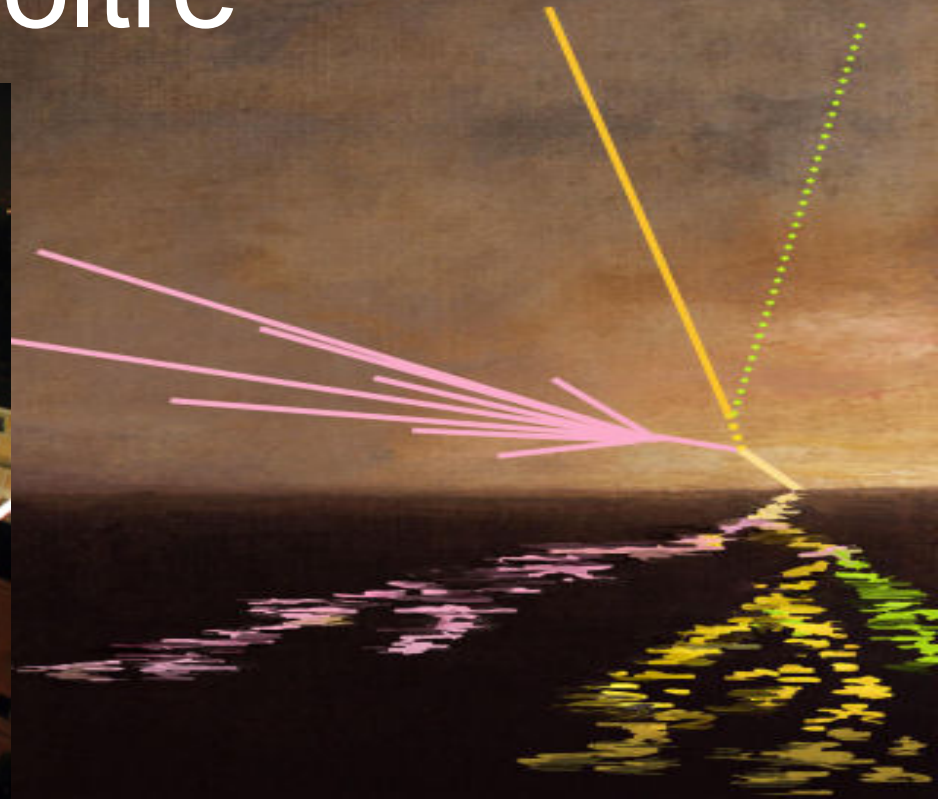


TOP e oltre



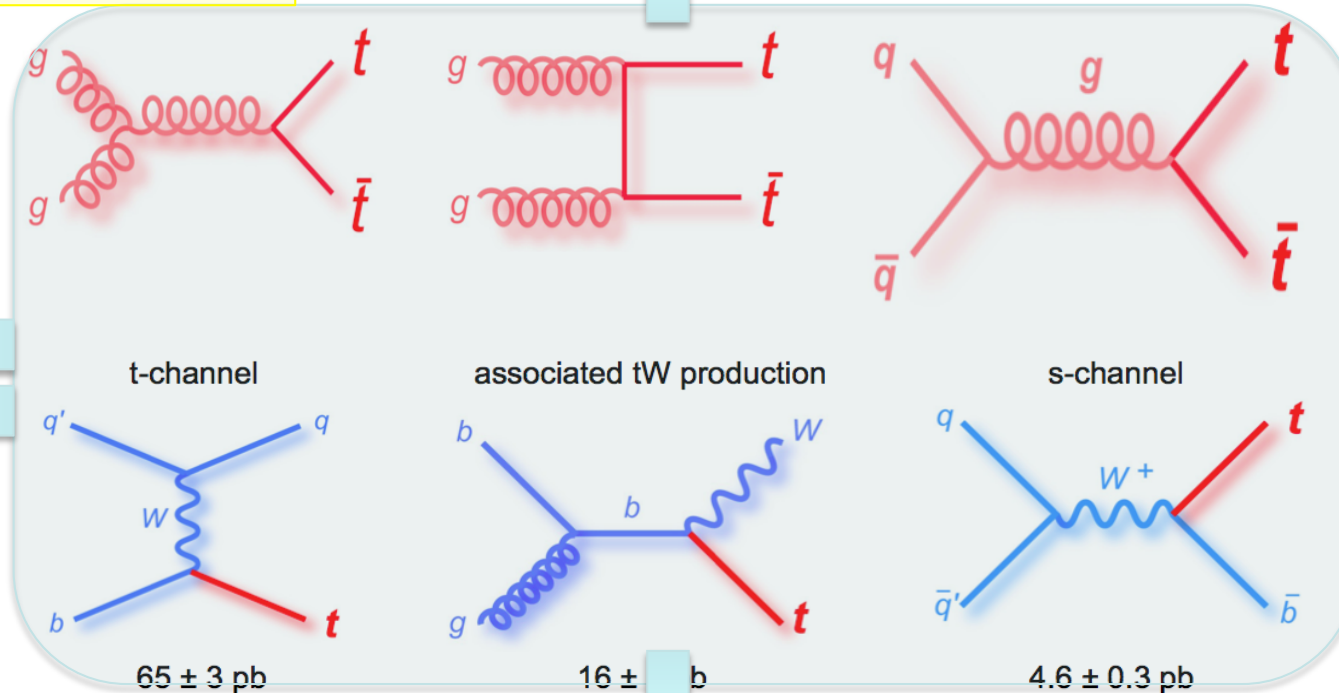
IFAE 2012

Roberto Tenchini – INFN Pisa

Sezioni d'urto totali e differenziali, Test del meccanismo di produzione (QCD, EWK), produzione $t\bar{t}$ +jets, misure di PDF

Produzione attraverso meccanismi alternativi (Nuova Fisica), produzione associata ($t\bar{t}W$, $t\bar{t}Z$, $t\bar{t}H$, $t\bar{t}$ +MET)

Correlazioni di Spin in $t\bar{t}$, asimmetria FB, polarizzazione del top in single top



Misura di precisione della massa del top, misura ΔM (test CPT)

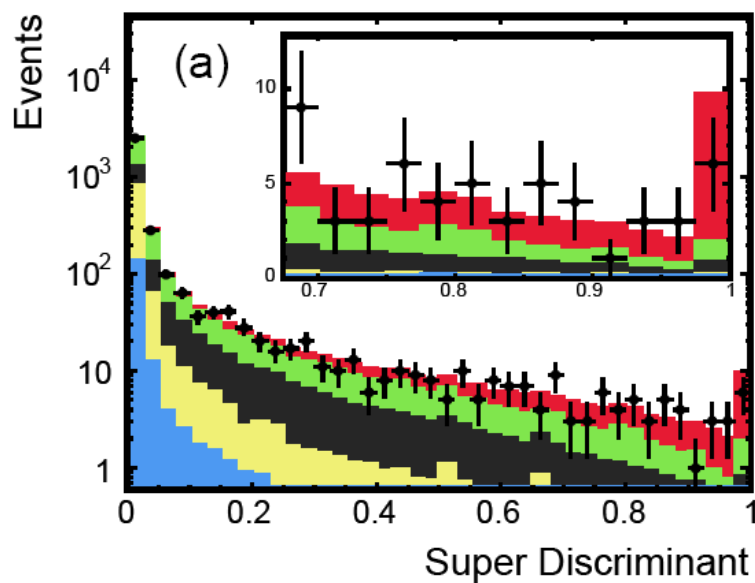
Misura delle proprietà del top: rapporti di decadimento, carica, width, accoppiamenti, elicità del W , misura di V_{tb}

Nuova Fisica nel decadimento del top (FCNC, etc.)

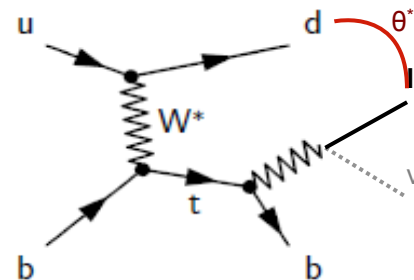
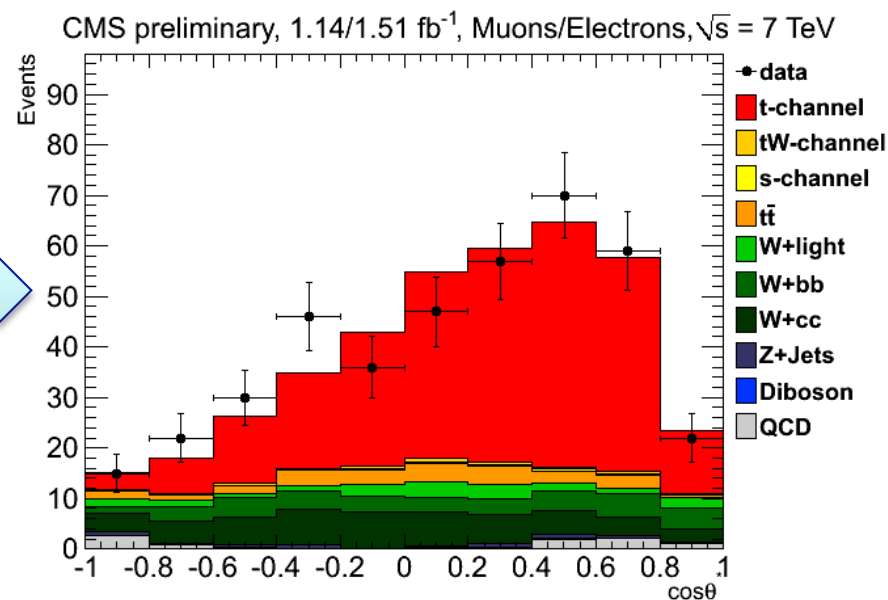
TOP nel 2012: un salto in statistica

Esempio - single top production

2009: first observation (CDF)



2011: single top from a single observable

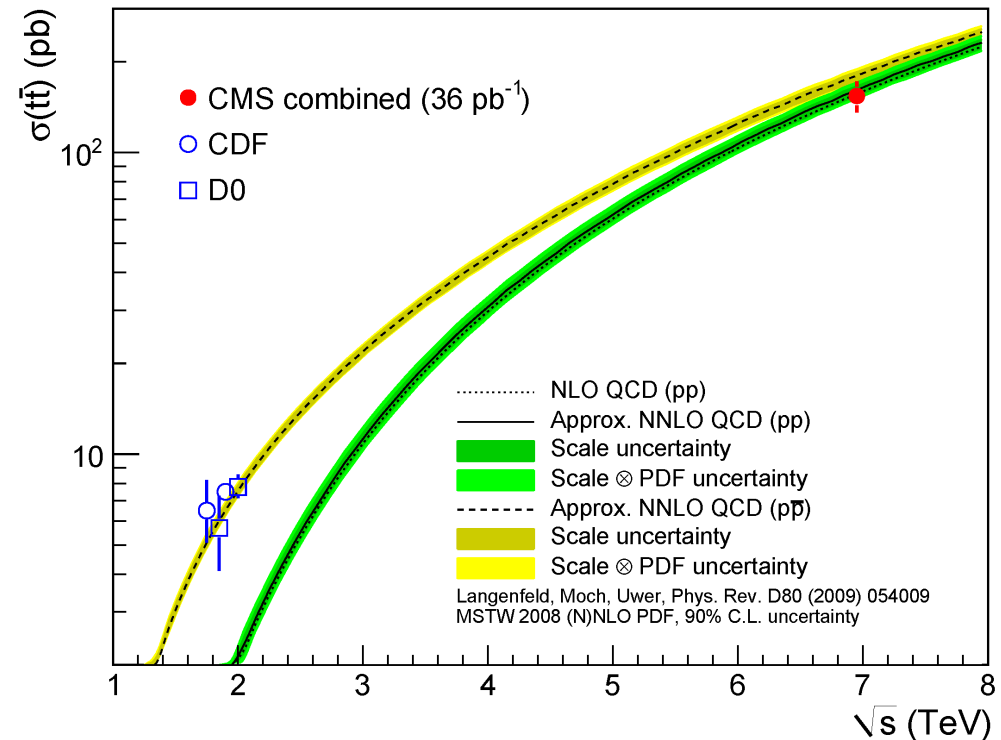
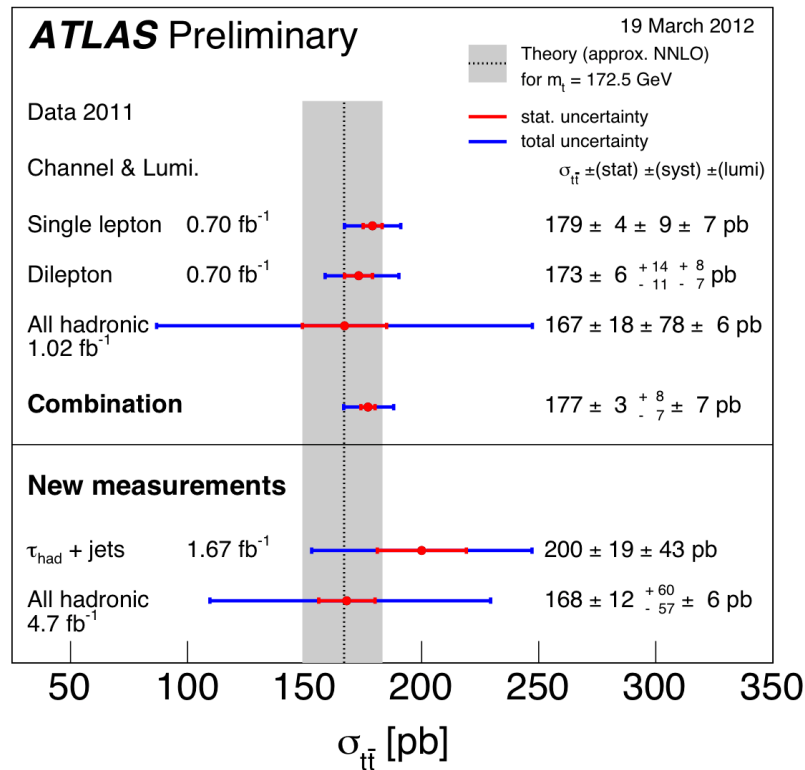


Ruolo della fisica del top nel 2012 (nell'anno dell'Higgs)

- Meccanismo di produzione dominante a LHC, $t\bar{t}$ con **gluon-gluon fusion**
 - stesso per l'Higgs
- E' il fermione con il piu' alto **accoppiamento di Yukawa** all'Higgs
 - misura delle proprieta' del top
- **Misura della massa del W, top e Higgs**
 - test molto significativo del modello standard
- Finestra per **nuova fisica nella terza generazione e oltre**

La sezione d'urto totale $t\bar{t}$

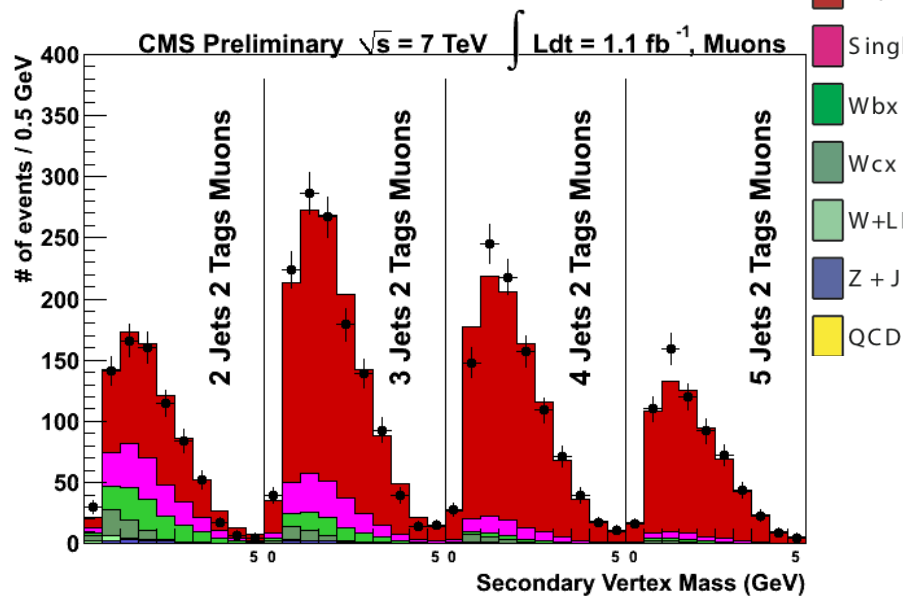
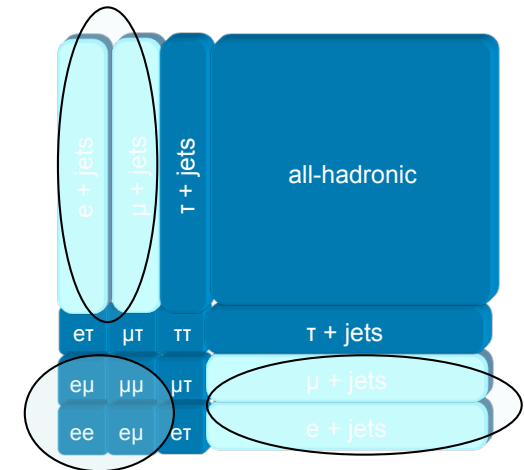
- e' in buon accordo con la teoria (approx NNLO QCD ~ 6-7 %) ...



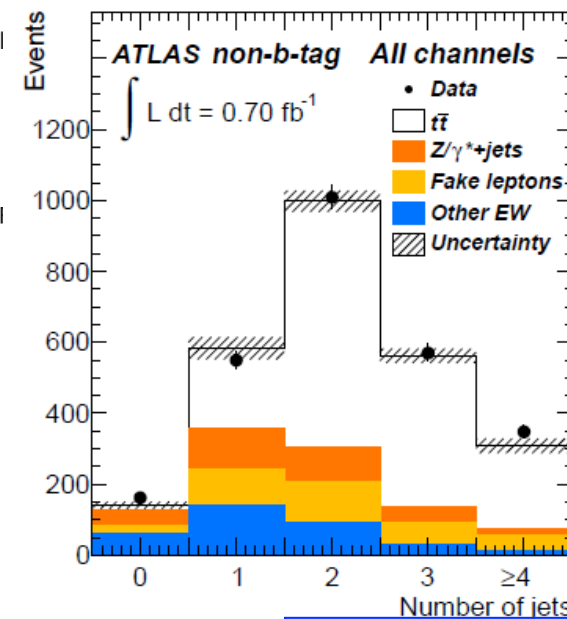
- ... ma la precisione sperimentale a 7 e 8 TeV sara' presto piu' precisa delle predizioni, visto il miglioramento della conoscenza della luminosita' ~ 2.2 % (!!)

Leptoni+jets e dileptoni (con e, μ)

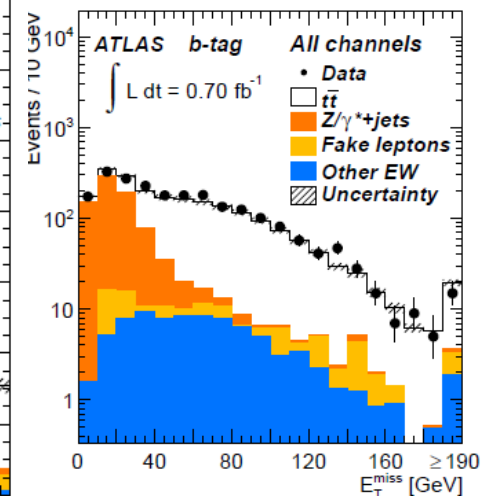
- Il controllo dei fondi e' molto buono grazie alla categorizzazione in jet, l'uso del b tagging e il controllo in situ della jet-energy scale
- La sfida per il 2012 (8 TeV) sara' il controllo del trigger e pileup, ma ci possiamo aspettare misure molto precise (qualche percento, grazie alla riduzione di incertezza sulla luminosita')



CMS PAS TOP-11-003

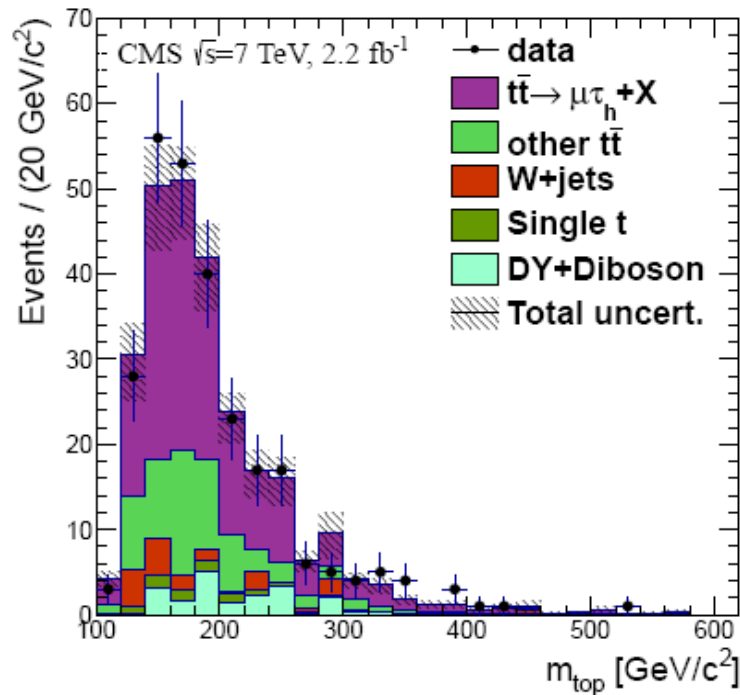


ATLAS arXiv:1202.4892



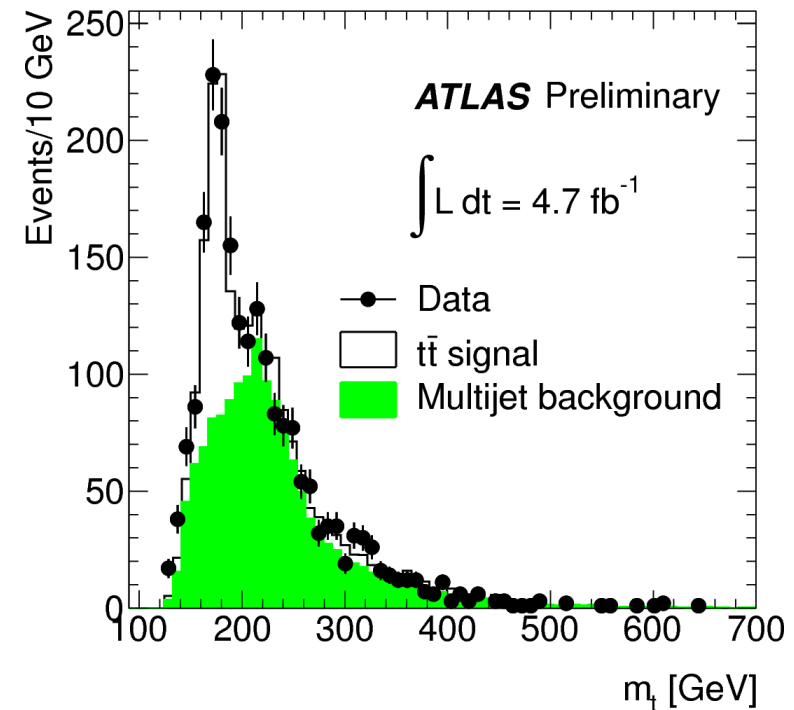
Anche i canali piu' difficili sono esplorati in dettaglio

$$t\bar{t} \rightarrow \tau\tau$$



CMS arXiv:1203.6810

$$t\bar{t} \rightarrow \text{all hadronic}$$



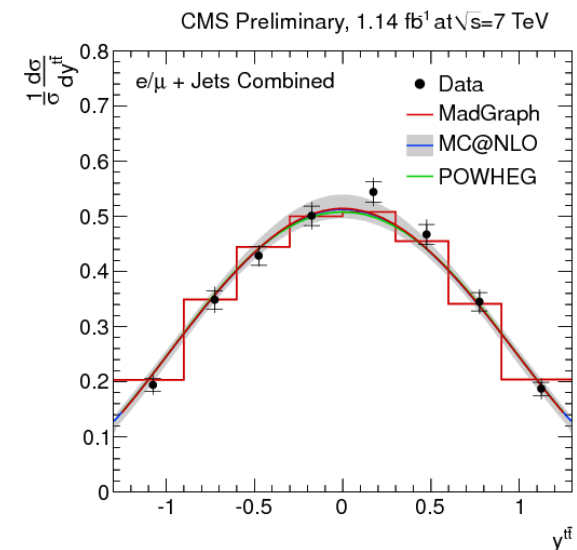
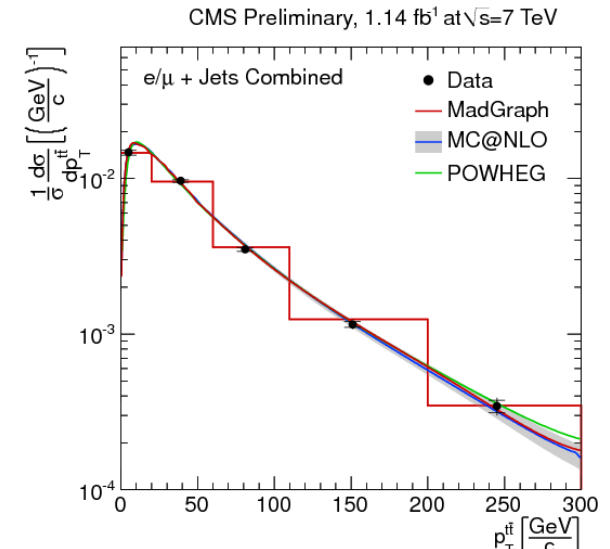
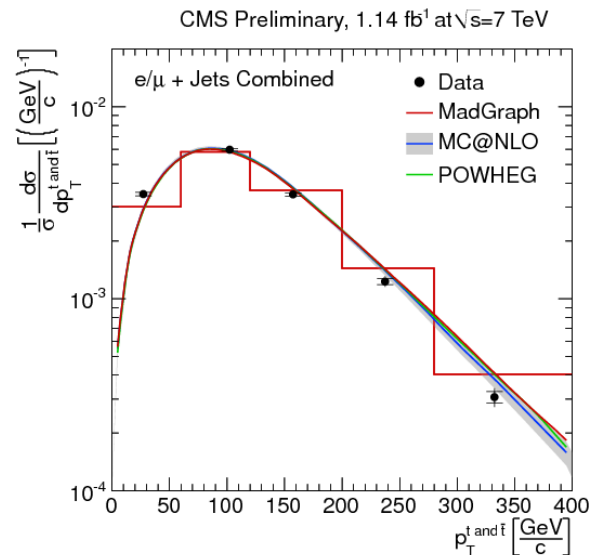
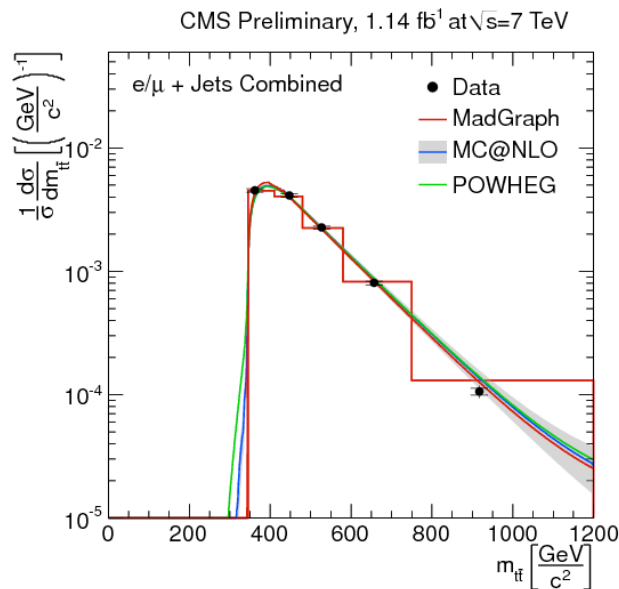
ATLAS CONF-2012-031

Verso sezioni d'urto differenziali

$$\frac{1}{\sigma_{t\bar{t}}} \frac{d\sigma_{t\bar{t}}}{dX}$$

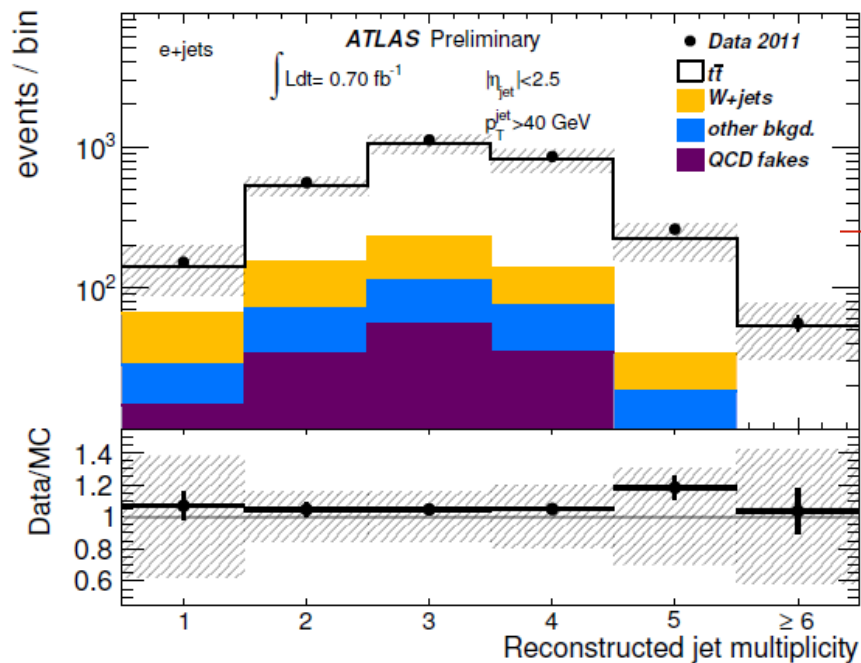
Le chiavi:

- Ricostruzione cinematica
- Unfolding (per ora a parton level, discussioni con la comunita' teorica su una definizione del top a particle level)

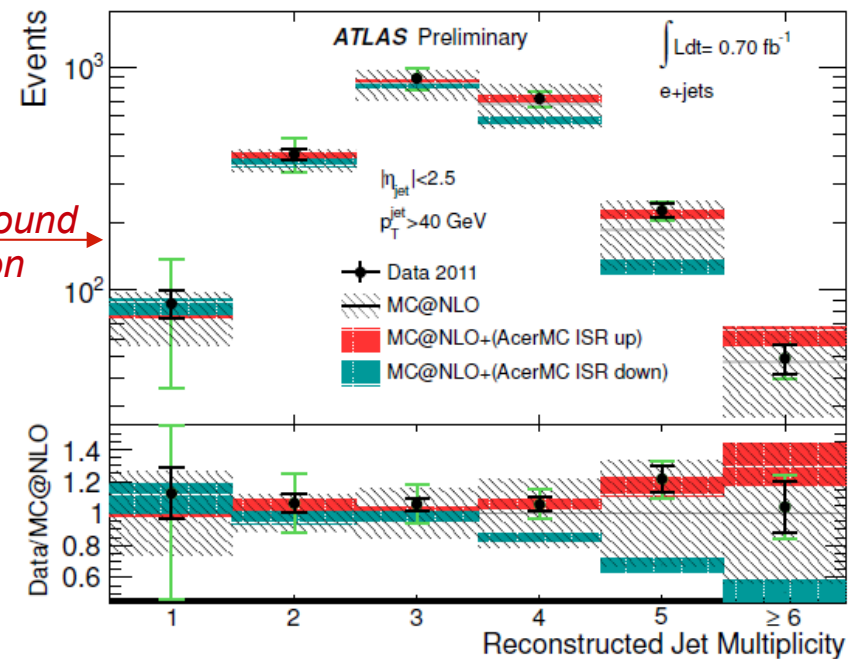


ttbar e jet aggiuntionali

- Si e' aperta la possibilita' di effettuare studi dettagliati del pattern di radiazione QCD e di topologie importanti per nuovi fenomeni (ttH)



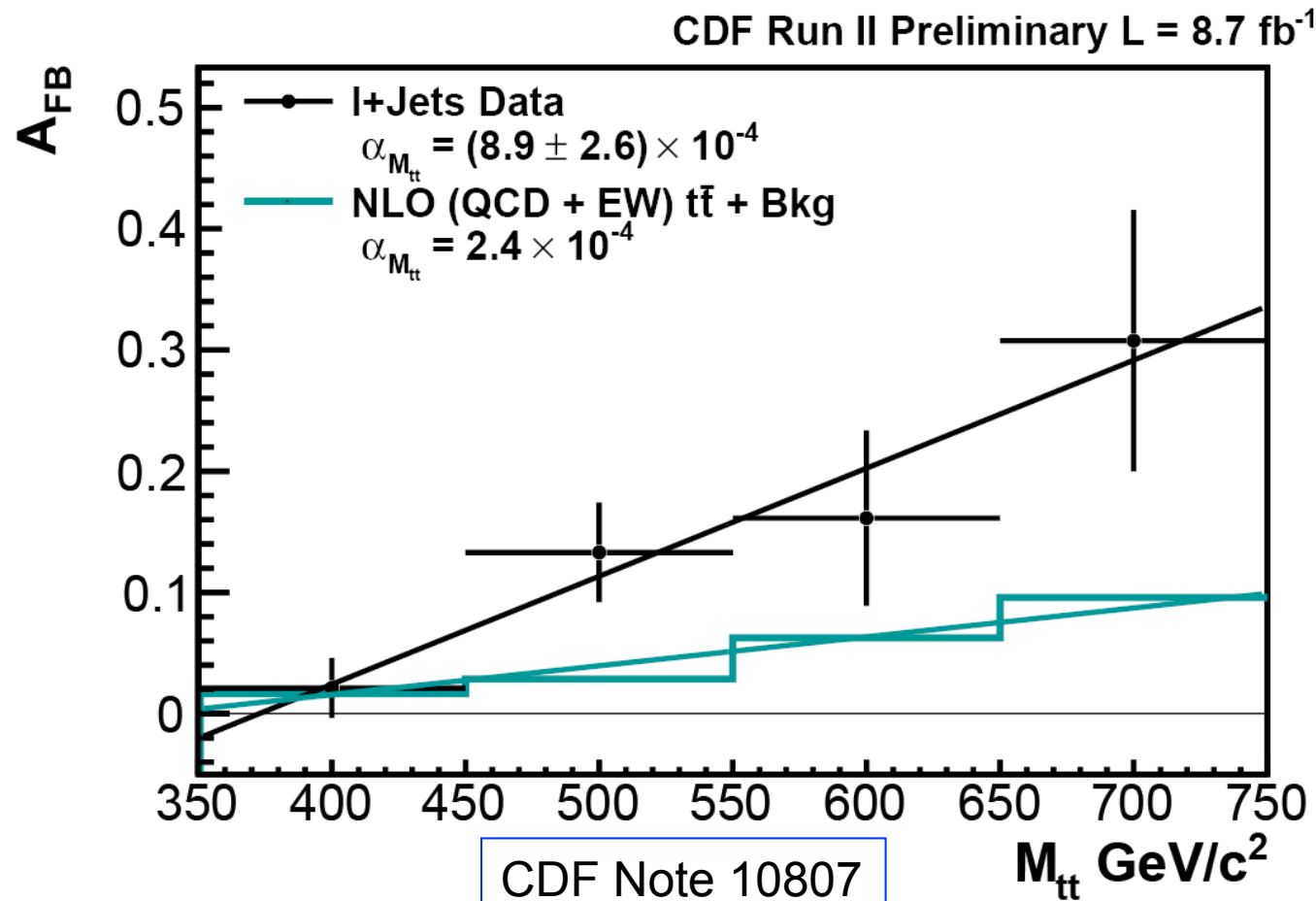
After background subtraction



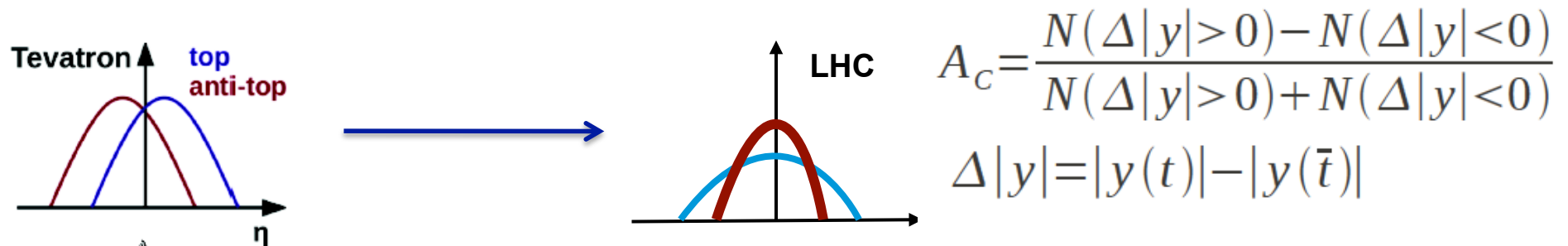
ATLAS CONF-2011-142

Non tutto torna ... A_{FB} in $p\bar{p}$ $q\bar{q} \rightarrow t\bar{t}$

- Asimmetria SM da interferenza
(higher order QCD $\sim 7\%$)

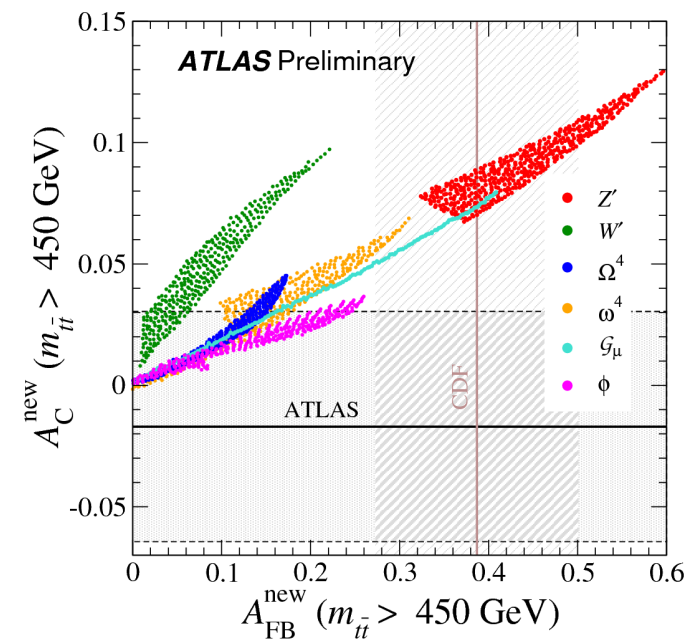
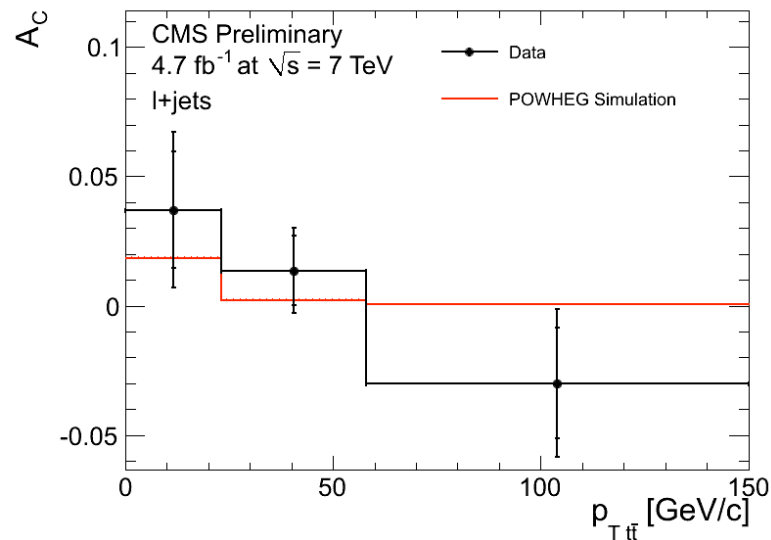
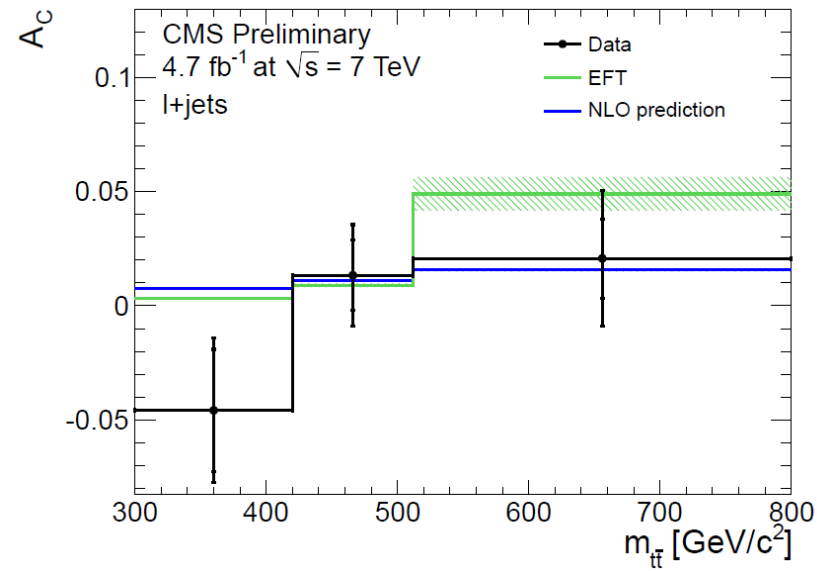
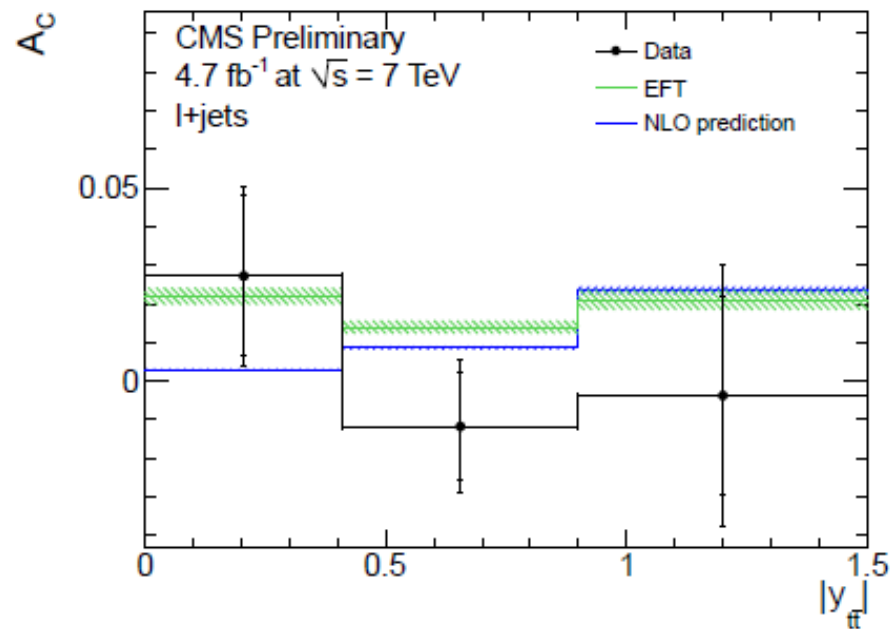


A_{FB} a LHC $\rightarrow$ charge asymmetry



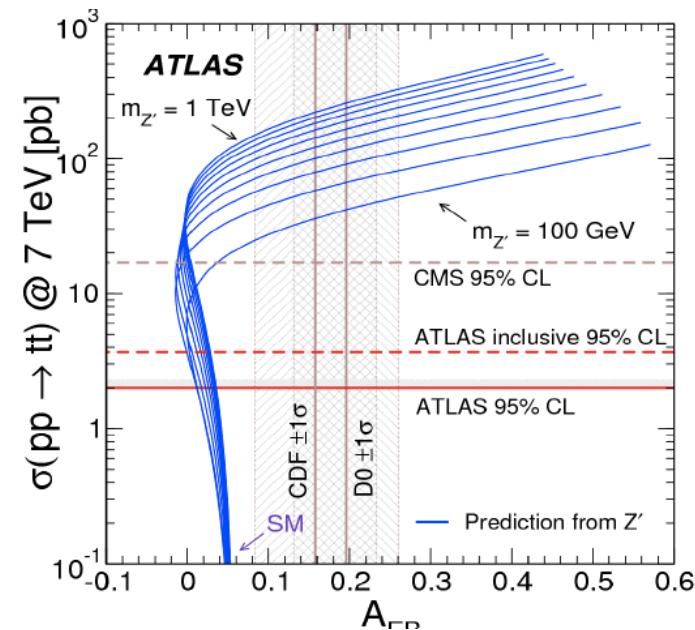
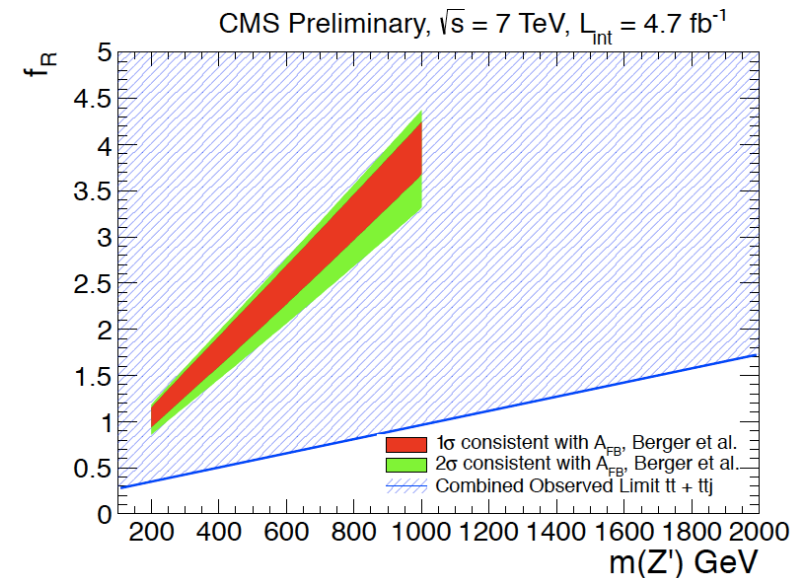
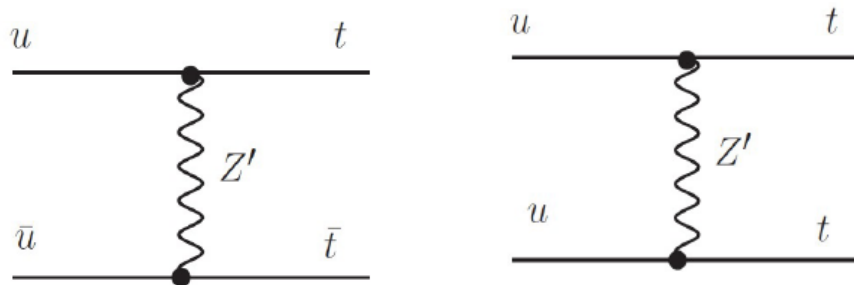
- L'asimmetria top / anti-top in rapidita' a LHC puo' esistere per la produzione da quark-antiquark annihilation, la produzione gluon-gluon fusion, dominante, e' intrinsecamente simmetrica
- **Importante a LHC lo studio differenziale dell'asimmetria**, per estrarre la componente eventualmente dovuta a nuova fisica
 - **La somma delle rapidita' di t e tbar separa la componente quark-antiquark da gluon-gluon fusion**
 - **La massa invariante del sistema ttbar e' sensibile a nuovi stati pesanti**
 - **Il momento trasverso del sistema ttbar e' sensibile all'interferenza da radiazione nello stato iniziale (asimmetria da interferenza)**
- Si possono utilizzare tecniche di unfolding per ottenere sezioni d'urto differenziali a particle level oppure confrontare la selezione a modelli specifici

Charge asymmetry at LHC



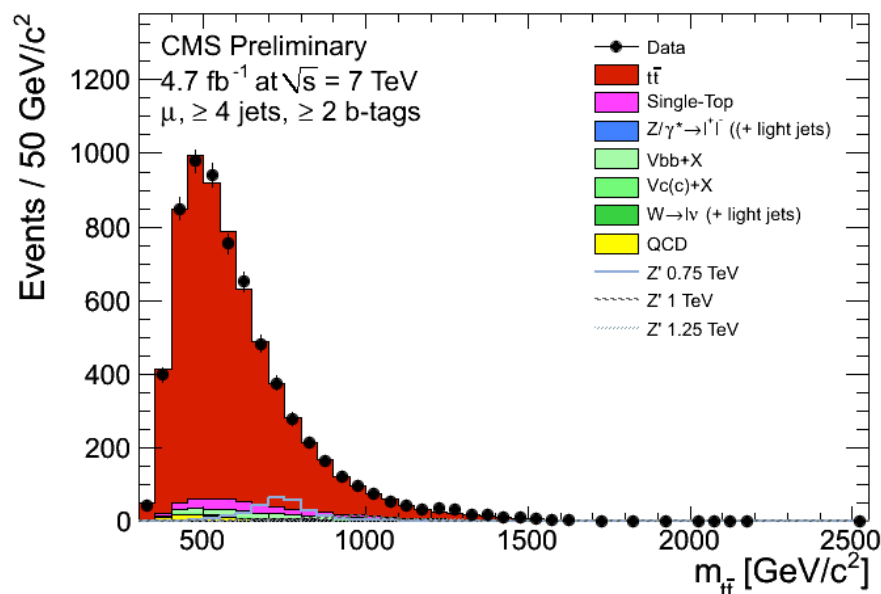
Search for same-sign top and A_{FB}

- Una possibile spiegazione dell'asimmetria osservata al Tevatron riguarda lo scambio di Z' in canale t
- Lo stesso meccanismo porterebbe alla produzione di coppie di top dello stesso segno a LHC: tale meccanismo sembra escluso



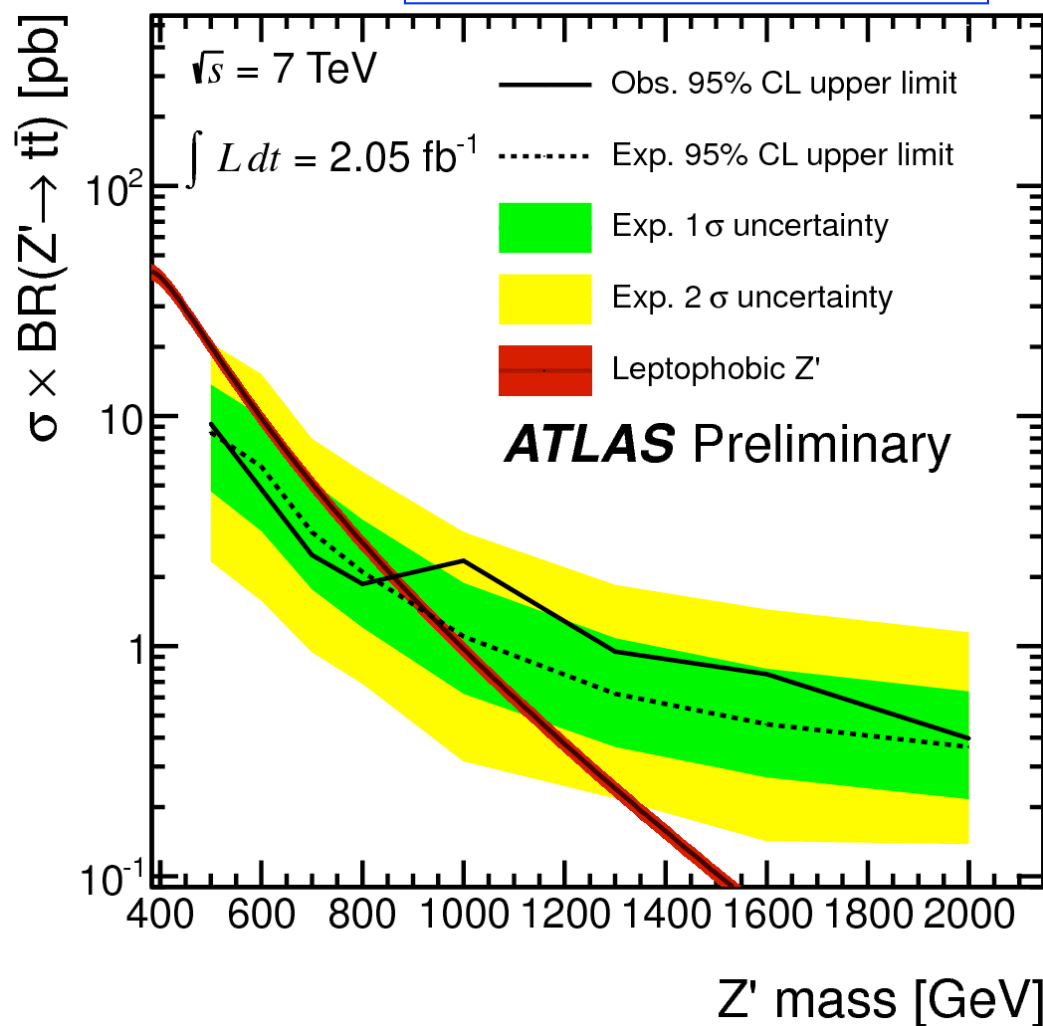
Ricerca diretta di risonanze nel sistema $t\bar{t}$

CMS PAS TOP-11-030



Lepton+jets: 1 μ , almeno 4 jet
con due b-tagged

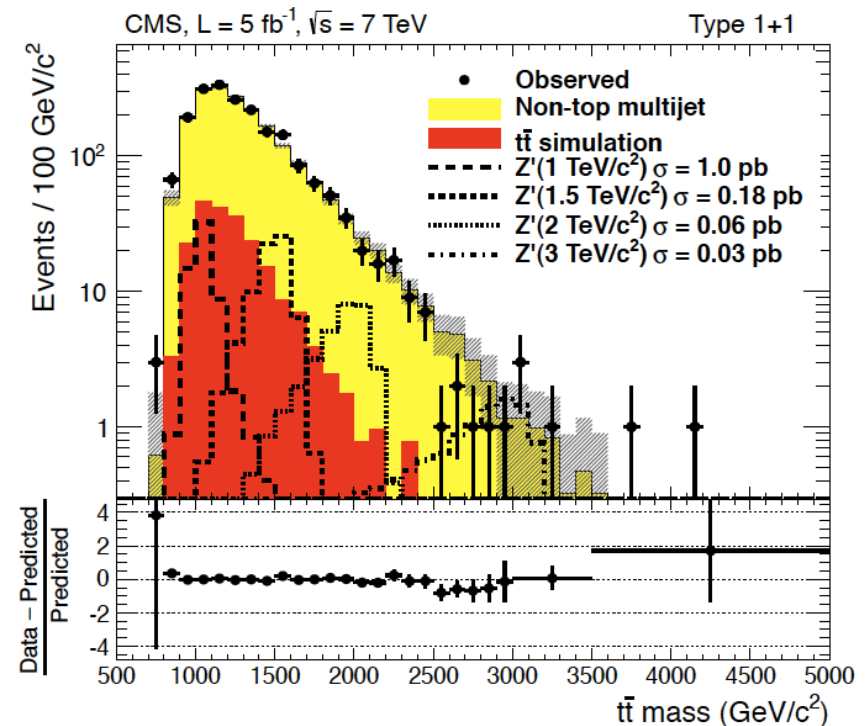
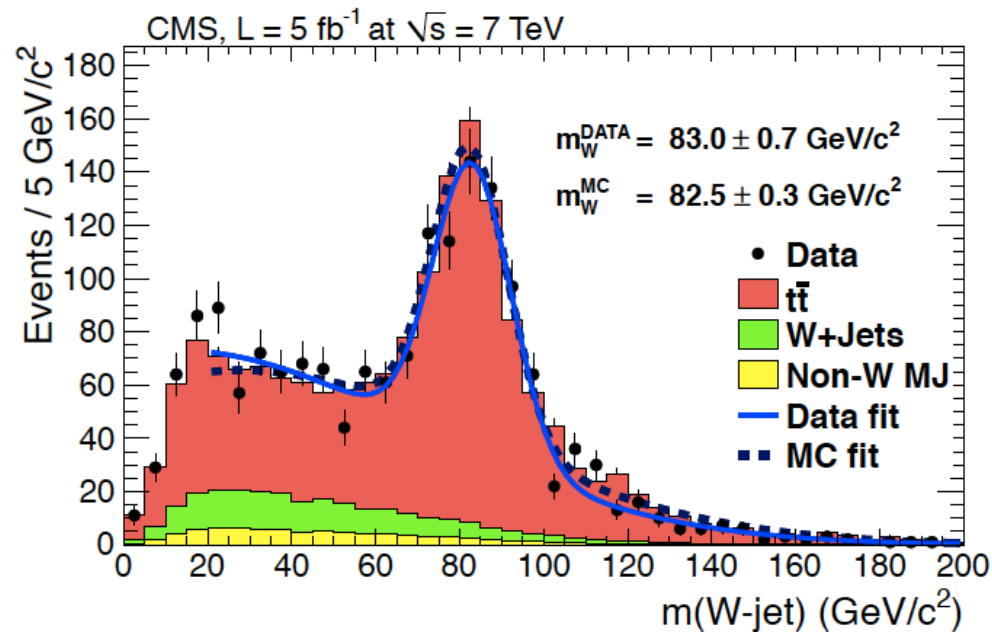
ATLAS CONF-2012-029



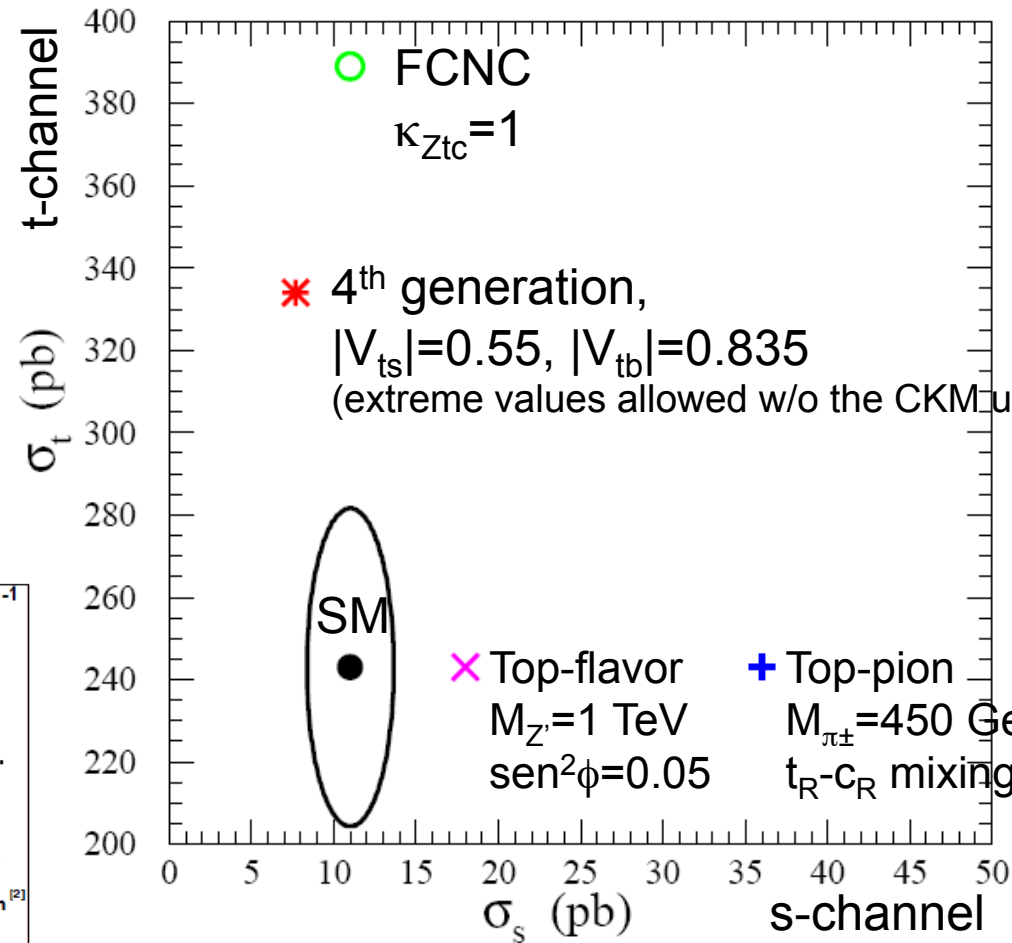
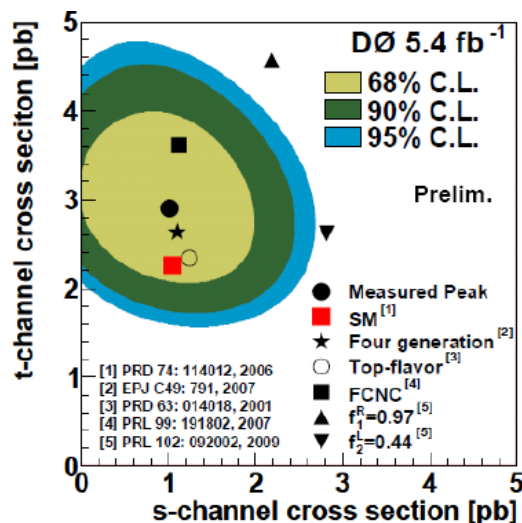
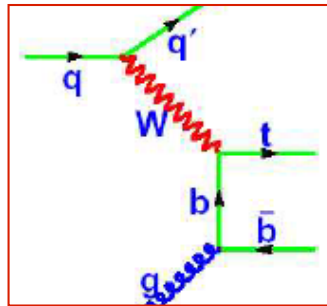
Ricerca diretta di risonanze con tecniche di jet pruning: sottostrutture e Boosted top

CMS arXiv1204.2488 **Uscito oggi !**

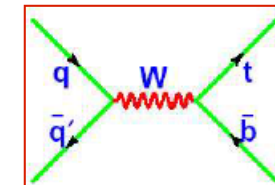
Search for Anomalous t-tbar Production in the Highly-Boosted All-Hadronic Final State



Sezioni d'urto single top e fisica BSM



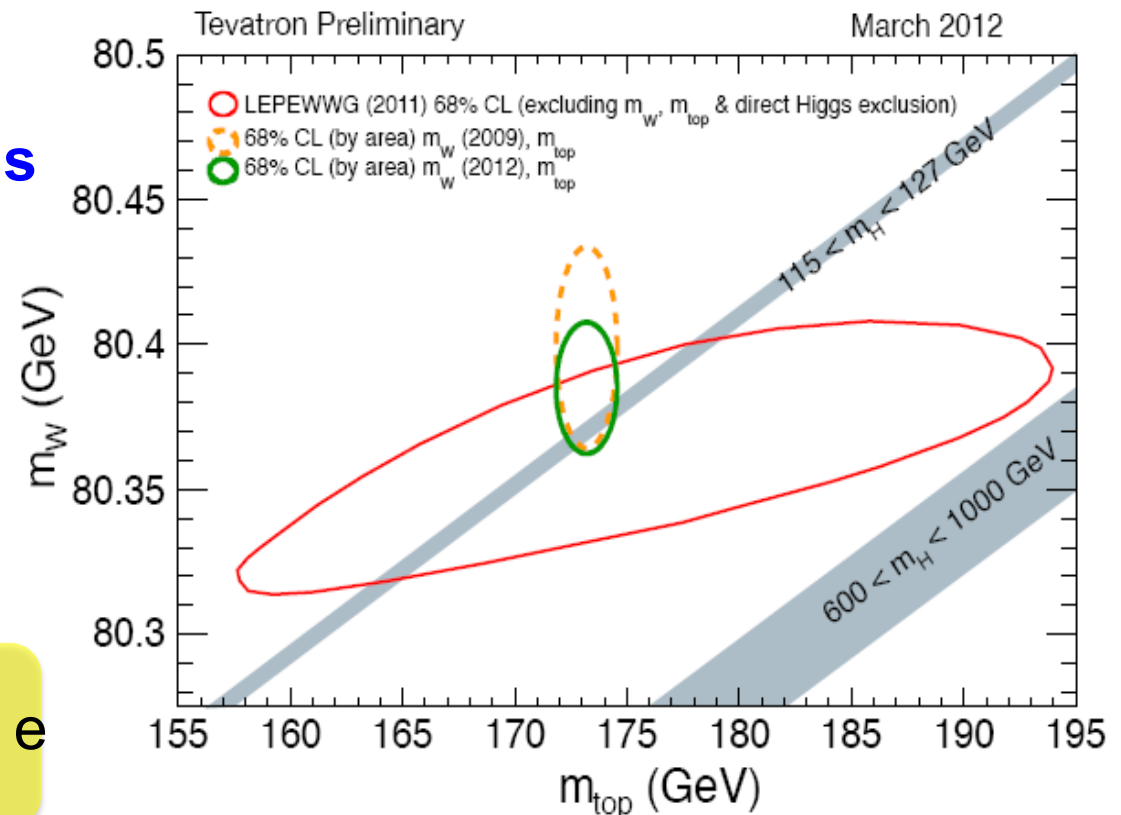
(old plot for 14 TeV)



T.Tait, C.-P.Yuan, Phys.Rev. D63 (2001) 0140018

Il ruolo della massa del top nel 2012 (previsioni sulla massa dell'Higgs)

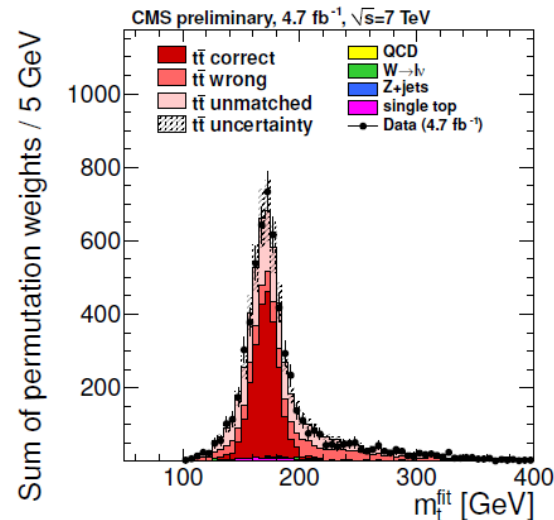
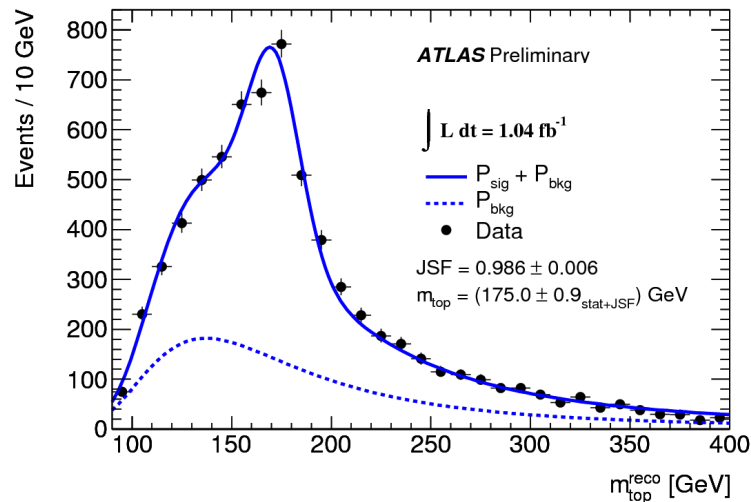
- Il classico plot W-top plot , dopo **la scoperta dell' Higgs** sara' visto in luce diversa
- **Consistenza con la massa dell' Higgs: un test chiave del tuo modello preferito !**
- Misura molto precisa della massa del W al Tevatron
- Siamo sicuri del valore centrale della massa del top e della sua interpretazione ?



Massa del top da LHC gia' molto precisa (esempio dal canale Lepton+jets)

ATLAS: templated fit as function
of JES and top mass

CMS: kinematic fit + ideogram like method
→ combine event-per-event likelihood



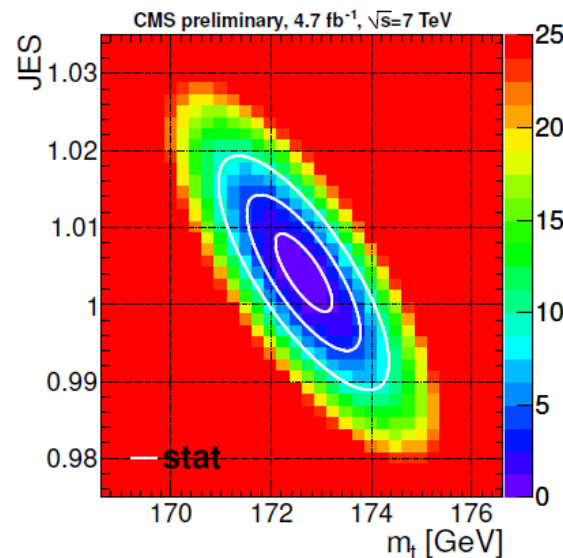
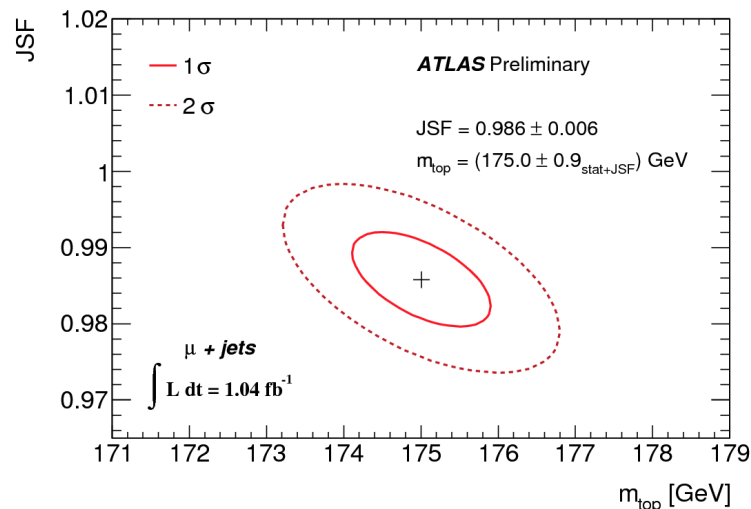
Results

ATLAS

$$174.4 \pm 0.6_{\text{stat}} \pm 2.3_{\text{syst}} \text{ GeV}$$

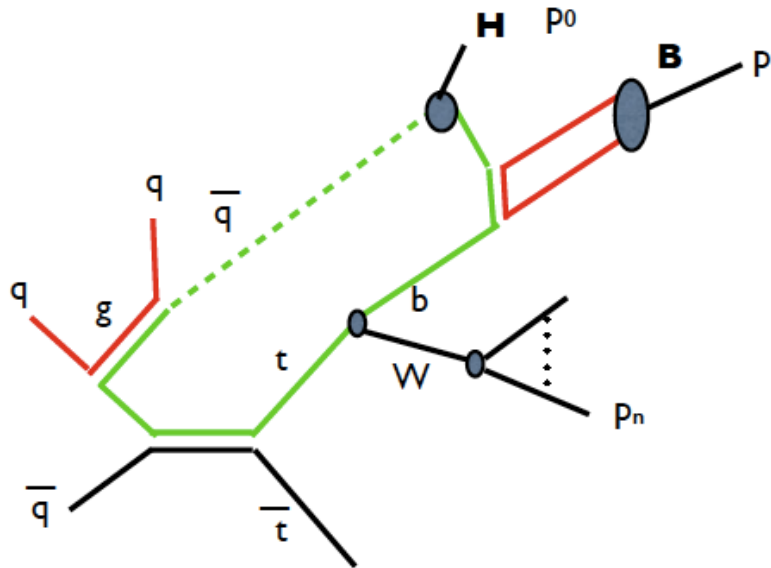
CMS

$$172.64 \pm 0.57_{\text{stat+JES}} \pm 1.18_{\text{syst}} \text{ GeV}$$



Questo canale
permette
calibrazione in-situ
della Jet Energy
Scale (light quark
JES da $W \rightarrow qq'$)

Definizione massa del top e riconnessione di colore

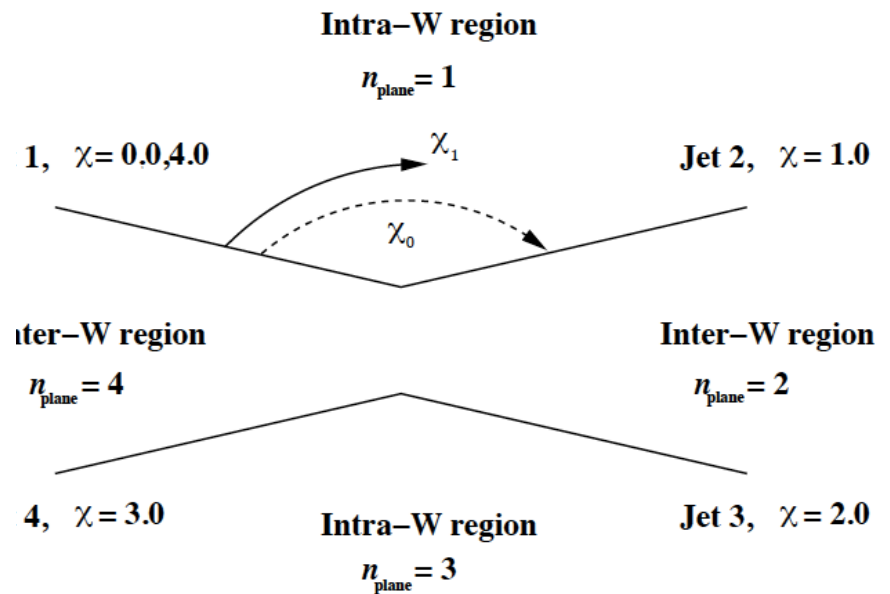
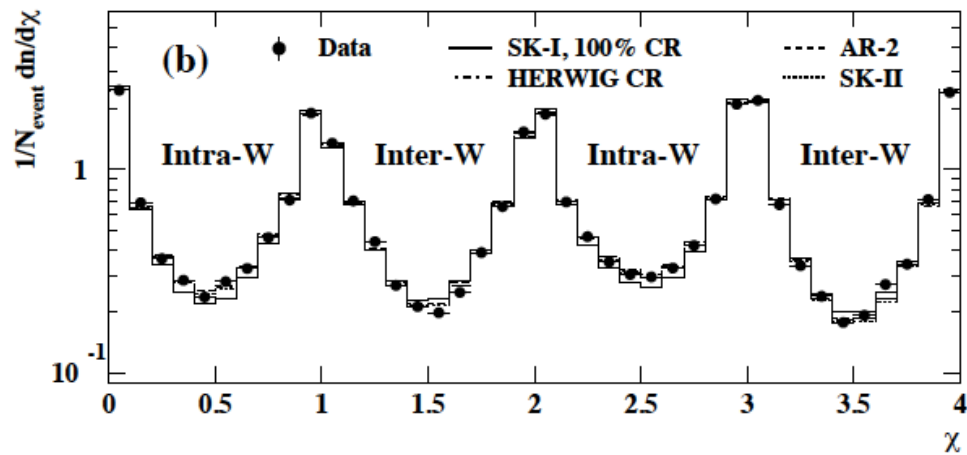
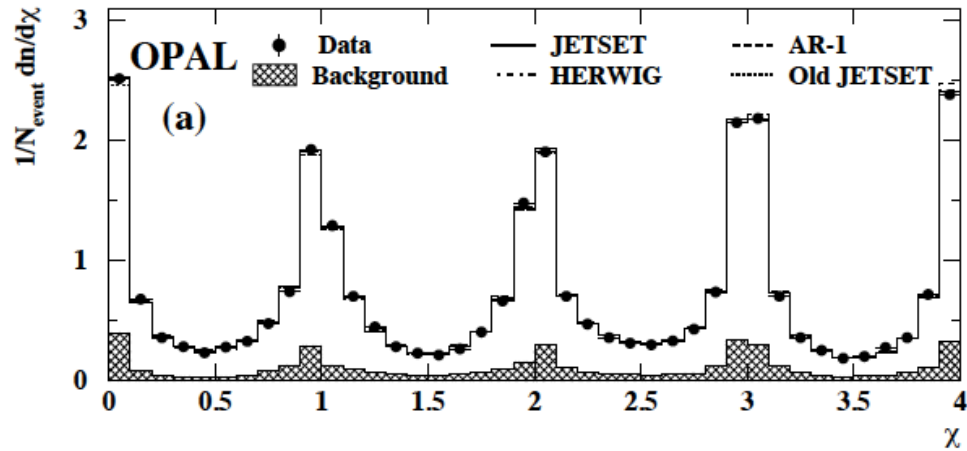


1. La pole mass di una particella colorata ha una incertezza intrinseca $\approx \Lambda_{\text{QCD}}$
2. La ricostruzione cinematica del 4-momento del top dai suoi prodotti di decadimento introduce una incertezza dovuta alla riconnessione di colore, effetto non-perturbativo, $\approx \Lambda_{\text{QCD}}$ qualche studio indica $\approx 500 \text{ MeV}$

Incertezza dovuta alla Riconnessione di Colore

- Attualmente si usa un toy model (D. Wicke, P. Skands, EPJC 52 (2007) 133, arXiv: 0807.3248)
- Il modello ha un indiretto supporto dal tuning dei MC sui dati di molteplicità e studi di underlying event a LHC
- L'esperienza a LEP (riconnessione di colore nella misura della massa del W nel canale totalmente adronico) ci insegna che i toy models sono solo il primo passo per studiare la riconnessione di colore dai dati

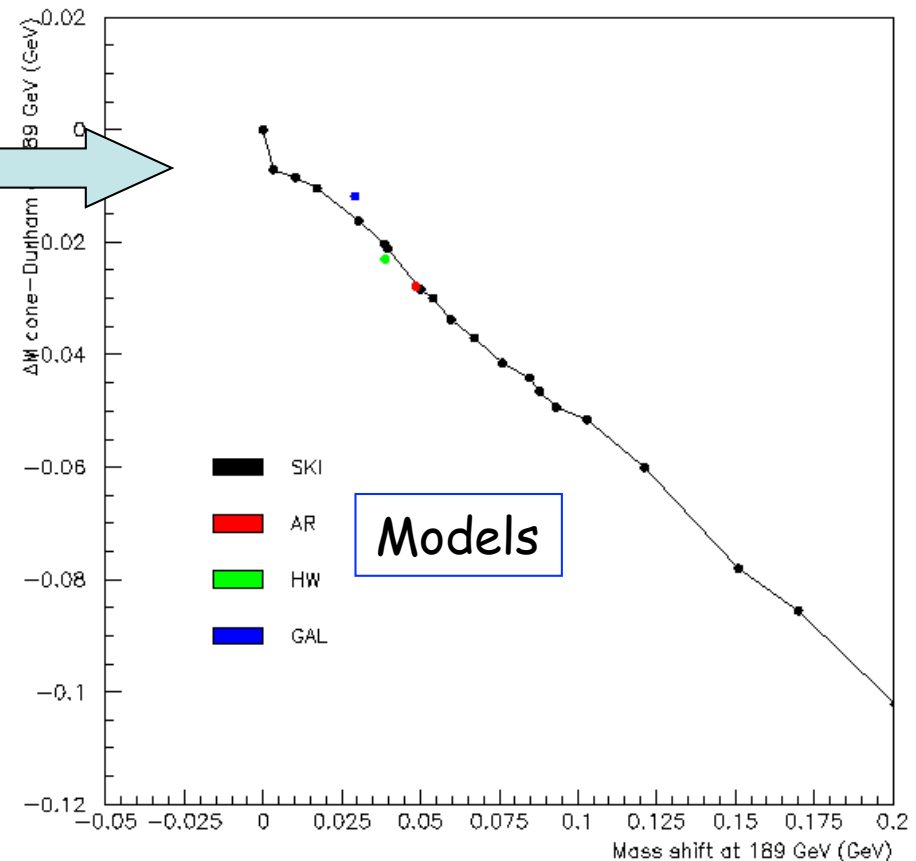
Riconnessione di Colore a LEP



Final LEP result: Colour Rec. constrained by Mass variation when soft particles are excluded

Example: difference between
Mass measured in standard analysis
and
Mass measured using only particles in the core of the jet

- This correlation is a general feature of All Models : CR is expected to affect mainly
 - low momentum particles
 - particles away from the jet core



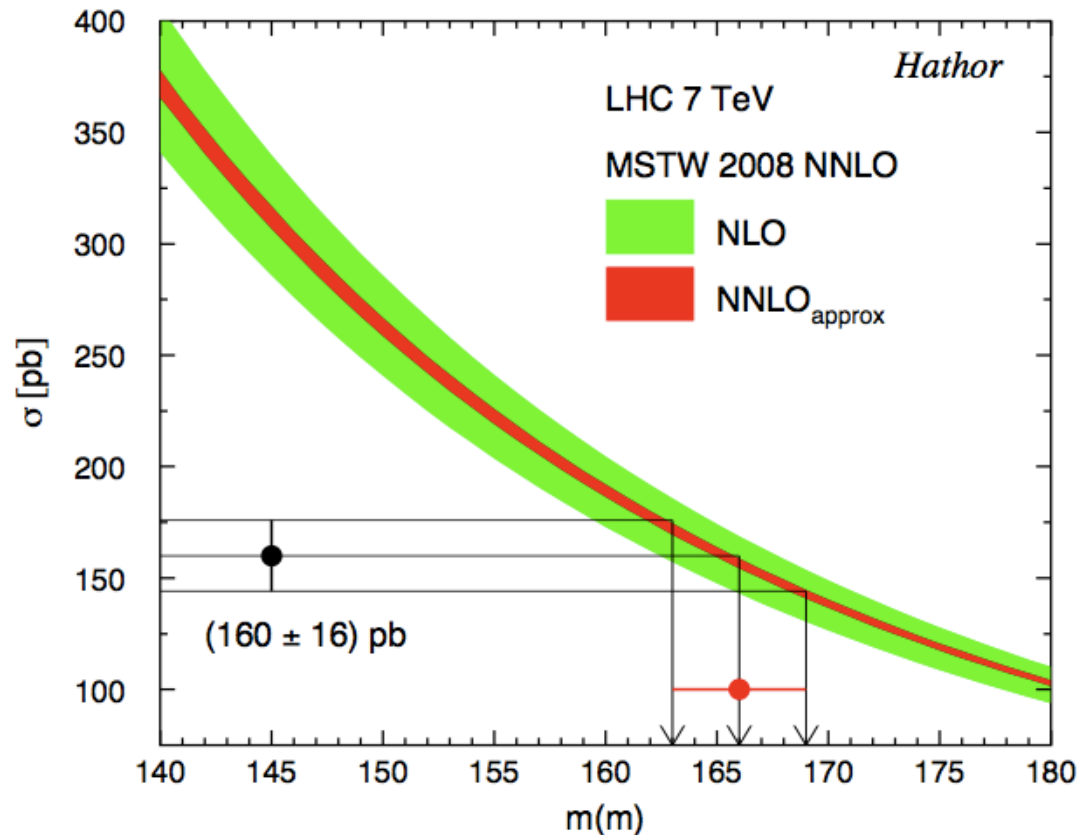
- By studying Mass Stability (or Measuring the W mass only with particles in the jet core) expect to **reduce CR Systematic Error to ~ 50 MeV**

Una proposta per mitigare il problema

S. Moch, P. Uwer

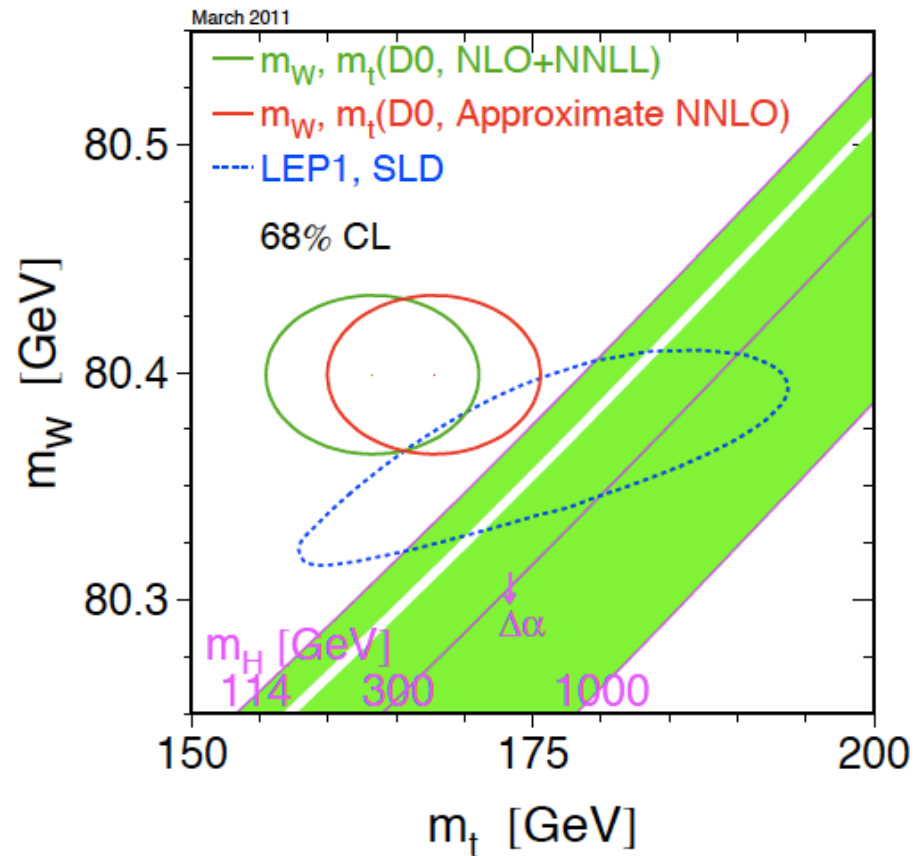
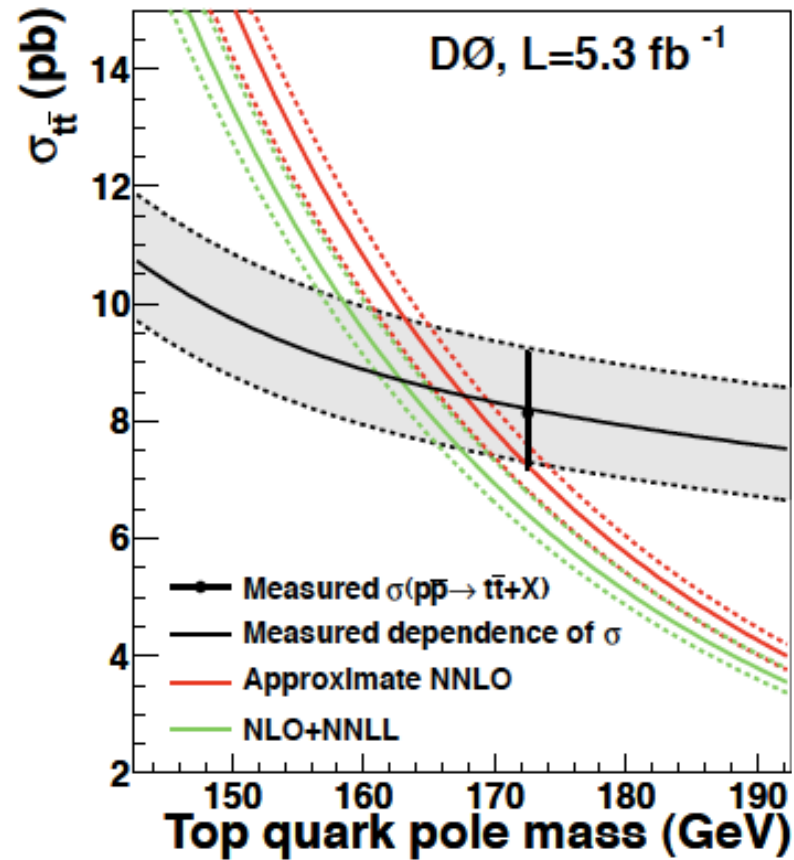
Phys.Rev. D80 (2009) 054009

- Misurare la massa dalla sezione d'urto, usando un short-distance mass scheme (MS) per poi estrapolare alla pole mass

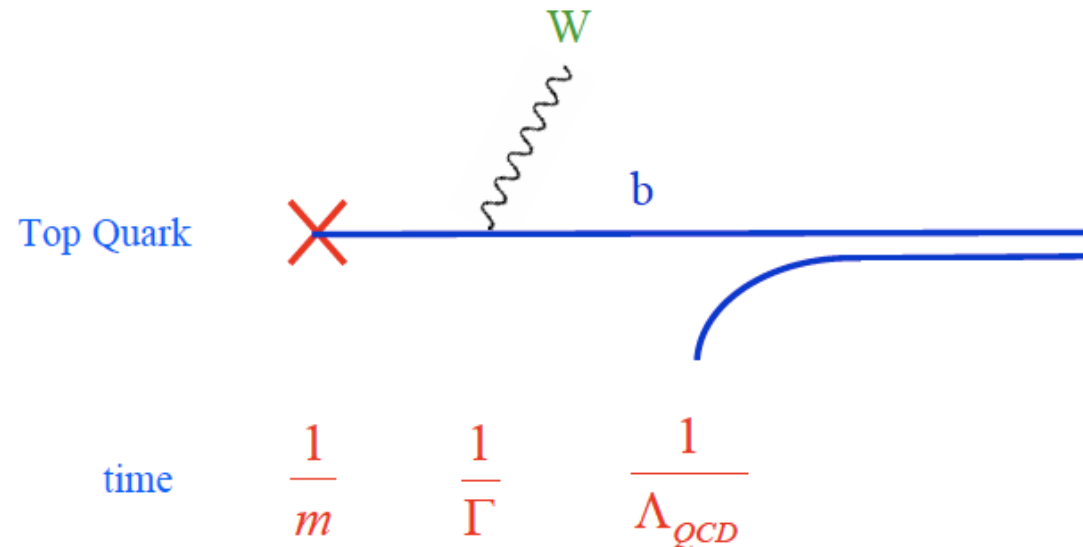


Funziona, ma l'errore su m_{top} diventa grande

arXiv:1104.2887



Possiamo fare di meglio ?



- **La riconnessione di colore e' legata al b jet**
 1. Ricostruzione del b-jet meno sensibile agli effetti di riconnessione, "core of the jet", less soft particles, etc. come per il WW nel canale adronico a LEP ?
 2. Usare meglio l'informazione dal W ?

Il futuro prossimo

- Iniziamo ad avere dati a 8 TeV 😊

Process	$\sigma(7 \text{ TeV}) [\text{pb}]$	$\sigma(8 \text{ TeV}) [\text{pb}]$	$\sigma(8)/\sigma(7)$
Top pair	~160	~232	~1.5
Single top t-ch	~65	~83	~1.3
Single top tW	~15.6	~23	~1.5
Single top s-ch	~4.6	~5.5	~1.2

- Ottime prospettive (e tanto lavoro ...) per la fisica del top