



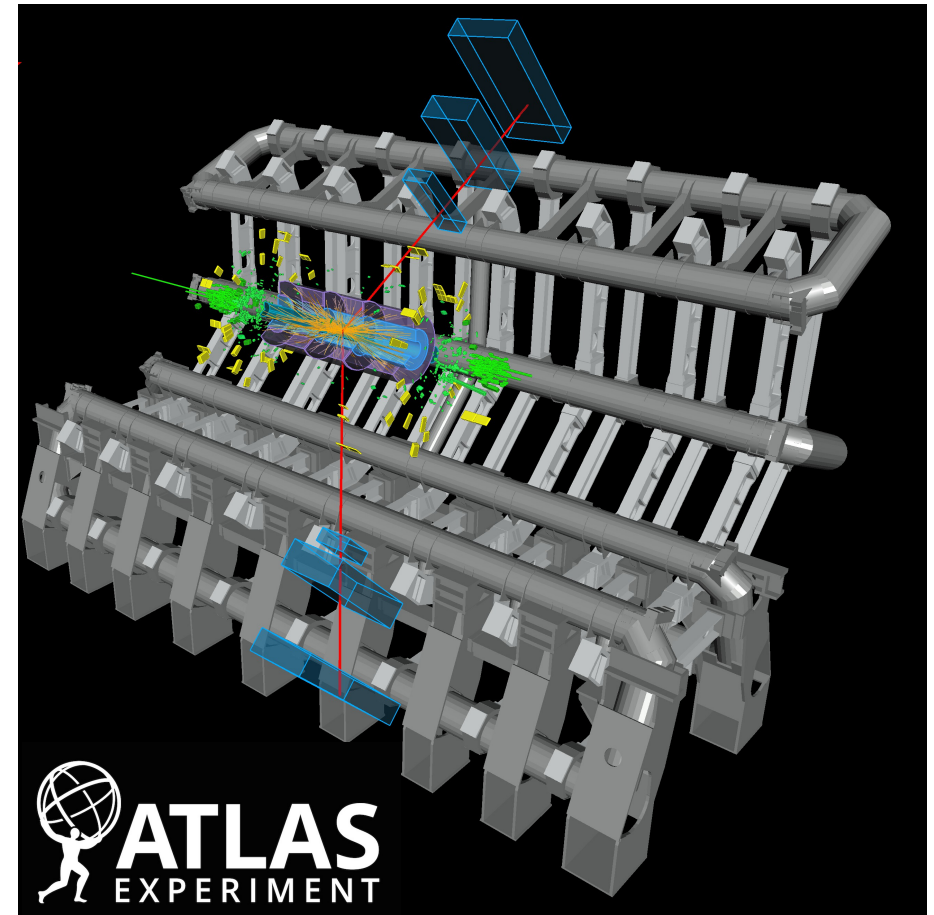
101° CONGRESSO
della Società Italiana di Fisica

Prime misure della sezione d'urto
dei bosoni W^\pm e Z^0 a $\sqrt{s}=13$ TeV
con l'esperimento ATLAS ad LHC

Roma, 24 Settembre 2015

Camilla Vittori
Università di Bologna e INFN

- Strategia di misura
- Selezione del canale
- Incertezze sistematiche
- Distribuzioni cinematiche
- Misure di sezioni d'urto
- Sezione d'urto di canali accoppiati



Strategia di misura

Motivazioni della misura:

- ◆ Misure di alta precisione
 - ◆ Comprensione dei processi deboli (EW) e forti (QCD)
 - ◆ Comprensione delle PDF
 - ◆ Misura della Luminosità
 - ◆ Calibrazione dell'apparato
- } **TEST del MS**

Sezione d'urto **fiduciale** di produzione $pp \rightarrow Z^0 X$:

Calcolata in una regione definita da appositi tagli cinematici

$$\sigma^{fid} \cdot BR = \frac{N^{oss} - N^{bkg}}{L \cdot C}$$

Luminosità integrata (pointing to L)

Eventi di segnale (pointing to $N^{oss} - N^{bkg}$)

EFFICIENZA (pointing to C)
di trigger, ricostruzione e identificazione MC corretta con tecniche *data-driven*

Sezione d'urto **totale** di produzione $pp \rightarrow Z^0 X$:

Estesa a tutto lo spazio delle fasi

$$\sigma^{tot} = \sigma^{fid} \cdot A$$

ACCETTANZA
Frazione di eventi MC al livello del generatore che rientrano nella **REGIONE FIDUCIALE**

Selezione del canale $Z \rightarrow \mu^+ \mu^-$

DATI: acquisiti da ATLAS

13 Giugno-16 Luglio 2015

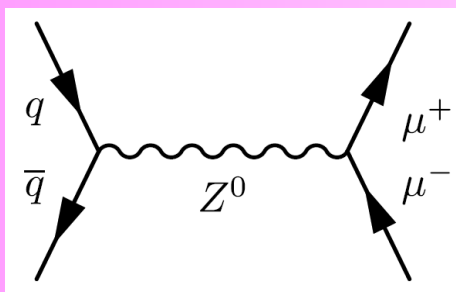
$\sqrt{s}=13$ TeV a 50 ns di *bunch-spacing*

$L_{\text{int}} = 85 \text{ pb}^{-1}$, $\langle \mu \rangle = 19$

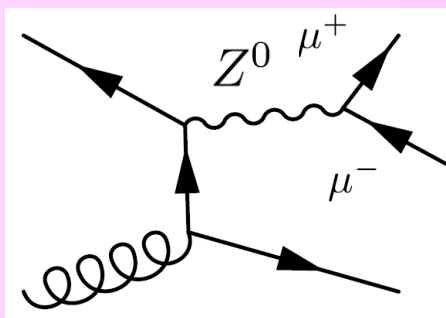
MC: POWHEG + PYTHIA8 (*parton-shower*) + GEANT4 (apparato)

Canali di produzione ad LHC:

LO
"Drell-Yan"



NLO
"Quark-gluon fusion"



Canali di decadimento (BR):

- ◆ adroni (70%)
- ◆ invisibile (20%)
- ◆ $\mu^+ \mu^-$ (3,3%)
- ◆ $e^+ e^-$ (3,3%)
- ◆ $\tau^+ \tau^-$ (3,3%)

Criteri di selezione del canale ($Z \rightarrow \mu^+ \mu^-$):


- 1 vertice primario con almeno 2 tracce
- $|\eta_{\mu}| < 2,4$ $p_{\text{T}} > 25$ GeV
- Esattamente 2 muoni isolati di carica opposta
- $66 < m_{\mu\mu} < 116$ GeV

Fondi principali:

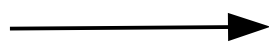
- single top e coppie $t\bar{t}$ (0,5%)
- produzione associata di due bosoni (0,1%)
- $Z \rightarrow \tau^+ \tau^-$ (<0,1%)
- Multijet (<0,1%)

} MC
→ Data-driven

Incertezze Sistematiche

- Luminosità (9%)  calibrazione precisa dei luminometri non ancora disponibile
- predizioni teoriche (5%)

Accettanza A_Z



PDF, scale QCD (fattorizzazione e rinormalizzazione), α_s , parton shower e adronizzazione

$$A_Z = 0,399 \pm 0,006$$

Efficienza C_Z



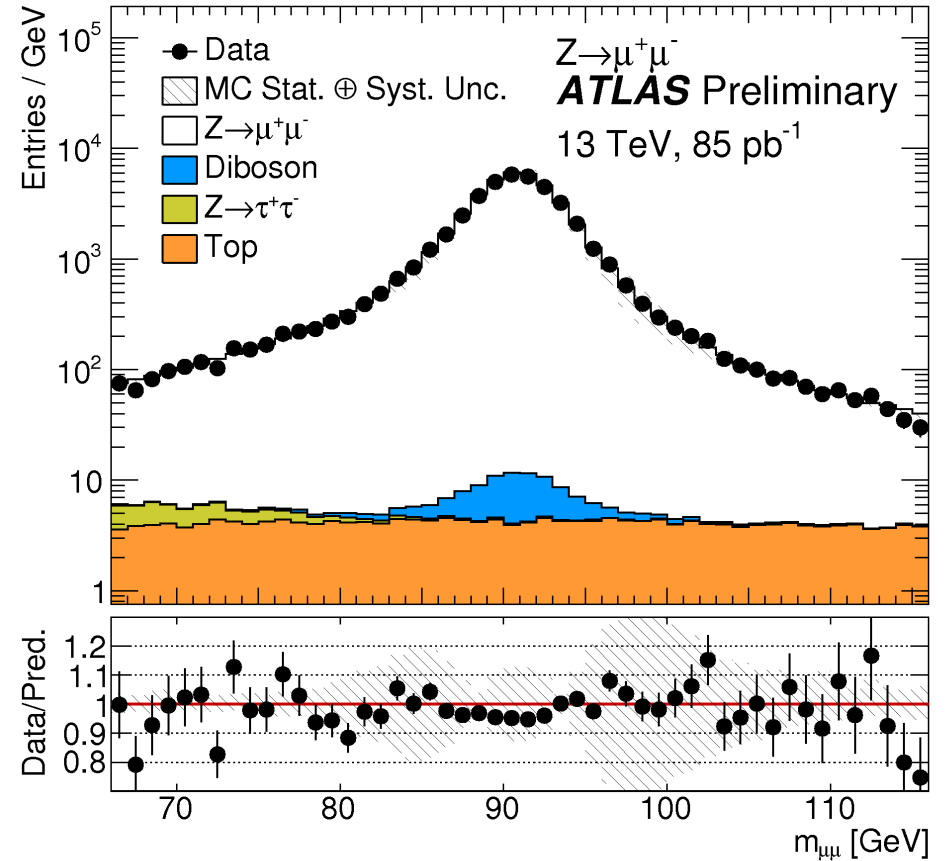
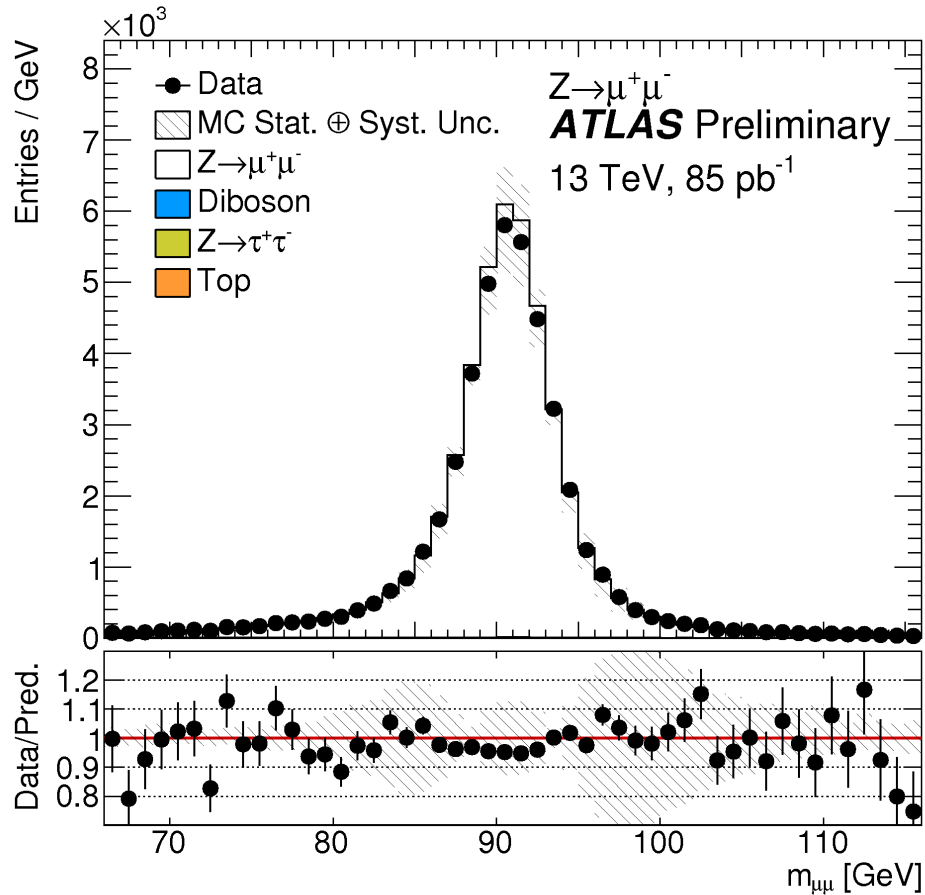
Calcolata su campioni MC e corretta con tecniche *data-driven* sulla base delle differenze tra dati e simulazioni

$$C_Z = 0,708^{+0,012}_{-0,013}$$

Incertezze sistematiche su C_Z in $Z \rightarrow \mu^+\mu^-$	$\delta C/C$ (%)
Trigger dei muoni	1,0
Ricostruzione e identificazione dei muoni	0,9
Isolamento dei muoni	0,5
Scala di energia e risoluzione	0,1
Modellizzazione del <i>pile-up</i>	0,9
Totale	1,7

La massa della Z

ATLAS-CONF-2015-039

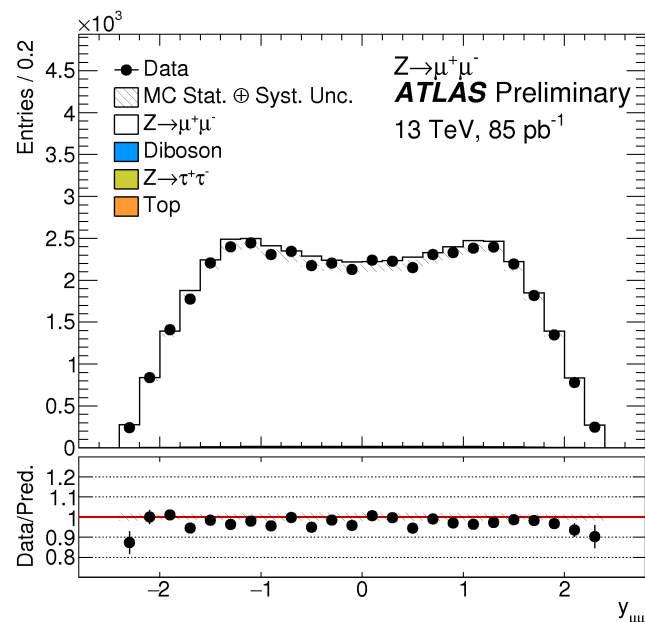
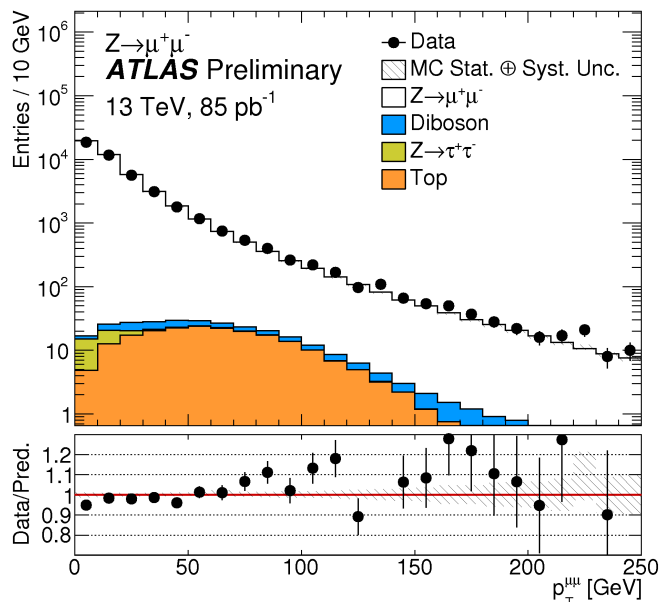


Eventi Osservati	Fondo (EW+top)	Eventi di Segnale
44899	296 ± 2 (stat) ± 30 (sist)	44600 ± 210 (stat) ± 30 (sist)

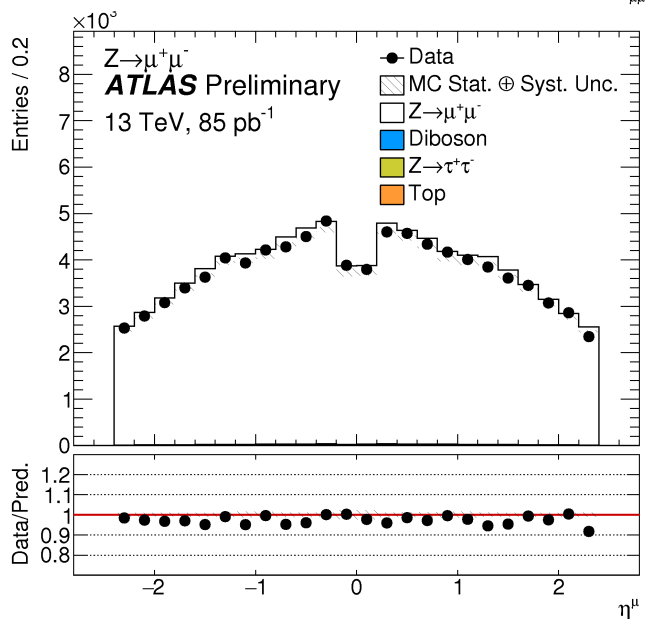
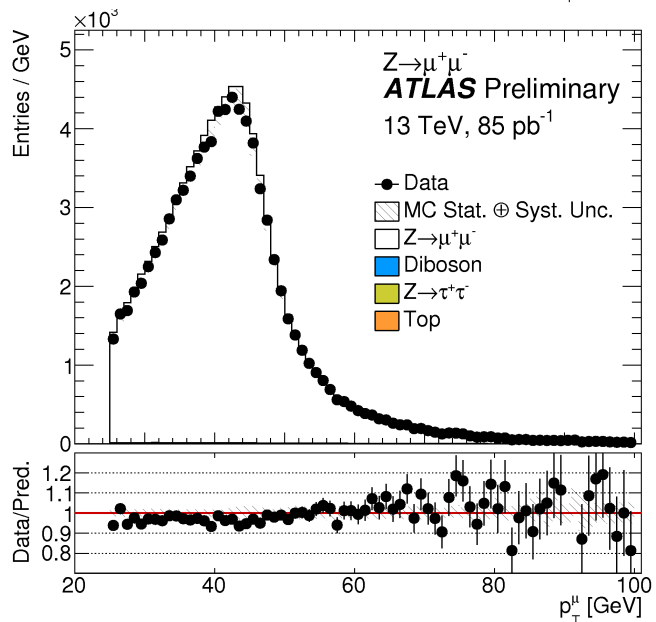
Distribuzioni cinematiche

ATLAS-CONF-2015-039

Z^0



Muoni



Misura della sezione d'urto totale

Bosone Z⁰

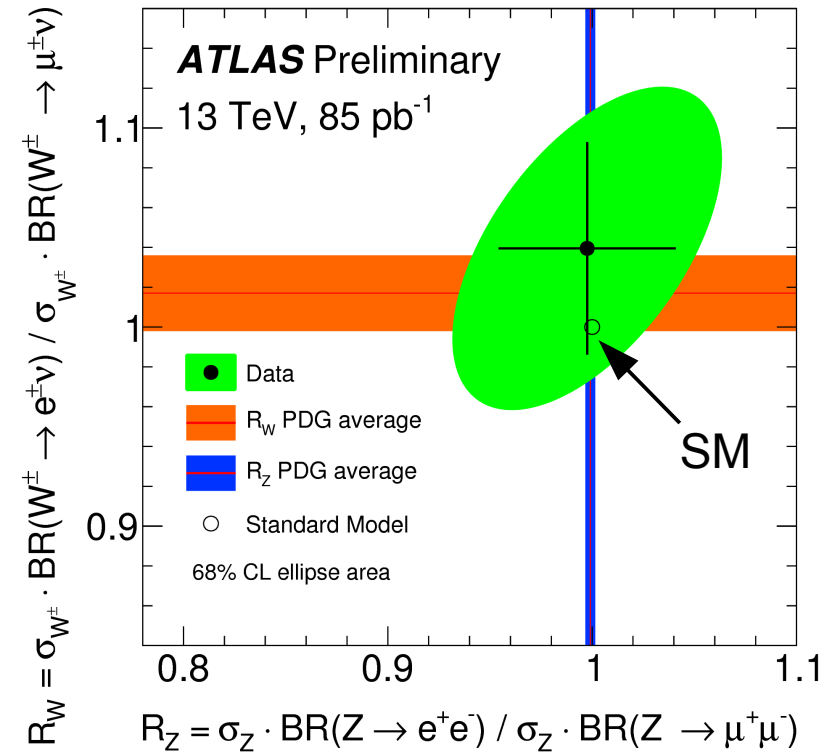
	Canale Muonico value ± stat + sist + lumi	Canale Elettronico value ± stat + sist + lumi
σ^{tot} (pb)	$1865 \pm 9 \pm 43 \pm 168$	$1861 \pm 10 \pm 82 \pm 167$

Bosone W⁺

	Canale Muonico value ± stat + sist + lumi	Canale Elettronico value ± stat + sist + lumi
σ^{tot} (pb)	$10870 \pm 20^{+450}_{-460} \pm 1060$	$11330 \pm 30^{+680}_{-670} \pm 1070$

Bosone W⁻

	Canale Muonico value ± stat + sist + lumi	Canale Elettronico value ± stat + sist + lumi
σ^{tot} (pb)	$8330 \pm 20 \pm 360 \pm 820$	$8630 \pm 20^{+540}_{-550} \pm 810$



ATLAS-CONF-2015-039

Misura della sezione d'urto totale

Accordo dei risultati nei due canali



MISURE COMBinate

Fit simultaneo su W^\pm e Z^0

(riduzione delle incertezze sistematiche)

$$\sigma_Z^{\text{tot}} = [1869 \pm 7(\text{stat}) \pm 42(\text{sist}) \pm 168(\text{lumi})] \text{ pb}$$

$$\sigma_{W^+}^{\text{tot}} = [10960 \pm 20(\text{stat}) \pm 440(\text{sist}) \pm 990(\text{lumi})] \text{ pb}$$

$$\sigma_{W^-}^{\text{tot}} = [8380 \pm 20(\text{stat}) \pm 350(\text{sist}) \pm 750(\text{lumi})] \text{ pb}$$

$$\sigma_{W^\pm}^{\text{tot}} = [19350 \pm 20(\text{stat}) \pm 760(\text{sist}) \pm 1740(\text{lumi})] \text{ pb}$$

PREDIZIONI TEORICHE:

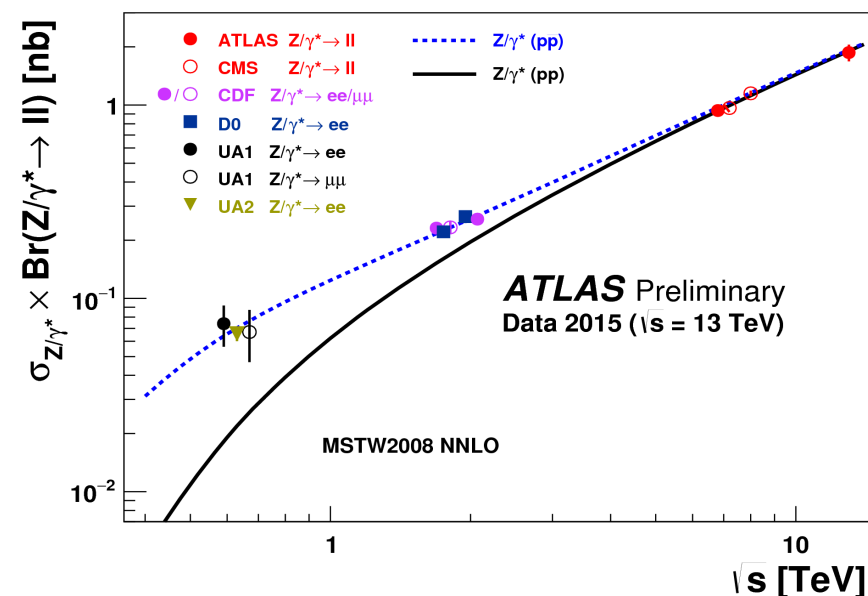
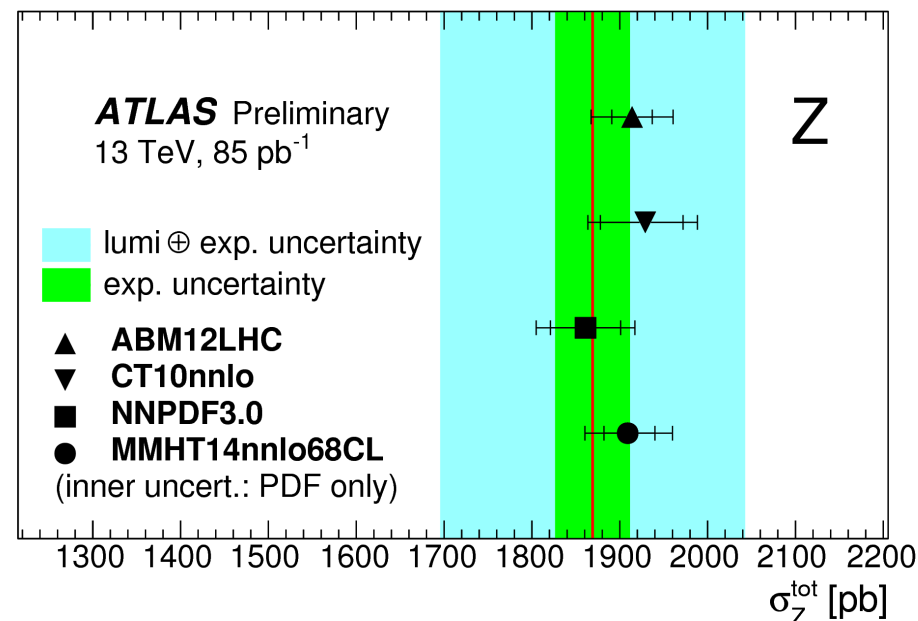
$$\sigma_Z^{\text{tot}} = [1930^{+40}_{-50}(\text{PDF}) \pm 30(\text{scale}) \pm 30(\alpha_s)] \text{ pb}$$

$$\sigma_{W^+}^{\text{tot}} = [11770^{+270}_{-310}(\text{PDF}) \pm 175(\text{scale}) \pm 175(\alpha_s)] \text{ pb}$$

$$\sigma_{W^-}^{\text{tot}} = [8640^{+210}_{-240}(\text{PDF}) \pm 130(\text{scale}) \pm 130(\alpha_s)] \text{ pb}$$

$$\sigma_{W^\pm}^{\text{tot}} = [20400^{+500}_{-500}(\text{PDF}) \pm 300(\text{scale}) \pm 300(\alpha_s)] \text{ pb}$$

ATLAS-CONF-2015-039

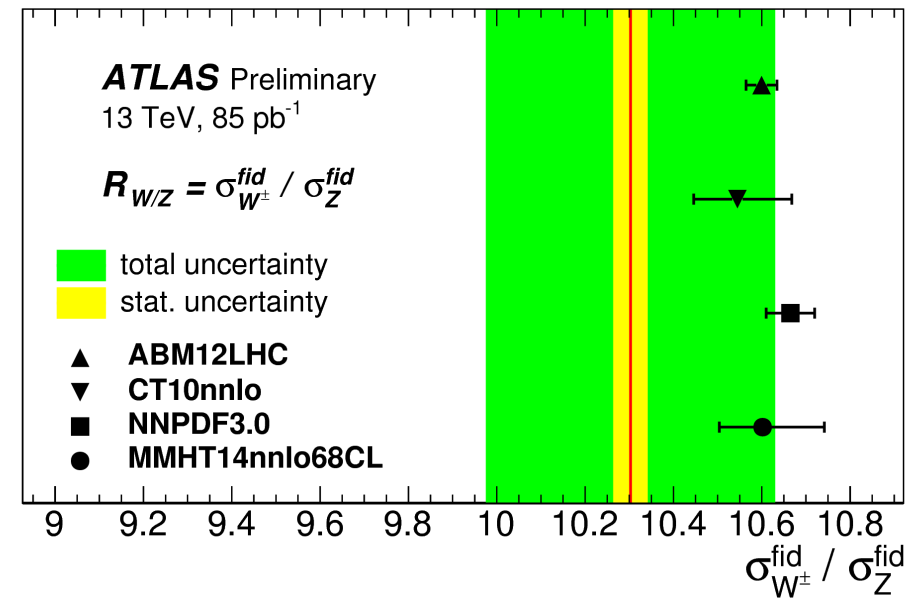
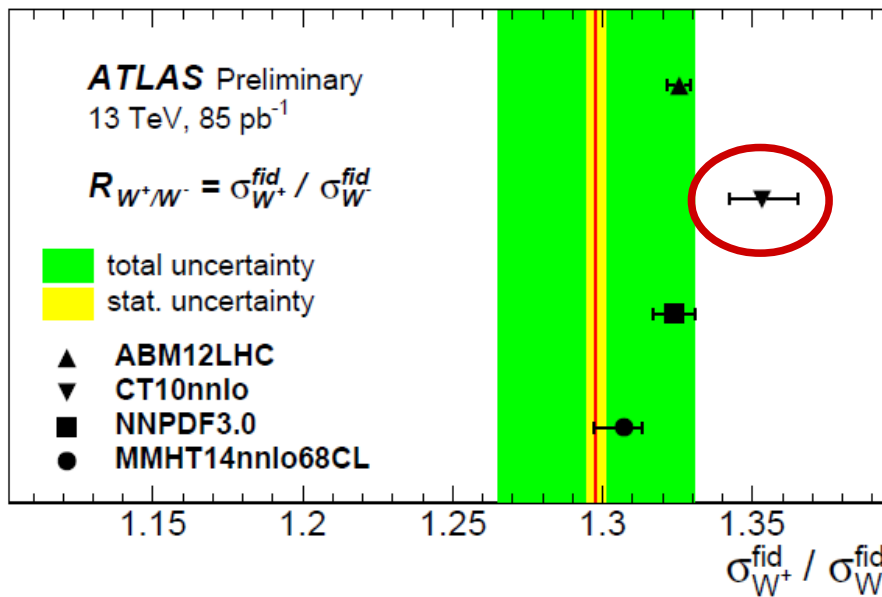


Misura dei rapporti delle sezioni d'urto

Misura dei rapporti tra le sezioni d'urto $W^\pm \rightarrow e^\pm \nu / W^\pm \rightarrow \mu^\pm \nu$, W^\pm / Z^0 , $Z^0 \rightarrow e^+ e^- / Z^0 \rightarrow \mu^+ \mu^-$ permette di:

- ♦ verificare l'universalità leptonica
- ♦ cancellare alcune incertezze sperimentali (luminosità)
- ♦ porre limiti sulle incertezze delle PDFs
 - ♦ R_{W^+/W^-} \longrightarrow u_v e d_v a bassi impulsi trasferiti nell'urto pp
 - ♦ $R_{W/Z}$ \longrightarrow s a bassi impulsi trasferiti nell'urto pp

ATLAS-CONF-2015-039



Conclusioni

Misura della sezione d'urto dei bosoni vettori W^\pm e Z^0 con il detector ATLAS a $\sqrt{s}=13$ TeV

$$L_{\text{int}} = 85 \text{ pb}^{-1}$$

$$\sigma_Z^{\text{tot}} = [1869 \pm 7(\text{stat}) \pm 42(\text{sist}) \pm 168(\text{lumi})] \text{ pb}$$

$$\sigma_{W^\pm}^{\text{tot}} = [19350 \pm 20(\text{stat}) \pm 760(\text{sist}) \pm 1740(\text{lumi})] \text{ pb}$$

**Prima misura
a 13 TeV a LHC
ATLAS-CONF-2015-039**

- ★ Misure di precisione della sezione d'urto ($\sim 2\%$, senza luminosità)
- ★ Accordo con i calcoli teorici al NNLO
- ★ Riproduzione dell'universalità leptonica
- ★ I rapporti delle sezioni d'urto $W^\pm \rightarrow e^\pm \nu / W^\pm \rightarrow \mu^\pm \nu$, W^\pm / Z^0 , $Z^0 \rightarrow e^+ e^- / Z^0 \rightarrow \mu^+ \mu^-$ sono uno strumento per ridurre le incertezze sperimentali e porre dei limiti nelle PDFs.

La strada è ancora lunga...

- Doppi rapporti delle sezioni d'urto a 7, 8 e 13 TeV
 - Misura della sezione d'urto differenziale
 - Misura della produzione di ZZ

Backup

Misura della sezione d'urto fiduciale

TEORICA: $\sigma_Z^{\text{fid}} = [769^{+20}_{-25}(\text{PDF}) \pm 10(\text{scale}) \pm 15(\alpha_s)] \text{ pb}$

ATLAS-CONF-2015-039

CANALE MUONICO:

$$\sigma_Z^{\text{fid}} = [744 \pm 4(\text{stat}) \pm 13(\text{sist}) \pm 67(\text{lumi})] \text{ pb}$$

CANALE ELETTRONICO:

$$\sigma_Z^{\text{fid}} = [742 \pm 4(\text{stat}) \pm 31(\text{sist}) \pm 67(\text{lumi})] \text{ pb}$$

COMBINATA:

$$\sigma_Z^{\text{fid}} = [746 \pm 3(\text{stat}) \pm 13(\text{sist}) \pm 67(\text{lumi})] \text{ pb}$$

(Fit simultaneo su W^\pm e Z^0)

Universalità
leptonica

