

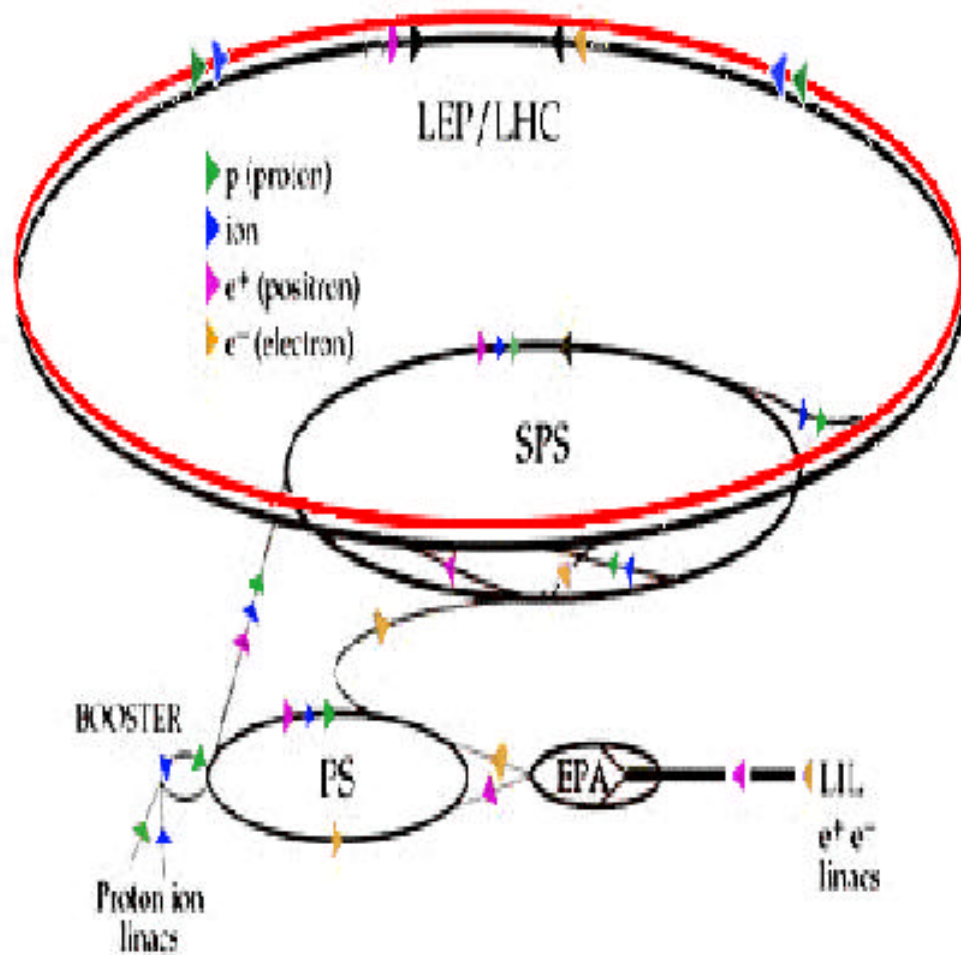


ESTUDIO DE LAS  
DESINTEGRACIONES LEPTÓNICAS  
DEL BOSÓN  $W^{\pm}$  EN EL EXPERIMENTO  
DELPHI

INSTITUTO DE FÍSICA DE CANTABRIA  
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

Guillermo Gómez-Ceballos y Retuerto  
Francisco Matorras Weinig

# LEP

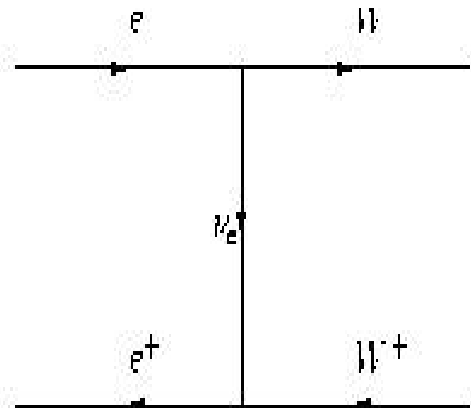
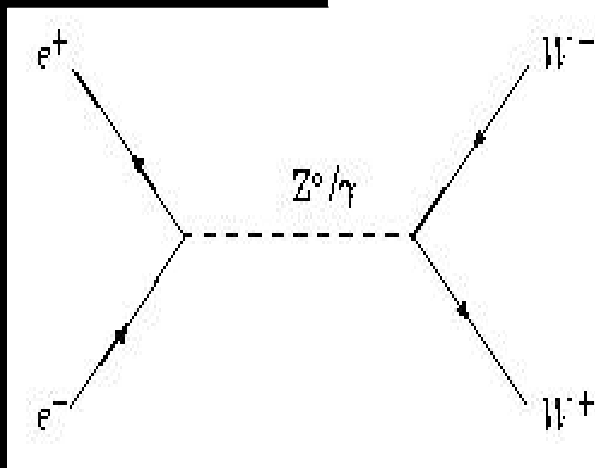


- Colisionador  $e^+e^-$
- Experimentos: DELPHI, OPAL, ALEPH, L3
- Longitud: 26.7 km
- Luminosidad integrada: 47.0/153.8/25.6/73.2/53.4  $pb^{-1}$
- Energía centro de masas: 182.7/188.7/191.3/195.3/199.3 GeV



# Producción de pares $W^+W^-$ en colisionadores $e^+e^-$

- Producción a través del canal s (aniquilación de un fotón o de un Z) y del canal t (intercambio de un neutrino).
- El  $W^-$  es emitido preferentemente en la dirección del electrón.
- $\sigma(W \rightarrow q\bar{q}') \cong 2/3$
- $\sigma(W \rightarrow l\nu_l) \cong 1/3$
- Test directo del Modelo Estándar:
  - ◆ Discrepancias en la **sección eficaz** o en las **fracciones de desintegración** podrían indicar la presencia de nueva física.



# Características de la producción de pares $W^+W^-$ leptónicos

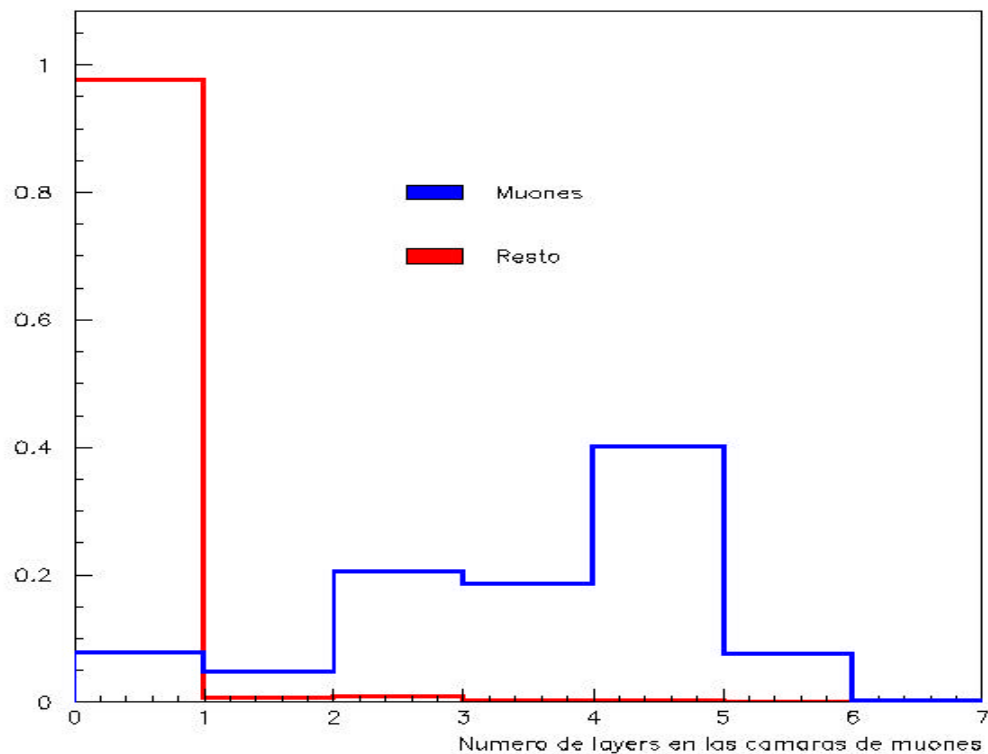
- 2 “jets” muy colimados con 2 leptones de carga opuesta.
- Presencia de neutrinos no detectados:
  - ◆ Alta acoplanaridad y acolinealidad.
  - ◆ Gran cantidad de energía y momento perdidos.
- $W \rightarrow e n_e / \mu n_\mu$ 
  - ◆ 1 traza cargada con poca actividad neutra.
- $W \rightarrow t n_t$ 
  - ◆ 1 traza cargada ---> 85 %
  - ◆ 3 trazas cargadas ---> 15 %
  - ◆ Frecuente presencia de fotones.

# Muestra de sucesos de fondo

- $q\bar{q}(g)$ 
  - Alta multiplicidad, jets abiertos.
- $l^+l^-(g)$ 
  - ◆  $m^+m^-$ 
    - 2 muones de alto momento, muy colineales.
  - ◆  $e^+e^-$ 
    - Muy abundantes a bajos ángulos, energéticos, colineales.
  - ◆  $t^+t^-$ 
    - 2 taus coplanares, jets muy colimados.
  - ◆  $l^+l^-g$ 
    - 2 leptones con al menos un fotón, aparente acolinealidad y pérdida de energía.
- Colisiones a dos fotones
  - 2 electrones más otros dos fermiones, baja energía visible y momento transverso, colineales.
- $Z^0Z^0, W e n_e, Z^0e^+e^-$ 
  - Procesos a cuatro fermiones (igual que W W), fondo irreducible en algunos casos.
- Rayos cósmicos, “beam-gas”, “beam-wall”
  - Procedentes de la radiación cósmica, o bien, interacciones con el gas del tubo del haz o en las paredes del mismo.

# Identificación del leptón

- Muón
  - ◆ Deposición mínima de energía en los calorímetros electromagnéticos.
  - ◆ Energía en las últimas capas del HAC.
  - ◆ Señal en las cámaras de muones.



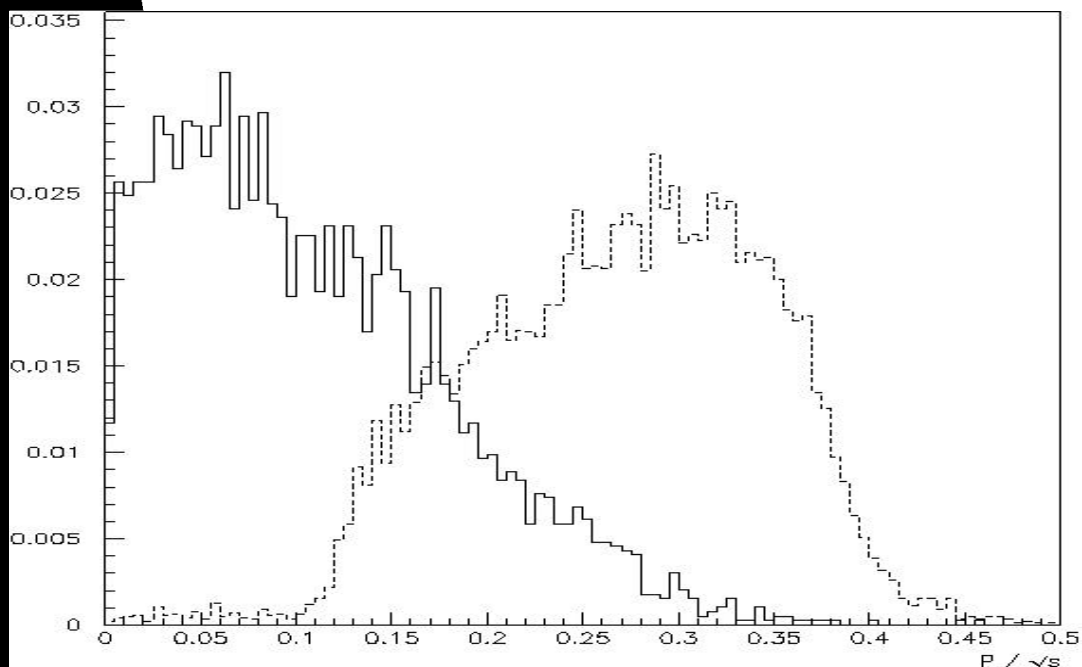
- Electrón

- ◆ Tienden a dejar toda su energía en los calorímetros electromagnéticos.
- ◆ Poca actividad en el HAC.

- Tau

- ◆ Desintegración leptónica: muón / electrón (35%)
  - ✦ Mismos criterios que los definidos anteriormente.
  - ✦ Propiedades de momento y energía para decidir si vienen directamente de un bosón o de un tau.
- ◆ Desintegración hadrónica:

$p$  (12%),  $p + \geq 1g$  (38%),  $3p$  (10%) y *otros* (5%)



Momento dividido por la energía centro de masas para  $W \rightarrow \tau n_t \rightarrow mn_m n_t$  (línea sólida) y para  $W \rightarrow mn_m$  (línea discontinua).

## Selección de pares WW leptónicos

- Preselección leptónica:
  - ◆ 2 jets con pocas trazas cargadas.
  - ◆ Alta acoplanaridad.
  - ◆ Momento y energía perdidos.
- Separación por canales:
  - ◆ Identificación del leptón.

*$tn\bar{t}n$  ,  $tn\bar{e}n$  ,  $tn\bar{m}n$  ,  $e\bar{n}e\bar{n}$  ,  
 $n\bar{m}n$  y  $m\bar{m}m$  .*
- Selección final:
  - ◆ Diferentes criterios aplicados en cada canal.
  - ◆ Consideraciones específicas de señal y fondo.
  - ◆ Variables usadas: masa invariante, energía transversa, acolinealidad, energía neutra...

# Estudio de errores sistemáticos

- **Comparación PYTHIA/EXCALIBUR.** Se observaron discrepancias, ya resueltas, con este segundo generador de procesos.
- **Identificación de partícula.** Comprobadas las eficiencias con muestras de datos de muones, electrones y taus.
- **Comparación datos/simulación de diferentes distribuciones.**
- **Estudio de la preselección leptónica.** Usadas diferentes muestras leptónicas.
- **Eficiencia de reconstrucción de trazas.** Posibles problemas en los límites de los detectores, estudiados con diferentes muestras.
- **Definición de “buena” traza.** Variación de los criterios de selección de trazas.
- **Estadística limitada de la simulación.**

## Resultados de la selección de pares $W^+W^-$ desintegrándose leptónicamente

$\sqrt{s}$ (GeV)	182.7	188.7
Eficiencia (%)	62.58	63.75
Pureza (%)	90.43	89.47
Fondo (pb)	0.1034	0.1302
Luminosidad ( $\text{pb}^{-1}$ )	47.042	153.808
Datos	51	185
$\sigma_{l\nu l\nu}$ (pb)	$1.57 \pm 0.24(\text{Estad.}) \pm 0.05(\text{Sist.})$	$1.68 \pm 0.14(\text{Estad.}) \pm 0.06(\text{Sist.})$

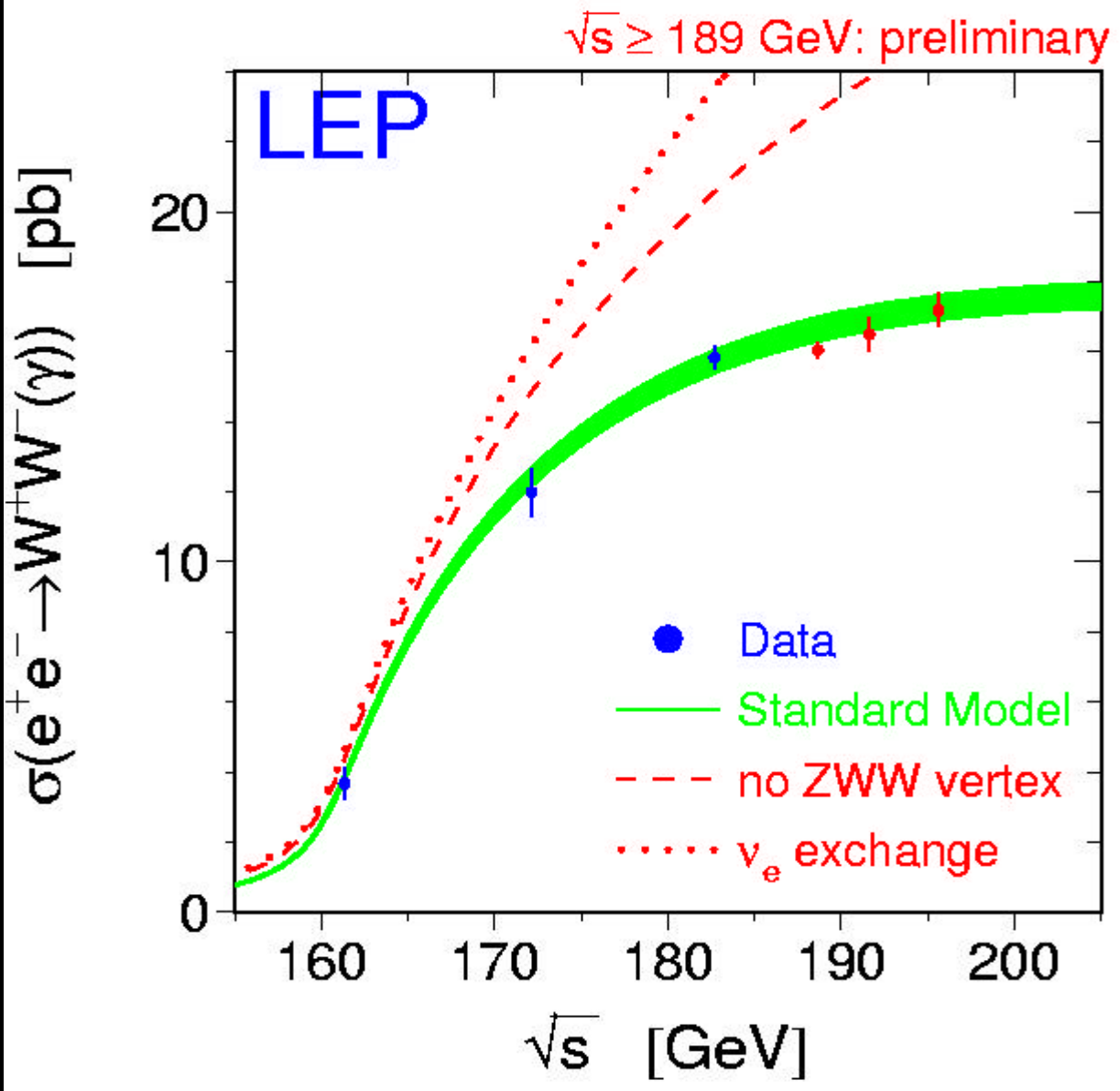
Tabla 1: Resultados para  $\sqrt{s}= 183$  y  $189$  GeV.

$\sqrt{s}$ (GeV)	191.3	195.3	199.3
Luminosidad ( $\text{pb}^{-1}$ )	25.616	73.192	53.434
Datos	34	90	61
$\sigma_{l\nu l\nu}$ (pb)	$1.91 \pm 0.37(\text{Estad.})$	$1.73 \pm 0.21(\text{Estad.})$	$1.59 \pm 0.24(\text{Estad.})$

Tabla 2: Resultados preliminares para  $\sqrt{s}= 192, 196$  y  $200$  GeV.

Canal	Fración de desintegración (%)
$W \rightarrow e\nu$	$10.11 \pm 0.62(\text{Estad.}) \pm 0.29(\text{Sist.})$
$W \rightarrow \mu\nu$	$10.67 \pm 0.55(\text{Estad.}) \pm 0.23(\text{Sist.})$
$W \rightarrow \tau\nu$	$11.19 \pm 0.83(\text{Estad.}) \pm 0.36(\text{Sist.})$
	Con universalidad leptónica(%)
$W \rightarrow l\nu$	$10.62 \pm 0.28(\text{Estad.}) \pm 0.20(\text{Sist.})$
$W \rightarrow q\bar{q}$	$68.13 \pm 0.84(\text{Estad.}) \pm 0.61(\text{Sist.})$
	SM
$W \rightarrow l\nu$	10.83
$W \rightarrow q\bar{q}$	67.51

Tabla 3: Resultados preliminares las fracciones de desintegración del W usando los datos de  $\sqrt{s}=189$  GeV.



Medidas de la sección eficaz de producción de pares  $W^+W^-$  comparadas con la predicción del Modelo Estándar

# Conclusiones

Desintegraciones leptónicas de pares de bosones  $W^+W^-$ .

- Se han implementado nuevos algoritmos que mejoran análisis previos, con más eficiencia y menos fondo.
- Se ha medido la sección eficaz de producción.
- Se han medido las fracciones de desintegración del W.
- Se ha realizado un estudio detallado de los posibles efectos sistemáticos.
- **No se han observado desviaciones del Modelo Estándar.**