

Massa (e larghezza) del W a LEP2: verso il risultato finale

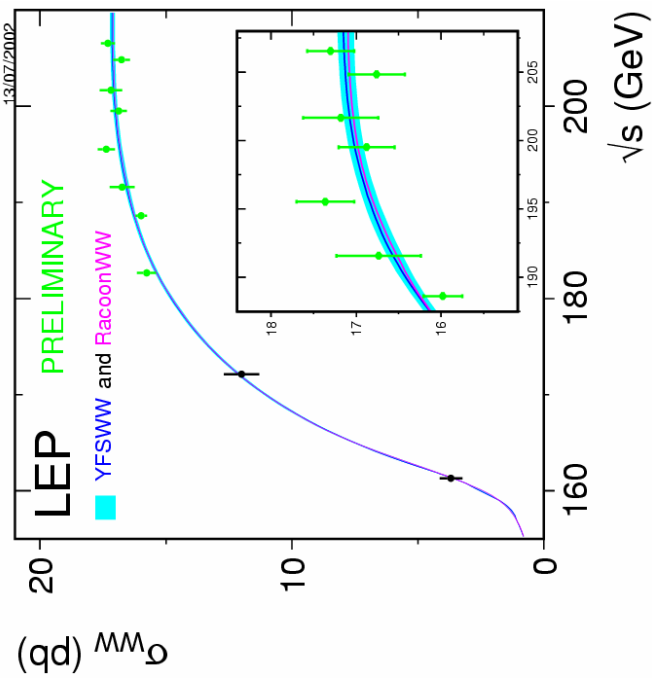
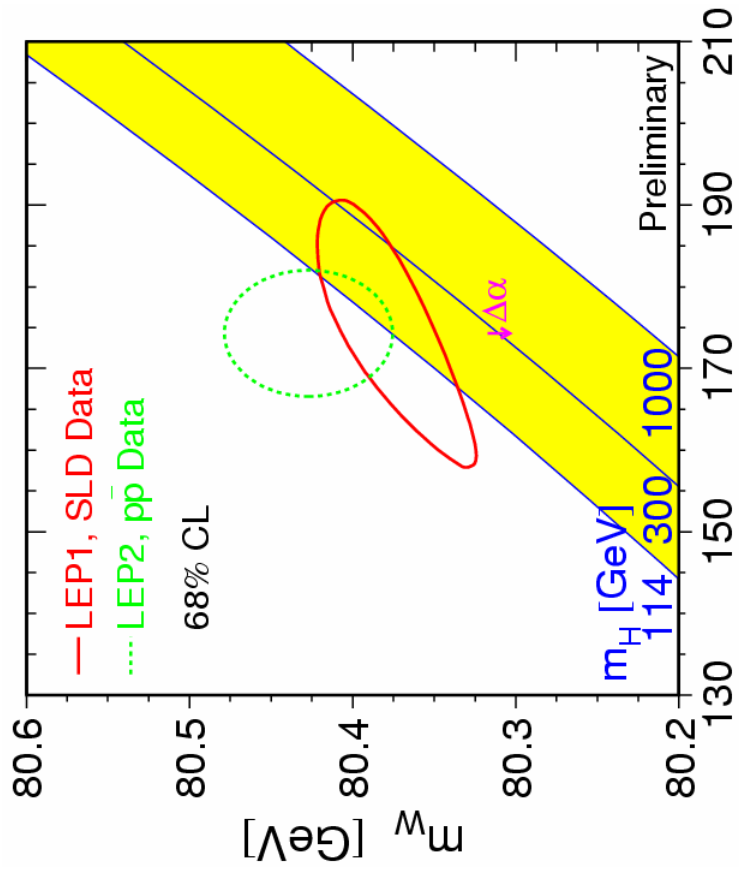
Andrea Venturi
INFN Pisa

Tutte le informazioni provengono dagli esperimenti e i gruppi di lavoro LEP ma le conclusioni sono personali e non ufficiali

Misura diretta massa W e LEP2

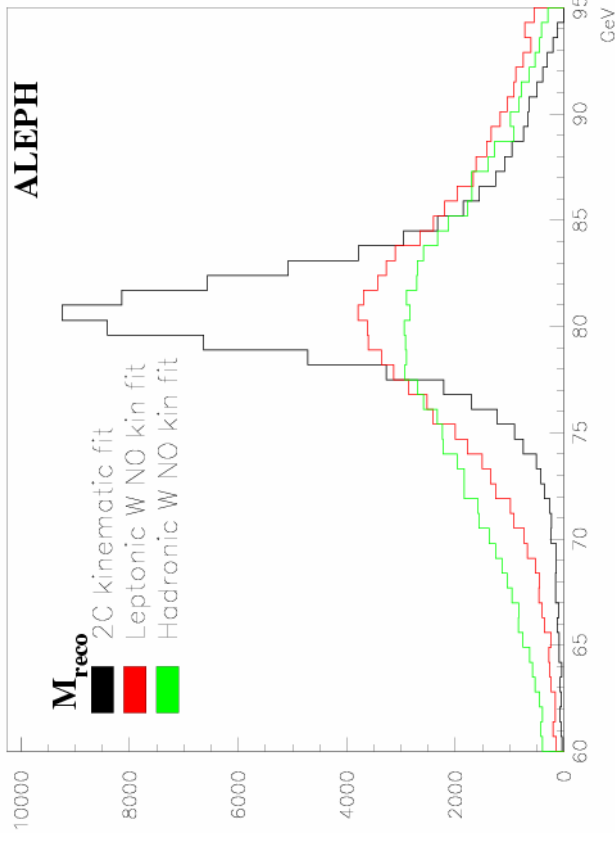
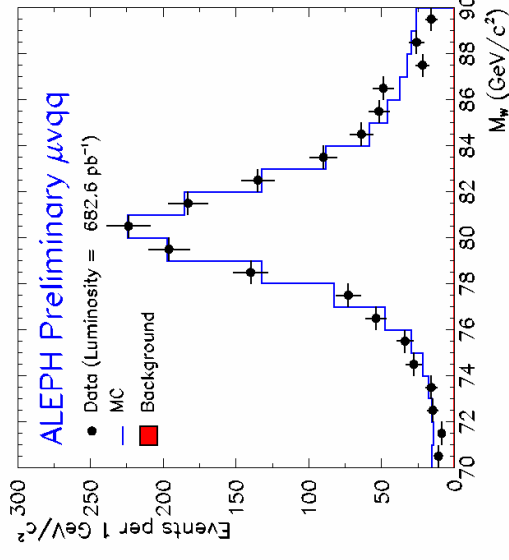
- Perché misura massa W e importante:
 - confronto con misura indiretta e test delle correzioni radiative EW
 - migliora del determinazione indiretta della massa del Higgs
- Bosone W a LEP2 e+e- collider
 - $E_{CM} > 2M_W$: produzione di coppie WW
 - $\sim 700 \text{ pb}^{-1}/\text{esp} \Rightarrow \sim 10000$ eventi WW
 - Stati finali
 - $\sim 45\%$ qqqq
 - $\sim 44\%$ lvqq
 - $\sim 11\%$ lvlv

Efficienze e purezze elevate



Misura massa W a LEP2

- Massa W dalla ricostruzione di eventi qqqq e lvqq
 - ricostruzione jet e leptoni
 - Conservazione E,p:
 - ricostruzione neutrino
 - migliore risoluzione (6-8 GeV → 2-4 GeV)
 - ⇒ conoscenza energia LEP

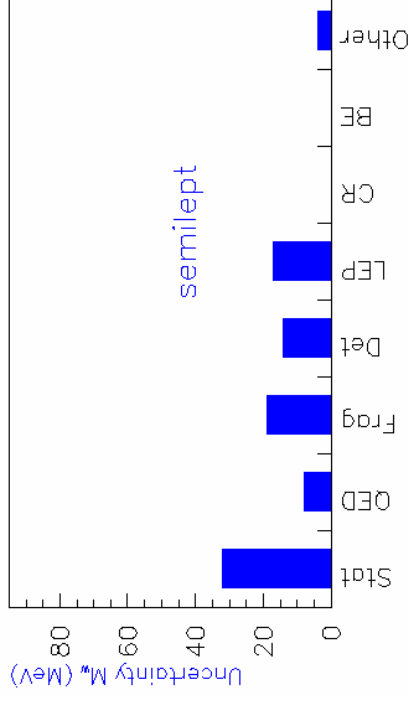
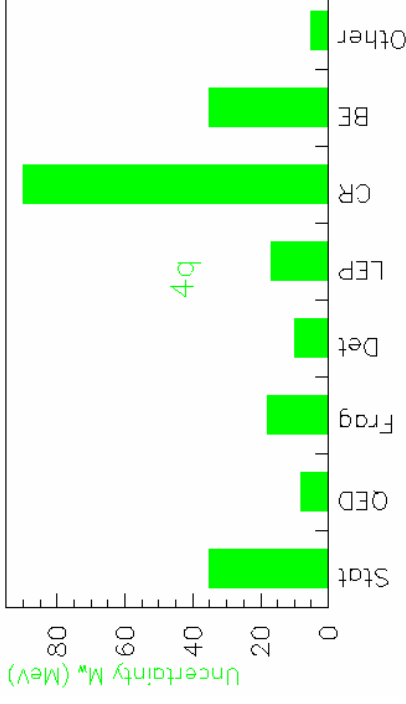
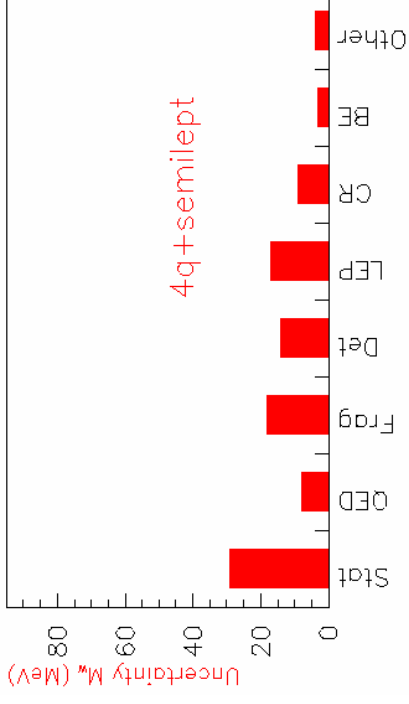


- Estrazione della massa
 - fit di estimatori con distribuzioni MC dipendenti da M_W
 - BW o likelihood fit + calibrazione MC
- MC è necessario per correggere i bias:
 - ISR, risoluzione, soglie,...
 - ⇒ MC influenza misura massa W
- Larghezza W: fit con 2 parametri liberi: M_W e Γ_W

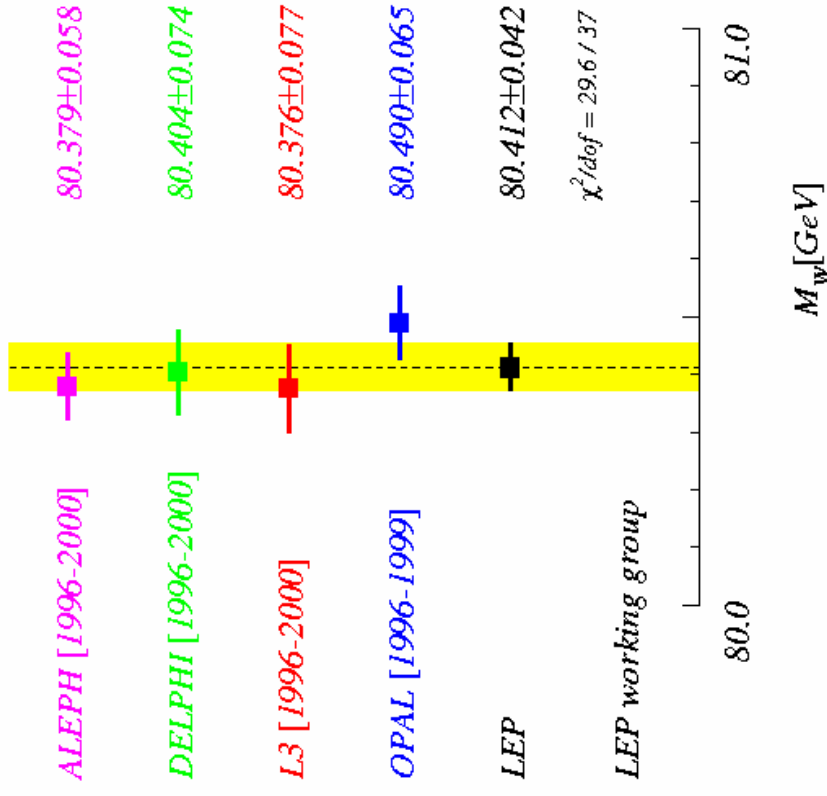
Risultati attuali

- Risultato LEP (inverno 2003) (no OPAL 2000)
 $M_W = 80.412 \pm 0.029(\text{stat}) \pm 0.031(\text{sist}) \text{ GeV}$
 $\Gamma_W = 2.150 \pm 0.068(\text{stat}) \pm 0.060(\text{sist}) \text{ GeV}$
 - combinazione ottimizza errore totale
 - incertezze correlate dominano
 - incluse misure alla soglia ($\sim 1 \text{ MeV}$)
 - Statistica completa (OPAL 2000):
 $\Rightarrow \Delta M_W = 43 \text{ MeV} \rightarrow 41 \text{ MeV}$ (ricostruzione diretta)

- Incertezze sistematiche:
 - Frammentazione (18 MeV) ed energia LEP (17 MeV) dominano perchè correlate
 - Riconnessione di colore (CR) e correlazioni di Bose-Einstein (BE) riducono il peso del canale qqqq: 9%



Winter 2003 - LEP Preliminary



Attività` in corso

- Tutti gli esperimenti stanno completando l'analisi finale
 - analisi omogenee su tutta la statistica
 - scambio di idee fra esperimenti: LEP W workshop
 - controlli solidita` dei risultati
 - simulazione rivelatori
- Sforzo per ridurre la sistematica CR e BE
 - panoramica su possibili scenari
- Nuova calibrazione energia LEP e incertezze ridotte

- differenza masse $qqqq - lvqq$ (no FSI syst)
 $\Delta M_W(qqqq-lvqq) = +22 \pm 43$ MeV

Calibrazione Energia LEP

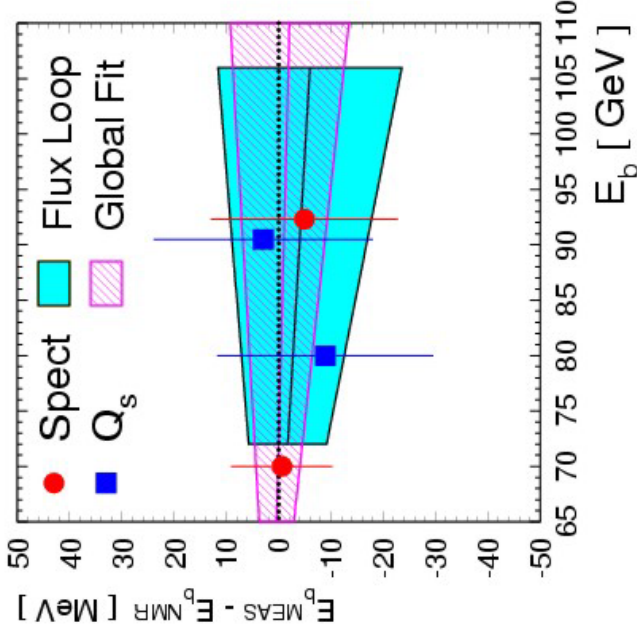
- A causa del fit cinematico ($E_{tot} = E_{LEP}$)
 $\Delta M_W / M_W \approx \Delta E_{LEP} / E_{LEP}$
 - correlato fra esperimenti e canali

- Calibrazione Energia fasci:

- Depol. risonante fino a 60 GeV
- Estrapolazione a 100 GeV con sonde NMR (misura campo magnetico)

- Controllo linearita` estrapol. NMR

- Misure di flusso magnetico
- NOVITA` : Spettrometro
 - Energia dei fasci dalla deflessione dei fasci
- NOVITA` : Oscillazioni di sincrotrone
 - Energia dei fasci dalla perdita` di energia dei fasci



- Incertezza calibrazione:

- nuovo risultato:
 - $\Delta E_{beam} = 10-20 \text{ MeV} \Rightarrow \Delta M_W = 10 \text{ MeV}$
 - vecchia incertezza
 - $\Delta E_{beam} = 20-25 \text{ MeV} \Rightarrow \Delta M_W = 17 \text{ MeV}$

- Effetto su incertezza totale massa W:

$\Delta M_W = 41 \text{ MeV} \rightarrow 39 \text{ MeV}$

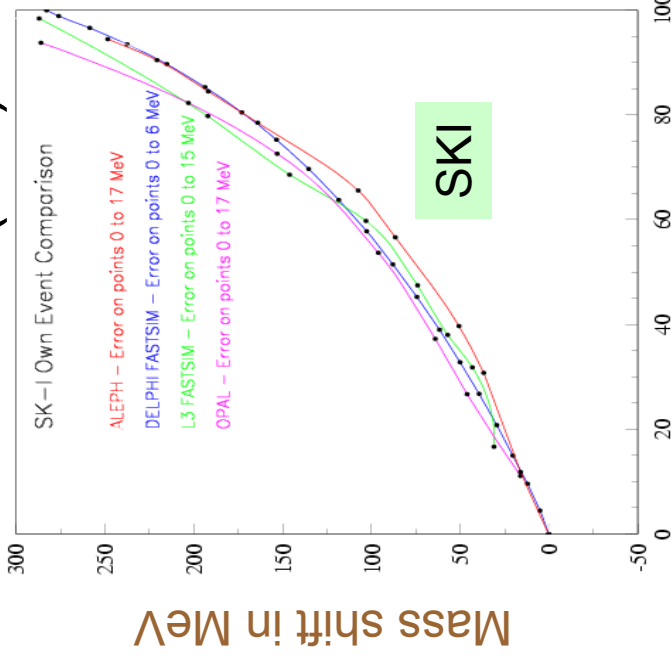
WW → qq̄q̄q̄: interazioni nello stato finale (FSI)

- Vita media $W \sim 0.1 \text{ fm} \Rightarrow$ interazione fra prodotti decadimenti adronici?
 - Riconnesione di Colore (CR)
 - singoletti di colore fra i W
 - Correlazione di BE fra pioni identici
 - presente fra pioni da W diversi?
- Non è definito il W di provenienza
 - effetti non inclusi nei modelli MC usuali \Rightarrow possibile bias nella misura della massa W
- Effetti più importanti nella fase finale della evoluzione dei jets o dopo la adronizzazione

\Rightarrow predizioni solo con modelli fenomenologici:

- BE (LUBOEI/JETSET) : $\Delta M_W = 35 \text{ MeV}$
- CR:

Modello	$\Delta M \text{ (MeV)}$
Herwig (CR)	30-40
Ariadne 2 (CR)	70-80
Rathsman	40-60

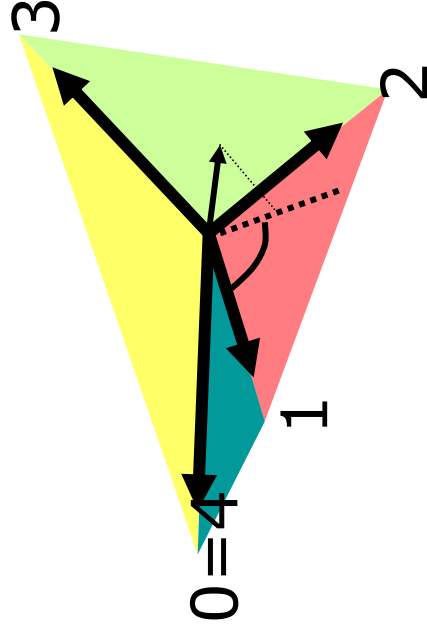


% of reconnected events

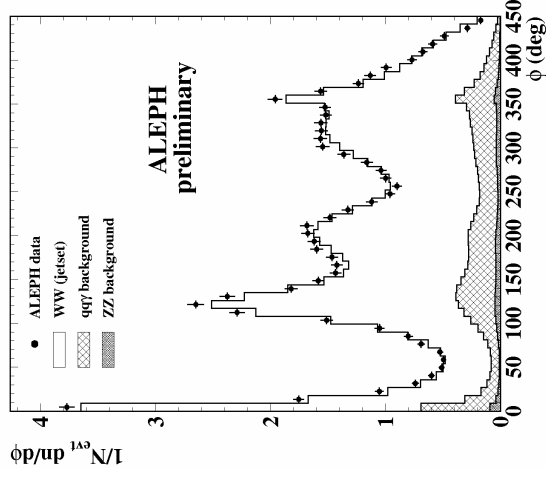
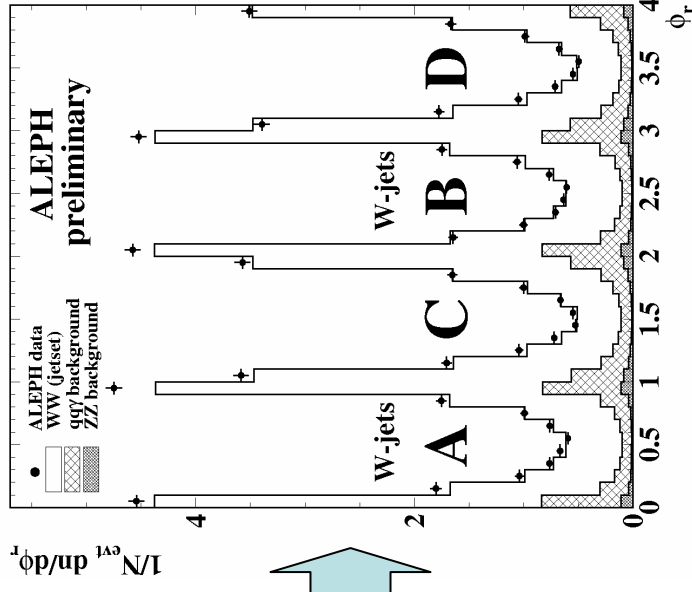
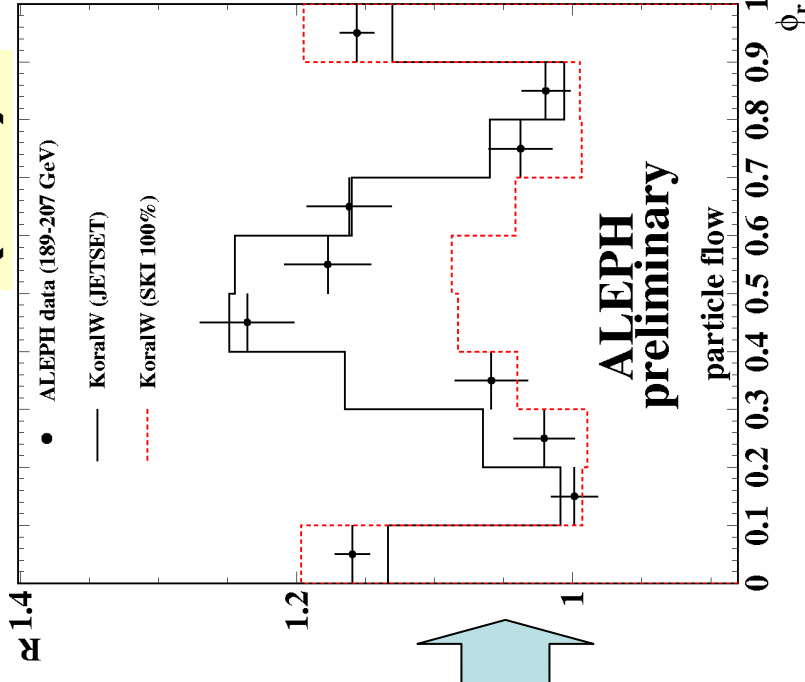
- Incertezza mass W:
 - pre Estate 2002:
 - basata su suggerimenti "teorici"
 - CR: $\Delta M_W = 40 \text{ MeV}$
 - BE: $\Delta M_W = 25 \text{ MeV}$
 - \Rightarrow incertezza totale diventerebbe:
 - $\Delta M_W = 39 \text{ MeV} \rightarrow 37 \text{ MeV}$

CR dai dati: Particle Flow

- In eventi WW \rightarrow 4q
- particelle proiettate sul piano fra jet piu' vicino
- misura dell' angolo dal jet piu' vicino
- Angoli fra jet norm. a 1
- Rapporto fra regione intra-W e inter-W



$$\frac{(A+B)}{(C+D)}$$



Rapporto calcolato fra 0.2 to 0.8
confrontato con predizioni MC con e
senza CR

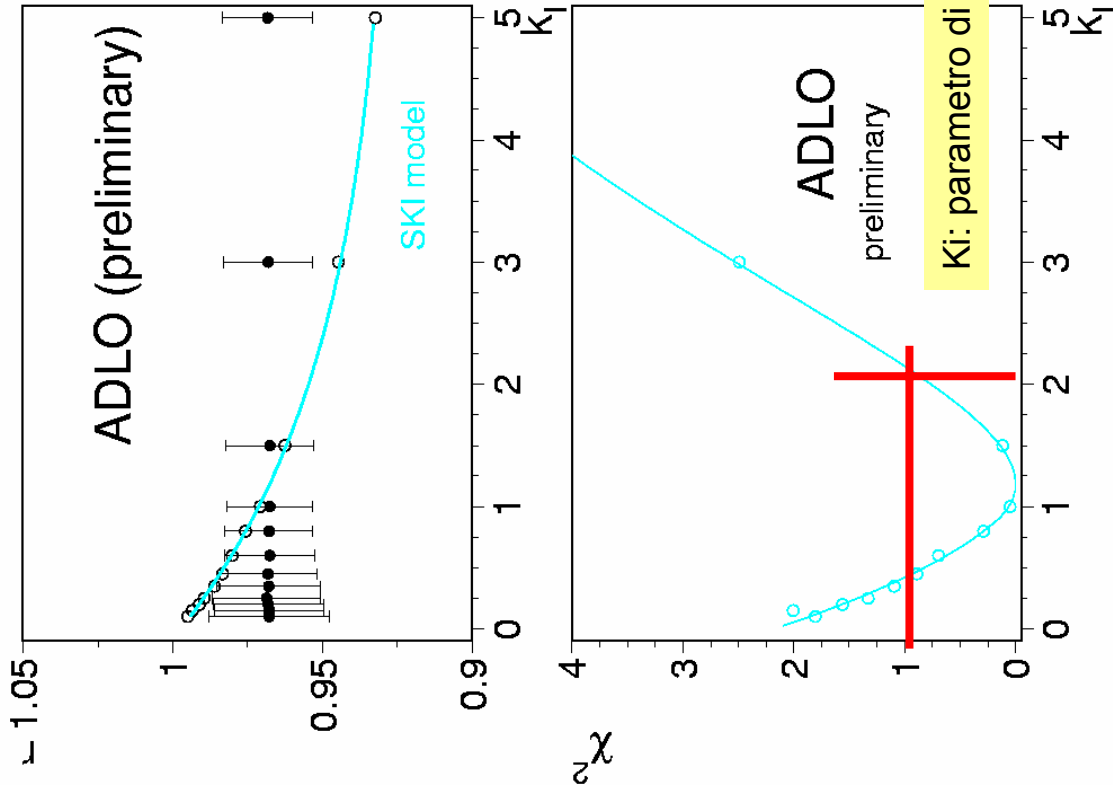
Risultati Particle Flow \Rightarrow incertezza massa W (Estate 2002)

- Modello SKI 1σ upper limit: $k_i=2.13$
 - altri modelli non esclusi ma prevedono shift massa W minori
- $\Rightarrow \Delta M_W = 74 \text{ MeV}$ (172 GeV) - **105 MeV** (207 GeV)

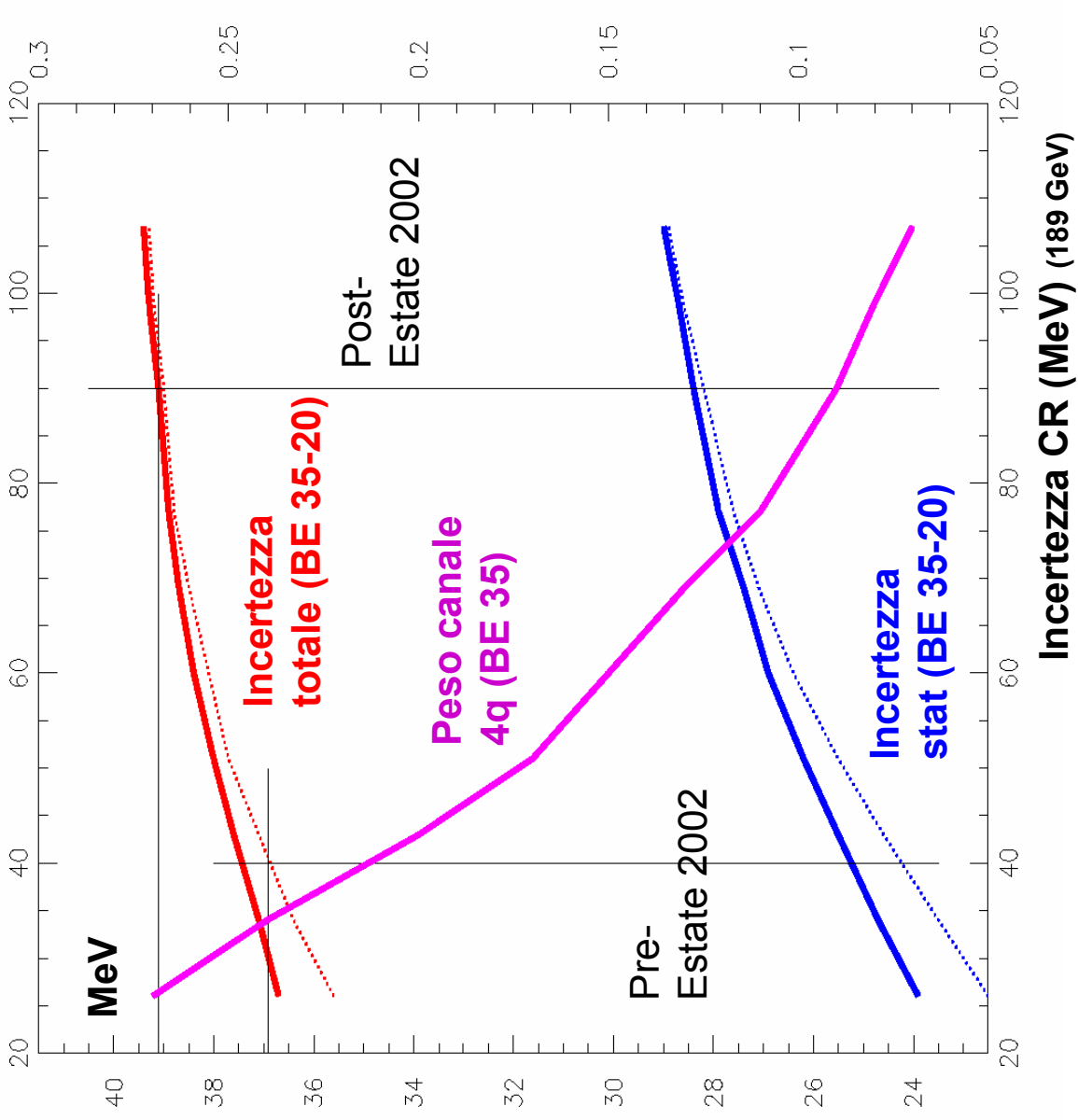
• Incertezza BE

- previsione LUBOEI $\Delta M_W=35 \text{ MeV}$

- correlati fra tutti gli esperimenti



Massa W: incertezza totale vs incertezza FSI

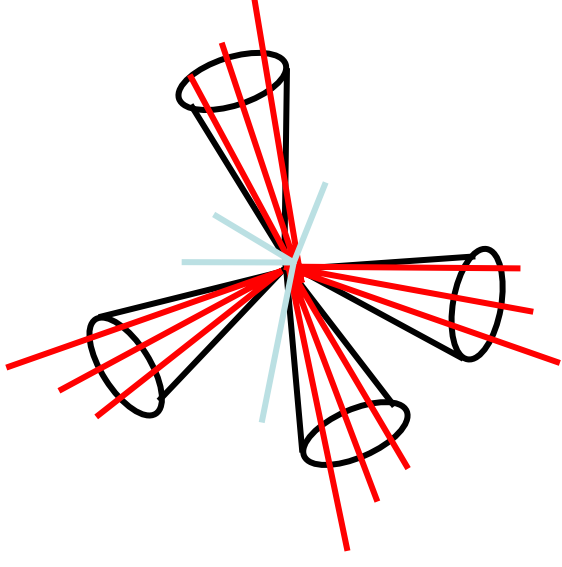
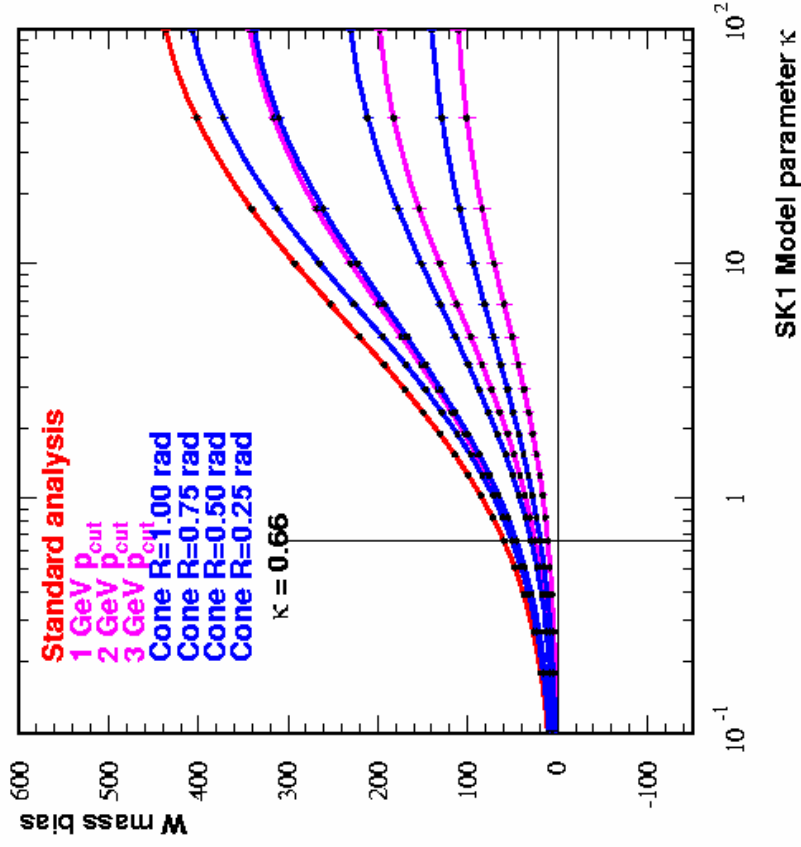


L'incertezza FSI determina il peso del canale $WW \rightarrow qqqq$
 \Rightarrow anche l'errore statistico dipende dalla incertezza FSI

"Misurare" CR dalla dipendenza della massa W

- CR influenza principalmente:
 - particelle di basso impulso
 - particelle lontane dal nucleo dei jets

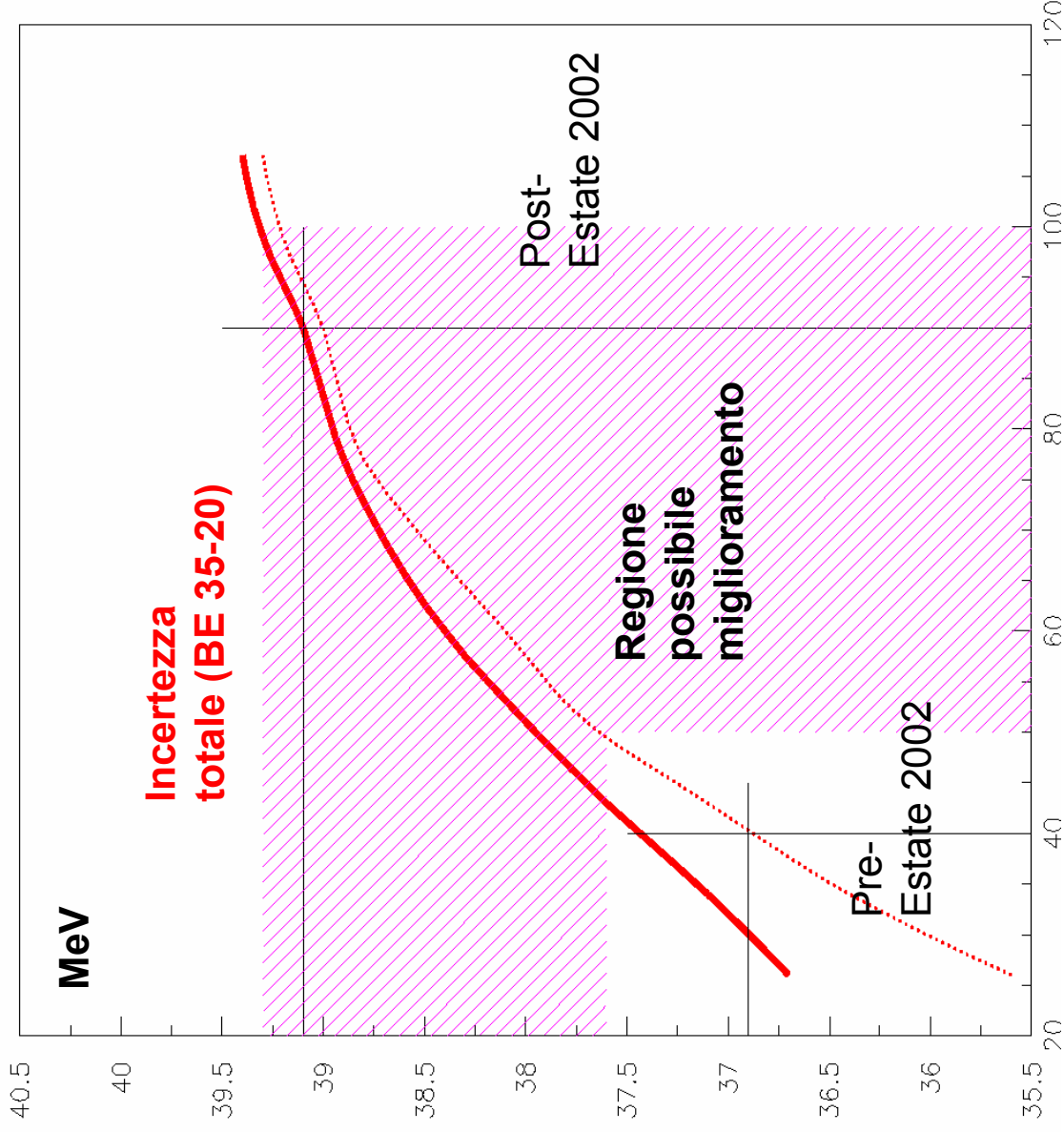
DELPHI preliminary SK1 curves



- Ricostruire massa W eliminando:
 - particelle di basso impulso (p_{cut})
 - particelle lontane dai jet (cone)
- Due possibili usi:
 - "misurare" CR e vincoli su modelli MC dalla differenza delle masse misurate con e senza tagli
 - nuova misura della massa W meno sensibile a CR (e BE)
- peggiore incertezza statistica

Possibile effetto su incertezza massa W (I)

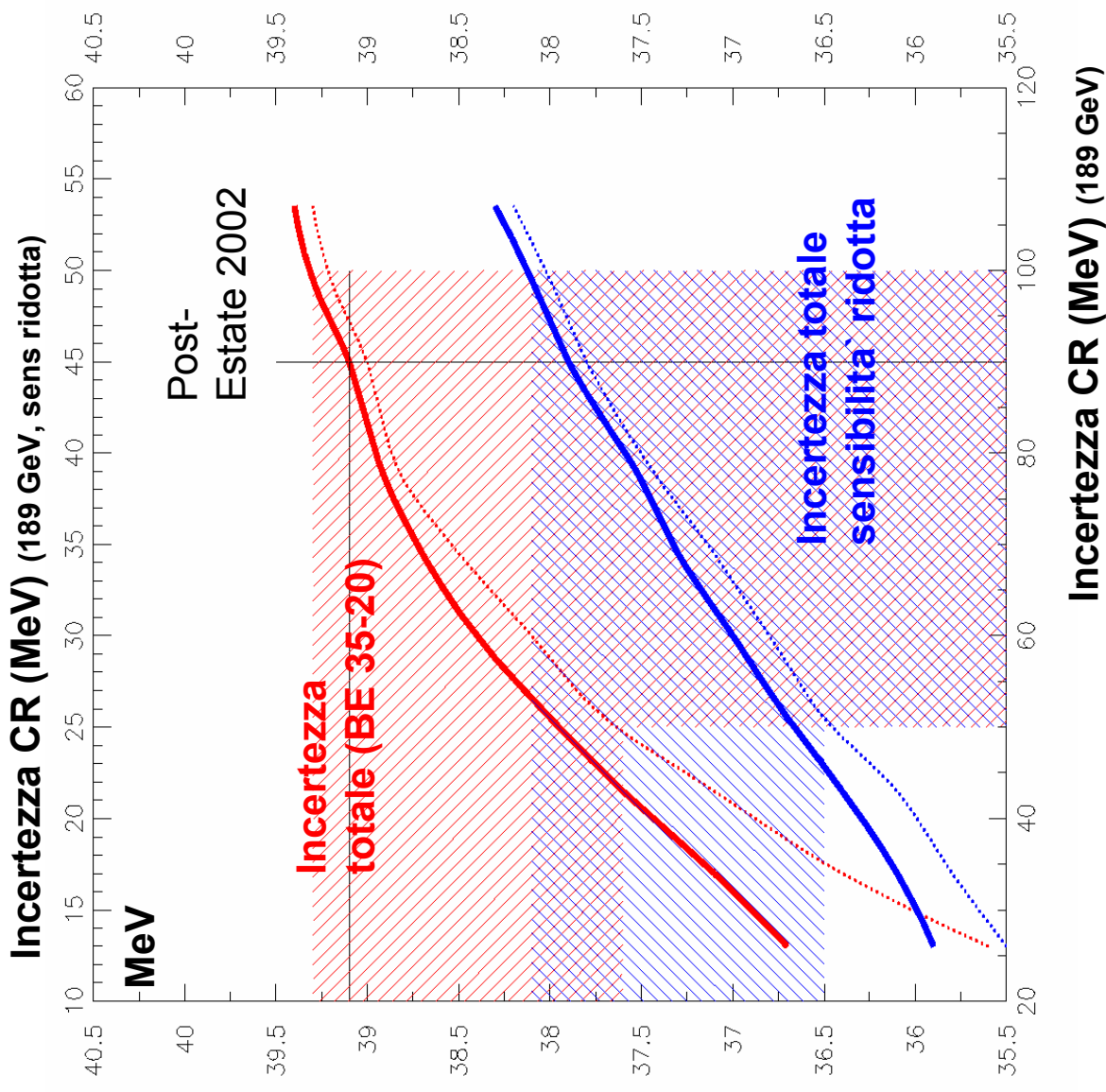
- Sensibilità "misura" CR:
 - $\Delta M_W(\text{CR})=50-???$ MeV
 - stima molto personale
- Dipendera' da:
 - risultato "misura"
 - non lineare
 - metodo per estrarre incertezza
 - incertezza = 100% shift ?
 - incertezza = 50% shift ?
 - incertezza = incertezza shift ?
 - quanti esperimenti faranno questa misura
 - correlazioni e incertezza sistematica
 - Dominato da previsioni SKI
 - LEP combinato: possibile sensibilita' altri modelli
- **Incertezza totale:**
 - $\Delta M_W = 39 \rightarrow 39-37.5$ MeV**



Incertezza CR (MeV) (189 GeV)

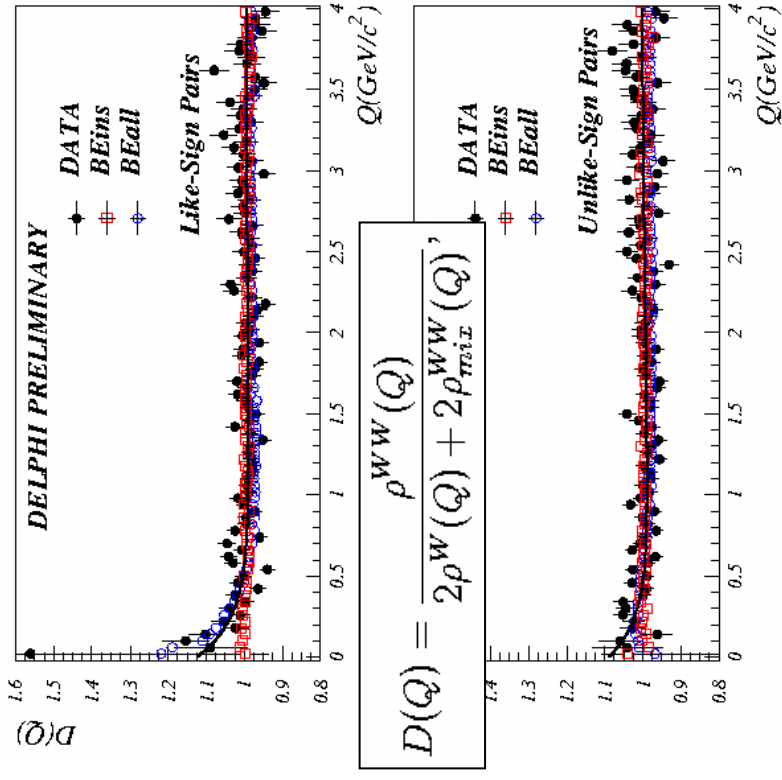
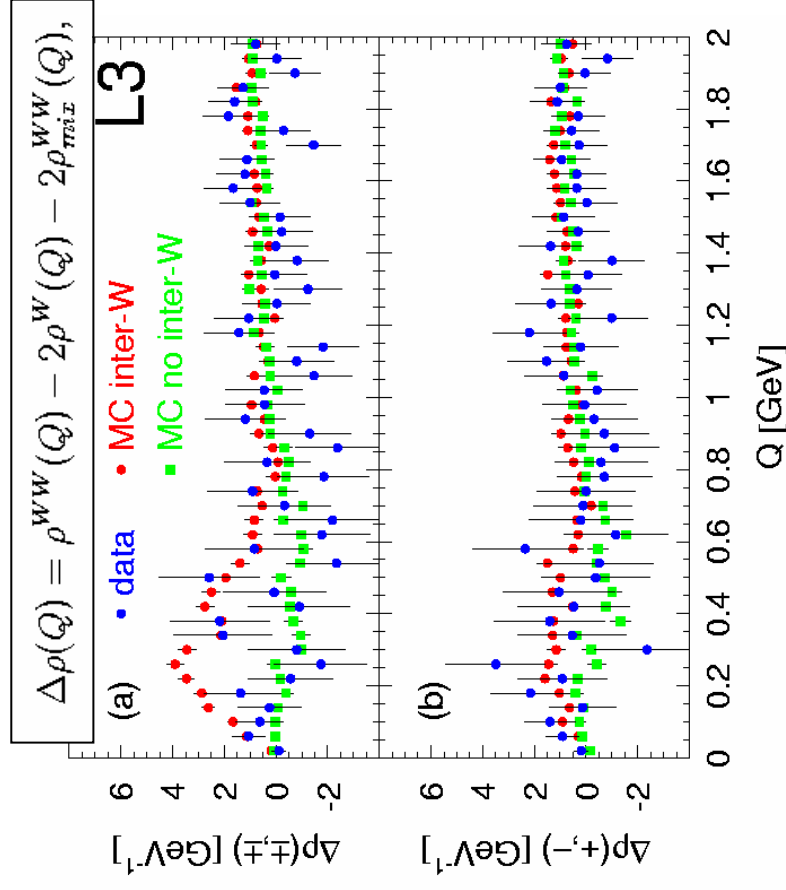
Possibile effetto su incertezza massa W (II)

- Riduzione sensibilità a CR (e BE)
 - aumento errore statistico
 - aumento sist. framm.
 - simulazione rivelatore ?
 ⇒ scelta "punto di lavoro":
 - risultato "misura" CR
 - procedura per incertezza da CR
- risultato tipico:
 - CR: -50%
 - BE: -50%
 - statistico: +30%
 - frammentazione: +20%
 ⇒ $\Delta M_W = 39 \rightarrow 39-36.5 \text{ MeV}$
- Dipende da:
 - adottato da tutti ?
 - degradazione altri sistem.
 - scelta punto ottimale



Correlazione di BE: analisi dedicate e massa W

- Corr. BE fra W diversi studiata a LEP
 - corr. in eventi 4q vs due eventi lvqq "mescolati"
 - L3, ALEPH e OPAL: compatibili con no corr
 - DELPHI compatibile con BE corr
 - (in)compatibilita` sotto studio



- Incertezza massa W: effetto completo (LUBOEI)
 - $\Rightarrow \Delta M_W = 35 \text{ MeV}$
 - correlated between experiments
 - da ridurre se i dati escludono correlazione completa
 - ridotto se usata analisi con pcut o cone

Sommario altre sorgenti di sistematici

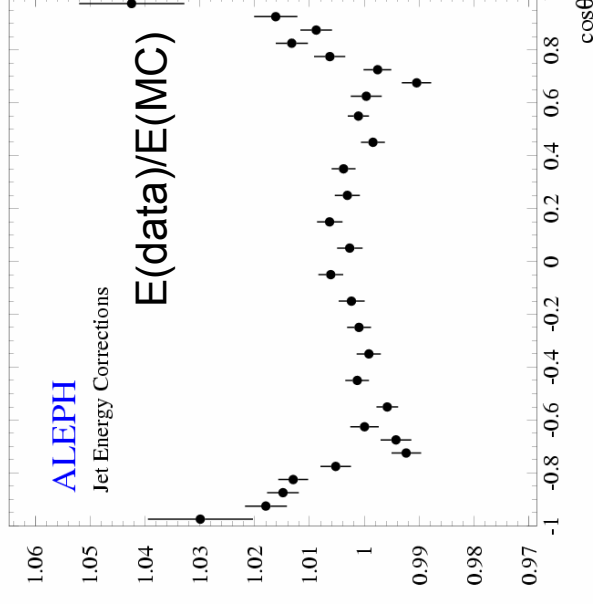
- Frammentazione e adronizzazione • Correzioni radiative QED
 - produzione di adroni con modelli MC • Emissione di fotoni reali
 - spettri di particelle, barioni ,...
 - rivelatore: soglie e risoluzioni⇒ bias e non linearità
 - Come simulano i dati • Correzioni virtuali
 - JETSET calibrato alla Z usato da tutti
 - Incertezza massa W • influenzano distribuzione massa W
 - modifica parametri MC
 - confronto fra modelli (Ariadne, Herwig, Jetset)
 - confronto dati vs MC
 - Effetti importanti • Incertezza massa W
 - simulazione masse dei jets
 - simulazione frazione di barioni⇒ confronto modelli dopo aver uniformato produzione barioni
- ⇒ Incertezza attuale
- $\Delta M_W = 10-30 \text{ MeV} \Rightarrow 18 \text{ MeV}$
- correlata fra canali ed esperimenti
- ⇒ $\Delta M_W \sim 10 \text{ MeV}$
- correlato fra canali ed esperimenti

Altre sorgenti di sistematici (II): simulazione rivelatore

- **Risposta del rivelatore \Rightarrow bias e risoluzione**
 - simulazione accurata
 - jet e leptoni
 - eventi alla Z per correggere MC
 - Incertezze massa W da:
 - errori statistici delle correzioni
 - simulazioni alternative
 - confronto dati vs MC alla Z
 - **confronto dati vs MC Z radiative**
- **Sensibilità` massa W a discrepanze**
 - alcuni esempi (ivqq):

Energia leptone +0.5%	35MeV
Energia jet +0,5%	<10 MeV
Linearita` leptone (-0,5% a 20 GeV, +0.5% a 70 GeV)	-30 MeV
Linearita` energia jet	-25 MeV
Massa jet +300 MeV	~80 MeV

- Incertezze attuali
 - $\Rightarrow \Delta M_W = 5-35 \text{ MeV} \Rightarrow 14 \text{ MeV (lvqq)}$
 - $\Rightarrow \Delta M_W = 5-25 \text{ MeV} \Rightarrow 10 \text{ MeV (qqqq)}$
 - scorrelate fra esperimenti
- **Attività` in corso**
 - **simulazione massa jets**
 - **Incertezze potrebbero cambiare !!**



Conclusioni

- I risultati finali della massa W a LEP saranno pronti entro il 2004
 - analisi definitive su tutta la statistica
 - controllo finale delle sistematiche
 - grosso scambio di informazioni fra esperimenti: LEP W workshops
 - analisi dedicate per vincolare e ridurre l'effetto delle interazioni nello stato finale ($WW \rightarrow qqqq$)
- Incertezza massa W
 - Nuova incertezza energia LEP e statistica completa
 - $\Rightarrow \Delta M_W = 43 \rightarrow 39 \text{ MeV}$
 - Riduzione effetto FSI (CR e BE)
 - $\Rightarrow \Delta M_W = 39 \rightarrow 39\text{-}37.5 \rightarrow 39\text{-}36.5 \text{ MeV}$ (+ misura alla soglia: 1 MeV ??)
 - dipende da risultato misura CR
 - si ipotizza nessuna sorpresa (negativa) da altri sistematici
 - simulazione rivelatore ??