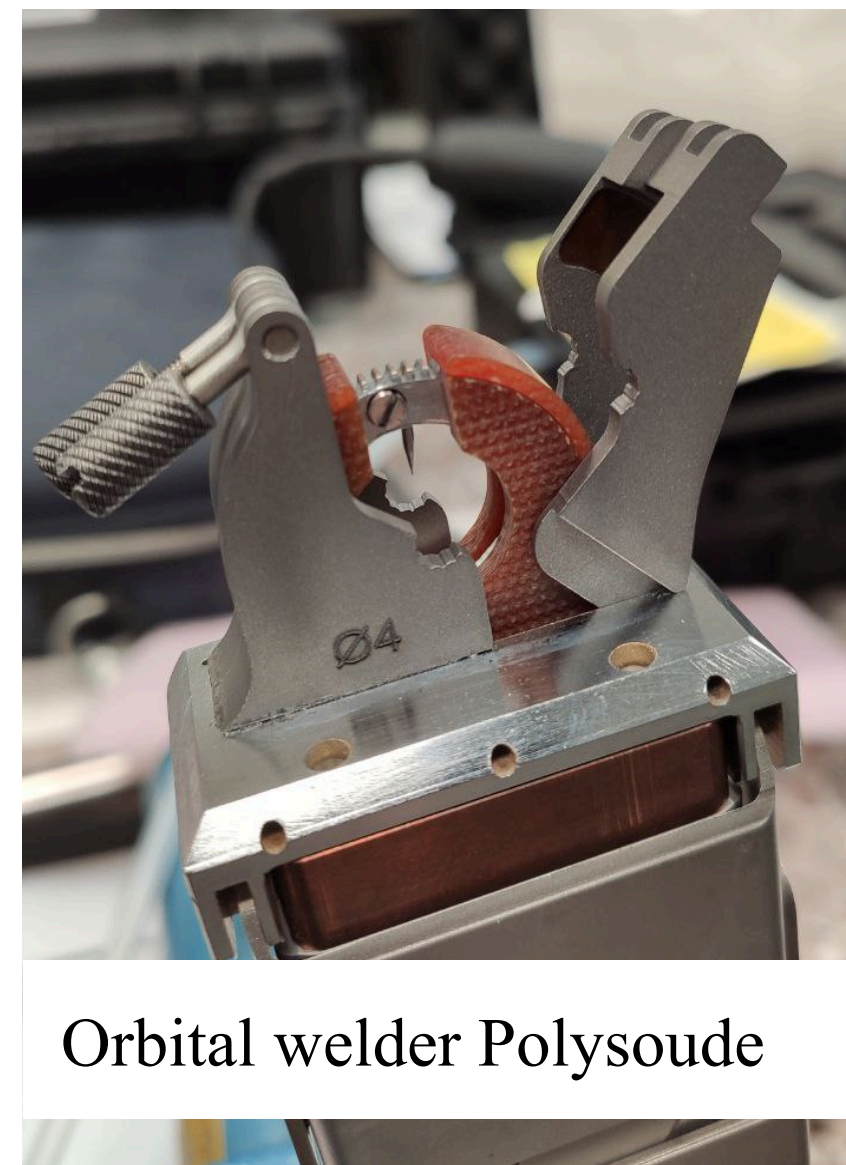
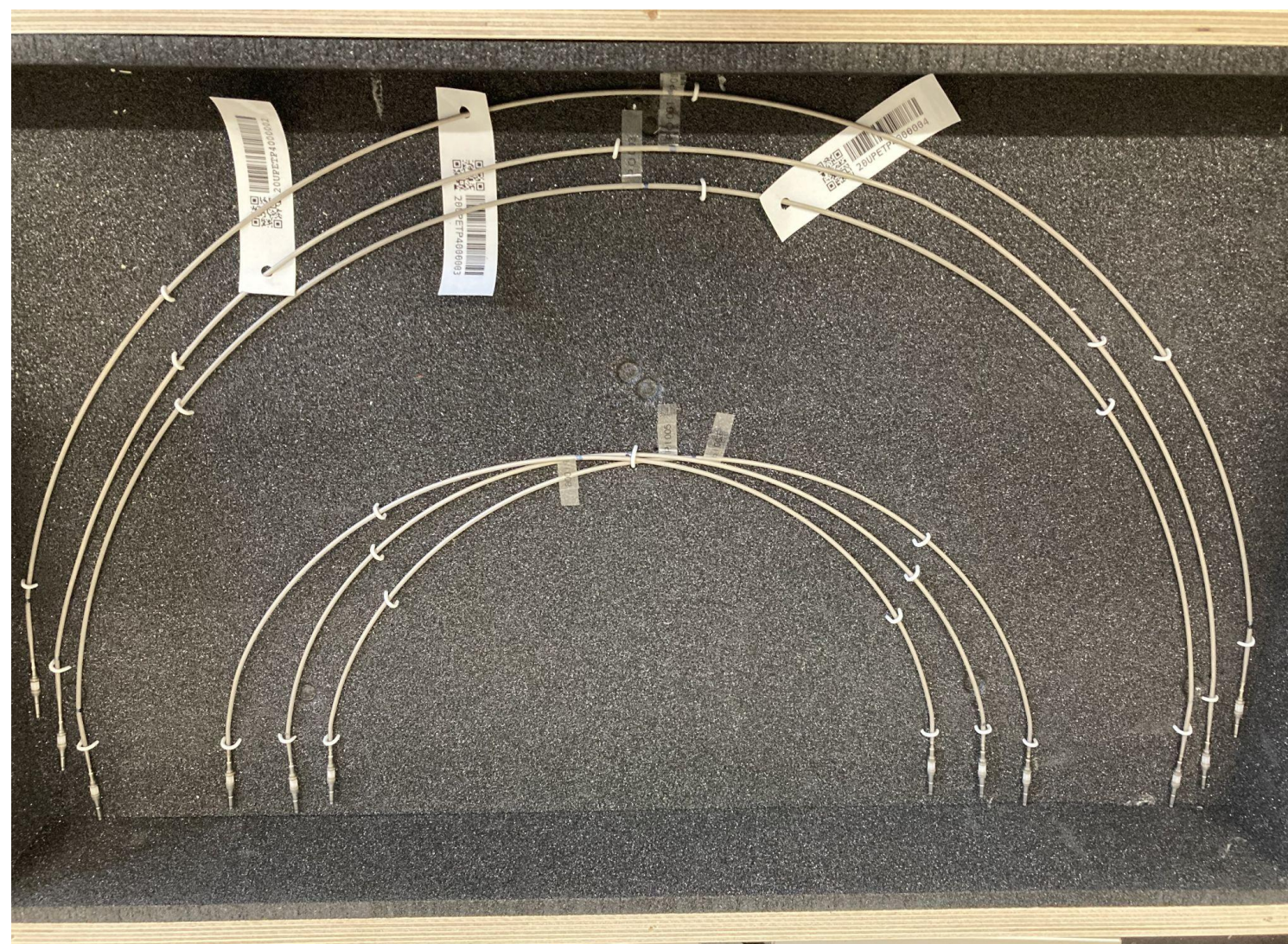


Half-ring structure with cooling pipe

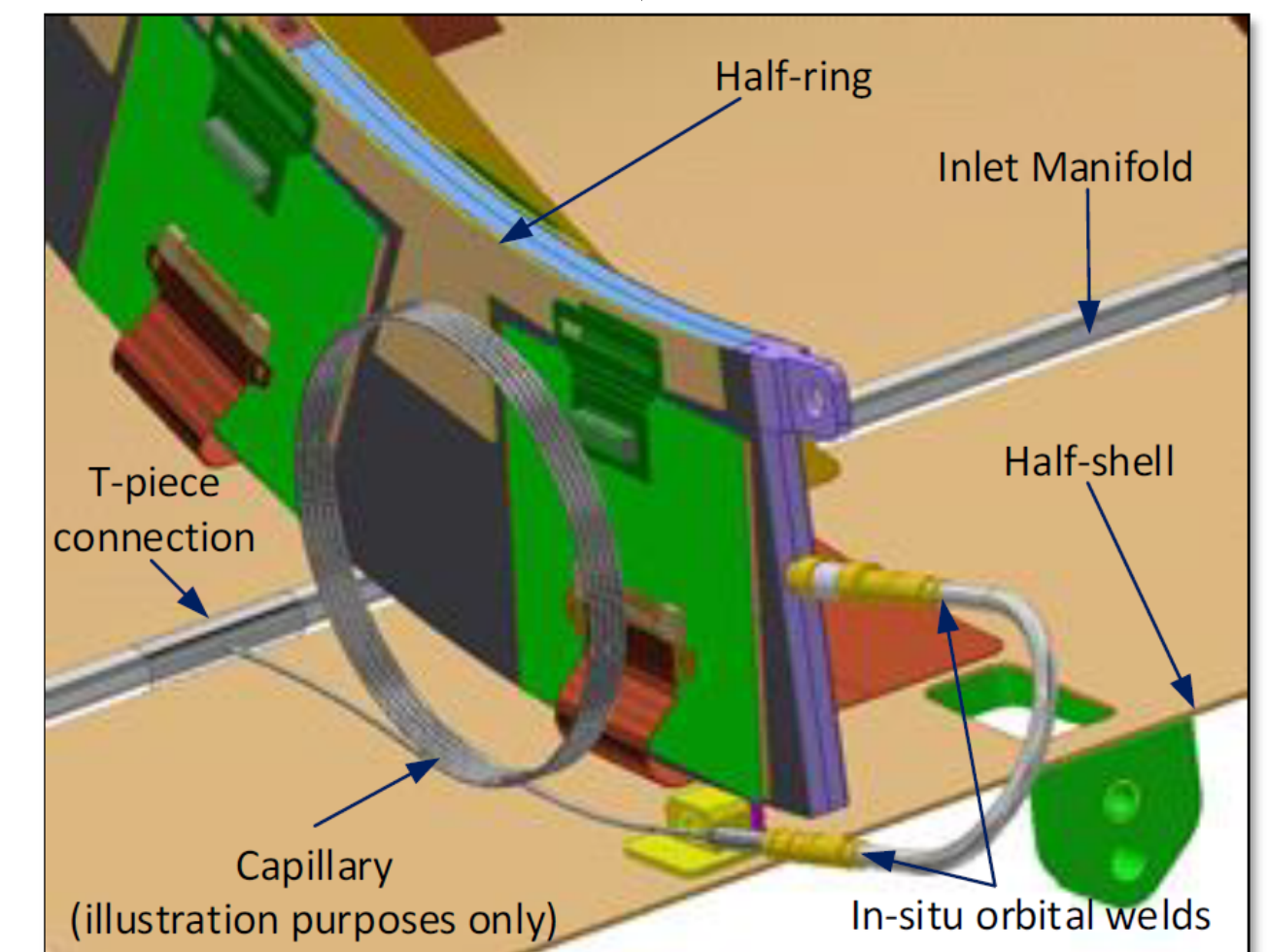


key point is the welding of titanium pipe to electrical breaks, commissioning of the welder ongoing

*S. Carrà,
A. Murrone,
L. Dell'Asta,
S. Coelli*



7 Orbital welder Polysoude



LAr upgrade di fase 2

Milano ha la responsabilità del sistema di alimentazione dell'elettronica di front-end del calorimetro LAr

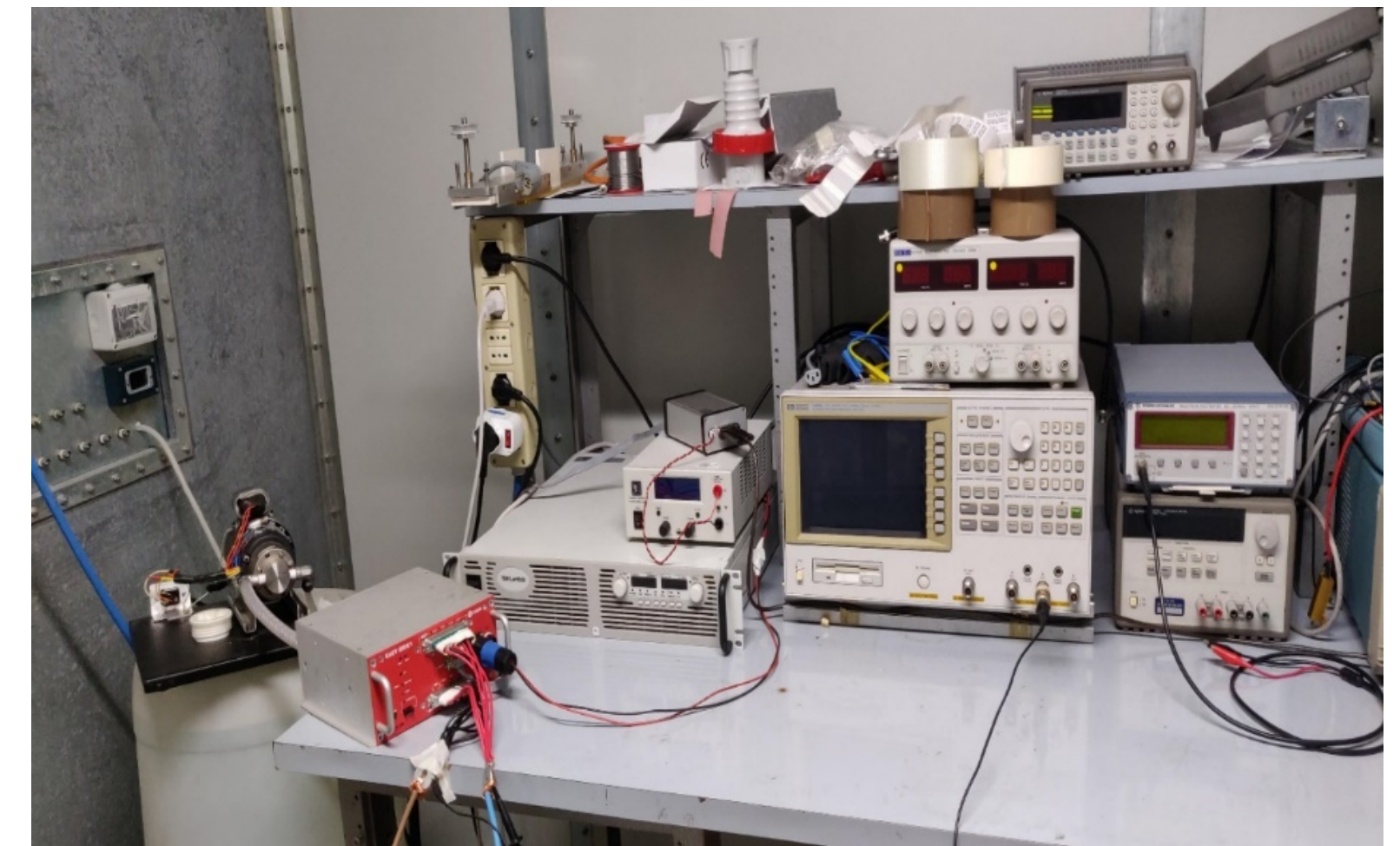
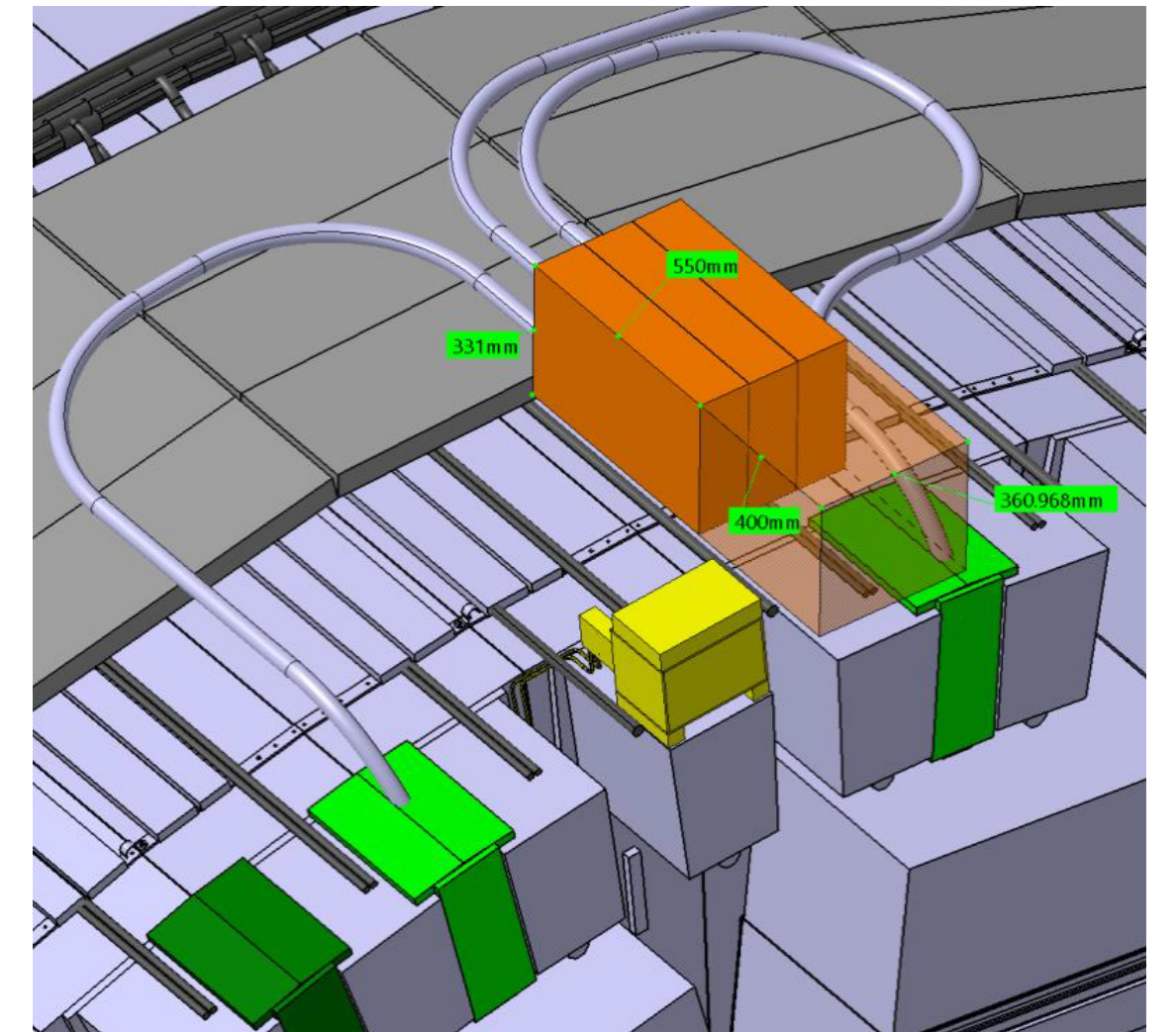
upgrade reso necessario per la sostituzione di tutta l'elettronica di front-end e off-detector del calorimetro (compatibilità col nuovo schema di trigger, resistenza alle radiazioni)

nuova elettronica funziona a tensioni più basse (1.2, 2.5 V) di quella attualmente nel detector

Principali deliverables (con responsabilità italiana)

nuovi Low Voltage Power Supplies (300 V input, 48 V output)

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



test di un prototipo CAEN in gabbia di Faraday

- **Fondamentale contributo del servizio di elettronica**

LAr upgrade di fase 2

In parallelo grosso lavoro per validare una soluzione che permetta la conversione sulla scheda di front-end (FEB2) da 48 V alle tensioni di alimentazione dell'elettronica

Design e test di varie soluzioni di DC/DC converter, implementate come mezzanine che possono essere testate su preprototipi e prototipi della scheda di front-end

Sviluppo custom di una mezzanina 48 -> 12 V (8 A), 48 -> 10 V (1 A) come step intermedio per la generazione delle tensione necessarie al front-end

mezzanina "piccola": 52 mm x 50 mm

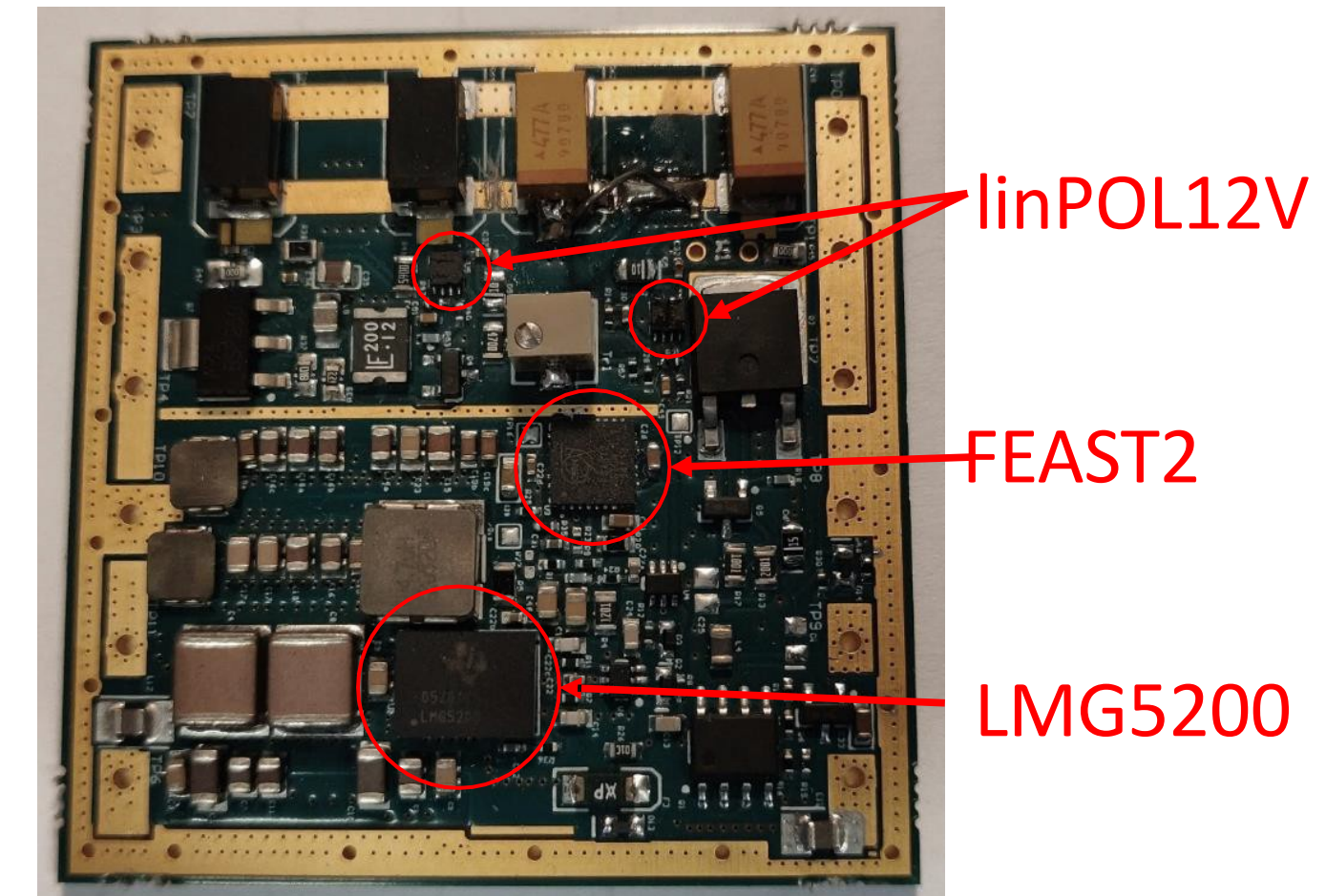
scheda basata su GaN TI LMG5200 controllato da un CERN FEAST2

Next step: terminato il design di una mezzanine 48 V -> 2.2, 3.5, 10 V

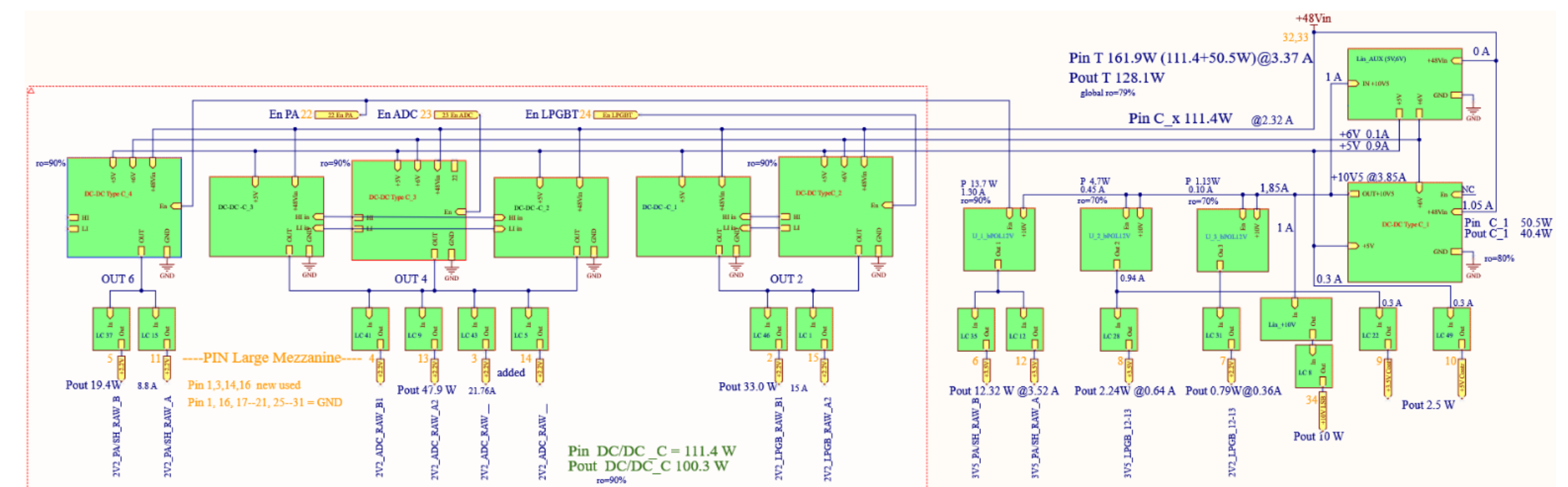
mezzanine "grande": 413 mm x 90 mm

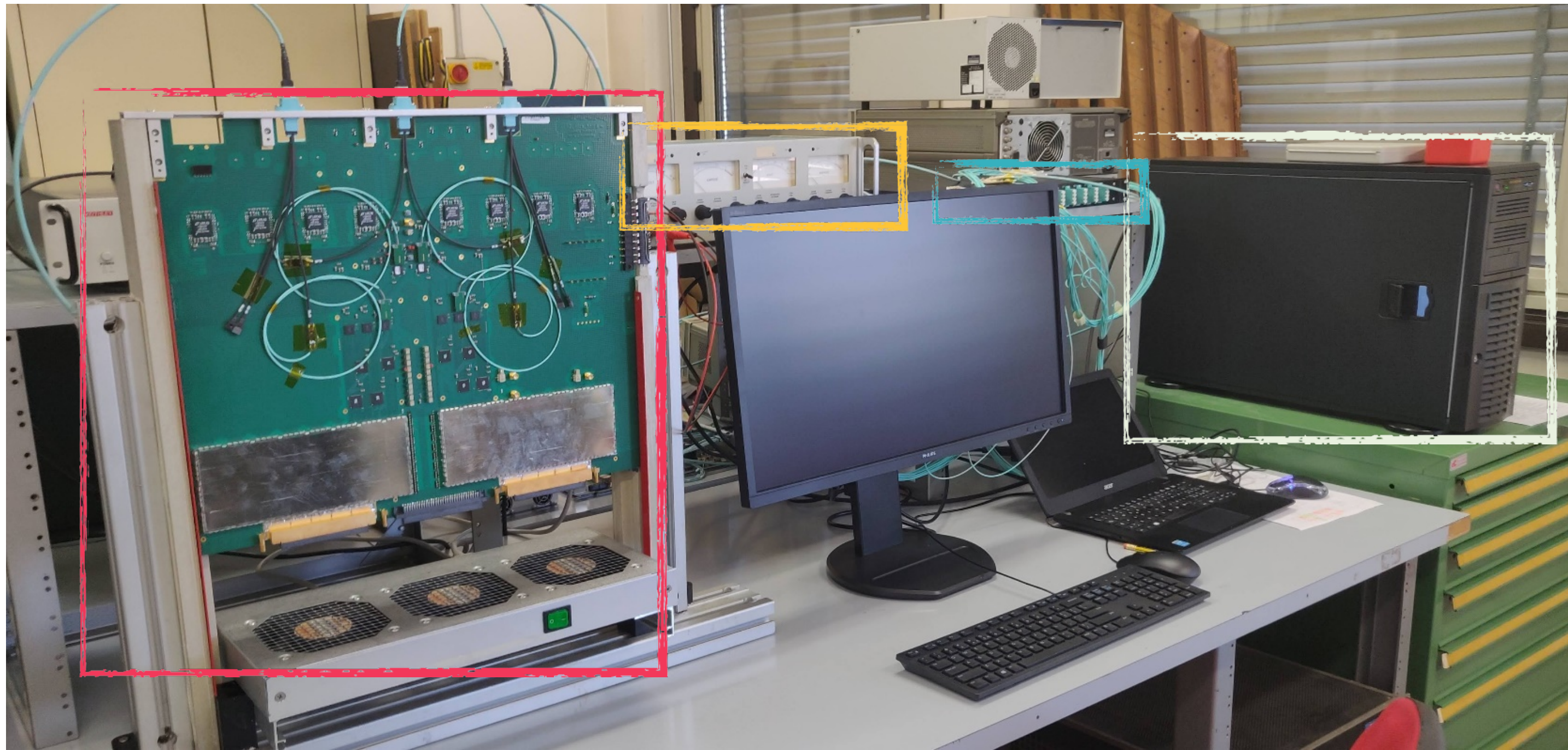
basata su TI LMG5200 + CERN bPOL12V (successore del FEAST2)

design concluso, in produzione ora (ARTEL)



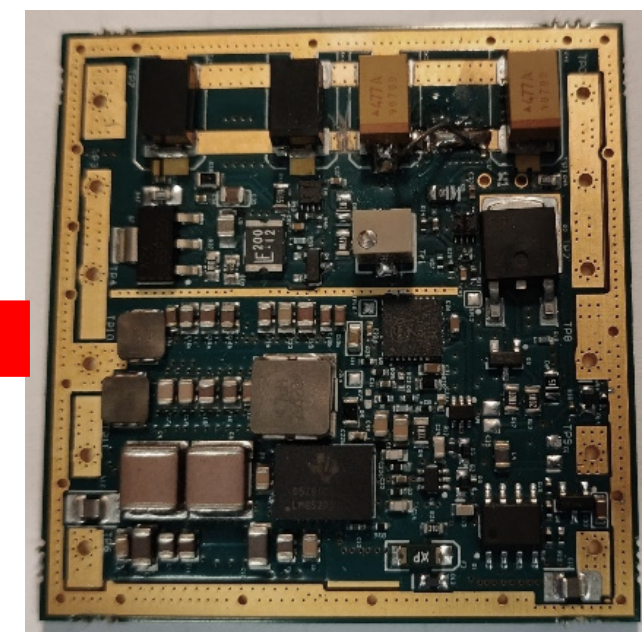
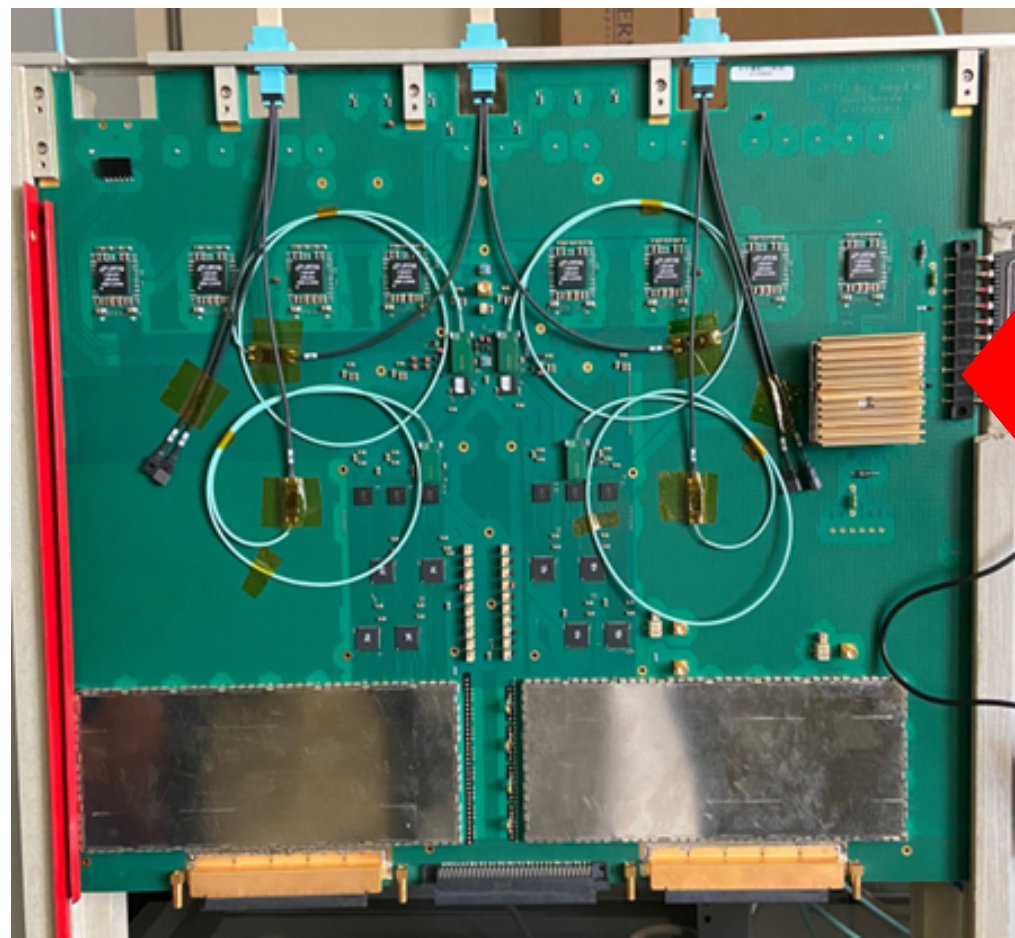
schema soluzione DC/DC per una FEB2 completa





Setup per il test delle varie soluzioni di alimentazione con prototipi della FEB2

Test effettuati paragonando il rumore in uscita alla scheda FEB2 utilizzando la alimentazione default della scheda e la nostra
nessun rumore addizionale introdotto dalla nostra scheda



Mezzanina 48 → 12 V montata sul prototipo FEB2

Attività previste

Continuare test con la mezzanina piccola

mettere in piedi una catena piu' realistica della situazione attesa nell'esperimento, con cavi con caratteristiche e lunghezza come quelli attesi nell'esperimento

Test elettrici con mezzanina grande appena disponibile

prima test stand-alone e poi test con il set-up della FEB2

Completamento dei test di radiazione (gamma e neutroni)

Valutare se il GaN_Controller sviluppato al CERN puo' essere utilizzato come controller nel nostro set-up

Valutare la possibilita' di usare GaN EPC2152 (usato al CERN nel bPOL48V)

necessario prima effettuare dei test stand-alone e poi progettare una nuova mezzanina

Definire le specifiche finali del LVPS e passare alla produzione di un prototipo a potenza nominale

Preventivi 2022

Responsabilità

L'organigramma di ATLAS e' ora disponibile pubblicamente !

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

Ruggero Turra, convener gruppo elettroni/fotoni

Tommaso Lari, convener gruppo simulazione

Danilo Giugni, project engineering ITk

Attilio Andreazza, convener produzione dei moduli di ITk pixel

Attilio Andreazza, coordinatore pixel Atlas Italia

Francesco Tartarelli, coordinatore LAr Atlas Italia

Leonardo Carminati, coordinatore calcolo Atlas Italia

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

Clara Troncon, chair Institute Board pixel

Clara Troncon, Inner Detector speaker committee

Anagrafica

	luglio 2020	luglio 2021	luglio 2022
PERSONE*	34	30	32
FTE ATLAS	6.65	7.3	8.3
FTE FASE2	16.1	17.5	15.9
FTE SIGLE SINEGICHE	0.85	1.8	0
FTE TOTALE	23.6	26.6	24.2

Dimensioni del gruppo fondamentalmente costanti

* Ricercatori, tecnologi, dottorandi e borsisti

Richieste finanziarie, 1/2

	2022	2023	commenti
Missioni	460,000	385,500	Assegnati nel 2022 : 108,500
Consumi metabolismo	37,500	36,500	
Calcolo, CPU	84,500	185,500	18,500 HS06, +12% increase of T2 CPU
Calcolo, Disco	140,000	72,000	600 TB, +25% increase of T2 disk
Maintenance and Operation, pixel	CHF 134,000	CHF 102,000	EUR/CHF era 1.086 un anno fa, ora e' 0.988
Maintenance and Operation, IDgen	CHF 72,000	CHF 53,000	
Maintenance and Operation, LAr	CHF 82,000	CHF 80,000	

Richieste finanziarie, 2/2

- ITk :
 - 14 keuro per produzione moduli e cooling pipes
 - 9 keuro per aumentare la capacita' di test dei moduli da 14 a 16/settimana come richiesto da ATLAS per riuscire a stare nei tempi
 - 40 keuro per profilometro (apparecchio utile non solo per ATLAS, contributo dalla sezione ?)
- LAr upgrade :
 - 150 keuro per LVPS (da riassegnare dal SJ del 2022)
 - 26 keuro per prototipi alimentazione (da riassegnare dal 2022)

Richieste ai servizi

Meccanica : 1.2 FTE tecnologo (Coelli 50% e Manara 50%) + 24 mesi uomo tecnici per progettazione e officina

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