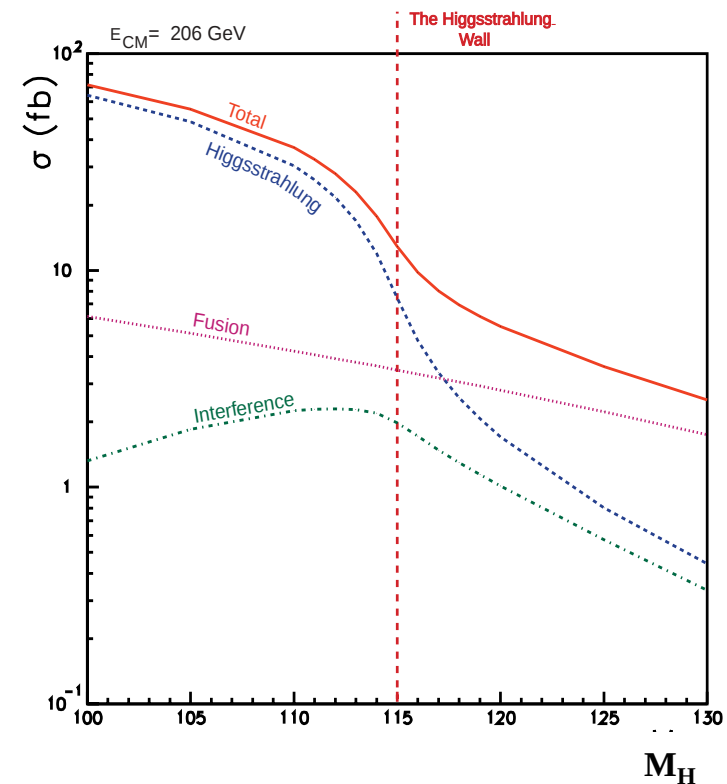
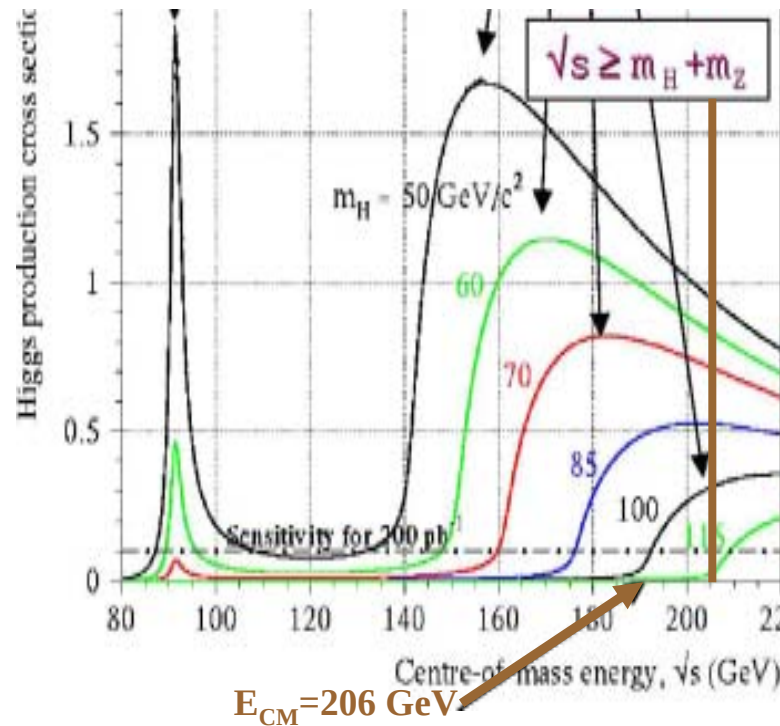




Ricerca dell'Higgs a LEP II



Al crescere di $\sqrt{s}$ diventano accessibili produzioni di Higgs per “Higgs-strahlung” (processo di produzione dominante anche a LEP II) con masse sempre maggiori ($m_H \cong \sqrt{s} - M_Z$) ma la sezione di produzione diminuisce





SCOPERTA

C.L. di “ 5σ ” cioè Probabilità che gli eventi osservati derivino dalla fluttuazione statistica del fondo $\leq 5.7 \times 10^{-5}$

ESCLUSIONE

C.L. di “ 2σ ” cioè Probabilità che gli eventi osservati derivino dalla fluttuazione statistica di segnale + fondo $\leq 5 \times 10^{-2}$

$$L_{\text{scoperta}}$$

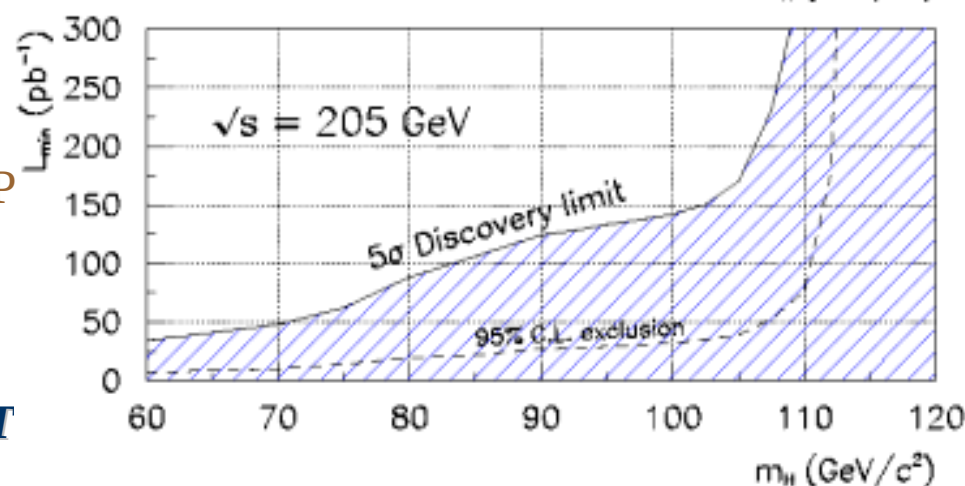
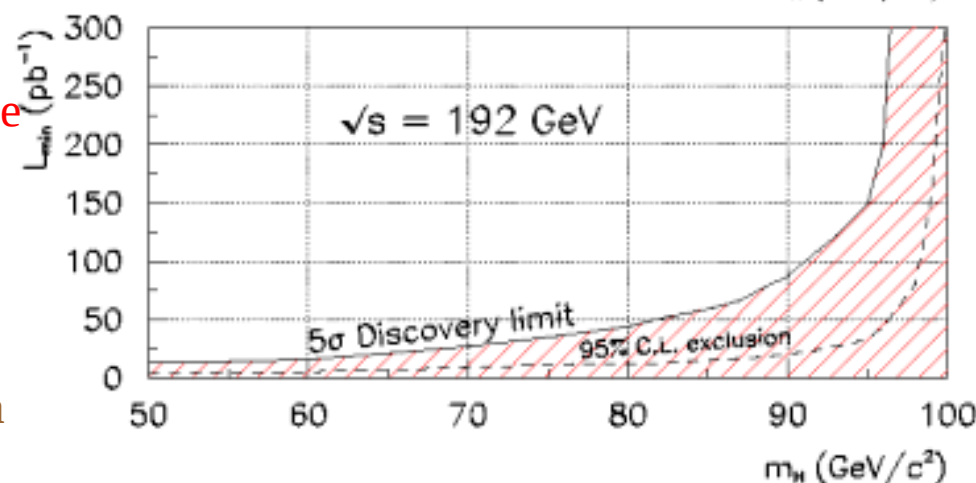
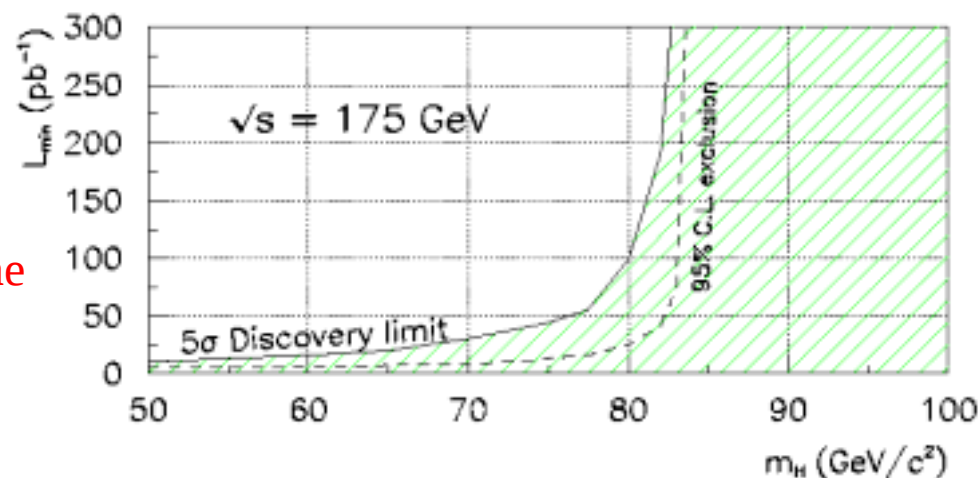
luminosità integrata dei 4 esperimenti LEP affinché vi sia il 50% di probabilità di ottenere almeno 5σ oltre il fondo;

$$L_{\text{esclusione}}$$

luminosità integrata dei 4 esperimenti LEP affinché vi sia il 50% di probabilità di ottenere almeno 2σ meno del valore aspettato per fondo + segnale;

Padova 7 Giugno 2005

Ezio T



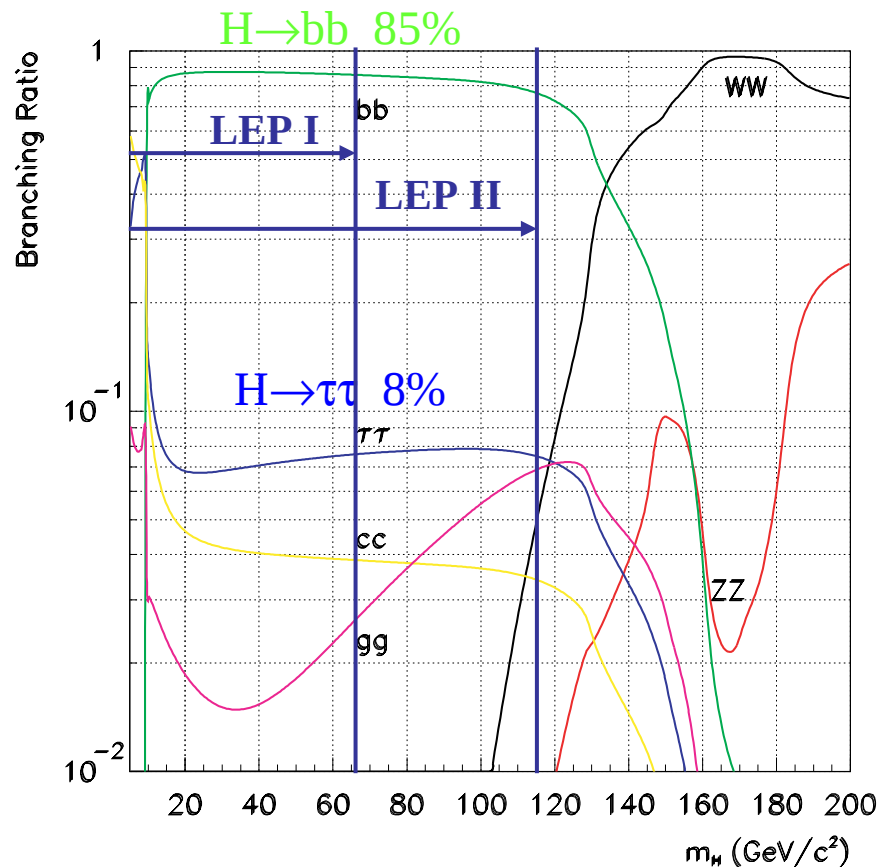


Decadimenti dell'Higgs a LEP II

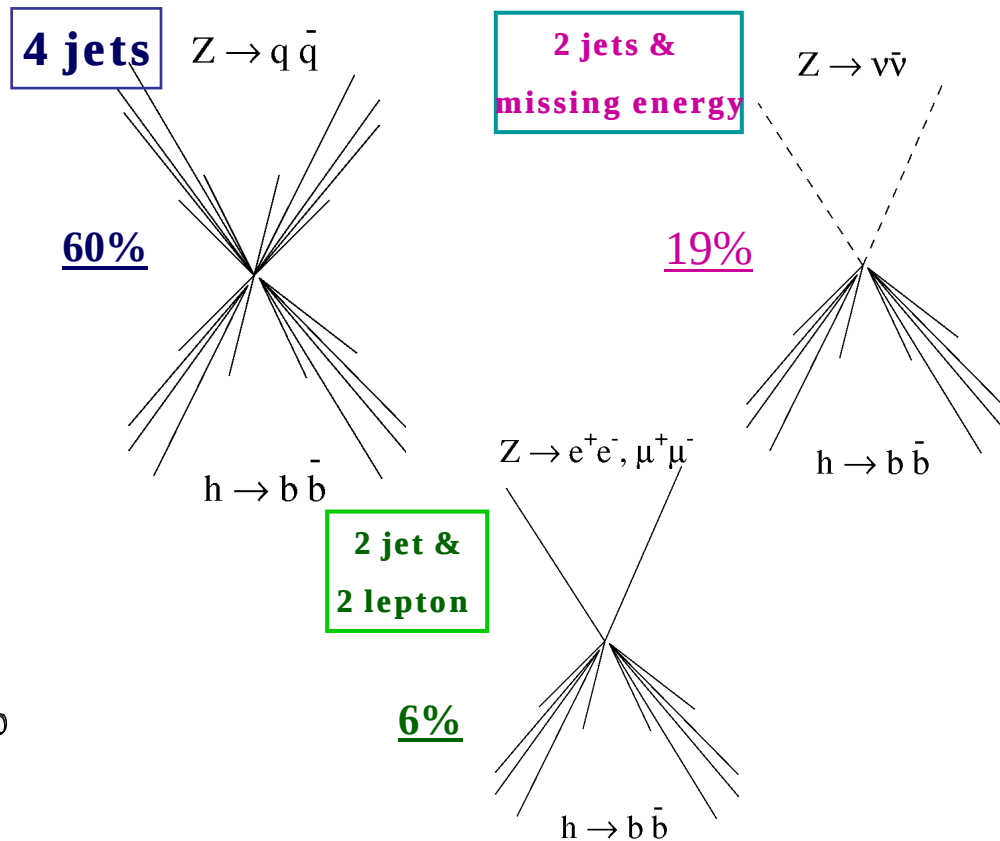


Come a LEP I il decadimento più importante è $H \rightarrow b\bar{b}$

Da notare che oltre 115 GeV (regione di test per LHC) altri canali di decadimento diventano importanti (WW e ZZ)

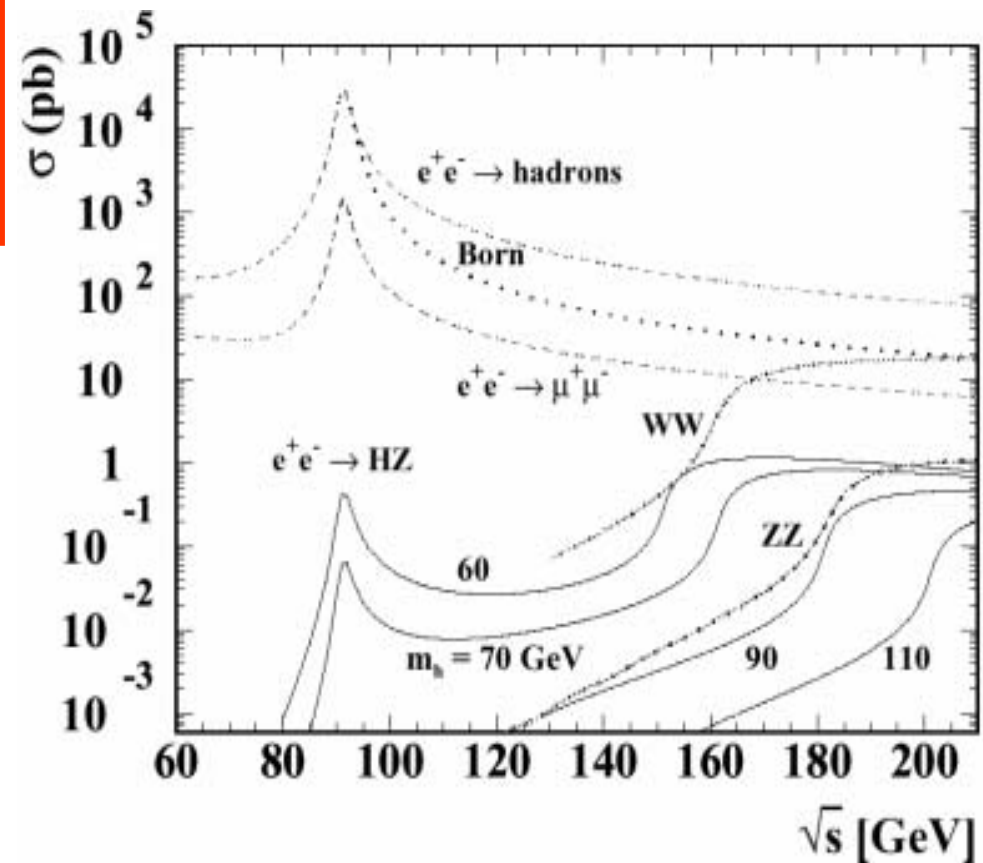
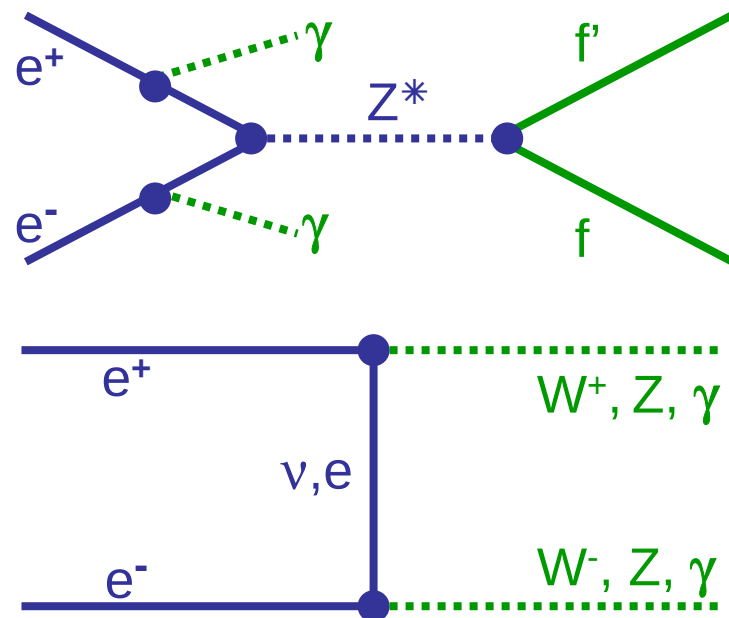
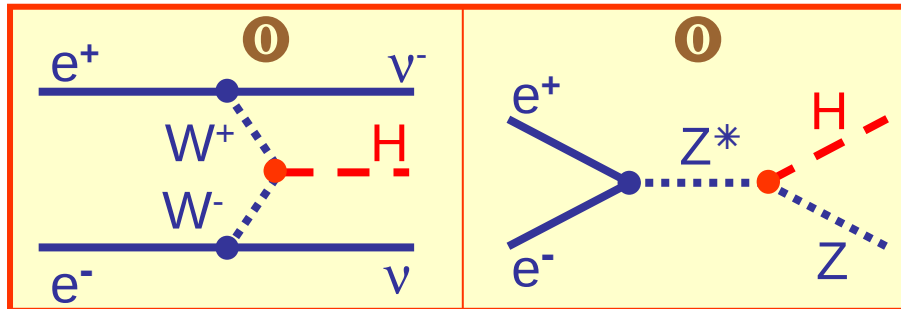


Topologie di ricerca:



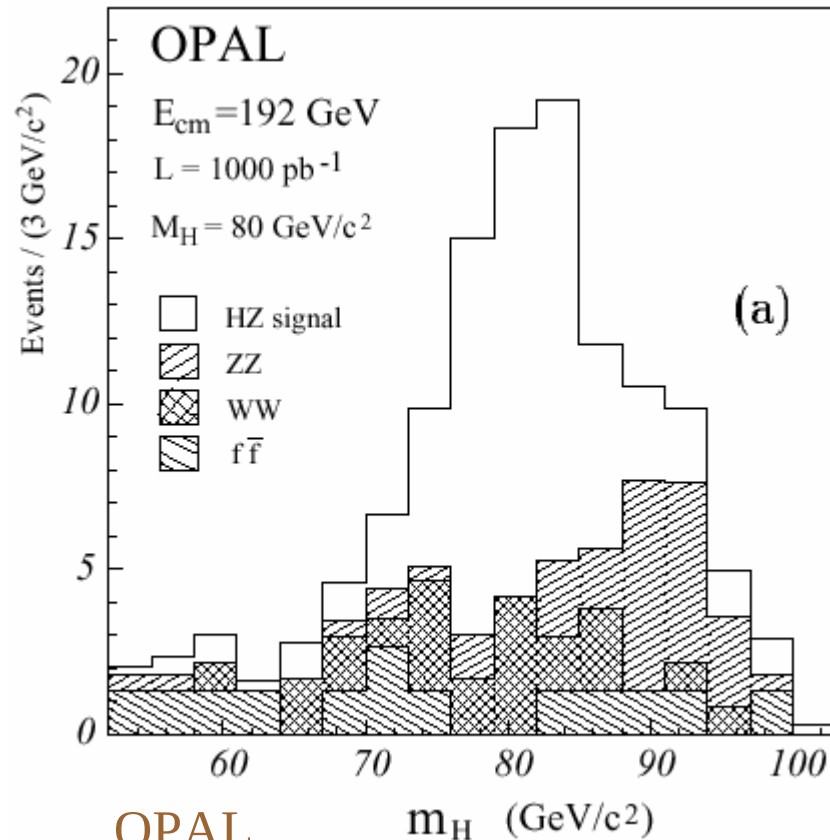


Al fondo oltre al canale $Z \rightarrow f\bar{f}$ si aggiungono contributi dai decadimenti di WW e ZZ



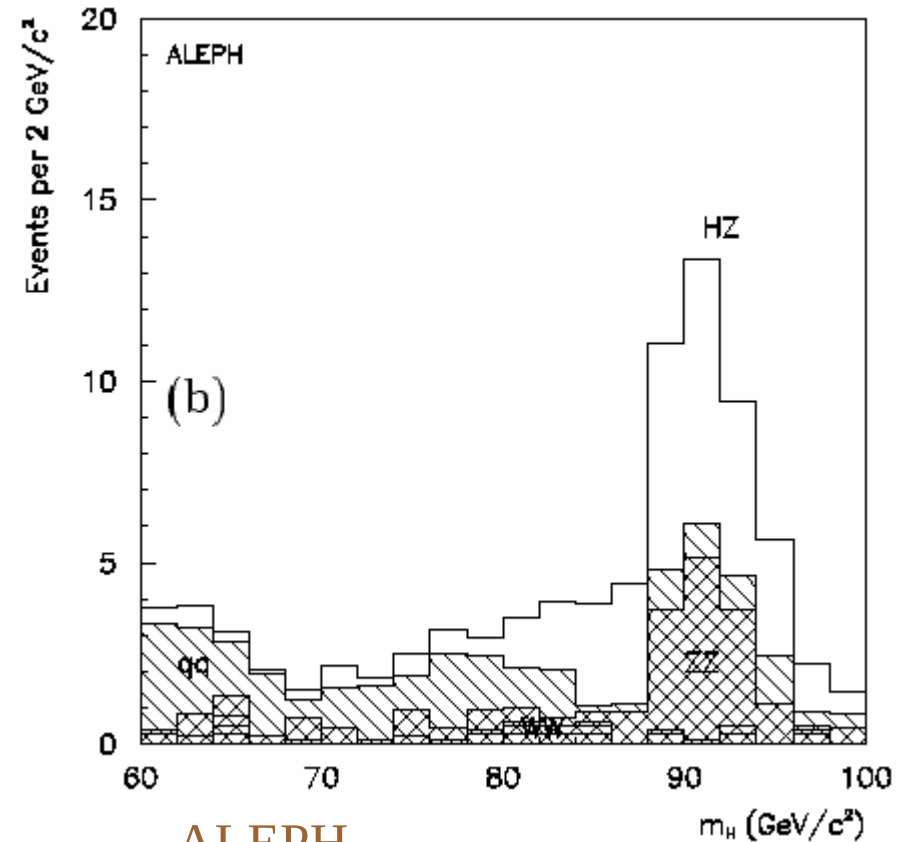


Esempi di distribuzioni di masse invarianti attese per il segnale e per i fondi



OPAL

$HZ \rightarrow 2\text{jet } 2\nu$, $\sqrt{s} = 192 \text{ GeV}$,
 $m_H = 80 \text{ GeV}$, $L = 1000 \text{ pb}^{-1}$.



ALEPH

$HZ \rightarrow 4\text{jet}$, $\sqrt{s} = 192 \text{ GeV}$
 $m_H = 90 \text{ GeV}$, $L = 500 \text{ pb}^{-1}$



Metodo statistico



Come combinare diverse analisi di diversi canali a diverse Energie ?

I dati di tutti i canali (Hqq, Hvv, Hll) a tutte le energie E_{cm} vengono raggruppati in un unico spazio bidimensionale costituito dalle variabili:

- m_H^{rec} massa invariante ricostruita
- G variabile discriminante (Q_{NN} , b-tag)

In ogni canale k (coppia di bin di m_H^{rec} e G) si ricavano

- b_k fondo stimato
- s_k segnale stimato (dipendente dal parametro m_H)
- N_k numero di candidati

Costruendo le Likelihood per le ipotesi che i candidati osservati derivino

- da segnale + fondo L_{s+b}
- da solo fondo L_b

si puo' ottenere il χ^2 per ogni massa m_H nelle due ipotesi



Il metodo della Maximum likelihood: dall'esempio visto in A_{FB} ad m_H

$$L = \prod_i \left((1 + \cos^2 \vartheta_i) + \frac{8}{3} A_{FB} \cos \vartheta_i \right) = \prod_i P(\theta_i, A_{FB})$$

P è la densità di probabilità per un evento θ_i con parametro A_{FB} , si richiede la massimizzazione dei prodotti delle densità di probabilità.

Nel caso in cui si voglia discriminare un numero di eventi osservati (n) rispetto ad un numero medio di eventi attesi ($b+s$) la densità di probabilità è data dalla distribuzione di Poisson:

$$P(n | b + s) = \frac{e^{-(b+s(m_H))} (b + s(m_H))^n}{n!}$$

Si è esplicitata la dipendenza di s da m_H

Considerando la suddivisione in bin (canali k) di m_H^{rec} e G :

$$L = \prod_k P(n_k | b_k + s_k(m_H))$$



Per considerare il contributo di ogni singolo candidato occorre ricavare le densità di probabilità per fondo e segnale in ogni canale k : m_H^{rec} , G .

$$L = \prod_k P(n_k | b_k + s_k(m_H)) \cdot \prod_{i=1}^{n_k} \frac{s_k S_{ik}(m_H) + b_k B_{ik}}{s_k + b_k}$$

Il test di comparazione si effettua osservando la dipendenza:

$$-2 \ln(Q(m_H)) \quad Q(m_H) = \frac{L_{b+s}}{L_b}$$

Tale scelta risulta conveniente in quanto: $-2 \ln(Q(m_H)) \cong \Delta\chi^2$

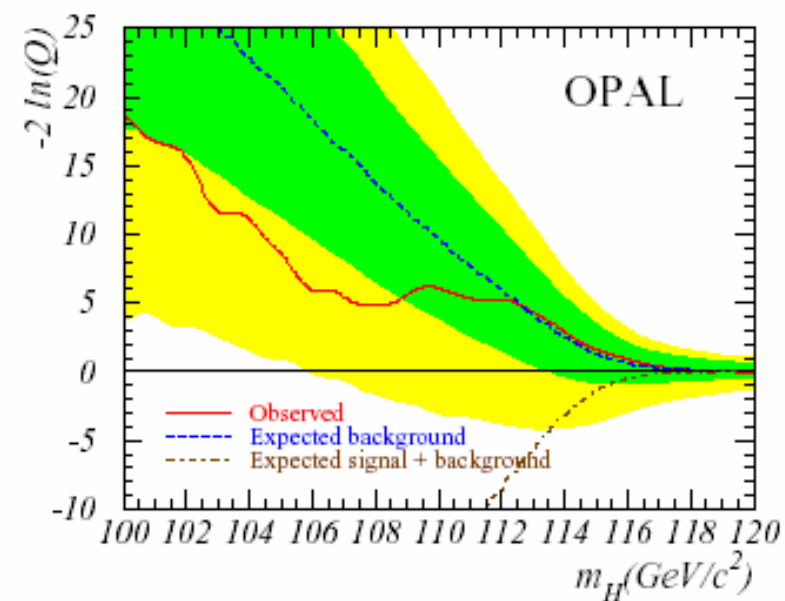
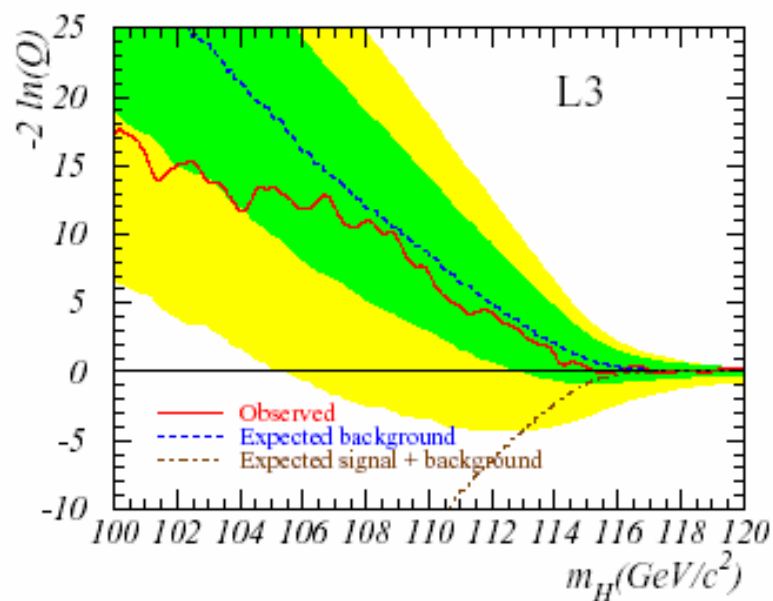
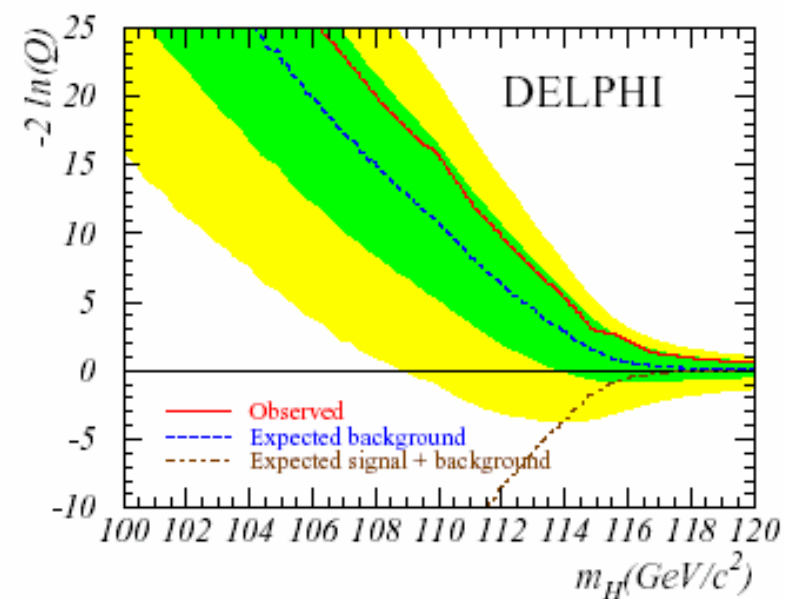
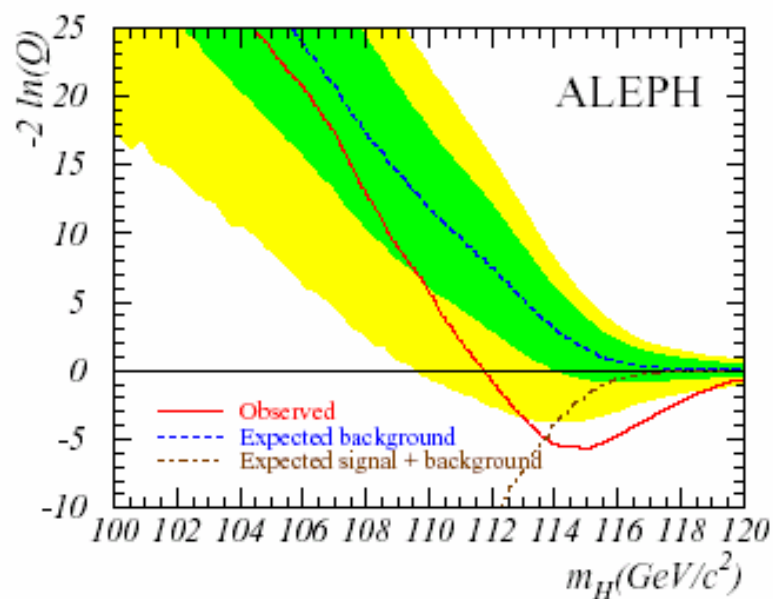
Osserviamo $-2 \ln(Q(m_H))$

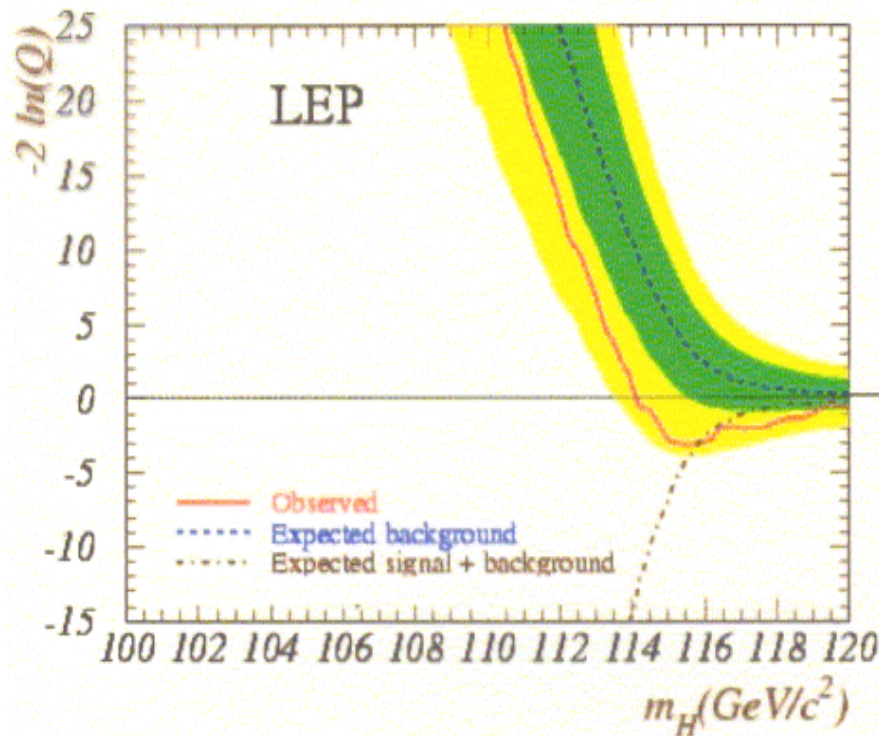
- (i) per i dati reali
- (ii) per dati MC con $n=b$ (se osservassi un numero di eventi uguale al fondo medio)
- (iii) per dati MC con $n=b+s$ (se osservassi un numero di eventi uguale a segnale + fondo medio)



verde: 1σ dal fondo

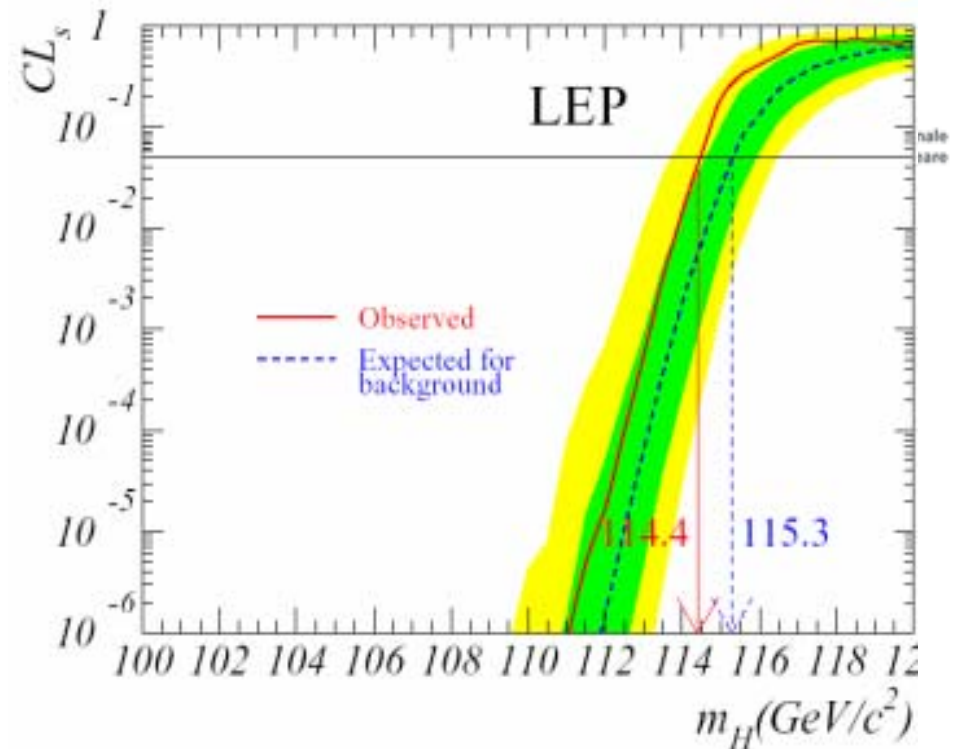
giallo: 2σ dal fondo





s+b preferito da 114 in su

la curva osservata resta entro 2σ da quella del fondo medio per ogni m_H



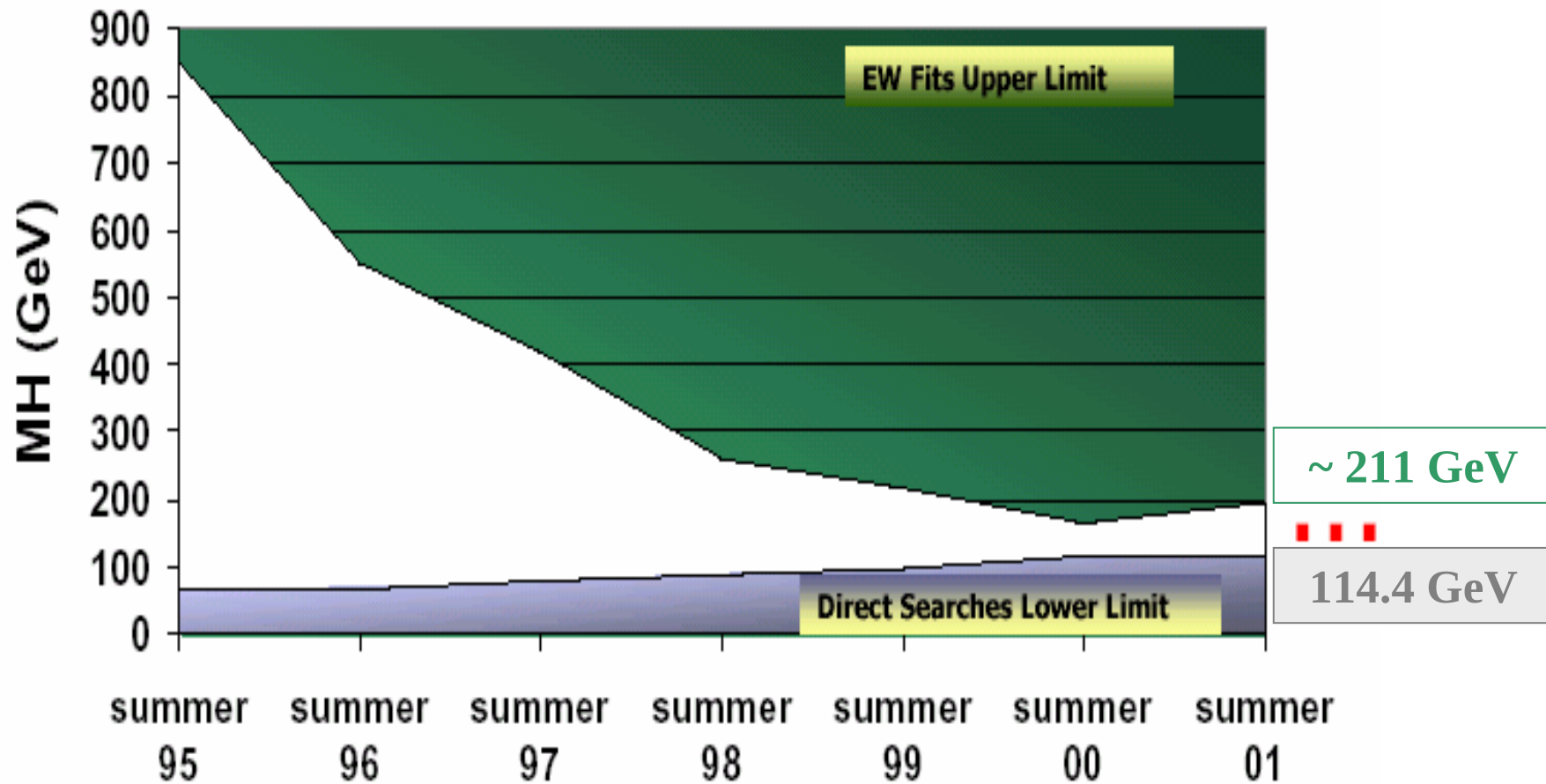
Solitamente si valuta l'esclusione al 95% dall'ipotesi s+b ($CL_{s+b} = 5\%$).

Per essere piu' conservativi si valuta l'esclusione al 95% dell'ipotesi s+b rispetto all'ipotesi b ($CL_s = CL_{s+b} / CL_b = 5\%$) (si limita la dipendenza del limite di massa da una sottofluttuazione del fondo)

$m_H > 114.4 \text{ GeV}$ al 95% CL_s



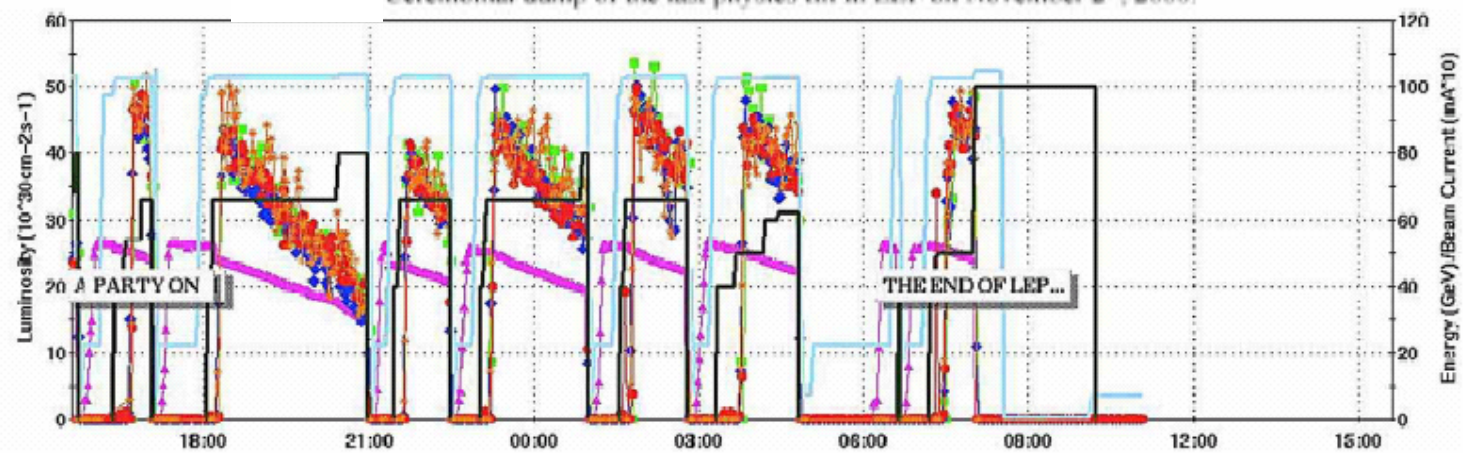
La “finestra” su M_{Higgs}



La finestra è al 95% di C.L. , i valori al di fuori della finestra non sono vietati, sono meno probabili



Ceremonial dump of the last physics fill in LEP on November 2nd, 2000.





Scoperta ed analisi del top al Tevatron



- **selezione di candidati top con la rilevanza statistica di “scoperta”**
- **misura della massa del top**
- **misura della sezione d’urto**

Masse dei quarks

I quark differentemente dai leptoni sono confinati negli adroni. Le masse dei quark non possono essere misurate direttamente ma possono essere stimate dall’influenza della massa sulle proprietà degli adroni.

Il modo più semplice per stimare la massa dei quark è quello di eseguire un fit allo spettro delle masse degli adroni usando un modello a quark non relativistico.

Minori indeterminazioni derivano dalla teoria perturbativa chirale che permette di stimare i rapporti delle masse m_u/m_d e m_s/m_d dalle masse dei mesoni π e K

Il **top** è un caso a parte, a causa della sua elevata massa ha un tempo di vita breve ($\tau_{\text{top}} \sim 10^{-24}$ sec) tale da non rendere possibile l’adronizzazione ($\tau_{\text{QCD}} \sim 10^{-23}$ sec) .
La sua massa può essere stimata con precisione dal processo di decadimento.



Run I (1992-1996)

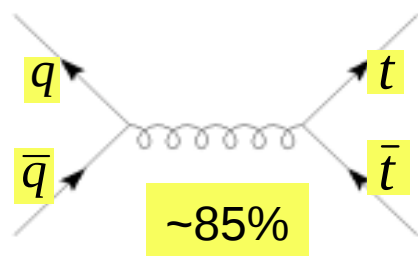
$\sqrt{s} = 1.8 \text{ TeV}$

Scoperta del top quark nel 1994

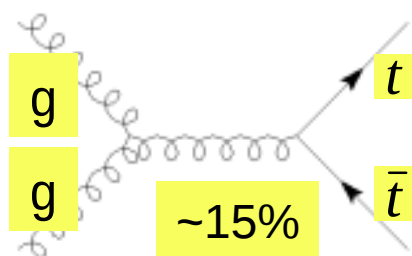
Luminosità integrata 120 pb^{-1}

Produzione

Annichilazione qq (85%)



Fusione di gluoni (15%)



~ 1 evento top ogni 10^{10} collisioni inelastiche

$$\sigma(\bar{p}p \rightarrow t\bar{t}) \approx 6.1 \text{ pb}$$



Padova 7 Giugno 2005

Ezio Torassa

Run II (2001- oggi)

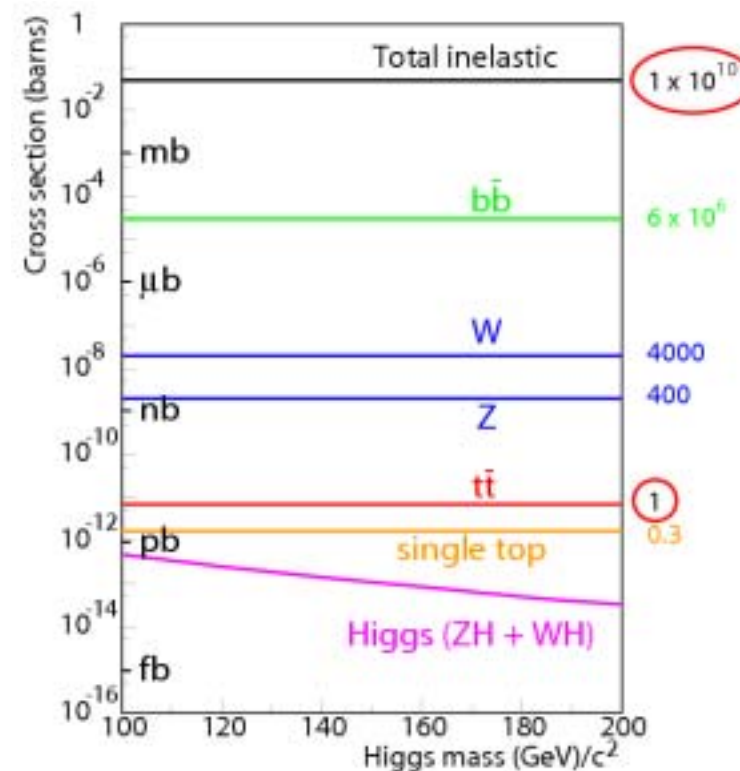
$\sqrt{s} = 1.96 \text{ TeV}$



Luminosità integrata ad Aprile 05

Registrata $\sim 600 \text{ pb}^{-1}$

Analizzata $\sim 350 \text{ pb}^{-1}$

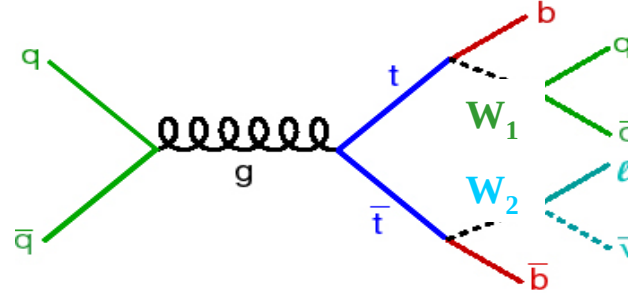


Dottorato in Fisica XX Ciclo



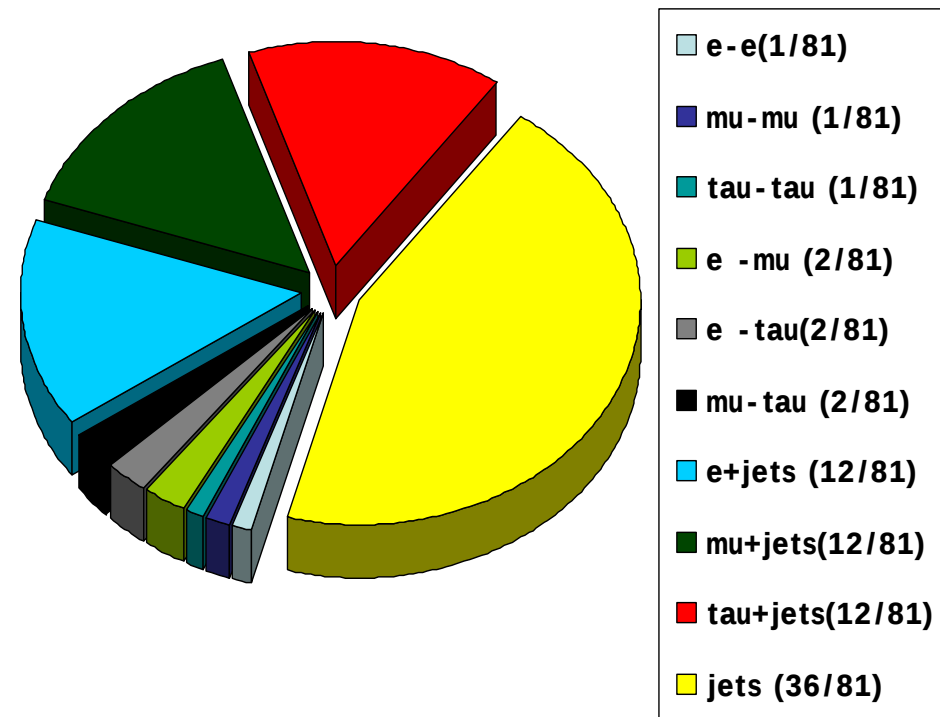
Decadimento

$$Br(t \rightarrow Wb) \approx 100\%$$



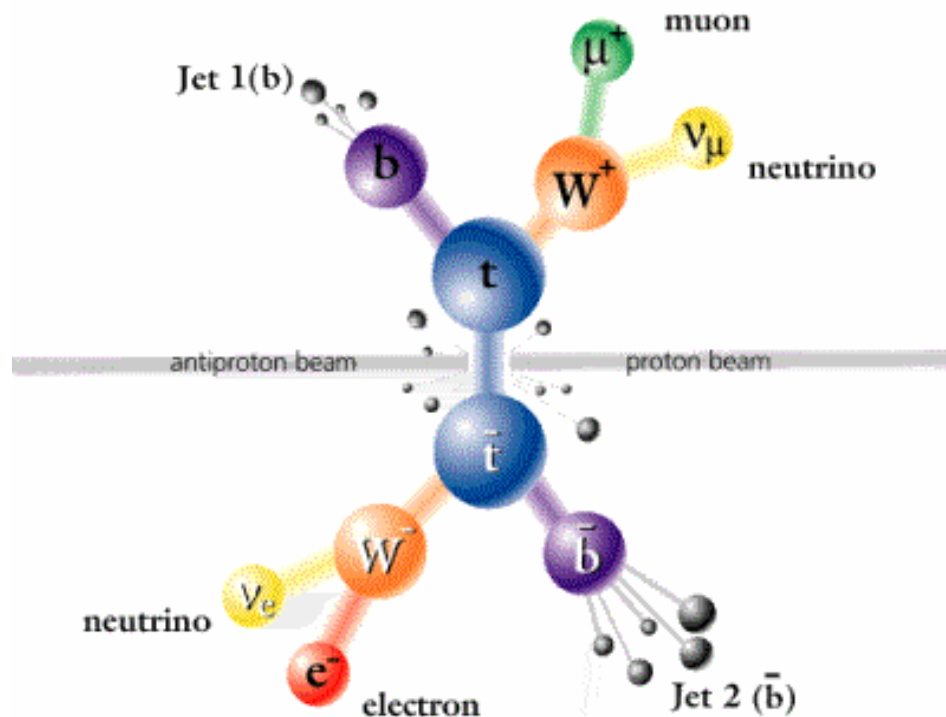
Classificazione degli eventi

- $W_1 \rightarrow lv$ $W_2 \rightarrow lv$
 $tt \rightarrow lvlvbb$ dileptonico 5%
- $W_1 \rightarrow lv$ $W_2 \rightarrow qq$
 $tt \rightarrow lvqqbb$ leptonico+jet 30%
- $W_1 \rightarrow qq$ $W_2 \rightarrow qq$
 $tt \rightarrow qqqqbb$ adronico 45%





Caratteristiche degli eventi top



- Due b-jet ad alto E_T
- Eventi energetici, centrali e sferici
- Energia trasversa mancante (E_T) e leptoni isolati ad alto p_T nei modi leptonico+jet e dileptonico
- 6 jet ad alta energia trasversa nel modo adronico
- Possibili jet aggiuntivi da radiazione di gluoni (ISR, FSR)



Analisi modo leptonico+jet

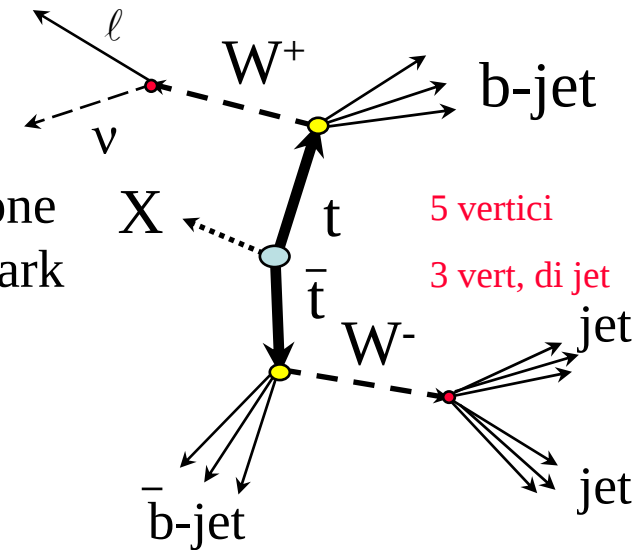
E' il canale che permette di ottenere la miglior precisione nella determinazione della massa.

L'identificazione di 2 jet di tipo b non è una condizione indispensabile ma il b-tag riduce il fondo di jet da quark leggeri e le possibilità combinatoriali.

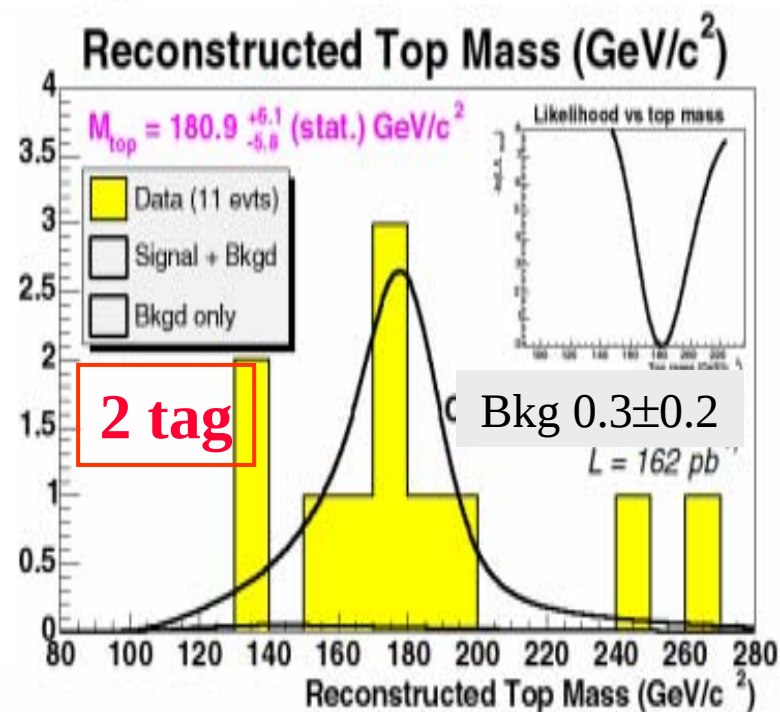
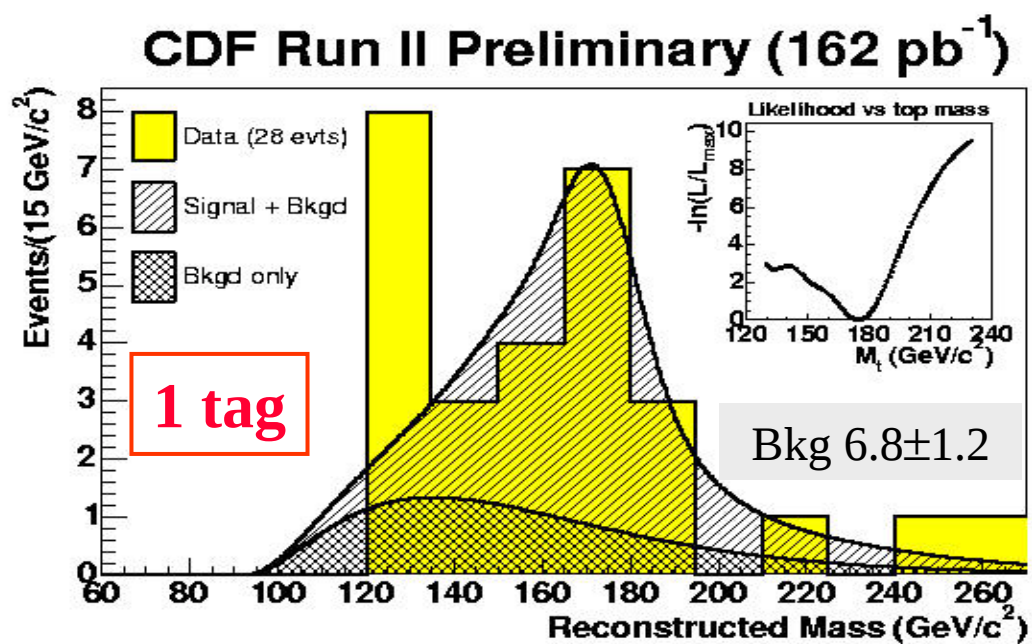
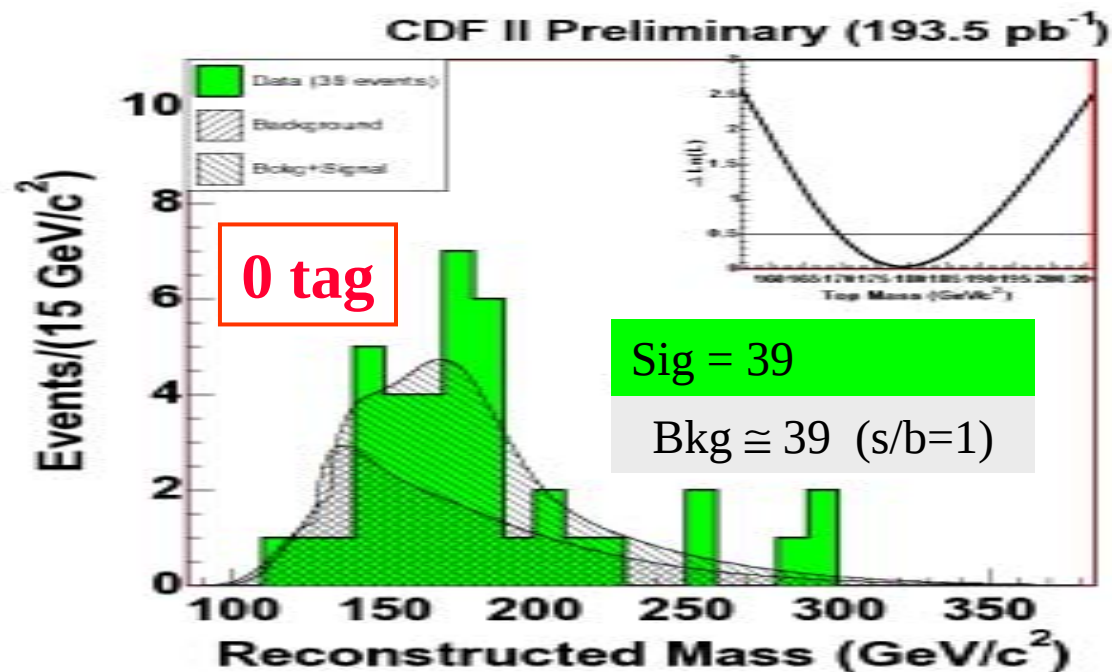
B-Tagging Efficiency = 60 %

False B-Tag Rate (QCD jets) = 0.5 %

- neutrino non osservato
 - P_x and P_y dalla conservazione di E_t
 - 2 soluzioni per P_z da $M_W = M_{l\nu}$
- associazione combinatoriale dei 4 jet
 - 12 possibili associazioni con 0 b-tag
 - 6 con 1 b-tag
 - 2 con 2 b-tags



Sample	# b-tags	Jet E_T cut [GeV]
2-tag	2	3 jets w/ $E_T > 15$ 4 th jet w/ $E_T > 8$
1-tag(L)	1	3 jets $E_T > 15$ 4 th jet $8 < E_T < 15$
1-tag(T)	1	4 jets $E_T > 15$
0-tag	0	4 jets $E_T > 21$



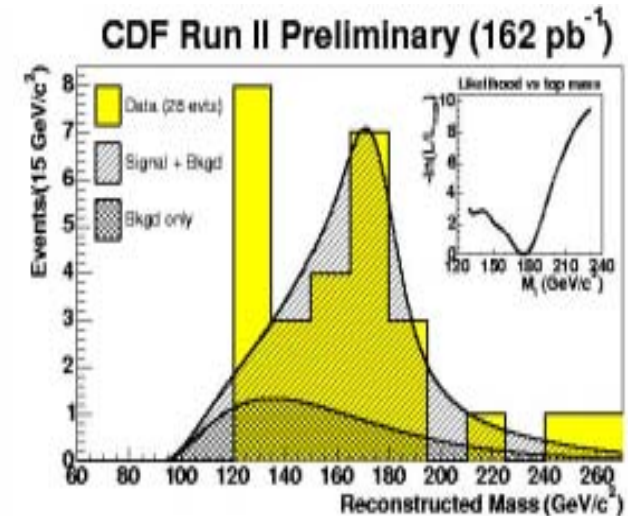
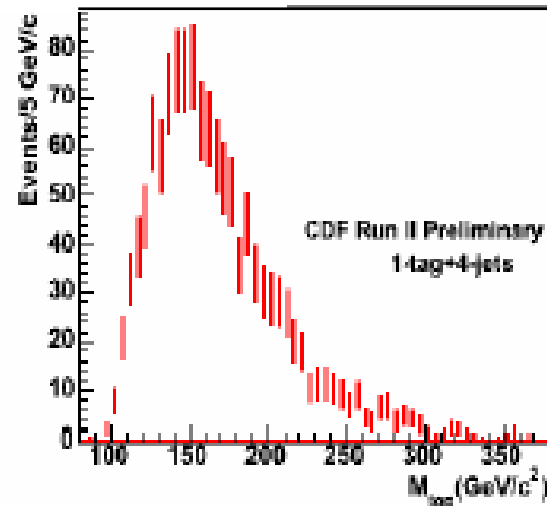
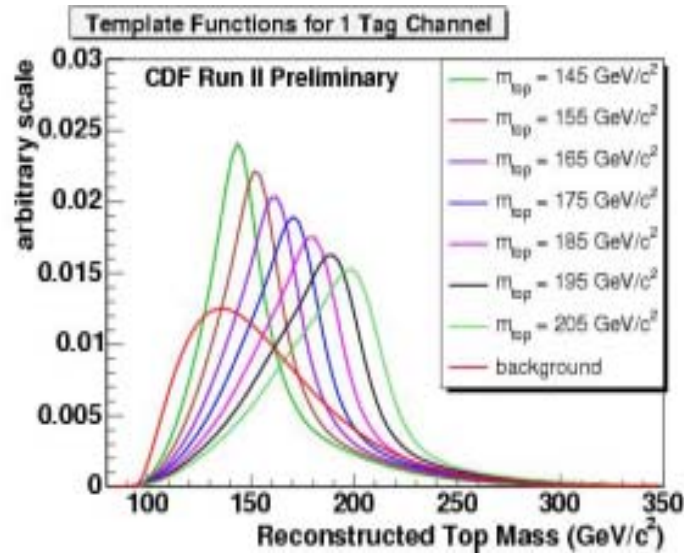


Determinazione m_{top} metodo “Template”

Template del segnale

Template del fondo

Dati



$$L = L_{\text{shape}} \times L_{\text{background}}$$

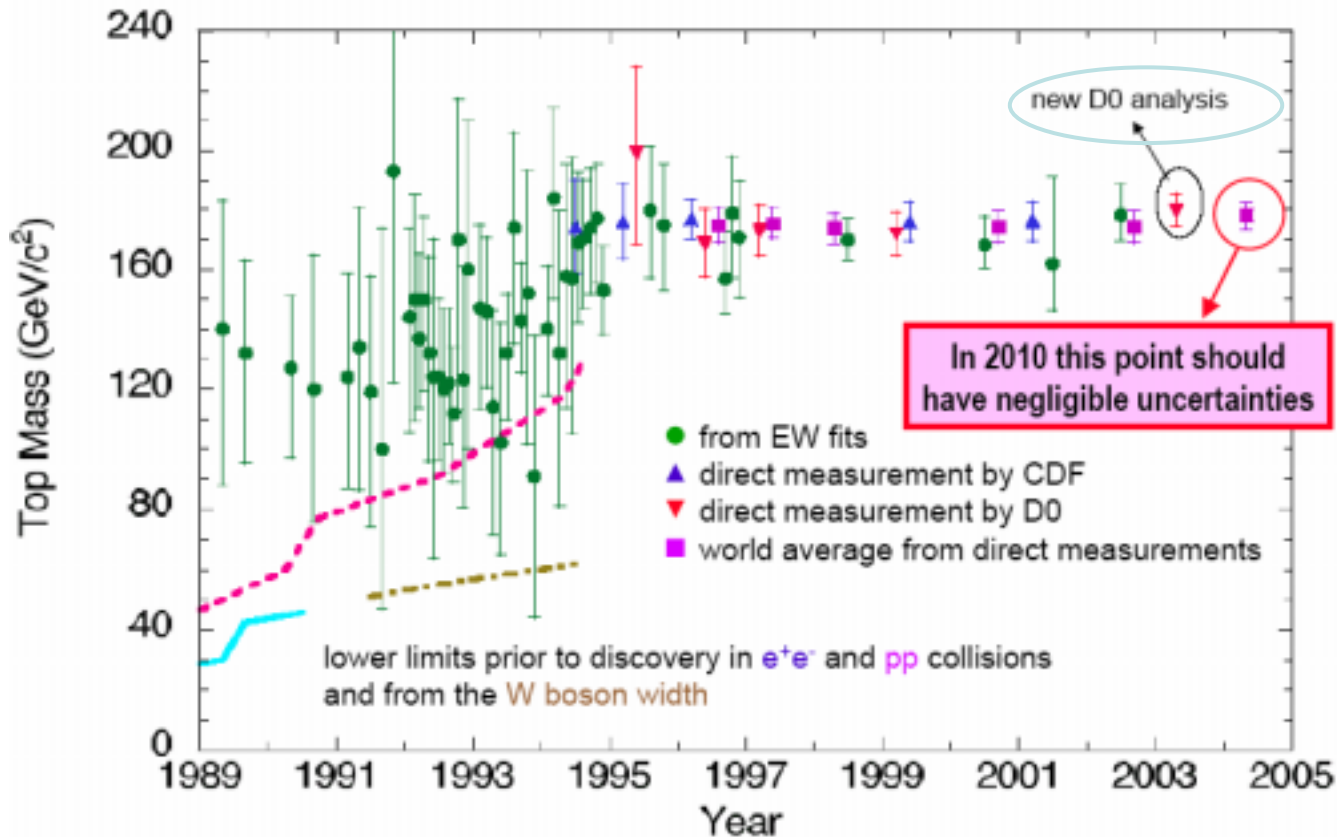
$$L = \prod_i P(m_i^{\text{rec}}, m_{\text{top}})$$

I template permettono di ricavare la PDF (probability density function) in funzione di m_{top} .

Il miglior valore è quello che massimizza L o equivalentemente che minimizza $-\ln(L/L_{\text{max}})$



Nuove misure m_{top}



Nuova analisi di D0 sui dati del **Run I**

- Lepton + jets sample
- Matrix Element type analysis technique ***Nature* 429, 638-642 (2004)**

$$M_{\text{top}} = 180.1 \pm 3.6 \text{ (stat)} \pm 3.9 \text{ (sys)}$$



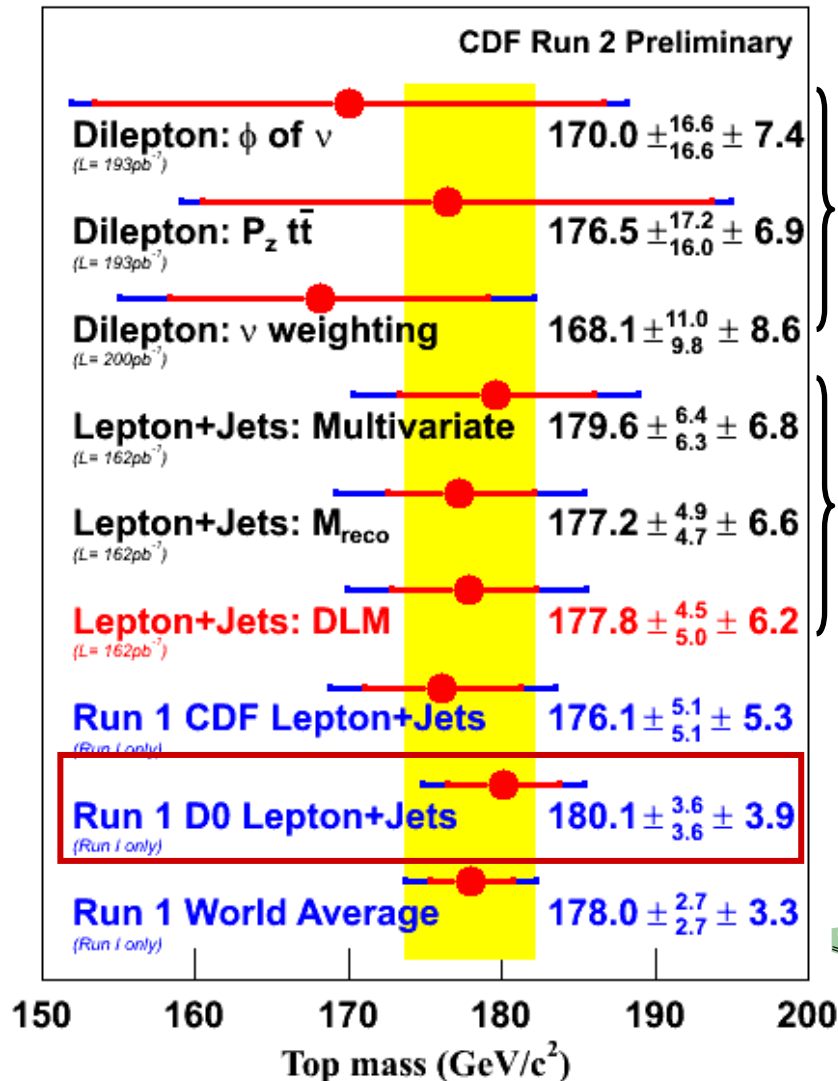


Nuove analisi del Run II

Barre di errore:

rosso = statistica

blu = totale



Dati combinati Run I

$m_t = 178.0 \pm 4.3 \text{ GeV}/c^2$ (nuovo)

$174.3 \pm 5.1 \text{ GeV}/c^2$ (PDG 2004)

Misure Run II

Gli errori sono ancora elevati.

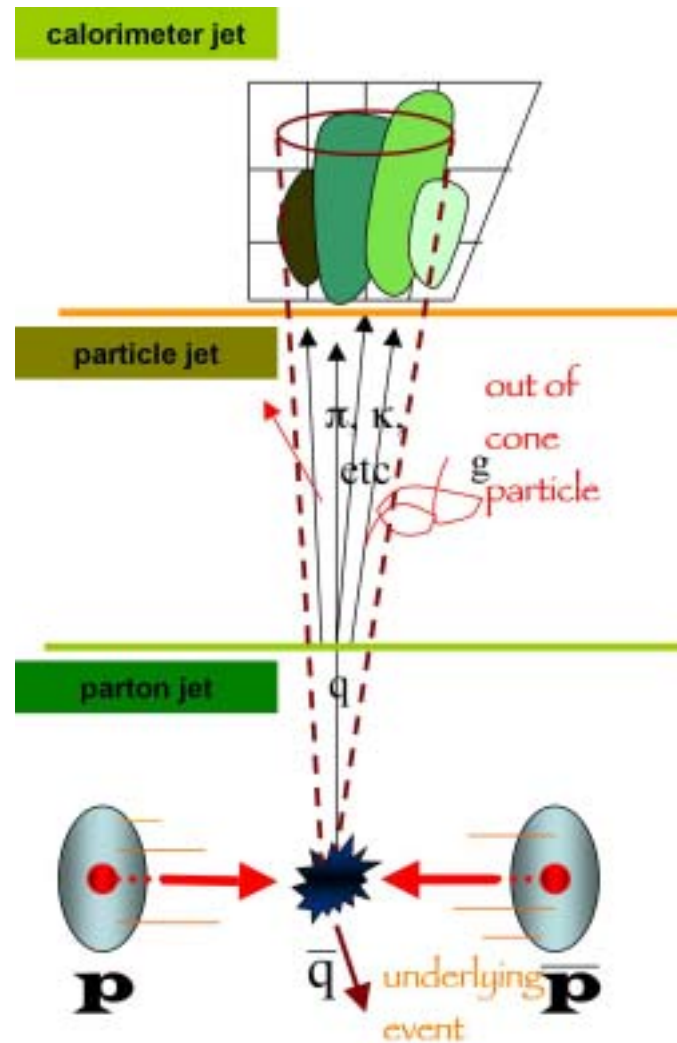
- le analisi con $L=350 \text{ pb}^{-1}$ saranno disponibili nei prossimi mesi
- la sistematica è dominata dalla JES (Jet Energy Scale)





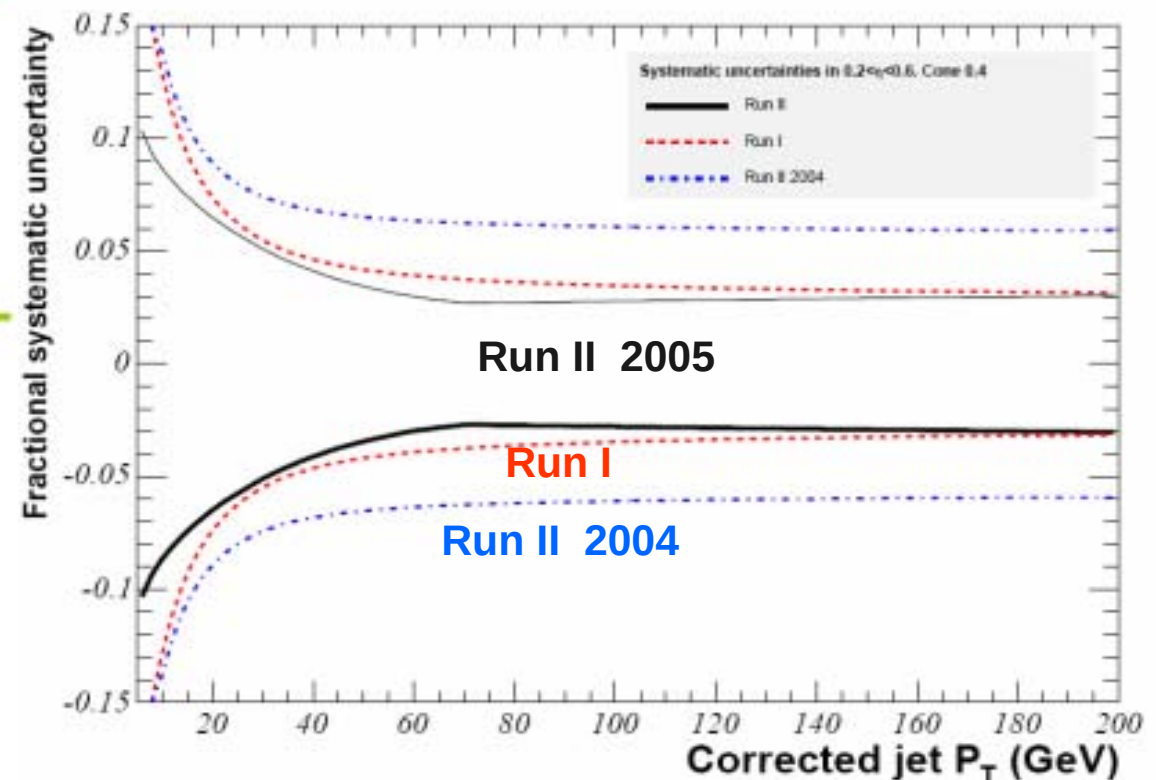
Jet Energy Scale (JES)

Determinare la vera energia del partone dall'energia del jet misurata in un cono



E' necessario correggere per gli effetti del rivelatore, degli algoritmi e della fisica
 $\Rightarrow$ fattore di scala JES.

Si prevede la riduzione dell'errore di un fattore 2 nelle analisi del 2005

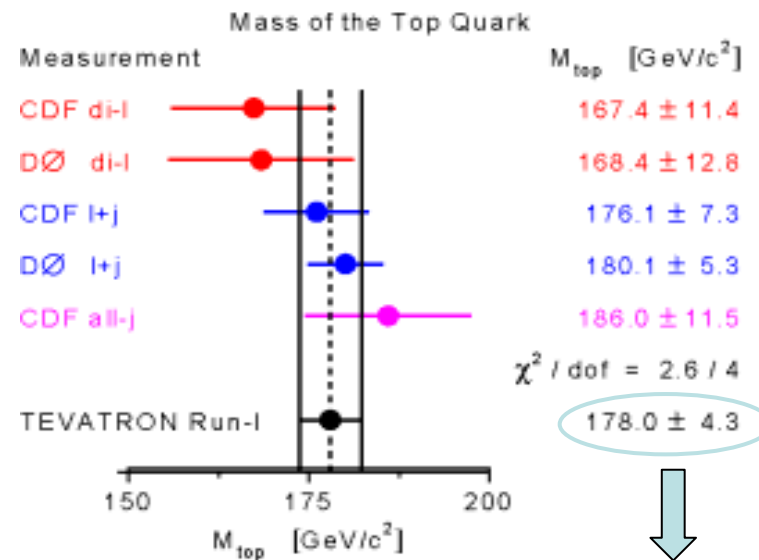




Classificazione delle analisi



Method	Signature	Lum (pb ⁻¹)	Experiment
Matrix Elements	Lepton + Jets	125	 Run1
Dynamic LH	Lepton + Jets + b-tag	162	 Run 2 best meas.
Template	Lepton + Jets + b-tag combined	162	
	Lepton + Jets + 2 b-tags	162	 New
	Lepton + Jets + NO b-tag	193	
	Lepton + Jets	160	
Multivariate Template	Lepton + Jets + b-tag	162	
Ideogram	Lepton + Jets	160	
Template – kin.	Dileptons	193	
Template- $v_{\phi 1}-v_{\phi 2}$	Dileptons	193	 New
v weighting+track	Dileptons	193	 New
Dalitz & Goldstein	Dileptons	230	 New



PDG 2004

$$m_t = 174.3 \pm 5.1 \text{ GeV}/c^2$$

La Thuile Marzo 2005

$$m_t = 178.0 \pm 4.3 \text{ GeV}/c^2$$

Effetto sul limite di m_H dai fit globali:

$$m_{top} = 174.3 \pm 5.1 \text{ GeV}/c^2$$

$$m_H = 96 \text{ GeV}$$

$$m_H < 219 \text{ GeV @ 95\% C.L.}$$

$$m_{top} = 178.0 \pm 4.3 \text{ GeV}/c^2$$

$$m_H = 114 \text{ GeV}$$

$$m_H < 260 \text{ GeV @ 95\% C.L.}$$

$$\Delta m_{top} = 2\%$$



$$\Delta m_H = 19\%$$



Ricerca dell'Higgs a LEP II :

Search for the Standard Model Higgs Boson at LEP – CERN-EP/2003- 011