

Risultati di fisica del quark top singolo con l'esperimento CMS

XVIII edizione degli Incontri di Fisica delle Alte Energie

A. De Iorio

per la Collaborazione CMS

Napoli, 8-10 Aprile 2019

Il quark top è speciale

Principali proprietà

- Spin $\frac{1}{2}$, carica elettrica $\frac{2}{3}e$, carica di colore
- Partecipa a tutte le interazioni
- Ha una massa “naturale”:

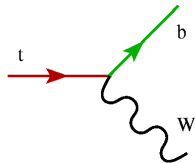
$$m_{\text{top}} = y_t \frac{v}{\sqrt{2}} \simeq 174 \text{ GeV} \implies y_t \sim 1$$

- Rapporto privilegiato con il bosone di Higgs
- Possibile ruolo nel meccanismo di EWSB

- Decade prima di adronizzare:

$$\tau_{\text{top}} = \frac{h}{\Gamma_{\text{top}}} \simeq \frac{h}{G_F m_{\text{top}}^3 |V_{tb}|^2 \frac{2}{8\pi\sqrt{2}}} \simeq 2 \times 10^{-25} \text{ s}$$

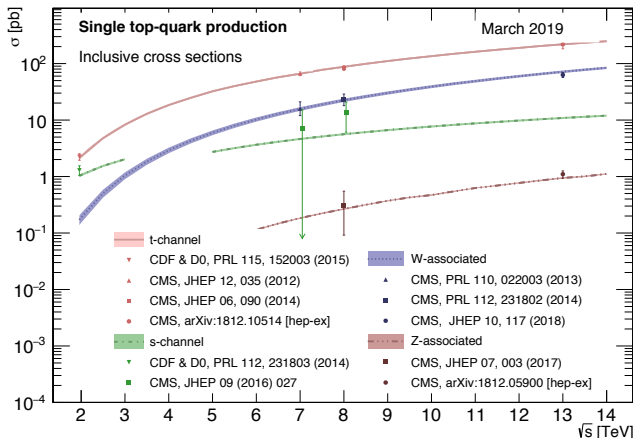
- Decade per interazione debole, principalmente in un bosone W ed un quark b



Produzione quark top singolo

I processi di produzione debole possono avvenire in diversi canali:

- canale s
- produzione associata tW
- canale t
- produzione associata tZ



Canale t

Nel canale t è possibile anche una misura della sezione d'urto in funzione della carica del top.

La più recente misura a 13 TeV ha ottenuto:

top

$$\sigma = 136 \pm 1 \pm 22 \text{ pb}$$

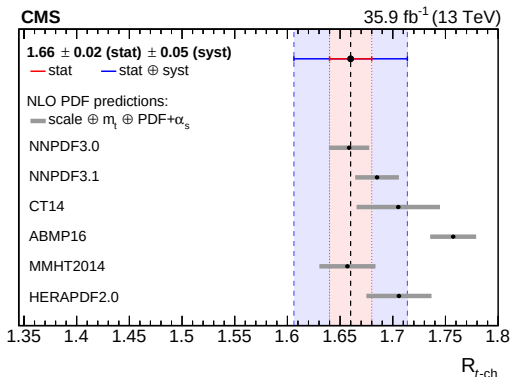
antitop

$$\sigma = 82 \pm 1 \pm 14 \text{ pb}$$

Ratio

$$R_{t\text{-ch.}} = 1.66 \pm 0.02 \pm 0.05$$

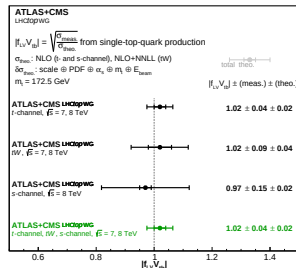
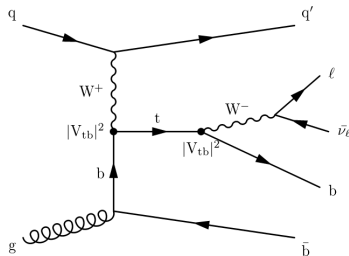
CMS-TOP-17-011



Vertici matrice CKM: $|V_{tb}|$

Il processo di produzione del top nel canale t è particolarmente indicato per la misura di V_{tb} , poiché:

$$\sigma_{t\text{-ch.}} \times \text{BR}(t \rightarrow Wb) \propto |V_{tb}|^2 \times \frac{|V_{tb}|^2}{|V_{tb}|^2 + |V_{ts}|^2 + |V_{td}|^2}$$



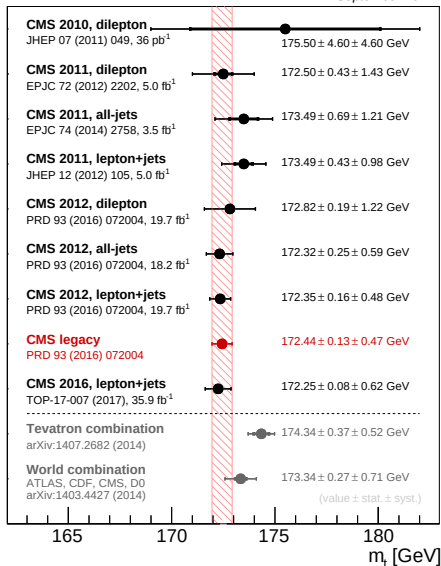
L'ultima misura a 13 TeV ([CMS-TOP-17-011](#)) per $|V_{tb}|$ è:

$$|V_{tb}| = 1.00 \pm 0.08(\text{exp}) \pm 0.02(\text{theory})$$

La combinazione delle precedenti misure a 7 e 8 TeV ([CMS-TOP-17-006](#)):

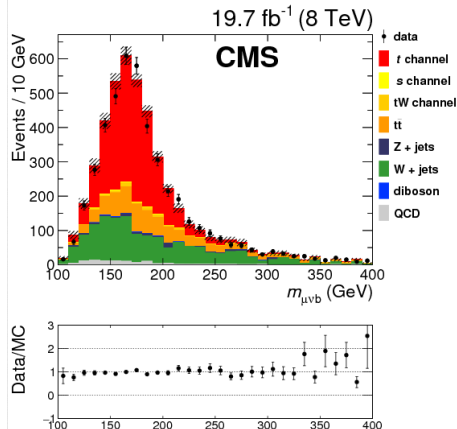
$$|V_{tb}| = 1.02 \pm 0.04(\text{exp}) \pm 0.02(\text{theory})$$

September 2017



La più recente misura della massa del top è pari a:

$$m_t = 172.95 \pm 0.77^{+0.97}_{-0.93} \text{ GeV}$$

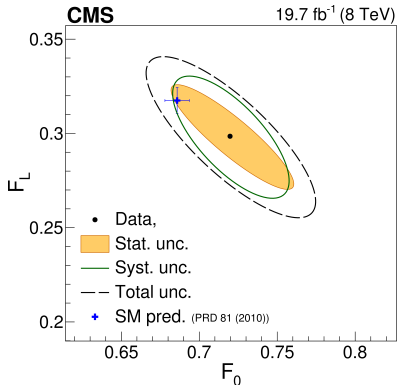
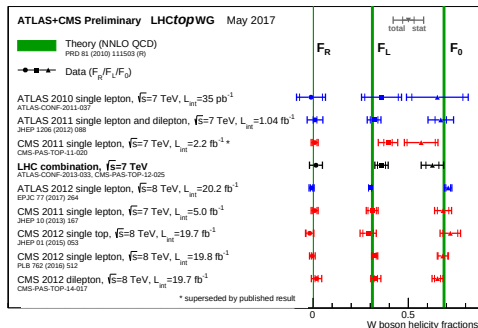


CMS-TOP-15-001

Elicità del bosone W

Si studia la sezione d'urto differenziale:

$$\frac{1}{\Gamma} \frac{d\Gamma}{d\cos\theta_\ell^*} = \frac{3}{8}(1 - \cos\theta_\ell^*)^2 F_L + \frac{3}{4}\sin^2\theta_\ell^* F_0 + \frac{3}{8}(1 + \cos\theta_\ell^*)^2 F_R$$



La più recente misura conduce a:

$$F_L = 0.298 \pm 0.028 \pm 0.032$$

$$F_0 = 0.720 \pm 0.039 \pm 0.037$$

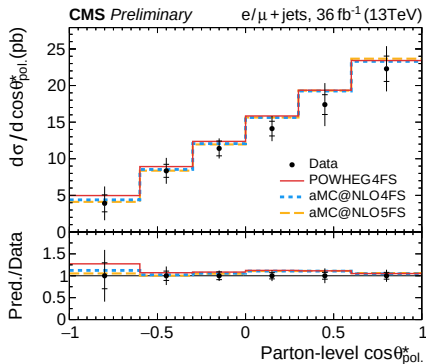
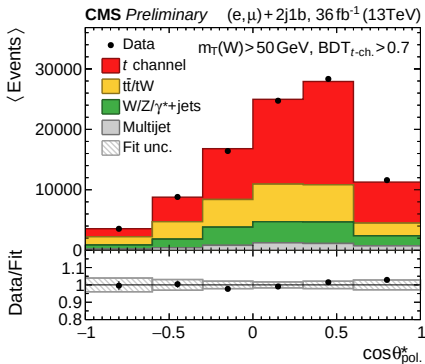
$$F_R = -0.018 \pm 0.019 \pm 0.011$$

CMS-TOP-12-020

Polarizzazione del quark top

Si studia la sezione d'urto differenziale:

$$\frac{1}{\sigma} \frac{d\sigma}{d\cos\theta_X^*} = \frac{1}{2}(1 + P_t^{(\bar{s})} \alpha_X \cos\theta_X^*) = \left(\frac{1}{2} + A_X \cos\theta_X^*\right)$$



Asimmetria di spin del top:

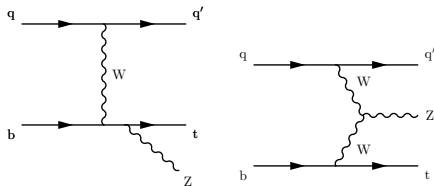
$$A_{e/\mu} = 0.439 \pm 0.032(\text{stat}) \pm 0.053(\text{syst})$$

CMS-PAS-TOP-17-023

Processi di produzione rari

$$pp \rightarrow tZq \rightarrow Wb\ell^+\ell^-q$$

- sensibile al vertice tZq
- sensibile al vertice WWZ



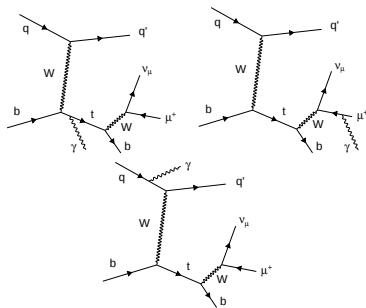
$$\sigma = 111 \pm 13(\text{stat})_{-9}^{+11}(\text{syst}) \text{ fb}$$

Prima osservazione con i dati
2016-2017 (77 fb^{-1})

CMS-TOP-18-008

Produzione associata $t\gamma$

- sensibile a processi BSM
- sonda per la carica elettrica del top



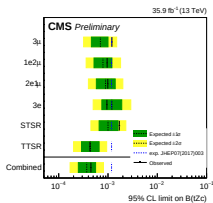
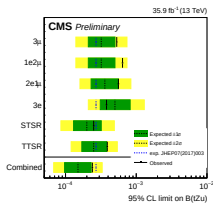
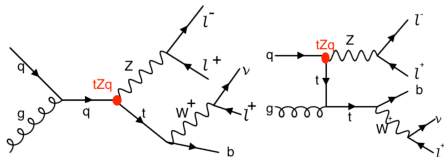
$$\mathcal{B}(t \rightarrow \mu\nu b)\sigma(t\gamma j) = 115 \pm 17_{-27}^{+33} \text{ fb}$$

Non si osservano deviazioni dal MS

CMS-TOP-17-016

Ricerca di processi FCNC

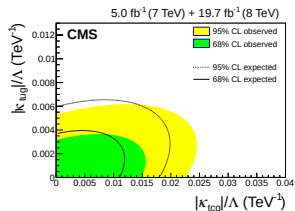
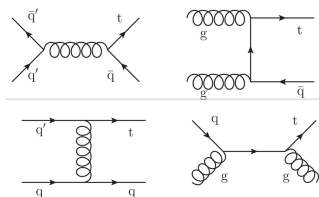
Accoppiamenti con Z



Non si osservano deviazioni dal MS

CMS-PAS-TOP-17-017

Accoppiamenti con g



Non si osservano deviazioni dal MS

CMS-TOP-14-007

Conclusioni

- La scoperta del top a Tevatron e lo studio di tutte le sue proprietà e dei suoi accoppiamenti ad LHC hanno dato una grande conferma della validità del Modello Standard.
- La fisica del top costituisce uno dei più promettenti settori per la ricerca di nuova fisica, anche se, finora, tutti gli studi sono in accordo con le previsioni del Modello Standard.



GRAZIE