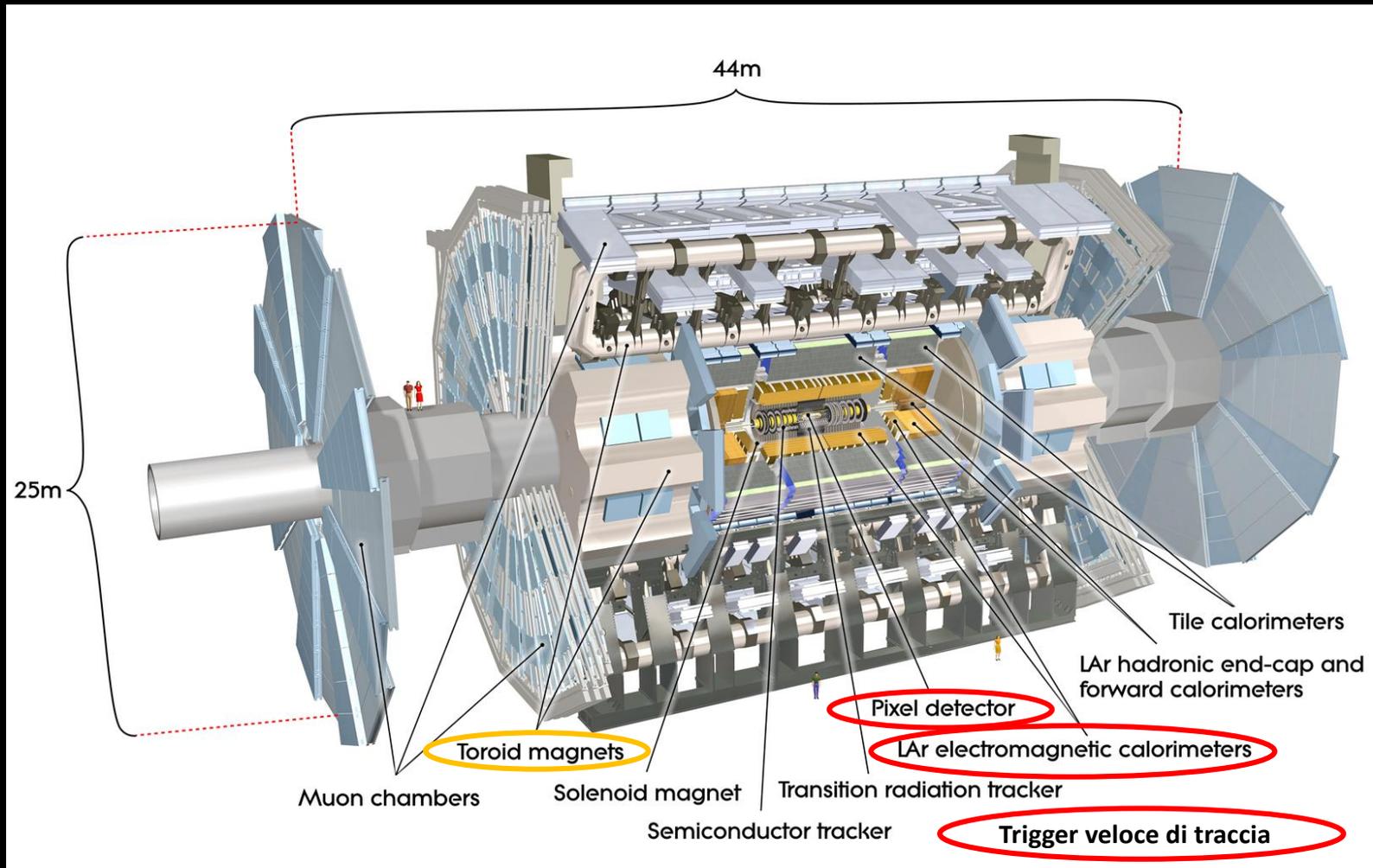


ATLAS

Esperimento ATLAS a LHC

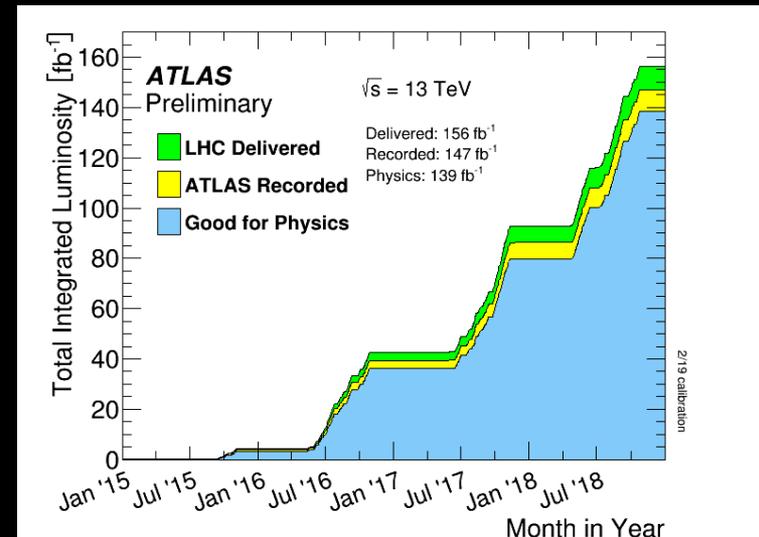


Calcolo: Tier2

□ Milano coinvolta in ATLAS sin dalla costruzione

Long Shutdown 2 (LS2)

- Completata con successo presa dati del RUN2 alla fine del 2018
 - tante analisi usano l'intera statistica del RUN 2
- LHC e ATLAS in shutdown con un grosso programma di manutenzione e upgrade
 - **Fase 1**
- LHC cercherà di arrivare a 14 TeV ma senza prendere rischi durante il training dei magneti
- 3 mesi di ritardo dovuto al Covid-19
- Nuova schedule decisa l'8 giugno
 - niente presa dati nel 2021
 - le caverne sperimentali chiudono a febbraio del 2022
- Ma la situazione verra' riesaminata a fine ottobre
- Nessuna variazione invece per la data di inizio del successivo shutdown (LS3), quello prima dell'inizio della fase ad alta luminosita' (HL-LHC)
 - inizio del 2025
 - **Fase 2**



Large uncertainties as discussed in experiments presentations

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F
LHC (3mth shift)		H/W commissioning				Training		com. w/ beam		rampup				
ALICE														
ATLAS (no NSW-C)														
ATLAS* (w/ NSW-C)														
CMS											Shielding work needed for HL R3			
LHCb														

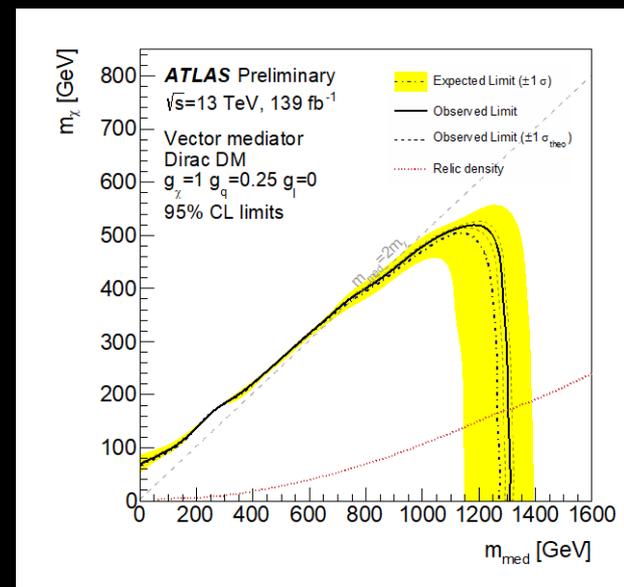
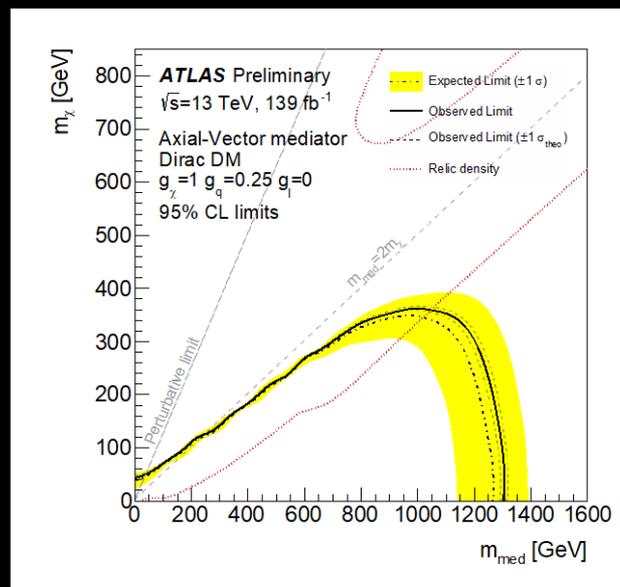
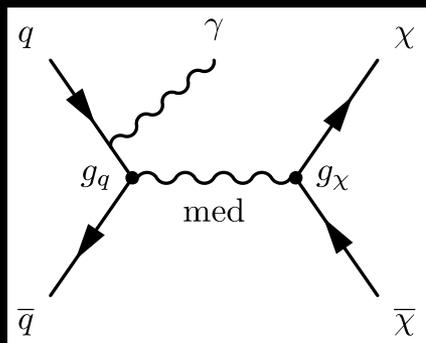
CMS can be ready for beam by Oct 1st, but would then need 21/22 EYETS to install shielding before HL R3 running.
 Current hope is NSW-C could be installed with ATLAS ready for beam Feb 1st 2022 (TBC).
 All experiments can efficiently use time between when they are ready and end-Oct / end-Jan. ²

Attività di analisi (I)

- Il gruppo è impegnato in una serie di analisi riguardanti la fisica dello Standard Model, del bosone di Higgs e la ricerca di SUSY e Dark Matter
- **Ricerche di produzione elettrodebole di particelle supersimmetriche con spettro di massa compresso, in particolare di Chargino in due leptoni (con l'intero data set del Run 2)**
 - processi di produzione elettrodeboli, per cui i limiti di LEP continuano ad essere validi se le differenze di massa sono abbastanza piccole (difficili da triggerare e separare dal fondo a un collider adronico).
 - analisi per $\Delta m(\chi^\pm, \chi^0) = 20-100$ GeV: ricostruzione leptoni di basso momento, reti neurali per separare segnale e fondo
 - analisi per $\Delta m(\chi^\pm, \chi^0) = 0.5-2$ GeV: identificazione pioni soffici prodotti a una certa distanza dalla collisione primaria
 - analisi in via di approvazione
 - **T. Lari, M. Fanti, A. Murrone (AR), E. Ballabene (dottorando)**

Attivita' di analisi (II)

- Ricerca di materia oscura in associazione con un fotone di alta energia:
 - stato finale con fotone ad alta energia e grande E_T^{miss}
 - diverse regioni di segnale per diversi range di grande E_T^{miss} . Regioni di controllo per stimare il fondo basate su un approccio data-driven
 - nessun eccesso dei dati. Posti nuovi limiti nei modelli Simplified Dark Matter models e ALP
 - analisi già resa pubblica, in via di pubblicazione su JHEP
 - S. Resconi, L. Carminati, D. Cavalli, M. Fanti, D. Mungo (dott.), F. Piazza (dott.)



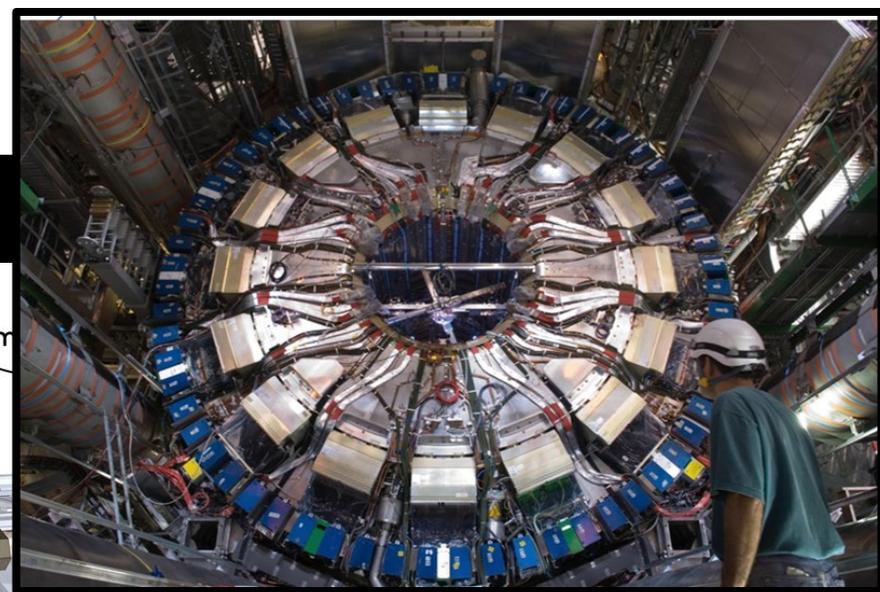
Attività' di analisi (III)

- **Studi delle proprietà' del bosone di Higgs:**
 - cross section differenziali in $H \rightarrow \gamma\gamma$: Dataset completo, nuove osservabili (comprese doppie differenziali), diverse regioni fiduciali
 - misure dei coupling in $H \rightarrow \gamma\gamma$: focus sull'ottimizzazione della categorizzazione con lo schema STXS (~100 canali) usando machine learning e teoria dell'informazione
 - massa dell' Higgs in $H \rightarrow \gamma\gamma$: focus sulla riduzione dell'impatto delle sistematiche lato analisi, ottimizzando categorie con diverso valore delle sistematiche
 - **L. Carminati, R. Turra, D. Mungo (dott.)**
- Analisi in corso, risultati non ancora pubblici
 - misure dei coupling per ICHEP2020

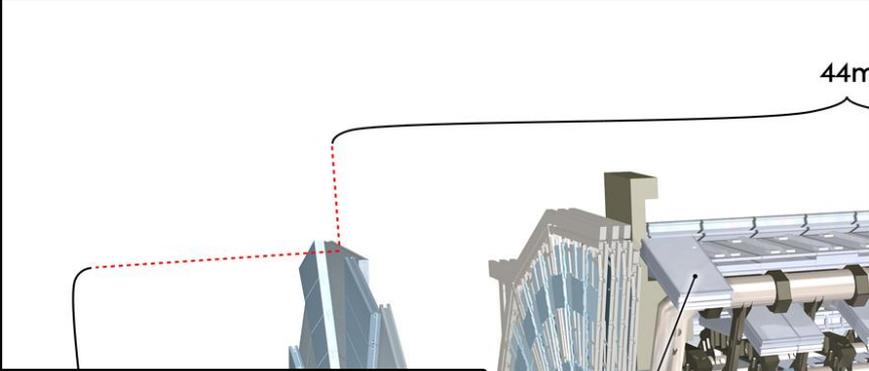
Studi di Performance

- ITk e pixel software
 - E. Ballabene (dott.), T. Lari
 - Tuning dei parametri del danneggiamento da radiazione nella risposta di pixel (dati Run 2 e simulazioni per il Run 3)
 - Studi per una geometria piu' realistica di ITk nella simulazione
 - read out piu' realistico (calibrazioni, database, danneggiamento da radiazione)
 - T. Lari e' ITk Pixel offline software coordinator
- Attivita' nel gruppo che studia elettroni e fotoni (e/gamma group)
 - L. Carminati, R. Turra
 - identificazione di fotoni, classificazione elettroni vs fotoni, calibrazione MC e/gamma per Run 3, ricostruzione del vertice primario in $H \rightarrow \gamma\gamma$
 - R. Turra e' convener del gruppo di reconstruction & software di e/gamma
- Milano ospita uno dei 4 Tier2 italiani per il calcolo di ATLAS
 - L. Carminati, L. Perini, D. Rebatto
 - L. Carminati e' responsabile del calcolo di ATLAS-Italia

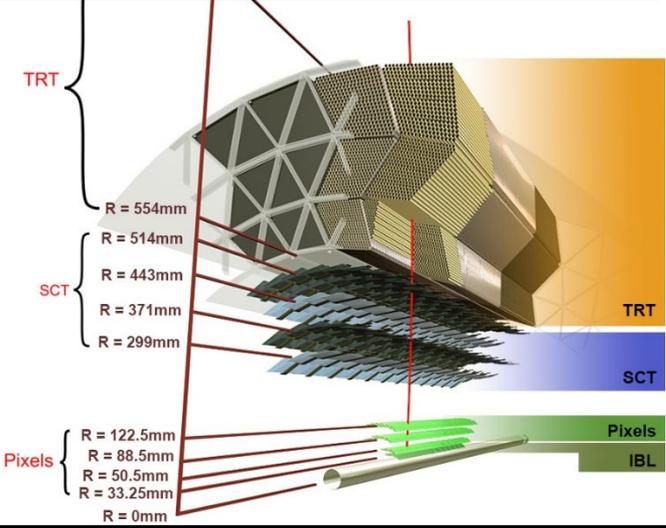
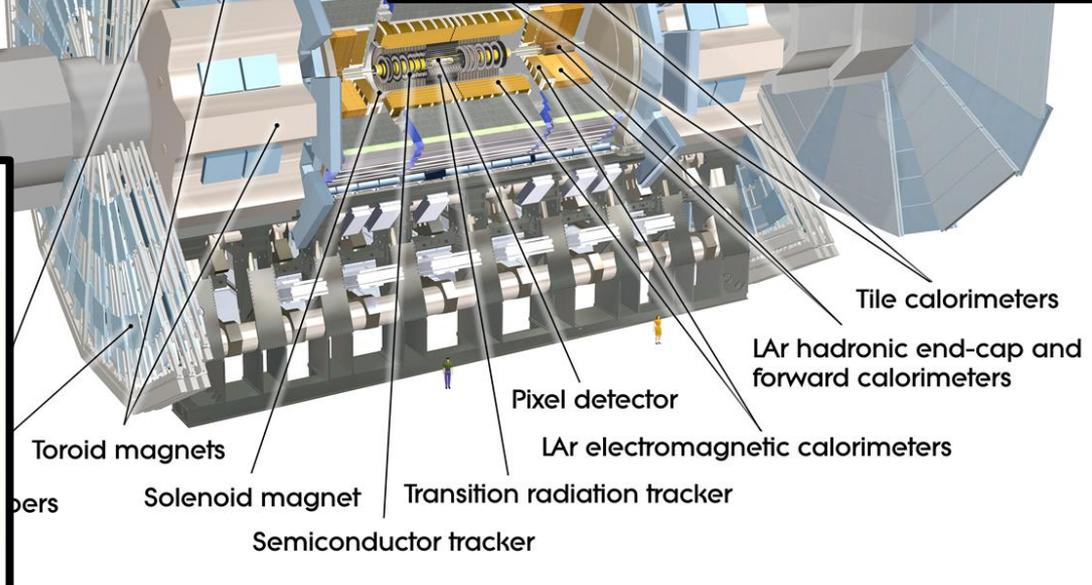
Upgrades (Fase 1)



Nuovo trigger del calorimetro LAr

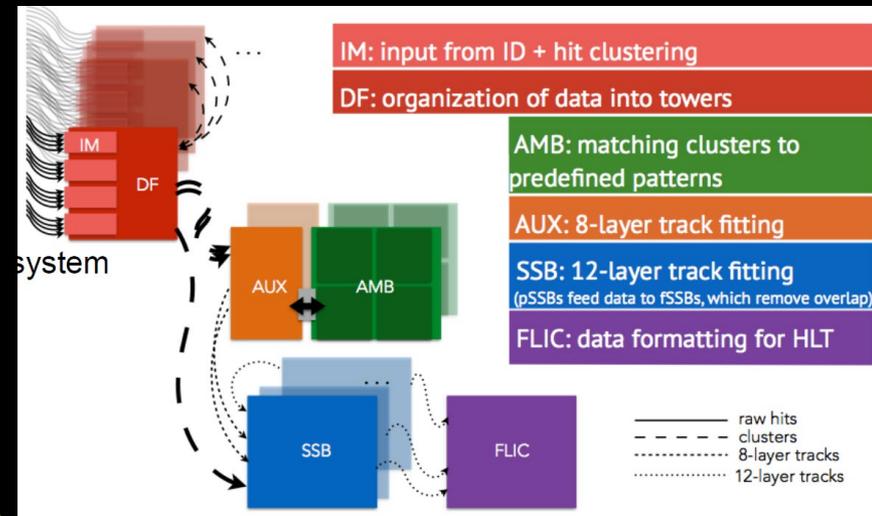


FTK: trigger veloce di traccia
 usa 12 layers del tracker
 4 layers of Si pixel and
 4 double layers of Si strips (2x4)



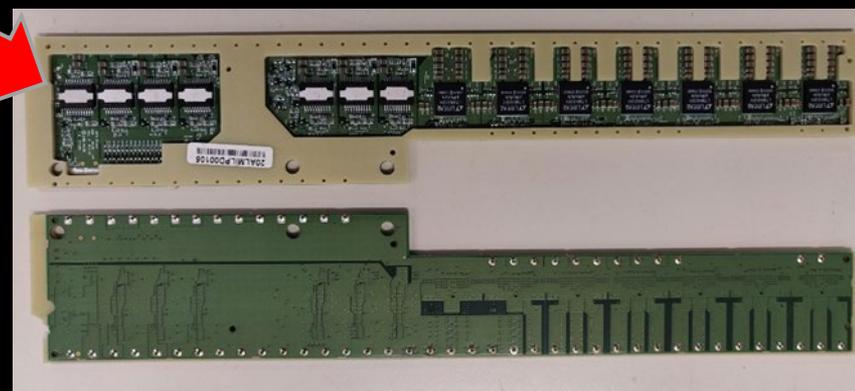
FTK

- ❑ Trigger di traccia basato su hardware per fornire tracce al High-Level Trigger, al rate del trigger di livello L1
- ❑ Il cuore del sistema di trigger FTK e' un chip di memoria associative, AM06, capace di immagazzinare 128k patterns (pattern: 18 bits x 8 words), confrontarli con i dati e settare una memoria se c'e' un match
 - ❑ Il sistema consiste di 8192 AMchip
- ❑ Grosso contributo di Milano nello sviluppo del chip (tecnologia TSMC 65 nm)
 - ❑ 1/2 della produzione gia' effettuata e testata presso una ditta
- ❑ Un dimostratore del sistema (slice) testato con successo durante il RUN 2
- ❑ Il progetto e' sotto ATLAS review in questo periodo (risorse di personale e schedule):
 - ❑ sforzo molto grosso necessario per commissionare il Sistema durante questo shutdown
- ❑ Attivita' prevista per Milano:
 - ❑ completare la produzione
 - ❑ test dei chip rimanenti presso ditta esterna
- ❑ V. Liberali, S. R. Shojaii, A. Stabile
- ❑ Il progetto e' stato cancellato da ATLAS ad Ottobre 2019 dopo che la componente US della Collaborazione si e' ritirata dal progetto, facendo mancare i finanziamenti e le risorse di personale necessarie al completamento del progetto
- ❑ I tentativi (anche da parte italiana) di rimettere il progetto in carreggiata e rimpiazzare le risorse perse non sono stati sufficienti e alla fine e' stata presa la decisione piu' difficile



Calorimetro LAr (I)

- ❑ Upgrade del Sistema di trigger per renderlo piu' granulare
 - ❑ Possibilita' di implementare algoritmi piu' sofisticati e ridurre il fondo
- ❑ I nostri due deliverables per questo upgrade:
 - ❑ design e produzione di 8 baseplane di tipo EMEC-special, per ospitare le nuove schede di trigger nei crate del front end
 - ❑ design e produzione 124 Power Distribution Boards (PDB) per l'alimentazione della nuova scheda di trigger
- ❑ Baseplanes:
 - ❑ produzione completata (incluse spares e patch cards) ad inizio 2020.
 - ❑ EES (Genova)
 - ❑ I baseplanes sono al CERN e sono stati quasi tutti installati
 - ❑ **Mauro Citterio, Fabrizio Sabatini**



Calorimetro LAr (II)

□ PDB:

- schede mezzanine
- generano tensioni necessarie alla LTDB

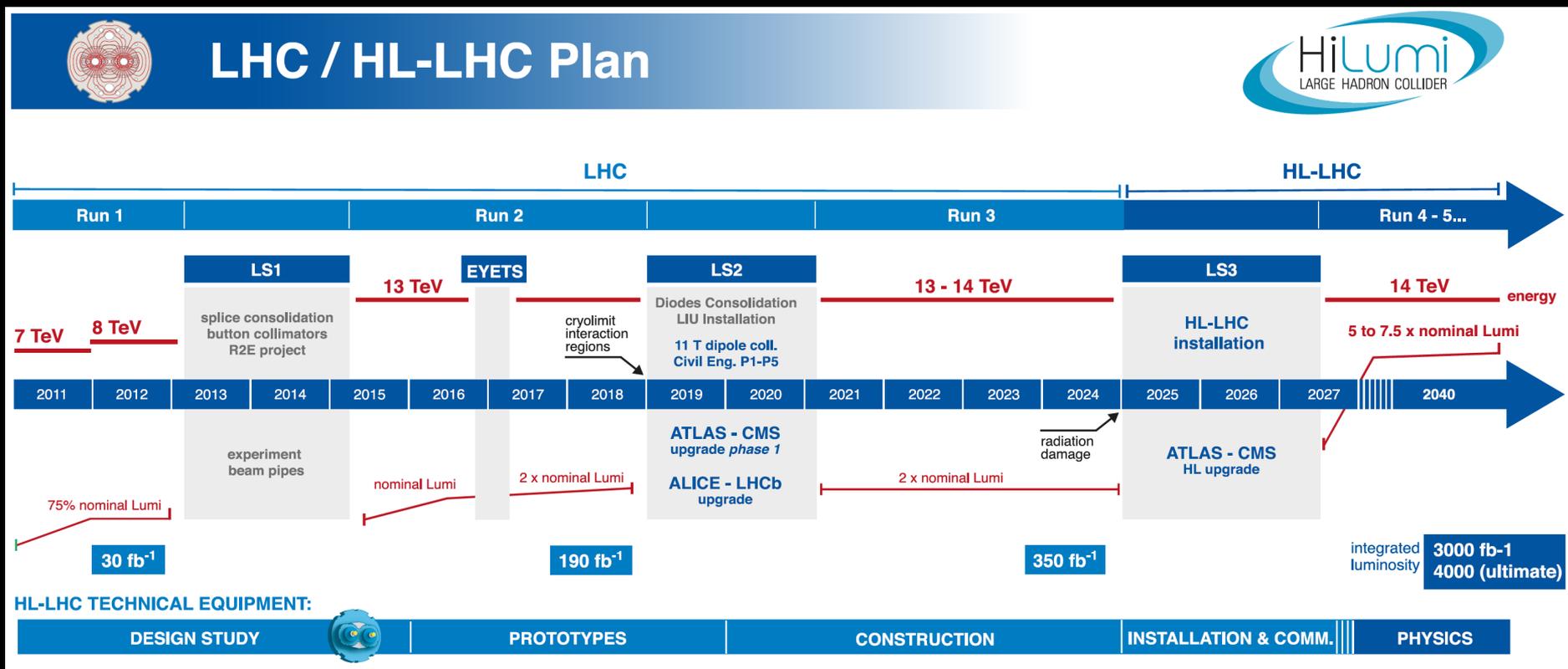


- Grosso ritardo accumulato nel 2019 per la produzione di PDB
 - Abbiamo dovuto interrompere la produzione (1/3 schede già prodotte) e cambiare il design della board a causa di un problema di integrazione meccanica della LTDB nei crate di front-end
 - problema scoperto solo in fase di installazione delle schede
- All'inizio del 2020 avevamo ristabilito un flusso di produzione costante:
 - moduli prodotti dalla ARTEL → testati a Milano → spediti a Saclay/BNL per integrazione nella LTDB → spediti al CERN per installazione
 - programma rallentato dal lockdown per Covid-19
- Ad oggi abbiamo prodotto e testato 98 su 124 schede (escludendo ulteriori 20 spares)
 - stiamo correggendo alcuni errori di produzione sull'ultimo batch ricevuto (foro per fissaggio cooling plate mancante, una resistenza del valore sbagliato)
- A. Carbone (AR), M. Citterio, S. Latorre, M. Lazzaroni, F. Tartarelli

Roadmap di LHC

□ LHC e ATLAS hanno un ulteriore percorso di upgrade approvato e finanziato

□ HL-LHC



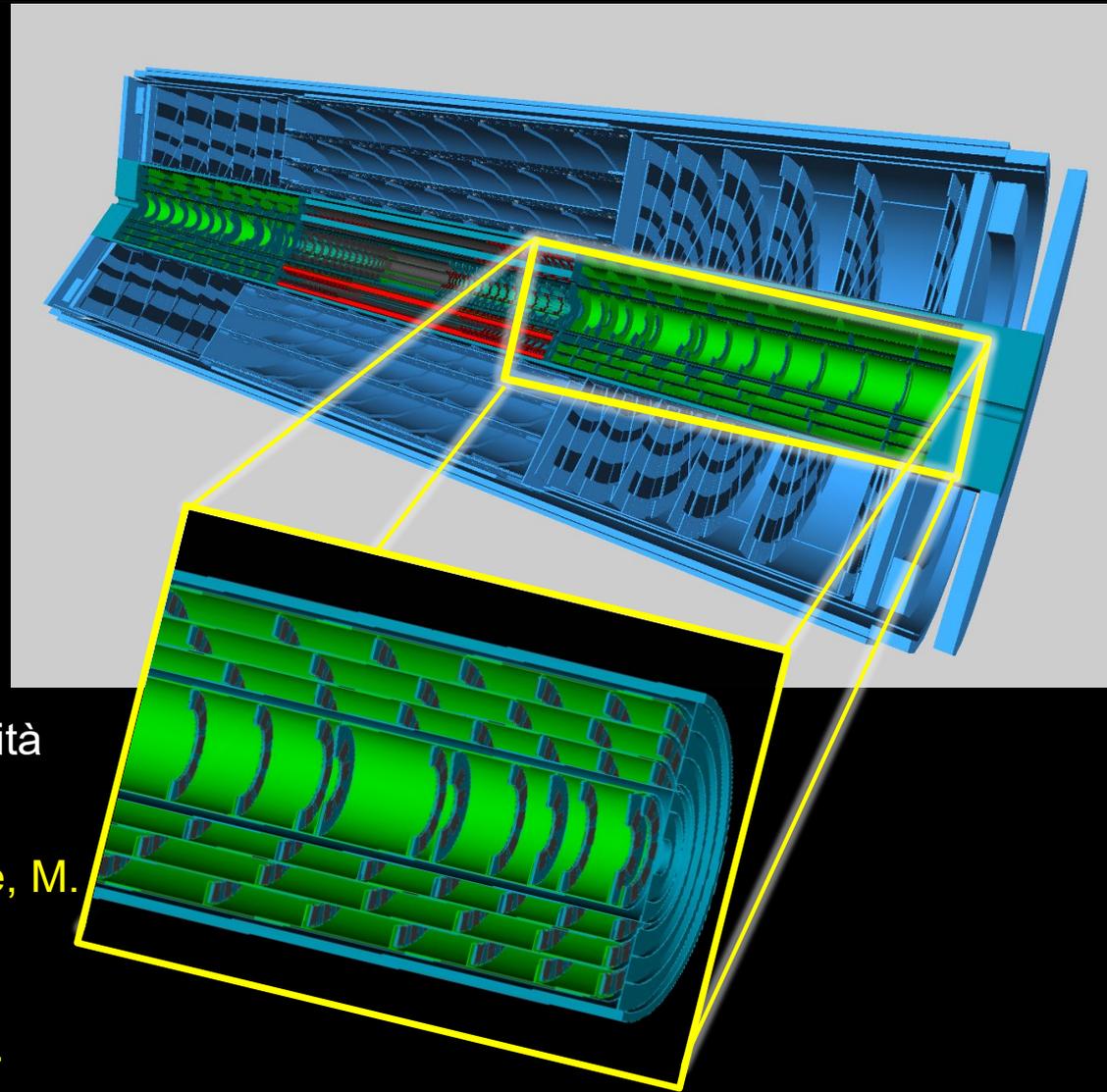
- Luminosita' istantanea fino a $7.5 \times 10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$
- Pile up medio di 200 collisioni inelastiche per beam crossing
- 10 anni di operazioni per raccogliere 3000 fb⁻¹

Upgrade di Fase 2

- Gestione del pile-up e resistenza alle dosi di radiazioni attese richiedono sostanziali upgrade di ATLAS, tra cui i seguenti item che vedono il coinvolgimento di Milano
 - **Completa sostituzione del tracciatore con un nuovo tracciatore a pixel e strip al silicio (ITk)**
 - **Sostanziale upgrade del Trigger e della Data Acquisition, incluso un nuovo trigger di traccia veloce (HTT)**
 - **Sostituzione di elettronica di front-end del calorimetro LAr, che richiede un nuovo sistema di alimentazione**
- Technical Design Report scritti e approvati, Memorandum of Understanding già firmati dall'INFN per quasi tutti i progetti in cui siamo coinvolti
 - costo CORE totale per l'INFN circa 19.6 MCHF, escluso finanziamento per terminare pre-prototipi, contributo per infrastrutture destinate alla produzione e personale (AR)

ITk, nuovo tracker per HL-LHC

- ❑ Sostituzione totale dell'attuale tracciatore
- ❑ Full-silicon tracker:
 - ❑ 5 pixel layers
 - ❑ 4 strip double layers
 - ❑ accettazione $|\eta| < 4$
- ❑ L'INFN partecipa al pixel detector:
 - ❑ $34 \text{ mm} \leq R \leq 320 \text{ mm}$
 - ❑ $|z| < 2.85 \text{ m}$
 - ❑ 12.8 m^2
- ❑ Principali contributi italiani
 - ❑ sensori per la parte più interna (FBK)
 - ❑ costruzione di uno dei due endcap (l'altro di responsabilità UK)
- ❑ G. Alimonti, A. Andreatza, M. Antonello, A. Capsoni, A. Carbone, M. Citterio, S. Coelli, S. D'Auria, M. Gesmundo, D. Giugni, T. Lari, V. Liberali, F. Manca, M. Monti, A. Murrone, D. Rosati, F. Sabatini, E. Viscione



ITk: Costruzione moduli Pixel

□ Bump-bonding:

- in corso qualifica di Leonardo SpA
- Ricevuti moduli per il market survey del CERN
- caratterizzazione della connettività con test elettrici e raggi X

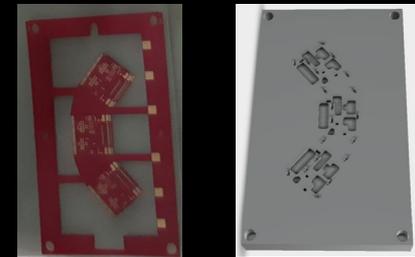
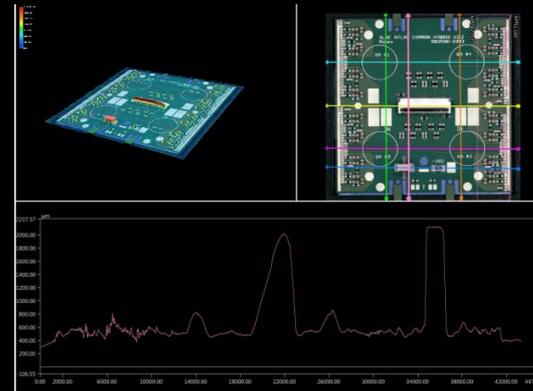
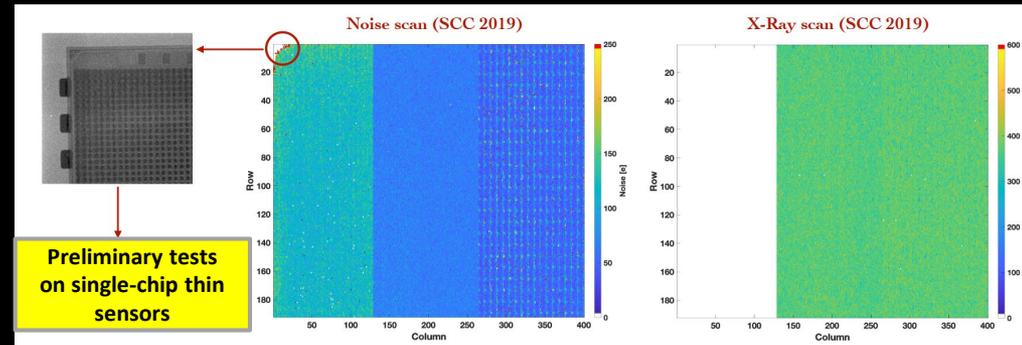
□ Costruzione di moduli per:

- Inner system (radiation hardness)
 - Rivelatori 3D FBK, assemblati in tripletti
 - Moduli quad sottili FBK (spessore 100 μm)
- Outer endcap
 - commitment della comunità italiana a costruire uno dei due endcap

□ Qualifica del sito di Milano nel 2020

- Sviluppato il tooling per i diversi tipi di moduli
- Finalizzazione procedure di metrologia, wire bonding, cold-test, deposizione con parilene

- Nel 2021 pre-produzione del 10%
- Produzione a seguire 2022-2024

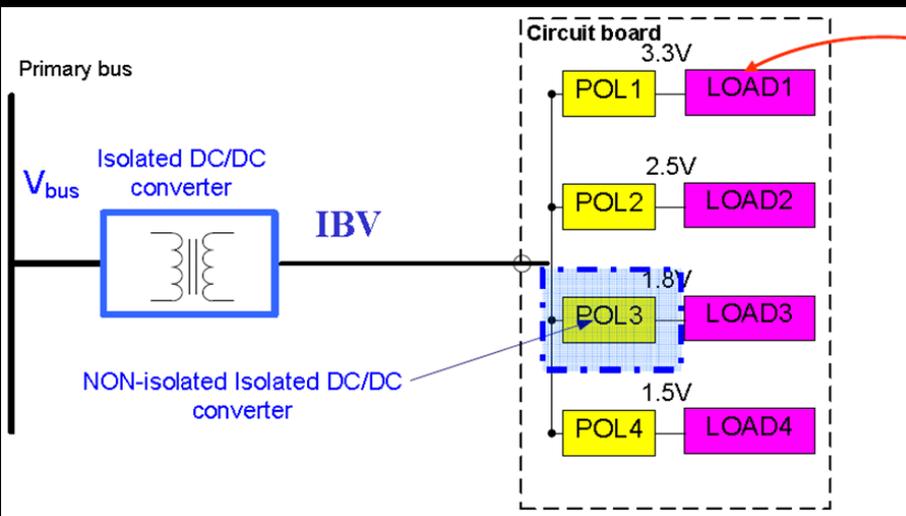


Track Trigger

- ❑ Le condizioni “estreme” di HL-LHC (pile-up), le incertezze sui rate attesi, la necessita’ di tenere aperta la porta a ricerche nel maggior numero di canali possibile, richiedono algoritmi di trigger sofisticati e flessibilita’ ai livelli piu’ bassi della catena di trigger
- ❑ La ricostruzione HW di tracce “real time” strumento fondamentale per ridurre i rate e tenere soglie di trigger simili alle attuali
- ❑ I cluster di 8/13 layer di ITK sono trasformati in pattern che poi sono associati a pattern precaricati in un chip di memoria associativa (AM), una sofisticata CAM a grossa parallelizzazione. I pattern selezionati sono estrapolati ai rimanenti layer e rifittati
- ❑ La responsabilita’ del chip AM e’ di Milano
- ❑ Lo sviluppo in corso e’ l’evoluzione di una lunga serie di chip gia’ prodotti e funzionanti.
- ❑ Per il 2020 e’ previsto un prototype su piccolo scala (AM08) che gestisce 12 kpattern, per arrivare nel 2021 a produrre un chip full size (AM09), che gestisce 384 kpattern
 - ❑ tecnologia CMOS a 28 nm
- ❑ Sottomissione di AM08 prevista per Luglio
 - ❑ qualche ritardo accumulato per i problemi con Cadence
 - ❑ ulteriori problemi dovuti al lockdown per Covid-19
- ❑ **L. Frontini (AR), V. Liberali, M. Monti (AR), S. R. Shojaii, A. Stabile**

Calorimetro LAr

- ❑ Tutta l'elettronica andra' sostituita: 1524 FEBs, 120 board di calibrazione, tutta l'elettronica di back-end
- ❑ La nuova elettronica di FE funzionera' a tensioni diverse (piu' basse) di quelle attuali e quindi tutto il sistema di alimentazione andra' riprogettato
- ❑ **Milano ha la responsabilita' di realizzare:**
 - ❑ lo schema di alimentazione per la nuova elettronica di Front-End
 - ❑ la distribuzione e regolazione delle alimentazioni sulle schede di Front-End, in particolare la PDB2 e la nuova scheda di front-end FEB2 (128 canali di lettura)



- ❑ **Ingredienti:**
 - ❑ Bus primario: 280 V
 - ❑ Bus intermedio: 48 V
 - ❑ POL (DC/DC converters e LDO) sulla scheda per creare le tensioni necessarie all'elettronica di FE

- ❑ **A. Carbone, M. Citterio, S. Latorre, M. Lazzaroni, F. Tartarelli**

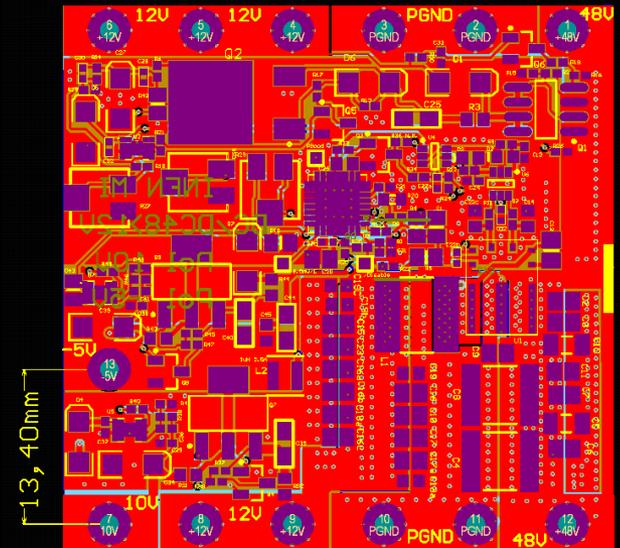
R&D Studies



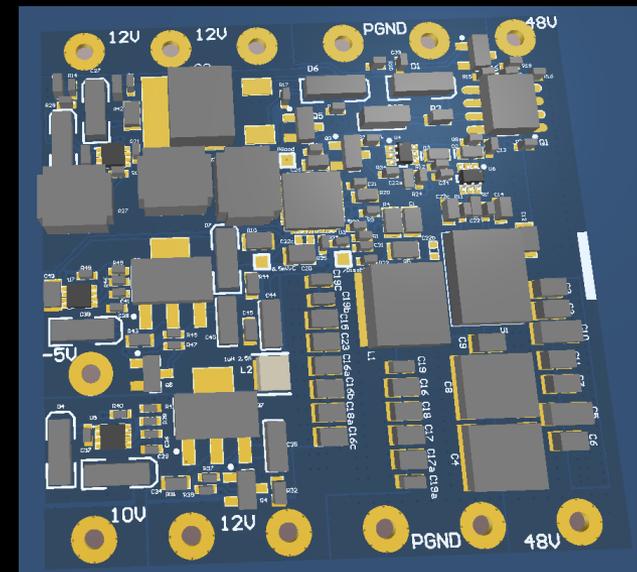
- ❑ Test di un preprototipo di un LVPS:
 - ❑ CAEN Easy BRIC1: 300 V input, 48 V output, 8 canali, 190 W per canale
 - ❑ costruito su nostre specifiche (basato su un prototipo sviluppato per un altro sistema in ATLAS)
- ❑ Unita' raffreddata ad acqua. E' possibile operare gli 8 canali in parallelo per raggiungere circa 1.5 kW
- ❑ Prossimo prototipo il cui design dovrebbe iniziare in autunno dovrebbe avere caratteristiche "finali": 3.6 kW di potenza, ridondanza (N+S = 3+1) e resistenza alle radiazioni

FEB2 mezzanines

- Stiamo sviluppando anche due mezzanine per un prototipo della FEB2, per testare la nostra soluzione di conversione dei 48 V alle tensioni necessarie all'elettronica:
 - mezzanine piccola: 48 → 12 V e fornisce input a un LTM4619 che a sua volta alimenta un LDO (LT3080)
 - mezzanine grande: 48 → ~3 V per fornire input direttamente al LT3080
- **Il disegno della mezzanine piccolo e' terminato:**
 - include anche due ulteriori uscite +10 V e a -5 V
 - in via di sottomissione per la produzione
- Disegno basato su un DC/DC converter GaN TI LMG5200 + controller rad-hard realizzato con un FEAST2 (device sviluppato al CERN)
- La mezzanina verra' testata con gamma e neutroni per resistenza alle radiazioni
 - ottimi risultati gia' ottenuti in passato con gamma su un pre-prototipo di questa mezzanina
- Test integrati con la FEB2 sono previsti per fine 2020/inizio 2021
- In parallelo se i test sono buoni si passera' alla realizzazione della mezzanine grande

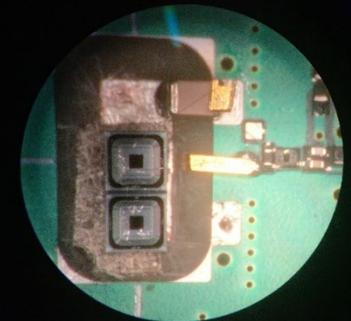
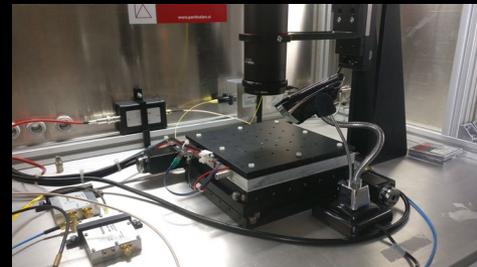
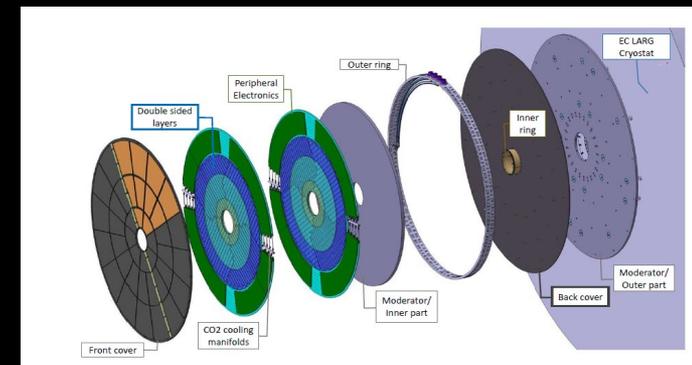
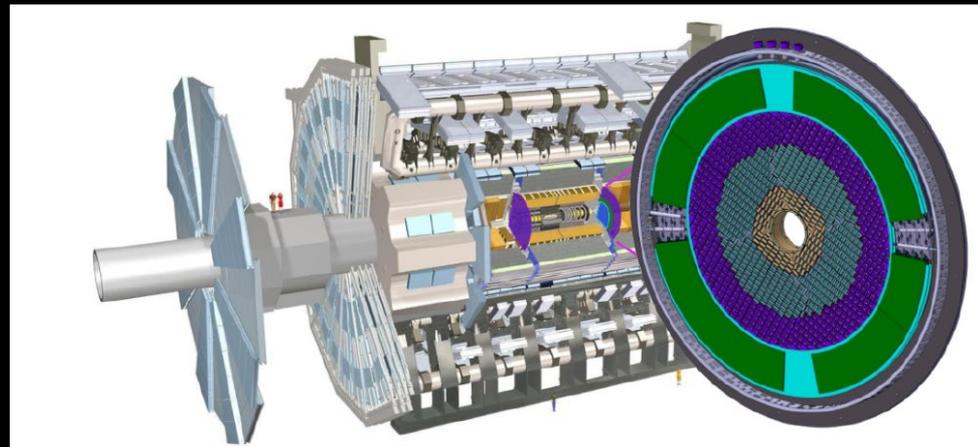


S. Latorre



High Granularity Timing Detector

- Due dischi double sided di pixels di 1.3×1.3 mm² nella regione in avanti con misura del tempo precisa (30-50 ps per traccia)
- LGAD (Low Gain Avalanche Diodes): n-on-p silicon detectors containing an extra highly-doped p-layer
- Interessati alla caratterizzazione di questi device
- Progetto finanziato con un Grant neoassunti (R. Turra)
- Large Scanning Transient Current Technique (TCT) laser per test:
 - IR 1064 nm laser, 350 ps-4000 ps
 - Focusing optic with spot size $11 \mu\text{m}$
 - Large mounting plane, 3-axis movement $1 \mu\text{m}$ resolution
 - Cooling: 4 Peltier coolers, total 400W
- Attivita' e' stata interrotta per lockdown
 - si cerchera' di riprendere al piu' presto i test



- L. Carminati, R. Turra

Responsabilita' in ATLAS

- R. Turra E/gamma - Convener of Subgroup "Reconstruction and Software"
- T. Lari Coordinatore di ITK pixel offline software

- D. Giugni: ITk pixel project engineer
- D. Giugni Pixel engineer
- F. Tartarelli Responsible DCS LAr HV system
- F. Tartarelli Steering LAr Phase 2 upgrade
- A. Stabile Responsabile AM chip HTT
- A. Andreatza ITk production manager
- S. D'Auria ITk Pixel Module test systems

- F. Tartarelli: Chair Institute Board LAr
- C. Troncon Chair Institute Board Pixel
- C. Troncon Chair Inner Detector Speaker committee
- C. Troncon ITK speakers committee
- L. Perini Chair Software & Computing Speakers Committee

- L. Carminati Coordinatore Calcolo ATLAS Italia

Richieste finanziarie 2020

- ❑ **Richieste finanziarie ancora preliminari**
- ❑ **M&O cat. B 2021 (CERN-RRB-2020-024 , April 2020):**
 - ❑ Pixel: 154 kCHF
 - ❑ IDGen: 51 kCHF
 - ❑ LAr: 55 kCHF
- ❑ **Calcolo:**
 - ❑ CPU: 65 keuro (6500 HS06)
 - ❑ Disco: 70 keuro (500 TB)
 - ❑ Overhead (server, rete): 9450 euro
- ❑ **Missioni:**
 - ❑ circa 250 keuro

Manpower 2021

- ❑ Stima preliminare del manpower basata sulle percentuali del 2020
- ❑ Manpower simile al 2020:
 - ❑ 34 persone
 - ❑ 25.7 FTE
 - ❑ ATLAS + FASE2_ATLAS + sigle sinergiche

1 Antonello	Massimiliano	100
2 Alimonti	Gianluca	80
3 Andrezza	Attilio	90
4 Ballabene	Eric	100
5 Capra	Stefano	10
6 Carbone	Antonio	100
7 Carminati	Leonardo	100
8 Cavalli	Donatella	0
9 Costa	Giuseppe	0
10 Citterio	Mauro	70
11 Coelli	Simone	70
12 D'Auria	Saverio	70
13 Fanti	Marcello	90
14 Frontini	Luca	50
15 Giugni	Danilo	100
16 Lari	Tommaso	100
17 Lazzaroni	Massimo	70
18 Liberali	Valentino	50
19 Mandelli	Luciano	0
20 Meroni	Chiara	100
21 Monti	Matteo	100
22 Mungo	Davide	100
23 Murrone	Alessia	100
24 Perini	Laura	80
25 Piazza	Federica	100
26 Ragusa	Francesco	70
27 Rebatto	Davide	100
28 Resconi	Silvia	100
29 Shojaii	Jafar	35
30 Stabile	Alberto	75
31 Tartarelli	G. F.	100
32 Troncon Clara	Clara	100
33 Trucco	Gabriella	60
34 Turra Ruggero	Ruggero	100

Richieste finanziarie

□ Pre-prototipi ITk

- 2.5 keuro COOLING: materiale officina meccanica: connettori, consumabili welding
- 7.5 keuro COOLING: Stampa 3D pezzi per distribuzione cooling
- 1 keuro MODULE ASSEMBLY: colle, siringhe
- 1 keuro MODULE ASSEMBLY: boards, flex
- 2 keuro MODULE ASSEMBLY: vetri, dummy flex, dummy sensori per qualifica
- 5 keuro MODULE ASSEMBLY: run di test con parilene per HV protection
- 2 keuro MODULE ASSEMBLY: visual inspection
- 1 keuro MODULE ASSEMBLY: Flex 3D prototyping + supports per test beam/lab

□ HTT

- 17 keuro HTT: Setup per progettazione AM Chip

□