



# ATLAS @ Genova

inclusi

ATLAS, Fase2\_ATLAS

Responsabile Locale

**Stefano Passaggio**

CdS, 16 Luglio 2020

# Il gruppo ATLAS

- Due sigle
  - **ATLAS** (Grl)
  - **Fase2\_ATLAS** (Grl)
- Tra fine 2019 e inizio 2020 si sono aggiunti **Martina Ressegotti** (assegnista INFN per HL-LHC) e **Leonardo Vannoli** (dottorando)
- Laureandi: **Giulia Manco** e **Martino Tanasini**
- Tre tecnici Prog. Elettronica: **Giuseppe Gariano**, **Alessandro Rovani**, **Ettore Ruscino**
- **Tot FTE: 16.7**

7/16/2020

## Anagrafica 2021 (fotografia Luglio 2020)

Ric + Bors + Stud		Contratto	Qualifica	ATLAS	FASE2_ATLAS	Totale	
Barberis	Dario	Associato	Ricercatore U.	100	0	100	
Coccaro	Andrea	Dipendente	Ricercatore	90	10	100	
Darbo	Giovanni	Dipendente	Dirigente di Ricerca	20	80	100	
D'Etto	Francesco	Associato	Assegnista	0	100	100	
Gagliardi	Guido	Associato	Ricercatore U.	80	20	100	
Gemme	Claudia	Dipendente	Ricercatore	30	70	100	
Lapertosa	Alessandro	Associato	Assegnista	20	80	100	
Morettini	Paolo	Dipendente	Dirigente di Ricerca	0	100	100	
Parodi	Fabrizio	Associato	Prof. Associato	90	10	100	
Passaggio	Stefano	Dipendente	Primo Ricercatore	70	30	100	
Ressegotti	Martina	Associato	Assegnista	0	100	100	
Rossi	Leonardo	Associato	Senior	50	50	100	
Sannino	Mario	Associato	Prof. Associato	0	100	100	
Schiavi	Carlo	Associato	Prof. Associato	90	10	100	
Sforza	Federico	Associato	RTDB	70	30	100	
Vannoli	Leonardo	Associato	Dottorando	0	100	100	
Varni	Carlo	Associato	Assegnista	90	10	100	
<b>Totale Ric+Bors+Stud</b>				7.5	8.5	16	<b>16</b>
Tecnologi		Contratto	Qualifica	ATLAS	FASE2_ATLAS	Totale	
Corosu	Mirko	Dipendente	Tecnologo	30	0	30	
Rossi	Cecilia	Dipendente	Tecnologo	0	40	40	
<b>Totale Tecnologi</b>				0.3	0.4	0.7	<b>0.7</b>
<b>Totale Ric+Bors+Stud+Tecnol</b>				7.8	8.9	16.7	<b>16.7</b>

AIDAInnova: sigla EU in partenza (non ancora attiva), sost. AIDA2020 (terminata a inizio 2020)

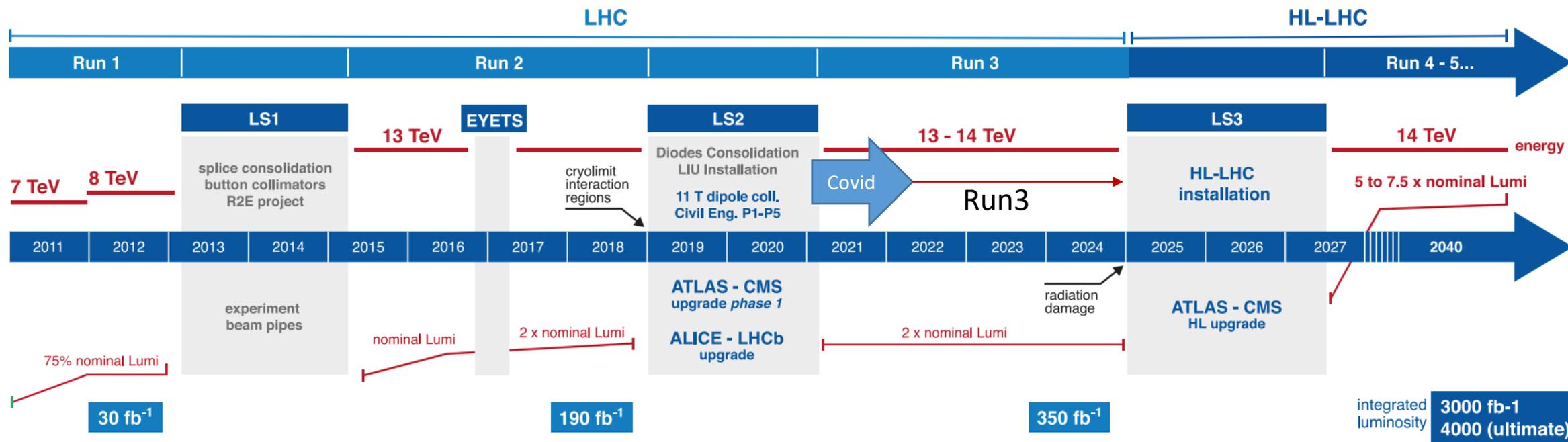
# Responsabilità in ATLAS

- L'impatto del nostro gruppo in ATLAS si riflette nei molti incarichi di coordinamento che ricopriamo (L1 highest priority)

<b>L1</b>	<b><i>Claudia Gemme - ITK PL</i></b>
<b>L2</b>	<b><i>Dario Barberis - ATLAS Software and Computing Infrastructure Group (ASCIG) Coordinator</i></b>
<b>L2</b>	<b><i>Dario Barberis - ATLAS Distributed Computing (ADC) Monitoring Coordinator</i></b>
<b>L2</b>	<b><i>Dario Barberis - S&amp;C Financial Budget Advisor</i></b>
<b>L2</b>	<b><i>Carlo Schiavi - Flavor Tag Combined Performance Group Coordinator</i></b>
<b>L2</b>	<b><i>Carlo Varni - Flavor Tag Software Subgroup Coordinator</i></b>
<b>L2</b>	<b><i>Paolo Morettini - ITk Pixel Outer Endcap Contact Person</i></b>
L3	<i>Leonardo Rossi - Chair of the Project Management Office review team for ITk</i>
L3	<i>Claudia Gemme - Pixel Management (publications)</i>
L3	<i>Paolo Morettini - Pixel Management (DAQ software)</i>
L3	<i>Alessandro Lapertosa - b-tagging DQ Coordinator</i>
L3	<i>Stefano Passaggio - Meta-stable Massive Particles / Pixel dE/dx Analysis Contact in RPVLL (SUSY)</i>
L3	<i>Carlo Schiavi - W+c Measurement at 13 TeV Analysis Contact in SM</i>
L3	<i>Fabrizio Parodi - Contact person b-tagging calibration combination e continuous b-tagging</i>
L3	<i>Federico Sforza - Muon identification with full Run 2 Contact Person in Muon CP</i>
L3	<i>Andrea Coccaro - b-tagging recommendations Contact Person (Calibration Data Interface: CPI)</i>
L3	<i>Andrea Coccaro - di-jet resonances with b-tagging Analysis Contact in Exotics</i>



# LHC / HL-LHC Plan



## HL-LHC TECHNICAL EQUIPMENT:



June 8th meeting has set the baseline scenario due to COVID lockdown. Close experimental caverns on 1<sup>st</sup> Feb 2022 (--> no running in 2021), No change to LS3 (start beginning of 2025). CERN fixed target programme starting as early as possible during 2021.

# Il nuovo tracciatore di ATLAS@HL-LHC: ITk

A. Coccaro, G. Darbo, F. D’Ettorre, C. Gemme, A. Lapertosa, P. Morettini, S. Passaggio, M. Ressegotti, C. Rossi, L. Rossi, F. Sforza, L. Vannoli

**Responsabilità**

**C. Gemme:** ITk Project Leader

**P. Morettini:** ITk Pixel Outer Endcap CP

- Le condizioni di lavoro di HL-LHC implicano la necessita’ di un nuovo tracciatore. 7 volte piu’ grande dell’attuale.

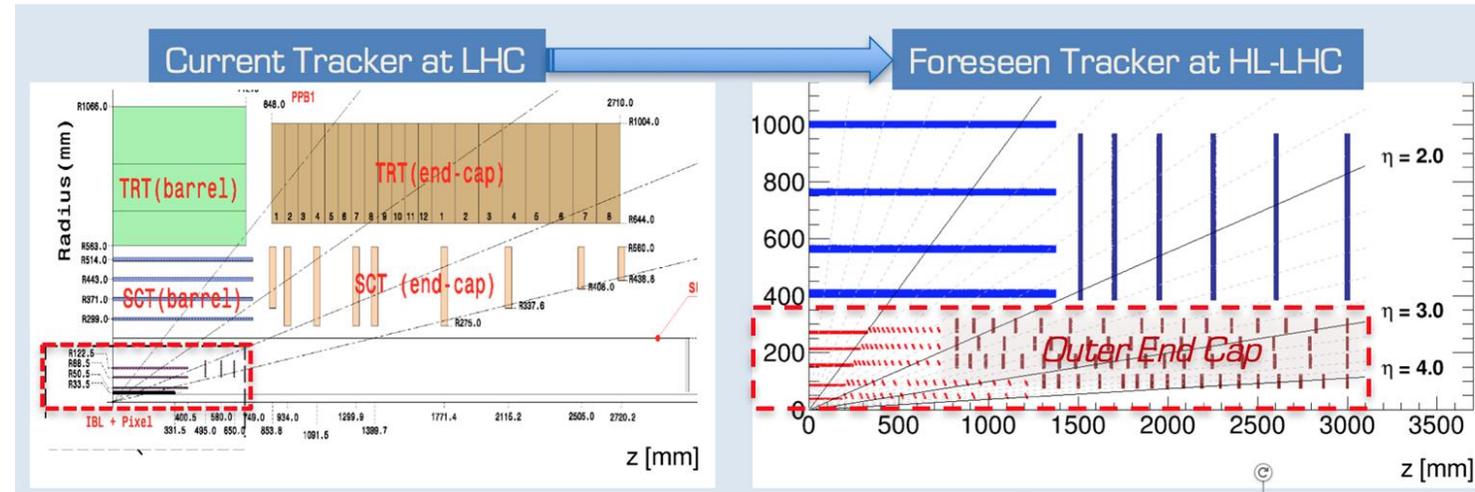
- Due tipi di rivelatori: pixel e strip
- Progetto approvato da LHCC in Aprile 2018.
  - Costo stimato 123 MChF, 25 agenzie coinvolte.

- L’Italia partecipa alla parte **pixel** e al sistema comune di **CO<sub>2</sub> cooling**

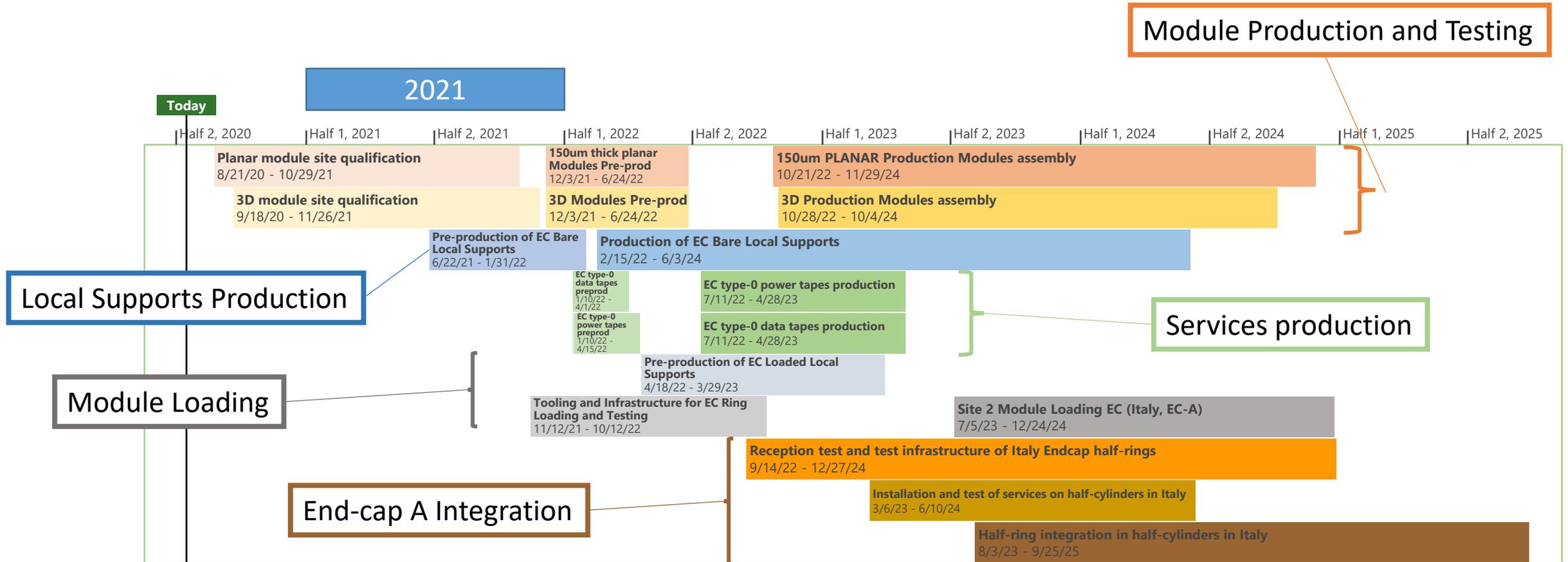
- In Pixel l’impegno italiano si focalizza su due punti:

- Sensori 3D** e **planari sottili** nell’innermost (L0/L1)
- Costruzione di una **end-cap** (l’altra da UK)

- Il contributo italiano è di **~5 MChF in Pixel** e **0.6 MChF nel cooling**



# ITk Pixel Schedule – Responsabilità INFN

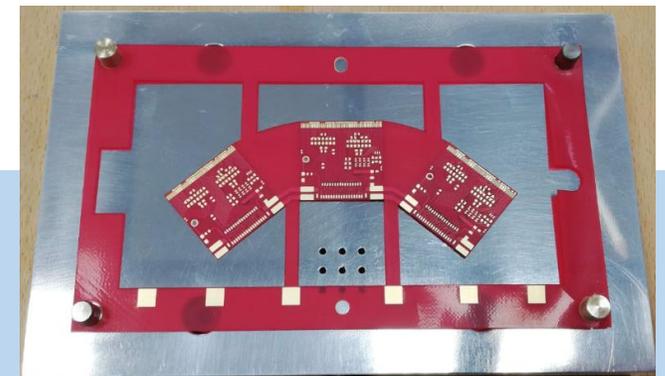
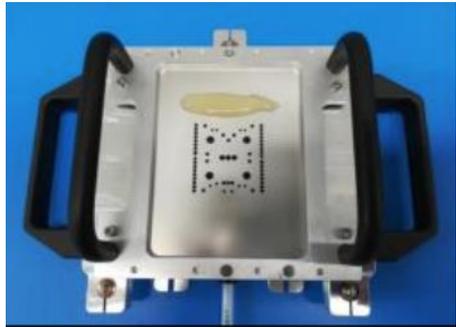
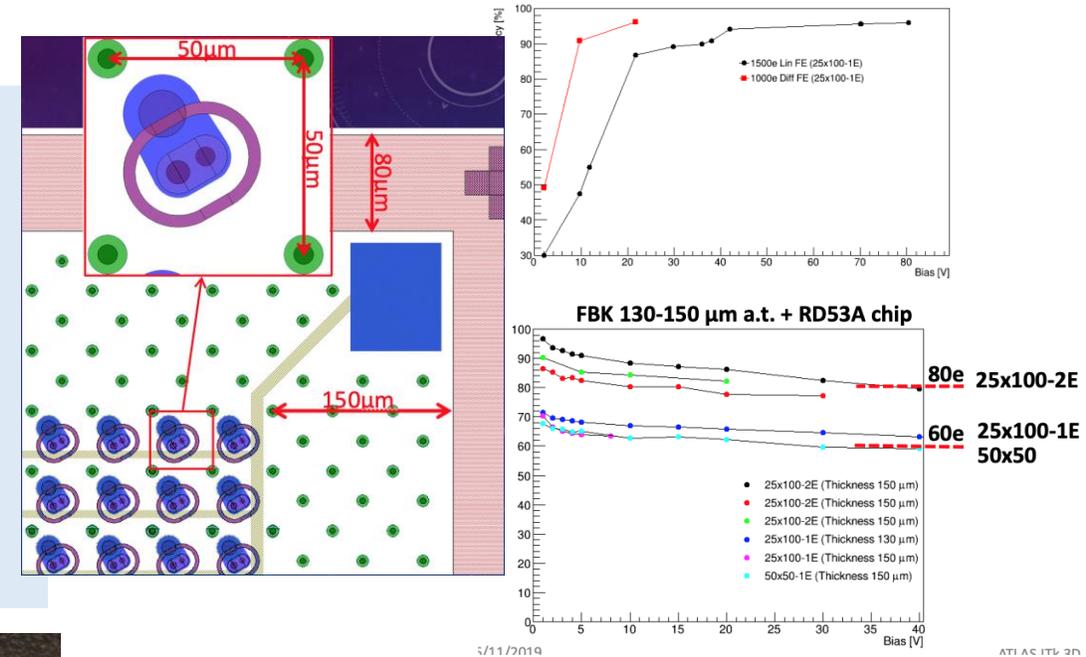


# Attività sui Sensori e Moduli

A. Lapertosa, talk a Final Design review

## Sensori 3D

- Responsabilità della Qualifica dei sensori 3D prodotti da FBK (Trento), inclusi irraggiamenti e test su fasci di elettroni e protoni.
- FBK qualificato come fornitore di sensori; pre-produzione appena iniziata
- Articolo di rassegna in preparazione



## Assemblaggio Moduli

- Genova responsabile per montaggi di moduli 3D (tripletti) e planari (quad)
- Messa a punto della procedura di montaggio in corso
  - Genova responsabile dell'ottimizzazione del montaggio per i tripletti che necessita posizionamenti con movimentazione automatica

# Attività sui Supporti Meccanici

## Costruzione degli Half Ring

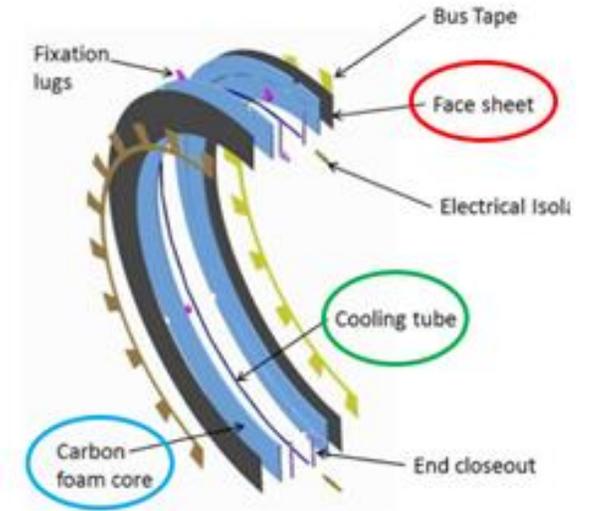
Nell'EndCap i rivelatori sono montati su supporti chiamati HR (~60 da installare + ~20 spare). A Genova costruiamo gli HR (eccetto la "cottura in autoclave") e ci montiamo sopra i servizi elettrici (tape) e i moduli. Ogni HR è composto da 2 HS in carbon foam e carbon pre-preg.

Attività principali svolte a Genova:

- Lavorazione trapezi per produzione di HS grezzi da blocco di foam.
- Lavorazione HS finali dopo cottura in autoclave (spianatura, scassi per tubo e per punti fissaggio)
- Assemblaggio ed incollaggio

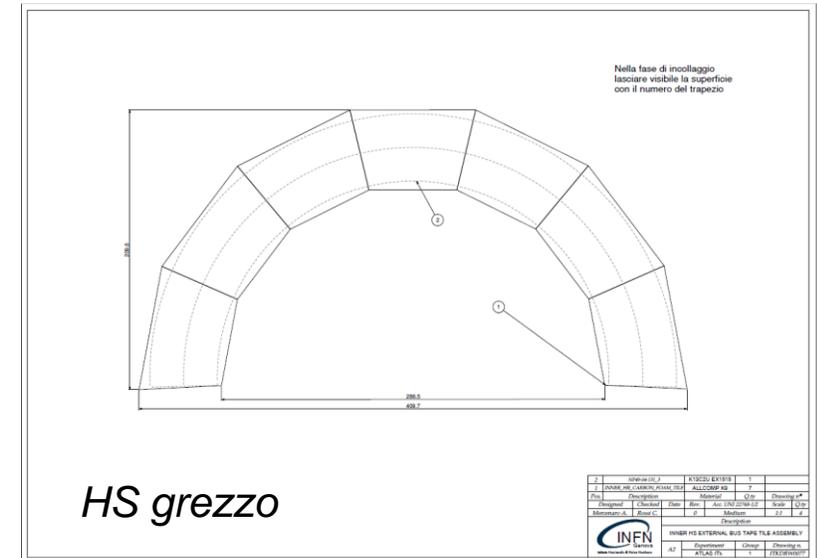
Ogni lavorazione implica la progettazione e produzione di tool dedicati. Viene inoltre effettuato in diverse fasi il controllo qualità con CMM.

È attualmente in corso la produzione di alcuni prototipi e la messa a punto della procedura di produzione dei trapezi di foam.



HR = Half Ring

HS = Half Sandwich = carbon foam + pre-preg



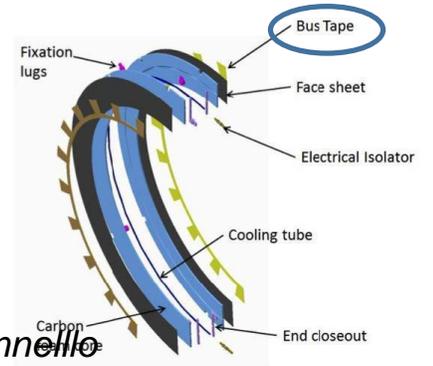
HS grezzo

# Attività sui Tape

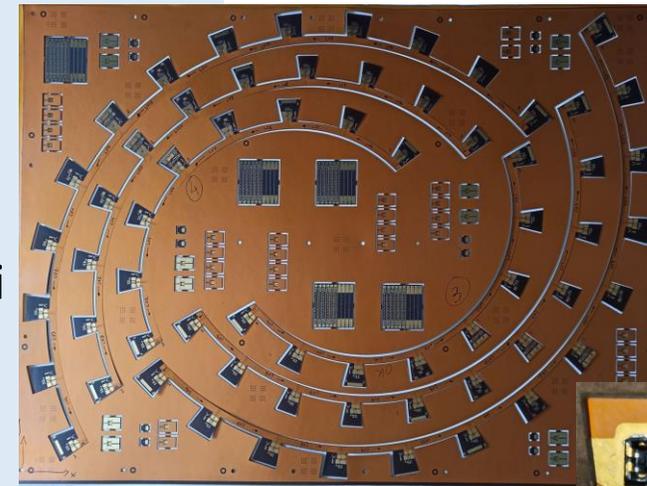
Su ogni HR, un circuito elettrico distribuisce le alimentazioni agli elementi sensibili sui supporti. Responsabilita di Genova.

- Disegnato il circuito,
- produzione al CERN,
- qualifica elettrica e meccanica a Genova.

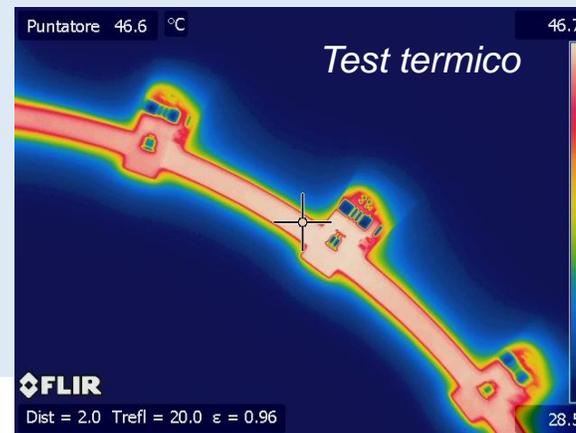
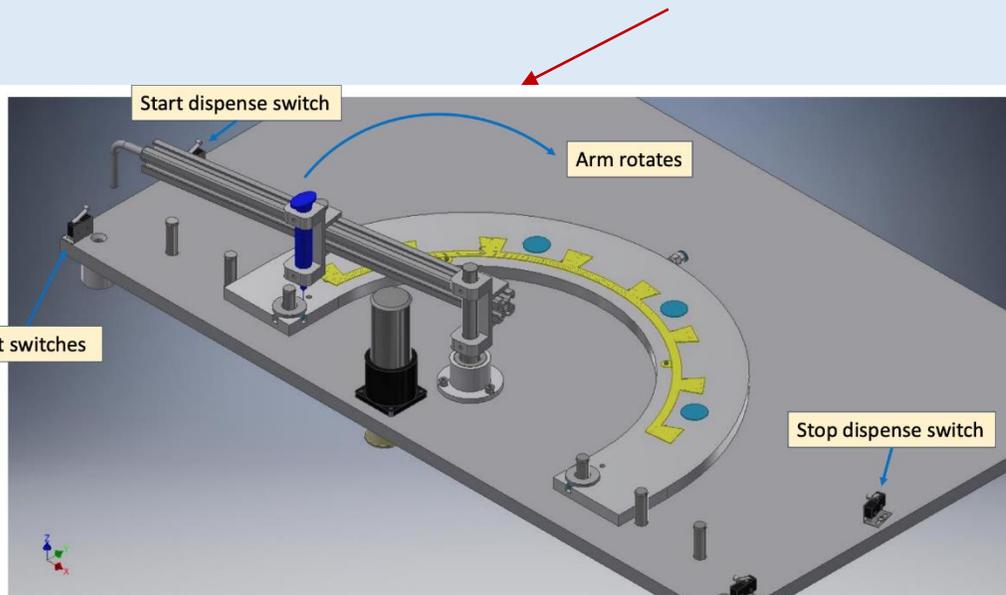
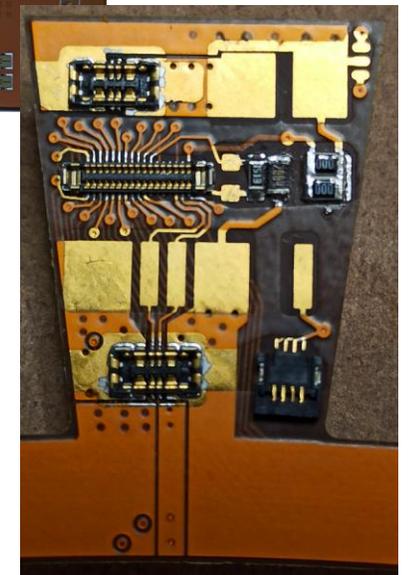
I circuiti qualificati vengono incollati sulle facce esterne dei supporti



6 circuiti, per i tre HR su un pannello di circa 1 m<sup>2</sup>, ricevuti a Marzo 2020

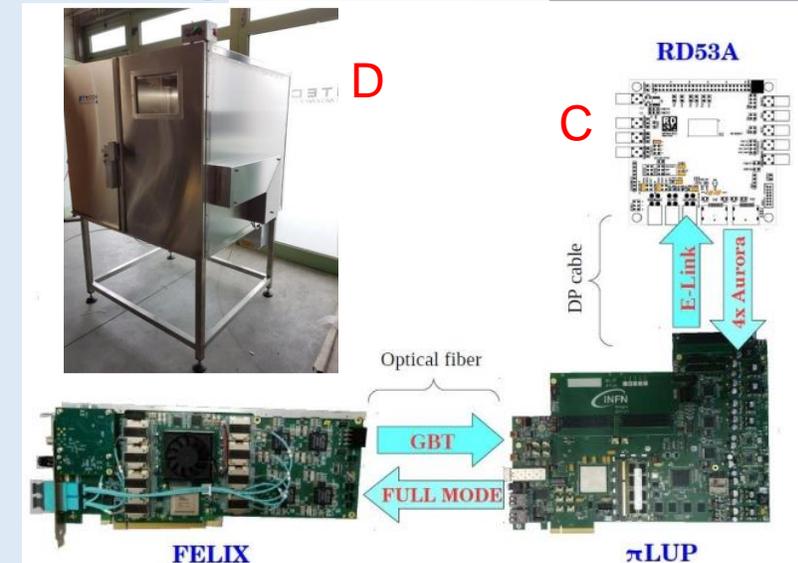
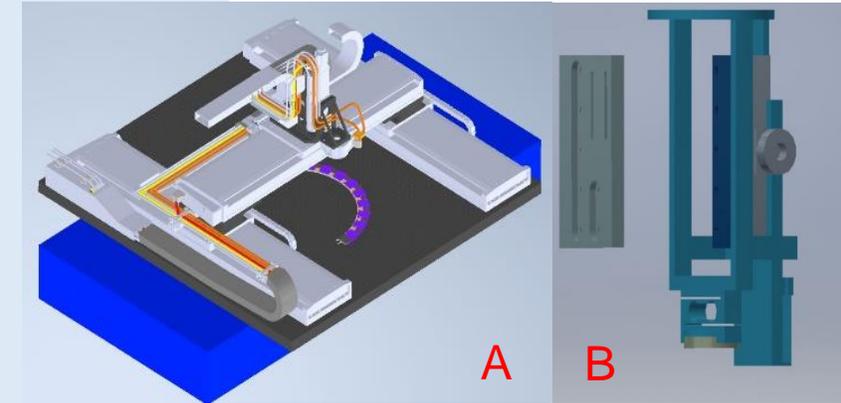
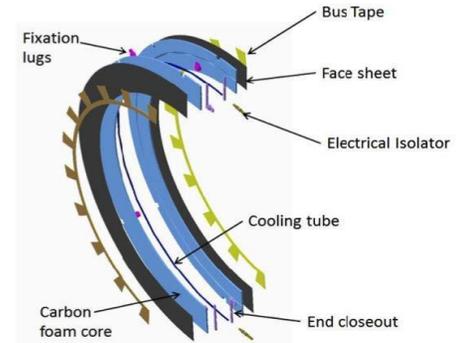


Dettaglio di in circuito



# Module Loading e System Test

- Il posizionamento dei moduli sugli Half rings viene eseguito utilizzando un sistema automatico che garantisce il rispetto delle tolleranze meccaniche.
  - Acquisto della macchina Pick and Place per il posizionamento dei moduli finalizzato. Consegna prevista per settembre/ottobre. **A**
  - Testa per il sostegno dei meccanismi di manipolazione moduli, deposizione della colla e survey ottico in avanzata fase di sviluppo. **B**
  - Il software per il posizionamento, l'incollaggio automatico dei moduli e la verifica del posizionamento verrà sviluppato nei prossimi mesi, in preparazione per la pre-produzione dei loaded local supports alla fine del 2021.
- QA, QC e System Test
  - Gli Half Rings sono sistemi di notevoli dimensioni (fino a 26 quad modules) che includono tutti gli elementi funzionali del rivelatore completo.
  - Per questo motivo i test degli HR costituiscono vere e proprie verifiche di funzionalità del rivelatore completo e costituiscono il primo passo dei test di sistema.
  - I sistemi di acquisizione dati (DAQ) e controllo (DCS) utilizzati sono gli stessi che verranno usati nei siti di integrazione e poi nel rivelatore completo. L'impegno del gruppo in queste attività si traduce in un impegno nei design dei sistemi DAQ e DCS finali. **C**
  - Il sistema di test include anche una camera che consente calibrazioni con un tubo a raggi X fornendo la necessaria schermatura, i sistemi di sicurezza e il controllo delle condizioni climatiche durante i test. **D** Il raffreddamento degli HR durante i test avviene con un sistema a CO<sub>2</sub> in corso di acquisizione (MARTA).



# Cooling



## Warm nose heat exchanger

Scambiatori di calore CO<sub>2</sub> liquida/CO<sub>2</sub> bifase in stampa 3D metallica per Strips e Pixel (tot 52 WN HX):

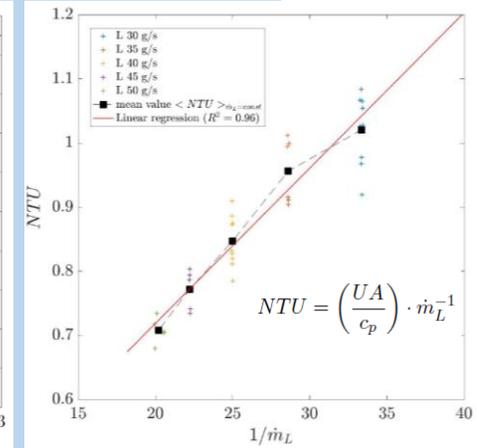
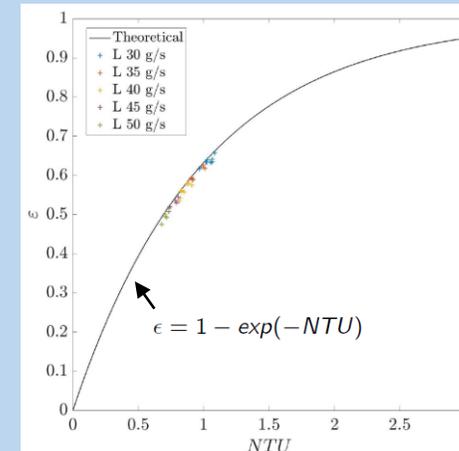
- 16 Barrel Strips
- 8 EndCap Strips
- 6 Pixel Inner System
- 22 Pixel Outer System

Diversi design a seconda della posizione in cui vengono installati:

IDEP → Strips + Pixel Inner System;

PP1 → Pixel Outer system.

- Test con CO<sub>2</sub> di scambiatori sia in Sezione (Blow Off System) che al CERN (Baby-DEMO) su primi prototipi strips full scale.
- Preliminary Design Review passata in Gennaio 2020
- Studio di prototipi scaled a massa ridotta in Acciaio e Titanio in corso
- Progettazione di scambiatori per Pixel
- Produzione e test splitter box per IDEP area in corso



# Richiesta spazio per costruzione HRs di ITk

- Motivazione
  - GE ha la responsabilità di costruire metà (80) dei supporti (Half Ring) della parte Outer EC del rivelatore a Pixel di ITk
  - Ognuno di essi e' un assemblaggio di due parti principali (half-sandwich) con un tubo in mezzo, più altri piccoli supporti
  - Una volta assemblato l'HR, due circuiti elettrici sono incollati sui due lati
  - Gli HR piu' grandi hanno una dimensione di circa 80 cm x 40 cm
- Spazio richiesto
  - ~20-25 m<sup>2</sup> dove sistemare tavoli e scaffalature/mobiletto per contenere colla, grafite e attrezzi (spatoline, pennellini, contenitori)
    - 12 m<sup>2</sup> ci consentono di avere un tavolo grande o due medi su cui si può appoggiare sia la piastra di aspirazione (0.5 m x 1 m) che gli oggetti necessari
    - L'area totale richiesta include la superficie aggiuntiva necessaria per operare attorno al tavolo
    - Il/i tavolo/i deve essere tale da poter ospitare due incollaggi in parallelo, uno in corso, l'altro in curing
    - Parte dell'area sara' occupata dall'incollaggio dei circuiti; anche in questo caso servono piastre molto grandi, ed un tavolo appositamente dedicato
  - Se il luogo idoneo individuato dovesse essere molto sporco, potremmo volere mettere delle tende intorno all'area con un leggero flusso in modo da creare una mini area pulita
- Utenze necessarie: elettricità, luce e aria compressa
- Durata: 2021-24 (2.5 y per produzione HR, preceduti da 1.5 y per messa a punto del sistema e riproduzione)

# Richieste Servizi di Sezione per FASE2\_ATLAS

**Il progetto sta passando dalla fase di R&D alla fase di produzione  
Ci aspettiamo un impatto maggiore nei prossimi anni sulle risorse della sezione**

## Calcolo

- 30% Mirko Corosu

## Progettazione Meccanica

- 40% C. Rossi per PP1 box e compositi
- 12 MU per disegni di tool vari, survey

## Servizio Elettronica

- 36 MU (Rovani, Ruscino, Gariano)

## Officina Meccanica

- 15 MU per preparazione tool per produzione; lavorazione compositi, fresature, survey

# Altre infrastrutture: GPU per calcolo parallelo

- Gruppo GE fortemente coinvolto nello sviluppo dei tool di b/c-tagging per l'analisi legacy Hbb (insieme ad altri gruppi di ATLAS IT)
  - Basato su algoritmi di ML/DL che richiedono acceleratori tipo GPU
- Per i preventivi 2021, il gruppo chiede in csn1 un finanziamento ad-hoc per l'acquisto di una GPU ottimizzata per calcoli AI, che chiederebbe di integrare nelle infrastrutture presenti in sezione utilizzate da altri gruppi per analoghe finalità
- Due opzioni
  - GPU Nvidia Tesla V100 32 GB, identica a quella recentemente installata dal GrIV
    - vantaggi: possibilità uso simmetrico con 2 GPU uguali (gestione code etc...), calcoli fp64, 32GB RAM; si tratta però di un'opzione costosa, che riteniamo non abbia elevata probabilità di essere accolta
  - 1 o 2 GPU tipo Nvidia Titan RTX 24GB RAM
    - più economica; prestazioni inferiori, ma C/P vantaggioso

# Attività di ricerca non ITk

# Identificazione del sapore dei jet e studi di performance

(A. Coccaro, A. Lapertosa, F. Parodi, F. Sforza, C. Schiavi, M. Tanasini, C. Varni)

## Ruoli di responsabilità

- Coord. del Flavour Tagging group → C. Schiavi (da 01/10/19)
- Coord. del sottogruppo Software del Flavour Tagging → C. Schiavi (fino al 31/09/19), C. Varni (da 01/04/20),
- Coord. del Trigger b-jet Signature group → C. Varni (fino al 31/12/19)
- Coord. del Muon Combined Performance group → F. Sforza (fino a 01/10/19)

## Sviluppo software

- Redesign del software in vista di Run 3; Data Quality monitoring; validazione
- Upgrade di JetFitter, algoritmo di ricostruzione della catena di decadimento  $b \rightarrow c \rightarrow \text{light}$

## Sviluppo di algoritmi

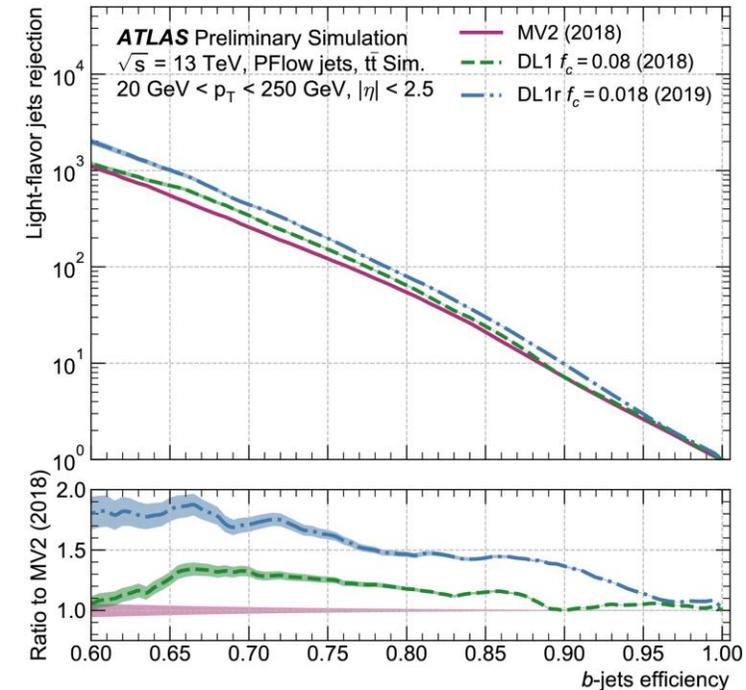
- Flavour tagging basato sugli hit nei tracciatori, per jet ad alto impulso
- Charm tagger basati su ricostruzione di catene di decadimento semi-esclusive

## Calibrazione sui dati

- Post processamento delle calibrazioni: smoothing, estrapolazione ad alto  $p_T$ , combinazione di più misure

## Altre attività correlate

- Sviluppo della strategia di trigger per canali di fisica con molti b-jet nello stato finale
- Ricostruzione online di tracce tramite hardware dedicato (Hardware Tracking for the Trigger - HTT)

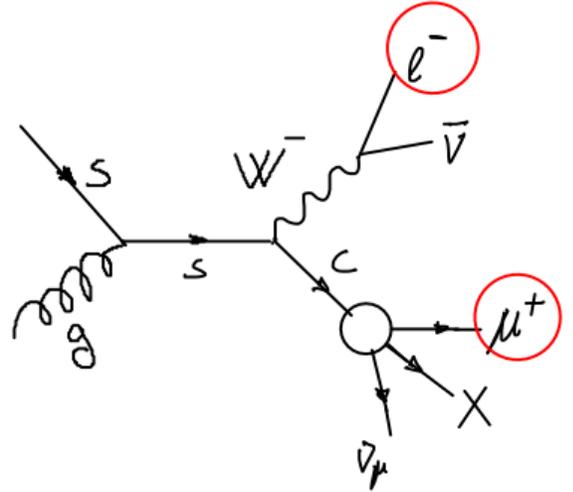


# Fisica dei bosoni vettori e del bosone di Higgs

(A. Coccaro, A. Lapertosa, G. Manco, F. Parodi, F. Sforza, C. Schiavi, C. Varni)

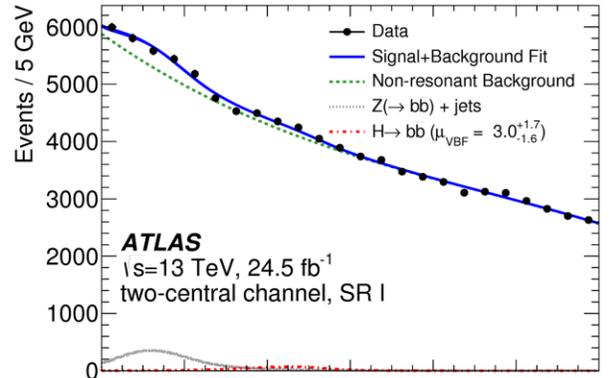
## Produzione associata W+charm

- W in canale elettronico o muonico, c-jet canale semi-leptonico in muone (soft-muon in jet). Separazione segnale/fondo: correlazione di carica.
- Sezione d'urto W+c inclusiva e differenziale
- Produzione eventi W+c legata alla presenza di quark strange nel protone ( $sg \rightarrow Wc$ ). Interpretazione dei risultati in termini di fit delle PDF del protone.



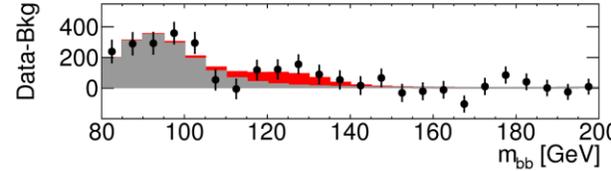
## Produzione associata Z+b(b)

- Misura di sezione d'urto totale e differenziale di Z+HF [[arXiv:2003.11960](https://arxiv.org/abs/2003.11960)]:
  - Misura chiave per la modellizzazione di processi di QCD
  - Principale fondo per l'analisi di precisione di  $H \rightarrow bb$



## Decadimento del bosone di Higgs in coppie di quark beauty

- Organizzazione [Workshop Hbb](https://cds.cern.ch/record/2715063) a Genova
- Attività storica in  $H \rightarrow bb$  (nel canale di produzione VBF ([Phys. Rev. D 98 \(2018\) 052003](https://arxiv.org/abs/1805.05203)) e nella topologia inclusiva “boosted” (conf note <https://cds.cern.ch/record/2715063>)). Iniziata collaborazione con le sedi di Roma e Pisa in vista del “Legacy paper” (articolo finale per i dati di Run II) nel canale di produzione VH.

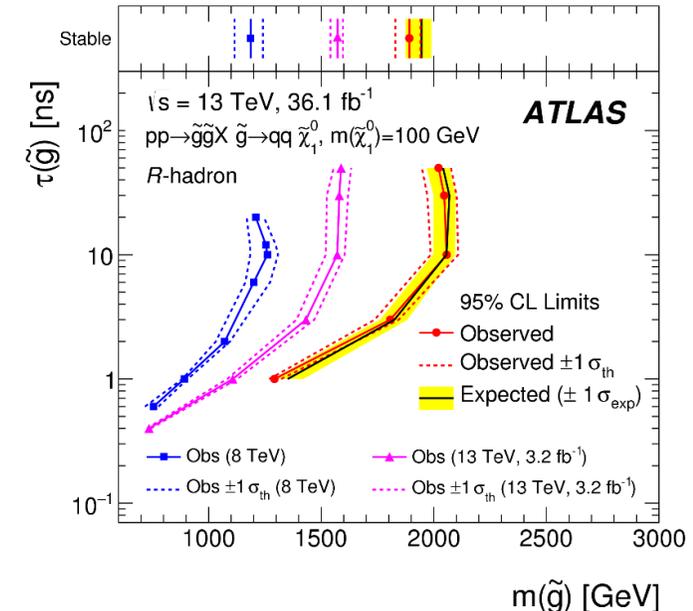
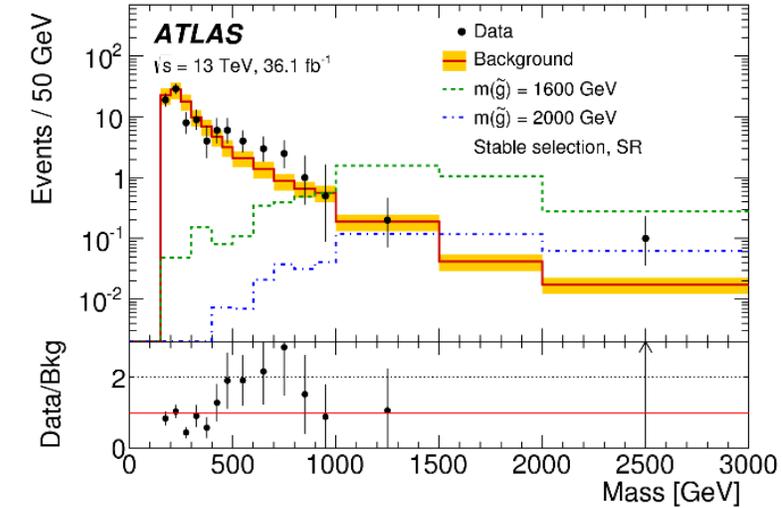


# Ricerca di particelle cariche pesanti

→ D. Barberis, A. Coccaro, C. Gemme, S. Passaggio (Analysis Contact), L. Rossi

- La misura della ionizzazione specifica  $dE/dx$  nel rivelatore a pixel, combinata con quella dell'impulso, consente di stimare la massa delle particelle cariche
- Per particelle  $\sim$ stabili dello SM la distribuzione della massa ricostruita presenta una coda rapidamente decrescente e "smooth" anche ad alti valori di  $M$  (stimabile direttam. dai dati)
- Eccessi significativi e localizzati sopra questo fondo costituirebbero un segnale inequivocabile di fisica BSM (SUSY?)
  - Risultati sul **dataset 2015+16** ( $L = 36 \text{ fb}^{-1}$ ) pubblicati l'anno scorso: [Phys.Lett. B 788 \(2019\) 96](#)
  - Nessun eccesso statisticamente significativo  $\Rightarrow$  UL's su sezione d'urto  $\Rightarrow$  Significativa estensione della regione di esclusione rispetto ai risultati pubblicati precedentemente in ambito strong-SUSY
  - Massima significanza ( $2.4\sigma$ ) osservata (C&C) nella regione  $M_{\text{rec}} \sim 600 \text{ GeV}$  con una  $\Gamma$  compatibile con risoluzione sperimentale
  - Da allora, raffinata la comprensione e il controllo di effetti spuri nella misura di  $dE/dx$  e diverse componenti della selezione di candidati con ionizzazione anomala, con un **significativo miglioramento della sensibilità attesa** per questa ricerca
  - Obiettivo: **completamento dell'analisi su tutta la statistica R2 ( $140 \text{ fb}^{-1}$ )** entro la fine dell'anno/inizio dell'anno prossimo

In collaborazione con  
UC Berkeley, LBNL,  
Harvard, Duke U, Tokyo Tech



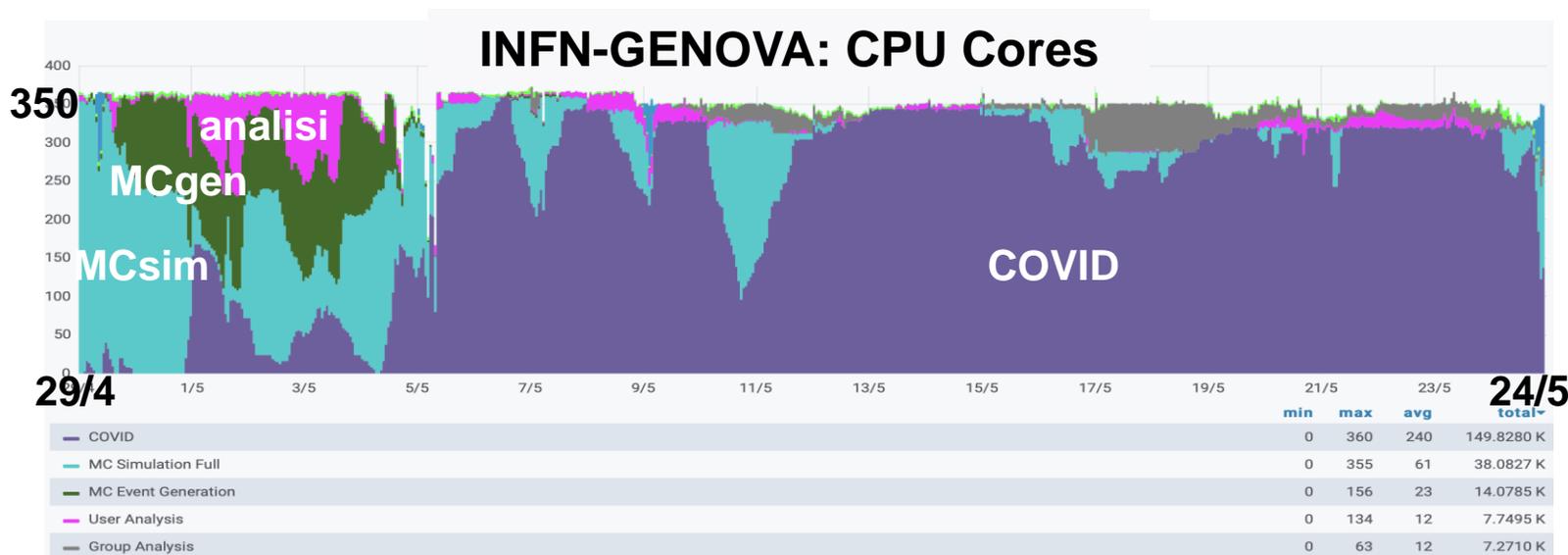
# Attività di Calcolo

## Computing Management (D. Barberis)

- ↳ -> 4/2020: Computing Resource Management (CREM) Chair
  - ✦ Allocazione delle risorse di calcolo di ATLAS
- ↳ 3/2020 ->: Software & Computing Financial Advisor
  - ✦ S&C manpower budget per servizi centrali (M&O-A)
- ↳ Distributed Computing Monitoring Coordination
  - ✦ Sviluppo, adattamento e operazione dei tool di monitoring
- ↳ S&C Infrastructure Group (ASCIG) Coordination
  - ✦ Server centrali per sviluppo e distribuzione del software e per i servizi di calcolo distribuito
- ↳ Supporto alle operazioni di ATLAS nei siti italiani

## ATLAS-Genova vs COVID-19

- ↳ Alla fine di marzo il CERN ha deciso di sostenere la ricerca contro il COVID-19 anche con attività di calcolo
  - ✦ Gli esperimenti a LHC contribuiscono con le loro reti di centri di calcolo distribuito
- ↳ Il progetto scelto, col sostegno dell'OMS, è [Folding@Home](#)
  - ✦ Simula il movimento delle proteine sulla superficie del virus e le loro interazioni con vari composti chimici
- ↳ ATLAS, con l'appoggio delle Funding Agencies, ha deciso di donare il 10% delle risorse di calcolo "pledged" e tutte quelle "unpledged" date dai loro proprietari:



- ↳ 30k cores "pledged" su tutta la Grid
- ↳ 30k cores della farm HLT al CERN quando non usata per test di acquisizione
- ↳ ~10k cores "unpledged" nei Tier-3
- ↳ ATLAS-Genova ha deciso di mettere a disposizione tutta la farm Tier-3 di ATLAS (360 cores) per questa operazione