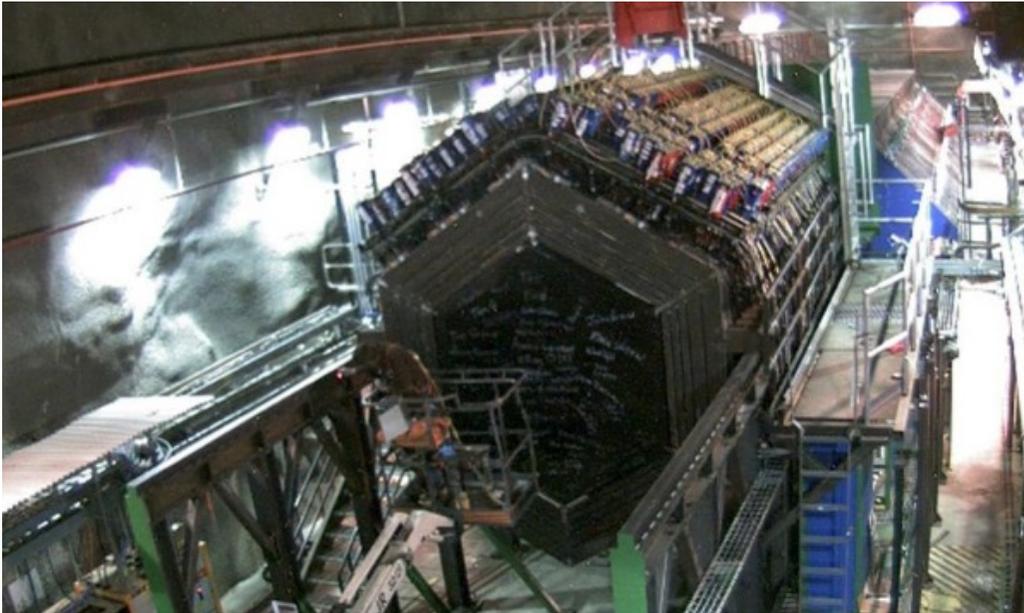
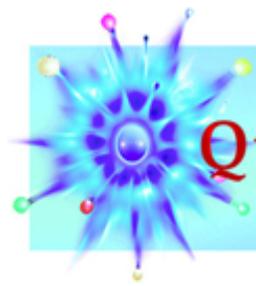


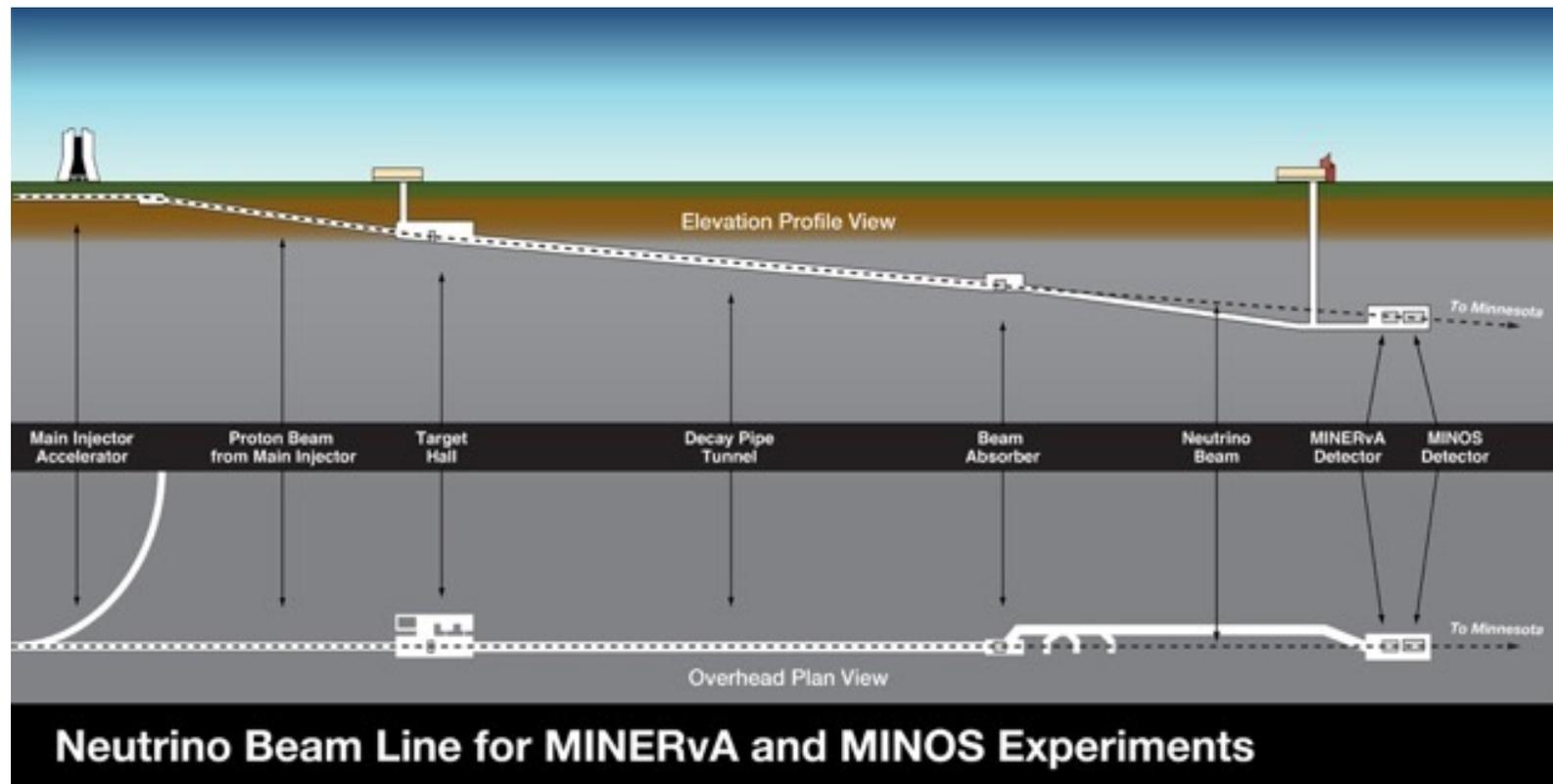
QuarkNet

# MINERvA Masterclass Start-up

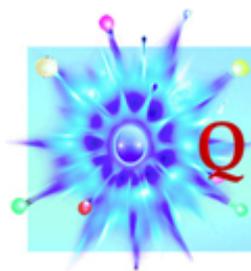




# QuarkNet

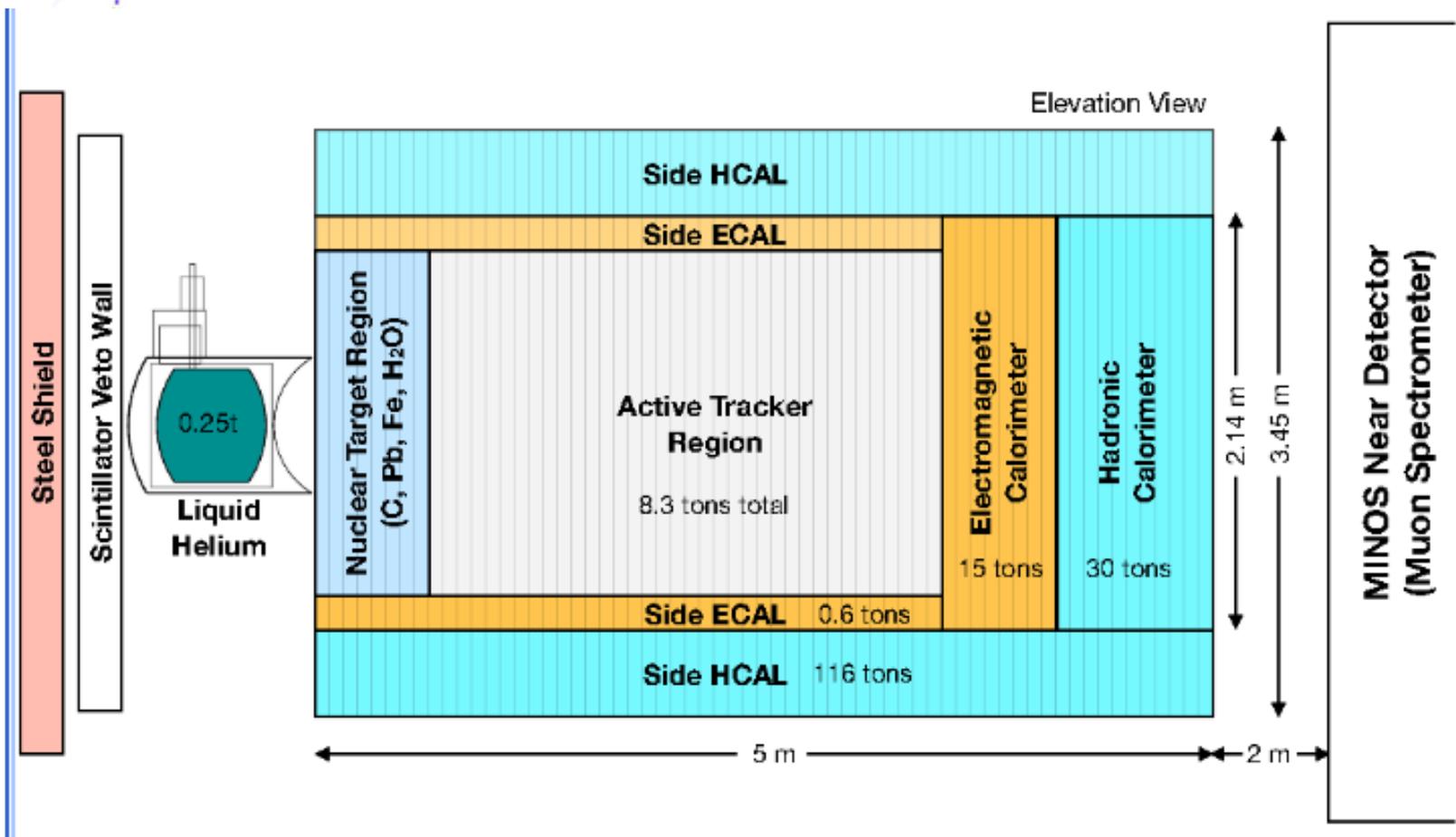


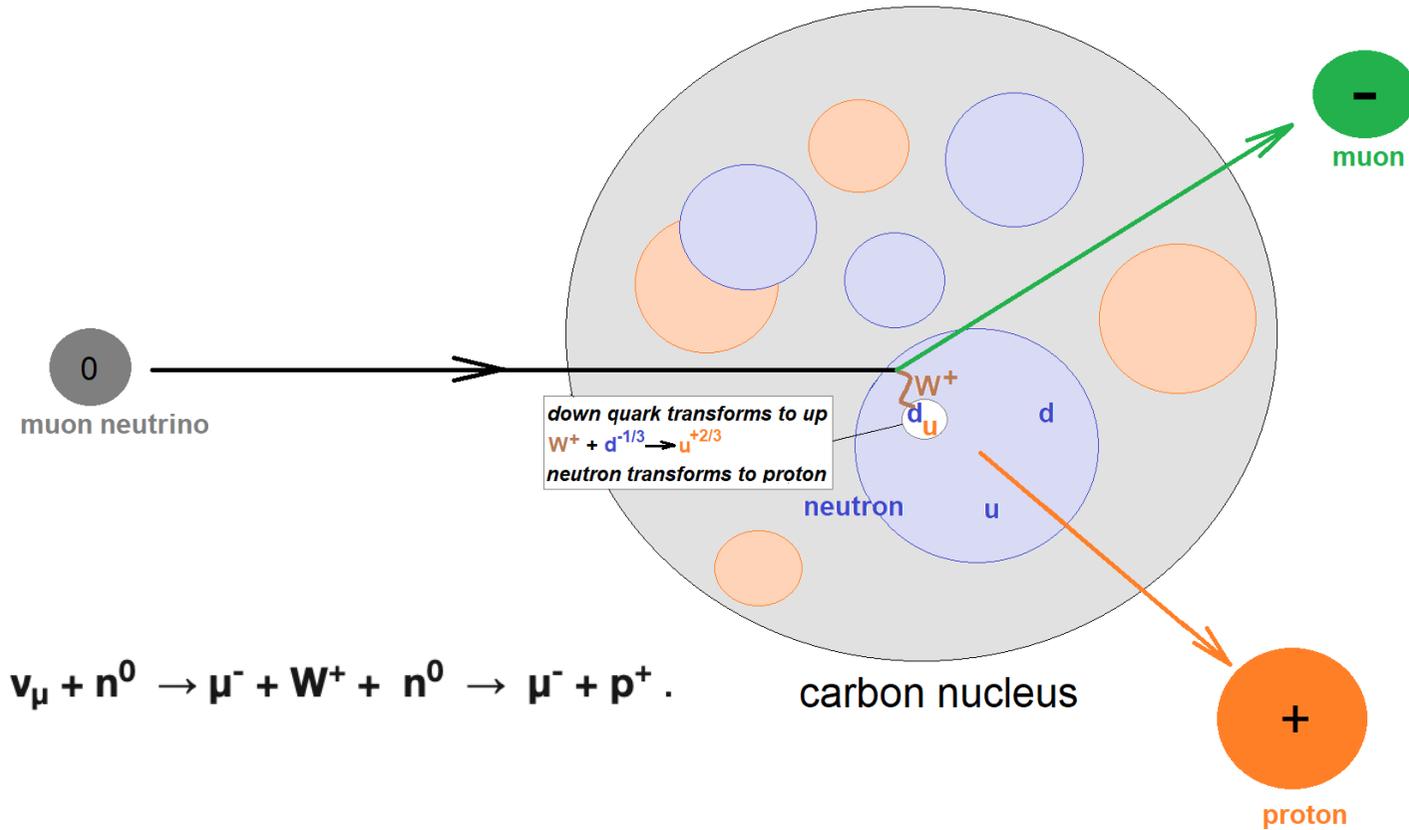
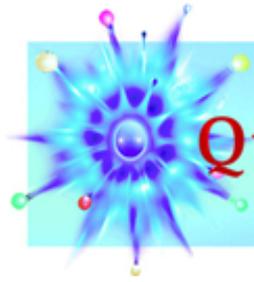
I rivelatori Minos e Minerva sulla linea del fascio di neutrini



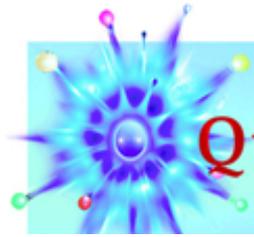
QuarkNet

MINERvA



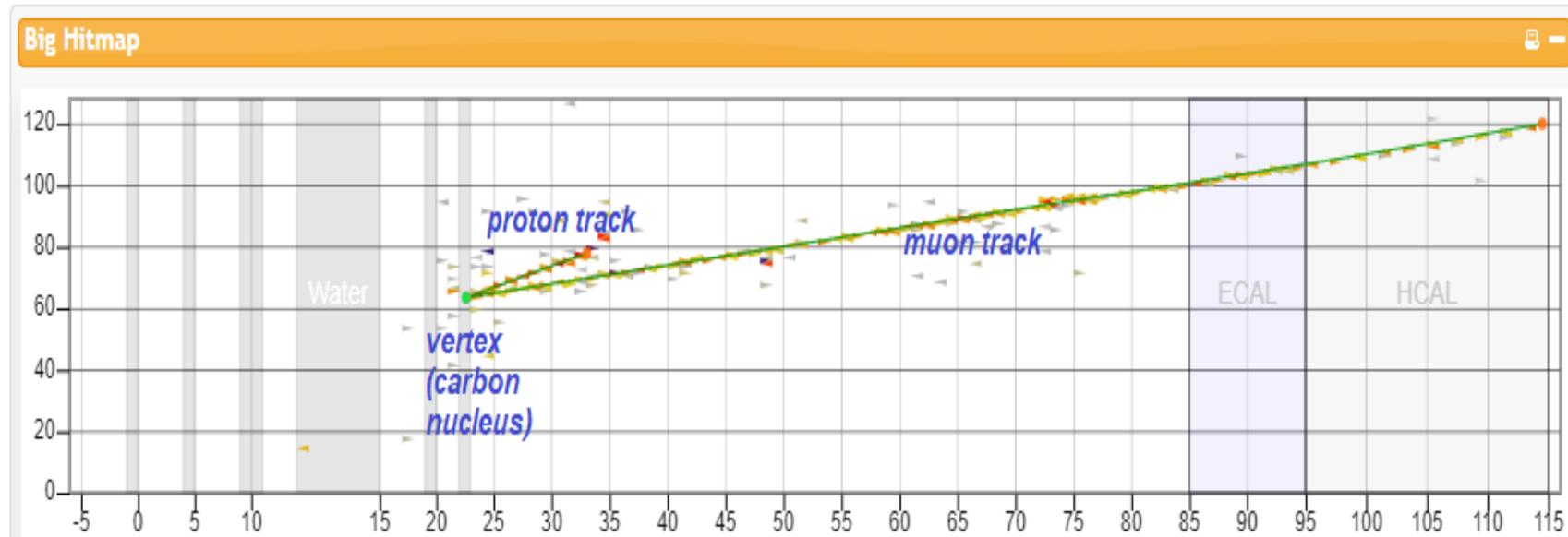


Un neutrino muonico interagisce con un nucleo di carbonio.



QuarkNet

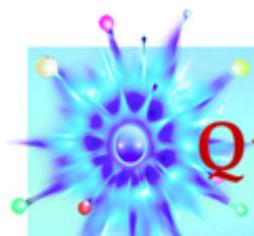
## L'interazione di neutrino



Il neutrino del fascio arriva da sinistra e interagisce con un neutrone nel nucleo di Carbonio.

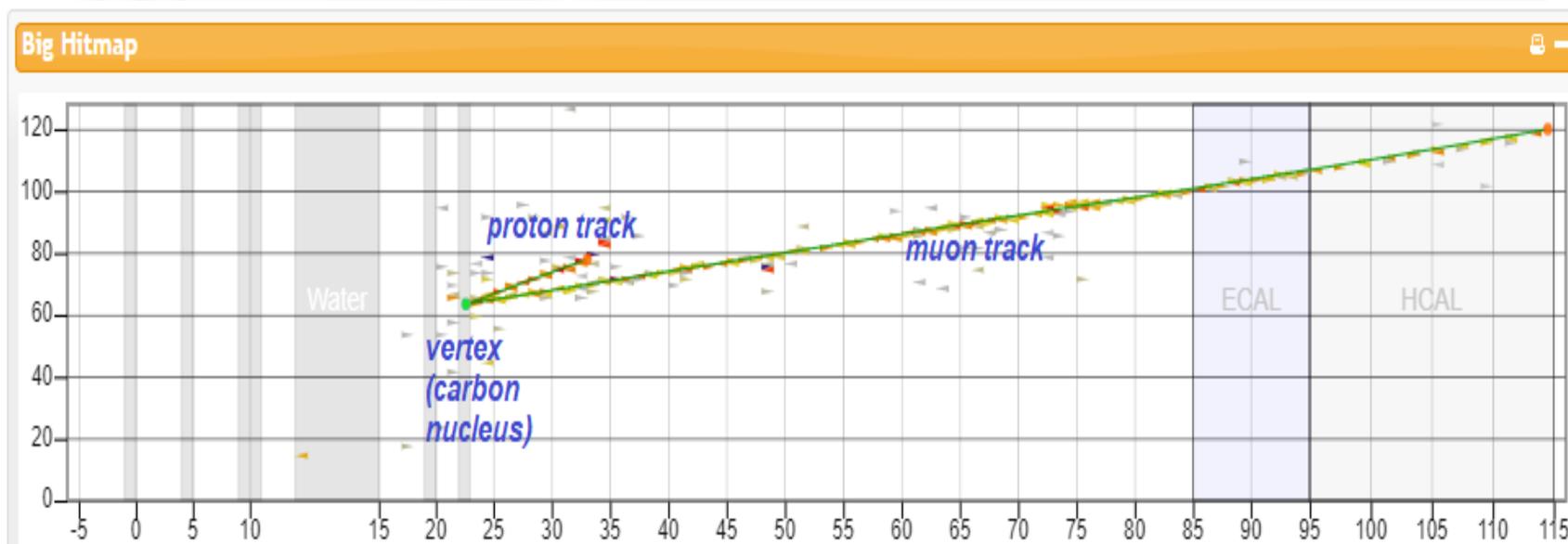
Dopo l'interazione possiamo osservare un muone e un protone.

MINERvA può osservare le tracce di queste particelle e misurare il momento di ciascuna.

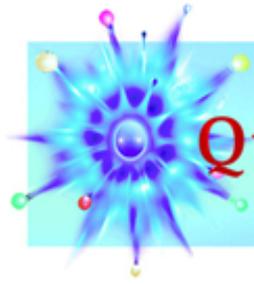


QuarkNet

# Sistema di coordinate



Direzione del fascio di neutrini



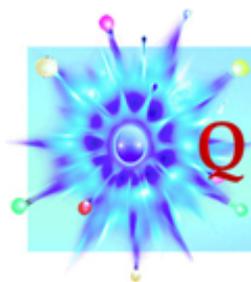
QuarkNet

## Scopo dell'analisi

- Selezionare quali eventi sono interazioni di neutrino (eventi di segnale) utili per l'analisi e quali eventi sono da scartare (eventi di fondo)
- Misurare  $P_x$ ,  $P_y$ ,  $P_z$  sia del muone sia del protone
- Calcolare  $P_{tot}$
- Misurare l'energia del fascio del Fermilab



- 50 eventi per ogni coppia di studenti (24 gruppi)  
da questo [link](#)
- Software di visualizzazione degli eventi Arachne



# QuarkNet

# Arachne

## Arachne

Status: Done!

Data

mergedTuple\_79.root  
Entry: 5

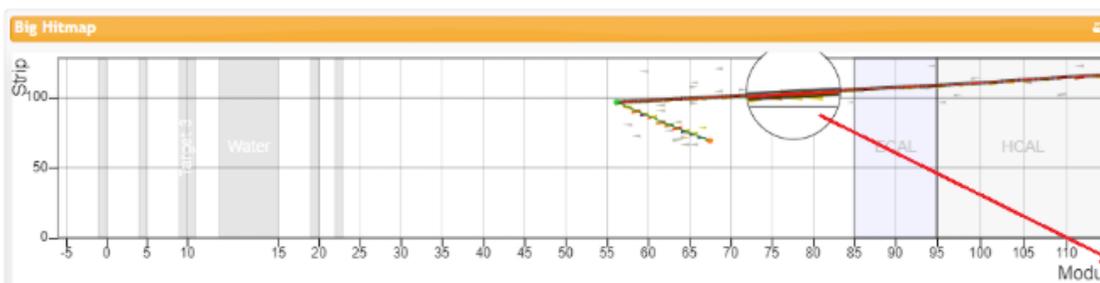
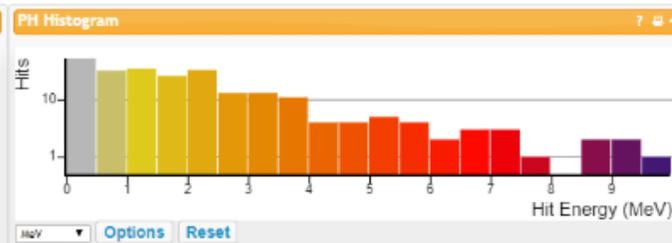
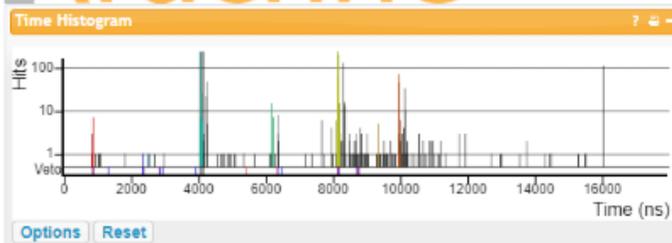
Current slice: Slice 5

Prev Gate p Next Gate n  
Prev Slice - Next Slice +  
All hits a

[Link to this event](#)  
[Go to the muon decay library](#)

Tracks

- Show tracks
- Individual Tracks:
  - Track 0
  - Track 1
  - Track 2
  - Track 3



Track Information

Track 0 (Slice 5)

Hits 155

Vis Energy 311.6 MeV

Time 4070 ns

Minos:  $p_{range} = 2730.0 \text{ MeV}/c$   
 $p_{curve} = -2857.1 \text{ MeV}/c$

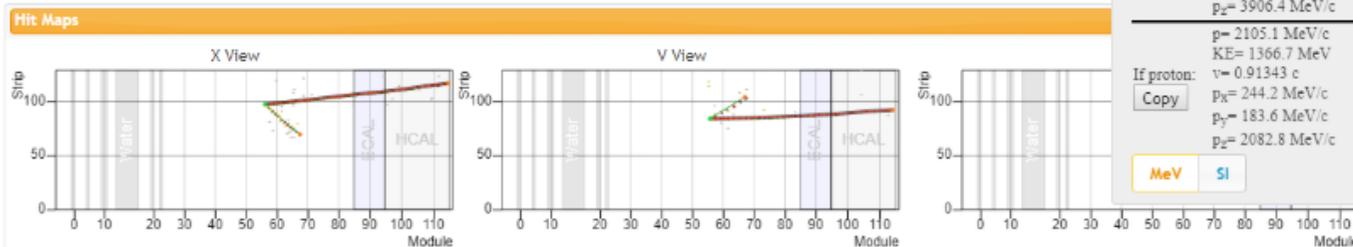
$p = 3948.2 \text{ MeV}/c$   
 $KE = 3844.6 \text{ MeV}$   
 $v = 0.99965 c$

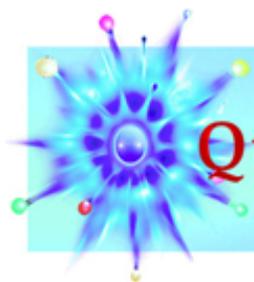
If muon:  $p_x = 458.0 \text{ MeV}/c$   
 $p_y = 344.4 \text{ MeV}/c$   
 $p_z = 3906.4 \text{ MeV}/c$

$p = 2105.1 \text{ MeV}/c$   
 $KE = 1366.7 \text{ MeV}$   
 $v = 0.91343 c$

If proton:  $p_x = 244.2 \text{ MeV}/c$   
 $p_y = 183.6 \text{ MeV}/c$   
 $p_z = 2082.8 \text{ MeV}/c$

MeV SI

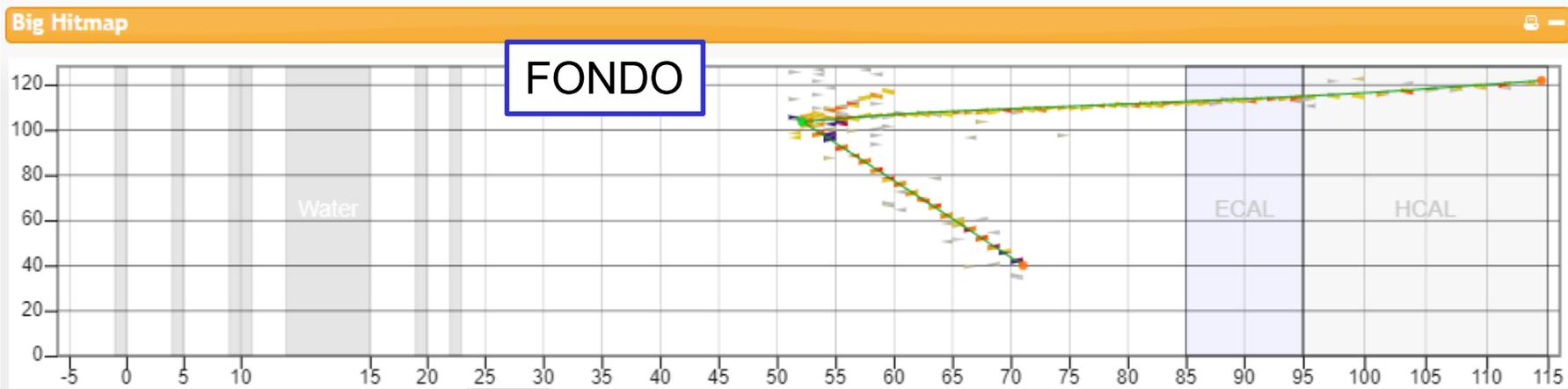
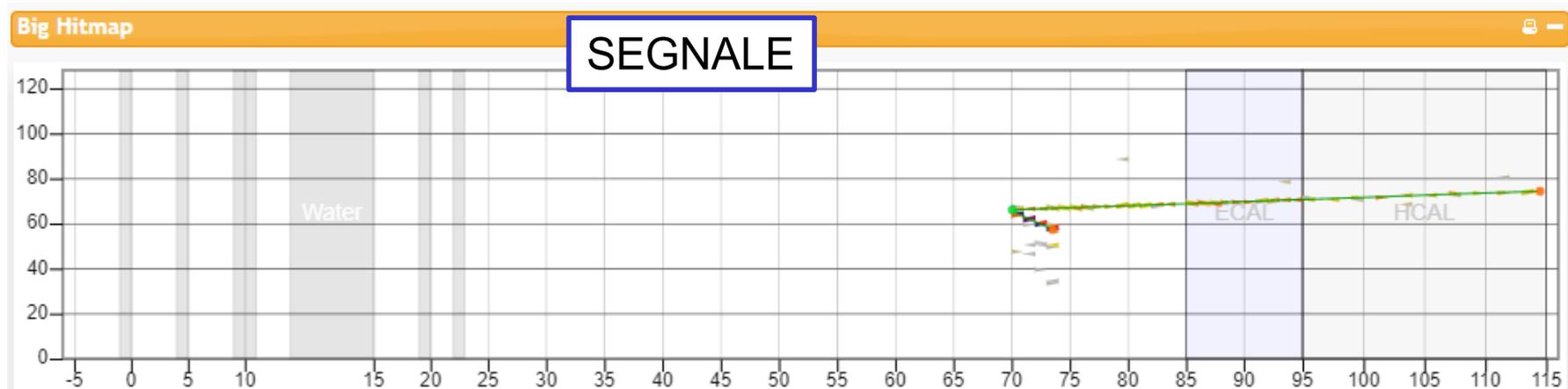


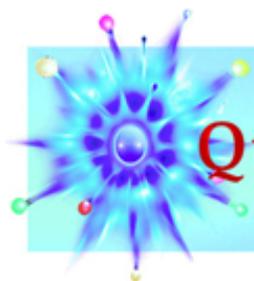


QuarkNet

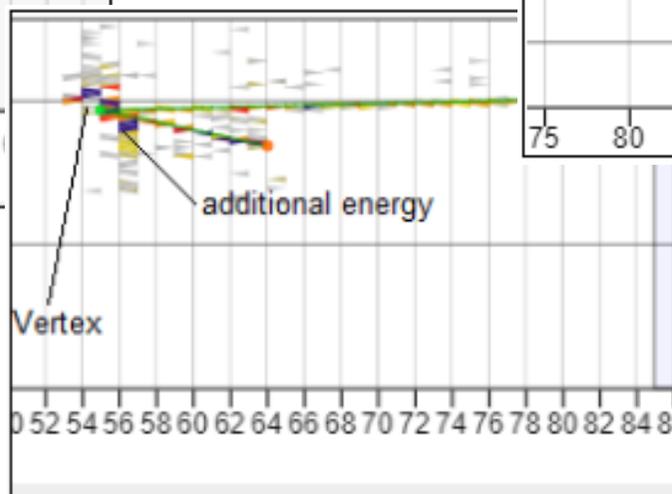
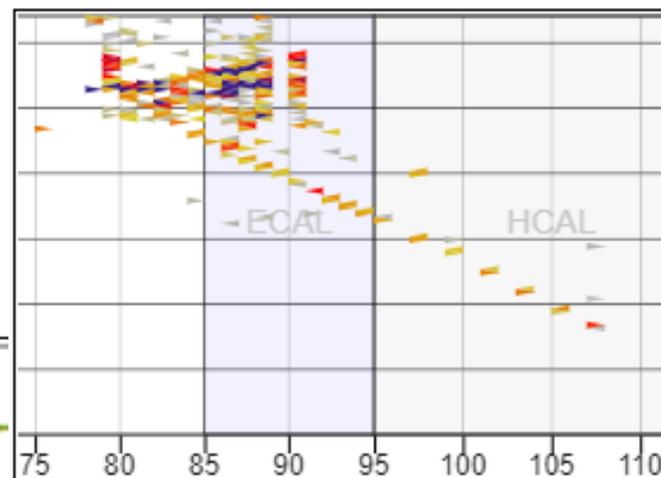
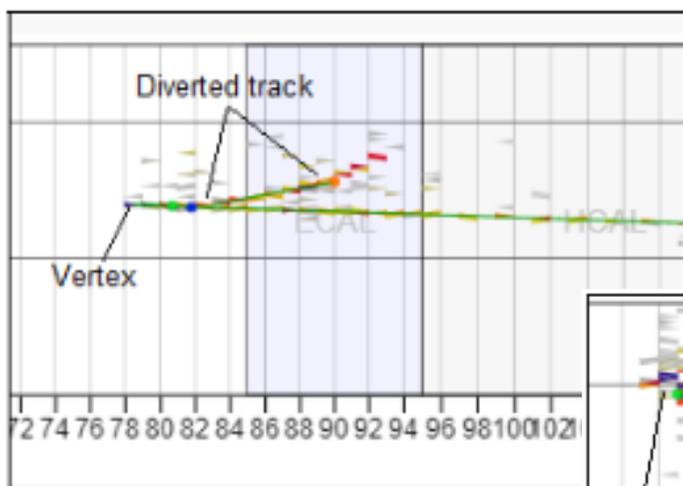
## Segnale vs fondo

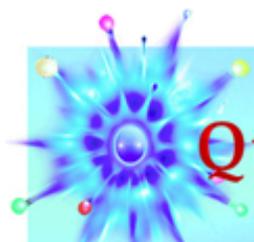
Cerchiamo eventi con solo il muone e il protone nello stato finale





- Non soddisfano la condizione di una traccia corta e una lunga
- Non è possibile misurare accuratamente il momento di una o entrambe le tracce

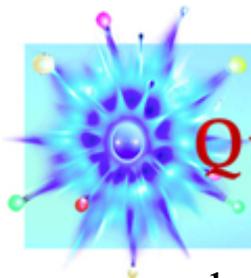




## Arachne



- Cliccando su ciascuna traccia si hanno informazioni su  $P_x$ ,  $P_y$ ,  $P_z$
- Se traccia corta salvate le info del protone
- Se la traccia è lunga salvate le info del muone



QuarkNet

# Riportate i valori sullo spreadsheet condiviso

Ciascun gruppo ha la propria nTupla

Ciascun evento ha il proprio numero (entry) e la propria slice

	merged Tuple	Background (enter a 1)	Signal Event Slice No.	Muon KE (MeV)	v/c	px (MeV/c)	py (MeV/c)	pz (MeV/c)	Proton KE (MeV)	v/c	px (MeV/c)	py (MeV/c)	pz (MeV/c)
6	51	0	1	397.94	0.71205	-301.50	-220.23	874.92					
7	51	1											
8	51	2											
9	51	3											
10	51	4											
11	51	5											
12	51	6											
13	51	7											
14	51	8											
15	51	9											
16	51	10											
17	51	11											
18	51	12											
19	51	13											
20	51	14											
21	51	15											
22	51	16											
23	51	17											
24	51	18											
25	51	19											
26	51	20											
27	51	21											
28	51	22											
29	51	23											
30	51	24											
31	51	25											
32	51	26											
33	51	27											
34	51	28											
35	51	29											
36	51	30											
37	51	31											
38	51	32											
39	51	33											

**Data**

mergedTuple\_051.root

Entry: 0 **Go!**

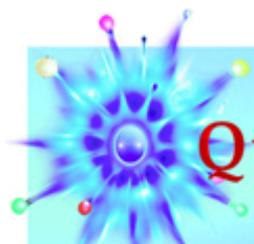
Current slice: **Slice 1**

**Prev Gate** p **Next Gate** n

**Prev Slice** - **Next Slice** +

**All hits** a

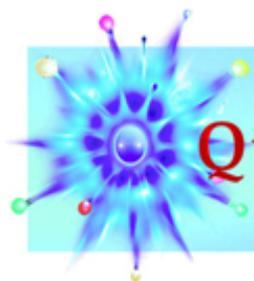
[Link to this event](#)



## Arachne



- Cliccando su ciascuna traccia si hanno informazioni su  $P_x$ ,  $P_y$ ,  $P_z$
- Se la traccia è corta salvate le info del protone
- Se la traccia è lunga salvate le info del muone



Vogliamo ricavare l'energia del neutrino

$$\text{Energia } E = \sqrt{p^2 + m^2 c^4}$$

Per ottenere  $P$  del neutrino utilizziamo la conservazione del momento lungo i 3 assi

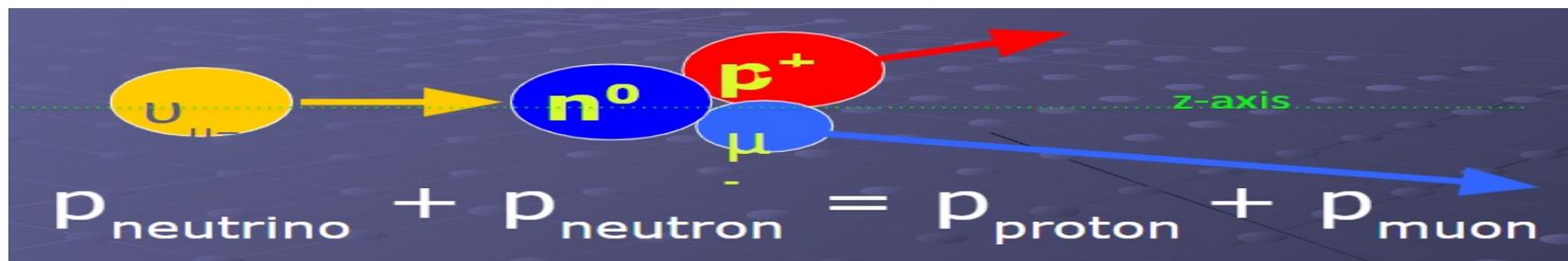
$$P_z = p_{zp} + p_{z\mu}$$

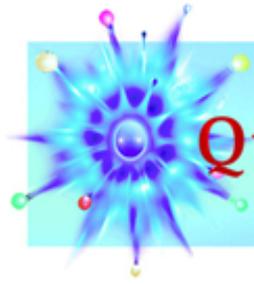
$$P_x = p_{xp} + p_{x\mu}$$

$$P_y = p_{yp} + p_{y\mu}$$

Man mano che inserite i dati, si aggiorneranno istogrammi di  $P_x$ ,  $P_y$ ,  $P_z$

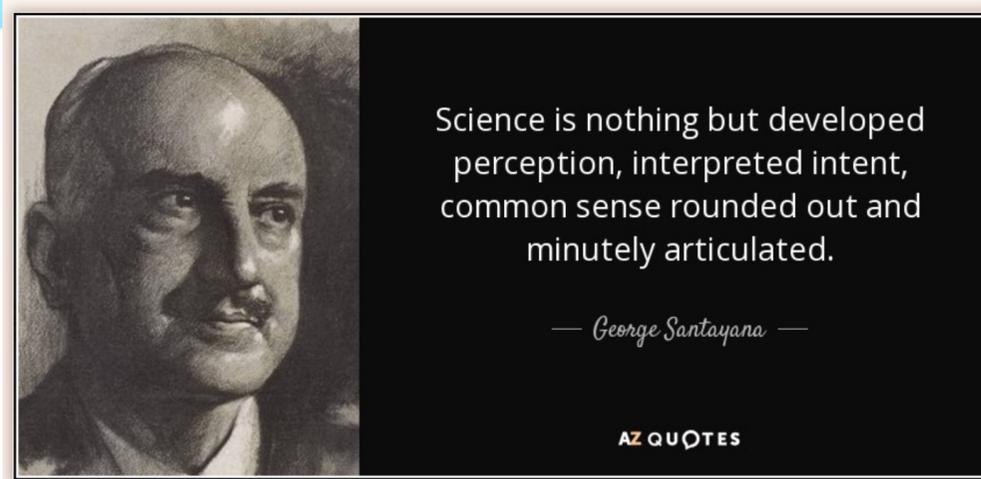
*Però ci aspettiamo  $P$  del neutrino solo lungo  $z$ ...*





QuarkNet

Keep in Mind . . .



- Osservazioni indirette e immaginazione, senso critico, pensiero logico possono portare a valide e affidabili conclusioni.
- Quindi: lavorate insieme, ragionate e siate critici di ogni risultato per comprendere al meglio cosa state davvero accadendo