

TRIGGER, FILTRI ED ENERGIE MINORI

V.V. – Dicembre 2002

Nel seguito saranno discussi alcuni aspetti relativi alle efficienze di trigger e di filtraggio per gli eventi contenuti nella decade di energia 1-10 TeV.

Premettiamo alcune considerazioni del tutto generali e, forse, ovvie.

1. Se il sistema di acquisizione ed immagazzinamento dati e' quello delineato nelle mie note precedenti (si rileva un trigger predefinito in una torre ed, a partire da questo, si conservano tutti i segnali dell'apparato contenuti in opportune finestre temporali), qualunque sia il trigger ed indipendentemente (o quasi) dalla energia di una traccia eventualmente contenuta, si conserva un numero medio fisso di segnali di fondo. Tale numero e' dell'ordine di 600 e, quindi, sempre molto maggiore del numero di segnali generato da una traccia.
2. Il limite all'efficienza di raccolta delle tracce e' posto dalla necessita' di raccogliere almeno 5 loro segnali per poter procedere alla ricostruzione.
3. Un trigger va costruito anche in modo da tener bassa la frequenza di quelli casuali generati dal fondo.
4. Il sistema di filtraggio, cioe' di separazione al meglio dei segnali di traccia da quelli del fondo, e' una operazione off-line che si effettua dopo aver immagazzinato i dati e, quindi, puo' essere iterata ed adattata ad hoc in fase d'analisi.

Nella Figura 1 e' riportato, in funzione dell'energia, il rapporto fra il numero di tracce con almeno 5 segnali ed il numero di tracce con almeno un segnale: tale rapporto misura l'efficienza potenziale di essere ricostruite che hanno le tracce comunque "viste" dall'apparato. Al disotto di 10 TeV l'efficienza e' fra il 60% ed il 75%. Essendo fisse sia la soglia dei PM (1/4 di p.e.) che le propriet  di trasparenza dell'acqua, tale efficienza dipende solo dalla struttura spaziale dell'apparato.

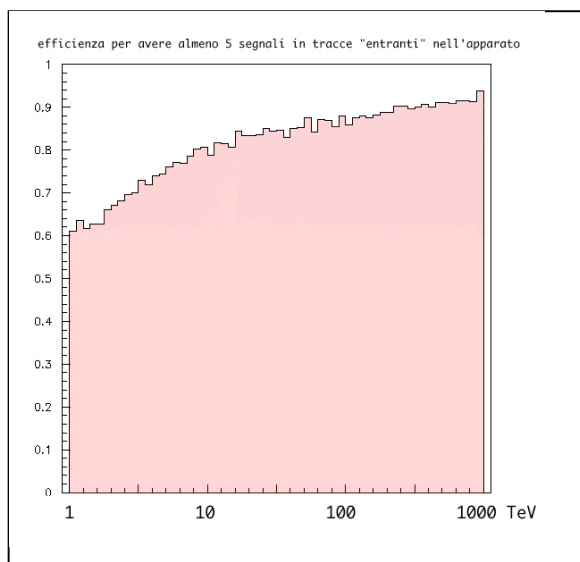


Figura 1 – Rapporto fra tracce con almeno 5 hit e tracce con almeno 1 hit.

La richiesta di una particolare configurazione spazio-temporale, cioe' un trigger, opera un taglio ulteriore sul numero di tracce.

Ribadisco quanto ripetutamente detto in precedenza: prima di aver dimostrato come si possa costruire un trigger on-line basato sui segnali di torri diverse o, addirittura, della possibilita' di operare senza alcun trigger di front-end, assumo che il trigger sia costruito all'interno di una torre con coincidenze temporali fra

segnali vicini abbastanza stringenti da eliminare il massimo numero di combinazioni casuali fra segnali di fondo.

Il trigger preso finora in esame e' definito dalla coincidenza fra i segnali di tre PM nello stesso piano (TG3) con la richiesta ulteriore che la somma dei tre segnali sia superiore a 6 p.e. L'efficienza di questo trigger rispetto alle tracce con almeno 5 hit e' riportata in Figura 2. La perdita di tracce al disotto di 10 TeV e' sensibile.

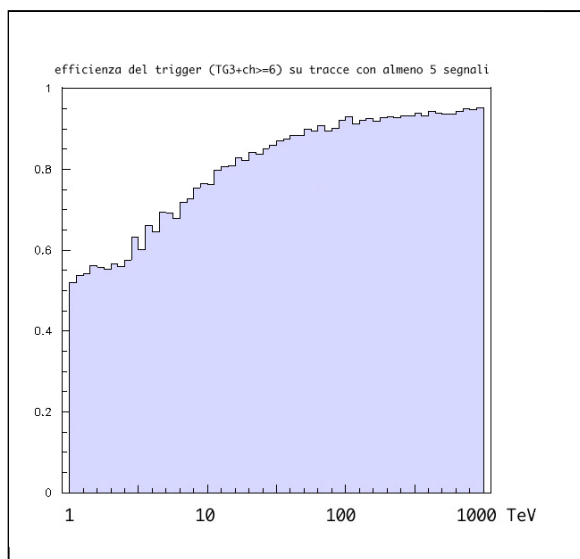
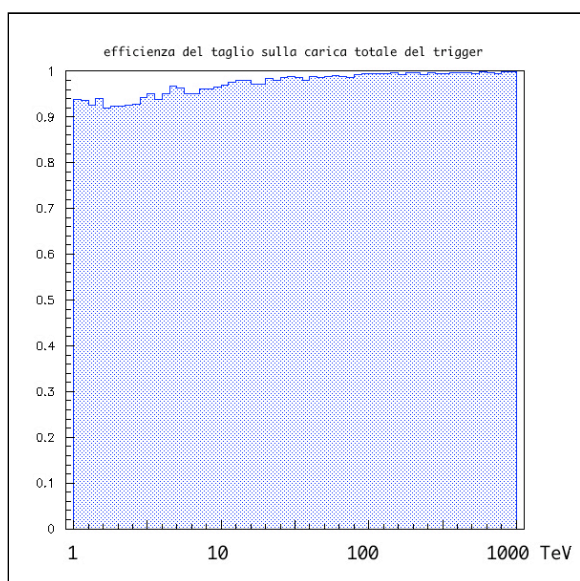


Figura 2 – Efficienza del trigger ($Tg3+ch \geq 6$) rispetto alle tracce con almeno 5 hit.

E' possibile verificare che la perdita di tracce alle energie minori non e' attribuibile al taglio in carica, vedi Figura 3, ma solo alla configurazione richiesta.



E' opportuno ricordare che la richiesta sulla carica riduce molto drasticamente il contributo dei trigger casuali (da 6000 a 12 in un campione ad alta statistica) a fronte di un taglio minimo sulle tracce vere.

Figura 3 – Rapporto fra numero di tracce che soddisfano al trigger ($Tg3+ch \geq 6$) e di quelle con il solo trigger TG3.

Per tentare un recupero alle energie minori ho costruito un trigger che richiede 2 segnali in un piano ed altri due in uno dei piani contigui, senza stringenti relazioni temporali; nessuna richiesta viene fatta sulla posizione dei PM nei rispettivi piani o sulla carica dei loro segnali.

Nella Figura 4 sono riportati i numeri di tracce raccolte dal trigger TG3 (senza taglio di carica) e dal nuovo trigger 2+2 nell'intervallo di energia 1-10 TeV. Vengono anche mostrate le distribuzioni angolari delle tracce che i due trigger definiscono: queste differiscono alquanto nelle zone di angoli intermedi.

L'aumento di tracce raccolte con l'aggiunta del nuovo trigger e' di poco superiore al 10% di quelle del TG3, ma l'aumento dei trigger casuali (ancora da valutare con buona statistica) e' notevole.

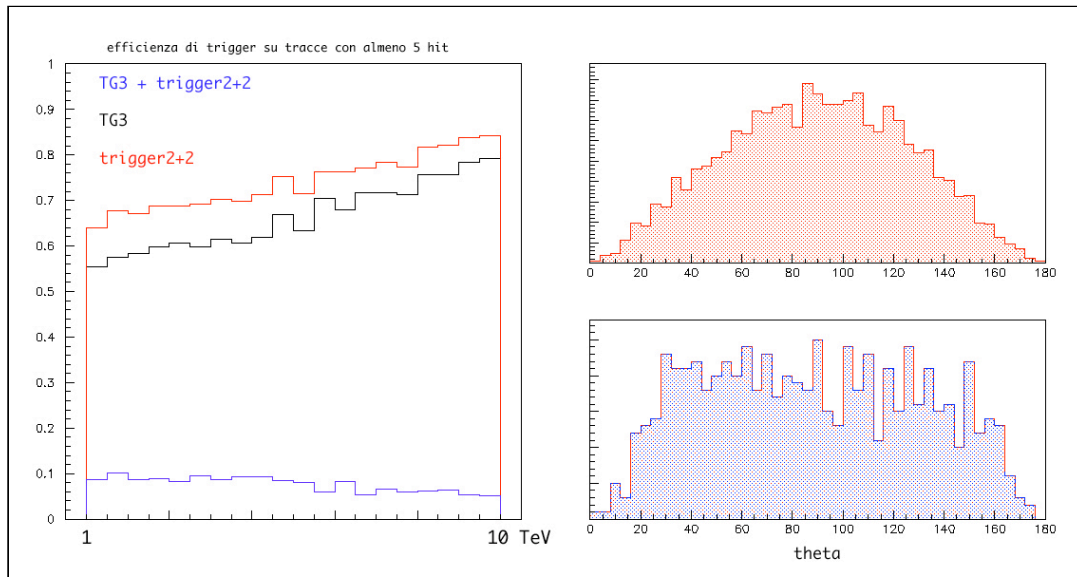


Figura 4 – Confronto fra i trigger TG3 e “2+2”: numero di tracce raccolte e distribuzioni angolari.

Un ulteriore aumento dell'efficienza di trigger potrebbe venire, sempre che si resti nella filosofia del trigger locale di torre, da una richiesta del tipo “2+1”, cioè due segnali comunque in un piano ed almeno uno in un piano adiacente. Questo trigger dovrebbe, però, essere invaso dai trigger casuali.

Si potrebbe pensare di utilizzare i valori di carica dei singoli segnali in trigger a bassa selezione, del tipo sopra descritto, per discriminare i trigger casuali generati dal fondo. Questa soluzione e' esclusa dalla constatazione che i segnali di traccia nella regione di energia 1-10 TeV sono bassi e non separabili da quelli del ^{40}K , Figura 5.

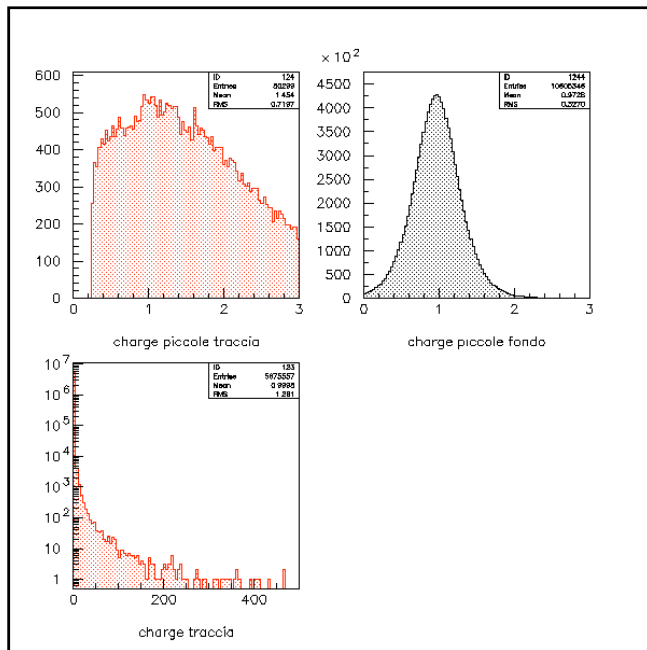


Figura 5 – Confronto fra i segnali prodotti da tracce di energia fra 1 e 10 TeV ed i segnali prodotti dal ^{40}K .

In conclusione, mi sembra che con la struttura fisica dell'apparato (numero di PM e distanze fra le torri) e con quella che ritengo l'unica filosofia di trigger attuabile (combinazione locale di segnali con minimizzazione dei trigger casuali) l'efficienza di raccolta delle tracce di energia "bassa", inferiore cioè a 10 TeV, possa al più aumentare del 10% rispetto a quella derivante dalla condizione di trigger TG3.

Passiamo a qualche approfondimento in tema di filtri.

Come già detto, l'operazione di filtraggio dei segnali da usare nella ricostruzione geometrica di una traccia viene fatta off-line, dopo aver immagazzinato tutti i dati relativi ad un gruppo di segnali, "evento", che si presume possa contenere una traccia.

L'operazione può essere fatta a passi successivi, con metodologie via via più sofisticate, per estrarre il massimo numero di tracce vere.

Il primo passo può essere quello già descritto di selezionare i segnali "clusterizzati", tali, cioè, da essere temporalmente ben collegati ad un numero minimo di altri segnali nella stessa zona geometrica. Evidentemente, dopo la selezione devono restare almeno i segnali necessari ad innescare una procedura di fit. L'indicatore di cluster definito finora è IBON, il numero di segnali nel cluster è IBON+1.

Come detto nella nota precedente, ho scelto una zona spaziale entro cui cercare le correlazioni della dimensione di 150 metri intorno al PM in esame.

Nelle figure seguenti sono mostrati gli effetti di una selezione basata su valori diversi di IBON, separatamente per le due zone di energia: 10-1000 TeV e 1-10 TeV.

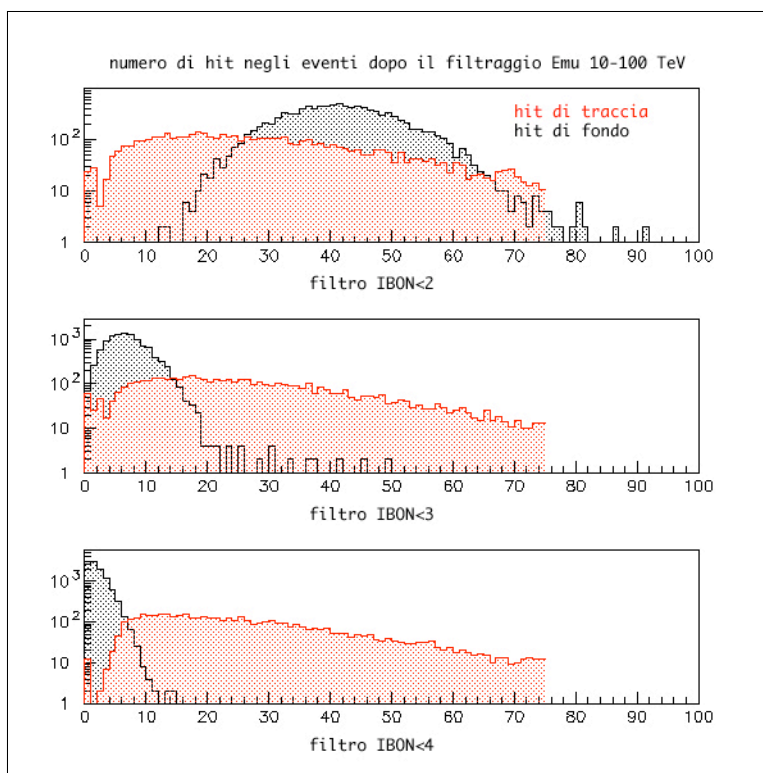


Figura 6 – Distribuzioni dei numeri di segnali di traccia e di fondo in eventi cui è stato applicato il criterio di clusterizzazione con valori diversi di IBON e, dopo questo, richiesto un numero residuo di segnali superiore a 5. È evidente che la procedura con IBON=2 non taglia a sufficienza i segnali di fondo.

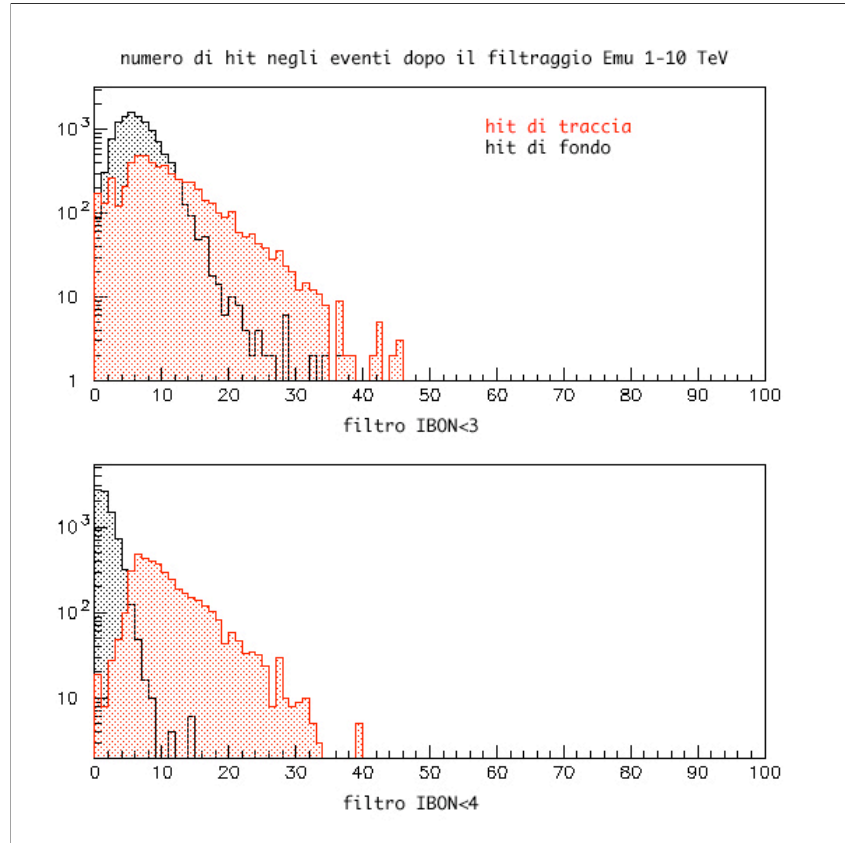


Figura 7 – Come la Figura 6 per la zona di energia 1-10 TeV. Il caso con IBON=2 e' stato escluso.

La pulizia effettuata dalla richiesta di clusterizzazione dei segnali risulta molto evidente nelle Figure 8 e 9, nelle quali per ogni evento e' mostrata la relazione fra numero di segnali di traccia e numero di segnali di fondo.

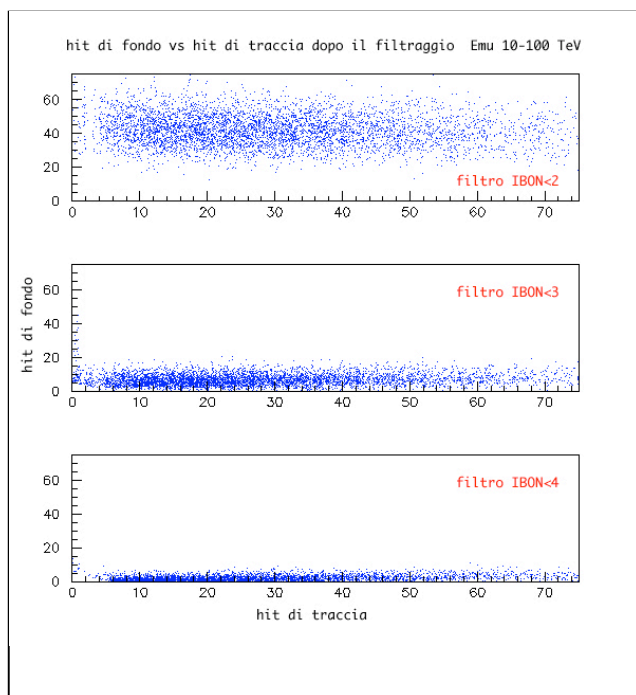


Figura 8 – Numero di segnali di fondo vs numero di segnali di traccia in eventi cui e' stata applicata la selezione dei segnali basata su valori diversi di IBON. Ad ogni evento e' stato richiesto un numero di segnali residui superiore a 5.

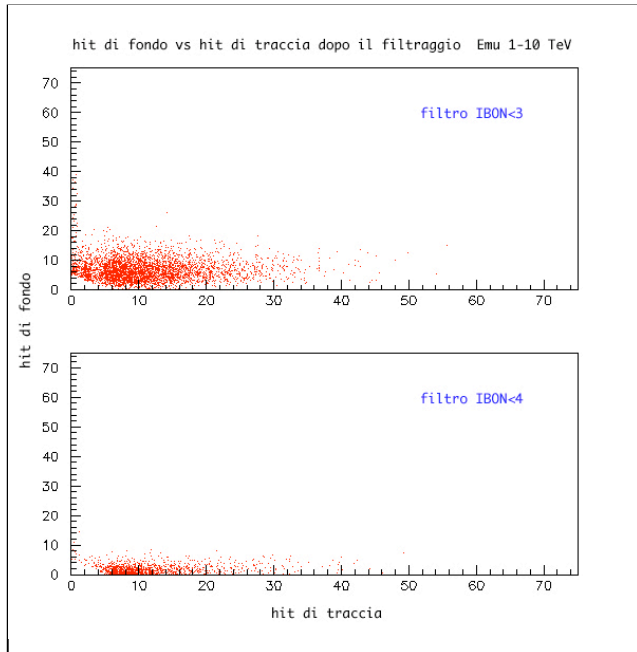


Figura 9 – Come la Figura 8 per la zona di energia 1-10 TeV. Anche qui e' stato escluso il caso di IBON=2.

Nella Figura 10, infine, e' riportata l'efficienza di filtraggio rispetto agli eventi che hanno superato il trigger TG3+(charge>=6) per tutta la regione di energia esaminata.

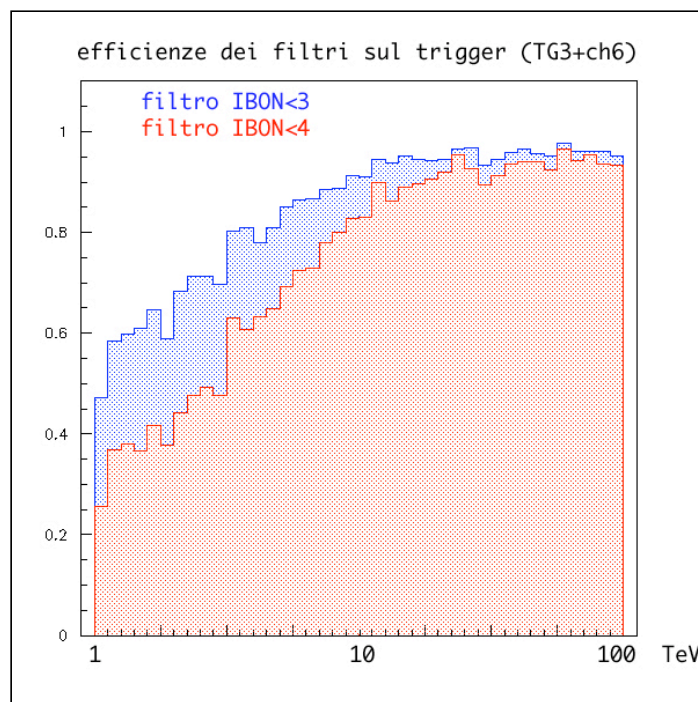


Figura 10 – Efficienza del criterio di filtraggio con IBON rispetto alle tracce che superano il trigger.

In conclusione, il sistema di filtraggio descritto permette di selezionare un campione di eventi molto puliti cui applicare la procedura di fit con prevedibile alta efficienza. Alle energie minori, già molto tagliate dal trigger, il filtraggio effettua un ulteriore drastico taglio; si può, comunque, pensare di costruire procedure di ripescaggio basate su criteri meno semplici che portino a recuperare, almeno in parte, gli eventi che non sono sopravvissuti al primo crivello.