
Nuove predizioni per la produzione di top singolo ai collider adronici

Francesco Tramontano



Università di Napoli
Federico II



INFN
Sezione di Napoli

IFAE09 - BARI 15/17 APRILE

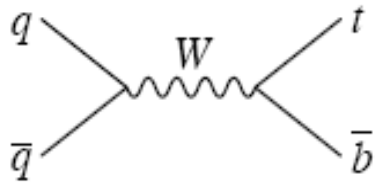
top singolo = produzione debole di un quark top

Motivazioni

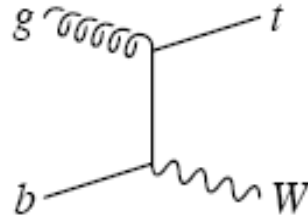
- ✓ Misura diretta di V_{tb} e test della struttura chirale del vertice Wtb
- ✓ Background per la scoperta del bosone di Higgs
(es. $W+H \rightarrow Wbb$, $H \rightarrow WW$)
- ✓ Background per la scoperta di particelle oltre il modello standard
(es. W' , FCNC)

Produzione debole di un quark top

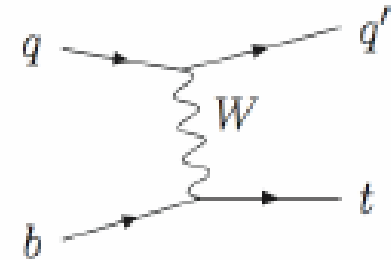
Il canale s



Il canale tW



Il canale t



arXiv:0903.0885

CDF Collaboration 3.2 fb^{-1}

$2.3_{-0.5}^{+0.6}$ (stat + sys) pb $|V_{tb}| > 0.71$ at the 95% C.L.

$|V_{tb}| = 0.91_{-0.11}^{+0.11}$ (stat + sys) ± 0.07 (theory)

5.0 standard deviations
=
Scoperta!

3 pb {

σ (pb)	Tevatron	LHC
t-channel	1.98	246
s-channel	0.88	10.6
Wt	0.14	68
$t\bar{t}$	6.7	860

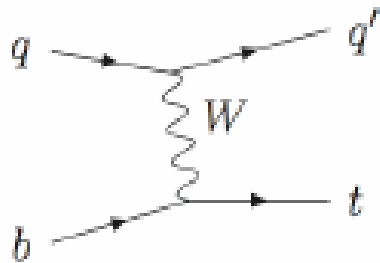
arXiv:0903.0850

DØ Collaboration 2.3 fb^{-1}

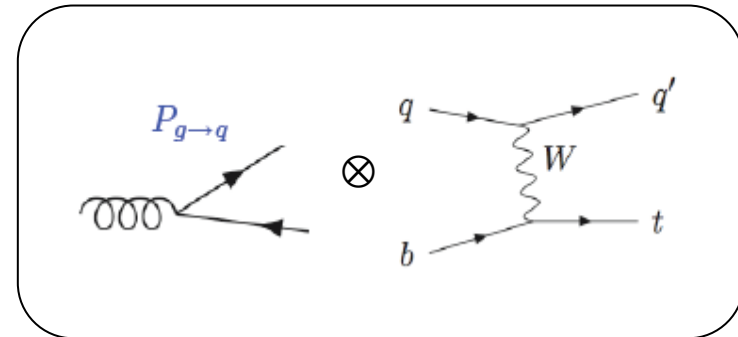
$\sigma(p\bar{p} \rightarrow tb + X, tqb + X) = 3.94 \pm 0.88 \text{ pb}$

Approccio n.1: LO = processo 2->2

- Il canale t fino ad ora è stato studiato soltanto come processo 2->2 con un b nello stato iniziale



=



È necessario calcolare la pdf del b che non è misurata per effettuare il calcolo della sezione d'urto

Attuali previsioni per lo spettro del b secondario

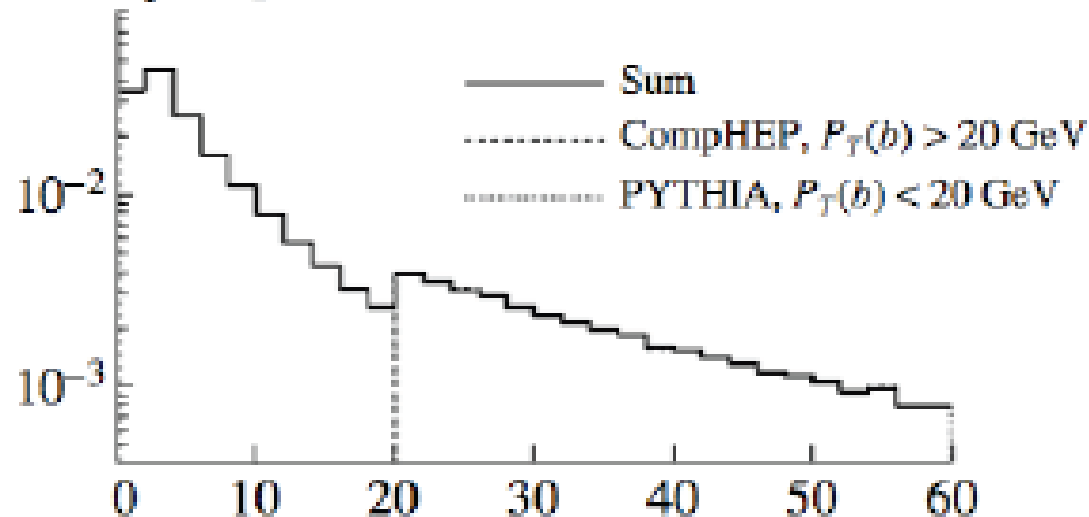
- Spettro in pt del b secondario è ottenuto ricostruendo la sezione d'urto totale nlo come la somma di due parti

$$\sigma_{NLO} = K \cdot \sigma_{PYTHIA}(2 \rightarrow 2)|_{P_T(b) < P_T^0} + \sigma_{CompHEP}(2 \rightarrow 3)|_{P_T(b) > P_T^0}.$$



Ordine leading

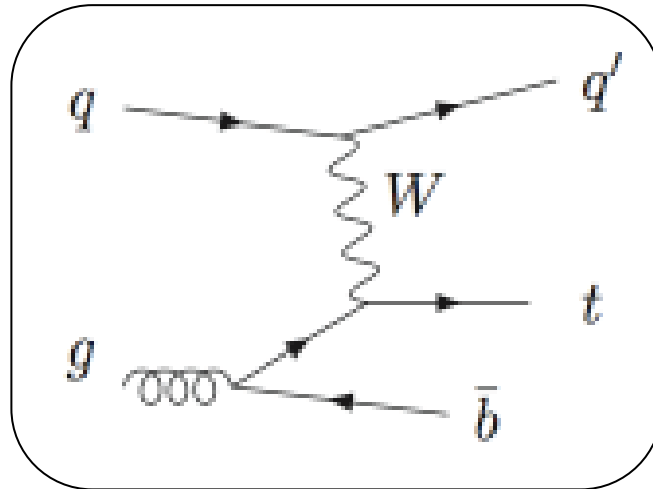
$d\sigma/dP_T(b)$, pb/GeV



*Boos et al.,
Phys. At. Nucl.
69, 1317 (2006)*

Approccio n.2: LO = processo 2->3

- Nuovo studio canale t con J. Campbell, R. Frederix e F. Maltoni (PRL09)



Il LO del processo n.2 (2->3) rappresenta uno dei contributi NLO per il processo n.1 (2->2)

Confronto tra i due calcoli:

Processo 2->2

- + è più semplice -> potrebbe essere valutato al NNLO
- + risomma il logaritmo legato allo splitting collineare $g \rightarrow bb$
- + K-factor piccolo
- + dipendenza dalla scala molto lieve
- effetti legati alla massa del b e la distribuzione in pt del b si evidenziano solo al NLO -> sono calcolati al "LO"
- la b-pdf non è ancora ben conosciuta

Le incertezze potrebbero essere sottostimate soprattutto nella modellizzazione del secondo b

Processo 2->3

- Più complicato (ma ora è noto al NLO)
- Non risomma il logaritmo colliniare
- + K-factor piccolo
- + lieve dipendenza dalla scala
- + effetti legati alla massa del b e la distribuzione in pt del b sono valutati al NLO
- + dal punto di vista del processo 2->2 include contributi NNLO

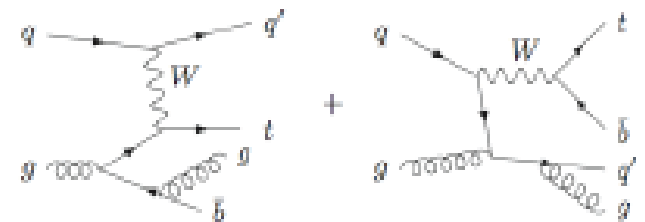
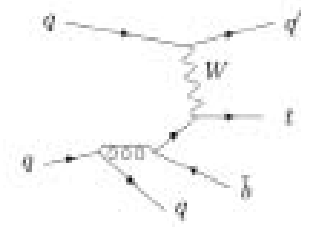
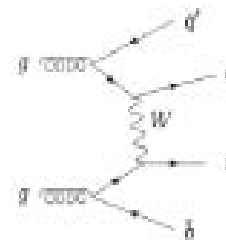
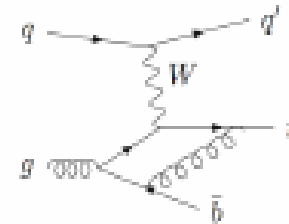
Studio del processo 2->3 al NLO:

✓ Base di elicità -> si ha l'informazione sullo spin del top

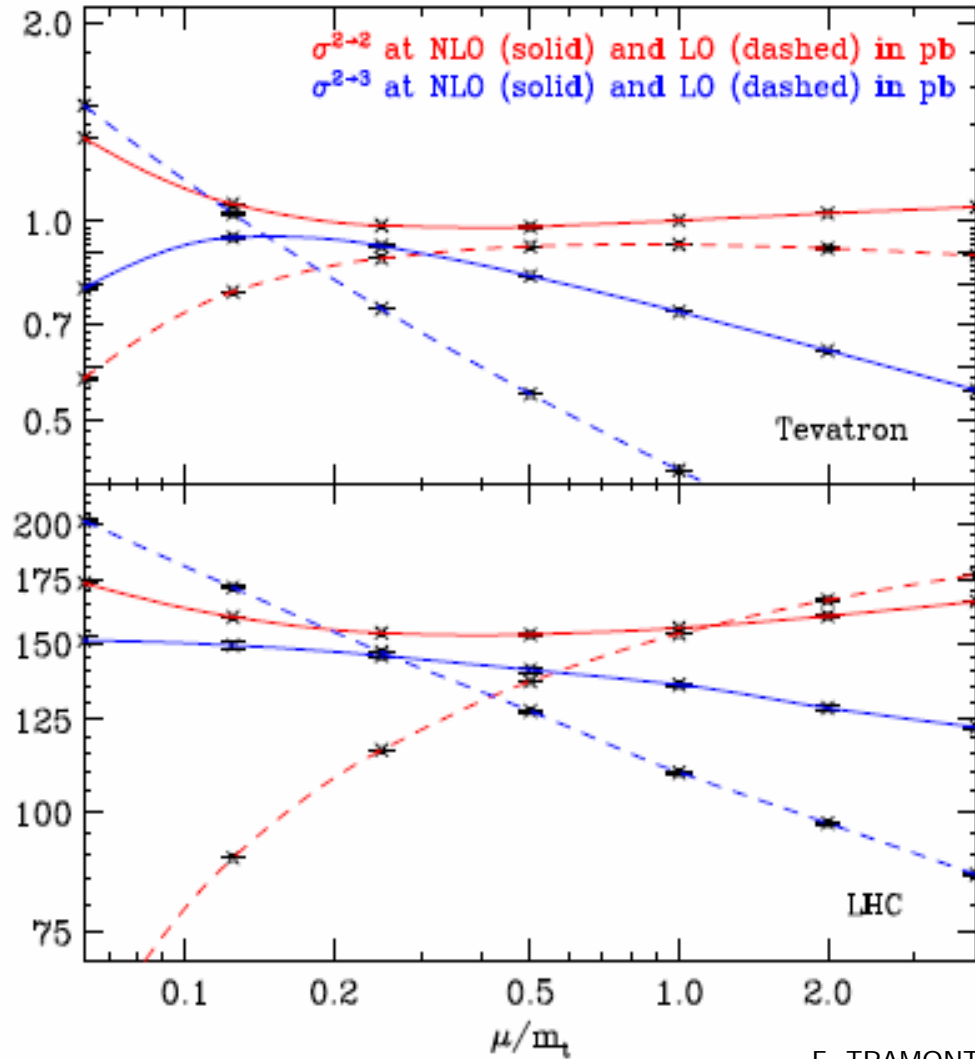
✓ I contributi virtuali fattorizzano: $\text{Tr}\{T^A\} = 0$

✓ Non tutti i contributi reali fattorizzano, ma l'interferenza è soppressa da fattori di colore

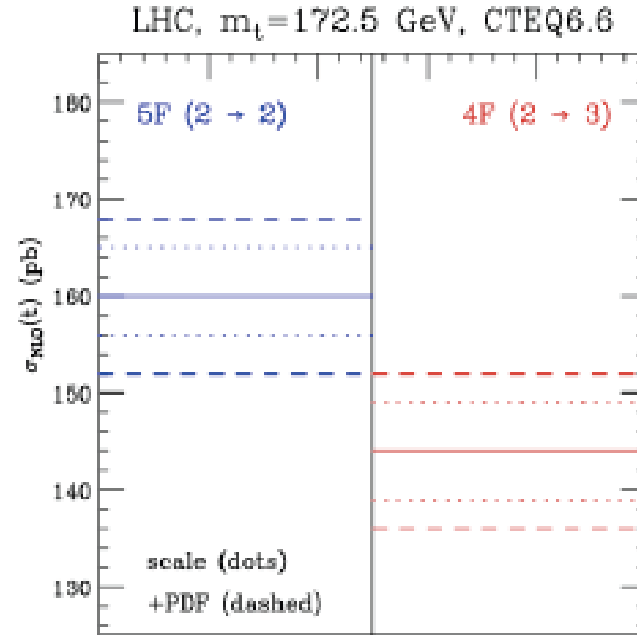
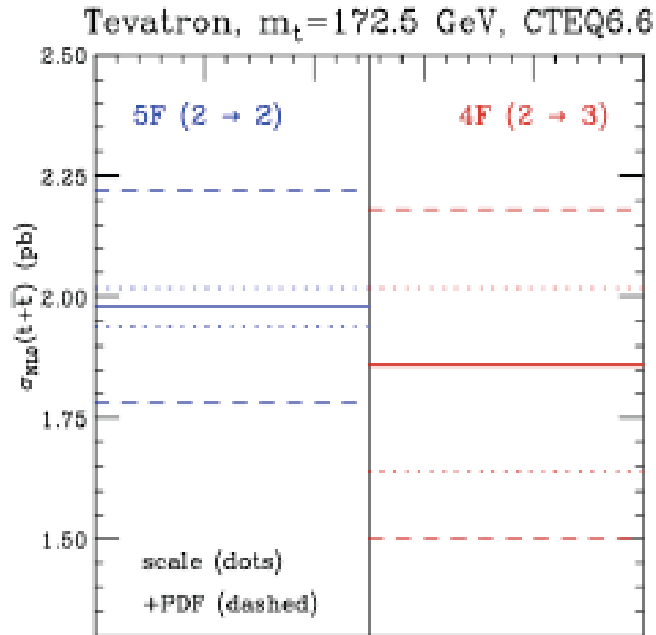
✓ Il canale s e il canale t interferiscono, ma il contributo è minore dello 0,5% ed è stato trascurato



Dipendenza dalle scale di rinormalizzazione e fattorizzazione

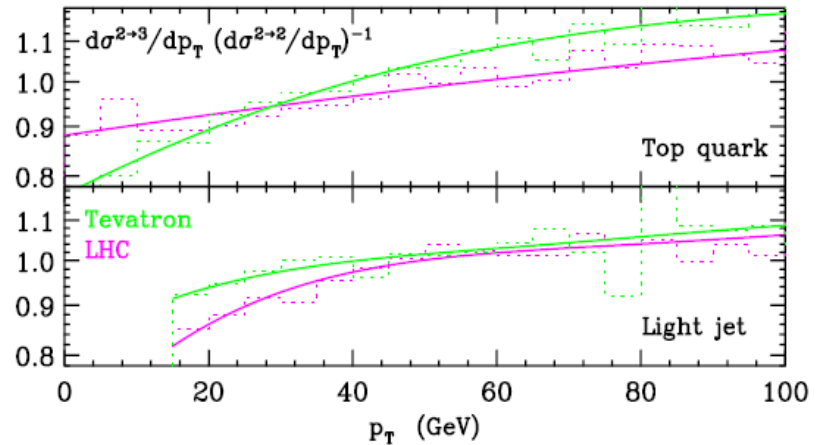
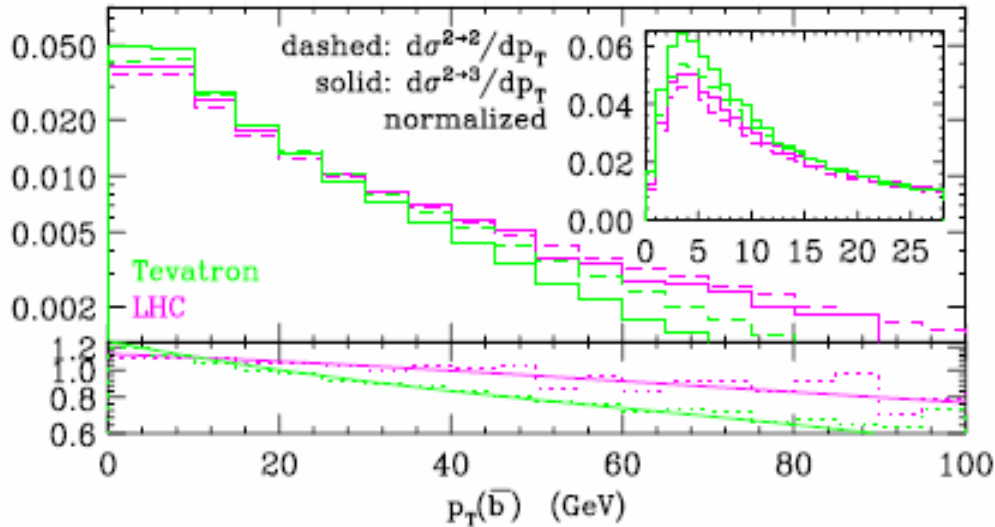
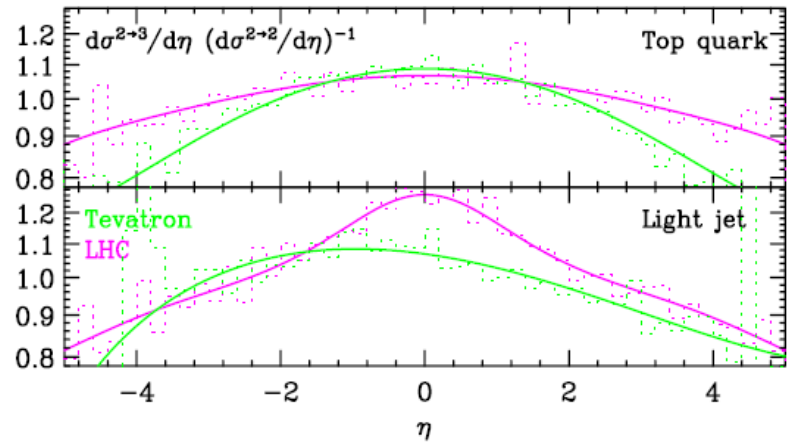
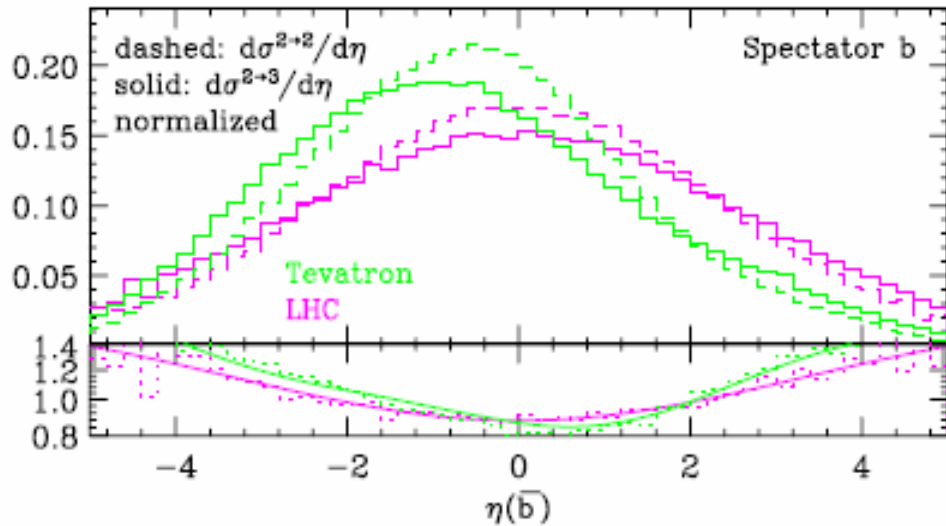


Confronto della stima della sezione d'urto

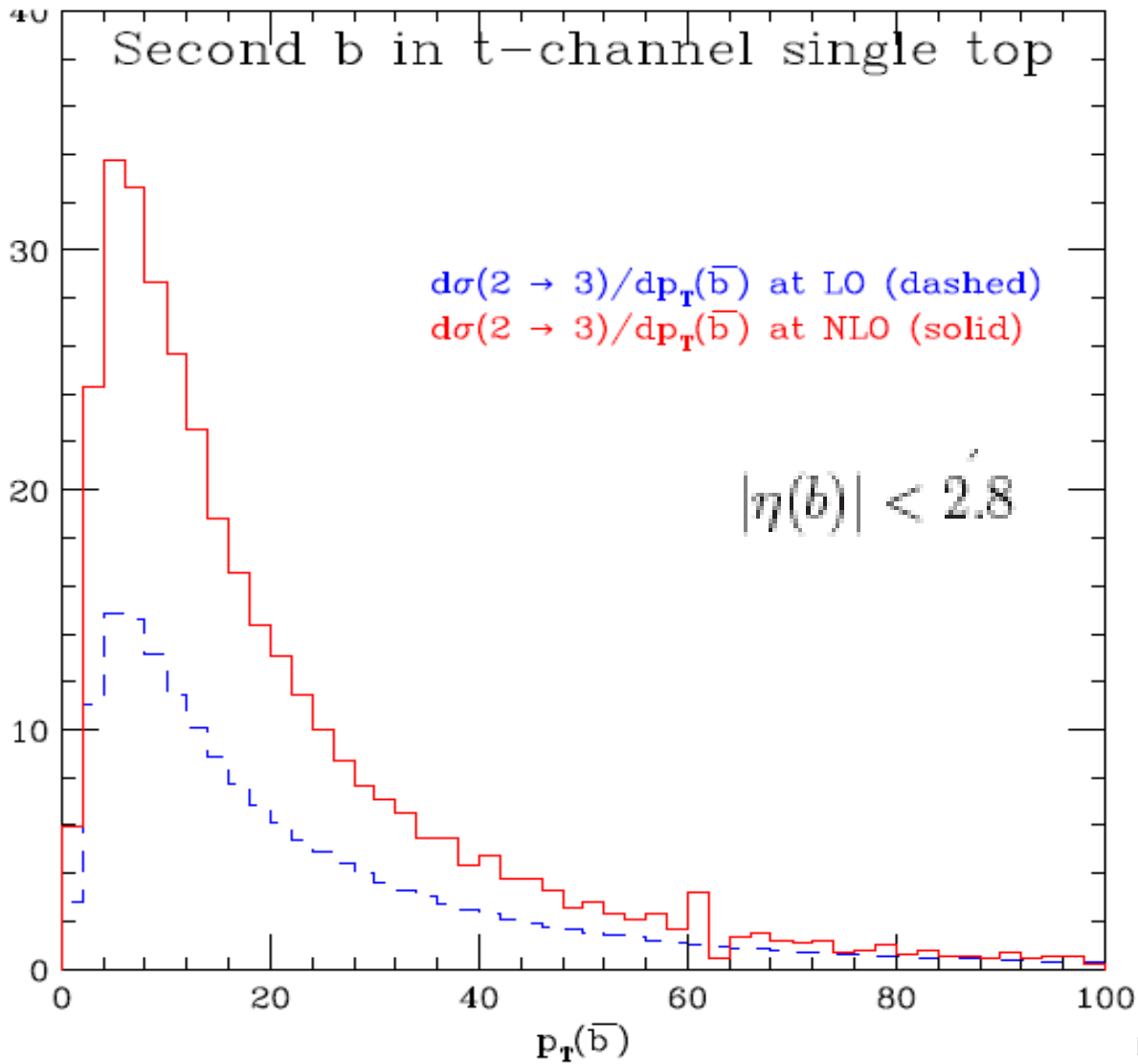


Scheme	TeV $t (= \bar{t})$		LHC t	
	(LO)	NLO	(LO)	NLO
5-flavor ($2 \rightarrow 2$)	(0.91)	$0.99^{+0.02}_{-0.02}$	(153)	160^{+5}_{-4}
4-flavor ($2 \rightarrow 3$)	(0.66)	$0.93^{+0.08}_{-0.11}$	(140)	144^{+5}_{-5}

Confronto delle previsioni per le distribuzioni



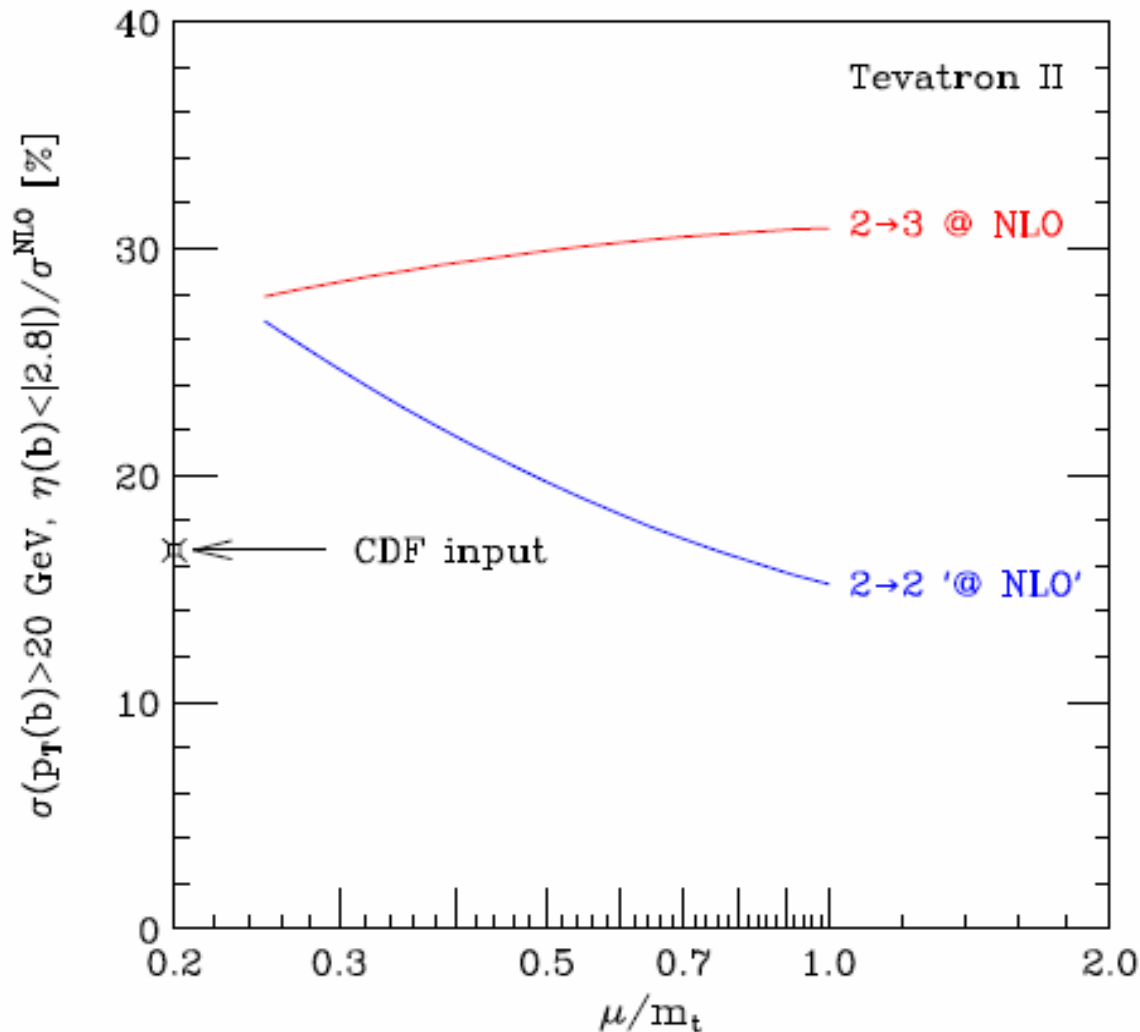
Pt del secondo b al Tevatron II



Accettazione del secondo b al Tevatron II

$p_T > 20 \text{ GeV}$, $|\eta| < 2.8$ k_T algorithm with $R = 0.54$

b-jet (not from top) acceptance in t-channel single top



- La linea rossa rappresenta il rapporto tra due quantità entrambe valutate al NLO
- Più stabile rispetto alla dipendenza dalla scala
- Rispetto alle analisi correnti (linea blu) l'accettazione prevista per il secondo b è circa il doppio

Impatto sull'analisi del Tevatron II

- ✓ Difficile da stimare perché le analisi effettuate degli sperimentali sono complesse (NN, boosted trees, matrix element methods)
- ✓ In ogni caso semplici osservazioni possono essere fatte:
 - il numero di eventi attesi (canale t) $3j(2b)$ raddoppia
 - il numero di eventi attesi (canale t) $2j(1b)$ diminuisce (la sezione d'urto non cambia!)
 - il numero di eventi di background attesi $2j(1b)$ diminuisce della stessa quantità
 - la contaminazione degli eventi di canale t nella misura degli eventi del canale s sarà maggiore -> questo potrebbe risultare in una ridotta sezione d'urto misurata per il canale s

Conclusioni

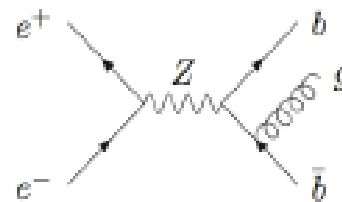
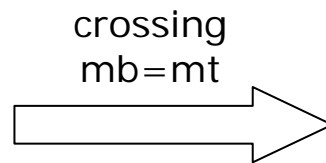
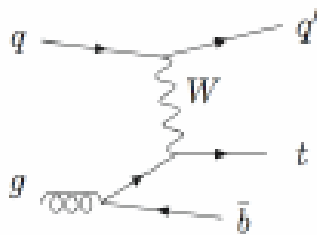
- per le sezioni d'urto totali i due modi di effettuare predizioni nlo per il single top sono in eccellente accordo al Tevatron e in marginale accordo al LHC
- la distribuzione del secondo b è predetta per la prima volta genuinamente al NLO -> predizione stabile per l'accettazione del b secondario

To do list

- studiare l'impatto di questi risultati sulle analisi del single top
- Includere il decadimento del top
- Studiare le implicazioni per altri processi iniziati da quark pesanti
- Inclusione in un montecarlo con showering e adronizzazione (a la MC@NLO)
- Applicazione al caso di produzione di un nuovo fermione (b')

Studio delle correzioni NLO al processo 2->3: check dei calcoli

- ✓ Invarianza di gauge
- ✓ Invarianza per CP
- ✓ Simmetria per lo scambio $m_b \leftrightarrow m_t$
- ✓ Struttura delle divergenze verificata con due diverse implementazioni del metodo dei dipoli
- ✓ Eseguendo il crossing e imponendo $m_t = m_b$ troviamo perfetto accordo con il calcolo di $e^+e^- \rightarrow b\bar{b}g$ (P. Nason e C. Oleari NPB '98)



Nason & Oleari, NPB521, 237 (1998)

- ✓ Tutti i calcoli eseguiti sono contenuti nel MonteCarlo partonico MCFM (J. Campbell e K. Ellis)

CDF 2008

