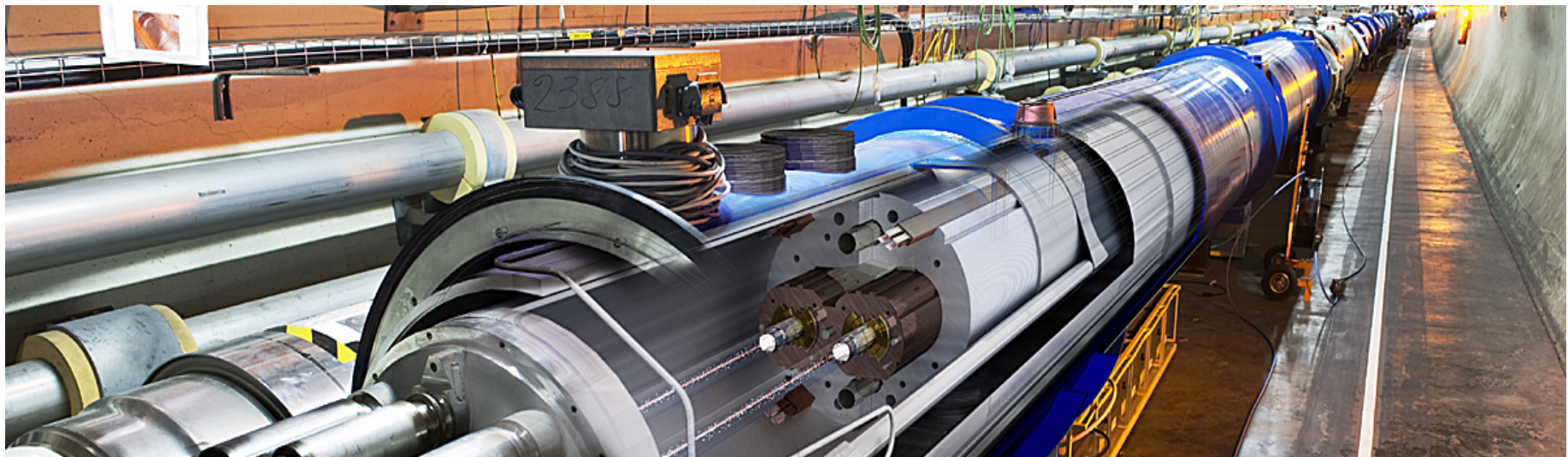




INTERNATIONAL MASTERCLASSES



hands on particle physics



Pavia, 23 Marzo 2017





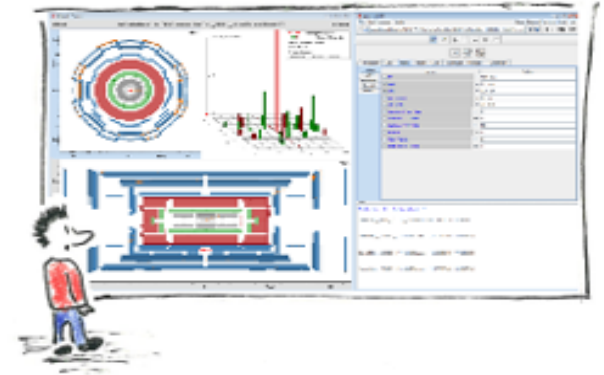
- 9:00 Benvenuto dei direttori INFN e Dipartimento di Fisica
- 9:30 Lezione di fisica delle Particelle (1h)
- 10:30 Pausa/domande (30')
- 11:00 Descrizione della parte sperimentale (1h)
- 12:00 Pranzo (1h)
- 13:00 Attività di Laboratorio (3h)
- 16:00 Video Conferenza con il CERN
- 17:00 Consegna attestati e chiusura (30')



- Particelle Fondamentali



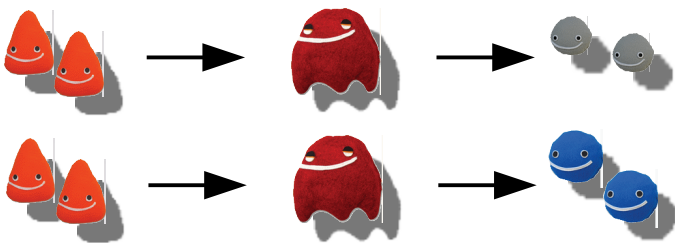
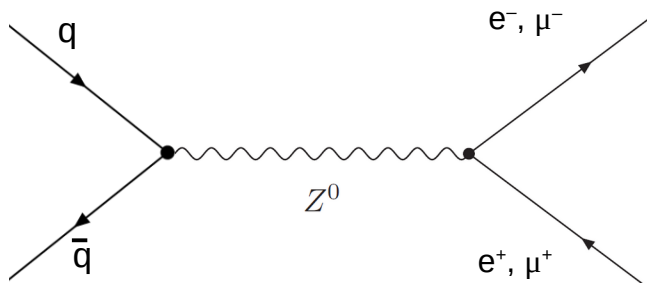
- Toccare con mouse i dati raccolti durante i collisioni in LHC
 - Arricchiti con dati simulati
- Protagonisti **candidati**
 - Bosone Z 
 - Bosone di Higgs 
- Scoprire se vengono prodotti ad LHC
- Selezionare tra tutte le particelle i nostri protagonisti
 - O meglio: i loro prodotti finali
 - E se ci sono più particelle che hanno gli stessi prodotti finali?
- Necessario un approccio statistico
 - Istogramma



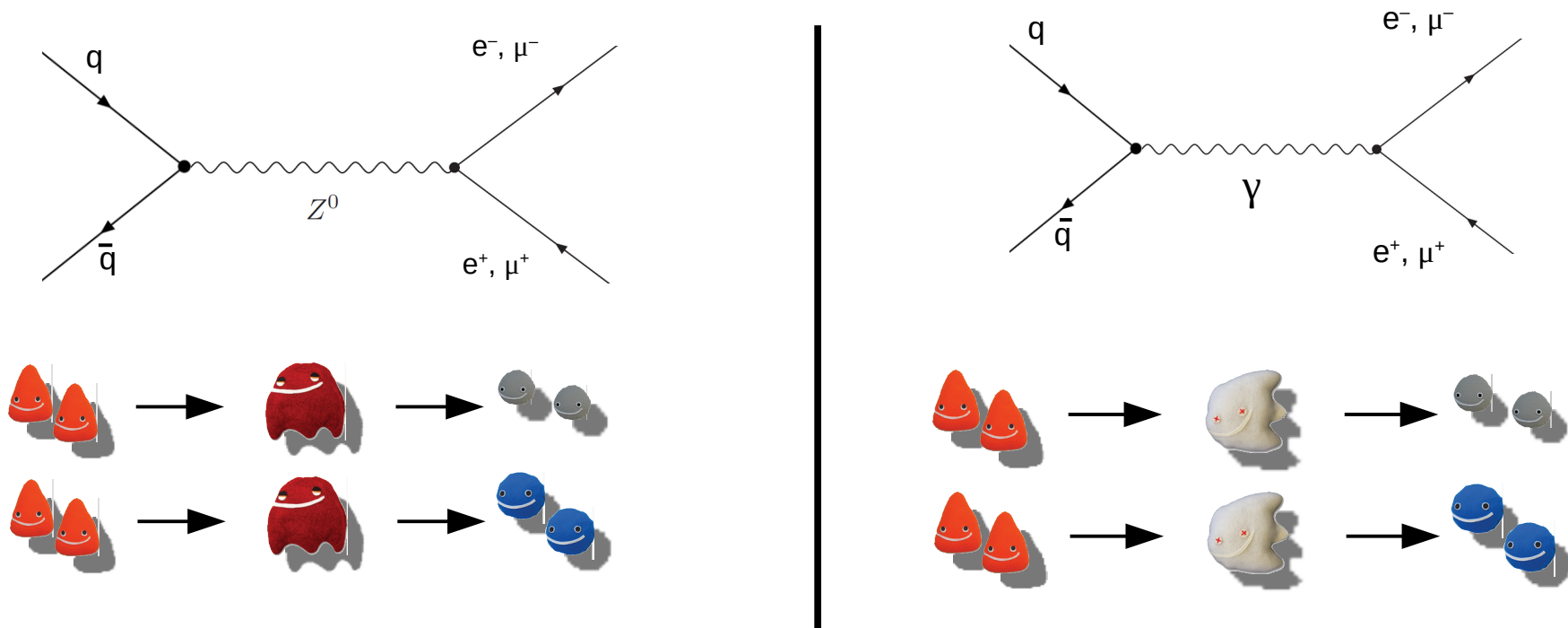
Bosone Z



- Decadimento in coppie di leptoni
 - elettroni e muoni di segno opposto

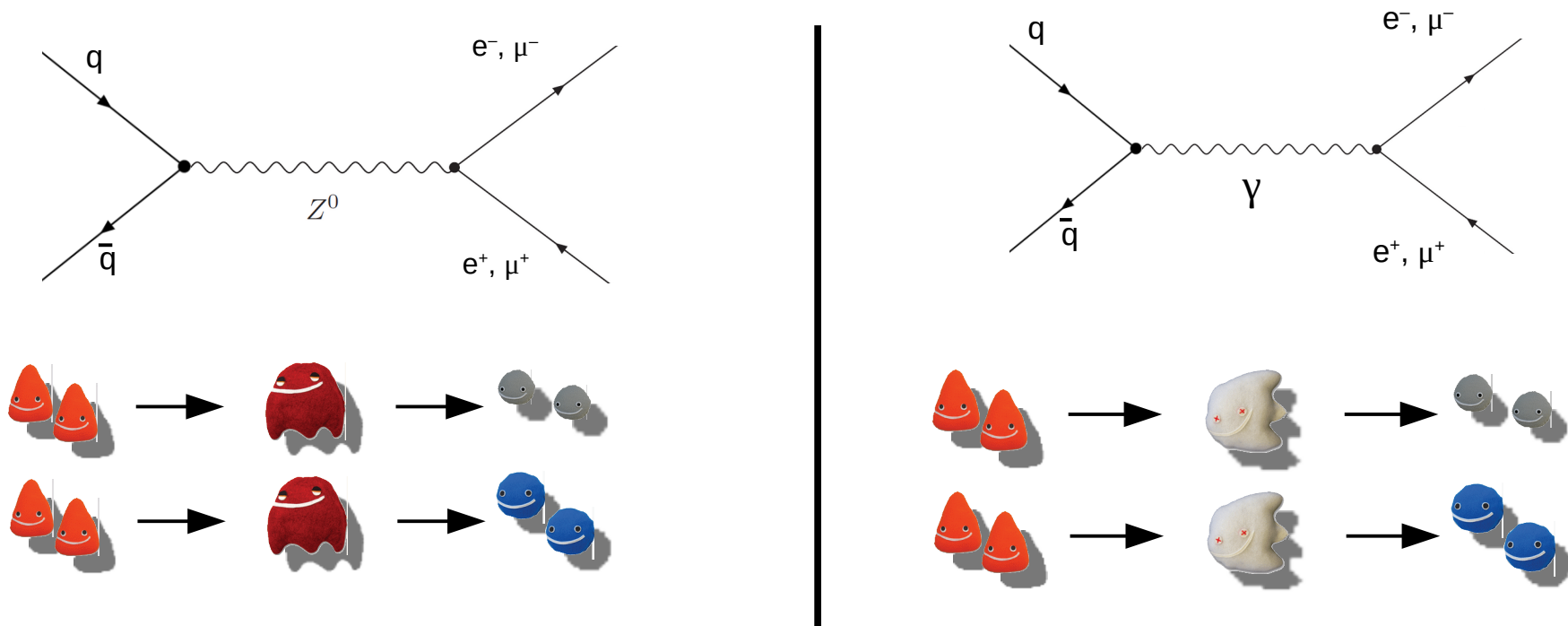


- Decadimento in coppie di leptoni
 - elettroni e muoni di segno opposto



- Come distinguiamo questi due processi?

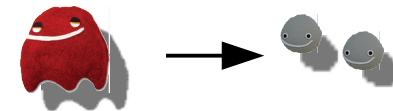
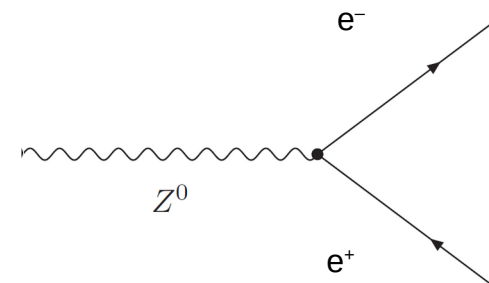
- Decadimento in coppie di leptoni
 - elettroni e muoni di segno opposto



- Come distinguiamo questi due processi?
 - Non li distinguiamo. Necessario approccio statistico

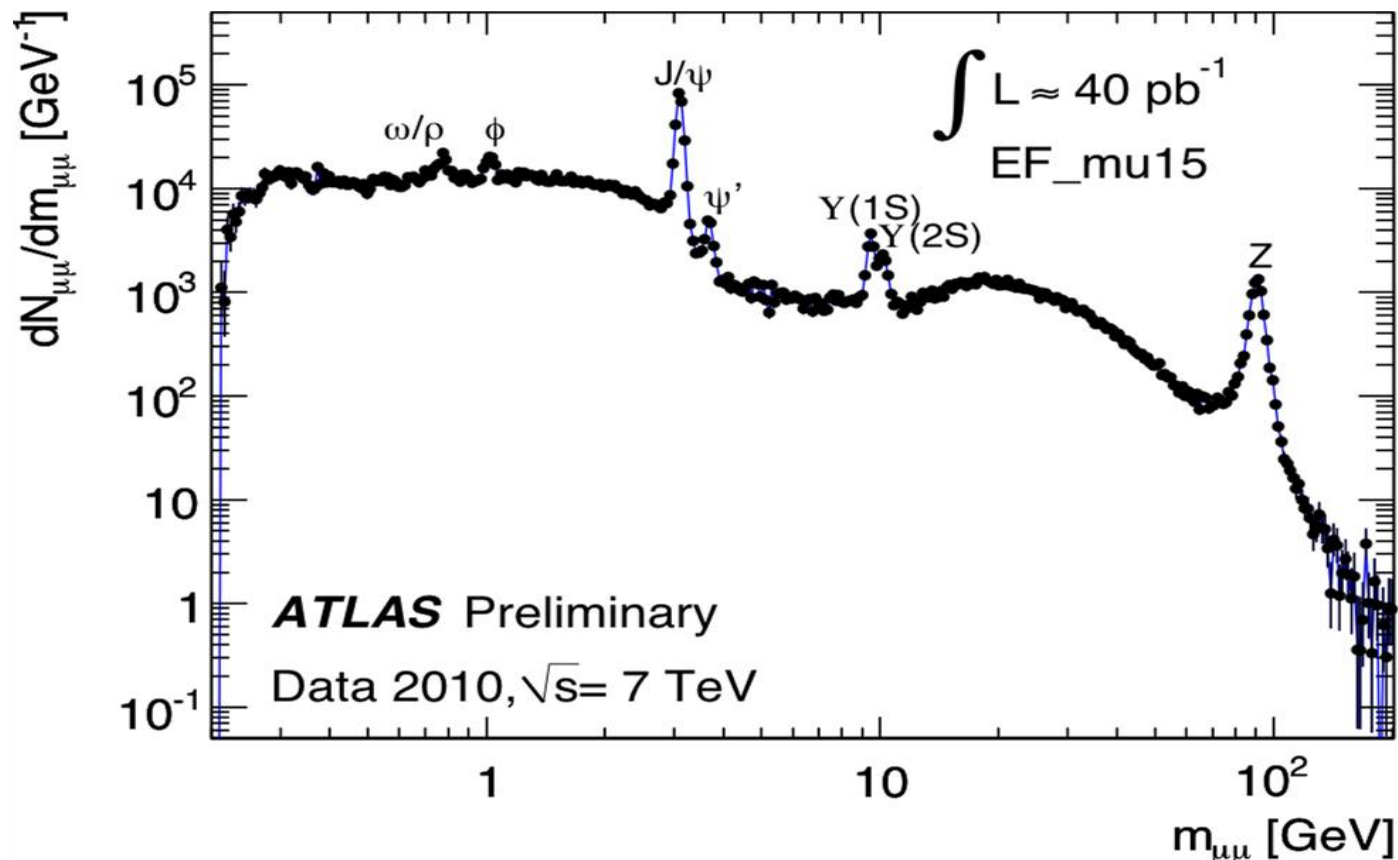
- Massa invariante
 - Proprietà della particella
- Si misurano
 - Energia
 - Quantità di moto
- Si ricava
 - La massa invariante
 - Della particella “madre”
- Risonanza
 - Quando E e p degli elettroni corrisponde alla massa dello Z
 - 20000 volte più probabile

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

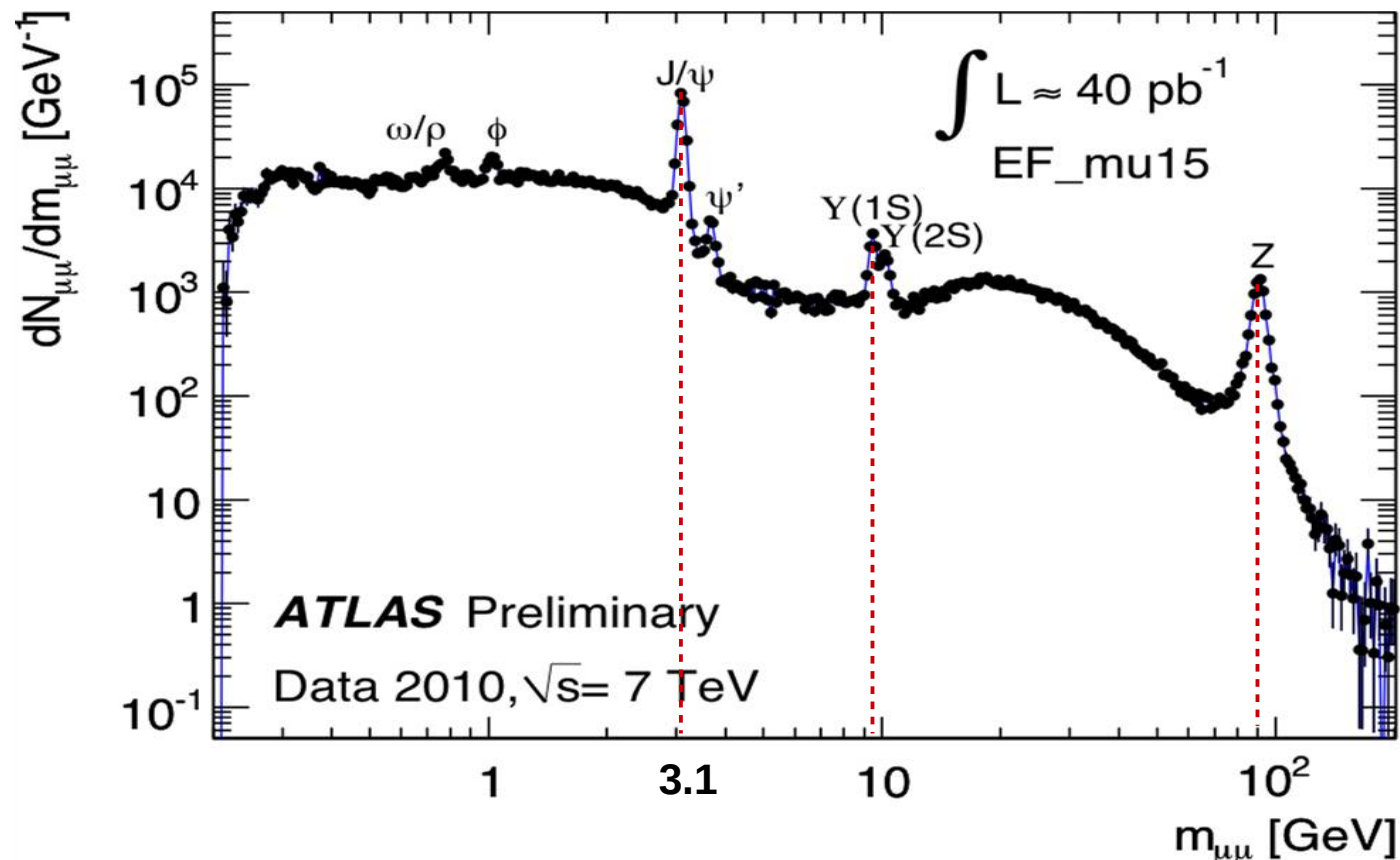


- Per ciascun evento
 - Calcolo la massa invariante

- Per ciascun evento
 - Calcolo la massa invariante
 - Inserisco il valore in un istogramma



- Per ciascun evento
 - Calcolo la massa invariante
 - Inserisco il valore in un istogramma



Bosone di Higgs

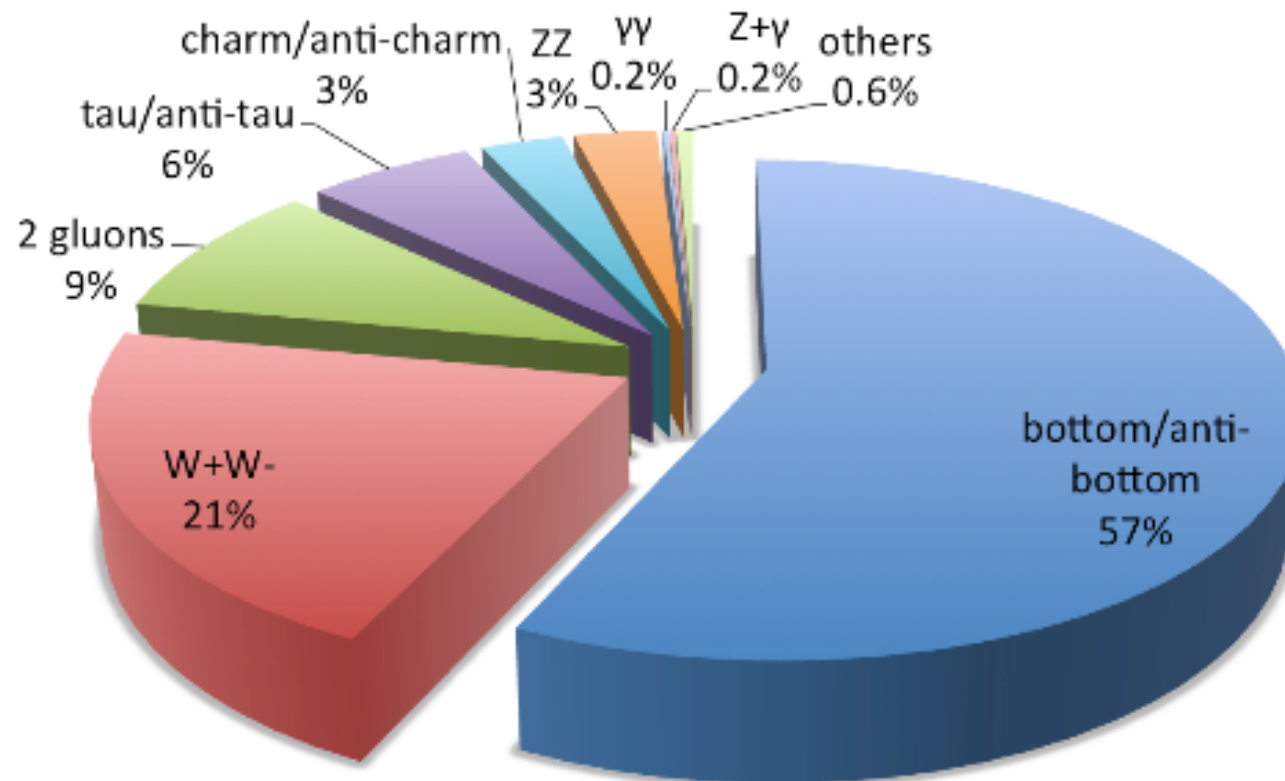


Bosone di Higgs

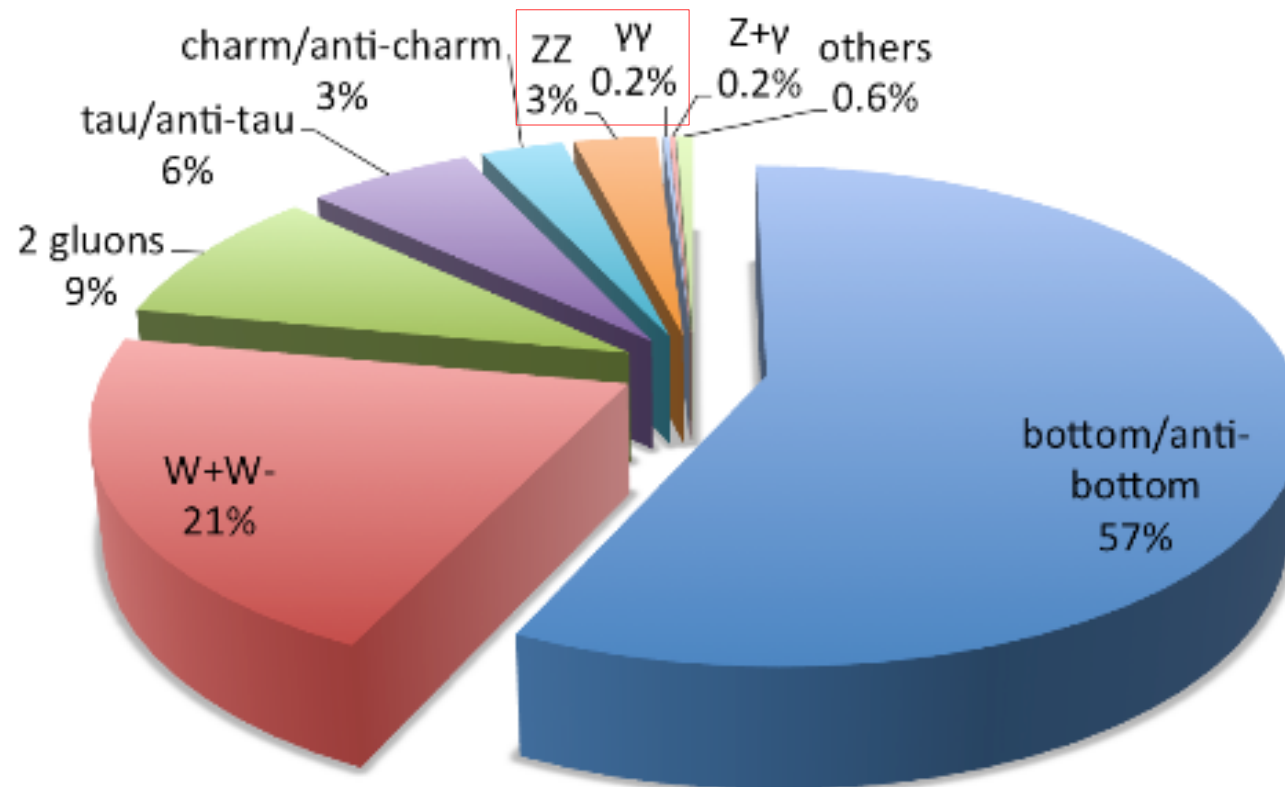
- In cosa decade il Bosone di Higgs?

Bosone di Higgs

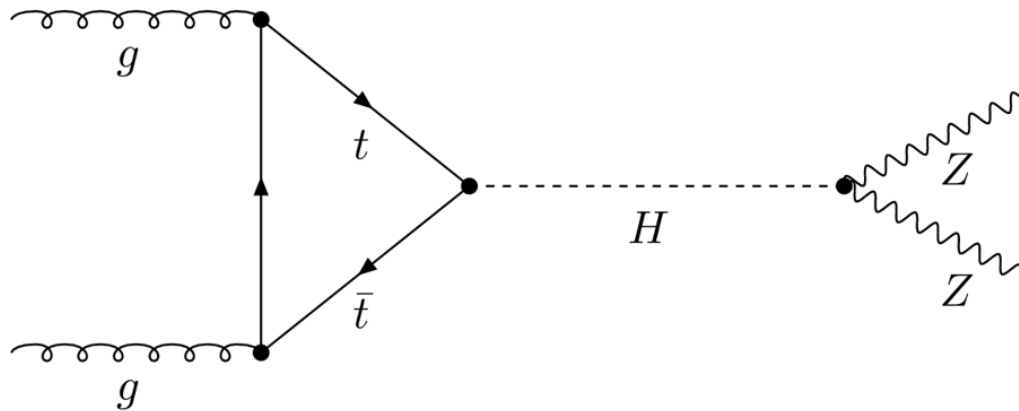
- In cosa decade il Bosone di Higgs?



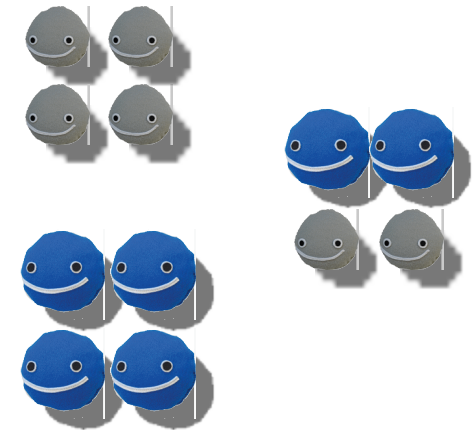
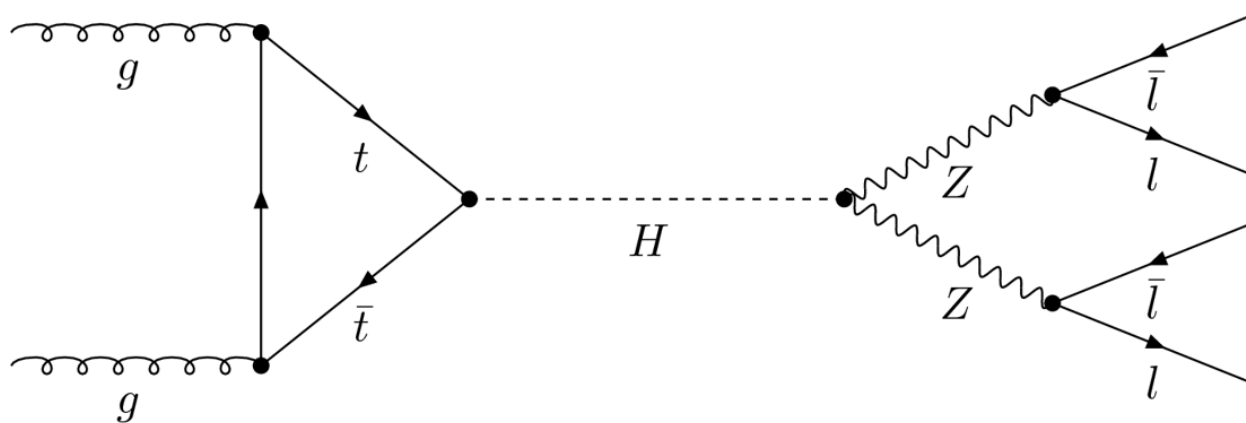
- In cosa decade il Bosone di Higgs?
- Cercheremo i canali di decadimento in
 - 2 Z (instabile)
 - 2 fotoni



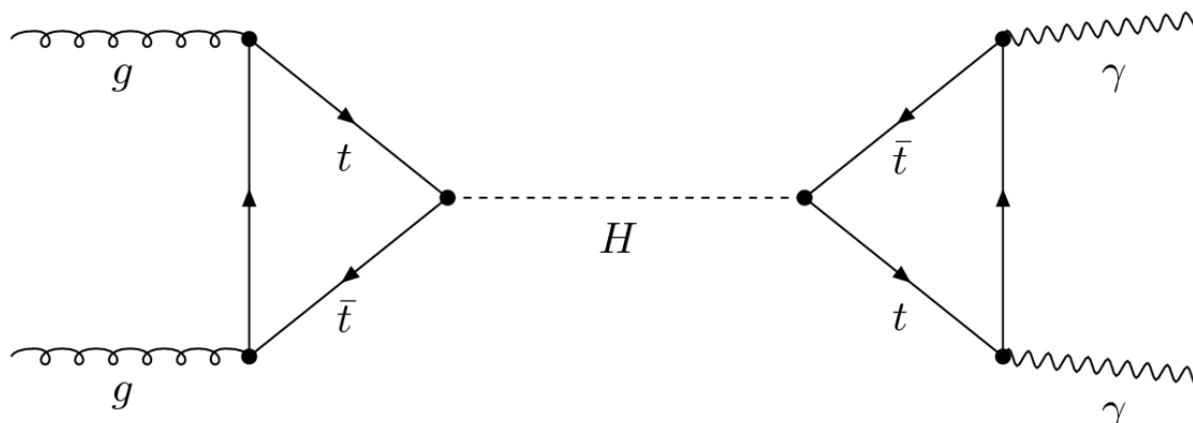
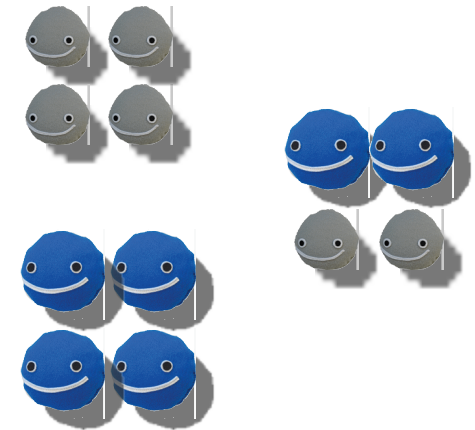
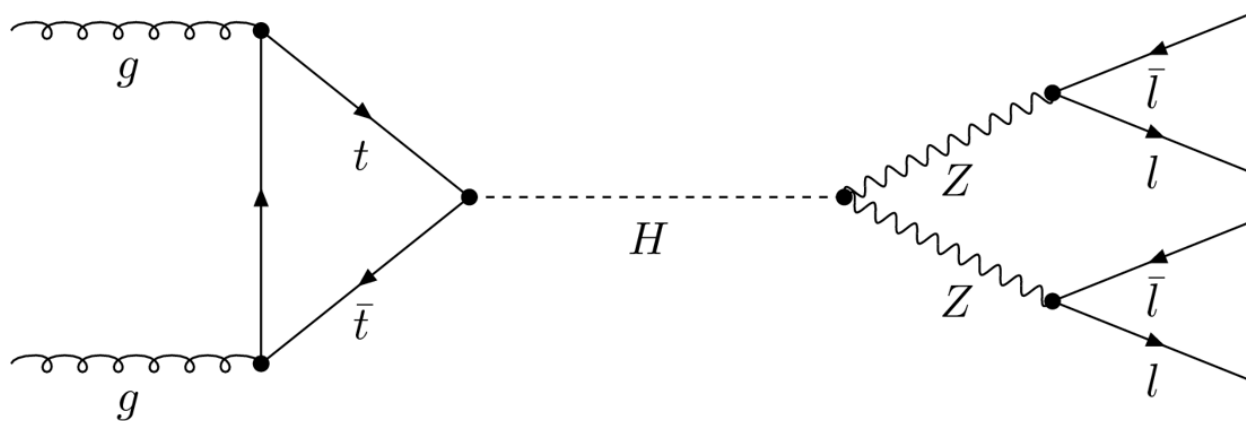
- Higgs in



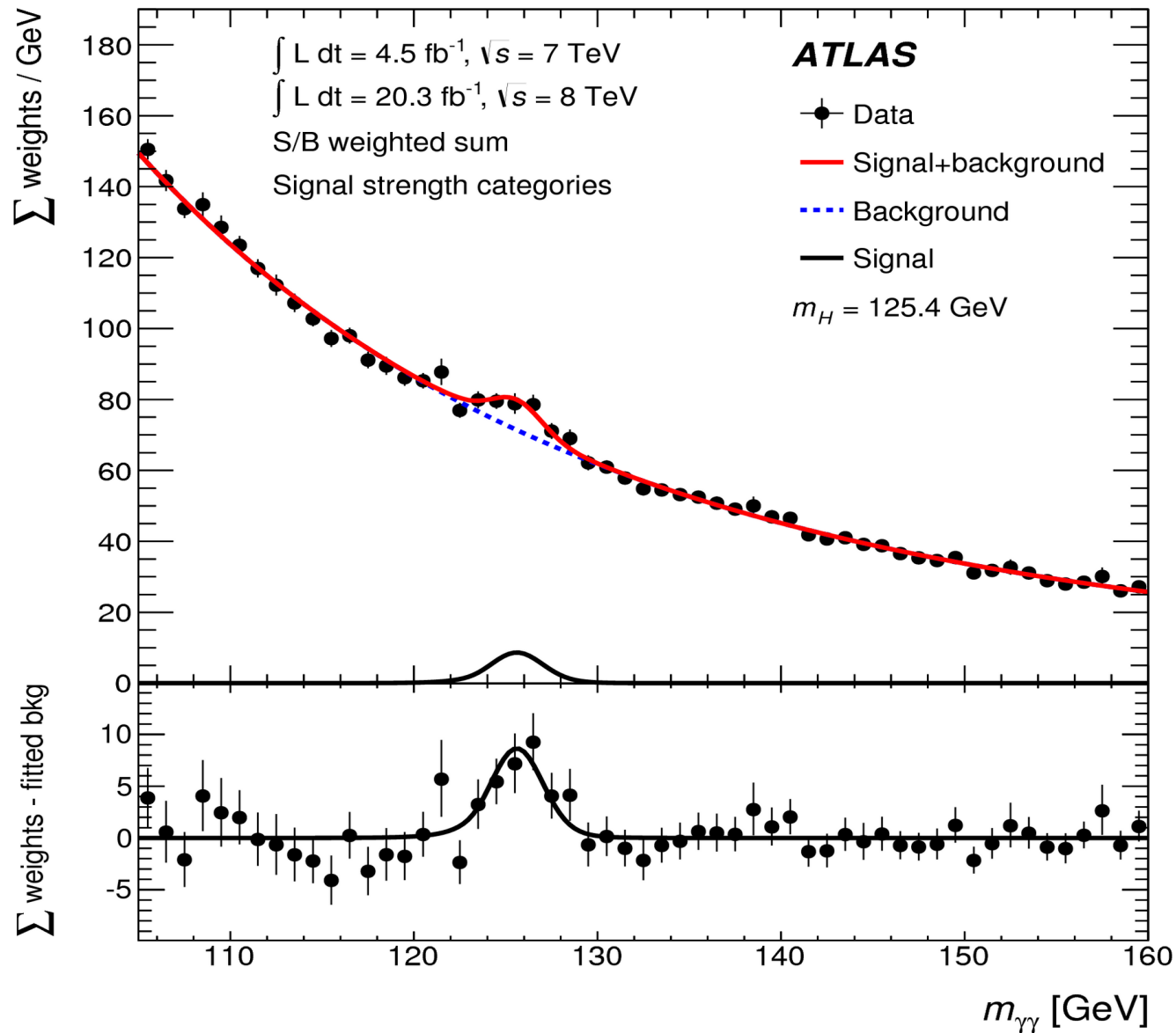
- Higgs in
 - 4 leptoni (attraverso una coppia di Z)



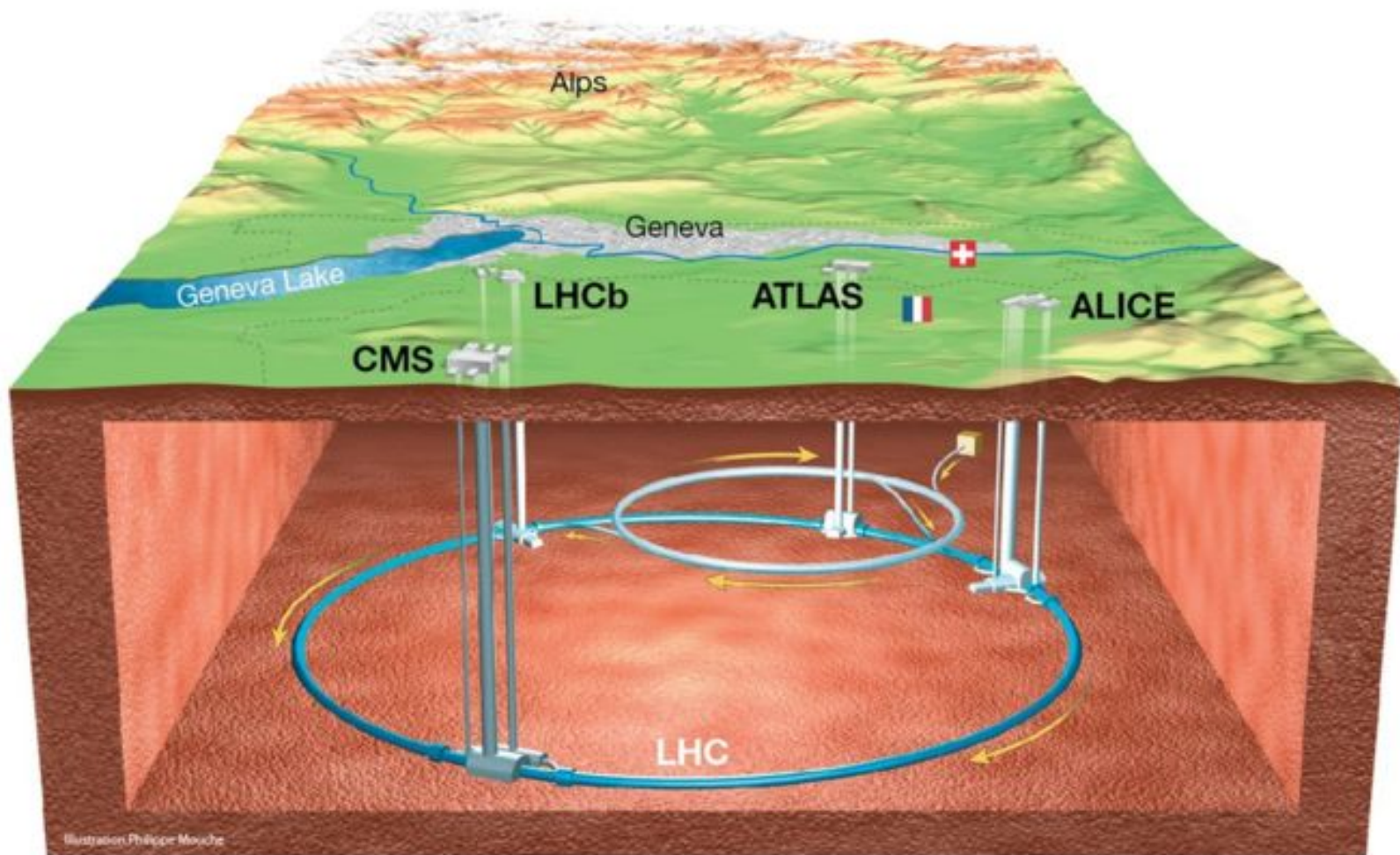
- Higgs in
 - 4 leptoni (attraverso una coppia di Z)
 - 2 fotoni



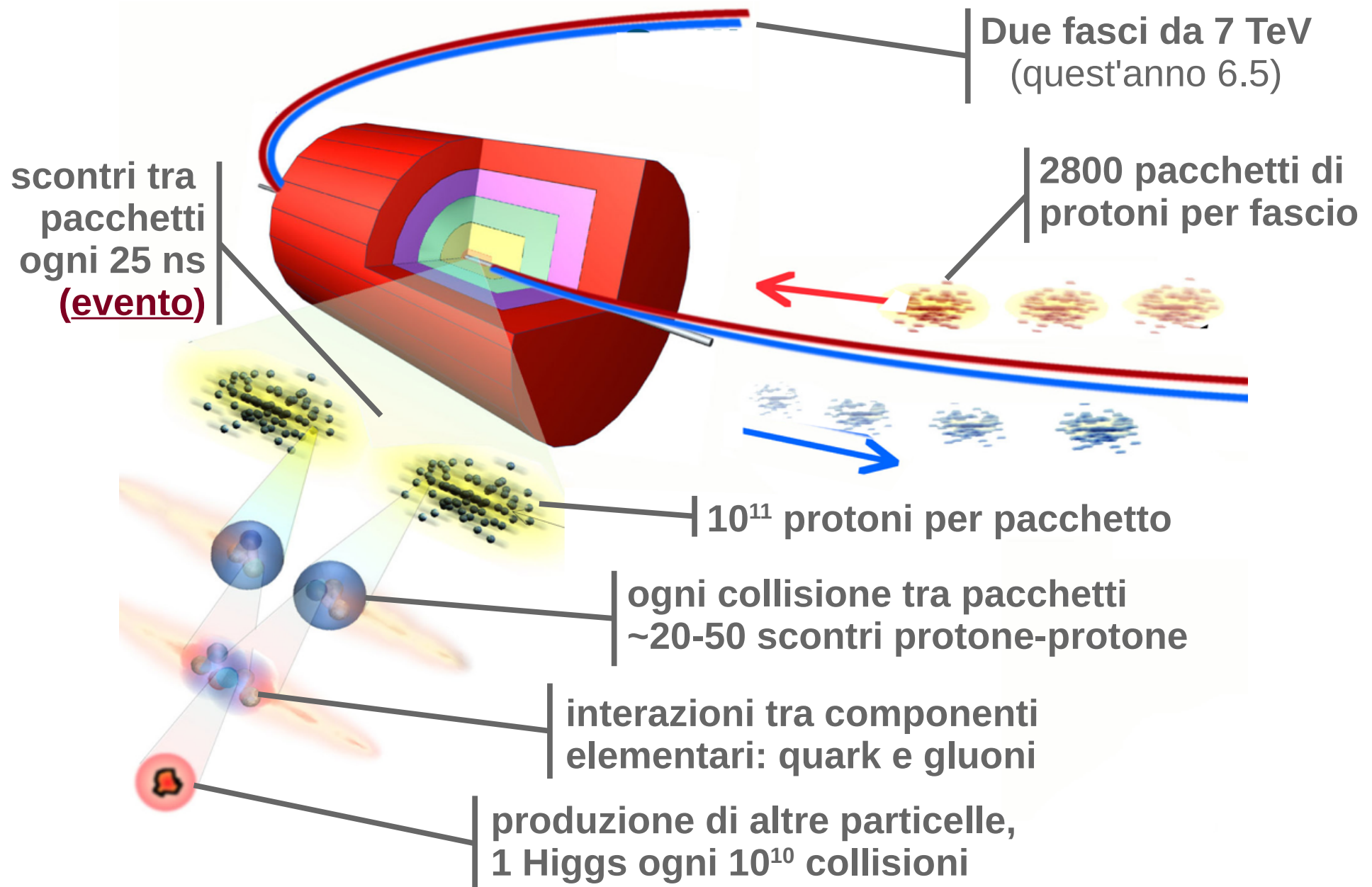
Canale - 2 fotoni



- 100 m sotto terra
- 27 km di circonferenza



Collisioni in LHC



Quanti sono 7 TeV

Quanti sono 7 TeV

- 7 Tev sono equivalenti all'energia di una zanzara che vola a 40 cm/s



Quanti sono 7 TeV

- 7 TeV sono equivalenti all'energia di una zanzara che vola a 40 cm/s
- Il protone è un milionesimo di un milionesimo più piccolo della zanzara
- Quindi 7 TeV sono tanti per un protone. Densità di energia elevata.



Quanti sono 7 TeV

- 7 Tev sono equivalenti all'energia di una zanzara che vola a 40 cm/s
- Il protone è un milionesimo di un milionesimo più piccolo della zanzara
- Quindi 7 TeV sono tanti per un protone. Densità di energia elevata.
- Facciamo il conto dell'energia totale:
 - 2800 pacchetti x
 - 10^{11} protoni per pacchetto x
 - 7 TeV = ?



Quanti sono 7 TeV

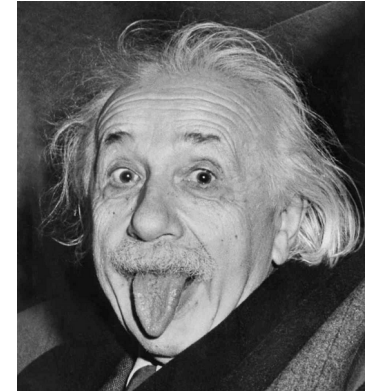
- 7 TeV sono equivalenti all'energia di una zanzara che vola a 40 cm/s
- Il protone è un milionesimo di un milionesimo più piccolo della zanzara
- Quindi 7 TeV sono tanti per un protone. Densità di energia elevata.
- Facciamo il conto dell'energia totale:
 - 2800 pacchetti x
 - 10^{11} protoni per pacchetto x
 - 7 TeV = ?
- La somma dell'energia di tutti i protoni che girano in LHC, in ogni momento, è pari a quella di un treno ad alta velocità a 250km/h



Come uso questi 7 TeV?

- Le particelle accelerando acquistano energia (relativistica)
- Al momento della collisione
 - Questa energia viene rilasciata
 - Produzione di nuove particelle
 - Con massa maggiore di quelle di partenza
- In LHC i protoni raggiungono
 - il 99.99991% della velocità della luce
 - Energia 7 TeV = 7000 volte l'energia corrispondente alla loro massa

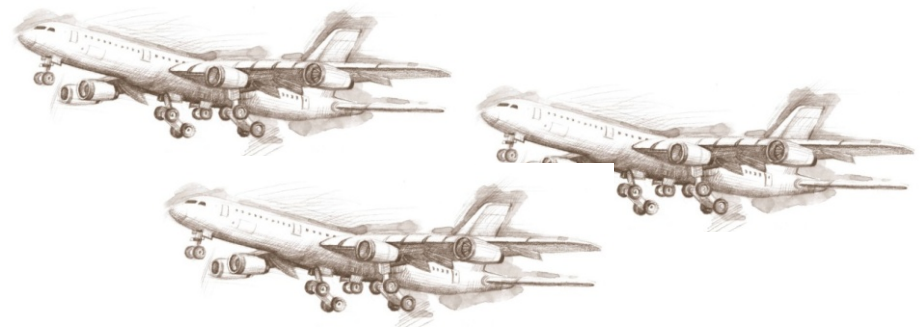
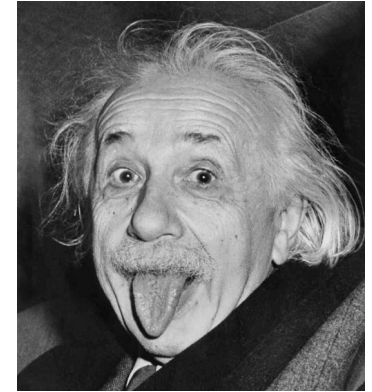
$$E = m c^2$$



Come uso questi 7 TeV?

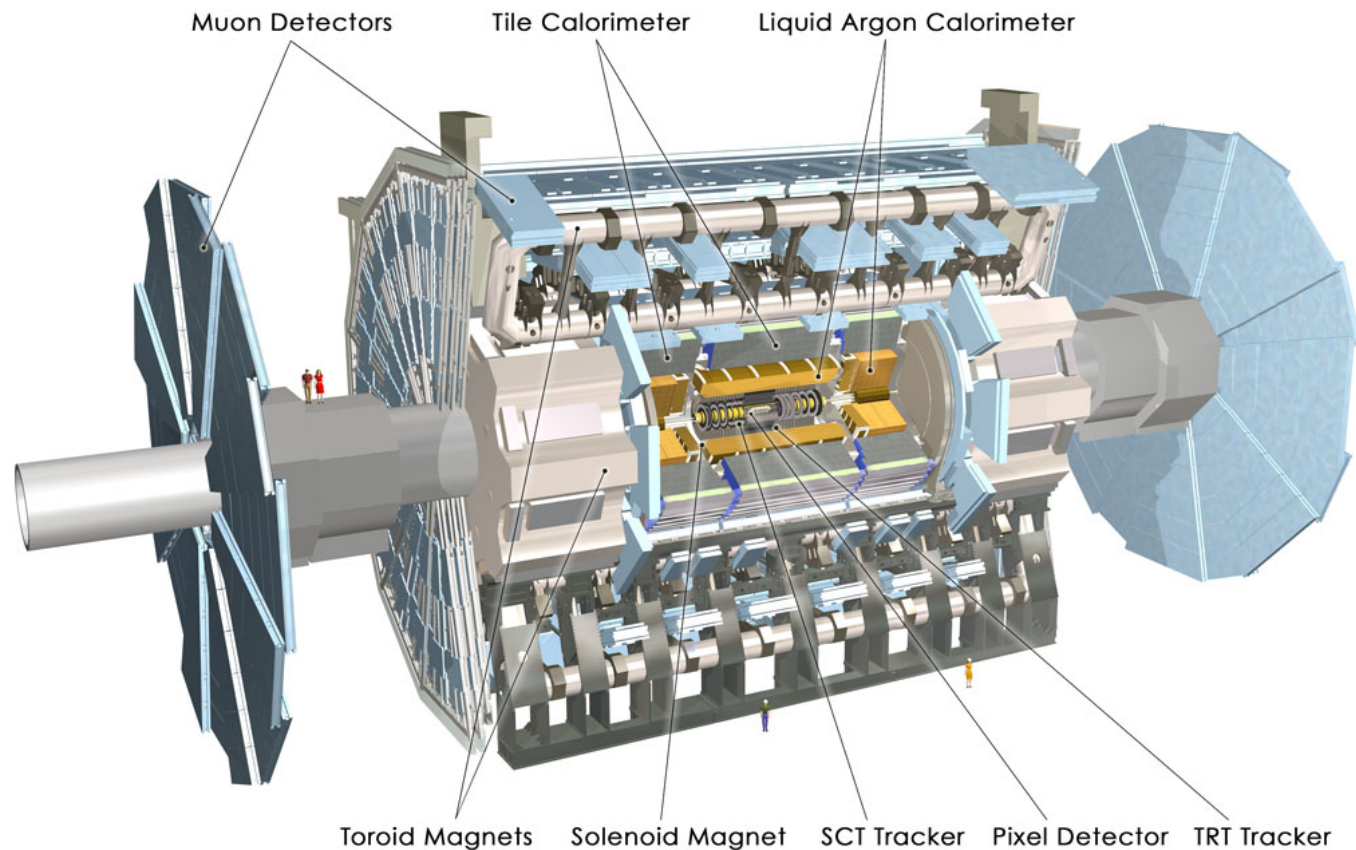
- Le particelle accelerando acquistano energia (relativistica)
- Al momento della collisione
 - Questa energia viene rilasciata
 - Produzione di nuove particelle
 - Con massa maggiore di quelle di partenza
- In LHC i protoni raggiungono
 - il 99.99991% della velocità della luce
 - Energia 7 TeV = 7000 volte l'energia corrispondente alla loro massa
- Equivalente a
 - due bici ad alta velocità con energia sufficiente a produrre 3 Airbus A380

$$E = m c^2$$



ATLAS

- Camere a Muoni
 - Identifica i muoni
 - Misura la quantità di moto dei muoni
- Calorimetri
 - Misura l'energia di particelle neutre e particelle cariche
- Detector Interno
 - Identifica la traccia delle particelle cariche
 - Serve per misurare la quantità di moto delle particelle cariche
- Sistema di Magneti
 - Curva le traiettorie delle particelle cariche
 - permettedno di misurarne la quantità di moto



Support Structure: 1000 tonnes

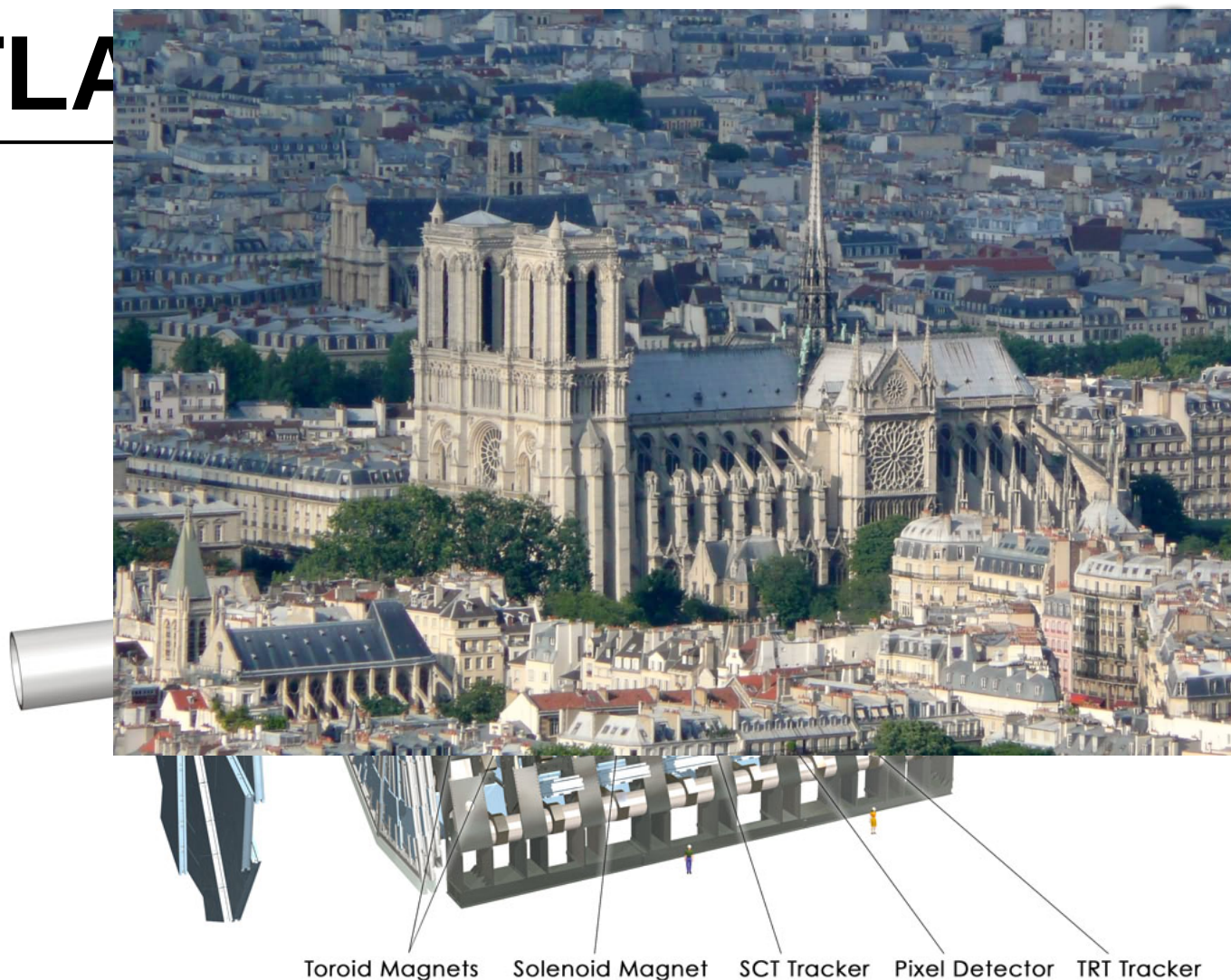
Total weight: 7000 tonnes

Diameter: 22 m

Length: 43 m

- 10^8 canali
- 3'000 Km di cavi

- Camere a Muoni
 - Identifica i muoni
 - Misura la quantità di moto dei muoni
- Calorimetri
 - Misura l'energia di particelle neutre e particelle cariche
- Detector Interno
 - Identifica la traccia delle particelle cariche
 - Serve per misurare la quantità di moto delle particelle cariche
- Sistema di Magneti
 - Curva le traiettorie delle particelle cariche
 - permettedno di misurarne la quantità di moto



Support Structure: 1000 tonnes

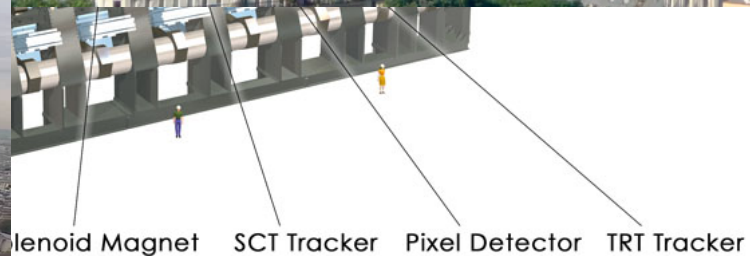
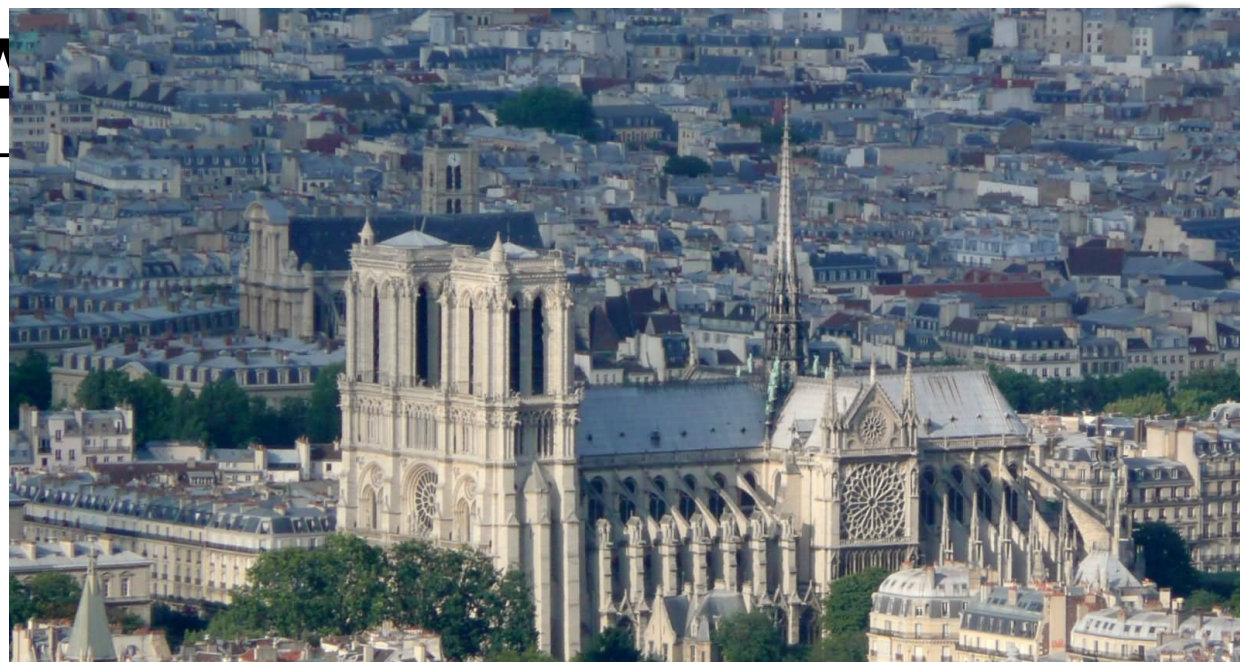
Total weight: 7000 tonnes

Diameter: 22 m

Length: 43 m

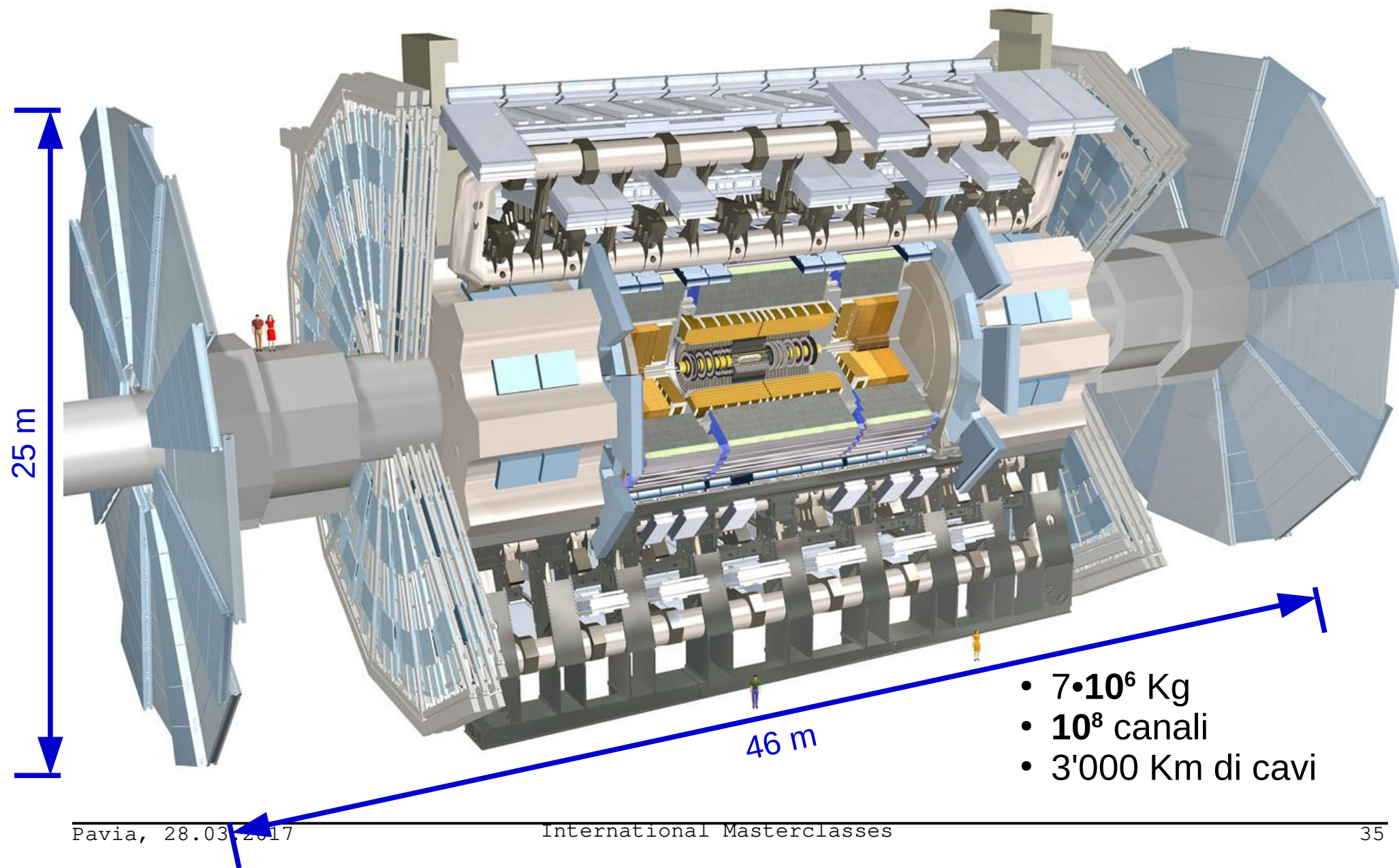
- **10⁸** canali
- 3'000 Km di cavi

- Camere a Muoni
 - Identifica i muoni
 - Misura la quantità di moto dei muoni
- Calorimetri
 - Misura l'energia di particelle

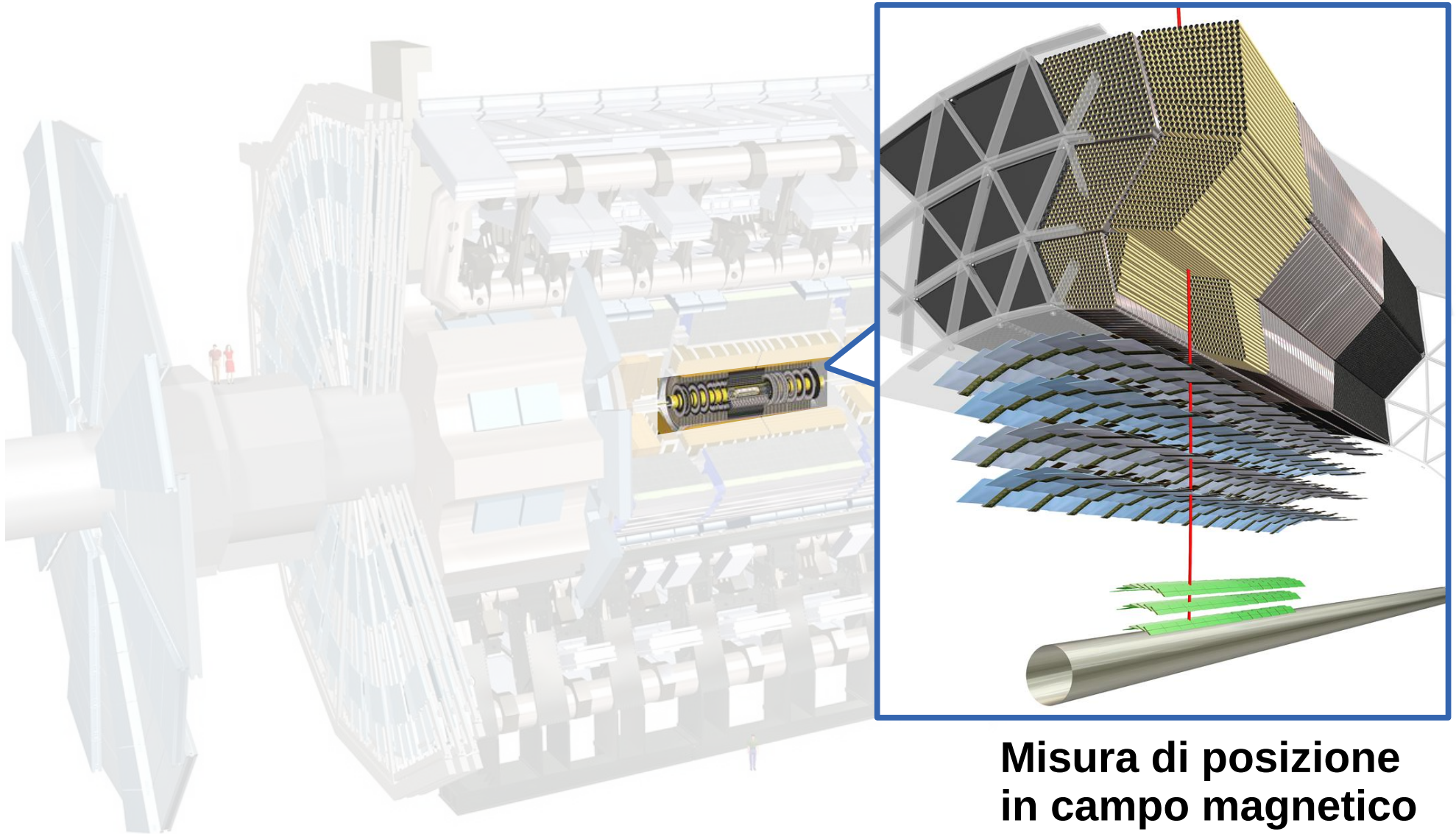


Structure: 1000 tonnes
Weight: 7000 tonnes
 Height: 22 m
 Diameter: 43 m

- 10^8 canali
- 3'000 Km di cavi

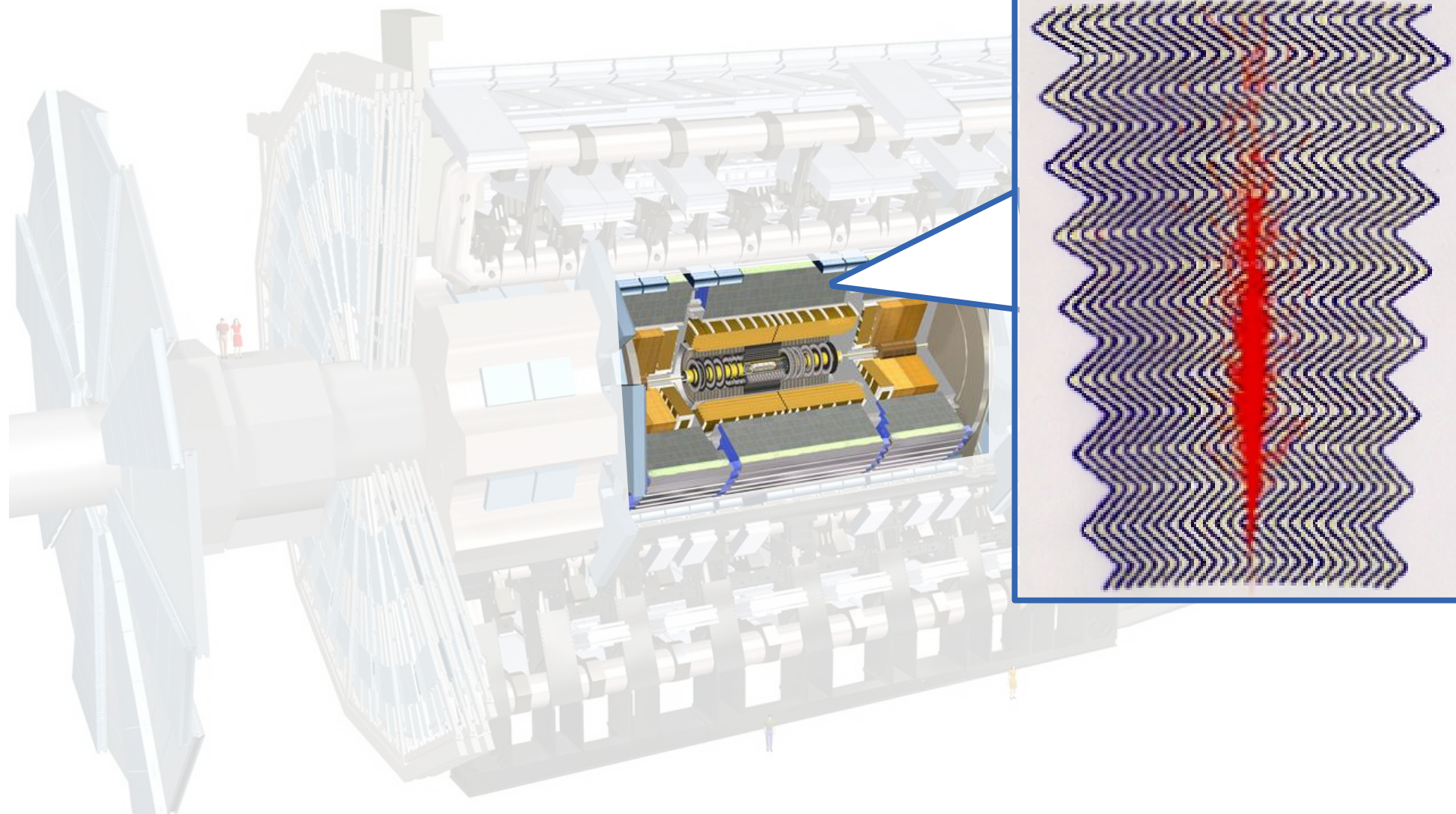


Tracciatore interno

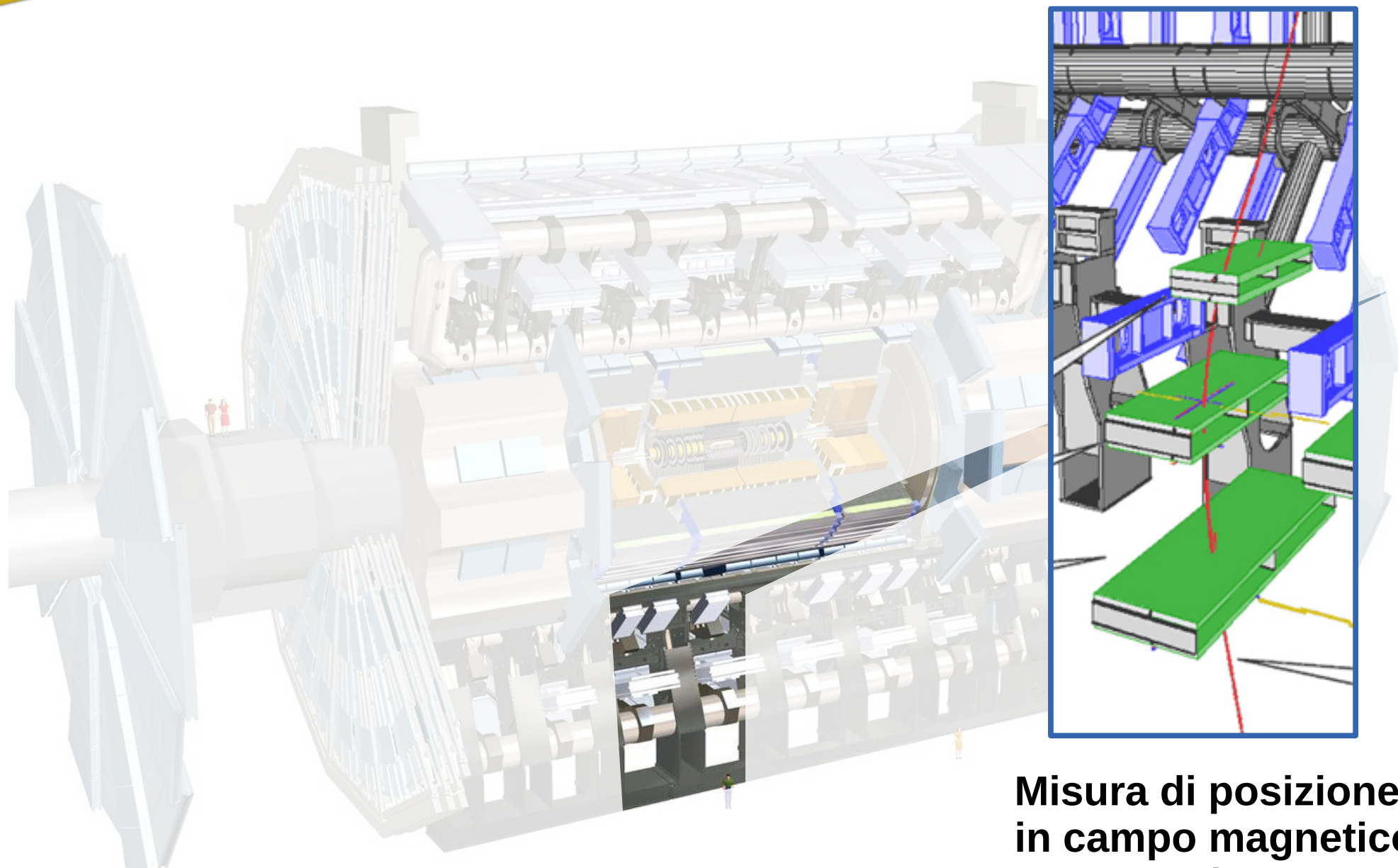


**Misura di posizione
in campo magnetico
(\rightarrow momento)**

Misura energia



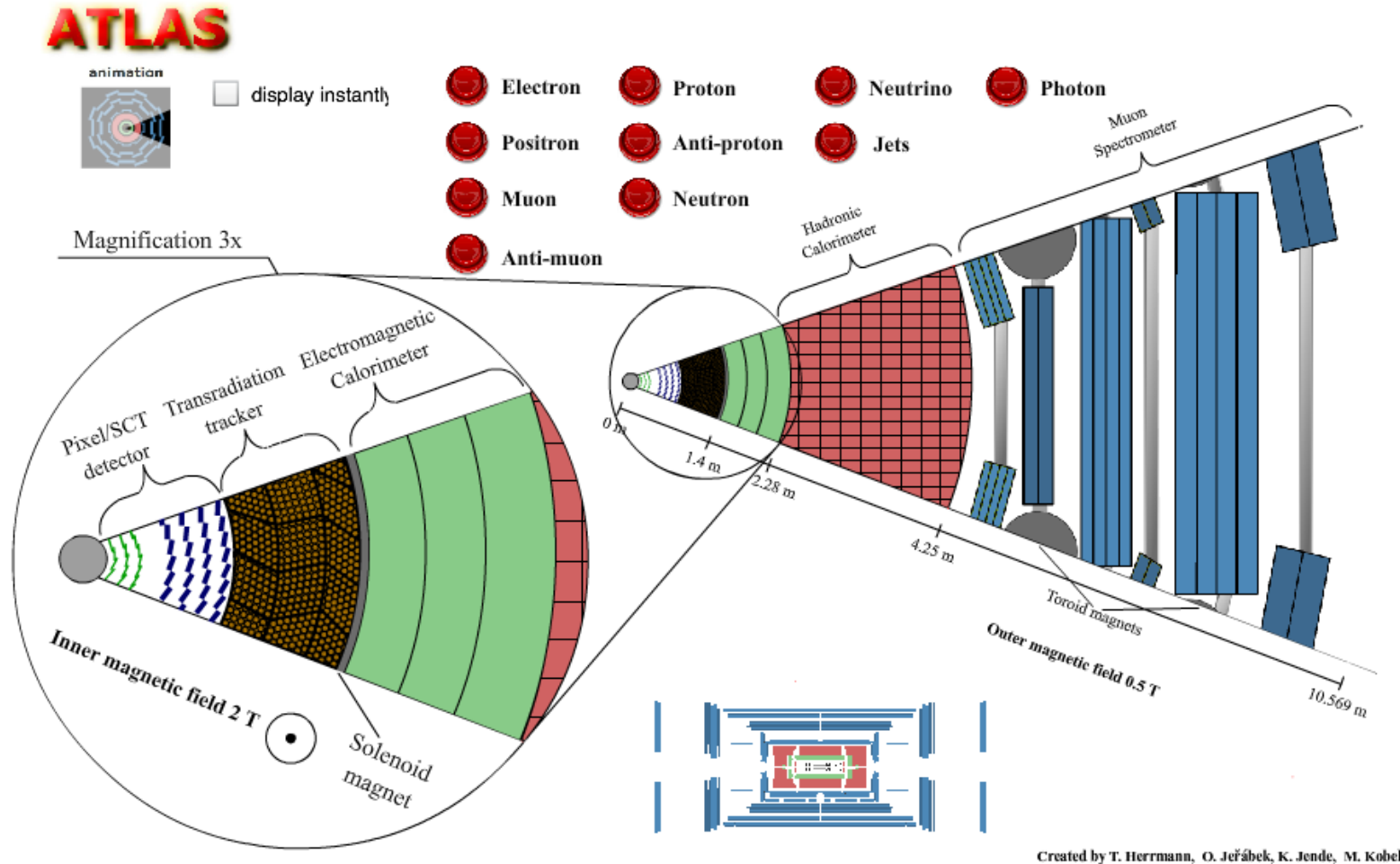
Camere a muoni



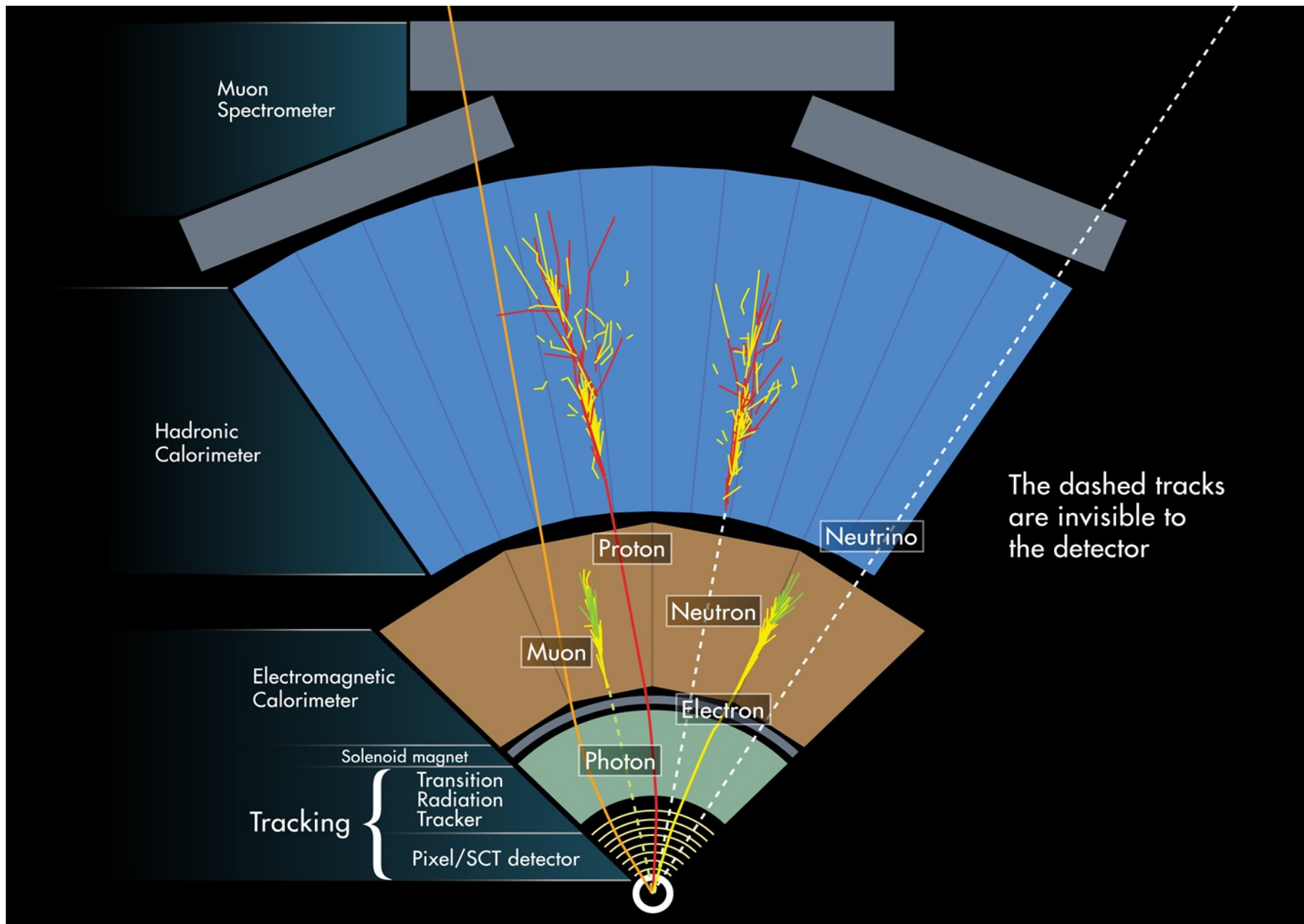
**Misura di posizione
in campo magnetico
(→ quantità di moto)**

Identificazione delle particelle

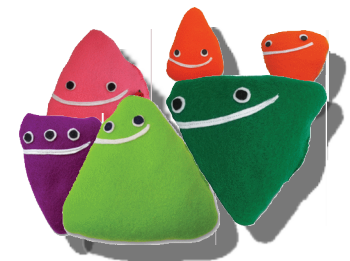
http://atlas.physicsmasterclasses.org/it/zpath_playwithatlas.htm



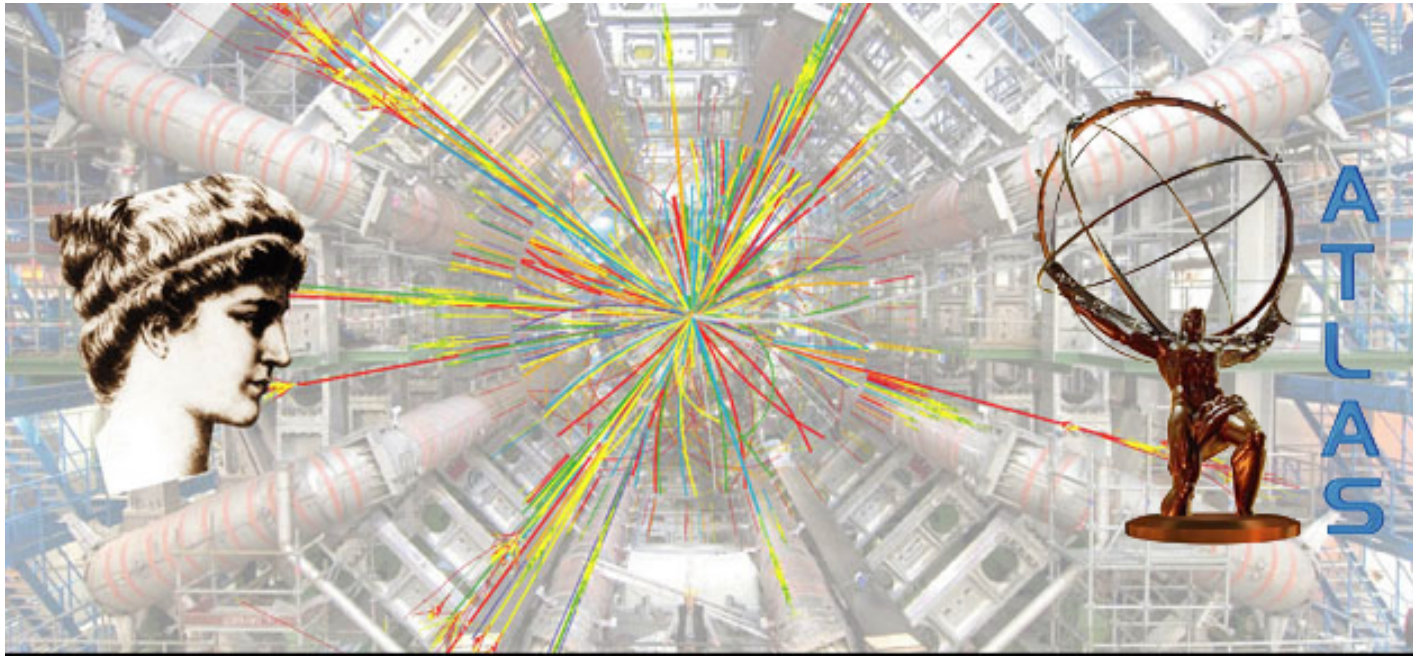
Identificazione delle particelle



- **Elettroni, positroni**
 - Tracce nel rivelatore interno
 - che puntano a depositi di energia nel calorimetro elettromagnetico
- **Muoni, antimuoni**
 - Tracce sia nel rivelatore interno
 - che nello spettrometro a muoni
- **Fotoni**
 - Depositi di energia nel calorimetro
 - senza tracce associate
 - o due elettroni collimati con $m_0 \sim 0$
- **Jet (decadimenti di quark e gluoni)**
 - “Fascio” di tracce
 - che puntano a depositi di energia
 - in entrambi i tipi di calorimetri
- **Neutrini**
 - Energia mancante
 - nel piano trasversale (perpendicolare) rispetto al fascio



Hypatia Event Viewer



UNIVERSITY
OF
ATHENS



INSTITUTE
OF PHYSICS
BELGRADE

H Y P A T I A
HYbrid Pupil's Analysis Tool for Interactions in ATLAS

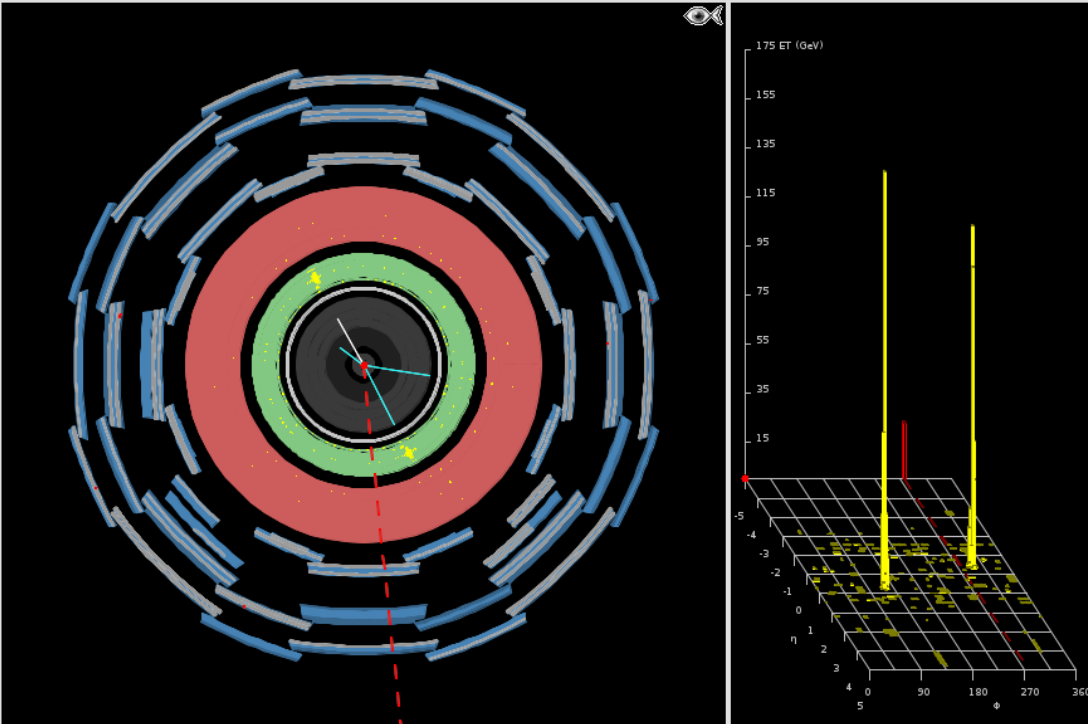
Hypatia Event Viewer

Hybrid Pupils' Analysis Tool for Interactions in ATLAS - version 7.4 - Invariant Mass Window

File View Histograms Preferences Help

File Name	ETMis [GeV]	Track	P [GeV]	+/-	Pt [GeV]	ϕ	η	M(2) [GeV]	M(eeee) [GeV]	M(eemm) [GeV]	M(mmmm) [GeV]	e/m/g
event002.xml	23.199	Tracks 0	217.0	-	42.6	-1.479	2.310	94.165				e
		Tracks 76	93.3	+	42.9	1.779	1.413					e
event003.xml	22.805	Tracks 184	449.7	+	423.3	-1.090	-0.352	994.430				e
		Tracks 247	567.5	-	434.3	2.080	0.764					e

Canvas Window - File: event003.xml Run: 110158020 Event: 3101



HYPATIA - Track Momenta Window

Previous Event Next Event Electron Muon Photon Delete Track Reset Canvas

ETHis: 22.805 GeV ϕ : -1.466 rad Collection: MET_RefFinal

/home/negri/MasterClasses/groupA.zip/event003.xml

Track	+/-	P [GeV]	Pt [GeV]	ϕ	θ
Tracks 4	-	9.77	9.42	-0.195	1.302
Tracks 184	+	449.71	423.28	-1.090	1.915
Tracks 218	-	28.13	5.75	2.487	2.936
Tracks 247	-	567.48	434.30	2.080	0.872

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	> 5.0 GeV
MuonDet	<input type="checkbox"/> Pt2	< 700.0 MeV
Objects	<input checked="" type="checkbox"/> d0	< 2.5 mm
ATLAS	<input checked="" type="checkbox"/> z0	< 20.0 cm
	<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

Finestra grafica

Hybrid Pupils' Analysis Tool for Interactions in ATLAS - version 7.4 - Invariant Mass Window

	P [GeV]	+/-	Pt [GeV]	ϕ	η	M(2) [GeV]	M(eeee) [GeV]	M(eemm) [GeV]	M(mmmm) [GeV]	e/m/g
event002.xml	217.0	-	42.6	-1.479	2.310	94.165				e
	93.3	+	42.9	1.779	1.413					e
event003.xml	449.7	+	423.3	-1.090	-0.352	994.430				e
	567.5	-	434.3	2.080	0.764					e

Vista trasversale

Canvas Window - File: event003.xml Run: 110158020 Event: 3101

HYPATIA - Track Momenta Window

Previous Event Next Event Electron Muon Photon Delete Track Reset Canvas

ETHis: 22.805 GeV ϕ : -1.466 rad Collection: MET_Reffinal

/home/negri/MasterClasses/groupA.zip/event003.xml

Tracks	Track	+/-	P [GeV]	Pt [GeV]	ϕ	θ
Tracks 4			9.77	9.42	-0.195	1.302
Trac						
Tra						

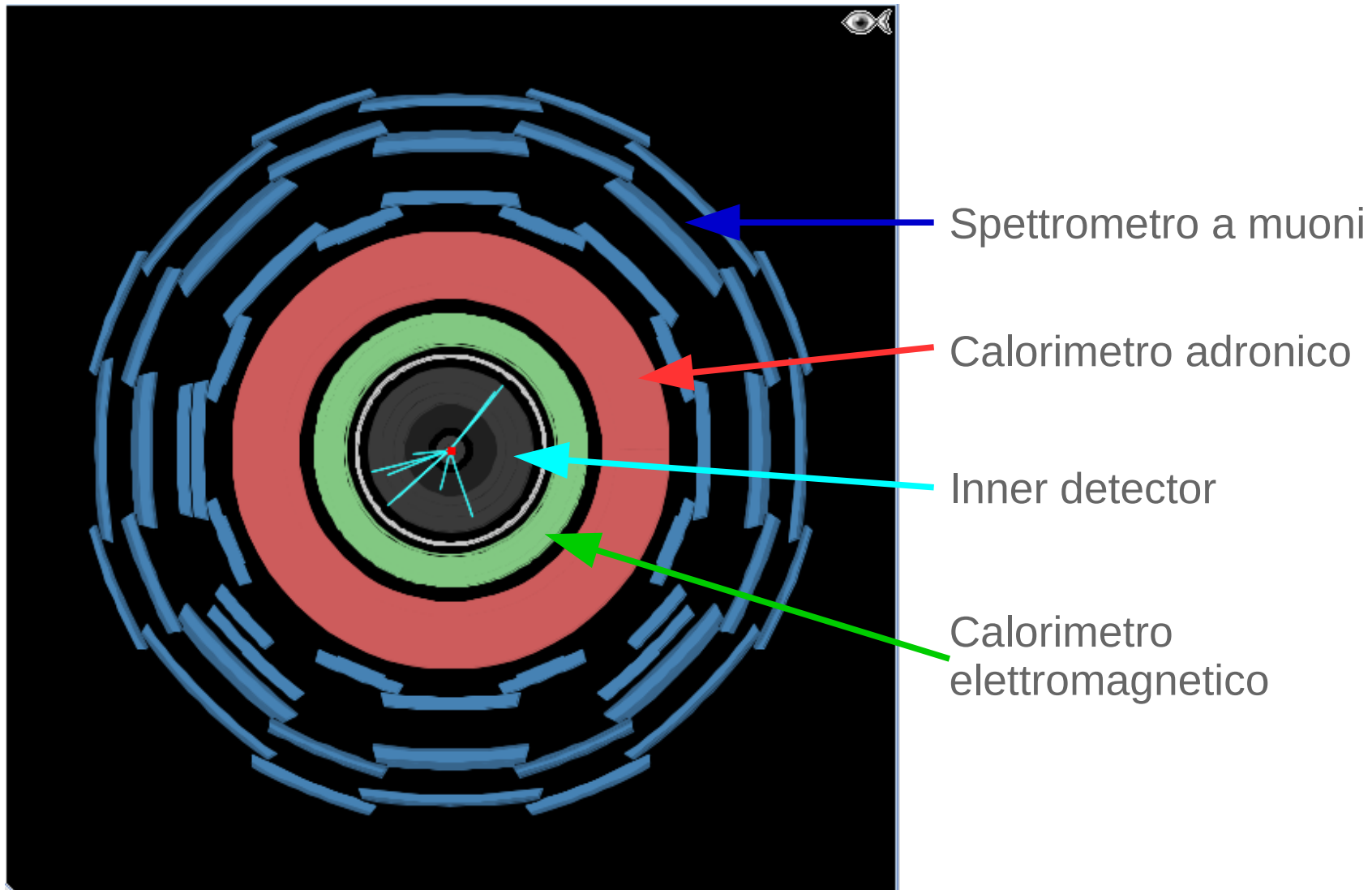
Vista del piano di calorimetria "srotolato"

Parameter Control

Projection Data

InDet	Name	Value
Calo		
MuonDet	<input checked="" type="checkbox"/> PT	> 5.0 GeV
Objects	<input type="checkbox"/> PT2	< 10 MeV
AS	<input type="checkbox"/> z0	< 100 mm
	<input checked="" type="checkbox"/> z0	
	<input type="checkbox"/> d0	
	<input type="checkbox"/> z0-	
	Layer	> 0
	Number Pixel Hits	>= 2

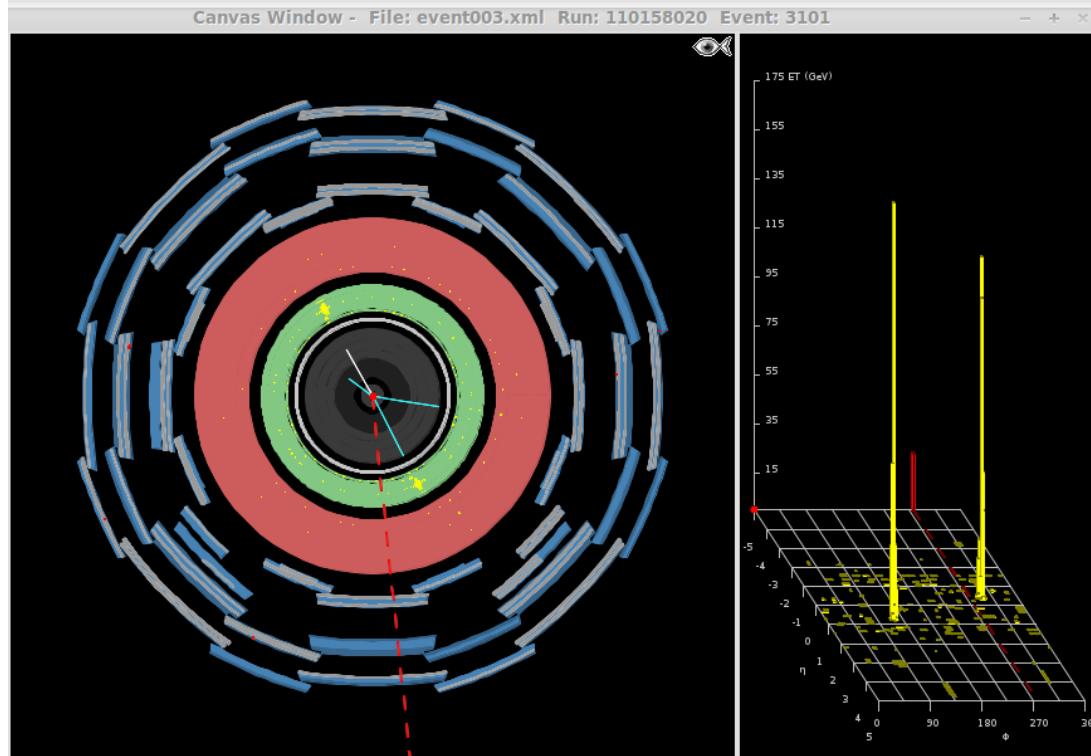
Vista longitudinale



Finestra grafica

Hybrid Pupils' Analysis Tool for Interactions in ATLAS - version 7.4 - Invariant Mass Window

File Name	ETMis [GeV]	Track	P [GeV]	+/-	Pt [GeV]	ϕ	η	M(2) [GeV]	M(eeee) [GeV]	M(eemm) [GeV]	M(mmmm) [GeV]	e/m/g
event002.xml	23.199	Tracks 0	217.0	-	42.6	-1.479	2.310	94.165				e
		Tracks 76	93.3	+	42.9	1.779	1.413					e
event003.xml	22.805	Tracks 184	449.7	+	423.3	-1.090	-0.352	994.430				e
		Tracks 247	567.5	-	434.3	2.080	0.764					e



HYPATIA - Track Momenta Window

Previous Event Next Event Electron Muon Photon Delete Track Reset Canvas

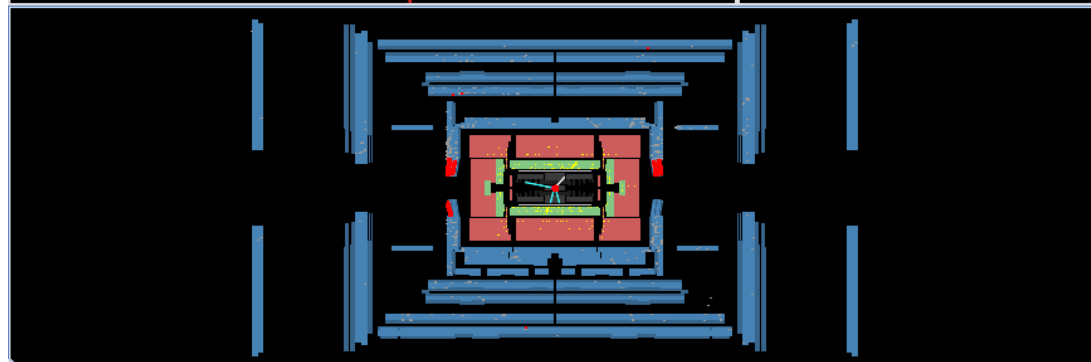
ETHis: 22.805 GeV ϕ : -1.466 rad Collection: MET_Reffinal

/home/negri/MasterClasses/groupA.zip/event003.xml

Track	+/-	P [GeV]	Pt [GeV]	ϕ	θ
Tracks 4	-	9.77	9.42	-0.195	1.302
Tracks 184	+	449.71	423.28	-1.090	1.915
Tracks 218	-	28.13	5.75	2.487	2.936
Tracks 247	-	567.48	434.30	2.080	0.872

Col mouse è possibile

- selezionare una traccia
- fare lo zoom



HYPATIA - Control Window

Parameter Control Interaction and Window Control

Projection Data Cuts InDet Calo MuonDet

InDet	Calo	MuonDet	Objects	ATLAS	Name	Value
		<input checked="" type="checkbox"/>			Pt	> 5.0 GeV
					Pt2	< 700.0 MeV
			<input checked="" type="checkbox"/>		d0	< 2.5 mm
			<input checked="" type="checkbox"/>		z0	< 20.0 cm
			<input type="checkbox"/>		d0 Loose	< 2.0 cm
			<input type="checkbox"/>		z0-zVtx	< 2.5 mm
					Layer	> 0
					Number Pixel Hits	>= 2

Tasto per modalità zoom

Tasto per modalità selezione

Finestra di controllo

Hybrid Pupils' Analysis Tool for Interactions in ATLAS - version 7.4 - Invariant Mass Window

Avanzamento eventi

numero evento

Canvas Window - File: event003.xml Run: 110158020 Event: 3101

PATIA - Track Momenta Window

ETHis: 22.805 GeV ϕ : -1.466 rad Collection: MET_RefFinal

Tracks

Track	+/-	P [GeV]	Pt [GeV]	ϕ	θ
Tracks 4	-	9.77	9.42	-0.195	1.302
Tracks 184	+	449.71	423.28	-1.090	1.915
Tracks 218	-	28.13	5.75	2.487	2.936
Tracks 247	-	567.48	434.30	2.080	0.872

Physics Objects

HYPATIA - Control Window

Parameter Control Interaction and Window Control Output Display

Projection Data Cuts InDet Calo MuonDet Objects Geometry

InDet	Name	Value
Calo	<input type="checkbox"/> Pt	> 5.0 GeV
MuonDet	<input checked="" type="checkbox"/> Pt2	< 700.0 MeV
Objects	<input checked="" type="checkbox"/> d0	< 2.5 mm
ATLAS	<input checked="" type="checkbox"/> z0	< 20.0 cm
	<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

Analisi tracce:
selezionando una riga la corrispondente traccia nella finestra grafica viene colorata di bianco

Finestra massa invariante

Hybrid Pupils' Analysis Tool for Interactions in ATLAS - version 7.4 - Invariant Mass Window

File Name	ETMis [GeV]	Track	P [GeV]	+/-	Pt [GeV]	ϕ	η	M(2) [GeV]	M(eeee) [GeV]	M(eemm) [GeV]	M(mmmm) [GeV]	e/m/g
event002.xml	23.199	Tracks 0	217.0	-	42.6	-1.479	2.310	94.165				e
		Tracks 76	93.3	+	42.9	1.779	1.413					e
event003.xml	22.805	Tracks 184	449.7	+	423.3	-1.090	-0.352	994.430				e
		Tracks 247	567.5	-	434.3	2.080	0.764					e

Canvas Window - File: event003.xml Run: 110158020 Event: 3101

HYPATIA - Track Momenta Window

Previous Event Next Event Electron Muon Photon Delete Track Reset Canvas

ETHis: 22.805 GeV ϕ : -1.466 rad Collection: MET_RefFinal

/home/negri/MasterClasses/groupA.zip/event003.xml

Track	+/-	P [GeV]	Pt [GeV]	ϕ	θ
Tracks 4	-	9.77	9.42	-0.195	1.302
Tracks 184	+	449.71	423.28	-1.090	1.915
Tracks 218	-	28.13	5.75	2.487	2.936
Tracks 247	-	567.48	434.30	2.080	0.872

massa invariante

Menu file
Per il salvataggio delle masse alla fine dell'analisi di tutti i 50 eventi "Export Invariant Masses"

- **Calcola massa invariante**
 - di ogni coppia di fotoni o
 - di leptoni di carica opposta
- **Inserimento tracce**
 - selezionare riga della traccia
 - premere tasto opportuno
- **Rimozione tracce**
 - selezionare traccia
 - premere "delete track"

Hybrid Pupils' Analysis Tool for Interactions in ATLAS - version 7.4 - Invariant Mass Window

File Name	ETMis [GeV]	Track	P [GeV]	+/-	Pt [GeV]	ϕ	η	M(2) [GeV]	M(eeee) [GeV]	M(eemm) [GeV]	M(mmmm) [GeV]	e/m/g
event002.xml	23.199	Tracks 0	217.0	-	42.6	-1.479	2.310	94.165				e
		Tracks 76	93.3	+	42.9	1.779	1.413					e
event003.xml	22.805	Tracks 184	449.7	+	423.3	-1.090	-0.352	994.430				e
		Tracks 247	567.5	-	434.3	2.080	0.764					e

Canvas Window - File: event003.xml Run: 110158020 Event: 3101

HYPATIA - Track Momenta Window

Previous Event Next Event Electron Muon Photon Delete Track Reset Canvas

ETHis: 22.805 GeV ϕ : -1.466 rad Collection: MET_Reffinal

/home/negri/MasterClasses/groupA.zip/event003.xml

Track	+/-	P [GeV]	Pt [GeV]	ϕ	θ
Tracks 4	-	9.77	9.42	-0.195	1.302
Tracks 184	+	449.71	423.28	-1.090	1.915
Tracks 218	-	28.13	5.75	2.487	2.936
Tracks 247	-	567.48	434.30	2.080	0.872

Taglio sulle tracce

- Visualizzazione delle sole con momento superiore alla soglia
- Partire sempre da 5 GeV

HYPATIA - Control Window

Parameter Control Interaction and Window Control Output Display

Projection Data **Cuts** InDet Calo MuonDet Objects Geometry

InDet	Calo	MuonDet	Objects	ATLAS	Name	Value
		<input checked="" type="checkbox"/>			Pt	> 5.0 GeV
		<input type="checkbox"/>			Pt2	< 700.0 MeV
		<input checked="" type="checkbox"/>			d0	< 2.5 mm
		<input checked="" type="checkbox"/>			z0	< 20.0 cm
		<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

Hypatia Event Viewer

Hybrid Pupils' Analysis Tool for Intermediate Energy Particle Physics

File View Histograms Preferences Help

File Name	ETMis [GeV]	Track	P [GeV]	M(2) [GeV]	M(eeee) [GeV]
event002.xml	23.199	Tracks 0	217.0	- 42.6	94.165
		Tracks 76	93.3	+ 42.9	
event003.xml	22.805	Tracks 184	449.7	+ 423.3	994.430
		Tracks 247	567.5	- 434.3	

Masse invarianti

Inserimento tracce per calcolo masse

Avanzamento eventi

Vista trasversale (dalla linea del fascio)

Sviluppo piano celle calorimetro

Vista longitudinale

HYPATIA - Track Moments Window

Previous Event Next Event Electron Muon Photon Delete Track Reset Canvas

ETMis: 22.805 GeV ϕ : -1.466 rad Collection: MET_RefFinal

/home/negri/MasterClasses/groupA.zip/event003.xml

Tracks	Track	+/-	P [GeV]	Pt [GeV]	ϕ	θ
Tracks 4	-	9.77	9.42	-0.195	1.302	
Tracks 184	+	449.71	423.28	-1.090	1.915	
Tracks 218	-	28.13	5.75	2.487	2.936	
Tracks 247	-	567.48	434.30	2.080	0.872	

Scheda oggetti: fotoni

Scheda tracce: elettroni e muoni

Tasti cambio modalità: zoom / selezione

HYPATIA - Control Window

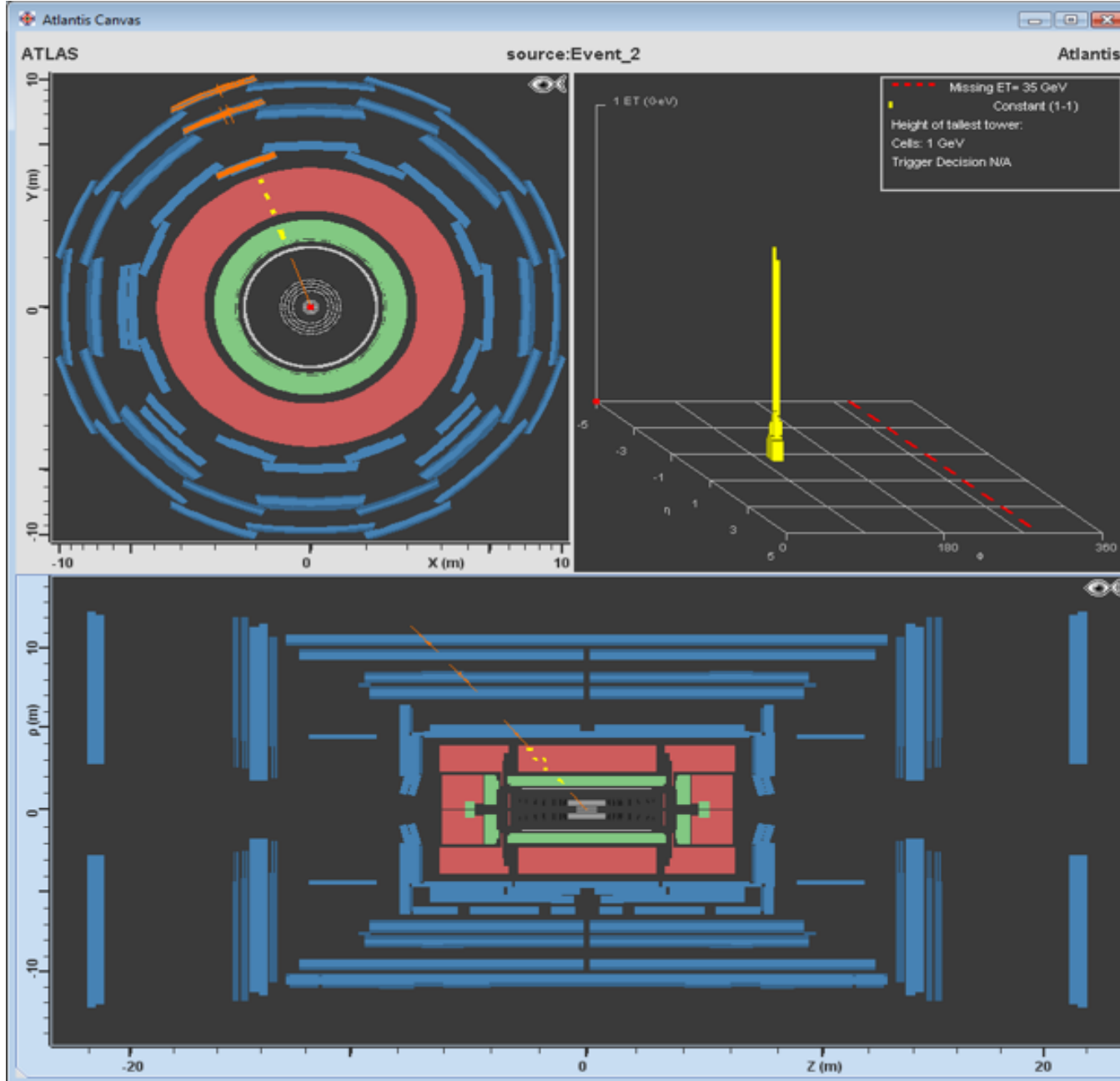
Parameter Control Interaction and Window Control Output Display

Projection Data Cuts InDet Calo MuonDet Objects Geometry

InDet	Name	Value
Calo		
MuonDet	<input checked="" type="checkbox"/> Pt	> 5.0 GeV
Objects	<input type="checkbox"/> Pt2	700.0 MeV
ATLAS	<input checked="" type="checkbox"/> d0	2.5 mm
	<input checked="" type="checkbox"/> z0	< 20.0 cm
	<input type="checkbox"/> Layer	> 0
	<input type="checkbox"/> Number Pixel Hits	>= 2

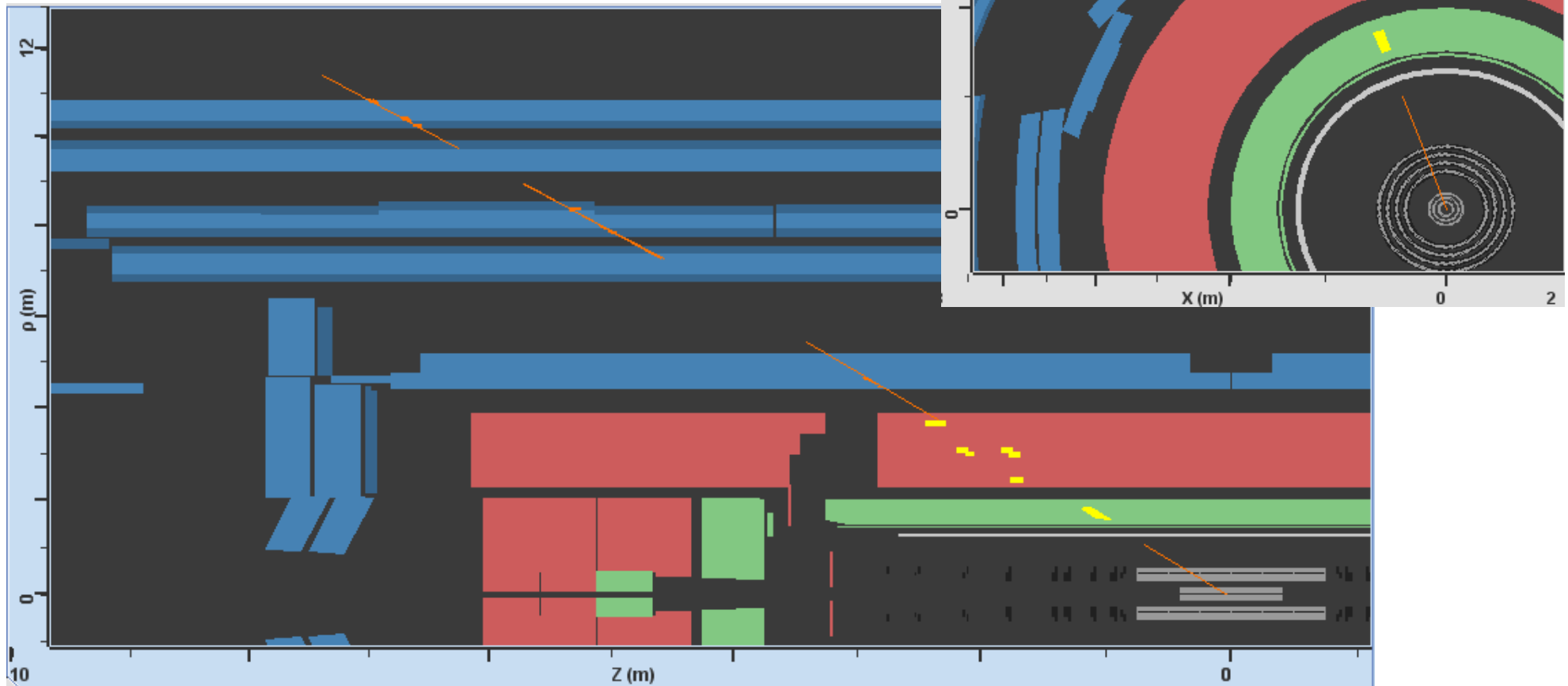
Taglio momento tracce

Identikit: (anti)muoni

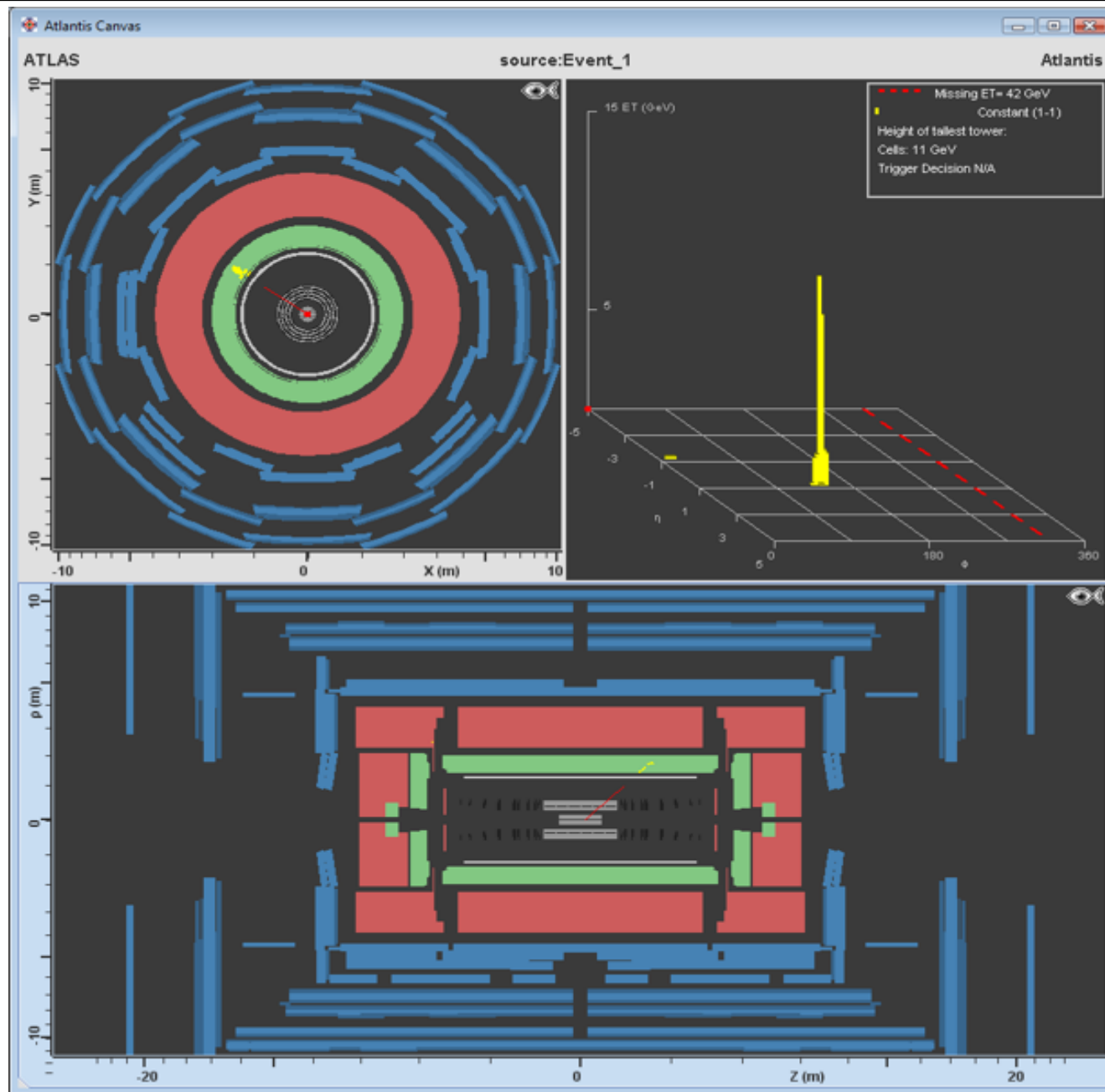


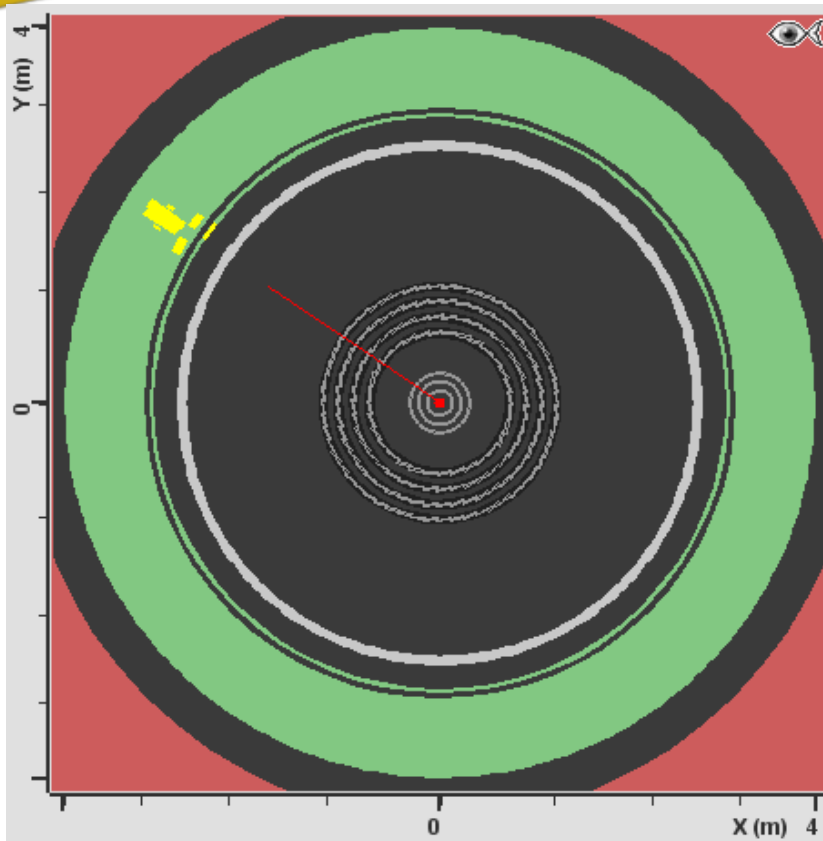
Identikit: (anti)muoni

Traccia nel rivelatore interno
e nello spettrometro senza
significativi depositi di
energia nei calorimetri

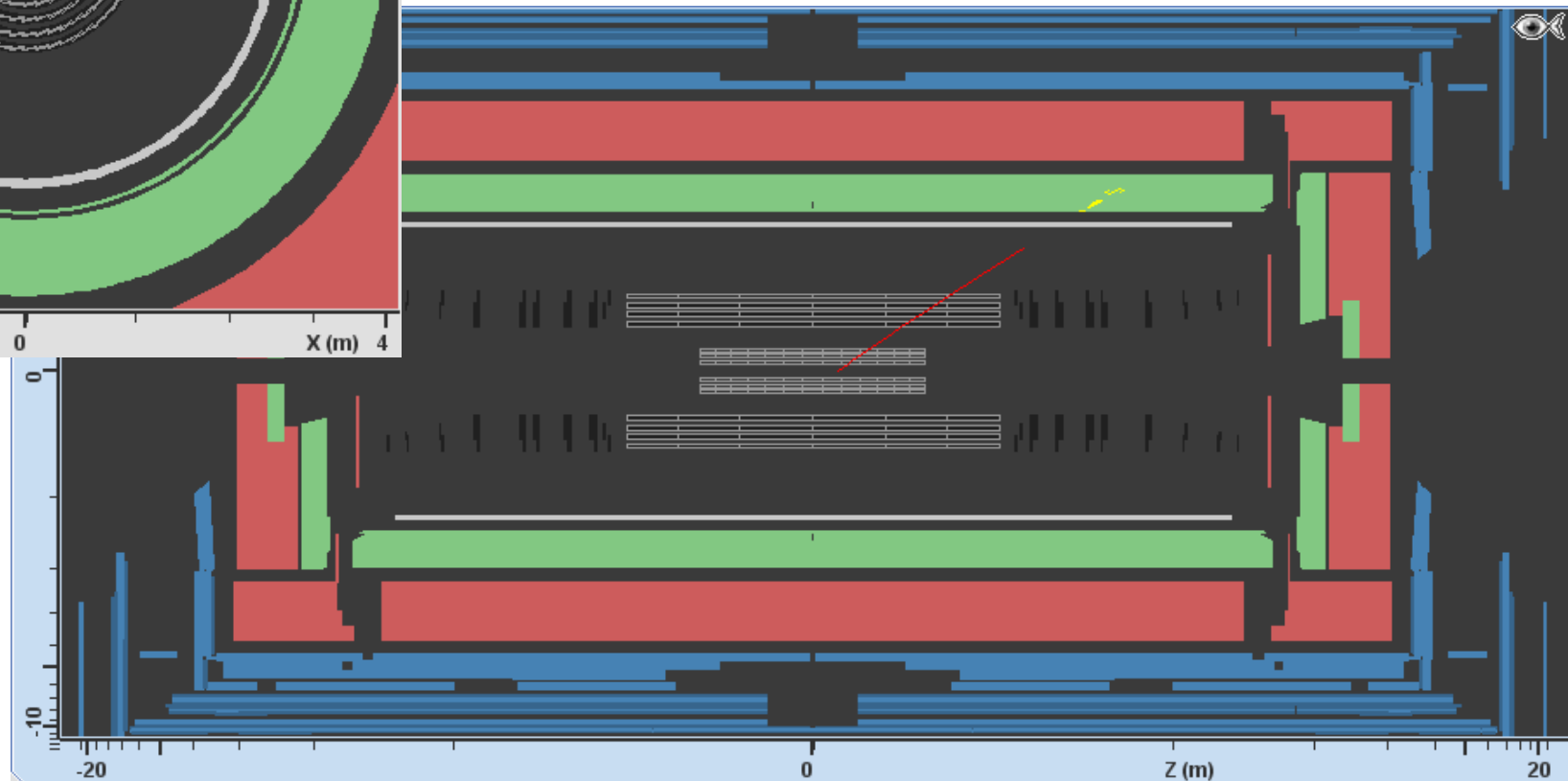


Identikit: elettroni/positroni

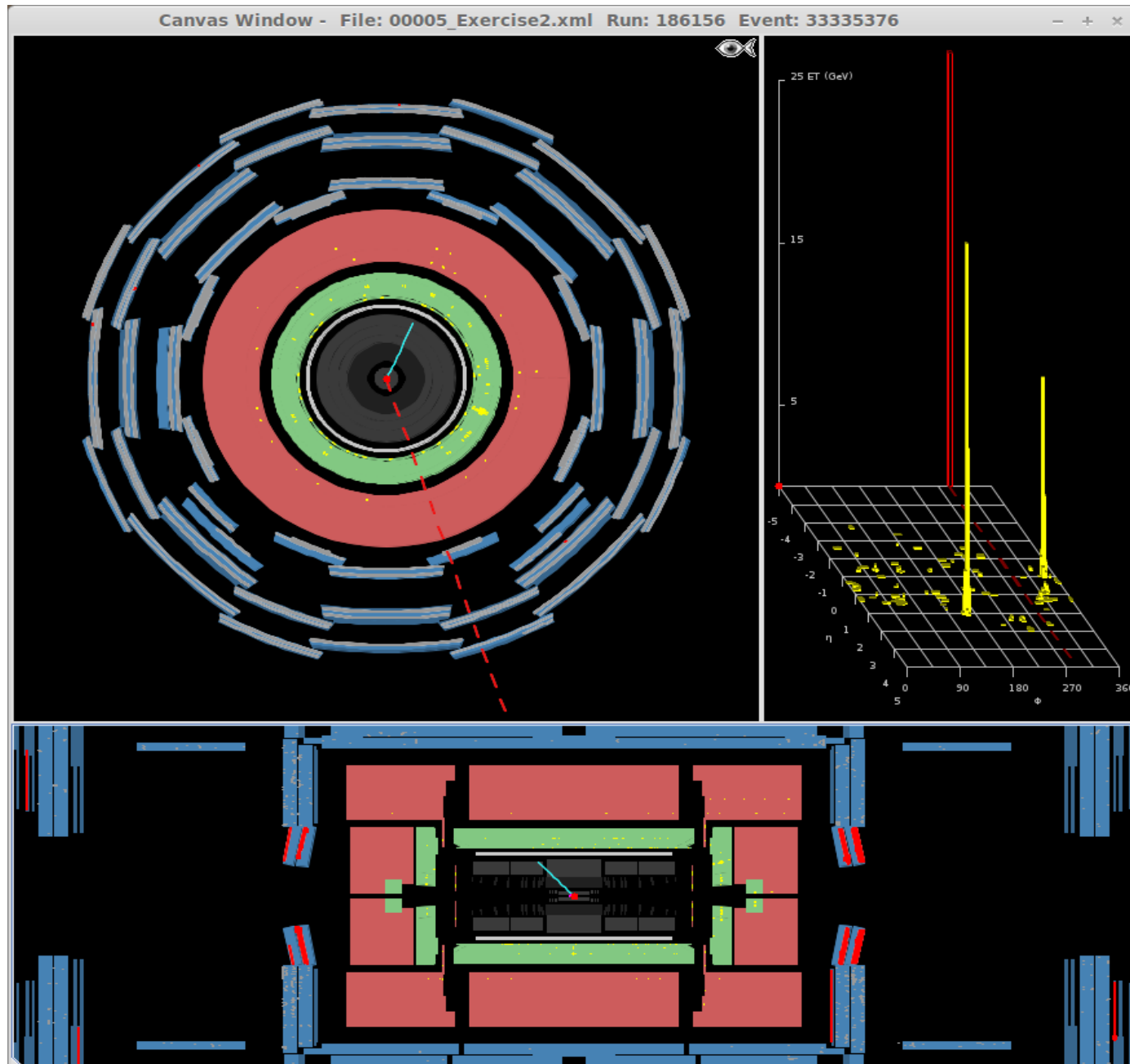




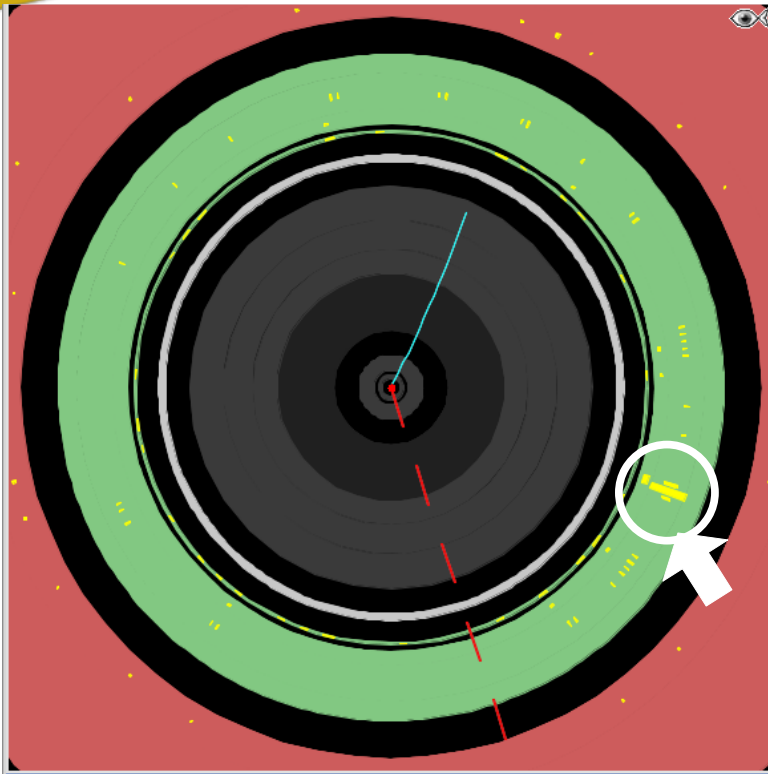
Tracce nel rivelatore interno
che puntano a depositi di
energia nel calorimetro
elettromagnetico



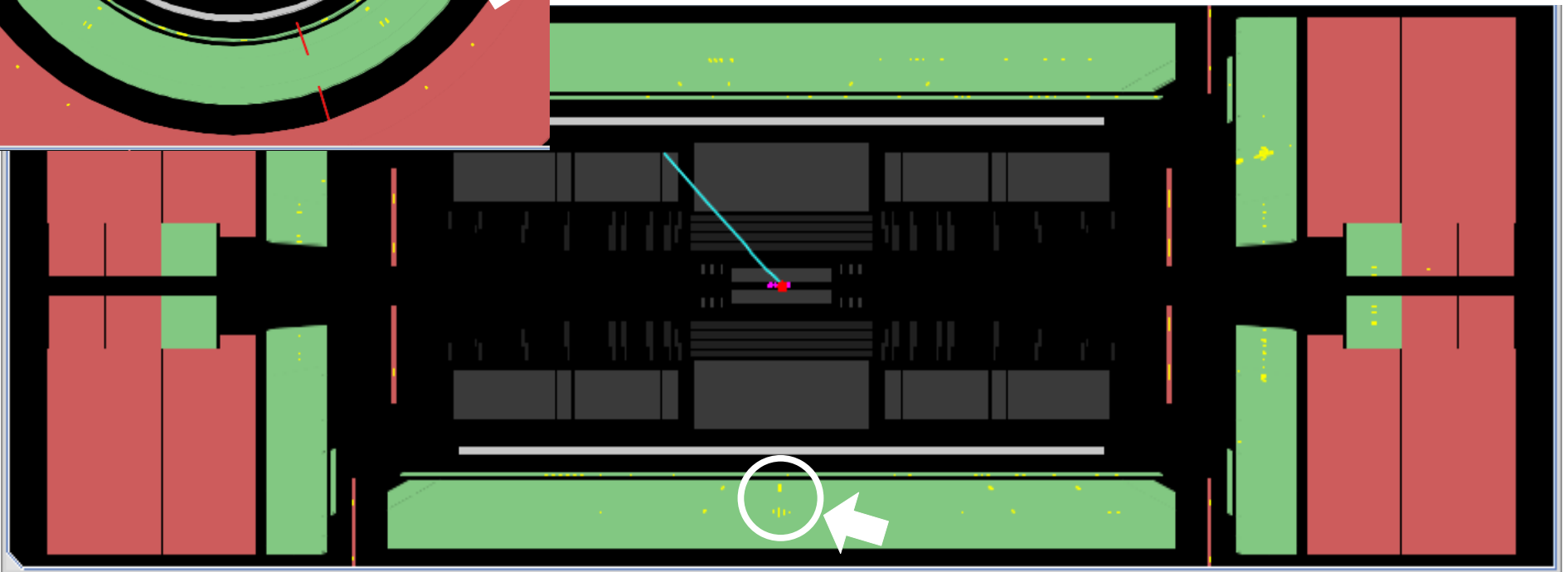
Identikit: fotoni



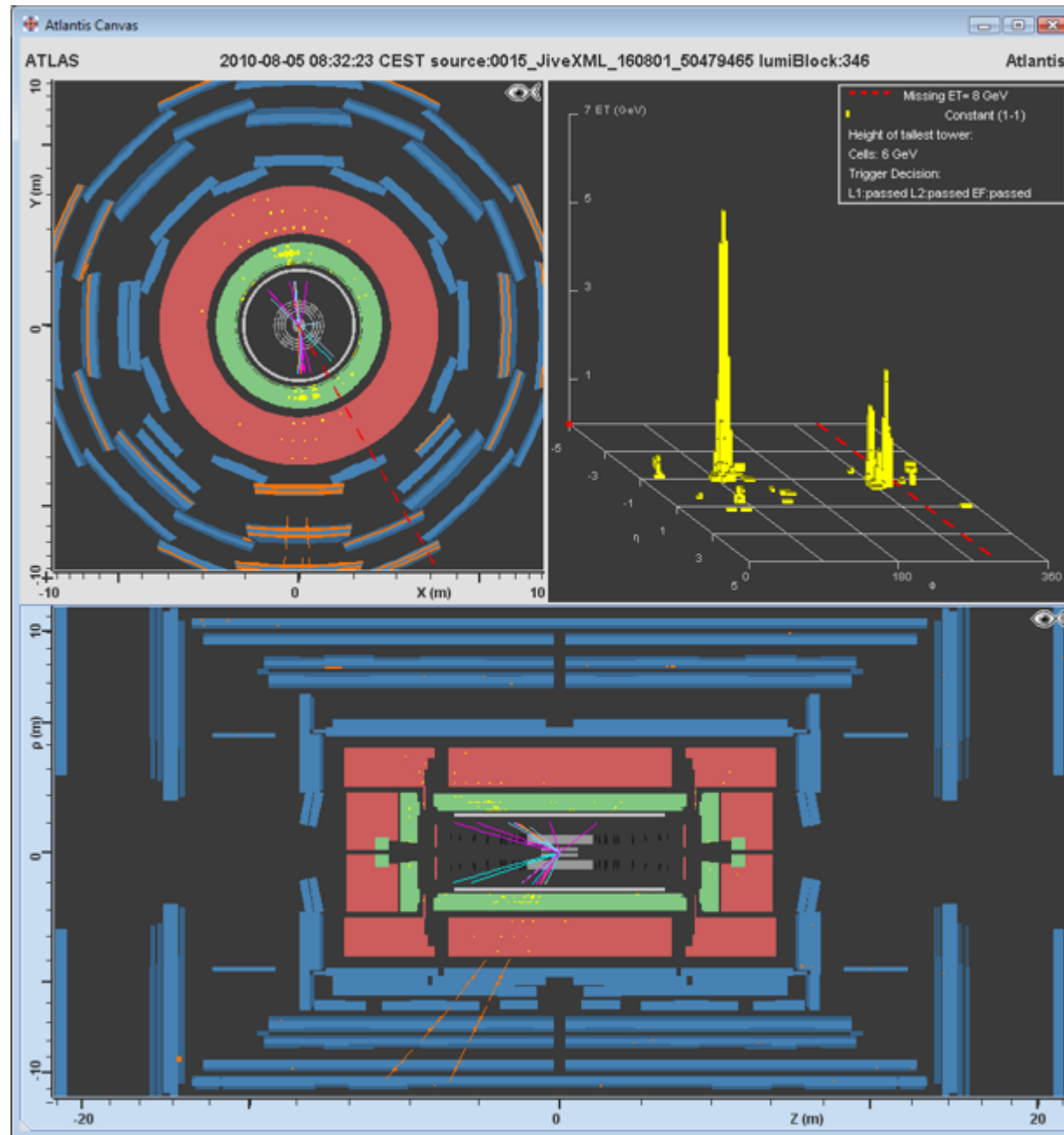
Identikit: fotoni



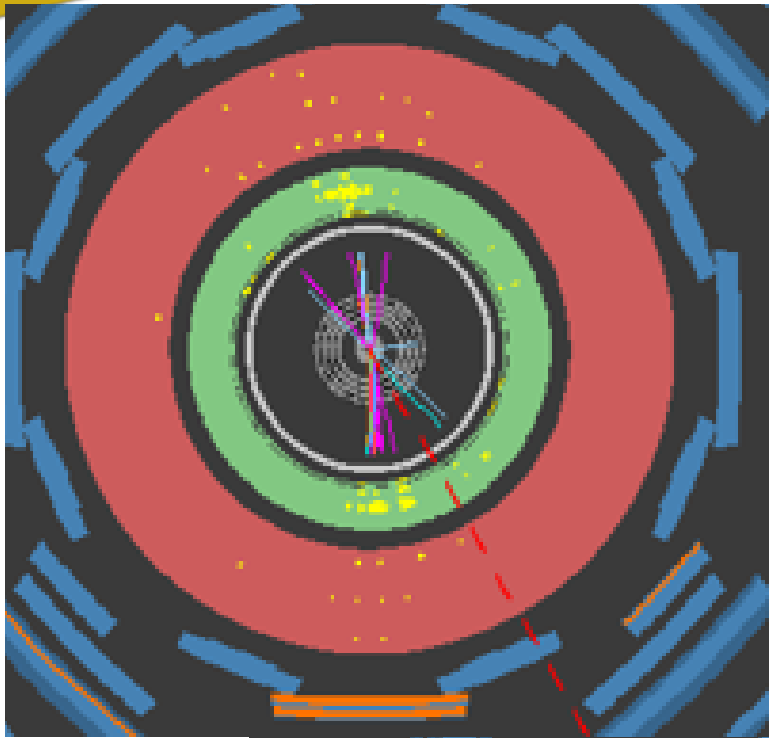
Depositi di energia nel
calorimetro elettromagnetico
senza tracce associate



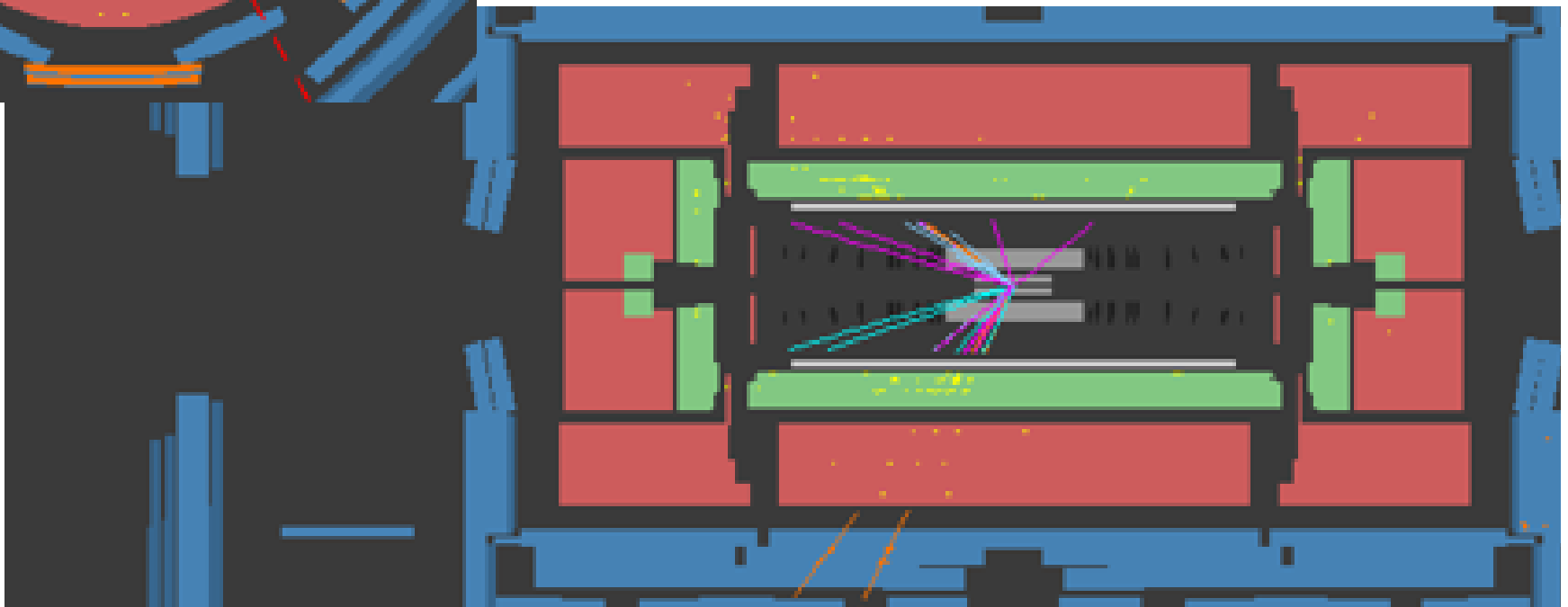
Identikit: jets



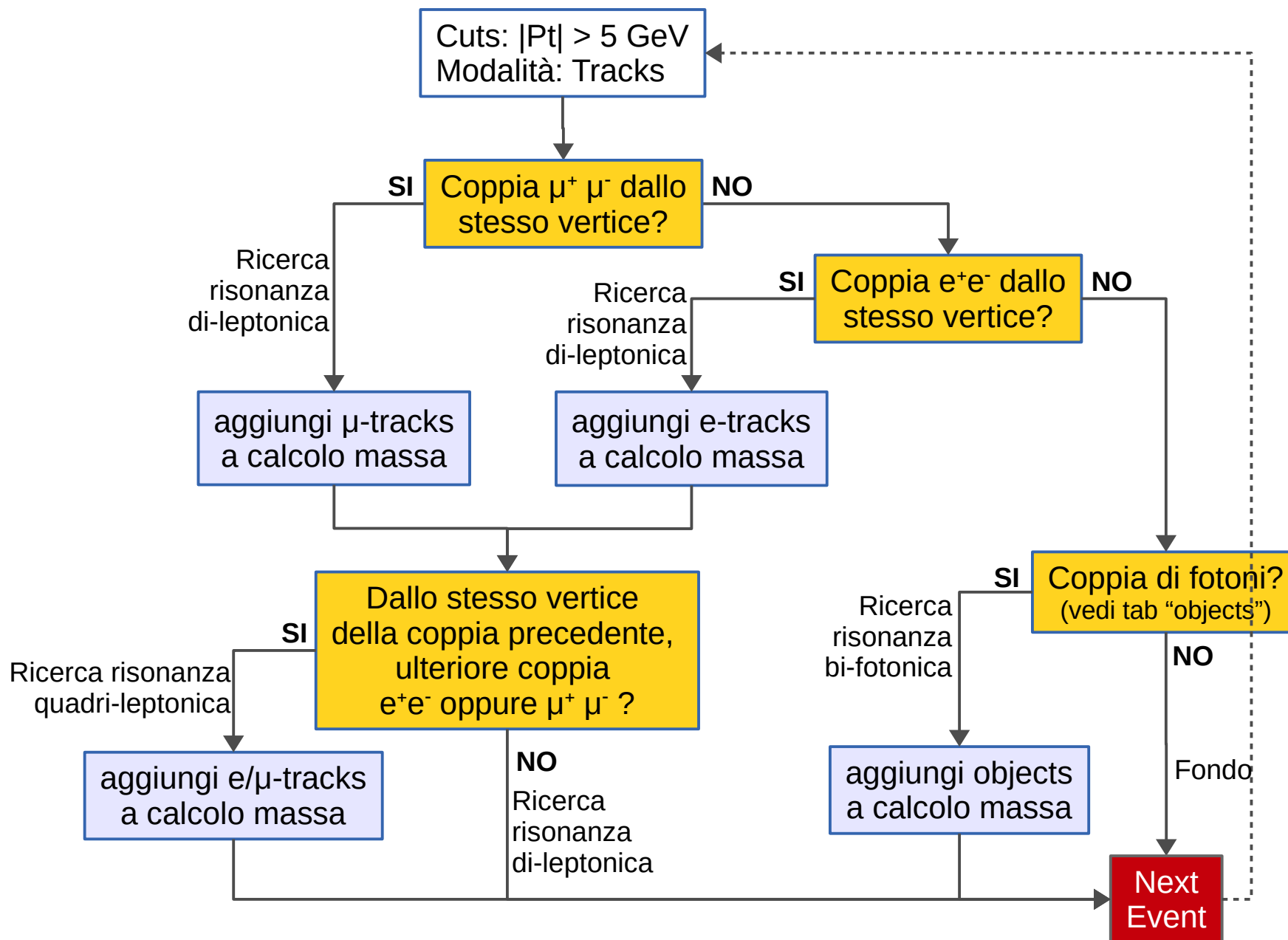
Identikit: jets



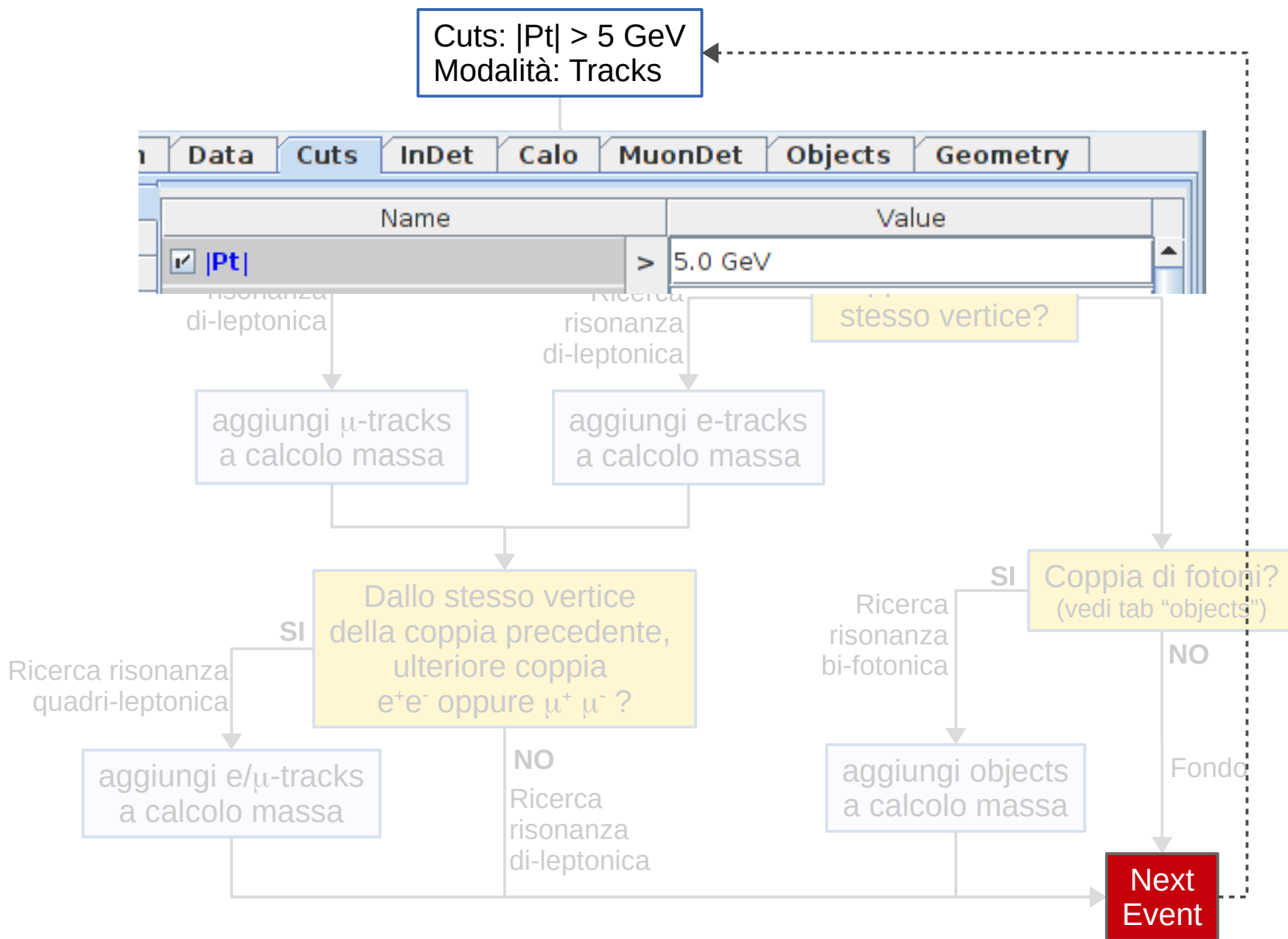
“Fascio” di tracce che puntano a depositi di energia in entrambi i tipi di calorimetri

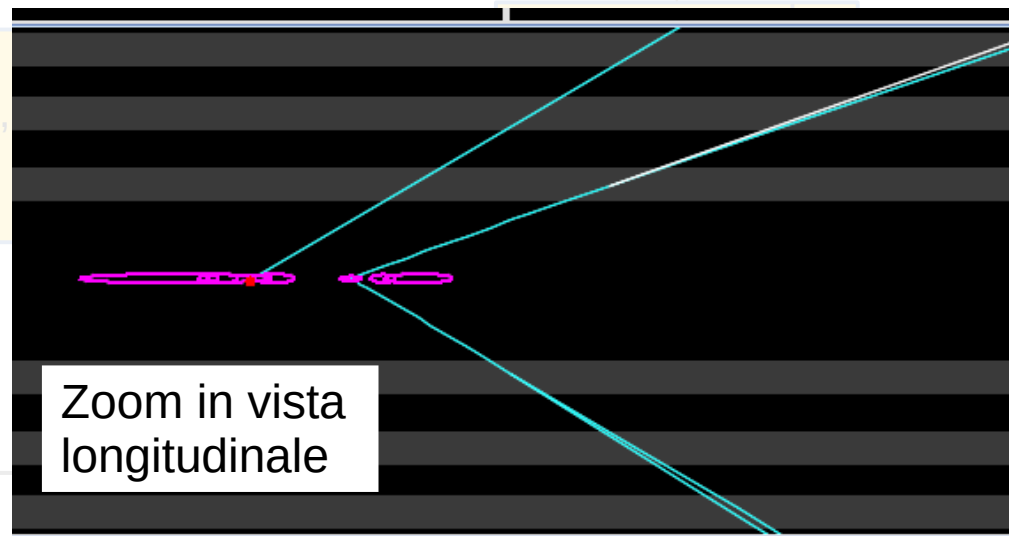
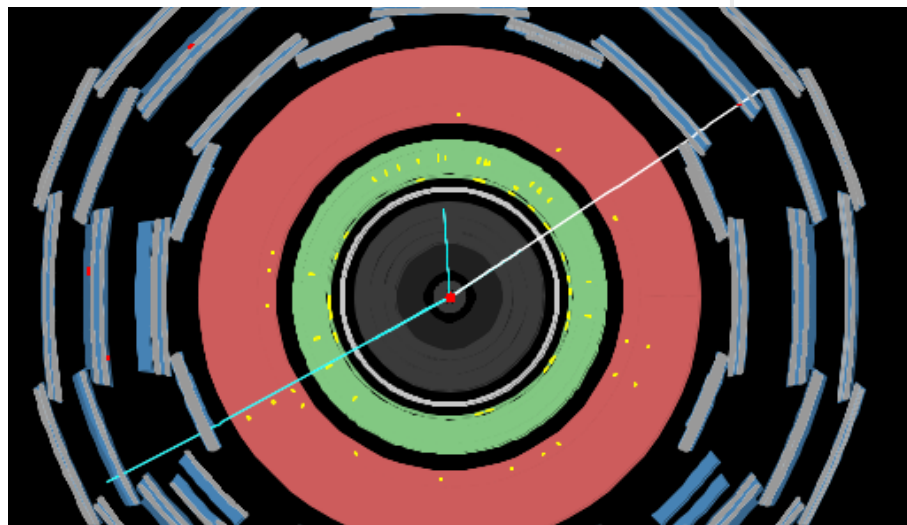
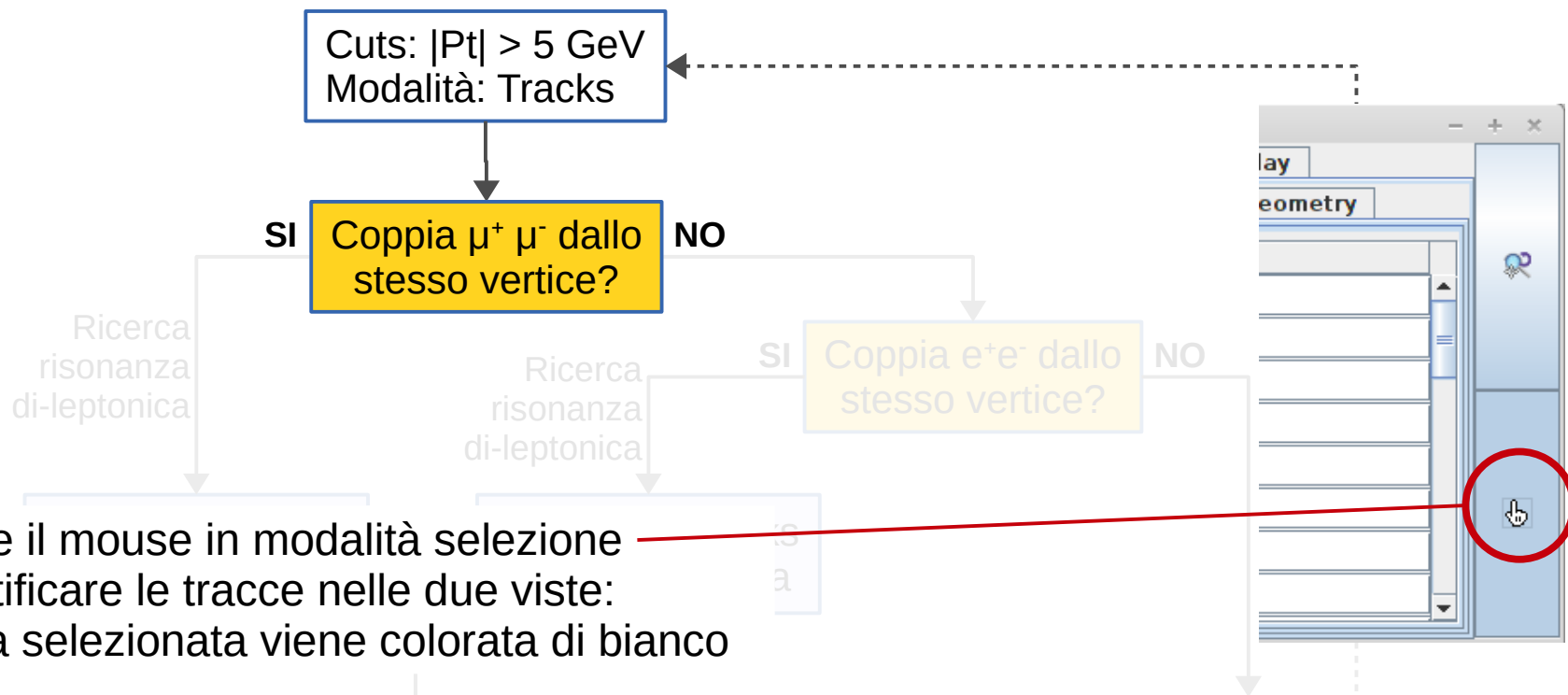


Piano di lavoro: flow chart

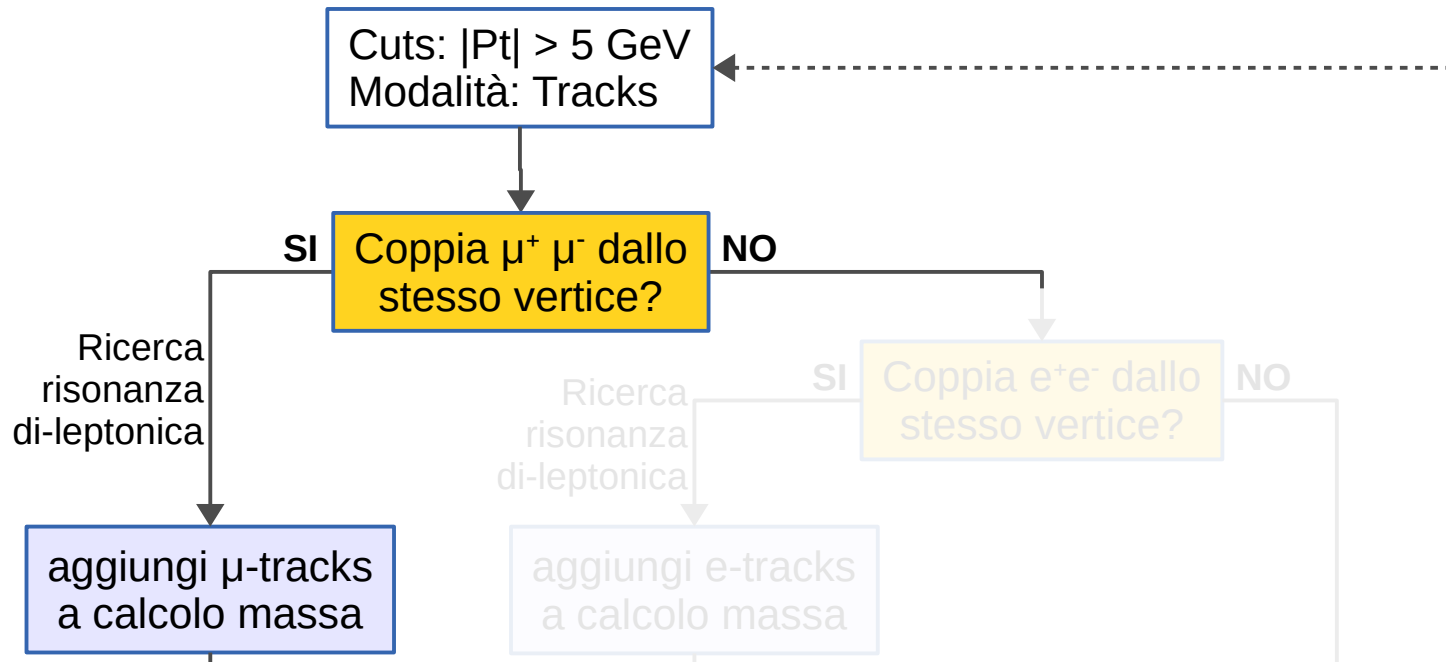


Piano di lavoro: flow chart





Piano di lavoro: flow chart



HYbrid Pupils' Analysis Tool for Interactions in ATLAS - version 7.4 - Invariant Mass Window

File View Histograms Preferences Help

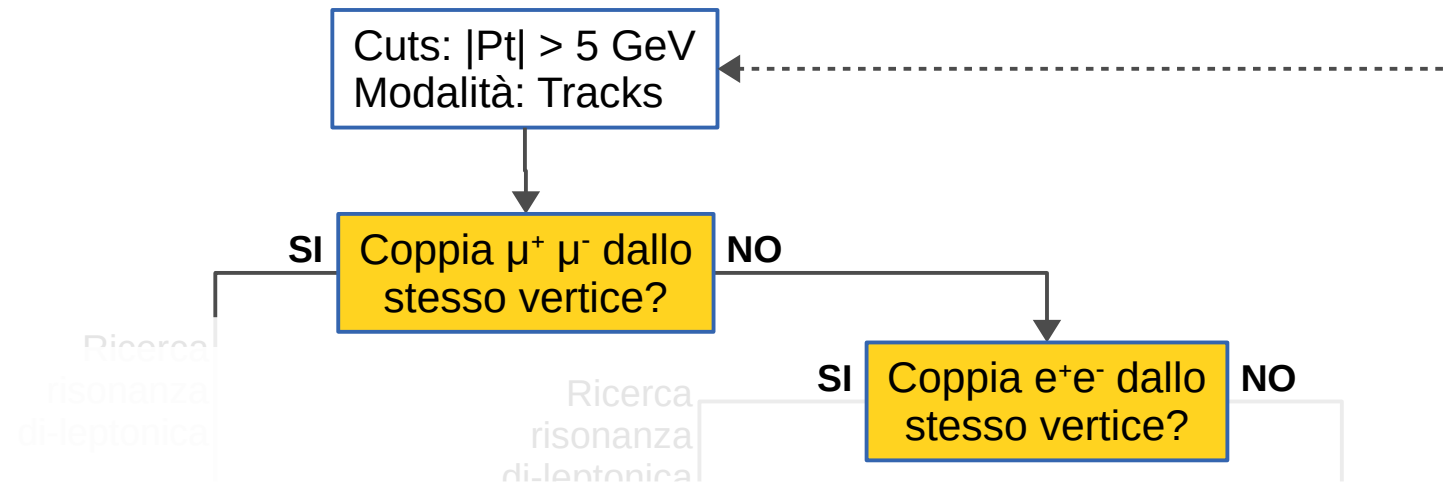
File Name	ETMis [GeV]	Track	P [GeV]	+/-	Pt [GeV]	φ	η	M(2) [GeV]
event003.xml	22.805	Tracks 184	449.7	+	423.3	-1.090	-0.352	994.430
00007_Exercise2.xml	7.369	Tracks 22	139.5	-	47.7	0.576	1.736	86.854
		Tracks 139	73.7	+	37.7	-2.627	1.291	

Previous Event Next Event Electron **Muon** Photon Delete Track Reset Canvas

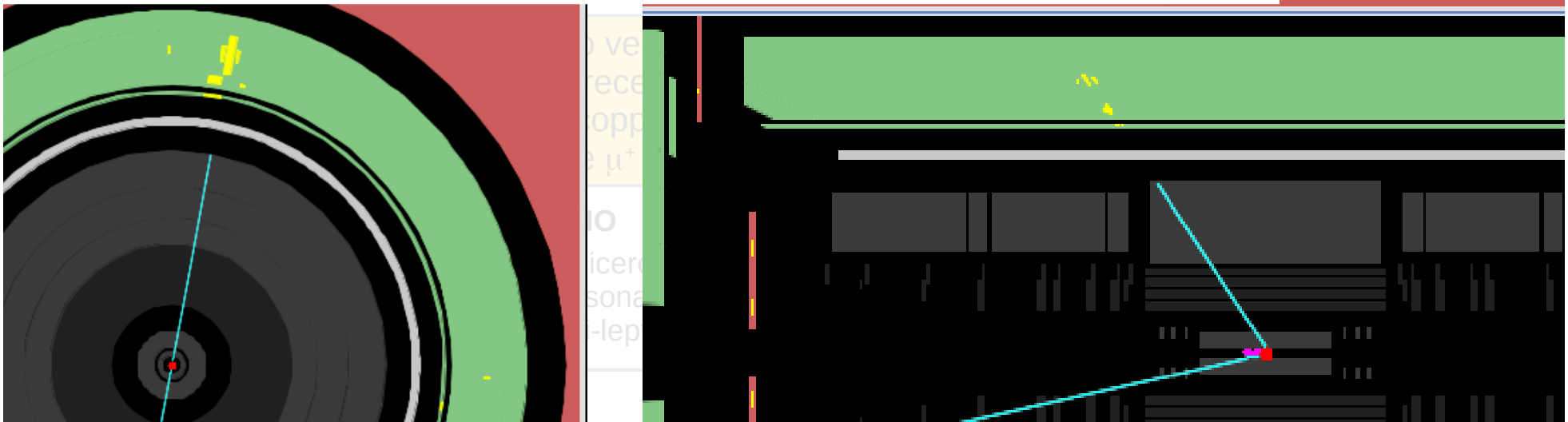
ETHs: 7.369 GeV φ: 2.796 rad Collection: MET_Reffinal

/home/negri/MasterClasses/exercise2_Z.zip/00007_Exercise2.xml

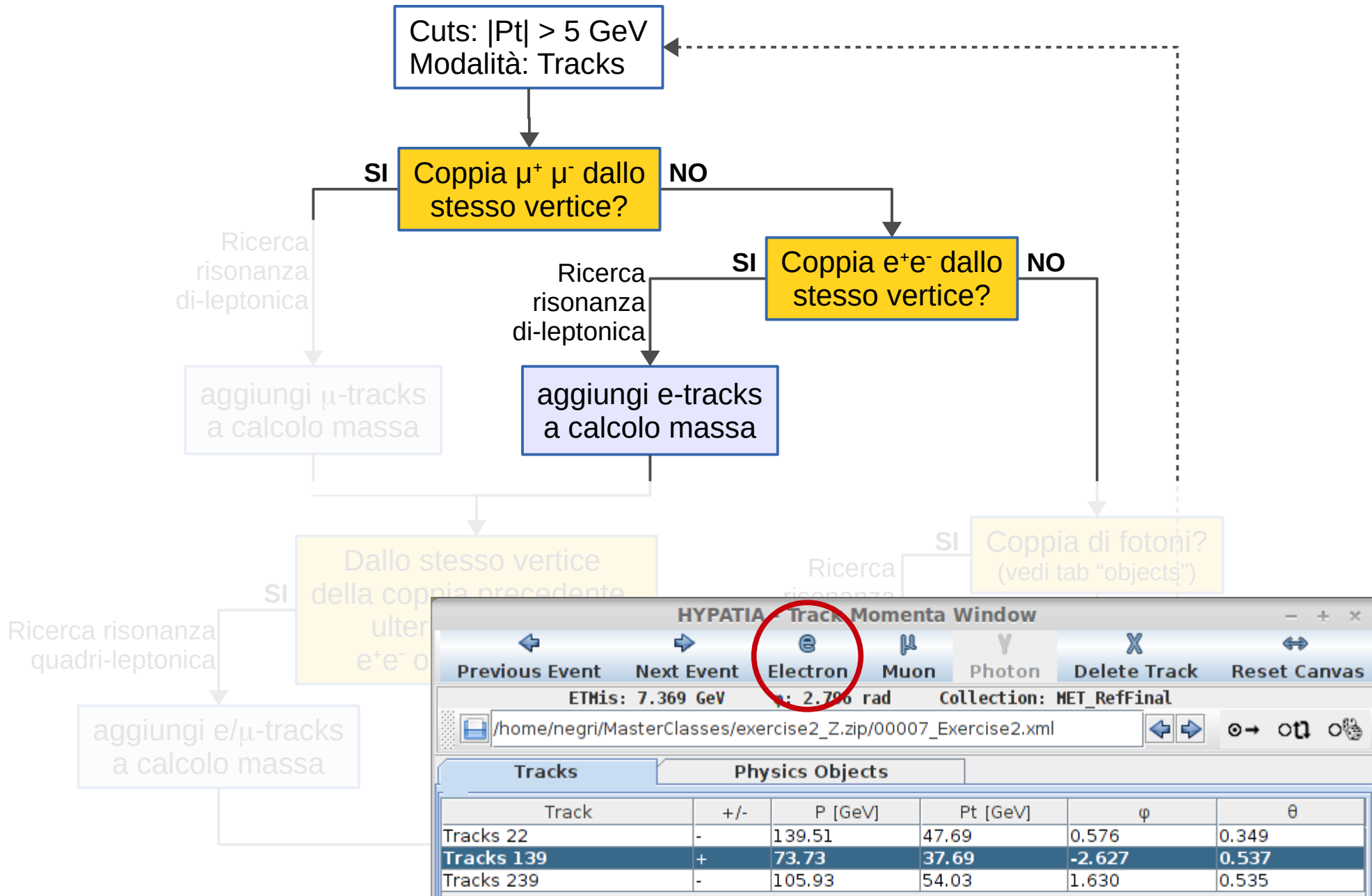
Track	+/-	P [GeV]	Pt [GeV]	φ	θ
Tracks 22	-	139.51	47.69	0.576	0.349
Tracks 139	+	73.73	37.69	-2.627	0.537
Tracks 239	-	105.93	54.03	1.630	0.535



- Cercare depositi di energia nel calorimetro
- Verificare la presenza di tracce che puntano ai depositi
- Verificare che puntino allo stesso vertice primario



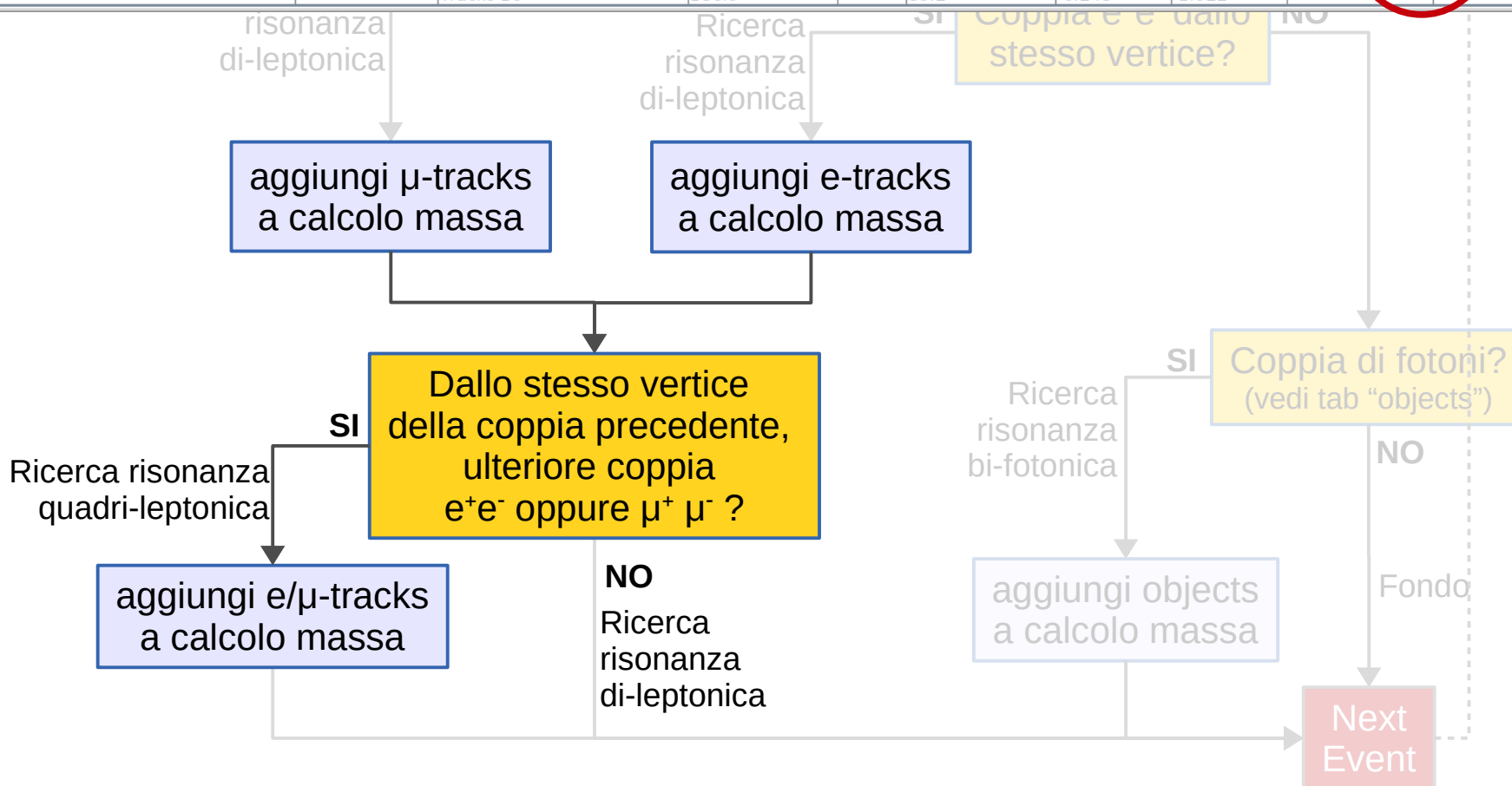
Piano di lavoro: flow chart

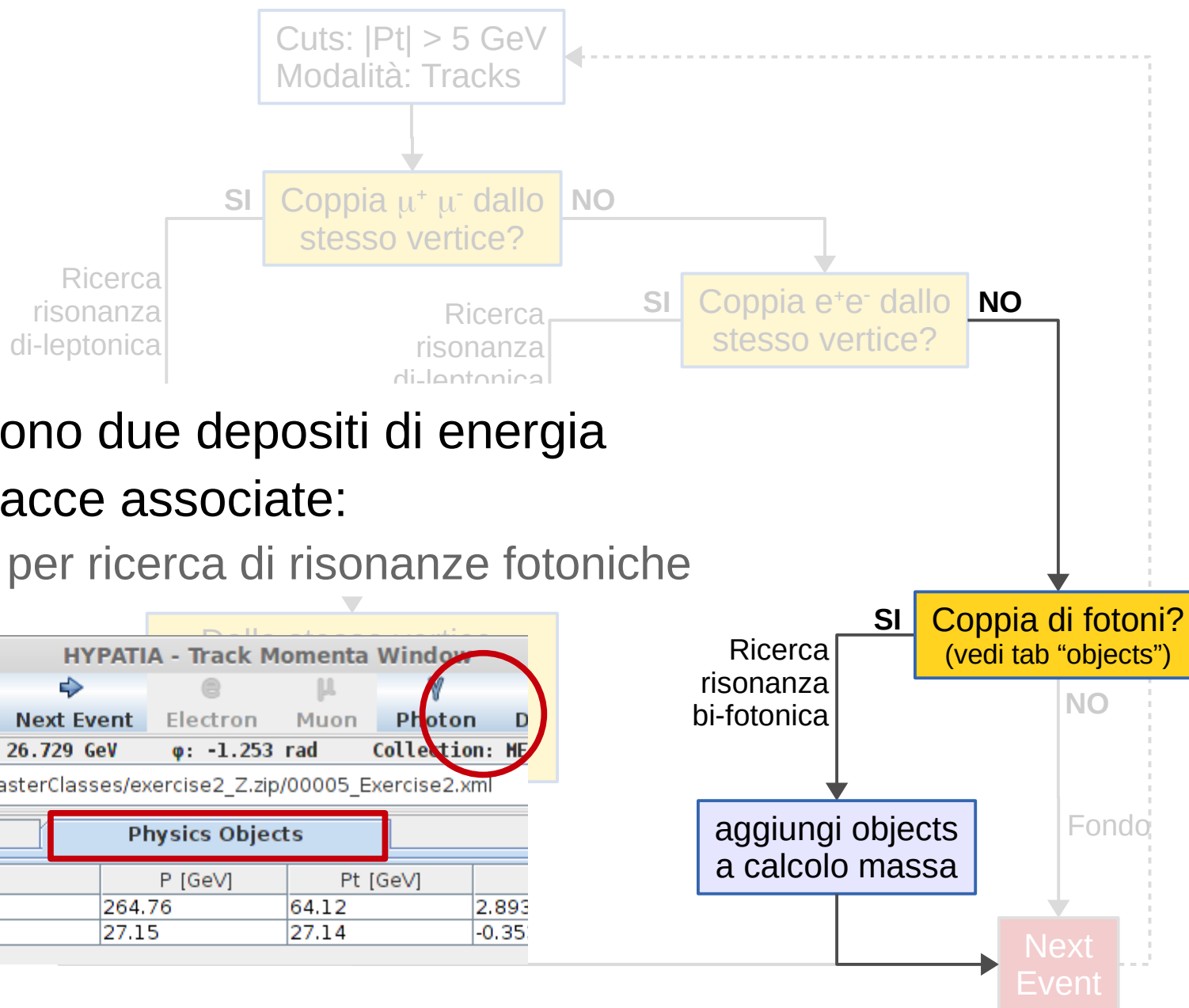


Piano di lavoro: flow chart

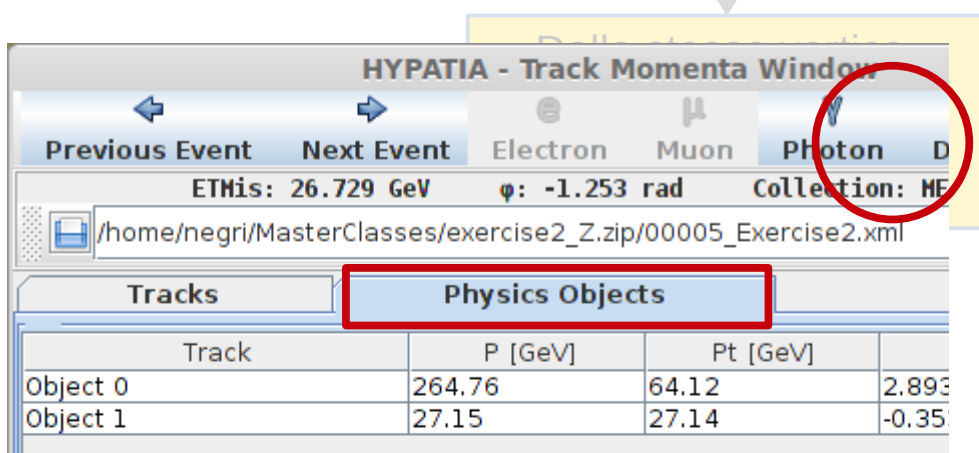
Cuts: $|Pt| > 5$ GeV
Modalità: Tracks

File Name	ETMis [GeV]	Track	P [GeV]	+/-	Pt [GeV]	ϕ	η	M(2) [GeV]	M(n mmm) [GeV]	e/m/g
event046.xml	37.975	Tracks 2	108.7	-	58.0	1.525	1.242	90.333	364.000	m
		Tracks 21	43.4	+	41.7	2.277	-0.289			m
		Tracks 4	98.8	+	61.2	-2.171	-1.058	91.492		m
		Tracks 10	136.9	-	39.2	-0.248	-1.922			m





- Se esistono due depositi di energia senza tracce associate:
 - evento per ricerca di risonanze fotoniche



HYPATIA - Track Momenta Window

Previous Event Next Event Electron Muon Photon D

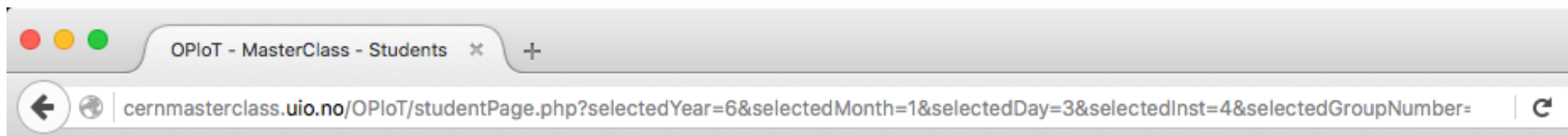
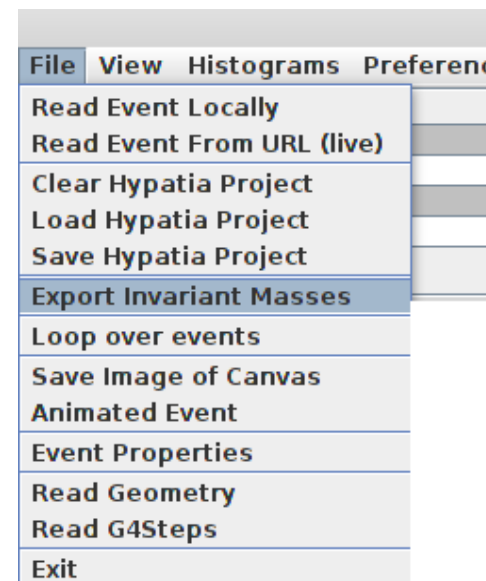
ETHis: 26.729 GeV φ: -1.253 rad Collection: ME

/home/negri/MasterClasses/exercise2_Z.zip/00005_Exercise2.xml

Track	P [GeV]	Pt [GeV]	
Object 0	264.76	64.12	2.893
Object 1	27.15	27.14	-0.35

Alla fine dei 50 eventi

- Salvare sul desktop file delle masse →
- Aprire firefox: <http://cernmasterclass.uio.no/OPlot>
 - Username/Password: ippog/imc
- Selezionare “Student”
 - 2017 March 28, Pavia, Num = 7, Letter = la vostra
- Caricare il file “Invariant_masses.txt”
 - Choose file → Submit



OPlot – MasterClass – Student page

Start Student Moderator Tutor Administrator

Student Tasks

Please select items from the drop-down boxes to submit your results!

- Fisica delle particelle
- Come funziona LHC
- Come funziona ATLAS
- Come funziona HYPATIA

=

- Conferma presenza bosone Z
- Scoprire il bosone di Higgs
- Eventi di ATLAS e simulati
 - Higgs \rightarrow ZZ \rightarrow 4l
 - Higgs \rightarrow 2 γ



- Fisica delle particelle
- Come funziona LHC
- Come funziona ATLAS
- Come funziona HYPATIA

=

- Conferma presenza bosone Z
- Scoprire il bosone di Higgs
- Eventi di ATLAS e simulati
 - Higgs \rightarrow ZZ \rightarrow 4l
 - Higgs \rightarrow 2 γ



Buon Divertimento!

Extra

- Collider protone \leftrightarrow protone
 - In realtà: quark/gluone \leftrightarrow quark/gluone
 - Oltre ai quark di valenza, ci sono i quark del mare

