

Jacopo Lacedelli  
Killa Santer

# ALTERNANZA SCUOLA LAVORO 19-23 GIUGNO 2017

**ANALISI DEI DATI RACCOLTI DALL'ESPERIMENTO ATLAS  
RIGUARDANTI IL BOSONE Z**



# CHI SIAMO

KILLA SANTER

Cortina d'Ampezzo (BL)

Liceo scientifico "E. Fermi", Pieve di Cadore

17 anni

Hobbies: astronomia, fotografia, atletica...

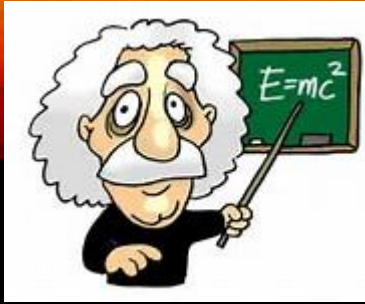
JACOPO LACEDELLI

Cortina d'Ampezzo (BL)

Liceo scientifico "E. Fermi", Pieve di Cadore

17 anni

Hobbies: musica, informatica, ciclismo, golf...



# PERCHÉ LA FISICA?

**Killa** : Ho sempre avuto la passione per l'astronomia e negli ultimi anni mi sono particolarmente avvicinata all'astrofisica, a cui vorrei dedicarmi in futuro... in generale mi affascina la fisica, che porta a comprendere molti fenomeni della natura.

**Jacopo** : Mi ha sempre affascinato scoprire il perché dei fenomeni naturali e dall'inizio del liceo è nata questa passione per la fisica. Ultimamente mi sono avvicinato maggiormente alla fisica delle particelle a cui probabilmente vorrei dedicarmi in futuro.

# COSA STUDIA LA FISICA DELLE PARTICELLE?

- ✓ La **fisica delle particelle** è la branca sperimentale della fisica moderna che studia i costituenti fondamentali della materia, le cosiddette PARTICELLE, e le loro interazioni.

## COME?

Per osservare in laboratorio il comportamento delle particelle elementari sono stati costruiti grandi **acceleratori** in cui protoni o elettroni vengono portati a velocità prossime a quella della luce e ad energie molto elevate.

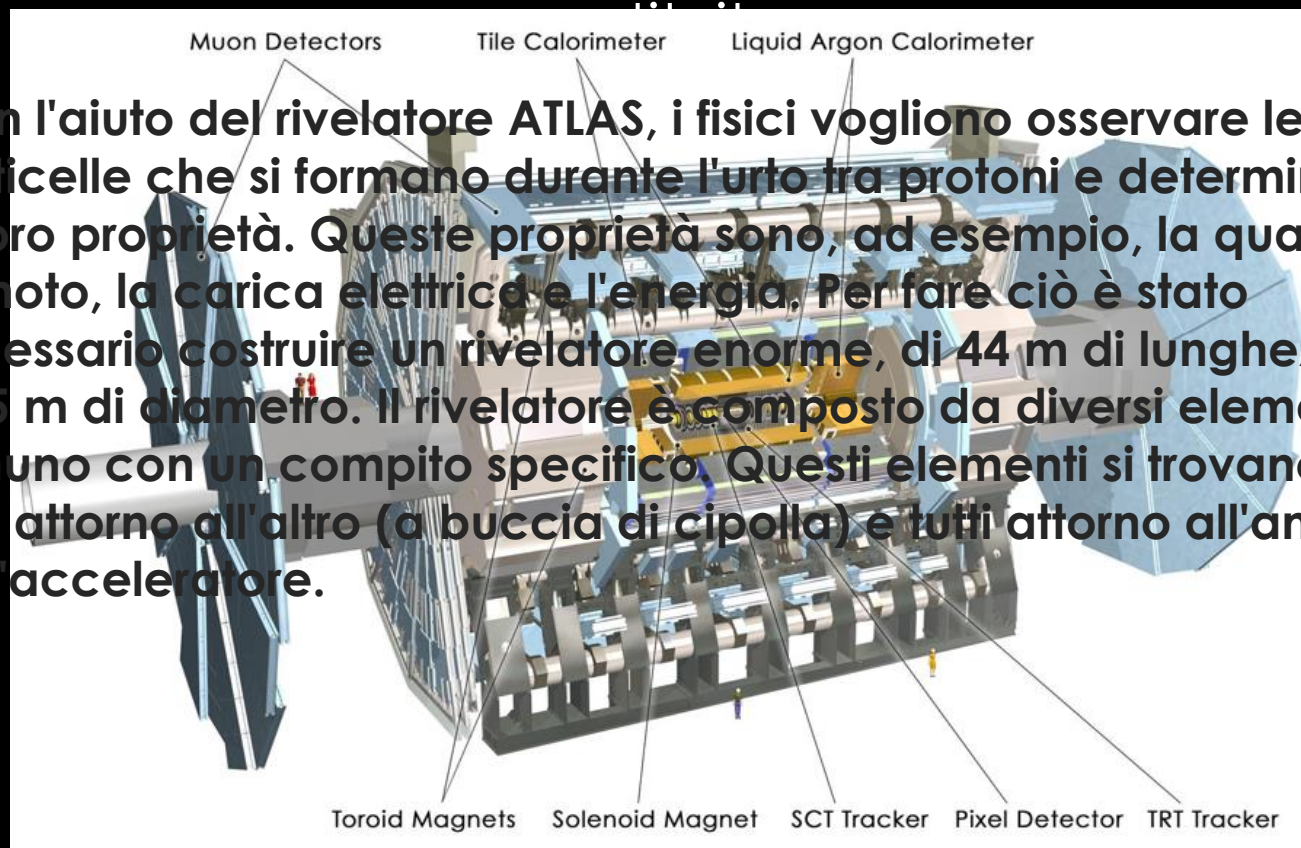
Facendo scontrare “testa-testa” due protoni accelerati si creano nuove particelle tramutando energia in materia secondo la nota relazione di Einstein

$$E=mc^2.$$

# ATLAS

Il rivelatore ATLAS è stato realizzato per studiare molti campi della fisica. Si trova in LHC per cercare di capire come si sia formato l'universo e di cosa è


















Con l'aiuto del rivelatore ATLAS, i fisici vogliono osservare le particelle che si formano durante l'urto tra protoni e determinare le loro proprietà. Queste proprietà sono, ad esempio, la quantità di moto, la carica elettrica e l'energia. Per fare ciò è stato necessario costruire un rivelatore enorme, di 44 m di lunghezza e 25 m di diametro. Il rivelatore è composto da diversi elementi, ognuno con un compito specifico. Questi elementi si trovano uno attorno all'altro (a buccia di cipolla) e tutti attorno all'anello dell'acceleratore.



# LE PARTICELLE ELEMENTARI

## STANDARD MODEL OF ELEMENTARY PARTICLES

Q  
U  
A  
R  
K  
S

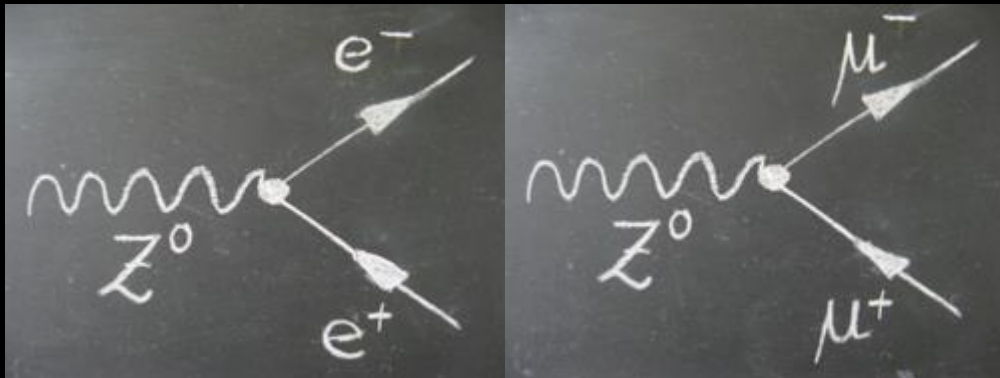
Q U A R K S	<b>UP</b> mass $2,3 \text{ MeV}/c^2$ charge $\frac{2}{3}$ spin $\frac{1}{2}$ 	<b>CHARM</b> mass $1,275 \text{ GeV}/c^2$ charge $\frac{2}{3}$ spin $\frac{1}{2}$ 	<b>TOP</b> mass $173,07 \text{ GeV}/c^2$ charge $\frac{2}{3}$ spin $\frac{1}{2}$ 	G L U O N	<b>GLUON</b> 0 0 1 	H I G G S B O S O N	<b>HIGGS BOSON</b> mass $126 \text{ GeV}/c^2$ 0 0 			
	<b>DOWN</b> mass $4,8 \text{ MeV}/c^2$ charge $-\frac{1}{3}$ spin $\frac{1}{2}$ 	<b>STRANGE</b> mass $95 \text{ MeV}/c^2$ charge $-\frac{1}{3}$ spin $\frac{1}{2}$ 	<b>BOTTOM</b> mass $4,18 \text{ GeV}/c^2$ charge $-\frac{1}{3}$ spin $\frac{1}{2}$ 		P H O T O N		<b>PHOTON</b> 0 0 1 			
	L E P T O N S	<b>ELECTRON</b> mass $0,511 \text{ MeV}/c^2$ charge $-1$ spin $\frac{1}{2}$ 	<b>MUON</b> mass $105,7 \text{ MeV}/c^2$ charge $-1$ spin $\frac{1}{2}$ 				<b>TAU</b> mass $1,777 \text{ GeV}/c^2$ charge $-1$ spin $\frac{1}{2}$ 	Z B O S O N	<b>Z BOSON</b> mass $91,2 \text{ GeV}/c^2$ 0 1 	
		<b>ELECTRON NEUTRINO</b> mass $<2,2 \text{ eV}/c^2$ 0 spin $\frac{1}{2}$ 	<b>MUON NEUTRINO</b> mass $<0,17 \text{ MeV}/c^2$ 0 spin $\frac{1}{2}$ 				<b>TAU NEUTRINO</b> mass $<15,5 \text{ MeV}/c^2$ 0 spin $\frac{1}{2}$ 		W B O S O N	<b>W BOSON</b> mass $80,4 \text{ GeV}/c^2$ $\pm 1$ 1 
							G A U G E B O S O N S			

In fisica delle particelle una particella elementare è una particella indivisibile non composta da particelle più semplici.

Le particelle elementari che compongono l'universo si possono distinguere in particelle-materia, fermionico (quark, elettroni e neutrini, dotati tutti di massa) e particelle-forza, portatrici delle forze fondamentali esistenti in natura (fotoni e gluoni, privi di massa, e i bosoni W e Z, dotati di massa).

# IL BOSONE Z

Abbiamo concentrato la nostra attenzione sull'analisi del decadimento del bosone Z.



Il bosone Z è pesante ( $91,2 \text{ GeV}/c^2$ , circa 100 volte più pesante del protone) e decade subito dopo la sua creazione. Può decadere in diversi modi...

Essendo lo Z è neutro, la somma delle cariche elettriche dei suoi prodotti di decadimento deve essere 0, perchè in natura la carica elettrica è conservata.

Nel 10% dei decadimenti dello Z si producono coppie leptone-antileptone. I tre possibili tipi di coppie di leptoni carichi sono elettrone-positrone, muone-antimuone e tau-antitau. Ogni coppia si produce con la stessa probabilità.

- JobStatistics.py
- JobStatistics.pyc
- StandardHistograms.py
- StandardHistograms.pyc
- TTbarAnalysis.py
- TupleReader.py
- TupleReader.pyc
- WAnalysis.py
- WZAnalysis.py
- ZAnalysis.py**
- ZAnalysis.pyc
- ZPrimeAnalysis.py
- ZZAnalysis.py
- Configurations
  - \_\_init\_\_.py
  - \_\_init\_\_.pyc
  - Configuration.py
  - Configuration.pyc
  - PlotConf\_HWWAnalysis.py
  - PlotConf\_TTbarAnalysis.py
  - PlotConf\_WAnalysis.py
  - PlotConf\_WZAnalysis.py
  - PlotConf\_ZAnalysis.py
  - PlotConf\_ZAnalysis.pyc
  - PlotConf\_ZPrimeAnalysis.p

```

ZAnalysis.py
StandardHistogram
HistManager.pyc
Project Find Re
AnalysisHelpers.py
Paintable.py
Database.py
PlotConf_ZAnalysis

70
71
72 # Lepton Requirements
73 GoodLeptons = AH.selectAndSortContainer(self.Store.getLeptons(), AH.isGoodLepton, lambda p: p.pt())
74 if not (len(GoodLeptons) == 2): return False
75 self.countEvent("2 high pt Leptons", weight)
76
77 leadLepton = GoodLeptons[0]
78 trailLepton = GoodLeptons[1]
79 # test Z candidates
80 if not (leadLepton.charge() * trailLepton.charge() < 0): return False
81 # if not ((leadLepton.flavour() == 11 | (trailLepton.flavour() == 11): return False
82 if not (leadLepton.flavour() == trailLepton.flavour()): return False
83 self.hist_leadleptpt.Fill(leadLepton.pt(), weight)
84 if not (leadLepton.pt() > 25): return False
85
86 # if not (trailLepton.flavour(-15)): return False
87 # if not (abs((leadLepton.tlv() + trailLepton.tlv()).M() - Constants.Z_Mass) < 20): return Fal
88 mvmass=abs((leadLepton.tlv() + trailLepton.tlv()).M())
    
```

3 results found in 3 files for **logy** Finding with Options: Case Insensitive

**logy** Find  Aa

Replace in project Replace All

File/directory pattern. eg. `src` to search in the "src" directory or `\*.js` to search all javascript files.

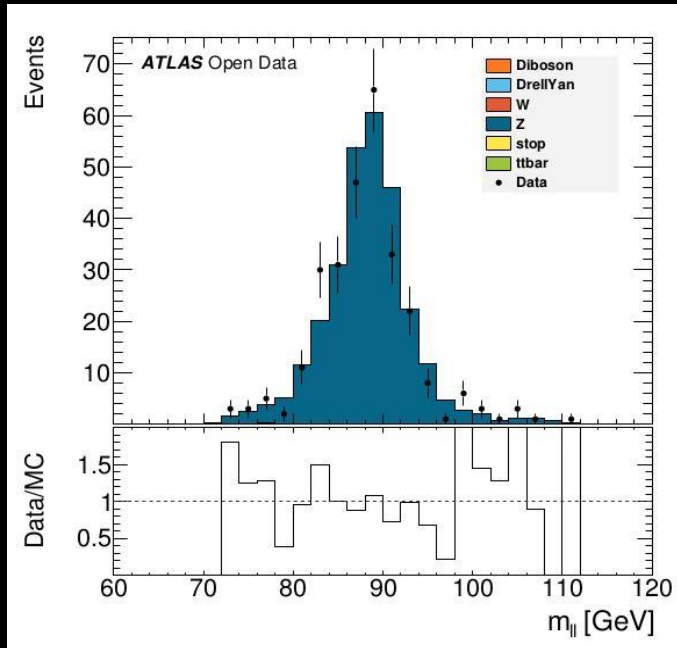
LA  
PR  
U

ONE Z.

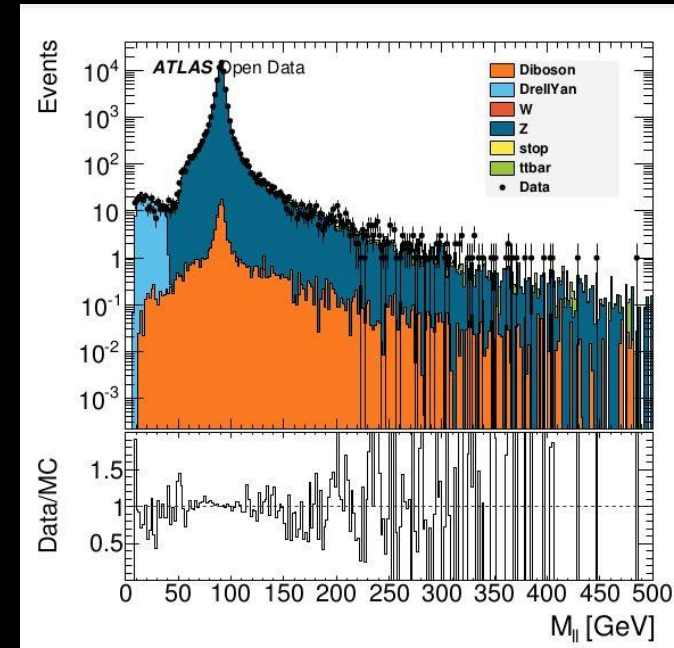


# ALCUNI ESEMPI...

L'istogramma rappresenta la  $M_{ll}$  in cui vedo esclusivamente il contributo del bosone  $Z$ . Abbiamo perciò ricavato la massa invariante della  $Z$ , ben individuabile nel picco:  $(91,2 \text{ GeV}/c^2)$

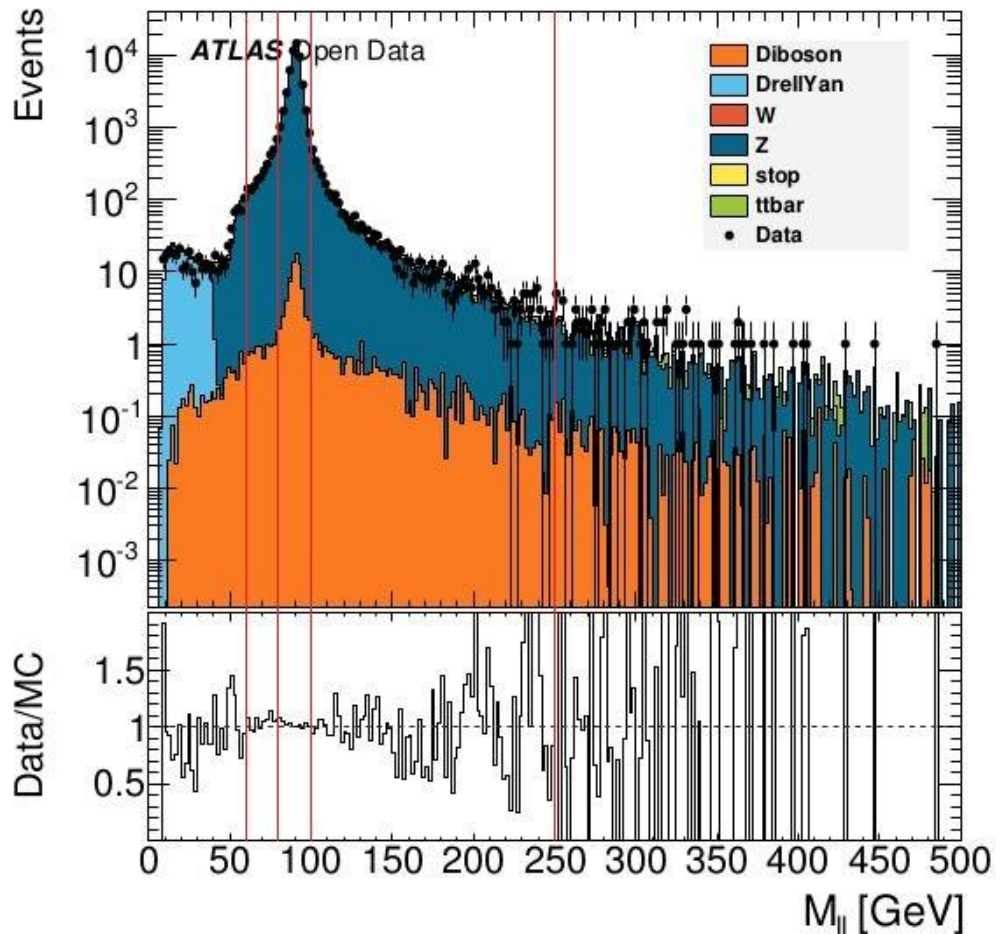


Abbiamo modificato il nostro istogramma, sostituendo ad una scala lineare una scala logaritmica e allargando il range della  $M_{ll}$ , al fine di rendere visibile la presenza di altri fondi.



Possiamo così individuare anche l'emissione di DrellYan e dei Dibosoni (ZZ)

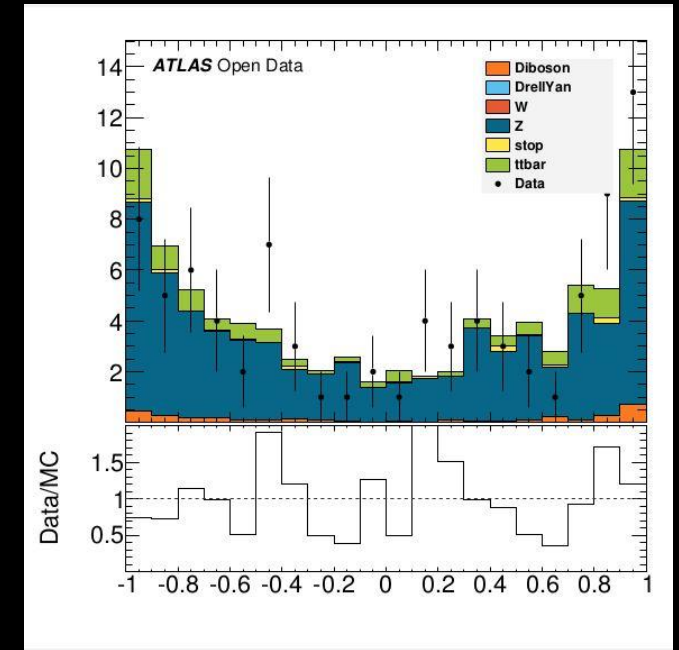
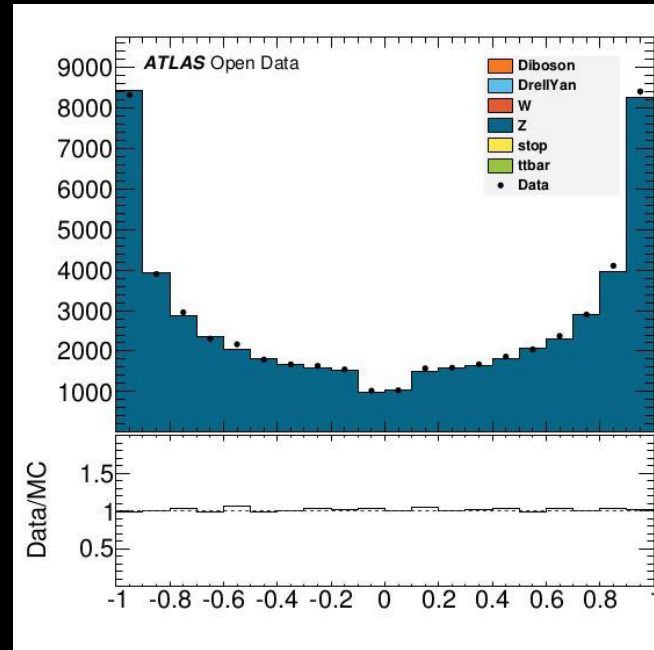
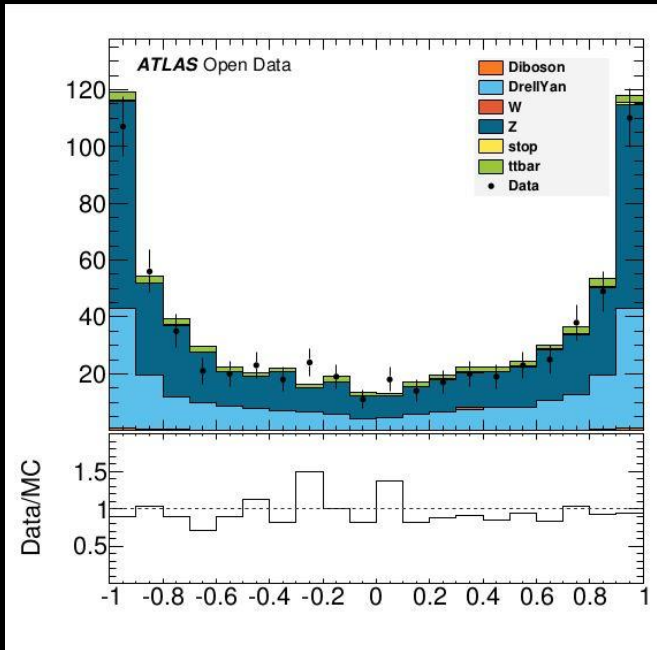
# ASIMMETRIA AVANTI-INDIETRO



A causa della violazione della parità da parte del bosone Z ci aspettiamo una diversa produzione di muoni positivi ( $\mu$ ) in avanti ed in indietro

```
mymass=abs((leadLepton.tlv() + trailLepton.tlv()).M())
cath_mass=0
if mymass>60 and mymass < 80: cath_mass = 1
if mymass>80 and mymass < 100: cath_mass = 2
if mymass>100 and mymass <250: cath_mass = 3
if mymass>250 and mymass <1000: cath_mass = 4
if mymass >1000: cath_mass = 5
#print "PIPP0", mymass, cath_mass, leadLepton.flavour()
costheta=-9999
if leadLepton.charge()>0:
    costheta=math.cos(leadLepton.tlv().Theta())
else:
    costheta=math.cos(trailLepton.tlv().Theta())
```

# ECCO I RISULTATI...



Dai dati sperimentali non si evidenzia alcuna asimmetria... per poterla rendere visibile occorrerà perfezionare l'analisi tenendo conto di altri fattori.

Per esempio l'asimmetria del rivelatore che possiede dunque differenti zone d'efficienza, il sistema di riferimento proprio della Z...

# CONCLUSIONE

KILLA

L'esperienza mi ha messo alla prova ed ho compreso che la strada per me è ancora lunga... nonostante le mie conoscenze di base riguardanti la materia siano estremamente limitate ho trovato interessante e costruttivo venire a contatto con quello che è il lavoro di un fisico delle particelle e provare a comprendere i vari processi studiati nel corso delle varie analisi.

JACOPO

Sono molto contento di aver partecipato a questa fantastica esperienza anche se le mie conoscenze nell'ambito sono ancora limitate. E' stato molto interessante venire a contatto con molti fisici e poter utilizzare i loro programmi di analisi per comprendere maggiormente il loro tipo di lavoro.