

RICOSTRUZIONE DELL'ENERGIA DI UN MUONE

V.Valente novembre2004

Principi della ricostruzione

Se proiettiamo tutti i segnali prodotti da un muone che entri nell'apparato su un piano perpendicolare alla traccia stessa possiamo studiare le distribuzioni, in numero di segnali ed ampiezza degli stessi, in funzione della distanza da questa.

Si verifica facilmente che la distribuzione del numero medio di segnali ad una data distanza ed il valor medio delle loro ampiezze sono funzioni molto ripide dell'energia; in più è possibile verificare che questi due parametri sono essenzialmente indipendenti l'uno dall'altro.

Una loro combinazione può essere usata per ricostruire l'energia della traccia.

Il concetto è analogo alla costruzione di un "momento di inerzia della carica depositata" della traccia in esame.

Scelta degli eventi e verifica degli assunti

L'apparato usato è quello, oggi standard, a 81 torri.

Gli eventi, generati in OPNEMO, sono stati sottoposti alla consueta catena di analisi:

1. ricerca di un trigger
2. applicazione del criterio di causalità
3. filtraggio a cluster per rigettare i segnali di fondo casuale
4. selezione degli eventi che restano con almeno 5 segnali in almeno 2 torri
5. applicazione del PREFIT
6. applicazione del FIT (versione A. Capone).

Per quanto riguarda l'ultimo passo non ho fatto alcun taglio sulla bontà del FIT ma ho eliminato, al momento, gli eventi palesemente ricostruiti male. L'eliminazione si basa su un taglio al valor medio della distanza traccia-segnale come data dal FIT. Tale procedura verrà estesamente esposta in una nota sul FIT; basti qui dire che il taglio usato è di 500 metri: tale valore è evidentemente assurdo.

Nelle Figure 1, 2 e 3 della pagina seguente sono riportate le distribuzioni di numero medio di segnali in funzione della distanza traccia-segnale (anzi, per essere più precisi, del percorso effettivo dei fotoni emessi) per diverse energie del muone, la distribuzione dell'ampiezza media dei segnali in funzione del percorso dei fotoni, sempre per le energie analizzate e la dipendenza dall'energia di tali valori medi a percorso fisso.

A proposito dell'ampiezza dei segnali ricordo che la procedura di filtraggio applica un taglio minimo a 2 p.e.

È facile convincersi dei fatti seguenti:

1. a grandi distanze i valori medi di ampiezza tendono ad uniformarsi indipendentemente dall'energia
2. il numero di segnali prodotti dalla traccia resta invece ben dipendente dall'energia
3. anche per i primi 50 metri dalla traccia le energie minori danno valori di ampiezza media molto vicini fra loro.

Ritengo quindi accettabile l'assunto che valor medio del numero di segnali e valor medio delle loro ampiezze siano grandezze indipendenti.

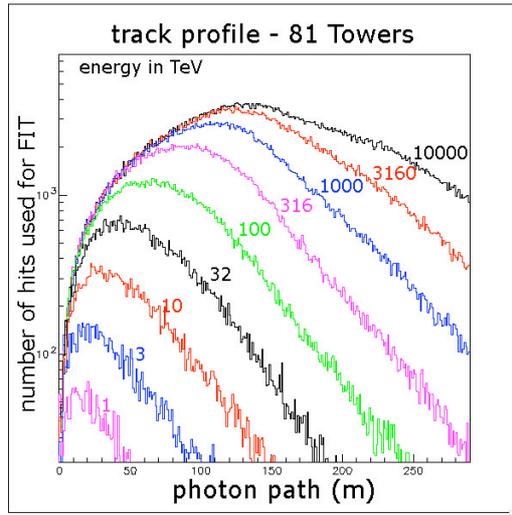


Figura 1

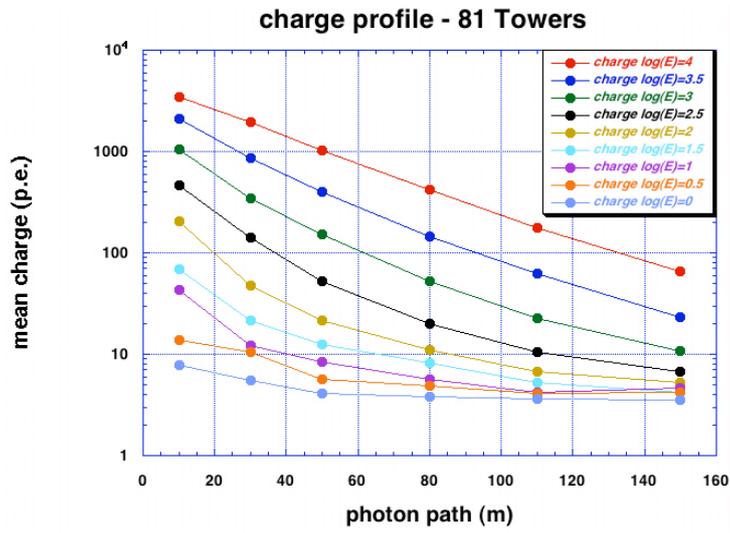


Figura 2

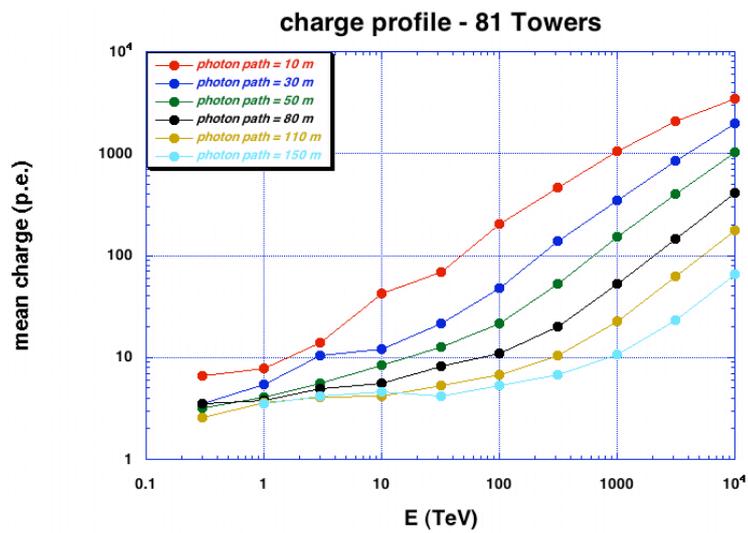


Figura 3

Metodo di ricostruzione dell'energia e risultati

Seguendo l'idea già espressa di una specie di momento di inerzia della traccia, sono stati costruiti diversi indicatori nella forma indicata dalla formula seguente:

$$index = \int_{r \min}^{r \max} ch(r)^m \cdot r^n \cdot dr$$

dove r e' la distanza percorsa dai fotoni e ch l'ampiezza del segnale.
Gli esponenti "m" ed "n" sono stati fissati in modo da avere la massima sensibilità in energia dell'indice; i limiti " r_{\min} " ed " r_{\max} " sono stati scelti per avere la massima linearità possibile nell'intervallo di energia in esame: 1 – 10000 TeV.
Con la scelta finale dei quattro parametri si ottiene la relazione fra "Energia generata" ed "Energia ricostruita" delle tracce mostrata in Figura 4.

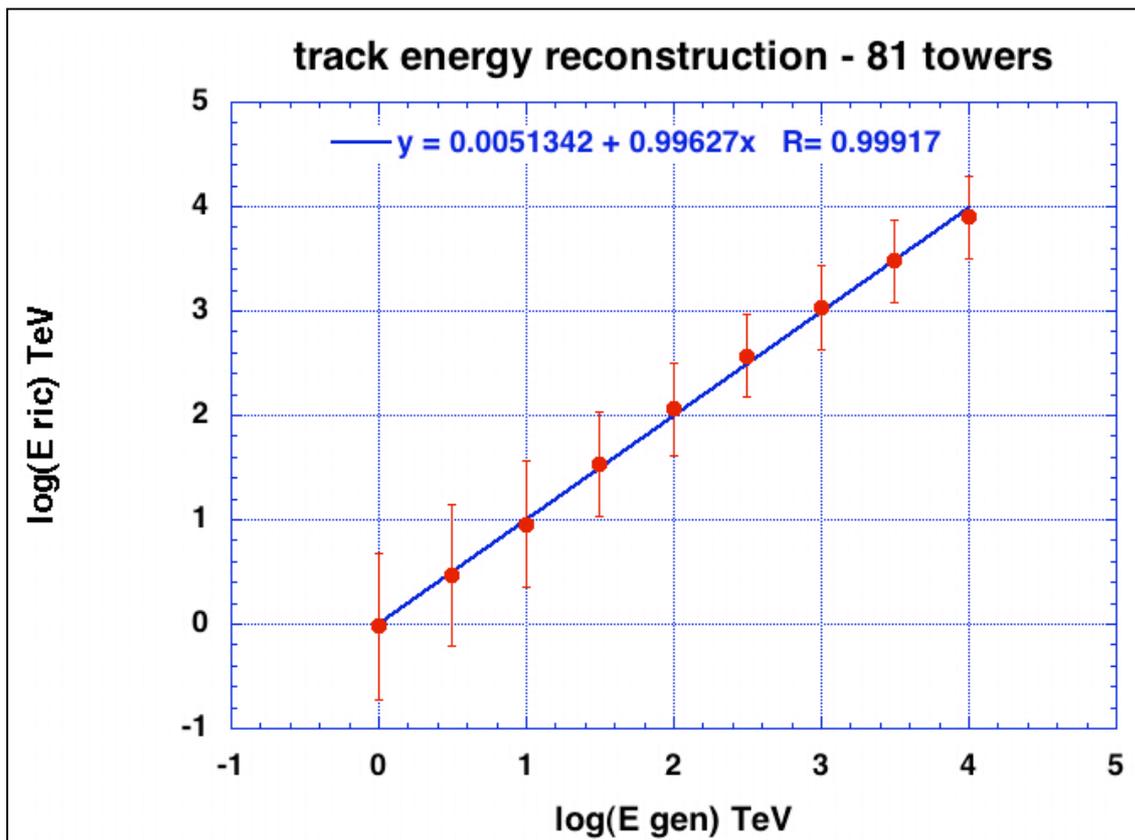


Figura 4

I valori riportati sono i valori medi delle distribuzioni di energia ricostruita per ogni valore di energia generata, gli errori rappresentano le sigma di gaussiane fittanti, abbastanza bene, dette distribuzioni.

La linearità e' ottima in tutto l'intervallo studiato e le sigma variano da .7 a .4 , sempre in log(E), andando dalla minima alla massima energia.

E' stato infine analizzato un file di eventi con spettro continuo da 100 GeV a 10000 TeV e con uguale contenuto in ogni decade di energia. I risultati sono mostrati nelle Figure 5 e 6.

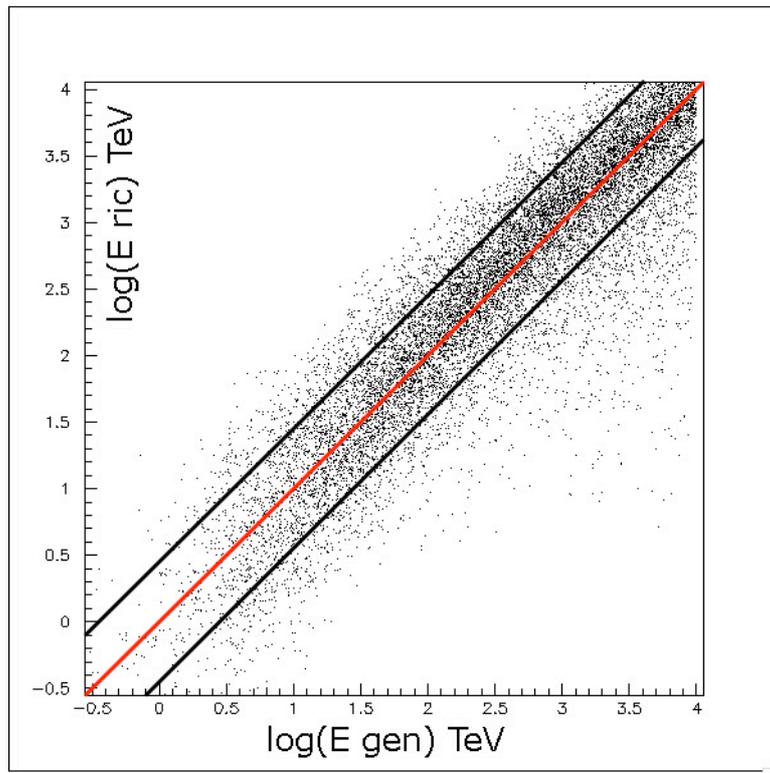


Figura 5

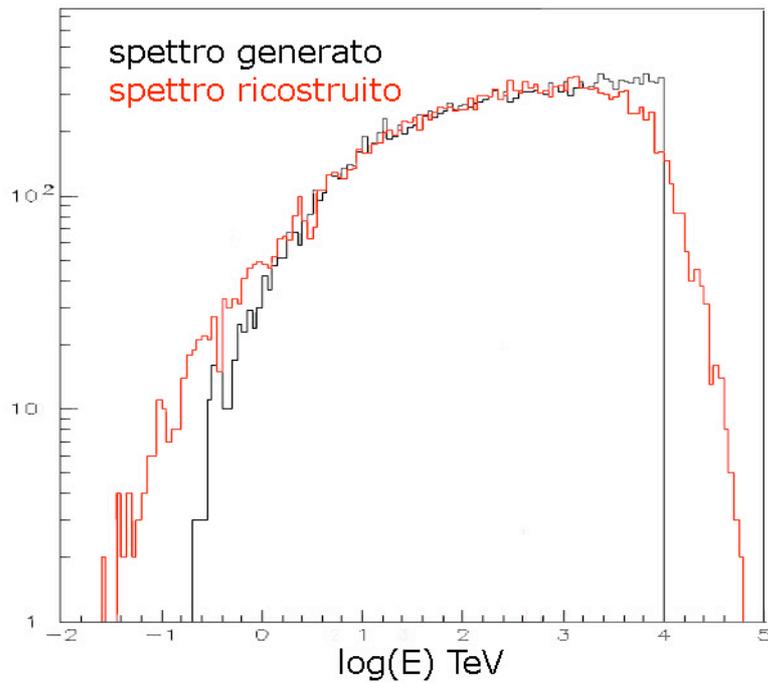


Figura 6

Nella Figura 5 la banda corrisponde ad una larghezza di 0.4 effettivamente ottenuta come sigma solo al disopra di 100 TeV.

Nella Figura 6 sono invece ben evidenziati i due valori estremi di risoluzione all'inizio ed alla fine dell'intervallo analizzato.

Sviluppi e miglioramenti futuri

Il recupero attraverso un FIT modificato ad hoc degli eventi scartati per palese cattiva ricostruzione che sono localizzati in gran parte nella zona di energia minima e' essenziale per trovare miglioramenti nella determinazione dell'energia in tale zona.

Il miglioramento dovrebbe puntare ad una riduzione della risoluzione.

Nella zone di energia superiore a 10000 TeV, invece, potrebbero celarsi effetti di saturazione. Per poter avere risposte sarebbe necessario generare eventi con energia molto superiore, ma non so quanto sia affidabile la simulazione oltre certi limiti.

Infine e' da testare se, e quanto, una determinazione dell'energia, anche se solo per decenni, possa essere utile per migliorare il FIT reiterandolo: al momento attuale sembra che un taglio ottimale sulla bonta' del fit (chi quadro o un diverso "quality cut") debba dipendere dall'energia della traccia attraverso il numero di segnali usati e le fluttuazioni delle ampiezze.