

# Sviluppo di un'analisi multivariata per lo studio della produzione di un bosone W in associazione a 2 b-jets con l'esperimento ATLAS ad LHC

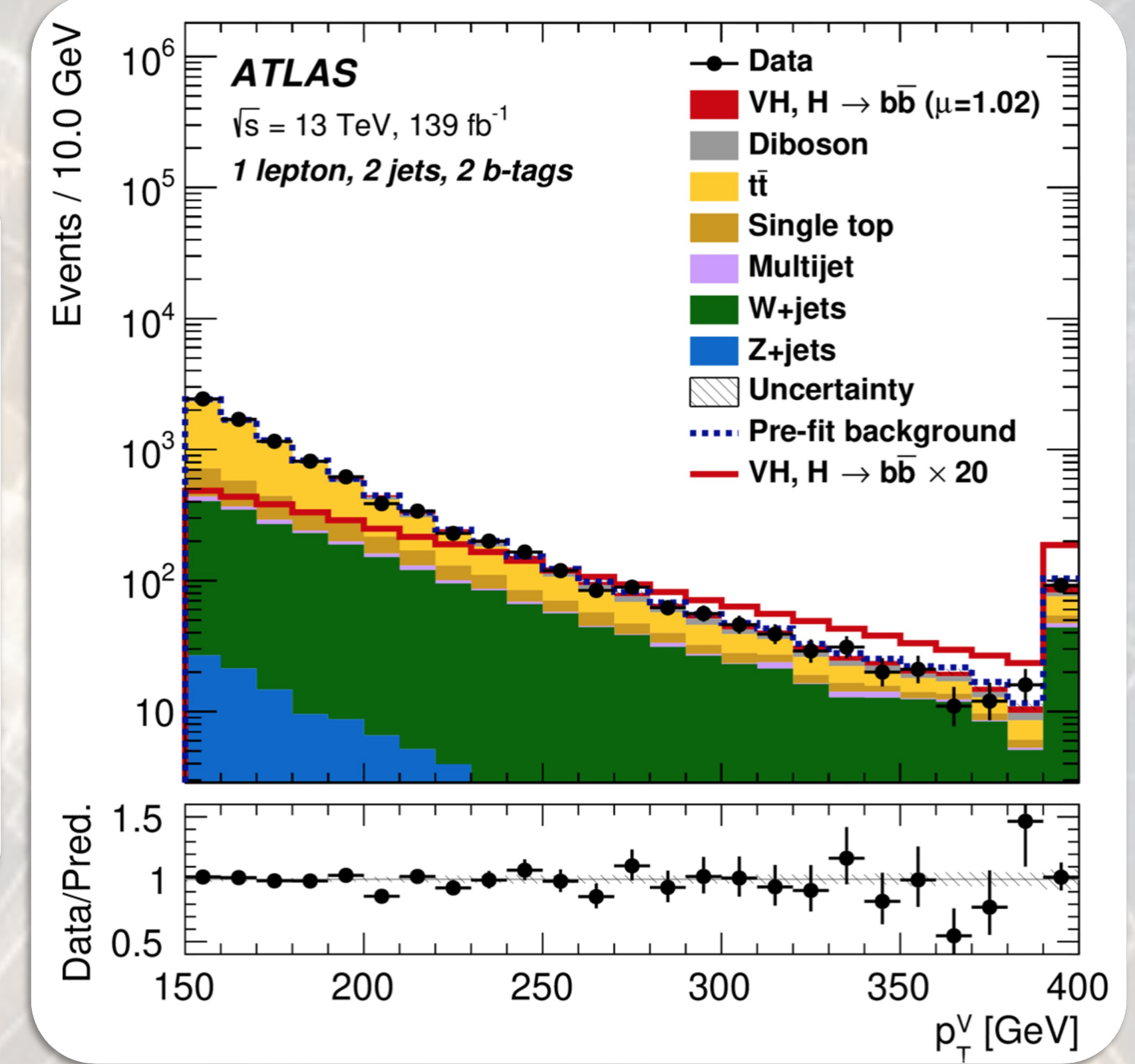
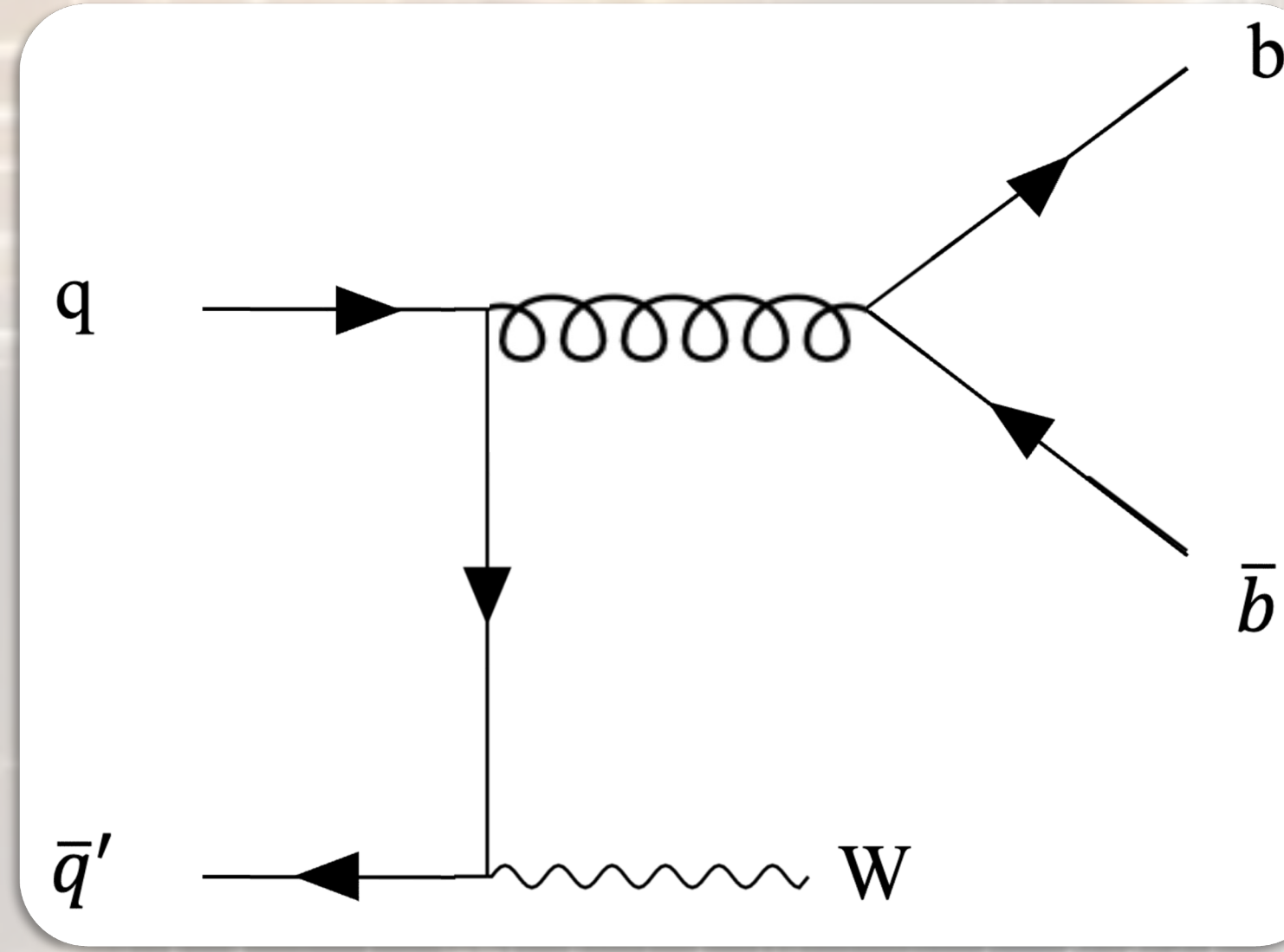
Atena Harareh<sup>1</sup>, Evelin Meoni<sup>1,2</sup>

1. Università della Calabria

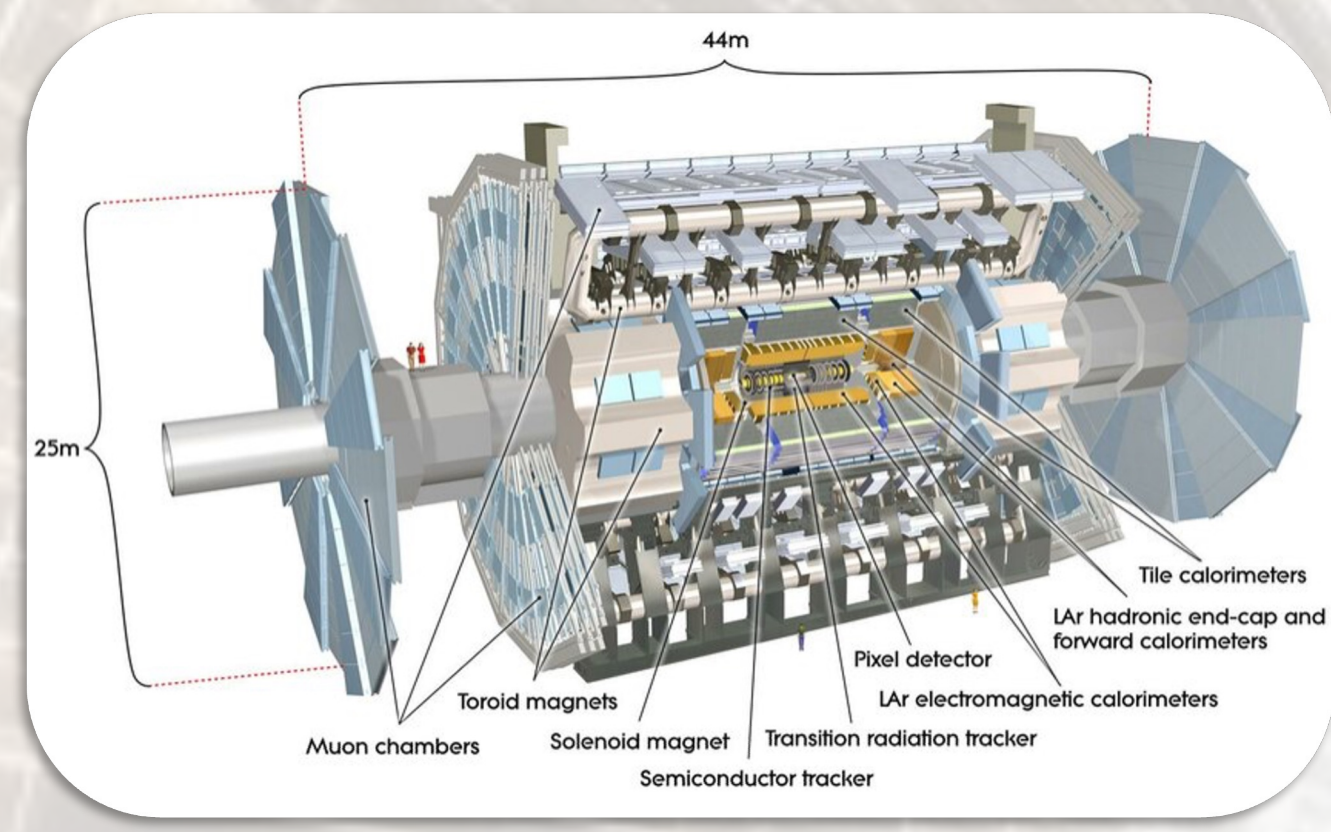
2. INFN Cosenza

## 1. Motivazioni e stato dell'arte

- **Misure di W/Z+b-jets ad LHC cruciali per:**
  - Comprensione della pQCD alle scale di energia di LHC
  - Modellizzazione dei fondi W/Z+b-jet nelle misure di Higgs e in ricerche di nuova fisica
  - Comprensione del contenuto dei quark b nelle PDFs del protone
- **Misure di W+2b-jets importanti per:**
  - Comprensione splitting del gluone.
  - stimare uno dei principali fondi per la misura di WH(H→bb)[1].
- **Misure pubblicate di W+b-jets ad LHC:**
  - sezione d'urto inclusiva di W+2b-jets a 7 e 8 TeV (Run1) a CMS[2,3]
  - sezioni d'urto differenziali di W+≥2jets con ≥1b-jets a 7 TeV (Run 1) a ATLAS[4]
  - ❖ Attualmente mancano misure differenziali di W+ 2b-jets ad LHC
- **Stato delle simulazioni MC per W/Z+jets:**
  - MC con NLO Matrix Elements a 2 o 3 partoni extra e modelli di Parton Shower con due possibili schemi: 4FNS (nessun contributo di b-quark nelle PDFs) o 5FNS (b-quark nelle PDFs)
- **Sfida principale della misura di W+2b-jets ad LHC 13 TeV (Run 2):**
  - Soppressione dell'enorme fondo di coppie di top-quark e anti-quark-top ( $t\bar{t} \rightarrow W^+b W^-\bar{b}$ )

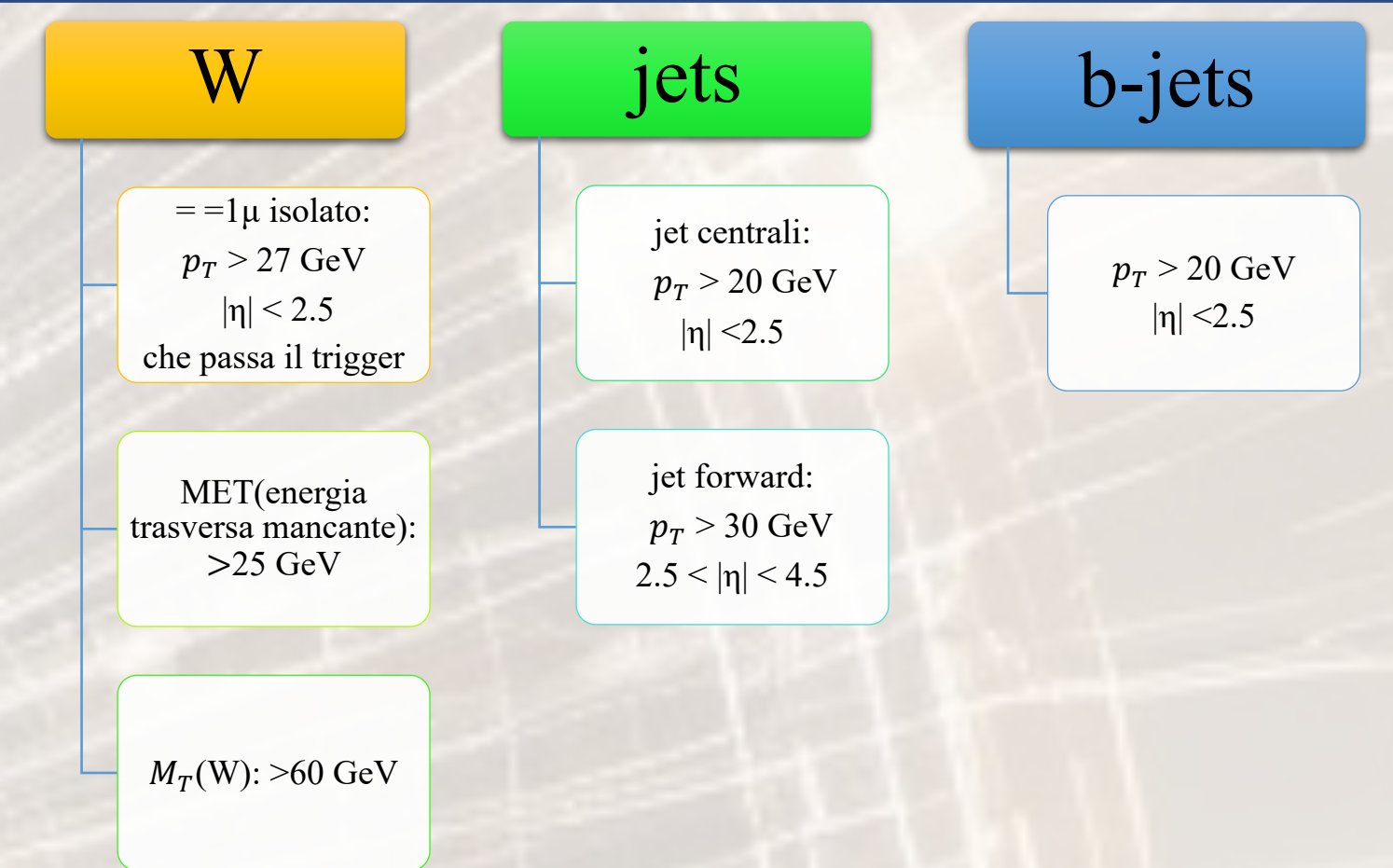


## 2. Il Rivelatore ATLAS



## 3. Strategia dell'analisi

1. Selezione di W(→μν)+b-jets:



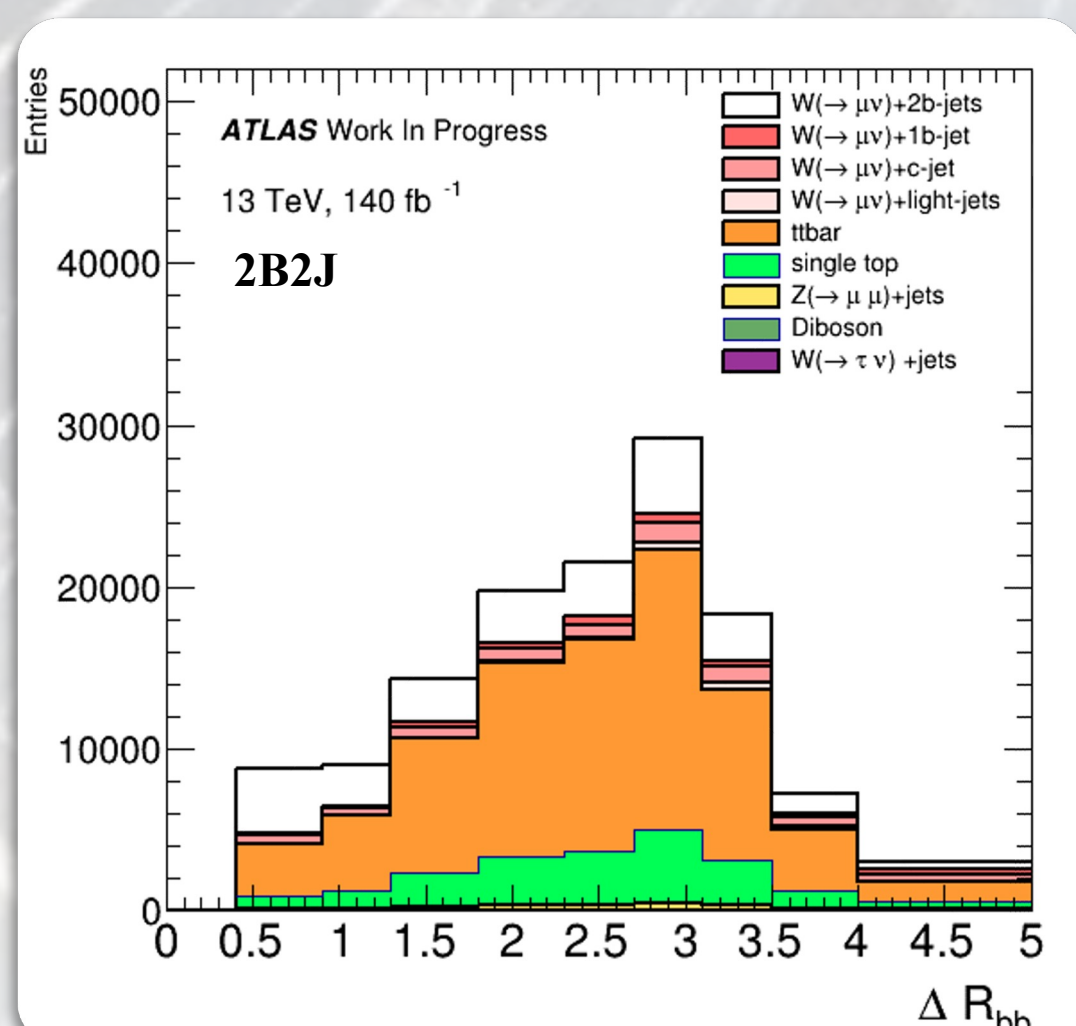
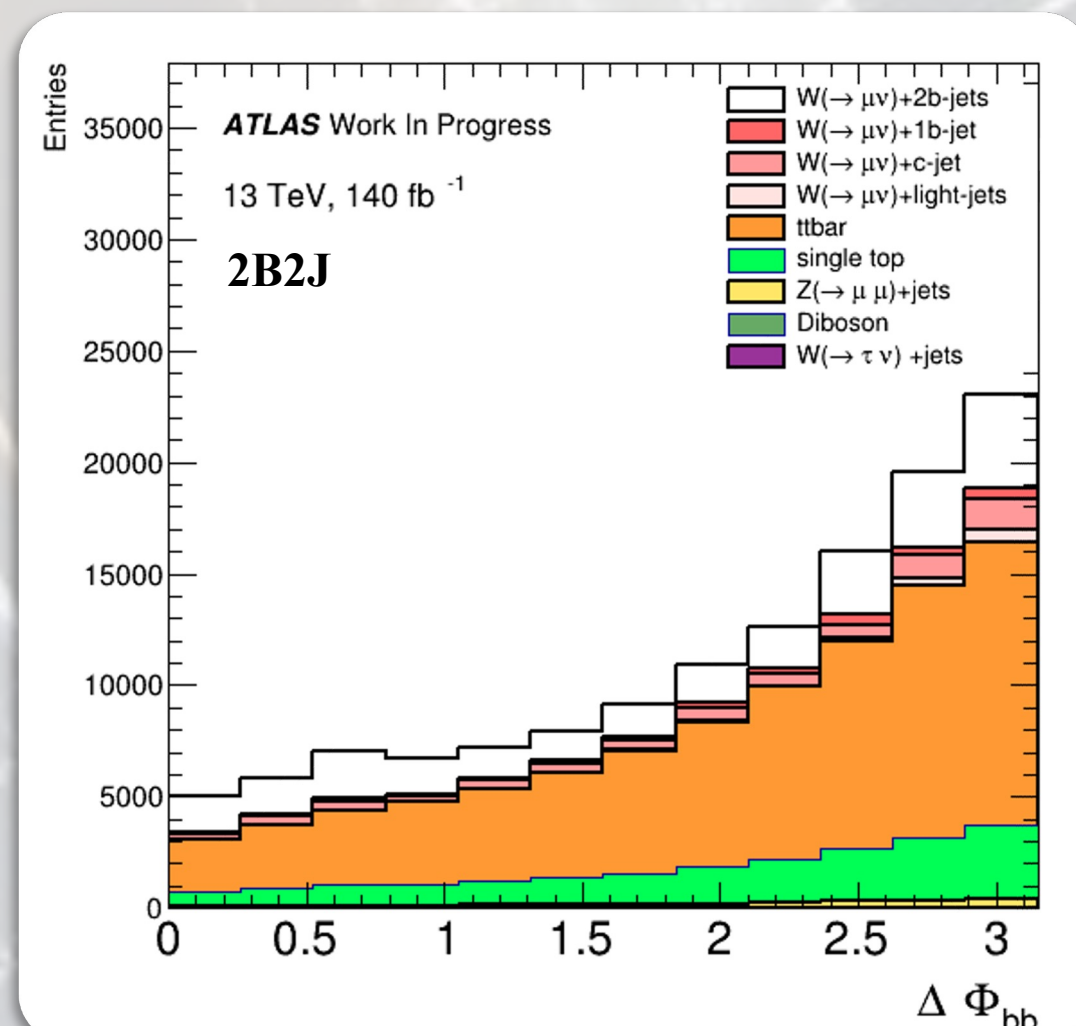
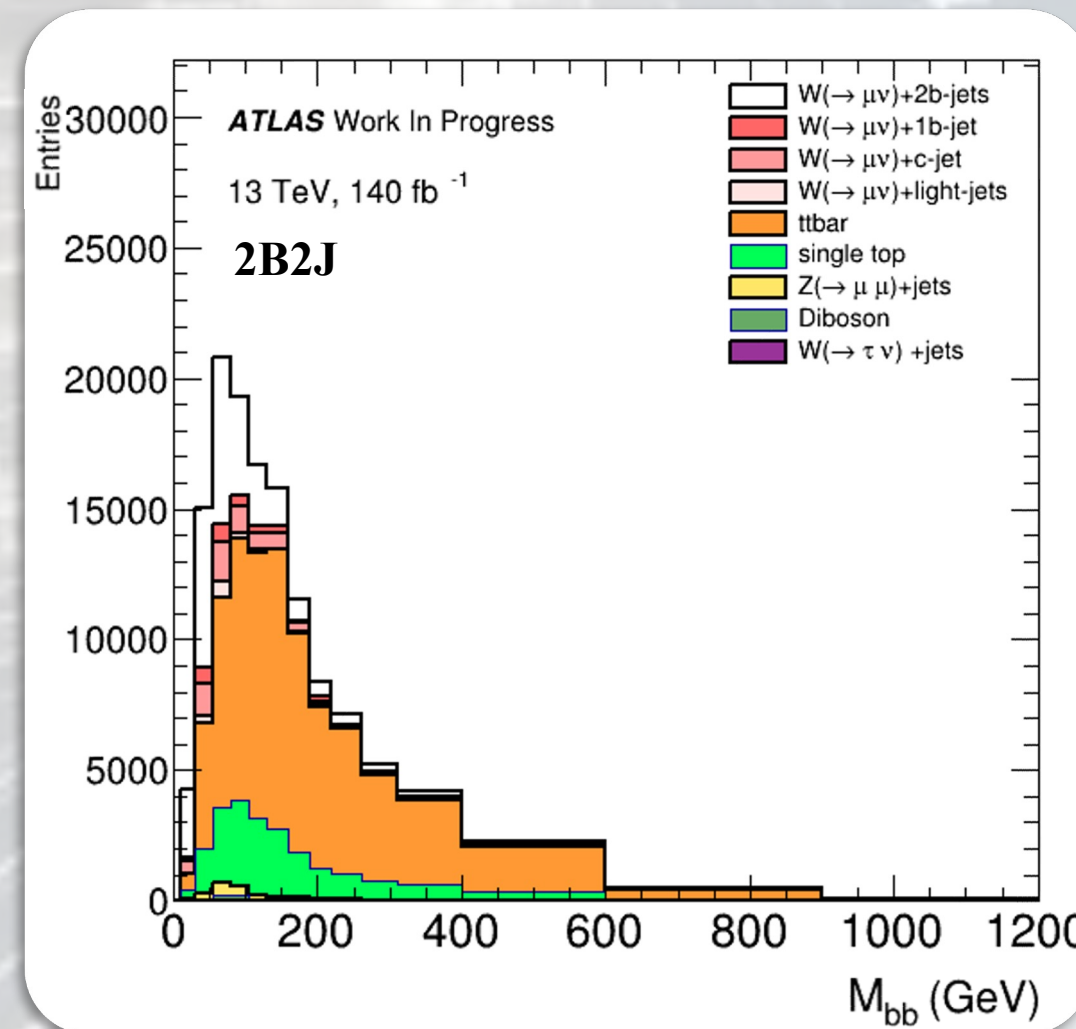
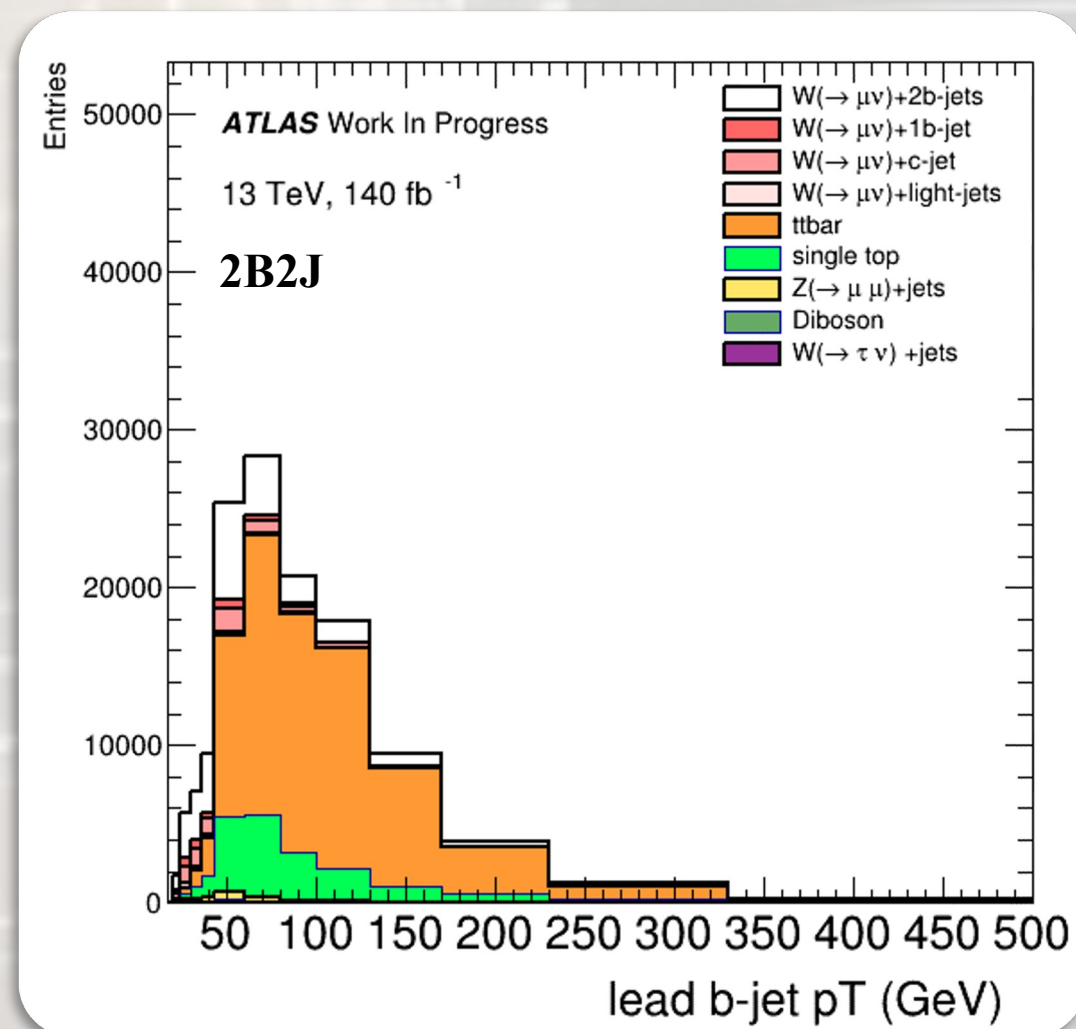
2. Selezione del numero di jets e b-jets

✓ Efficienza di selezione di b-jets = 70%, reiezione di c-jets=12, reiezione di light-jets=600 (stima fatta su campioni MC  $t\bar{t}$ )[5]

3. Implementazione di analisi multivariata basata su una rete neurale

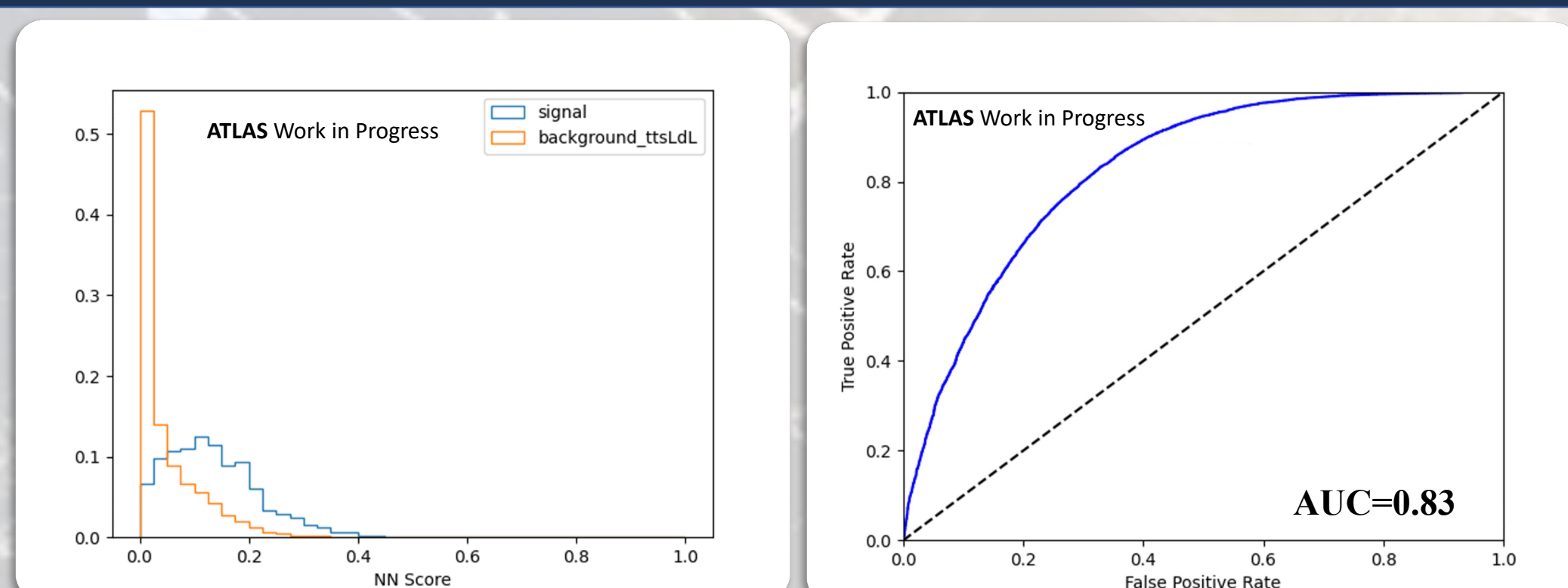
## 4. Selezione sul numero di jets e b-jets

Selezione sul numero di jet e numero di b-jets	Segnale/( $t\bar{t}$ +single top)	Segnale/ (Segnale nella regione Geq2BiJ)
≥2b-jets (Geq2BiJ)	(4.9±0.1)%	100%
== 2b-jet & nessun altro jet centrale e/o forward (2B2J)	(26.9±0.2)%	25%



❖ Fondo di multi-jets mancante, corrispondente a circa 10% del totale, da stimare con tecniche data-driven

## 6. Performances della NN in 2B2J



Efficienza del segnale	reiezione del fondo
85%	35%
90%	40%
95%	50%
99%	70%

## 8. Conclusioni

1. Il nostro studio introduce un metodo affidabile per identificare i decadimenti del bosone W con i b-jet, riducendo la contaminazione di fondo  $t\bar{t}$ .
2. Appliciamo una selezione cinematica preliminare seguita da una rete neurale costruita con keras e tensorflow per massimizzare la purezza del segnale.
3. Il prossimo passo prevede: ottimizzare la NN in Geq2BiJ, stabilire il taglio sulla NN per evitare bias delle distribuzioni che vogliamo misurare (lead b-jet  $p_T$ ,  $M_{bb}$ ,  $\Delta R_{bb}$ ,  $\Delta\Phi_{bb}$ ), confrontare la NN del MC con quella dei dati in una regione di controllo dominata da  $t\bar{t}$ .

## 5. Rete Neurale (NN) in 2B2J

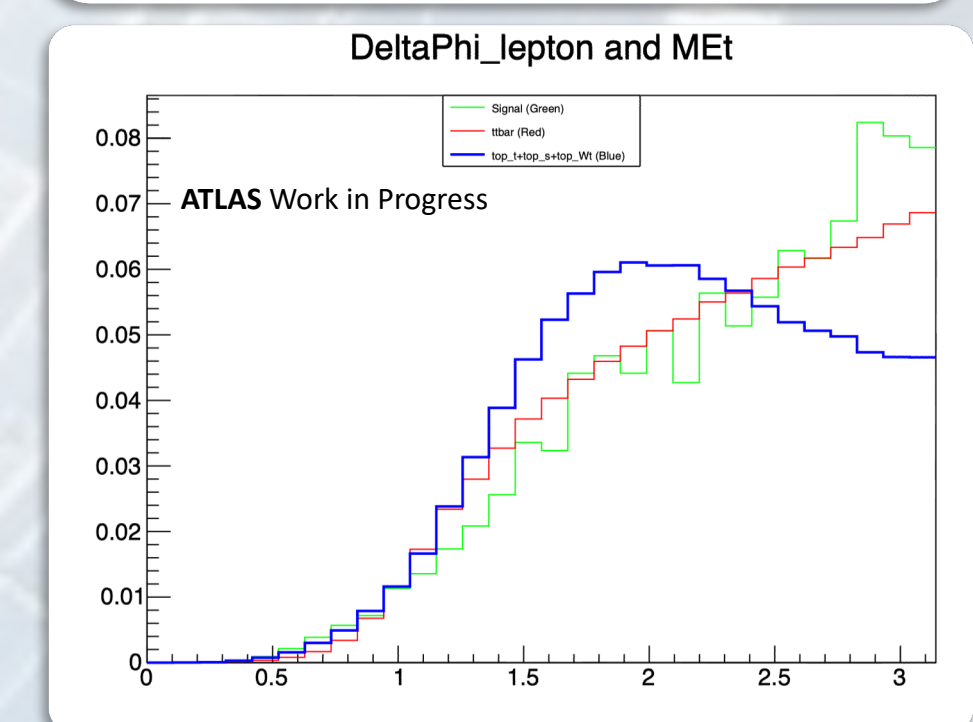
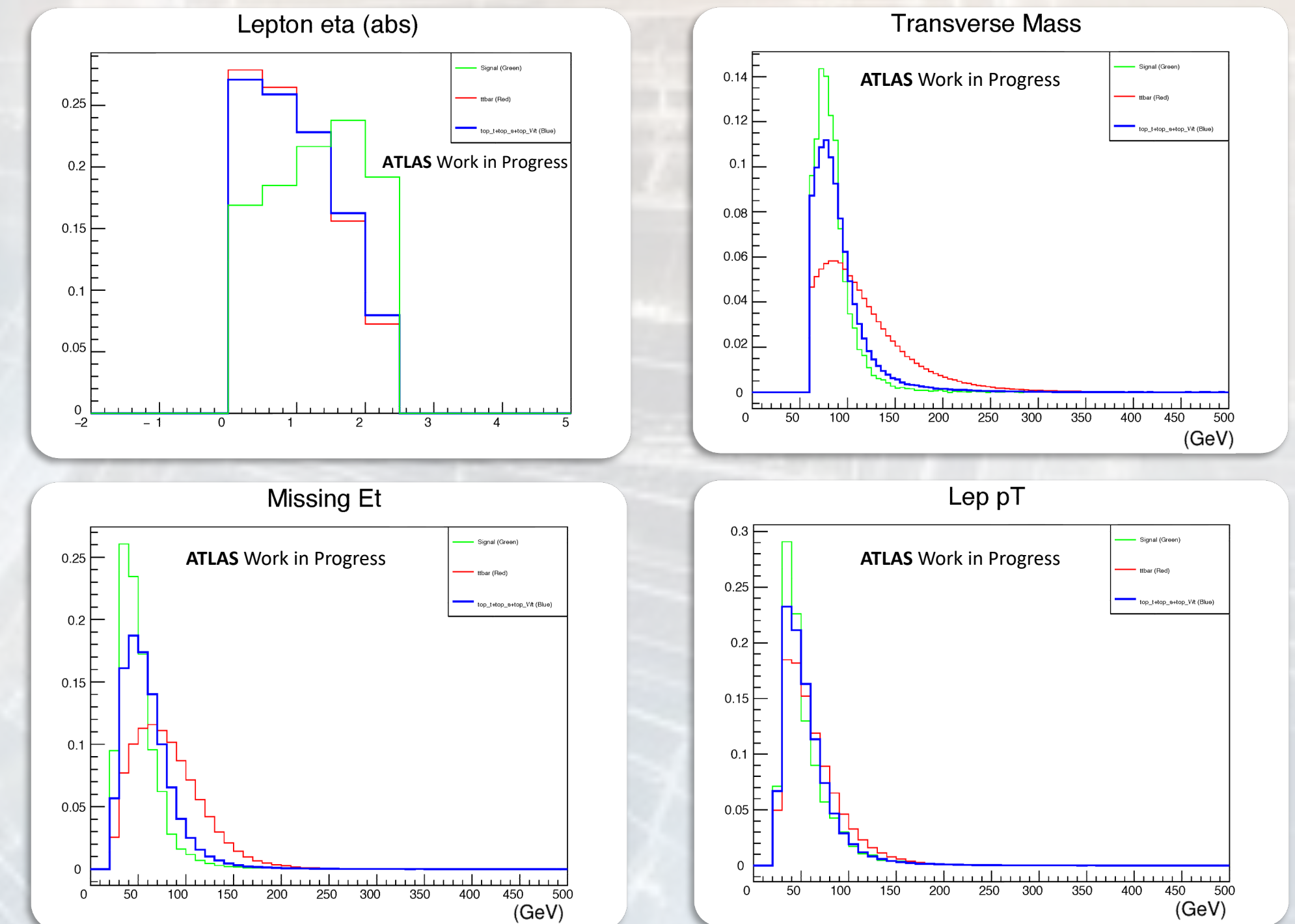
NN sviluppata con Keras e TensorFlow[6] nella regione 2B2J con 5 osservabili di input, x layers con y nodi ciascuno, z epochs e learning rate k.

MC del segnale e di  $t\bar{t}$  divisi in 3 campioni: set di training, set di validazione e set di test.

Ottimizzazione degli iperparametri della rete (x,y,z,k) fatta sulla base della AUC (Area Under Curve) maggiore.

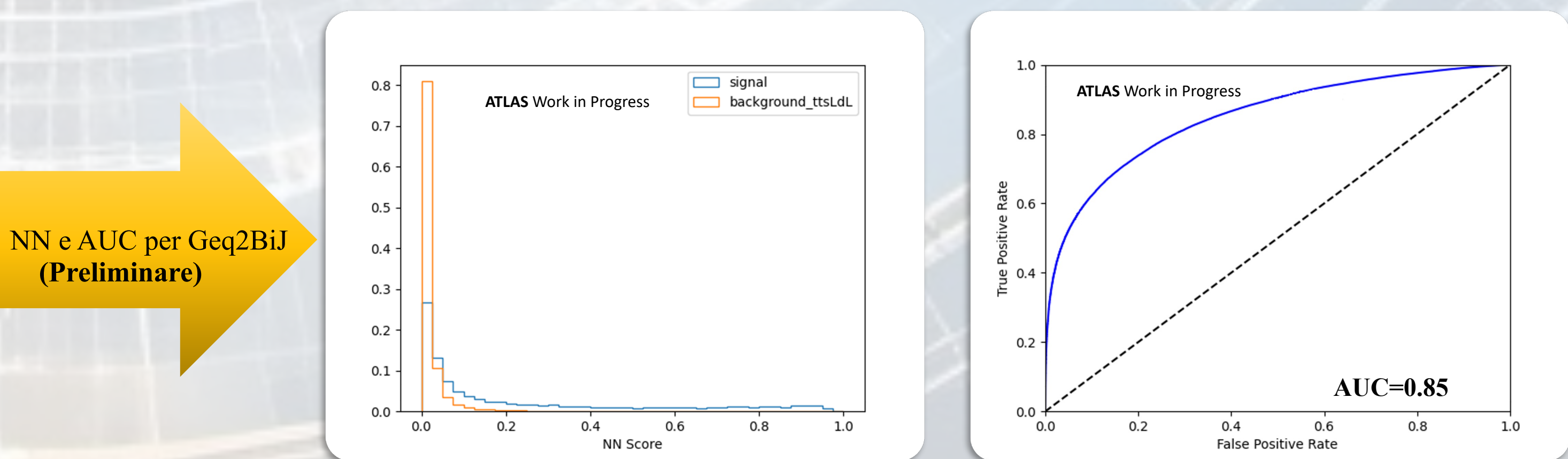
Trovare il miglior set di iperparametri:

Iperparametri	Valori selezionati per l'ottimizzazione
Layer (x)	[1, 2, 3, 4, 5]
Nodi (y)	[5, 10, 15, 20, 25]
Epoch (z)	[80, 100, 180, 250]
Learning rate (k)	[0.1, 0.01, 0.001, 0.0001, 0.00001, 0.000001]
Migliore AUC	x = 2, y = 15, z = 80, k = 0.001



## 7. Approccio alternativo: NN in Geq2BiJ

NN nella regione Geq2BiJ con 11 variabili di input:



## 9. Bibliografia

- [1] ATLAS Collaboration, "Measurements of WH and ZH production in the H→bb decay channel in pp collisions at 13TeV with the ATLAS detector.", Eur. Phys. J. C 81 (2021) 178.
- [2] CMS Collaboration, "Measurement of the Production Cross Sections for a W Boson and two b jets in pp collisions at √s= 7 TeV", PLB 735 (2014) 204.
- [3] CMS Collaboration, "Measurement of the Production Cross Section of a W Boson in Association with Two b Jets in pp Collisions at √s=8TeV.", Eur. Phys. J. C 77 (2017) 92.
- [4] ATLAS Collaboration, "Measurement of the cross-section for W boson production in association with b jets in pp collisions at √s= 7 TeV", JHEP 06, 084 (2013).
- [5] ATLAS Collaboration, "ATLAS flavour-tagging algorithms for the LHC Run 2 pp collision dataset", Eur. Phys. J. C 83 (2023) 681.
- [6] Abadi, Martín, et al, "TensorFlow: a System for Large-Scale Machine Learning." 12th USENIX Symposium on Operating Systems Design and Implementation (OSDI 16), 2016.