

Master Class IFIC – Facultat de Física

Miguel Villaplana Pérez & Santiago González de la Hoz

IFIC- Departamento de Física Experimental
Universitat de València – CSIC



VNIVERSITAT ID VALÈNCIA  Facultat de Física



Agenda

<https://indico.ific.uv.es/event/7865/>

<http://ific.uv.es/masterclass/>

Masterclass Hands on Particle Physics: ejercicio ATLAS-W

Tuesday 25 Mar 2025, 09:30 → 17:00 Europe/Madrid

Universe

Description: La masterclass del día 25 de marzo estará dedicada al experimento ATLAS, y en ella se analizarán datos del ejercicio ATLAS-W.

09:30

→ 09:35

Bienvenida

Speakers: Miguel Villaplana (IFIC [CSIC-UV]), Dr. Santiago González de la Hoz (IFIC [CSIC-UV])

MasterClass25M_b...

09:35

→ 10:00

Introducción a la física de partículas y Modelo Estándar

Speaker: Valentina De Romeri (IFIC UV/CSIC)

intro_fisica_particul... Presentación

10:00

→ 10:30

Introducción a los aceleradores de partículas, LHC y ATLAS

Speaker: Salvador Martí García (IFIC-Valencia [UV-CSIC])

LHC_ATLAS_2024...

10:30

→ 11:00

Almuerzo

30m Cafetería del Campus de Burja...

11:00

→ 11:30

Introducción al ejercicio

Speakers: Miguel Villaplana (IFIC [CSIC-UV]), Santiago González de la Hoz (IFIC)

Santi.Miguel.Maste...

11:30

→ 13:00

Ejercicio ATLAS-W

Speakers: Adrián Rubio (IFIC), Carlos Escobar (IFIC [CSIC-UV/EG]), Clara Camión Martínez (Instituto de Física Corpuscular [IFIC]), Emanuela Musumeci (IFIC), Emma Tomé Pastor (IFIC), Jose Centeno (IFIC/UV-CSIC [EG]), Juan Palacios González (IFIC), Miguel Jimenez, Miguel Villaplana (IFIC [Universidad de Valencia y CSIC]), Salvador Martí García (IFIC-Valencia [UV-CSIC]), Santiago González de la Hoz (IFIC), Tamar Zakareishvili (Instituto de Física Corpuscular [IFIC])

Procedimiento a se...

13:00

→ 14:40

Comida

1h 40m Cafetería de la ETSE

14:40

→ 14:55

Introducción a la Facultad de Física

Vicedecano de la Facultad de Física de la UV

Speaker: María Jesús Hernández (UV)

14:55

→ 15:25

Introducción al IFIC

Vicedirector del IFIC

Speaker: Jose Enrique García Navarro (IFIC [CSIC-Universidad de Valencia])

Presentación

15:25

→ 16:00

Comentario de resultados

Speakers: Miguel Villaplana (IFIC [CSIC-UV]), Santiago González de la Hoz (IFIC)

Análisis de resultad...

16:00

→ 17:00

Videoconferencia con el CERN

Speakers: Miguel Villaplana (IFIC [CSIC-UV]), Santiago González de la Hoz (IFIC)

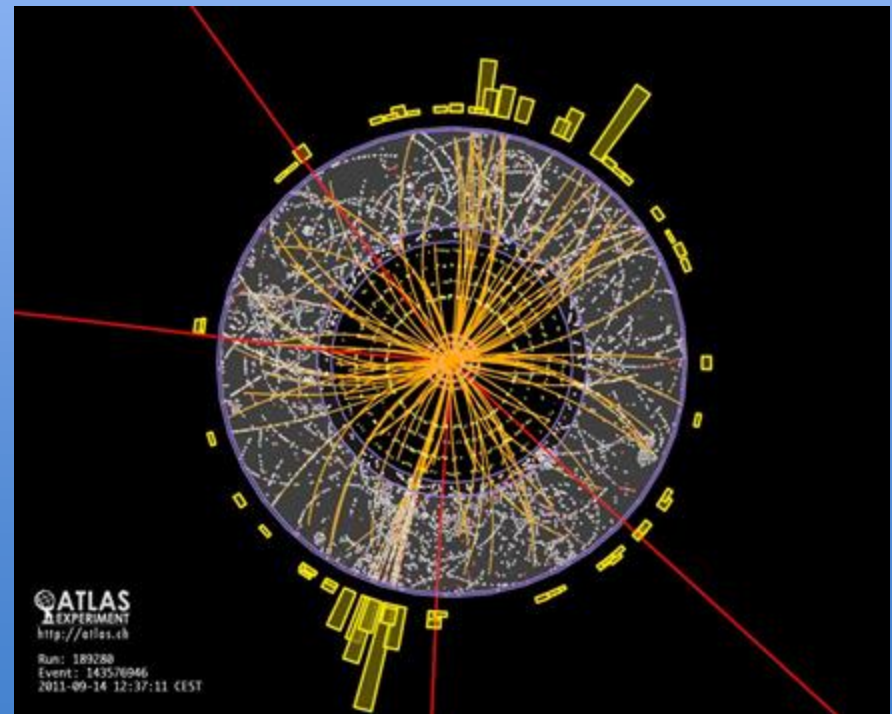
Tue, Mar 25
VC 1: ATLAS W
16:00 CET
Martin
Matt
Kutaisi
Rome Tre
Valencia
Bern
Dresden
Bonn



Qué vamos a hacer?

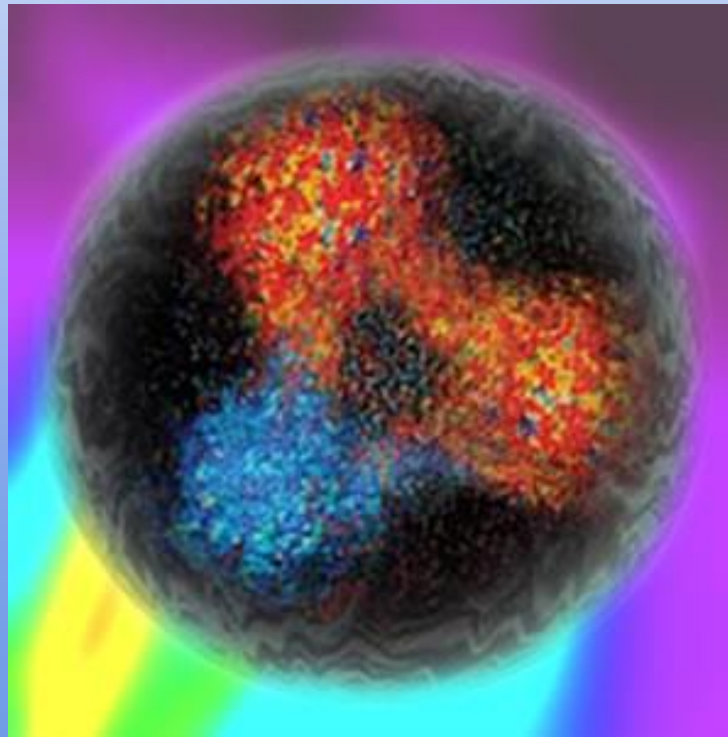
<http://atlas.physicsmasterclasses.org/en/wpath.htm>

1. Comprobar la estructura interna del protón
1. Búsqueda del bosón de Higgs

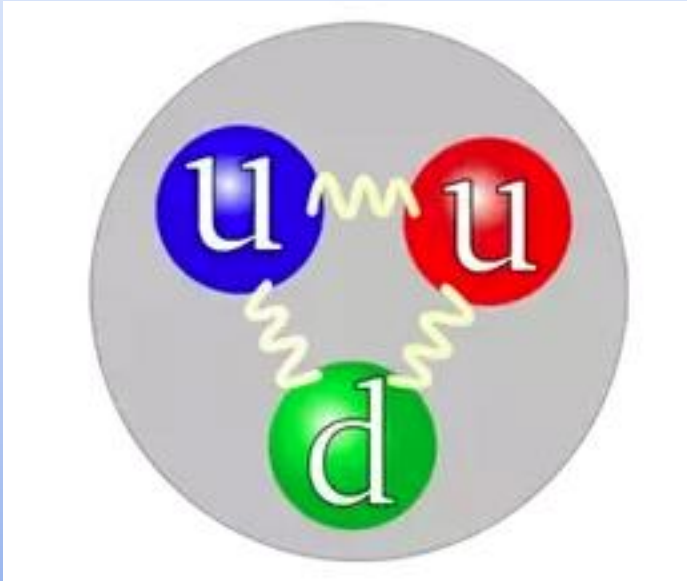


EJERCICIO 1:

Comprobar la estructura interna del protón

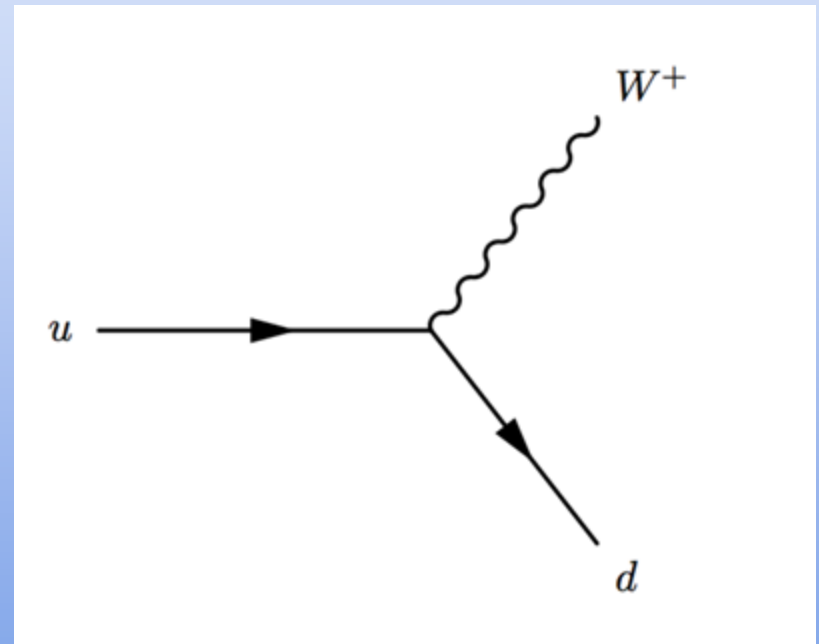


El protón: teoría



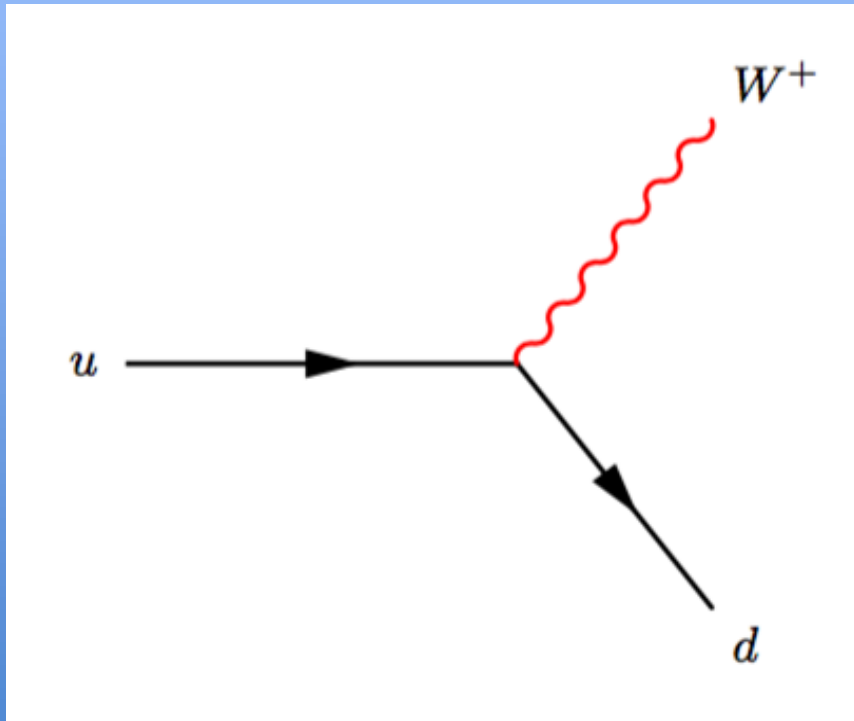
- quark u : $+2/3$
- quark u : $+2/3$
- quark d : $-1/3$

$$\text{Total} = \frac{2}{3} + \frac{2}{3} - \frac{1}{3} = +1$$

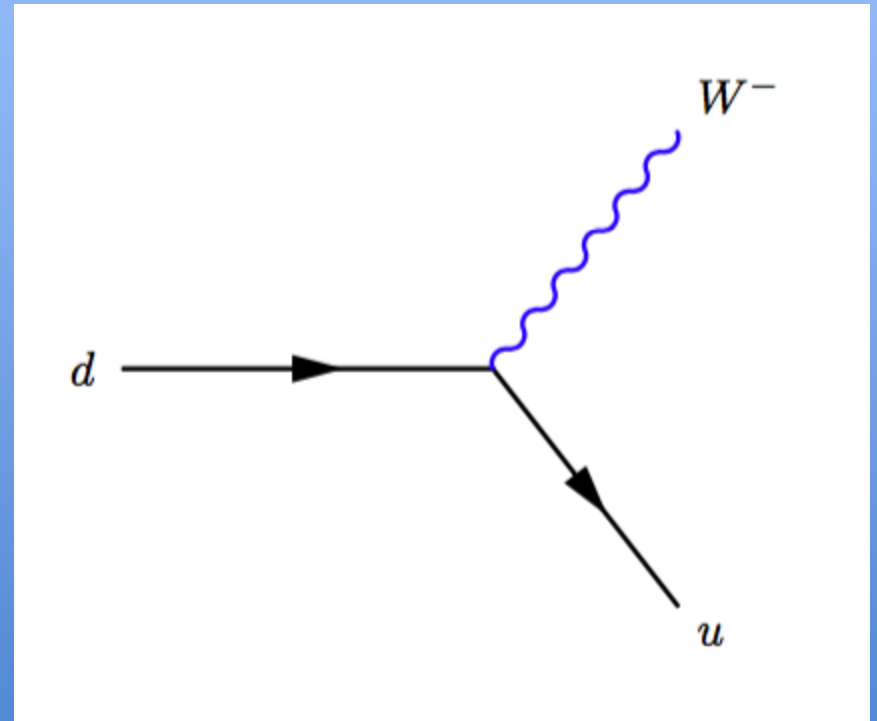


Partícula W^{\pm}

¿Cómo distinguirlos?



$$u \rightarrow d + W^+$$



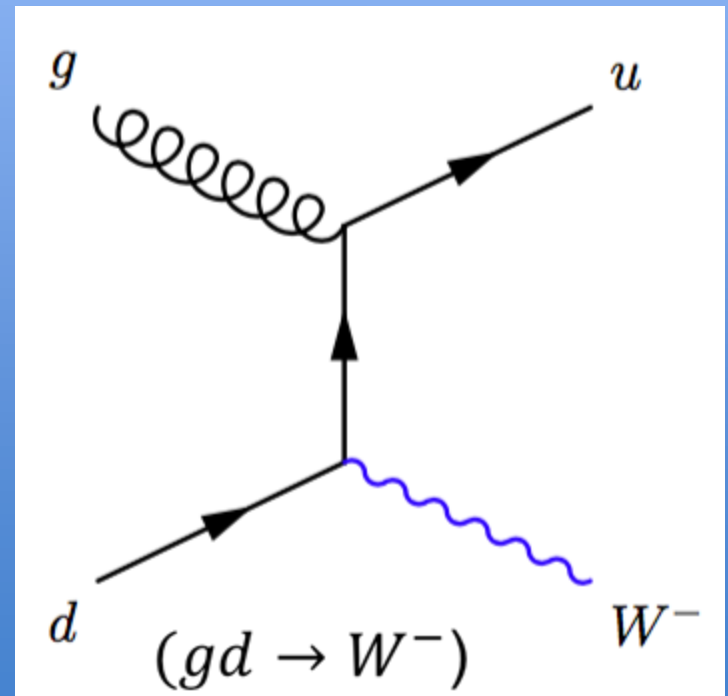
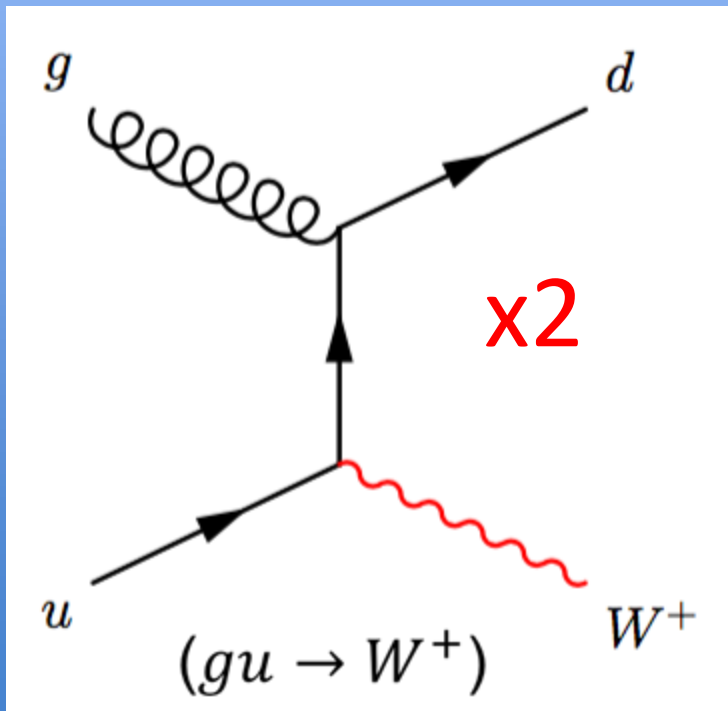
$$d \rightarrow u + W^-$$

Colisiones quark-gluón

(66% de los W se producen así)

→ $(gu \rightarrow W^+)$ **x 2** -- 22% x 2 = **44%**

→ $(gd \rightarrow W^-)$ -- 22%

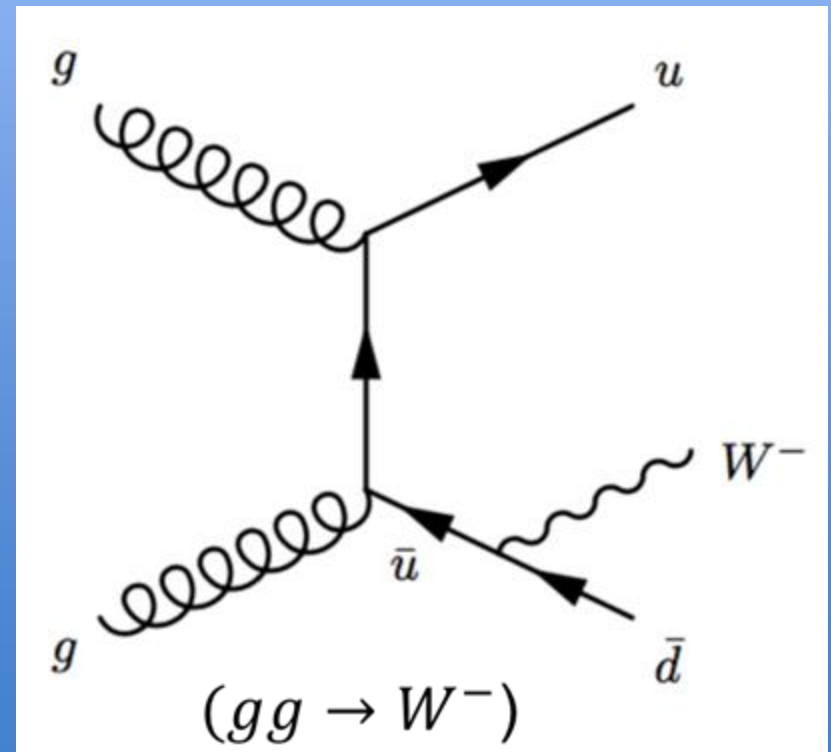
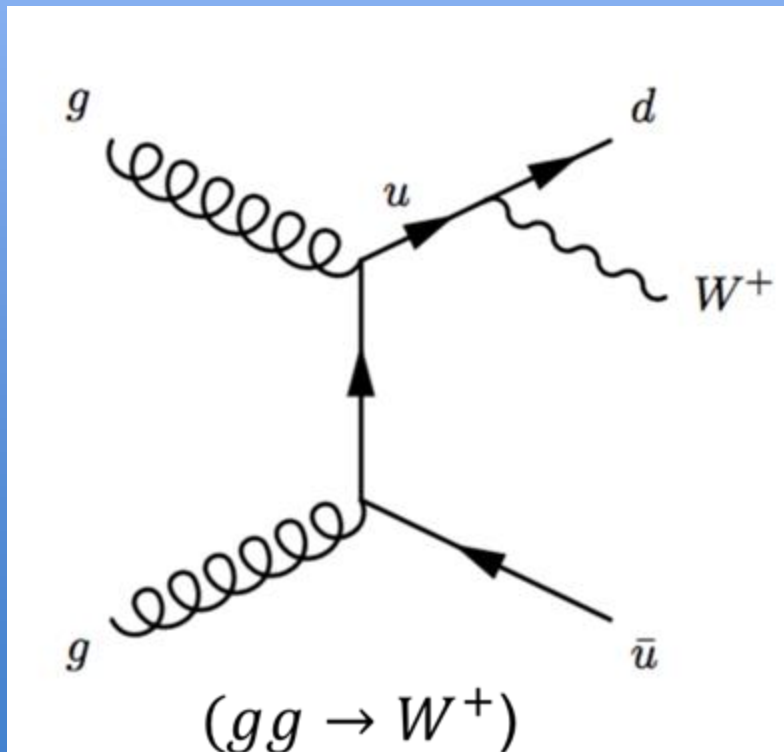


Colisiones de gluones

(34% de los W se producen así)

→ $(gg \rightarrow W^+)$ -- 17%

→ $(gg \rightarrow W^-)$ -- 17%



Resumen

- Resultados finales (W^+ y W^-)

$$\rightarrow (gg \rightarrow W^+) = (17 \pm 4) = 61\%$$

$$\rightarrow (gg \rightarrow W^-) = (17 \pm 2) = 39\%$$

- La proporción (teórica) entre W^+ y W^- :

$$R^\pm = \frac{W^+}{W^-} = \frac{61}{39} = 1.56$$

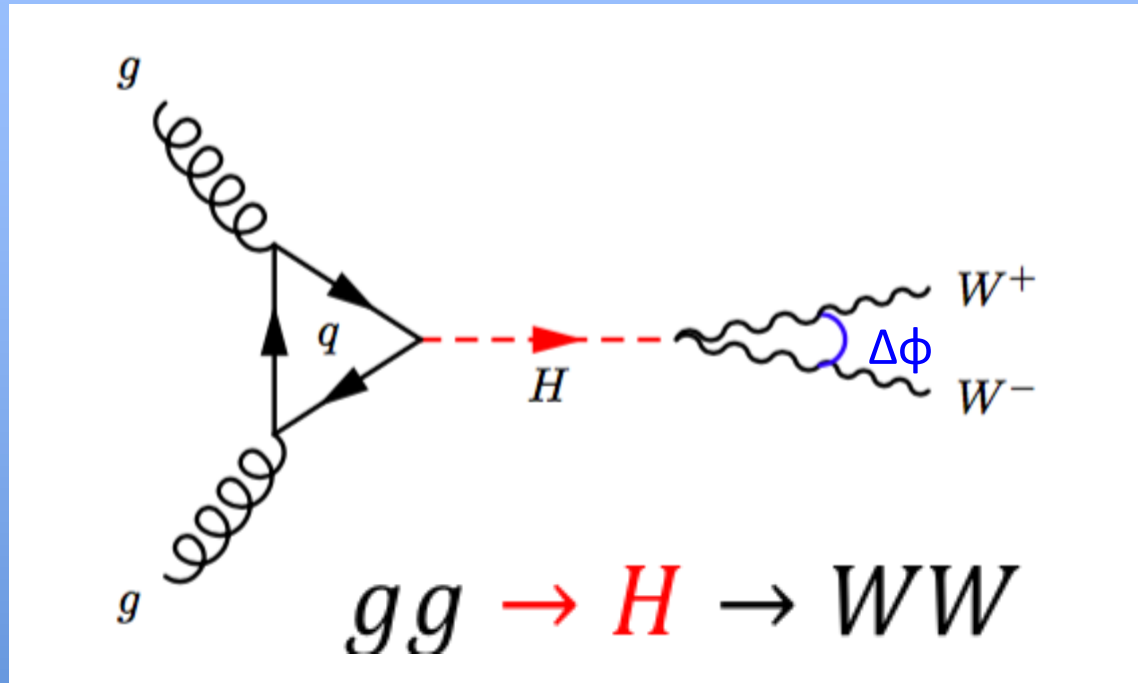
- El resultado observado por ATLAS es 1.52

EJERCICIO 2

Buscar el bosón de Higgs



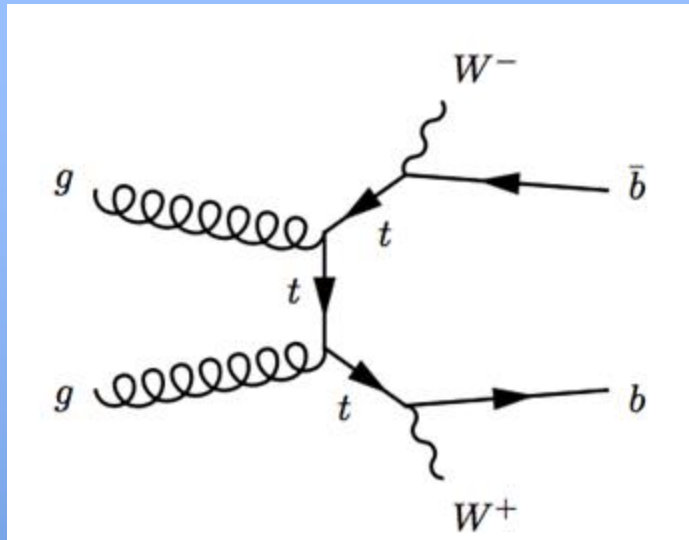
Señal del Higgs



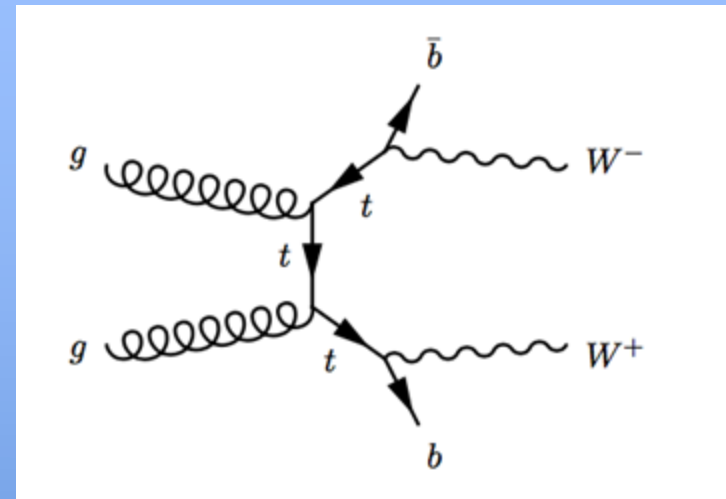
El Higgs es producido con mucha energía

Los WW provenientes del Higgs seguirán esa misma dirección y tendrán un ángulo entre ellos ($\Delta\phi$) muy pequeño

Ruido



$gg \rightarrow WW$
(ángulo grande)



$gg \rightarrow WW$
(ángulo pequeño)

Los eventos de WW pueden salir con *cualquier ángulo*.

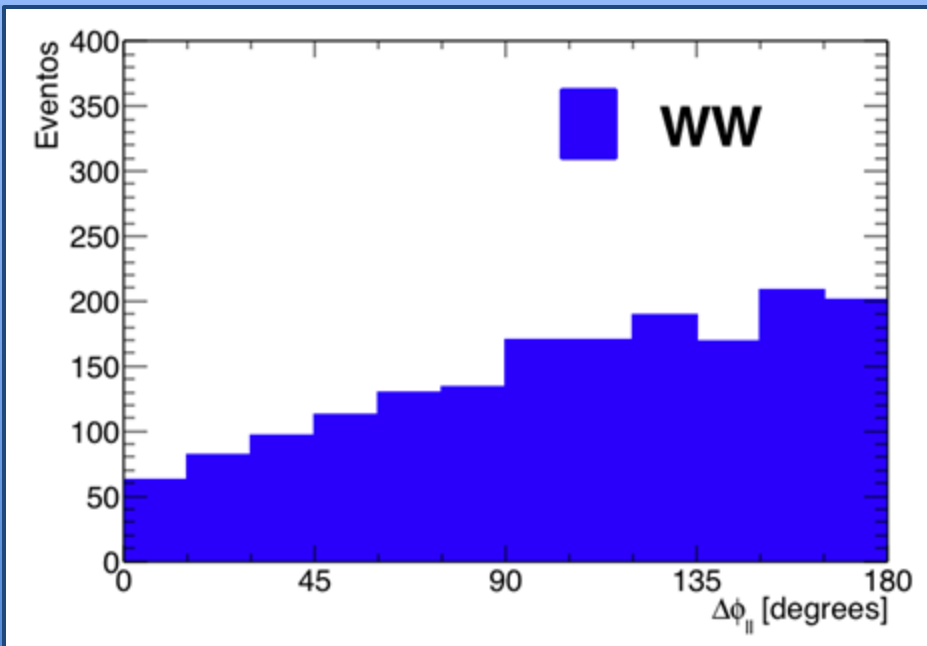
Los eventos del Higgs *solo* pueden salir con un ángulo pequeño.

¿Entonces cómo sabemos si un evento con un ángulo pequeño es un Higgs o un simple y aburrido WW ?

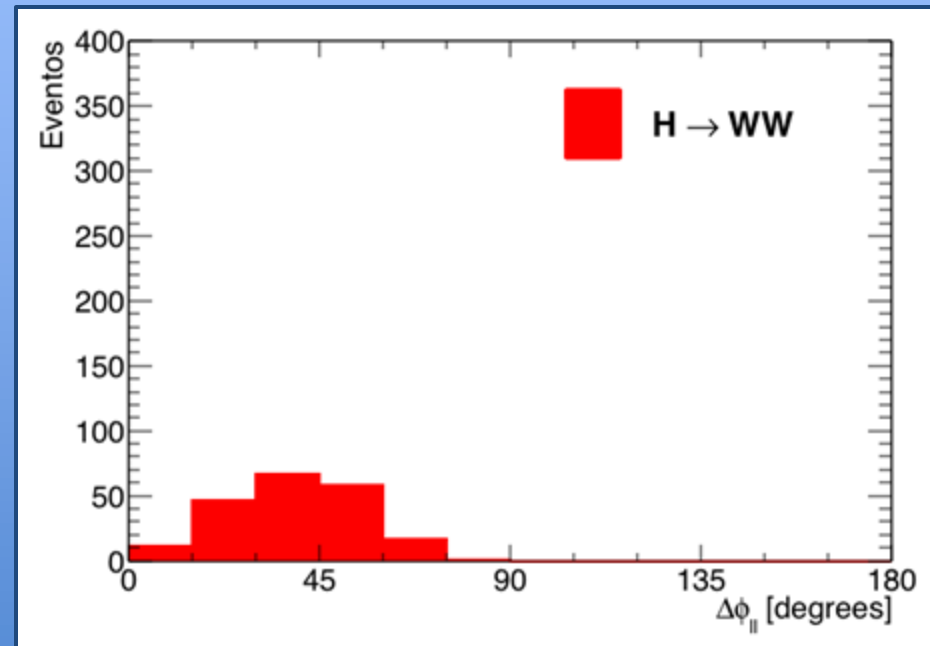
Solución: estadística y **iplots!**

Histogramas

Número de veces que ha salido cada ángulo [0 - 180°]

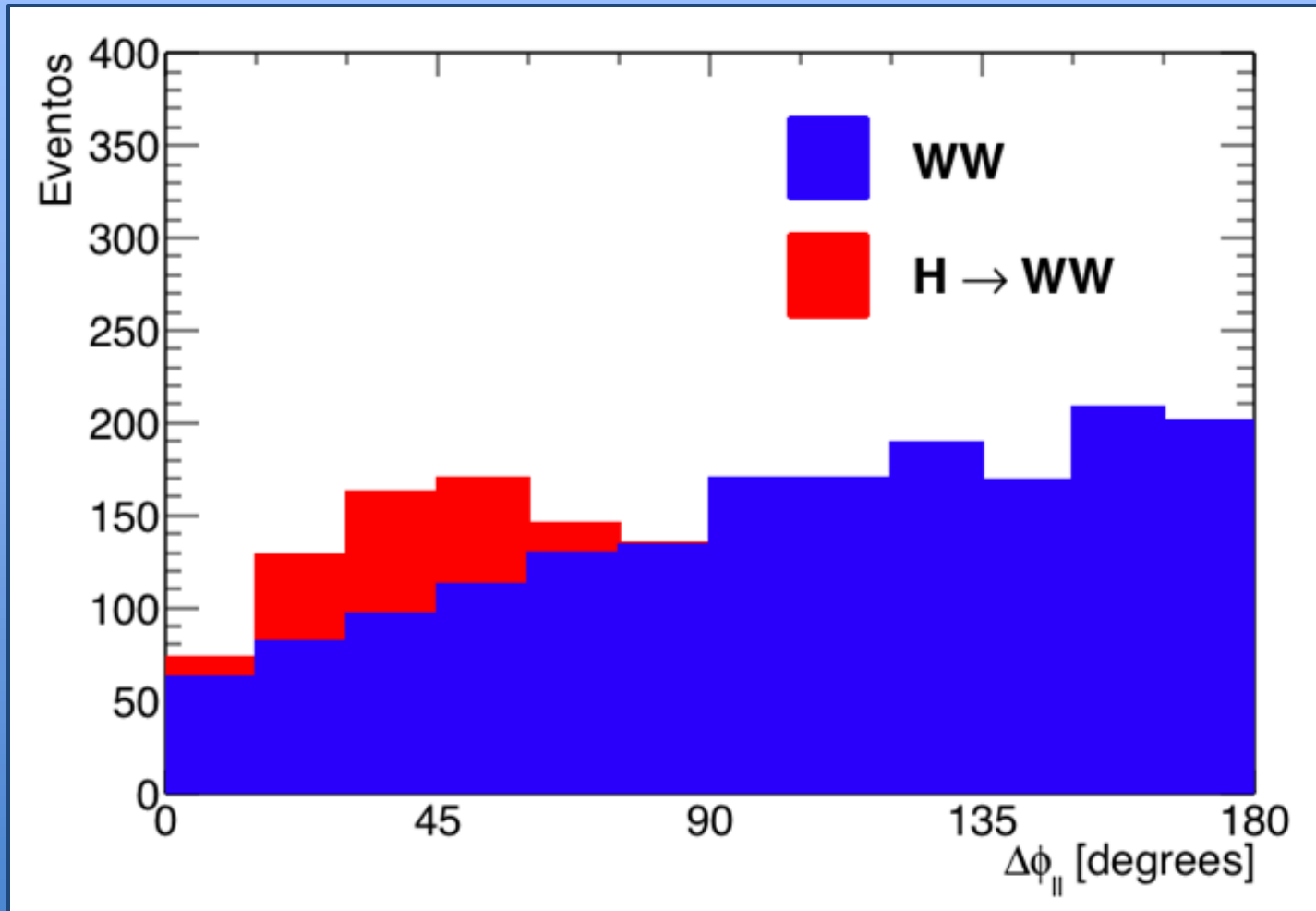


Los eventos de WW pueden salir con *cualquier ángulo*.



Los eventos de Higgs solo salen a *ángulos pequeños*

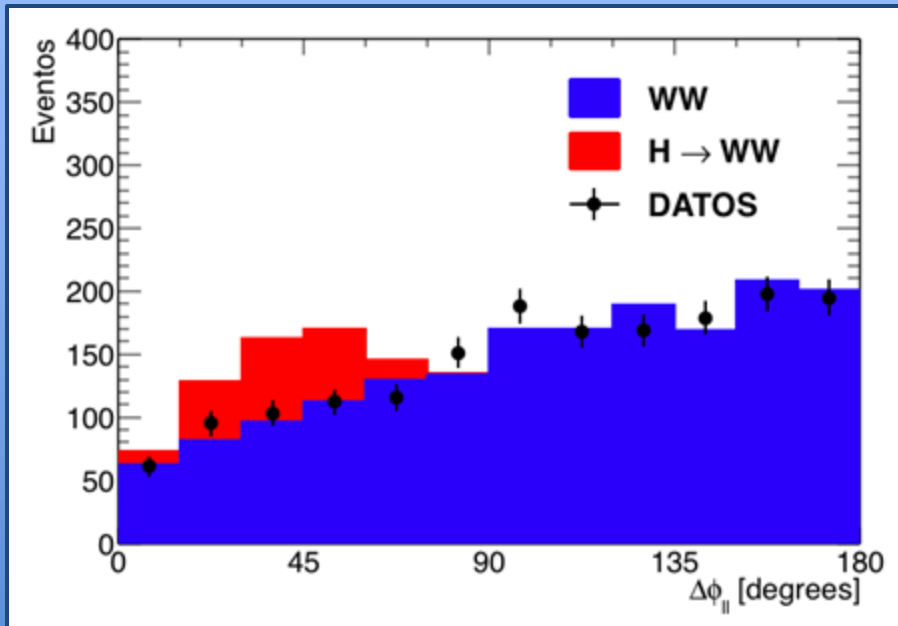
Modelo teórico



¡Ahora medimos!

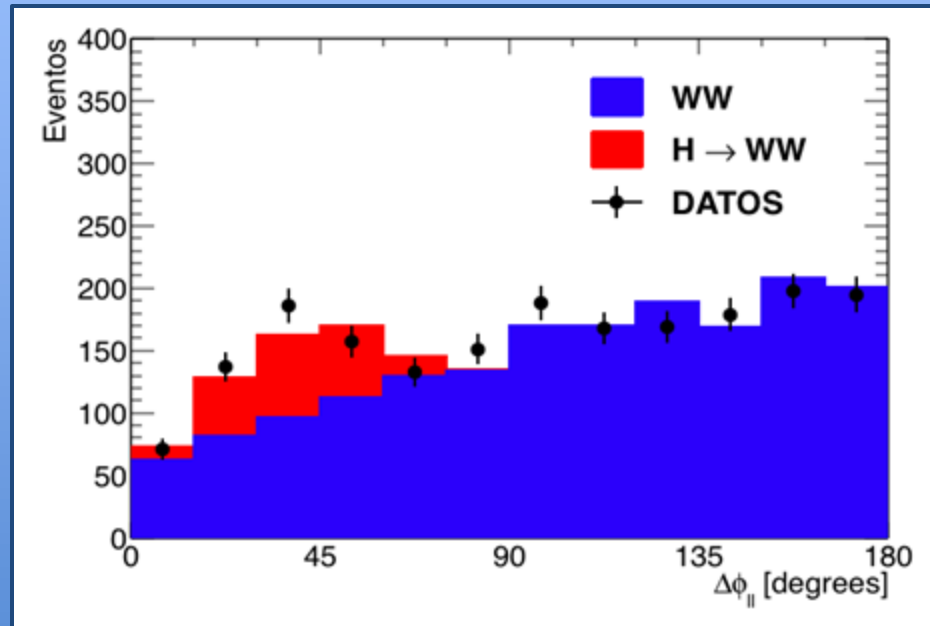
Medida de datos

Número de veces que ha salido cada ángulo [0 - 180°]



Los datos se parecen más al modelo
SIN Higgs

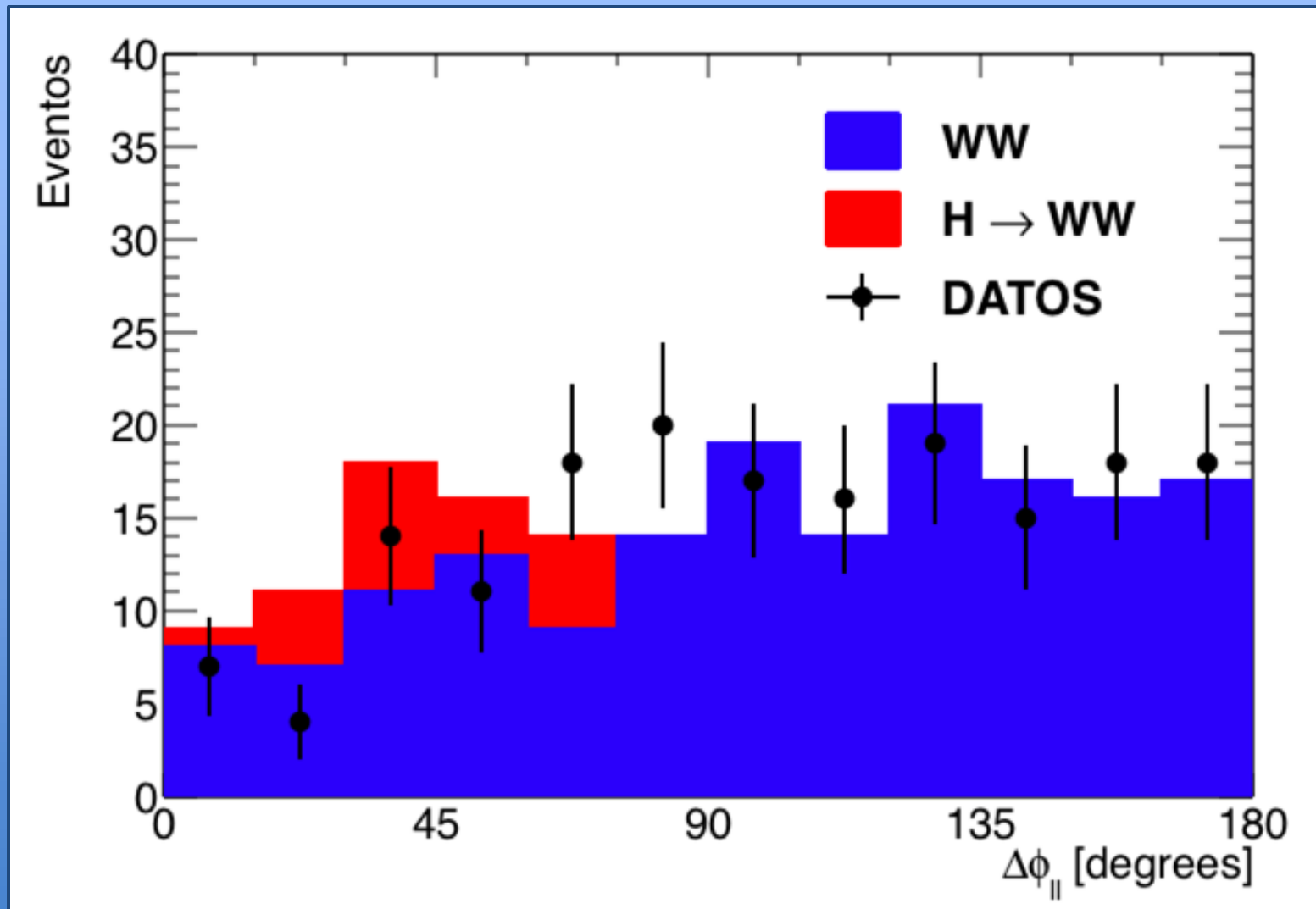
¡no se encuentra nada!



Los datos se parecen más al modelo
CON Higgs

¡descubrimiento!

Y esto qué?



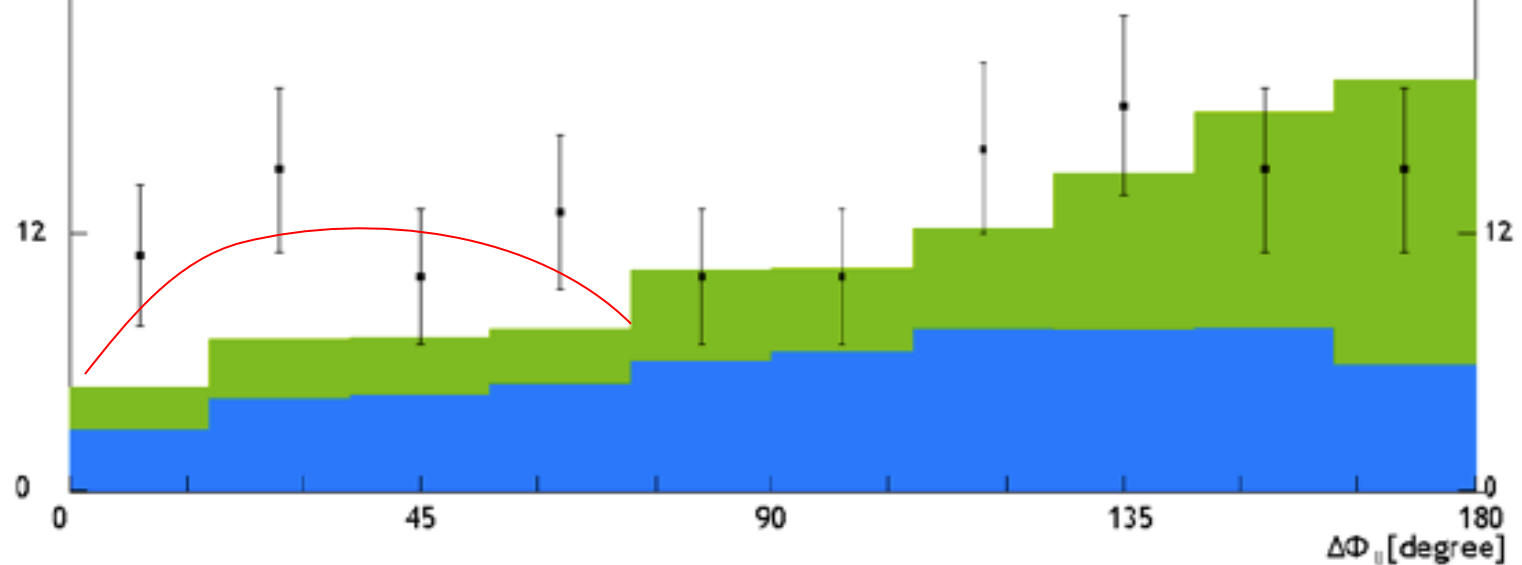
Necesitamos más datos!

Entries



Masterclasses 2013 Search for $H \rightarrow WW \rightarrow l\nu l\nu$ For Educational Use Only

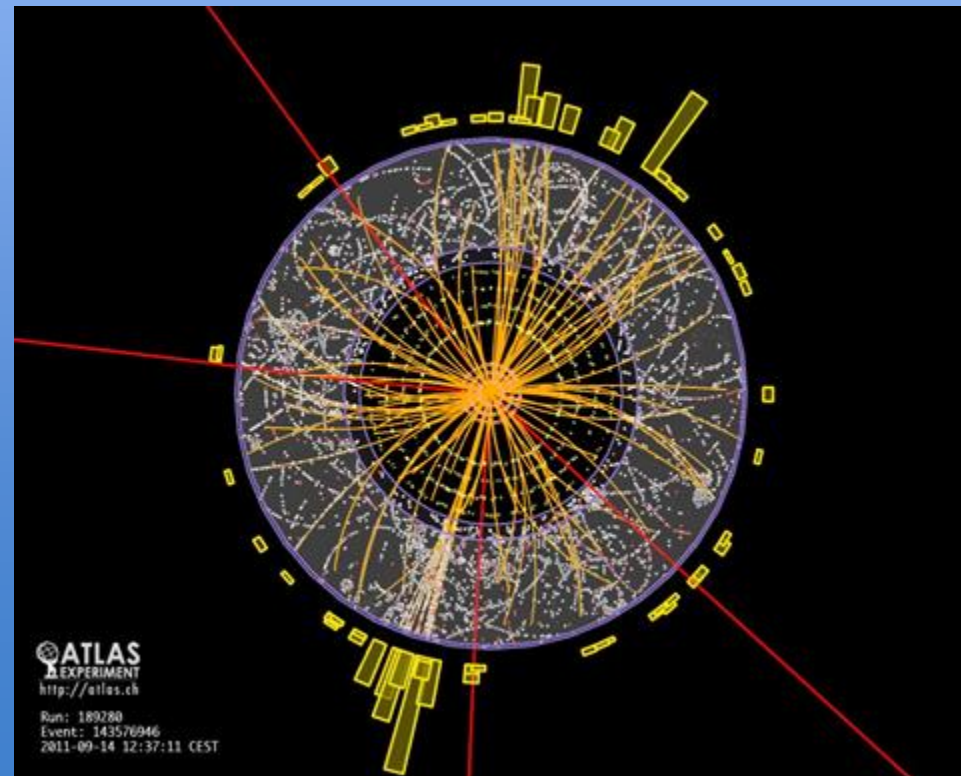
- WW without Higgs
- Expectation for $m_H=125\text{GeV}/c^2$
- Background, e.g. from $t\bar{t}$ or Z
- Measurement: ATP
01.22.13

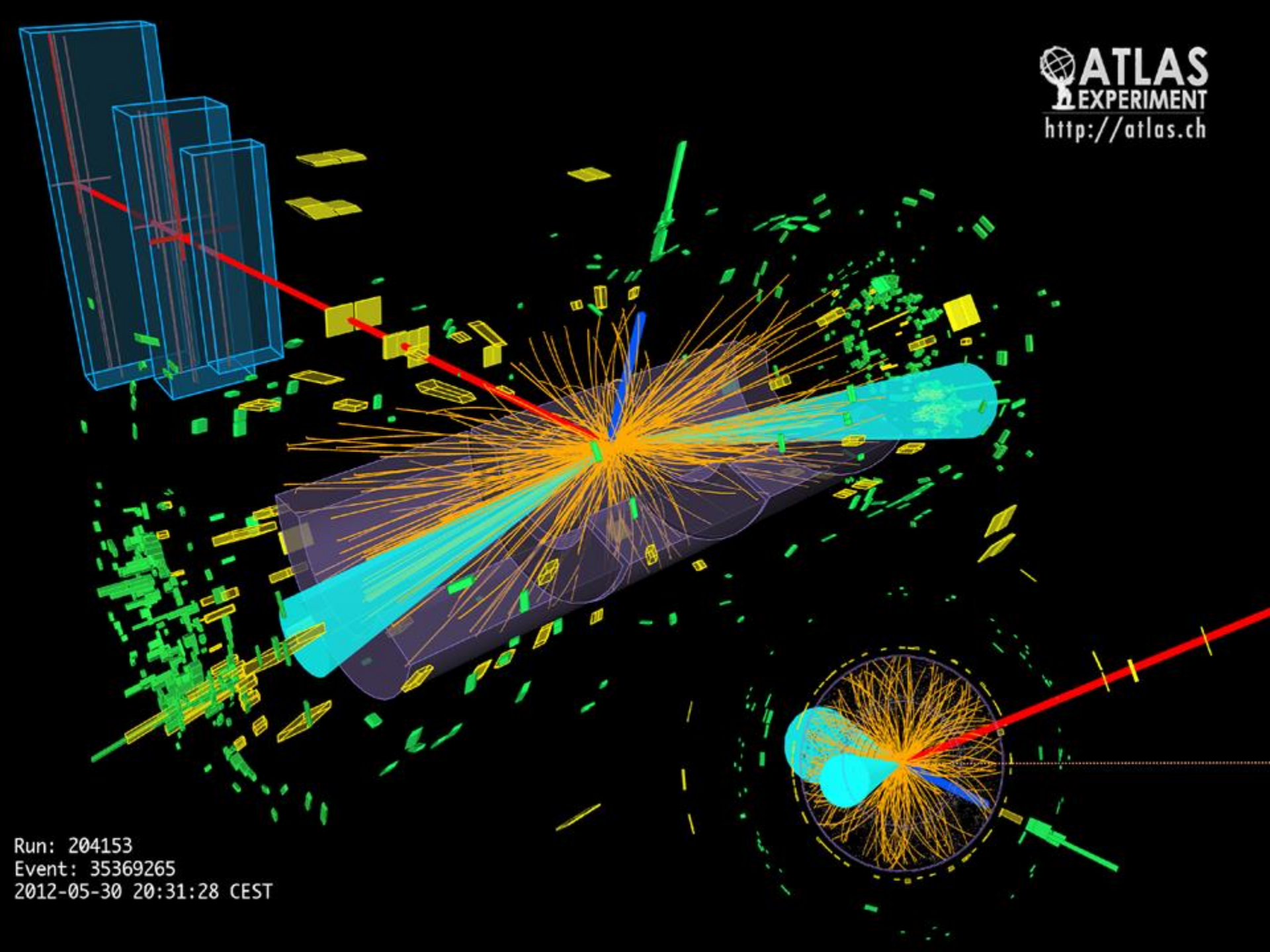


	bin 1	bin 2	bin 3	bin 4	bin 5	bin 6	bin 7	bin 8	bin 9	bin 10	SUM
N	11	15	10	13	10	10	16	18	15	15	133
B	4.8	7	7.1	7.5	10.2	10.3	12.2	14.8	17.7	19.3	110.9
S	6.2	8	2.9	5.5	-0.2	-0.3	3.8	3.2	-2.7	-4.3	22.1
Z	2.8	3	1.1	2	-0.1	-0.1	1.1	0.8	-0.7	-1	2.1

NUESTRO TRABAJO

- OBJETIVO:
 - Protón: Contar eventos con un W^\pm y calcular el ratio W^+/W^- (debería dar 1.56.....)
 - Higgs: Medir el ángulo entre dos WW
- Usaremos datos reales de colisiones, tomados por ATLAS en 2011
- Cada colisión de protones se llama “evento”
- El resultado de la colisión puede ser *cualquier cosa*

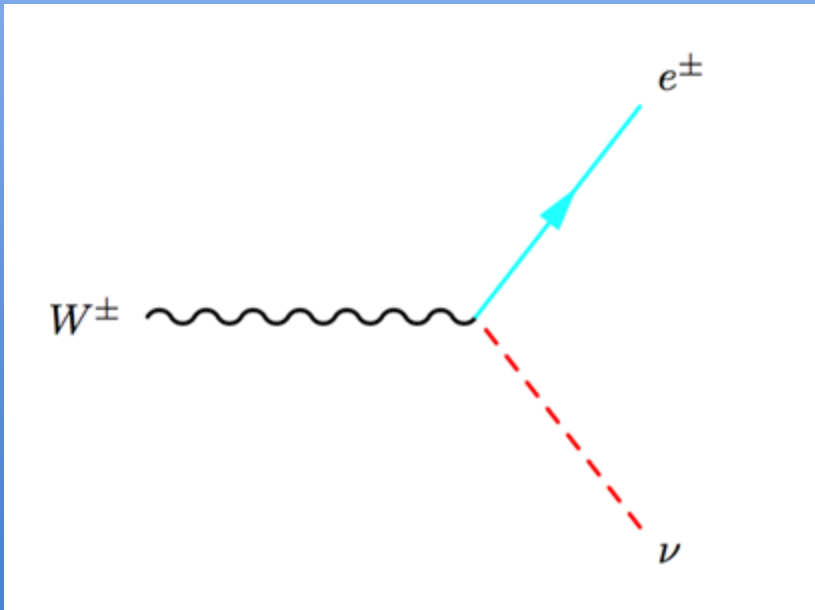




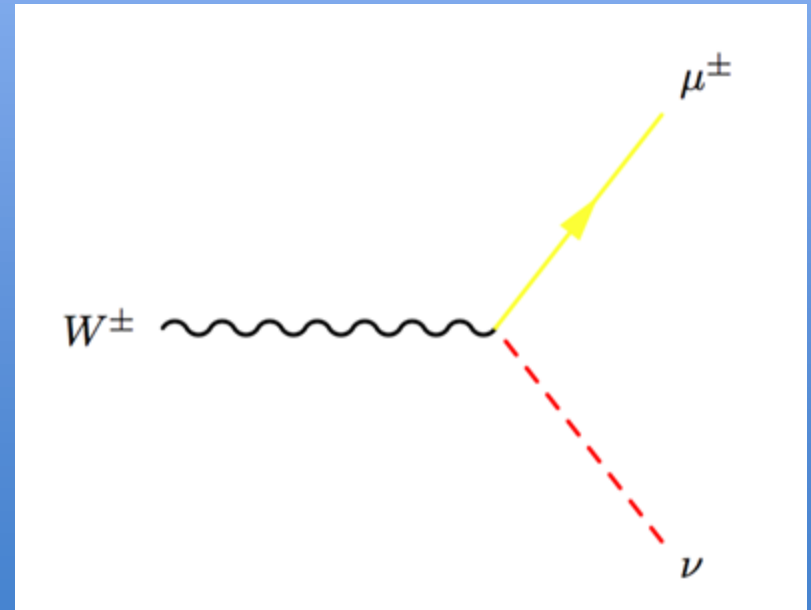
Run: 204153
Event: 35369265
2012-05-30 20:31:28 CEST

Encontrar W^\pm

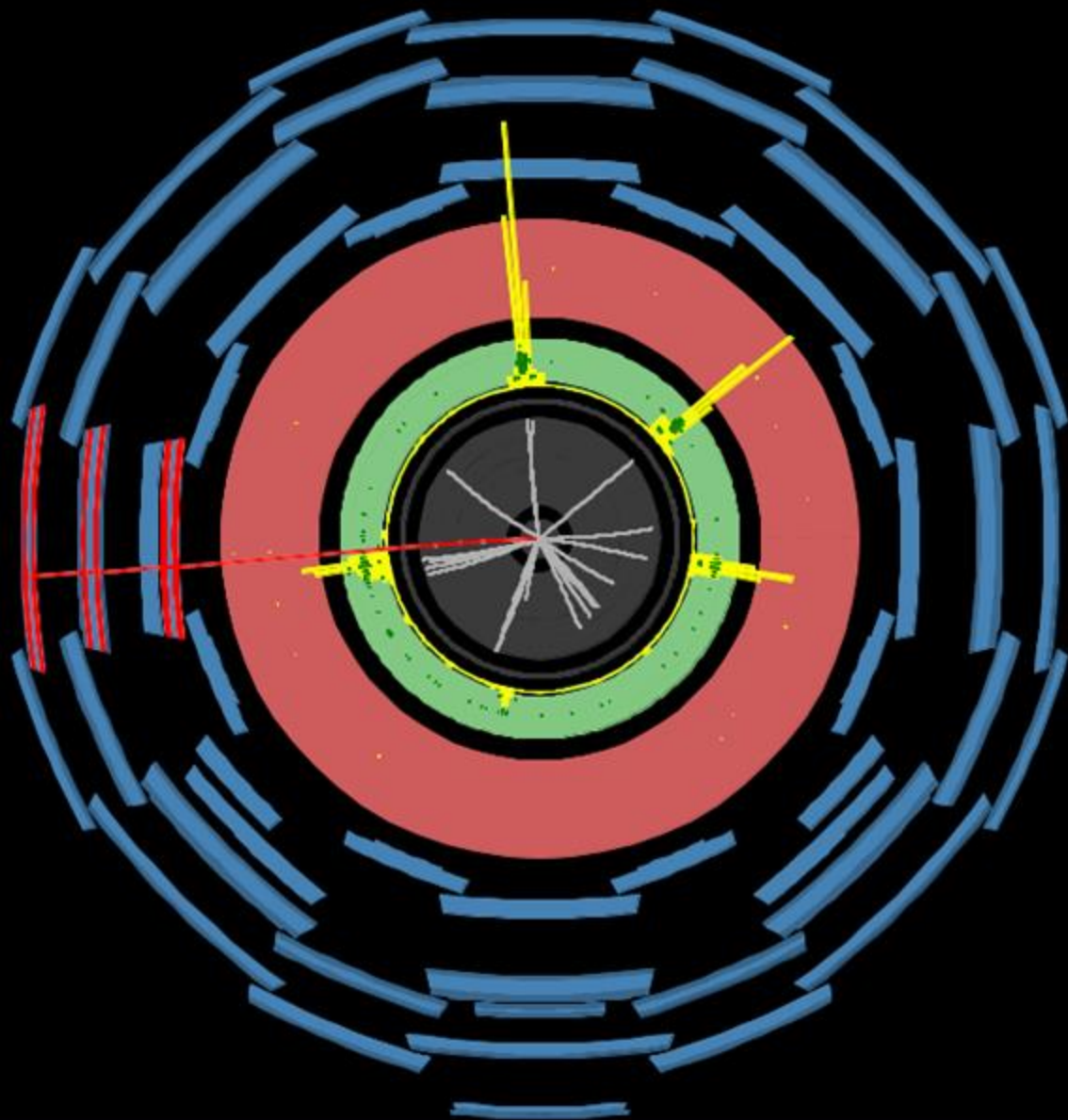
- El W^\pm no es una partícula estable, decae
- Buscamos leptones: electrón (e) o muón (μ) porque son muy fáciles de ver
- Los neutrinos NO se ven, son “energía perdida”



$$W^\pm \rightarrow e^\pm$$



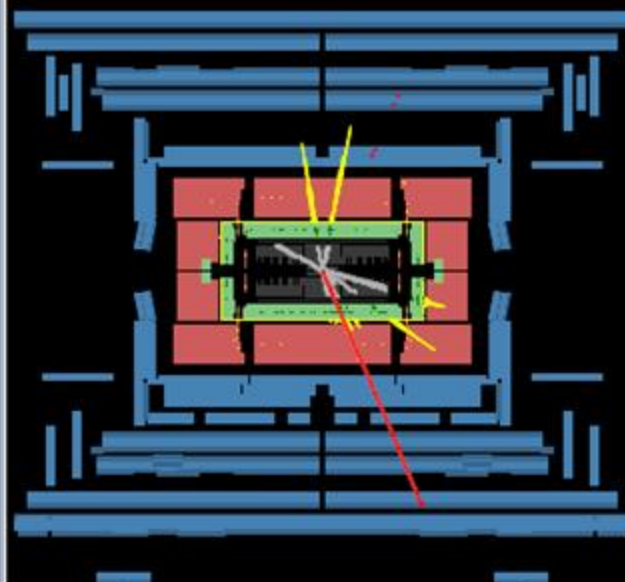
$$W^\pm \rightarrow \mu^\pm$$



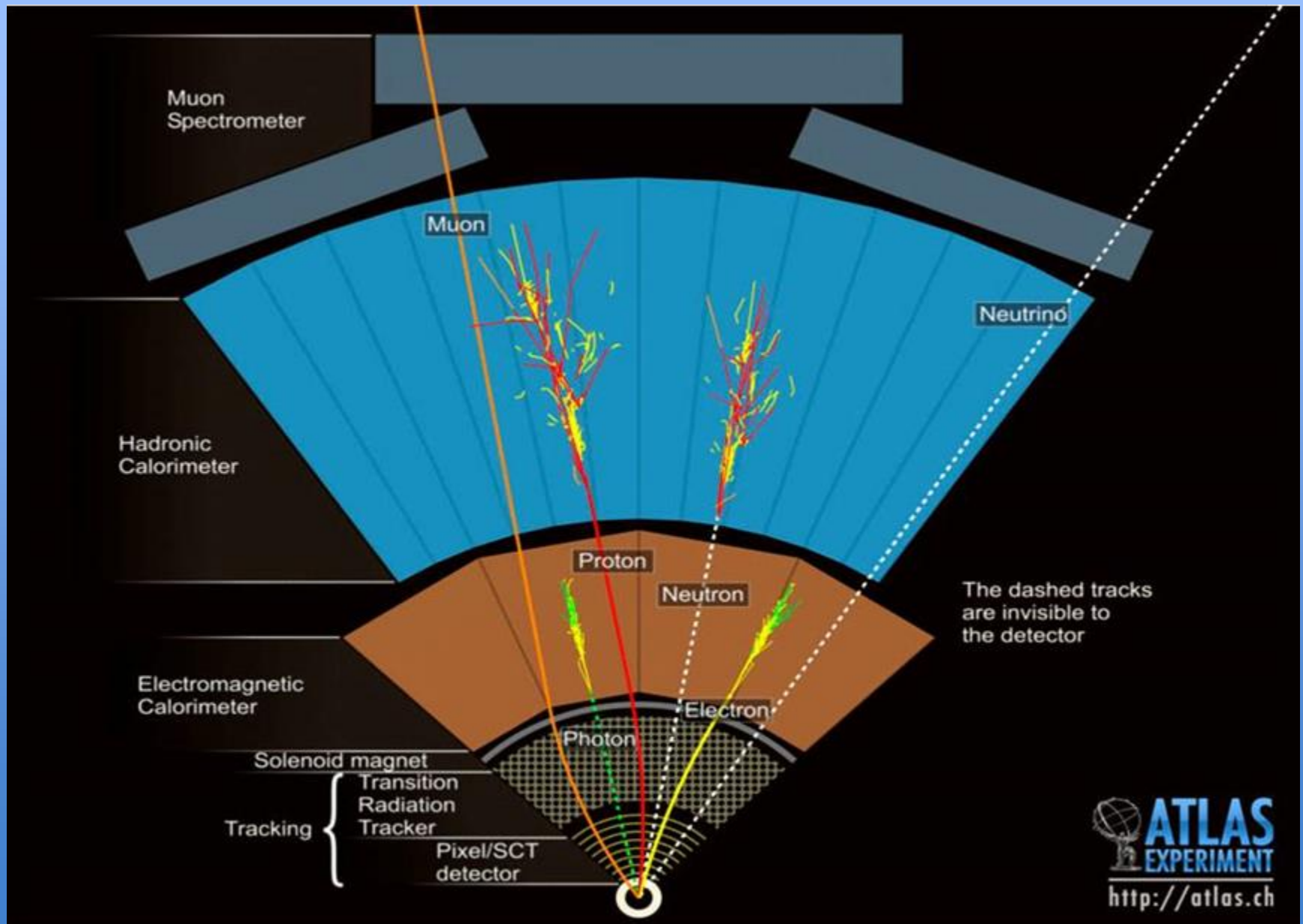
ATLAS
EXPERIMENT

Run Number: 281385, Event Number: 1292162133

Date: 2015-10-10 20:46:27 CEST



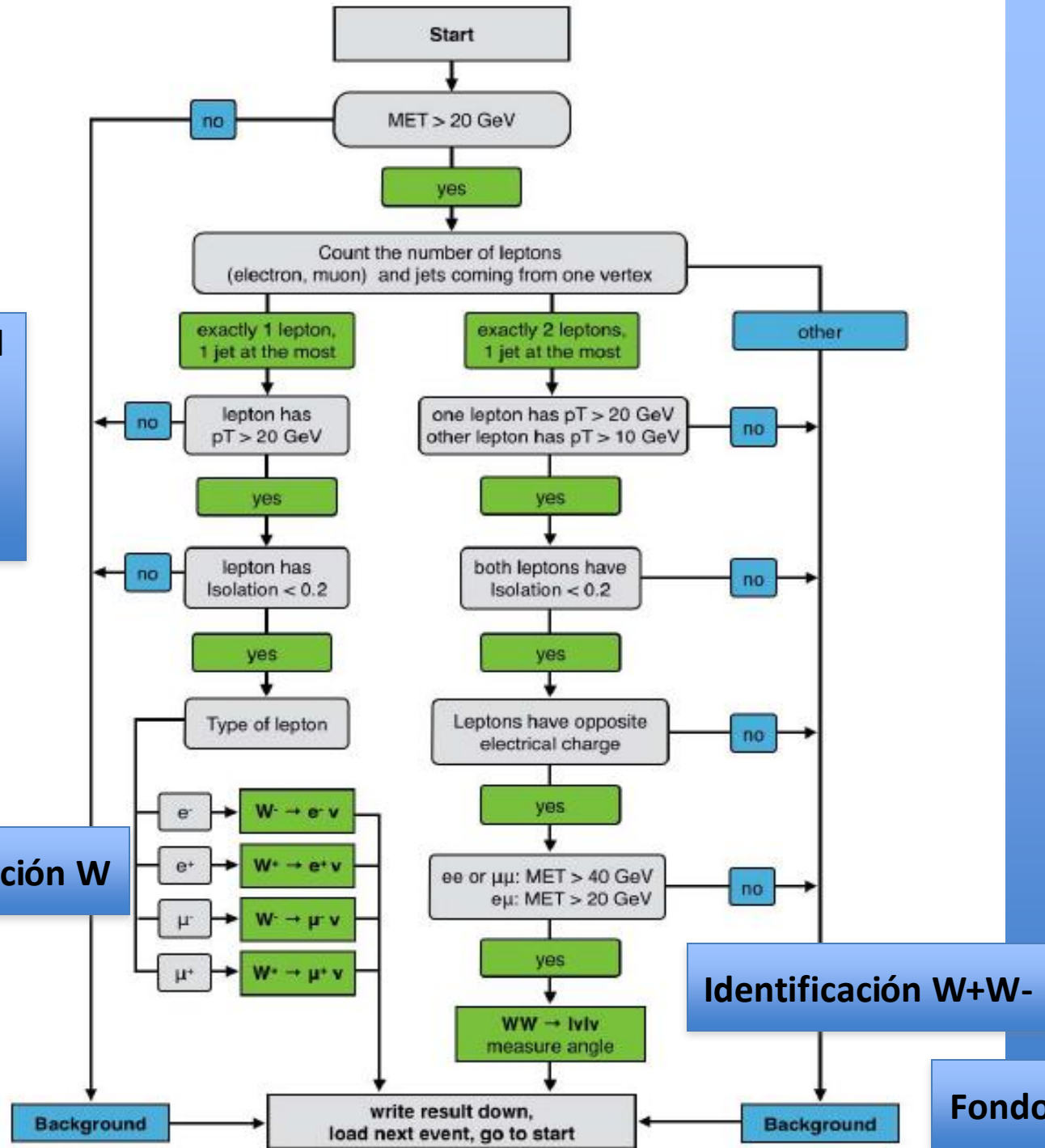
Identificar partículas



**Esquema general
para la
identificación de
sucesos en los
dos análisis**

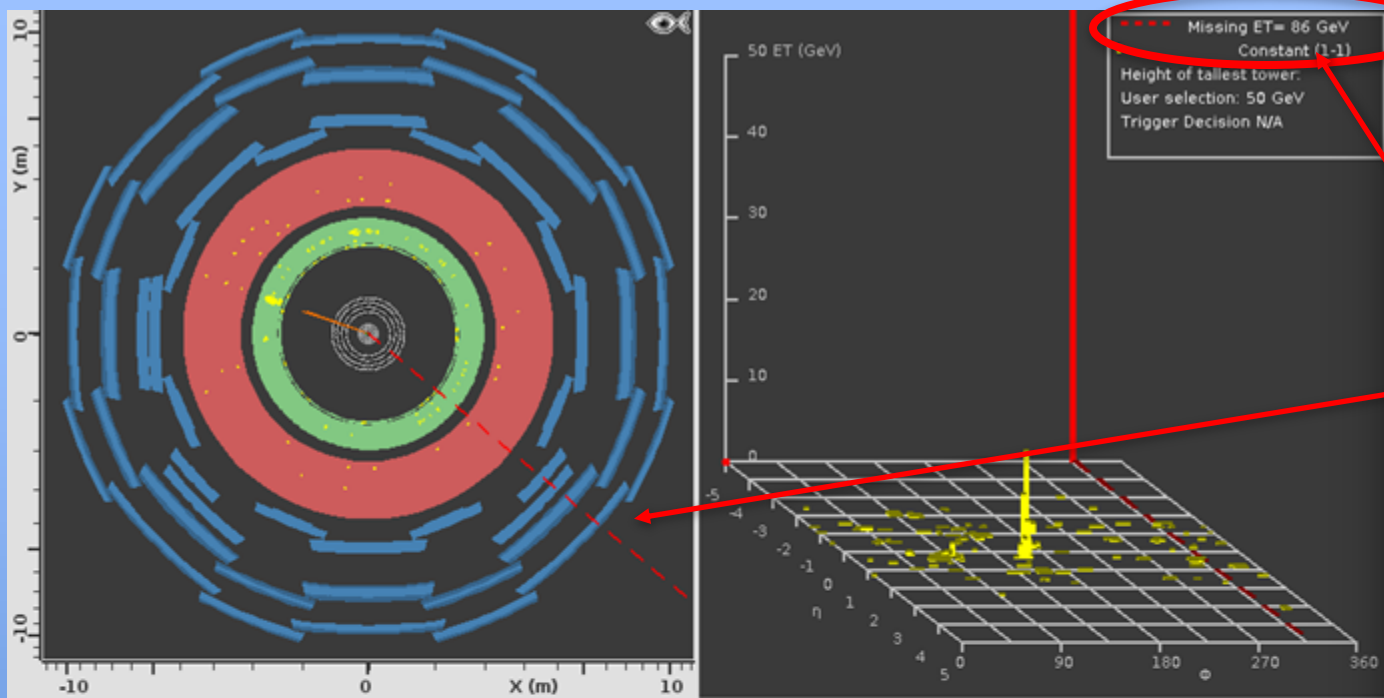
Identificación W

Fondo/Ruido



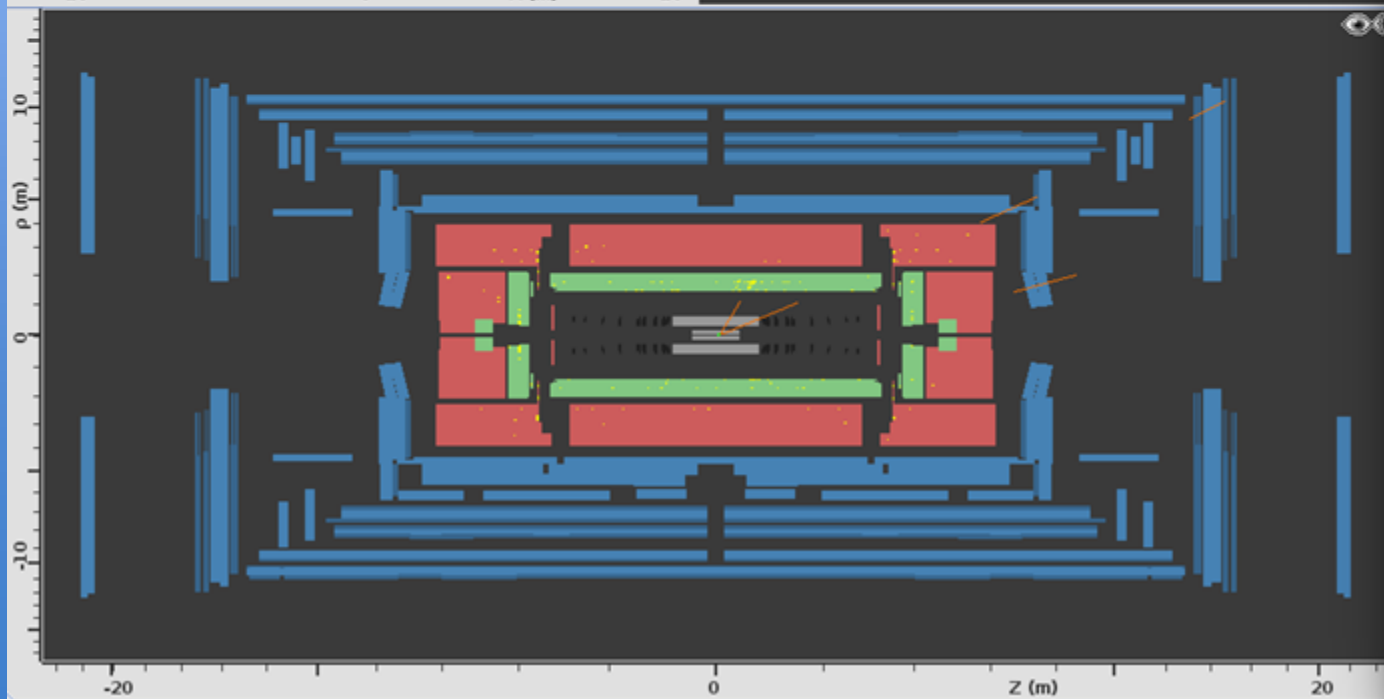
Identificación W+W-

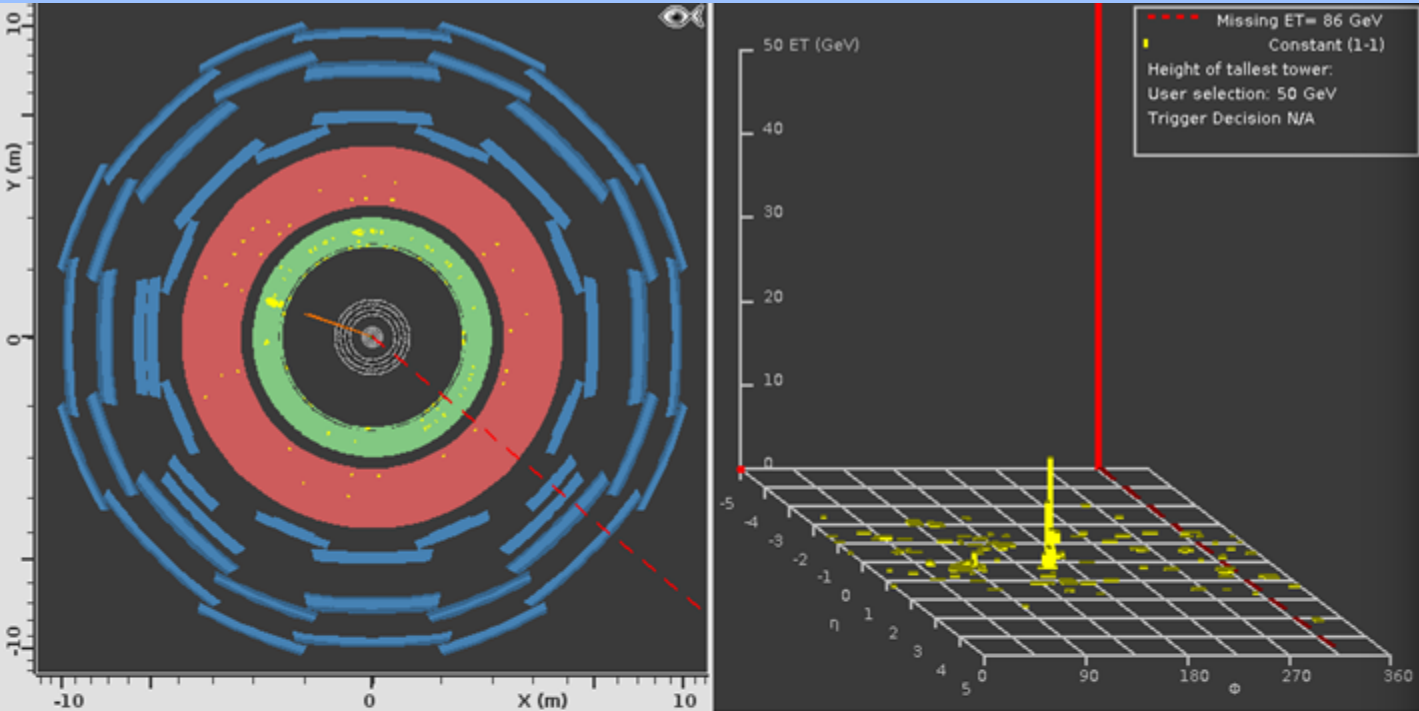
Fondo/Ruido



MET

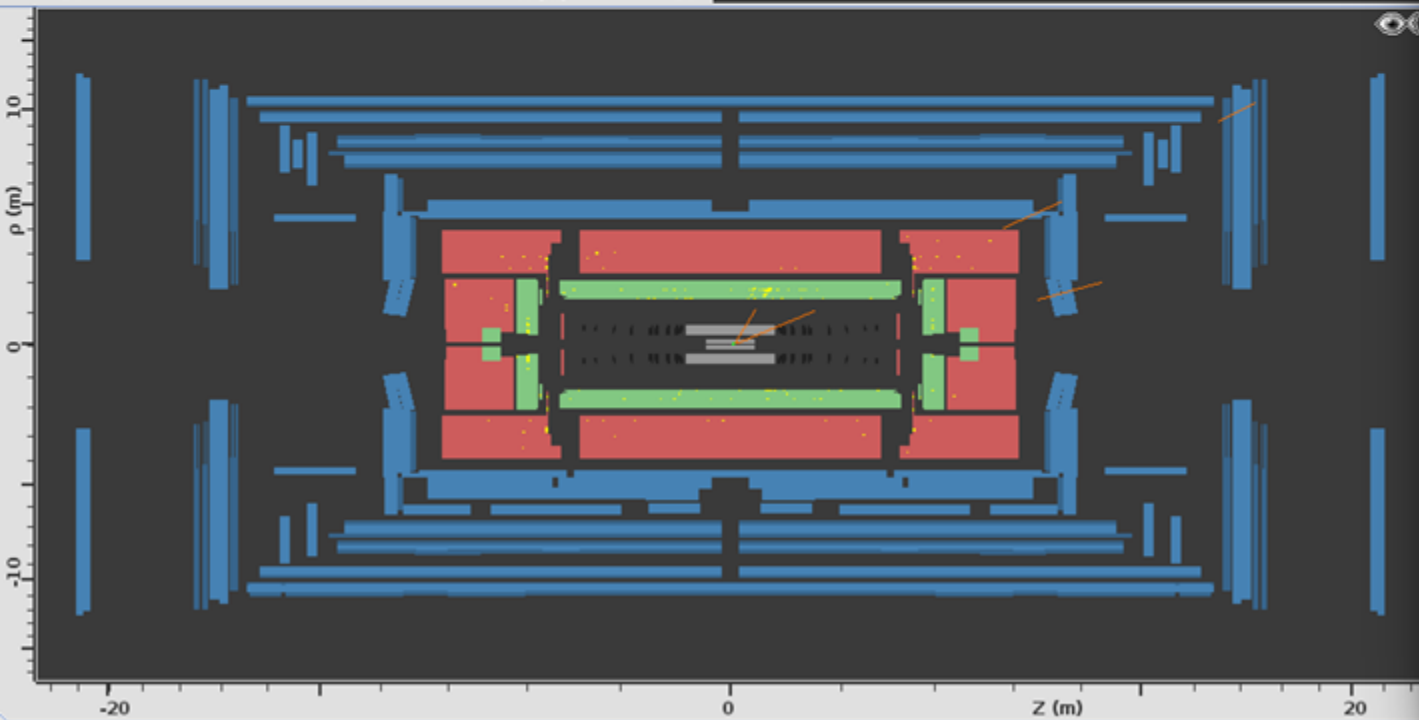
Energía
perdida
debida a los
neutrinos
(ν)

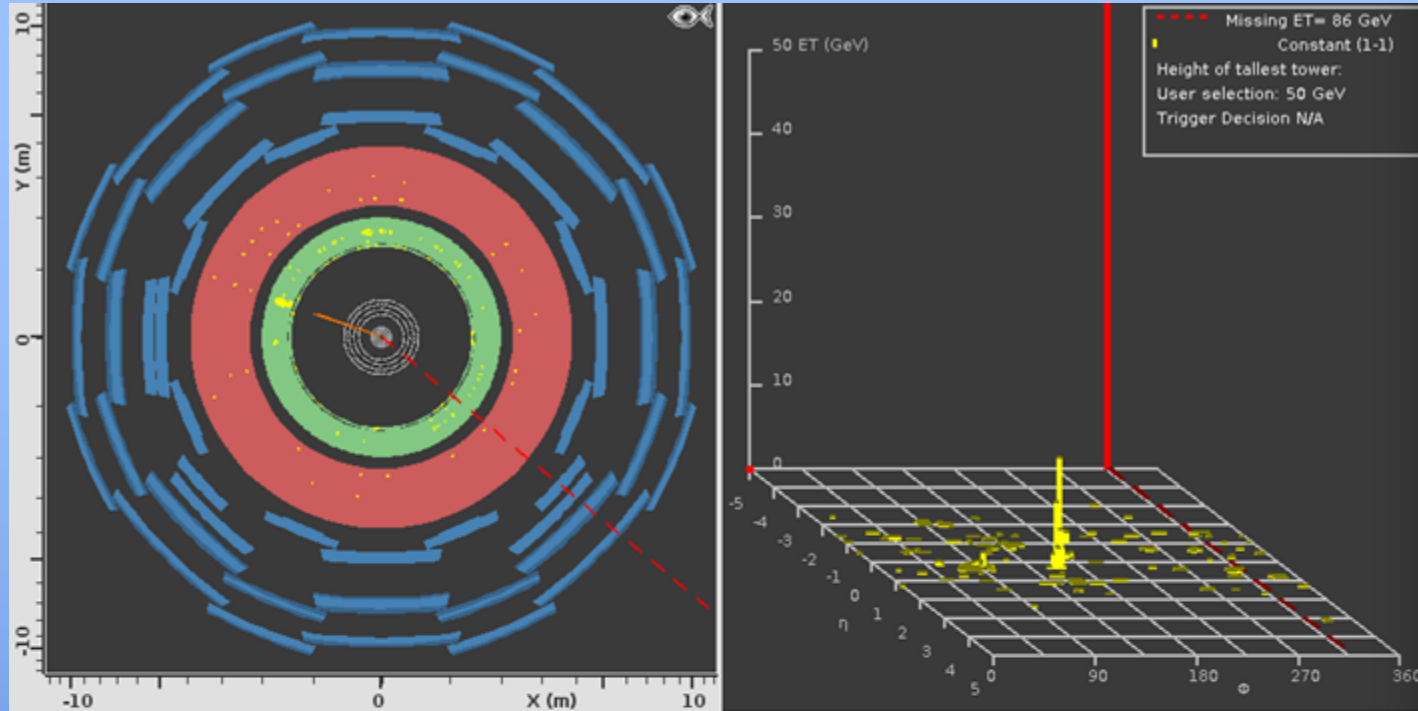




Cuántos leptones tenemos?

Qué son electrones o muones?





Traza en el detector interno

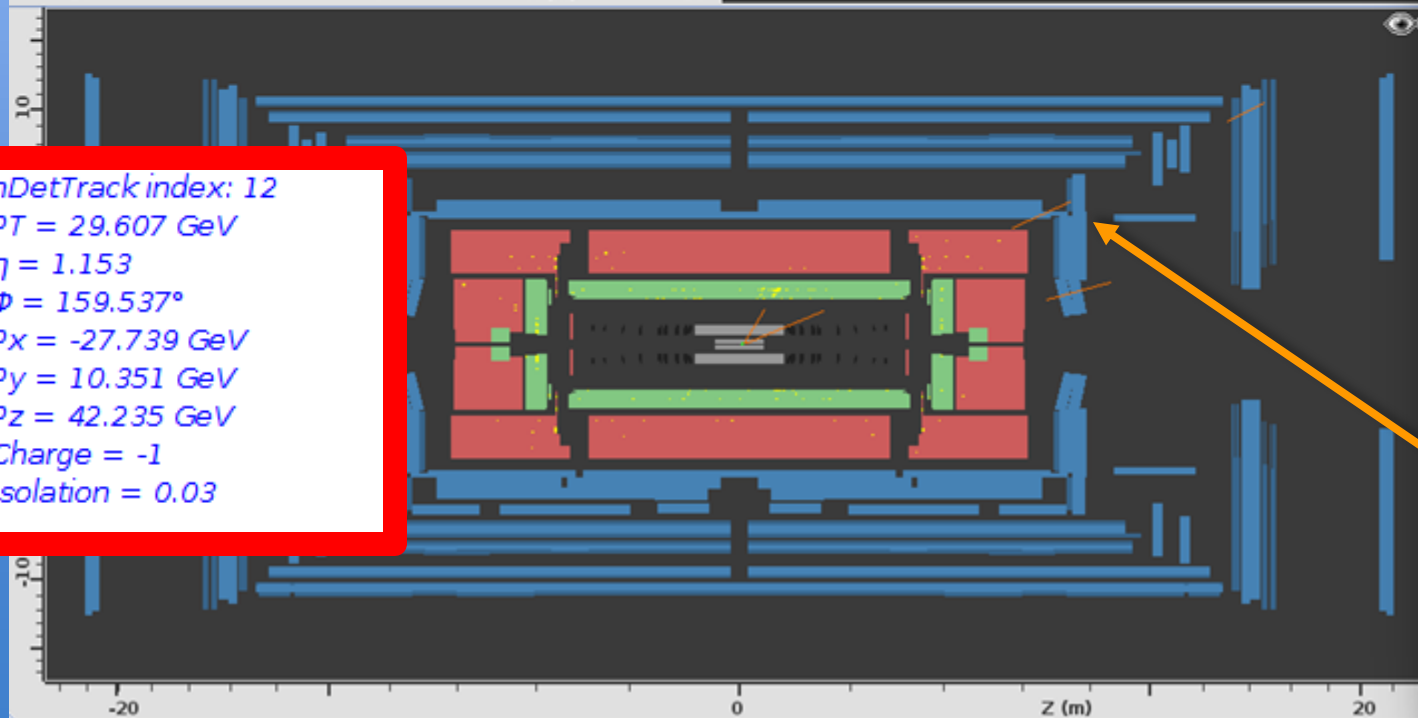
Traza en el detector de muones

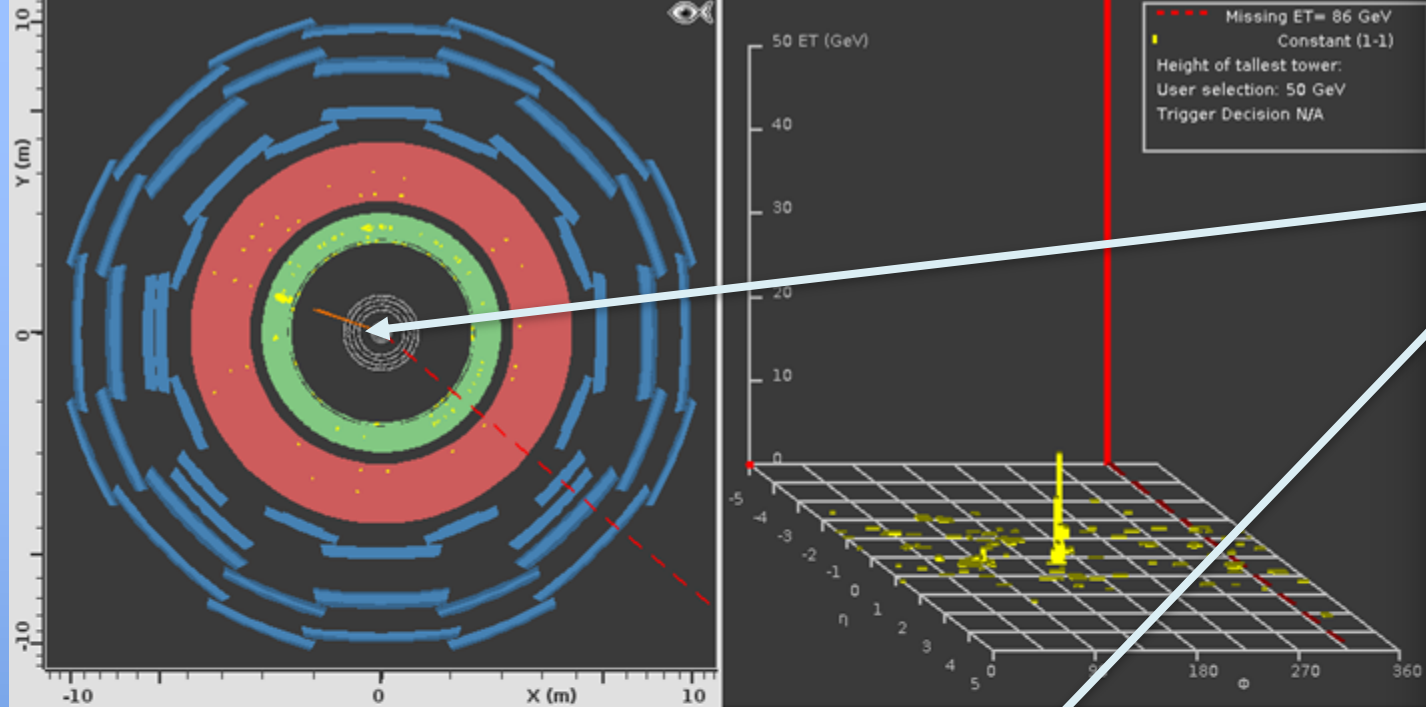
Momento mayor que 10/20 GeV

Carga negativa!

Y encima está aislado!!

μ^-





e^+

Traza en el detector interno

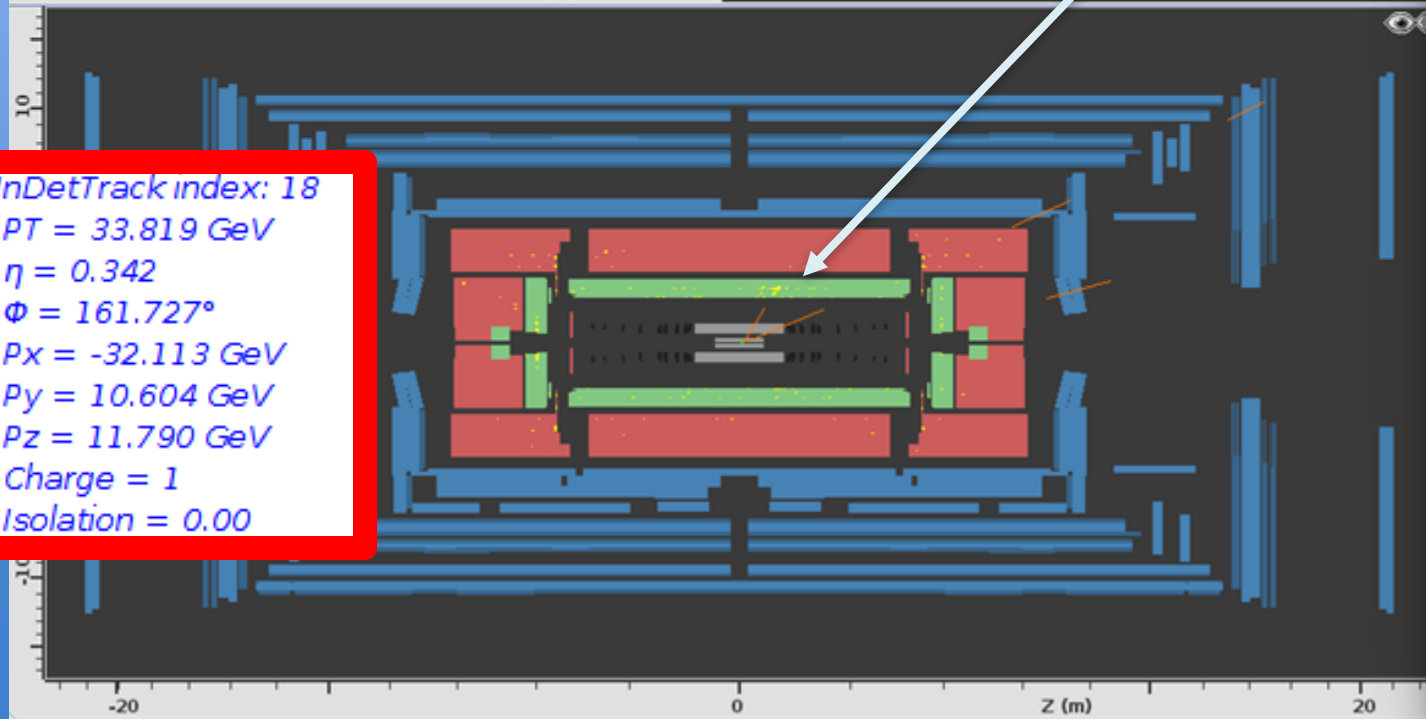
Energía en el calorímetro em. (verde)

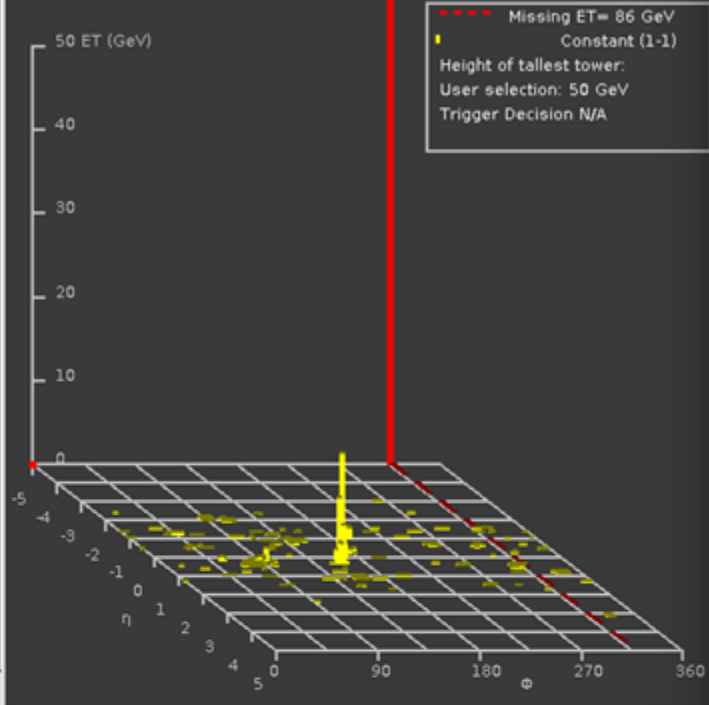
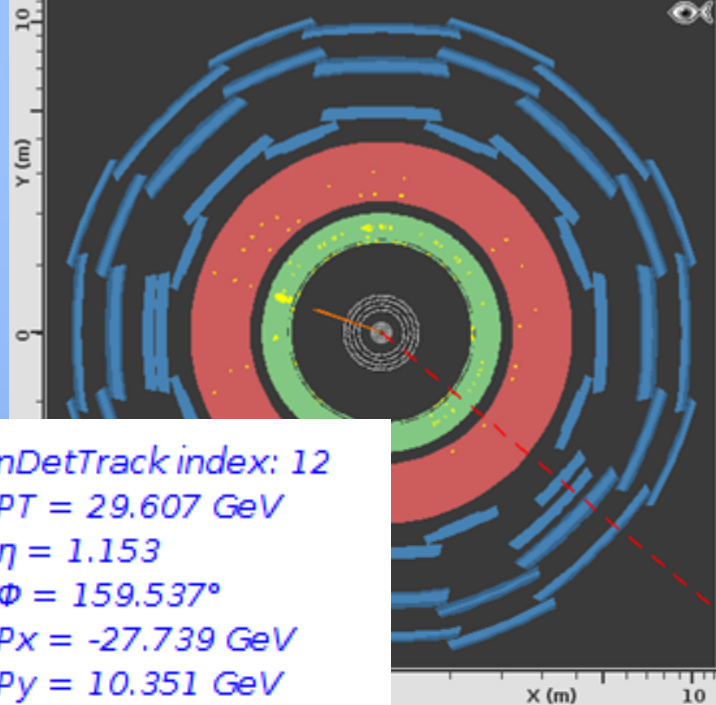
Momento mayor que 10/20 GeV

Carga positiva!!!

También está aislado!!!

InDetTrack index: 18
 $PT = 33.819 \text{ GeV}$
 $\eta = 0.342$
 $\Phi = 161.727^\circ$
 $P_x = -32.113 \text{ GeV}$
 $P_y = 10.604 \text{ GeV}$
 $P_z = 11.790 \text{ GeV}$
 Charge = 1
 Isolation = 0.00

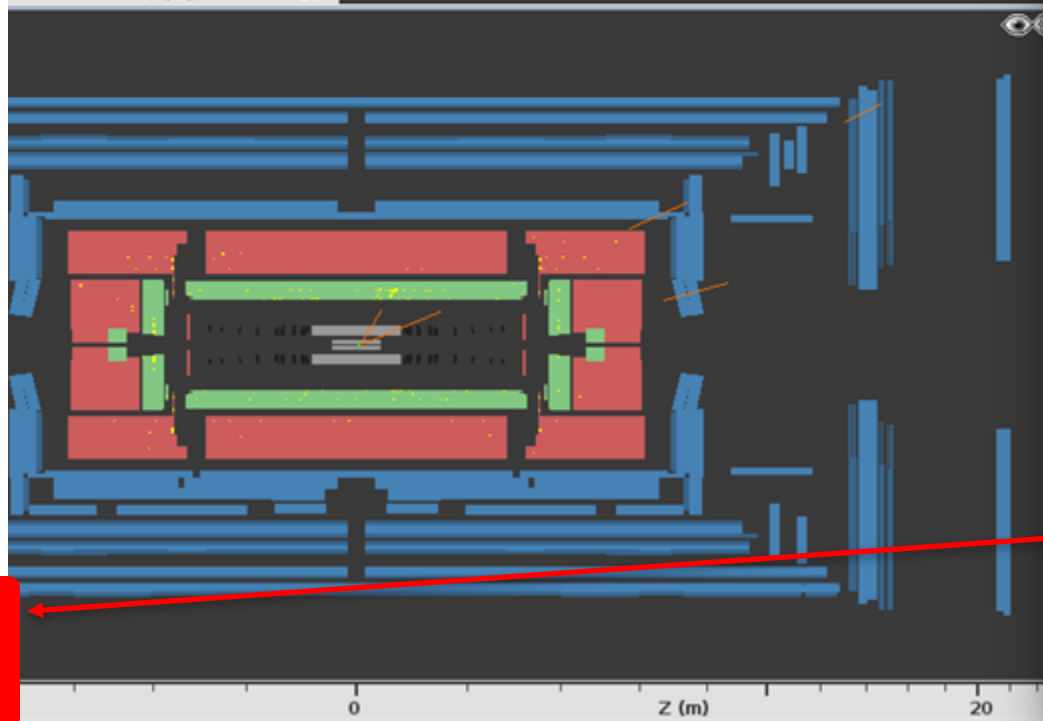




Para saber el ángulo entre los leptones
apretar la letra “**P**” y después click en las trazas del detector interno

TIENE CARGA DISTINTA!!

MEDIR Y APUNTAR EL ÁNGULO

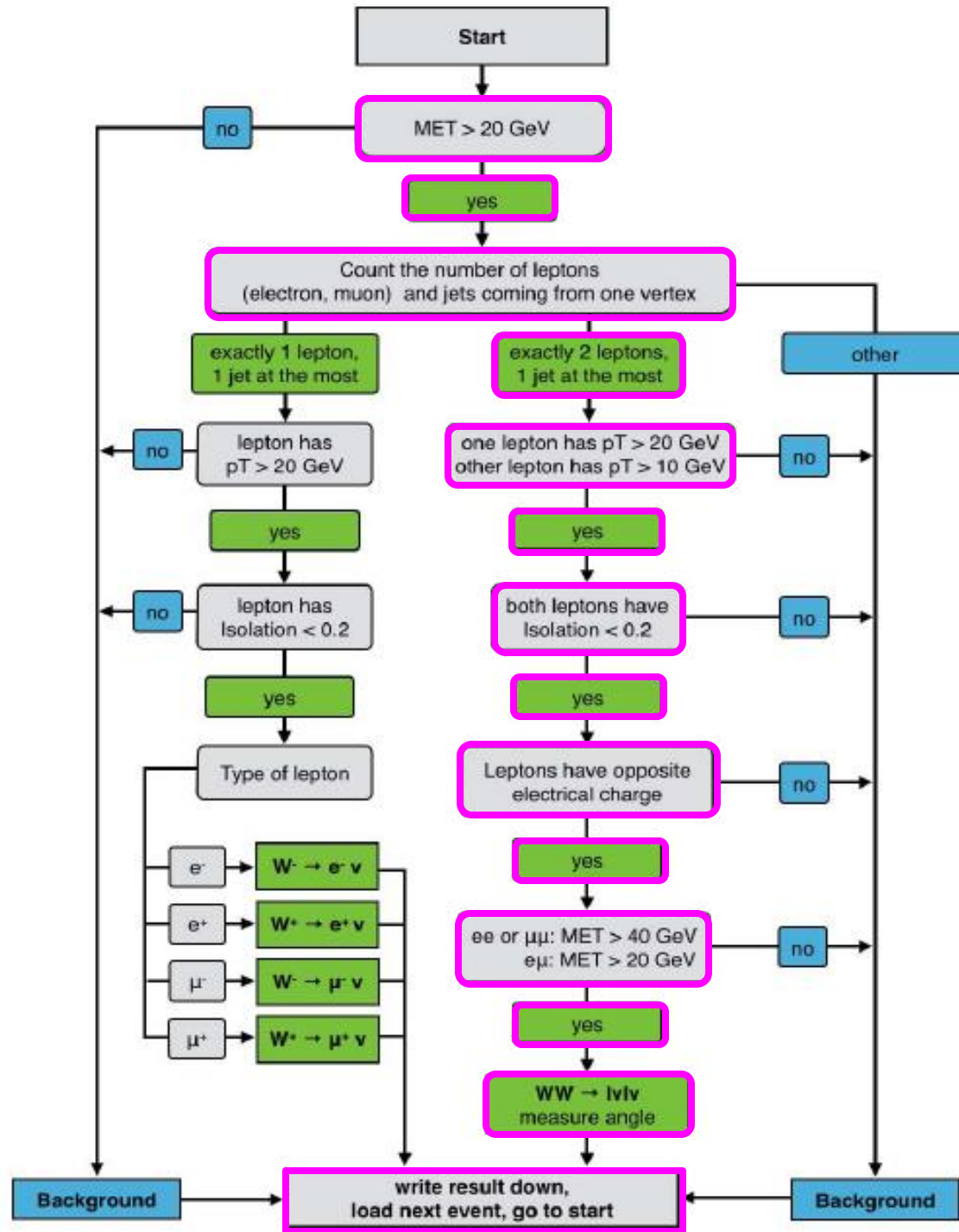


$\Delta\phi(ll)$

InDetTrack index: 12
PT = 29.607 GeV
 $\eta = 1.153$
 $\Phi = 159.537^\circ$
Px = -27.739 GeV
Py = 10.351 GeV
Pz = 42.235 GeV
Charge = -1
Isolation = 0.03

InDetTrack index: 18
PT = 33.819 GeV
 $\eta = 0.342$
 $\Phi = 161.727^\circ$
Px = -32.113 GeV
Py = 10.604 GeV
Pz = 11.790 GeV
Charge = 1
Isolation = 0.00

$\Delta\phi = 2.2^\circ (0.038)$
 $\Delta R = 0.812$



Identificación de partículas

Datos reales de 2011 del detector ATLAS

(http://atlas.physicsmasterclasses.org/en/wpath_data.php)

- La muestra de datos inicial tiene **2000 sucesos**
- Se divide en **40 submuestras de 50 sucesos** cada una.
- Cada submuestra tiene **un número (5/6) y una letra de la A-T**
- En **vuestra hoja de resultados** aparece la que tenéis asignada!

Valencia números 5 y 6

		5A	5B	5C	5D	5E	5F	5G	5H	5I	5J
5 & 6	Bucharest, Mainz, Valencia	5K	5L	5M	5N	5O	5P	5Q	5R	5S	5T
		6A	6B	6C	6D	6E	6F	6G	6H	6I	6J
		6K	6L	6M	6N	6O	6P	6Q	6R	6S	6T

Tue, Mar 25

VC 1: ATLAS W

16:00 CET

Martin

Matt

Kutaisi



Rome Tre



Valencia



Bern



Dresden



Bonn



Buscamos nuestros datos

File --• ReadEventLocally --• cargar el fichero .zip correspondiente

!!!!

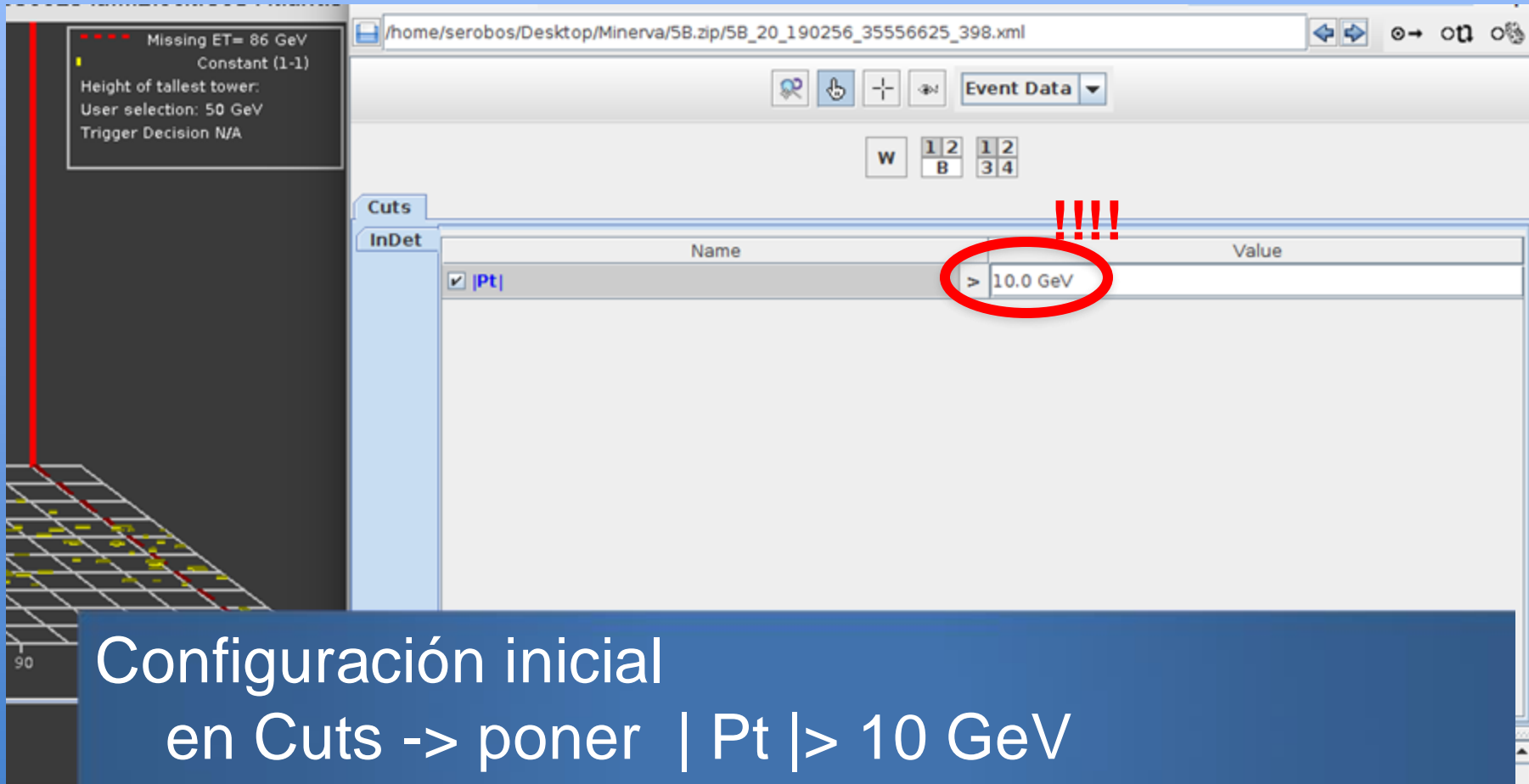
The screenshot shows the Minerva software interface. The title bar reads "556625 lumiBlock:398 Atlantis". The menu bar includes "File", "Preferences", and "Lists". The address bar shows the file path: `/home/erobos/Desktop/Minerva/5B.zip/5B_20_190256_35556625_398.xml`. A red circle highlights the file icon in the address bar. Below the address bar are navigation buttons (back, forward, home, etc.) and a dropdown menu set to "Event Data". Below this is a button labeled "W" and a 2x2 grid of buttons labeled "1 2", "B", "3 4". The "Cuts" panel is open, showing a table with columns "Name" and "Value". The table contains one entry:

Name	Value
<input checked="" type="checkbox"/> Pt	> 10.0 GeV

. The left sidebar shows a 3D plot of yellow points on a grid, with a red line indicating a cut. A status box in the top left corner displays: "Missing ET= 86 GeV", "Constant (1-1)", "Height of tallest tower:", "User selection: 50 GeV", and "Trigger Decision N/A". The bottom status bar shows "Py = 10.351 GeV" and "Pz = 42.235 GeV".

Visualizador de Sucesos HYPATIA

Lanza el programa MINERVA desde tu PC directamente
(inicio) c:\programa\minerva2016\Minerva

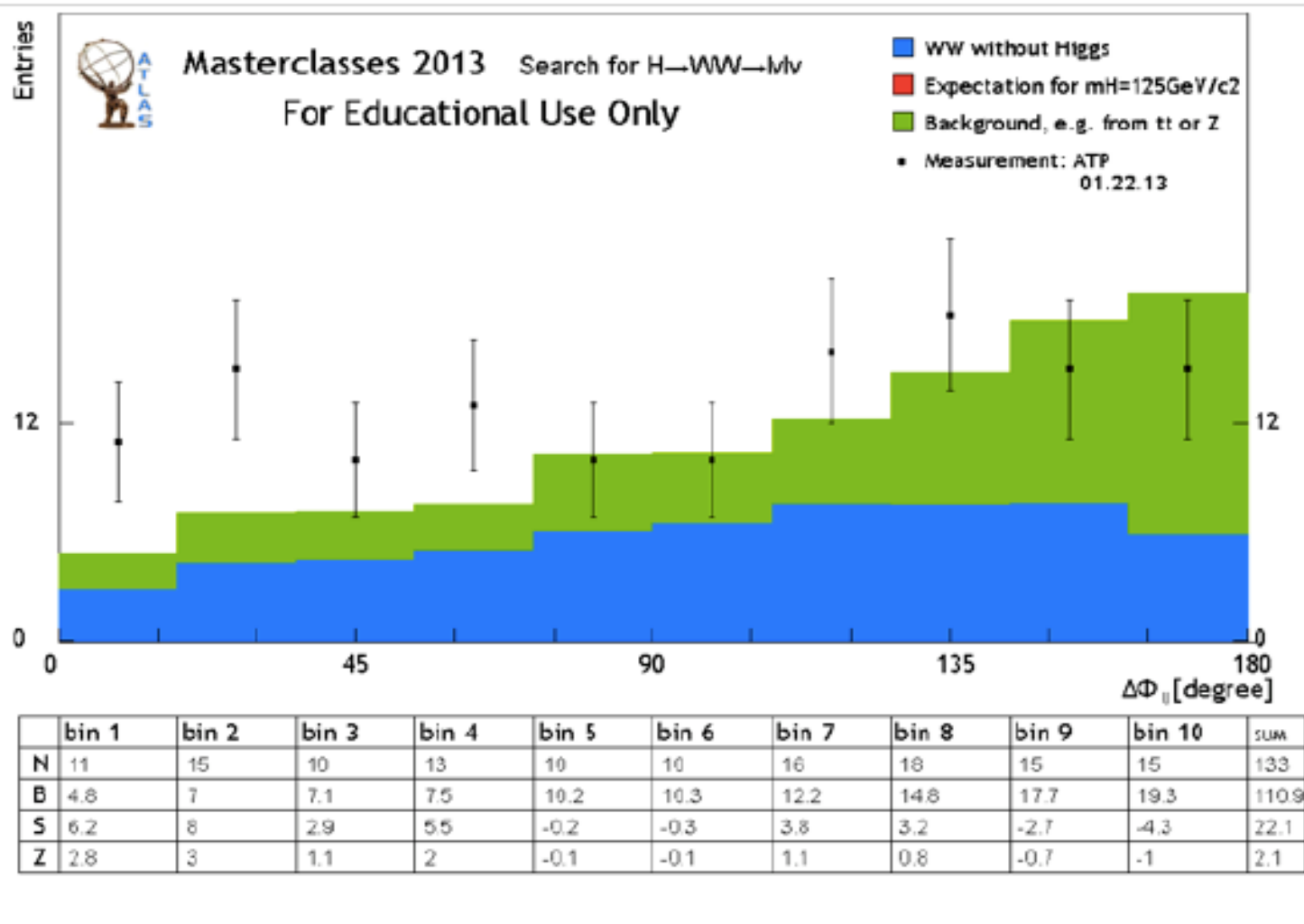


Configuración inicial
en Cuts -> poner $|Pt| > 10 \text{ GeV}$

(quitamos partículas poco energéticas)

Tenemos que rellenar

[illegible]



N:
Mis medidas
(DATOS)

B:
Fondo según
modelo teórico

S:
Diferencia mis
medidas y el
fondo

Z:
Significancia
Estadística

number of bins [1 ... 20]

maximum of y axis

Submit

standardization

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3

cut on bin number

Default

Higgs contribution

☐

Instrucciones/Resumen

- Con el programa ATLANTIS abierto leer los datos de Valencia:

File --• ReadEventLocally --• cargar el fichero .zip correspondiente

**Que el fichero .zip está en
c://programas/MasterclassIFIC/Hypatia/datos/el número y letra
correspondiente que son 5 y 6.**