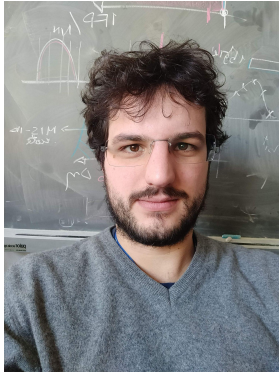
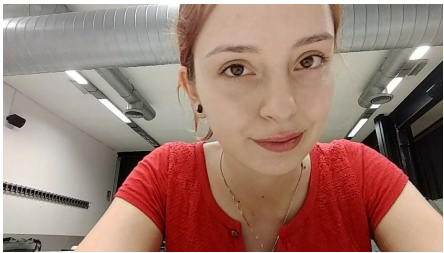
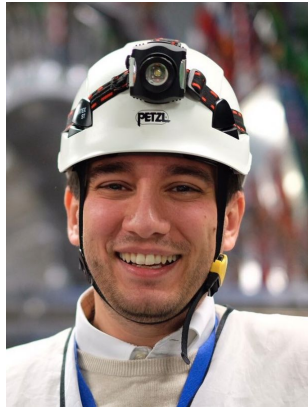
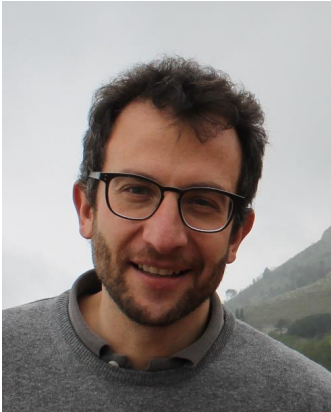




Introduzione alla CMS Masterclass

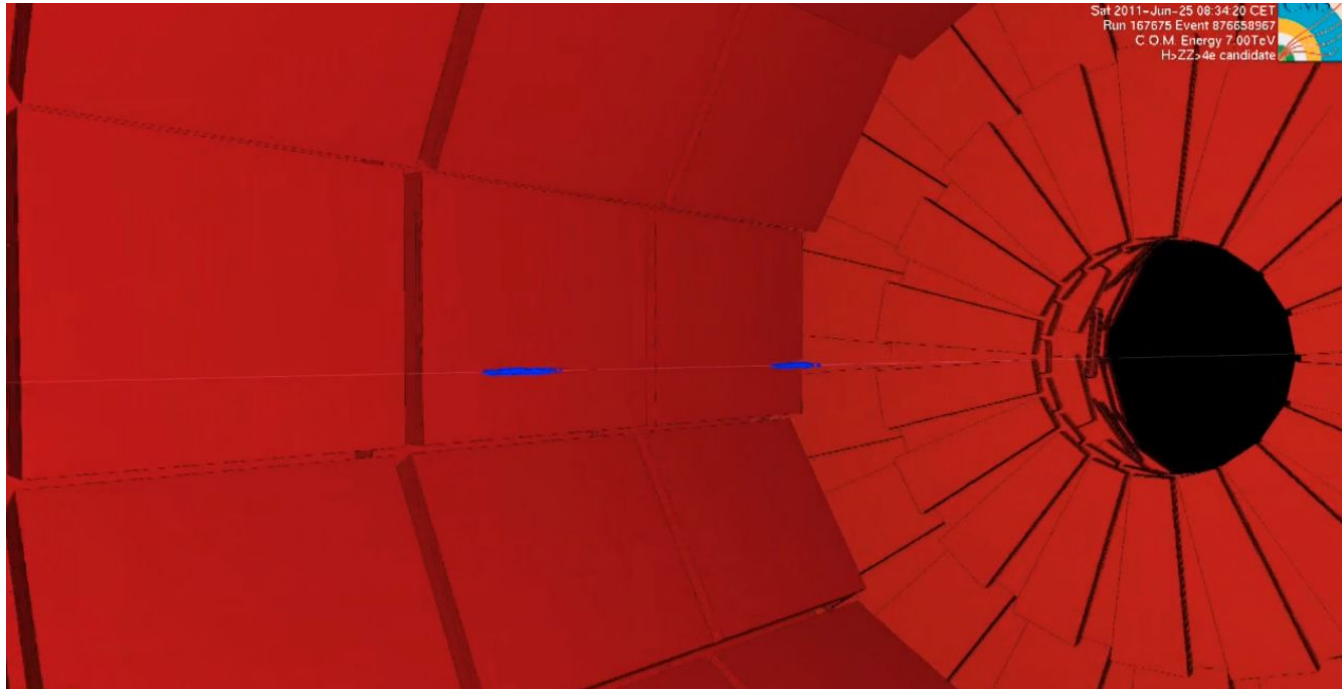
Andrea Massironi (INFN Milano Bicocca)
Pietro Govoni (Università degli Studi di Milano Bicocca)

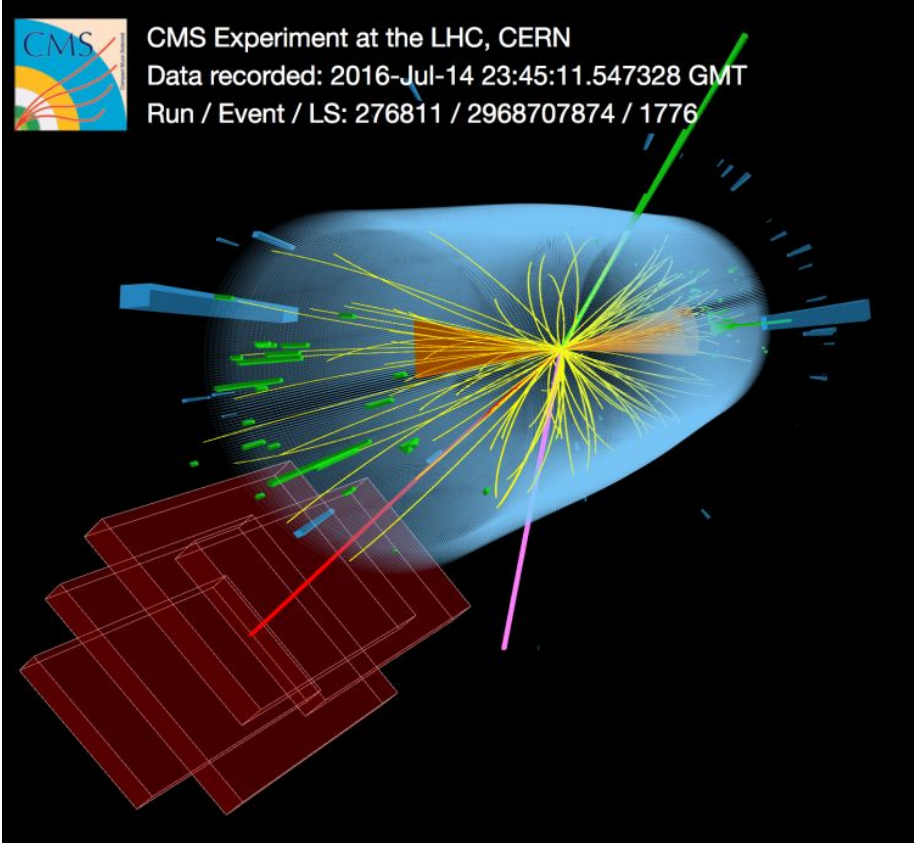


- 9:00 - 10:00 → Introduzione
- 10:00 - 13:00 → Masterclass
- 14:30 - 16:30 → visita virtuale di CMS
- 16:30 - 18:00 → conclusione Masterclass

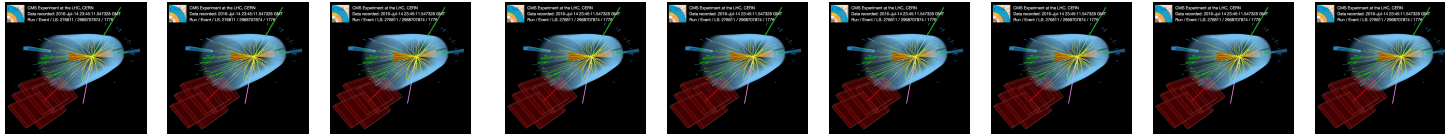


<https://videos.cern.ch/record/1406325>





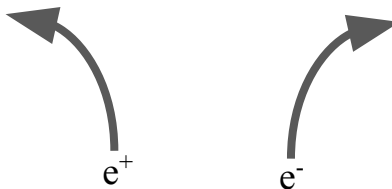
- Potrete vedere degli eventi (vere collisioni!) di CMS
- Semplice analisi degli eventi tramite *event display*
- Quando abbiamo collisioni, abbiamo una collisione ogni 25 ns
 - 40 milioni di collisioni al secondo
 - Ogni collisione e' un "evento" → in ogni evento qualcosa di differente accade



- Sara' vostro compito analizzare gli eventi, cioe' identificarli e scoprire cosa e' accaduto in ogni evento osservando le particelle che escono dalla collisione e identificandole

- Particella carica che si muove in campo magnetico

- Forza di Lorentz $\mathbf{F} = q\mathbf{v} \times \mathbf{B}$
 - F = forza
 - q = carica
 - v = velocità
 - B = campo magnetico
 - \times → prodotto vettoriale

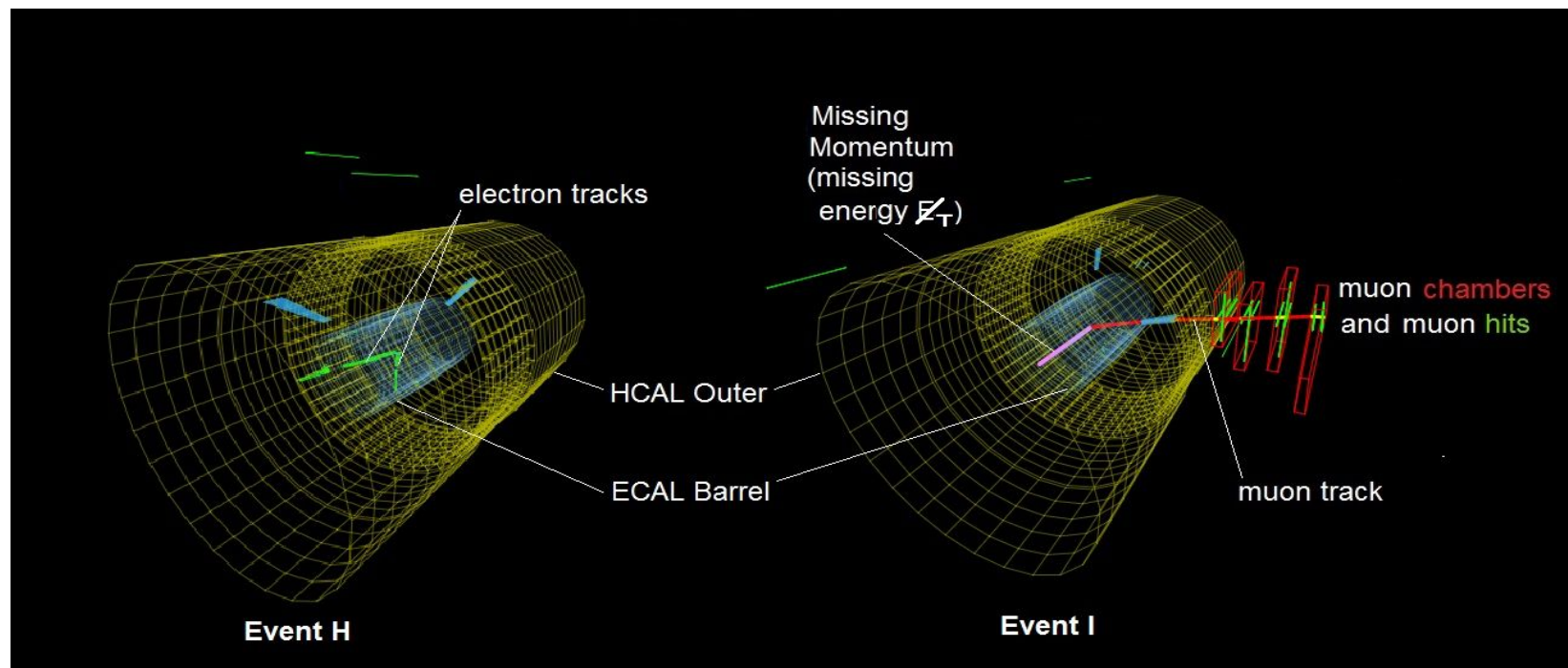


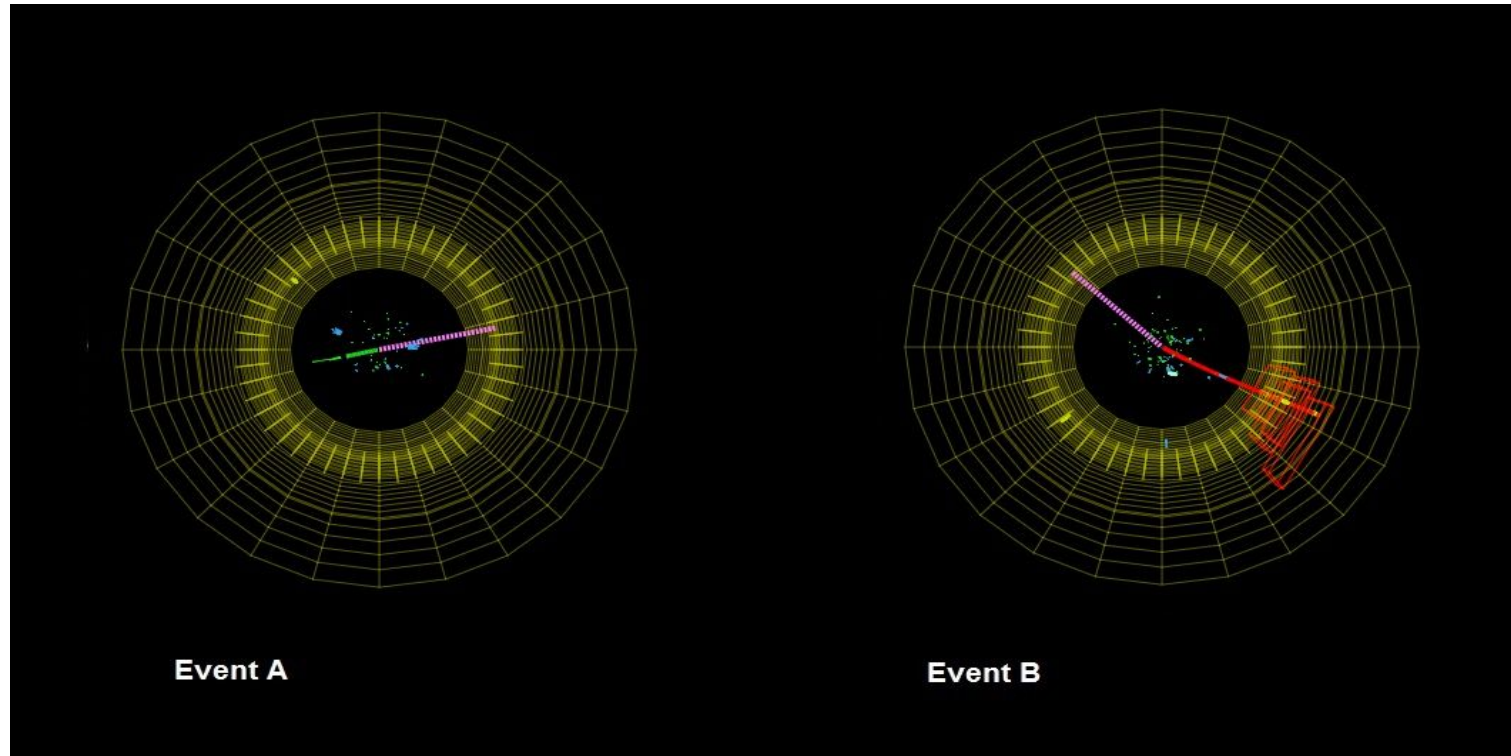
- Dato il campo magnetico generato dal solenoide di CMS, all'interno del solenoide:

- Particella carica positiva → curva in senso orario
- Particella carica negativa → curva in senso antiorario

- All'esterno del solenoide

- Particella carica positiva → curva in senso anti orario
- Particella carica negativa → curva in senso orario





Event A

Event B

- $W \rightarrow e \nu$
 - $W \rightarrow \mu \nu$
 - $W \rightarrow \tau \nu$
 - $Z \rightarrow ee$
 - $Z \rightarrow \mu\mu$
 - $Z \rightarrow \tau\tau$
-
- Le cariche si conservano:
 - Il bosone W e' carico: $W^+ \rightarrow e^+ \nu$
 - Il bosone Z e' neutro: $Z \rightarrow e^+ e^-$

- Siete stati divisi in 4 gruppi
- Ogni gruppo ha circa 40 minuti di tempo per completare l'esercizio
- Creiamo ora una “stanza” zoom dedicata agli esercizi in cui a gruppi vi collegate
 - Potete sempre entrare e uscire dalla stanza zoom
 - vi collegate in gruppi
- L'attuale stanza zoom rimarrà sempre attiva e potete rimanere collegati a fare domande e discutere
- Quando tutti i gruppi avranno finito l'esercizio, ci ritroviamo tutti insieme qui per discutere i risultati
 - Come facciamo di solito → come una conferenza!

Choose your Masterclass

BAMC-17Apr2020
BAMC-VC1-21May2020
BAMC-VC2-22May2020
BAMC-VC3-26May2020
BAMC-VC4-27May2020
BAMC-Vinius-04Dec2020
IDWGS-11Feb2021
SampleTables-Jan2021
CERN-12Feb2021
CERN-19Feb2021
CERN-20Feb2021
CERN-22Feb2021
CERN-24Feb2021
CERN-02Mar2021
CERN-04Mar2021
CERN-09Mar2021
CERN-11Mar2021
CERN-15Mar2021
CERN-19Mar2021
CERN-23Mar2021
FNAL-17Feb2021
FNAL-20Feb2021
FNAL-23Feb2021
FNAL-26Feb2021
FNAL-27Feb2021
FNAL-02Mar2021
FNAL-04Mar2021
FNAL-05Mar2021
FNAL-11Mar2021
FNAL-12Mar2021
FNAL-13Mar2021
SantanderA-17May2021
SantanderB-18May2021
SantanderE-18May2021
SantanderC-20May2021
SantanderD-20May2021
CERN-España-15Feb2021
FNAL-23Apr2021
Belgrade-FF-2021
Milano-Bicocca-07May2021
MadridCIEMAT-25Mar2021
Milano-Bicocca-07Jun2021
Milano-Bicocca11May2021
Providence-20Apr2021
APS-16Apr2021

Choose your location

MB2021Squadra5
MB2021Squadra6
MB2021Squadra7
MB2021Squadra8

Choose your data file

50.1
50.11
50.12
50.13
50.14
50.15
50.16
50.17
50.18
50.19
50.2
50.21
50.22
50.23
50.24
50.25
50.26
50.27
50.28
50.29
50.3
50.31
50.32
50.33
50.34
50.35
50.36
50.37
50.38
50.39
50.4
50.41
50.42
50.43
50.44
50.45
50.46
50.47
50.48
50.49
50.5
50.6
50.7
50.8
50.9

Selezionare il gruppo

Selezionare il giorno corretto

- Pagina CIMA (CMS Instrument for Masterclass Analysys)
 - <https://www.i2u2.org/elab/cms/cima-wzh/>
- Questi sono i 3 gruppi
- Ognuno di voi ha accesso ad 1 file di dati
 - Ve l'abbiamo assegnato noi

Dove inserire i risultati “evento per evento”

Select Event

Event index:

Event number: 25.1-23

Final State

e ν $\mu \nu$

e e $\mu \mu$

4e 4 μ

2e 2 μ

Primary State

Charged Particle:

W⁺ W⁻ W \pm

Neutral Particle (Z, H)

Zoo

Enter Mass

GeV/c²

Next

Event index	Event number	Final state	Primary state	Mass
16022	25.1-22	e ν	W ⁻	
16021	25.1-21	$\mu \nu$	W ⁺	
16020	25.1-20	$\mu \mu$	neutral	11.09
16019	25.1-19	e ν	W ⁻	
16018	25.1-18	$\mu \mu$	neutral	9.72
16017	25.1-17	$\mu \nu$	W ⁻	

- Per ogni evento analizzato identificate che tipo di evento sia.
- Per evento con più di una particella (e.g. 2 elettroni), si può inserire anche la massa invariante ricostruita
- Quando si compila il modulo in alto, la tabella sottostante si riempie evento per evento

- Click su “event display”



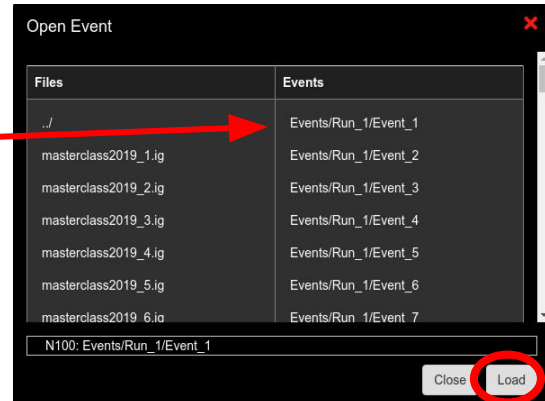
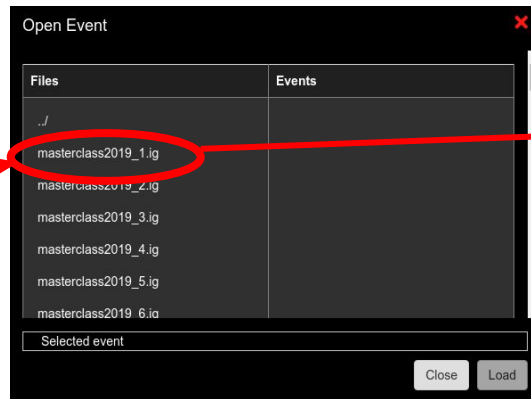
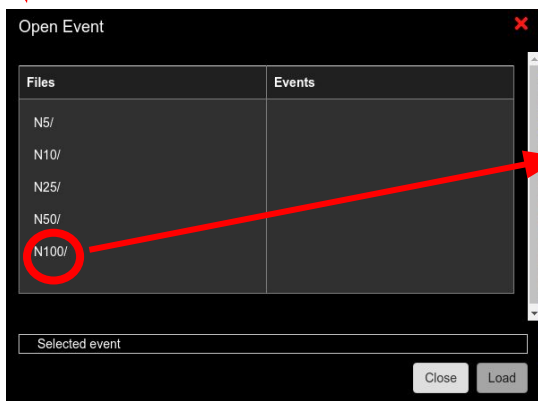
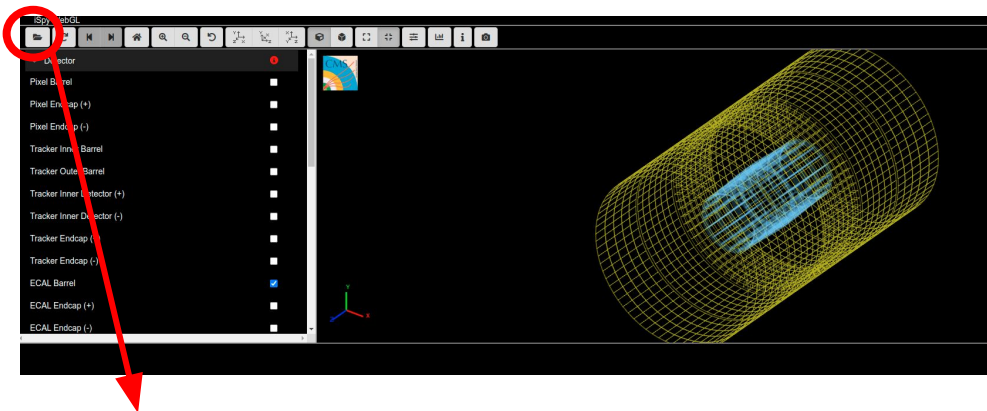
Back Events Table (Group 25.1) Mass Histogram (Pavia2021) Results (Pavia2021) **Event Display**

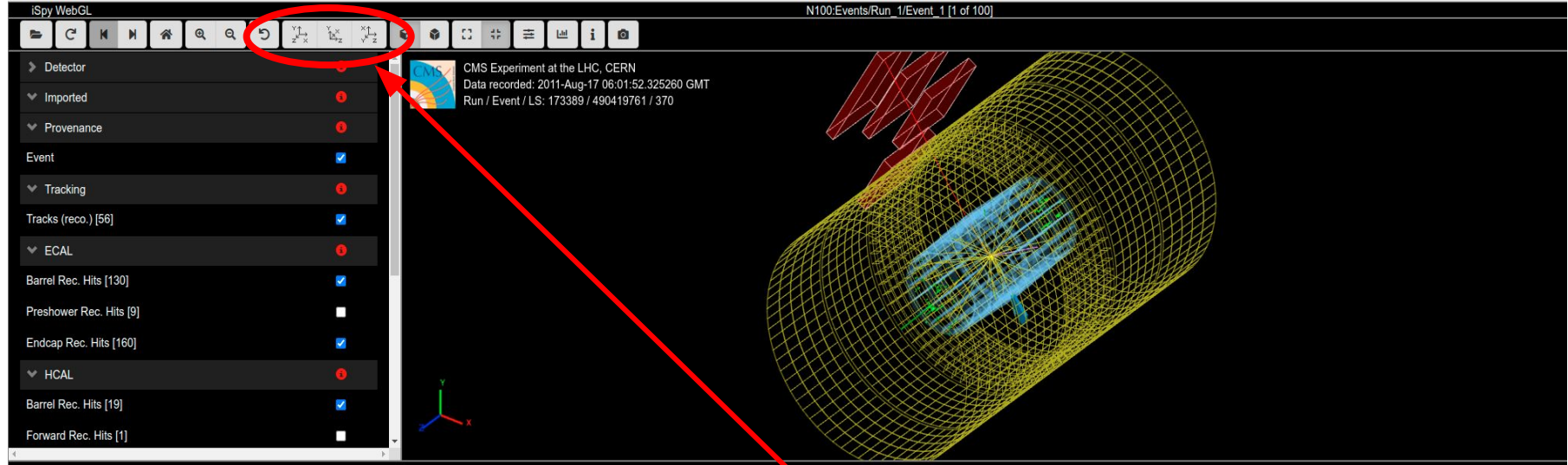
Masterclass: CERN-12Feb2021
Location: Pavia2021
Group: 25.1

Select Event Event index: <input type="text" value="23"/> Event number: 25.1-23	Final State <input type="radio"/> e v <input type="radio"/> μ v <input type="radio"/> e e <input type="radio"/> μ μ <input type="radio"/> 4e <input type="radio"/> 4 μ <input type="radio"/> 2e 2 μ	Primary State Charged Particle: <input type="radio"/> W+ <input type="radio"/> W- <input type="radio"/> W \pm <input type="radio"/> Neutral Particle (Z, H) <input type="radio"/> Zoo	Enter Mass <input type="text" value=""/> GeV/c ² <input type="button" value="Next"/>
--	--	--	---

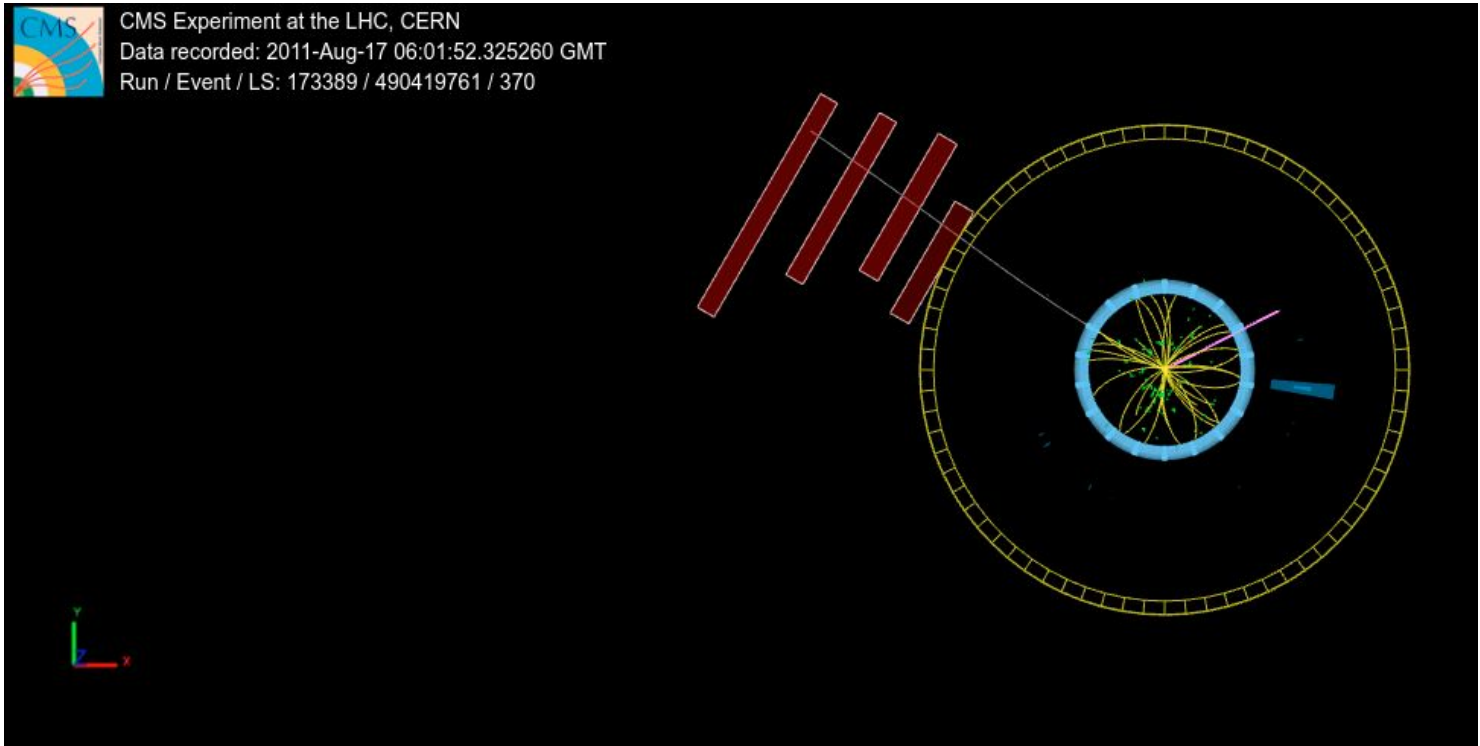
Event index	Event number	Final state	Primary state	Mass
16022	25.1-22	ev	W-	
16021	25.1-21	μ v	W+	
16020	25.1-20	μ μ	neutral	11.09
16019	25.1-19	ev	W-	
16018	25.1-18	...	neutral	11.73

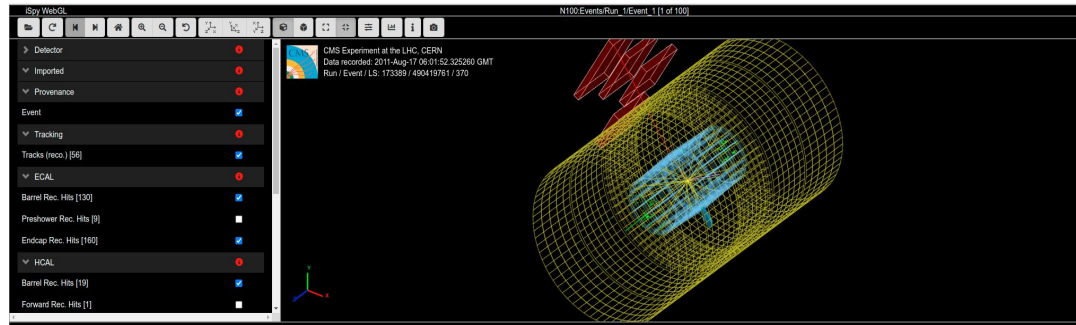
- Selezionare il file voluto: il numero che compariva sulla prima pagina web
- Selezionare il primo evento e poi “load”





- Questo è un vero (!) evento di CMS
- Si può cambiare la visuale, attivare la visualizzazione di vari rivelatori, ... giocare un po'





- Se selezionate piu' di una particella (e.g. due muoni) e premete il tasto "M" della tastiera, potete ottenere la "massa invariante del sistema di particelle" → da inserire nella tabella della prima pagina se si identificano eventi $e\bar{e}$, $\mu\mu$, $e\bar{e}\mu\mu$, $4e$, 4μ

<p>Select Event</p> <p>Event index: <input type="text" value="23"/></p> <p>Event number: 25.1-23</p>	<p>Final State</p> <p><input type="radio"/> e v <input type="radio"/> μ v</p> <p><input type="radio"/> e e <input type="radio"/> μ μ</p> <p><input type="radio"/> 4e <input type="radio"/> 4μ</p> <p><input type="radio"/> 2e 2μ</p>	<p>Primary State</p> <p>Charged Particle:</p> <p><input type="radio"/> W+ <input type="radio"/> W- <input type="radio"/> W\pm</p> <p><input type="radio"/> Neutral Particle (Z, H)</p> <p><input type="radio"/> Zoo</p>	<p>Enter Mass</p> <p><input type="text" value=""/> GeV/c²</p> <p><input type="button" value="Next"/></p>
---	---	---	--

Event index	Event number	Final state	Primary state	Mass
16022	25.1-22	e v	W-	
16021	25.1-21	μ v	W+	
16020	25.1-20	$\mu\mu$	neutral	11.09
16019	25.1-19	e v	W-	
16018	25.1-18	$\mu\mu$	neutral	9.72
16017	25.1-17	μ v	W-	

- Iniziamo col gruppo 1 → nella stanza zoom dedicata
- Gli altri possono aspettare in questa stanza: siamo qui per voi
 - Possiamo fare un test tutti insieme per alcuni eventi
- **Ricordatevi di chiudere tutti i tab della masterclass una volta concluso il vostro turno**

- Gruppi e file : <http://cern.ch/go/rLF9>

The screenshot shows the CMS Masterclass website interface. At the top, there is a banner with the text "CMS Masterclass in Milano - Bicocca" and a date "11 May 2021". Below the banner, there is a search bar and a navigation menu. The main content area is titled "Programma della giornata" and shows a schedule for Tuesday, May 11, 2021. The schedule includes a session from 09:00 to 10:00 titled "Introduzione alla fisica delle particelle ed al CERN". There are also navigation options like "Print", "PDF", "Full screen", "Detailed view", and "Filter". A sidebar on the left contains links for "Riassunto dell'evento", "Programma della giornata", "Iscrizione", "Link per introduzione e pomeriggio", "Link per la visita virtuale", and "Link per accedere alla Masterclass". The last link is circled in red.

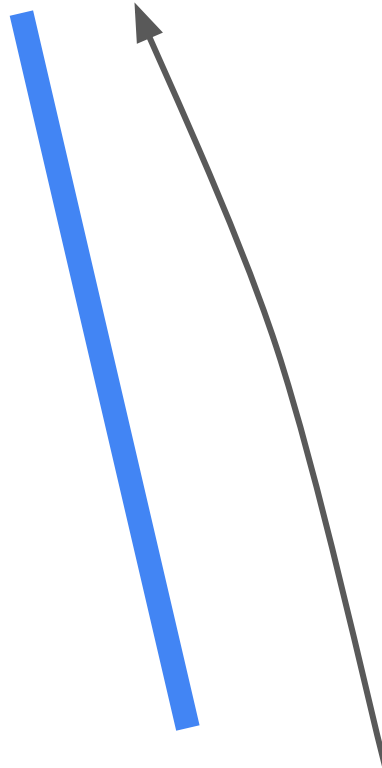
pietro.govoni@unimib.it

andrea.massironi@mib.infn.it

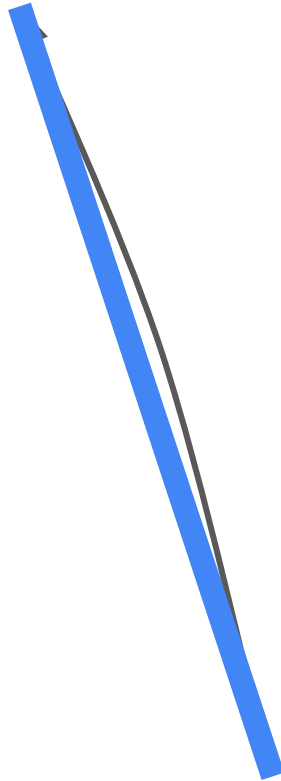
- Questa traccia curva in senso orario o antiorario?



- Questa traccia curva in senso orario o antiorario?
- Prendo un righello/foglio di carta → so che e' dritto



- Questa traccia curva in senso orario o antiorario?
- Prendo un righello/foglio di carta → so che e' dritto
- Collego due punti della traccia



- Questa traccia curva in senso orario o antiorario?
- Prendo un righello/foglio di carta → so che e' dritto
- Collego due punti della traccia
- Dato che vedo la traccia alla destra del righello, la traccia curva in senso antiorario

