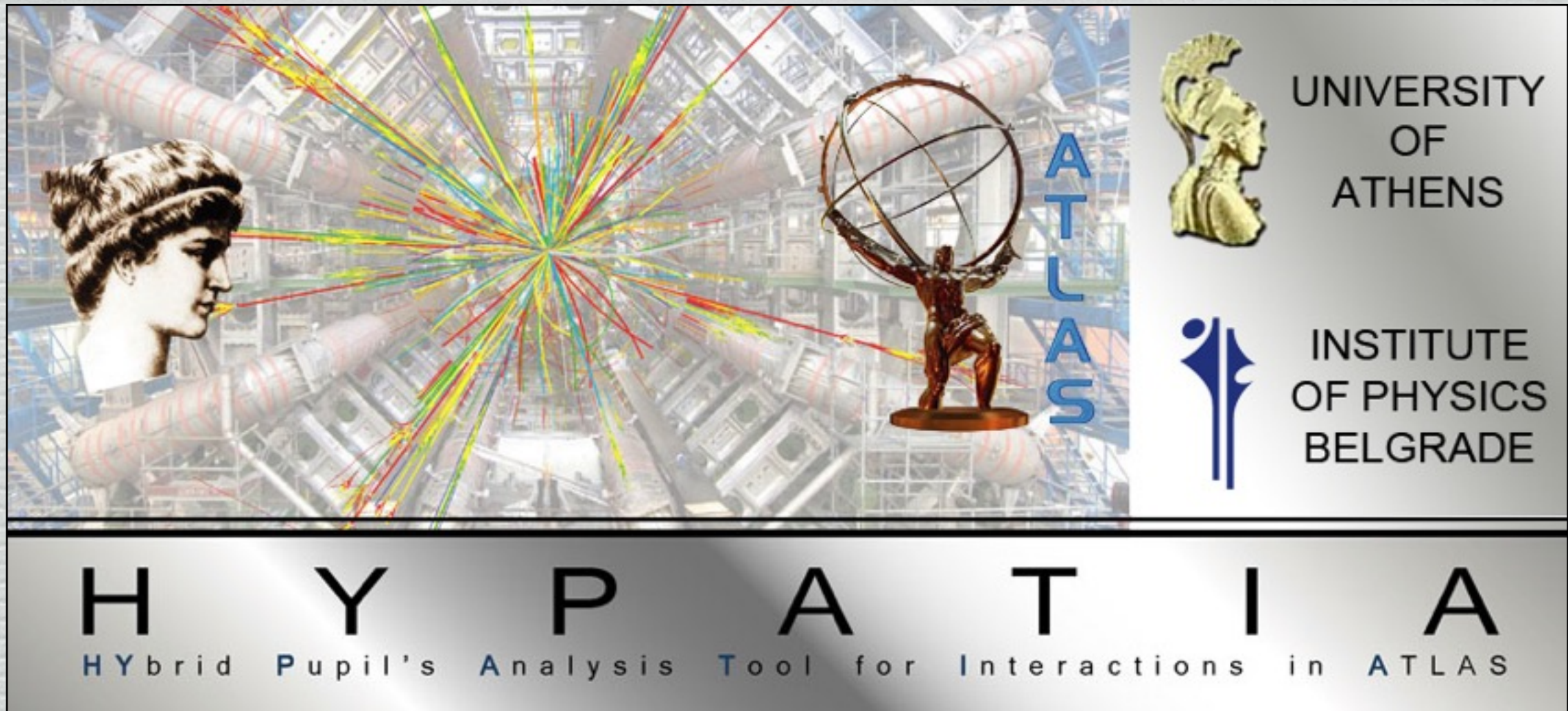


ATLAS Z-path measurements

Introducción al Ejercicio Práctico

Granada, 9 de marzo de 2018



The banner features a central image of the ATLAS detector with a colorful particle collision event. To the left is a classical bust of a woman, and to the right is a statue of Atlas holding a globe. The word 'ATLAS' is written vertically in blue. On the right side, the logos and names of the University of Athens and the Institute of Physics Belgrade are displayed. Below the main image, the acronym 'HYPATIA' is shown in large letters, with the full name 'HYbrid Pupil's Analysis Tool for Interactions in ATLAS' written underneath.

UNIVERSITY OF ATHENS

INSTITUTE OF PHYSICS BELGRADE

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



El Modelo Estándar

Las Partículas

Q
U
A
R
K
S

UP mass $2,3 \text{ MeV}/c^2$ charge $\frac{2}{3}$ spin $\frac{1}{2}$ 	CHARM mass $1,275 \text{ GeV}/c^2$ $\frac{2}{3}$ $\frac{1}{2}$ 	TOP mass $173,07 \text{ GeV}/c^2$ $\frac{2}{3}$ $\frac{1}{2}$ 
DOWN $4,8 \text{ MeV}/c^2$ $-\frac{1}{3}$ $\frac{1}{2}$ 	STRANGE $95 \text{ MeV}/c^2$ $-\frac{1}{3}$ $\frac{1}{2}$ 	BOTTOM $4,18 \text{ GeV}/c^2$ $-\frac{1}{3}$ $\frac{1}{2}$ 

L
E
P
T
O
N
S

ELECTRON $0,511 \text{ MeV}/c^2$ -1 $\frac{1}{2}$ 	MUON $105,7 \text{ MeV}/c^2$ -1 $\frac{1}{2}$ 	TAU $1,777 \text{ GeV}/c^2$ -1 $\frac{1}{2}$ 
ELECTRON NEUTRINO $<2,2 \text{ eV}/c^2$ 0 $\frac{1}{2}$ 	MUON NEUTRINO $<0,17 \text{ MeV}/c^2$ 0 $\frac{1}{2}$ 	TAU NEUTRINO $<15,5 \text{ MeV}/c^2$ 0 $\frac{1}{2}$ 

GLUON

0
0
1



HIGGS BOSON

$126 \text{ GeV}/c^2$
0
0



PHOTON

0
0
1



Z BOSON

$91,2 \text{ GeV}/c^2$
0
1



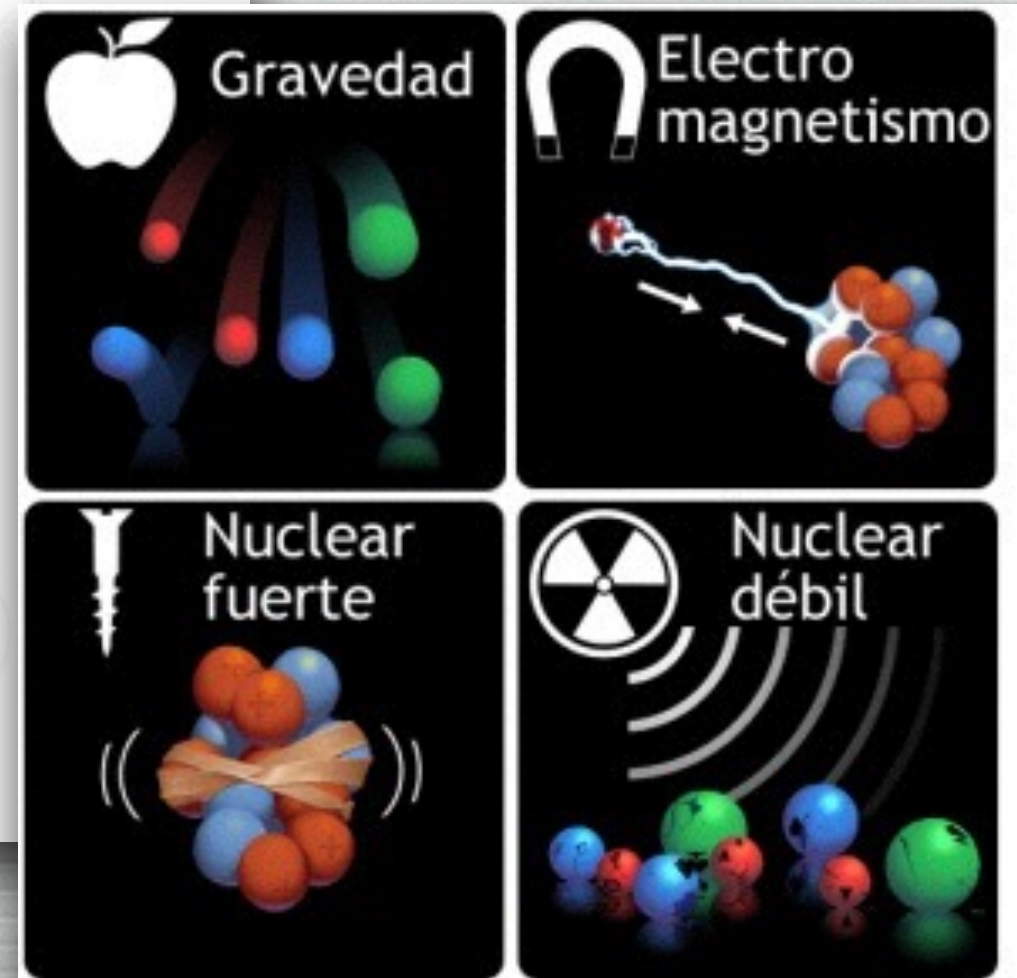
W BOSON

$80,4 \text{ GeV}/c^2$
 ± 1
1



G
A
U
G
E
B
O
S
O
N
S

Las 4 Fuerzas

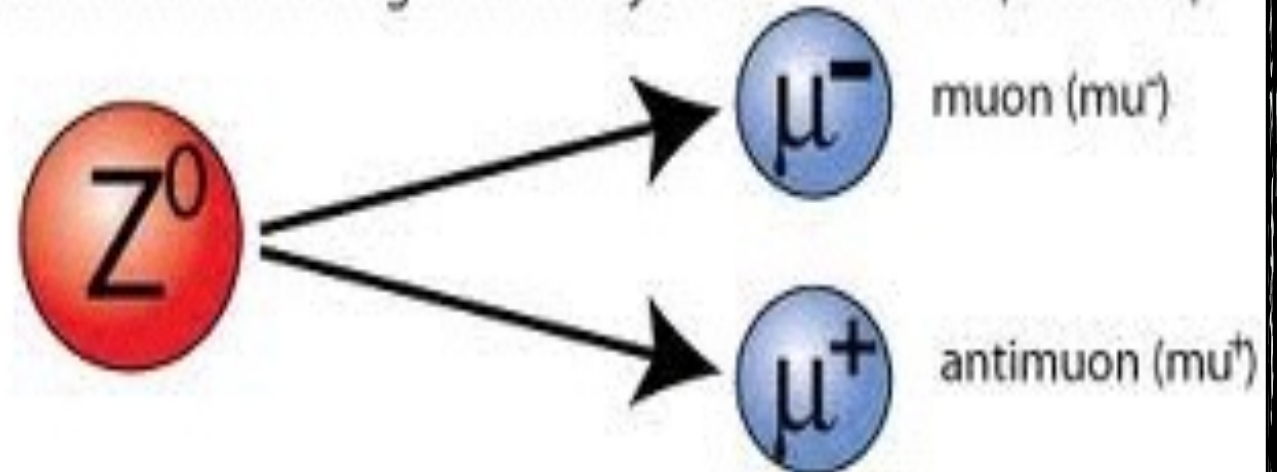


Las Desintegraciones y el concepto de Masa Invariante

Una desintegración es un proceso en el que una partícula se transforma en otras de menor tamaño

- ⇒ La partícula inicial está en reposo
- ⇒ Las partículas finales salen con cierta velocidad

Z boson with zero charge can decay into two muons (dimuons).



En toda desintegración se cumple:

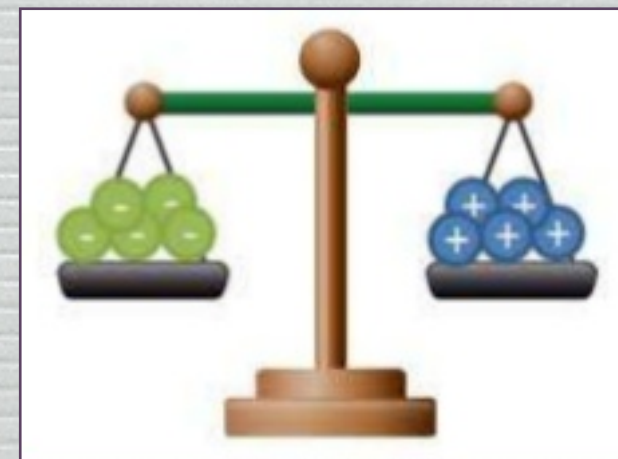
1. Conservación de la energía

$$E_i = E_{f1} + E_{f2} + \dots$$



2. Conservación de la carga

$$\text{carga inicial} = \text{carga final}$$

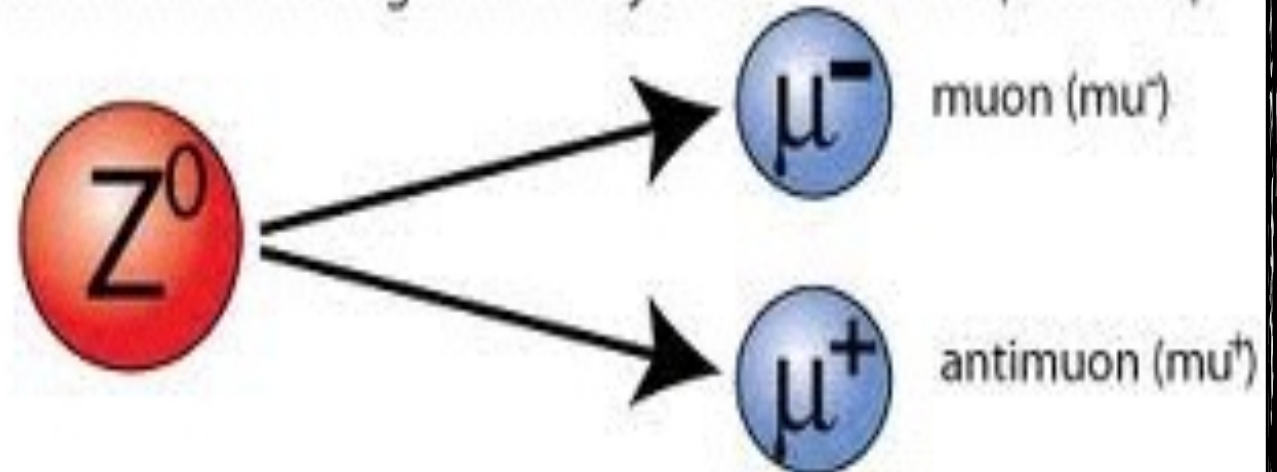


Las Desintegraciones y el concepto de Masa Invariante

Una desintegración es un proceso en el que una partícula se transforma en otras de menor tamaño

- ⇒ La partícula inicial está en reposo
- ⇒ Las partículas finales salen con cierta velocidad

Z boson with zero charge can decay into two muons (dimuons).



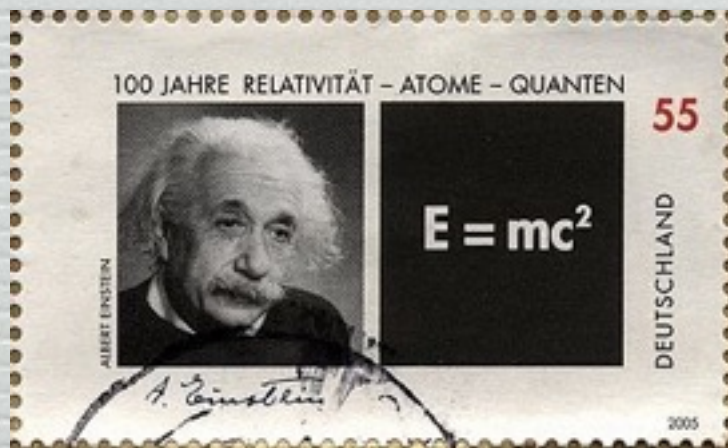
Otra forma de ver la conservación de la energía



$$E_i = E_{f1} + E_{f2} + \dots$$

Cuando una partícula esta en reposo se cumple la famosa ecuación de Einstein

A black rectangular box containing the equation $E=mc^2$ in white. Below the equation, in smaller white text, it says 'Albert Einstein, 1905'.



que nos permite escribir

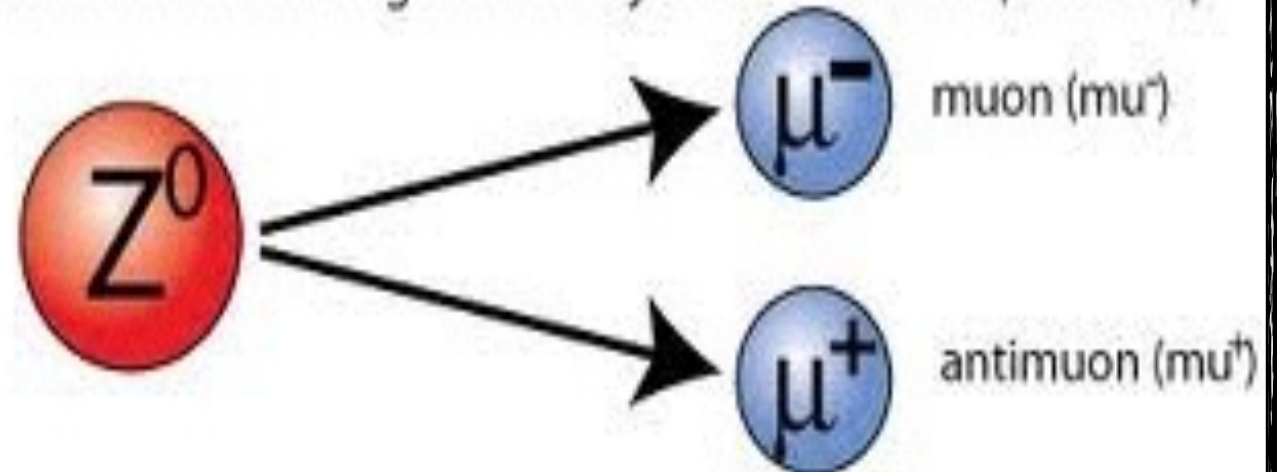
$$M_i c^2 = E_{f1} + E_{f1} + \dots$$

Las Desintegraciones y el concepto de Masa Invariante

Una desintegración es un proceso en el que una partícula se transforma en otras de menor tamaño

- ⇒ La partícula inicial está en reposo
- ⇒ Las partículas finales salen con cierta velocidad

Z boson with zero charge can decay into two muons (dimuons).



Otra forma de ver la conservación de la energía



$$E_i = E_{f1} + E_{f2} + \dots$$

Cuando una partícula esta en reposo se cumple la famosa ecuación de Einstein

A black rectangular box containing the equation $E=mc^2$ in white, with "Albert Einstein, 1905." written in small white text below it.

Masa
Invariante

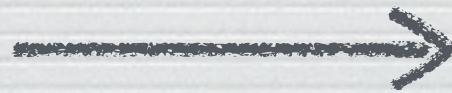
valor que se conserva en todas las desintegraciones !!!!

que nos permite escribir

$$M_i c^2 = E_{f1} + E_{f1} + \dots$$

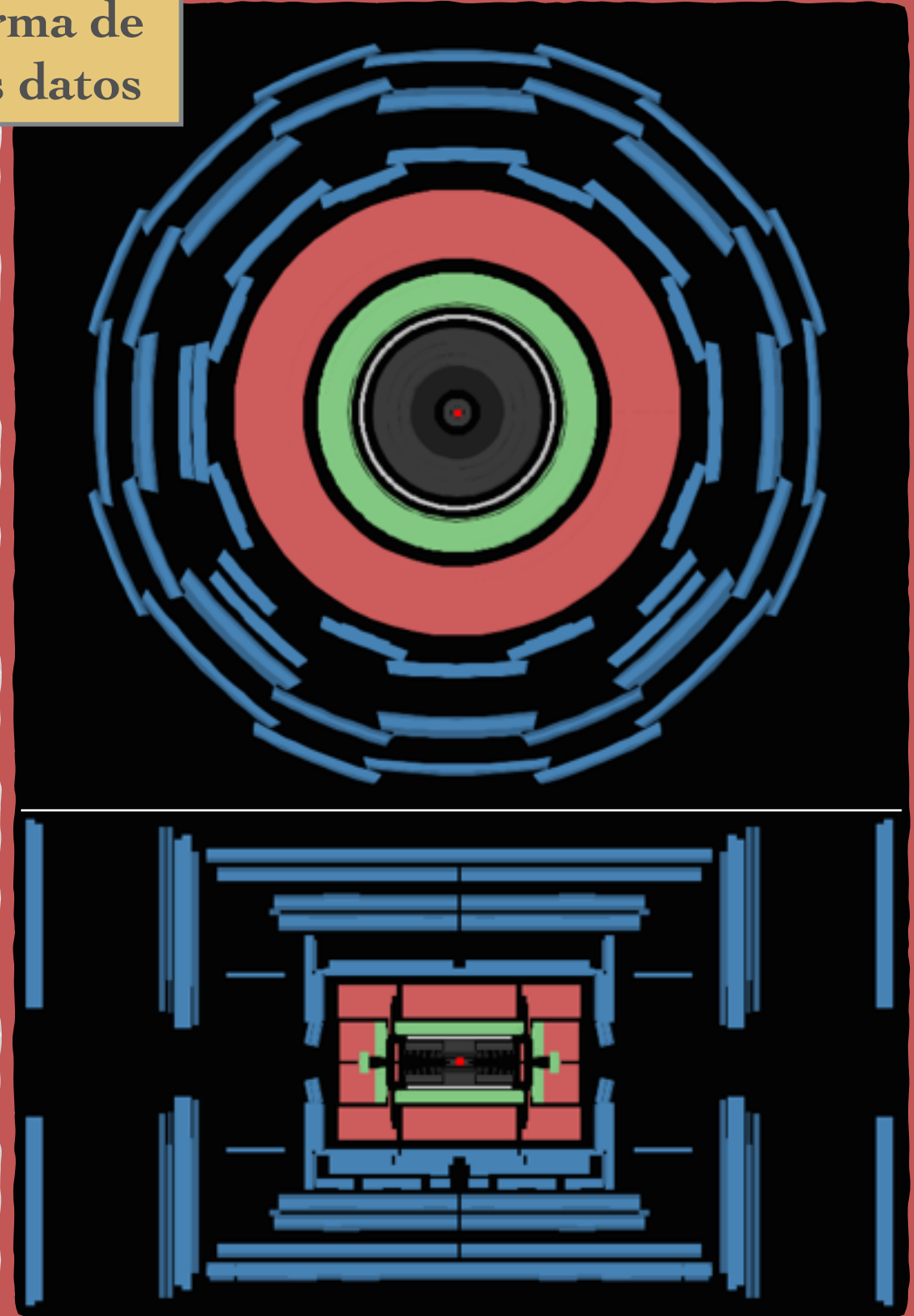
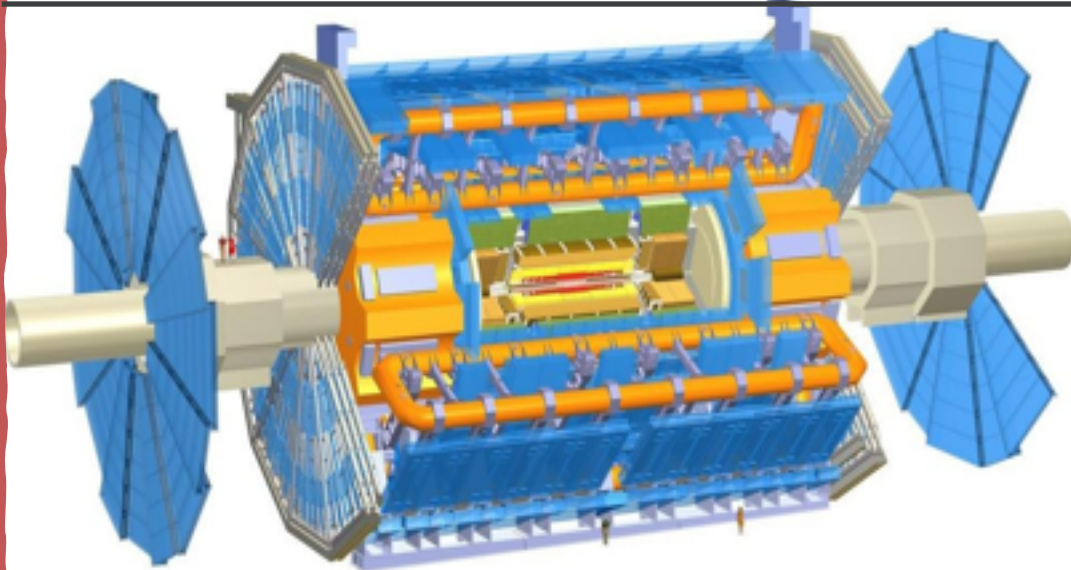
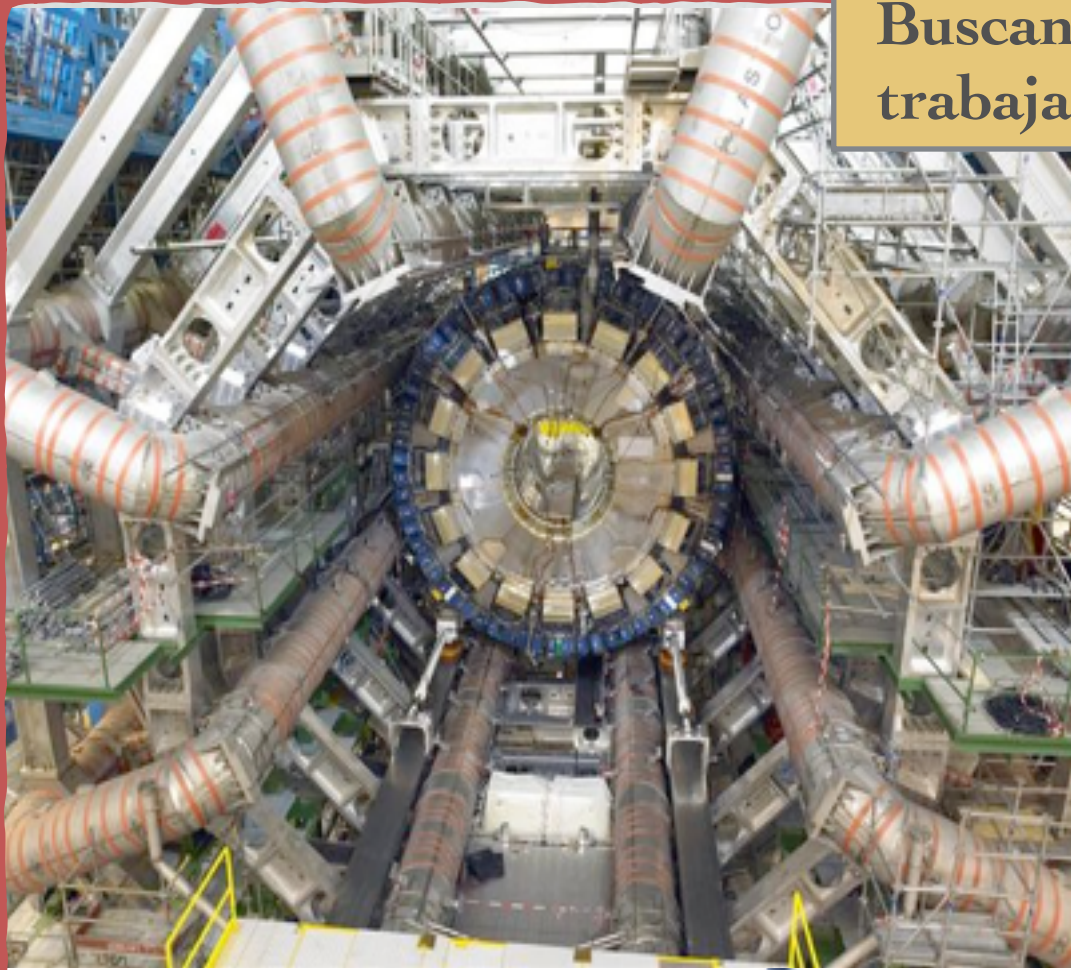
El detector de ATLAS

Mundo Real



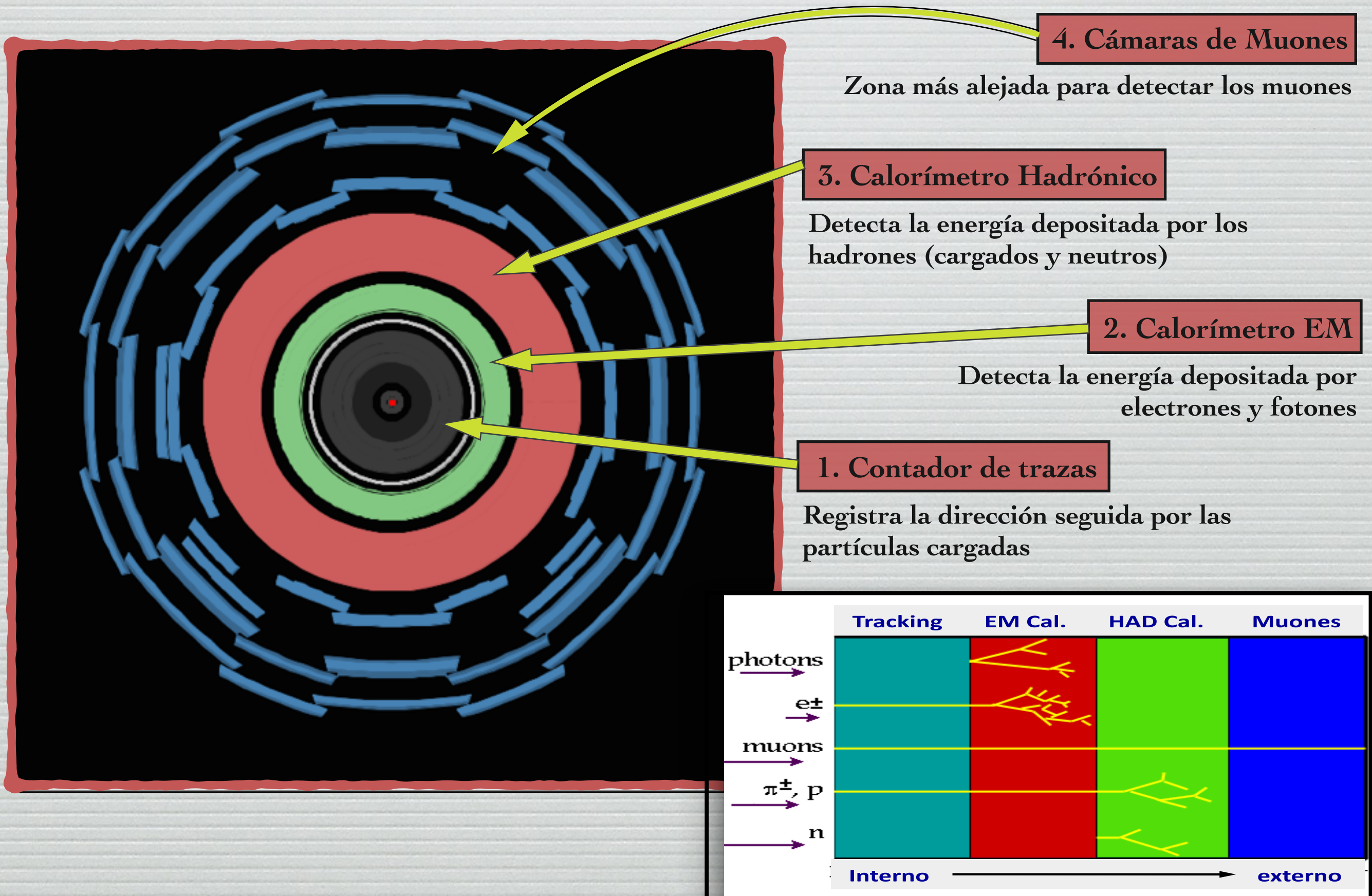
Digitalización

Buscando la forma de
trabajar con los datos



El detector de ATLAS

mirando en profundidad



El detector de ATLAS

lo que podemos buscar

Partículas que se ven directamente



Son partículas que viven el tiempo suficiente para ser medidas en el detector

Ejemplos

muones

electrones

fotones

Partículas que no se ven pero que se pueden detectar

Son partículas que se desintegran tan rápido que el detector no las puede captar



PERO....

Podemos buscar sus productos de desintegración

Z

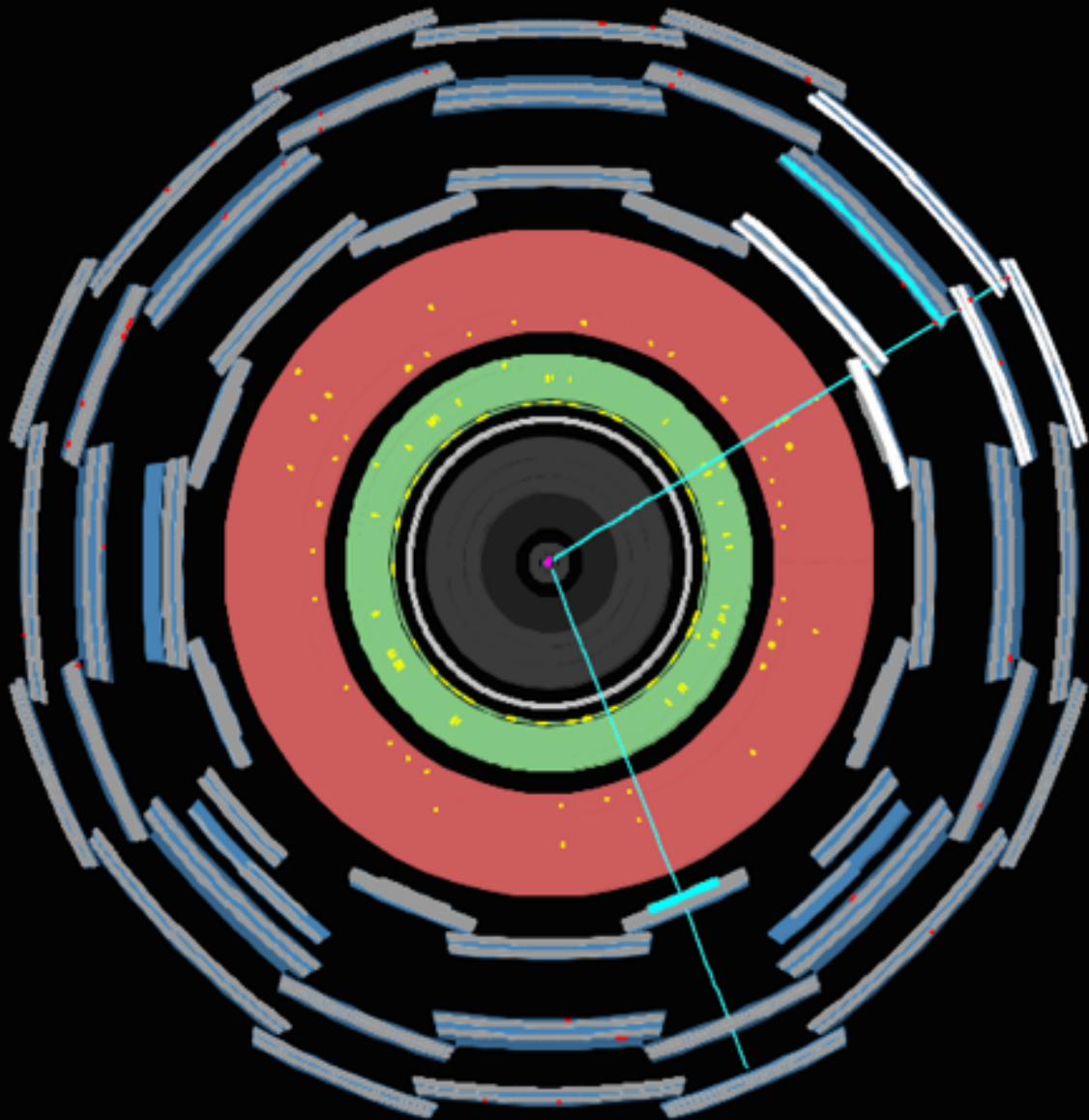
$$\tau = 10^{-25} s$$

Higgs

$$\tau = 10^{-22} s$$

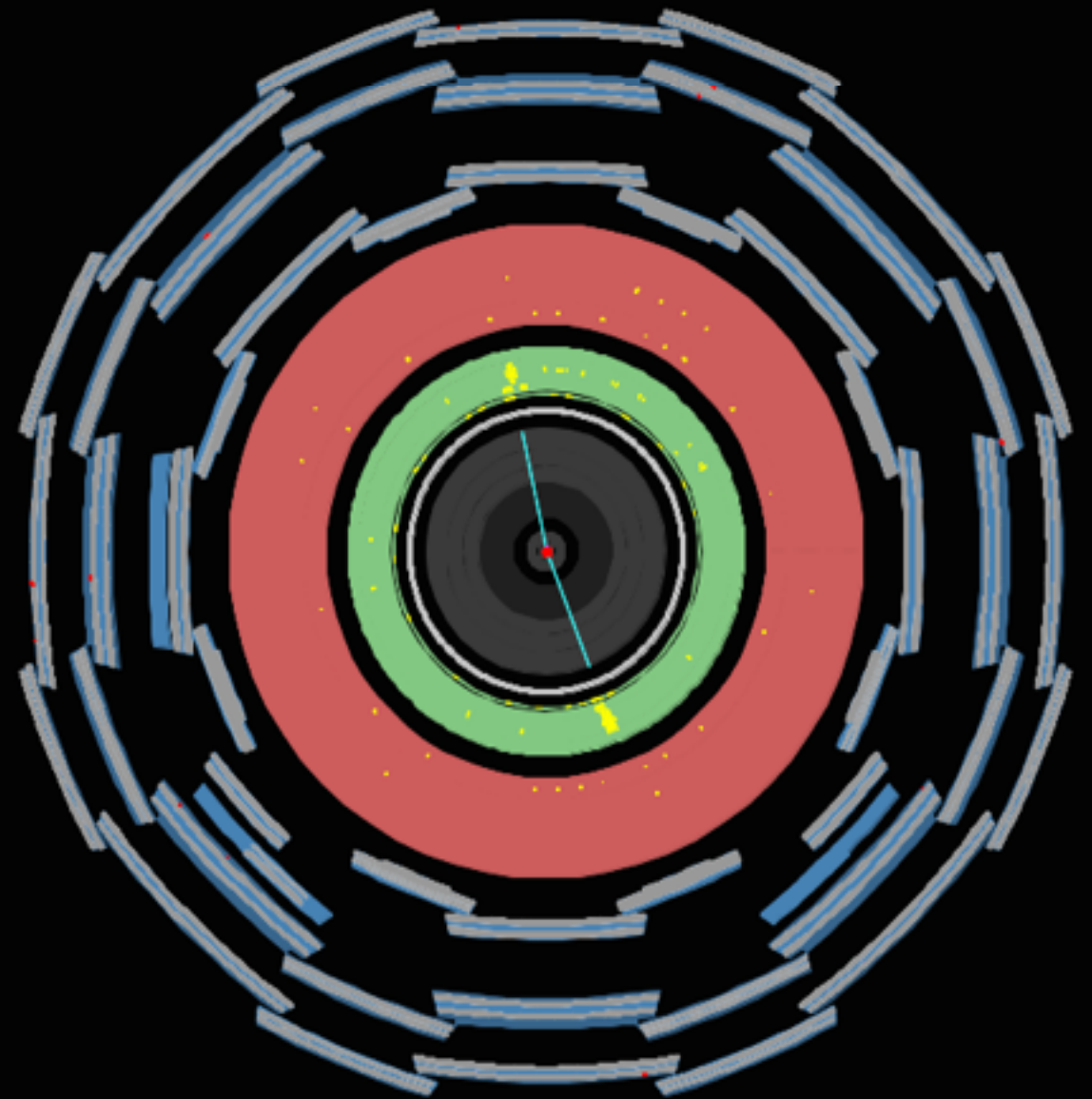
Partículas que ve ATLAS

Muones



Los muones NO depositan energía en los calorímetros pero dejan huella de su traza y se detectan en las cámaras de muones

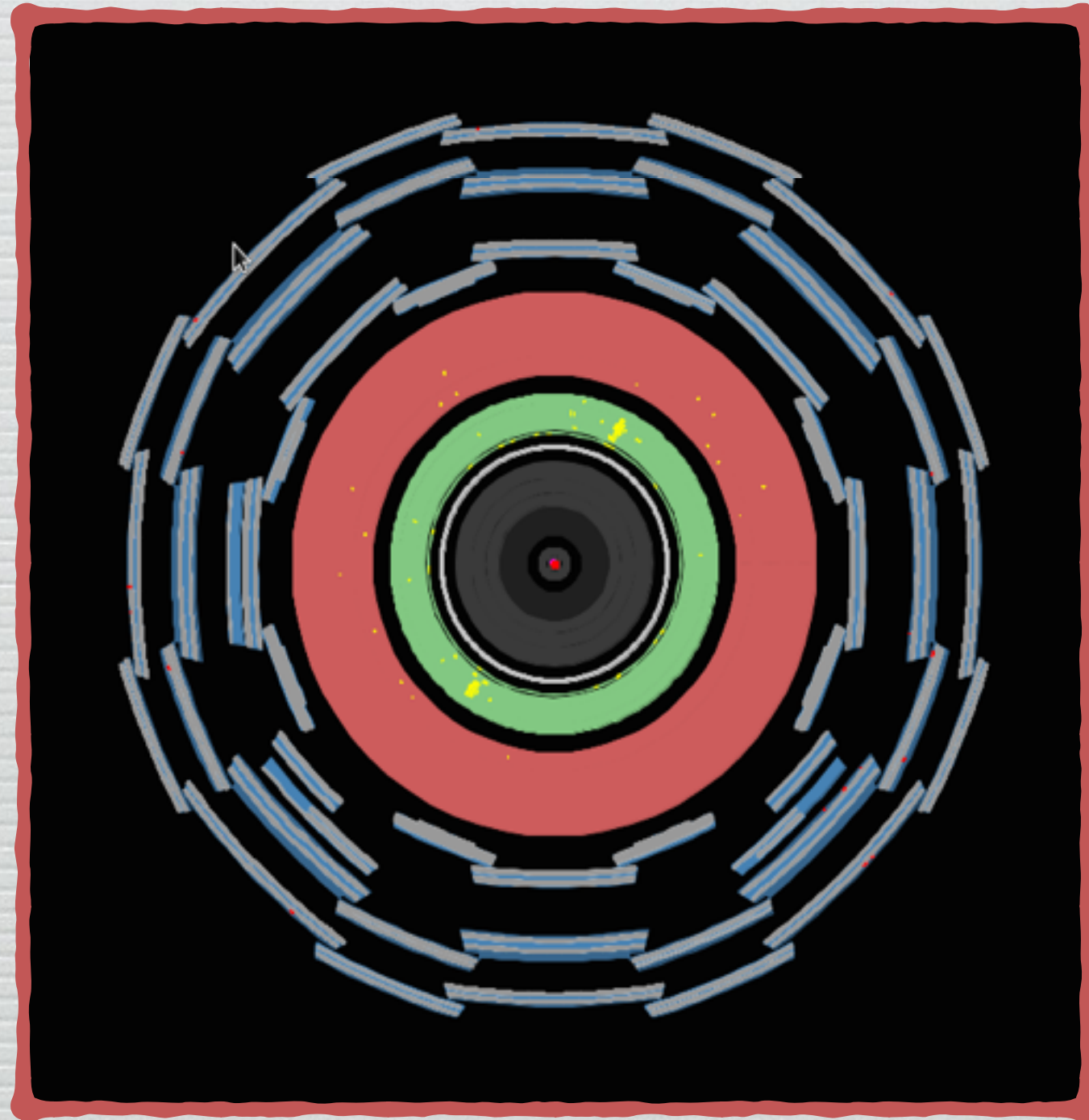
Electrones/Positrones



Los electrones dejan huella de su traza y depositan su energía en el calorímetro EM

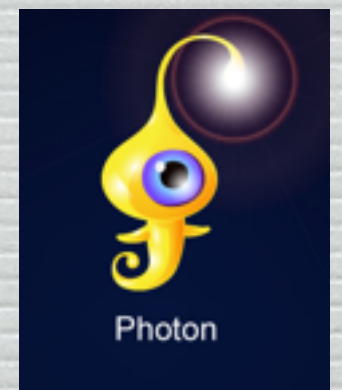
Partículas que ve ATLAS

Fotones



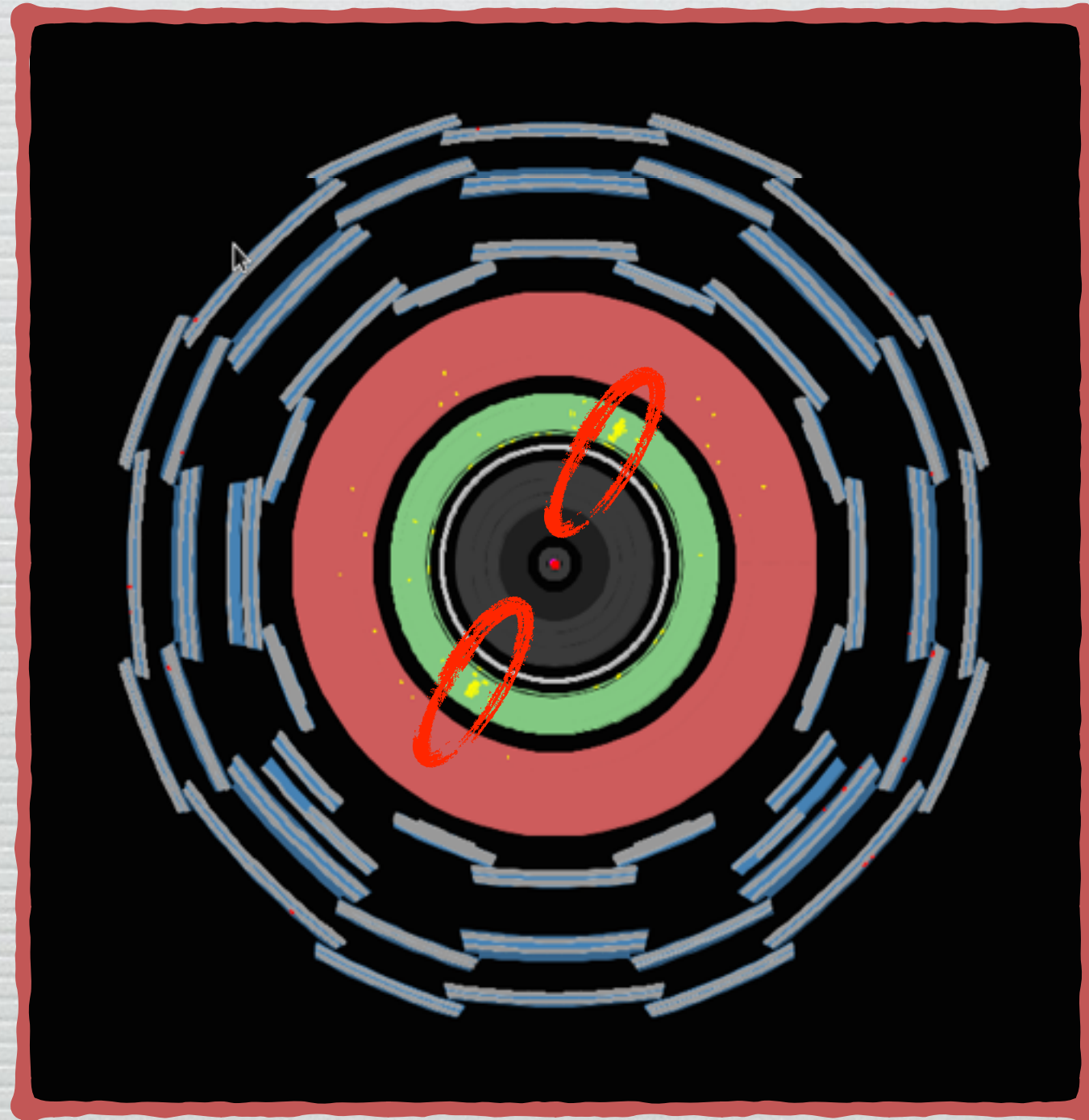
Los fotones
pasan muy
desapercibidos
al no dejar
traza!!!

Los fotones no dejan huella de su traza
porque son partículas neutras. Sólo
depositan energía en el calorímetro EM



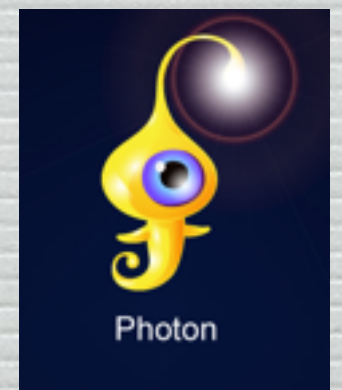
Partículas que ve ATLAS

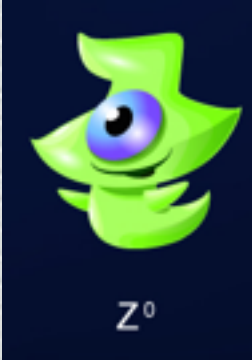
Fotones



Los fotones
pasan muy
desapercibidos
al no dejar
traza!!!

Los fotones no dejan huella de su traza
porque son partículas neutras. Sólo
depositan energía en el calorímetro EM

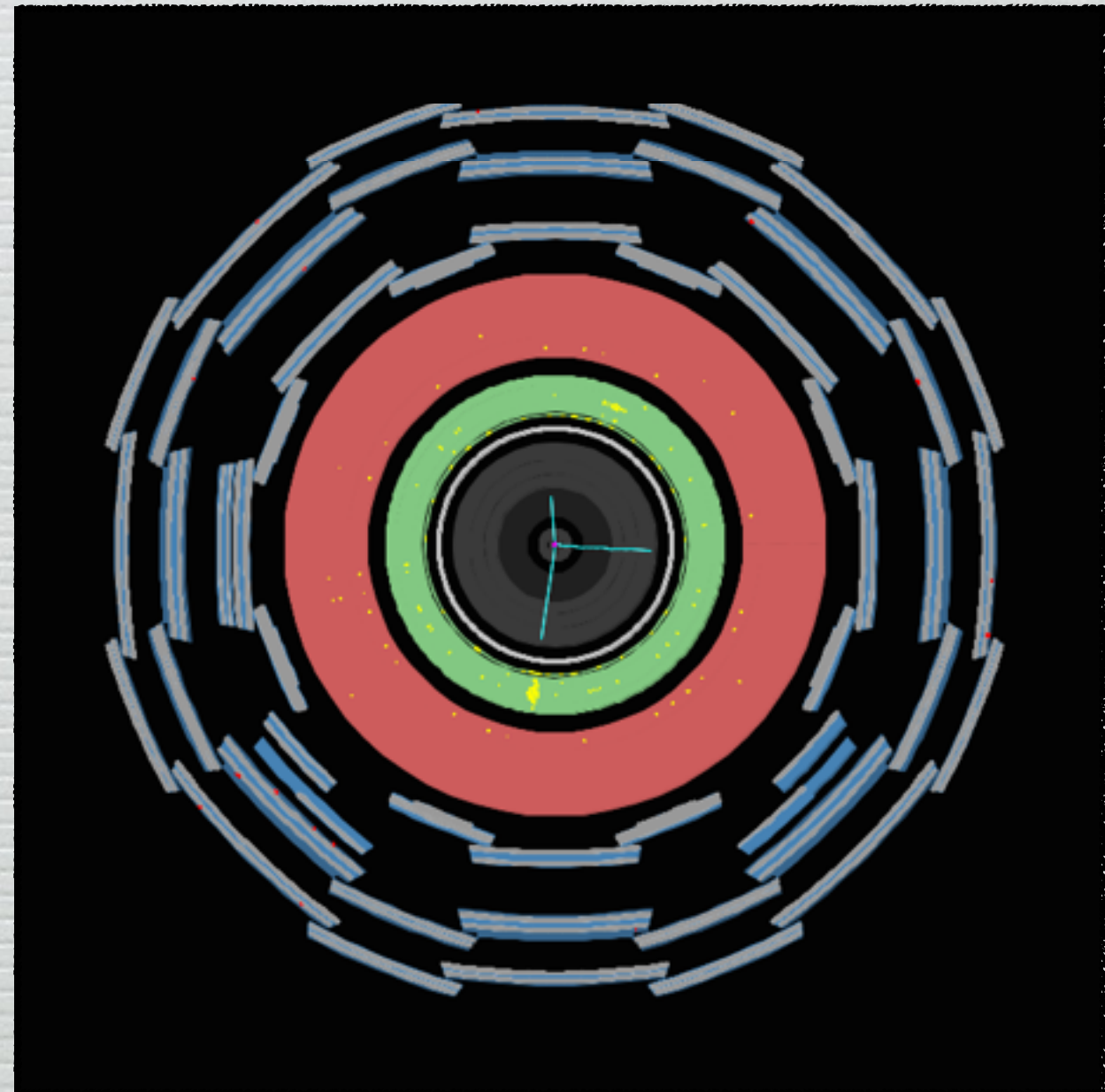
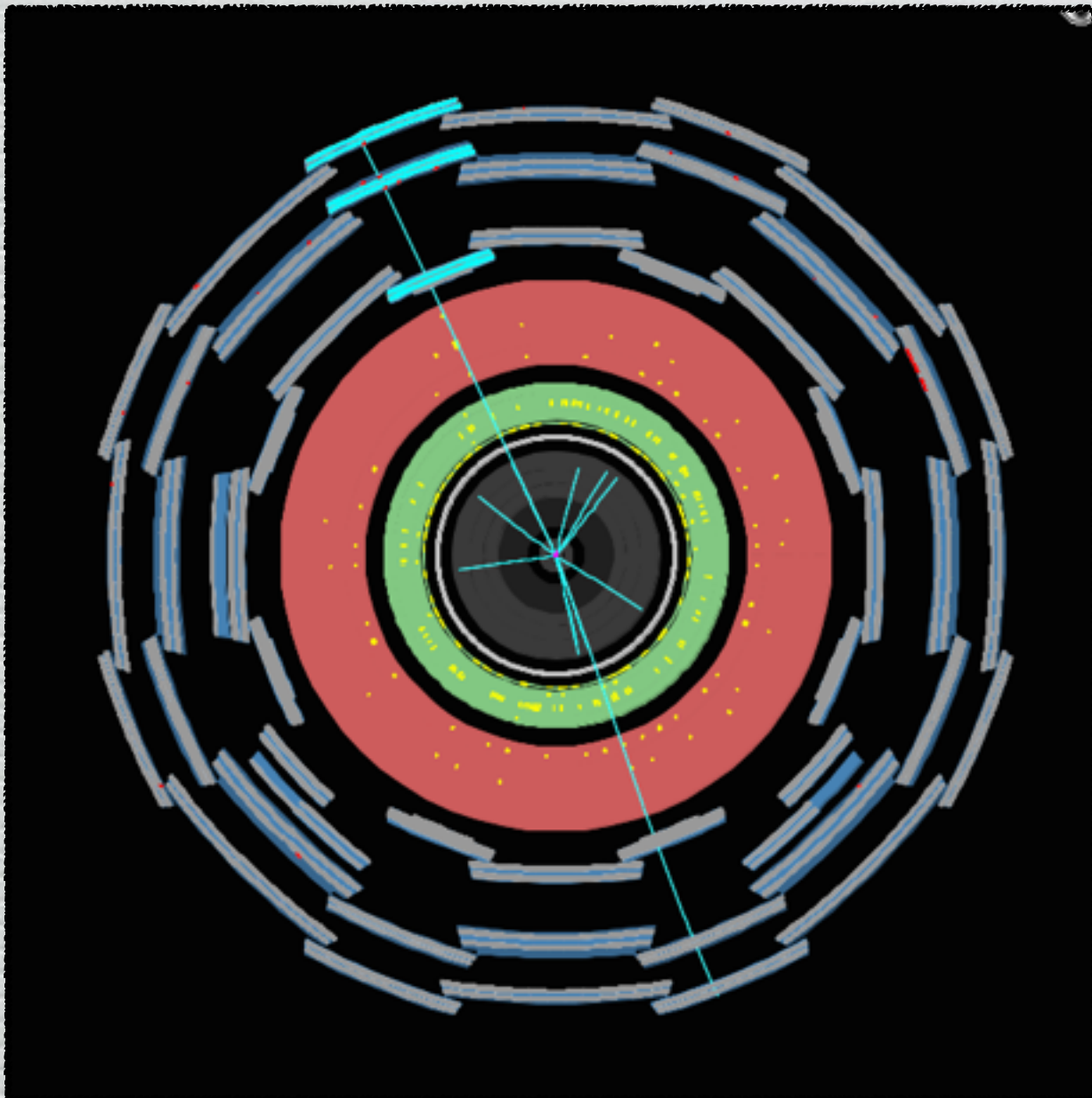
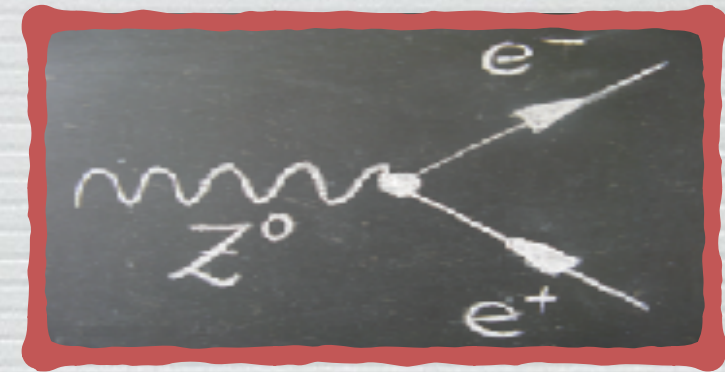
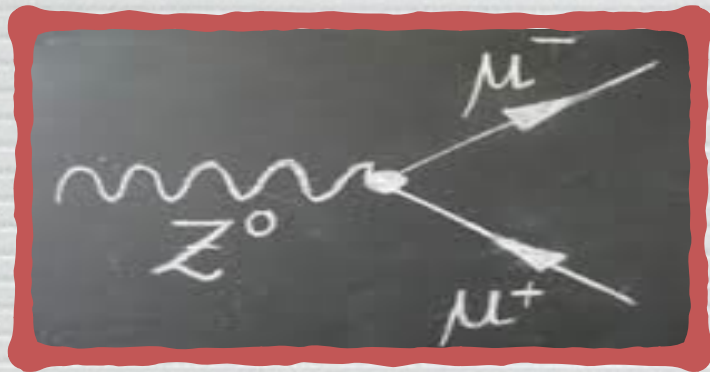


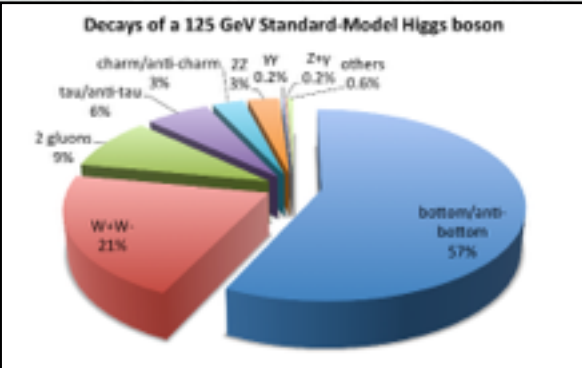


Buscando el bosón Z

buscamos lo que se produce en su
desintegración

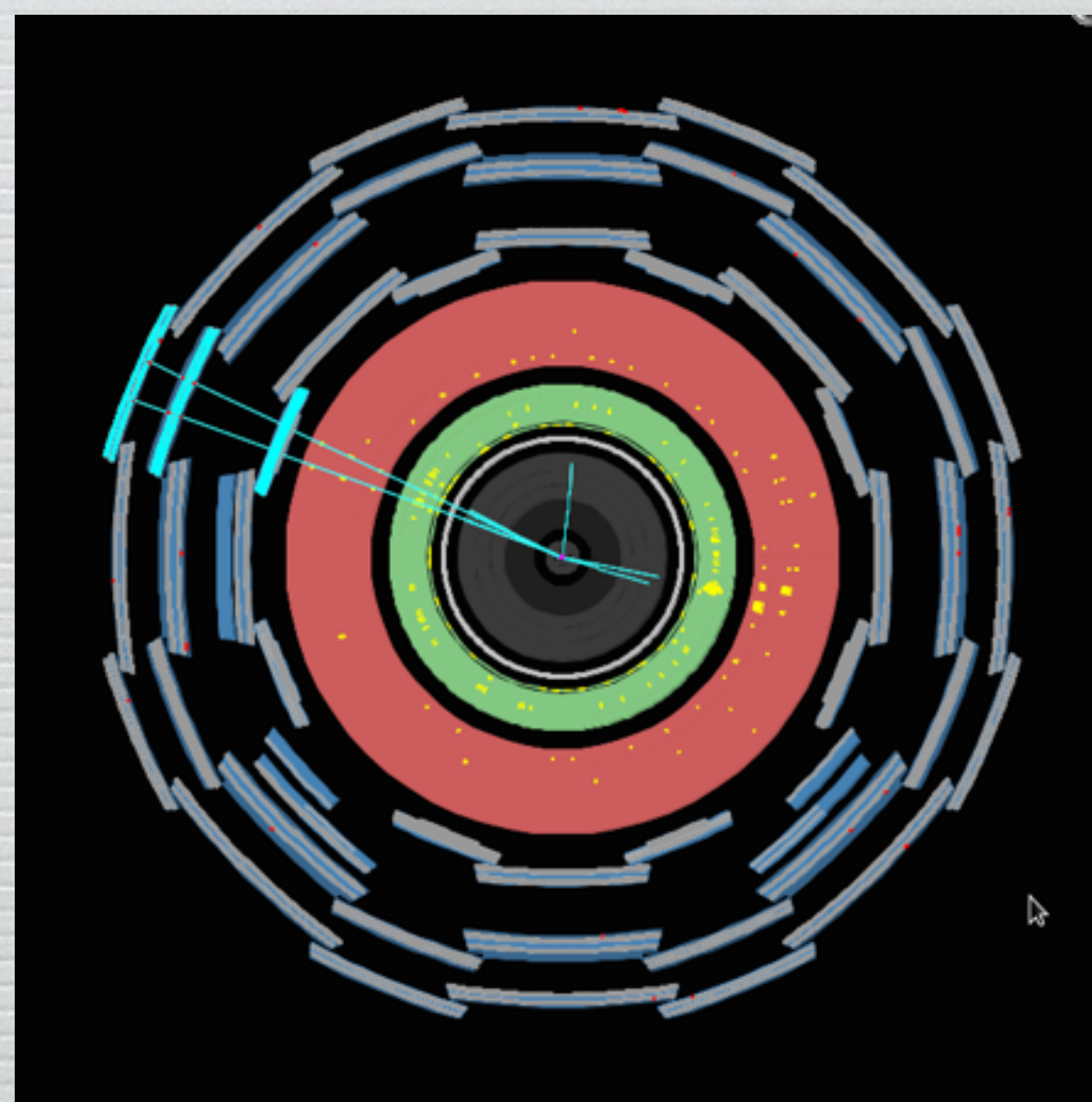
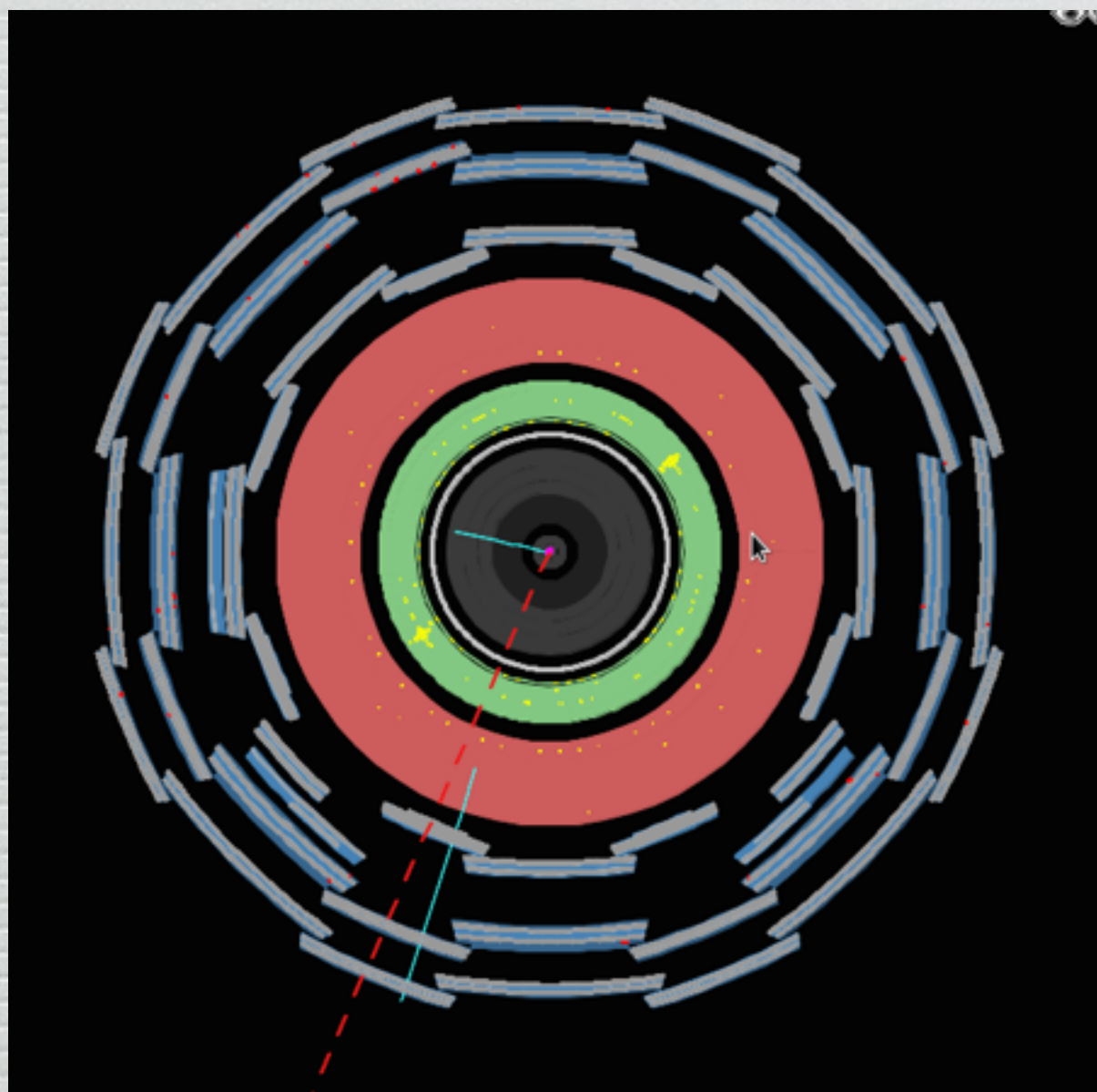
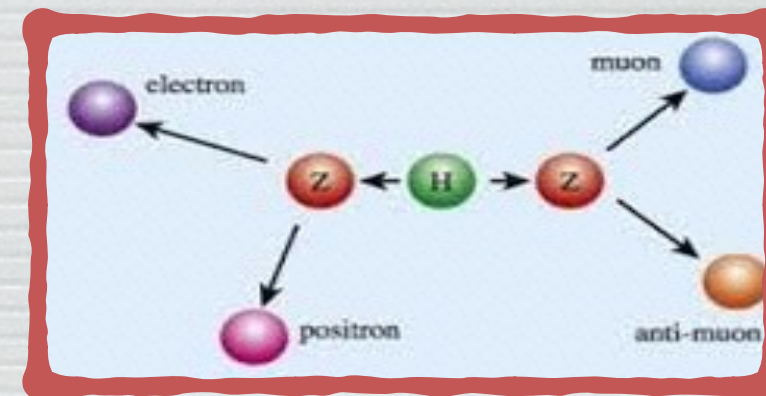
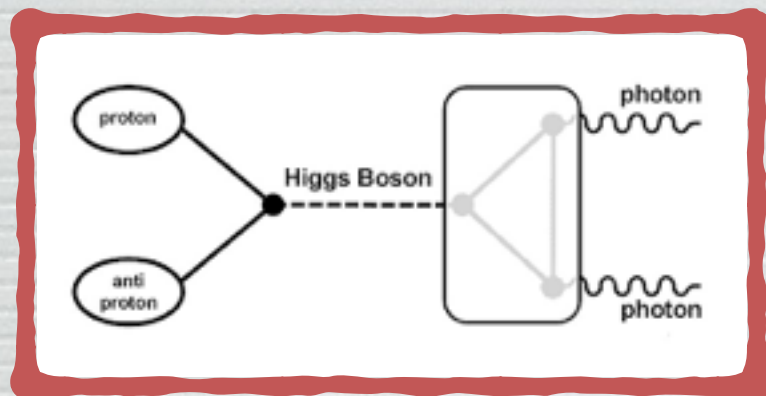
hadronic	leptonic	
	visible	invisible
$Z^0 \rightarrow q\bar{q}$	$Z^0 \rightarrow e^+e^-$	
	$Z^0 \rightarrow \mu^+\mu^-$	
	$Z^0 \rightarrow \tau^+\tau^-$	





Buscando el Higgs

buscamos lo que se produce en su desintegración



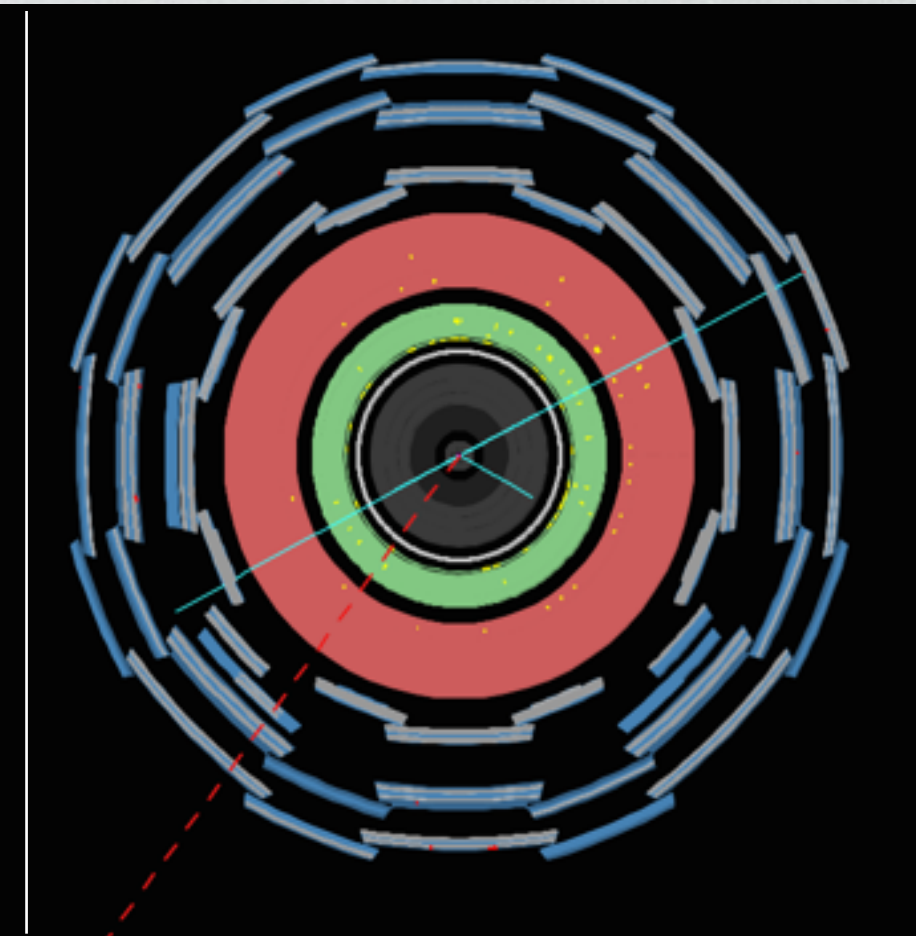
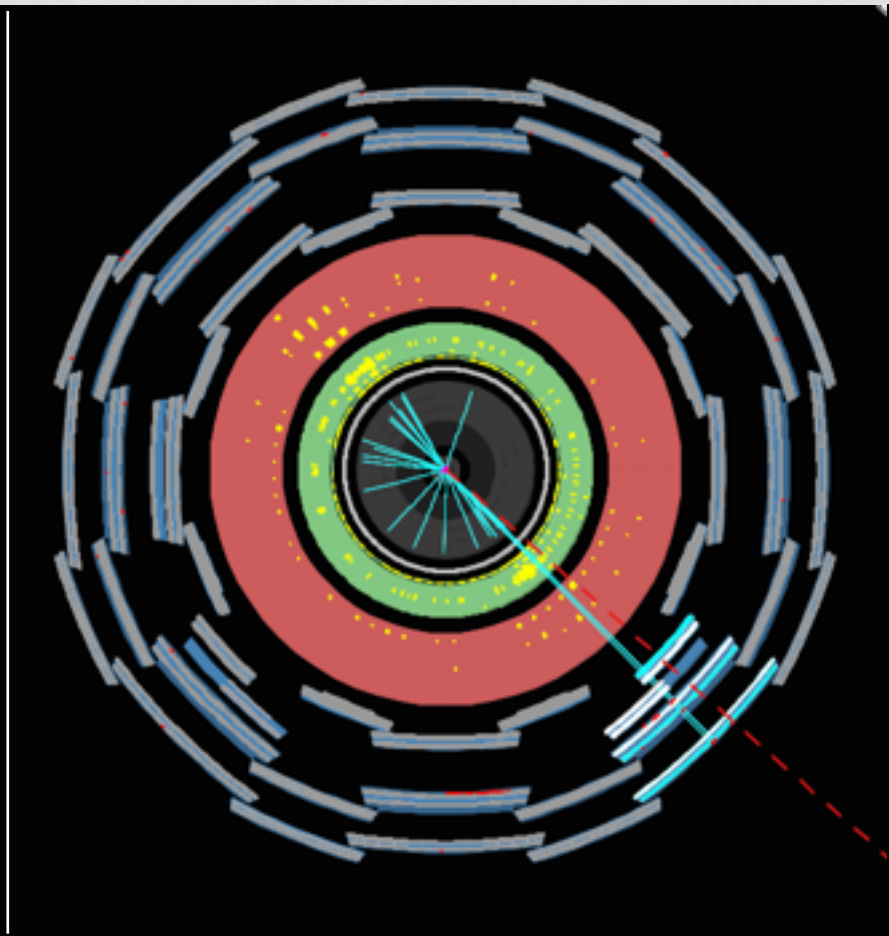
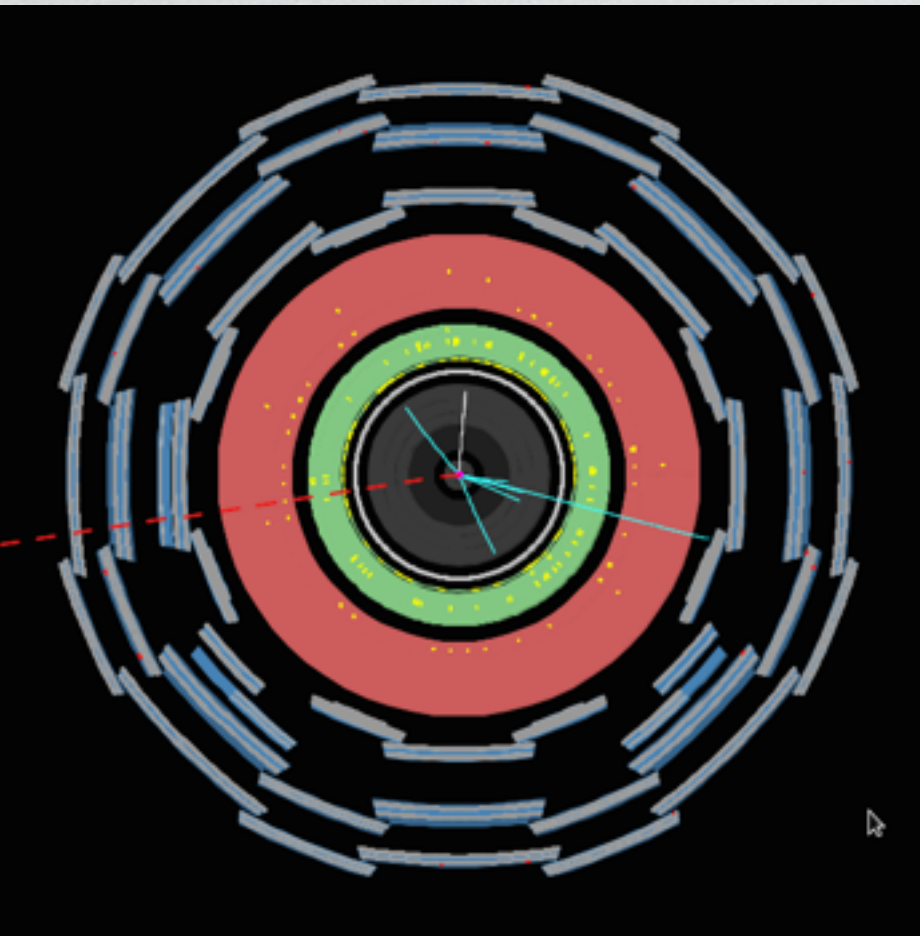
Partículas que pueden parecer bosones Z

Porque producen las mismas partículas al desintegrarse

Y (10 GeV)

J/ψ (3 GeV)

Z' (1000 GeV)



$$Y \rightarrow e^+ e^-$$

$$J/\psi \rightarrow \mu^+ \mu^-$$

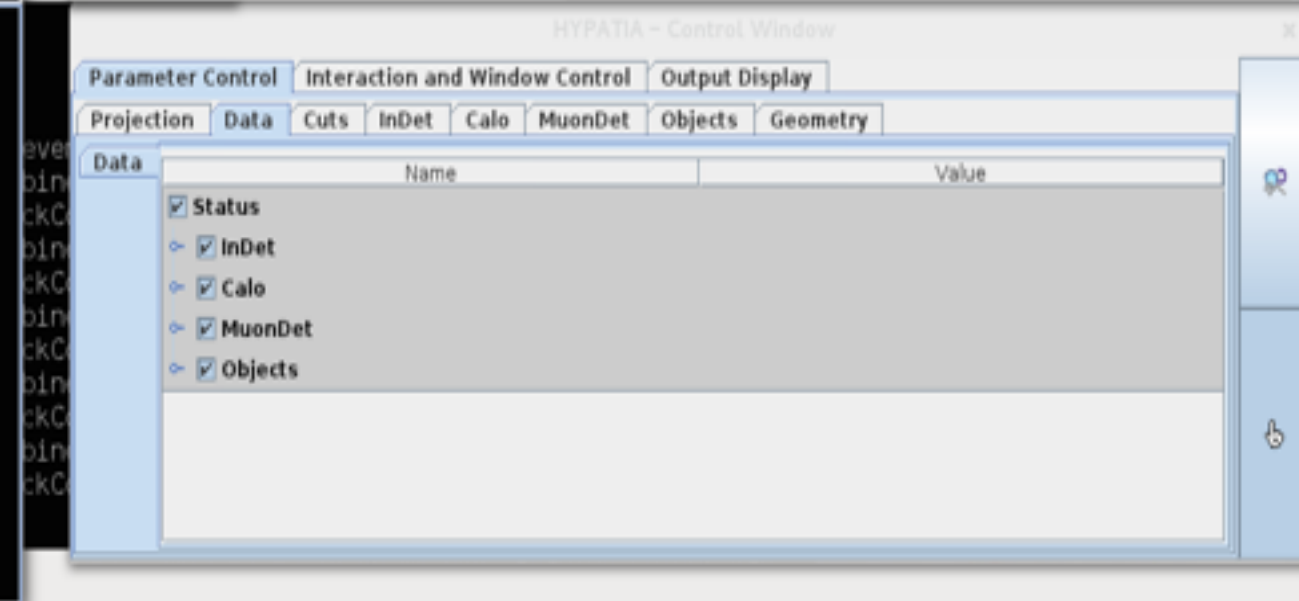
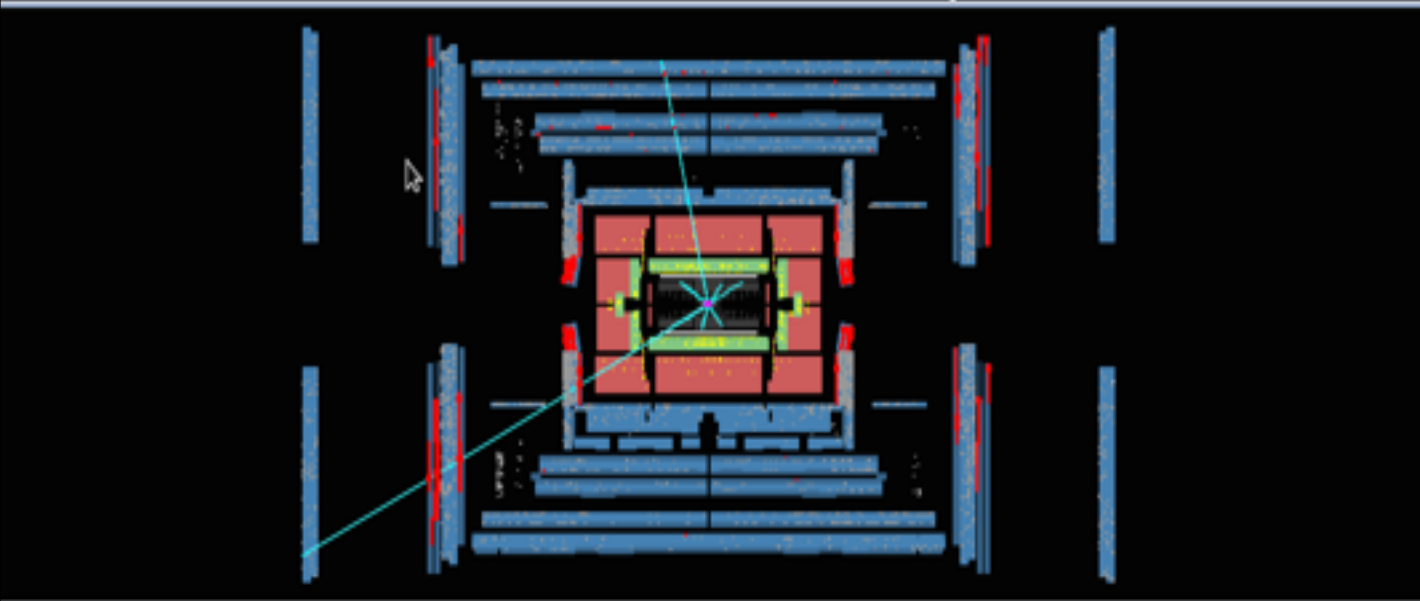
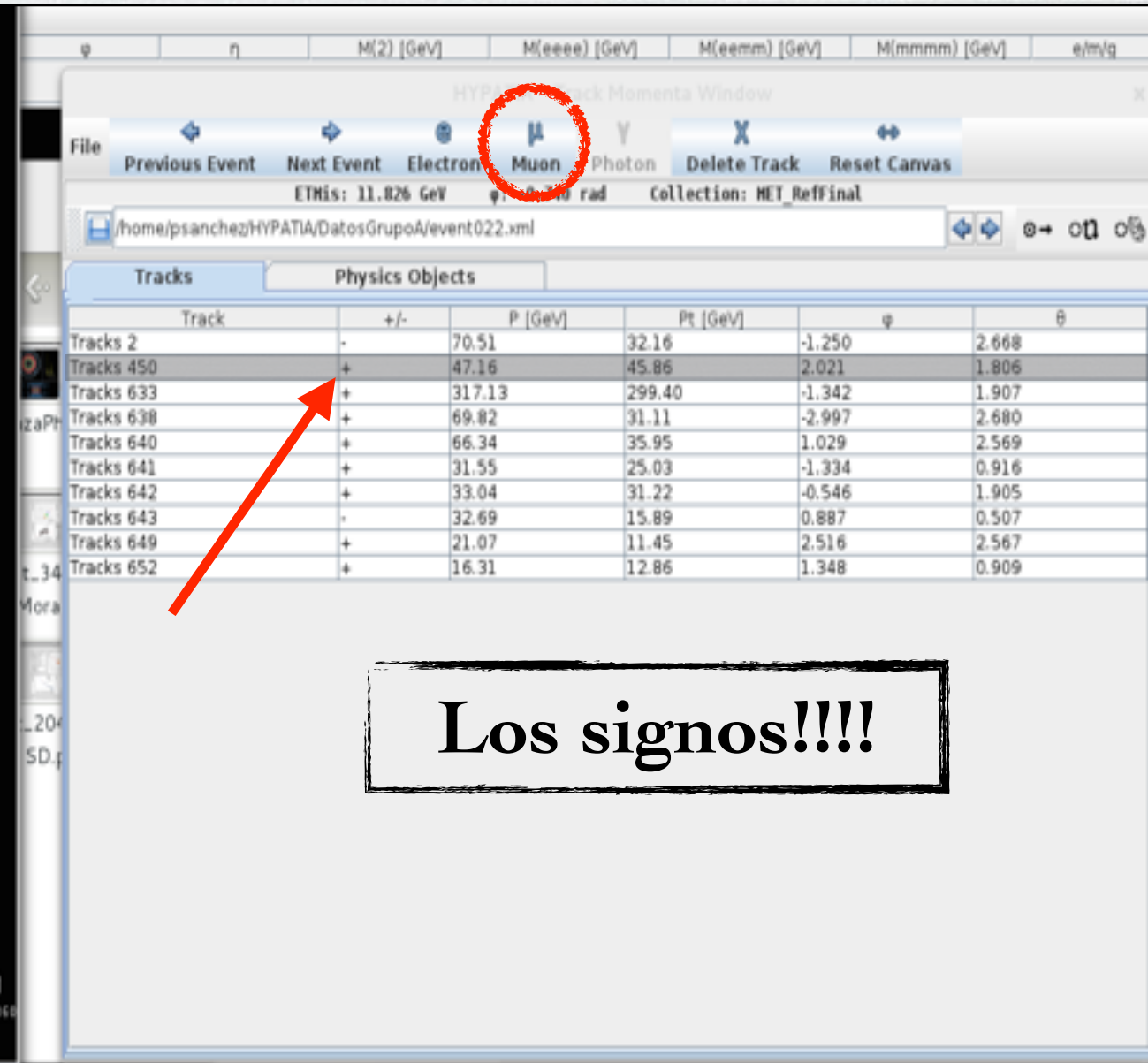
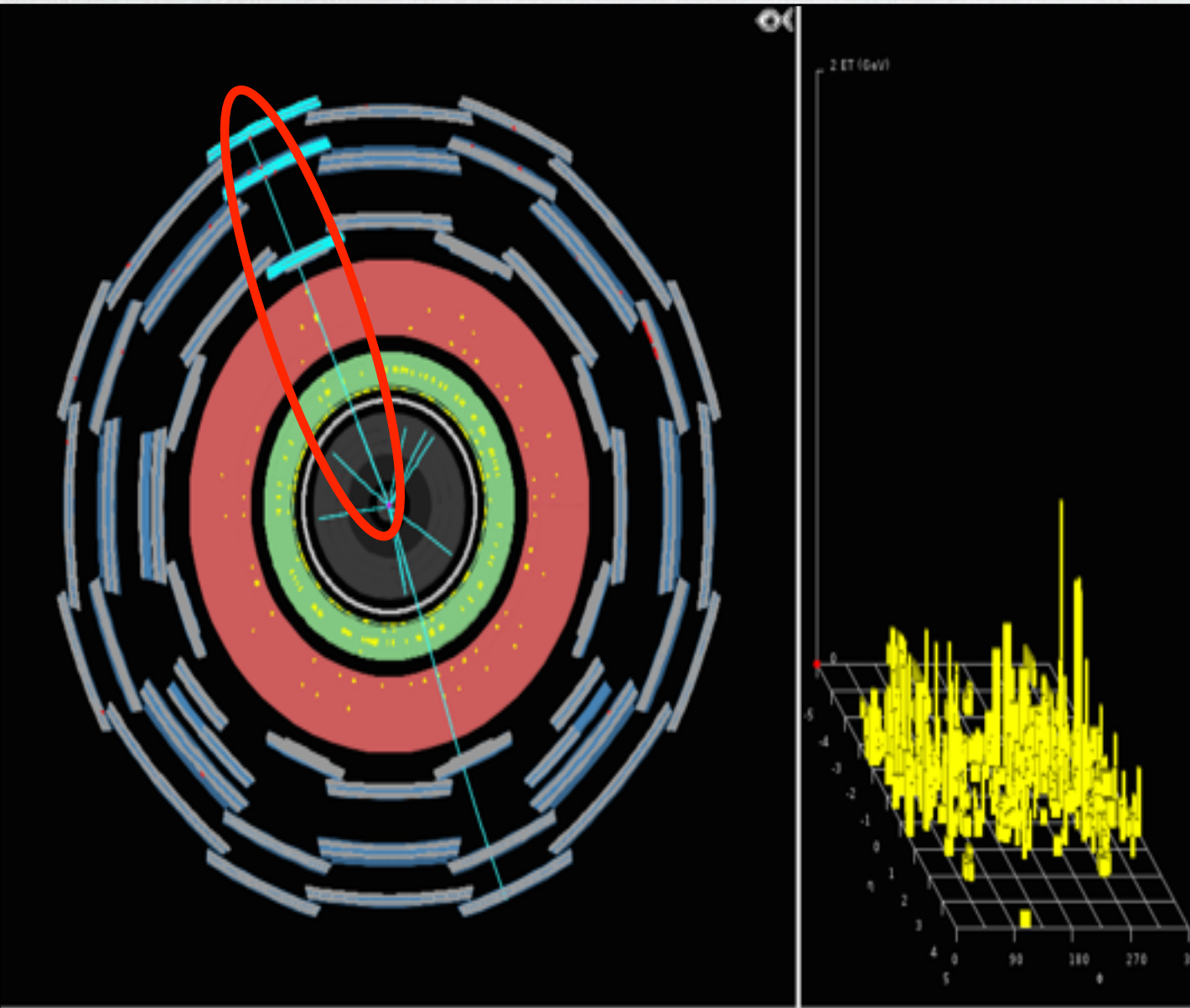
$$Z' \rightarrow \mu^+ \mu^-$$



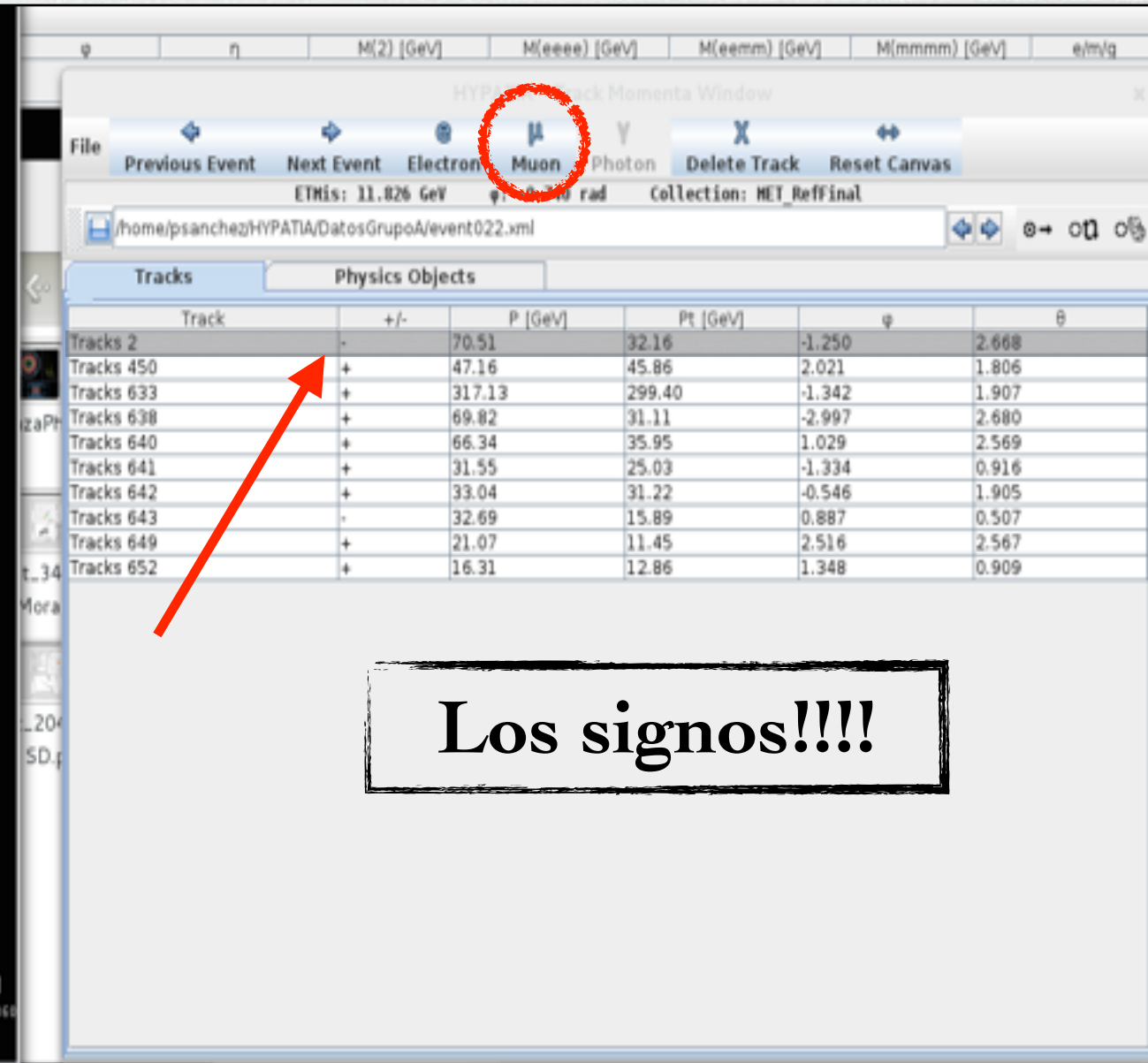
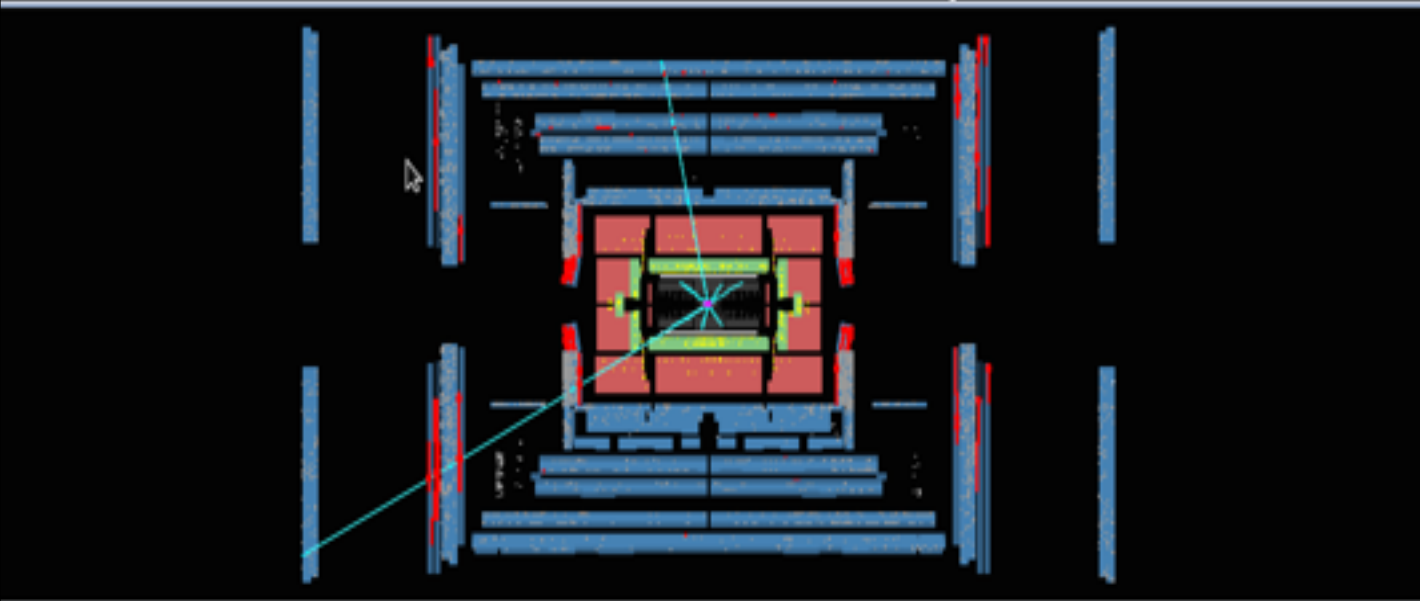
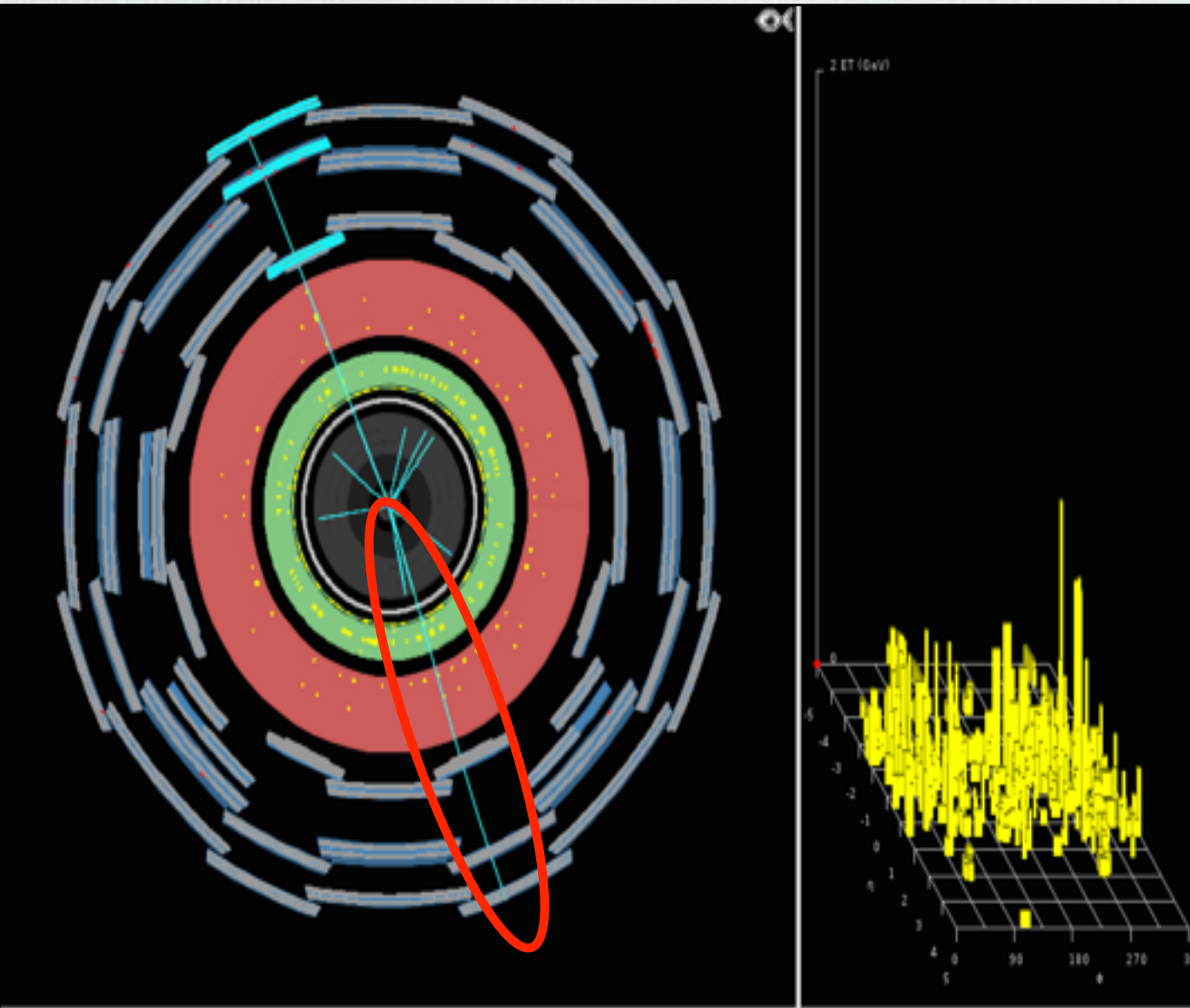
Tenemos que fijarnos en la MASA INVARIANTE que
reconstruimos para saber que partícula estamos viendo



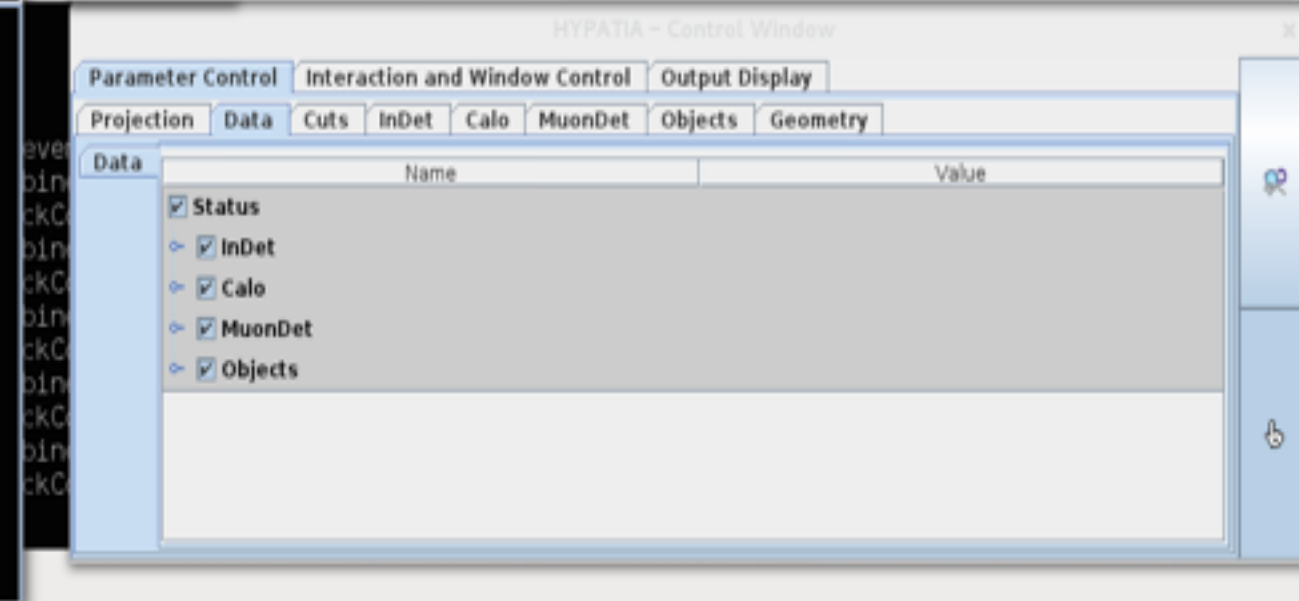
¿Cómo funciona HYPATIA?



¿Cómo funciona HYPATIA?



Los signos!!!!

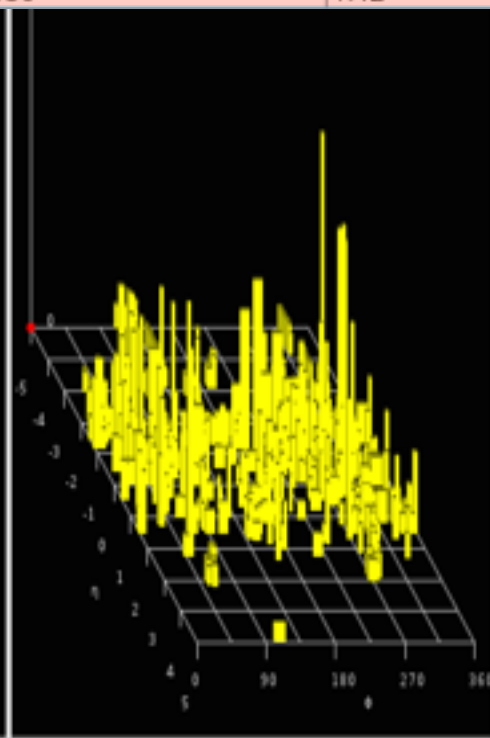


¿Cómo funciona HYPATIA?

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

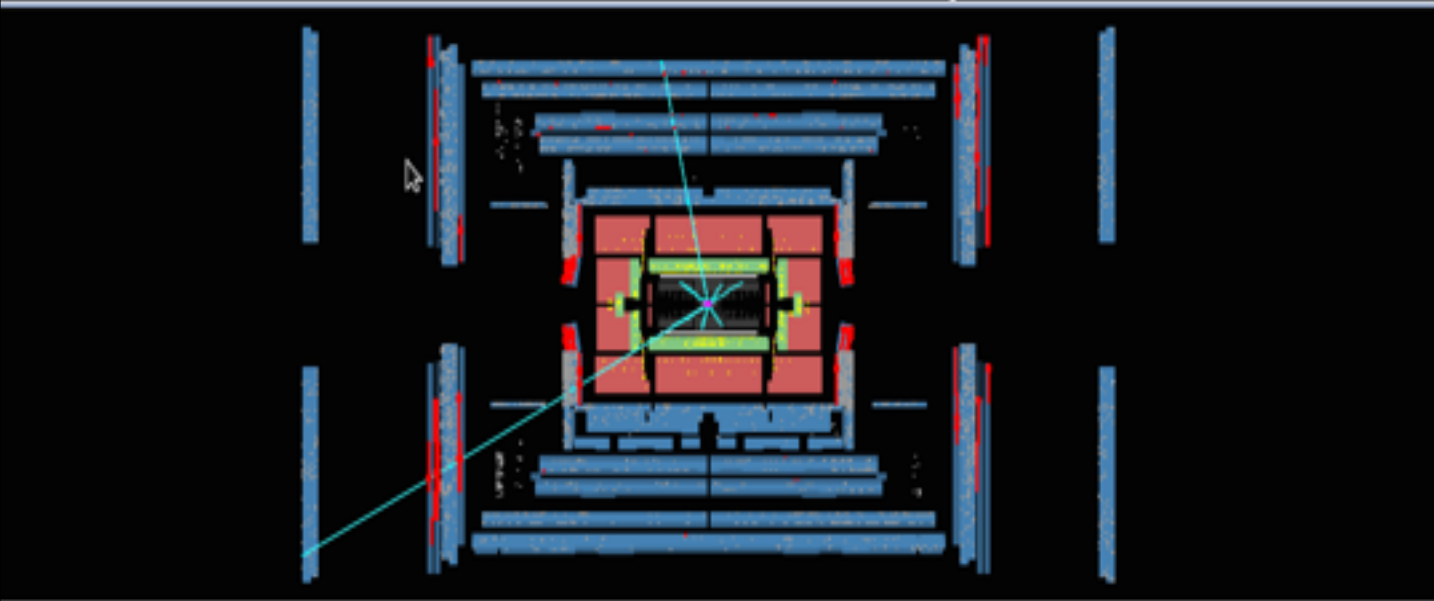
File View Histograms Preferences Help

File Name	ETMis [GeV]	Track	P [GeV]	+/-	Pt [GeV]	ϕ	η	M(2) [GeV]
event016.xml	13.260	Tracks 2	974.6	-	283.5	-2.653	1.906	93.661
		Tracks 8	106.2	+	58.0	-1.705	1.213	
		Tracks 32	114.0	-	34.5	1.665	1.866	
event017.xml	15.483	Object 0	61.3		59.3	0.196	0.258	109.079
		Object 1	48.7		45.3	-2.957	-0.386	
event019.xml	33.721	Object 0	107.1		107.1	1.892	-0.027	116.228
		Object 1	58.9		31.5	0.229	1.239	
event021.xml	21.652	Object 0	242.5		60.2	-1.832	2.070	108.594
		Object 1	230.8		50.9	1.720	2.193	
event022.xml	11.826	Tracks 2	70.5	-	32.2	-1.250	-1.422	90.521
		Tracks 450	47.2	+	45.9	2.021	-0.238	



Tracks	+	Pt [GeV]	ϕ	η	M(2) [GeV]
Tracks 640	+	66.34	35.95	1.029	0.916
Tracks 641	+	31.55	25.03	-1.204	0.916
Tracks 642	+	33.04	31.22	0.546	1.905
Tracks 643	-	32.69	15.89	0.887	0.507
Tracks 649	+	21.07	11.45	2.516	2.567
Tracks 652	+	16.31	12.86	1.348	0.909

Reconstrucción de la
masa invariante



HYPATIA - Control Window	
Parameter Control	Interaction and Window Control
Projection	Data
Cuts	InDet
Calo	MuonDet
Objects	Geometry
Data	
Name	Value
Status	
InDet	
Calo	
MuonDet	
Objects	

¿ Cómo se analizan los datos ?

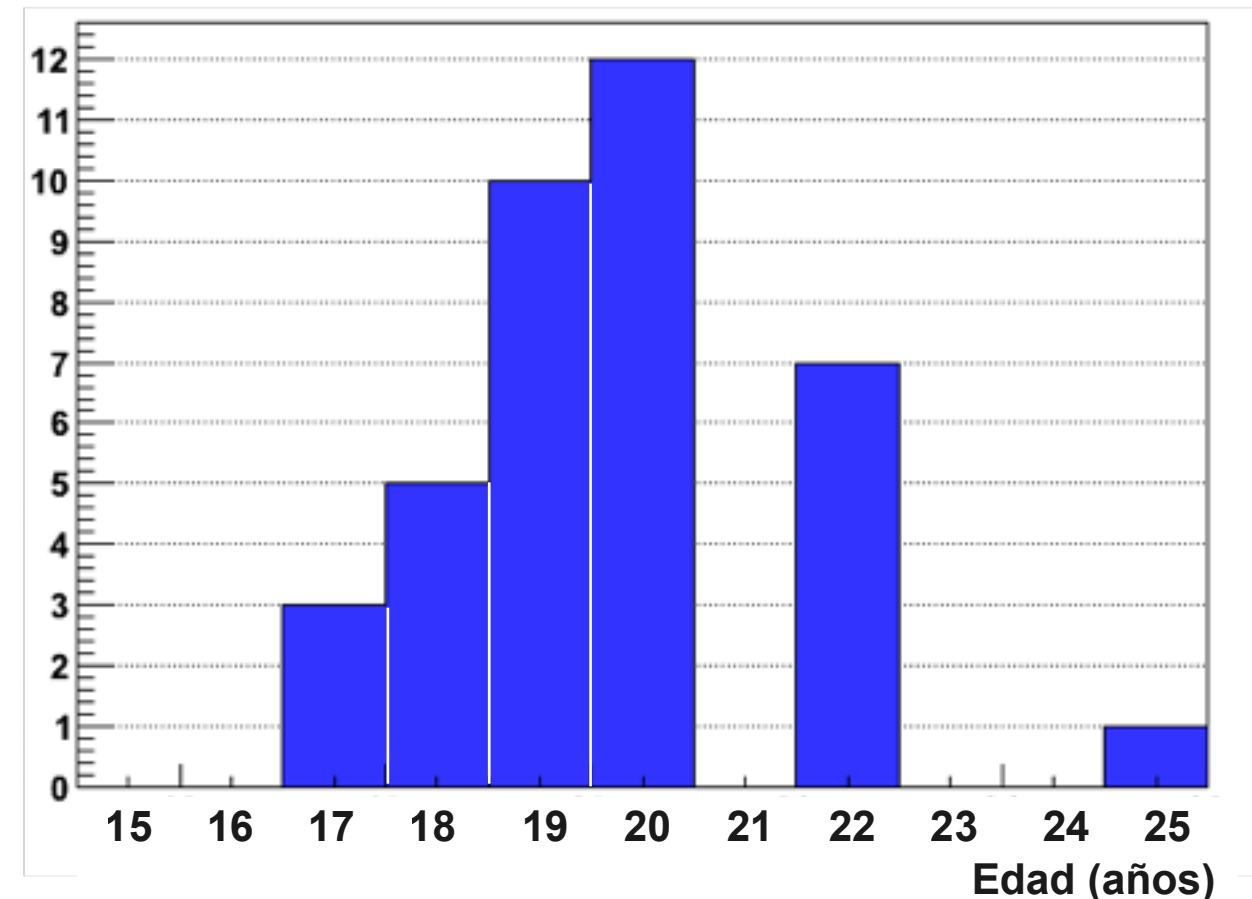
El histograma

Un histograma es la representación gráfica en forma de barras de una magnitud. La altura de cada barra representa la cantidad de veces que se repite un cierto valor para dicha magnitud



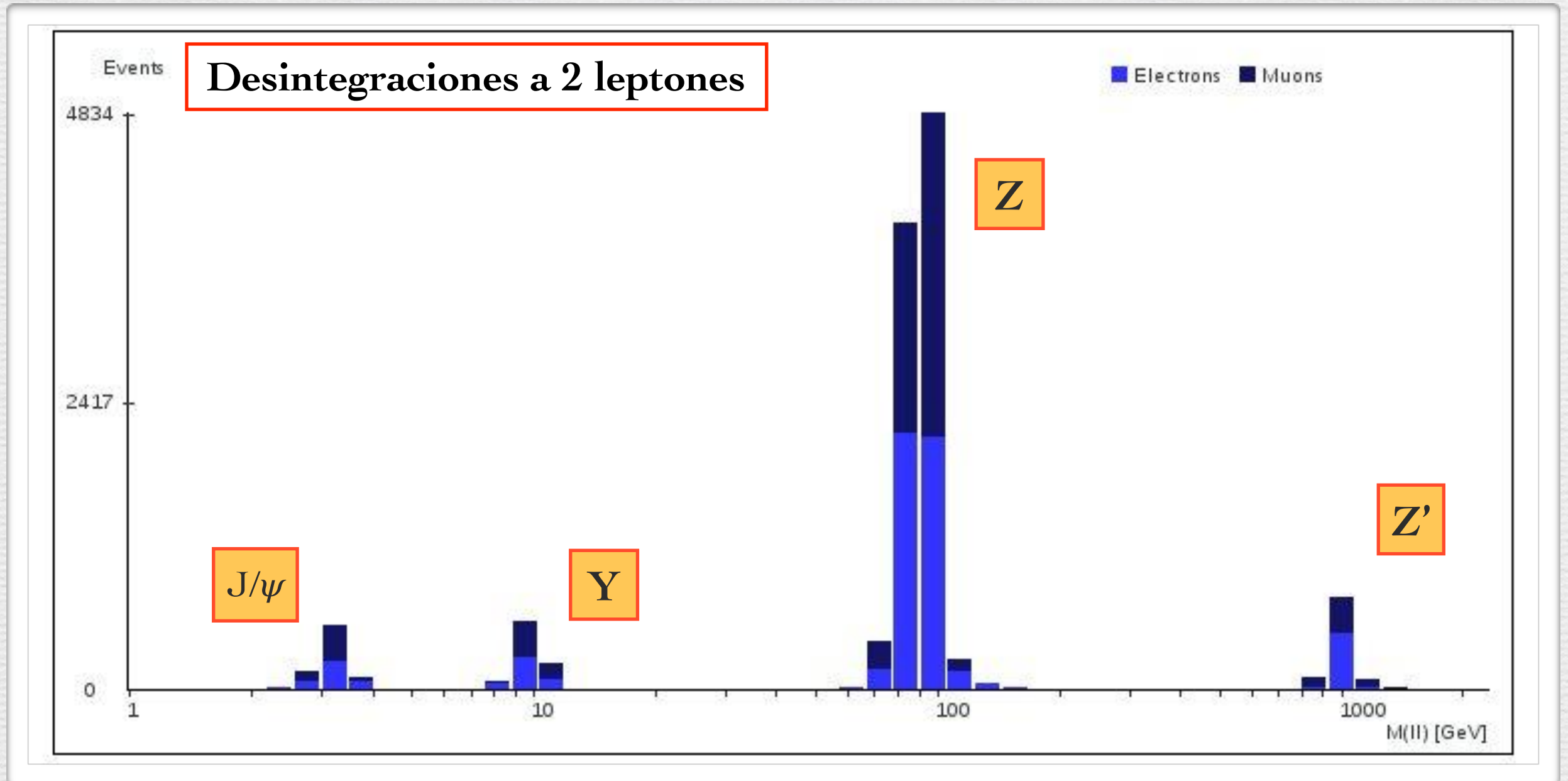
Ejemplo: Estudiar la edad de un grupo de personas

Edad (años)	Número de Personas
17	3
18	5
19	10
20	12
22	7
25	1



¿ Cómo se analizan los datos ?

El histograma de la masa invariante



De un sólo vistazo vemos la cantidad de sucesos que hemos obtenido de cada partícula

Back up

Sucesos más importantes

Concentrarse principalmente en buscar
estos dos sucesos

