



ATLAS
EXPERIMENT



AIDA 2020

L'aggiornamento dello spettrometro per muoni di ATLAS per il programma di alta luminosità di LHC

Lorenzo Massa

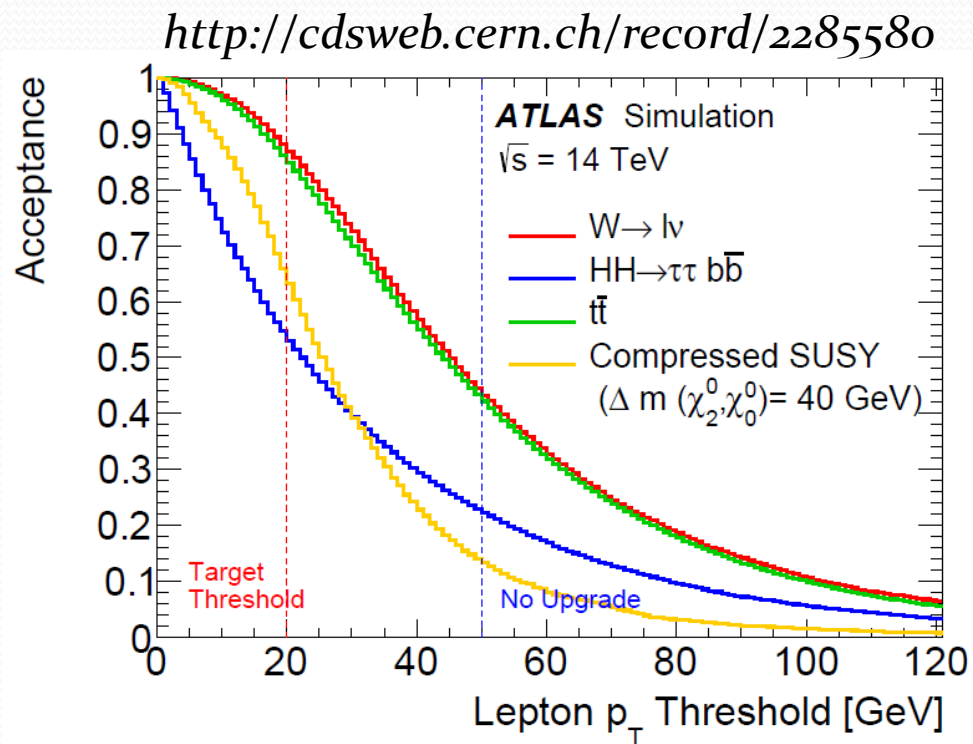
INFN & Università di Roma Tor Vergata

IFAE 2018

Milano, 4-6 aprile 2018

Il programma di alta luminosità di LHC

- Programma HL-LHC previsto per il 2026, con parametri massimi:
 - Luminosità $7,5 \times 10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$
 - *pile-up* $\langle \mu \rangle = 200$
- Obiettivo: integrare 3000-4000 fb^{-1} (100 volte più del run-2)
- Misure di precisione delle proprietà del bosone di Higgs, in tutti i suoi canali di produzione e decadimento
- Studio di processi fisici rari
- Ricerca di fenomeni oltre il Modello Standard
- Necessario un *trigger* di livello-0 con frequenza 1 MHz e latenza 10 μs per avere una adeguata accettazione dei fenomeni ricercati.
- Aggiornamento dello spettrometro per muoni richiesto.



Lo spettrometro per muoni di ATLAS

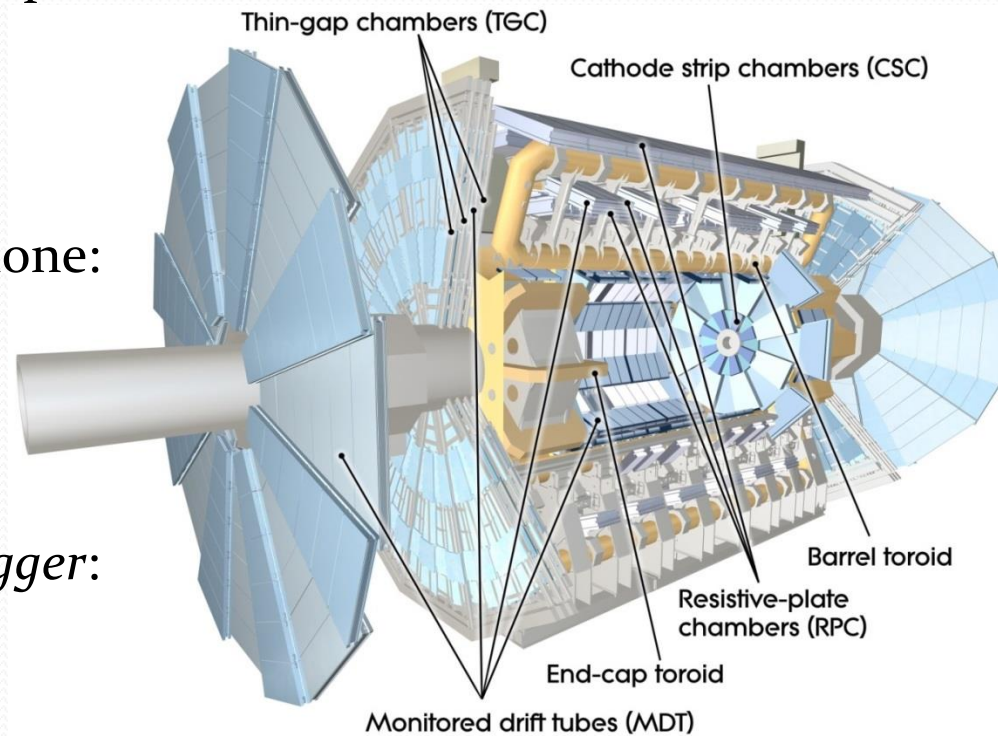
- Magnete toroidale per misurare l'impulso delle particelle

- Tracciamento effettuato tramite due tipologie di rivelatori di precisione:

- Monitored Drift Tubes (MDT)
- Cathode Strip Chambers (CSC)

- Due tipologie di rivelatori per il *trigger*:

- Resistive Plate Chambers (RPC)
- Thin Gap Chambers (TGC)

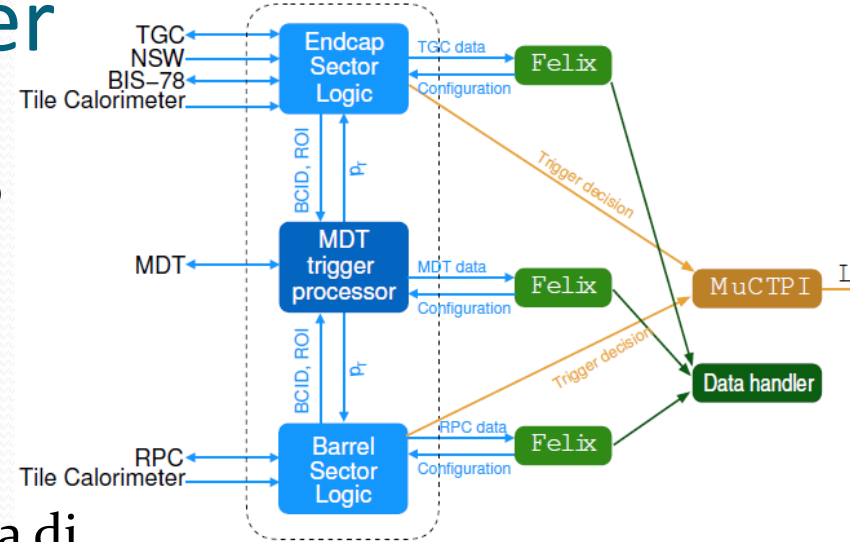


- Primo aggiornamento previsto per il 2019-2020:

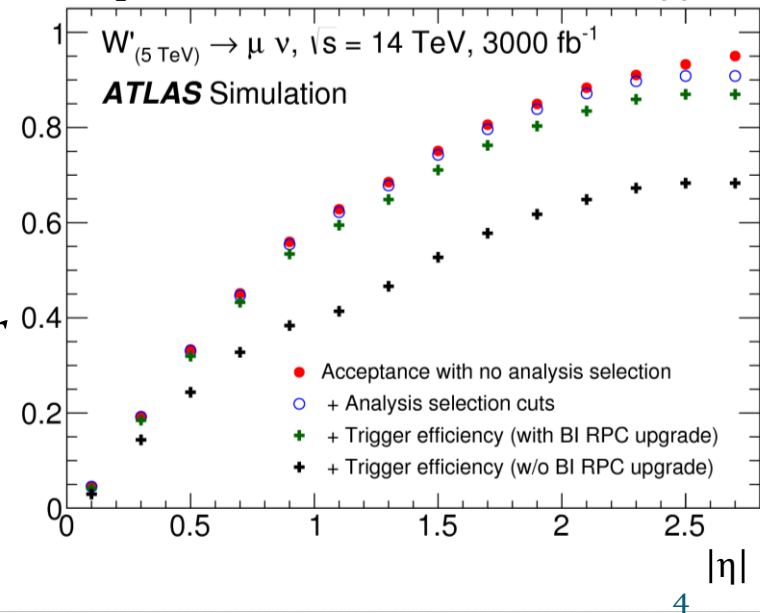
- New Small Wheel: Micromegas e sTGC
- BIS 78

Rafforzamento del trigger

- Riprogettazione del sistema di *trigger* e di acquisizione dati, per ottenere un livello-0 del *trigger* capace di lavorare alla frequenza di 1 MHz e con latenza di 10 μ s.
- Prestazioni non possibili per l'elettronica attuale
 - Sostituzione dell'elettronica del sistema di acquisizione di tutti i rivelatori.
- *Trigger* pi \dot{u} robusto, semplice e flessibile:
 - Coincidenze calcolate da FPGA esterne programmabili e non pi \dot{u} ASIC personalizzati direttamente sui rivelatori.
- Utilizzo delle camere di precisione nel *trigger*
 - maggiore ridondanza
 - pi \dot{u} elevata efficienza di *trigger* vicino alla soglia di impulso.

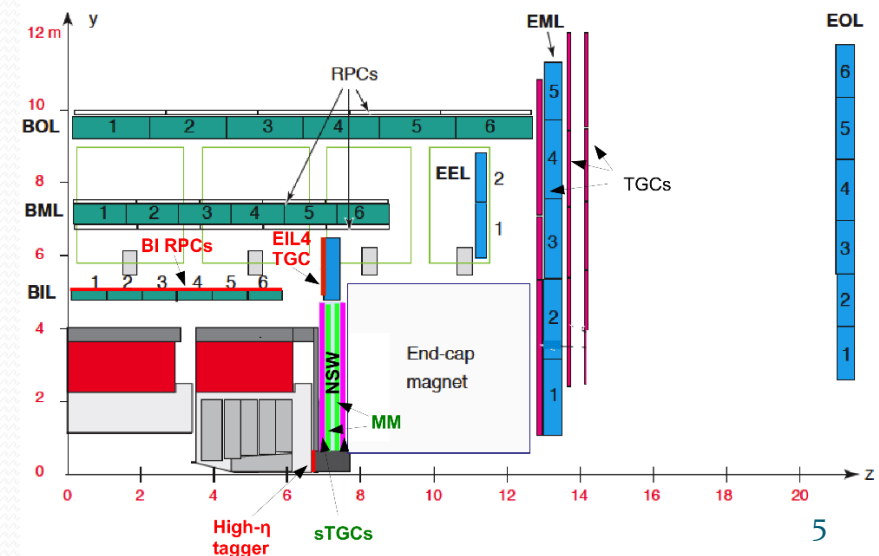
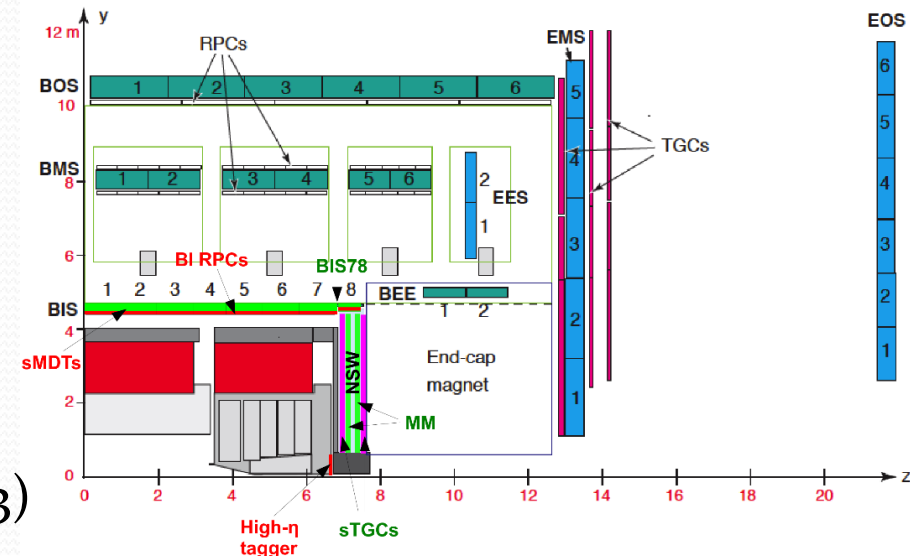


<http://cdsweb.cern.ch/record/2285580>



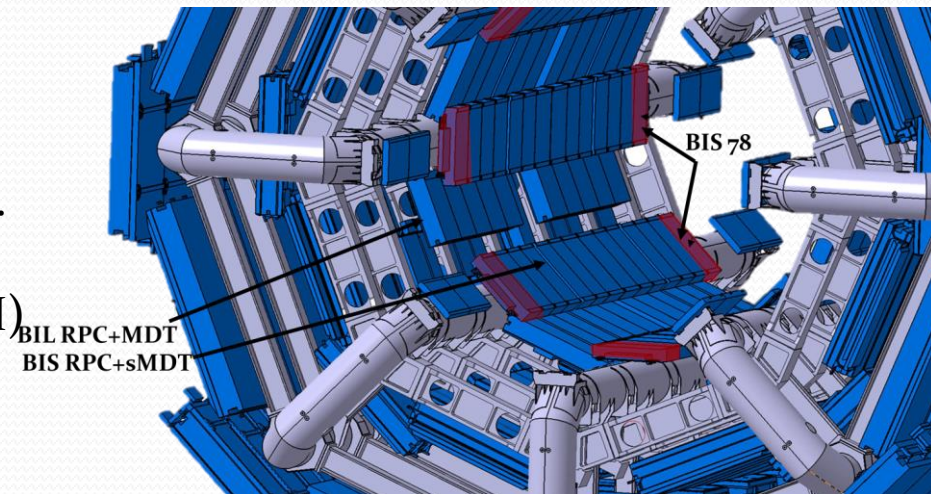
Installazione di nuovi rivelatori

- **RPC** di nuova generazione nelle regioni più interne dello spettrometro per aumentare l'accettanza e l'efficienza del trigger.
- Alcuni **MDT** delle regioni più interne saranno sostituiti con tubi a deriva dal diametro più piccolo (**sMDT**), per permettere l'alloggiamento anche dei nuovi rivelatori RPC.
- Nella regione di transizione ($1,05 < |\eta| < 1,3$) nuovi tripletti di **TGC** (**sTGC**) sostituiranno i doppietti attuali per ridurre la frequenza di trigger da coincidenze casuali.
- Possibile aggiunta del rivelatore **High- η tagger** nella regione $2,7 < |\eta| < 4,0$
- L'intera **alimentazione** di basse ed alte tensioni sarà sostituita.

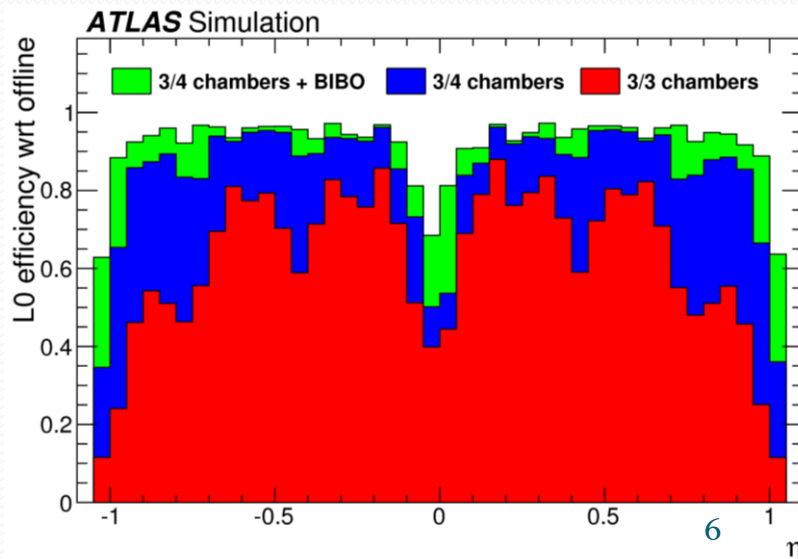


Progetto RPC BI

- Gli RPC dovranno lavorare oltre il limite di sicurezza per la carica integrata nel tempo
 - Abbassamento della tensione di lavoro, efficienza all'80%
 - Nel *trigger* si richiederà la coincidenza di segnali su 3 camere su 4, invece che 3 su 3.
 - Per aumentare la selettività del *trigger*, la regione più interna dello spettrometro (BI) sarà ricoperta da 272 tripletti di RPC.
- Più ridondanza (6 → 9 strati)
- Più accettazione geometrica (80% → 96%)
- Traccia ricostruita più lunga (2.3 m → 4.5 m)
- Il *trigger* risultante sarà efficiente alle luminosità previste dall'HL-LHC, anche utilizzando gli RPC già installati al 70-80% di efficienza.
- **Progetto BIS-78**: 32 camere saranno installate nella regione di transizione già nel 2019.

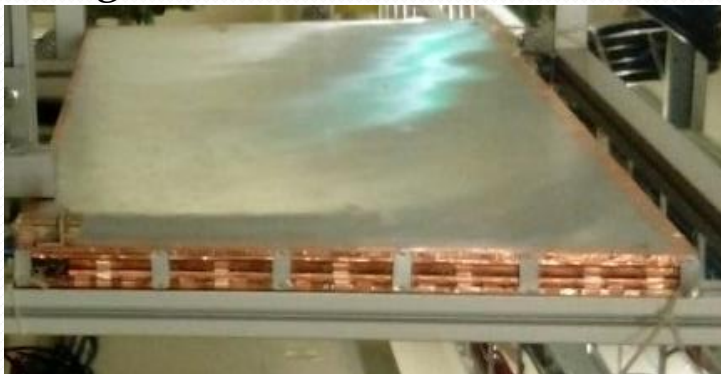
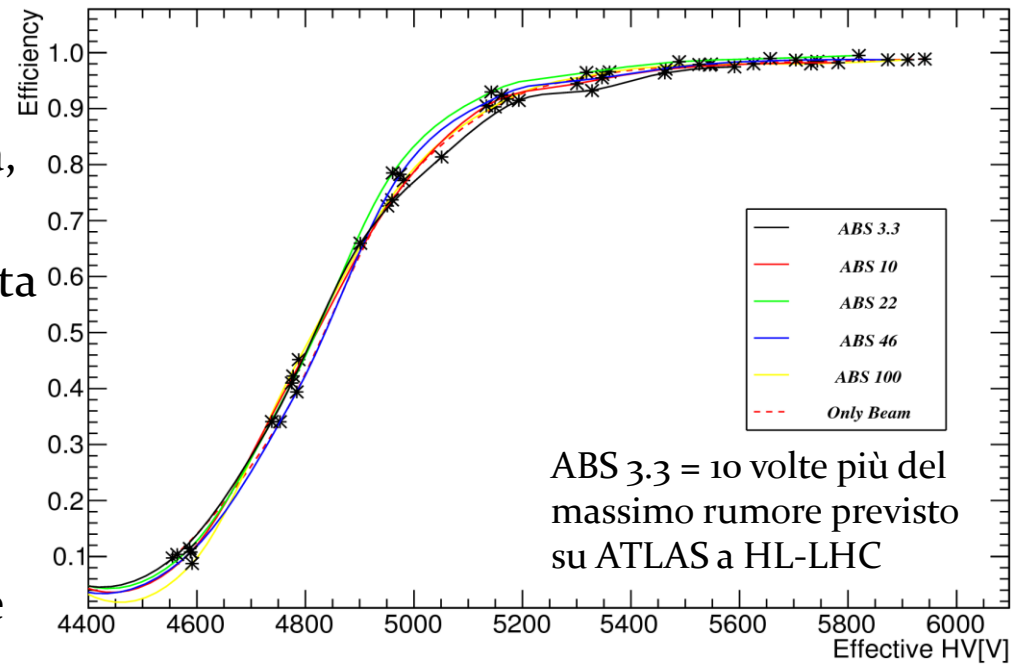


<http://cdsweb.cern.ch/record/2285580>



Nuovi RPC

- Volumi di gas spessi 1 mm (2 mm → 1 mm)
 - Elettrodi sottili 1 mm (1.8 mm → 1 mm)
- Miglioramento di alcune proprietà, rispetto alle attuali RPC:
- Minore tensione di lavoro applicata (9,6 kV → 5,4 kV)
 - Miglior risoluzione temporale (1 ns → 0,4 ns)
 - Minor ingombro e peso
 - Raccolta del segnale più efficiente
 - Migliore distribuzione della carica



Maggiori dettagli sui test al prototipo finale del nuovo volume di gas:
<https://indico.cern.ch/event/644205/contributions/2862274>

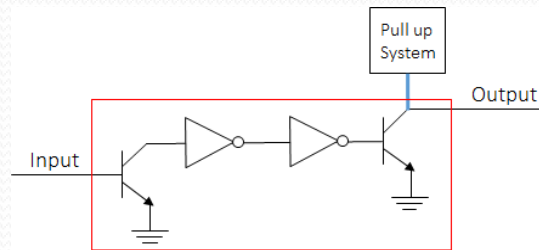
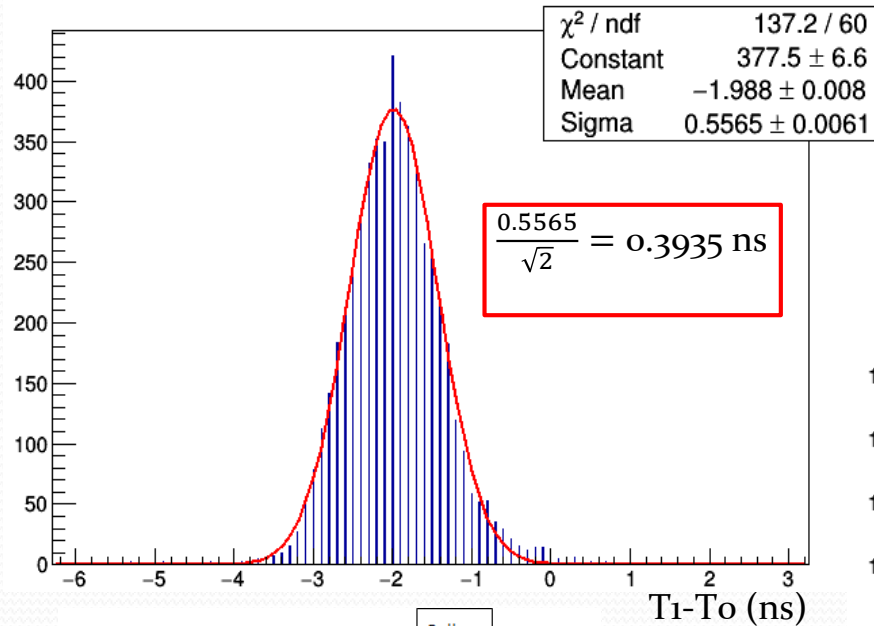
Nuovi RPC: elettronica di Front End

Nuova elettronica di Front End in SiGe BiCMOS, vantaggi rispetto alla tecnologia Si

- Maggiore durata e maggiore resistenza alle radiazioni
- Miglior risoluzione spazio-temporale
- Operazioni più semplici con miscele di gas meno stabili quali quelle ecocompatibili
- Alte prestazioni e bassissimi consumi permettono di inserire tutta l'elettronica all'interno della camera e operare a basso rumore
- Integrazione di tutti i componenti (amplificatore, discriminatore, TDC e serializzatore) in un singolo ASIC.

Amplificatore		
	Si BJT	SiGe HBT
Alimentazione	3-5 V	2-3 Volt
Sensibilità	2-4 mV/fC	2-6 mV/fC
Rumore	1700 e ⁻ RMS	500 e ⁻ RMS
Impedenza in ingresso	100-50 Ohm	200-50 Ohm
Larghezza della banda	10-100 MHz	30-100 MHz
Consumo	10 mW/ch	2 mW/ch
Tempo di salita in ingresso	300-600 ps	100 – 600 ps
Resistenza alle radiazioni	10 kGy, 10 ¹³ n/cm ⁻²	500 kGy, 10 ¹⁵ n/cm ⁻²

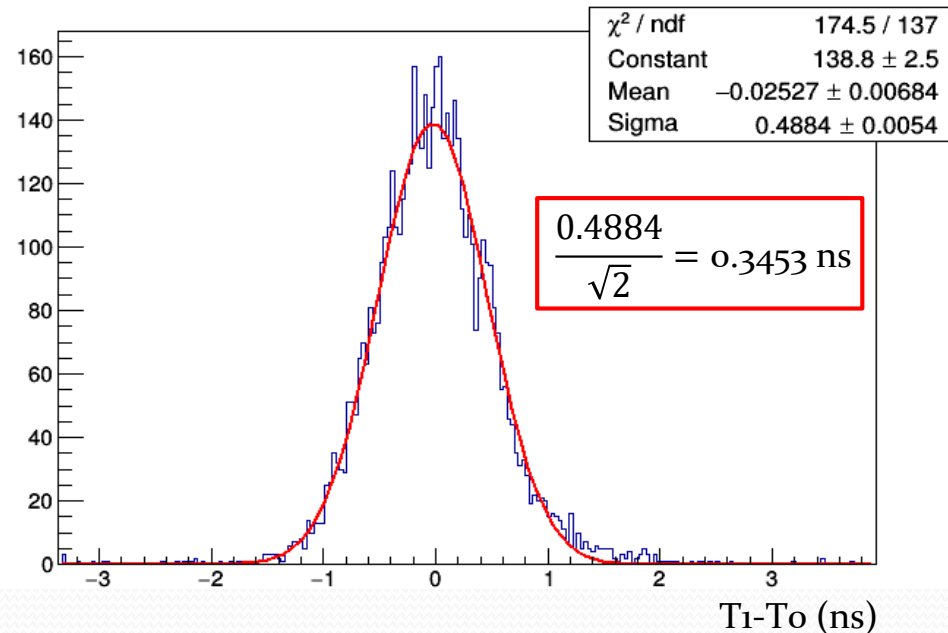
Risoluzione temporale



Maggiori dettagli sui test effettuati col nuovo discriminatore:

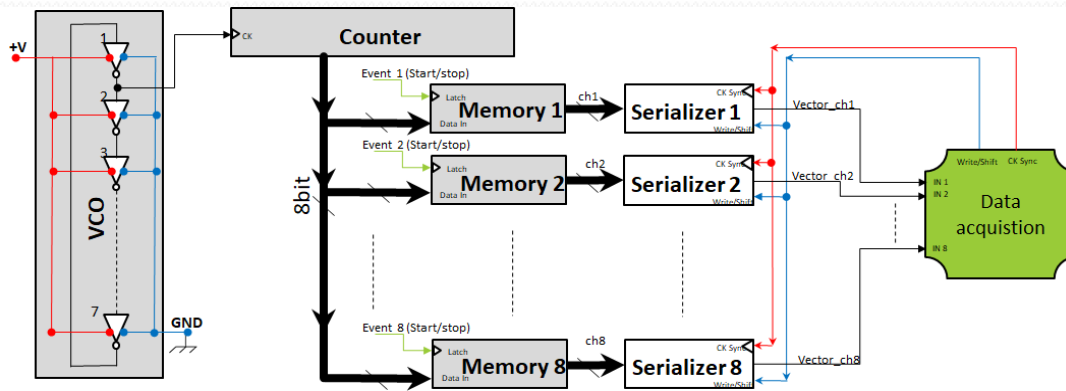
<https://indico.cern.ch/event/644205/contributions/2862251>

Applicando le correzioni di tempo/ampiezza



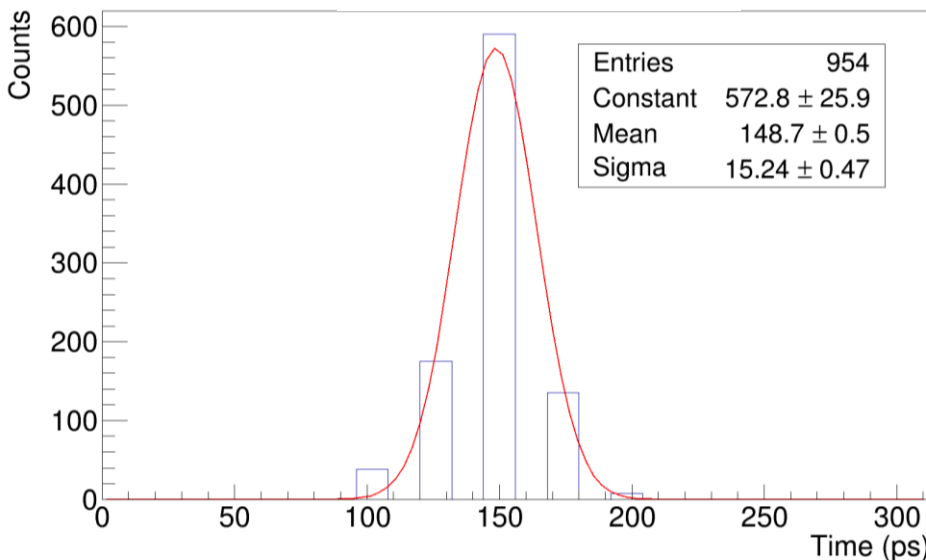
Miglior risultato di sempre con una RPC da 1 mm!

Prototipo di TDC



- Prototipo di Time to Digital Converter con risoluzione temporale di 100 ps.
- Esaltazione delle caratteristiche dei nuovi RPC sottili
- Misura della carica elettrica attraverso il tempo sopra soglia

Jitter intrinseco



- Misura del Jitter intrinseco del TDC (limite alla precisione)

$$\sigma_{vco} = \frac{\sigma}{\sqrt{2}} = 10.77 \text{ ps}$$

Maggiori dettagli sul prototipo del TDC:
<https://indico.cern.ch/event/644205/contributions/2862314>

Conclusioni

- Per garantire delle prestazioni adeguate nella fase HL-LHC sono previsti significativi aggiornamenti allo spettrometro dei muoni, che completano lo sviluppo già in corso, con l'installazione di camere New Small Wheel e camere Barrel Inner Small
- Per migliorare la selettività del *trigger* saranno aggiunti 272 tripletti di RPC di nuova generazione
- La ricerca ha portato allo sviluppo di rivelatori RPC ad alta efficienza già a tensione dell'ordine di 5,4 kV e risoluzione temporale di qualche centinaio di ps.
- È stato definito un nuovo standard di riferimento per gli RPC ai collisori adronici, comune per ATLAS e CMS
- Maggiori informazioni sono contenute sul *Technical Design Report*: <http://cdsweb.cern.ch/record/2285580>