

A CACCIA DI EVENTI

$Z \rightarrow e^+e^-$

<..\VIDEO\video cern\Z ee 1080p H264 lo.avi>

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

<..\VIDEO\video cern\Z MM.mp4>

$H \rightarrow \gamma\gamma$

<..\VIDEO\video cern\CERN-H-PHPH.mp4>

$H \rightarrow ZZ \rightarrow e^+e^- \mu^+\mu^-$

<..\VIDEO\video cern\Z-2MU-2E.wmv>

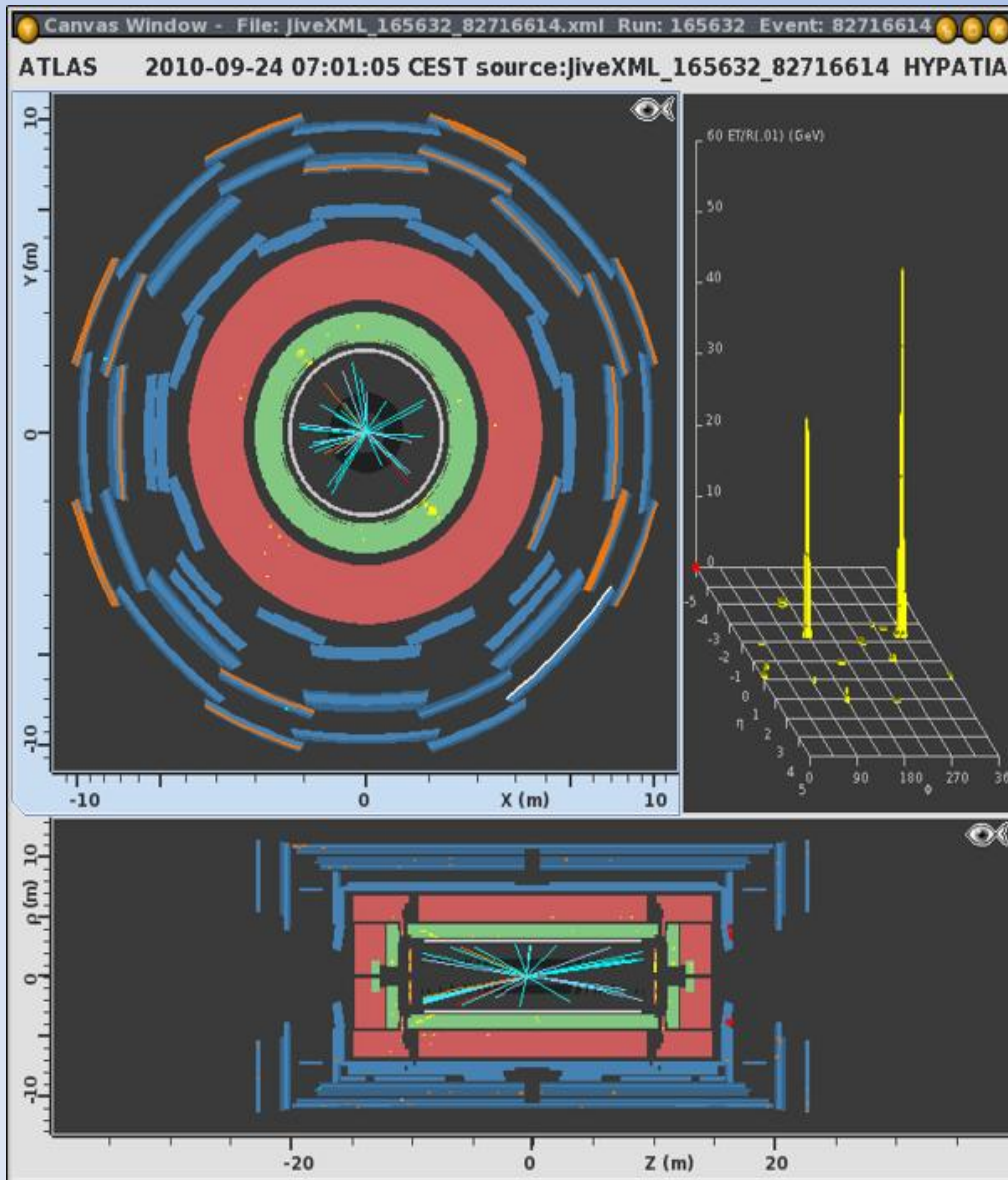
$H \rightarrow ZZ \rightarrow e^+e^- e^+e^-$

$H \rightarrow ZZ \rightarrow \mu^+\mu^- \mu^+\mu^-$

Hypatia

https://kjende.web.cern.ch/kjende/it/zpath_lhcphysics3.htm

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



Previous Event Next Event Insert Electron Insert Muon Delete

ETMis: 7.384 GeV ϕ : 2.227 rad Collection: MET Reffinal

masterClass/zpath/Els/jiveXML_165632_82716614.xml

Reconstructed Tracks

Track	+/-	P [GeV]	Pt [GeV]	η	θ
Tracks 15	+	1.32	1.19	0.728	1.126
Tracks 23	+	1.81	1.81	-3.046	1.513
Tracks 24	+	1.64	1.63	-1.903	1.695
Tracks 26	+	5.08	1.53	-0.616	2.835
Tracks 30	+	2.19	1.27	-2.001	2.526
Tracks 31	+	6.86	1.21	2.569	0.177
Tracks 32	+	1.58	1.55	1.978	1.766
Tracks 34	-	5.41	1.81	-3.037	2.801
Tracks 36	-	10.23	2.05	1.480	2.940
Tracks 40	+	4.73	1.45	-2.665	2.830
Tracks 54	-	60.96	33.55	2.296	2.559

Interaction and Window Control Output Display

Parameter Control

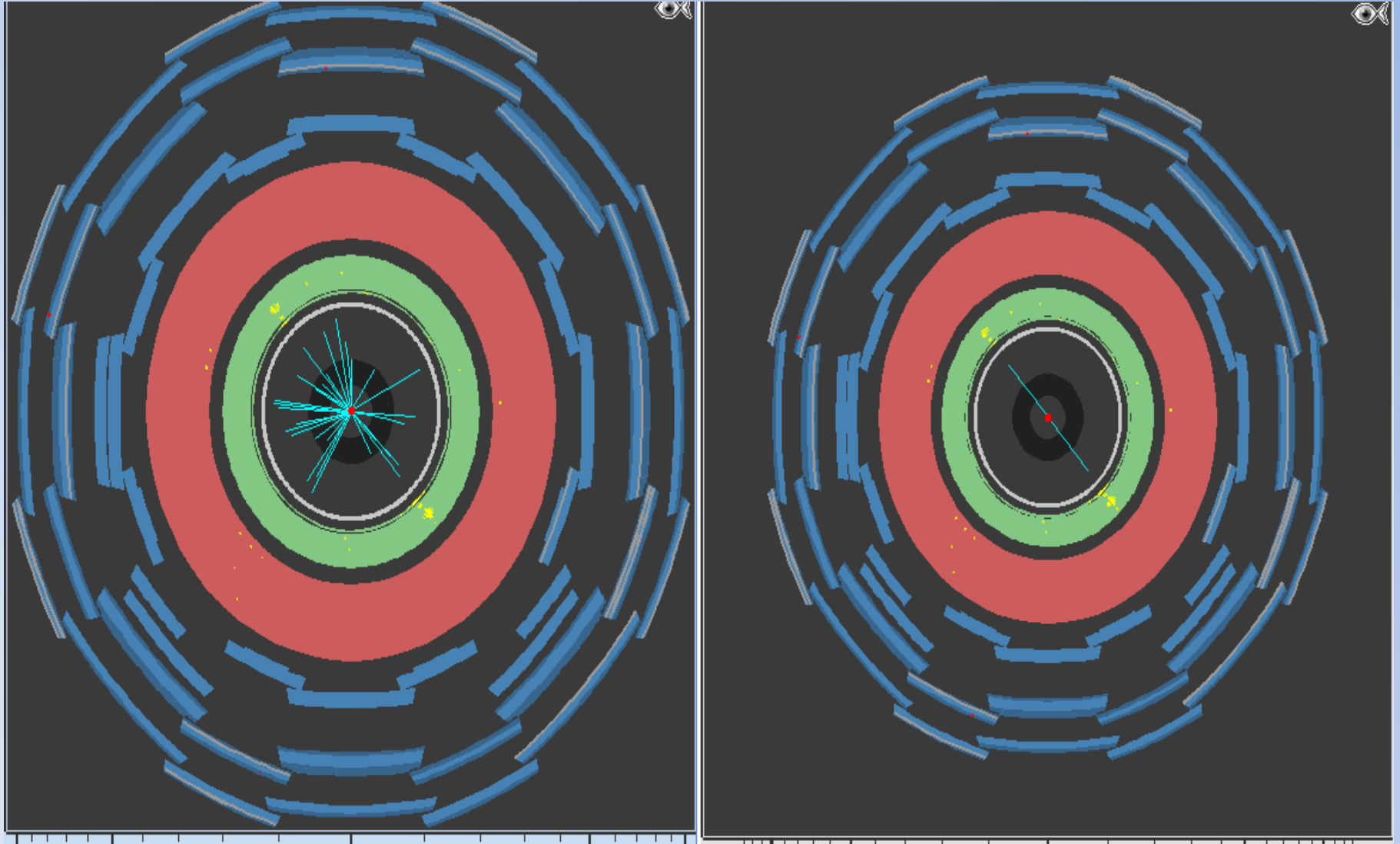
InDet Calo MuonDet Objects Geometry

Projection Data Cuts

InDet	Name	Value
Calo	<input checked="" type="checkbox"/> Pt	> 1.0 GeV
MuonDet	<input checked="" type="checkbox"/> d0	< 6.5 mm
Objects	<input checked="" type="checkbox"/> z0	< 25.0 cm
ATLAS	<input type="checkbox"/> d0 Loose	< 2.0 cm
	<input type="checkbox"/> z0-zVtx	< 2.5 mm
	<input type="checkbox"/> Layer	> 0
	<input type="checkbox"/> Number Pixel Hits	>= 2
	<input type="checkbox"/> Number SCT Hits	>= 7
	<input type="checkbox"/> Number TRT Hits	>= 30
	<input type="checkbox"/> Sim. Particle PDG-ID	< 40
	<input type="checkbox"/> Sim. Particle Barcode	= 0
	<input type="checkbox"/> Sim. Particle Type	charged hadron

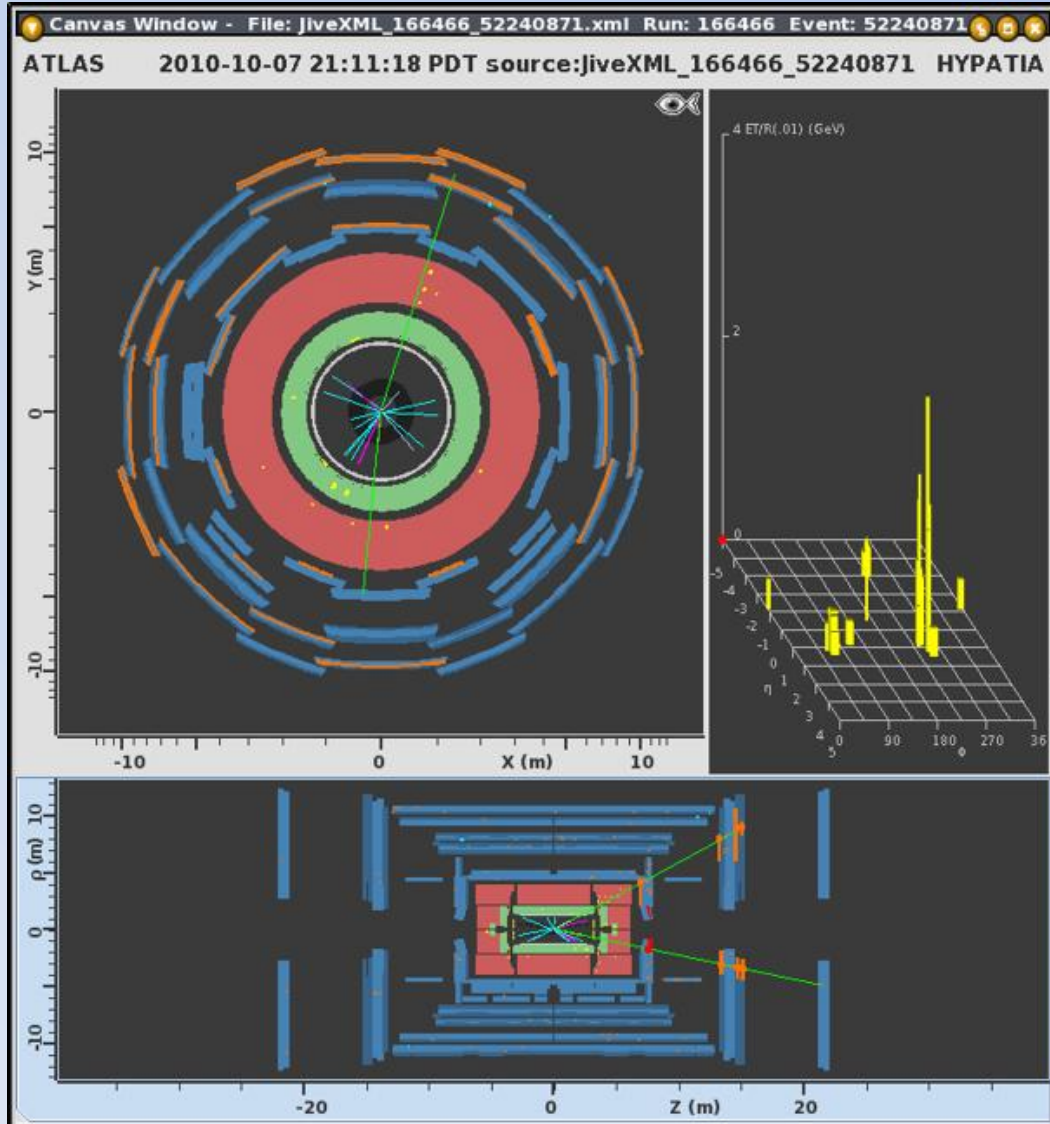
In entrambe le proiezioni vediamo diverse tracce nel sistema di tracciamento, come pure una certa attività (i quadrati gialli) nel primo strato del calorimetro (parte verde del disegno del rivelatore). Questi sono chiari segnali della presenza di elettroni.

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



Ci sono molte tracce visibili nella visuale laterale della prima immagine di sopra. Al fine di mostrare solo particelle con alto momento trasverso (cioè la componente perpendicolare al fascio della quantità di moto), possiamo definire i cosiddetti "cuts". In questo modo, solo le particelle che hanno un momento trasverso maggiore di un certo valore possono essere viste. Il valore scelto per questo esempio è di 25 GeV e dunque abbiamo selezionato solo le tracce delle particelle con un momento trasverso maggiore di 25 GeV. L'effetto di questa richiesta (in fisica si usa il termine "taglio") può essere vista nella seconda figura di sopra.

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



HYPATIA - Track Momenta Window

Previous Event **ETMis: 0.568 GeV** Next Event $\phi: -0.573$ rad Insert Electron Insert Muon Delete
Collection: MET RefFinal

Reconstructed Tracks

Track	+/-	P [GeV]	Pt [GeV]	ϕ	θ
Tracks 0	+	126.71	29.23	-1.659	0.233
Tracks 3	+	7.78	4.24	-1.928	0.577
Tracks 5	-	120.76	61.66	1.257	0.536
Tracks 6	+	2.97	1.31	-0.477	2.686
Tracks 7	-	2.83	1.06	-0.062	2.757
Tracks 9	-	2.99	1.20	-2.356	0.415
Tracks 10	+	8.03	1.47	-2.472	2.958
Tracks 11	+	5.87	1.19	-2.757	0.204
Tracks 15	+	6.06	2.69	-0.771	2.681
Tracks 17	-	8.08	4.16	-2.043	0.540
Tracks 24	-	1.50	1.36	2.582	2.002
Tracks 25	+	1.57	1.00	-1.943	0.689
Tracks 26	-	2.69	1.16	-0.327	2.697
Tracks 57	-	3.42	2.15	0.765	0.679
Tracks 58	-	1.09	1.09	2.206	1.510
Tracks 65	+	1.97	1.34	-2.065	0.745
Tracks 72	+	28.08	7.80	2.460	0.281

HYPATIA - Control Window

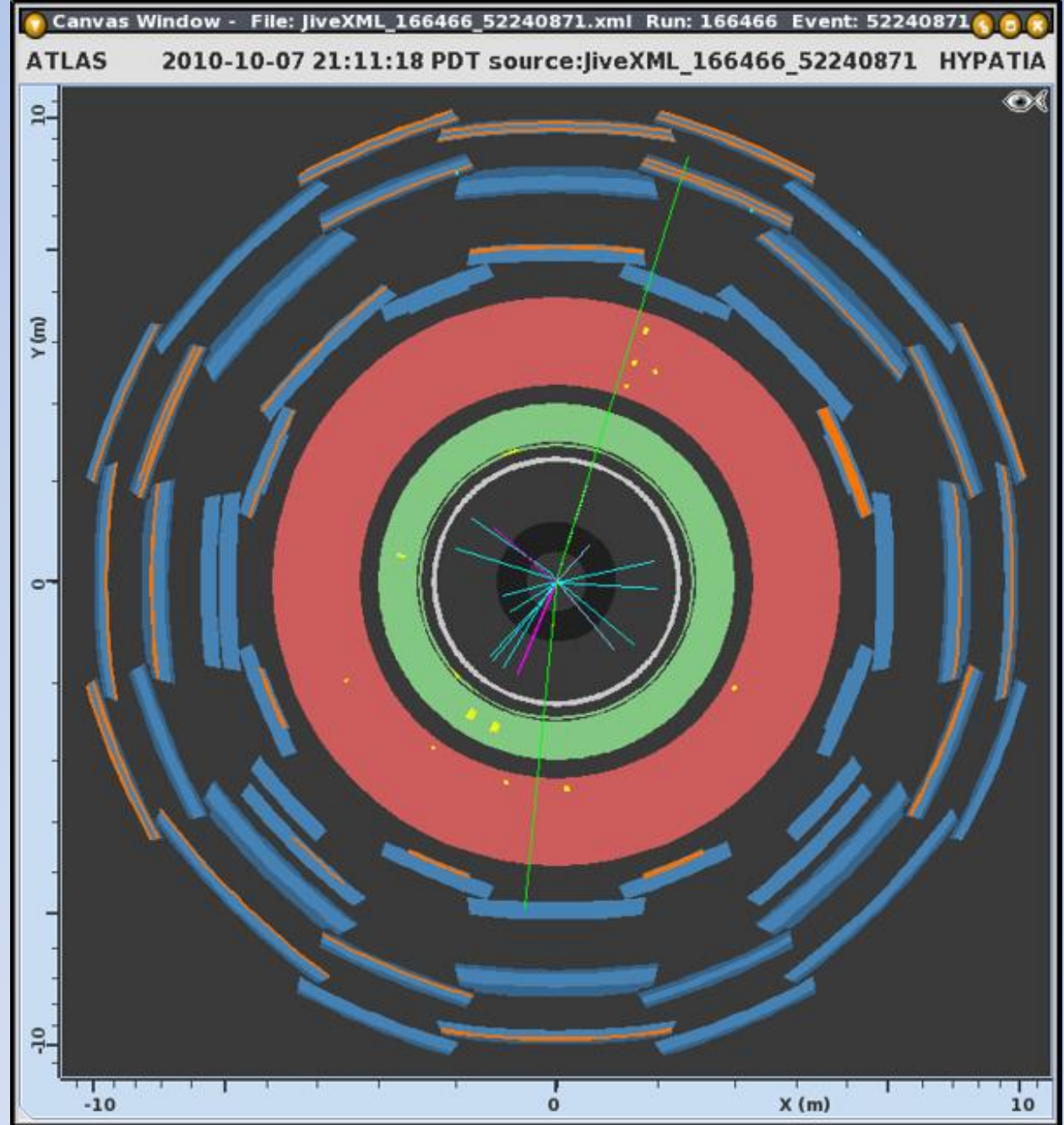
Interaction and Window Control Output Display

Parameter Control

Projection	Data	Cuts
InDet	Name	Value
Calo	<input checked="" type="checkbox"/> Pt	> 1.0 GeV
MuonDet	<input checked="" type="checkbox"/> d0	< 6.5 mm
Objects	<input checked="" type="checkbox"/> z0	< 25.0 cm
ATLAS	<input type="checkbox"/> d0 Loose	< 2.0 cm
	<input type="checkbox"/> z0-zVtx	< 2.5 mm
	<input type="checkbox"/> Layer	> 0
	<input type="checkbox"/> Number Pixel Hits	>= 2

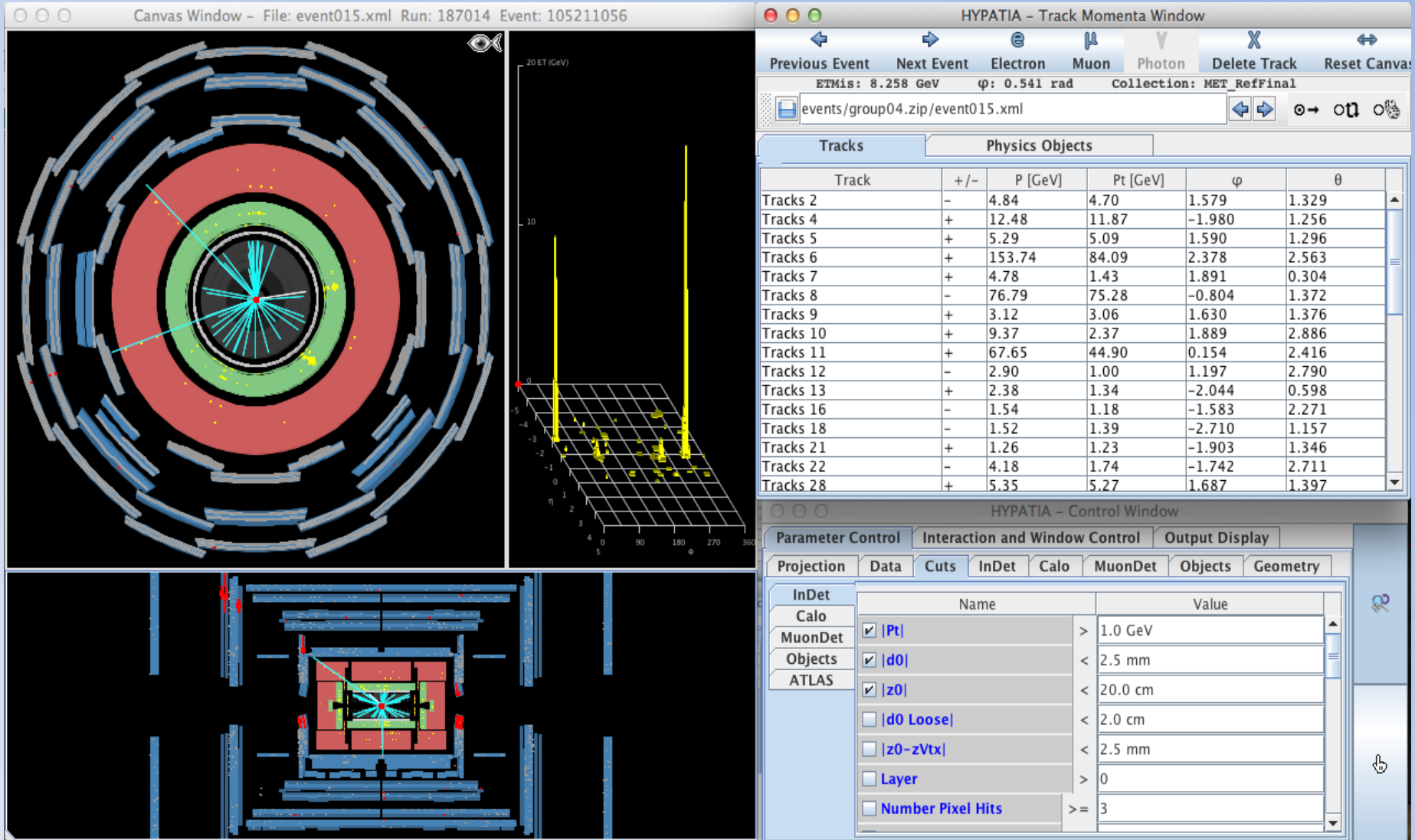
Sia nella vista laterale che in quella longitudinale vediamo parecchie tracce di particelle. Ciò è tipico in un evento osservato nel rivelatore ATLAS. Nota che l'impulso trasverso mancante è molto piccolo, il che significa che non sono stati prodotti neutrini. Nella vista longitudinale si vedono chiaramente due muoni.

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



Da questa vista ingrandita nella direzione del protone puoi vedere chiaramente i due muoni. Entrambi possono avere avuto origine da una stessa particella che è decaduta subito dopo essere stata prodotta.

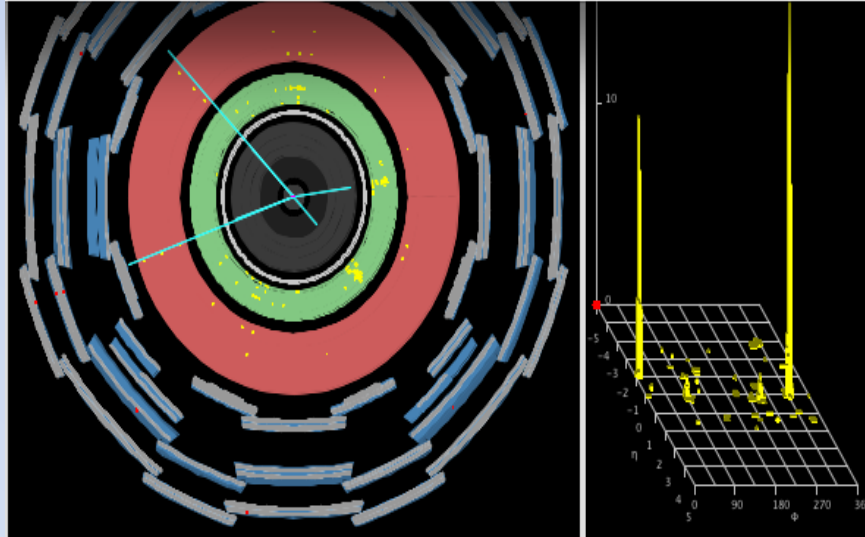
$$H \rightarrow ZZ \rightarrow e^+e^- \mu^+\mu^-$$



Questo evento ha molte tracce, 2 delle quali sono chiaramente muoni con segnali (hit) lasciati nello spettrometro muonico (controllare entrambe le visuali della rappresentazione grafica dell' evento). Ha anche due cluster (grandi torri di energia nel "lego plot") con tracce che puntano ai cluster. Andiamo avanti.

$$H \rightarrow ZZ \rightarrow e^+e^- \mu^+\mu^-$$

File Name	ETMis [GeV]	Track	P [GeV]	+/-	Pt [GeV]	φ	η	M(2) [GeV]	M(4) [GeV]	e/m/g
event015.xml	8.258	Tracks 6	153.7	+	84.1	2.378	-1.212	91.056	291.010	m
		Tracks 72	35.5	-	35.4	-2.835	0.027			m
		Tracks 8	76.8	-	75.3	-0.804	0.200	89.645		e
		Tracks 11	67.6	+	44.9	0.154	-0.968			e



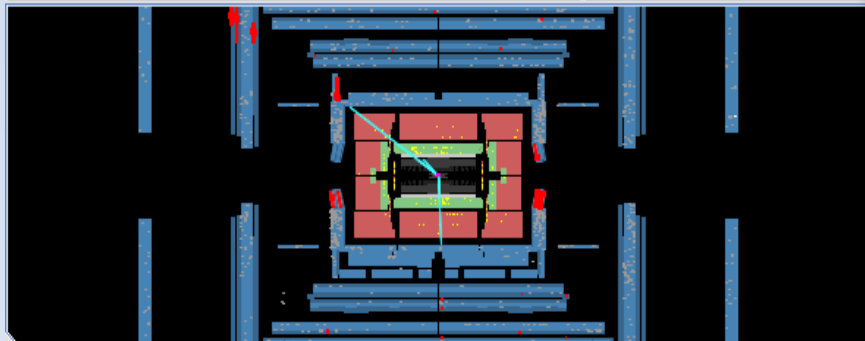
HYPATIA - Track Momenta Window

File: Previous Event Next Event Electron Muon Photon Delete Track Reset Canvas

ETMis: 8.258 GeV φ : 0.541 rad Collection: MET_Reffinal

events/group04.zip/event015.xml

Track	+/-	P [GeV]	Pt [GeV]	φ	θ
Tracks 6	+	153.74	84.09	2.378	2.563
Tracks 8	-	76.79	75.28	-0.804	1.372
Tracks 11	+	67.65	44.90	0.154	2.416
Tracks 72	-	35.46	35.44	-2.835	1.544



HYPATIA - Control Window

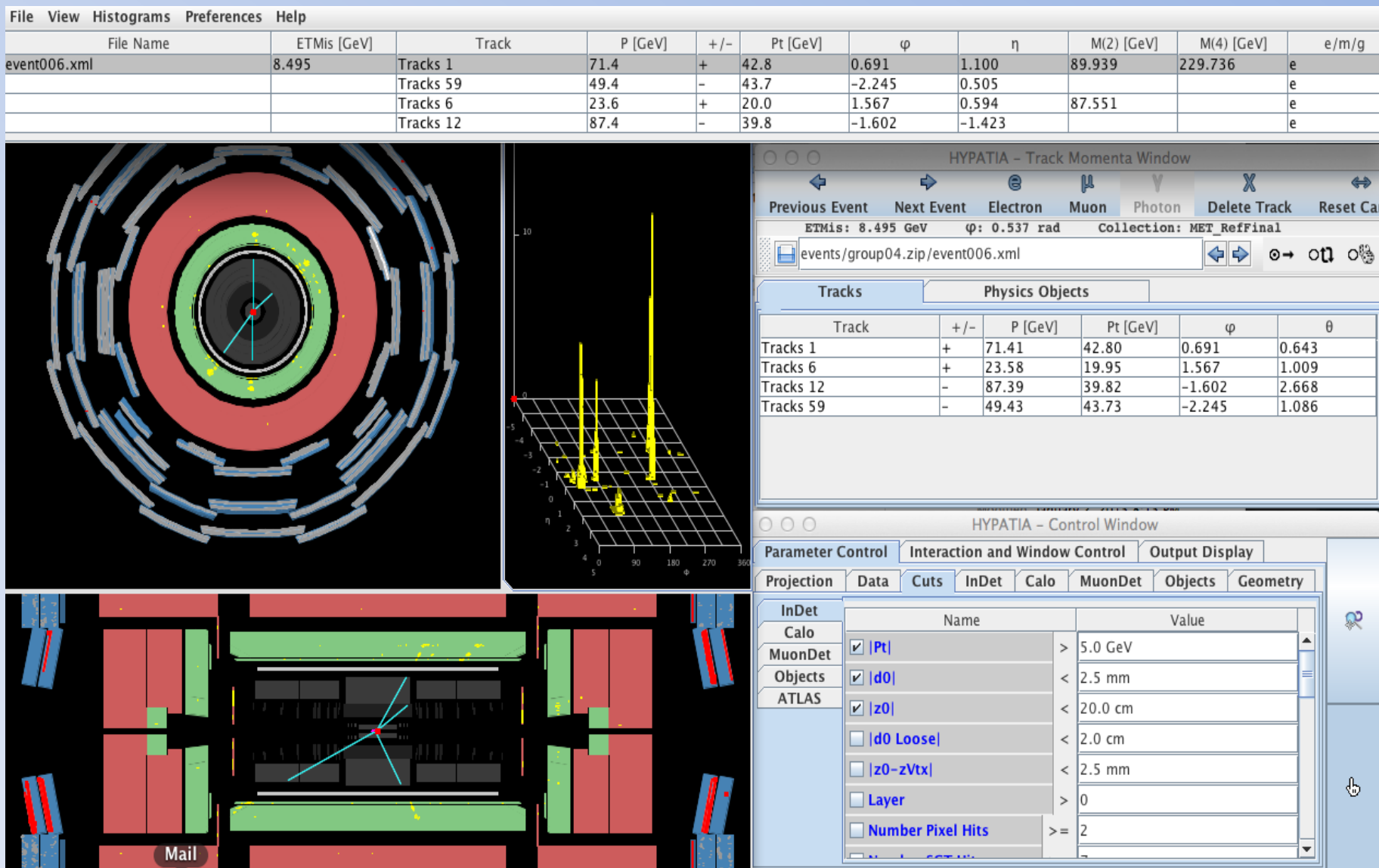
Parameter Control Interaction and Window Control Output Display

Projection Data Cuts InDet Calo MuonDet Objects Geometry

InDet	Name	Value
Calo	<input checked="" type="checkbox"/> Pt	> 12.0 GeV
MuonDet	<input checked="" type="checkbox"/> d0	< 2.5 mm
Objects	<input checked="" type="checkbox"/> z0	< 20.0 cm
ATLAS	<input type="checkbox"/> d0 Loose	< 2.0 cm
	<input type="checkbox"/> z0-zVtx	< 2.5 mm
	<input type="checkbox"/> Layer	> 0

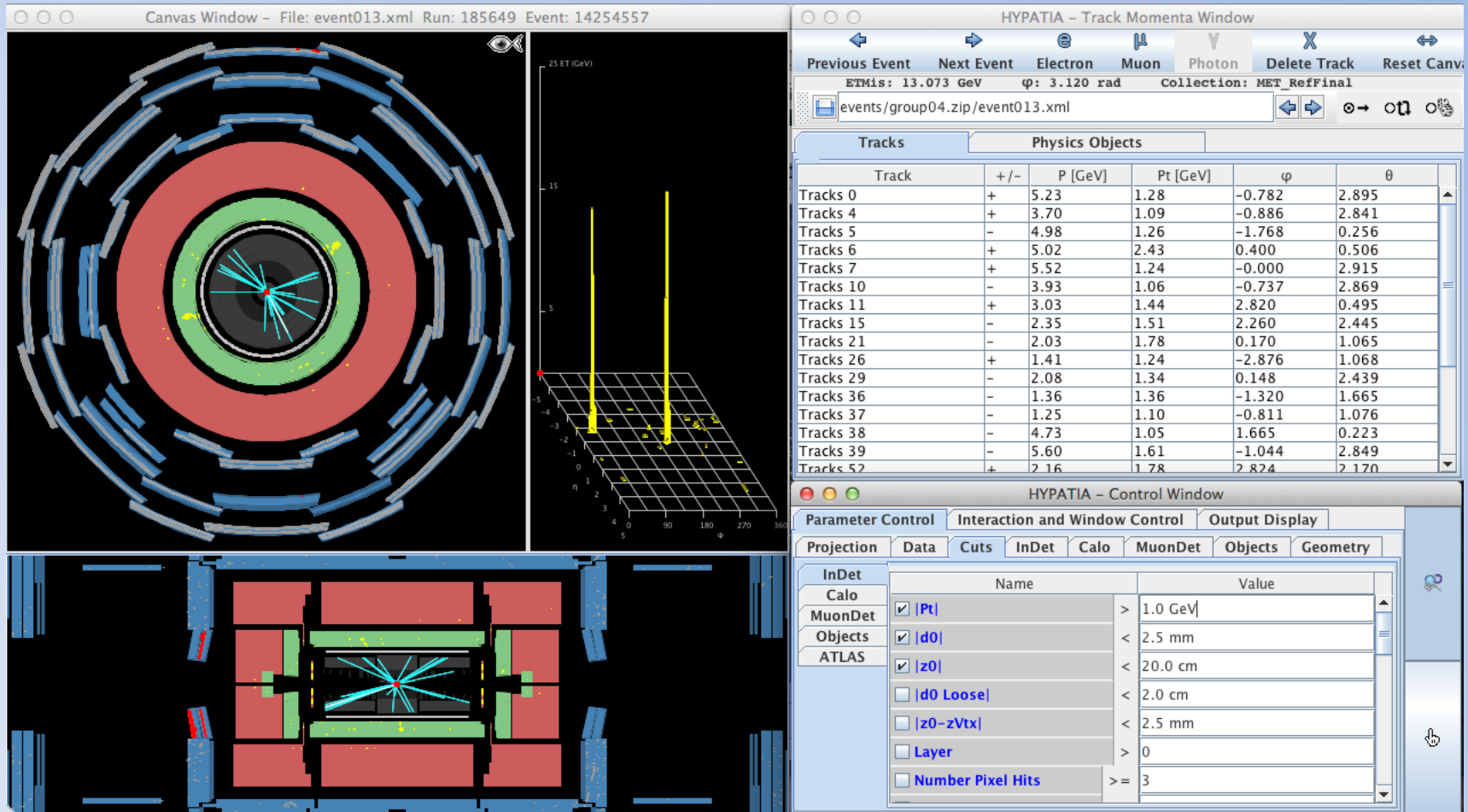
Se si aumenta il taglio in pT a 12 GeV (Control Window), rimangono solo 4 tracce, i 2 muoni di carica opposta e i 2 elettroni di carica opposta. Questi ultimi presentano chiaramente un raccordo tra le loro tracce e i cluster nei calorimetri. Ciascuna delle due coppie viene dal decadimento di uno Z ($M(ee)=89.6$ GeV e $M(\mu\mu)=91.1$ GeV). Questo è un evento ZZ che decade in 4 leptoni. La massa invariante dei 4-leptoni è $M(4l)=291$ GeV.

$$H \rightarrow ZZ \rightarrow e^+e^- e^+e^-$$



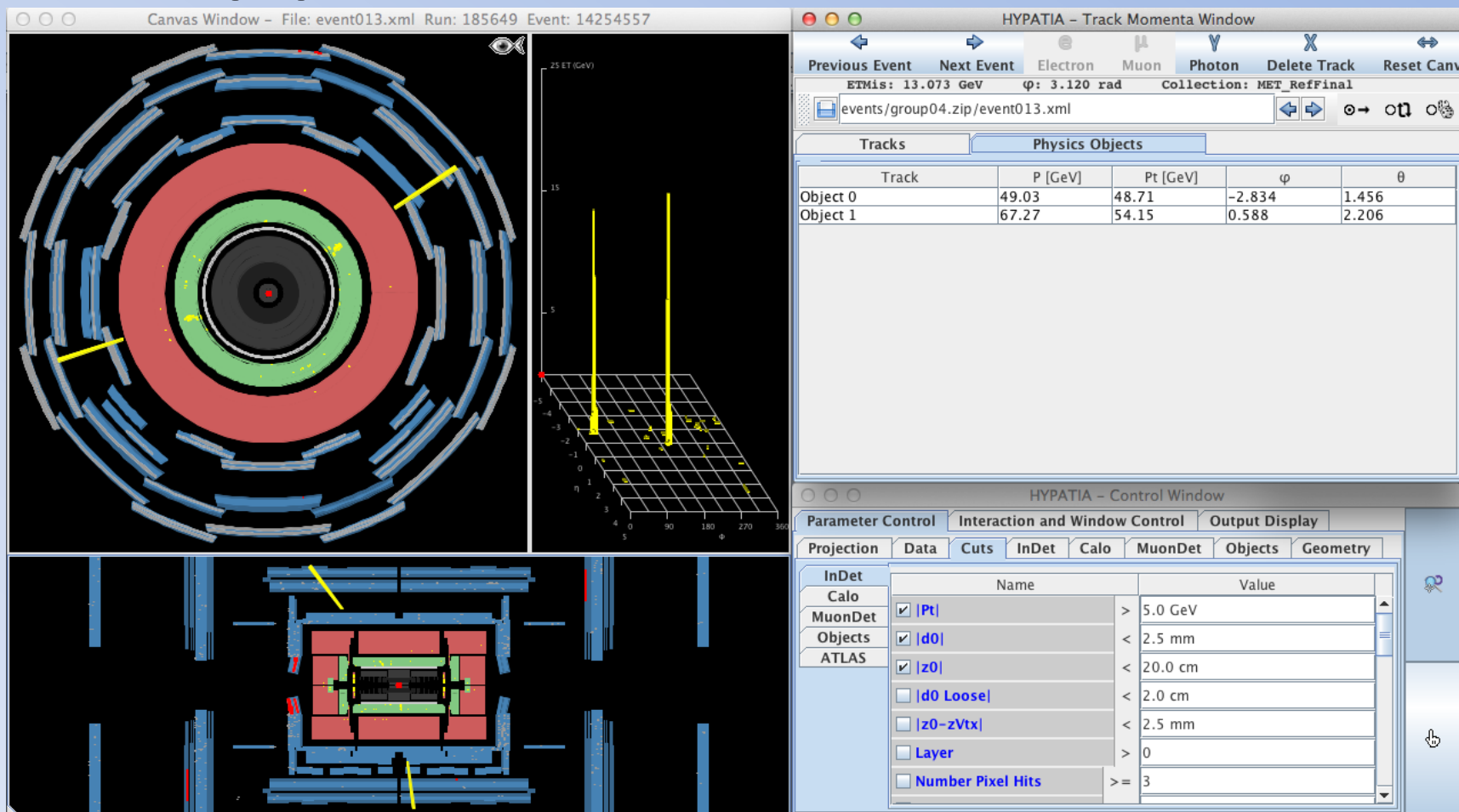
Questo evento, dopo un taglio sul pT a 5 GeV, rimane con 4 tracce, e ogni traccia punta ad un cluster nel calorimetro. Ciascuna delle coppie deriva dal decadimento di uno Z ($M(ee)=89.9$ GeV e $M(ee)=87.6$ GeV). Questo è un evento ZZ che decade in 4 elettroni. La massa invariante dei 4-elettroni è $M(4l)=229.7$ GeV.

$$H \rightarrow \gamma \gamma$$



In entrambe le prospettive vediamo numerose tracce all'interno del tracciatore così come raggruppamenti di energia rilasciata, o cluster, (in giallo) nel calorimetro elettromagnetico (parte in verde nella rappresentazione del rivelatore). Le due torri nel lego plot corrispondono a 2 cluster importanti nel calorimetro. Poichè non ci sono tracce che puntano a questi cluster, questi non sono elettroni ma fotoni, come verrà confermato nella figura successiva.

$$H \rightarrow \gamma \gamma$$



Cambiando il valore minimo del momento trasverso permesso (nella Finestra di Controllo o Control Window) da 1 GeV a 5 GeV ("taglio in pT") tutte le tracce spariscono. Nella finestra dei momenti delle tracce, passiamo dalla opzione "Track" a quella "Physics object". In questo caso gli oggetti di fisica (nel calorimetro) sono fotoni, visto che non ci sono tracce dirette verso i cluster calorimetrici. Quando si sceglie l'immagine "physics object", il display dell'evento mostra qualche segno addizionale che punta ai cluster calorimetrici, nel caso siano presenti. La figura che ne risulta, mostrata sopra, fa vedere che siamo in presenza di un evento $\gamma\gamma$.