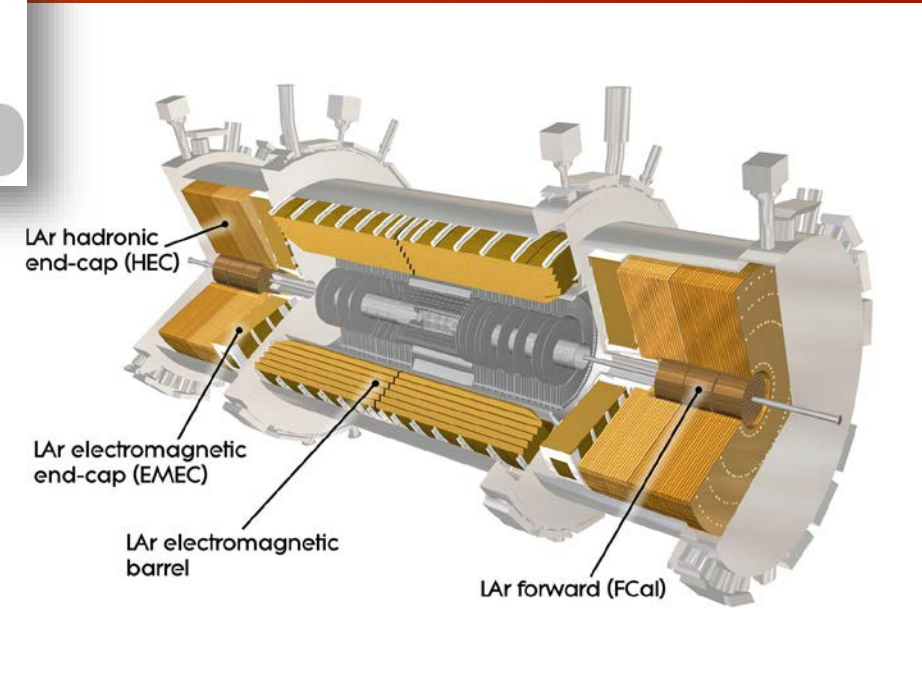
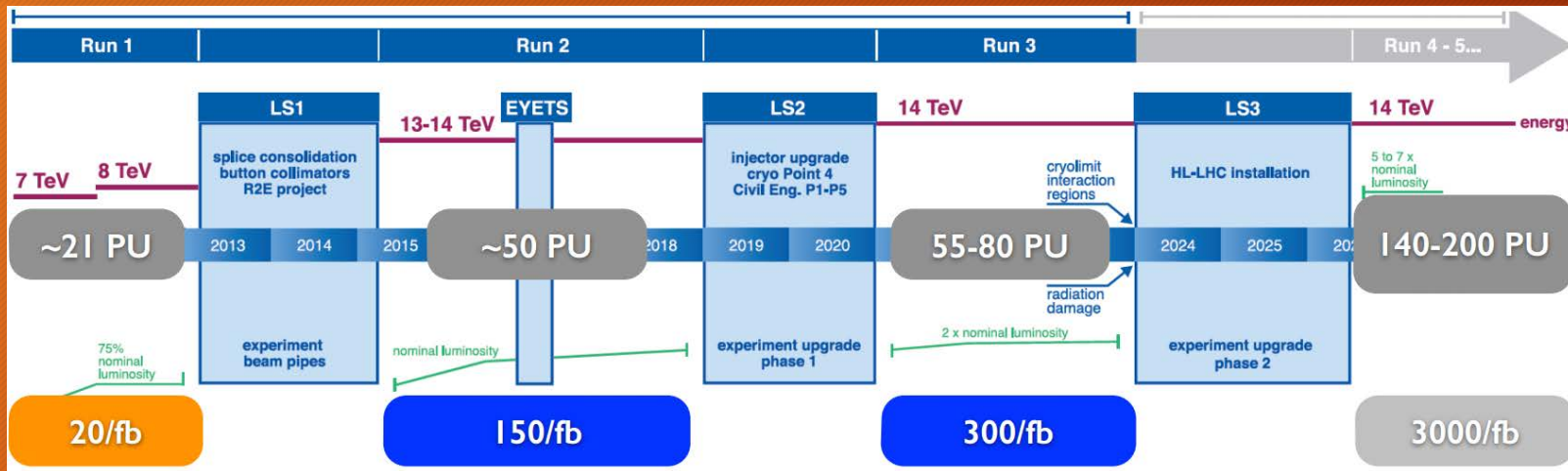


L'upgrade di fase I del calorimetro ad Argon Liquido di ATLAS

Alessandra Camplani
Università degli Studi di Milano - INFN Milano

Upgrade di fase I per il calorimetro

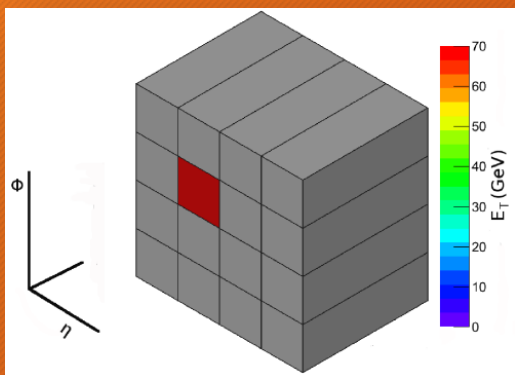
2



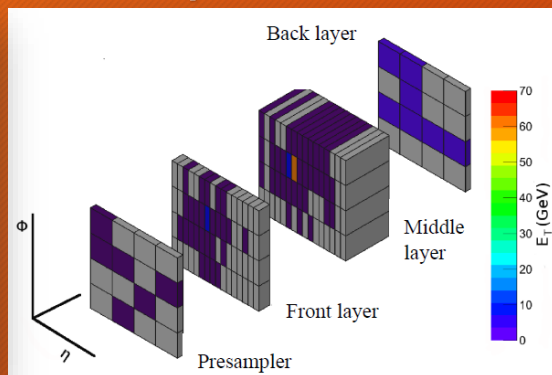
- Aumento di luminosità e aumento del numero degli eventi
- Rate di eventi (elettroni e fotoni) selezionati dal trigger del calorimetro pari a 270 kHz con gli attuali sistemi
- Necessario scendere a 20 kHz
- Le tecniche di isolamento non sono sufficienti

Super Celle nel calorimetro ad Argon liquido

Torre



Super Celle

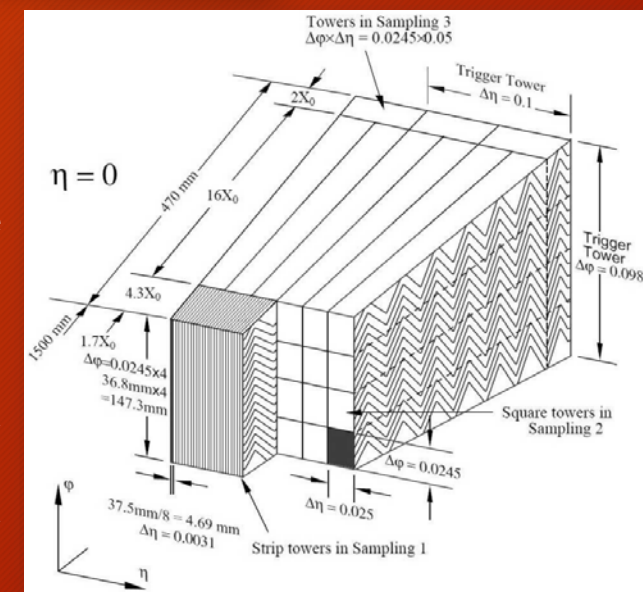


- Attualmente il trigger di livello 1 riceve segnali provenienti da ciascuna torre
- Nel nuovo sistema il trigger riceverà i segnali dalle singole *Super Celle*
- Con le *Super Celle* si avrà una granularità 5-10 volte maggiore rispetto alla singola torre

A destra è mostrata una porzione di calorimetro elettromagnetico, con i layer di front, middle e back.

In tabella sono mostrate le differenze di granularità nell'elettronica di trigger, per tutti i layer del calorimetro:

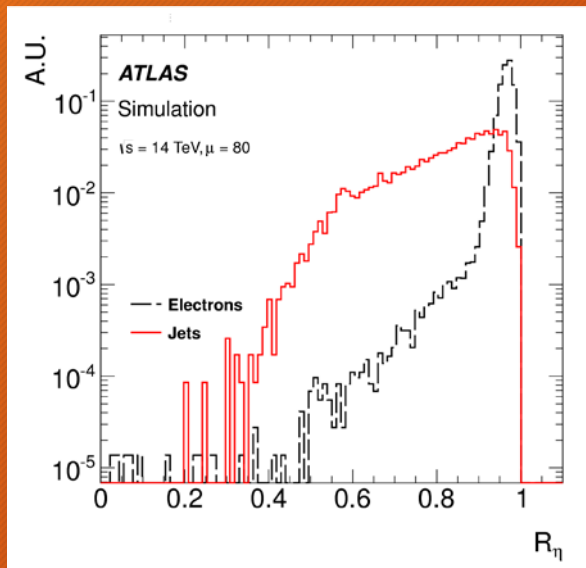
- Le Celle Elementari descrivono la reale granularità del calorimetro
- La Torre è l'attuale granularità usata nel trigger
- Le Super Celle descrivono la granularità della fase 1



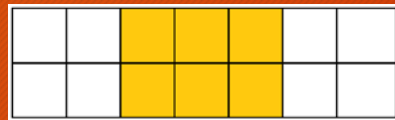
Layer		Elementary Cell	Trigger Tower		Super Cell	
		$\Delta\eta \times \Delta\phi$	$n_\eta \times n_\phi$	$\Delta\eta \times \Delta\phi$	$n_\eta \times n_\phi$	$\Delta\eta \times \Delta\phi$
0	Presampler	0.025×0.1	4×1	0.1×0.1	4×1	0.1×0.1
1	Front	0.003125×0.1	32×1		8×1	0.025×0.1
2	Middle	0.025×0.025	4×4		1×4	0.025×0.1
3	Back	0.05×0.025	2×4		2×4	0.1×0.1

Selezione degli eventi nel trigger

Una maggiore granularità permette l'introduzione, a livello di trigger, di nuove variabili per una migliore identificazione della forma della shower generata dalla particella. Le variabili R_η e f_3 , di cui sono mostrati i grafici*, permettono di distinguere la shower di un jet da quella di un elettrone.

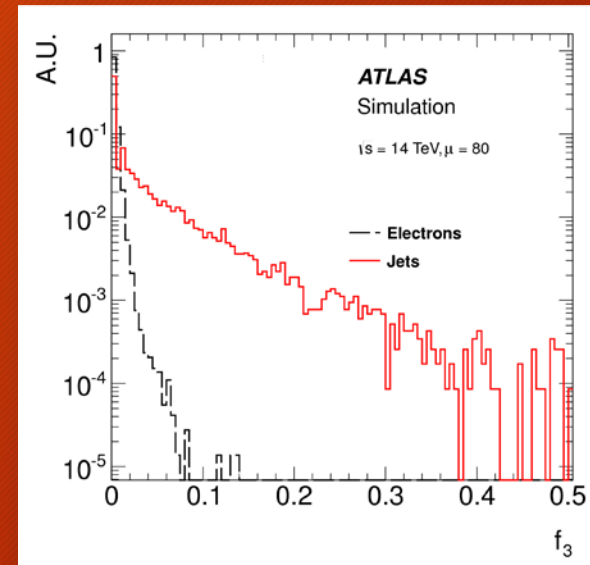


$$R_\eta = \frac{E_{T, \Delta\eta \times \Delta\phi=0.075 \times 0.2}}{E_{T, \Delta\eta \times \Delta\phi=0.175 \times 0.2}}$$



Rapporto tra l'energia trasversa di un gruppo di Super Celle di dimensioni 3x2 e l'energia trasversa nel gruppo 7x2.

$$f_3 = \frac{E_{T, \Delta\eta \times \Delta\phi=0.2 \times 0.2}^{(3)}}{E_{T, \Delta\eta \times \Delta\phi=0.075 \times 0.2}^{(1)} + E_{T, \Delta\eta \times \Delta\phi=0.075 \times 0.2}^{(2)} + E_{T, \Delta\eta \times \Delta\phi=0.2 \times 0.2}^{(3)}}$$



Rapporto tra l'energia trasversa depositata in un gruppo di Super Celle del layer back e la somma dell'energia trasversa depositata nelle rispettive celle dei layer front, middle e back.

Per un elettrone, la maggior parte dell'energia è depositata nel layer middle. Quindi la distribuzione della variabile f_3 avrà un picco intorno allo zero.

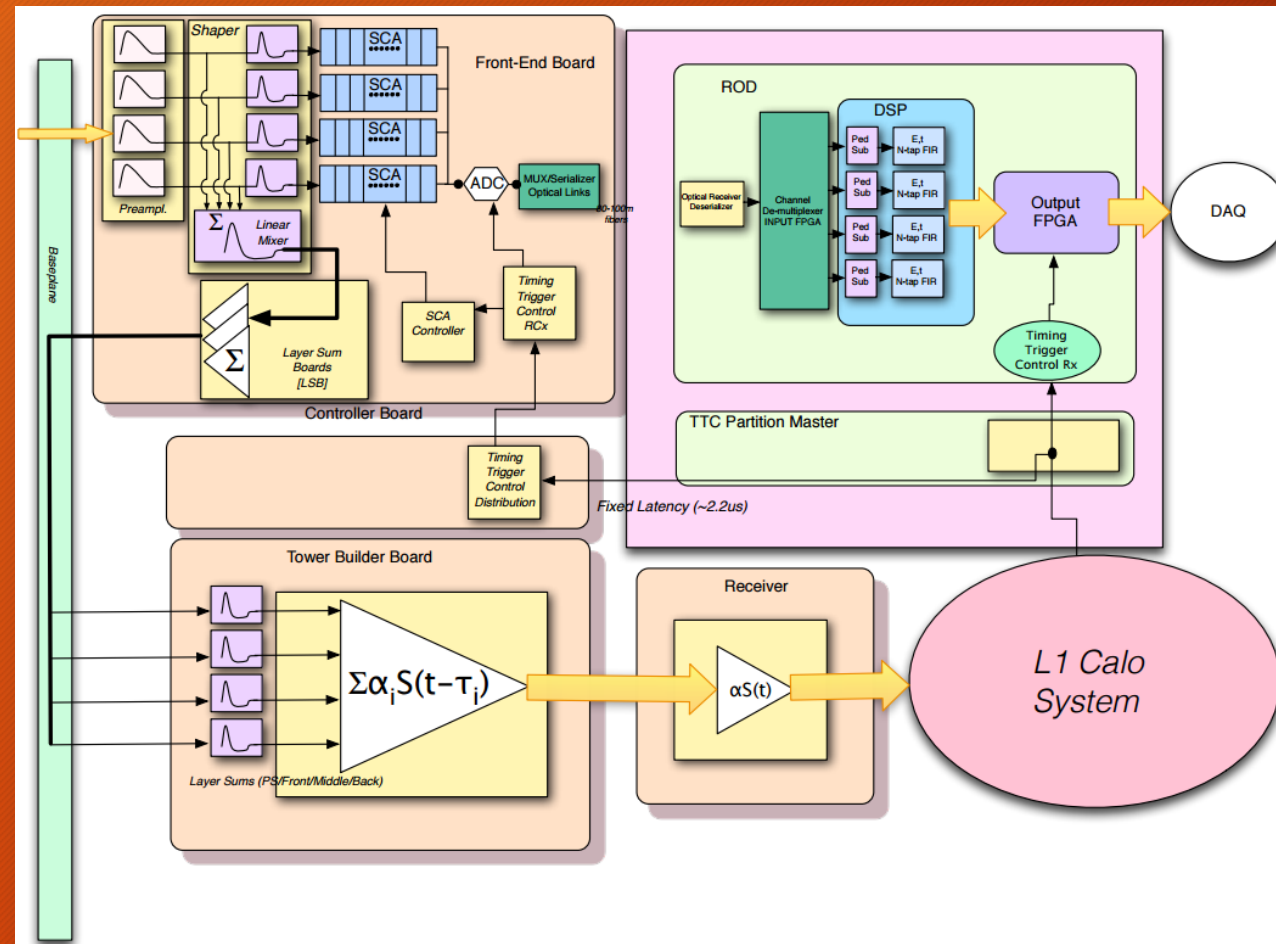
La distribuzione della variabile R_η avrà un picco intorno a uno.

Attuale elettronica di trigger

5

Elettronica di front end

- I segnali analogici provenienti dal calorimetro sono amplificati e formati
- I segnali di ogni cella sono sommati per ciascun layer
- I segnali dei layer sono sommati per formare la torre nella Tower Builder Board (TBB)



Elettronica di back end

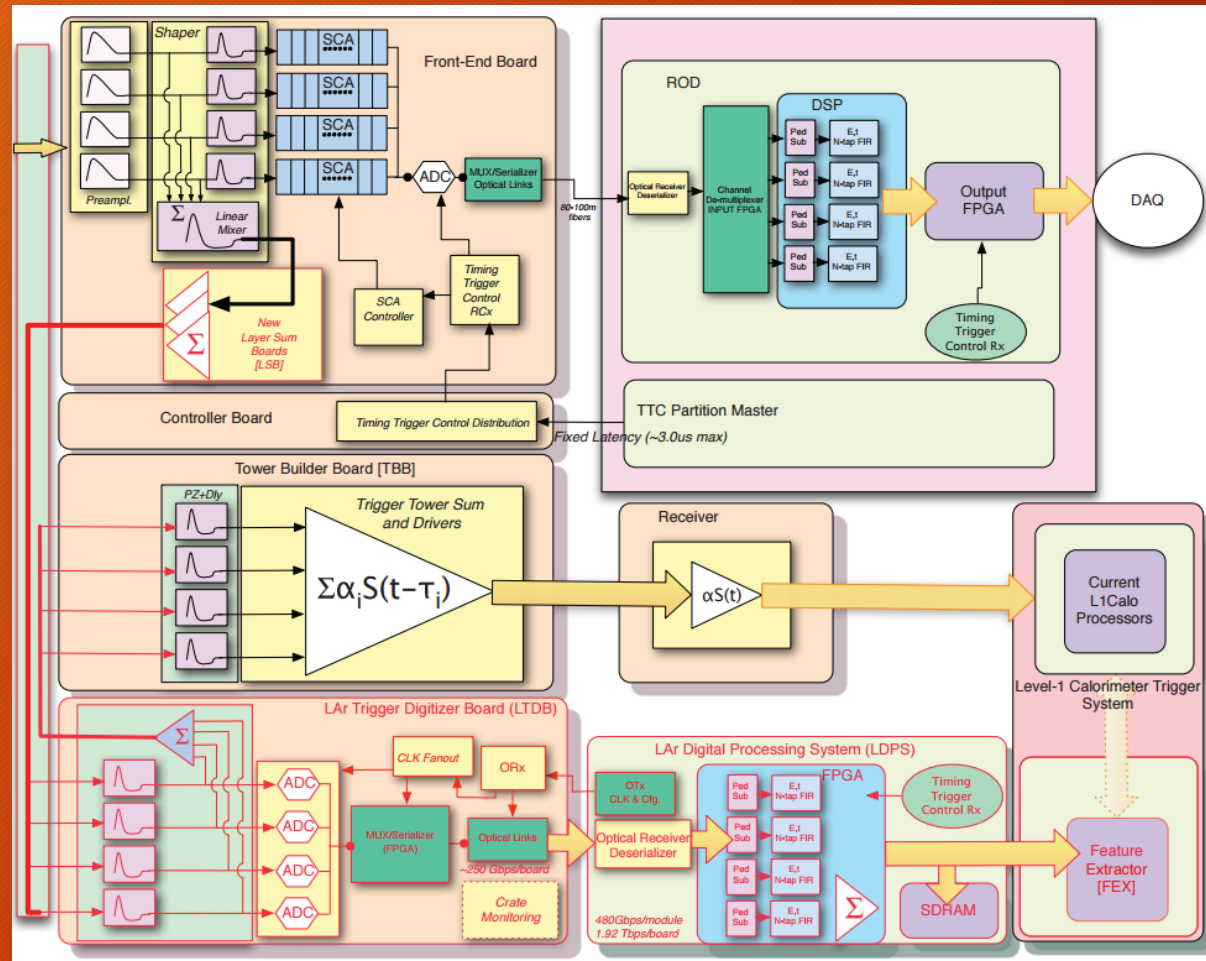
- Se l'evento passa la selezione del trigger, la Front End Board (FEB) riceve un segnale di accettazione
- Il segnale viene digitalizzato
- I segnali digitali vengono convertiti in energia e inviati al sistema di Acquisizione Dati (DAQ)

Upgrade dell'elettronica di trigger

6

Elettronica di front end

- I segnali analogici provenienti dal calorimetro sono amplificati e formati
- I segnali di ogni cella sono sommati per formare le *Super Celle*
- Introduzione della LAr Trigger Digitizer Board (LTDB) per digitalizzare i segnali delle super celle
- Trasmissione ottica verso l'elettronica di back end

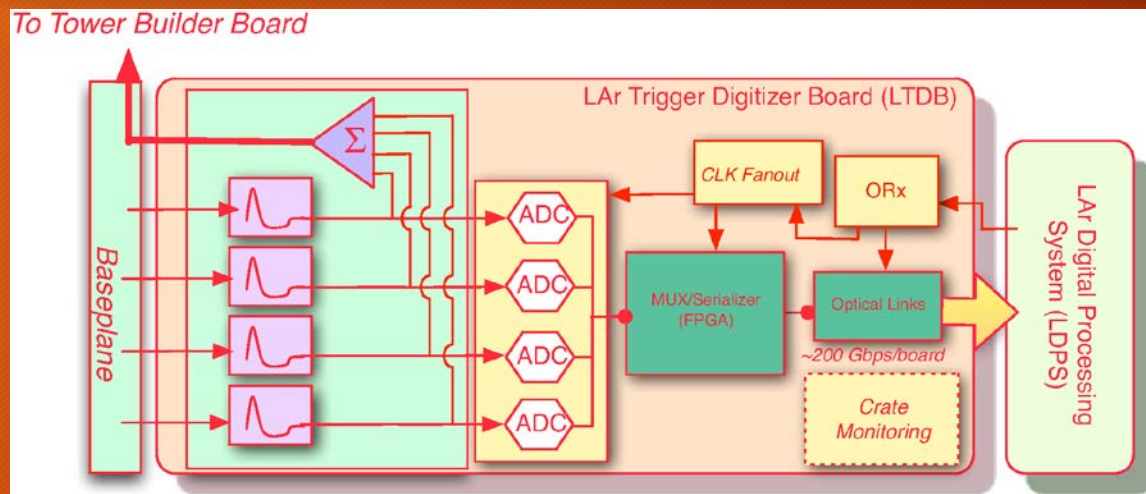


Elettronica di back end

- I segnali digitali sono inviati al LAr Digital Processing System (LDPS) che li converte in energia e informazione temporale
- Il trigger di livello 1 riceve informazioni dalla LTDB
- Come prima, se l'evento passa la selezione del trigger, la FEB riceve un segnale di accettazione
- I segnali vengono digitalizzati e inviati al DAQ

Componenti dell'upgrade: LAr Trigger Digitizer Board (LTDB)

7

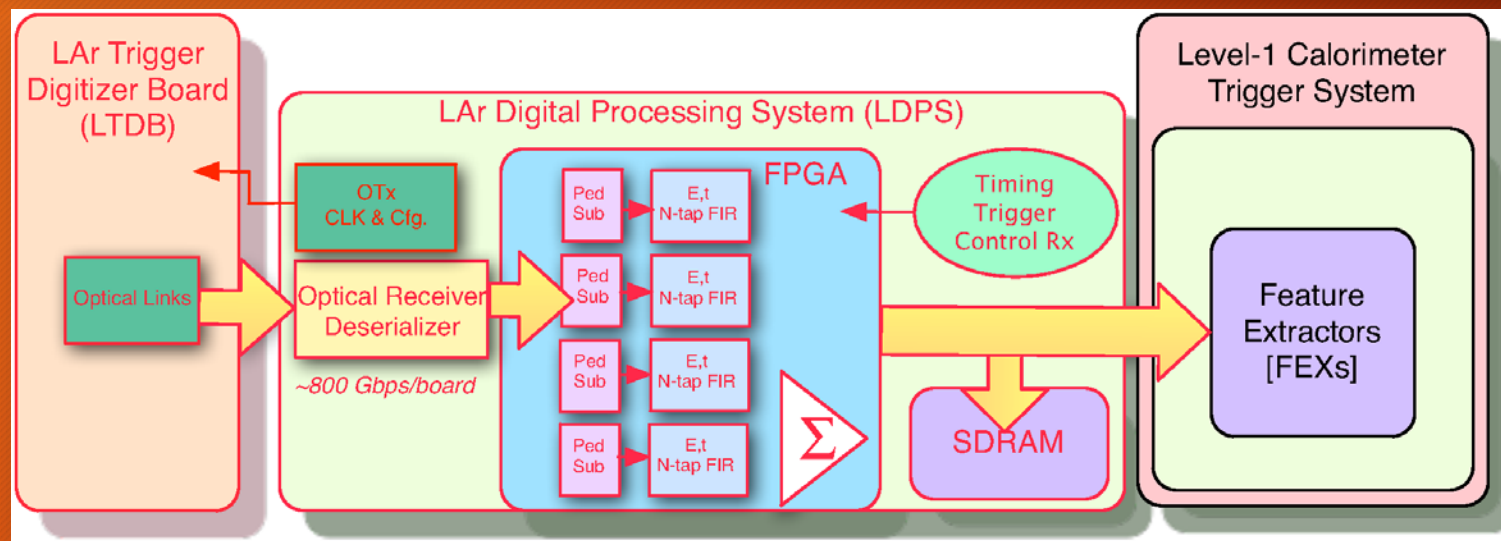


- Ciascuna LTDB processa fino a 320 segnali provenienti dalle Super Celle ed inviati dalla nuova summing board presente sulla FEB.
- Il segnale delle Super Celle viene digitalizzato a 40 MHz dagli ADC
- Il segnale digitalizzato viene inviato all'elettronica di back end mediante link ottici:
 - Serializzatori ad alta velocità (5.12 Gbit/s)
 - Un link ottico verso il processore per ogni 8 canali
- Consumo totale < 156 W/board
- 200 Gbit/s output/board

Prototipo di
LTDB

Componenti dell'upgrade: LAr Digital Processing System (LDPS)

8



- Il digital processing system riceve segnali dalle 124 LTDB
- LDPS contiene 31 Lar Digital Processing Boards (LDPB)
- A sua volta ogni LDPB contiene 4 Advance Mezzanine Cards (AMC), per un totale di 124 AMC
- In pratica ogni AMC riceve informazioni da una singola LTDB (320 Super Celle)
- Il design delle AMC è basato sulla presenza di Field Programmable Gate Array (FPGA), che permettono la ricostruzione di E_T e dell'informazione temporale per ciascuna supercella
- I risultati vengono trasmessi al trigger di livello 1 del calorimetro

Installazione di un dimostratore in ATLAS

9

Un dimostratore è stato recentemente installato in uno dei crate di front end del barrel.

Sono state valutate le sue performance in termini di:

- Rumore totale e rumore coerente sulle FEB
- Rumore totale sul prototipo di LTDB
- Connettività

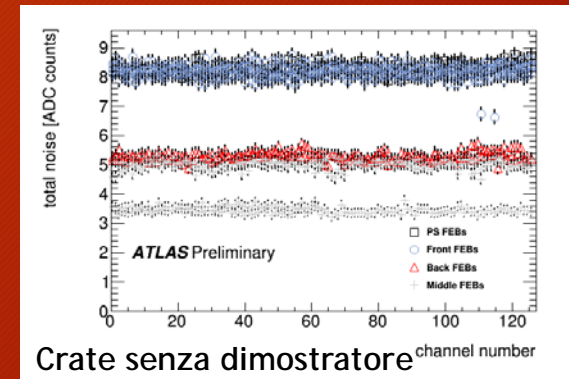
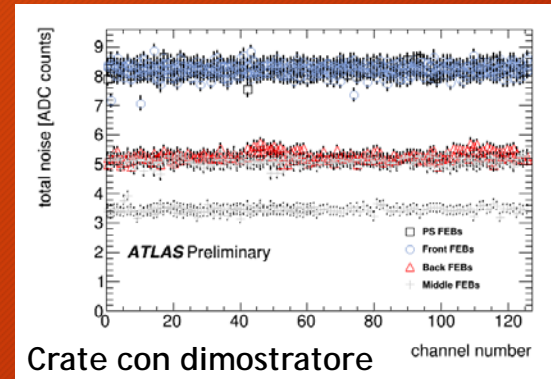


Il dimostratore esamina una zona del calorimetro di dimensioni

$$\Delta\eta \times \Delta\phi \sim 1.5 \times 0.2$$

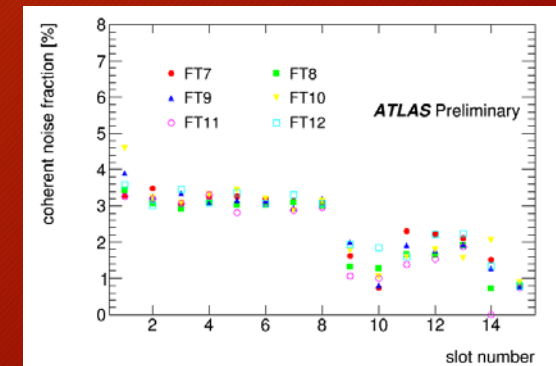
Confronto tra il rumore totale di tutti i canali di lettura delle FEB del crate con il dimostratore (grafico a sinistra*) e delle FEB del crate vicino (grafico a destra*).

I livelli di rumore totale sono identici.



Nel grafico* a destra è mostrato il rumore totale coerente come frazione del rumore totale per canale di lettura delle FEBs: la richiesta di ATLAS è che il valore sia $< 5\%$.

FT9 e FT10 appartengono al crate con il dimostratore e sono sotto il livello richiesto.



L'upgrade dell'elettronica di trigger del calorimetro ad Argon liquido permetterà di:

- Ridurre il background dovuto ai jet a favore di una migliore identificazione di elettroni, fotoni e τ leptonici
- Mantenere la soglia del trigger bassa in presenza di una luminosità pari a $2 \times 10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e per luminosità maggiori

Le componenti elettroniche (LTDB, LDPS, ...) sono in fase di sviluppo.

La nuova elettronica di trigger verrà installata durante il Long Shutdown 2 (2019-2020).

Grazie al dimostratore è possibile:

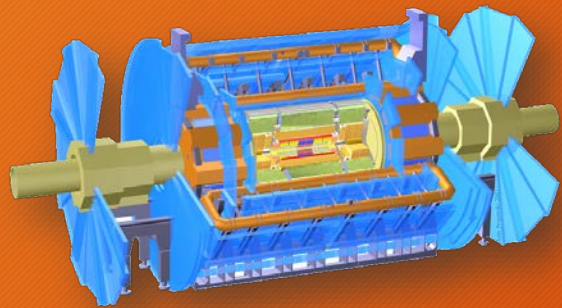
- Misurare le performance del nuovo sistema di readout
- Acquistare esperienza per questo upgrade

Slide di Backup

11

Slide aggiuntiva: processamento degli eventi

12



Dati in formato raw dal rivelatore a 40 MHz



Rumore Totale

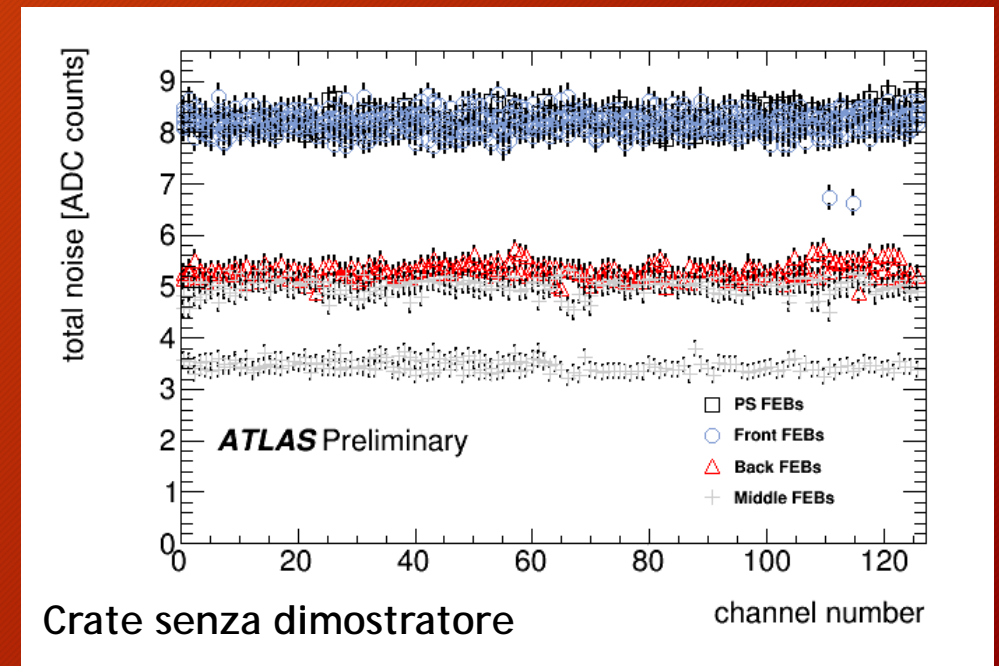
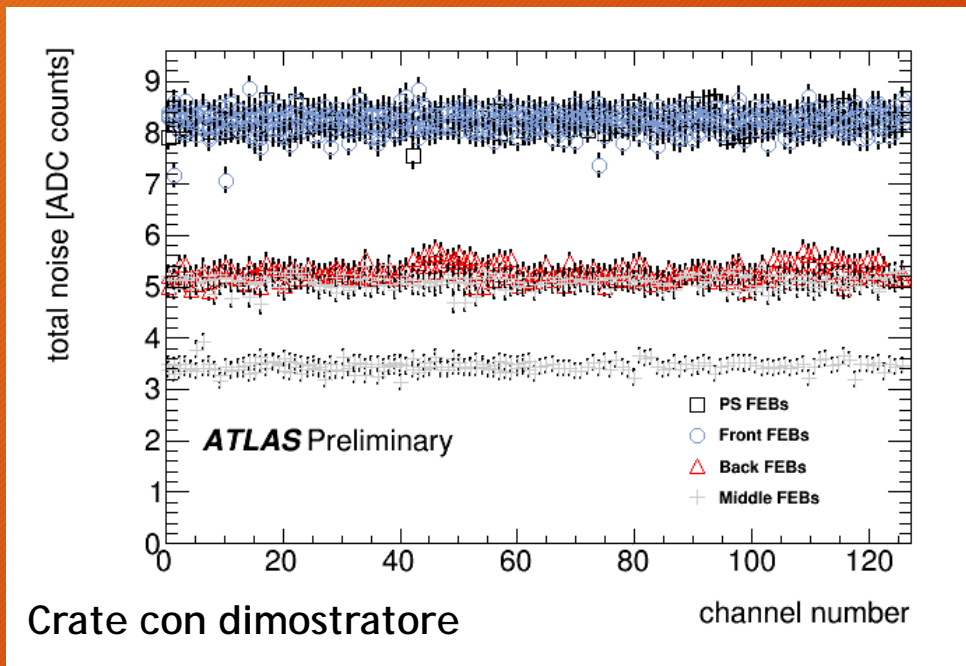
13

In queste figure è mostrato l'RMS per i 128 canali delle FEBs del crate con il dimostratore (I06) installato in ATLAS (immagine a sinistra) e di un crate vicino (I05) (immagine a destra).

Le FEBs ricevono i segnali dalle celle dei diversi layer del calorimetro.

Sono presenti 28 FEBs in un singolo crate.

I livelli di rumore delle boards variano poichè vengono applicati alle rispettive celle diverse capacità e guadagni.



Coherent Noise Fraction

14

In figura il rumore totale che è coerente, è indicato come frazione del rumore totale per canale di lettura (Coherent Noise Fraction = CNF).

E' stato calcolato il CNF per i FeedThroughs (FT) 7-12 del rivelatore, di cui FT 9 e FT 10 appartengono al crate del dimostratore I06, FT 7 e FT 8 a I05, FT 11 e FT 12 a I07.

La scheda nel primo slot legge il presampler, le schede nei seguenti sette slot leggono il layer front, le due boards successive leggono il layer back e le ultime quattro board il layer middle del calorimetro.

L'ultimo valore è il CNF totale di metà crate.

