



Il problema del pile-up nell'ECL

Benjamin Oberhof Marcello Piccolo L.N.F.
Settembre 2015

Dati utilizzati

Simulazione del pile-up a mezzo dei dati

Data base :

poco piu' di 31000 trigger cosmici per i dati presi con i cristalli drogati dopo l'esposizione della Casaccia.

circa 10000 trigger cosmici per il CsI puro. (ci sono altri dati disponibili non ancora analizzati)

Piccole differenze non rilevanti nel data acquisition : nel primo caso dati presi con Flash Adc Caen, nel secondo con oscilloscopio digitale.

Time bins 2 nsec nel primo caso 1 nsec nel secondo

Come si adoperano i dati

Si adopera l'evento precedente(rispetto a quello in analisi)

l'evento precedente viene riscalato in ampiezza secondo quanto ci si aspetta dalle simulazione dei fondi macchina ed aggiunto all'evento che si sta analizzando n volte dove n e' ancora fornito dalle simulazione dei fondi macchina.

(ad esempio nella penultima campagna il valor medio dell'energia che viene iniettata in un cristallo del secondo anello (per microsec.) della FEC e' 5.1 MeV divisa in 3 hit).

L'ampiezze degli impulsi di pile-up sono scelte a random con una distribuzione esponenziale decrescente, ancora secondo la simulazione dei fondi macchina,

La distribuzione temporale e' piatta in modo da riprodurre la frequenza media degli impulsi stessi.

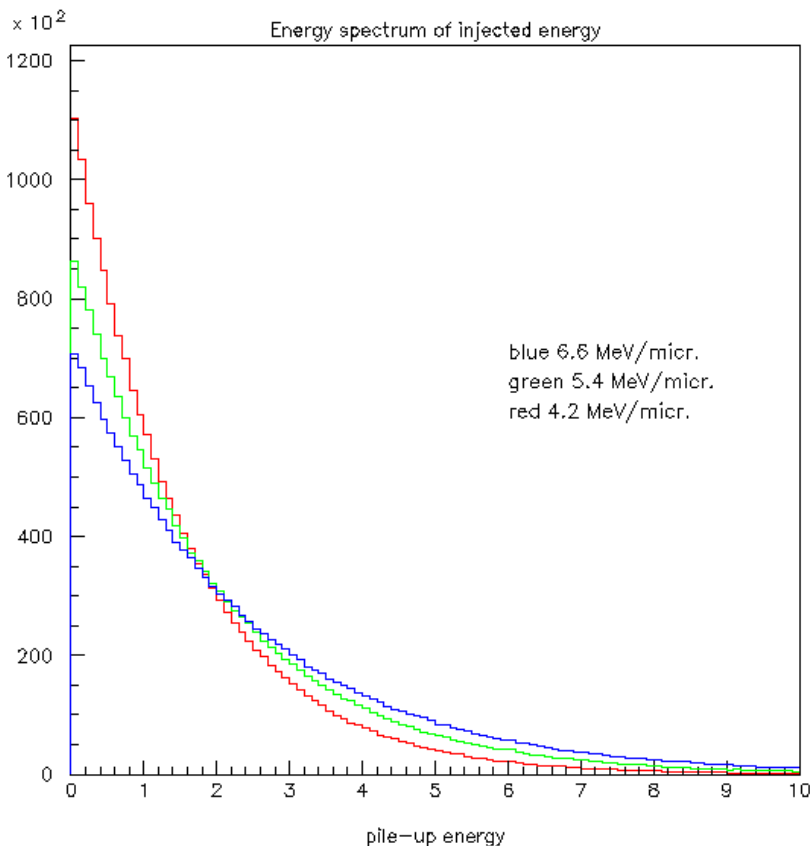
(per esempio : su un tempo acquisito di $12 \mu\text{sec.}$, vengono aggiunti 36 hits di energia media pari a 1.7 MeV.)

MC b'kgrnd

Crystal	# hits No cut in 1 μ sec	# hits >0.1 MeV in 1 μ sec	# hits >0.5 MeV in 1 μ sec	<E> MeV in 1 μ sec	<E> >0.1 MeV in 1 μ sec	<E> >0.5 MeV in 1 μ sec
80, 2 nd ring	5.5	4.5	3.	5.61	5.6	5.15
5 , 1 st ring	13.5	10.9	5.6	10.0	9.95	8.6

100 background events on about 24 μ sec time base.
Errors still to be estimated.

Gli spettri di energia iniettati



Le tre esponenziali si riferiscono
a tre differenti energie:

Le energie medie per hit sono

2.2 MeV

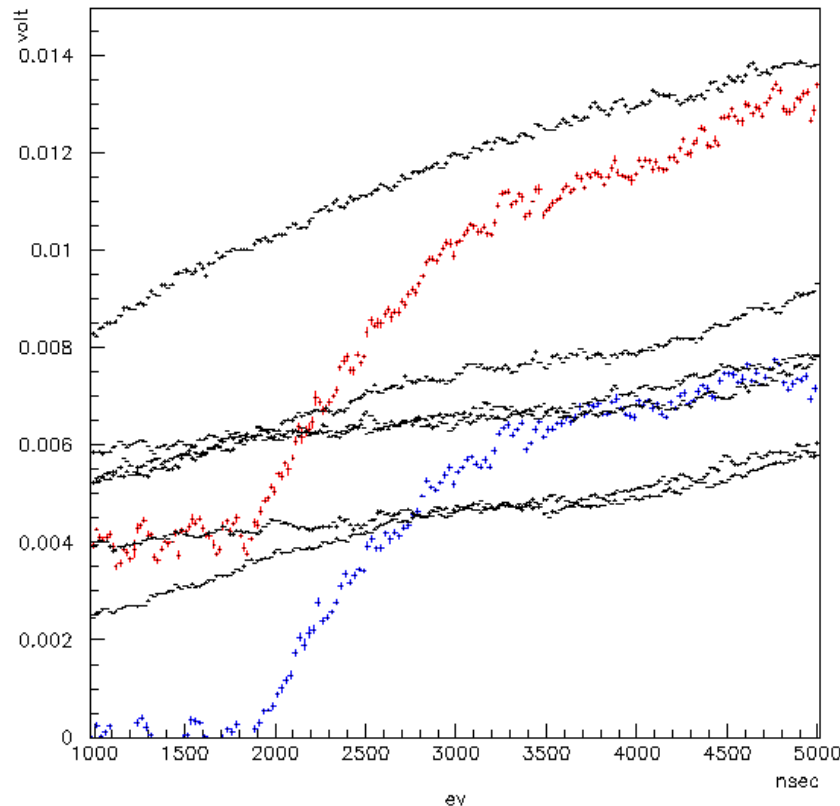
1.8 MeV

1.4 MeV

L'esponenziale ha una R.M.S.
peggiore della distribuzione
uniforme.

Ad es. a 2.2 MeV l'RMS della distribuzione
piatta sarebbe 1.27 MeV.

Baseline differenti

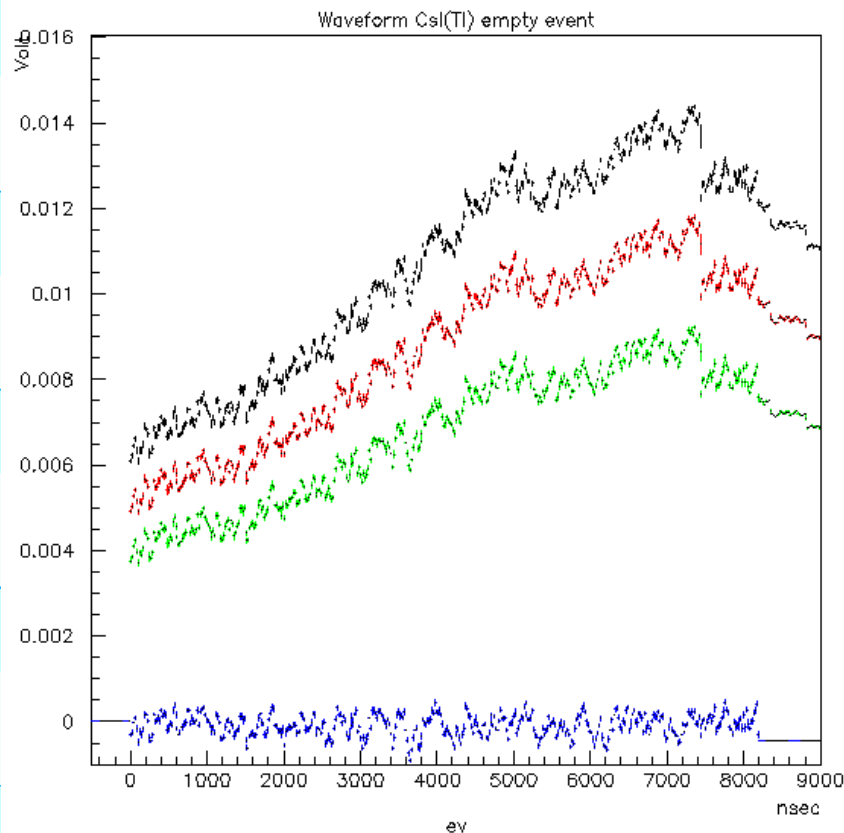


In blu e in rosso sono plottate le forme d'onda originale e con pile-up aggiunto, rappresentato dalla forma d'onda nera immediatamente al di sotto della forma d'onda rossa.

Per dare una idea della variazione del pile-up si possono vedere nel plot altre 'possibili' forme d'onda di pile-up.

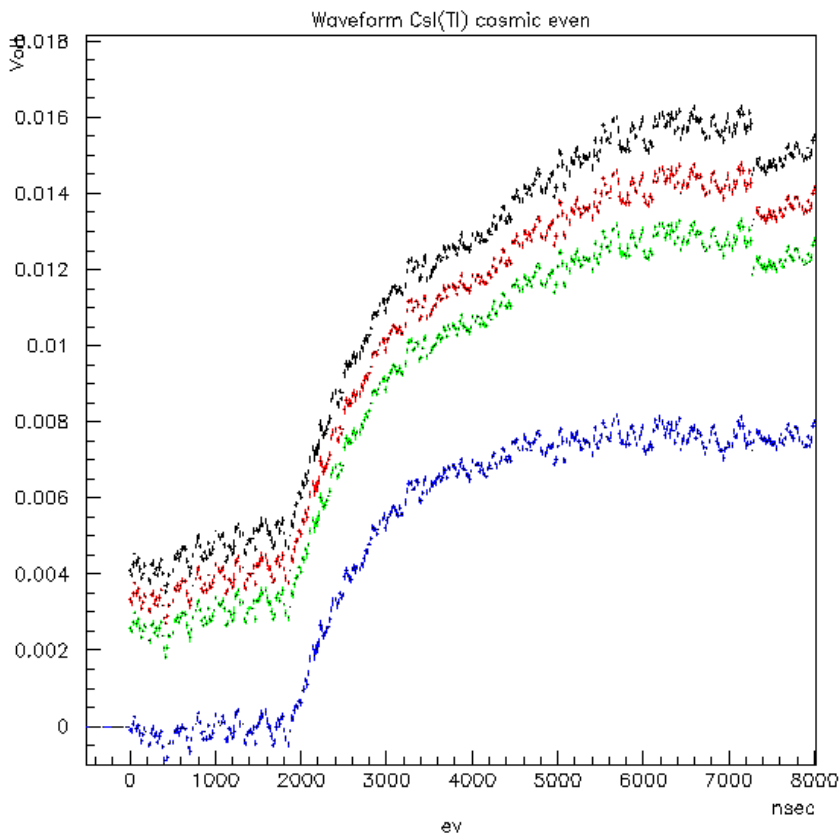
Tenendo conto che poi si adopererà una differenziazione, in linea di principio le forme d'onda di pile-up "parallele" contribuirebbero in modo trascurabile al rumore.....

Un tipico evento vuoto



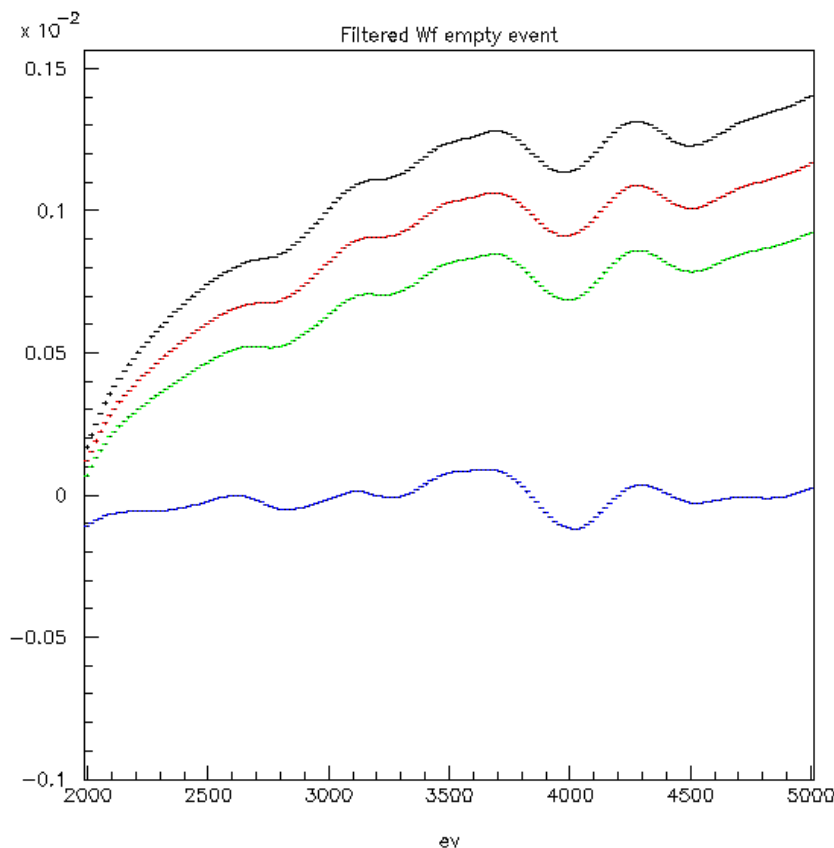
Un tipico trigger vuoto, in cui il cosmico non ha impattato il cristallo.
In blu la forma d'onda originale,
In verde, rosso e nero rispettivamente le forme d'onda aggiungendo 4.2, 5.4 e 6.6 MeV/ μ sec.

Un tipico evento cosmico



In questo caso abbiamo un cosmico che impatta il cristallo.
Come nella slide precedente in blu la forma d'onda originaria, in verde, rosso e nero le forme d'onda che si ottengono aggiungendo rispettivamente 4.2, 5.4 o 6.6 MeV/ μ sec.

Un evento "vuoto" dopo lo shaping

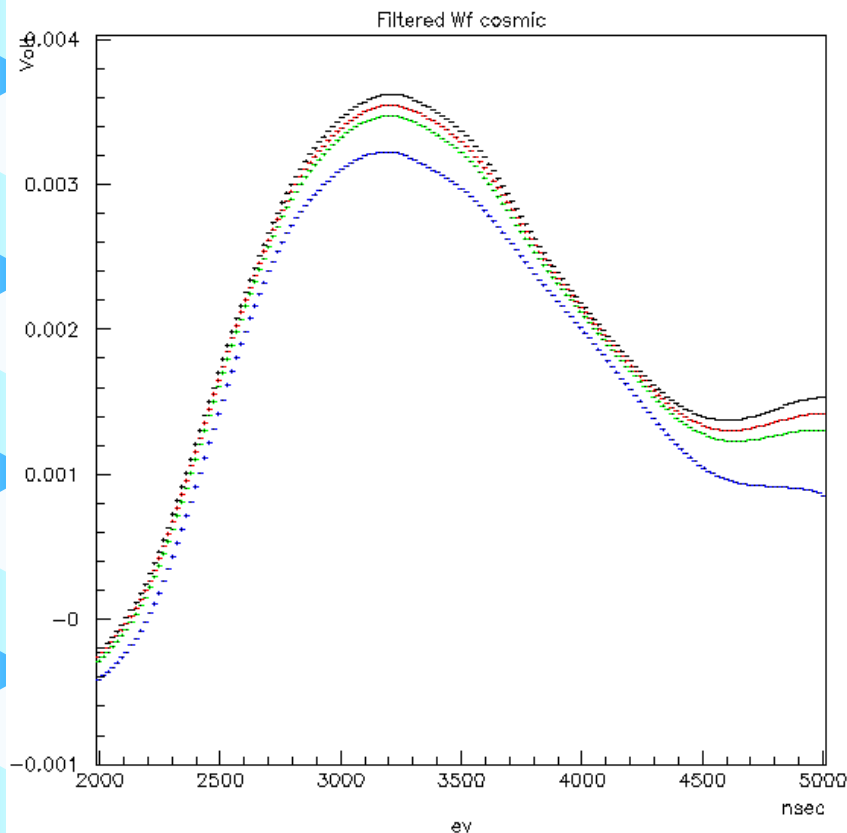


Applicando l'algoritmo di shaping si ottengono le forme d'onda riportate.

In blu quella originale

In verde rosso e nero quelle con il pile-up
Rispettivamente 4.2, 5.4 e 6.6 MeV/ μ sec

Un evento cosmico dopo lo shaping

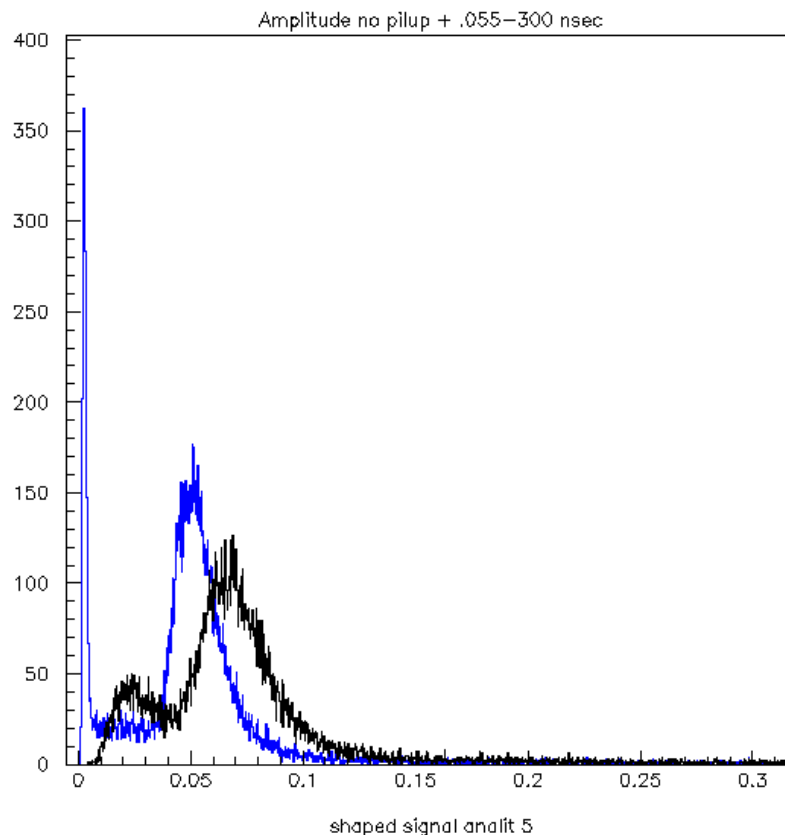


Il caso di un cosmico e' mostrato a fianco.

Il codice dei colori e' sempre lo stesso

Ovviamente il pile-up aggiunge all'impulso Originale.

Lo spettro di ampiezza



Gli spettri di ampiezza con e senza pile-up. (nero e blu rispettivamente)

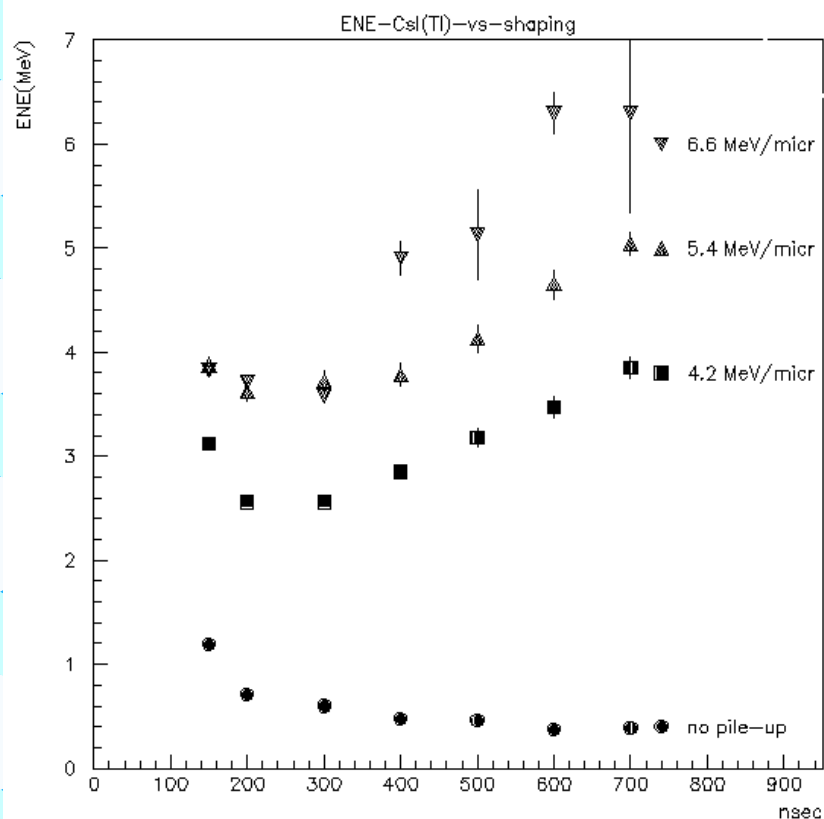
Ottenuti applicando un filtro CR-RC⁴

Una volta effettuato lo shaping si plotta il max della forma d'onda.

Per risparmiare tempo di analisi la ricerca del massimo viene effettuata dove ci si aspetta il segnale.

Adoperando il range completo di acquisizione le cose non cambiano.

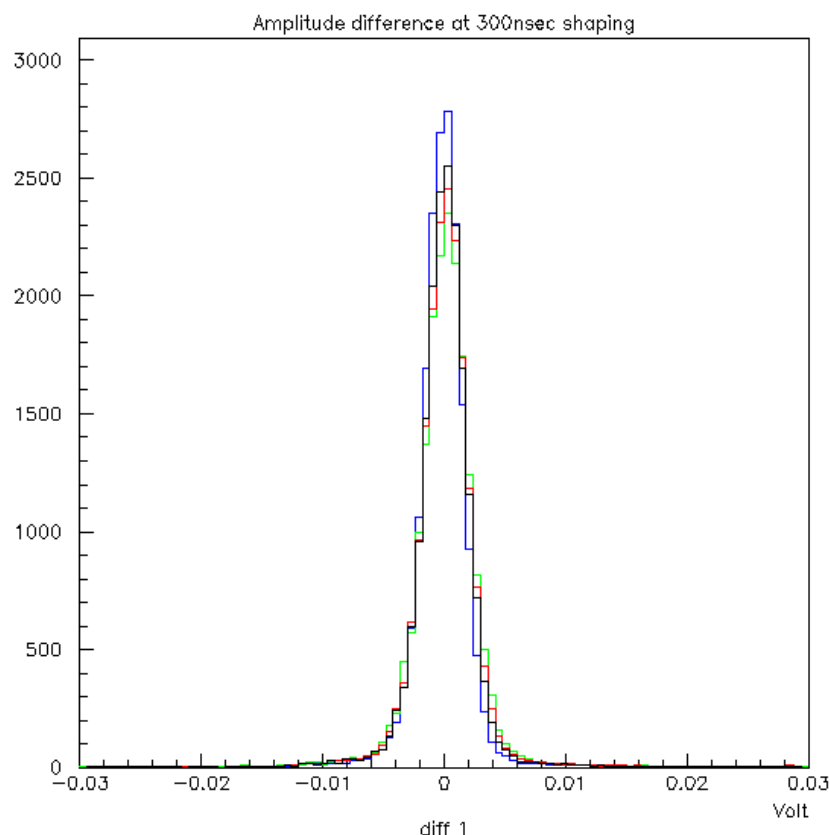
L'ENE per i cosmici



I valori dell'ENE peggiorano tra la situazione senza pile-up e quella con pile-up nominale (5.4 MeV/ μ sec) di un fattore $\sim 6-10$.

Una nota ottimista potrebbe forse essere un indizio di saturazione che si coglie guardando la differenza tra 6.6 MeV/ μ sec e 5.4 MeV/ μ sec

I plot che definiscono la risoluzione relativa

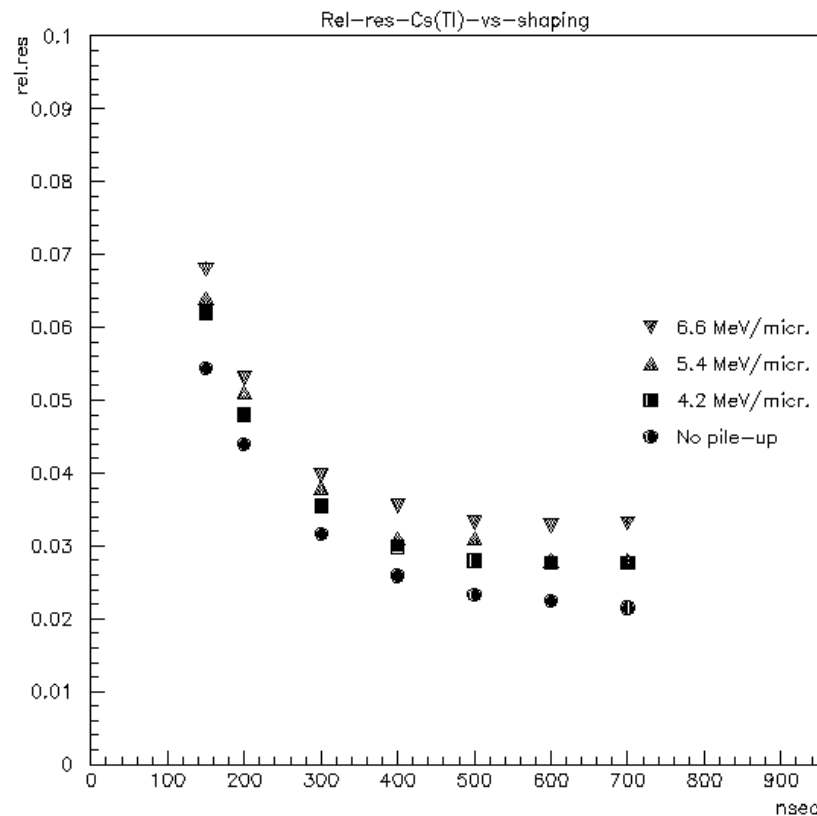


La misura diretta della risoluzione relativa si ottiene dalla differenza delle ampiezze dei due rivelatori di luce.

Il rapporto tra la larghezza di questa distribuzione e l'ampiezza somma dei due PIN è direttamente pari alla risoluzione relativa.

Questa misura è abbastanza indipendente dal pile-up : nella differenza fra le ampiezze al primo ordine il pile-up scompare: le distribuzioni con i vari colori mostrano che le larghezze dipendono poco dal pile-up

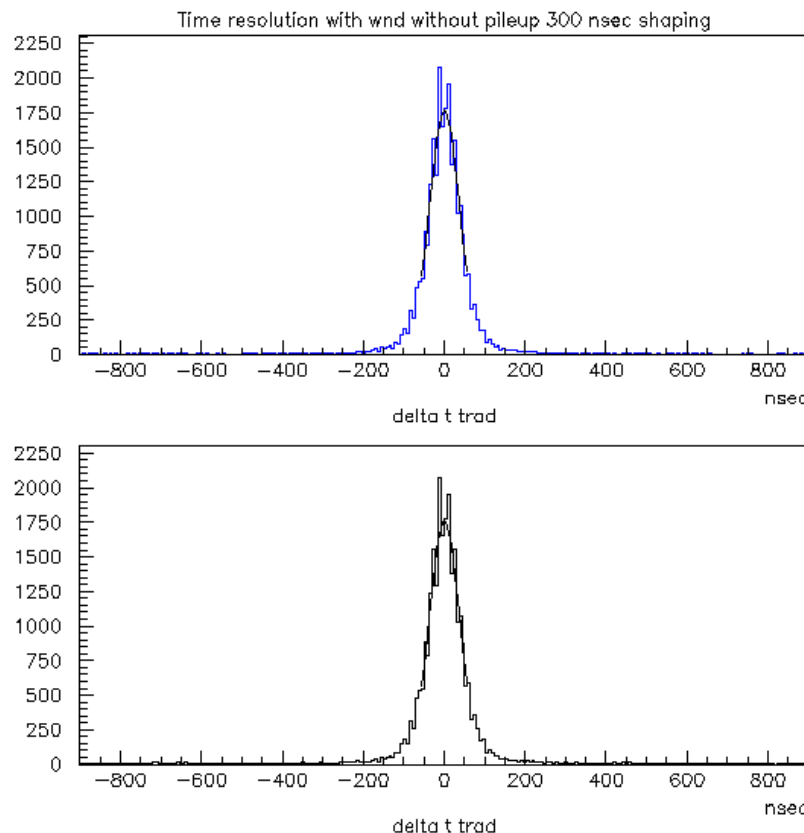
COMPILAZIONE DELLE MISURE DI RISOLUZIONE RELATIVA



La risoluzione energetica limite a 30 MeV
e' pari a $\sim 2.2\%$.

Il degrado dovuto al pile-up e' abbastanza
piccolo.

Spettri di tempo



Senza pile-up la risoluzione di singolo cristallo (due volte piu' piccola di quella fittata: il plot mostra infatti la differenza fra i due rivelatori di luce) e' pari a 18 nsec @ 40 MeV.

Il fit dei dati con pile-up non mostra differenze apprezzabili almeno nella parte fittata.

$$\sigma \sim 18 \text{ nsec.}$$

Il CsI puro

L'analisi precedente e' stata ripetuta pari pari per i vecchi dati raccolti a Frascati in cosmici.

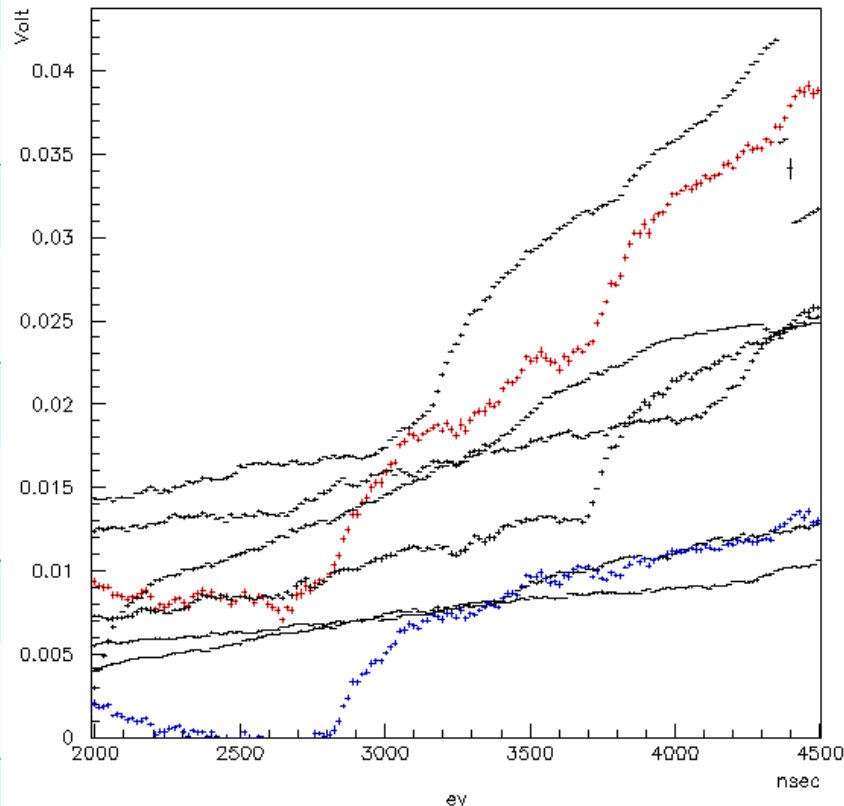
In questo caso i cristalli erano letti dalle due parti con i LAAPD e con gli Excelitas.

Al momento ho analizzato solo i LAAPD.

Base dei tempi acquisita $10 \mu\text{sec}$ con 1 nsec di larghezza del singolo bin.

I risultati sono forse migliori di quelli ottenuti all'epoca.

Baseline differenti

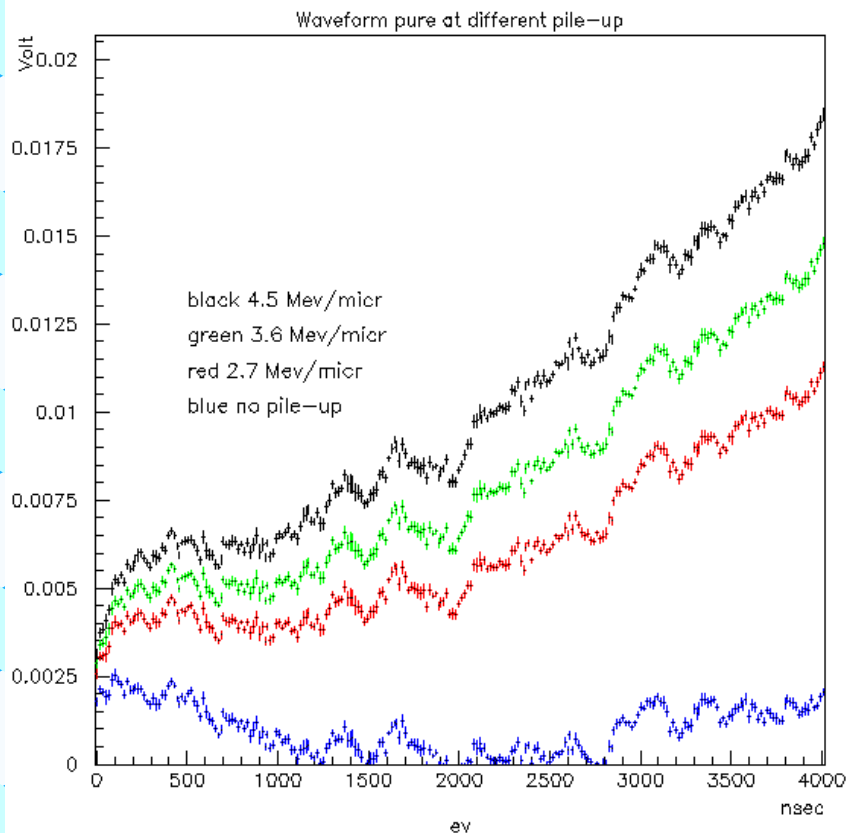


In blu e in rosso sono plottate le forme d'onda originale e con pile-up aggiunto , rappresentato dalla forma d'onda nera immediatamente al di sotto della forma d'onda rossa.

Per dare una idea della variazione del pile-up si possono vedere nel plot altre 'possibili' forme d'onda di pile-up.

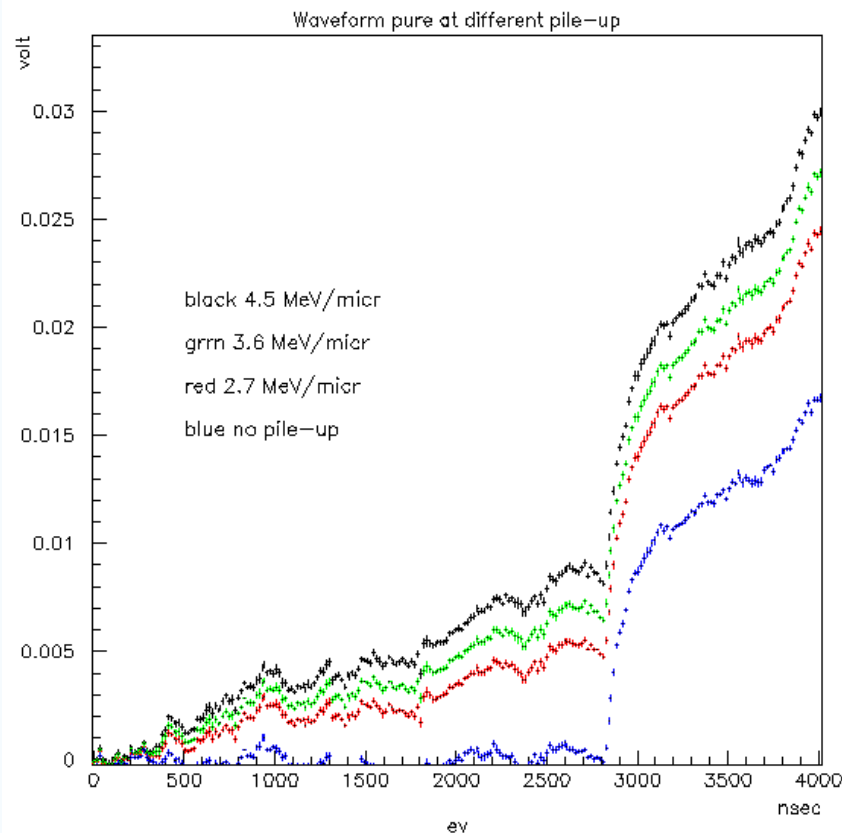
In questo caso, l' impressione e' che il rumore sia un po piu' *vispo* anche tenendo conto del fatto che la differenziazione e' fatta su base di tempi molto piu' piccola.

Un tipico evento 'vuoto'



Sembra che il rumore
con l'aggiunta del pile-up tenda ad
aumentare un po'.

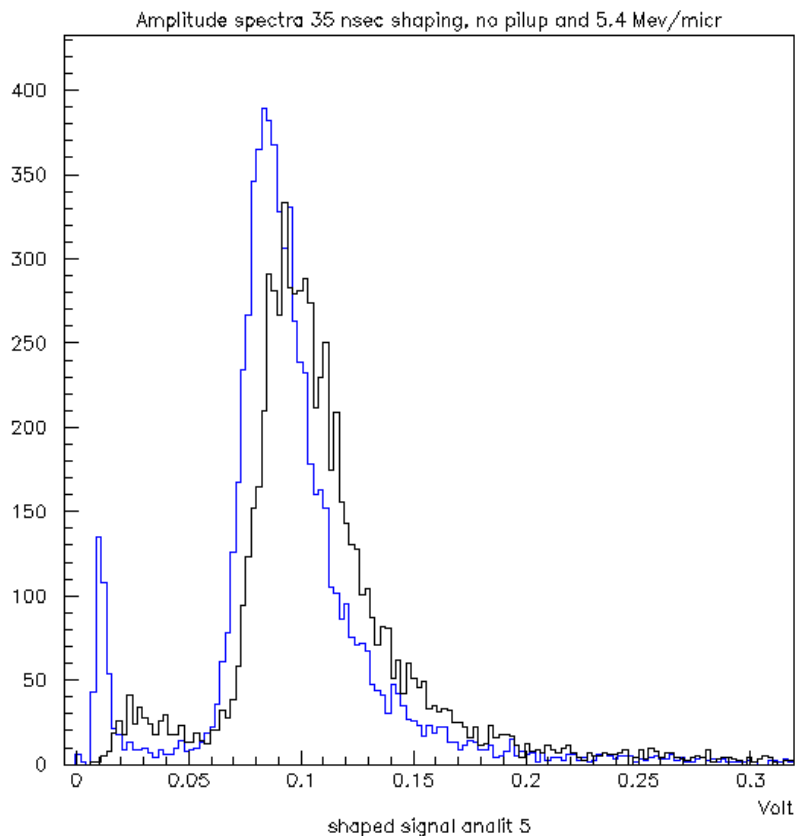
Un tipico evento cosmico



Un tipico evento cosmico.

Si vede chiaramente una situazione in cui il rumore risulta essere rilevante anche perche' la componente rapida dell'impulso e' relativamente piccola.

Lo spettro di ampiezza con e senza pile-up

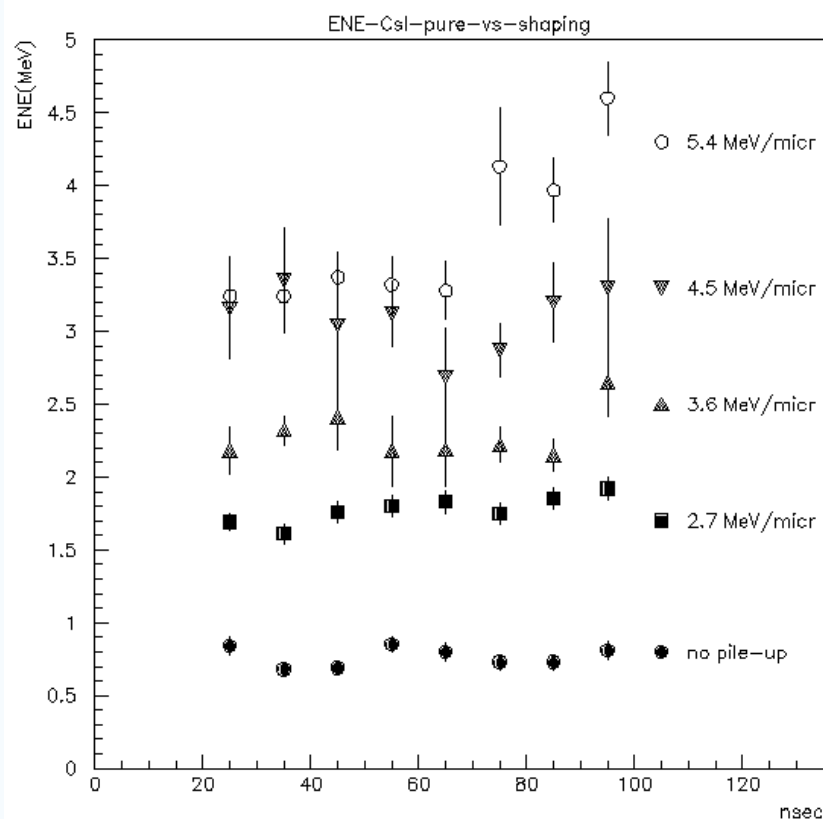


Il degrado dello spettro di ampiezza a causa del pile-up e' sostanziale anche nel caso del CsI puro.

Il plot riportato e' ottenuto con uno shaping di 35 nsec.

I due LAAPD (rinormalizzati) sono sommati nello spettro.

Compilazione dell'ENE CsI puro

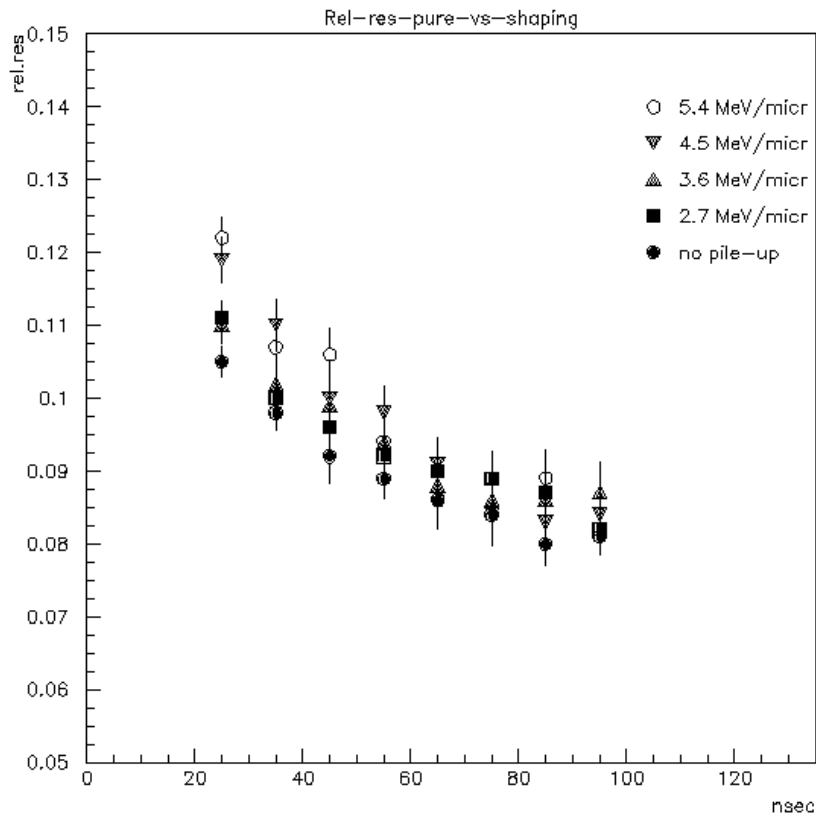


I valori dell'ENE per differenti valori dell'energia di pile-up iniettata.

Il valore nominale per la dodicesima campagna e' il piu' alto di tutti.
(5.4 MeV/ μ sec)

I valori dell'ENE al di sotto di 65 nsec. shaping sono dell'ordine di 3. MeV.

Compilazione della risoluzione energetica relativa CsI puro

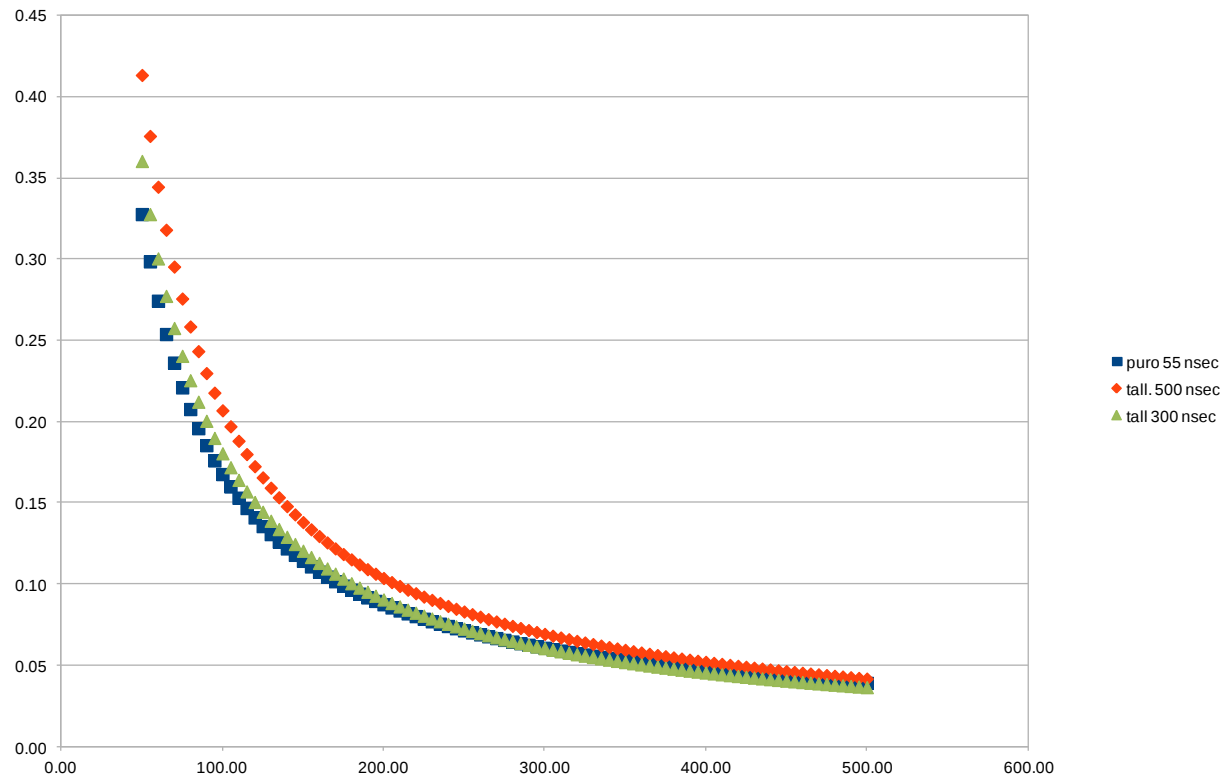


La risoluzione energetica limite a 30 MeV e' pari a ~ 8.5%.

Il degrado dovuto al pile-up e' abbastanza piccolo.

Va sottolineato che se si vuole minimizzare il contributo dell'ENE, ci si trova a non adoperare un valore ottimale della parte stocastica della risoluzione energetica.

La risoluzione aspettata per γ singoli (25 cristalli)



La risoluzione relativa
a bassa energia

Arancio default:
500 nsec CsI(Tl)

Verde :
300 nsec CsI(Tl)

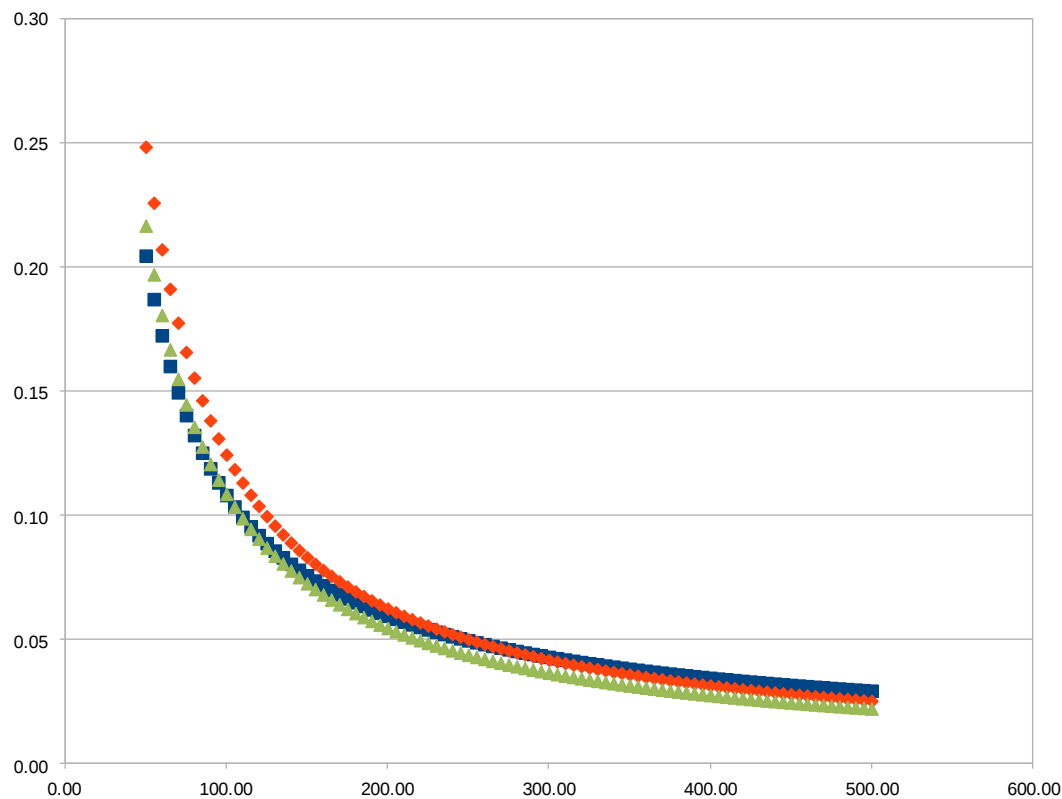
Blu :
55 nsec CsI puro

5.5 MeV/ μ sec

9/24/2015

Benjamin Oberhof Marcello Piccolo

La risoluzione aspettata per γ in eventi adronici (9 cristalli)



La risoluzione relativa
a bassa energia

Arancio default:
500 nsec CsI(Tl)

Verde :
300 nsec CsI(Tl)

Blu :
55 nsec CsI puro

5.5 MeV/ μ sec

Conclusioni