

## QUALE VIA PER OTTIMIZZARE L'APPARATO?

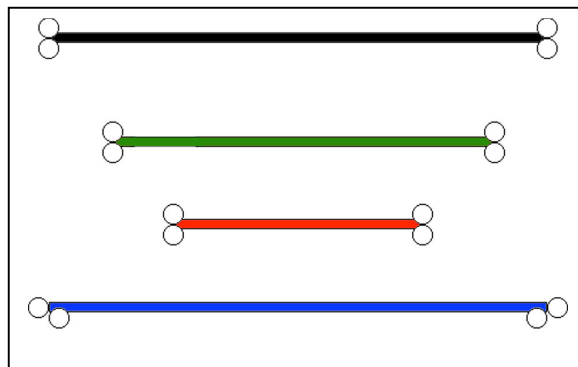
V.Valente maggio 2004

Dopo il meeting di Genova ritengo opportuno ritornare sulla questione della ottimizzazione della struttura dell'apparato e sui metodi attraverso i quali sia possibile avere indicazioni attendibili.

Ho continuato ad usare la simulazione di OPNEMO fidando sulla sostanziale, anche se ancora approssimata, concordanza con quella di KM3.

Ho simulato tre apparati,, tutti con 4096 PMT in 64 torri con passo 200 m:

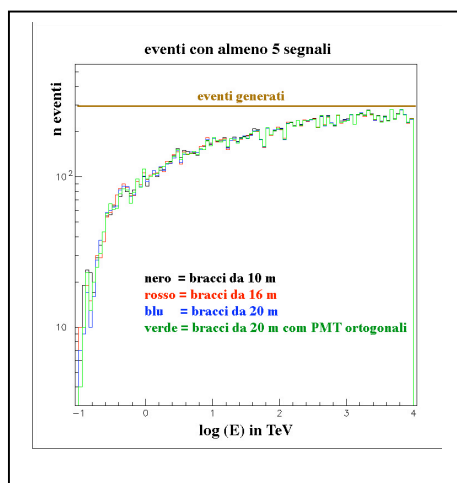
1. bracci di 20 m, distanza fra piani 40 m, PMT up/down, nero nelle figure;
2. bracci di 16 m, distanza fra piani 40 m, PMT up/down, verde nelle figure;
3. bracci di 10 m, distanza fra piani 40 m, PMT up/down, rosso nelle figure;
4. bracci di 20 m, distanza fra piani 40 m, PMT ext/down, blu nelle figure.



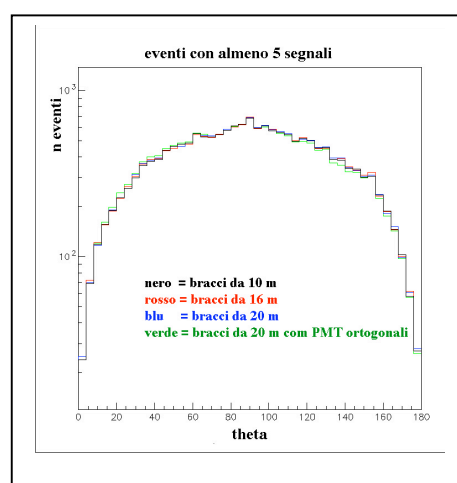
A partire da una box distante 200 m dalla superficie esterna dell'apparato sono stati generati per ciascuna struttura lo stesso numero di muoni, piatti in logE fra 100 GeV e 10000 TeV e uniformi in  $\cos\theta$ .

### Per il momento i risultati sono dedotti senza inclusione del fondo

Consideriamo solo eventi che abbiano in partenza almeno 5 segnali, il minimo per poter in seguito eseguire un fit.

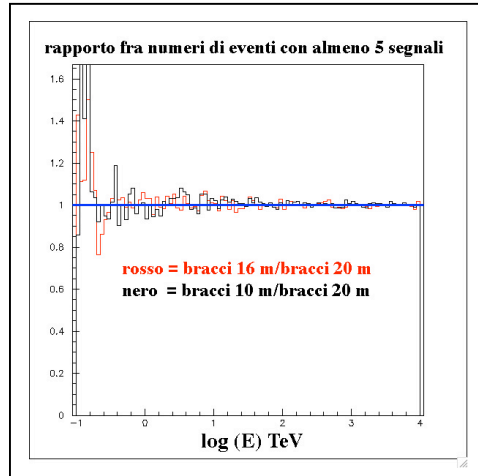


Distribuzione in energia degli eventi con almeno 5 segnali.



Distribuzione in  $\theta$  degli eventi con almeno 5 segnali.

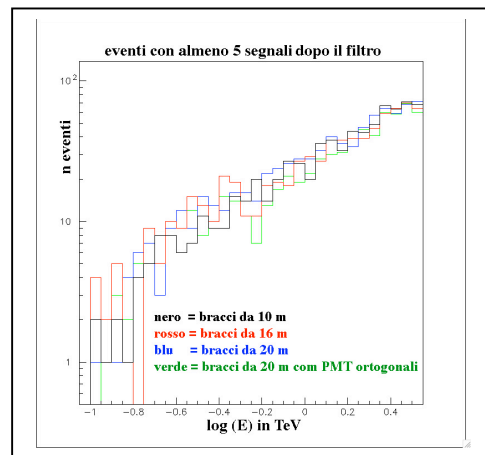
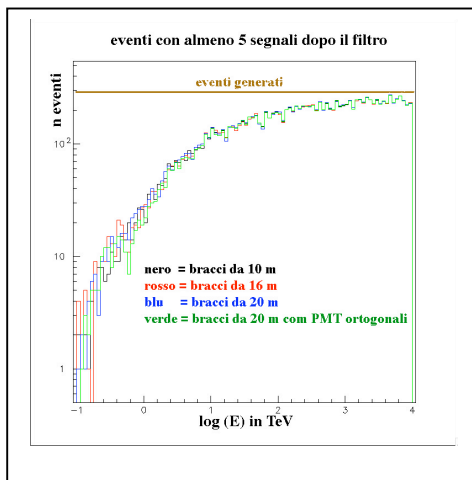
Nelle distribuzioni angolari e' visibile un piccolo effetto di asimmetria alto/basso nel caso di apparato con PMT ortogonali. Per quanto riguarda l'efficienza in funzione dell'energia sembra che gli apparati con bracci di lunghezza minore abbiano una maggiore efficienza alle energie più basse (effetto visibile anche con la bassa statistica disponibile).



Le distribuzioni in numero di segnali risultano identiche nei 4 apparati. Agli eventi con almeno 5 segnali e' stato successivamente imposto un **trigger** che richiede che almeno un segnale abbia ampiezza uguale o superiore a 3 pe. Anche le distribuzioni in energia degli eventi che danno un trigger risultano sostanzialmente identiche nei 4 apparati.

**SI può AFFERMARE CHE A QUESTO LIVELLO GLI EVENTI RACCOLTI DAI 4 APPARATI SONO SOSTANZIALMENTE GLI STESSI: STESSO NUMERO DI EVENTI PER OGNI ENERGIA, STESSA DISTRIBUZIONE ANGOLARE, STESSO NUMERO DI SEGNALI, STESSO CARATTERISTICHE DI CARICA.**

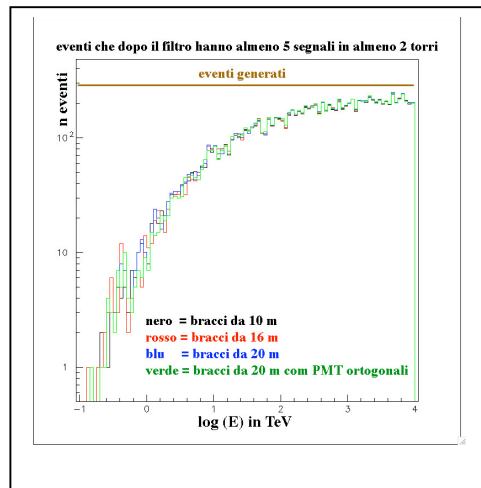
Proseguo applicando un filtro che servirà per tagliare gli eventi di fondo di  $^{40}\text{K}$ . Il **Filtro** adoperato e' quello indicato come 2 nella precedente nota "SUI FILTRI PER TAGLIARE I SEGNALI DI  $^{40}\text{K}$ - marzo 2004": un segnale deve appartenere ad un cluster di almeno 3, uno dei quali deve essere superiore a 1 pe.



Numero di eventi che dopo l'applicazione del filtro hanno ancora almeno 5 segnali.

**I 4 APPARATI CONTINUANO A COMPORTARSI IN MODO IDENTICO: HANNO LO STESSO NUMERO DI SEGNALI PRATICAMENTE NELLE STESSO POSIZIONI E, AVENDO LO STESSO NUMERO DI PMT AVRANNO LO STESSO FONDO. LE PROCEDURE DI FIT, QUALUNQUE ESSE SIANO, NON POTRANNO CHE DARE GLI STESSI RISULTATI.**

**Prefit:** per l'utilizzo del Prefit descritto nelle precedenti note e' necessario che i segnali rimasti dopo il filtro interessino almeno 2 torri.



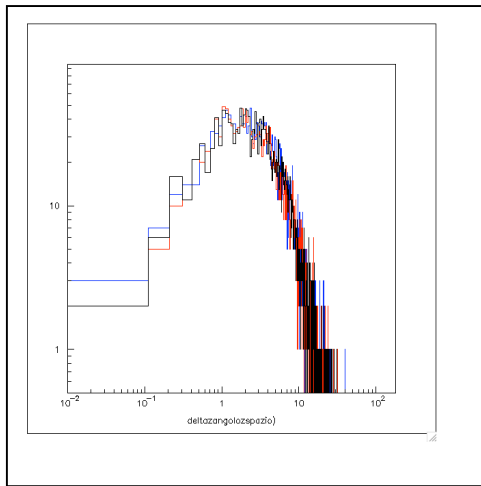
Numero di eventi che dopo l'applicazione del filtro hanno ancora almeno 5 segnali in almeno 2 torri.

Operazione recupero: agli eventi che per effetto del filtraggio resteranno con segnali in una sola torre sarà possibile riapplicare il criterio di filtro con parametri attenuati (essenzialmente il numero minimo di segnali nel cluster, perché il taglio sulla ampiezza influenza in maniera preponderante i segnali di fondo) per recuperarne una frazione.

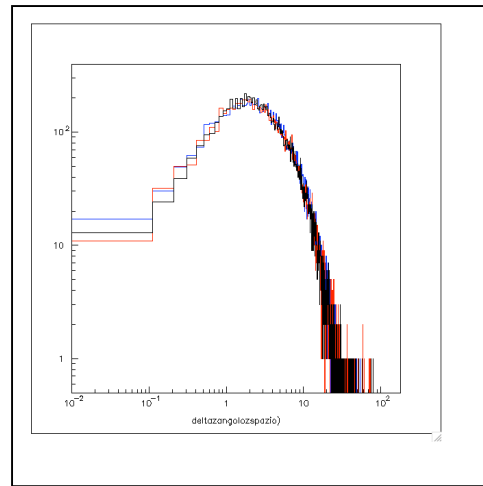
Una valutazione dell'entità' del recupero e' in corso: si può anticipare che solo una piccola parte di essi viene recuperata.

Operato il Prefit, vengono mostrate nelle figure seguenti le distribuzioni dell'errore in angolo (nello spazio) separatamente per ogni decade di energia.

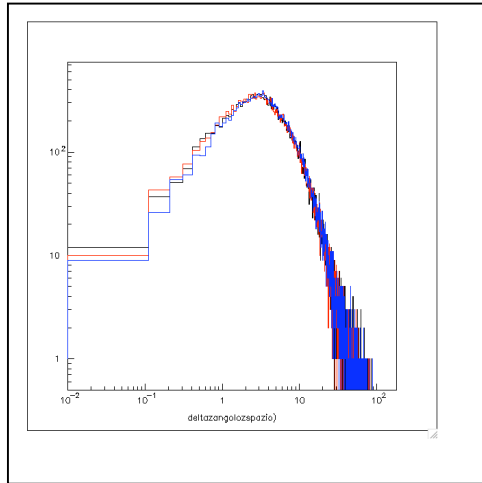
**COME ERA PREVEDIBILE ANCHE QUESTE NON RIVELANO ALCUNA DIFFERENZA FRA GLI APPARATI.**



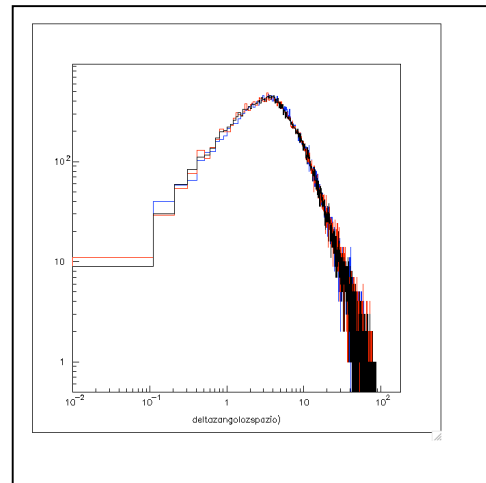
Errore in angolo nello spazio del PREFIT.  
100 GeV – 1 TeV



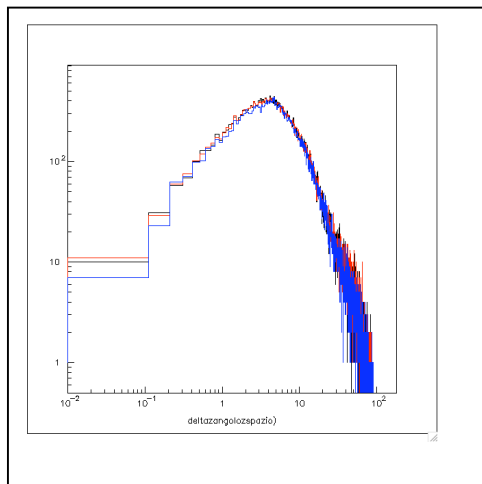
1 TeV – 10 TeV



10 TeV – 100 TeV

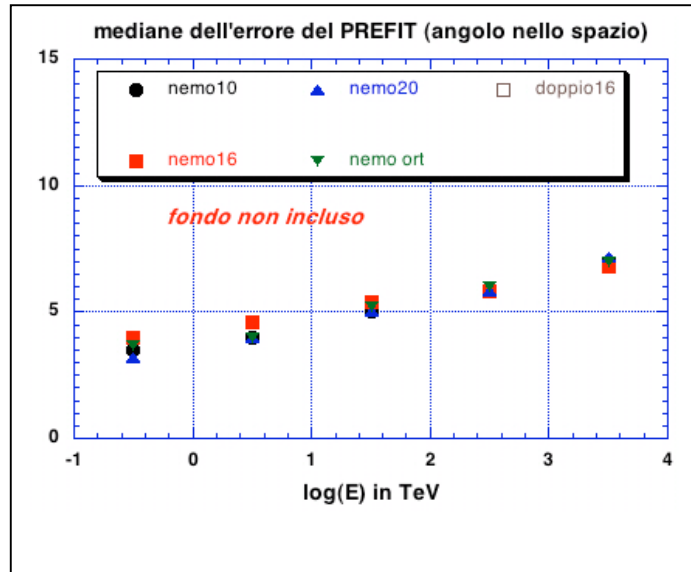


100 TeV – 1000 TeV



1000TeV-10000TeV

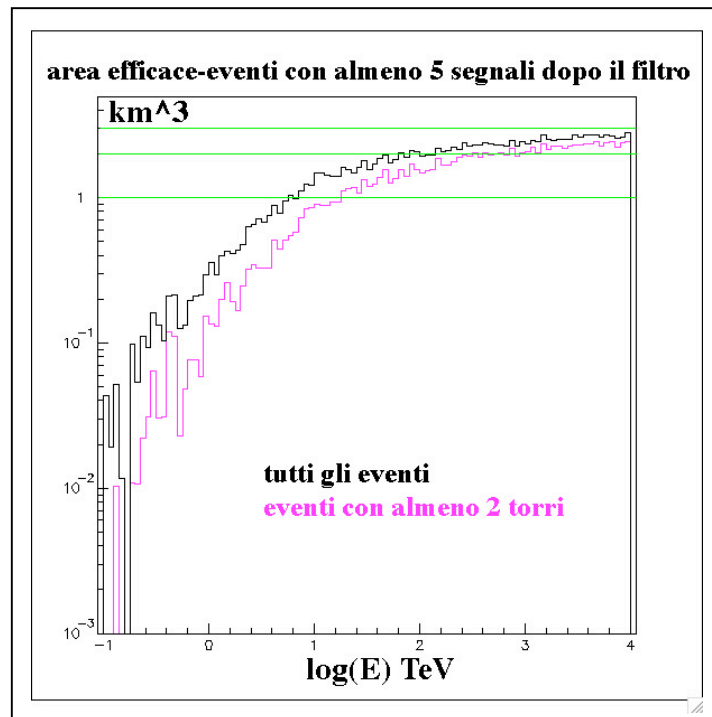
Dalle figure precedenti si ricavano i valori delle mediane riportate di seguito.



In figura e' riportato anche il risultato relativo all'apparato con 6 PMT per braccio descritto nel seguito.

L'apparente anomalia dell'andamento: "l'errore aumenta con l'energia", si spiega in base al fatto che il prefit utilizza solo le coordinate dei due PMT con interdistanza maggiore: i cluster ai quali essi appartengono hanno dimensione geometrica crescente con l'energia. Non facendo nessun tentativo di baricentratura nel cluster lo spread di un singolo PMT cresce con la dimensione.

Calcoliamo ora l'area efficace che corrisponde alle operazioni descritte. Viene riportata solo la curva relativa ai bracci di 16m :i risultati dei 4 apparati sono del tutto sovrapponibili.

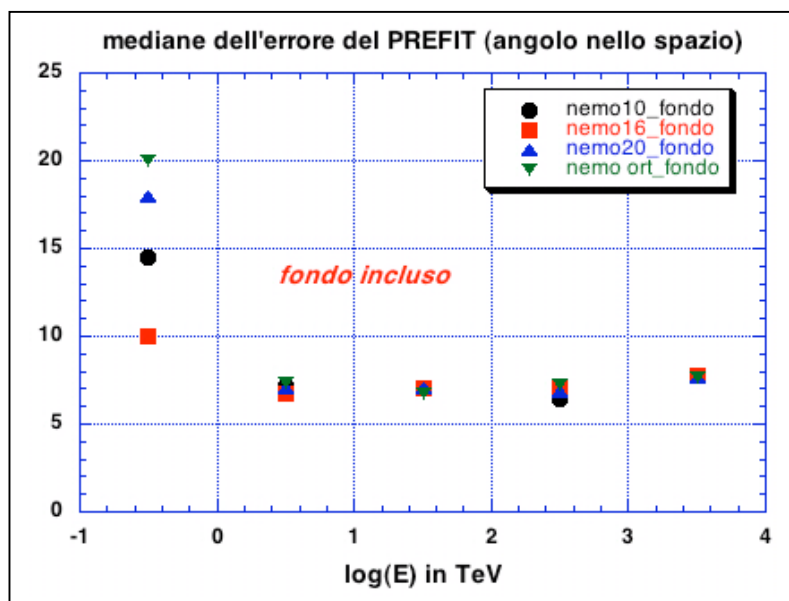


Area efficace a) eventi con almeno 5 segnali dopo il filtraggio, b) eventi che dopo il filtraggio interessano almeno 2 torri ed ai quali e' possibile applicare il prefit.

### Introduzione del fondo

A questo punto viene introdotto il fondo, nella misura di 44 kHz di frequenza singola per PMT, e viene iterato il processo di analisi.

Le nuove mediane dell'errore in angolo sono riportate nella figura seguente.



**LA CANCELLAZIONE DEI SEGNALE CASUALI EFFETTUATA DAL FILTRO E' TALMENTE EFFICACE CHE I RISULTATI DEL PREFIT (MEDIANE) ANCHE IN PRESENZA DEL FONDO CAMBIAMO DI POCO RISPETTO AL CALCOLO FATTO IN SUA ASSENZA, TRANNE CHE AD ENERGIE INFERIORI AL TEV.**

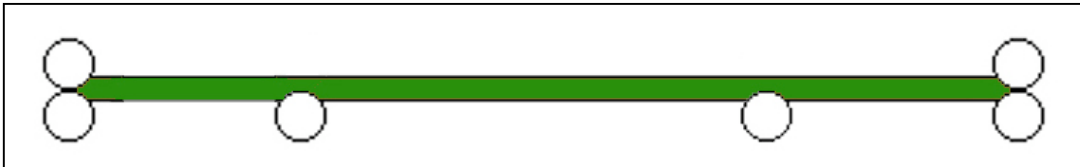
Il peggioramento alle energie minori e' dovuto al fatto che i segnali di traccia sono veramente pochi e capita sovente che un cluster definito dal filtro contenga anche segnali di fondo e che tale cluster venga utilizzato nel prefit.

**GLI APPARATI FIN QUI CONSIDERATI HANNO UNA RIDOTTA AREA EFFICACE (MINORE DI 0.1 KM<sup>2</sup>) SOTTO QUALCHE TEV DI ENERGIA ED, NELLA STESSA ZONA, NON CONSENTONO UN BUON PREFIT A CAUSA DEL NOTEVOLE PESO DEI SEGNALE DI FONDO.**

**E' possibile migliorare le prestazioni dell'apparato per le energie inferiori al TeV senza alterare la distanza fra le torri ed il loro numero?**

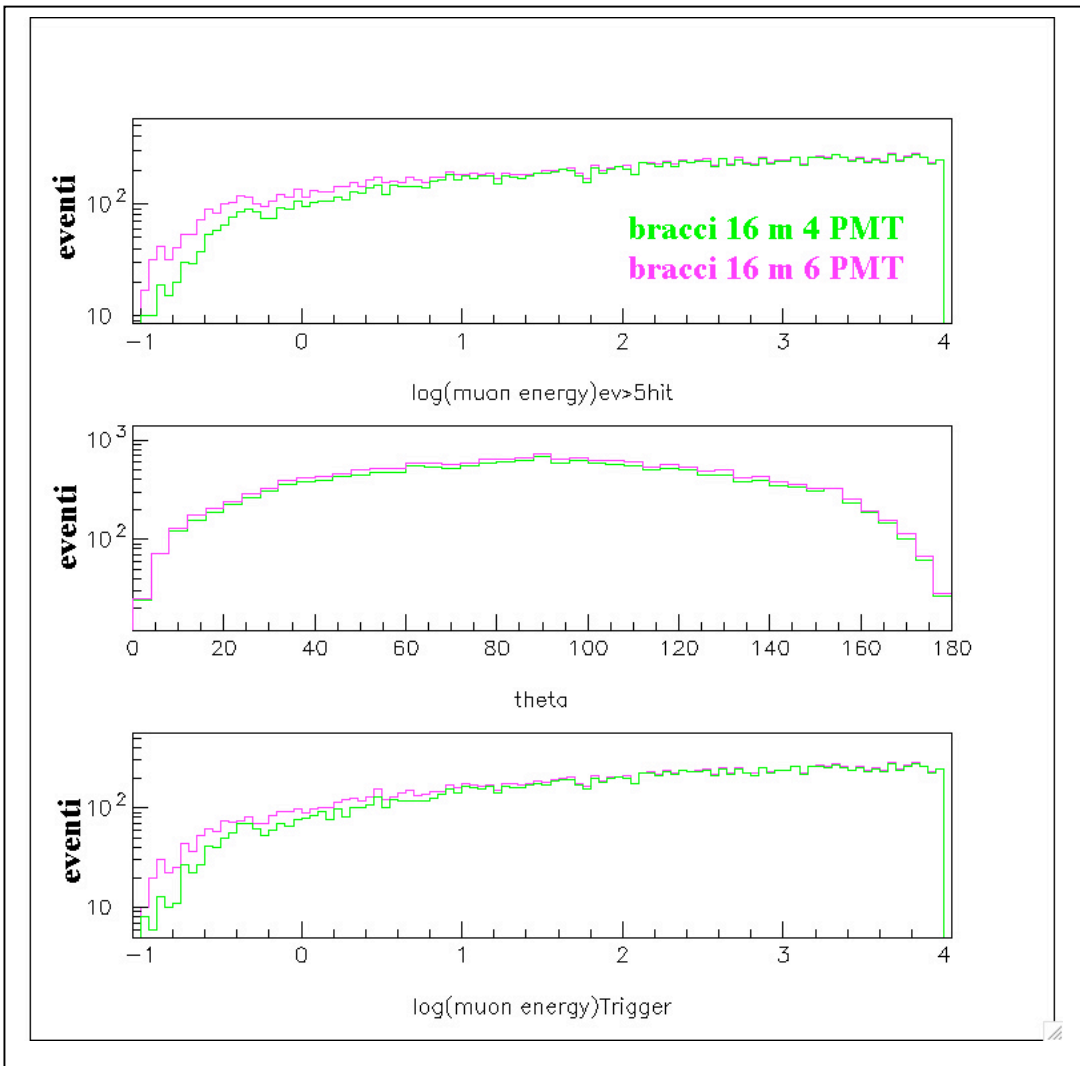
Ho analizzato il caso di un apparato che sui bracci da 16 m monti 2 ulteriori PMT, a metà della semilunghezza del braccio e rivolti verso il basso. Gli altri parametri dell'apparato restano immutati.

Il numero dei PMT sale così a 6144.

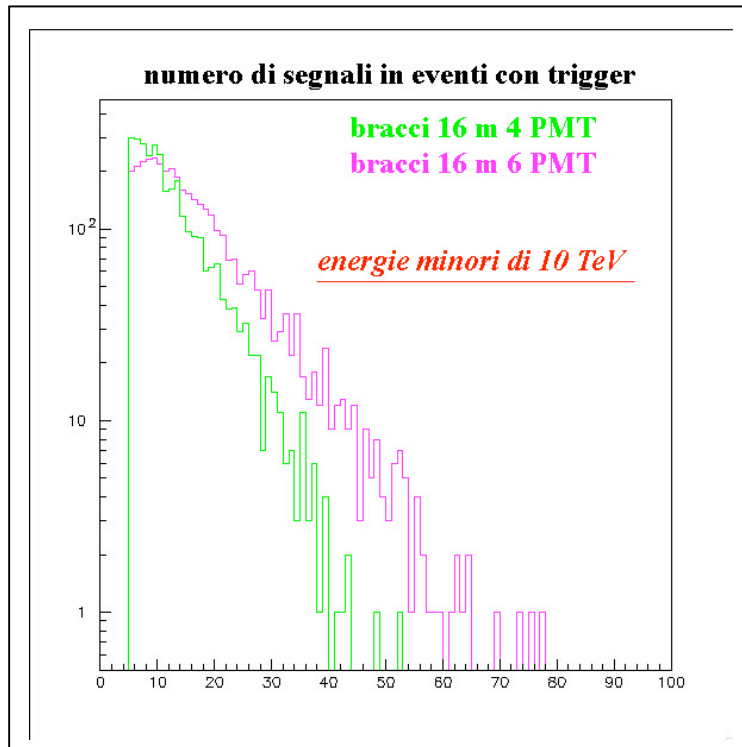


Ho effettuato il calcolo lasciando invariati il criterio di prima selezione (almeno 5 segnali) ed il trigger (almeno un segnale con ampiezza maggiore o uguale a 3 pe).

Nel seguito e' mostrato il confronto con l'apparato con la stessa lunghezza di braccio ma 4 PMT.



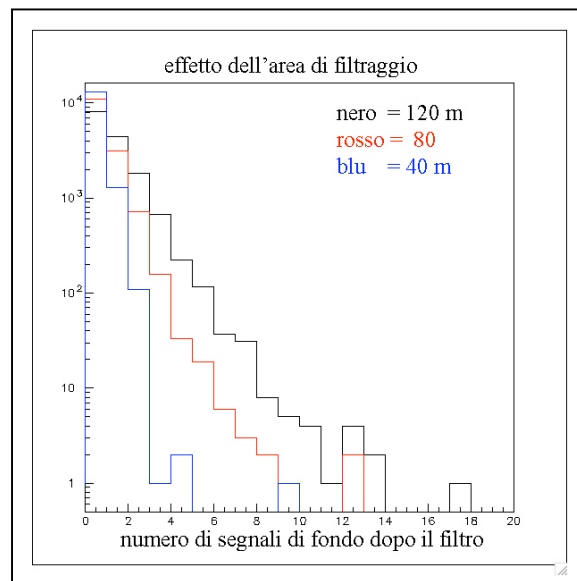
Eventi con almeno 5 segnali.



Il nuovo apparato potendo avere un maggior numero di segnali nella stessa regione di spazio risulta più efficiente nella regione di energia in cui il taglio a 5 riduceva il numero di eventi.

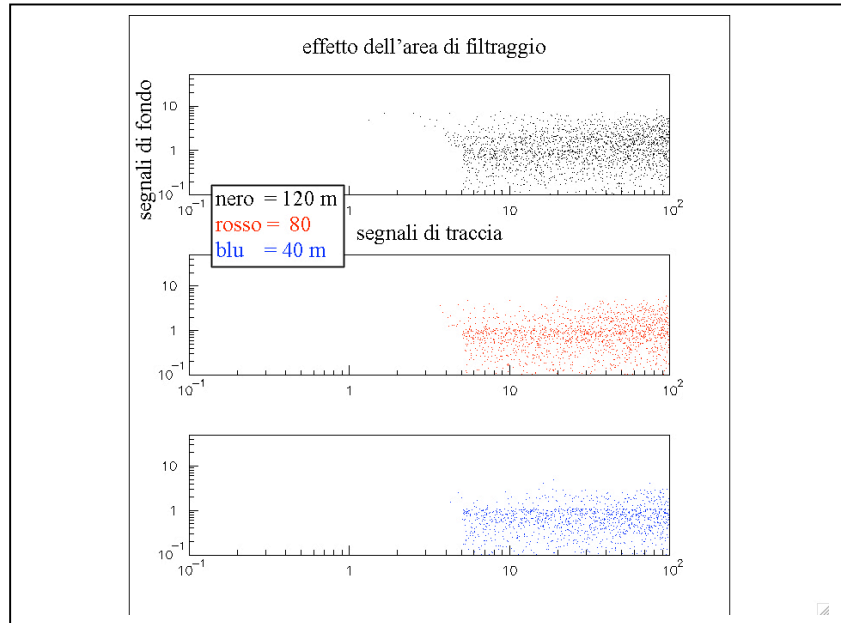
Come era da aspettarsi l'accresciuto numero di PMT aumenta, assieme a quelli di traccia, anche i segnali di fondo; per tener conto di questo aumento nel filtro la dimensione del cluster da 3 a 4 segnali.

Per aumentare ulteriormente l'efficacia del filtro e' opportuno ottimizzare la dimensione della zona entro cui cercare la clusterizzazione: i PMT sono ora in media più vicini fra loro. Il risultato di tale ricerca e' mostrato nelle figure seguenti.



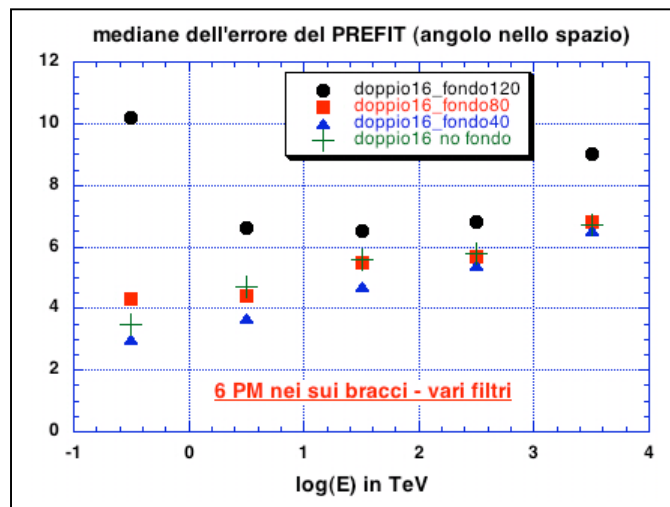
Distribuzioni del numero dei residui segnali di fondo dopo il filtro per diversi diametri della zona di filtraggio.





Relazione fra segnali di fondo e segnali di traccia dopo il filtro per diversi diametri della zona di filtraggio.

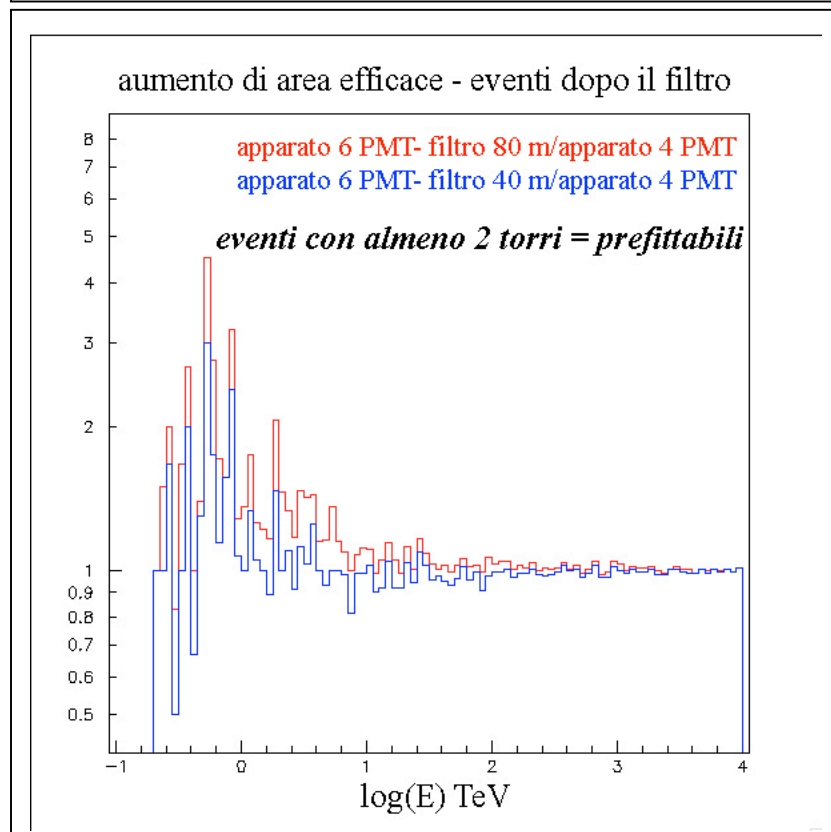
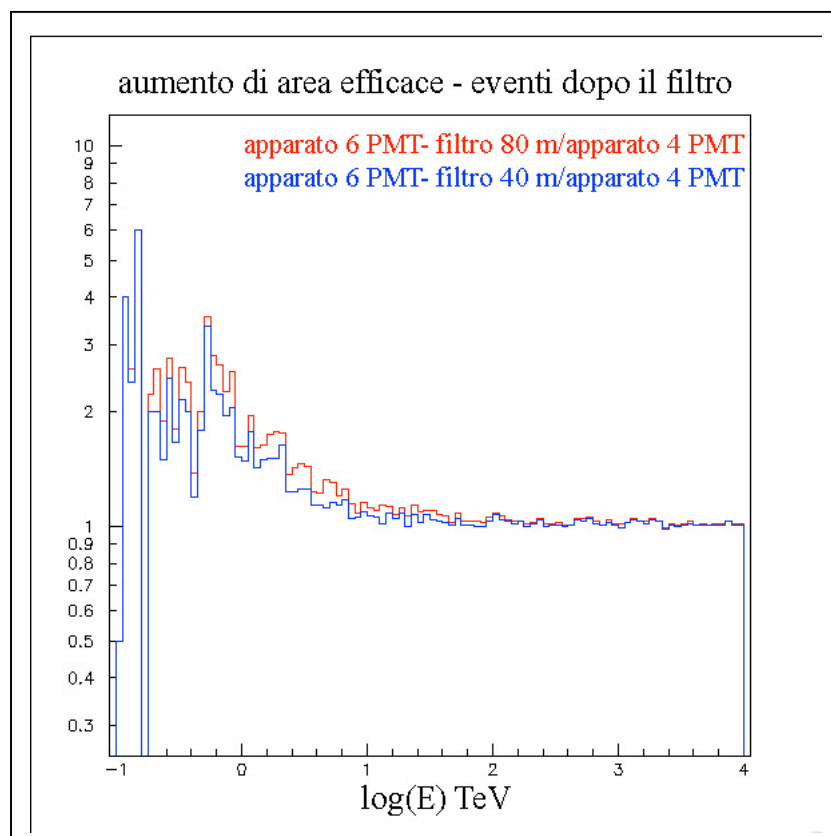
Per confermare la scelta della dimensione della zona di filtraggio, e' opportuno confrontare i corrispondenti risultati sulla precisione del Prefit.



Come si vede, la riduzione della dimensione della zona di filtraggio porta la precisione del Prefit agli stessi valori di quelli ottenuti senza fondo anche alle energie più basse.

**Resta da vedere se il nuovo filtraggio ha conservato l'aumento di area efficace per le tracce a bassa energia che l'aumento dei PMT poteva aver prodotto.**

Nelle figure della pagina seguente e' mostrato il rapporto fra le aree efficaci dell'apparato a 6 PMT per braccio e quelle dell'apparato con bracci della stessa lunghezza ma con 4 PMT: sia per quanto concerne tutti gli eventi dopo il filtraggio che per quelli che, avendo almeno 2 torri, sono prefittabili col mio metodo.



## CONCLUSIONI

L'AUMENTO DEL 50% DEL NUMERO DEI PMT A PARITA' DI LUNGHEZZA DEI BRACCI PORTA AD UN SENSIBILE AUMENTO DELL'AREA EFFICACE DELL'APPARATO PER ENERGIE SOTTO I 10 TEV PRODUCENDO DOPO IL FILTRAGGIO EVENTI QUASI DEL TUTTO ESSENTI DA FONDO

SE CI LIMITIAMO AI SOLI EVENTI CHE RESTANO CON SEGNALI IN ALMENO 2 TORRI, L'AUMENTO DI AREA EFFICACE E' MENO VISTOSO, MA IL PREFIT RAGGIUNGE UNA PRECISIONE PARAGONABILE A QUELLA OTTENIBILE IN ASSENZA DI FONDO.

UNA PARTE DEGLI EVENTI CON SEGNALI IN UNA SOLA TORRE POTRA' ESSERE RECUPERATA ATTENUANDO IL FILTRO: LAVORO IN CORSO.

TUTTI I RAGIONAMENTI ESPOSTI IN QUESTA NOTA VANNO COMPLETATI E CONFERMATI CON LA SCRITTURA E L'USO DI UN APPOSITO PROGRAMMA DI FIT CHE USI LA COMPLETA INFORMAZIONE SPAZIO-TEMPORALE.



E' MIA OPINIONE CHE BISOGNA EVITARE CHE LA RELAZIONE FRA PRECISIONE GEOMETRICA, AREA EFFICACE E DETTAGLIO DELL'APPARATO (NUMERO E ORIENTAZIONE DEI PMT, LUNGHEZZA DEI BRACCI, TORRI IN più, ECC...) DERIVI SOLO DA UN PROCEDIMENTO DI FIT CHE MESCOLI SEGNALI DI TRACCIA E SEGNALI DI FONDO.

- ❖ I SEGNALI DI FONDO VANNO RIDOTTI O ELIMINATI SENZA USARE UNA PROCEDURA DI FIT O DI PREFIT
- ❖ LA BONTA' DELLA RICOSTRUZIONE GEOMETRICA DEVE DIPENDERE DAI PARAMETRI "FISICI": NUMERO TOTALE DI SEGNALI UTILIZZATI, NUMERO E DISTANZE DELLE TORRI INTE-

**RESSATE, ANGOLO DELLA TRACCIA, ECC. E NON DA CRITERI  
DI ANALISI STATISTICA**

- ❖ LA PRECISIONE DEL FIT VA STUDIATA IN FUNZIONE DI TALI  
GRANDEZZE**
- ❖ UNA EVENTUALE RELAZIONE FRA PRECISIONE DEL FIT E  
BONTA' STATISTICA DELLO STESSO E' TUTTA DA PROVARE**