

Considerazioni sulla risoluzione angolare sulla direzione dei muoni in uscita dalla roccia

F.A.

Annosa questione

- Qual è l'effetto della diffusione multipla attraverso la roccia sulla direzione di arrivo del muone ?
- Risposta comunemente accettata: circa 10 mrad (fonte: Tanaka, tradizione orale)
- Mai veramente controllata: la simulazione di tutta la trasmissione attraverso chilometri di roccia lunga e complessa

Idea: T invariance

- Il tracking forward è complesso e lungo...
- ...ma ci si aspetta che il grosso dell'effetto sulla direzione sia dovuto alla parte finale, negli ultimi strati di roccia, quando il muone è più soffice
- Ma questo si può simulare partendo dal muone sul rivelatore con una certa energia e tracciandolo all'indietro nella roccia.

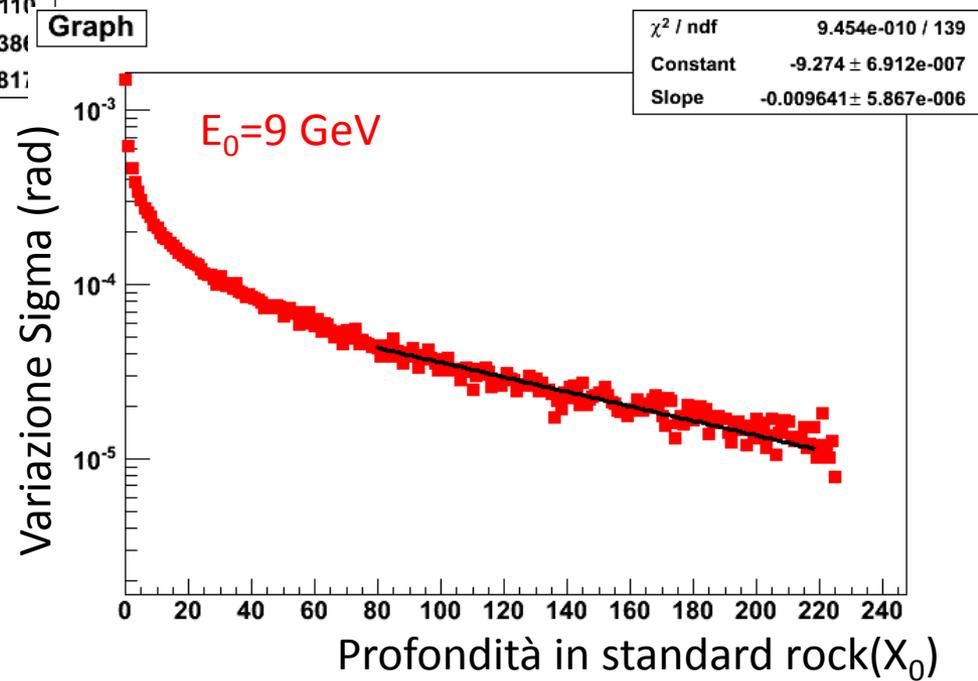
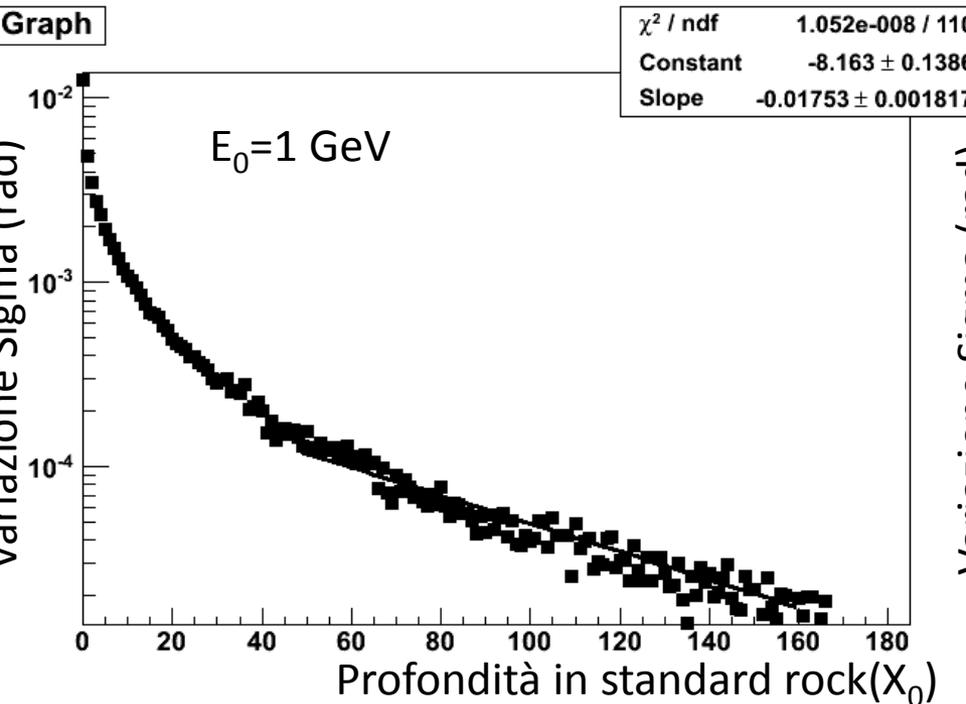
Algoritmo

- 1) Crea N muoni di energia fissata
- 2) Propagali indietro di $1 X_0$ (=10 cm in standard rock) applicandogli il $+dE/dX$
- 3) Falli scatterare (Gaussiano o meglio...)
- 4) Ripeti il passo 2) fino a quando la sigma dello scattering per gli N muoni non aumenta più «significativamente»

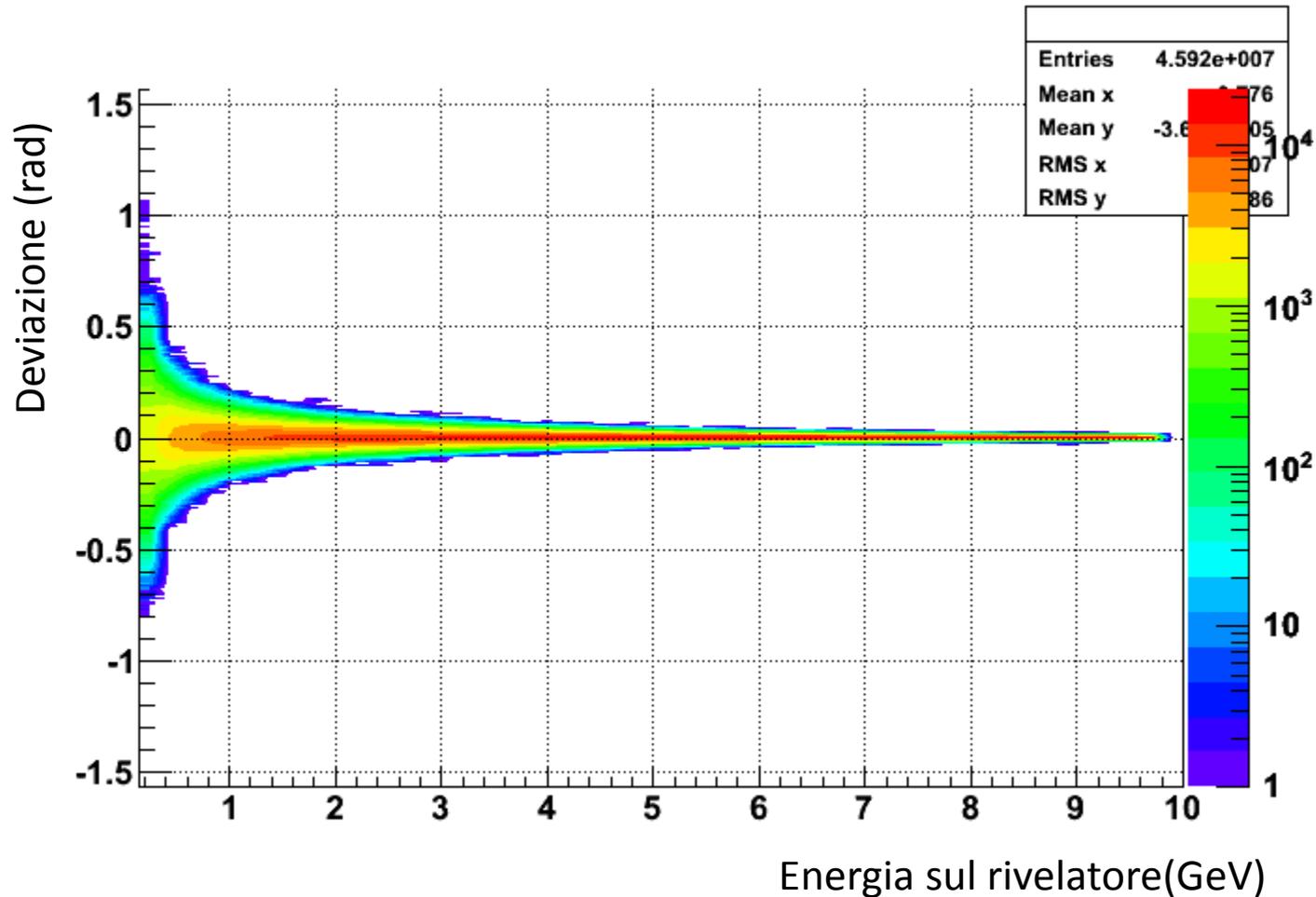
In tutto circa 50 righe di codice che gira in CINT sul portatile in poco tempo....

Convergenza

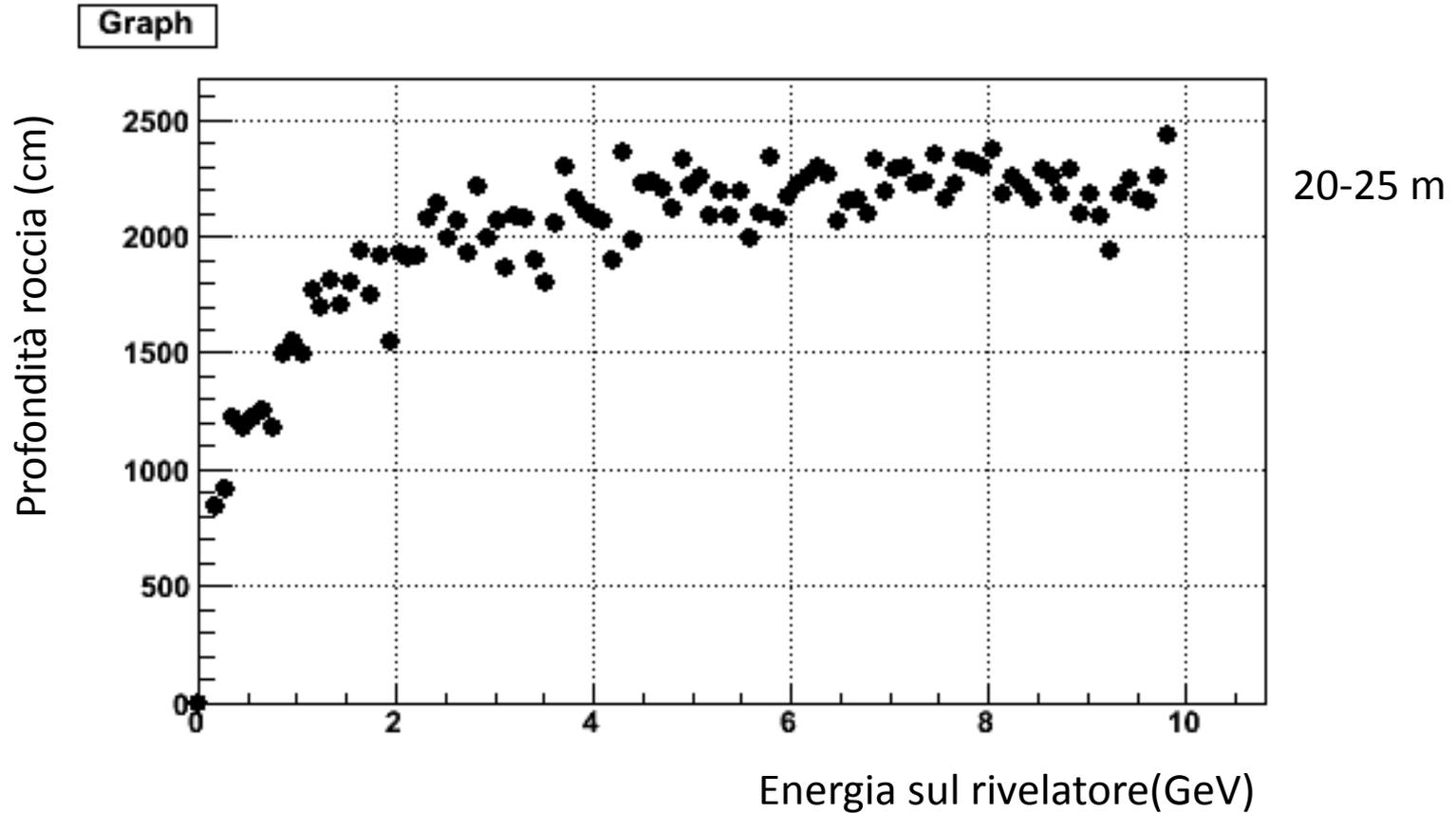
- La sigma aumenta monotonamente ad ogni passo
- Quando fermarsi ? -> $\Delta\sigma = 10 \mu\text{rad}$ implica un ulteriore incremento estrapolato per altre $10^4 X_0$ pari a circa 1.2-1.5 mrad (Modello Gaussiano).



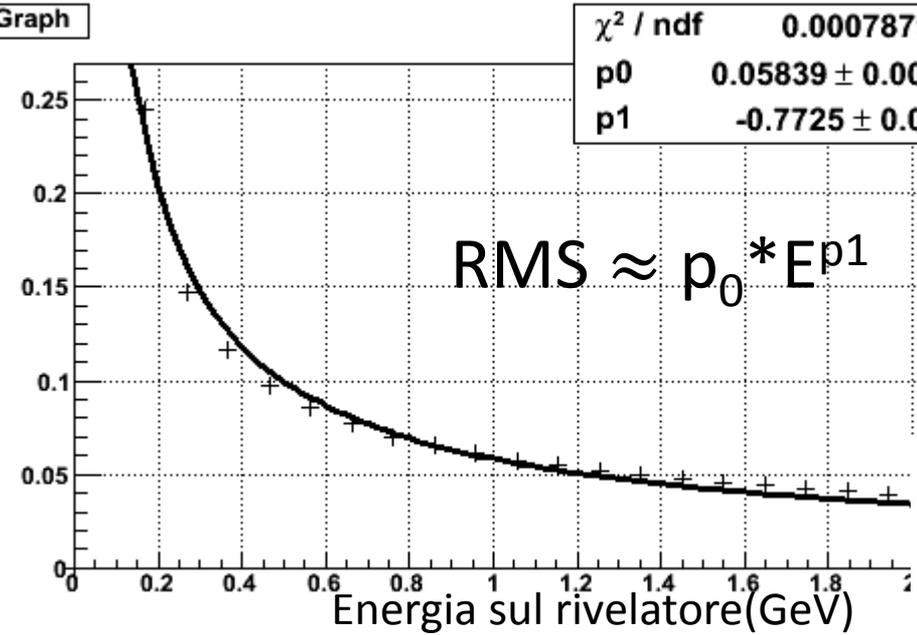
Risultati per modello Gaussiano



Profondità di «convergenza»



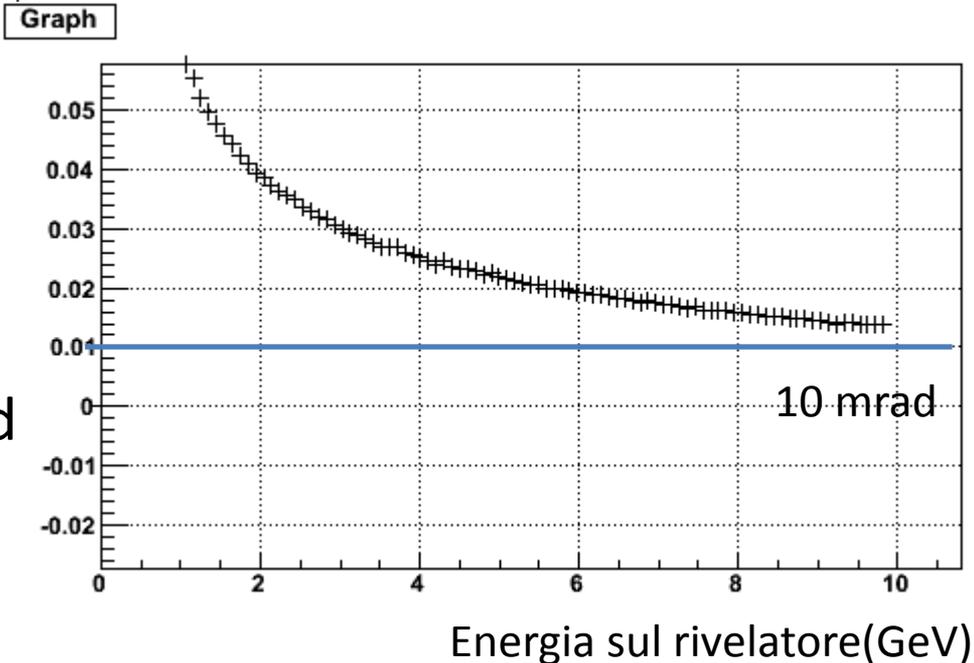
RMS vs E



Sottostima sistematica della vera RMS:

-Convergenza (trascurabile)

-**Modello Gaussiano** (NON trascurabile)

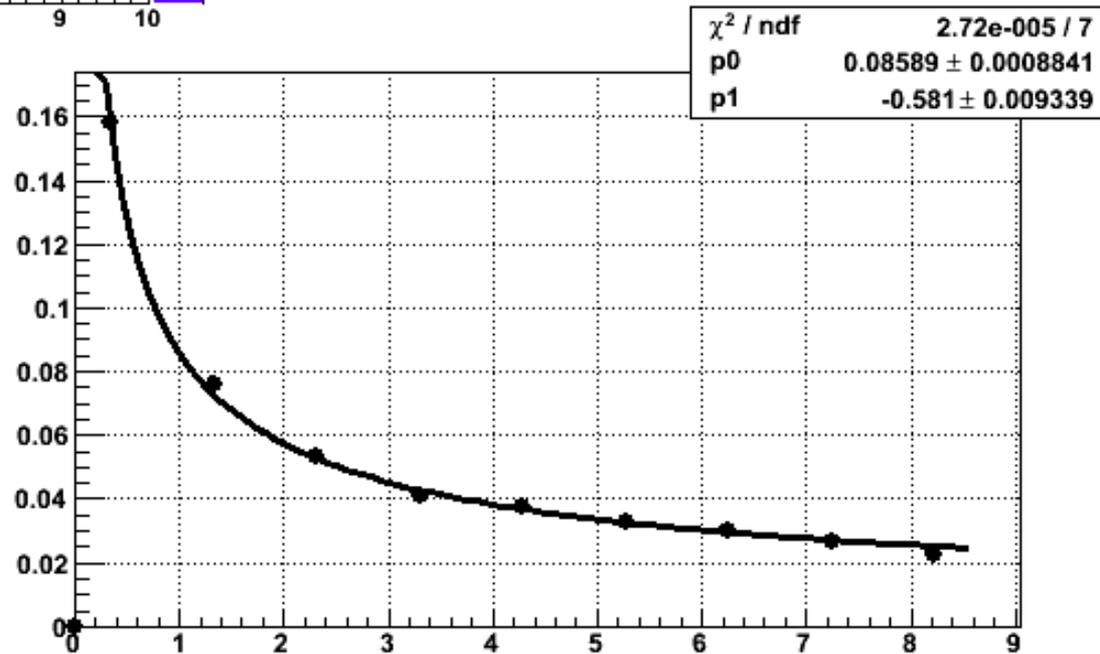
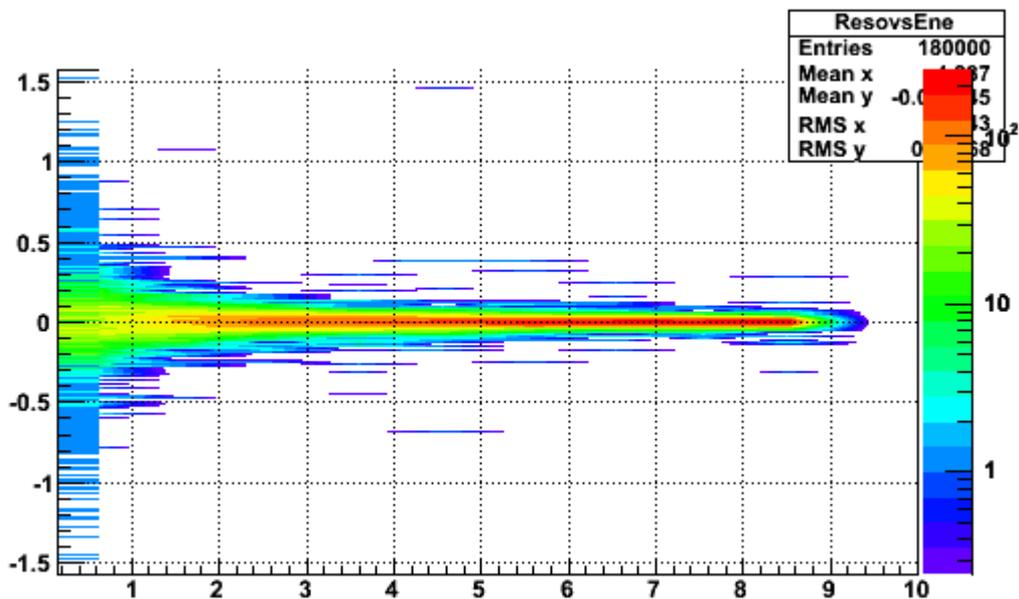


Per $E < 2 \text{ GeV} \rightarrow \text{RMS} > 40 \text{ mrad}$
 Per $E < 200 \text{ MeV} \rightarrow \text{RMS} > 200 \text{ mrad}$

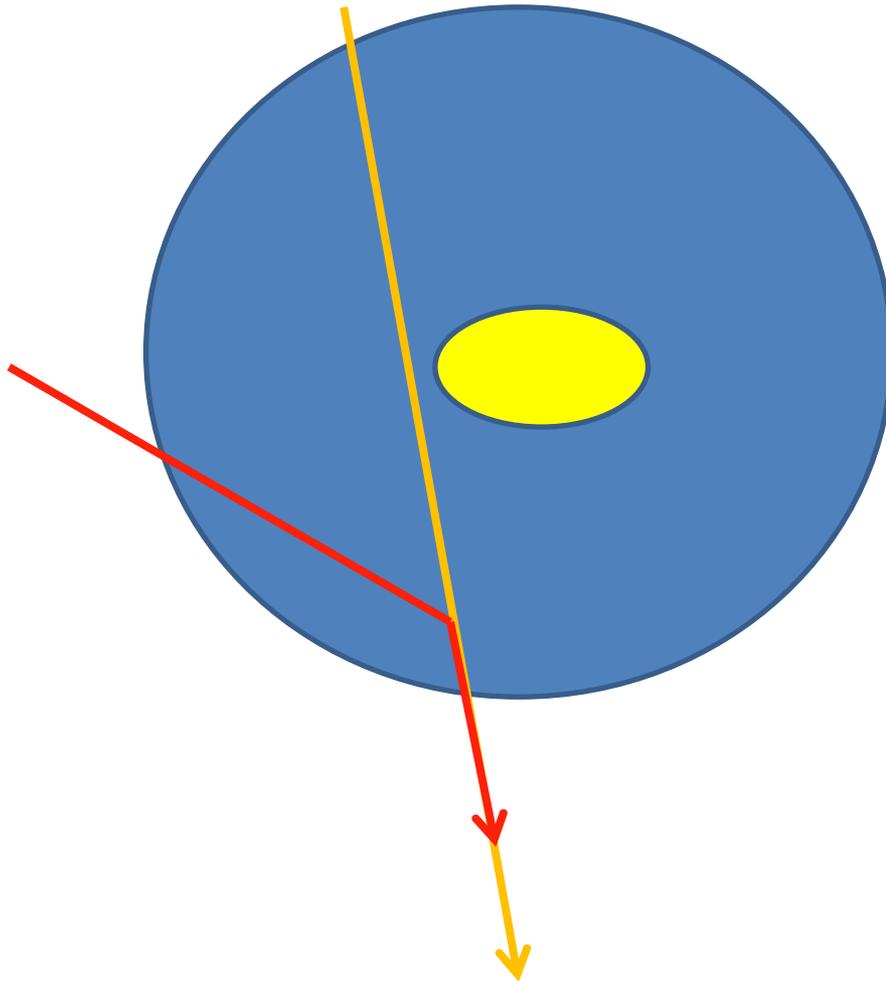
Scattering à la Lewis

- Modello dummy di singolo scattering:
 - Se theta entro ± 2 sigma di Moliere \rightarrow Gaussiana
 - Se oltre \rightarrow Scattering Rutherford
- Generazione molto più lenta \rightarrow meno muoni e meno punti (su mio portatile, 12 h)
- Non vale la pena andare troppo per il sottile, visto la grossolanità delle assunzioni. Lo rifacciamo con G4...
- Effetto di convergenza (@40 μ rad) più importante (> 10 mrad)

Risultati



Code = Fondi ?



Conclusioni

- Si possono studiare gli effetti dello scattering nella roccia andando a guardare solo gli ultimi 20-25 m di spessore.
- I 10 mrad sembrano poco realistici, a meno di tagliare molto alti in energia (e perdere decisamente statistica !)
- Se vogliamo avere risoluzione di alcune decine di mrad dovremo tagliare i muoni di energia inferiore a qualche GeV (direi: 2- 5). Questo dovrebbe anche ridurre sensibilmente i fondi dovuti alle code di singolo scattering.
- Si può pensare di usare lo scattering multiplo nel Pb per tagliare i muoni più soffici (NB la risoluzione spaziale del rivelatore in NA62 è 1.8 mm) → Vedi talk Fabrizia