



**“Hands-on” :
Riconoscimento di eventi
con bosoni W, Z e H
nell’esperimento CMS**

Mario Pelliccioni

Bosoni W e Z

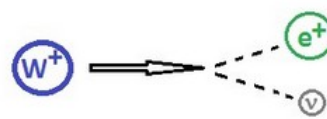
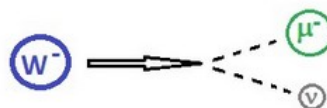
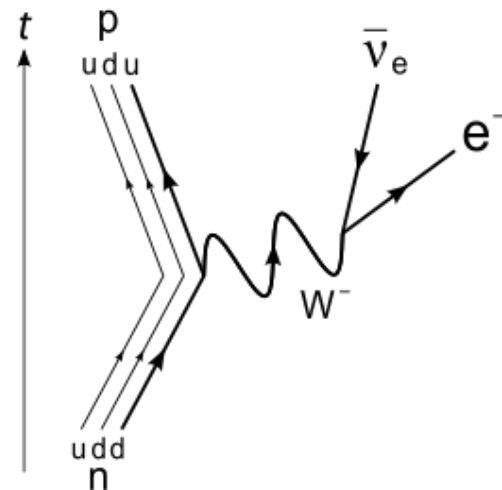
Mediatori dell' **interazione debole**, responsabile ad esempio del decadimento del neutrone.

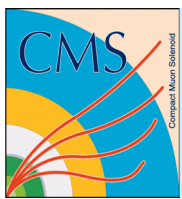
Interazione debole può cambiare *sapore* ai quark.

Due tipi di W : W^+ e W^-
Z solo neutro

Hanno vita molto breve, e li riveliamo solo attraverso **i loro decadimenti**

Possono decadere in vari modi, ci concentriamo su questi:





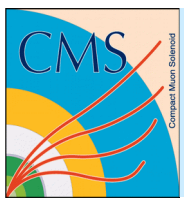
Il Bosone di Higgs (H)

Responsabile della rottura di simmetria tra le masse di W , Z , γ , e della massa dei fermioni.

Può essere individuato in vari modi, ma ci soffermeremo su:

$$H \rightarrow ZZ \rightarrow (4e, 4\mu, 2e2\mu)$$

$$H \rightarrow \gamma\gamma$$



Obiettivi

1. Misurare il numero di W^+ rispetto al numero di W^-
2. Misurare il numero di decadimenti in muone rispetto ai decadimenti in elettrone (W e Z)
3. Misurare il numero di W rispetto al numero di Z
4. Misurare la massa della Z
5. “Scoprire” il bosone di Higgs

Eseguiamo queste misure senza pregiudizi sul risultato: a esercizio concluso vedremo se il modello standard ne fornisce una interpretazione adeguata.



Riconoscere μ , ν , e

Le particelle cariche curvano nel campo magnetico secondo la forza di Lorentz. Dalla curvatura si risale all'energia (impulso).

CMS è costituito di vari strati di rivelatori, ciascuno in grado di rivelare certi tipi di particelle

Tracker (tracciatore): tutte le particelle cariche senza distinzione

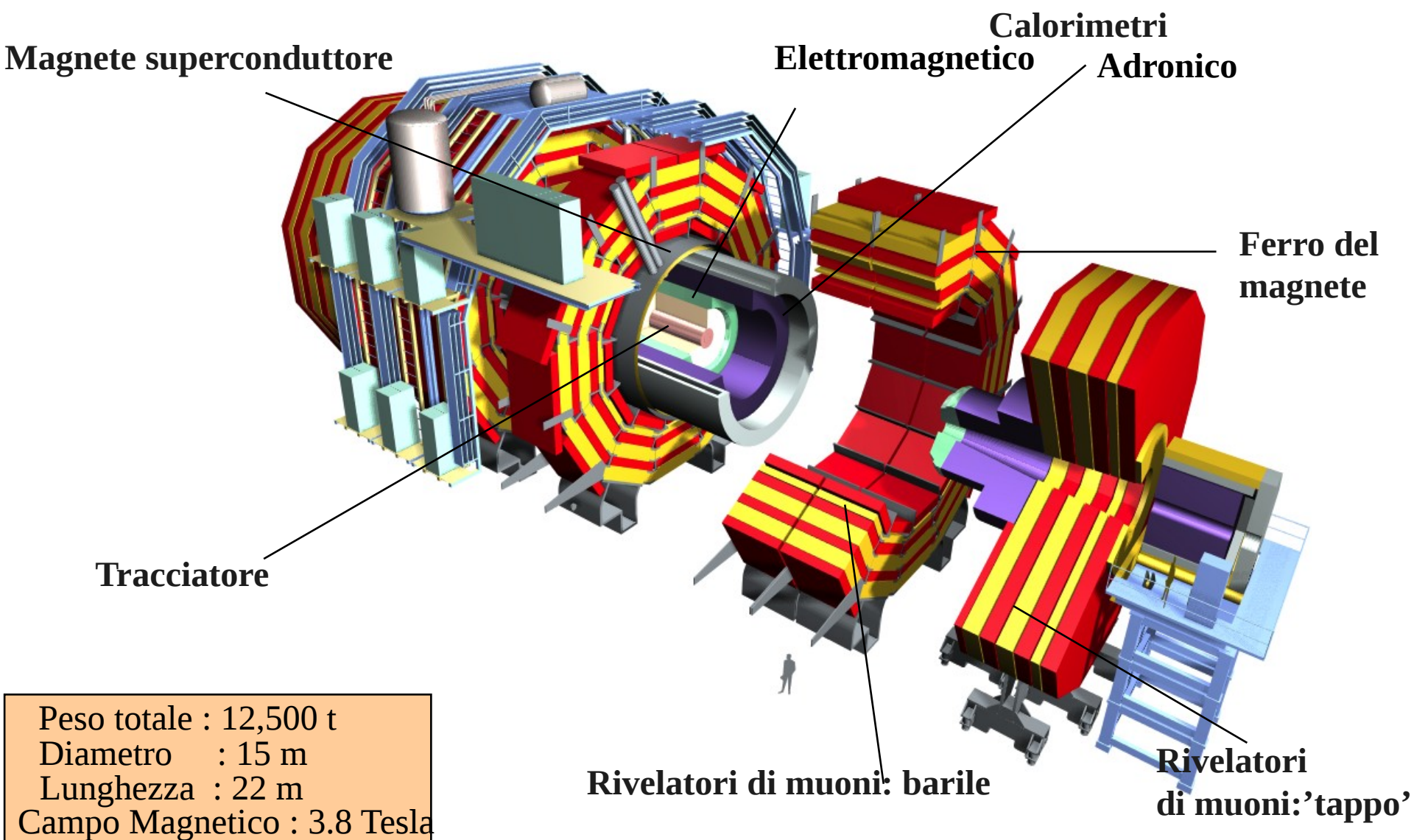
ECAL : (Electromagnetic Calorimeter) fotoni e elettroni

HCAL: (Hadron Calorimeter) pioni, protoni, neutroni senza distinzione

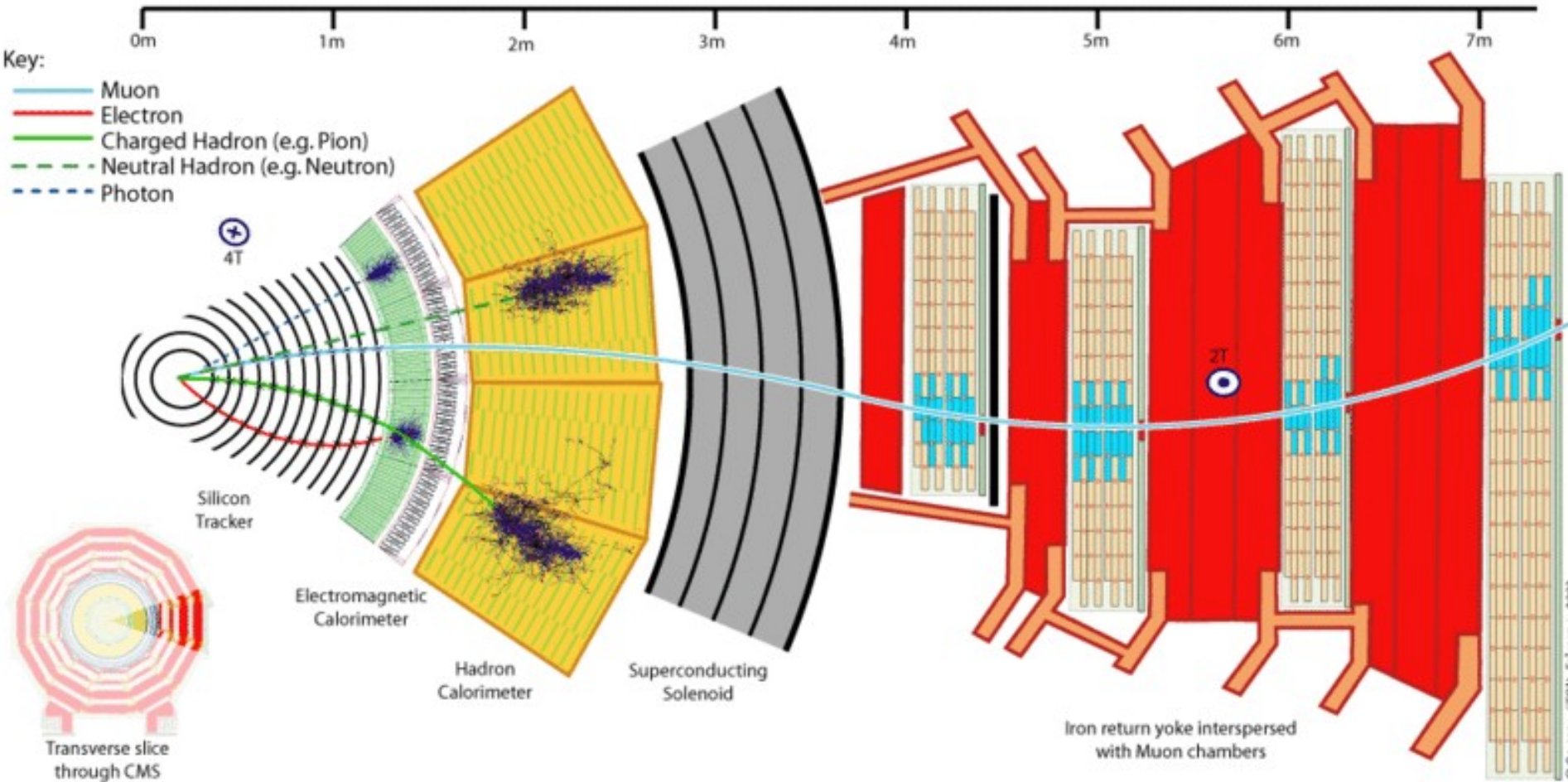
DT,CSC, RPC : muoni

I neutrini interagiscono troppo debolmente per essere rivelati, ma possiamo avere traccia della loro presenza attraverso l'energia mancante (Missing E_T o MET) : principio di conservazione dell'energia.

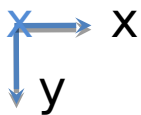
Il rivelatore CMS



Riconoscere μ , ν , e



z entrante nel foglio





Eventi candidati W,Z,H

In eventi con W troveremo un leptone (e oppure μ) di alta energia e energia mancante (MET)

In eventi con Z troveremo due leptoni (e oppure μ) di alta energia

Eventi candidati H hanno due Z o due W (con carica opposta) o due fotoni.

I μ sono caratterizzati da una traccia nel tracker e segnale nelle DT o CSC (strati più esterni del rivelatore)

Gli e sono caratterizzati da una traccia nel tracker e segnale in ECAL



Riconoscere la carica

Il campo magnetico di CMS è parallelo all'asse **z** dentro al solenoide, antiparallelo fuori.

Quindi le particelle curvano prima in una direzione e poi nell'altra sotto l'azione della **forza di Lorentz**

$$\vec{F} = q \vec{v} \times \vec{B}$$

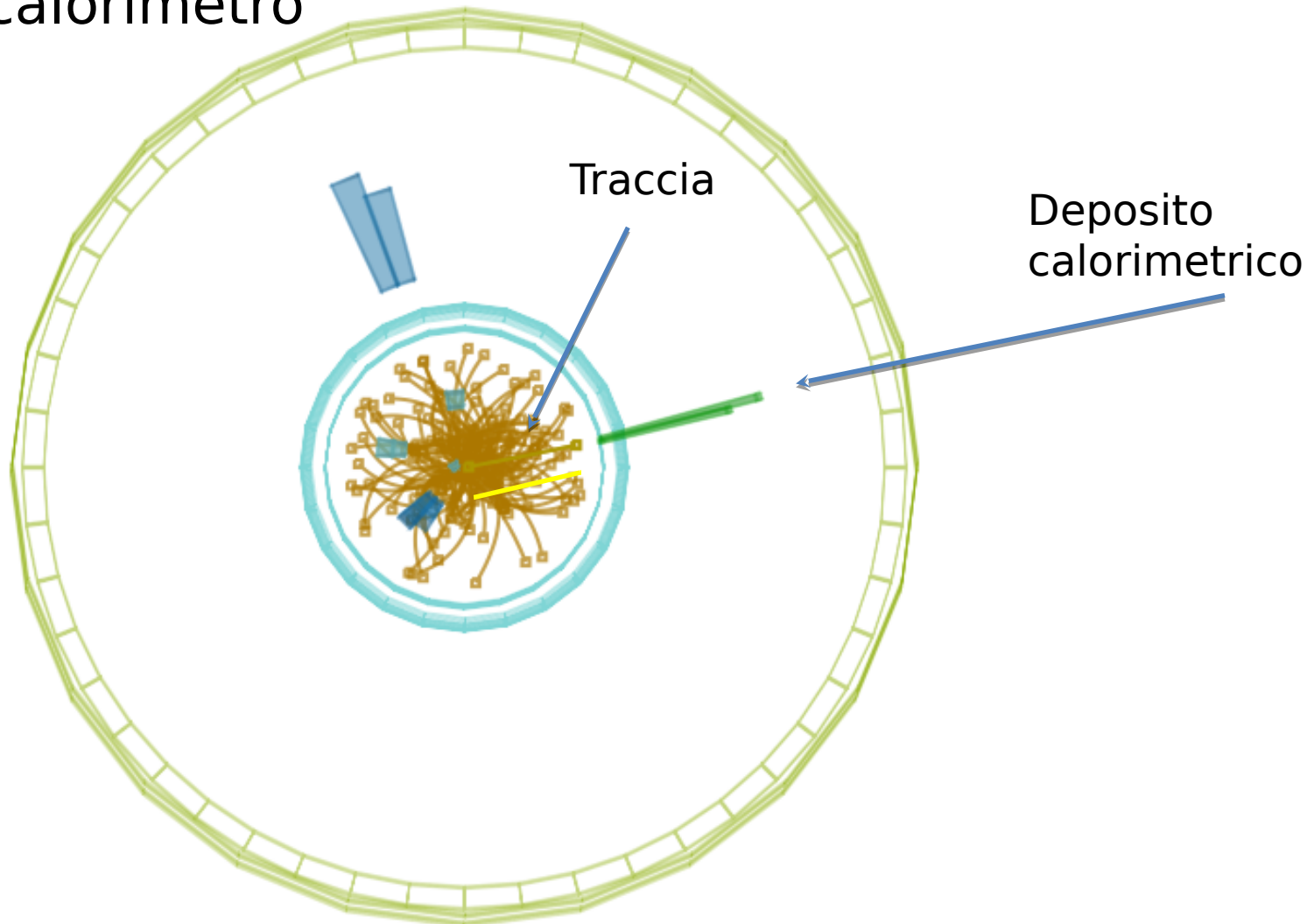
La curvatura avviene **solo nel piano xy**

Particelle positive (negative) curvano dentro al solenoide in senso antiorario (orario) nel piano xy (quando B, e quindi l'asse z, sono entranti nello schermo).

Event Display

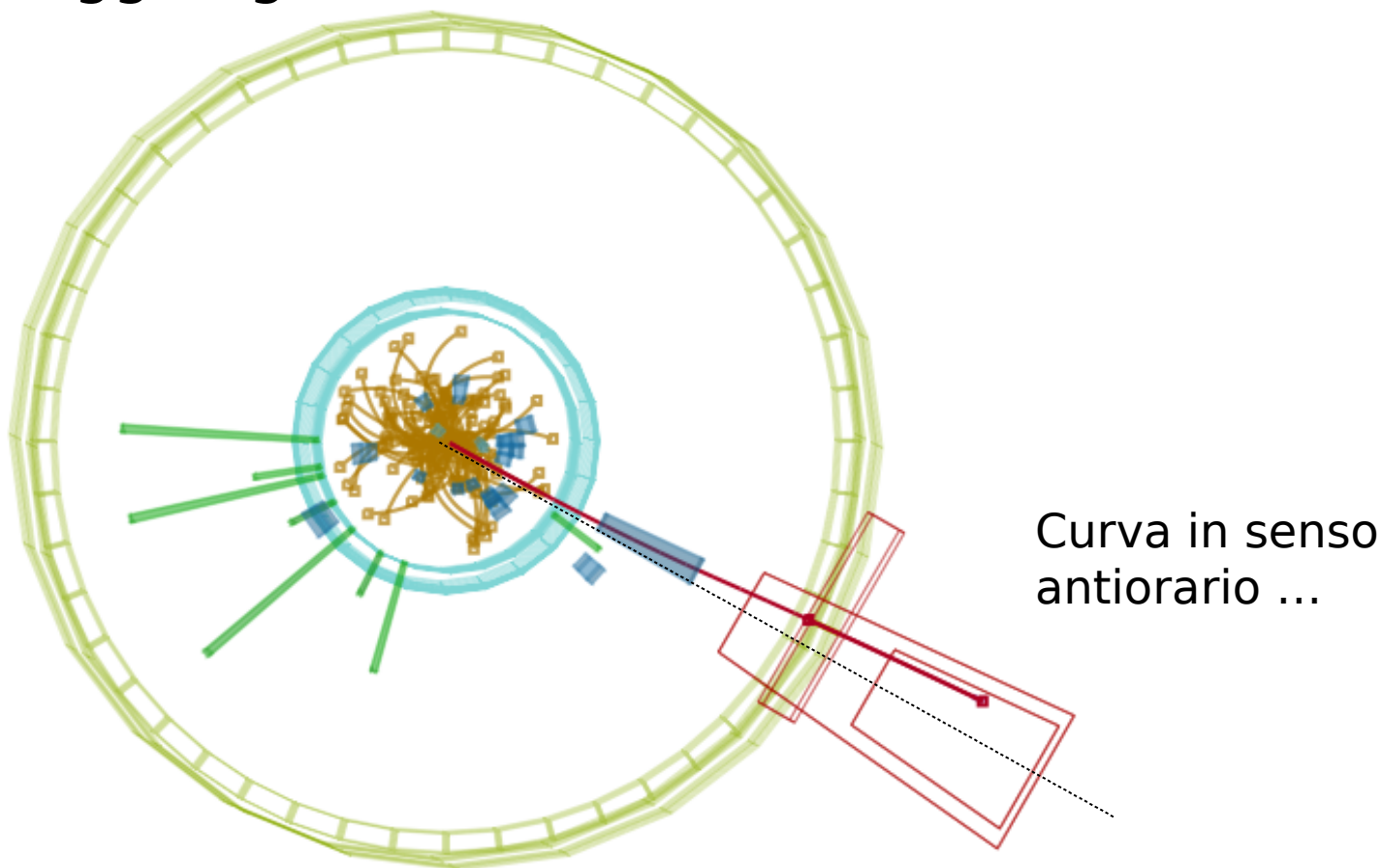
Elettroni (e) Ricostruiti:

Tracce gialle, che lasciano un deposito di energia nel calorimetro



Muoni (μ) Ricostruiti:

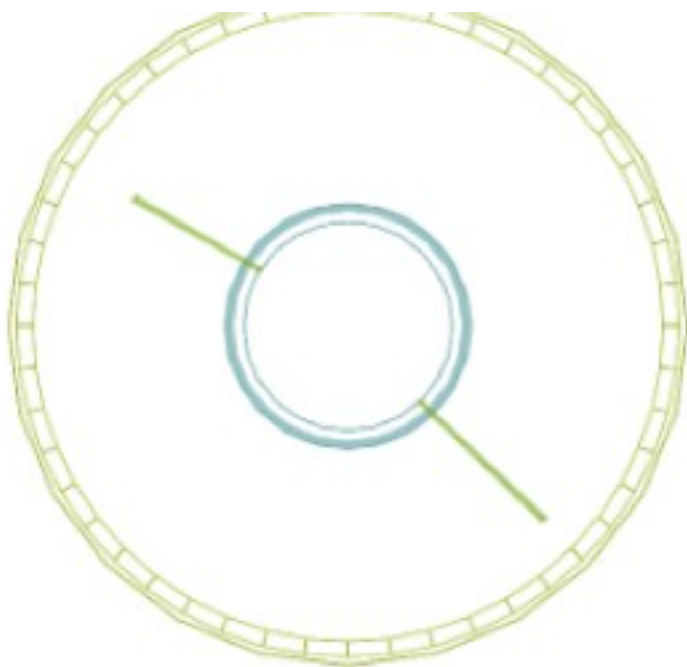
Tracce rosse, che attraversano tutto il rivelatore e raggiungono le camere a muoni



Event Display

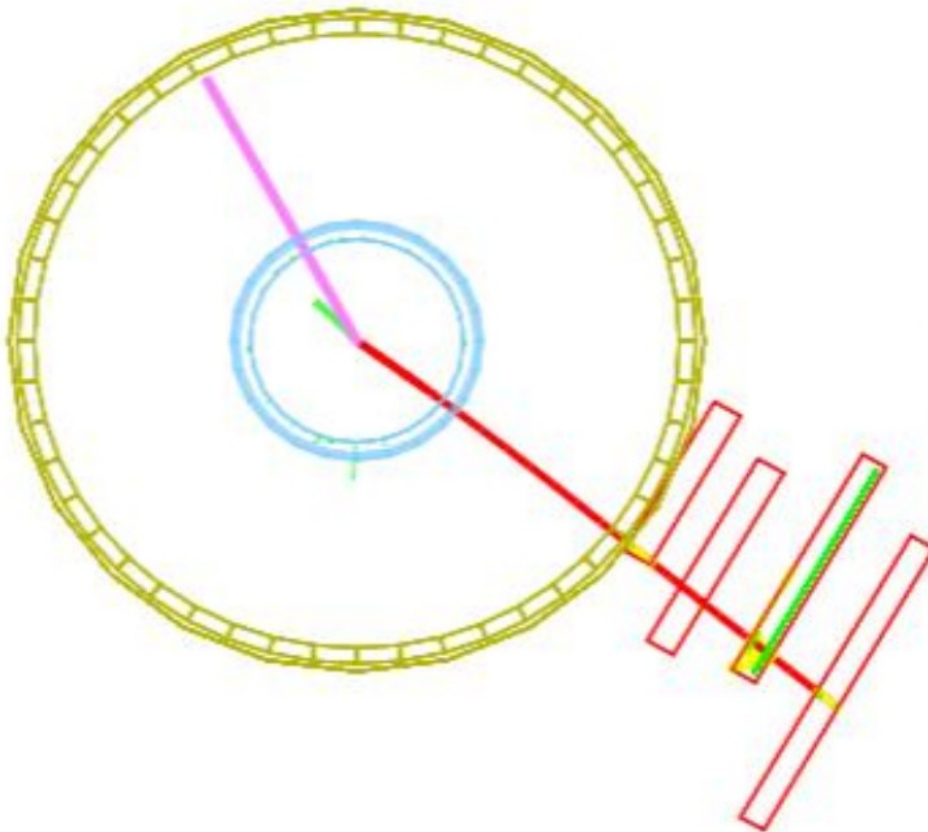
Fotoni (γ):

Niente tracce, solo depositi nei calorimetri



Neutrini (ν):

Non rilevabili direttamente, ma per differenza : energia mancante (freccia gialla)

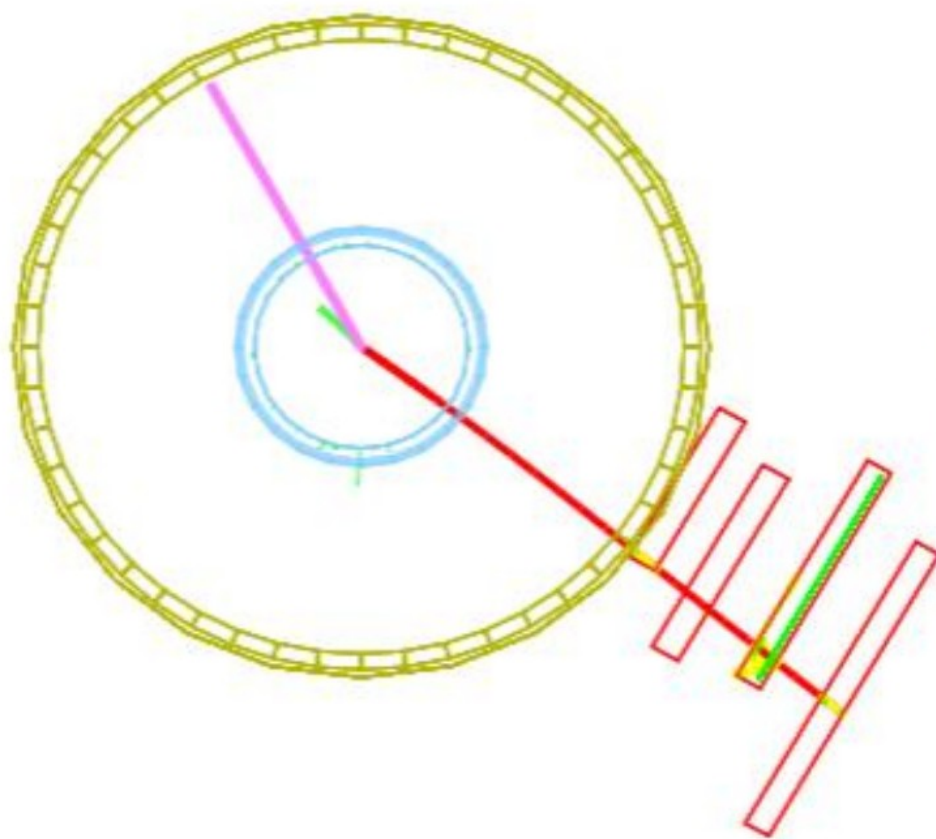


Missing Et, attivarla dal pannello di controllo

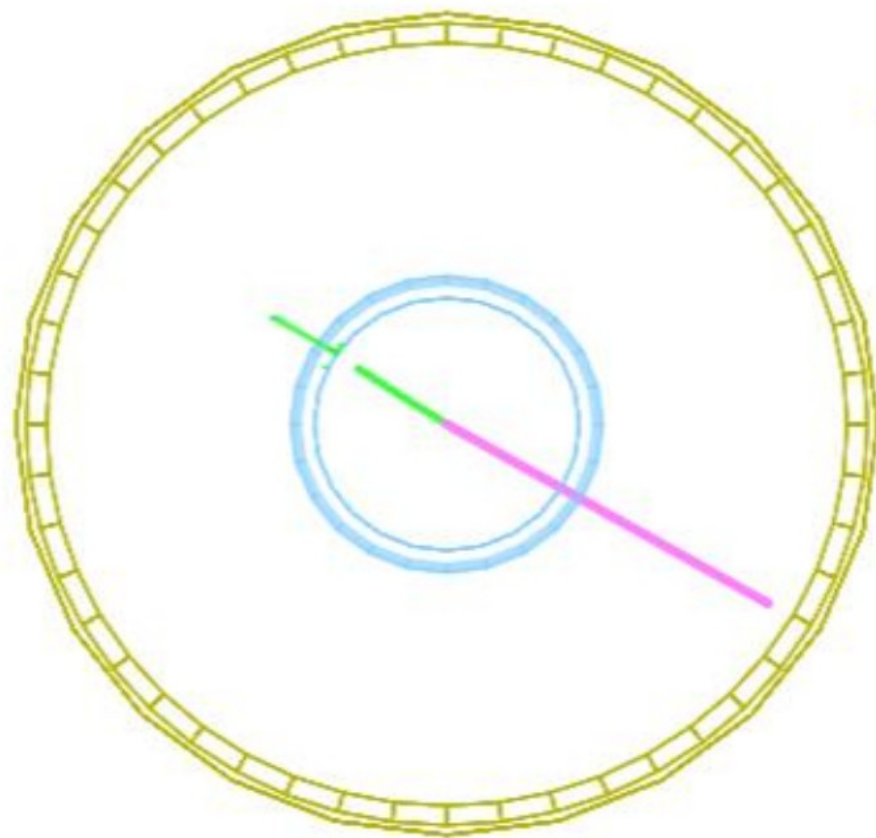
Matching Muon Chambers	<input checked="" type="checkbox"/>
Physics Objects	?
Electron Tracks (GSF)	<input checked="" type="checkbox"/>
Tracker Muons (Reco)	<input checked="" type="checkbox"/>
Stand-alone Muons (Reco)	<input checked="" type="checkbox"/>
Global Muons (Reco)	<input checked="" type="checkbox"/>
Calorimeter Energy Towers	<input type="checkbox"/> ▷
Jets	<input type="checkbox"/> ▷
Missing Et (Reco)	<input checked="" type="checkbox"/> ▷

Candidati $W^{+/-}$

$W \rightarrow \mu \nu$

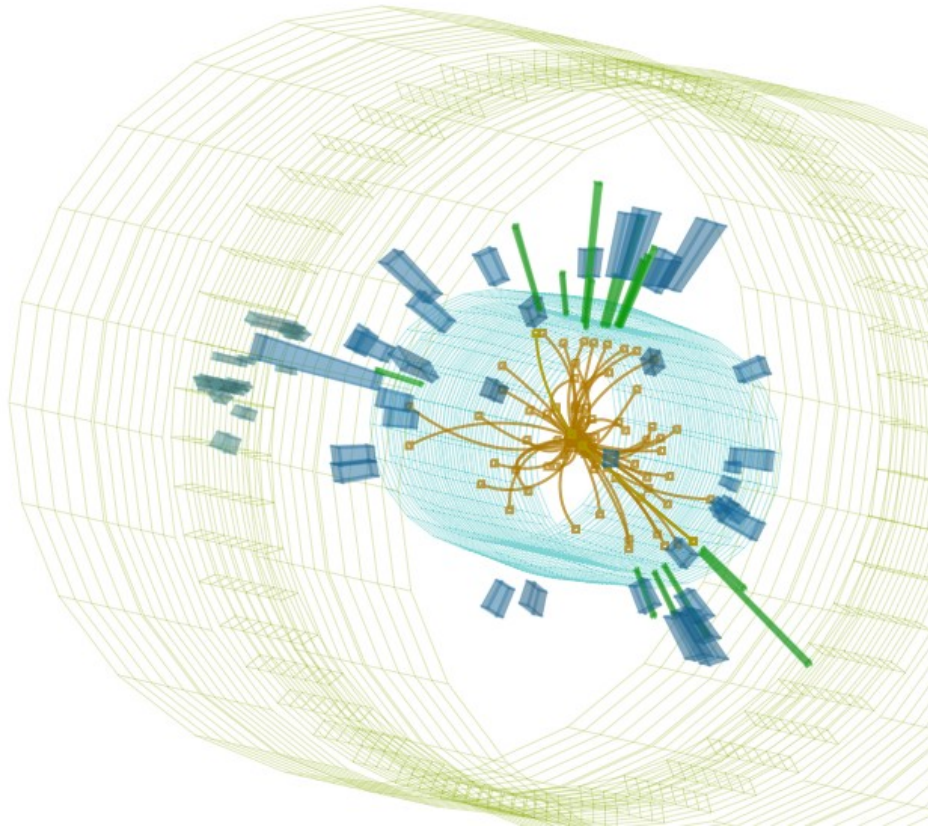


$W \rightarrow e \nu$

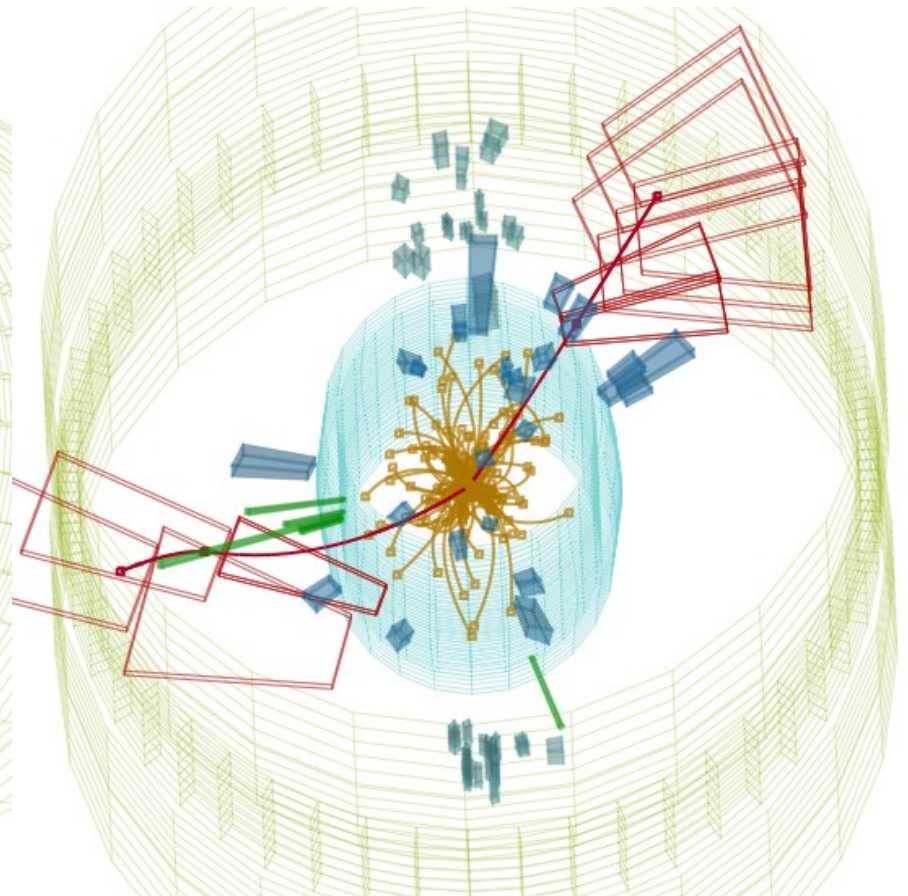


Candidati neutri (NP)

$$Z \rightarrow e^+e^-$$



$$Z \rightarrow \mu^+\mu^-$$

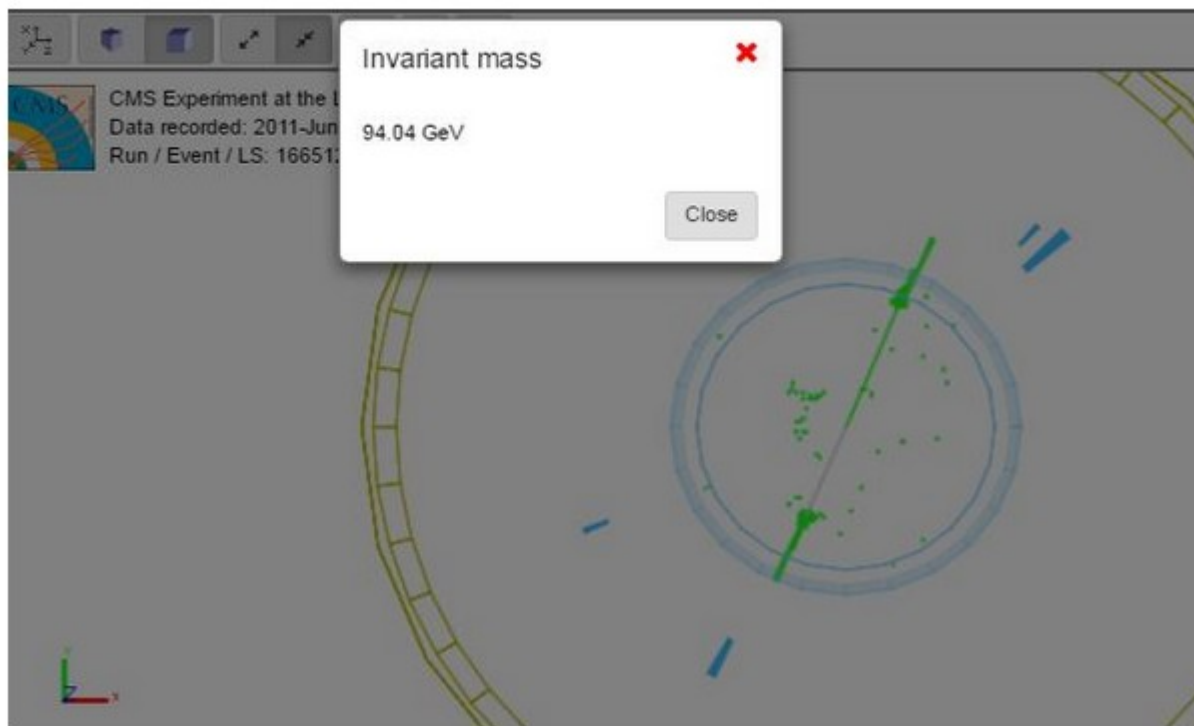




Calcolare la massa invariante

Passare col mouse su una traccia → diventa grigia
→ Premere SHIFT+click col tasto sinistro

Fare lo stesso per l'altra traccia



Social Media

Facebook:

<https://www.facebook.com/IstitutoFisicaNucleare>

<https://www.facebook.com/asimmetrieInfN>

<https://www.facebook.com/InternationalParticlePhysicsMasterclasses/>

Twitter:

INFN @UffComINFN

International Masterclass @physicsIMC

Instagram:

infn_insights



mano al computer...

Con l'aiuto dell'Event Display andiamo ad esaminare I nostri eventi

IMP: Dovete abilitare i fotoni e l'energia mancante!

Login e password sono il nome della macchina.

Ogni team analizza 50 eventi.

Aprirete firefox, e caricate gli eventi nella tab di iSpy

Gruppo 81_A → aprire file 81, analizzare eventi 1-50

Gruppo 81_B → aprire file 81, analizzare eventi 51-100

Tra le tab di firefox trovate anche questa presentazione