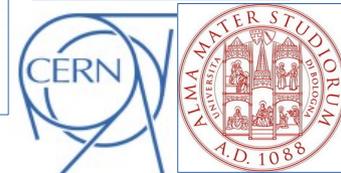


Produzione associata $t\bar{t}H$ e decadimento nei canali multi-leptonici

Federico Lasagni Manghi

08/04/2015 – Federico Lasagni Manghi – IFAE 2015

Riassunto



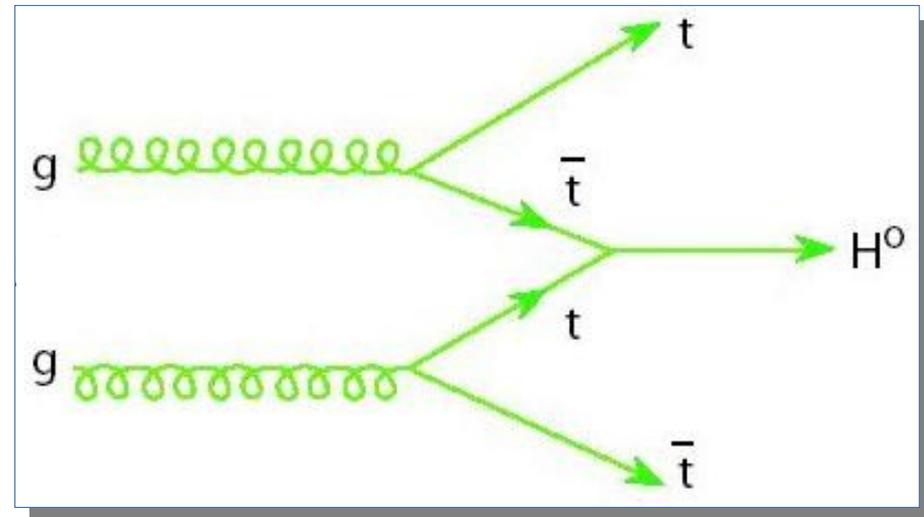
- ◆ Produzione associata $t\bar{t}H$ in ATLAS a LHC
 - ◆ Canali multi-leptonici
 - ◆ Procedura di analisi
- ◆ Il canale $2l\ SS$ (*Same Sign*):
 - ◆ Definizione e stima dei fondi *data-driven*
 - ◆ Risultati
 - ◆ Leptoni *non-prompt* con il Matrix Method
- ◆ Conclusioni

- ◆ L'articolo, fresco di pubblicazione:

<https://atlas.web.cern.ch/Atlas/GROUPS/PHYSICS/CONFNOTES/ATLAS-CONF-2015-006/>

Produzione associata $t\bar{t}H$

- ◆ Dopo la scoperta del bosone di Higgs, lo studio degli accoppiamenti diventa essenziale
- ◆ Il $t\bar{t}H$ è un canale privilegiato grazie all'alta massa del top
- ◆ σ (produzione) \sim Yukawa coupling del top
- ◆ Sezione d'urto prevista a 8 TeV:
 $\sigma = 129^{+5}_{-12}(\text{scala}) \pm 10$ (PDF) fb
- ◆ Suddiviso in categorie in base ai decadimenti di H (e t)
- ◆ Selezioni progettate per evitare sovrapposizioni con altre ricerche $t\bar{t}H$ in decadimenti $H \rightarrow b\bar{b}$ e $H \rightarrow \gamma\gamma$ ad ATLAS



$t\bar{t}H$: canali multileptonici

- ▣ Canali multi-leptonici ancora inesplorati in ATLAS.
- ▣ Decadimenti che contribuiscono al segnale: $H \rightarrow WW$, $H \rightarrow ZZ$ and $H \rightarrow \tau\tau$
- ▣ Preparazione dati, generazione MC e selezione oggetti in comune tra i sotto-canali

- ▣ Sorgenti di fondo principali:

- ▣ Processi $t\bar{t}$ + leptoni provenienti da jet o con carica mal identificata
- ▣ $t\bar{t}W$ con extra jets o $t\bar{t}Z$ con leptoni persi o mis-identificati
- ▣ Eventi dibosonici + jets

Category	Higgs boson decay mode			
	WW^*	$\tau\tau$	ZZ^*	Other
$2\ell 0\tau_{\text{had}}$	80%	15%	3%	2%
3ℓ	74%	15%	7%	4%
$2\ell 1\tau_{\text{had}}$	35%	62%	2%	1%
4ℓ	69%	14%	14%	4%
$1\ell 2\tau_{\text{had}}$	4%	93%	0%	3%

Il canale 2l SS, 0 τ

Procedura di analisi

- Analisi basata sui tagli
- Selezione degli oggetti e *Overlap Removal* in comune

Definizione del canale

- Richiede due leptoni isolati dello stesso segno (SS) con $p_T > 25$ (20) GeV
- Gli elettroni devono avere $|\eta| < 1.37$ per sopprimere errori di ricostruzione carica
- $N_{\text{jet}} \geq 4$, $N_{\text{bjet}} \geq 1$. [$N_{\text{jet}} < 4 \rightarrow$ regione di controllo]

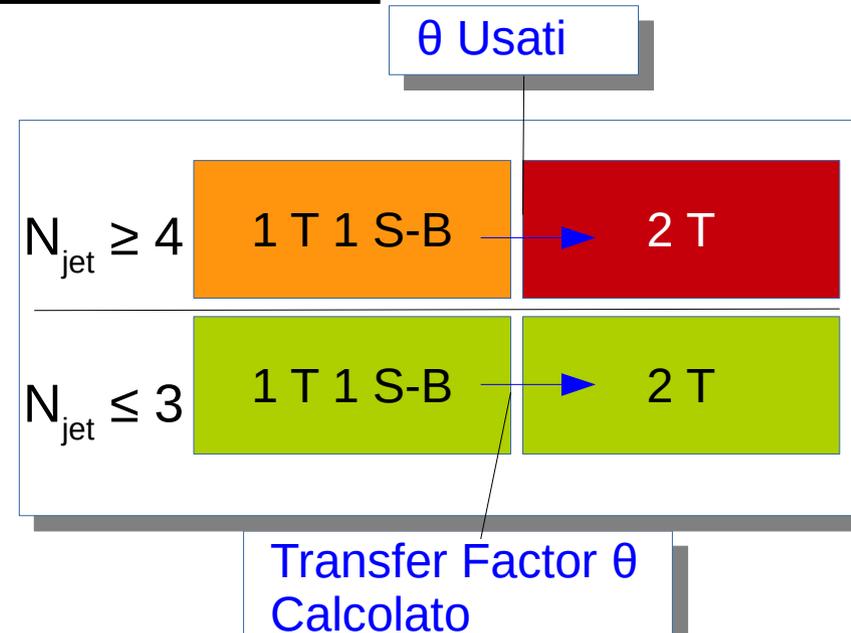
Stima dei fondi

- Fondi $t\bar{t}V$, dibosonici e minori stimati da MC
- Misidentificazione della carica misurata sul picco della Z
- Leptoni *fake* (provenienti da jets) stimati con tecniche *data-driven*
 - Il metodo pubblicato utilizza regioni di contorno (*side-band regions*)
 - *Matrix Method* in via di sviluppo

Stima dei fondi *fake*

Metodo *side-band*

- 1 leptone normale e 1 di contorno:
- Leptoni di contorno
 - Basso p_T ([6, 10] GeV) per μ
 - Isolamento e identificazione invertite per e



Fattori di trasferimento (*transfer factors*) utilizzati per trasportare nella **regione di segnale** i risultati ottenuti, le distribuzioni sono stimate dal MC $t\bar{t}$

$$\theta = \frac{N_{T\bar{T}}}{N_{T\bar{T}'}}$$

, principale fonte di incertezza sistematica

Calcolati nella regione di controllo $N_{\text{jet}} \leq 3$

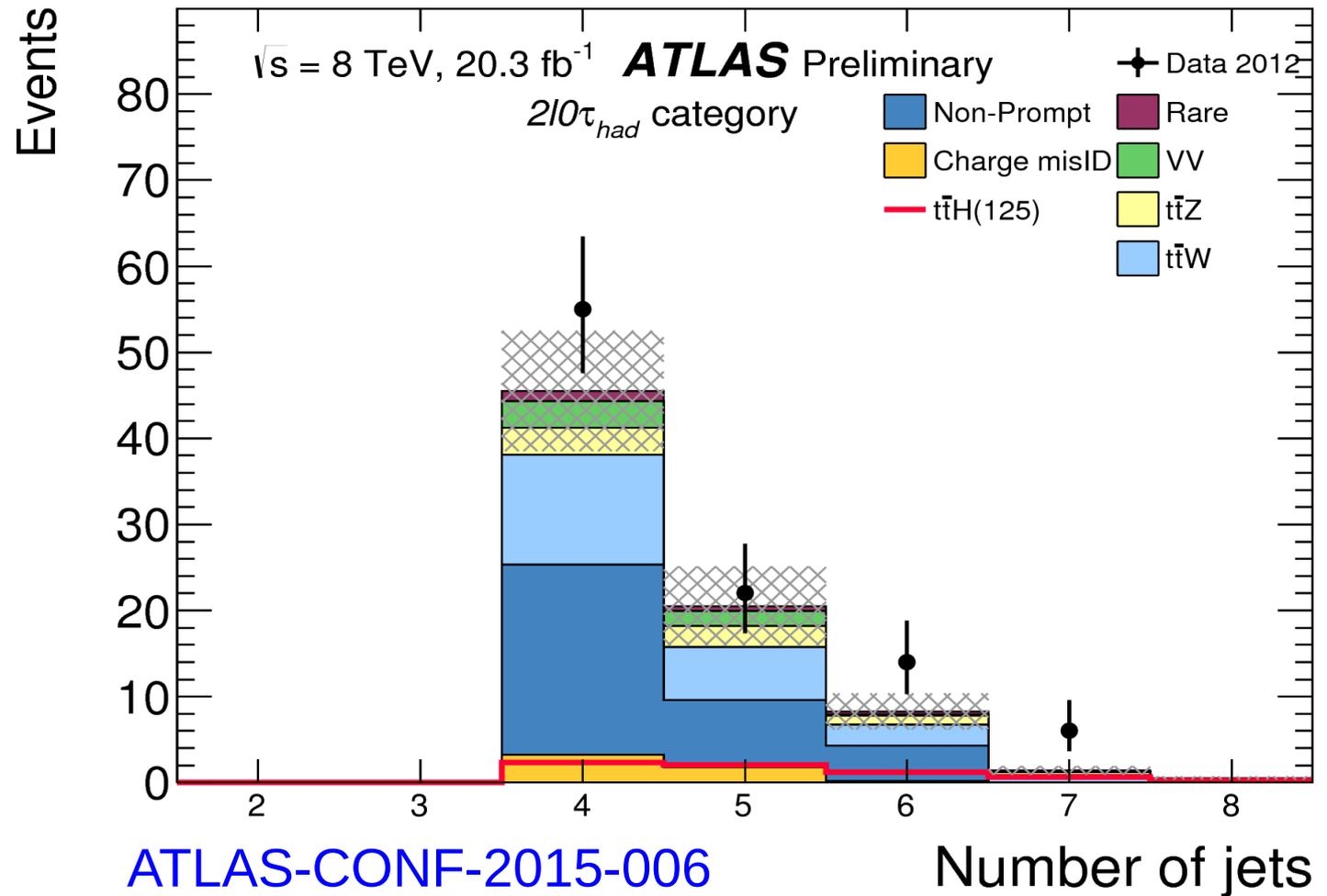
Frequenze dei *fake* stabili (entro il 20%) con il numero dei jet

Risultati: Regione di Segnale

In **rosso** la previsione $t\bar{t}H$

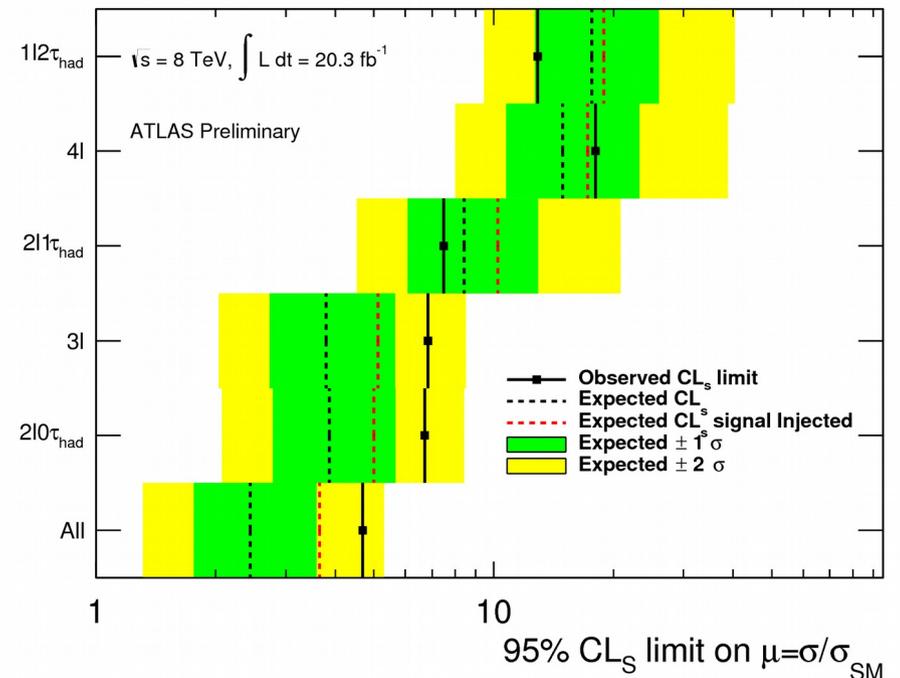
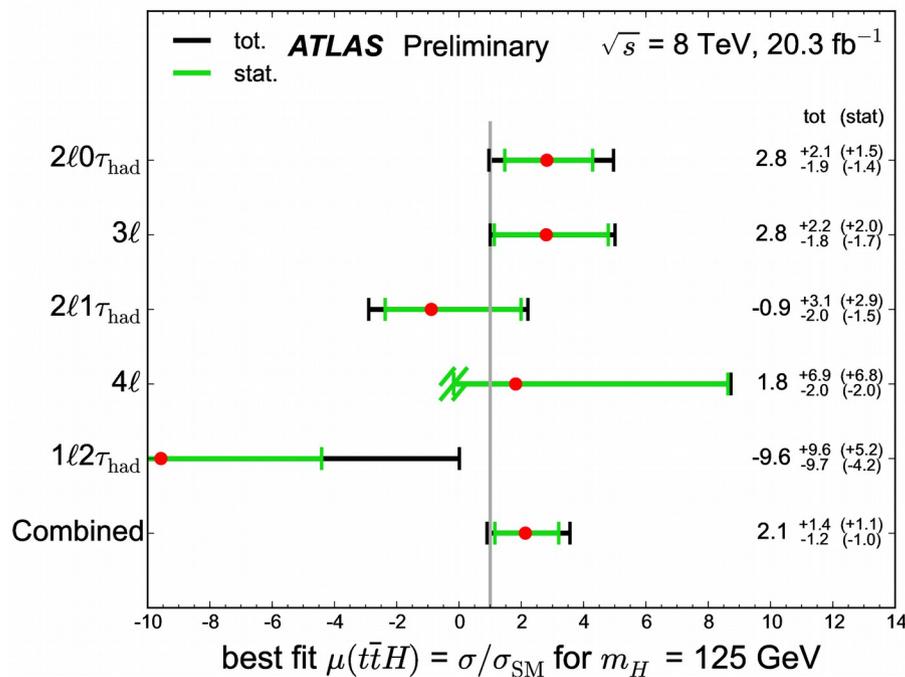
In **grigio** l'incertezza totale sui fondi

In **blu** la stima del fondo *non-prompt* dalle regioni di contorno



Combinazione e limiti SM

- Combinando tutte le categorie, $\mu = \sigma/\sigma_{SM} = 2.1^{+1.4}_{-1.2}$
- Il limite osservato (atteso) al 95% CL è $\mu(t\bar{t}H) < 4.7$ (2.4)
- Fate riferimento alla presentazione di Giuseppe per maggiori dettagli



Matrix Method

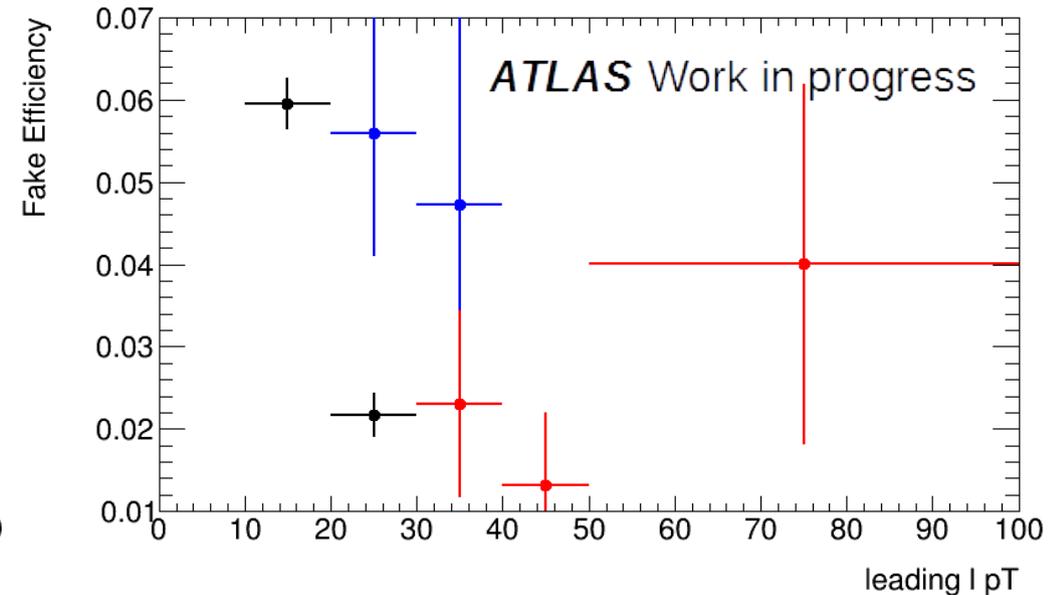
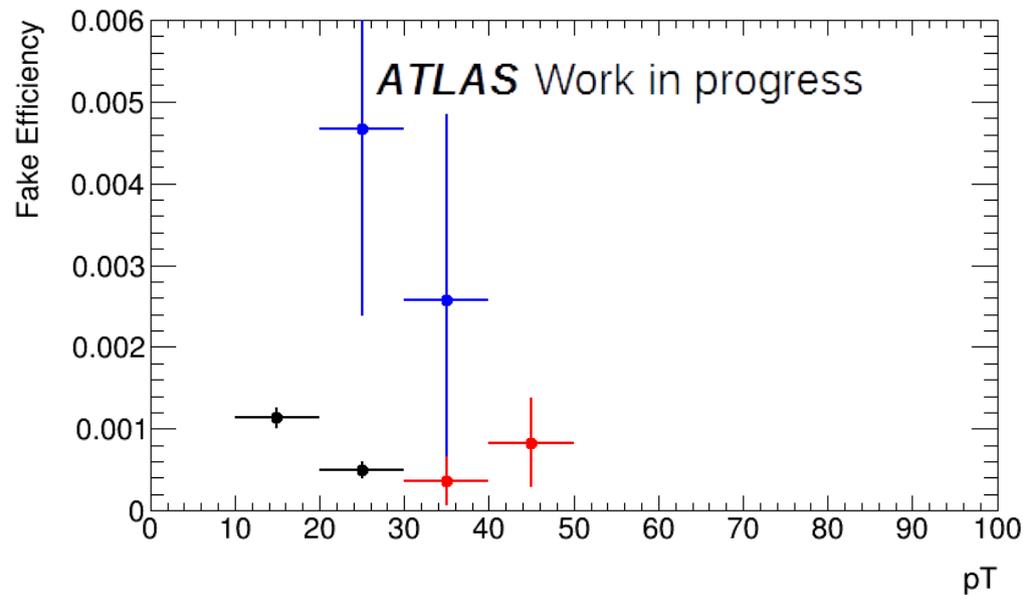
- ▶ Il Matrix Method è un metodo *data-driven* per la stima dei fondi dipendenti da leptoni provenienti da jet
- ▶ Le distribuzioni di questi fondi sono ottenute contando le coppie di leptoni isolati e non, pesandole in base a efficienze reali e *fake*
 - ▶ Tre livelli di trigger utilizzati: basso p_T (prescalato), medio p_T isolato e alto p_T .
 - ▶ Due regioni differenti: ΔR (l-bjet) < 1.2 e > 1.2
- ▶ Efficienze reali determinate con metodo *tag and probe* sul picco di massa del bosone Z
- ▶ Efficienze *fake* parametrizzate in funzione di p_T , η (leptone) e distanza leptone-bjet
 - ▶ Misurate in regioni arricchite di *fake*
- ▶ La distribuzione dei fondi può essere in funzione di qualsiasi quantità
→ il metodo può essere usato per analisi multi-variate

Misura delle efficienze *fake*

Dataset a basso p_T prescalato, preso con il trigger piú fondamentale, nelle regioni $\Delta R < 1.2$ e $\Delta R > 1.2$

Efficienza = $\frac{\text{numeratore (I isolati)}}{\text{denominatore (I isolati e non)}}$

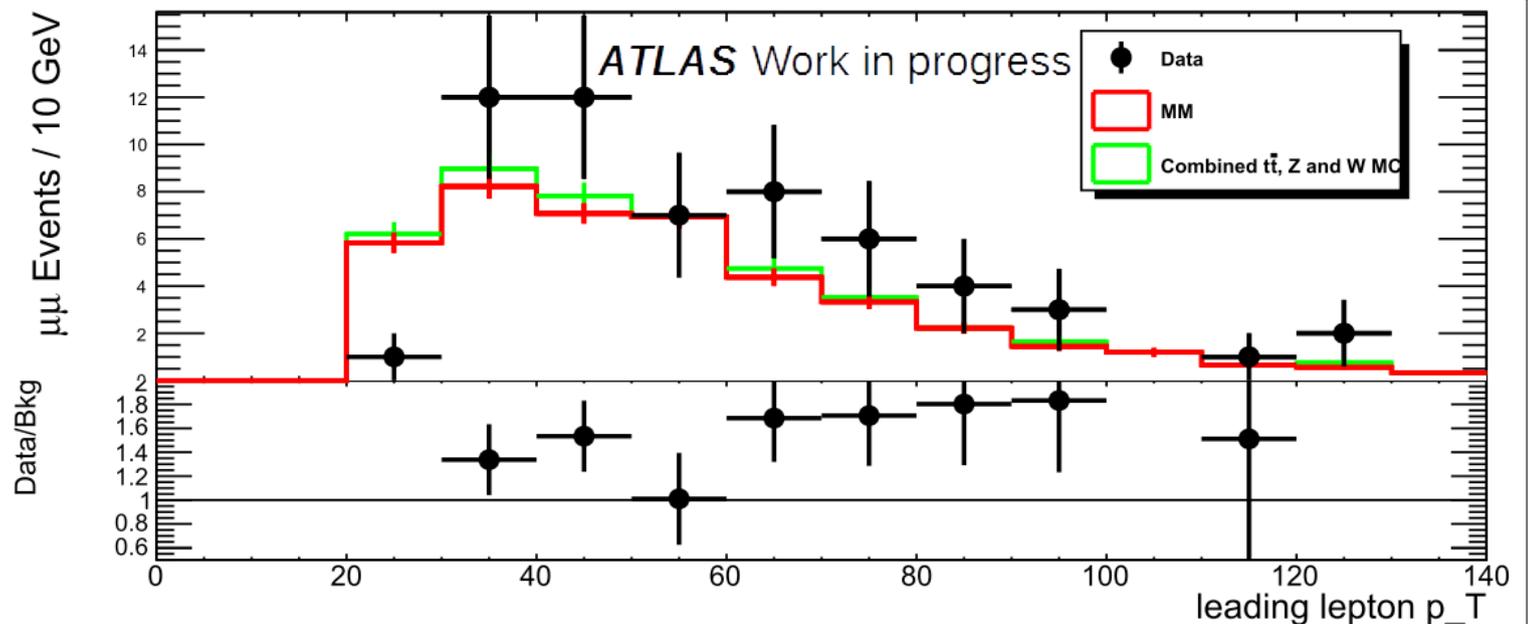
Trigger: — Basso p_T
— Medio, isolati
— Alto, non isolati



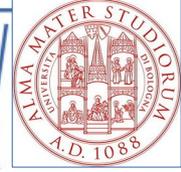
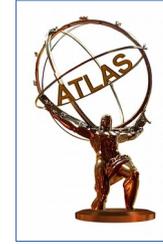
Risultati nella regione di controllo

- ★ Regione di controllo $N_{\text{jet}} < 4$
- ★ Solo i due jet con più alto impulso sono contati (sia nel segnale sia nei fondi), per non interferire con il canale 3l
- ★ Sono aggiunte anche le altre sorgenti di fondo più significative

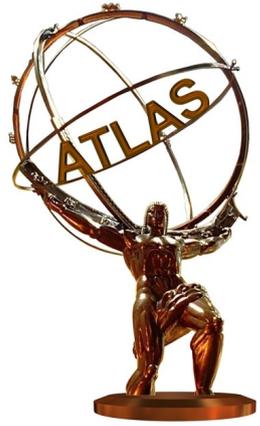
- Sistematiche in sviluppo
- Miglioramenti in fase di test



Conclusioni



- Il canale $t\bar{t}H$ channel è essenziale per le misure di Modello Standard (e oltre)
- Dalla combinazione dei canali $\mu = \sigma/\sigma_{SM} = 2.1^{+1.4}_{-1.2}$
- Limite osservato: $\mu < 4.7$
- Canale $2l SS 0\tau$, leptoni non-*prompt*:
 - Stimati nelle regioni di contorno per Run 1
 - Matrix method in stato avanzato di sviluppo
 - Necessario per sfruttare tecniche multivariate nel Run 2

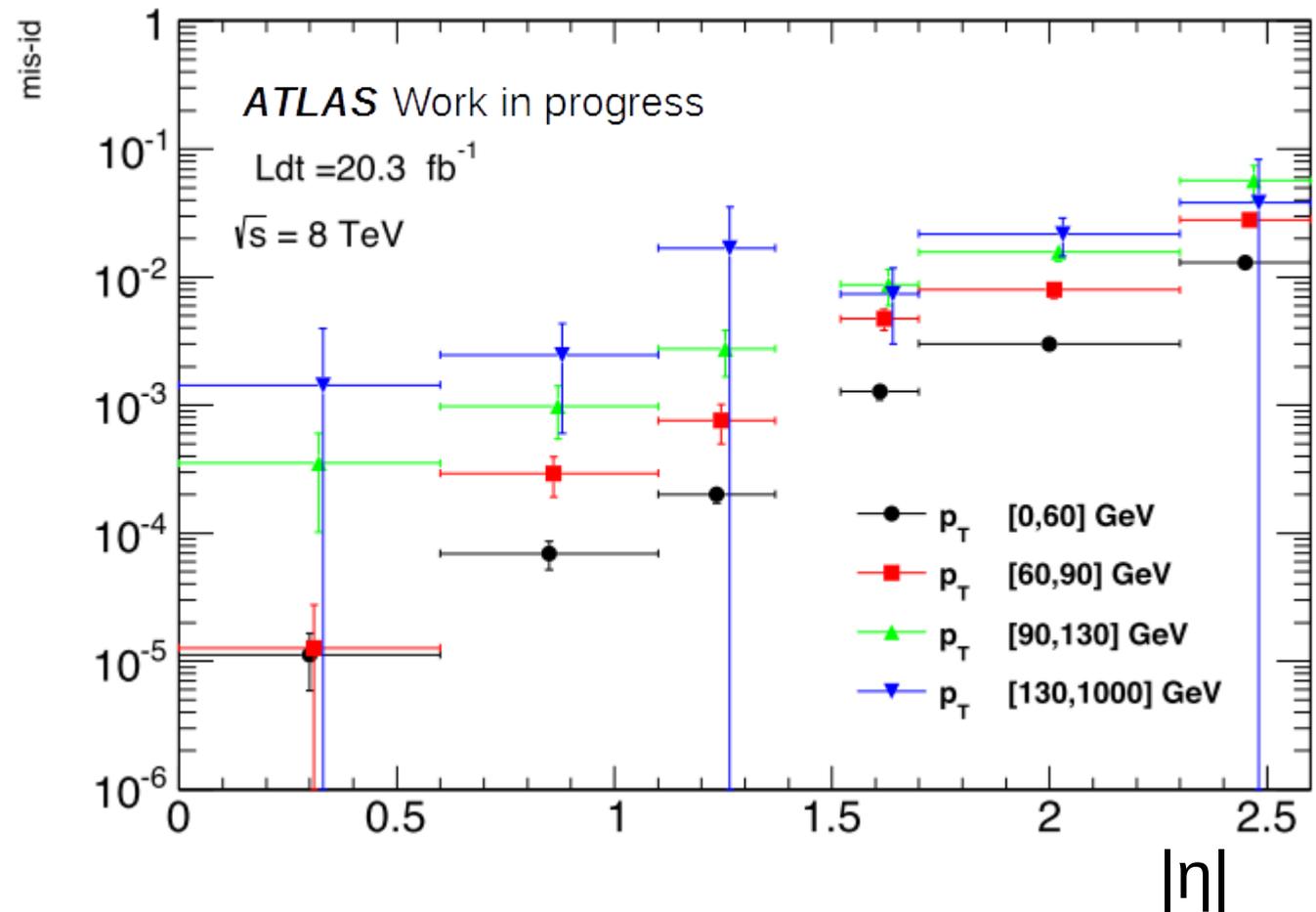


Grazie per l'attenzione!

Backup

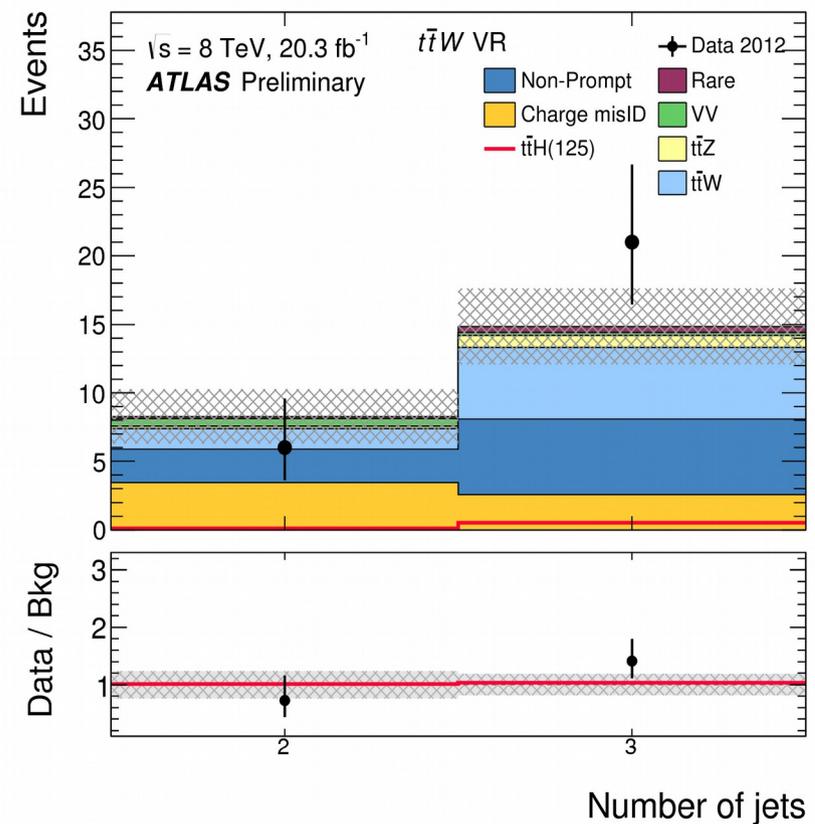
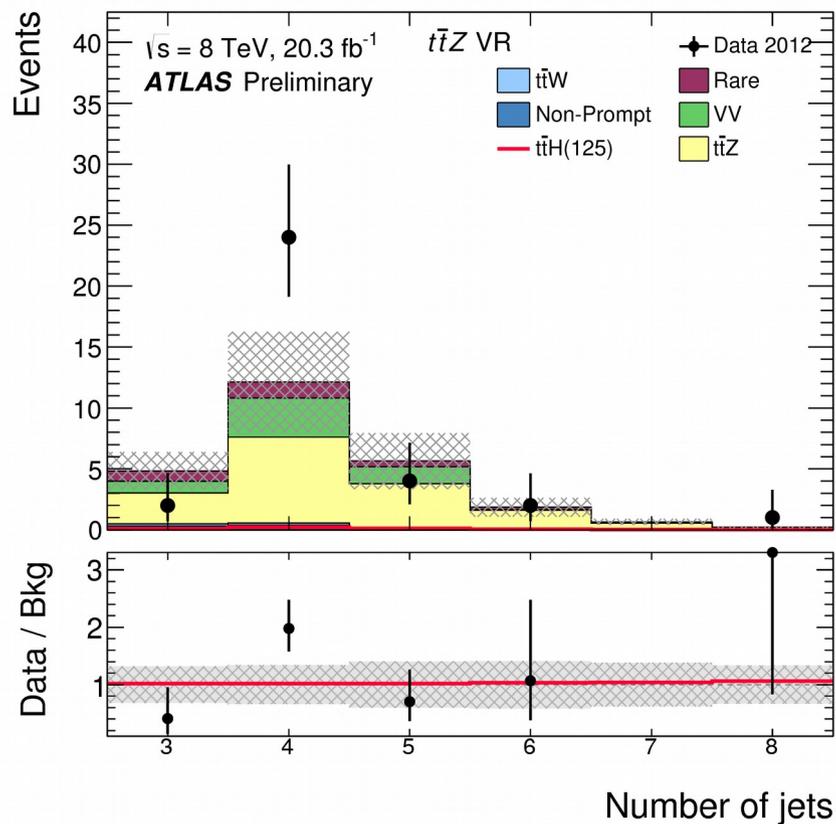
Misidentificazione di carica

- *Charge mis-id* misurata con un metodo completamente *data-driven* basato su un likelihood fit
- Si è vista una forte dipendenza da $|\eta|$, in particolare per elettroni a basso p_T
- Taglio $|\eta| < 1.37$ deciso per ridurre l'impatto di questo fondo



Controllo del fondo $t\bar{t}V$

- La regione di controllo per validare il MC $t\bar{t}Z$ utilizza decadimenti *on-shell* del bosone Z
- Regione di validazione per $t\bar{t}W$ definita come la selezione $2/SS0\tau$ eccetto $N_{\text{bjet}} \geq 2$ e $N_{\text{jet}} = 2$ o 3



Piani per il Run 2

- Matrix Method necessario per il Run 2
 - Strumenti in sviluppo
- Uso di tecniche multivariate
- Framework AnalysisTop per:
 - Derivazione delle Ntuple
 - Studi preliminari su:
 - Opzioni di trigger ed efficienze
 - Regioni di segnale e controllo