



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



ATLAS
EXPERIMENT

INFN
Istituto Nazionale
di Fisica Nucleare

Studio della produzione
associata di un bosone di
Higgs con una coppia di quark
top e antiquark top (ttH), con H
in multileptoni,
nell'esperimento ATLAS

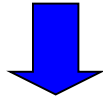
Simone Monzani
Università di Roma 1

Sommario

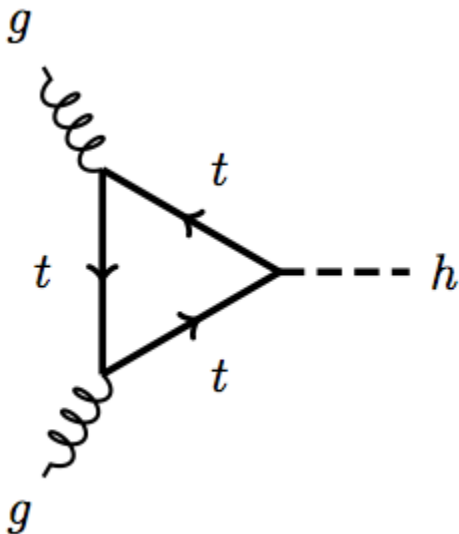
- Produzione associata ttH
- Stati finali
- Tipologie di fondi
- Sistematiche
- Selezione eventi
- Risultati
- Conclusioni

Motivazioni

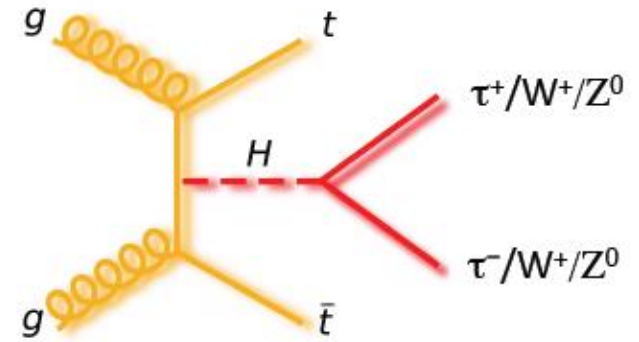
- Misura diretta dell'accoppiamento di Yukawa Y_t al top quark



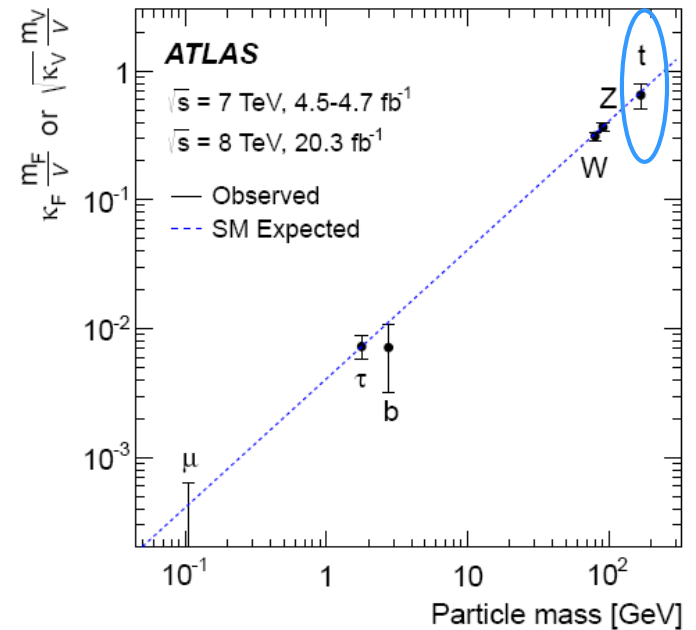
Nuova fisica anche per il virtual top loop del meccanismo di produzione Gluon-Gluon fusion (misura indiretta)



Accoppiamento proporzionale alla massa del fermione
Il più forte è quello con il top quark

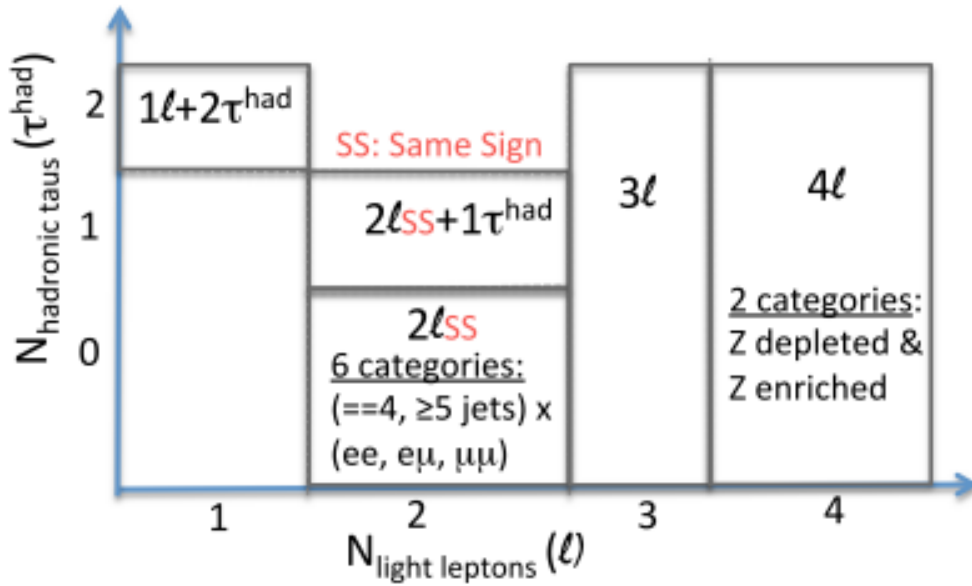


ArXiv:1507.04548



Ogni deviazione può essere un segnale di nuova fisica

5 stati finali



Sensibili a:

- H->WW
- H->ZZ
- H->ττ

8 TeV
20.3 fb⁻¹

Ordine di
sensibilità

Category
2l0τ _{had}
3l
2l1τ _{had}
4l
1l2τ _{had}

Category	Higgs boson decay mode			
	WW*	ττ	ZZ*	Other
2l0τ _{had}	80%	15%	3%	2%
3l	74%	15%	7%	4%
2l1τ _{had}	35%	62%	2%	1%
4l	69%	14%	14%	4%
1l2τ _{had}	4%	93%	0%	3%

Selezione eventi dei canali multi-leptoni

		Leptons	Jets	B-Tags	Hadronic Taus
Common		$p_T > 10 \text{ GeV}$ ≥ 1 trigger matched lepton	$N_j \geq 2$	$N_b \geq 1$	$p_T^\tau > 25 \text{ GeV}$
2l	$N_l = 2$	$\Sigma Q_{lep} = \pm 2$ $ n_{electron} < 1.37$ $p_T^{lead} > 25 \text{ GeV}$ $p_T^{sub} > 20 \text{ GeV}$			$N_\tau = 0$
		2lee4j $2 e^\pm$	$N_j = 4$	$N_b \geq 1$	
		2lem4j $1 e^\pm, 1 \mu^\pm$			
		2lmm4j $2 \mu^\pm$			
		2lee5j $2 e^\pm$	$N_j \geq 5$		
		2lem5j $1 e^\pm, 1 \mu^\pm$			
2lmm5j $2 \mu^\pm$					
3l	$N_l = 3$	$p_T^{same\ sign\ leptons} > 20 \text{ GeV}$ $\Sigma Q_{lep} = \pm 1$ $ M_{ll}^{OS\ SF} - M_Z > 10 \text{ GeV}$	$N_j \geq 4 \ \& \ N_b \geq 1$ or $N_j \geq 3 \ \& \ N_b \geq 2$		-
4l	$N_l = 4$	$\Sigma Q_{lep} = 0$ $p_T^{lead} > 25 \text{ GeV}$ $p_T^{sub} > 15 \text{ GeV}$ $M_{ll}^{OS\ SF} \geq 10 \text{ GeV}$ $100 \text{ GeV} < M_{4l} < 500 \text{ GeV}$ $ M_{ll}^{OS\ SF} - M_Z > 10 \text{ GeV}$	$N_j \geq 2$	$N_b \geq 1$	-
		Z-depleted 0 OS SF lepton pairs			
		Z-enriched ≥ 1 OS SF lepton pairs			

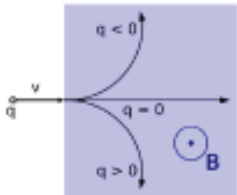
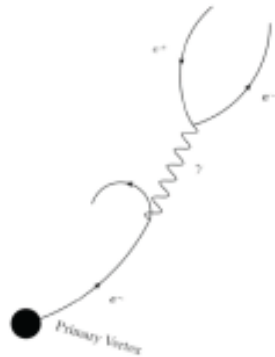
I 2 leptoni sono dello stesso segno

		Leptons	Jets	B-Tags	Hadronic Taus
2ltau	$N_l = 2$	$\Sigma Q_{lep} = \pm 2$ $p_T^{lead} > 25 \text{ GeV}$ $p_T^{sub} > 15 \text{ GeV}$ $ M_{ll} - M_Z > 10 \text{ GeV}$	$N_j \geq 4$	$N_b \geq 1$	$N_\tau = 1$ $Q_\tau = -Q_{lep}$
1l2tau	$N_l = 1$	$p_T^{lepton} > 25 \text{ GeV}$	$N_j \geq 3$	$N_b \geq 1$	$N_\tau = 2$ $\Sigma Q_\tau = 0$ $60 < M_{\tau\tau}^{vis} (\text{GeV}) < 120$

I 2 leptoni sono dello stesso segno e opposto al τ

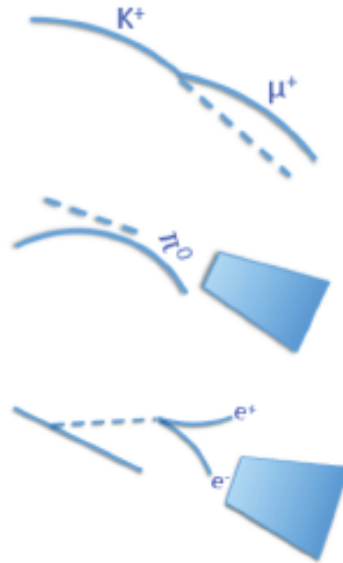
Tipologie di fondi

Charge mis-Id



$\eta < 1.37$ richiesto

Fake leptons



Tight object selection
richiesto

$t\bar{t}$ o single top, riducibile ma abbondante

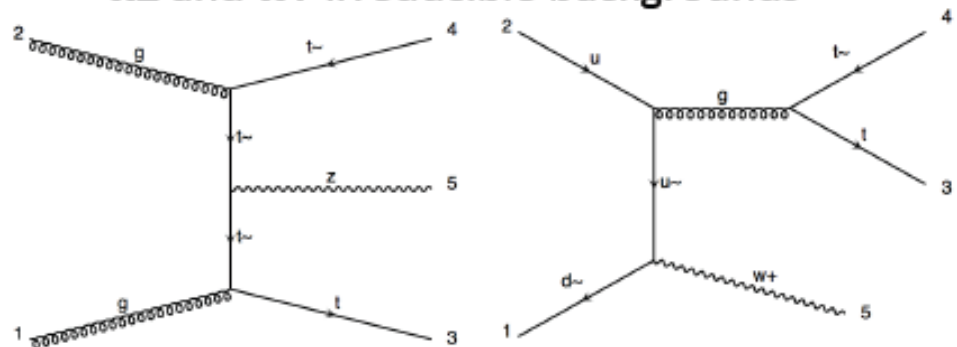
Fondo riducibile:

- leptoni fake selezionati come prompt
- sbagliata identificazione di carica

Fondo irriducibile:

- Stati finali sono identici al segnale

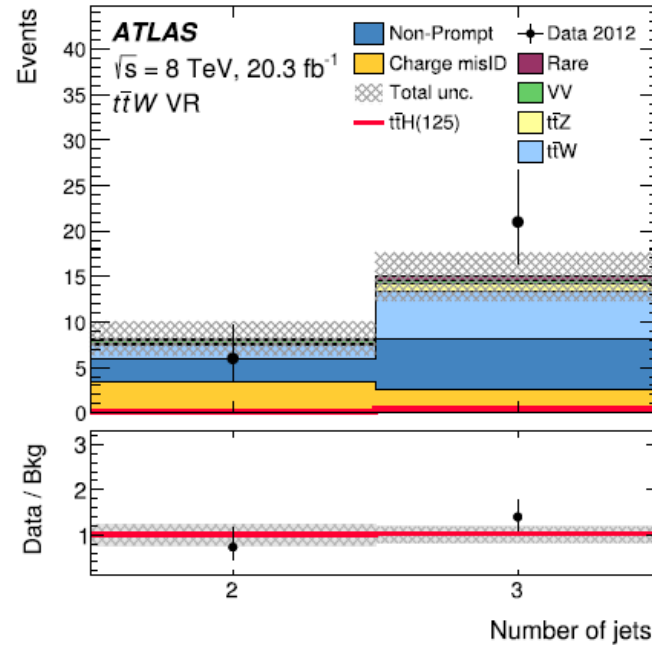
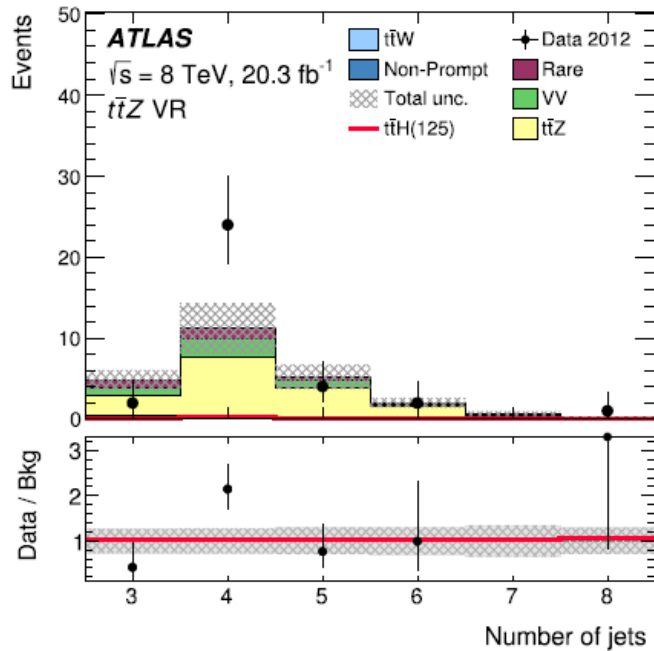
$t\bar{t}Z$ and $t\bar{t}V$ irreducible backgrounds



Tipologie di fondi

Validation regions ricche in fondo irriducibile per verificare la corretta modellizzazione dei dati dalla simulazione

Physics Letters B 749 (2015) 519–541



Category	q mis-id	Non-prompt	$t\bar{t}W$	$t\bar{t}Z$	Diboson	Expected Bkg.	$t\bar{t}H$ ($\mu = 1$)	Observed
$ee + \geq 5j$	1.1 ± 0.5	2.3 ± 1.2	1.4 ± 0.4	0.98 ± 0.32	0.47 ± 0.42	6.5 ± 2.0	0.73 ± 0.11	10
$e\mu + \geq 5j$	0.85 ± 0.35	6.7 ± 2.4	4.8 ± 1.4	2.1 ± 0.7	0.38 ± 0.32	15 ± 4	2.13 ± 0.31	22
$\mu\mu + \geq 5j$	–	2.9 ± 1.4	3.8 ± 1.1	0.95 ± 0.31	0.69 ± 0.63	8.6 ± 2.5	1.41 ± 0.21	11
$ee + 4j$	1.8 ± 0.7	3.4 ± 1.7	2.0 ± 0.4	0.75 ± 0.25	0.74 ± 0.58	9.1 ± 2.3	0.44 ± 0.06	9
$e\mu + 4j$	1.4 ± 0.6	12 ± 4	6.2 ± 0.9	1.5 ± 0.2	1.9 ± 1.2	24 ± 4	1.16 ± 0.14	26
$\mu\mu + 4j$	–	6.3 ± 2.6	4.7 ± 0.9	0.80 ± 0.26	0.53 ± 0.30	12.7 ± 3.0	0.74 ± 0.10	20
3ℓ	–	3.2 ± 0.7	2.3 ± 0.9	3.9 ± 0.9	0.86 ± 0.59	11.4 ± 3.1	2.34 ± 0.32	18
$2\ell 1\tau_{\text{had}}$	–	$0.4^{+0.6}_{-0.4}$	0.38 ± 0.15	0.37 ± 0.09	0.12 ± 0.15	1.4 ± 0.6	0.47 ± 0.02	1
$1\ell 2\tau_{\text{had}}$	–	15 ± 5	0.17 ± 0.07	0.37 ± 0.10	0.41 ± 0.42	16 ± 6	0.68 ± 0.07	10
4ℓ Z-enr.	–	$\lesssim 10^{-3}$	$\lesssim 3 \times 10^{-3}$	0.43 ± 0.13	0.05 ± 0.02	0.55 ± 0.17	0.17 ± 0.01	1
4ℓ Z-dep.	–	$\lesssim 10^{-4}$	$\lesssim 10^{-3}$	0.002 ± 0.002	$\lesssim 2 \times 10^{-5}$	0.007 ± 0.005	0.025 ± 0.003	0

2l+0 τ

4l

Altre sistematiche

Principali sistematiche dai principali fondi dei canali selezionati

- non-prompt extrapolation factor
- ttW, ttZ e teoriche ttH (sezione d'urto, PDF, QCD scale)

Altre sistematiche

- JES

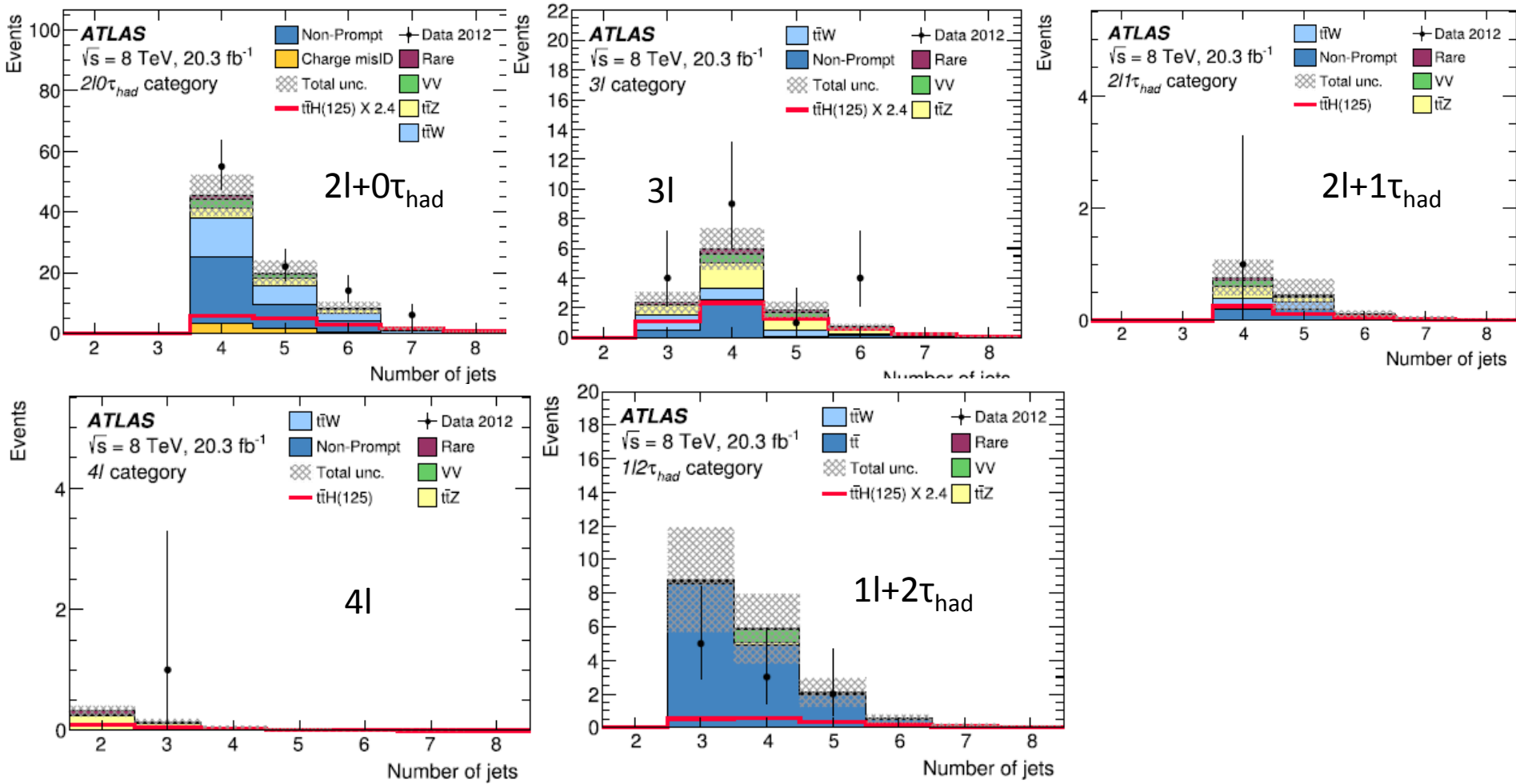
- luminosità integrata

Source	$\Delta\mu$	
$2\ell 0\tau_{\text{had}}$ non-prompt muon transfer factor	+0.38	-0.35
$t\bar{t}W$ acceptance	+0.26	-0.21
$t\bar{t}H$ inclusive cross section	+0.28	-0.15
Jet energy scale	+0.24	-0.18
$2\ell 0\tau_{\text{had}}$ non-prompt electron transfer factor	+0.26	-0.16
$t\bar{t}H$ acceptance	+0.22	-0.15
$t\bar{t}Z$ inclusive cross section	+0.19	-0.17
$t\bar{t}W$ inclusive cross section	+0.18	-0.15
Muon isolation efficiency	+0.19	-0.14
Luminosity	+0.18	-0.14

Impatto delle sistematiche sul valore di μ

Risultati

Distribuzione dei jet attesa e osservata nelle signal regions



Risultati

$\mu = 2.1$

$\mu < 4.7$ observed

$\mu < 2.4$ expected

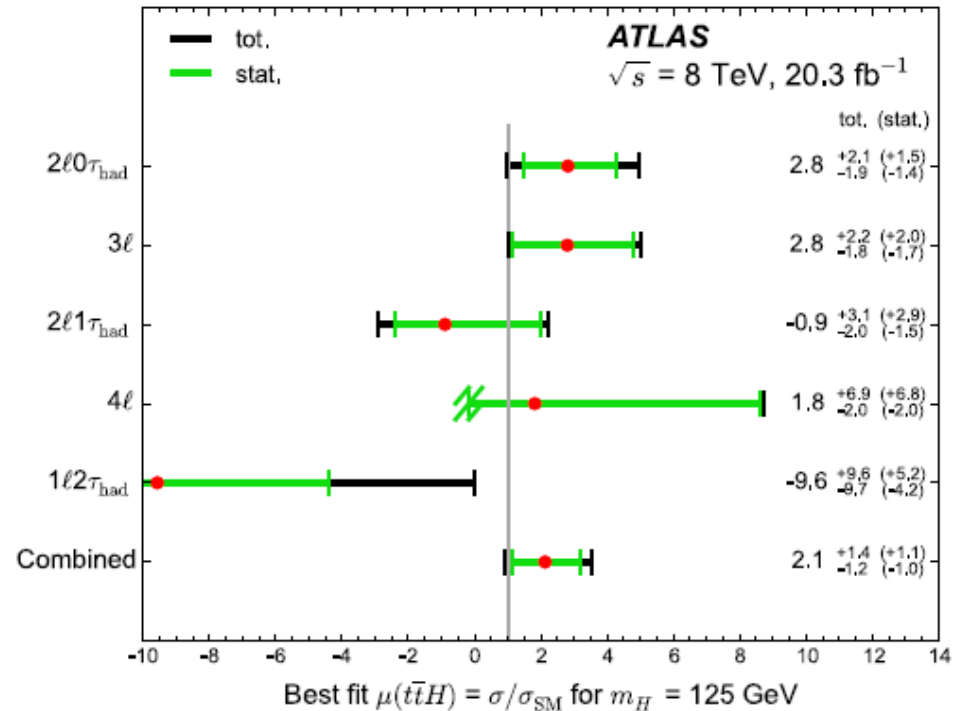
L'ipotesi $\mu = 0$ ha un valore osservato (atteso) di p-value pari a 0.037 (0.18), 1.8σ (0.9σ)

L'ipotesi $\mu = 1$ ha un p-value pari a 0.18, 0.9σ

Nessun eccesso significativo per i canali soli leptoni

Deficit nei canali con τ

Maximum likelihood fit



Channel	Observed Limit	Expected Limit					Median ($\mu = 1$)
		-2σ	-1σ	Median	$+1\sigma$	$+2\sigma$	
$2\ell 0\tau_{\text{had}}$	6.7	2.1	2.8	3.9	5.7	8.4	5.0
3ℓ	6.8	2.0	2.7	3.8	5.7	8.5	5.1
$2\ell 1\tau_{\text{had}}$	7.5	4.5	6.1	8.4	13	21	10
4ℓ	18	8.0	11	15	23	39	17
$1\ell 2\tau_{\text{had}}$	13	10	13	18	26	40	19
Combined	4.7	1.3	1.8	2.4	3.6	5.3	3.7

Conclusioni

- Analisi ttH a 8 TeV e 20.3 fb⁻¹ sensibile a 3 decadimenti: H->WW, H->ZZ, H->ττ
- Il miglior fit sul rapporto μ è pari a 2.1, consistente con le attese secondo il Modello Standard
- Osservato un limite di μ pari a 4.7, al 95% Confidence Level, un limite atteso in assenza di segnale ttH pari a 2.4
- P-value osservato nell'ipotesi di assenza di segnale corrispondente a 1.8 σ , mentre atteso pari a 0.9 σ
- Attesa per i nuovi risultati di Run II!