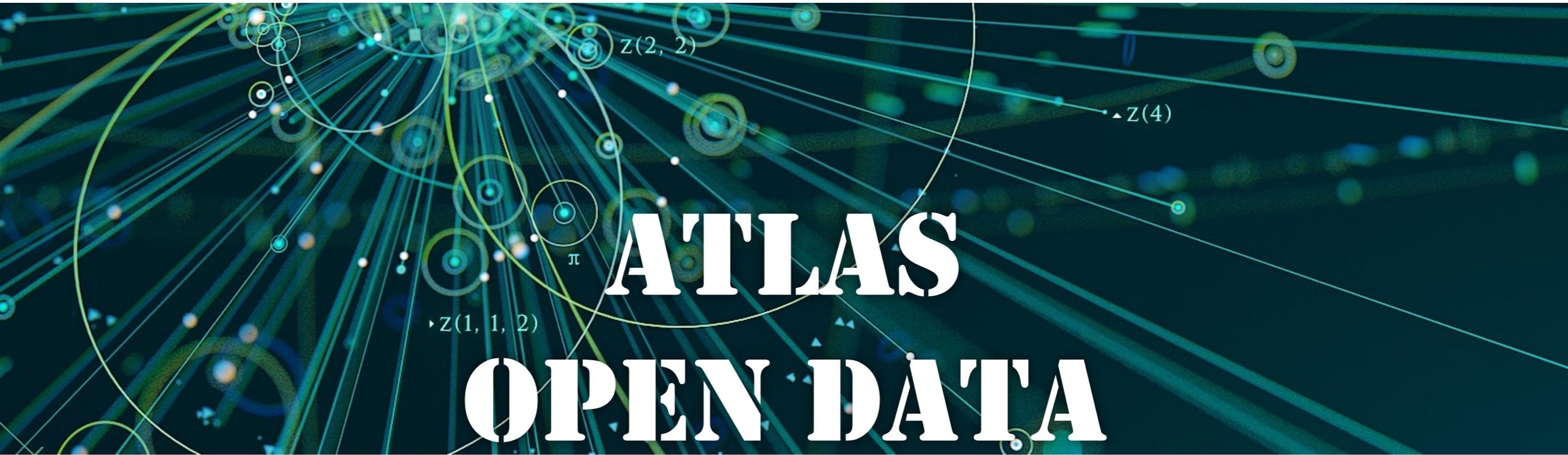


# ALTERNANZA SCUOLA/LAVORO



The background features a complex network of glowing blue and green lines and circles, resembling a data visualization or particle detector layout. Several mathematical symbols and coordinate labels are scattered throughout:  $z(2, 2)$ ,  $z(4)$ ,  $\pi$ , and  $z(1, 1, 2)$ .

# ATLAS

# OPEN DATA



**Silvia Biondi**  
Università & INFN, Bologna



# INTRO

Si tratta di alternanza scuola/**lavoro**, cercheremo di farvi capire anche le dinamiche lavorative del fisico delle particelle; perciò vi sarà richiesta una certa autonomia nella ricerca del materiale e delle informazioni

L'attività si svolgerà in 3 step:

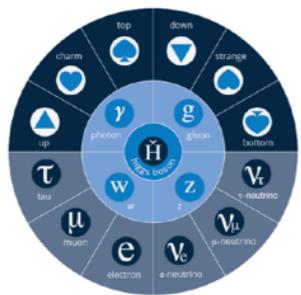
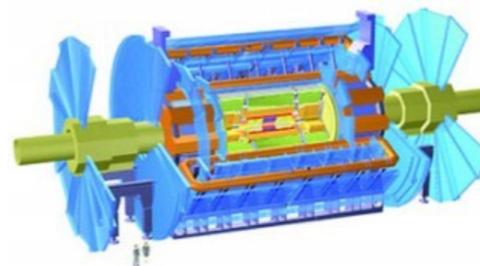
- 1. documentazione e studio**
- 2. applicazione pratica**
- 3. presentazione dei risultati**



# ATLAS OPEN DATA<sup>(4)</sup>

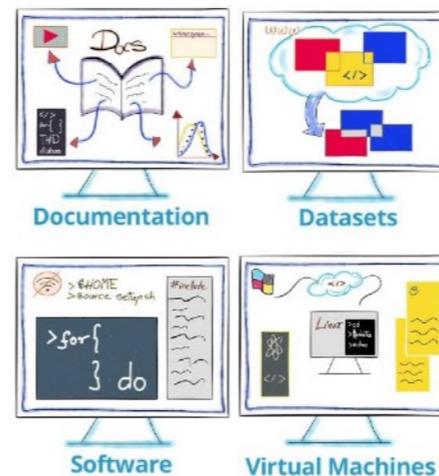
Si tratta di un progetto per riprodurre "a casa" l'analisi dati dell'esperimento ATLAS al CERN (con i **veri dati raccolti nel 2012!**)

## Esperimento ATLAS



## Fisica di ATLAS

## Progetto Open Data

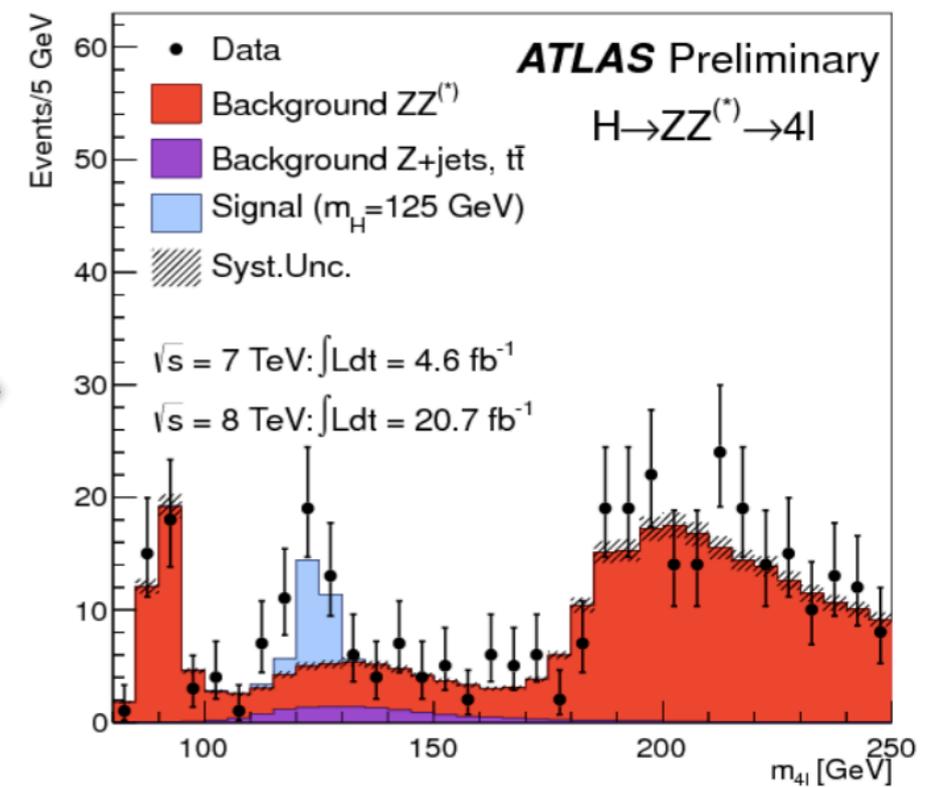
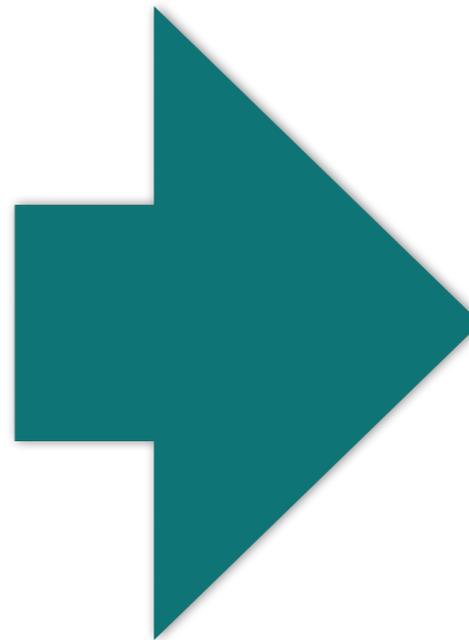
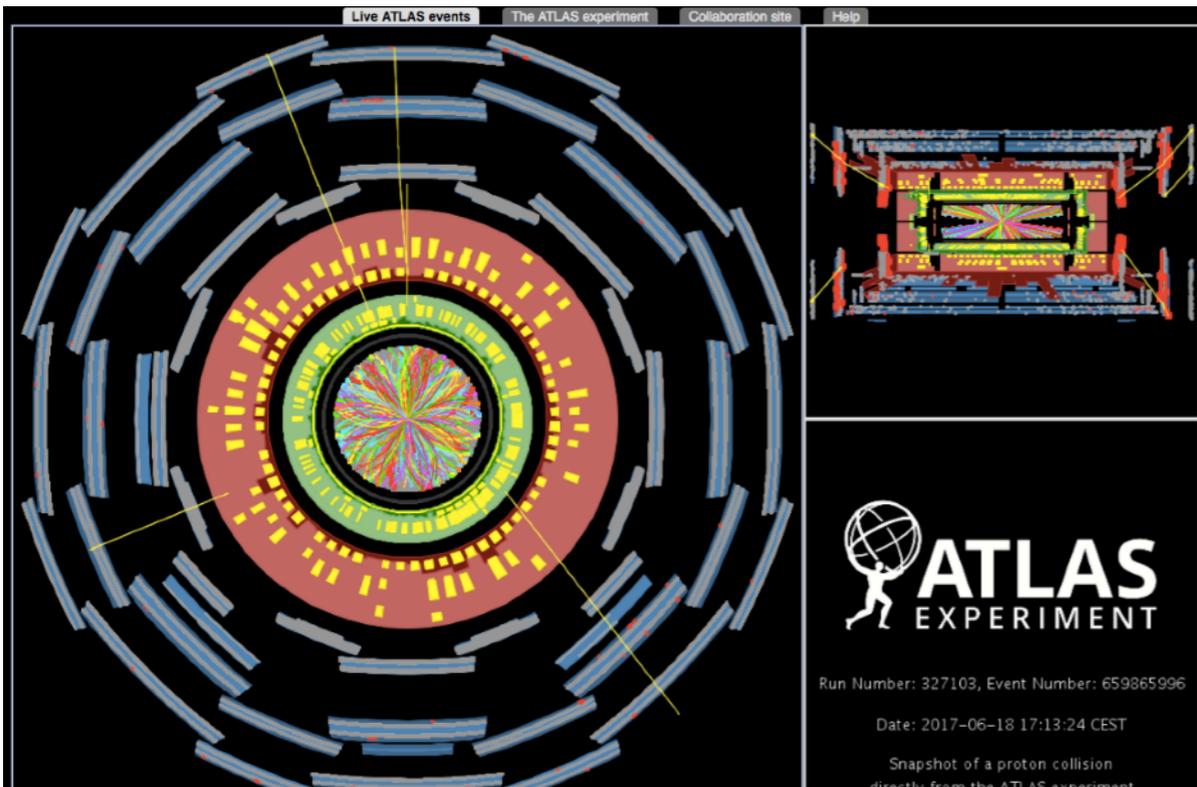


Potrete scaricare una virtual machine dove sono già pronti alcuni programmi di analisi e i dati raccolti.

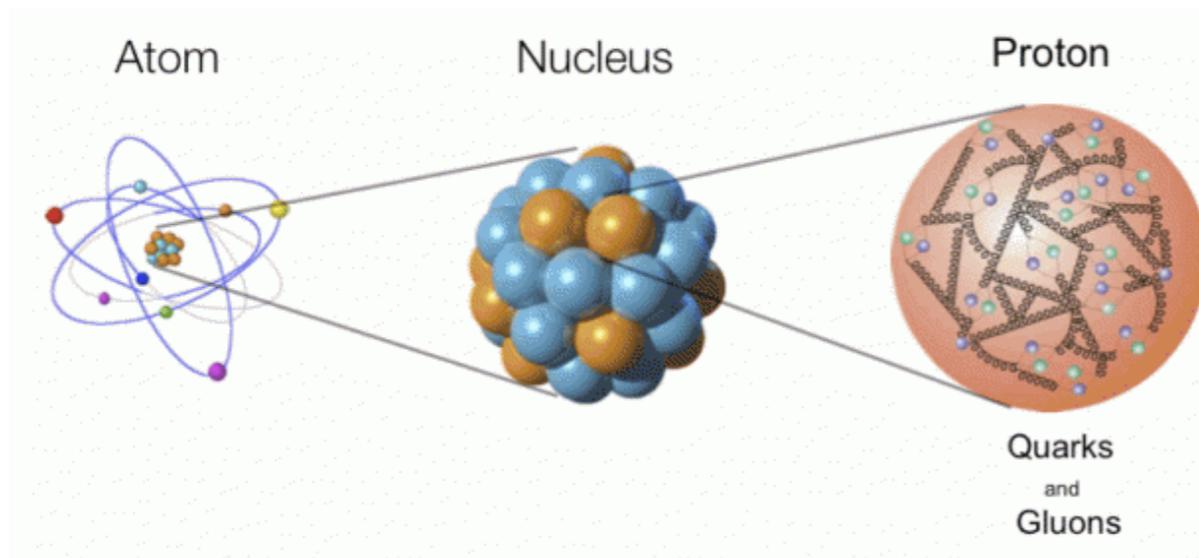
Potrete modificare i programmi voi stessi!!!

# ANALISI DATI

Cosa significa **analizzare i dati** di un esperimento come ATLAS?



# COSA SUCCEDDE DAVVERO?



Il protone è una particella composta da partoni (gluoni o quark).

Ricordiamo che...

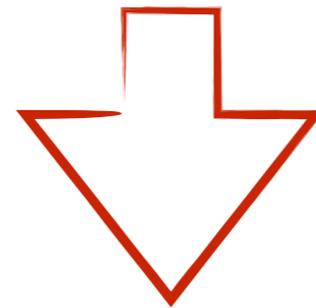
$$E^2 = p^2c^2 + m_0^2c^4$$

energia

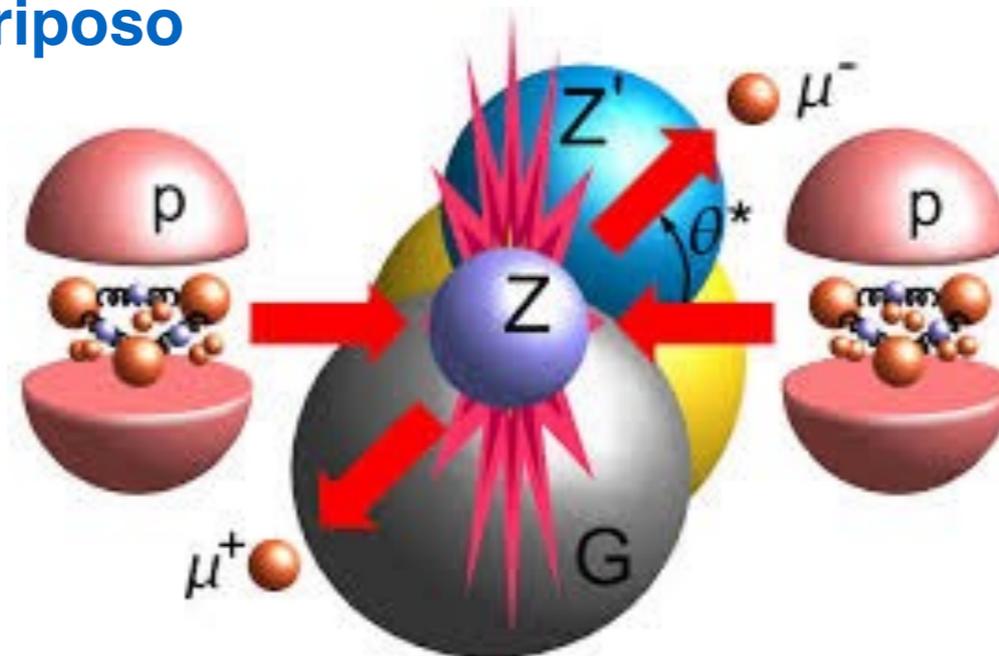
quantità di moto  
o impulso

massa a riposo

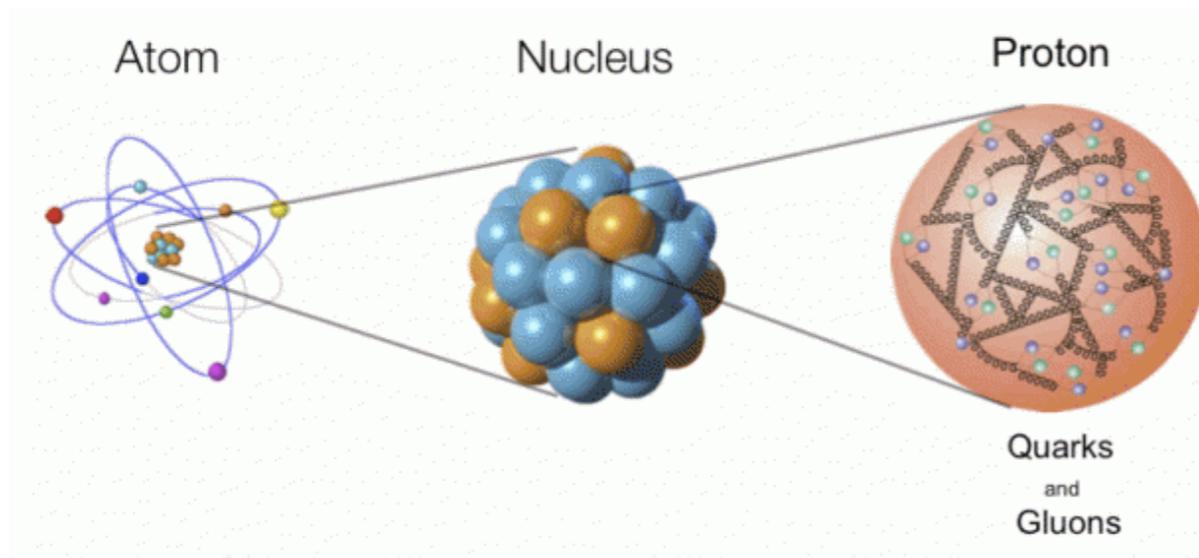
$c$  = velocità della luce



non tutta l'energia iniziale è disponibile per l'urto, ma solo una frazione di essa (portata dal partone che urta).



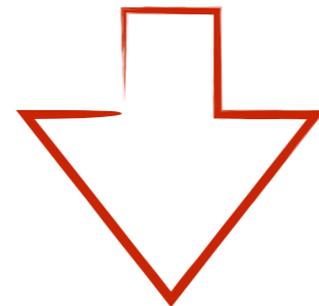
# COSA SUCCEDDE DAVVERO?



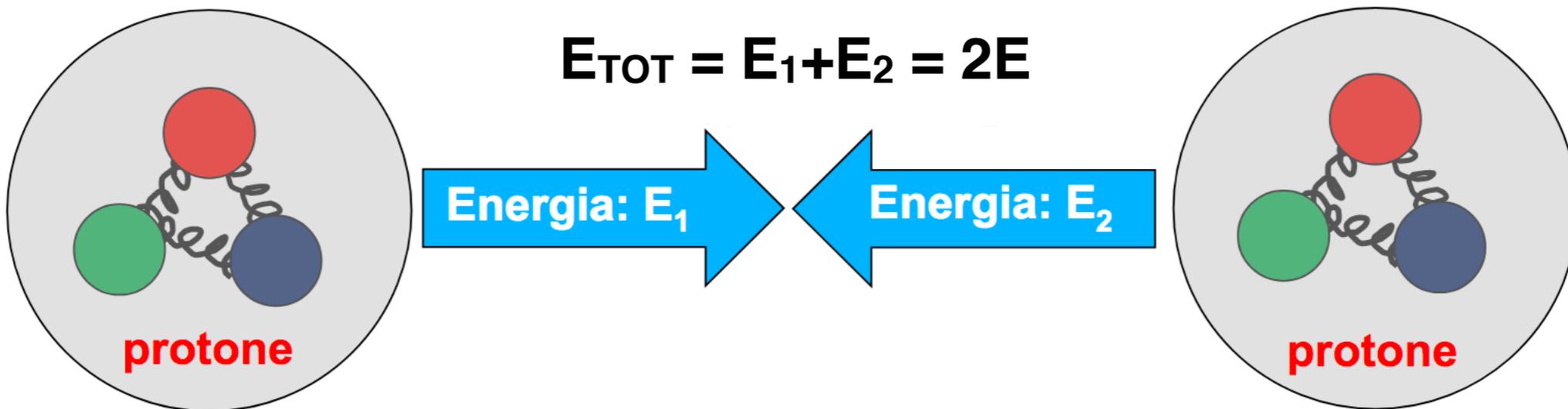
Il protone è una particella composta da partoni (gluoni o quark).

Ricordiamo che...

$$E^2 = p^2c^2 + m_0^2c^4$$



non tutta l'energia iniziale è disponibile per l'urto, ma solo una frazione di essa (portata dal partone che urta).

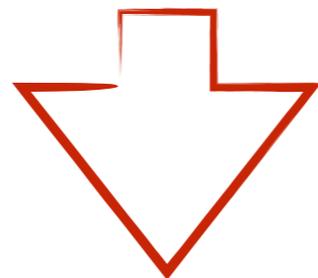


# UN PO' DI CINEMATICA

Ogni particella ha una quantità di moto (vettoriale)  $\mathbf{p}$  e una energia (scalare)  $\mathbf{E}$  tale che

$$E = \sqrt{(p \cdot c)^2 + (m_0 \cdot c^2)^2}$$

Nelle collisioni protone-protone vengono prodotte particelle massive che **decadono in un tempo brevissimo**. In questo caso non siamo in grado di “vedere” direttamente le particelle originarie, ma **solo i loro prodotti di decadimento**.



In un decadimento, **la quantità di moto e l'energia si DEVONO conservare (in qualsiasi sistema di riferimento)!**

$$m_0^2 = \left( \frac{E_1}{c^2} + \frac{E_2}{c^2} \right)^2 - \left( \frac{p_1}{c} + \frac{p_2}{c} \right)^2$$

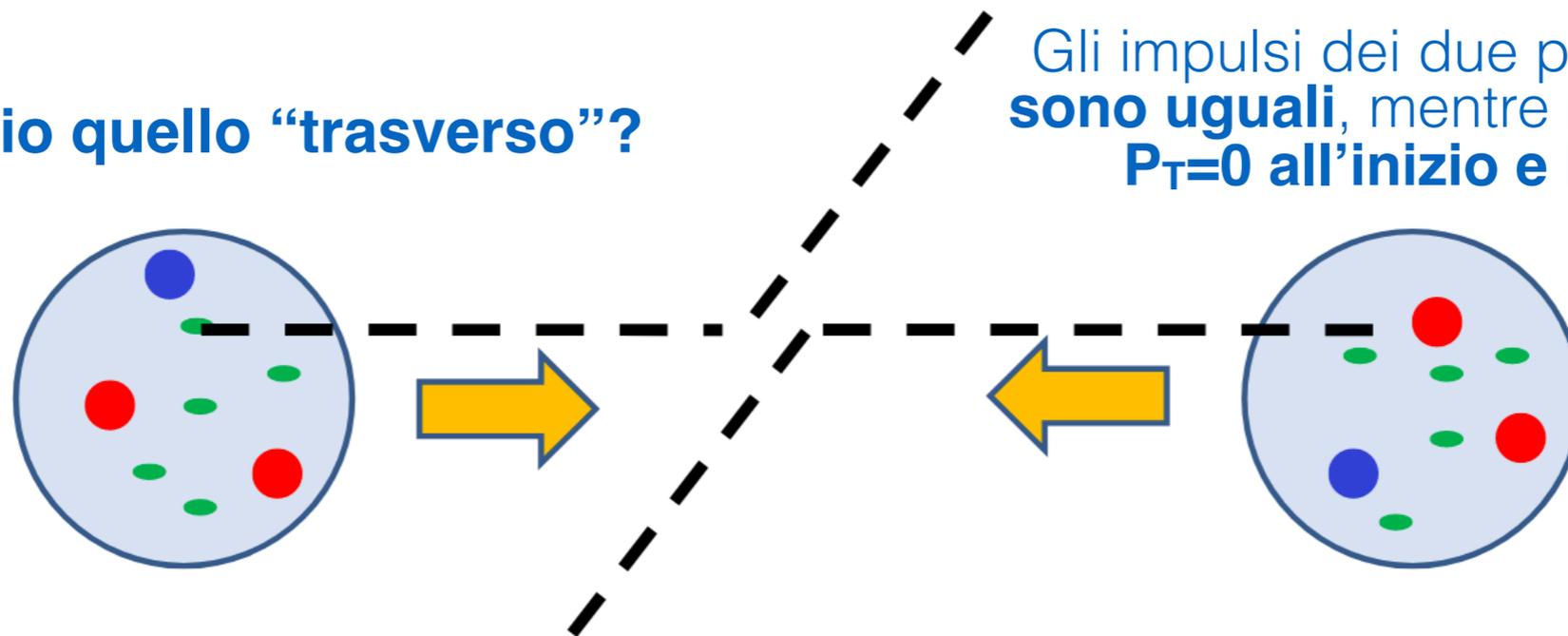
*Massa Invariante*

# UN PO' DI CINEMATICA

Altre grandezze fondamentali che si usano nella fisica delle alte energie sono:



Perché proprio quello "trasverso"?



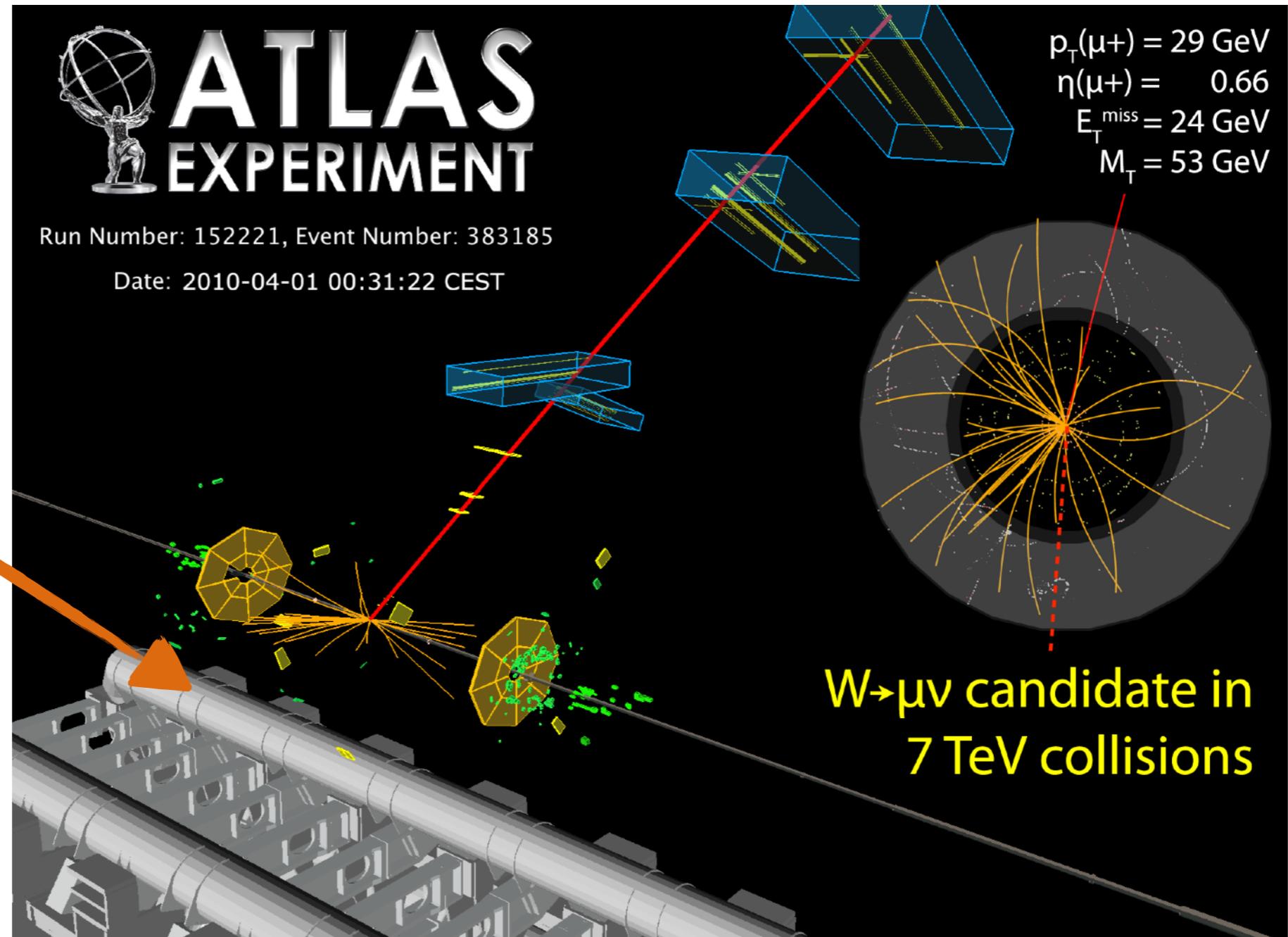
# UN PO' DI CINEMATICA

Altre grandezze fondamentali che si usano nella fisica delle alte energie sono:

## Energia traversa mancante

utilizzata per tutte le particelle che non lasciano traccia nel rivelatore (neutrini!)

in eventi dove sembra esserci una violazione della conservazione di energia e impulso



# UN PO' DI CINEMATICA

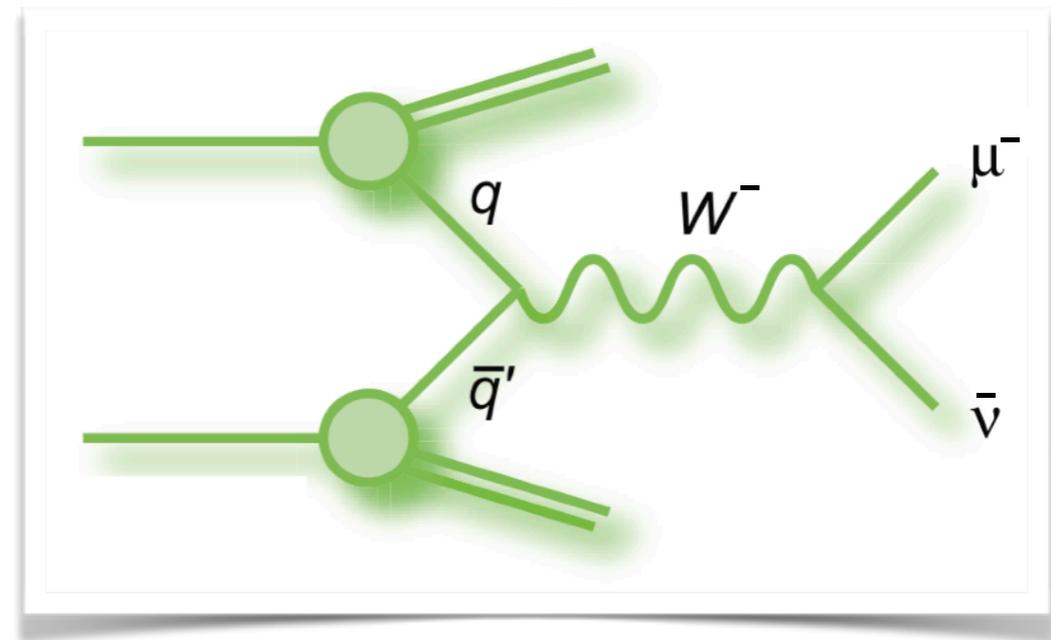
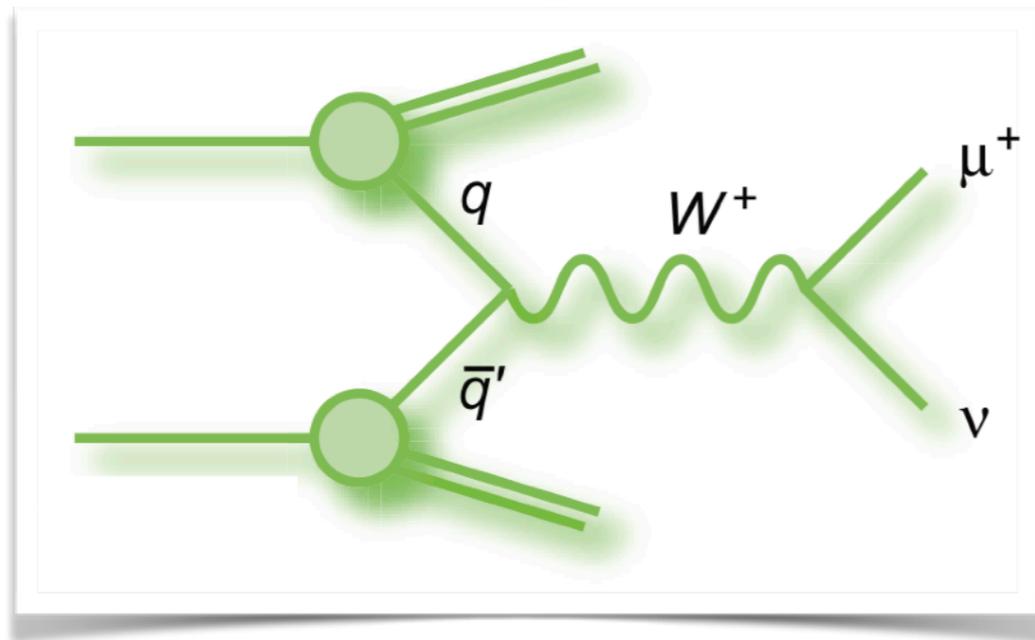
Se conosciamo la cinematica delle particelle finali (quantità di moto, energie e masse), possiamo **determinare la massa della particella decaduta**.

Vedremo diverse particelle nello stato finale, perché vogliamo studiare **diverse particelle che decadono**:

# UN PO' DI CINEMATICA

Se conosciamo la cinematica delle particelle finali (quantità di moto, energie e masse), possiamo **determinare la massa della particella decaduta**.

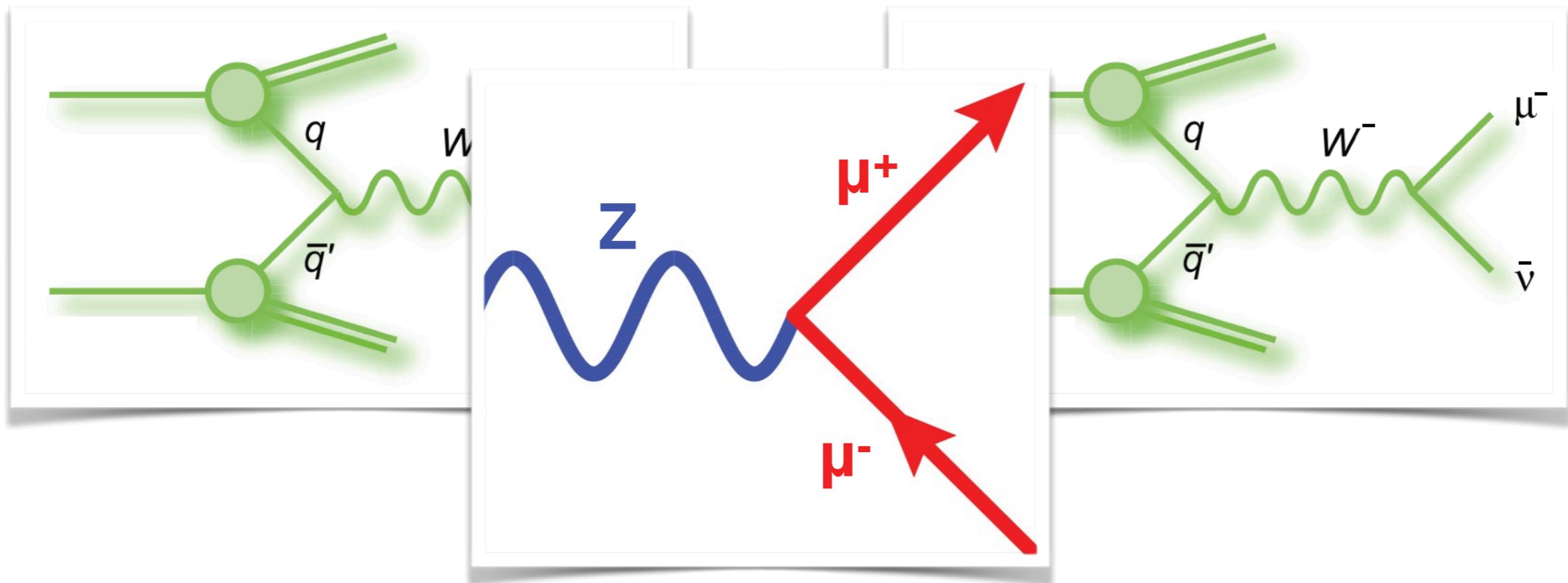
Vedremo diverse particelle nello stato finale, perché vogliamo studiare **diverse particelle che decadono**:



# UN PO' DI CINEMATICA

Se conosciamo la cinematica delle particelle finali (quantità di moto, energie e masse), possiamo **determinare la massa della particella decaduta**.

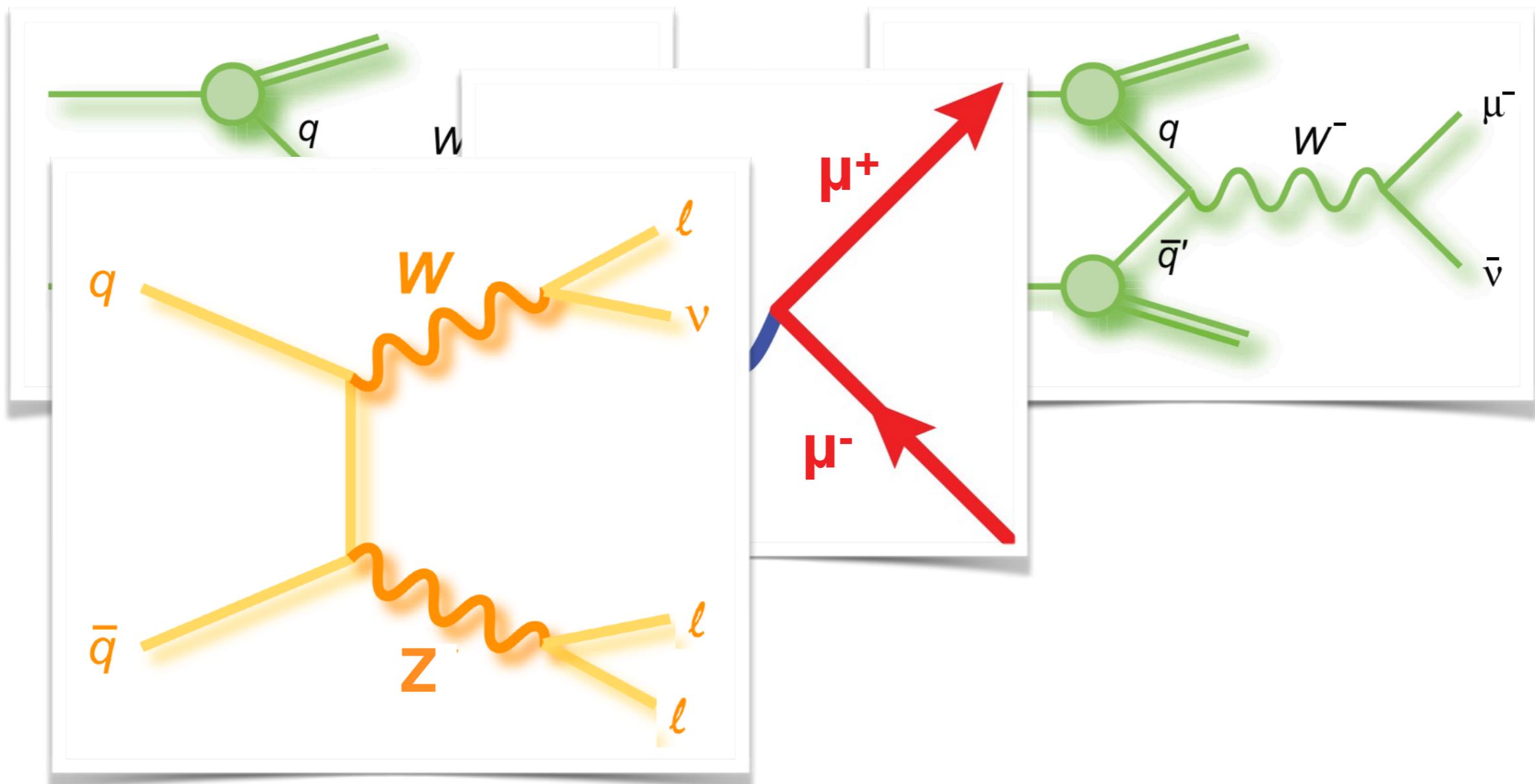
Vedremo diverse particelle nello stato finale, perché vogliamo studiare **diverse particelle che decadono**:



# UN PO' DI CINEMATICA

Se conosciamo la cinematica delle particelle finali (quantità di moto, energie e masse), possiamo **determinare la massa della particella decaduta**.

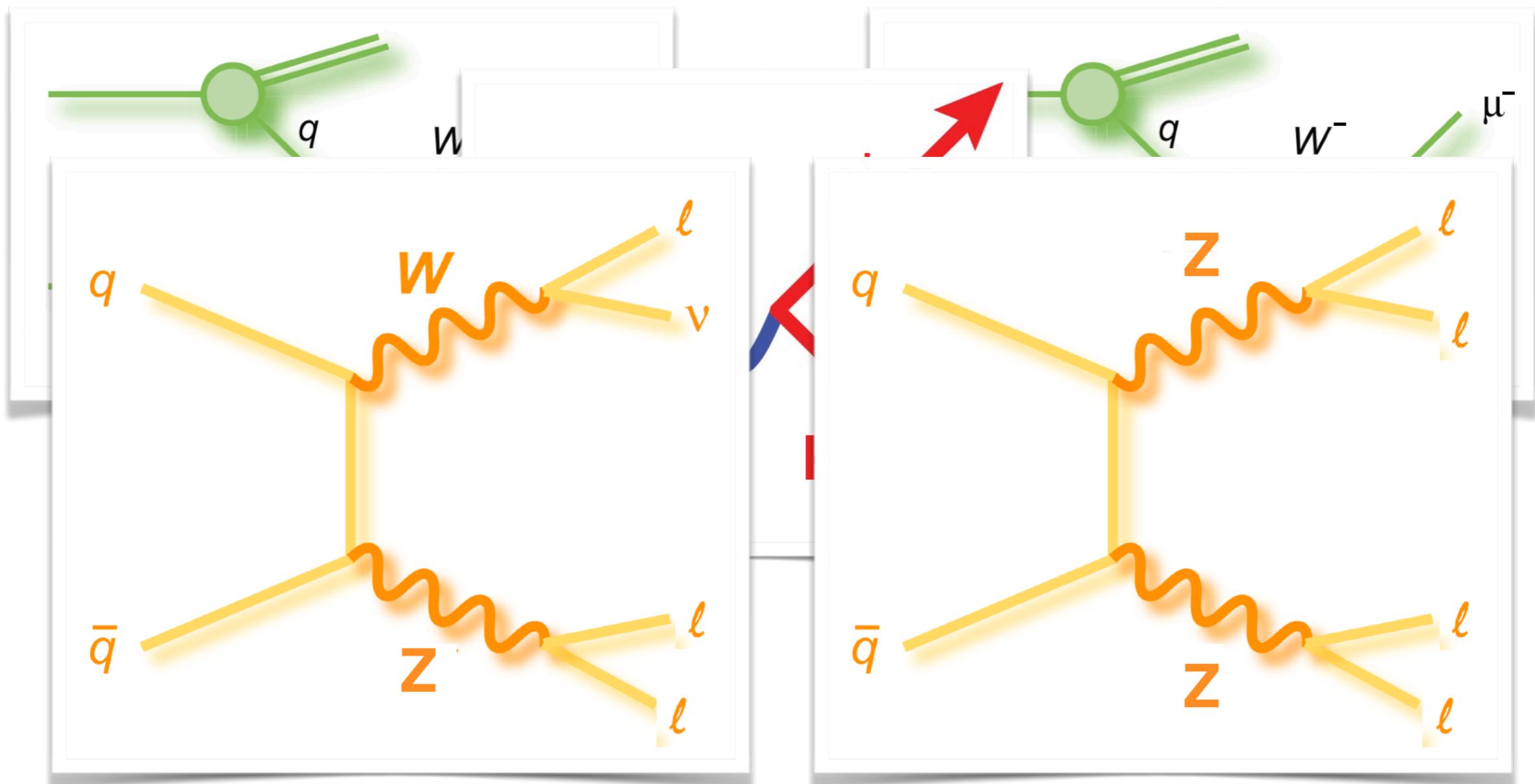
Vedremo diverse particelle nello stato finale, perché vogliamo studiare **diverse particelle che decadono**:



# UN PO' DI CINEMATICA

Se conosciamo la cinematica delle particelle finali (quantità di moto, energie e masse), possiamo **determinare la massa della particella decaduta**.

Vedremo diverse particelle nello stato finale, perché vogliamo studiare **diverse particelle che decadono**:



# ISTOGRAMMI<sup>4)</sup>

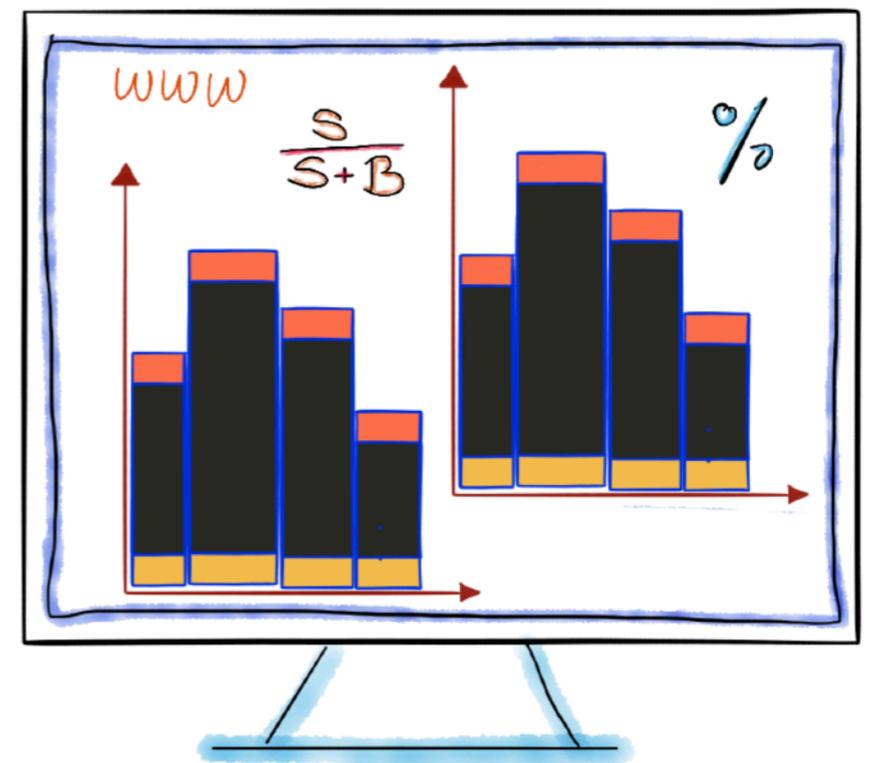
## Il linguaggio del fisico delle particelle

Troviamo spesso più facile interpretare i risultati creando istogrammi di varie forme e colori invece che tabelle di numeri!!!

**Più intuitivo** da capire e più **facile** per interpretare i dati e trovare correlazioni tra grandezze.

Più facile per interpretare la **selezione dei dati**.

Cosa vuole dire? Prova [qui!](#)



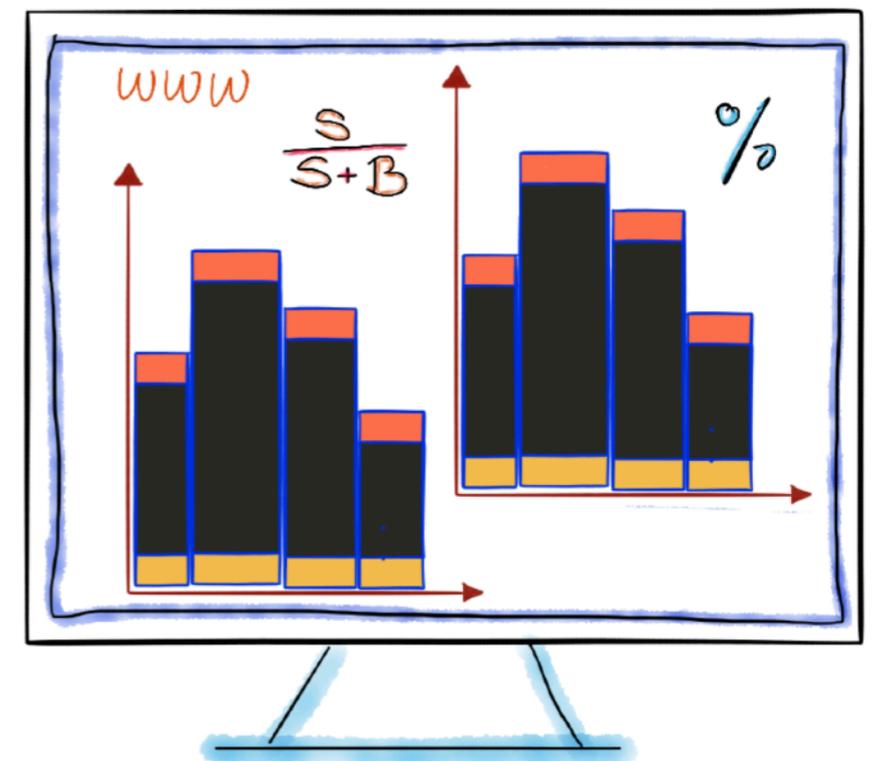
# SEGNALE E FONDO

## Il linguaggio del fisico delle particelle

**Segnale (S):** tutti gli eventi interessanti che contengono i prodotti di decadimento delle particelle che vogliamo studiare.

**Fondo (B):** tutti gli eventi che "mimano" il segnale e che possono essere rimossi (più o meno facilmente) o non rimossi affatto.

La selezione degli eventi serve proprio per massimizzare il segnale e minimizzare il fondo!



# STRUMENTI: PYTHON

Nella ricerca spesso scopriamo **come** cercare qualcosa durante il processo stesso di ricerca, perciò servono strumenti **estremamente** flessibili e **personalizzabili**.



**Soluzione:** li creiamo noi!

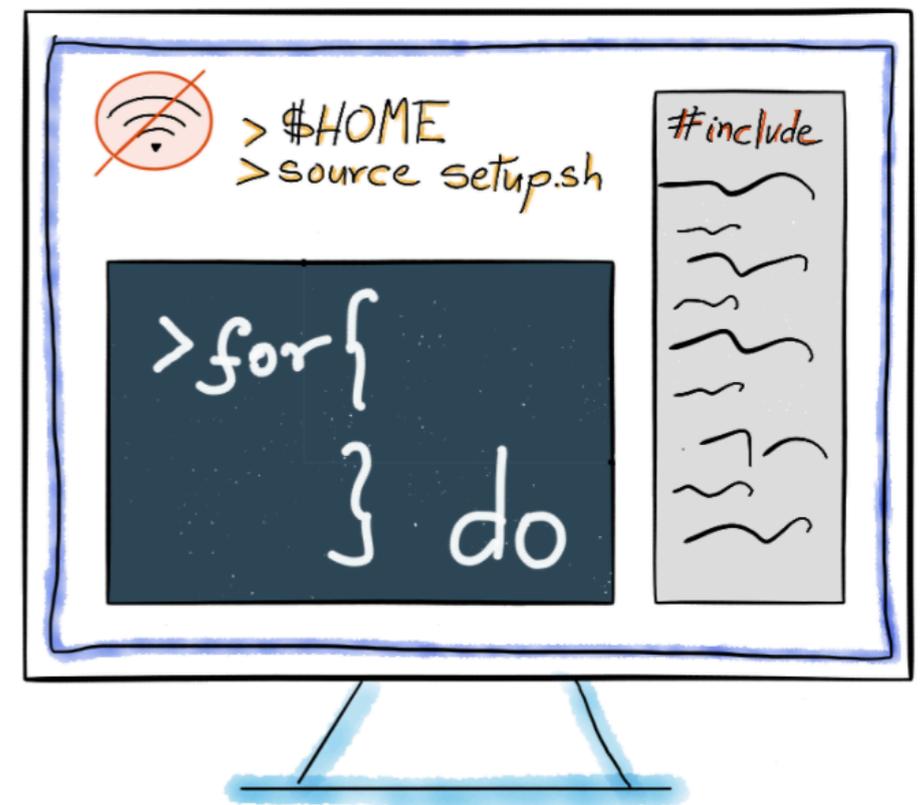
Scriviamo il **codice** dei programmi di analisi in linguaggio C++ o Python (o altri ancora per i più fantasiosi).

Voi userete codici in **Python!** (formato .py)

Nessuno si aspetta che sappiate o impariate a programmare in Python.

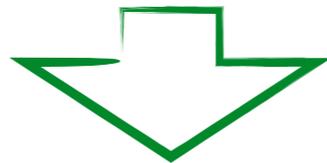
Avrete dei codici già fatti (funzionanti!!!) che potrete **modificare**.

Link utili: [Impara Python in 10 minuti Youtube video tutorial](#)



# STRUMENTI: ROOT

Per leggere in modo veloce degli istogrammi, possiamo usare **Root**: framework per analisi dati utilizzato da noi fisici delle particelle.



**I dati sono raccolti in file con formato .root**  
**Si può usare direttamente da terminale con una serie di comandi.**

```
root -l
```

```
[0] TFile *f = new TFile("percorso/nomeFile.root");
```

```
[1] f->ls();
```

```
.....
```

```
[2] nomeTree->Print();
```

```
[3] new TBrowser();
```

```
[4] .q
```

apre Root

apre file .root in percorso/

"naviga" nel file:

stampa i diversi "TTree" e le cartelle

stampa tutte le variabili contenute  
nel TTree che si chiama nomeTree

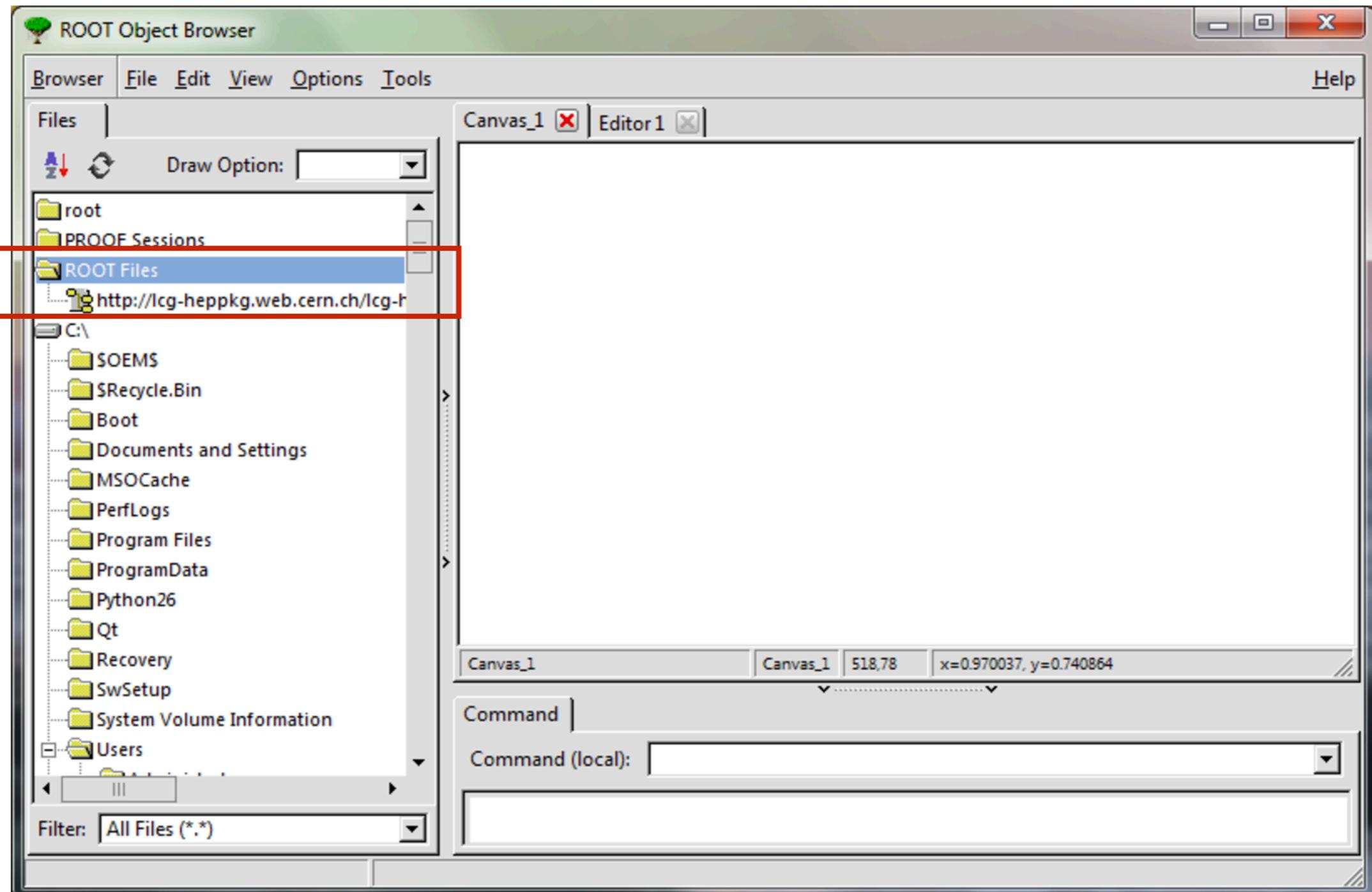
apre interfaccia grafica

chiude Root

Link utili: [Root tutorial](#)

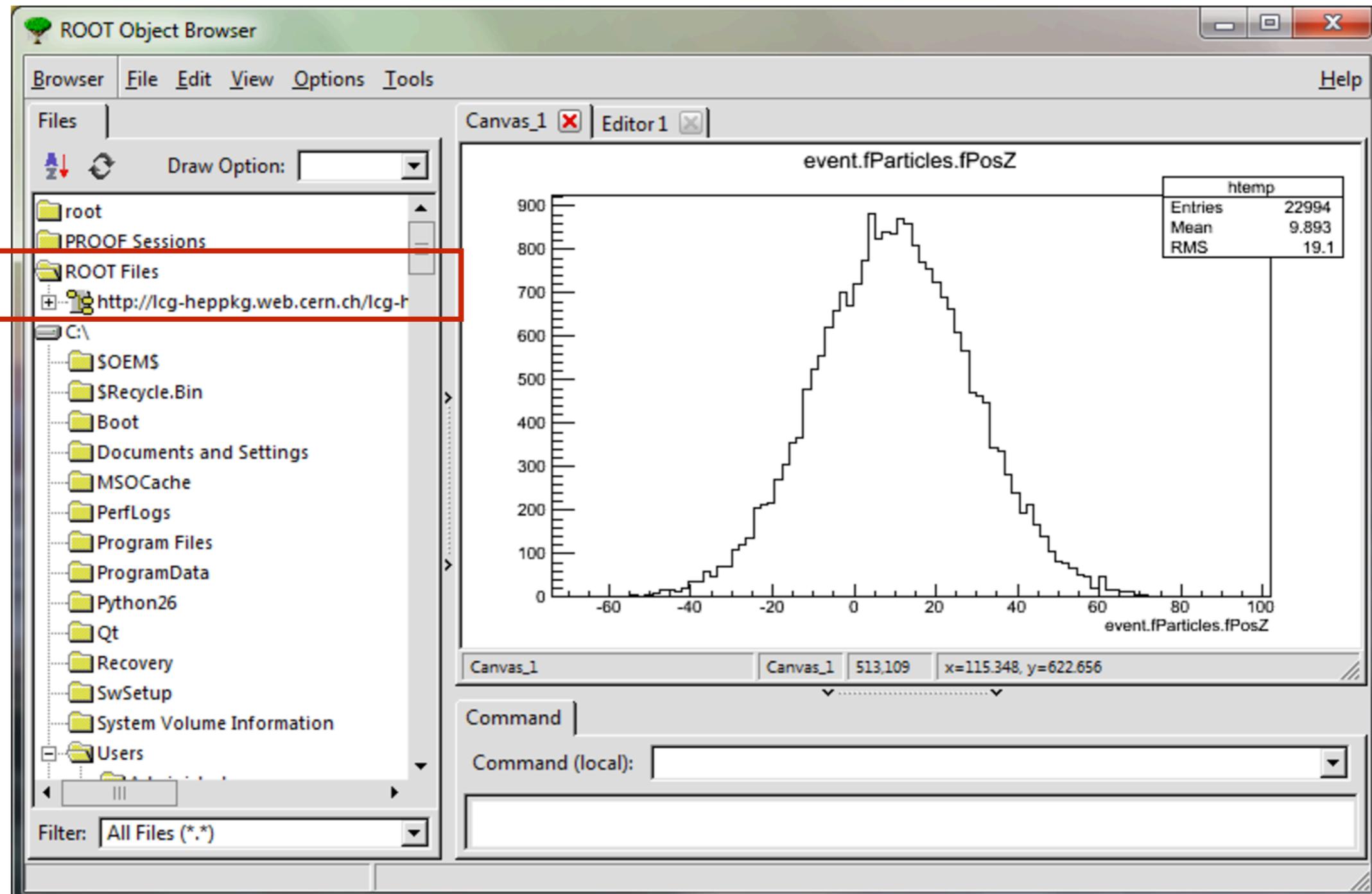
# STRUMENTI: ROOT

Potete guardare direttamente nei file, cliccando nella tendina a sinistra:



# STRUMENTI: ROOT

Guardate che tipo di variabili ci sono e come sono fatte le distribuzioni:



# DIG DEEPER!<sup>(4)</sup>

1. Curiosi di vedere i risultati di un'analisi di fisica e poterci "giocare"?

► [ATLAS Open Data - Analysis Browser](#)

# DIG DEEPER!<sup>(4)</sup>

1. Cu

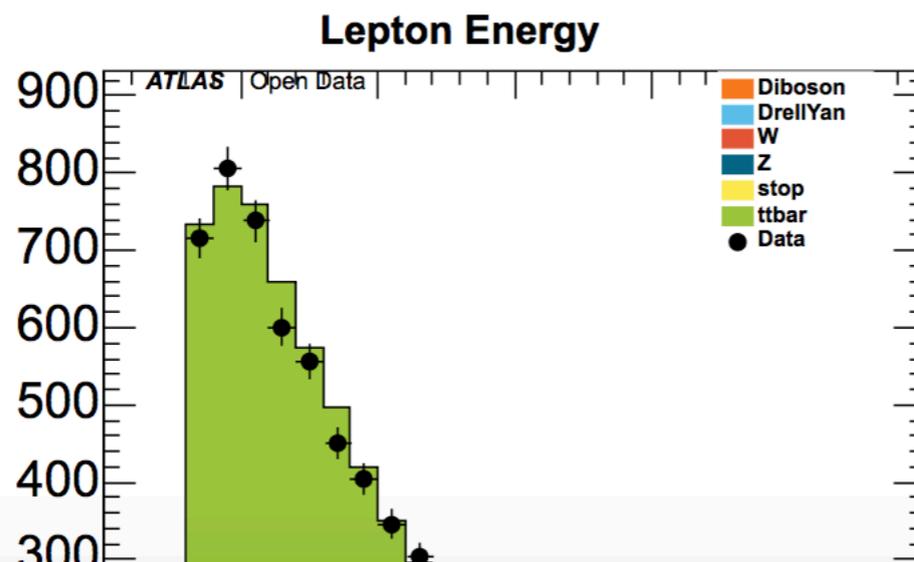
"gi

▶ A

The **LHC** is a **top quark factory** and studying and understanding top quark physics is one of the major goals of the **ATLAS** physics programme. This understanding is crucial for studying rarer processes as top quark pair production is a background to virtually all processes having leptons and multiple jets in their final states. Top quark pair production can be studied in the **ATLAS open data dataset** in both the semileptonic and dileptonic final state. Statistics are expected to be sufficient for producing detailed distributions and exploring advanced techniques like the reconstruction of the top quark pair system.

This analysis mimics a standard top quark pair selection in the semileptonic channel. The standard object selection criteria are applied. The event selection is defined as:

- Single electron or muon trigger is satisfied;
- Event in real data passes the Good Run List;
- Event has a good vertex ( $N_{\text{tracks}} > 4$ );
- Exactly one good lepton with  $p_T > 25$  GeV;
- At least four good jets;
- At least two b-tagged jets (MV1 @70%);
- $E_T^{\text{miss}} > 30$  GeV;
- $m_T^W > 30$  GeV.



Figures 1 to 4 depict the lepton kinematics of the leptons with the simulated data reproducing the real data well.

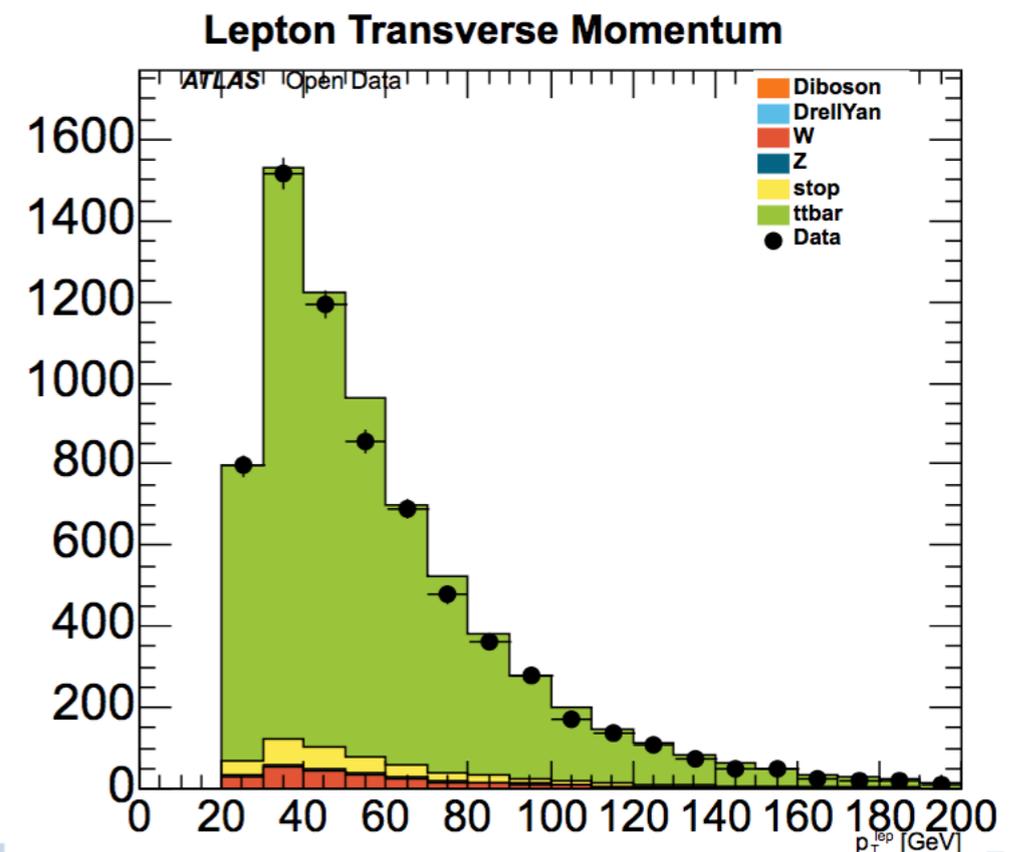
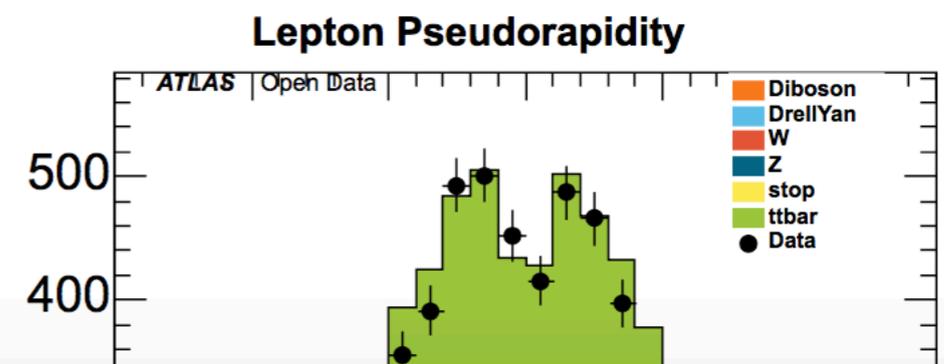


Figure 1: *Top Analysis*: Leading lepton transverse momentum  $p_T$ .



# DIG DEEPER!<sup>(4)</sup>

1. Curiosi di vedere i risultati di un'analisi di fisica e poterci "giocare"?
  - ▶ [ATLAS Open Data - Analysis Browser](#)
2. Cosa vuol dire applicare dei "tagli" in un'analisi? Su cosa? E perché?
  - ▶ [ATLAS Open Data - Histogram Analyser](#)

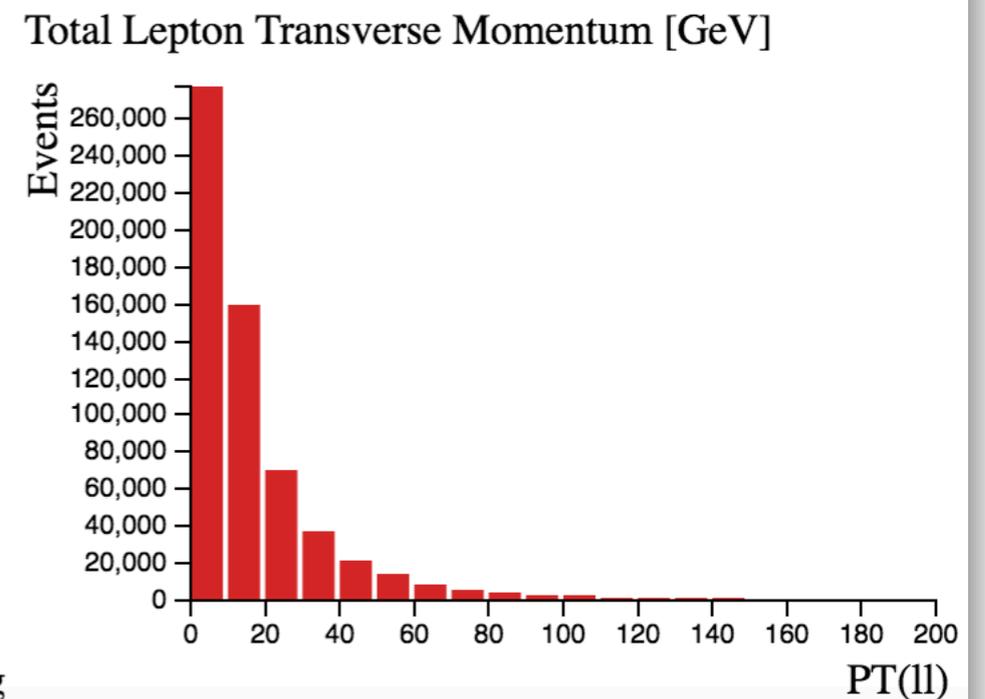
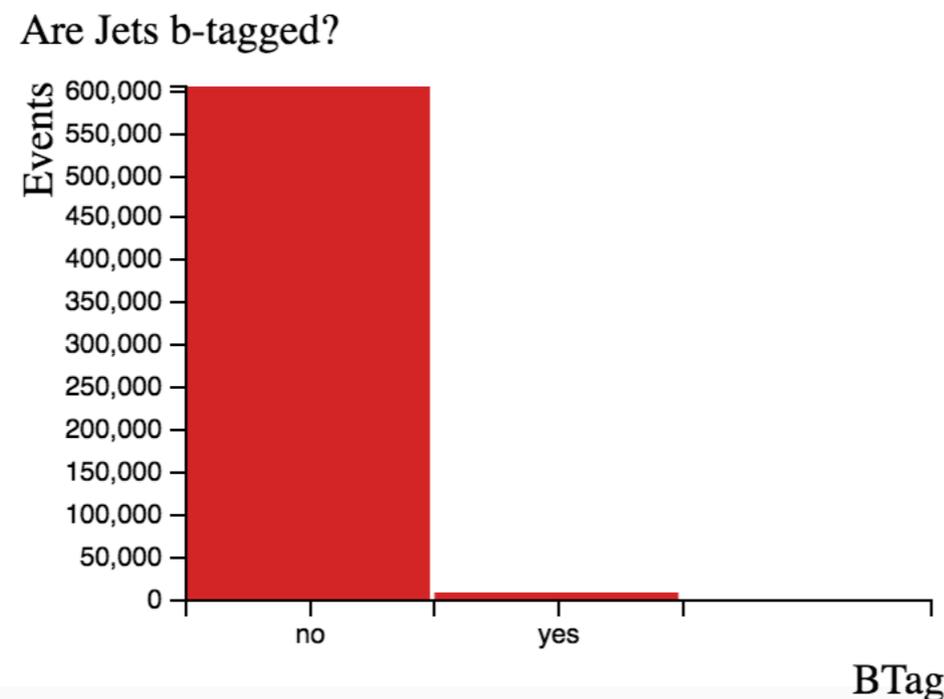
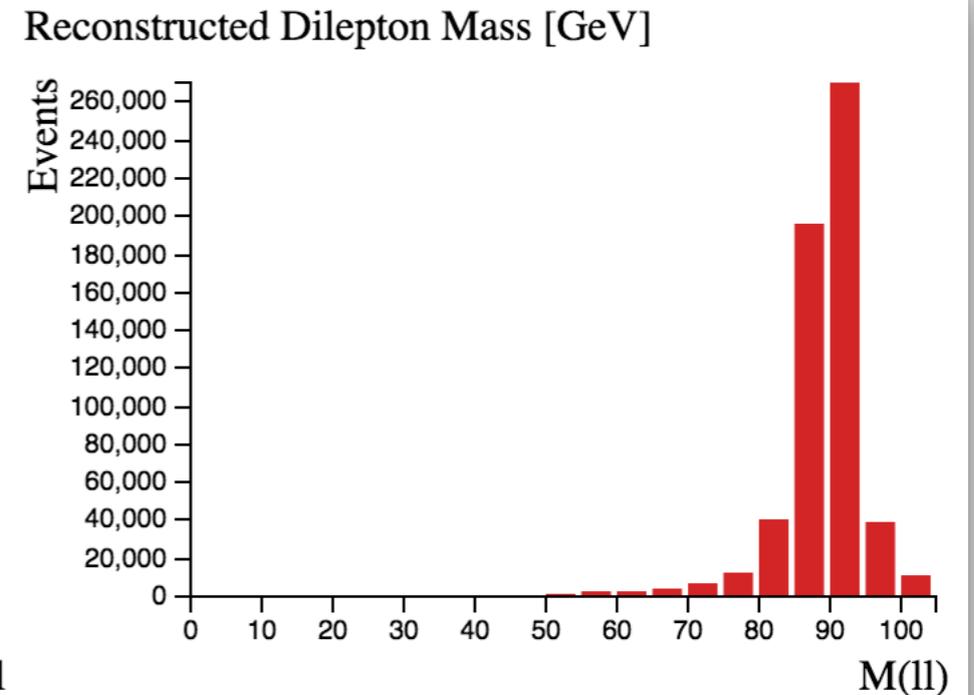
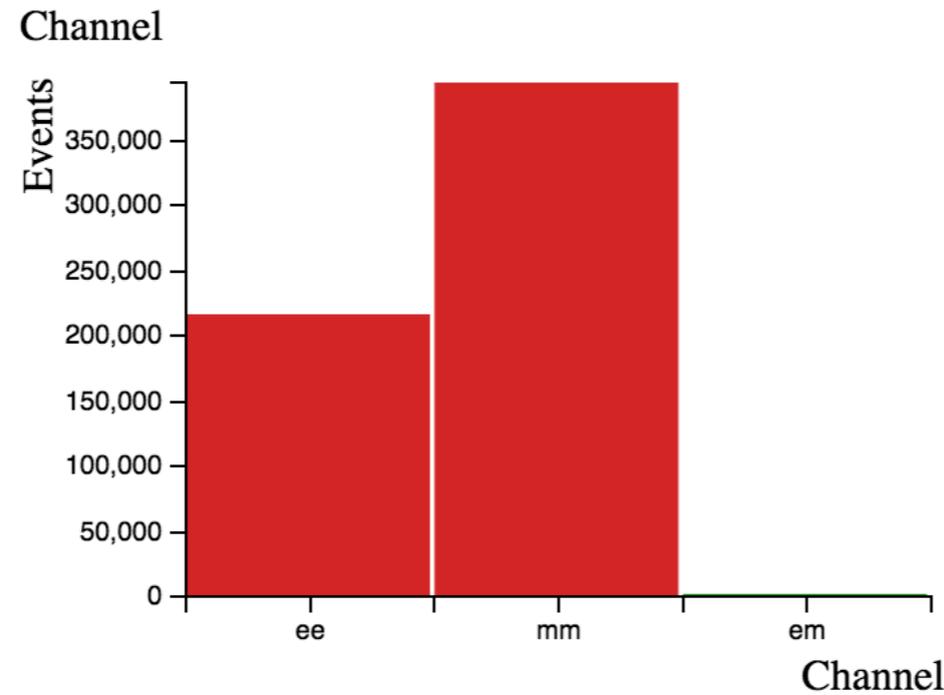
# DIG DEEPER!<sup>(4)</sup>

1. Curiosità  
"giocare"

► ATLAS

2. Cosa vuol dire  
perché?

► ATLAS



# START!

1. Scaricate la Version S del **"virtual disk"** dal nome:  
"Lubuntu\_ATLAS\_Outreach\_DataAndTools\_February\_2017-size\_S.ova"
2. scaricate e installate la **virtual machine**:
  - fate il setup della VM seguendo le istruzioni qui: **Virtual Box**;
3. importate la Version S nella VM;
4. vi servirà un terminale e un editor di testo (e ce l'avete già!).

