



ATLAS @ Genova

inclusi

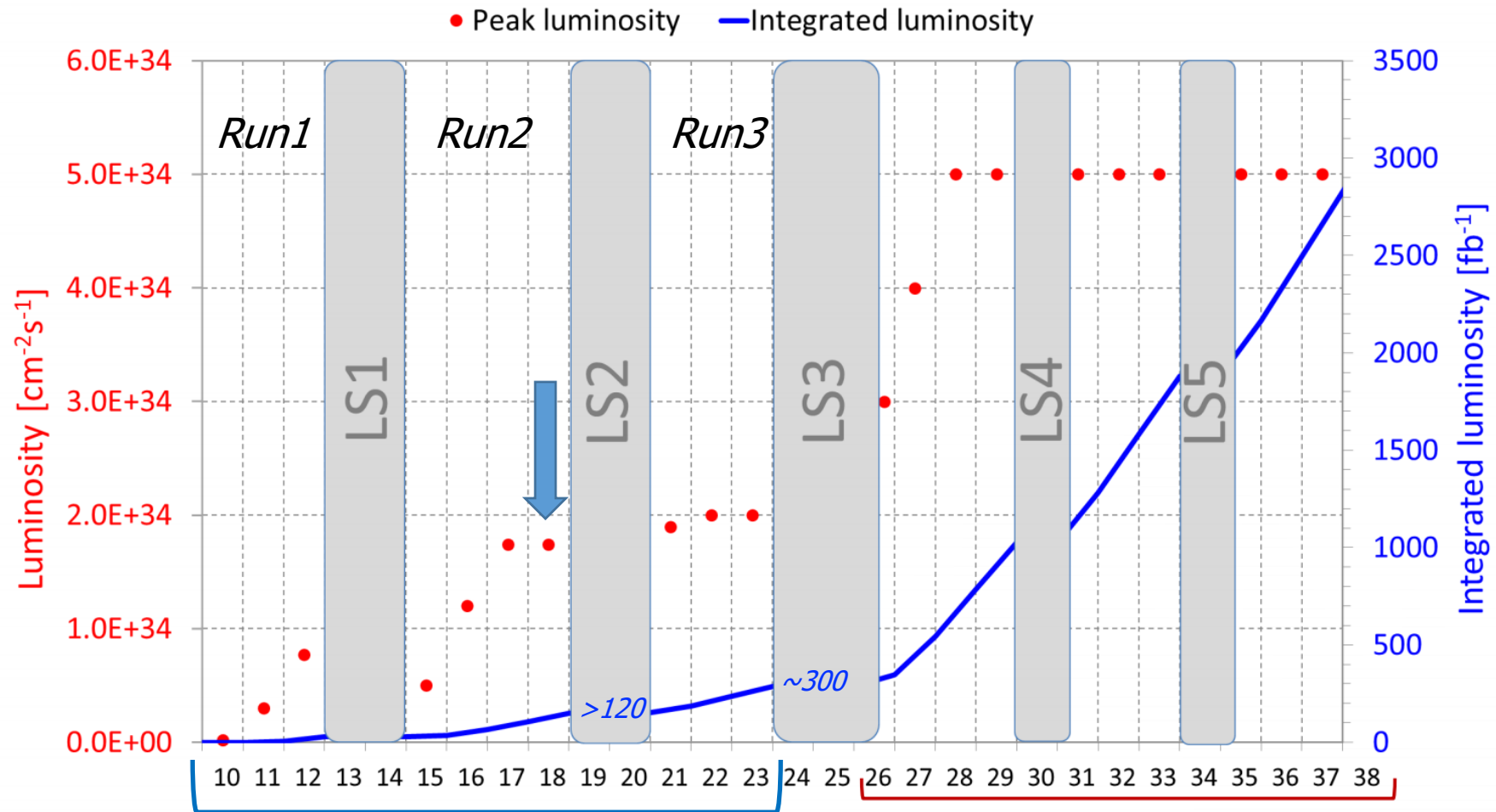
ATLAS (Grl), Fase2_ATLAS (Grl), AIDA-2020 (EU)

Responsabili Locali

Stefano Passaggio, Claudia Gemme, Giovanni Darbo

CdS, 3 Luglio 2018

Outline

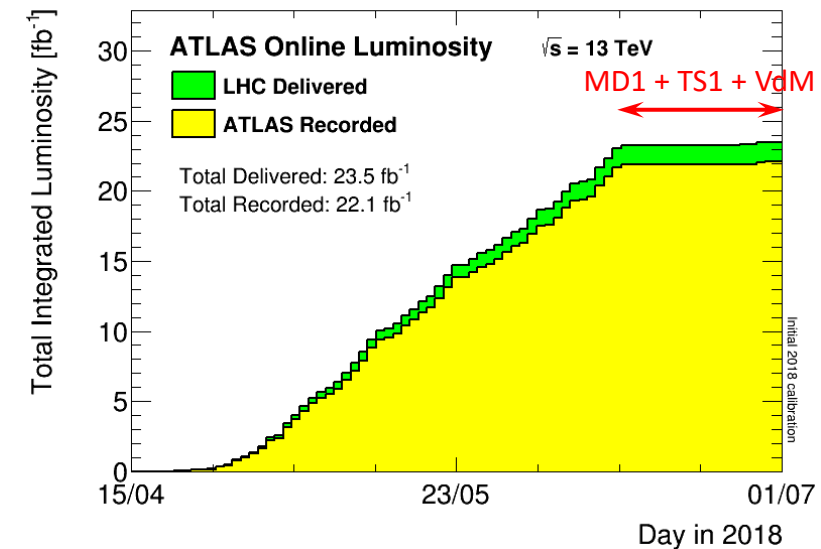
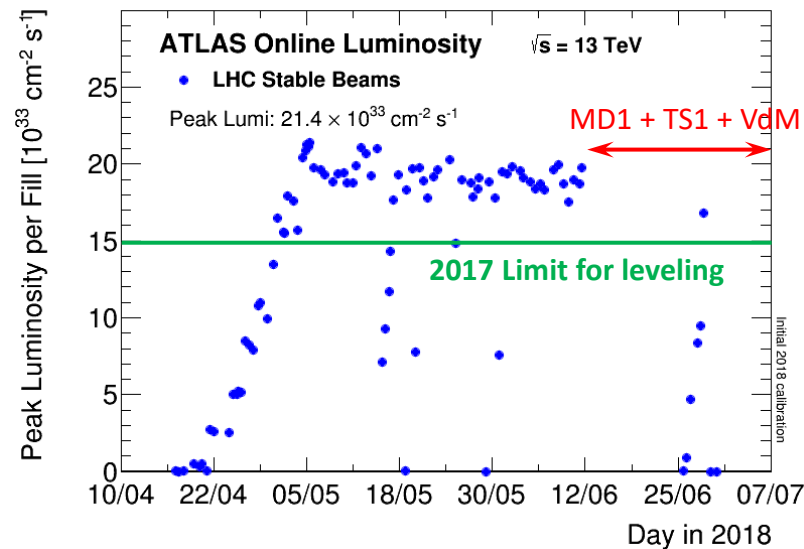
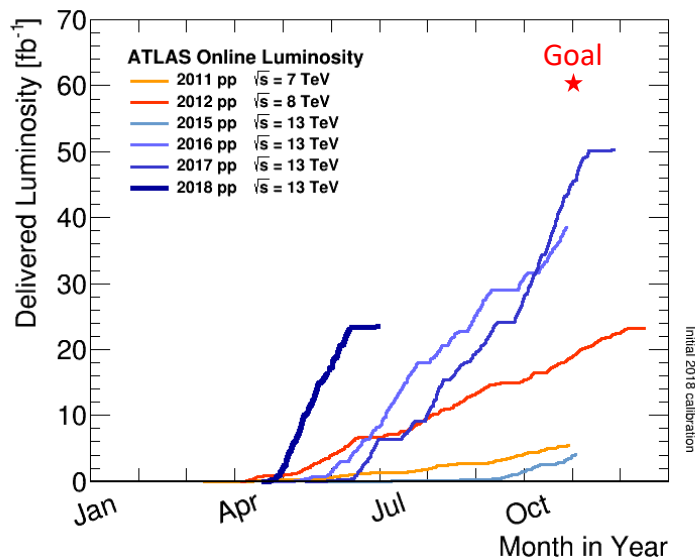
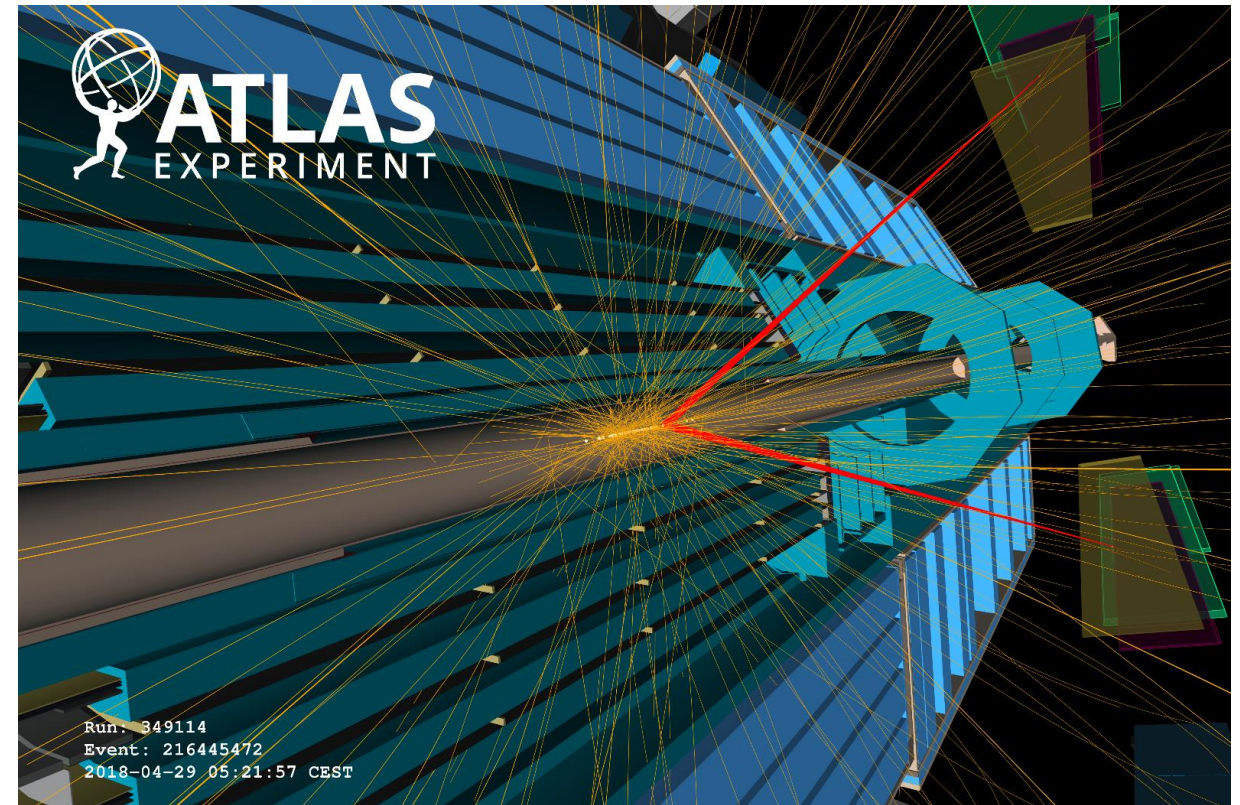


LHC
2018 Highlights
Attività in Genova

HL-LHC
Stato del progetto
Attività in Genova

ATLAS 2018

- Prime collisioni: 14 Aprile; rapido ramp-up di LHC
- Condizioni di data-taking stabili da Maggio
 - Peak lumi $\sim 2 \cdot 10^{34} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$
 - Max luminosità istantanea: $2.14 \cdot 10^{34} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$
 - Peak $\langle \mu \rangle \sim 60$
- Luminosità accumulata a fine Giugno
 - LHC delivered: 23.5 fb^{-1}
 - ATLAS recorded: 22.1 fb^{-1} ($\epsilon \sim 94\%$)
 - goal 2018: 60 fb^{-1} ; cfr 2017: 46.9 fb^{-1}



Composizione del gruppo ATLAS



Tre sigle = Un gruppo

- Tre sigle
 - **ATLAS** (Grl)
 - **Fase2_ATLAS** (Grl)
 - **AIDA-2020** (EU)
- Andrea Gaudiello ha lasciato il gruppo all'inizio dell'anno
- Nel 2018 si sono uniti al gruppo **Nicolò Magini** e **Alessio Volpe**
- Oltre al personale di ricerca, tre tecnici Prog. Elettronica: **Giuseppe Gariano, Alessandro Rovani, Ettore Ruscino**
- Tot FTE: **17.4** (**16.7**)

Ric + Bors + Stud		Contratto	Qualifica	ATLAS	FASE2_ATLAS	AIDA-2020		Totale
Barberis	Dario	Associato	Ricercatore U.	90	10	0		100
Coccaro	Andrea	Dipendente	Ricercatore	80	20	0		100
Darbo	Giovanni	Dipendente	Dirigente di Ricerca	0	70	0		70
Fumagalli	Elisa	Associato	Borsista	0	100	0		100
Gagliardi	Guido	Associato	Ricercatore U.	80	20	0		100
Gemme	Claudia	Dipendente	Ricercatore	40	45	15		100
Lapertosa	Alessandro	Associato	Assegnista AIDA	25	0	75		100
Magini	Nicolò	Dipendente	Assegnista INFN	100	0	0		100
Morettini	Paolo	Dipendente	Primo Ricercatore	0	100	0		100
Oide	Hideyuki	Associato	Assegnista	20	80	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
Varni	Carlo	Associato	Dottorando	80	20	0		100
Volpe	Alessio	Associato	Assegnista AIDA	0	25	75		100
Totale Ric+Bors+Stud				8.15	6.9	1.65	16.7	16.7
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
Totale Tecnologi				0.3	0.4	0	0.7	0.7
Totale Ric+Bors+Stud+Tecnol				8.45	7.3	1.65	17.4	17.4

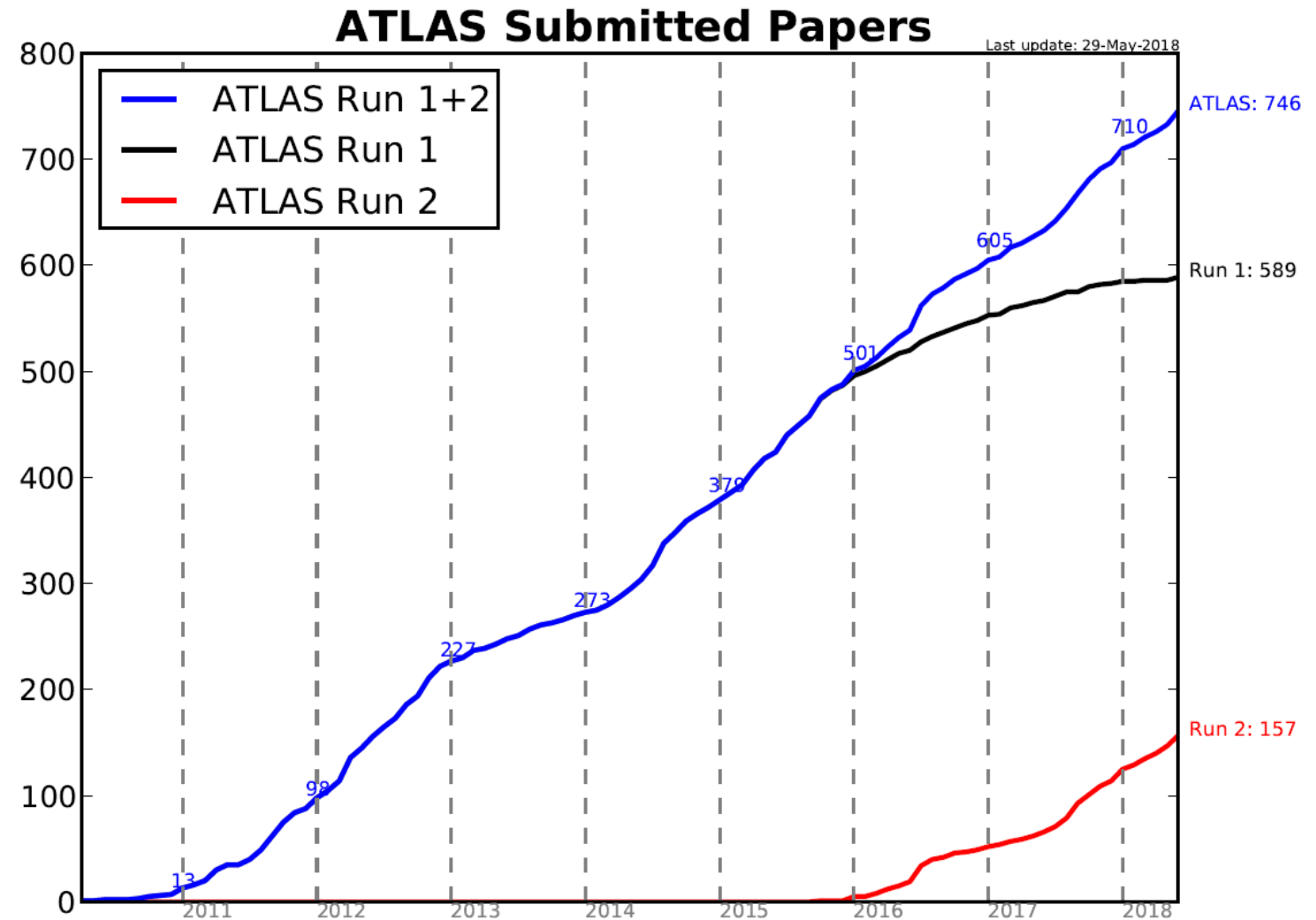
Responsabilità in ATLAS

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

L1	<i>Paolo Morettini - ITK PIXEL PL</i>
L1	<i>Claudia Gemme - ITK Deputy PL</i>
L2	<i>Dario Barberis - Computing Resource Management (CREM) Chair</i>
L2	<i>Dario Barberis - Monitoring and Analytics Coordinator</i>
L2	<i>Andrea Coccaro - b-tagging Convener</i>
L3	<i>Hideyuki Oide - SUSY RPV/LL Coordinator</i>
L3	<i>Carlo Varni - Trigger b-jet signature Coordinator</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>Alessandro Lapertosa - 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>Guido Gagliardi - Contact person Fractional Charge in Exotic</i>
L3	<i>Dario Barberis - Contact person Tachyon Search in Exotic</i>

Attività di Ricerca

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



Attività del gruppo di Genova in ATLAS

Un esperimento, ma tante attività!

- Operazione del rivelatore a Pixel
 - Data taking (*Paolo, Hide*)
 - Allineamento (*Hide*)
 - Calcolo (*Dario, Nicolò*)
 - Calibrazioni
 - b-tagging (*Alessandro, Andrea, Carlo S., Fabrizio*)
 - Ionizzazione nei Pixel (*Claudia, Leonardo, Stefano*)
 - Sviluppo tools
 - Trigger (*Carlo S., Carlo V.*)
 - Ricostruzione vertici secondary (*Hide*)
 - Upgrade del tracciatore di Fase 2 (*Claudia, Paolo*)
- Analisi di fisica:
- W+c (e estrazione di PDF del quark s)
 - Higgs VBF → bb (e ottimizzazione Trigger)
 - Ricerca di particelle massive metastabili, tachioni e cariche frazionarie
-

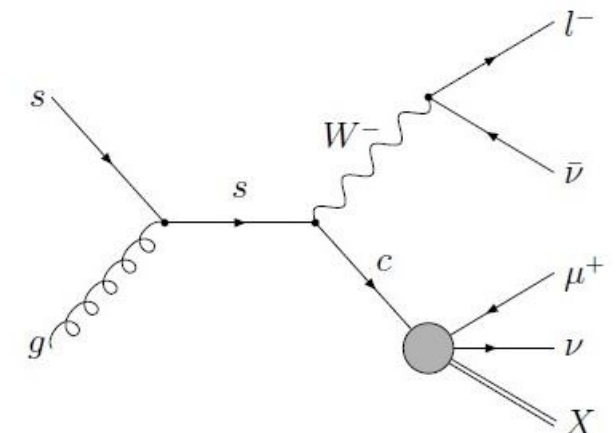
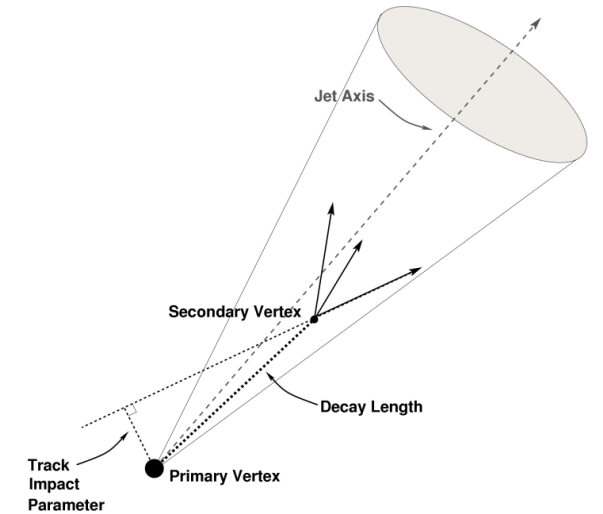
Attività di Calcolo → Dario, Nicolò

- **Distributed Computing Coordination (D. Barberis)**
 - Operazione dei sistemi di monitoring e accounting usati durante Run2 per:
 - Data management
 - Job management
 - Accounting reports
 - 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
- **Computing Resource Management (D. Barberis)**
 - Allocazione periodica delle risorse di calcolo a disposizione di ATLAS (CPU time e storage) ai gruppi che ne fanno richiesta
- **Coordinamento dei Tier-3 in Italia (D. Barberis)**
 - Parte del coordinamento del calcolo di ATLAS-Italia
- **EventIndex (D. Barberis)**
 - Operazione e monitoring del sistema usato per Run2
 - Design e organizzazione della nuova implementazione per Run 3 basata su Kudu
- **Sviluppo dell'Event Streaming Service (N. Magini)**
 - Un servizio per dare ai job che girano sul sistema distribuito di ATLAS i dati necessari in input "just in time", riducendo i tempi morti dovuti ai trasferimenti di file grandi dei quali solo una parte viene usata da ogni job
- **Architettura dell'Event WhiteBoard (N. Magini)**
 - Un sistema per tenere un record delle posizioni di ogni evento spostato dall'Event Streaming Service
- **Coordinamento delle operazioni dell'Event Service (N. Magini)**
 - Il servizio di ATLAS per processare singoli eventi, in modo da sfruttare al meglio risorse di calcolo (e.g. Cloud/HPC/opportunistiche) fuori dalle allocazioni Grid
- **Responsabile dello sviluppo dell'interfaccia CLI di Rucio, il sistema di gestione dei dati di ATLAS (N. Magini)**

Calibrazione di b-tagging (con eventi W+c)

→ Alessandro, Andrea, Carlo S., Fabrizio

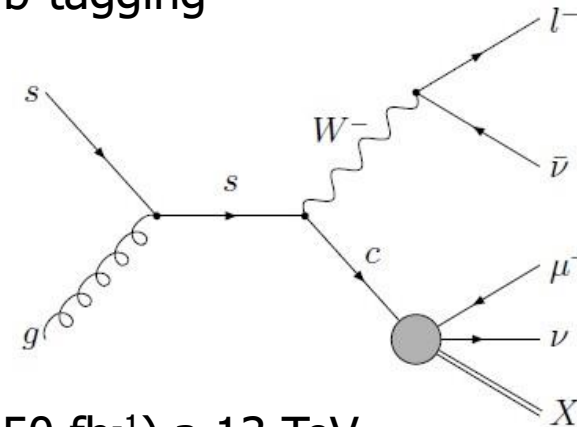
- Il b-tagging è la capacità di **identificare jet originati da quark b**
I metodi sviluppati si basano sulla vita media relativamente lunga dei b-hadrons ($\tau \sim 1.5$ ps, $\beta\gamma c\tau \sim 4.5$ mm per $p \sim 50$ GeV)
- Si è sviluppato un metodo per la **misura dell'efficienza di b-tagging su jet charm** (c-jet)
 - Per fare la misura si utilizza un **campione ad alta purezza di c-jet prodotti in associazione a un bosone W**
 - **Leptone** ($l = e, \mu$) dal decadimento del $W \rightarrow l\nu$
 - **Muone** dal decadimento semi-leptonico del c-jet
 - Segnale W+c dominante in eventi con leptoni di segno opposto
- Continua impegno nella calibrazione di questi metodi di b-tagging con i dati di Run2



Misura della sezione d'urto di produzione W+c

→ Alessandro, Carlo S., Fabrizio + Stefano Frixione

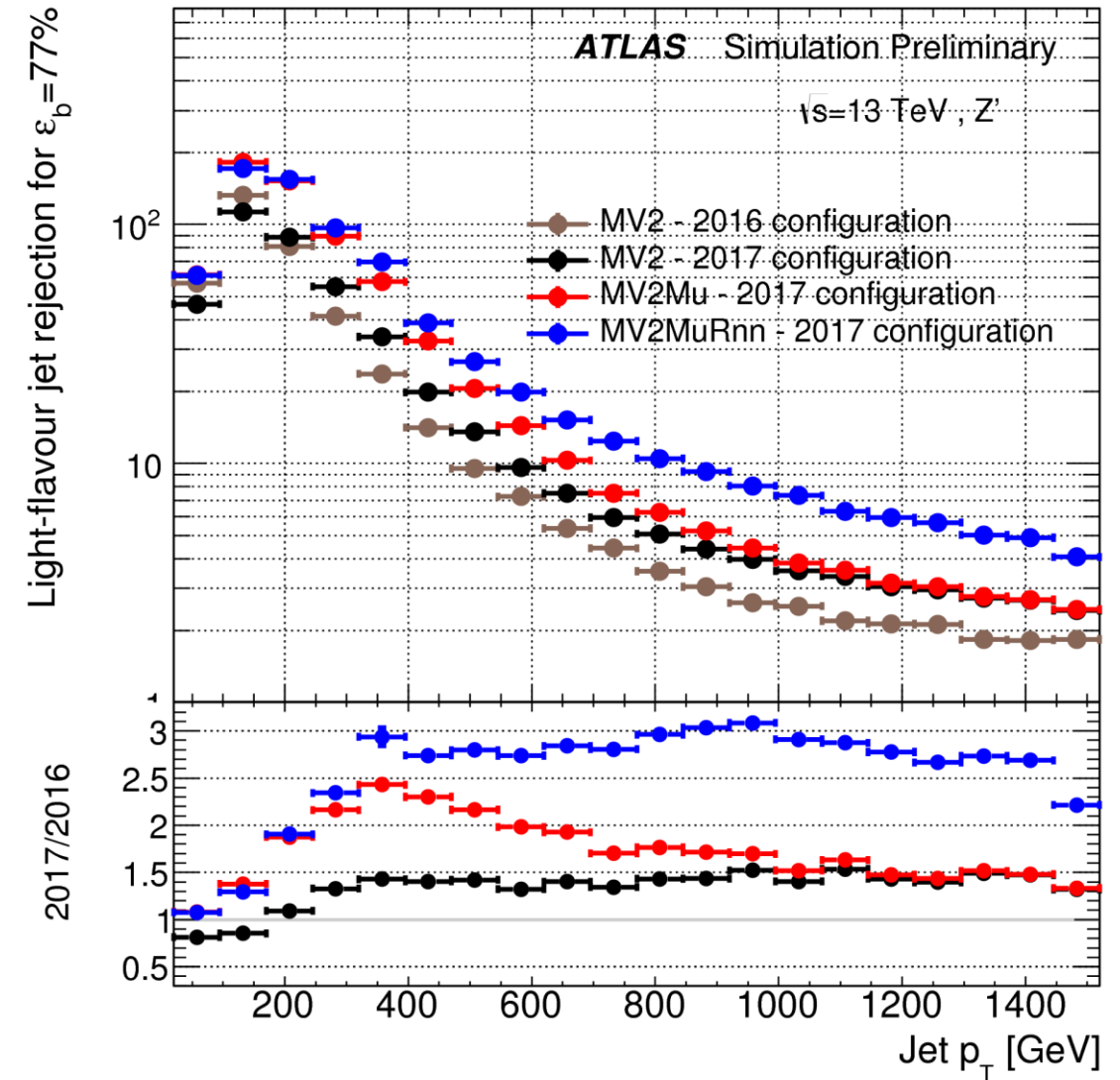
- Stessa strategia di selezione degli eventi della calibrazione b-tagging
 - Bosone W (in canale elettronico e muonico)
 - c-jet con decadimento semi-leptonico in muone



- Misure previste con i dati di Run 2 (2015+'16+'17+'18 $\approx 150 \text{ fb}^{-1}$) a 13 TeV
 - sezione d'urto inclusiva W+c
 - sezione d'urto differenziale $d\sigma/dn_{\text{leptone}}$
- Produzione di eventi W+c è legata alla presenza di quark strange nel protone ($s g \rightarrow W c$)
 - Interpretazione dei risultati in termini di fit delle PDF del protone
 - Studio su un nuovo approccio di PDF fit: NLO+PS

b-tagging → Andrea

- Sviluppo di nuovi algoritmi per flavour tagging
- Migliorie nella discriminazione su campioni Montecarlo
 - Training dedicato per alto p_T
 - Nuove variabili discriminanti
 - Approccio deep-learning
- Migliorie confermate da studi di calibrazione su dati



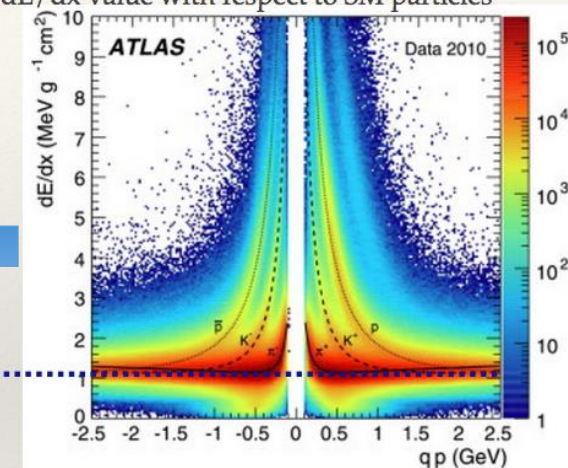
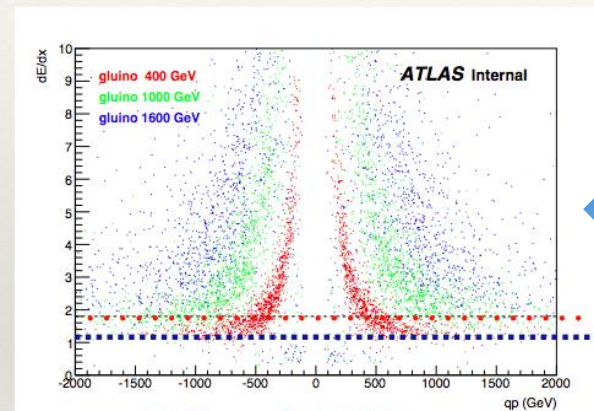
Ionizzazione nel rivelatore a pixel

→ 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 su dati 2016:
 $MPV_{dE/dx}(\beta\gamma) = A/(\beta\gamma)^C + B$
con andamento in accordo con l'aspettazione teorica

- 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

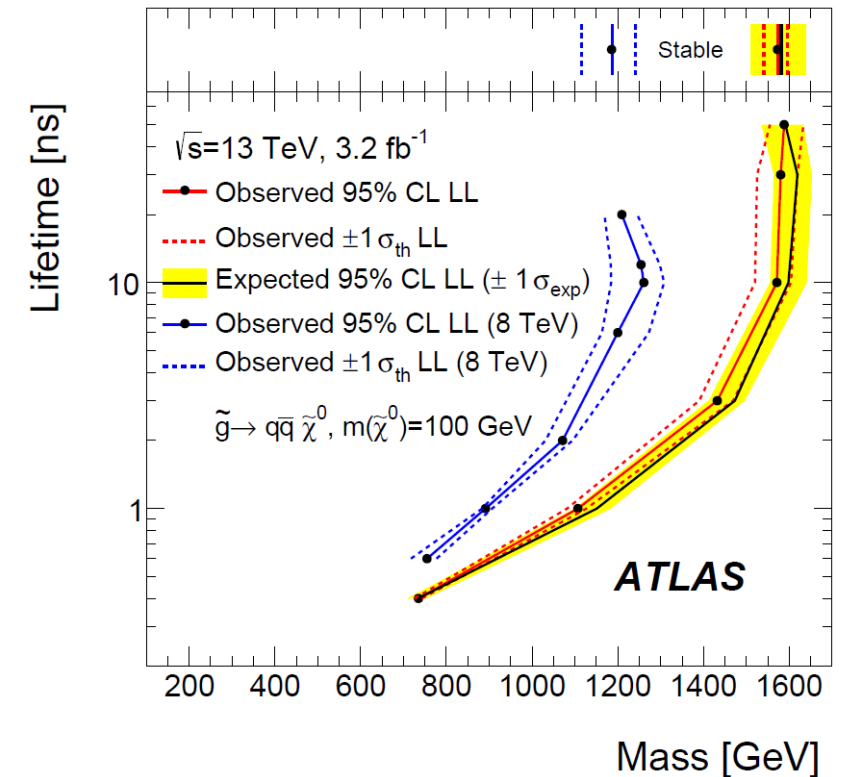
→ Claudia, Dario, Hide (2018→), Leonardo, Stefano

- 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 μ

- **Con dati 2015** ($L = 3.2 \text{ fb}^{-1}$), limiti posti intorno a 800-1600 GeV a seconda dei modelli considerati e vite medie $O(10\text{ns})$

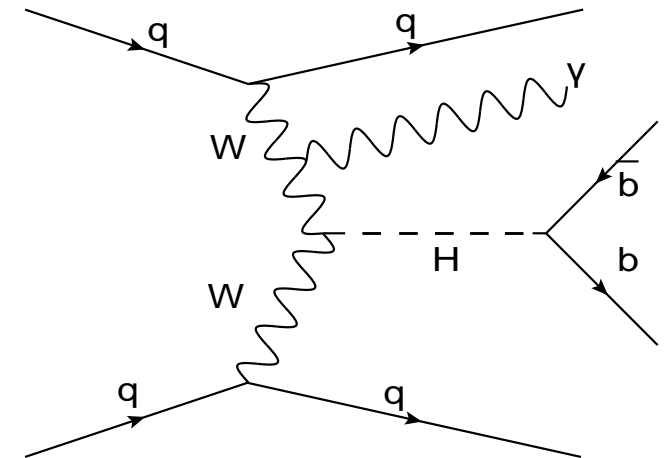
- I risultati dell'analisi del **dataset 2015+16** ($L = 36 \text{ fb}^{-1}$) hanno raggiunto le ultime fasi del processo di approvazione interno ad ATLAS e ci si aspetta vengano pubblicati entro la fine del mese

- Altre ricerche che sfruttano ionizzazione:
 - Cariche frazionarie (Guido), Tachioni (Dario)



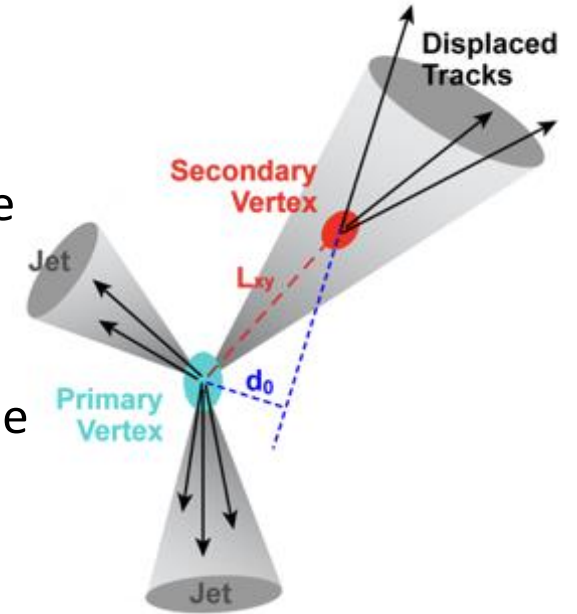
Ricerca di VBF $H \rightarrow bb$ \rightarrow Carlo S., Carlo V., Fabrizio

- Gli esperimenti all'LHC hanno pubblicato l'evidenza dell'accoppiamento del Bosone di Higgs con i quark bottom (nel canale di produzione dell'Higgs-strahlung: VH)
- **Obiettivo : Approfondire la nostra conoscenza del coupling di Yukawa con quark bottom**
 - Ricerca di un Bosone di Higgs prodotto tramite VBF nel canale di decadimento di una coppia di quark bottom
- **Publicata l'analisi sui dati di Run1.** *Signal strength* μ è il rapporto tra il rate misurato in eccesso allo SM senza $H \rightarrow bb$ e quello atteso esclusivamente da $H \rightarrow bb$ ($\mu \sim 1$, e significativamente > 0 , denota un'osservazione del processo $H \rightarrow bb$ SM-like):
 - ATLAS $\mu_H = -0.8 \pm 2.3$
 - CMS $\mu_H = 2.8^{+1.6}_{-1.4}$
- **Publicazione su dati 2016 (Run2) in fase di sottomissione.** Diminuzione dell'errore su μ di circa un fattore due (grazie anche alla combinazione con analisi con fotone nello stato finale)
- **Analisi finale Run2.** Ottimizzazione analisi e (soprattutto) trigger in 2017 e 2018. Target per l'analisi finale Run2: sensitività 2σ



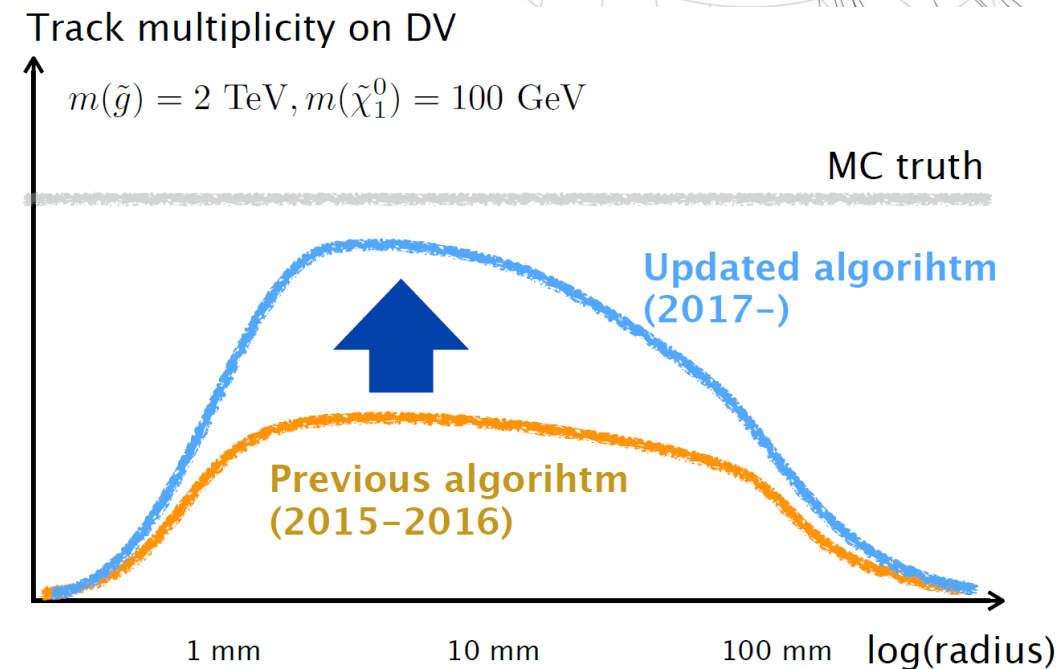
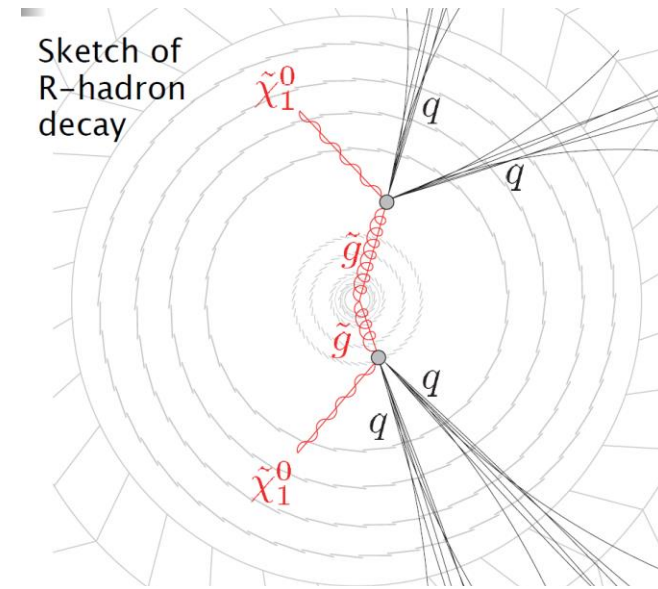
Studi di trigger → Carlo S., Carlo V.

- **Gruppo di Genova impegnato nello sviluppo di trigger che possiedono una componente di b-tagging (b-jet trigger)**
 - Elementi essenziali per numerose analisi che prevedono nello stato finale dei jets derivanti da quark bottom
 - Importante segnatura all'interno del trigger di ATLAS
- Bisogna bilanciare la qualità delle performance, con la disponibilità di risorse e di calcolo a disposizione
 - Principale vantaggio : maggiore efficienza di selezione degli eventi
 - Principale problema : grande consumo di CPU
- **Principali linee di sviluppo:**
 - Tool per l'emulazione dei trigger (sia per regioni di validazione che per l'uso nelle analisi)
 - Mantenimento e sviluppo del codice del trigger di ATLAS
 - Migrazione del codice per poter supportare un ambiente Multi Threading
 - Commissioning dei trigger che utilizzano tracce di FTK (Fast Tracker)
 - FTK ricostruisce le tracce con l'utilizzo di "Associative Memories"

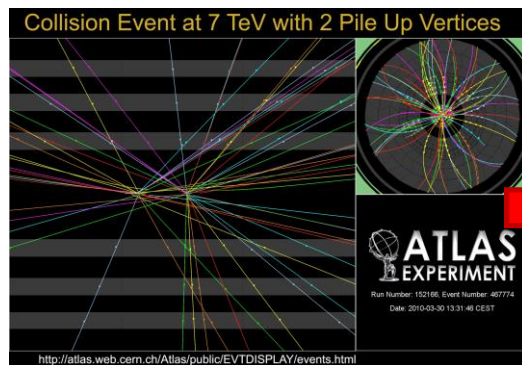
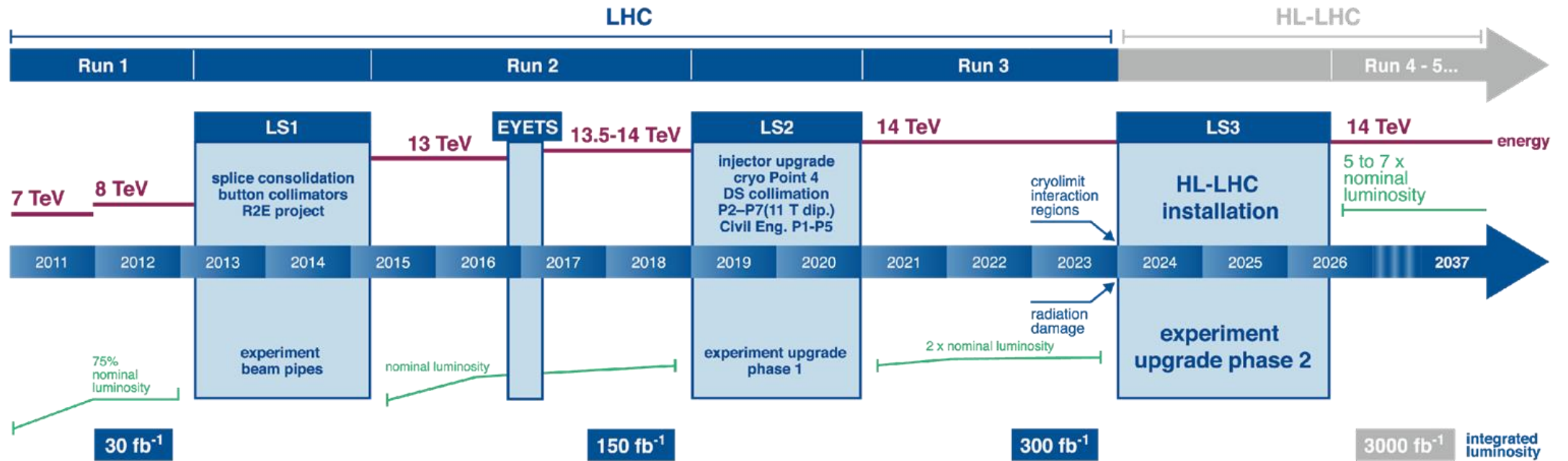


Ricostruzione di vertici secondari → Hide

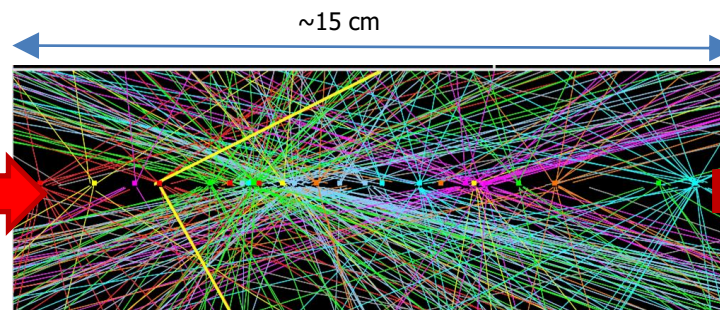
- Sviluppo dell'algoritmo di ricostruzione di vertici secondari utilizzato in ATLAS per ricerche di particelle a vita media lunga in ambito SUSY e EXOTICS
- Significativo miglioramento delle prestazioni di ricostruzione dell'algoritmo in vista dell'analisi del dataset completo di Run 2, in particolare in termini di caratterizzazione cinematica dei vertici secondari ricostruiti
 - Ulteriore miglioramento nella minimizzazione di vertici secondari "splittati"
 - Recupero di accettazione attraverso un trattamento più accurato dei moduli disabilitati del tracciatore
- Miglioramento significativo dell'efficienza rispetto alle analisi condotte in precedenza



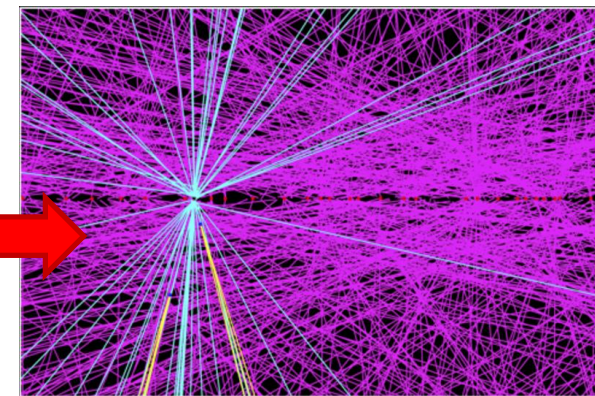
High Luminosity LHC



2010 (data):
2 vertici per evento



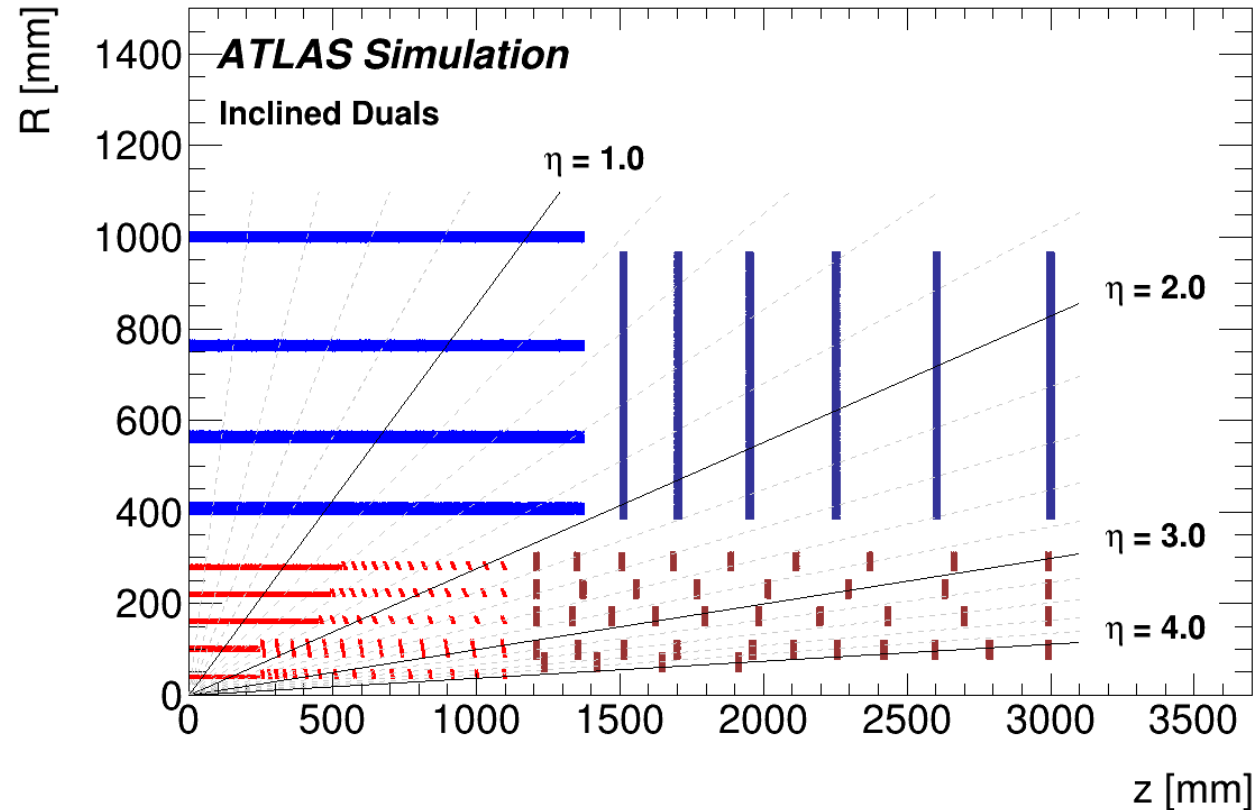
2012 (data):
25 vertici per evento



2027 (simulazione):
200 vertici per evento

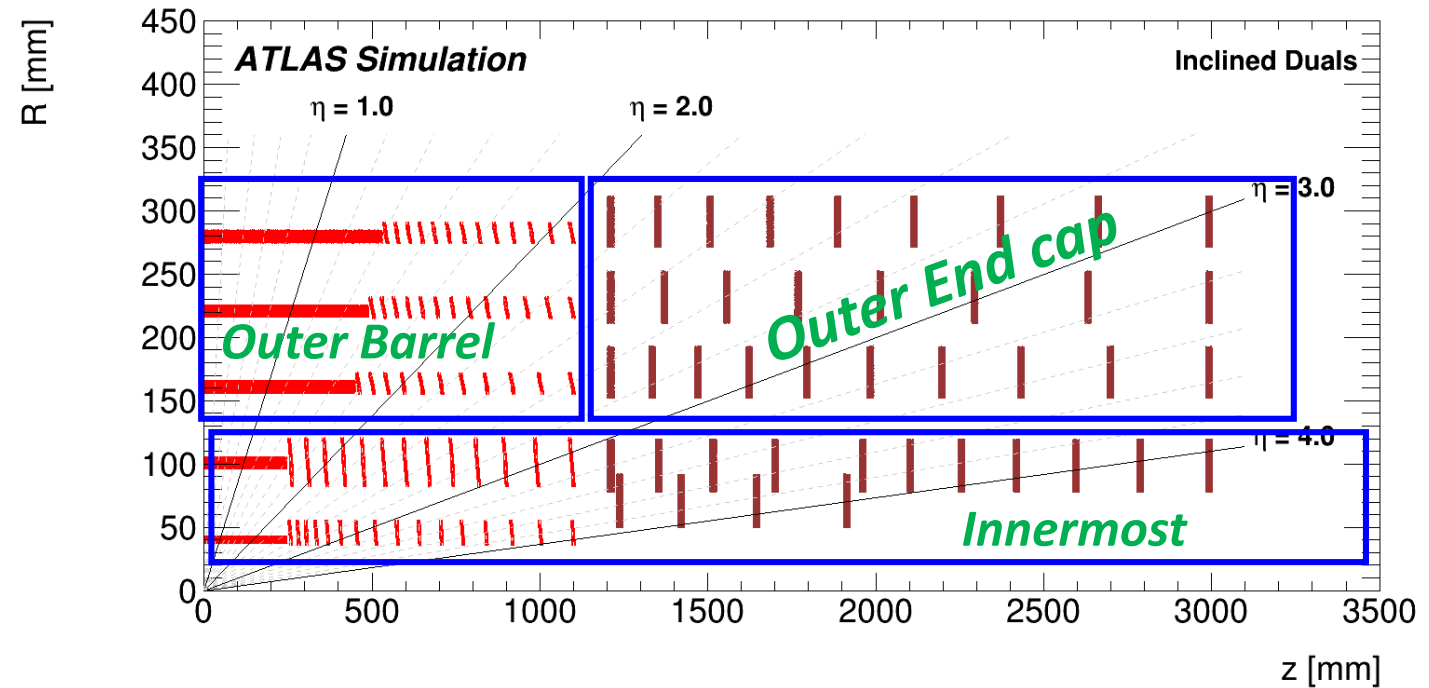
Il nuovo tracciatore di ATLAS: ITk

- Le condizioni di lavoro di HL-LHC implicano la necessita' di un nuovo tracciatore
- Due tipi di rivelatori: pixel e strip
- TDR e Costing review completati. Progetto approvato dal CERN a Aprile 2018



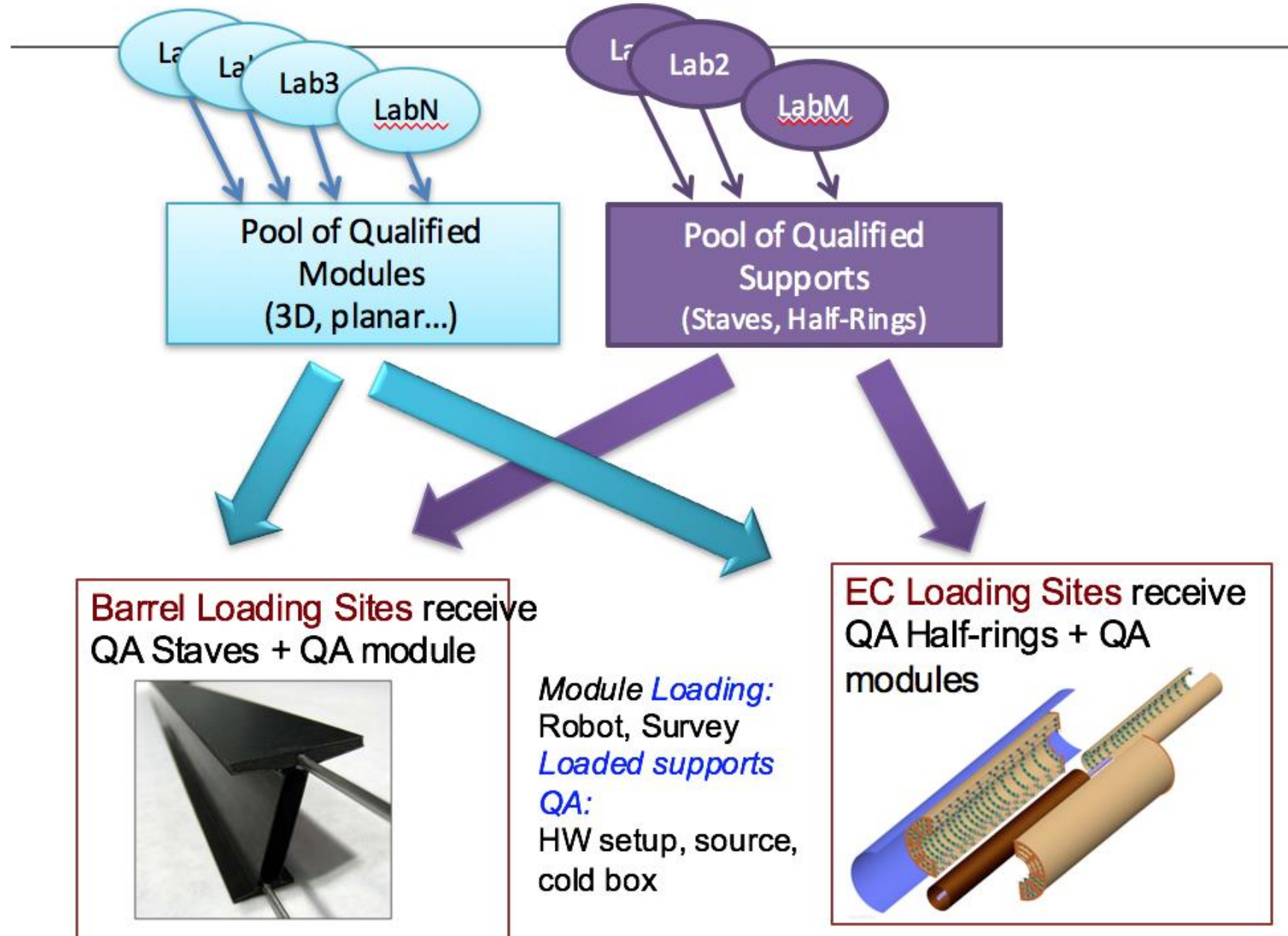
Il nuovo tracciatore di ATLAS: ITk Italia

- L'Italia partecipa alla parte **pixel** e al sistema comune di **CO₂ 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 ²]	1.9	~13

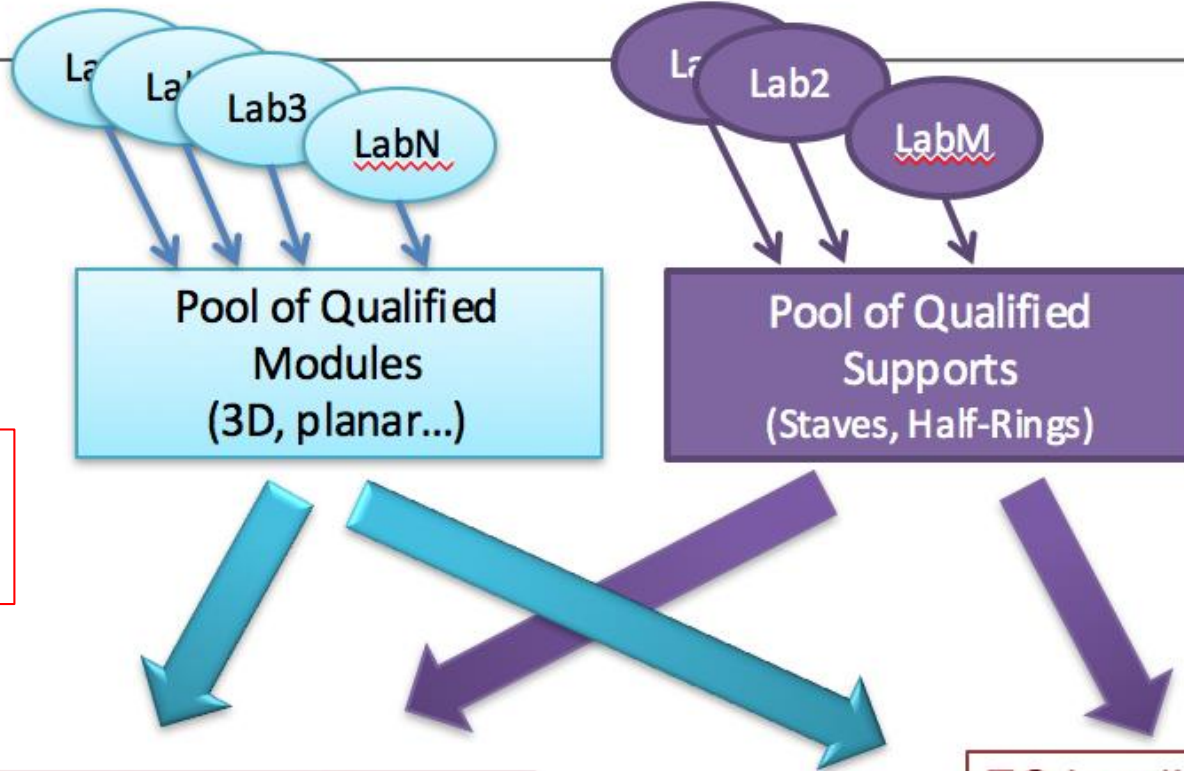
Production organization for the pixel detector



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

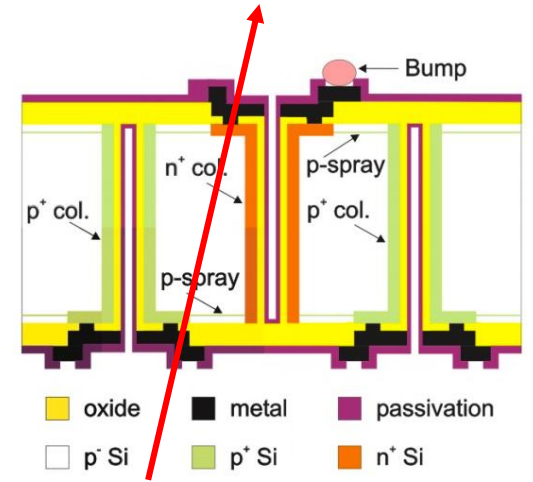
EC Loading Sites receive
QA Half-rings + QA
modules

- ✓ Integrazione pixel detector al CERN

Sensori 3D

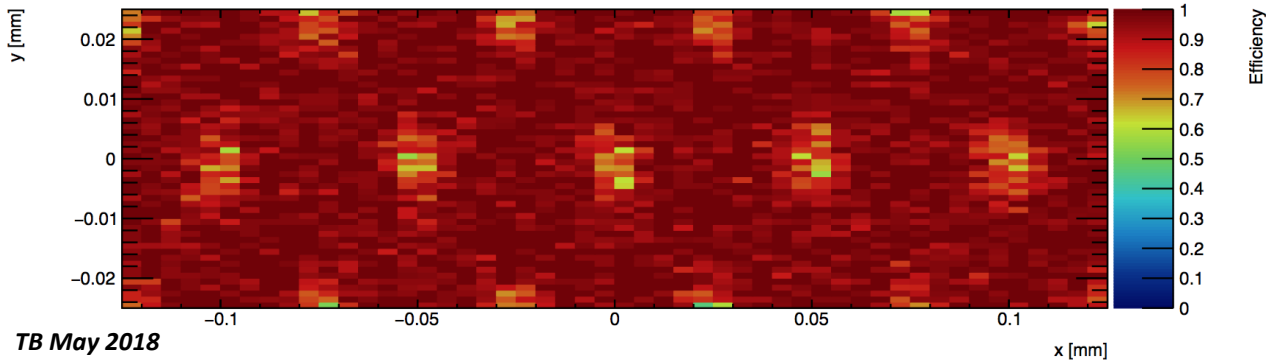
Andrea, Claudia, Elisa, Hide, Alessio, Alessandro R, Giuseppe, Ettore

- I sensori 3D sono intrinsecamente rad-hard grazie alle ridotta distanza tra gli elettrodi ($\sim 30\text{-}50\ \mu\text{m}$)
- Genova collabora con FBK dal 2010. IBL, installato nel 2014, è stato il primo rivelatore HEP a 3D
- In test una nuova produzione che include sensori compatibili sia con FEI4 (IBL FE) che con RD53a (ITk FE)
- Genova è reponsabile sia degli assemblaggi che di test beam e irraggiamenti



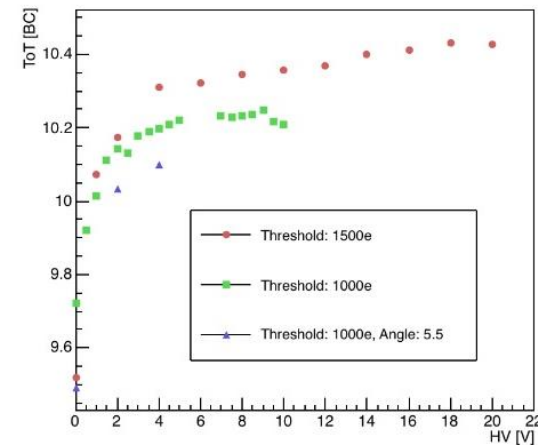
Wafer layout, **Aida** production

5 Electrodes in 250 μm clearly visible in tb data on 3D- FEI4

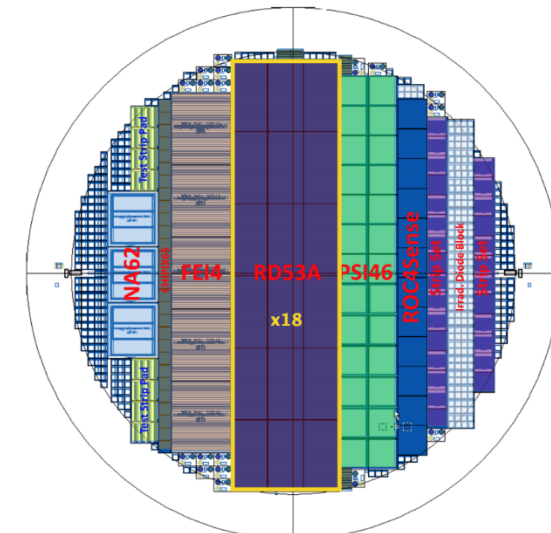


TB May 2018

Charge collection vs bias



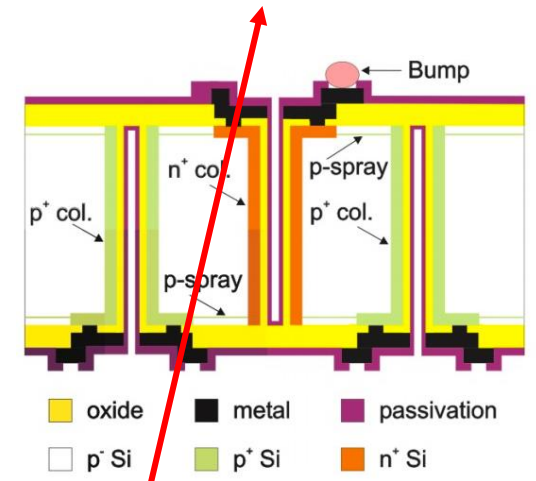
F.Drake, Summer student INFN DOE



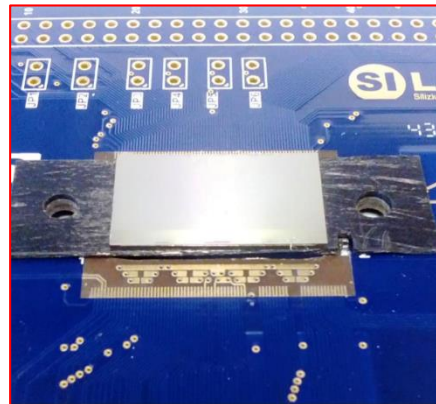
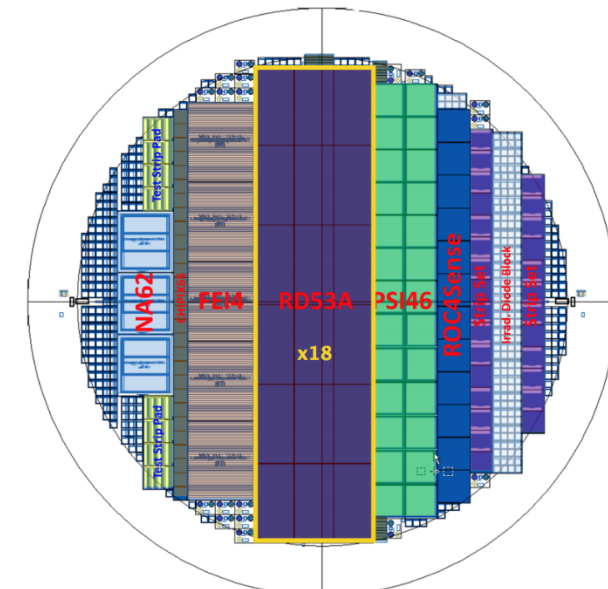
23

Sensori 3D

- I sensori 3D sono intrinsecamente rad-hard grazie alla ridotta distanza tra gli elettrodi ($\sim 30\text{-}50\ \mu\text{m}$)
- Genova collabora con FBK dal 2010. IBL, installato nel 2014, è stato il primo rivelatore HEP a 3D
- In test una nuova produzione che include sensori compatibili sia con FEI4 (IBL FE) che con RD53a (ITk FE)
- Genova è responsabile sia degli assemblaggi che di test beam e irraggiamenti
- Primi sei moduli con **3D-RD53A** ora a Genova e saranno in test beam e irraggiamento nei prossimi mesi



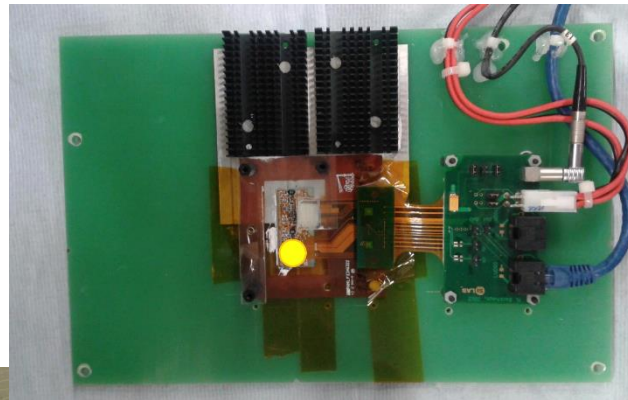
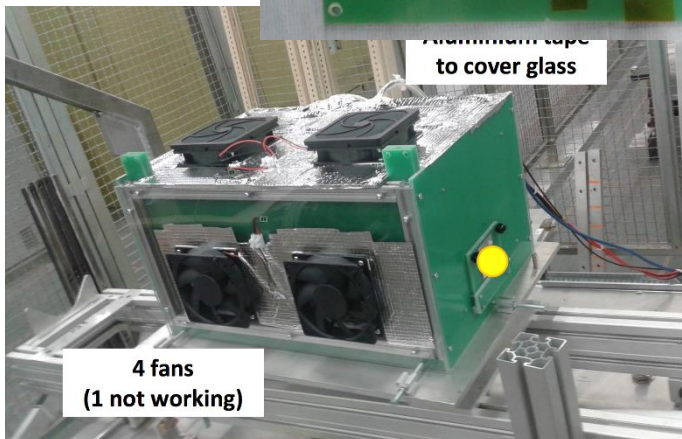
Wafer layout, Aida production



HiRadMat

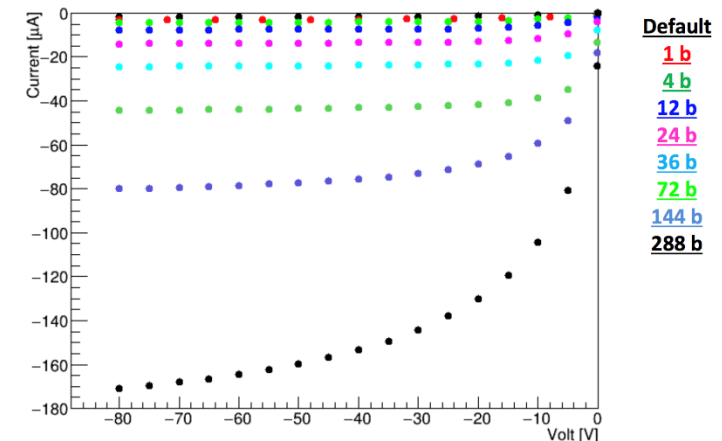
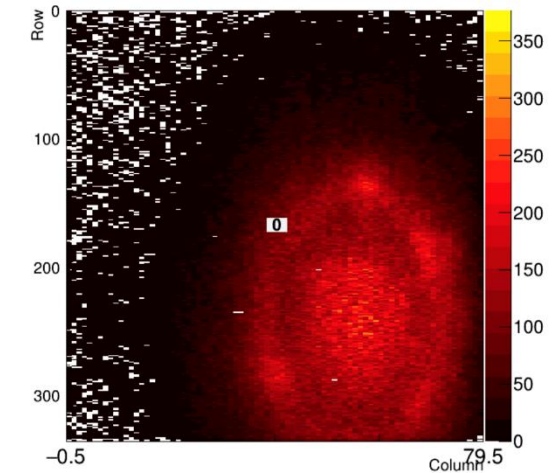
EU Project

- Measurement at CERN SPS to study the effect of **accidental beam losses** on the Pixel modules. Done in 2017 on 3D sensors and on May 2018 on planar sensors Pixel modules survive @ beam intensities up to 10^{13} p cm⁻²

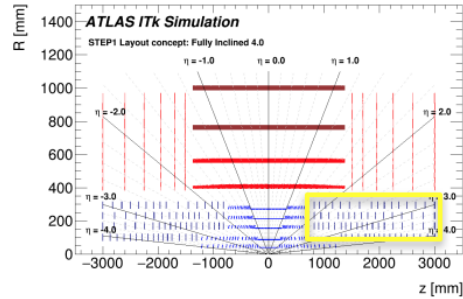

 Aluminum tape
to cover glass

 4 fans
(1 not working)

ID	Day / Time	bunches (1e11)	Size (mm)	File	T (°C)
15/05/2018 Testbeam day					
0	22:16	0		BeforeBeam	30.5
1	22:44	1	2	Shot1	-
2	22:58	1	2	Shot2	
3	23:02	1	2	Shot3	36
4	23:06	1	2	Shot4	38
5	23:26	1	2	Shot5	37
6	23:50	4	2	Shot6	36.4
7	00:33	12	2	Shot7	36.7
8	01:44	24	2	Shot8	36.8
9	02:08	36	2	Shot9	36
10	03:45	72	2	Shot10	36.8
11	04:00	144	2	Shot11	25
					36
12	04:40	288	2	Shot12	36
13	05:04	1	2	Shot13	36
14	06:11	288	2	Shot14	
bis	06:20	288	2		
15	07:13	1	0.5	Shot15	37
					34.2
16	07:31	12	0.5	Shot16	36.5
bis	07:42	12	0.05	plot vuoti	37

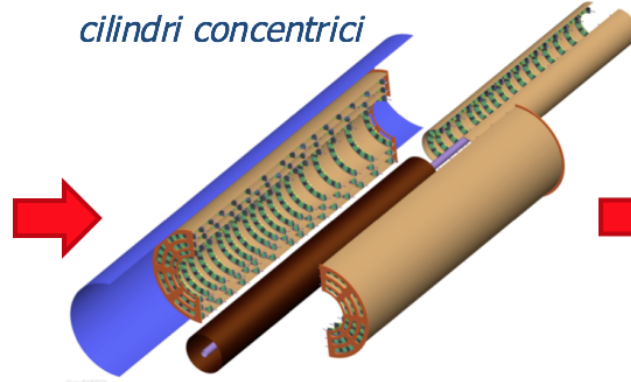
 1 to 288
bunches
with 2 mm
radius

 1 & 12
bunches
with 0.5
mm radius


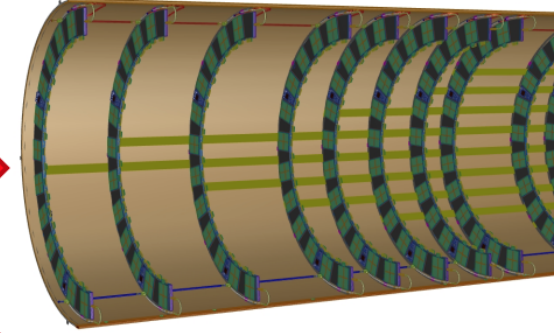
Supporti (half rings) per l'end cap



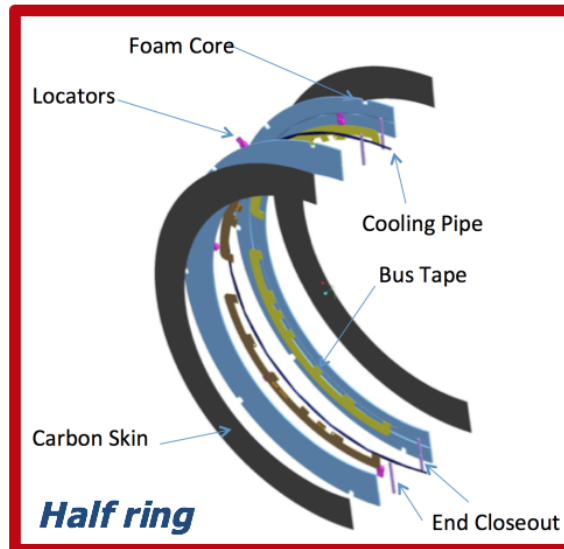
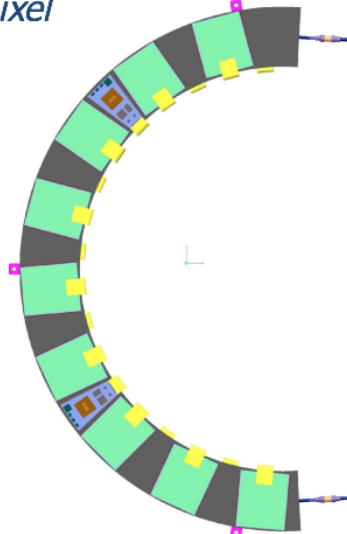
2 set di 3 mezzi cilindri concentrici



Ogni mezzo cilindro con una decina di half-ring



Sugli half-ring si montano i moduli a pixel



Gli half ring sono sandwich di fibra di carbonio e carbon-foam con in mezzo circuiti elettrici e un tubo di raffreddamento (Ti).

Tre tipi di half rings a seconda dello strato.
54 half rings nel rivelatore.

Supporti: half rings



1. **Plyform**: Cut of Carbon Foam blocks in ~5 mm height rectangular slices



2. **Genova**: Machining of the slices in ~4 mm height trapezoidal slices. Measurement with CMM.



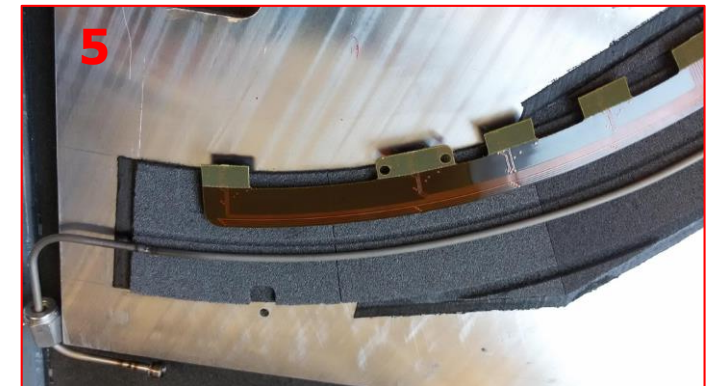
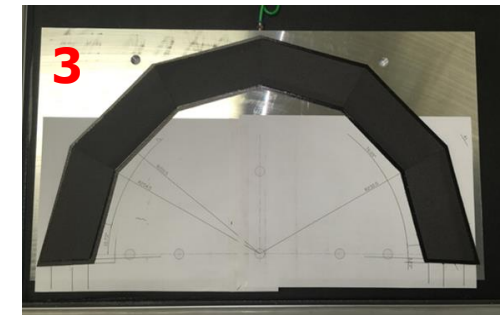
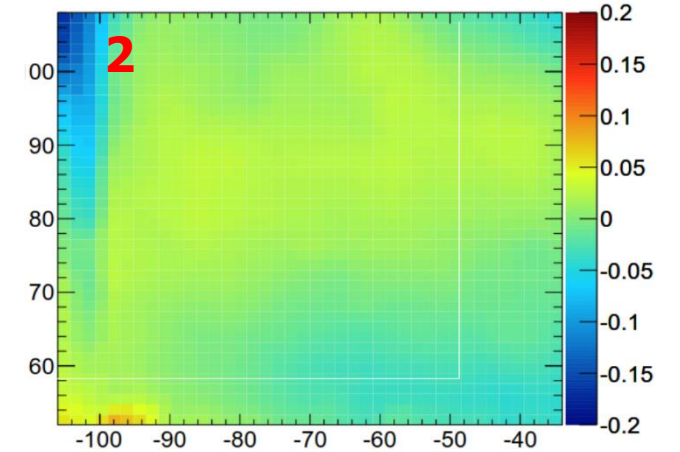
SOON

3. **Plyform**: Lay-up of prepreg and carbon foam slices. Co-curing of the lay-up

Genova:

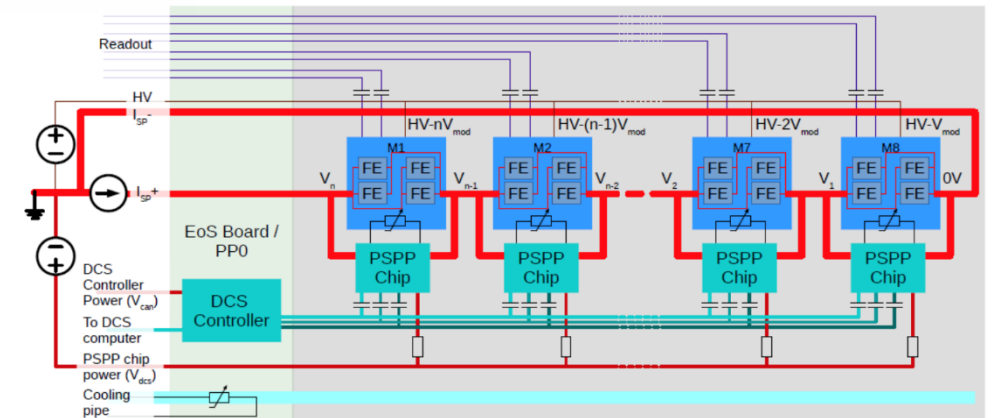
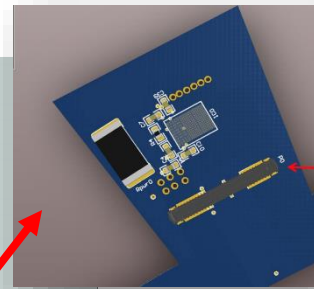
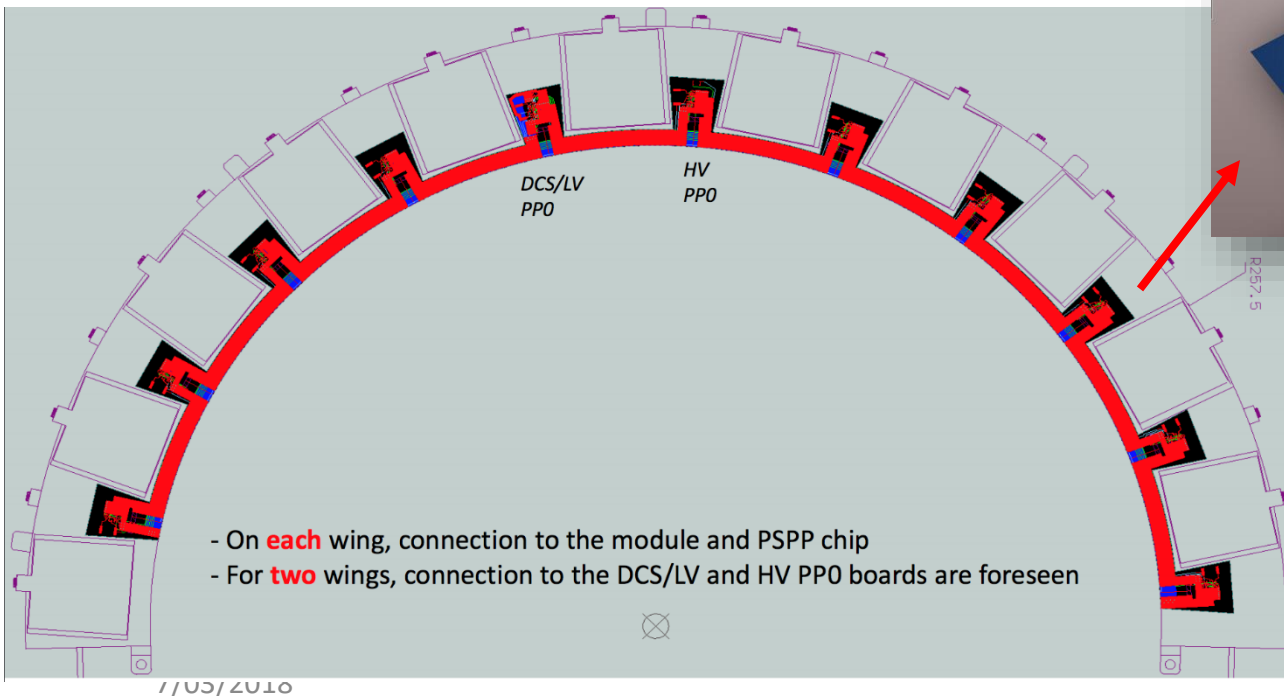
4. Machining of the half sandwich

5. Gluing of peek supports, Ti pipe and half sandwiches together



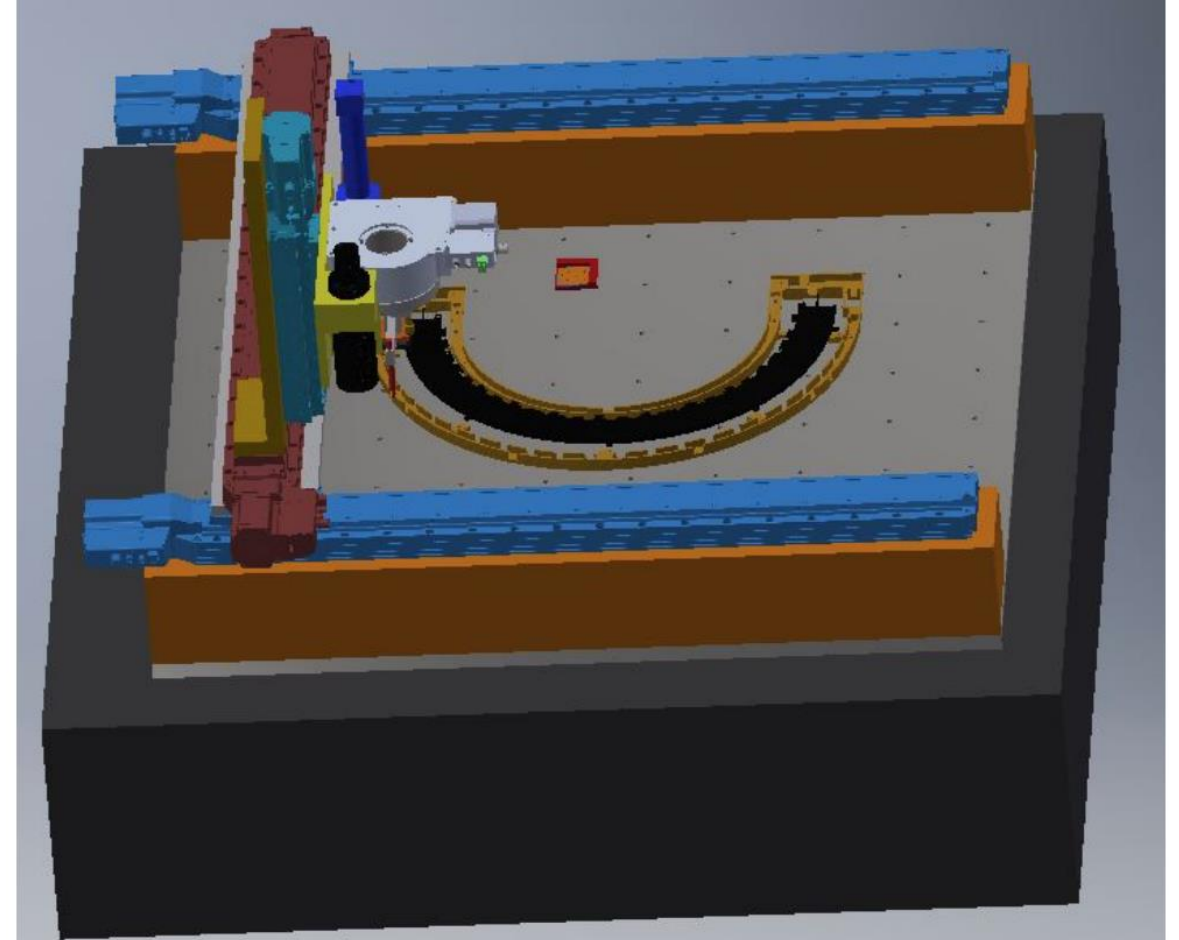
Supporti: flex tape

- 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



Incollaggio moduli su supporti

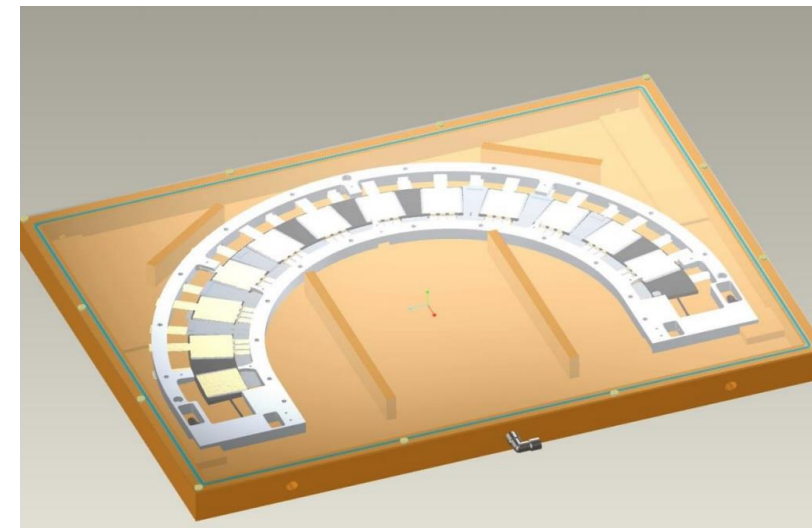
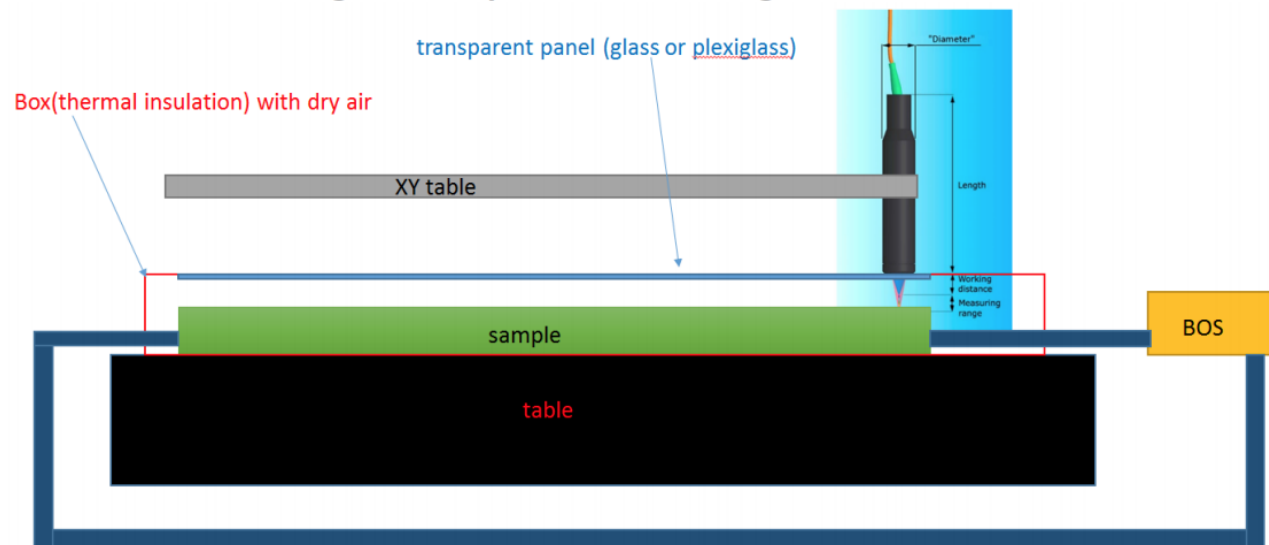
- Dopo QC half ring, flex tape e moduli sono incollati sulla struttura
- Pick and place machine (in gara 2018) con
 - X axis (1000 mm, two rails in parallel)
 - Y axis (750 mm)
 - Z axis (100 mm)
 - Theta axis
- In L100 saranno installate paratie per isolare uno spazio e mantenere T a ± 1 C



Half ring QA/QC

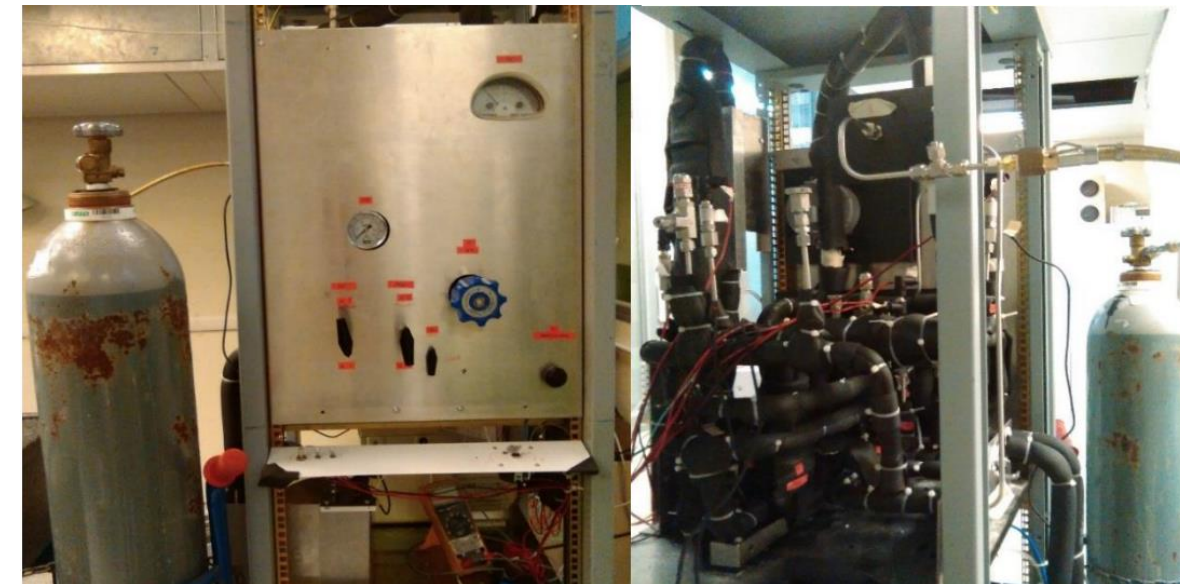
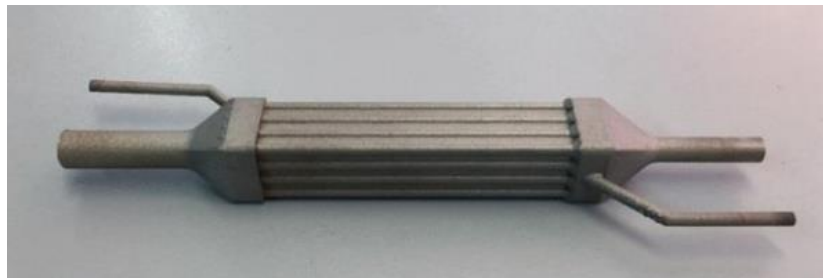
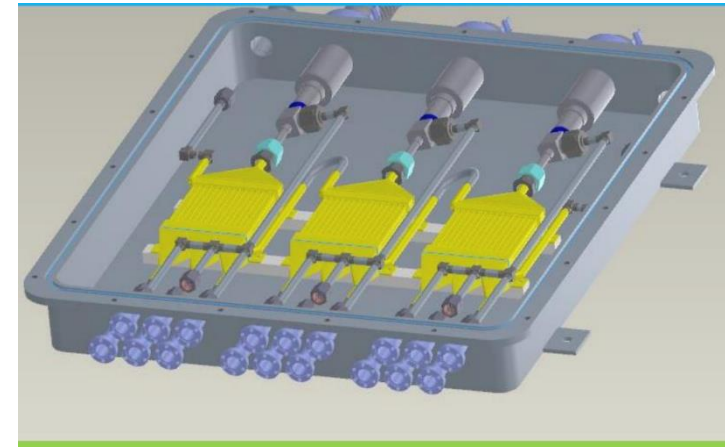
* C. Rossi, CdS 2 Luglio 2018

- Qualifica dei supporti prima e dopo incollaggio dei moduli
 - Test di performance termici e survey
- 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 messa a punto del processo produttivo
- Prossimi mesi (anni) test con CO₂ : ora con Blow Off System* (BOS), in futuro con sistema a ricircolo



PP1 splitting boxes

- Parte del sistema di raffreddamento a CO₂, per strip, pixel (e timing detector). 63 (66) box di cui Ge è responsabile di disegno, produzione e QC
 - Stampe metalliche in inox a La.Ra
- Test prototipi con il BOS a Genova, poi su Baby Demo (impianto al CERN)



Richieste per FASE2_ATLAS

Calcolo

- 30% Mirko Corosu

Progettazione Meccanica

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

Servizio Elettronica

- 36 MU (Rovani, Ruscino, Gariano)

Officina Meccanica

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

Pixel Schedule

- In revisione in questo mese, principalmente guidata dalla disponibilità del chip finale di lettura, ora prevista per fine 2019
- Fase costruttiva molto intensa per moduli e assemblaggi nel 2020-2023

