



# ATLAS @ Genova

inclusi

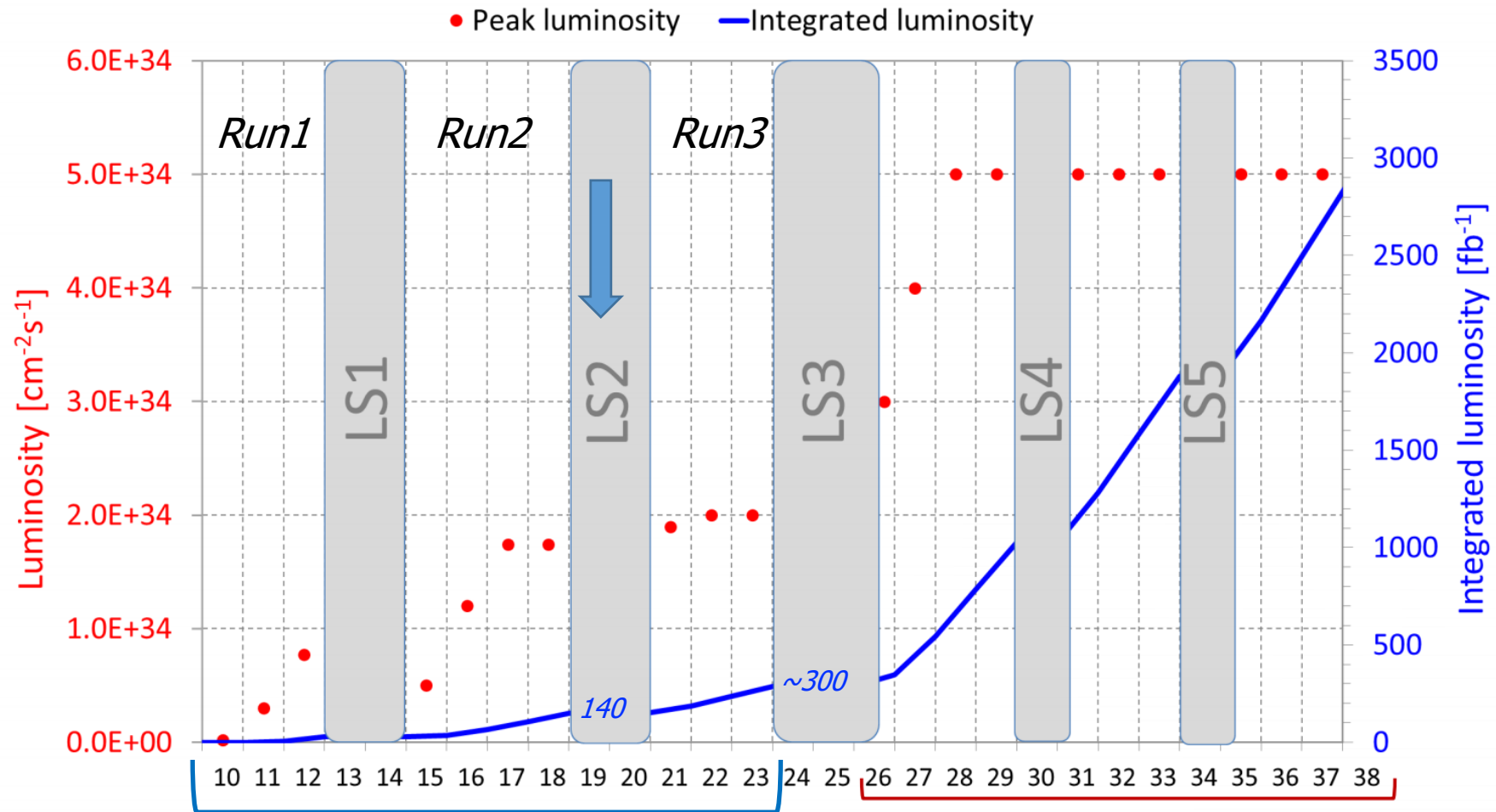
ATLAS (Grl), Fase2\_ATLAS (Grl), AIDA-2020 (EU)

Responsabili Locali

Stefano Passaggio, Claudia Gemme, Giovanni Darbo

CdS, 1 Luglio 2019

# Outline



**LHC**  
2019 Highlights  
Attività in Genova

**HL-LHC (FASE2-ATLAS)**  
Stato del progetto  
Attività in Genova

# Tre sigle = Un gruppo

- Tre sigle
  - **ATLAS** (Grl)
  - **Fase2\_ATLAS** (Grl)
  - **AIDA-2020** (EU) (\*)
- Nel 2019 si è unito al gruppo **Federico Sforza (RTDB)** e prenderà prossimamente servizio **Francesco D'Ettore** (assegnista INFN per HL-LHC)
- Oltre al personale di ricerca, tre tecnici Prog. Elettronica: **Giuseppe Gariano, Alessandro Rovani, Ettore Ruscino**
- Tot FTE: **15.7** (**15.0**)

Ric + Bors + Stud		Contratto	Qualifica	ATLAS	FASE2_ATLAS	AIDA-2020		Totale
Barberis	Dario	Associato	Ricercatore U.	100	0	0		100
Coccaro	Andrea	Dipendente	Ricercatore	80	20	0		100
Darbo	Giovanni	Dipendente	Dirigente di Ricerca	20	80	0		100
D'Ettore	Francesco	Associato	Assegnista	0	100	0		100
Gagliardi	Guido	Associato	Ricercatore U.	80	20	0		100
Gemme	Claudia	Dipendente	Ricercatore	40	60	0		100
Lapertosa	Alessandro	Associato	Assegnista	30	70	0		100
Morettini	Paolo	Dipendente	Dirigente di Ricerca	0	100	0		100
Parodi	Fabrizio	Associato	Prof. Associato	90	10	0		100
Passaggio	Stefano	Dipendente	Primo Ricercatore	80	20	0		100
Rossi	Leonardo	Associato	Senior	50	50	0		100
Sannino	Mario	Associato	Prof. Associato	0	100	0		100
Schiavi	Carlo	Associato	Prof. Associato	80	20	0		100
Sforza	Federico	Associato	RTDB	70	30	0		100
Varni	Carlo	Associato	Assegnista	80	20	0		100
<b>Totale Ric+Bors+Stud</b>				<b>8</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>15</b>
Tecnologi		Contratto	Qualifica	ATLAS	FASE2_ATLAS	AIDA-II		Totale
Corosu	Mirko	Dipendente	Tecnologo	30	0	0		30
Rossi	Cecilia	Dipendente	Tecnologo	0	40	0		40
<b>Totale Tecnologi</b>				<b>0.3</b>	<b>0.4</b>	<b>0</b>	<b>0.7</b>	<b>0.7</b>
<b>Totale Ric+Bors+Stud+Tecnol</b>				<b>8.3</b>	<b>7.4</b>	<b>0</b>	<b>15.7</b>	<b>15.7</b>

(\*) AIDA2020, prevista terminare quest'anno, è stata prorogata fino a primavera 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>Paolo Morettini - ITK PIXEL PL (fine mandato a Settembre 2019)</b>
<b>L1</b>	<b>Claudia Gemme - ITK PL</b>
<b>L2</b>	<b>Dario Barberis - Computing Resource Management (CREM) Chair</b>
<b>L2</b>	<b>Dario Barberis - Monitoring and Analytics Coordinator</b>
<b>L2</b>	<b>Federico Sforza - Muon Combined Performance Convener (fino a Settembre 2019)</b>
<b>L2</b>	<b>Carlo Schiavi – Flavor Tagging Combined Performance Convener</b>
<b>L3</b>	<b>Carlo Varni - Trigger b-jet signature Coordinator</b>
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>Carlo Schiavi - FTAG SW Subgroup Convener (fino a Settembre 2019)</i>
L3	<i>Carlo Schiavi - Contact person W+c cross-section</i>
L3	<i>Stefano Passaggio - Contact person dE/dx (m)SMP in SUSY</i>
L3	<i>Fabrizio Parodi - Contact person b-tagging calibration combination e continuous b-tagging</i>
L3	<i>Fabrizio Parodi - Contact person for VBF Hbb in Higgs</i>
L3	<i>Federico Sforza - Contact person for Z+b-jets cross section</i>
L3	<i>Federico Sforza - Contact person for Muon identification with full Run 2</i>
L3	<i>Guido Gagliardi - Contact person Fractional Charge in Exotic</i>
L3	<i>Dario Barberis - Contact person Tachyon Search in Exotic</i>

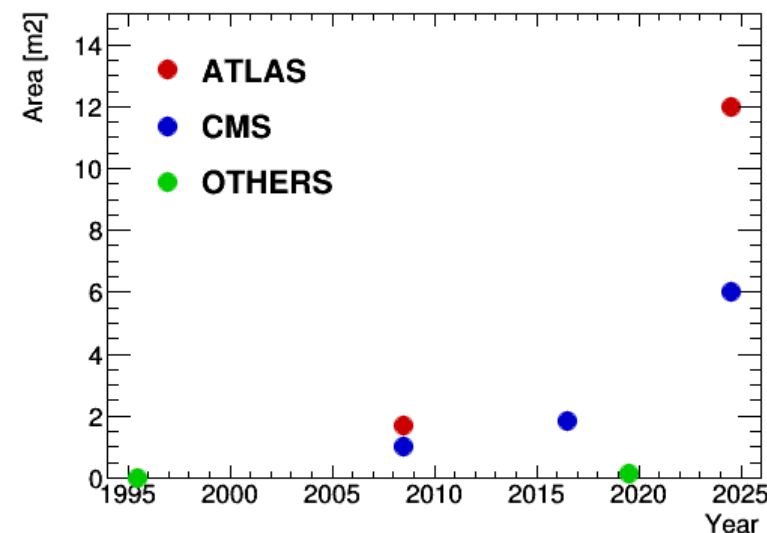
# Attività del gruppo di Genova in ATLAS

Un esperimento, ma tante attività!

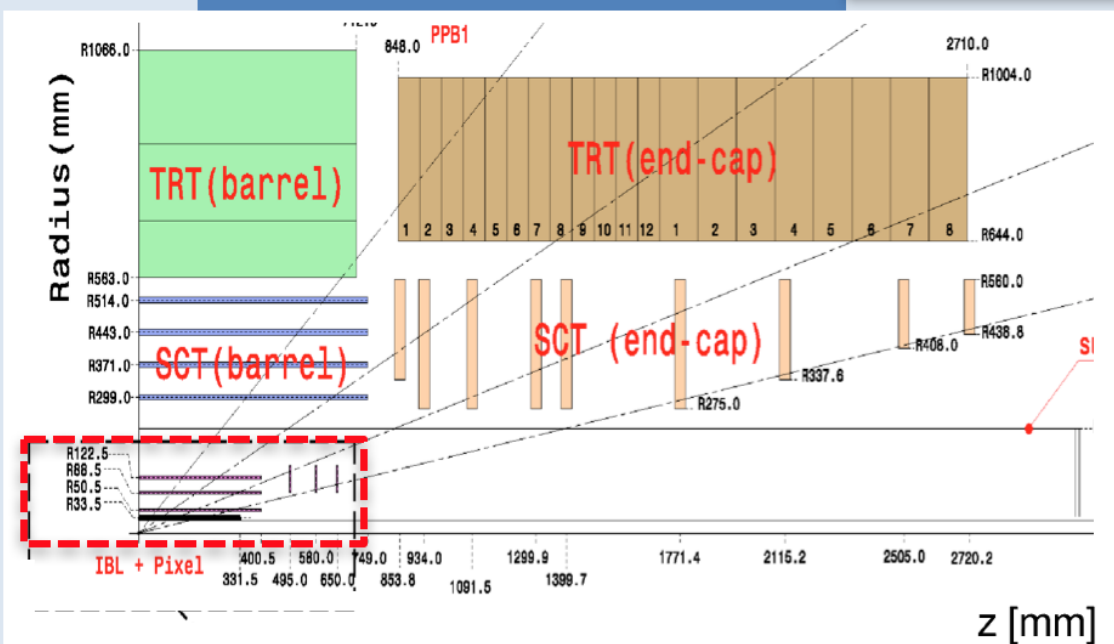
- Operazione del rivelatore a Pixel (*Paolo, Alessandro*)
  - Calcolo (*Dario*)
  - Calibrazioni
    - b-tagging (*Alessandro, Andrea, Carlo S., Fabrizio*)
    - Ionizzazione nei Pixel (*Claudia, Leonardo, Stefano*)
  - Sviluppo tools
    - Trigger (*Carlo S., Carlo V.*)
    - Ricostruzione della massa da  $dE/dx$  (*Stefano*)
  - Trigger Hardware di Traccia per Fase 2 (*Andrea, Carlo S.*)
  - Upgrade del tracciatore di Fase 2 (*Claudia, Paolo, Alessandro, Stefano, Federico, Andrea*)
- Analisi di fisica:
- W+c (e estrazione di PDF del quark s)
  - Higgs VBF  $\rightarrow$  bb (e ottimizzazione Trigger)
  - Ricerca di particelle massive metastabili, tachioni e cariche frazionarie
  - Misure di precisione di SM
-

# Il nuovo tracciatore di ATLAS: ITk

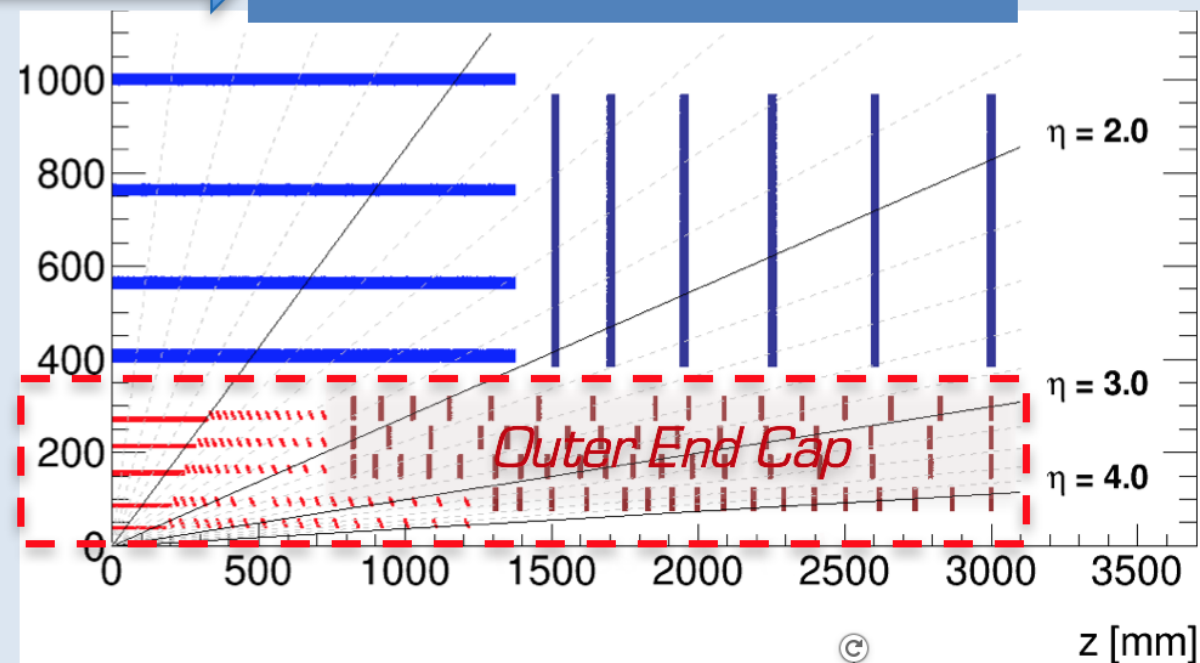
- Le condizioni di lavoro di HL-LHC implicano la necessita' di un nuovo tracciatore. 7 volte piu' grande dell'attuale.
  - Due tipi di rivelatori: pixel e strip
- Progetto approvato da LHCC in Aprile 2018.
  - Costo stimato 123 MChF, 25 agenzie coinvolte.



Current Tracker at LHC

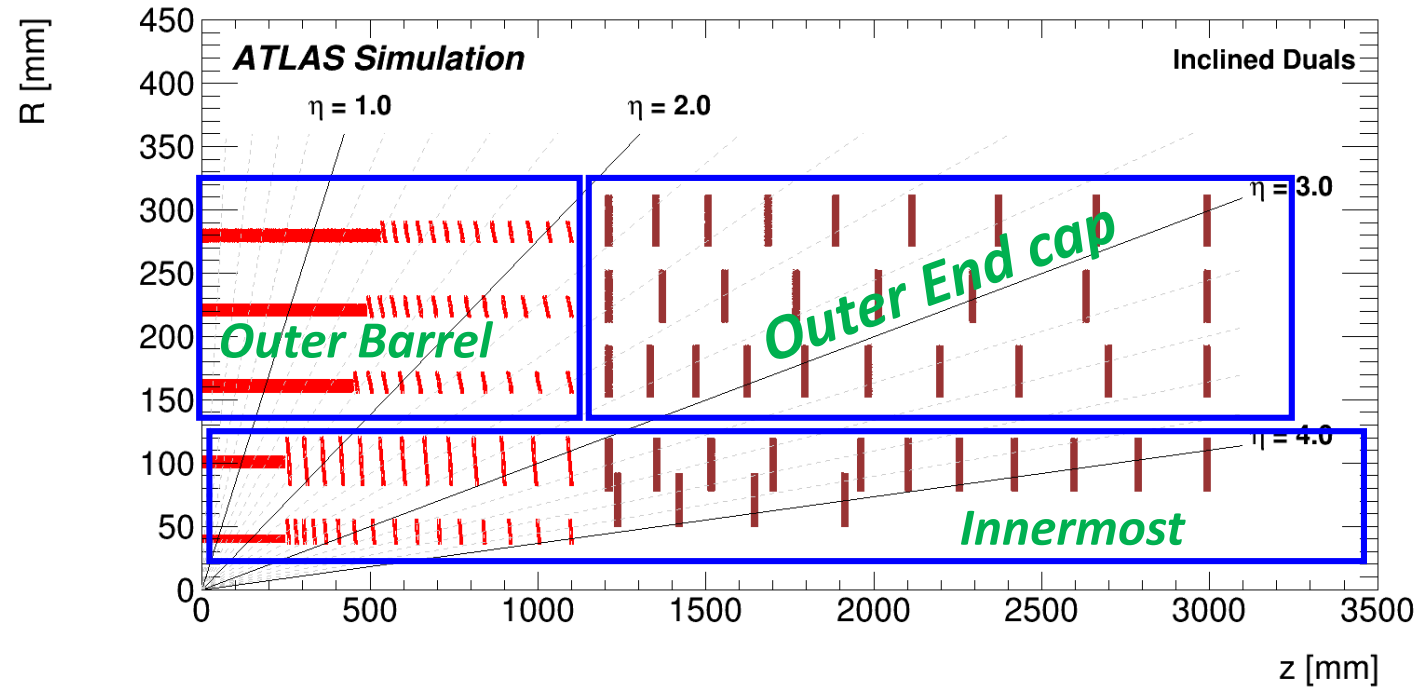


Foreseen Tracker at HL-LHC



# Il nuovo tracciatore di ATLAS: ITk Italia

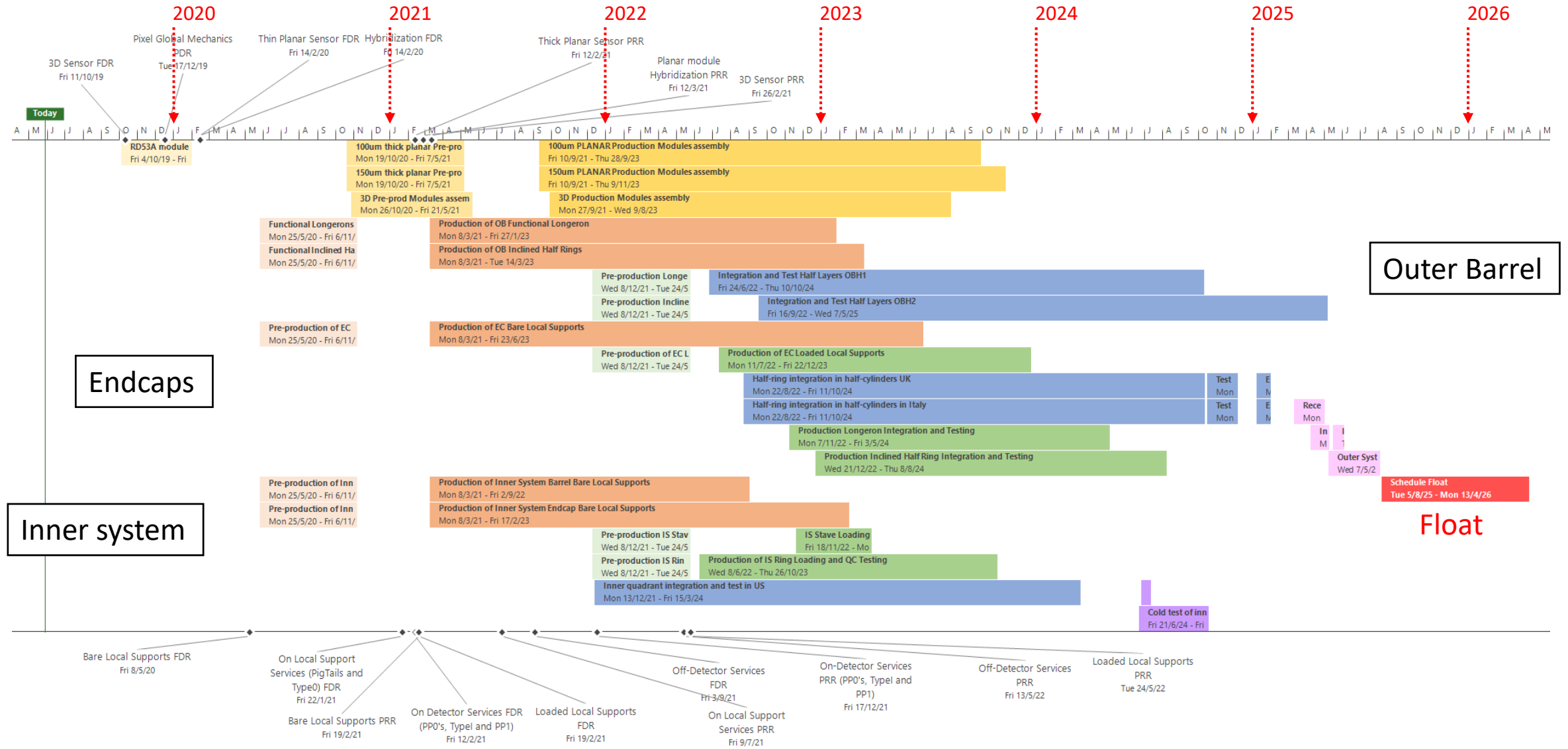
- L'Italia partecipa alla parte **pixel** e al sistema comune di **CO<sub>2</sub> cooling**
- In Pixel l'impegno italiano si focalizza su due punti:
  - **Sensori 3D** e **planari sottili** nell'innermost (L0/L1)
  - Costruzione di una **end-cap** (l'altra da UK)
- Il contributo italiano è di **~5 MChF in Pixel** e **0.6 MChF nel cooling**



	Attuale	HL_LHC
Superficie Pixel [m <sup>2</sup> ]	1.9	~13

# Pixel timeline

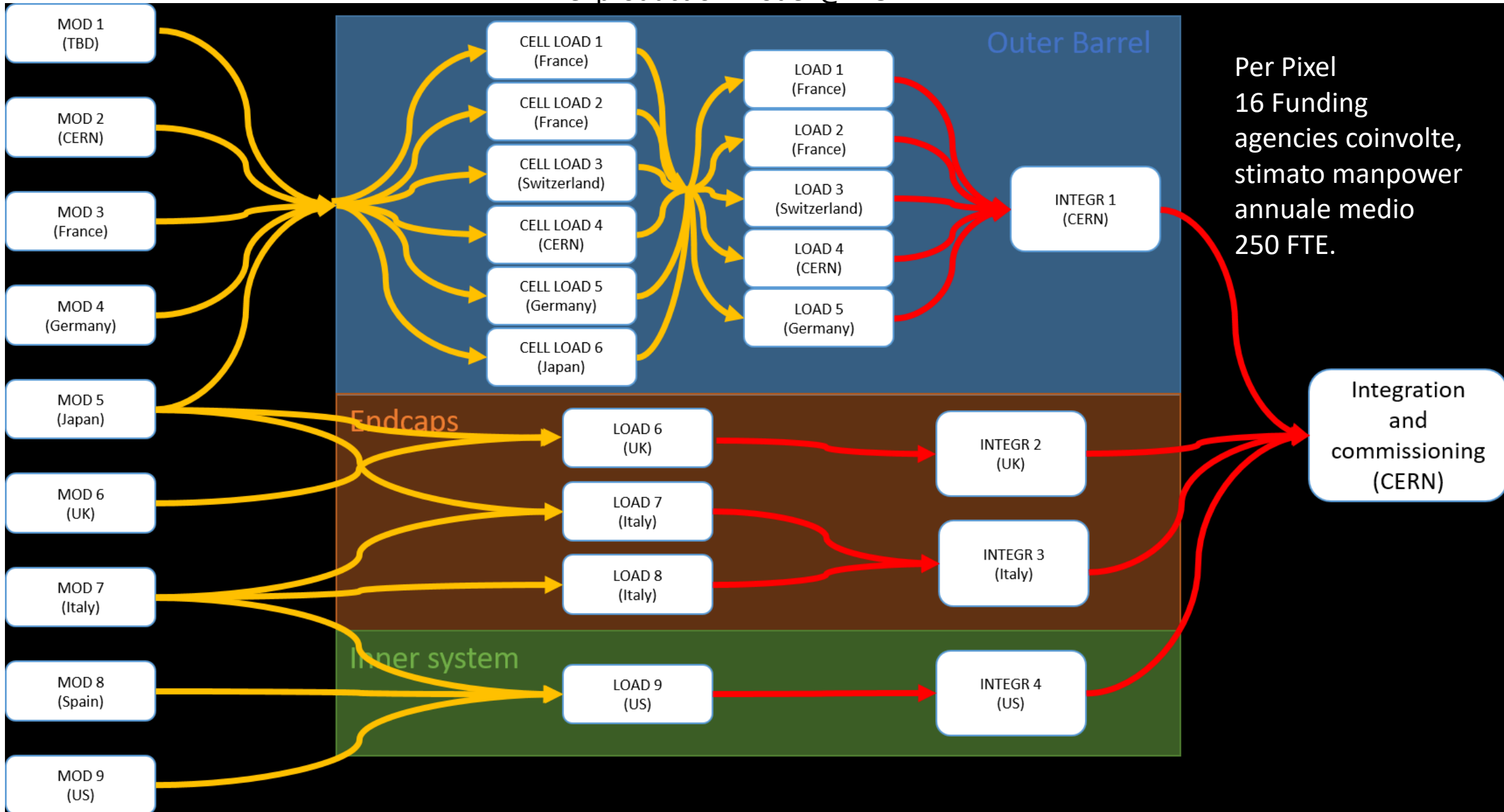
Modules Local supports Loading Integration



Timeline molto complessa: ~7000 lines e ~2500 milestones. In review per farne la baseline 1-2 Luglio 2019.



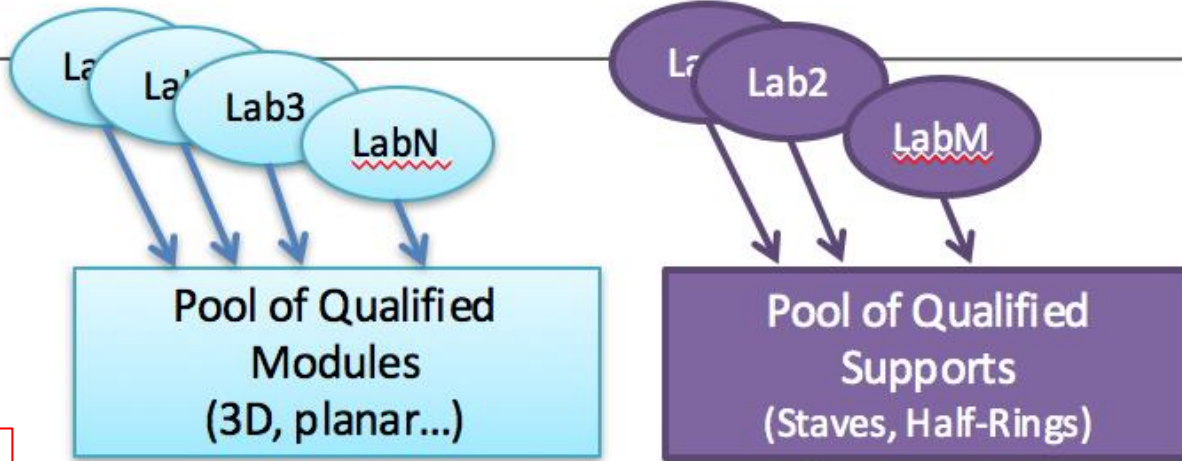
# Pixel production model @WORLD



# Production organization for the pixel detector

- ✓ R&D sensori 3D e planari (Ge/Tn)
- ✓ Sviluppo sw di acquisizione (Ge/Ud/Bo)

- ✓ Assemblaggio e wire bonding dei moduli (Ge/Mi)

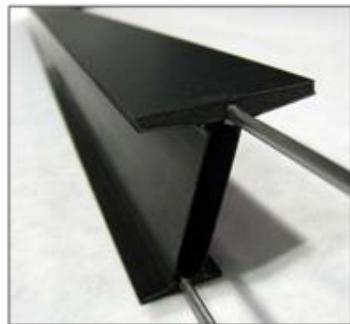


- ✓ Disegno e QC servizi elettrici (Ge)

- ✓ Produzione, assemblaggio e QC dei supporti in Carbon (Ge)

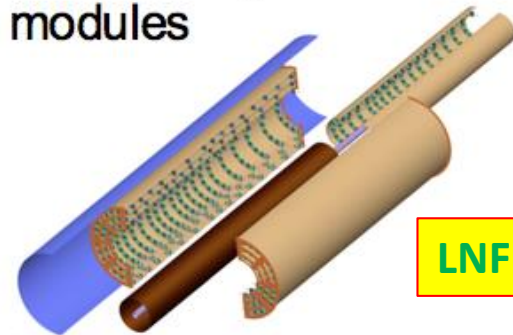
- ✓ Incollaggio dei moduli su half ring e QC (Ge/Le)

**Barrel Loading Sites** receive QA Staves + QA module



*Module Loading:*  
Robot, Survey  
*Loaded supports*  
*QA:*  
HW setup, source, cold box

**EC Loading Sites** receive QA Half-rings + QA modules

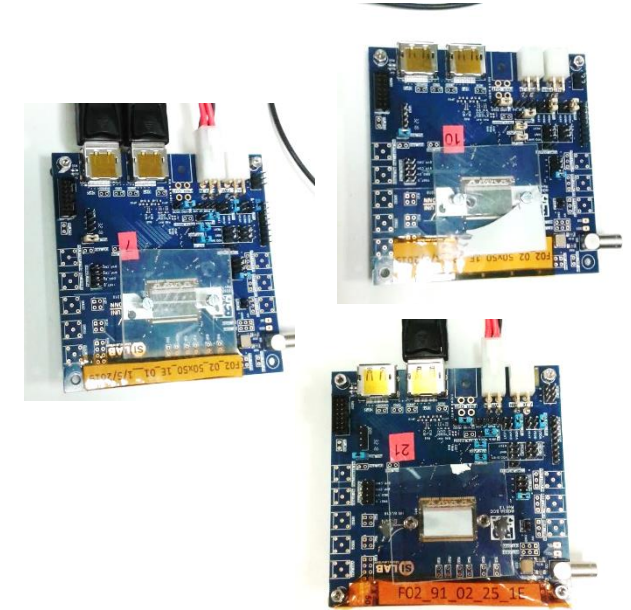


- ✓ Integrazione pixel detector al CERN

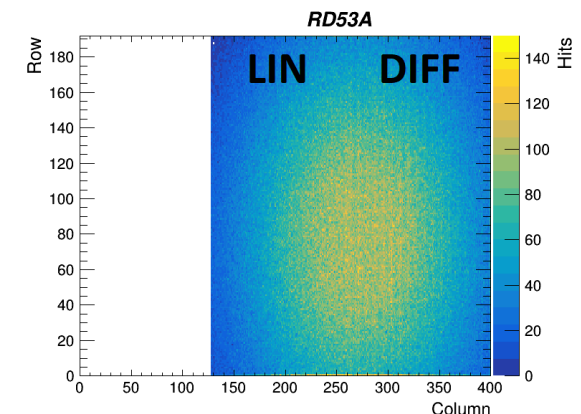
# R&D su Moduli 3D per ITk →

*AlessandroL, Andrea, Claudia,  
Ettore, AlessandroR, Giuseppe*

- 3 moduli assemblati a Genova
  - 1 con sensore 3D FBK (pixel 25x100 um) + chip RD53A
  - 2 con sensore 3D FBK (pixel 50x50 um) + chip RD53A
- Assemblato sistema DAQ per test di laboratorio
  - read-out di più moduli in parallelo
- 2 moduli sono stati testati con fascio di elettroni a DESY
- Verranno testati di nuovo nei prossimi mesi dopo irraggiamento

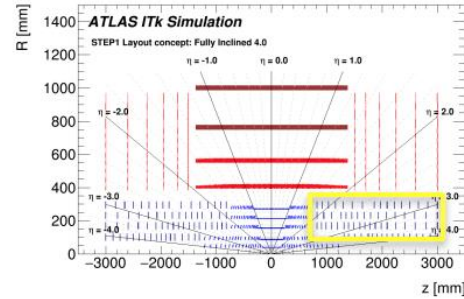


**Scan di con sorgente Am241**  
**Gamma ray peak: 59 keV**  
**Expect 16ke signal**  
**Small clusters**

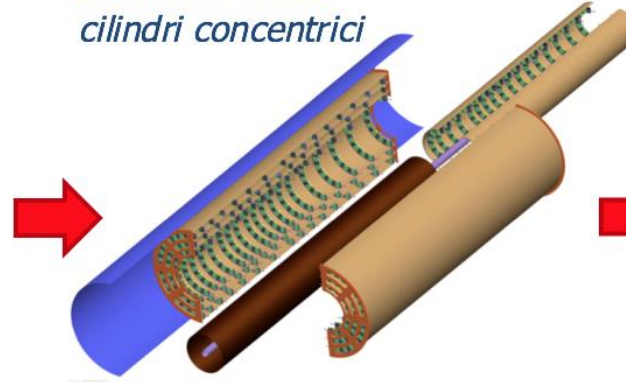


# Supporti (half rings) per l'end cap

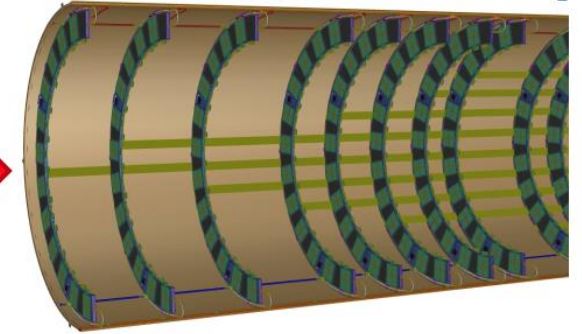
Genova ha la responsabilità di costruire metà dei supporti, disegnare e produrre il circuito elettrico per le due ECs, incollare moduli e tape per metà dell'EC italiana



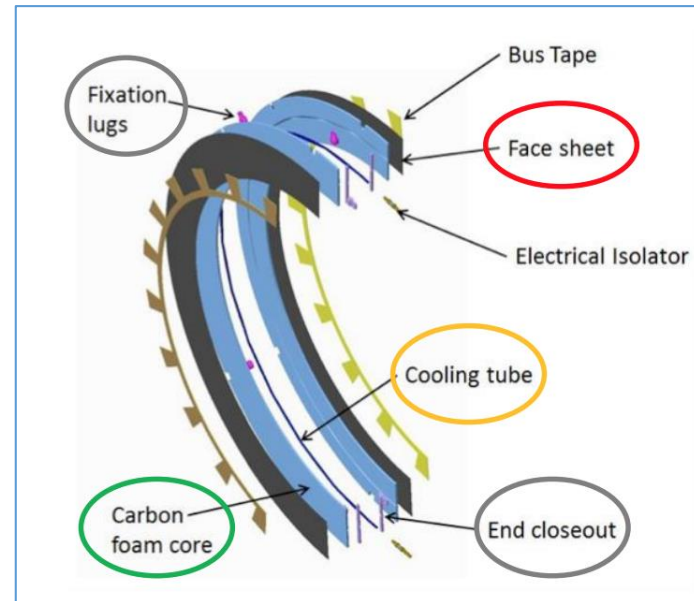
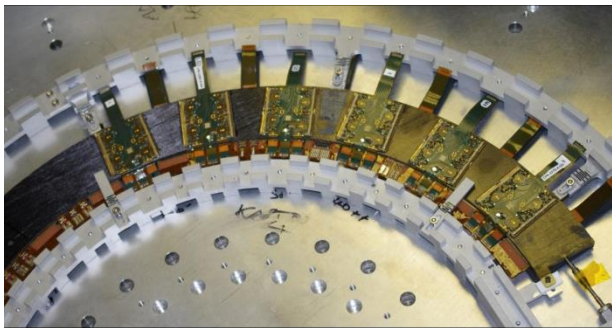
2 set di 3 mezzi cilindri concentrici



Ogni mezzo cilindro con una decina di half-ring



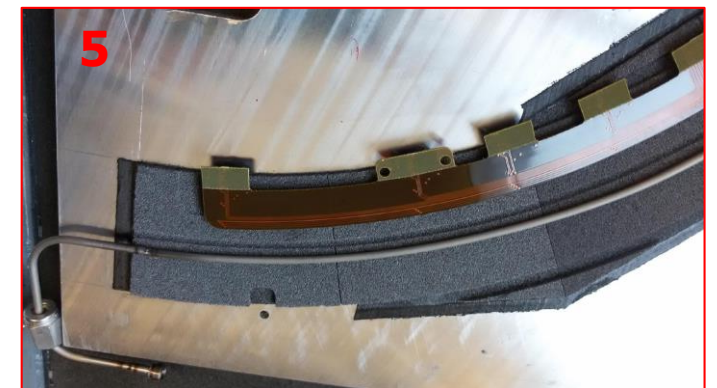
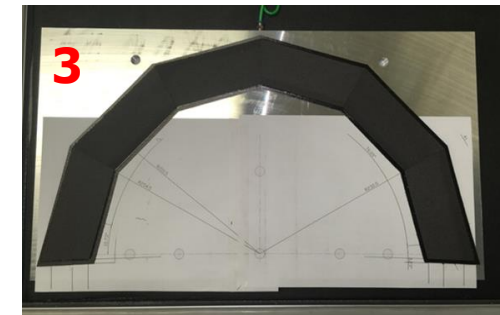
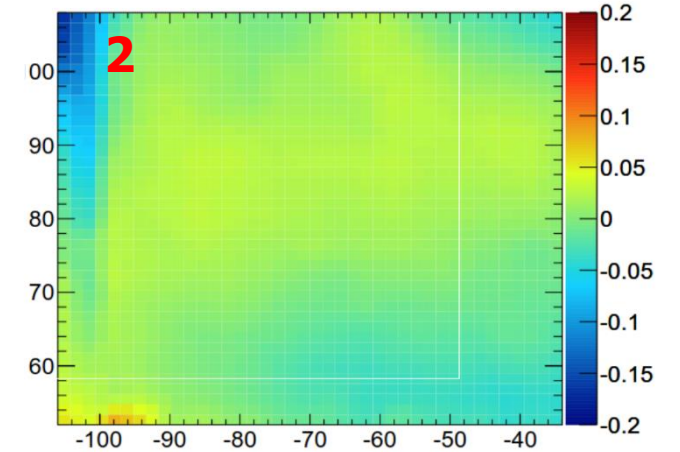
Sulla superficie esterna incollati un circuito di alimentazione e moduli.



Gli half ring sono sandwich di fibra di carbonio e carbon foam con in mezzo un tubo di raffreddamento in Ti. Sulla superficie esterna sono incollati un circuito di alimentazione e i moduli. Tre tipi di supporti a seconda dello strato. **56 in tutto installati.**

# Supporti: half rings

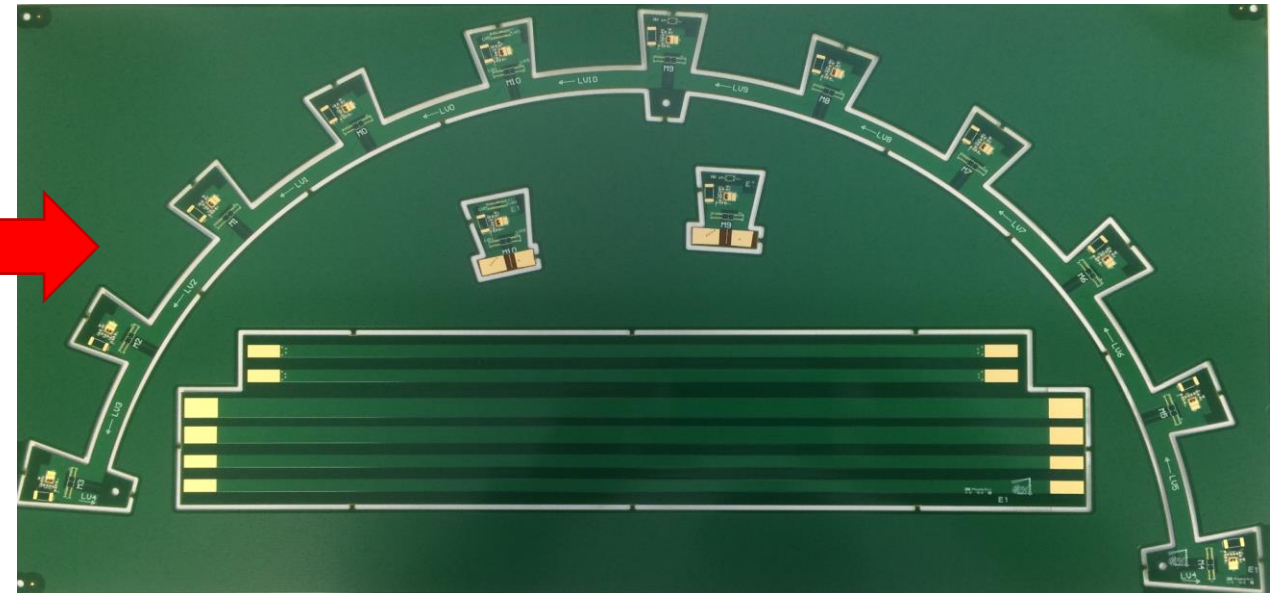
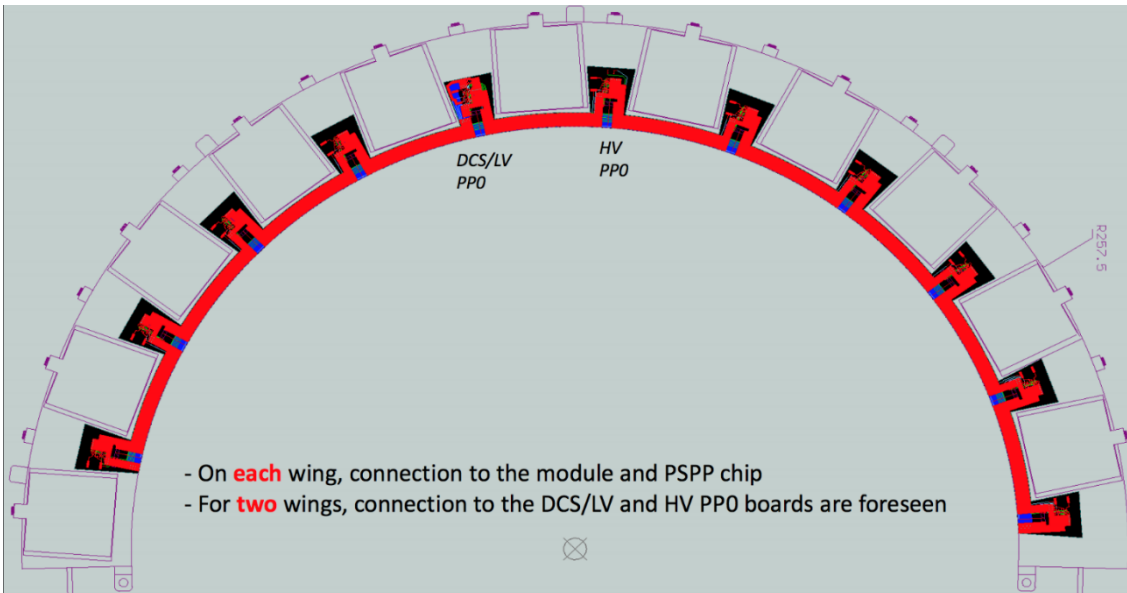
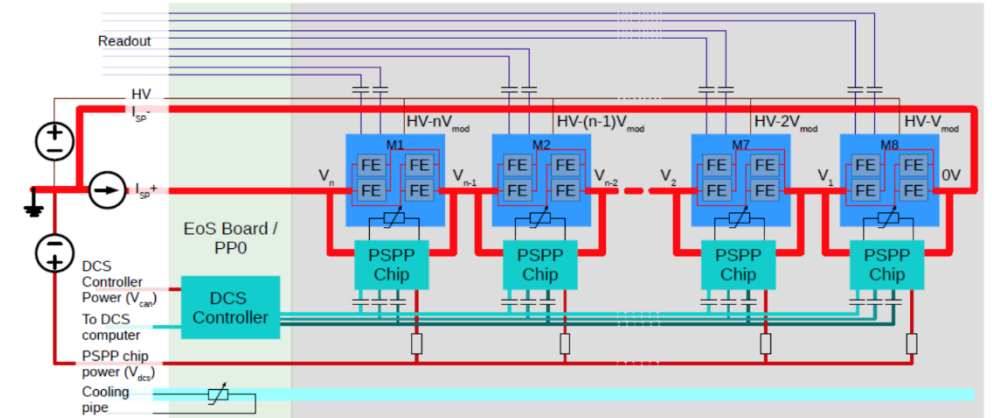
1. Taglio dei blocchi della foam in rettangoli
  - era previsto Ditta esterna  
→ In Genova
2. Lavorazione fine dei rettangoli a misura
  - Genova, confermata
3. Layup di fibra di carbonio con foam e co-curing
  - Ditta esterna
4. Lavorazione Half-sandwich
  - Genova, confermata
5. Incollaggio dei supporti, tubo e half-sandwich per fare half-ring
  - Genova, confermata



**Cecilia, Antonello, Claudio, Giuseppe,  
Ettore, Alessandro R, Leonardo**

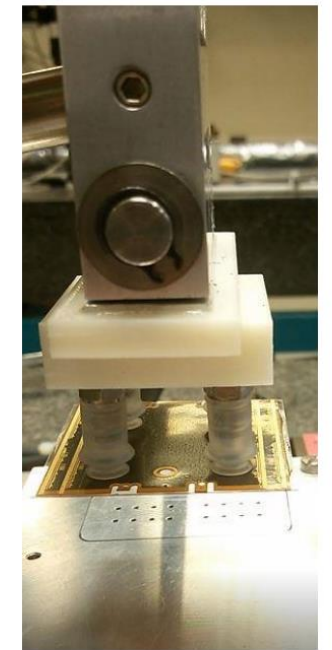
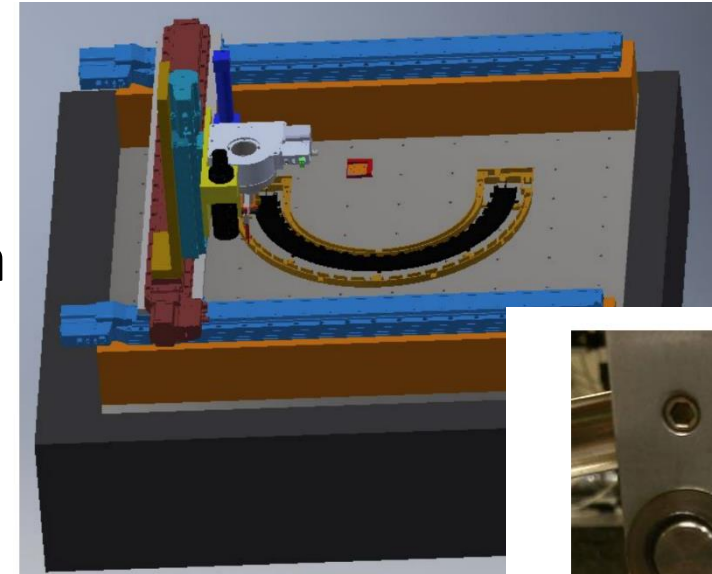
# Supporti: flex tape

- Genova responsabile del disegno, produzione e QC dei servizi elettrici sull'Half Ring
  - Alimentazione seriale implementata per la prima volta nel tracker per ridurre materiale. Prototipi in 2018
  - Prototipi da Phoenix e CERNPCB workshop



# Incollaggio e test moduli su supporti

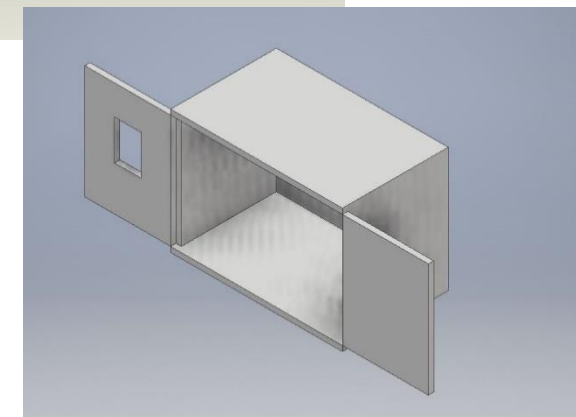
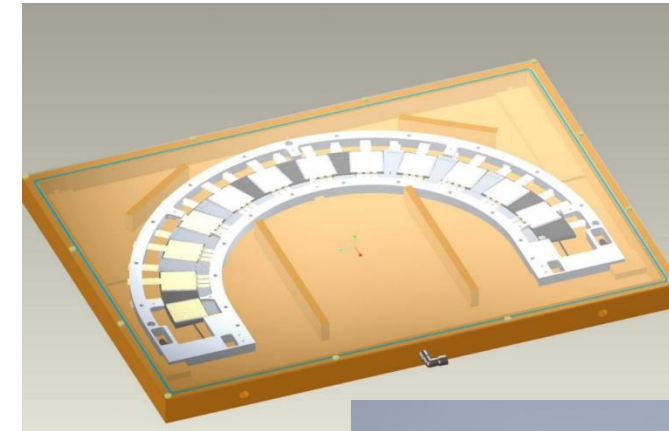
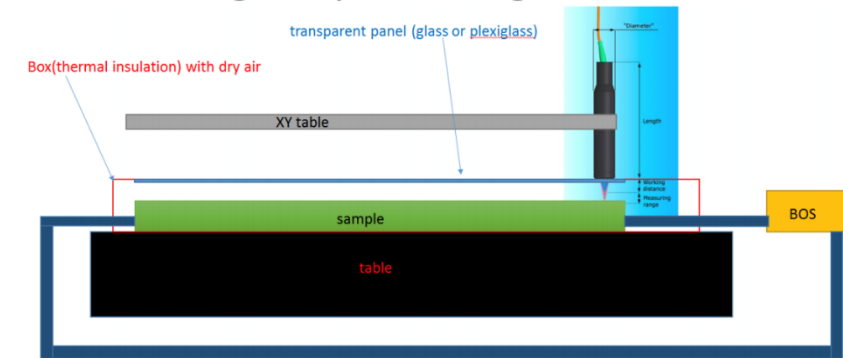
- Dopo QC half ring, flex tape e moduli sono incollati sulla struttura
- Gara per acquisto Pick and place machine si sta concludendo
  - X axis (1000 mm, two rails in parallel)
  - Y axis (750 mm)
  - Z axis (100 mm)
  - Theta axis
- In L100 saranno installate paratie per isolare uno spazio e mantenere T a  $\pm 1$  C
- Messa a punto delle procedure iniziate con tool usati per la costruzione del Pixel in 2004.
- Nel 2020 messa a punto dei nuovi tool necessari per queste operazioni.



Rise up and move  
to destination position  
(Z, XY $\theta$ )

# Half ring QA/QC

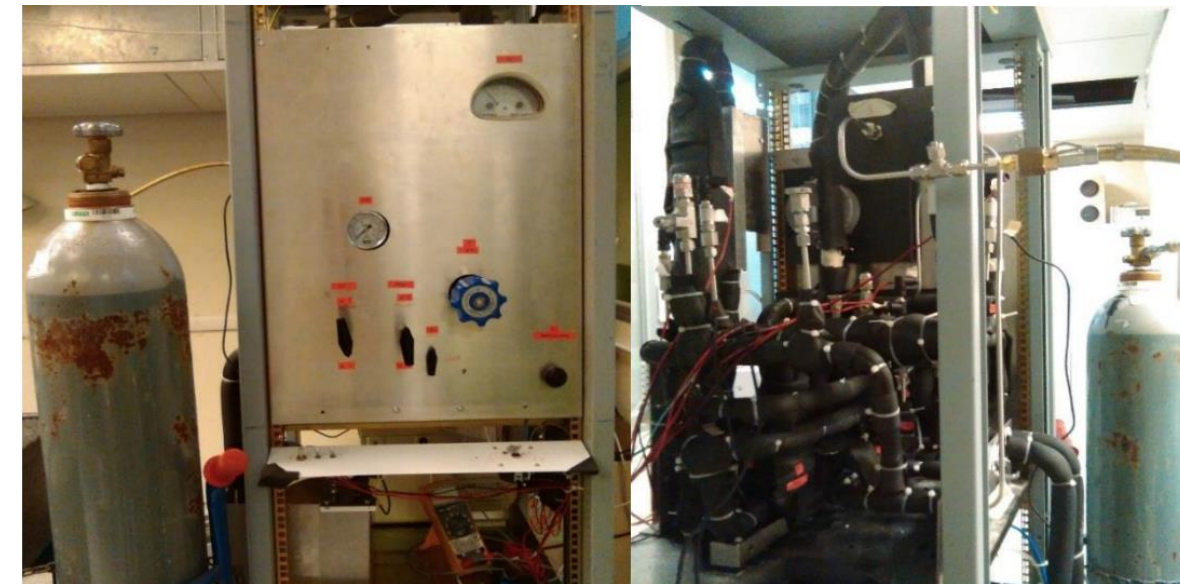
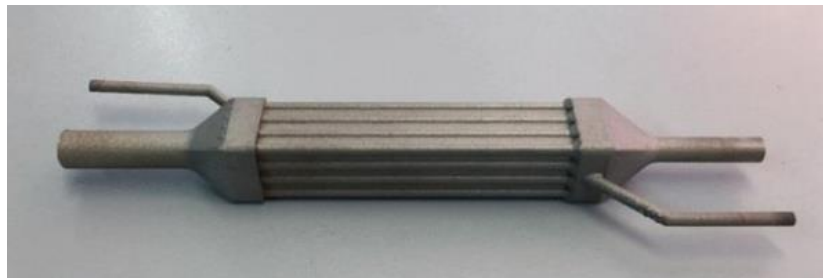
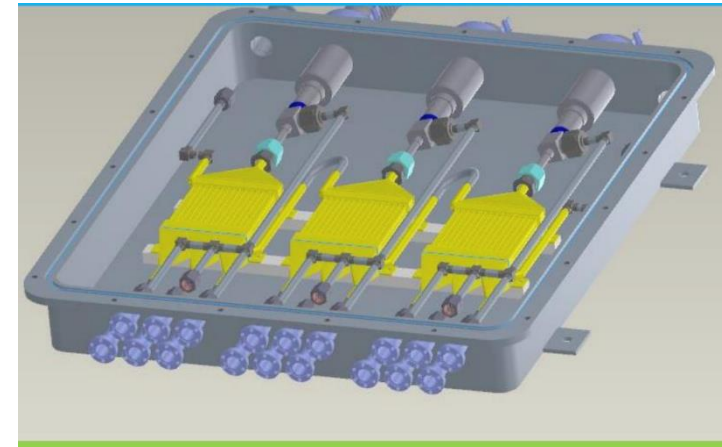
- Qualifica dei supporti prima e dopo incollaggio dei moduli
  - Test di performance termici con CO2 e survey ottico (CMM)
- Al centro di misura è stato aggiunto un sensore ottico della STIL in modo da poter misurare la coordinata verticale con precisione  $\sim 10 \mu\text{m}$ 
  - Scopo è studiare le deformazioni del sistema nella QA.
- Prossimi mesi (anni) test con CO2 : ora con Blow Off System (BOS), in futuro con sistema a ricircolo.
- Previsti test con con Mini x-ray tube dell'Amptek.
  - Progettazione cold box e schermature.





# PP1 splitting boxes

- Parte del sistema di raffreddamento a CO<sub>2</sub>, per strip, pixel (e timing detector). 63 (66) box di cui Ge è responsabile di disegno, produzione e QC
  - Stampe metalliche in inox e titanio
- Test prototipi con il BOS a Genova, poi su Baby Demo (impianto al CERN)



# Richieste 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

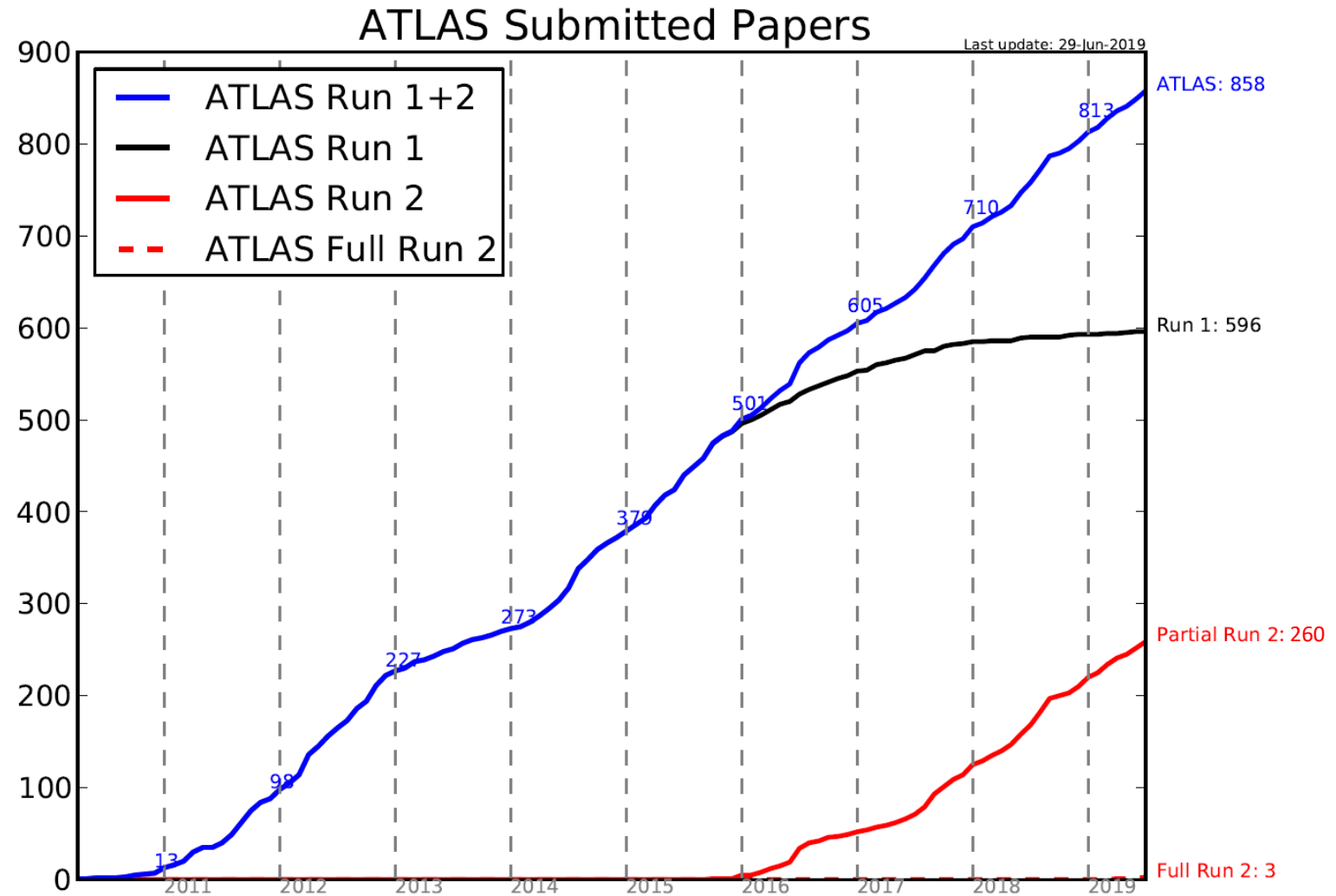
- 15 MU per preparazione tool per produzione; lavorazione compositi, fresature, survey

# Attività di Calcolo → Dario Barberis

- **Distributed Computing Monitoring Coordination**
  - Operazione dei sistemi di monitoring e accounting usati durante Run2 per:
    - Data management
    - Job management
    - Accounting reports
    - Site monitoring
  - Sviluppo dei nuovi tools basati su tecnologie BigData per Run3:
    - Sostituzione progressiva di tutti i tools basati su Oracle con sistemi più agili e moderni
    - Introduzione di sistemi di "Analytics" (ElasticSearch+Kibana) per esperti e per utenti dei sistemi di calcolo
    - Utilizzo di strumenti moderni per l'aggregazione e il display dei dati (InfluxDB e Grafana)
- **Computing Resource Management Chair**
  - Allocazione periodica delle risorse di calcolo a disposizione di ATLAS (CPU time e storage) ai gruppi che ne fanno richiesta
- **Software & Computing Infrastructure Coordination**
  - Repositories and code management tools
  - Continuous integration and nightly builds
  - Release build and publication
  - Code quality and testing
  - ATLAS environment
  - Central computing services (including AFS, EOS, web servers etc.)
- **Coordinamento dei Tier-3 in Italia**
  - Parte del coordinamento del calcolo di ATLAS-Italia
- **EventIndex Coordination**
  - Operazione e monitoring del sistema usato per Run2
  - Design e organizzazione della nuova implementazione per Run3 basata su HBase+Phoenix
- **Information Protection Officer**
  - Data and information access tools
  - Personal data protection

# Attività di Analisi Dati

- ATLAS mantiene negli anni un'ottima performance in termini di risultati pubblicati...
- ... e il gruppo di Genova fa la sua parte!



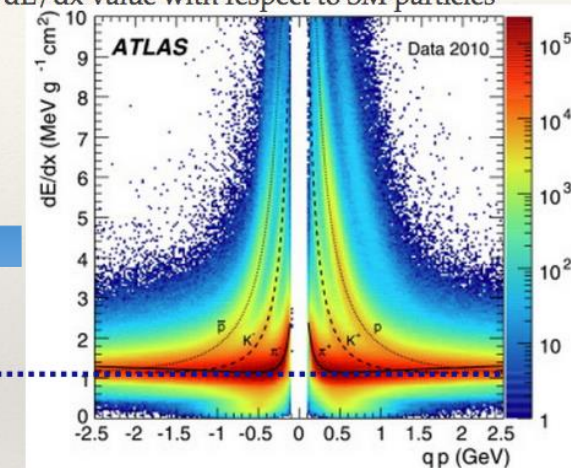
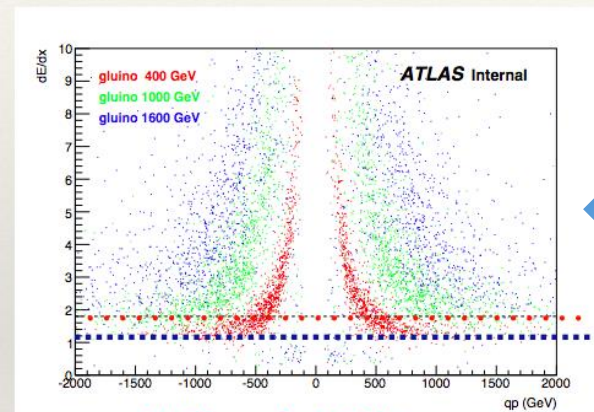
# Ionizzazione nel rivelatore a pixel

→ Claudia, Leonardo, Stefano

- Il rivelatore a Pixel permette una misura precisa della carica rilasciata nel sensore
  - Monitoriamo le sue variazioni nel tempo dovute a setting dell'elettronica e danni da radiazioni
- La misura di  $dE/dx$ , combinata con quella dell'impulso, permette di identificare particelle a basso  $\beta\gamma$
- Media troncata per sopprimere la coda di Landau (stima di  $MPV_{dE/dx}$ )

Nuova calibrazione:  
 $MPV_{dE/dx}(\beta\gamma) = A/(\beta\gamma)^C + B$   
con andamento in accordo con l'aspettazione teorica (mass-reconstruction tool messo a disposizione della collaborazione)

- Searched anomalous particles have a well-separated  $dE/dx$  value with respect to SM particles



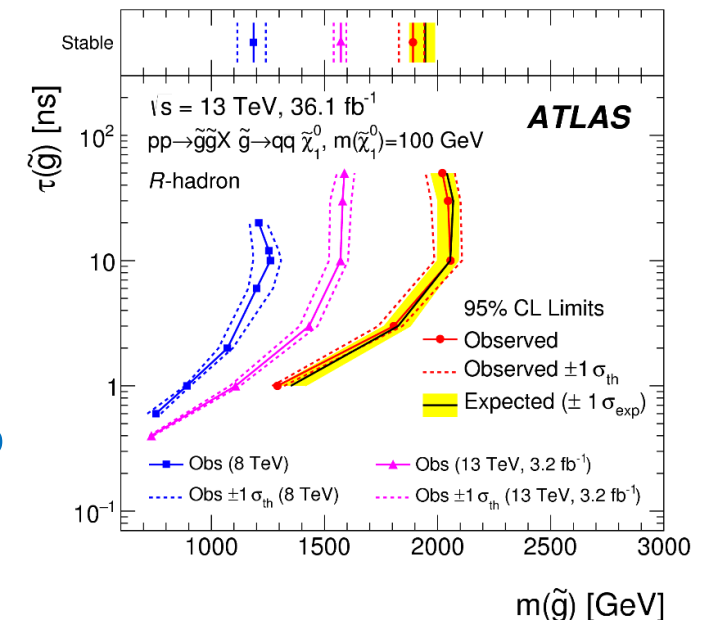
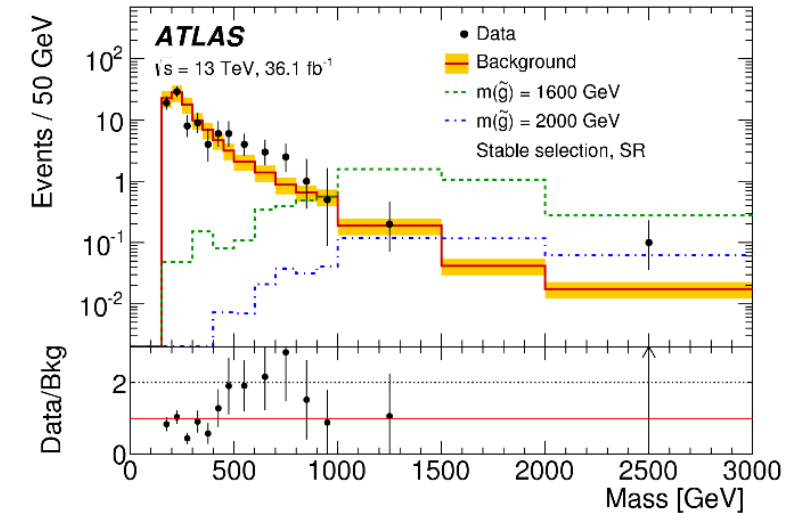
... cut in the analysis (1.8)

--- MIP release (1.2) [ $\sigma(MIP) \sim 0.15$ ]

# Ricerca di particelle cariche pesanti

→ Andrea, Claudia, Dario, Leonardo, Stefano

- La ionizzazione anomala è usata per identificare particelle cariche massive (per esempio R-adroni), in particolare quelle che decadono prima di raggiungere calorimetri e spettrometro a  $\mu$ 
  - I risultati dell'analisi del **dataset 2015+16** ( $L = 36 \text{ fb}^{-1}$ ) sono stati pubblicati quest'anno: [Phys.Lett. B 788 \(2019\) 96](#)
  - Nessun eccesso statisticamente significativo oltre il fondo atteso  $\Rightarrow$  UL's su sezione d'urto  $\Rightarrow$  Significativa estensione della regione di esclusione nel piano  $\tau$  vs.  $m$  rispetto ai risultati pubblicati precedentemente in ambito strong-SUSY
  - La massima significanza ( **$2.4\sigma$** ), ottenuta in ambito cut&count, si osserva nella regione  $M_{\text{rec}} \sim 600 \text{ GeV}$  con una larghezza compatibile con la risoluzione sperimentale
  - **Completamento dell'analisi su tutta la statistica R2 ( $140 \text{ fb}^{-1}$ ) in corso**
  - Altre ricerche che sfruttano ionizzazione:



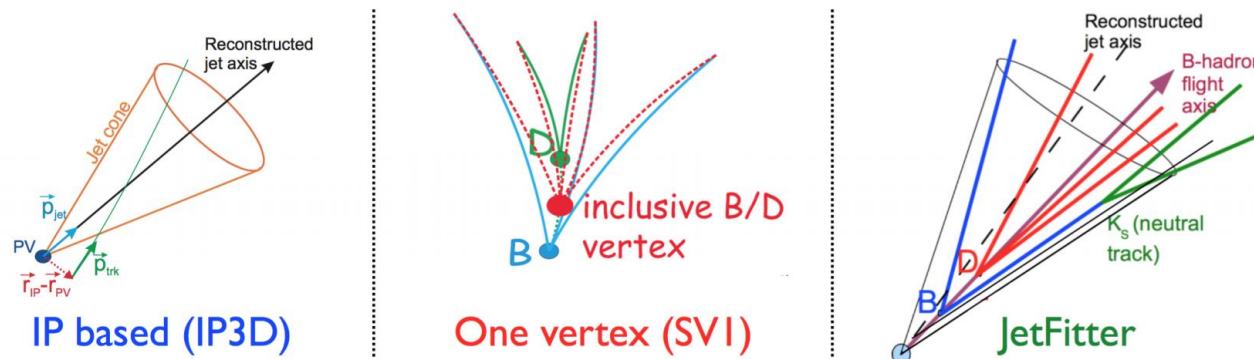
# Software di b-tagging → Andrea, Carlo S., Carlo V., Fabrizio

## Attività di supporto per le *legacy analysis* (svolte sui dati di Run 2)

- b-tagging su jet ricostruiti col metodo del *particle flow* (uso di tracce e informazioni calorimetriche per la definizione del jet)
- maggiore flessibilità nella scelta di *training* e calibrazioni
- nuovi algoritmi basati su tecniche di *deep learning*

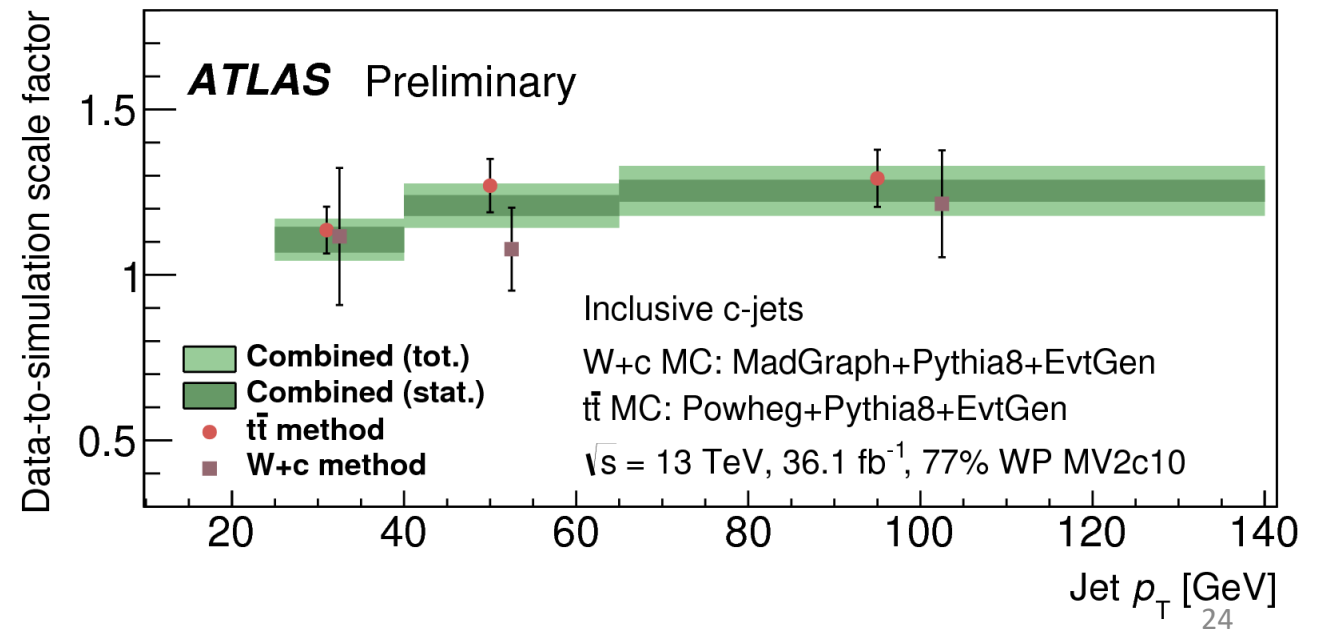
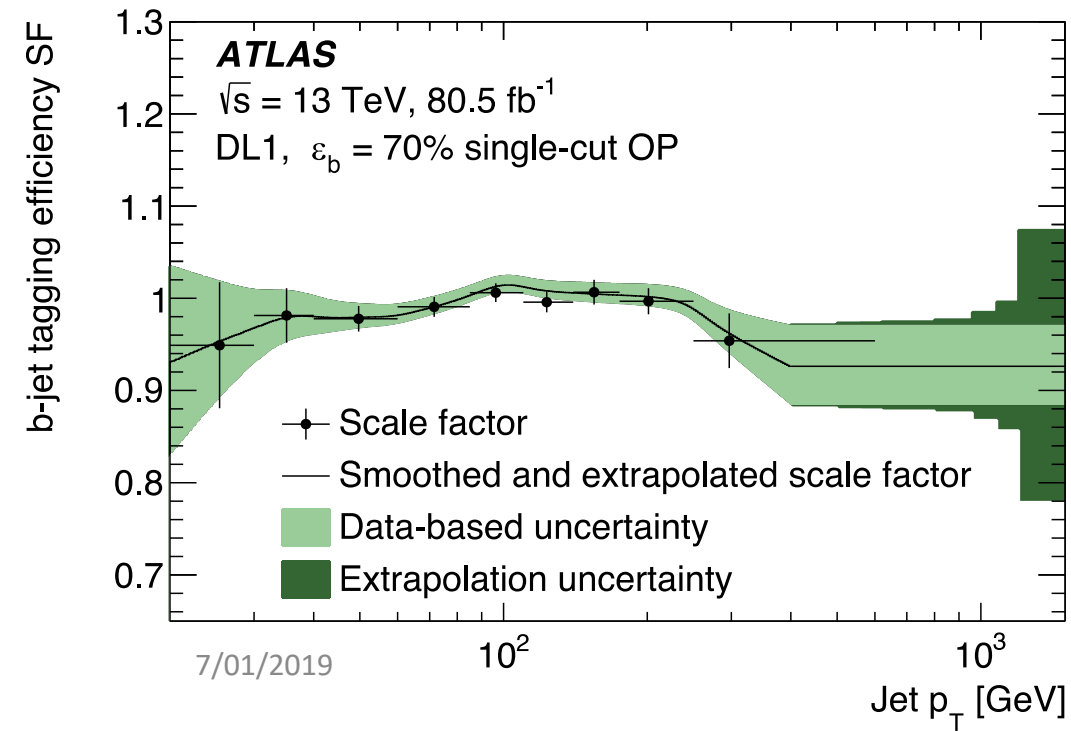
## Attività di sviluppo in vista di Run 3

- riscrittura di *JetFitter*, algoritmo chiave del b-tagging di ATLAS, che ricostruisce la catena di decadimento nei b-jet (senza analoghi in CMS o HEP)
- nuovo *core software* del b-tagging, di più facile mantenimento ed evoluzione



# Calibrazioni di b-tagging → Andrea, Carlo S, Fabrizio

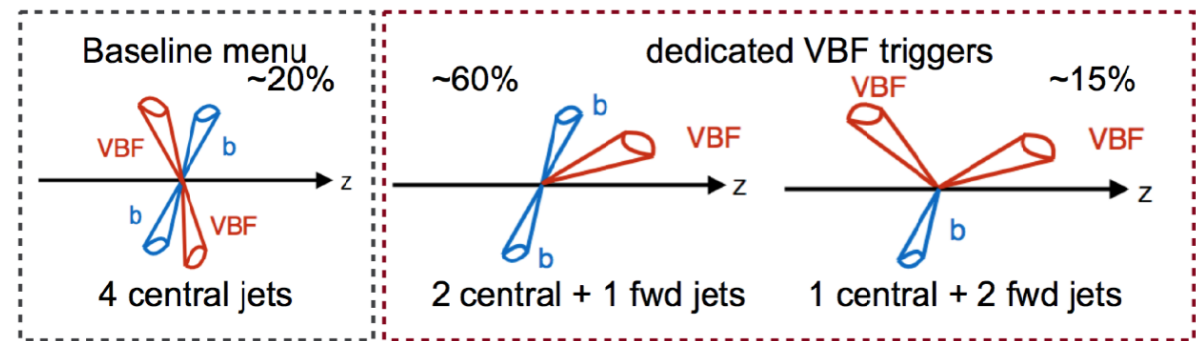
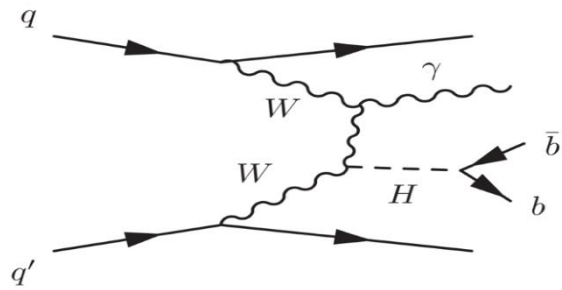
- Il b-tagging identifica i jet originati da quark b sfruttando la vita media relativamente lunga dei b-adroni
- L'efficienza di selezione di b-tagging è misurata direttamente nei dati e fattori di scala (SF) per correggere l'efficienza su MC vengono estratti e distribuiti alla Collaborazione
- Si sono sviluppati metodi per estrapolare gli SF a valori di impulso trasverso nella scala del TeV (sinistra) e per misurare l'efficienza su charm jets (destra)



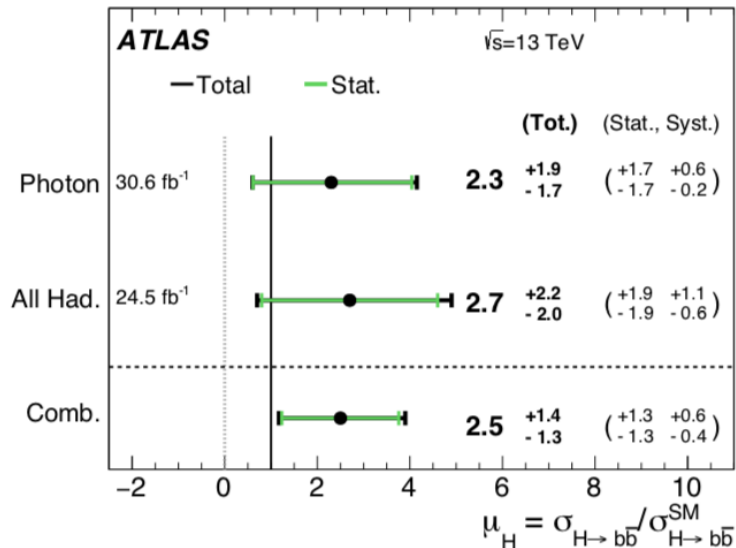
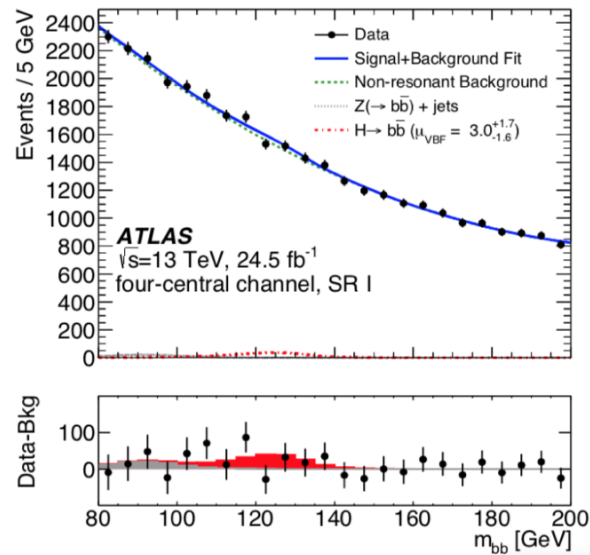


# Studi di Higgs → Carlo V., F. Parodi

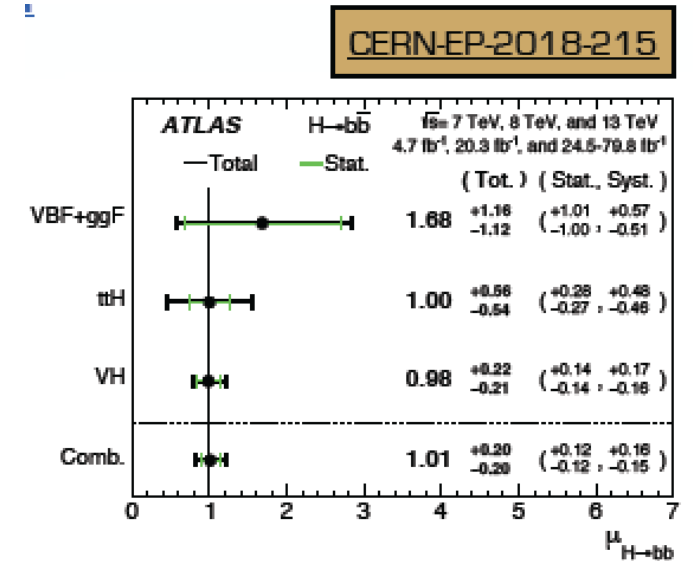
## Ricerca del decadimento $H \rightarrow b\bar{b}$ nel canale di produzione VBF



## Risultati su dati fino a 2016:



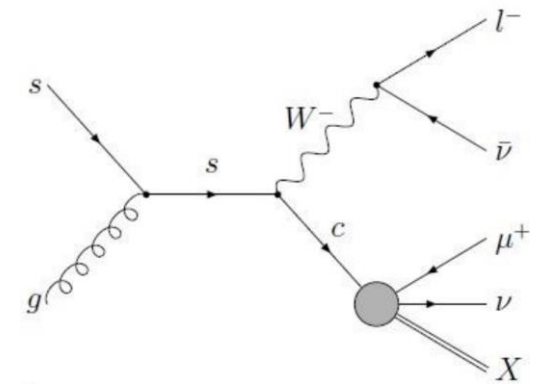
## Contributo alla scoperta di $H \rightarrow b\bar{b}$ !



# Misura di sezione d'urto $W+c$ , e processi SM con

HF → Alessandro, Carlo S., Fabrizio, Federico

- Stessa strategia di selezione degli eventi della calibrazione b-tagging
  - Bosone  $W$  (in canale elettronico e muonico)
  - c-jet con decadimento semi-leptonico in muone
- Misure con i dati Run 2 (2015+'16+'17+'18  $\approx 150 \text{ fb}^{-1}$ ) a 13 TeV:
  - sezione d'urto inclusiva  $W+c$
  - sezione d'urto differenziale  $d\sigma/d\eta_{\text{leptone}}$
- 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
  - Studio su un nuovo approccio di PDF fit: NLO+PS
- Coinvolgimento della misura di sezione d'urto totale e differenziale di  $Z+HF$ :
  - Misura chiave per la modellizzazione Monte Carlo di processi di QCD
  - Principale fondo per l'analisi di precisione di  $H \rightarrow bb$



# Studi di Trigger → Carlo V., Carlo S.

## Studi di performance in vista di Run 3

- Riduzione della CPU utilizzata dai b-jet trigger attraverso l'utilizzo del **Fast Tracker (FTK)** di ATLAS: sistema di elettronica con lo scopo di ricostruire velocemente le tracce
- **Utilizzo delle tracce FTK per il calcolo del peso di b-tagging**, studi di performance (ROC ed efficienza) e trigger rate, produzione di un **training degli algoritmi di flavour tagging** specifico per FTK
- Sviluppo del Trigger Menu per il Run 3, con l'inclusione di catene che sfruttano FTK

## Attività di sviluppo in vista di Run 3

- **Riscrittura dell'intero codice di trigger per supportare un ambiente multi-thread (AthenaMT)**, riduzione della memoria utilizzata per processare eventi e maggiore velocità di elaborazione
- **Utilizzo del codice usato offline dalle analisi**, maggiore correlazione tra trigger ed analisi

# Trigger di traccia per alta luminosità → Andrea, Carlo S

- Un sistema hardware per la ricostruzione delle tracce a livello di trigger (Hardware Track Trigger – HTT) per LHC ad alta luminosità basato su memorie associative è in corso di sviluppo
- Nuovo coinvolgimento riguardante la simulazione del sistema di ricostruzione per studi di performance e per guidare aspetti del disegno e ottimizzazione del sistema di trigger
- Specifiche in corso di finalizzazione. Primo demonstrator previsto per il 2020.

