

Michele Treccani

Università degli Studi Ferrara

Simulazioni MonteCarlo del processo $t\bar{t} + N \text{ jet}$ ai collider adronici

in collaborazione con:
M.L. Mangano,
M. Moretti, F.Piccinini.

MCWS

Frascati, 23 Maggio 2006

Sommario

- Produzione $t\bar{t}+n$ jet ai collider adronici
- Prescrizione di matching in ALPGEN (procedura mlm)
- Analisi della stabilità della prescrizione : $t\bar{t}+3$ jet
- Confronto tra ALPGEN e MC@NLO: $t\bar{t}+1$ jet
 - Osservabili inclusive
 - Osservabili legate alla radiazione

I processi con molti jet nello stato finale possono essere simulati con 2 tecniche differenti:

- I strategia: generare il processo partonico più semplice possibile, generando gli ulteriori partoni esclusivamente con il Parton Shower.
 - risomma i termini soffici e collineari
 - problemi con emissioni a grande angolo
- II strategia: generare attraverso Elementi di Matrice esatta l'evento con molti partoni in stato finale, e successivamente applicare il PS.
 - migliora il comportamento a grande angolo
 - problemi con il double counting

the MLM procedure

- prescrizione per utilizzare Matrix Element + Parton Shower, che applica un veto ad eventi doppi
- non prevede nessuna modifica, né di PS, né di ME (modulo un reweighting di α_s)
- indipendente dal particolare PS
- per un confronto critico con altre tecniche di matching, si veda:
S. Hoche, F. Krauss, N. Lavesson, L. Lonnblad, M. Mangano, A. Schalicke and S. Schumann,
“Matching parton showers and matrix elements [hep- ph/0602031]
- attualmente implementata in ALPGEN(2.05)
M. L. Mangano, M. Moretti, F. Piccinini, R. Pittau and A. D. Polosa, JHEP **0307** (2003) 001
[hep- ph/0206293]

Il veto rimuove il double counting a livello double- log (soffice e collineare) e single- log(collineare) eliminando gli eventi ME descritti anche (meglio) da PS

Abbiamo 2 set di parametri che determinano la simulazione:

- P^t e ΔR che separano la regione ME da PS (parton level)
- E_{jet}^t e ΔR_{jet} che determinano il veto

in teoria indipendenti!

in pratica, si cerca la regione dei parametri che:

- sia stabile rispetto a variazioni dei parametri
- abbia un'alta efficienza di matching

Analisi della stabilità: variazioni dei parametri

Setup delle simulazioni

- produzione di coppie $t\bar{t}$ + 0,1,2,3 jet
- interfaccia con HERWIG
- simulazioni sia LHC che TeVatron
- contribuiscono ai jet solo particelle entro $-2.5 < \eta < 2.5$
- ricostruzione dei jet: GETJET cone- clustering algorithm
F. E. Paige and S. D. Protopopescu, in "Physics of the SSC", Snowmass, 1986, Colorado, edited by R. Donaldson and J. Marx
- **si mantiene il top non decaduto**
- **nessuna adronizzazione e underlying event**

eliminare le sistematiche comuni (adronizzazione, jet dal top, ...) per evidenziare le eventuali discrepanze

Stabilità della prescrizione mlm

strategia: variare i parametri di matching e/o di generazione

Matching	$\sigma_{tot}(pb)$	Matching = Generazione	$\sigma_{tot}(pb)$
$E_{min}^t = 20 GeV, \Delta R = 0.7$	468.2(7)	$E_{min}^t = 30 GeV, \Delta R = 0.7$	441.9(7)
$E_{min}^t = 30 GeV, \Delta R = 0.5$	443.7(7)	$E_{min}^t = 20 GeV, \Delta R = 0.5$	478.2(7)
$E_{min}^t = 20 GeV, \Delta R = 0.9$	474.5(7)	$E_{min}^t = 20 GeV, \Delta R = 0.7$	468.2(7)
$E_{min}^t = 30 GeV, \Delta R = 0.7$	464.7(7)	$E_{min}^t = 20 GeV, \Delta R = 0.9$	446.0(7)

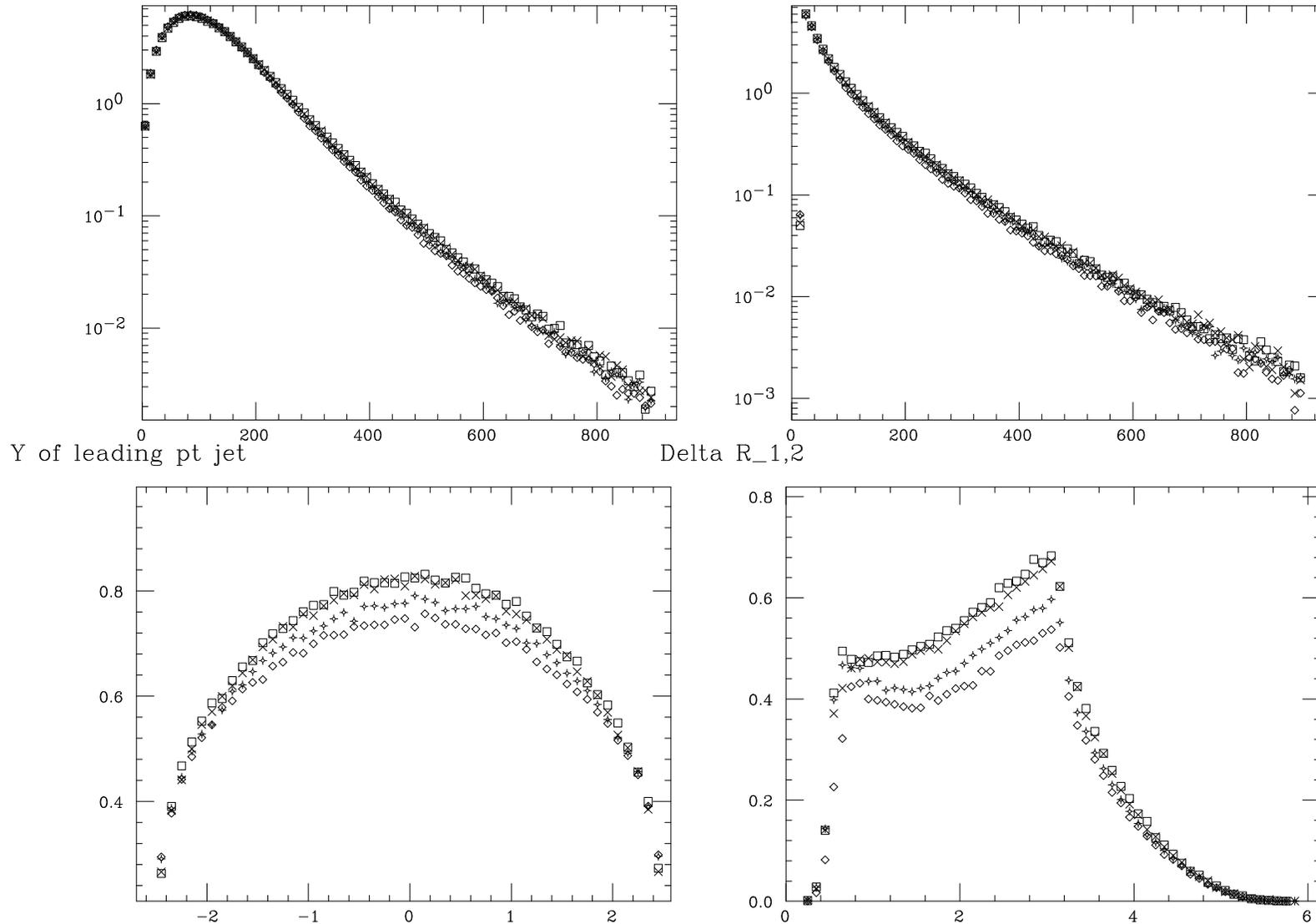
Generazione: $P_{min}^t = 20 GeV/c, \Delta R = 0.7$

- le variazioni sono al di sotto del 10%: buona stabilità
- aumentano i parametri di generazione → diminuisce la sezione d'urto
- dipendenza non banale dai parametri di matching (work in progress)

Stabilità rispetto ai parametri di matching

pt top inclusive

pt of leading pt jet



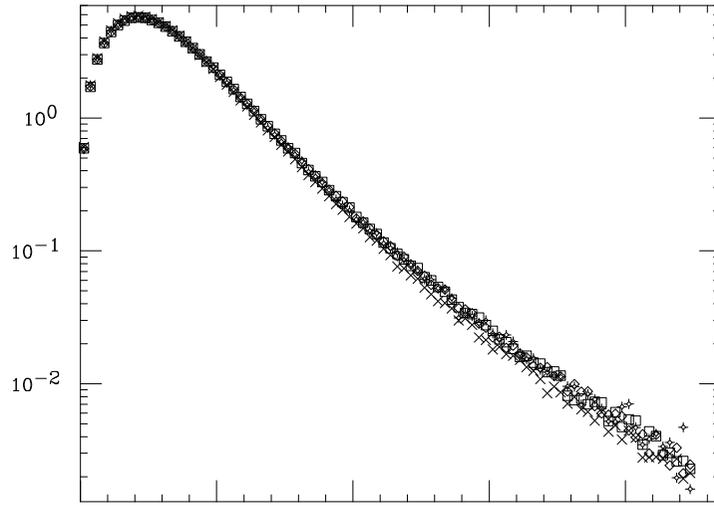
Matching: $\times E_{min}^t = 20 \text{ GeV}, \Delta R = 0.7$ $\diamond E_{min}^t = 30 \text{ GeV}, \Delta R = 0.5$ $\square E_{min}^t = 20 \text{ GeV}, \Delta R = 0.9$

$\blacklozenge E_{min}^t = 30 \text{ GeV}, \Delta R = 0.9$ N.B. generazione: $P_{min}^t = 20 \text{ GeV}/c, \Delta R = 0.7$

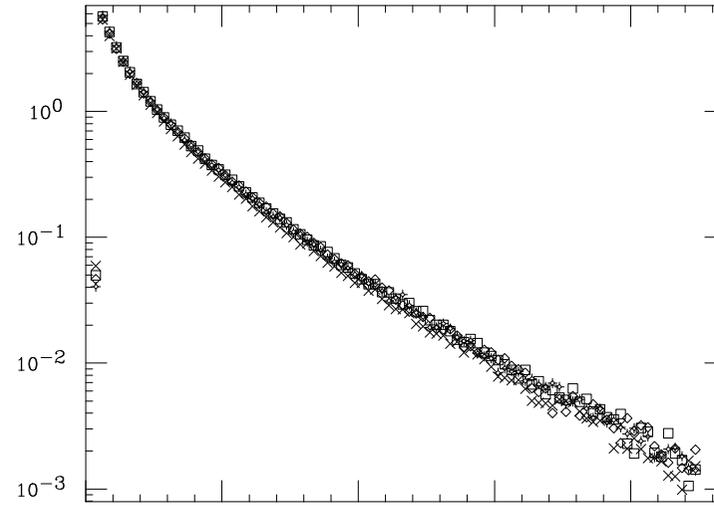
$\Delta R_{1,2}$ = distanza nel piano (η, ϕ) tra jet leading e sub-leading

Stabilità rispetto alla generazione

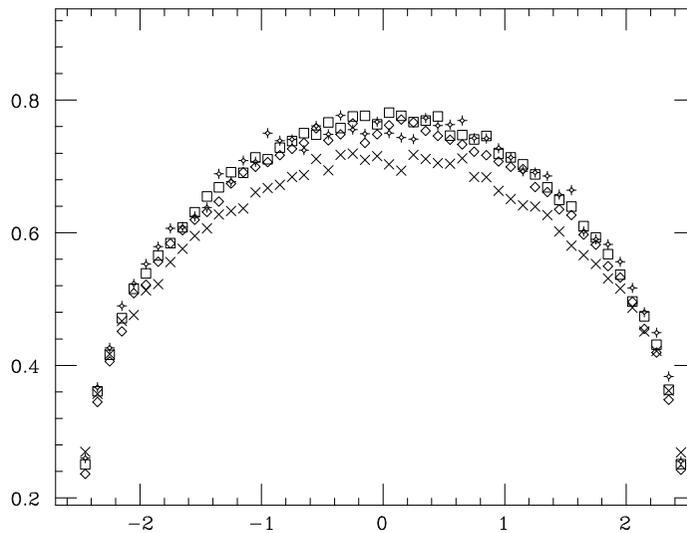
pt top inclusive



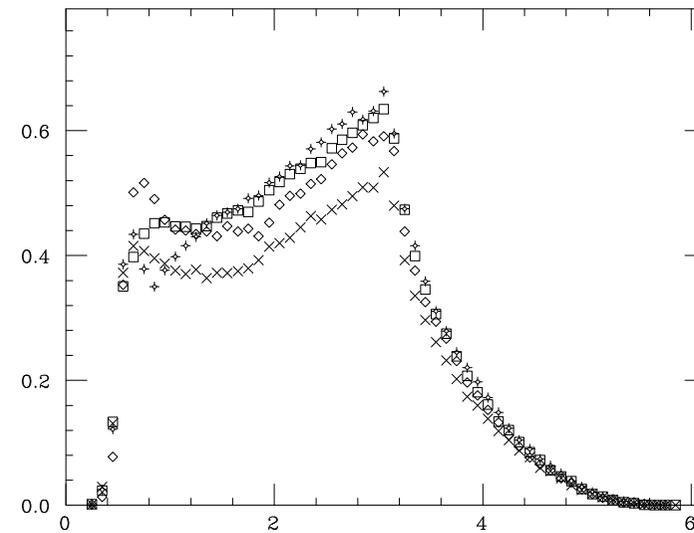
pt of leading pt jet



Y of leading pt jet



Delta R_1,2



tagli in generazione: $\times P_{min}^t = 30 \text{ GeV}/c, \Delta R = 0.7$ $\diamond P_{min}^t = 20 \text{ GeV}/c, \Delta R = 0.5$

$\square P_{min}^t = 20 \text{ GeV}/c, \Delta R = 0.7$ $\blacklozenge P_{min}^t = 20 \text{ GeV}/c, \Delta R = 0.9$ **N.B. medesimi tagli in matching**

ALPGEN & MC@NLO

Processo: $t\bar{t} + 1 \text{ jet}$

- S. Frixione and B. R. Webber, “The MC@NLO 3.2 event generator” hep-ph/0601192
General approach: S. Frixione and B. R. Webber, JHEP **0206** (2002) 029 [hep-ph/0204244];
 $t\bar{t}$ production: S. Frixione, P. Nason and B. R. Webber, JHEP **0308** (2003) 007 [hep-ph/0305252].
- ALPGEN:
 - Generazione: $P_{min}^t = 30 \text{ GeV}, \Delta R = 0.7$
 - Matching: $E_{min}^t = 30 \text{ GeV}, \Delta R = 0.7$

Definizione dei jet per l'analisi:

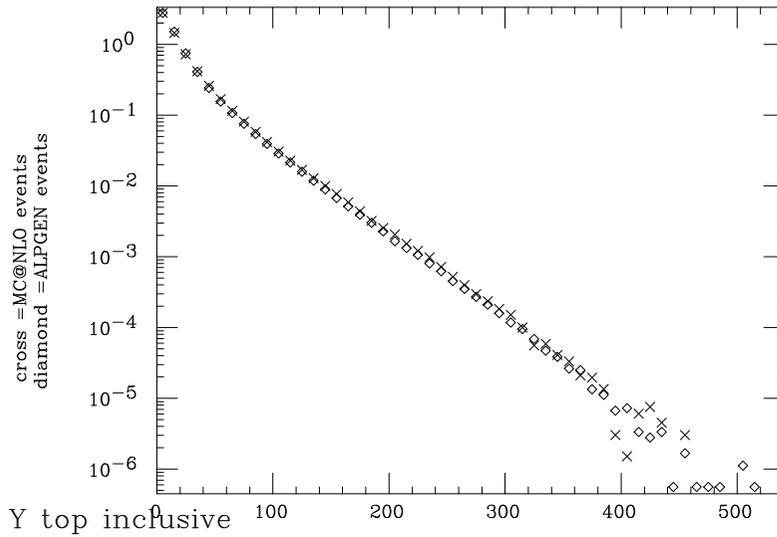
$$\text{TeVatron } E_{min}^t = 15 \text{ GeV}, \Delta R = 0.4 \quad \text{LHC } E_{min}^t = 20 \text{ GeV}, \Delta R = 0.5$$

Confronto tra ALPGEN e MC@NLO → introdurre il K-factor

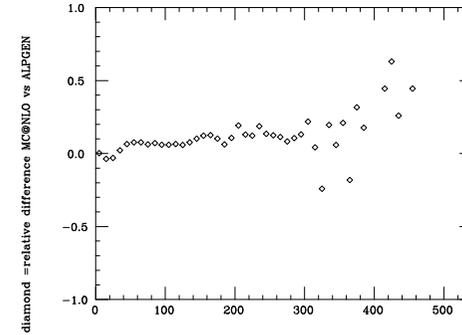
$$\text{TeVatron} \quad K = 1.45 \quad \text{LHC} \quad K = 1.57$$

Osservabili al TeVatron, $P_{t+\bar{t}}^T, Y_{t(\bar{t})}$

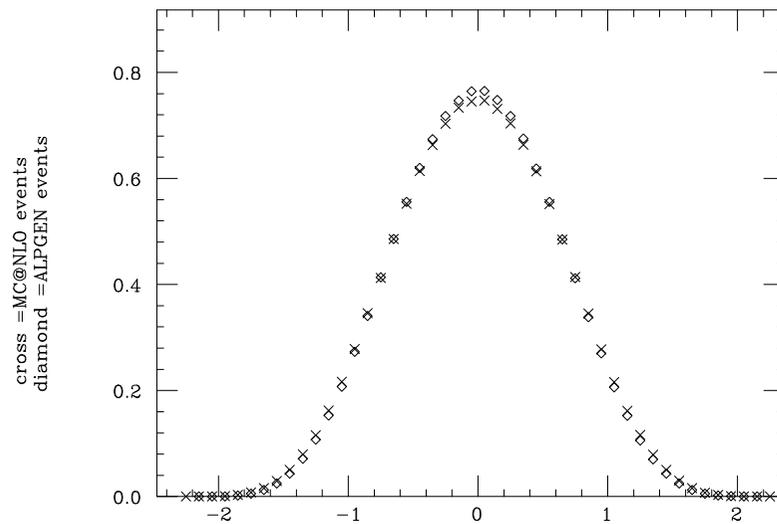
ptt+pttbar



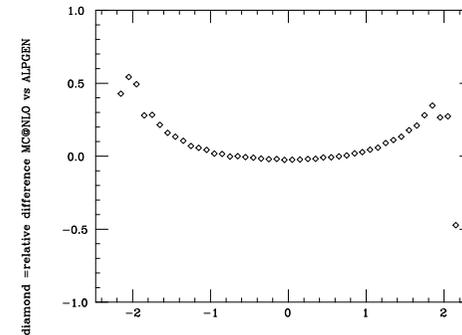
ptt+pttbar



Y top inclusive



Y top inclusive

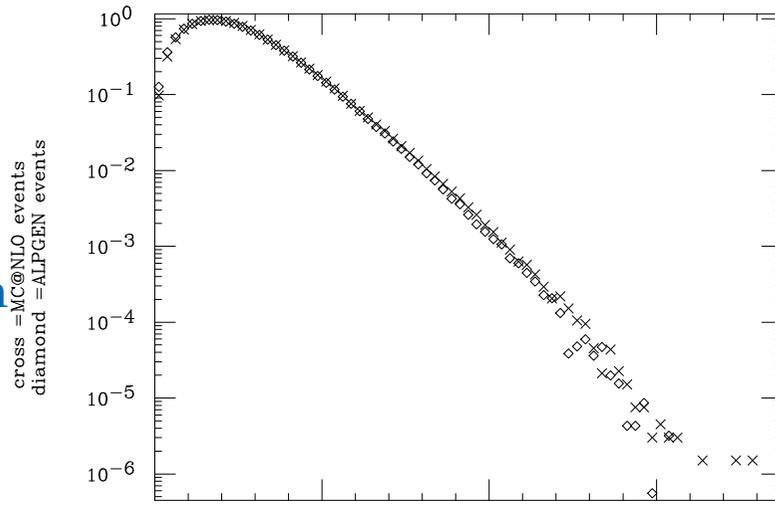


sostanziale accordo nella shape

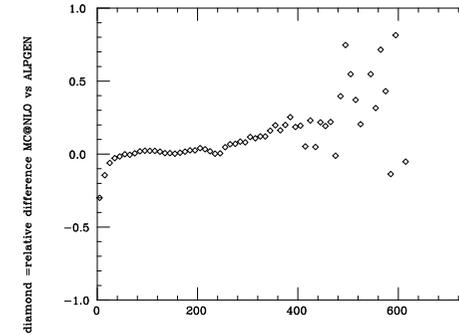
TeVatron e LHC, $P_{t(\bar{t})}^T$

TeVatron

pt top inclusive

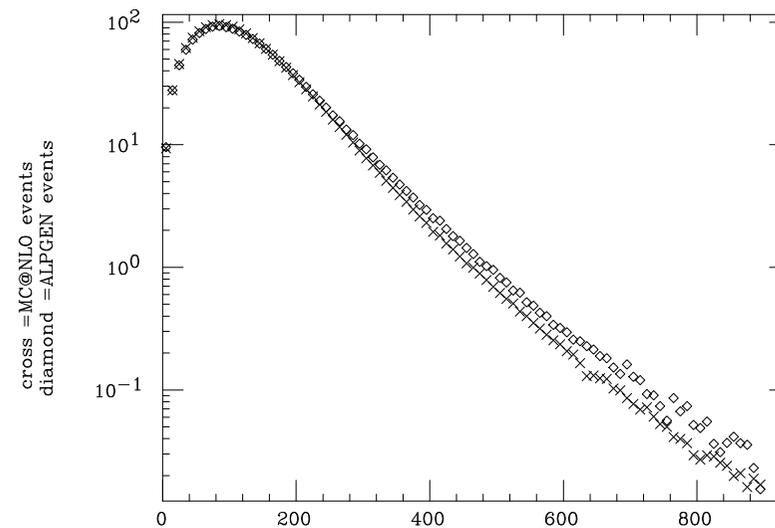


pt top inclusive

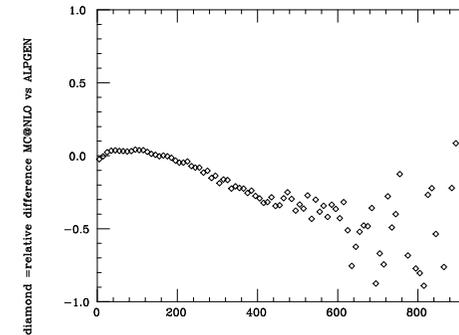


LHC

pt top inclusive

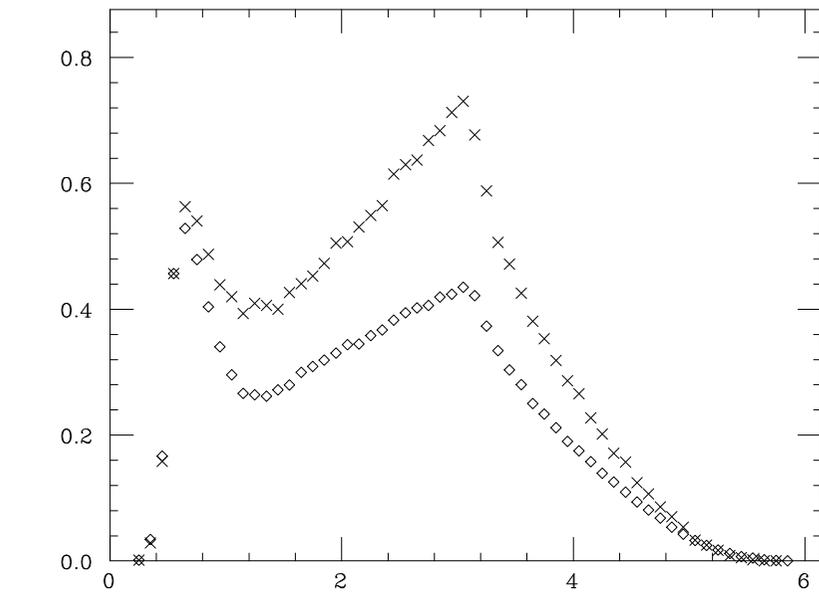
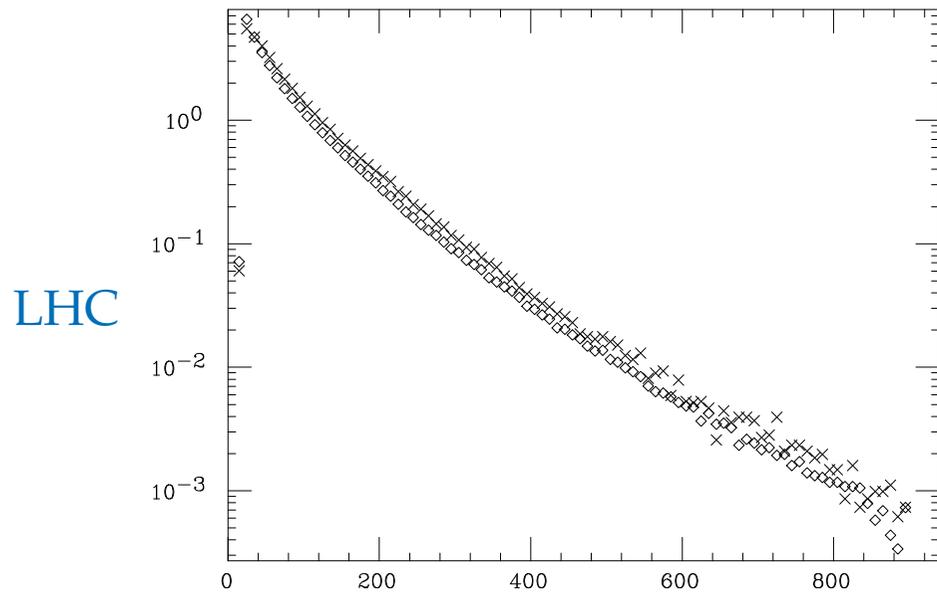
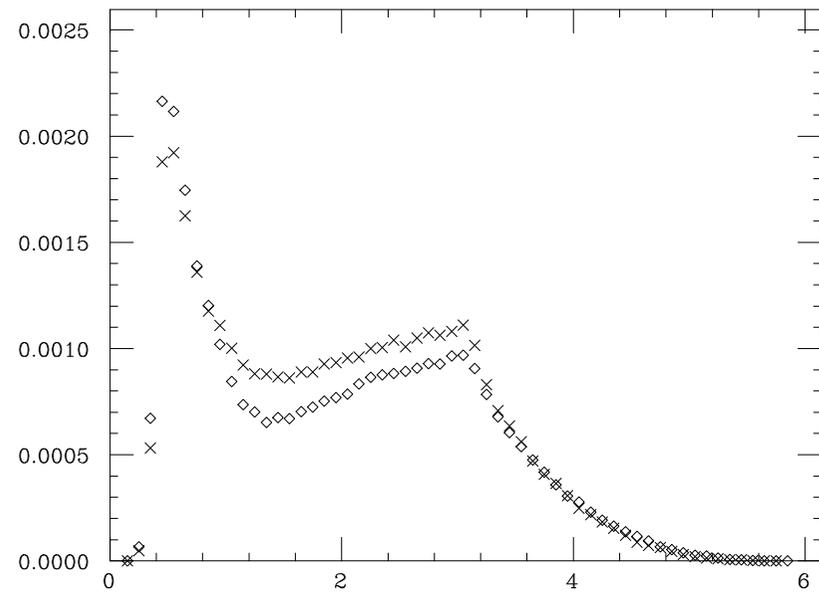
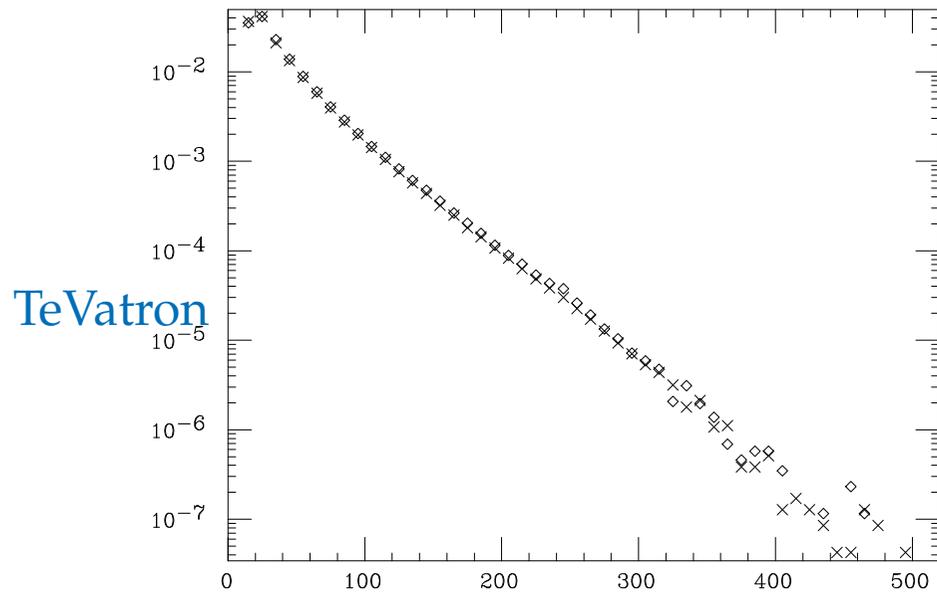


pt top inclusive



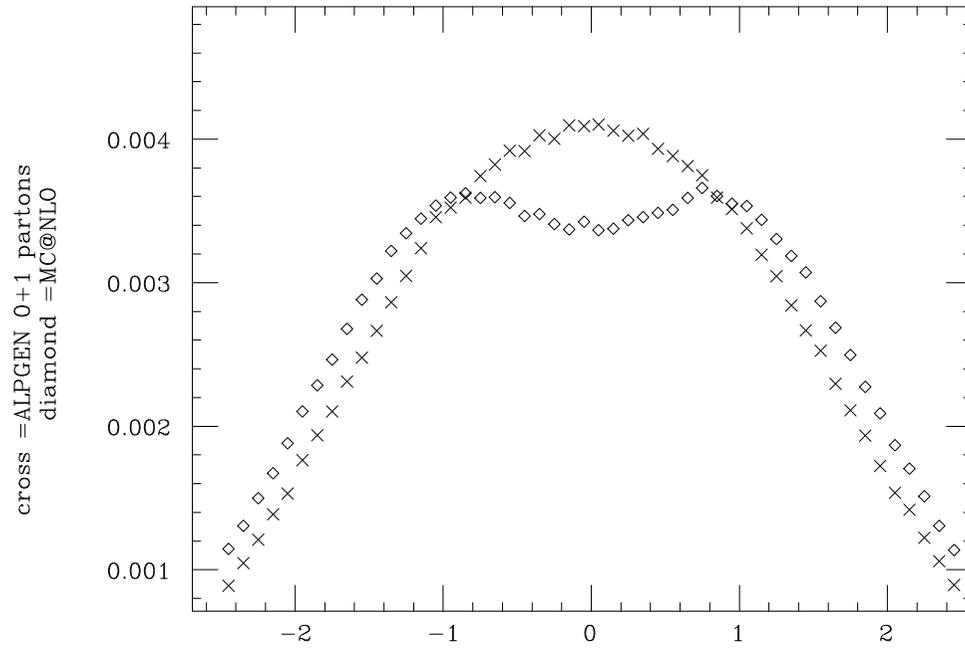
LHC: MC@NLO più soft rispetto ALPGEN nelle code

Extra-radiazione, P^T del jet leading e ΔR_{jet}

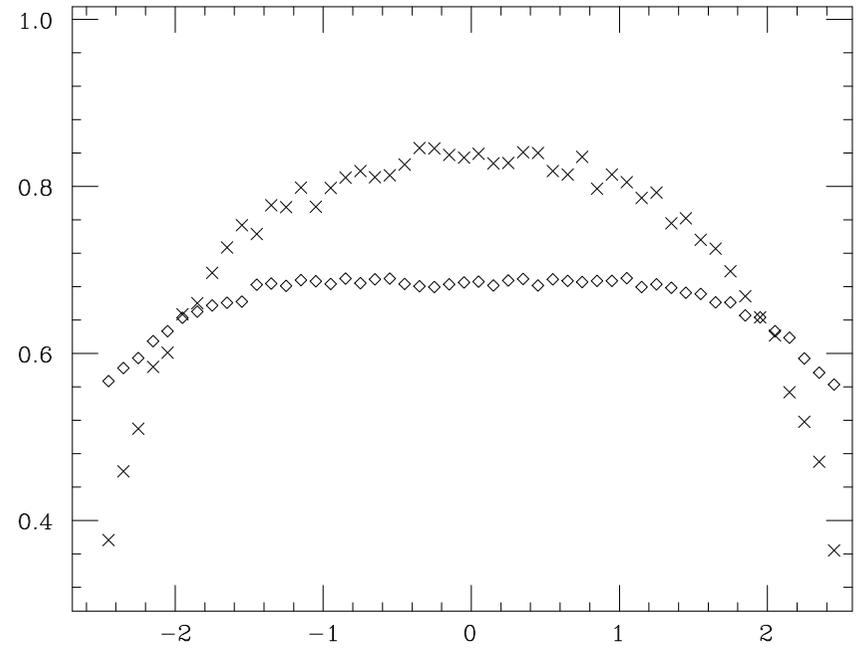


LHC: MC@NLO(\diamond) più soft rispetto ALPGEN(\times) nelle code

Extra-radiazione, Υ del jet leading



TeVatron

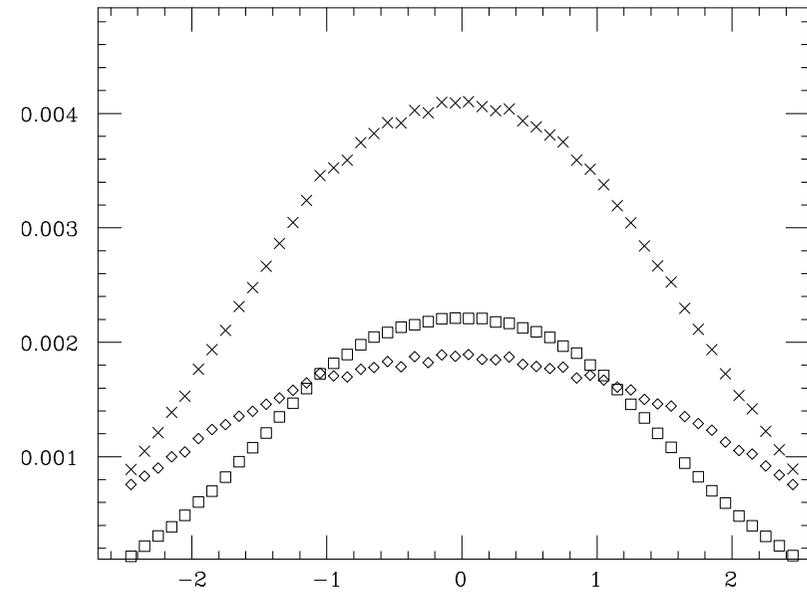
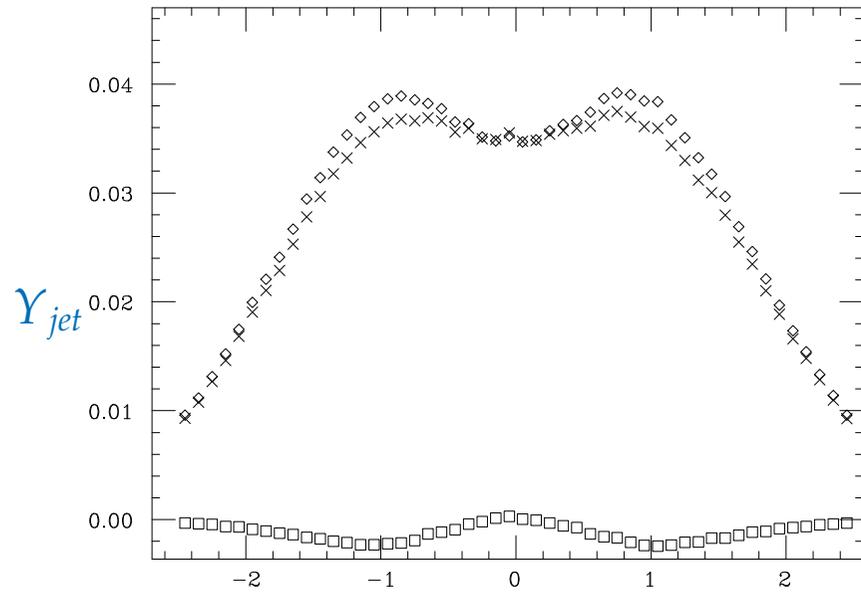
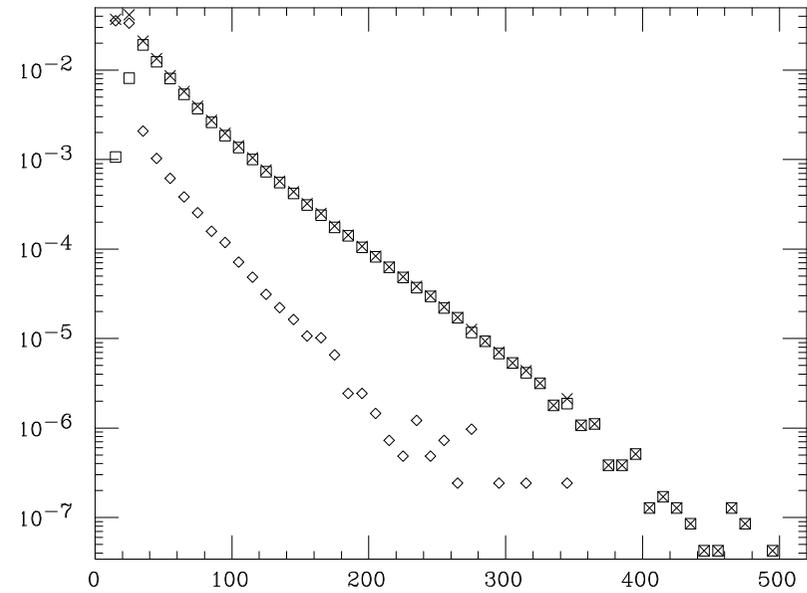
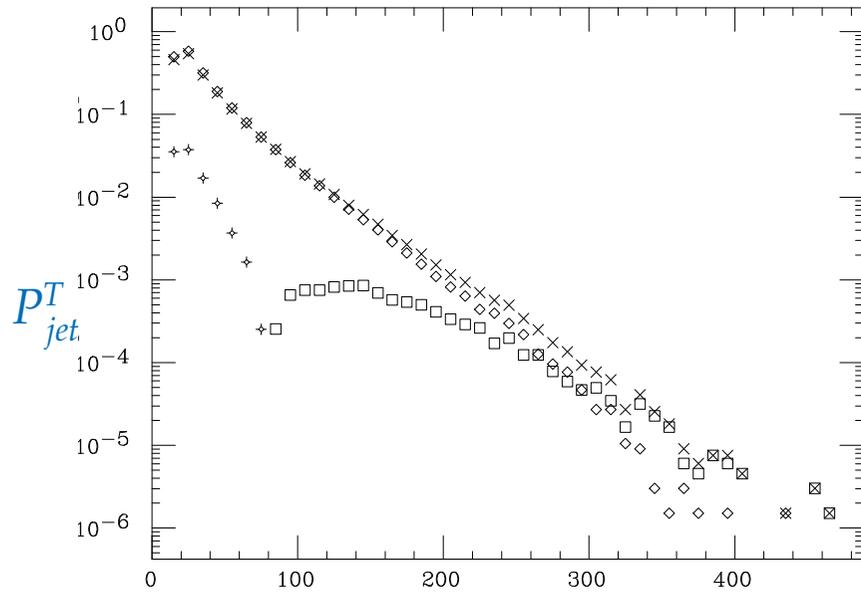


LHC

Struttura differente sia TeVatron che LHC
TeVatron effetto maggiore, studiamo i contributi parziali

MC@NLO

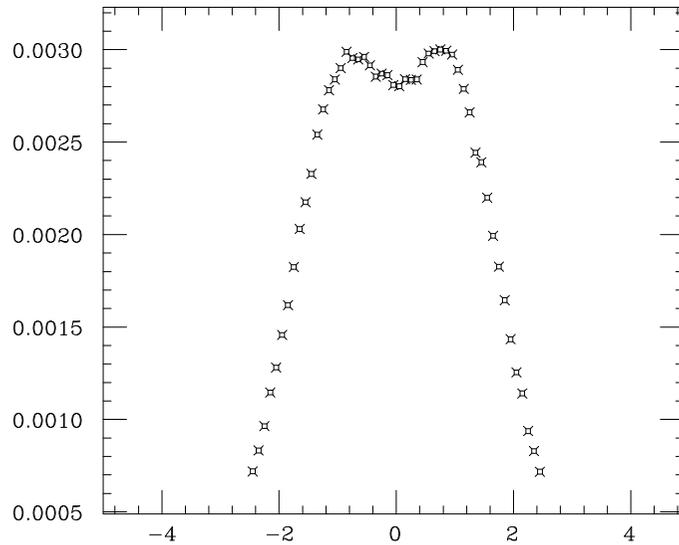
ALPGEN



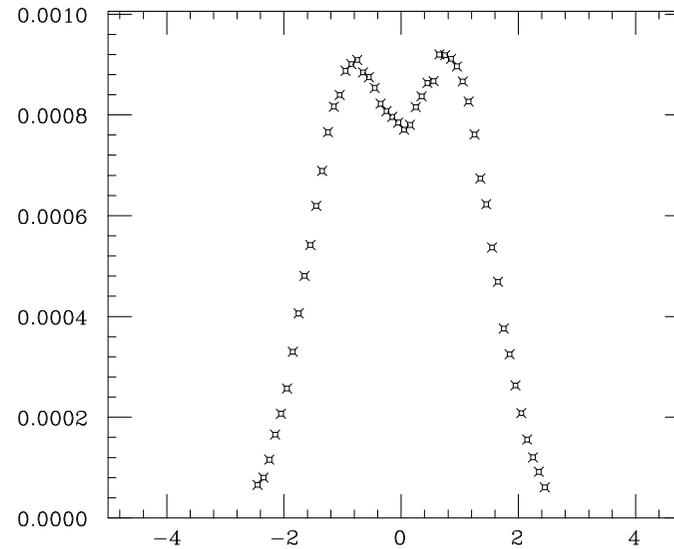
× distribuzione totale (0+1); ◇ contributo 0 partoni;
 □ contributo 1 partone; + contributo 1 partone, peso negativo

Jet da extra-radiazione, Y_{jet} , HERWIG

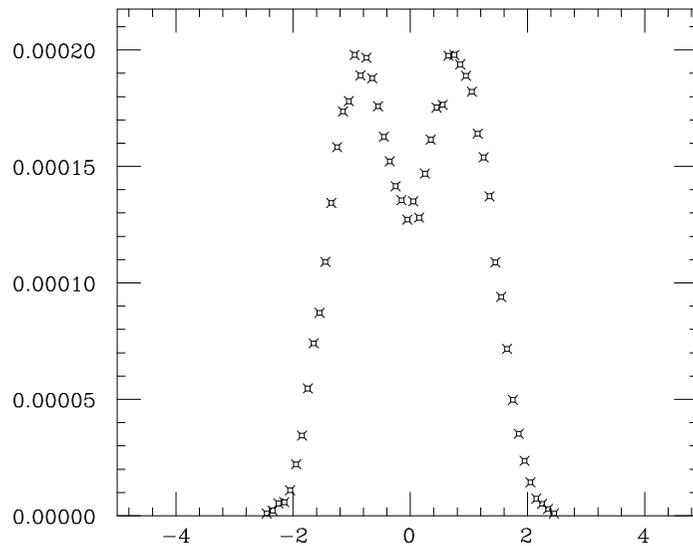
$p_{jet}^T > 20 \text{ GeV}/c$



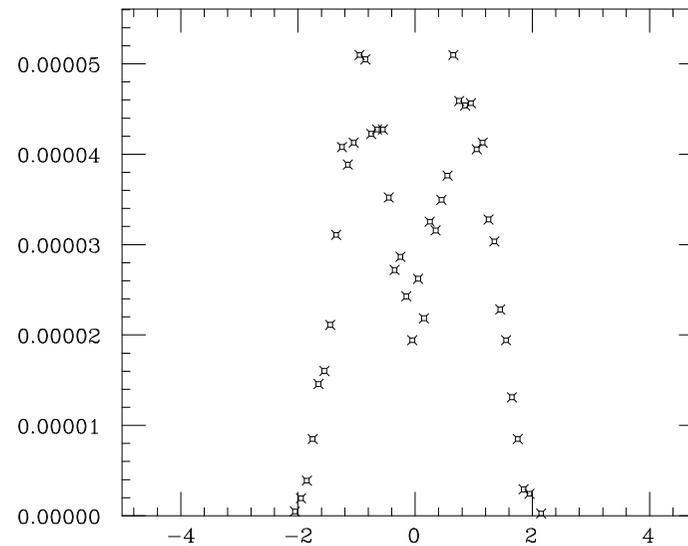
$p_{jet}^T > 50 \text{ GeV}/c$



$p_{jet}^T > 100 \text{ GeV}/c$



$p_{jet}^T > 150 \text{ GeV}/c$



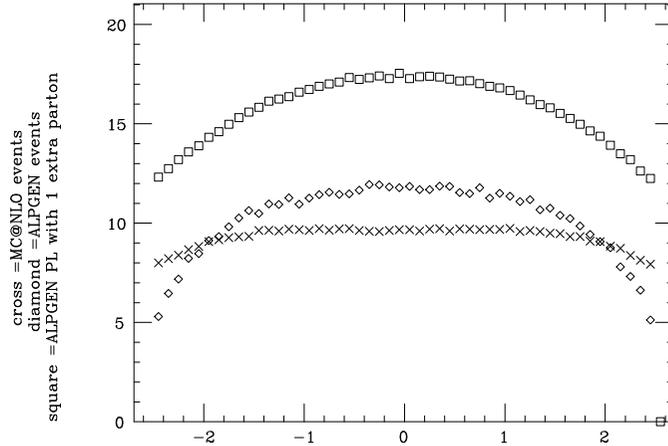
Conclusioni

- Abbiamo studiato la prescrizione di matching mlm implementata in ALPGEN
- Impatto dei contributi con n extra- partoni: il matching mlm separa efficacemente lo spazio fasi, rigettando gli eventi doppi (double log e single log collineari)
- La procedura di matching risulta stabile rispetto a (piccole) variazioni dei parametri (work in progress)
- Confrontato ALPGEN(0+1) normalizzato con MC@NLO
 - Osservabili della coppia $t\bar{t}$, sostanziale accordo
 - Osservabili legate alla radiazione, discrepanze evidenti
- Il PS evidenzia uno "svuotamento" nel (leading) jet a $Y = 0$
- ALPGEN veta gli eventi da PS e utilizza eventi da ME, riempiendo tale regione

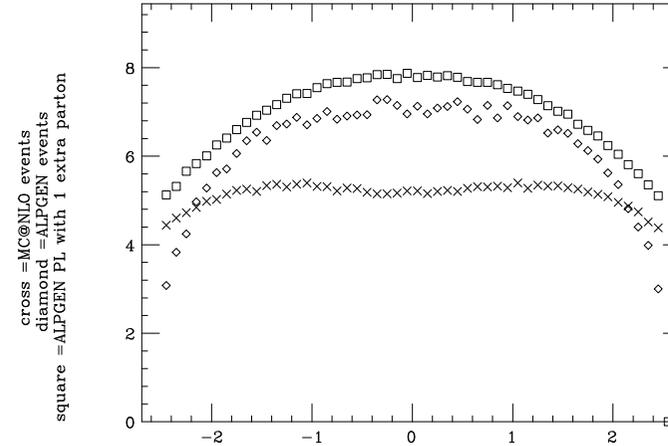
Plots addizionali

Υ , contributo ME al leading jet, LHC

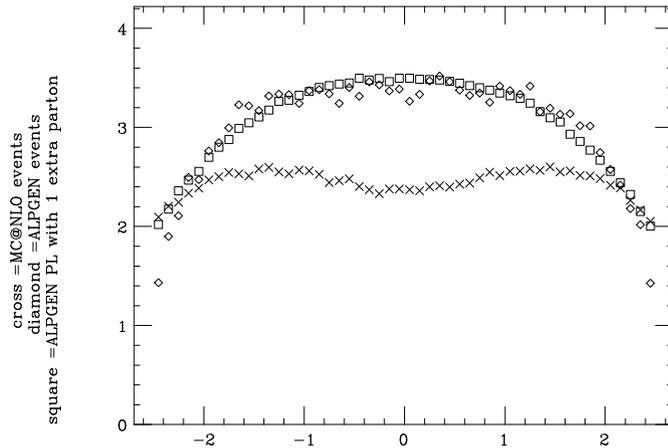
Y leading jet >20 GeV



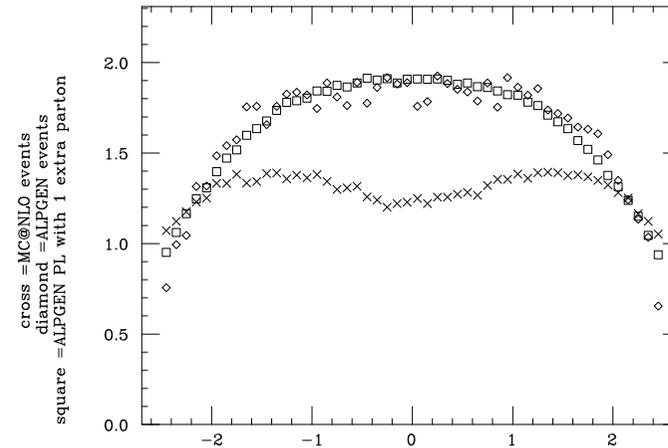
Y leading jet >50 GeV



Y leading jet >100 GeV

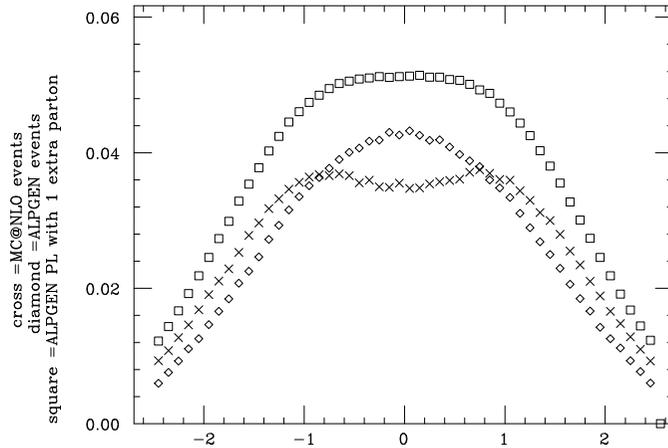


Y leading jet >150 GeV

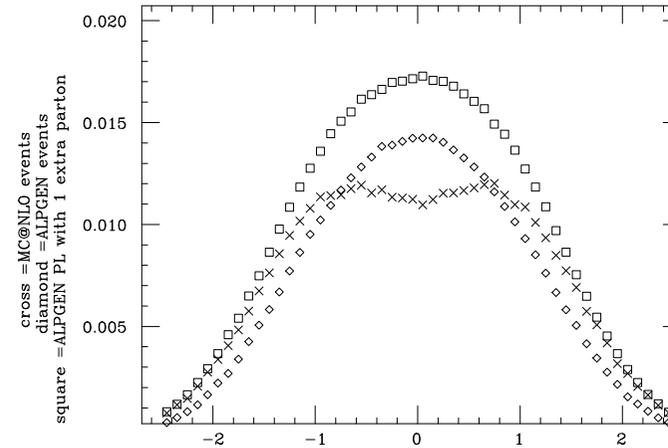


Υ , contributo ME al leading jet, TeVatron

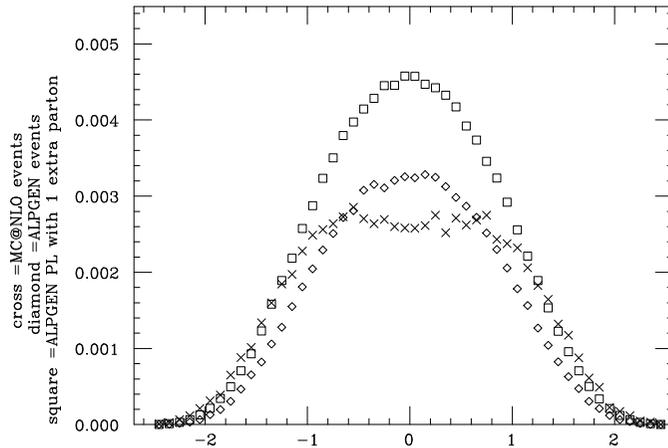
Y leading jet >20 GeV



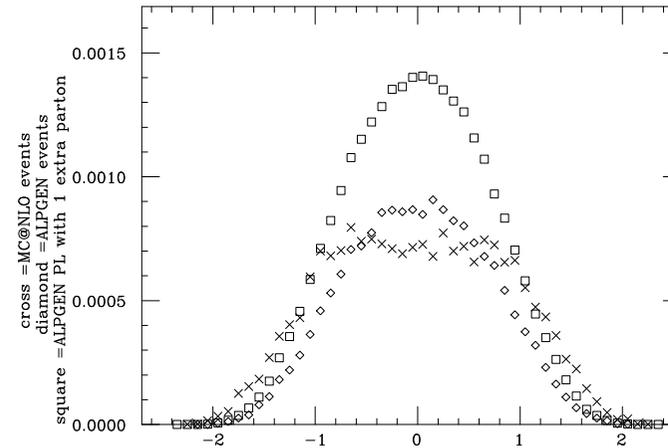
Y leading jet >50 GeV



Y leading jet >100 GeV

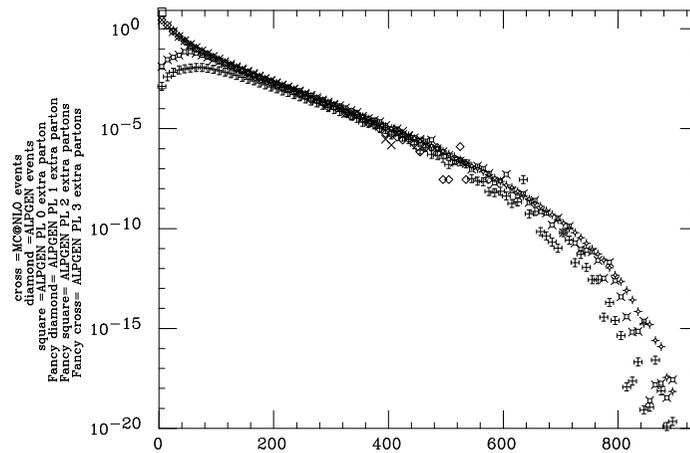


Y leading jet >150 GeV

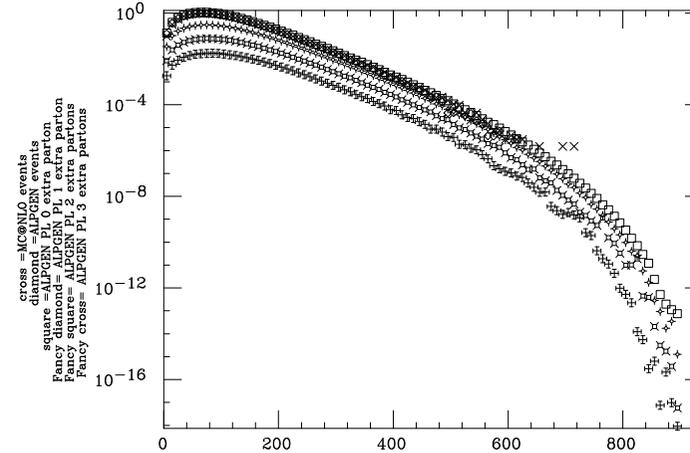


Contributi parziali a distribuzioni del top, TeVatron

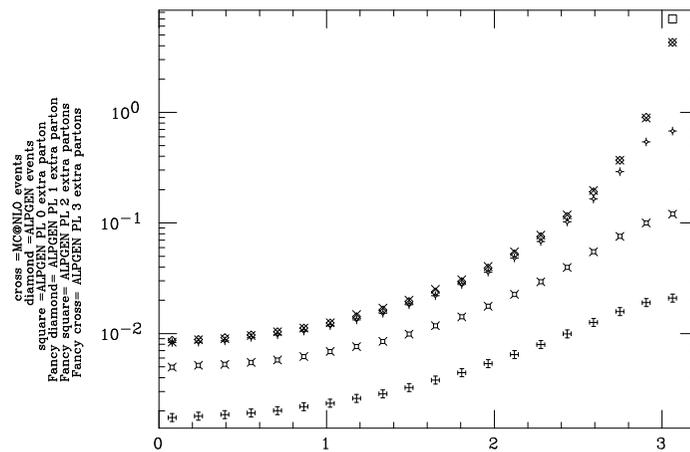
ptt+pttbar



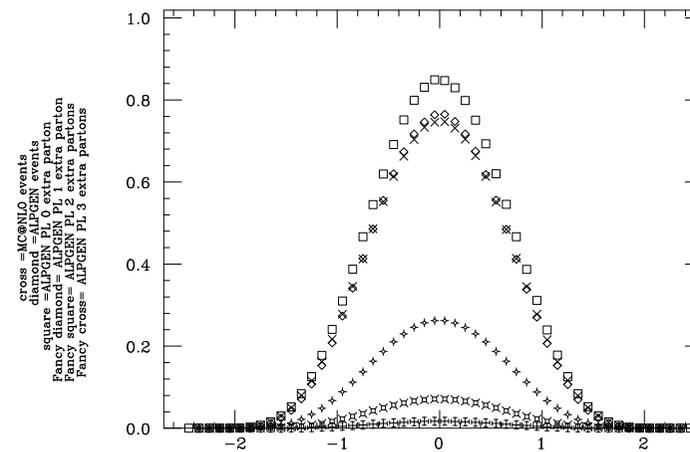
pt top inclusive



QQ azimt



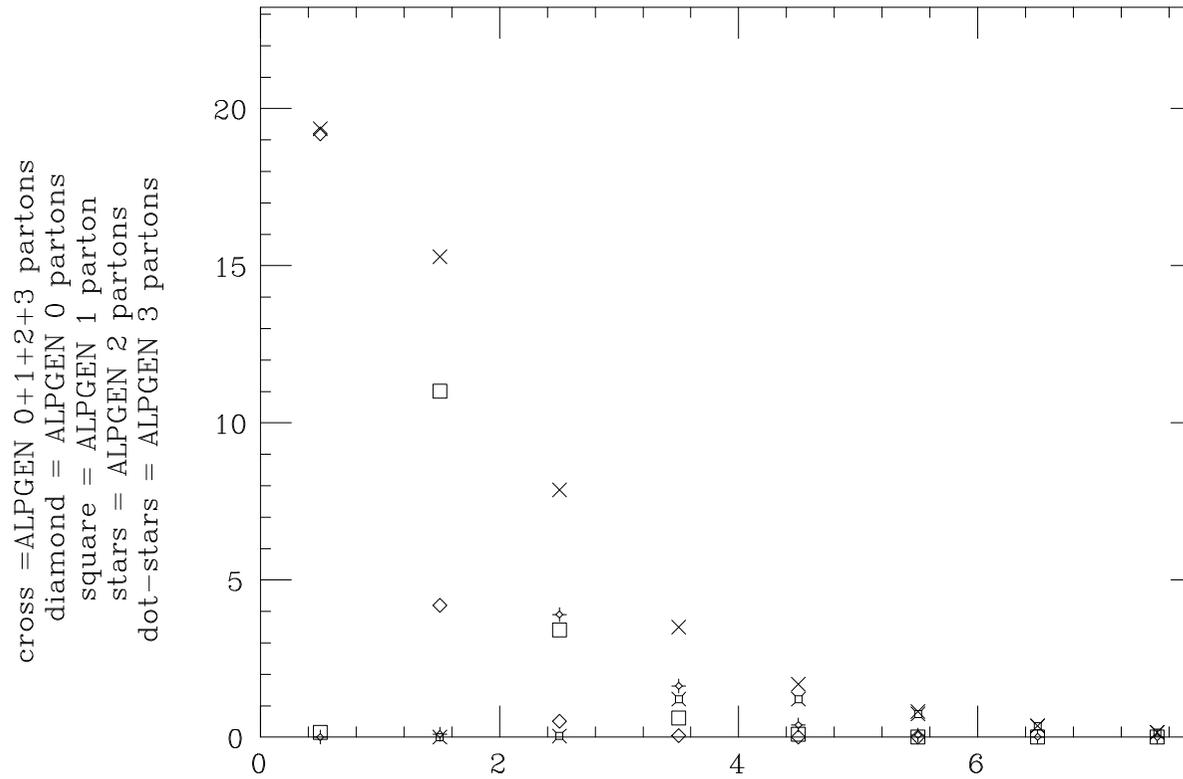
Y top inclusive



osservabili esclusive LHC

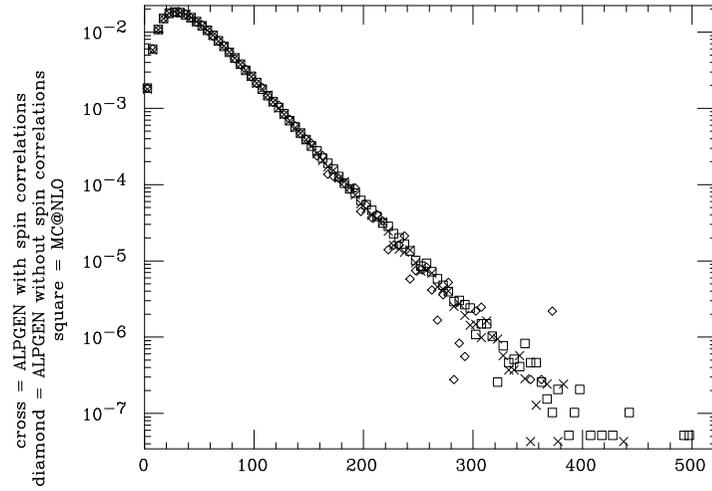
contributi parziali al numero di jet

Number of jets

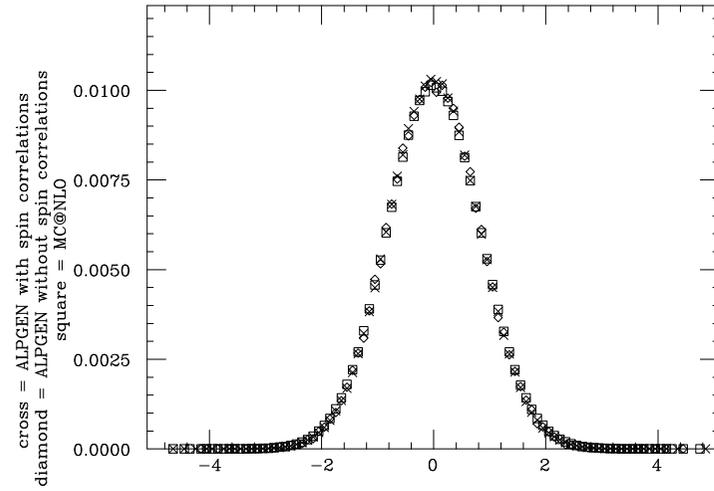


Variabili leptoniche, TeVatron

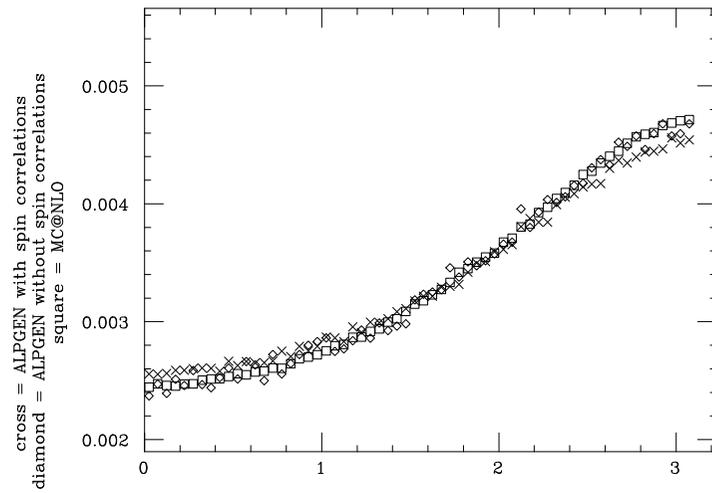
pt1 charged lepton



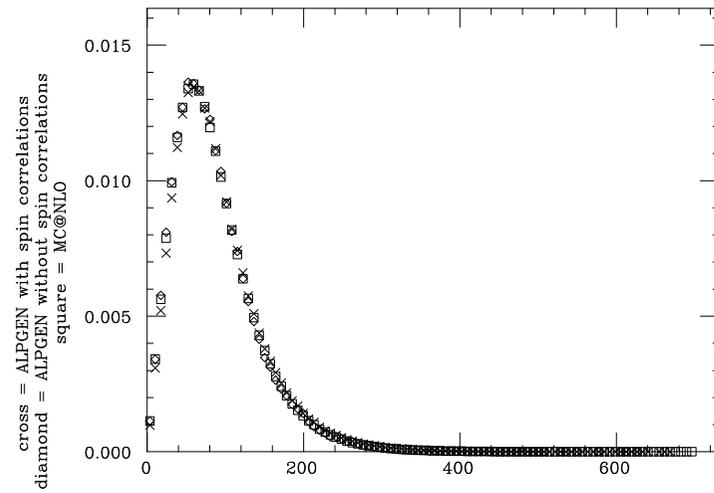
eta1 charged lepton



Delta Phi(charged lepts)

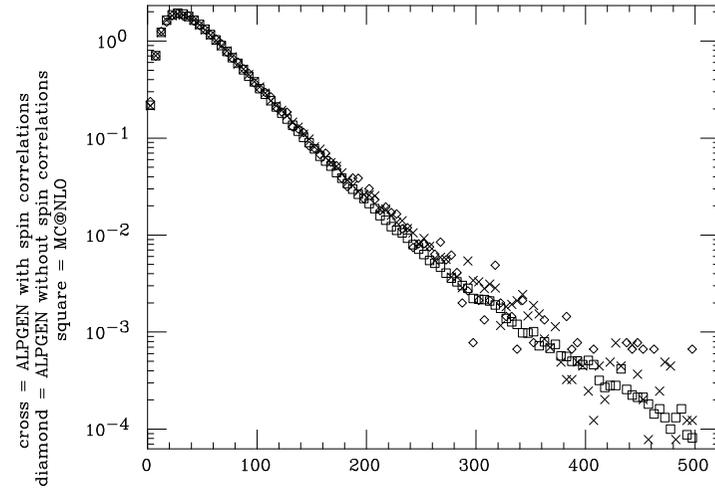


Inv Mass charged lepts

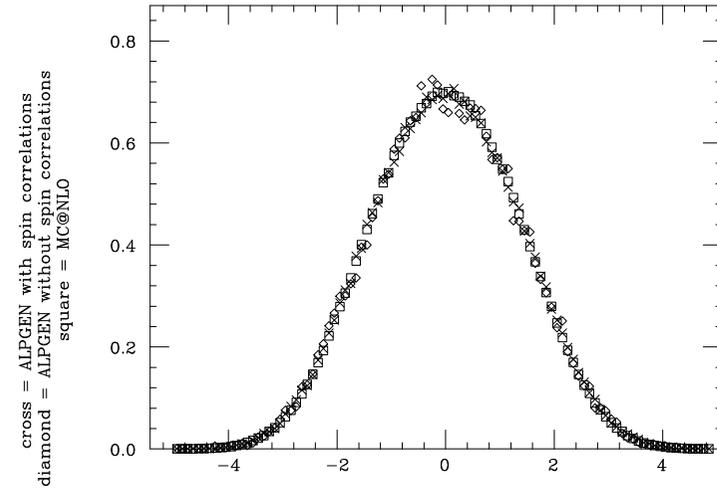


Variabili leptoniche, LHC

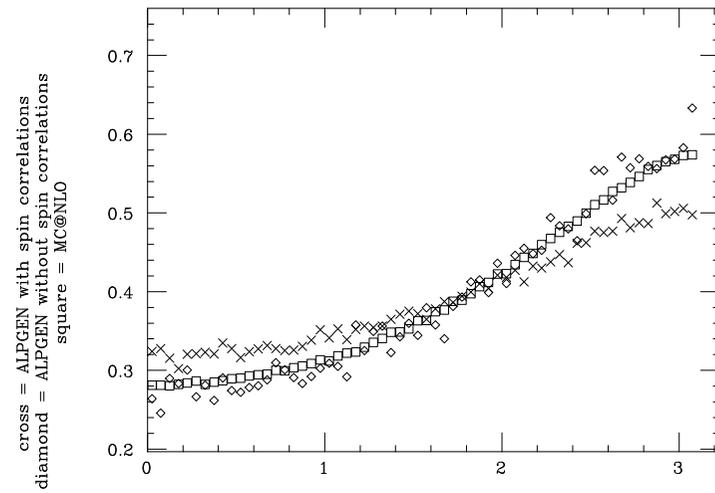
pt1 charged lepton



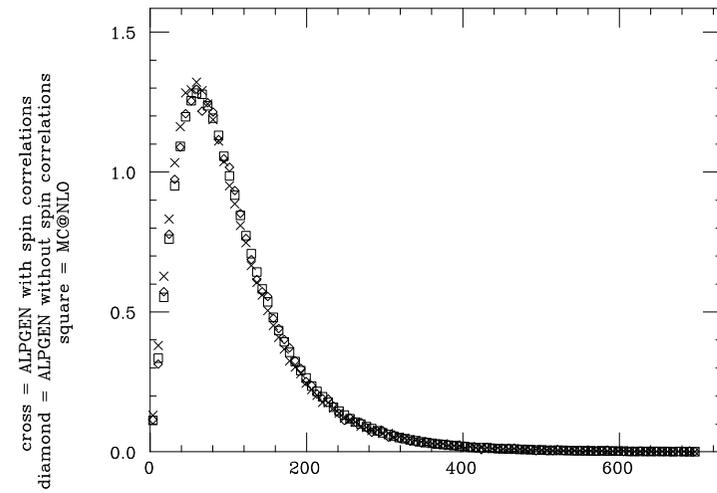
eta1 charged lepton



Delta Phi(charged lepts)



Inv Mass charged lepts

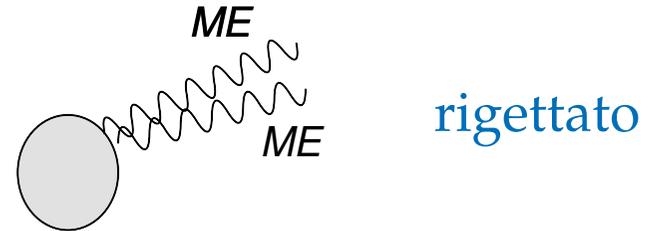


the MLM procedure II

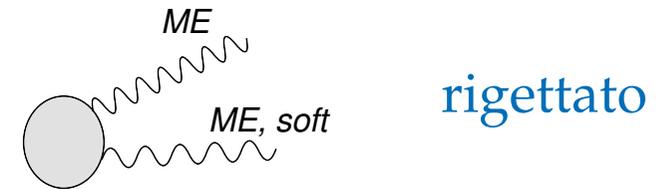
- genera campioni:
 - ★ $[t\bar{t}]_{\text{esclusivo}}$
 - ★ ...
 - ★ $[t\bar{t} + N - 1 \text{ partoni}]_{\text{esclusivo}}$
 - ★ $[t\bar{t} + N \text{ partoni}]_{\text{inclusivo}}$
- ogni evento a parton level viene processato dal PS e successivamente da un algoritmo di ricostruzione dei jet (definito dai parametri ΔR e E_{min}^T).
- **veto**: l'evento viene accettato solo se
 - tutti i partoni corrispondono ad un jet ricostruito (entro un ΔR)
 - ★ campione esclusivo $\rightarrow N_{\text{jet}}^0 = N_{\text{partoni}}^0$
 - ★ campione inclusivo $\rightarrow N_{\text{jet}}^0 > N_{\text{partoni}}^0$

Esempi di applicazione del veto

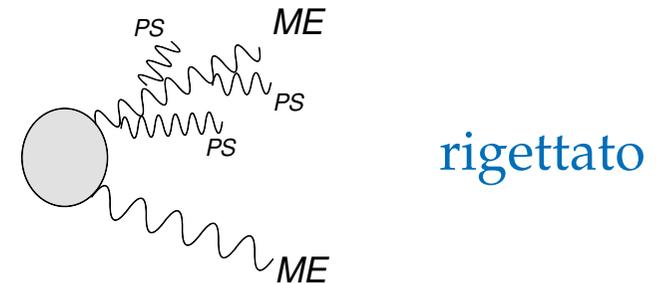
- due partoni da ME troppo vicini (collineare)



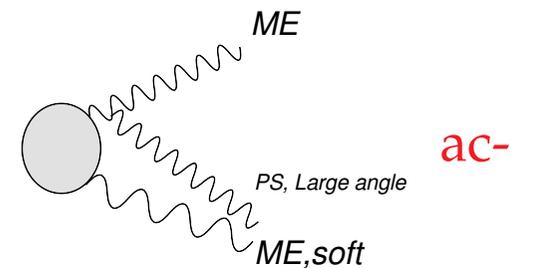
- un partone da ME non riesce a generare un jet (soffice)



- il PS distorce il jet, impedendo la corrispondenza



- un jet PS (a grande angolo) corrisponde con un partone



accettato