

ANCORA SULLA ENERGIA DELLE TRACCE

V.Valente – 24 giugno 2003

In una nota precedente avevo citato il fatto che le fluttuazioni delle ampiezze dei segnali prodotti da un muone nei PM dovute alla variabilità della distanza traccia-PM potessero essere molto maggiori di quelle dovute alla sua energia rendendo così difficile la valutazione della stessa senza una ricostruzione spaziale e successive correzioni.

Questa nota è dedicata ad un approfondimento di tale tema.

Ho generato un files di tracce con le seguenti caratteristiche:

- energia fissa = 100 TeV
- punto di origine della traccia in un punto fisso in una faccia laterale dell'apparato
- angolo θ fisso a 90° (orizzontale)
- angolo ϕ fisso in modo che la traccia sia parallela alle file di torri.

Nel caso il punto di origine sia circa a metà fra due filari di torri i segnali prodotti si distribuiscono come in Figura 1, che può essere così commentata:

- tutte e sole le torri dei due filari che fiancheggiano la traccia presentano segnali: l'asimmetria fra i contenuti dei due filari è dovuta al fatto che la traccia non passa al centro fra essi ma le distanze sono in rapporto 3:2; il verso della traccia è dalla torre 25 (33) alla 32 (40);
- le tracce entrano all'altezza del piano 9 e non vi sono segnali a distanza maggiore di 4 piani (160 m).

Nel caso il punto di origine delle tracce sia scentrato rispetto alla posizione dei due filari di torri le torri interessate dai segnali sono tre, fermo restando che non vi sono segnali a distanze superiori a 180-190 m.

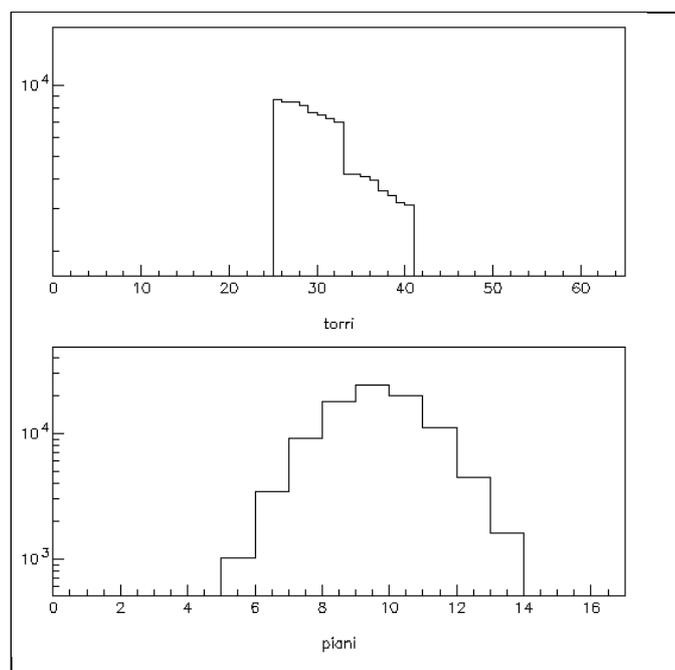


Figura 1 – Distribuzioni dei segnali nelle torri e nei piani.

Variando la posizione dell'origine della traccia all'interno dell'intervallo fra due filari di torri e considerando i singoli piani interessati dalla traccia e' possibile ricavare la dipendenza dell'ampiezza media del segnale in funzione della distanza fra traccia e PM. La traccia resta ovviamente orizzontale e parallela alla fila di torri.

I risultati sono riportati in Figura 2. Non e' affidabile, ne' realistico, tentare di riprodurre un dato a distanza inferiore a 20 m.

Un fit esponenziale sui dati della figura da' un valore accettabile della lunghezza di assorbimento (la distanza traccia-PM e' inferiore alla distanza percorsa dalla luce!).

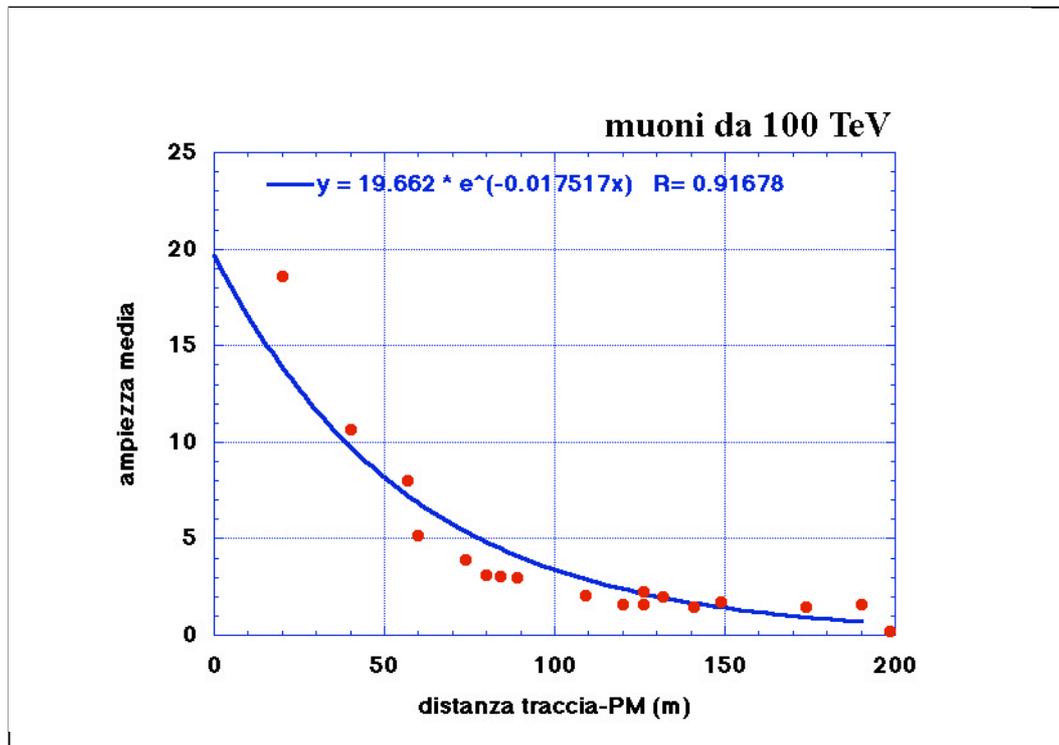


Figura 2 – Ampiezza media dei segnali nei PM di un piano in funzione della distanza di questo dalla traccia. Le distanze sono mediate sulle posizioni dei singoli PM e non tengono conto delle orientazioni della sbarra che li sorregge.

Vediamo ora cosa cambia a causa delle diverse angolazioni che la traccia può avere. Confronterò il comportamento di tracce originate in un punto intermedio fra due filari di torri, a questi parallele ed orizzontali, con quello di tracce che, pur partendo dallo stesso punto fisso, possono avere qualunque angolo, sia in \square che in \square . L'energia e' ovviamente fissa e la stessa nei due casi.

Come conseguenza del poter spaziare nei due angoli, le tracce avranno un minor percorso interno all'apparato con un minor numero di segnali generati. Inoltre la traccia potrà passare più vicina ai PM e produrre segnali più grandi. Queste due affermazioni sono documentate nelle Figure 3 e 4.

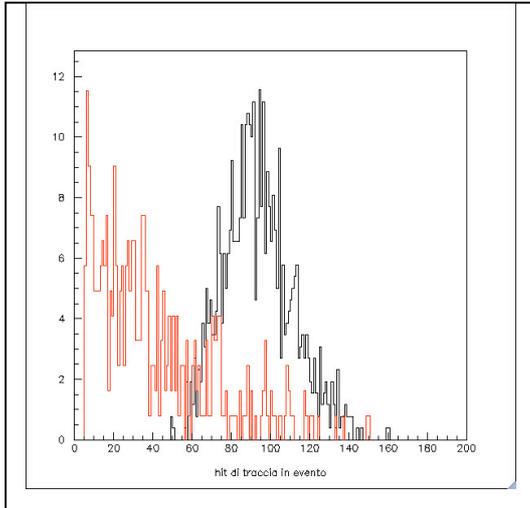


Figura 3 – Distribuzioni del numero di segnali lungo la traccia: in nero il caso di tracce di direzione fissa.

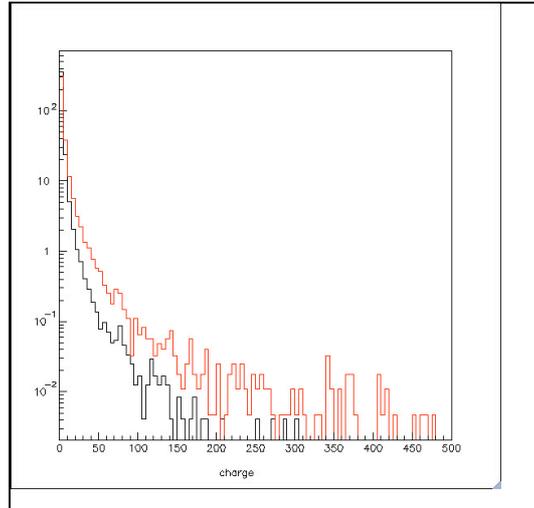


Figura 4 – Distribuzioni delle ampiezze di segnale: in nero il caso di tracce di direzione fissa.

I due effetti descritti vanno in senso opposto nel costruire la carica totale (=somma dei segnali) di una traccia, purtuttavia qualche differenza rimane, Figura 5: le tracce inclinate presentano una evidente coda a cariche maggiori.

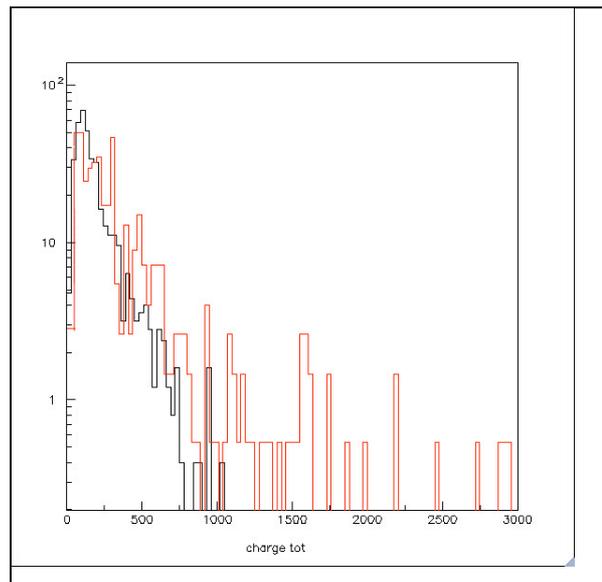


Figura 5 – Distribuzioni della carica totale delle tracce: in nero il caso di tracce di direzione fissa.

L'indicatore utilizzato nelle note precedenti per ricostruire l'energia di un muone si basava sulla percentuale di segnali superiori ad una data soglia sul totale dei segnali. Come si può intuire questo parametro dovrebbe essere poco sensibile alla lunghezza di traccia interna all'apparato, ma dipende molto dalla distanza fra essa ed i vari PM. A tale effetto possono essere attribuite le grandi code nelle distribuzioni di "energia ricostruita" citate nelle note precedenti: pur essendo la relazione fra i valori medi di energia ricostruita ed energia vera ben lineare le fluttuazioni sono notevoli.

In conclusione, data la struttura poco densa dell'apparato, non credo sia possibile ricostruire con sufficiente affidabilità l'energia di un muone che attraversi l'apparato senza aver ricostruito la traccia nello spazio e corretta ogni singola ampiezza per la distanza traccia-PM.

A puro scopo dimostrativo ho provato ad effettuare la correzione per la distanza sui segnali prodotti da tracce di varia energia che effettuano tutto lo stesso percorso.

Le tracce di muoni con energia da 1 a 100000 TeV attraversano tutto il rivelatore con traiettoria orizzontale e parallela alle file di torri.

Le ampiezze dei segnali sono riportate tutte al valore che avrebbero se la distanza fra traccia e singolo PM fosse di 80 m. La correzione è fatta secondo i dati di figura 2.

I risultati nelle Figure 6a,b,c e 7a,b.

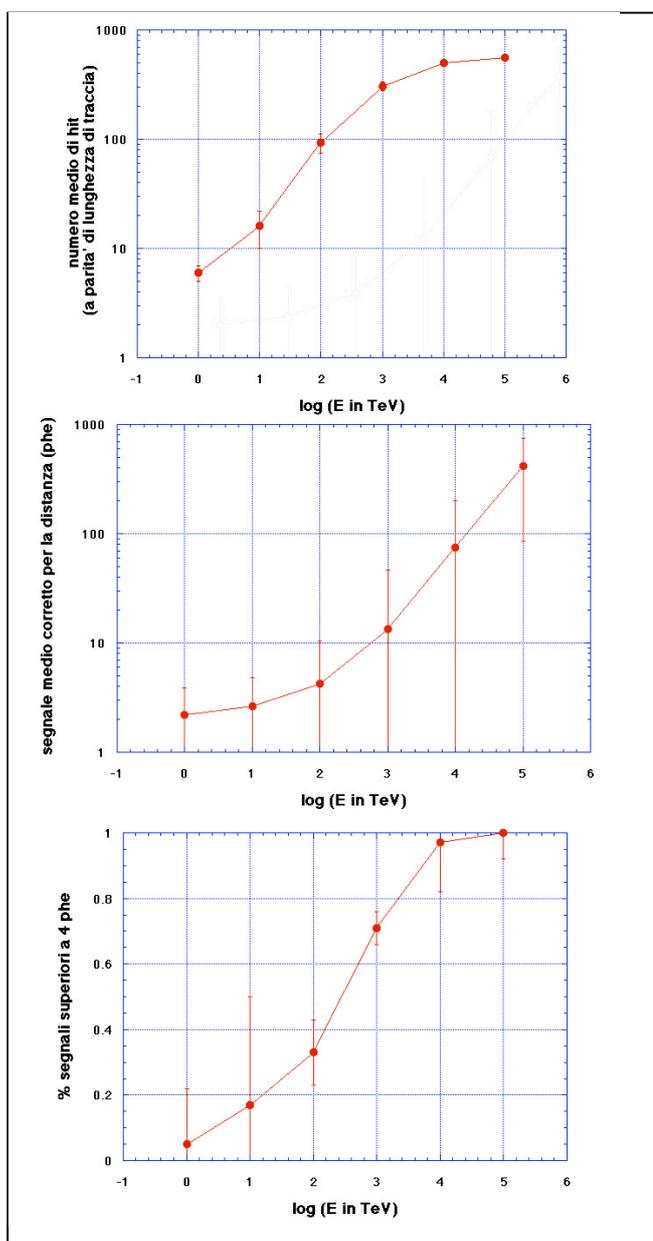


Figura 6a – Andamento del numero medio di hit. Tutte le tracce attraversano l'apparato fra due file di torri facendo lo stesso percorso. Alle energie minori la luce “salta” anche molti dei PM più vicini.

Figura 6b – Andamento dell'ampiezza media dei segnali normalizzati a distanza 80 m. A tutte le energie le distribuzioni partono da zero e non è possibile un taglio inferiore. L'errore superiore è invece il rms destro della distribuzione.

Figura 6c – Andamento della percentuale di segnali con ampiezza superiore a 4 fotoelettroni. Le ampiezze sono normalizzate a distanza fissa traccia-PM. La scelta del valore 4 è arbitraria e provvisoria.

Ritengo che i parametri riportati si possano considerare indipendenti e che, in opportuna correlazione, dovranno permettere la ricostruzione dell'energia della traccia. Può essere questionabile se il “segnale medio” e la “percentuale di segnali grandi” siano veramente indipendenti, per il momento sono convinto di sì.

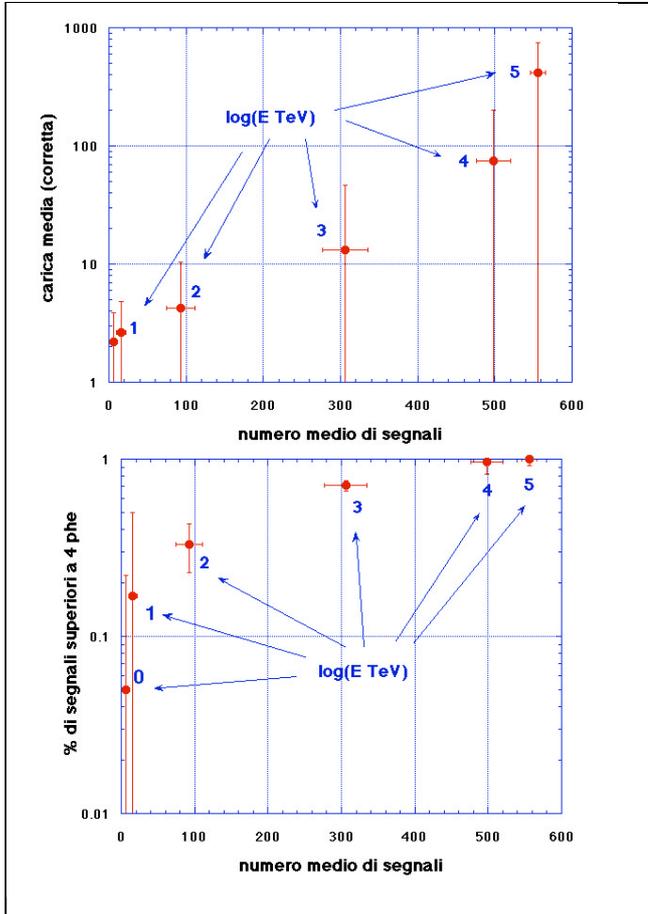


Figura 7a – Correlazione fra carica media e numero di hit.

Figura 7b – Correlazione fra percentuale di segnali “grandi” e numero di hit.