Búsqueda del bosón de Higgs en el canal con dos taus y dos jets

I. González
Instituto de Física de Cantabria
Universidad de Cantabria - CSIC

XXVII Reunión bienal de la R.S.E.F.
Valencia, 21 de Noviembre de 1999

(*http://home.cern.ch/~iglez/bienal/*)

DELPHI

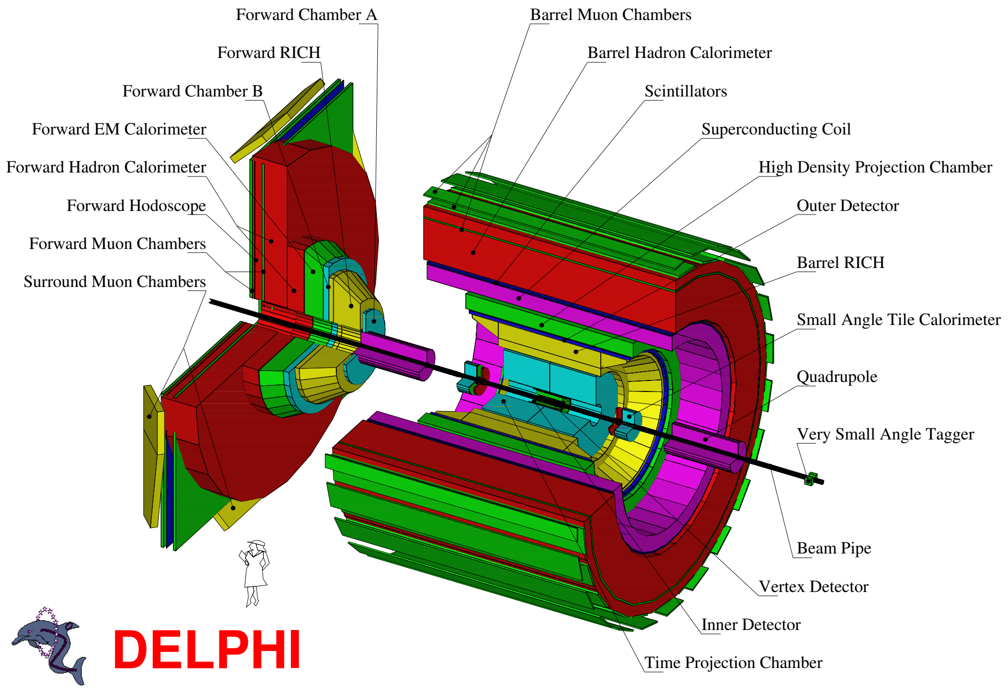
Contexto

LEP2

- Colisiones e^+e^-a 161, 172, 183, 189, y 192-200 GeV
- Permite la búsqueda del bosón de Higgs (MEo MSSM) en un rango de masas hasta 110 GeV
- y de los bosones h^0 y A^0 en $\tan\beta$ alto hasta 90 GeV

DELPHI

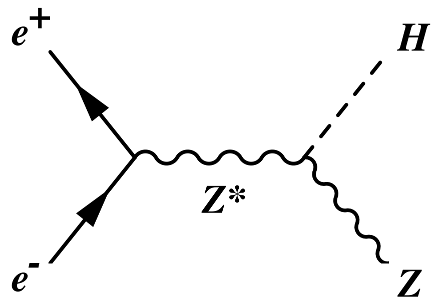
- Es uno de los 4 detectores que operan en LEP



DELPHI

Mecanismos de producción del Higgs

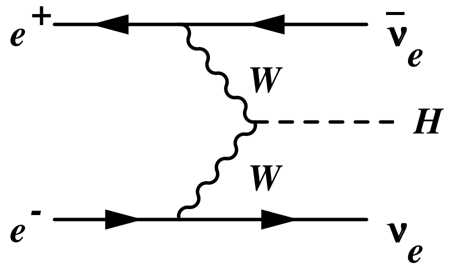
☞ Higgs-strahlung es el principal proceso



$e^+e^- \rightarrow Z^* \rightarrow ZH$

$e^+e^- \rightarrow Z^* \rightarrow hA$ (MSSM)

☞ Otros procesos (fusión W^+W^- y ZZ) son como máximo un 10%

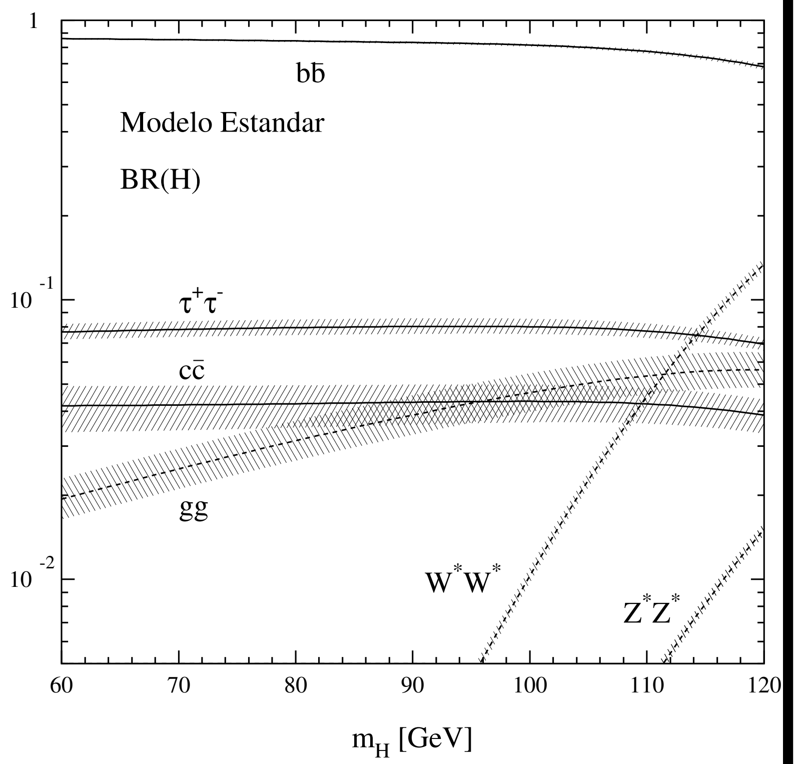


DELPHI

Mecanismos de desintegración del Higgs

☞ El Higgs se desintegra fundamentalmente a $b\bar{b}$($\sim$ 83%)

☞ Otros estados finales incluyen $\tau^+\tau^-$ ($\sim$ 8%), $c\bar{c}$, gg, WW*



DELPHI

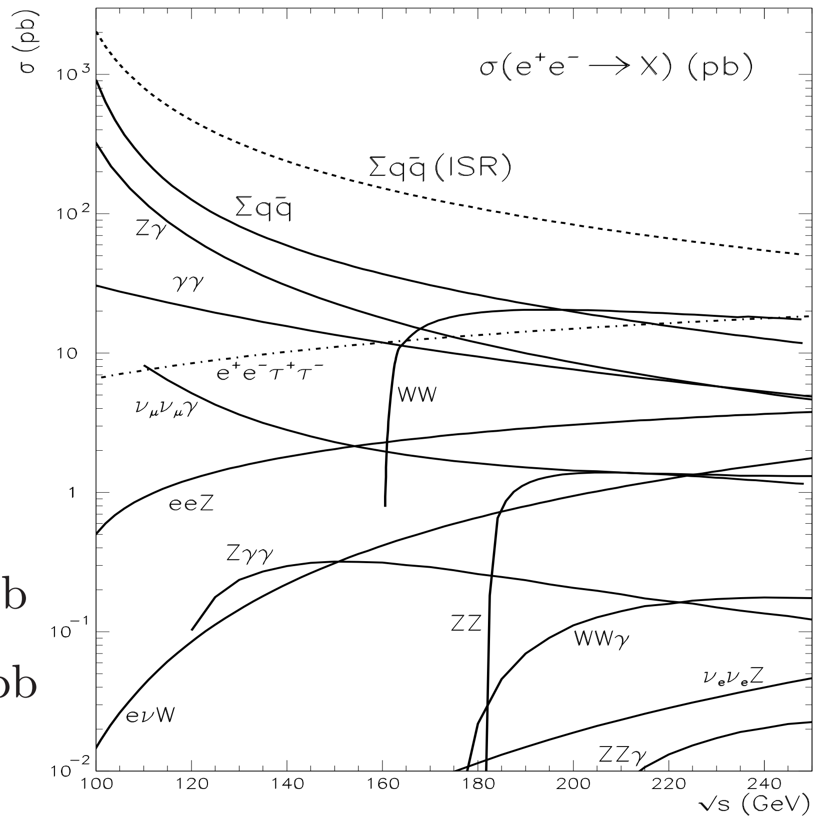
Canal $\tau^+\tau^- q\bar{q}$

Señal

- **ME**: $\sigma \sim 0.5\,\mathrm{pb}$
  $H \to \tau^+\tau^-$, $Z \to q\bar{q}$
  $Z \to \tau^+\tau^-$, $H \to b\bar{b}$
- **MSSM**: Además
  $h^0 \to \tau^+\tau^-$, $A^0 \to q\bar{q}$
  $A^0 \to \tau^+\tau^-$, $h^0 \to q\bar{q}$

Fondos

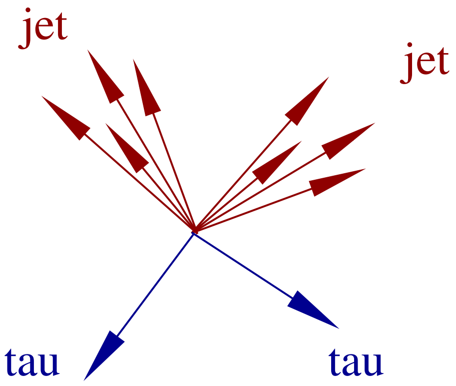
- $q\bar{q}(\gamma)$: $\sigma_{q\bar{q}(\gamma)} \sim 100$ pb
- W^+W^-: $\sigma_{W^+W^-} \sim 20$ pb
- ZZ: $\sigma_{ZZ} \sim 1$ pb

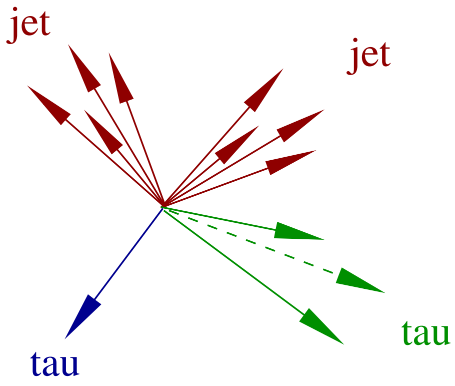


DELPHI

El Higgs en el canal con dos taus

Topología final del $\tau^+\tau^-q\bar{q}$





Ambos taus se desintegran en una partícula cargada $\Rightarrow \sim$ 72%

Uno de los dos taus se desintegra a tres partículas cargadas. $\Rightarrow \sim$ 26%

$\tau \longrightarrow e\bar{\nu}_e\nu_\tau$, $\tau \longrightarrow \mu\bar{\nu}_\mu\nu_\tau$, $\tau \longrightarrow \pi(\pi^0)\nu_\tau$, $\tau \longrightarrow \pi^\pm\pi^\pm\pi^\mp\nu_\tau$

DELPHI

Análisis General

Preselección hadrónica.

- Cortes en el número de trazas, energía cargada, ...

$q\bar{q}\ell^+\ell^-$

- Asignación a las partículas de una probabilidad de provenir de un τ
- Selección de una pareja de taus y reconstrucción del resto del suceso a 2 jets
- Rescalado del suceso que ha de ser bueno para los quarks.
- $40 < M_{q\bar{q}}^{dir} < 110$

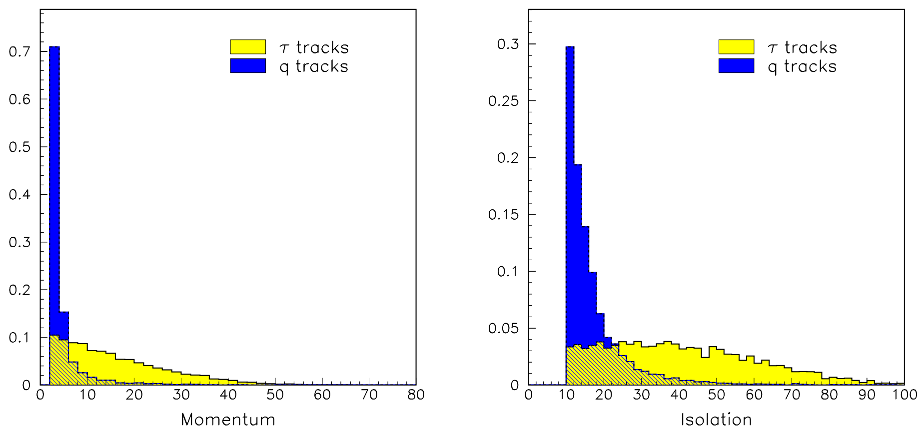
$q\bar{q}\tau\tau$

- $10 < M_{\tau^+\tau^-}^{dir} < 80$, $E_{\tau^+\tau^-}^{EM} < 60$ GeV

DELPHI

Likelihood

- Se aplica a trazas o clusters (grupos de 3 trazas o menos).
- Se basa en: el momento, el ángulo de aislamiento y la probabilidad de que la traza venga del vértice principal.



- Selección de pares de trazas:
  - Cargas opuestas
  - Ángulo entre trazas/clusters mayor de 90°

DELPHI

El Higgs en el canal con dos taus

Datos - MC (1998)

Corte	$q\bar{q}(\gamma)$	W^+W^-	$q\bar{q}ee$	$q\bar{q}\mu\mu$	$q\bar{q}\tau\tau$	**Fondo Total**	**Datos**
Hadr.	4810	2204	38.2	25.1	13.2	7091	7128
$q\bar{q}\ell^+\ell^-$	3.82	6.84	4.26	3.49	2.02	20.43	21
$q\bar{q}\tau\tau$	1.70	5.86	0.81	0.94	1.94	11.25	11
	± 0.24	± 0.29	± 0.064	± 0.051	± 0.047	± 0.39	

✔ Buen acuerdo entre datos y MC

✔ Para combinar se utiliza un método bidimensional

DELPHI

Eficiencias (1998)

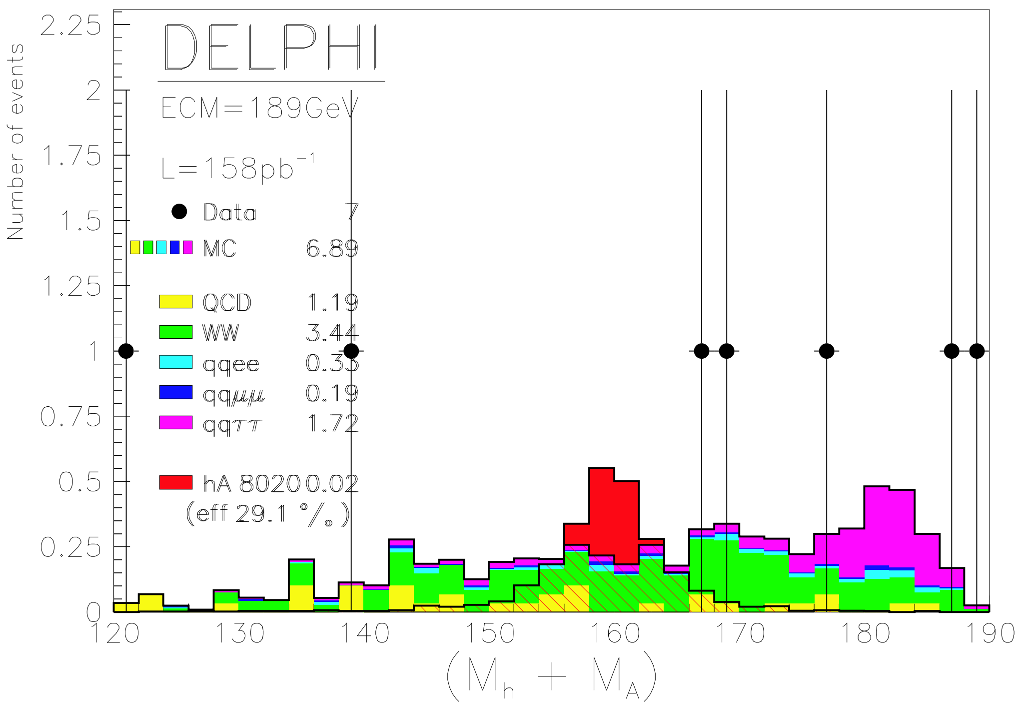
Corte Selección	HZ (m_H)			ZH (m_H)		
	90	95	100	90	95	100
Hadrónico	72.1	69.3	70.9	70.9	70.2	71.4
$q\bar{q}\ell^+\ell^-$	31.6	31.5	30.4	27.8	26.8	26.4
$q\bar{q}\tau\tau$	30.3	29.6	28.0	26.4	25.8	26.0
	$\pm$ 1.10	$\pm$ 0.63	$\pm$ 1.06	$\pm$ 1.15	$\pm$ 0.59	$\pm$ 1.02

Corte Selección	hZ (m_h)		Zh (m_h)		hA ($m_h/\tan\beta$)			
	80	85	80	85	80/2	80/20	85/2	85/20
Hadrónico	71.6	71.7	71.6	71.7	71.2	74.5	73.7	73.7
$q\bar{q}\ell^+\ell^-$	32.0	30.3	29.5	28.7	26.2	32.7	34.1	32.8
$q\bar{q}\tau\tau$	31.5	29.3	27.9	27.4	25.7	32.1	33.5	31.5

DELPHI

Variable de Masa

- HZ o hZ: $M^{resc}_{\tau^+\tau^-} + M^{resc}_{q\bar{q}} - M_Z$
- hA: $M^{resc}_{\tau^+\tau^-} + M^{resc}_{q\bar{q}}$

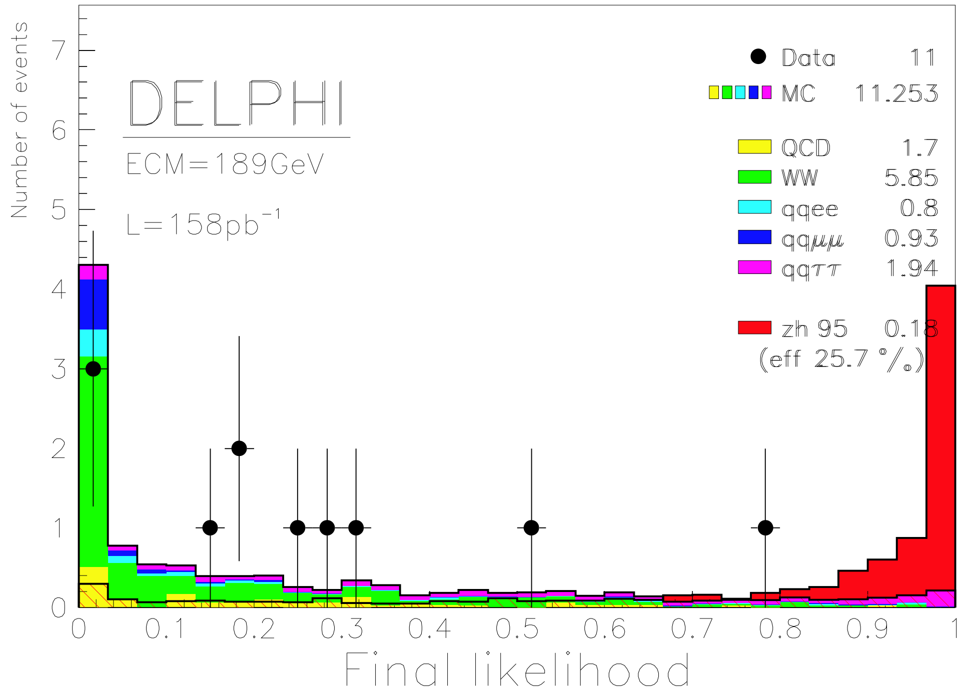


DELPHI

Variable de Likelihood

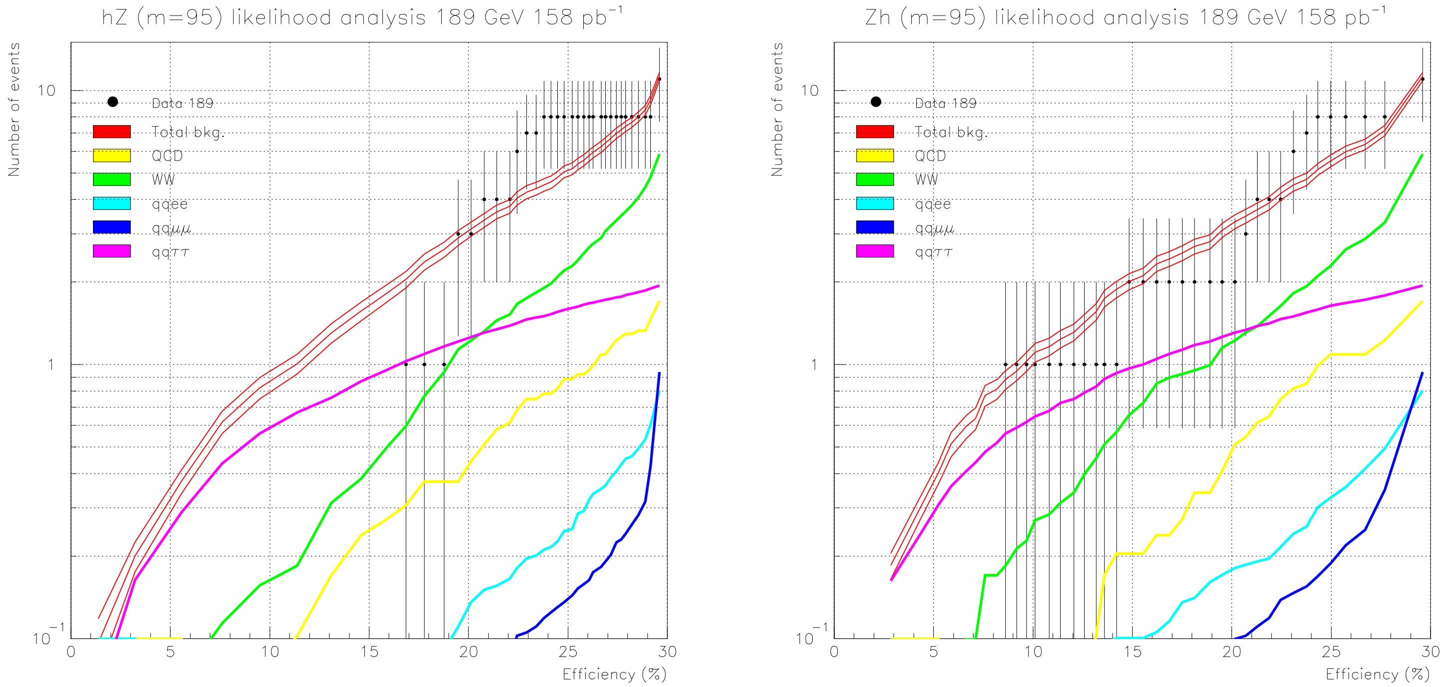
- $\min\{\mathrm{RF}_{\tau_1}, \mathrm{RF}_{\tau_2}\}$
- $\max\{\mathrm{RF}_{\tau_1}, \mathrm{RF}_{\tau_2}\}$
- $\min\{\mathrm{P}_{\tau_1}, \mathrm{P}_{\tau_2}\}$
- $\max\{\mathrm{P}_{\tau_1}, \mathrm{P}_{\tau_2}\}$
- b-tag

DELPHI


DELPHI
ECM=189GeV
L=158pb^{-1}
Data 11
MC 11.253
QCD 1.7
WW 5.85
qqee 0.8
qq$\mu\mu$ 0.93
qq$\tau\tau$ 1.94
zh 95 0.18
(eff 25.7 %)
Number of events
Final likelihood

DELPHI

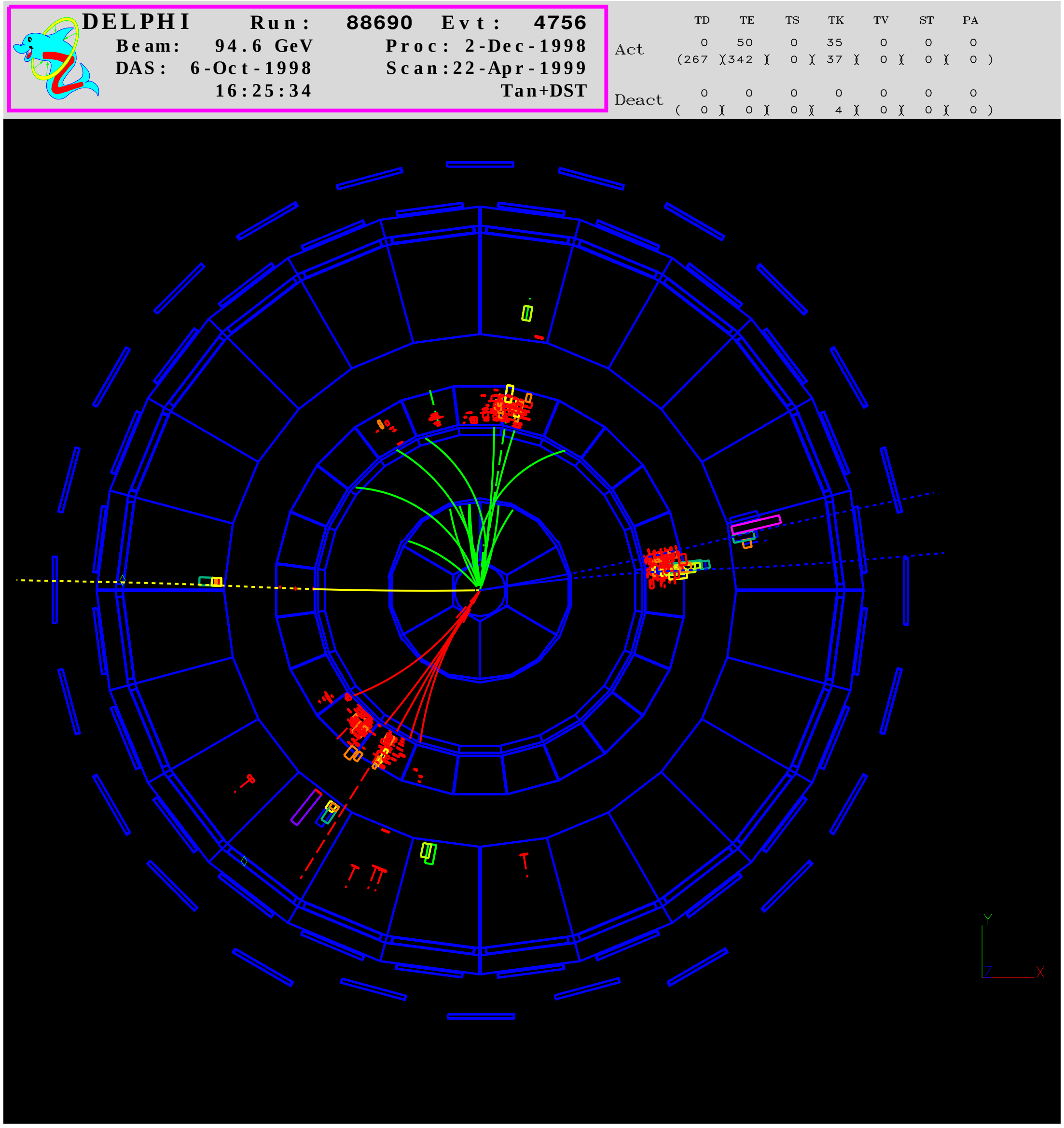
Variable de Likelihood



DELPHI

El Higgs en el canal con dos taus

Suceso $\tau^+\tau^-q\bar{q}$



$M_{q\bar{q}} = 98.8\ \mathrm{GeV}/c^2 \qquad M_{\tau^+\tau^-} = 78.4\ \mathrm{GeV}/c^2$

$\mathcal{L}_{\mathrm{H}Z} = 0.7$

DELPHI

Combinación de Resultados

- Análisis utilizado para la combinación de canales en DELPHI (y en LEP) en 1998 ($\sqrt{s} = 189$ GeV)
- DELPHI (Tampere)
  - ME:
    $m_{\mathrm{H}} > 94.1\ \mathrm{GeV}/c^2$
  - MSSM:
    $m_{\mathrm{h}^0} > 81.1\ \mathrm{GeV}/c^2$
    $m_{\mathrm{A}^0} > 82.2\ \mathrm{GeV}/c^2$
- LEP (Tampere)
  - ME:
    $m_{\mathrm{H}} > 95.2\ \mathrm{GeV}/c^2$
  - MSSM:
    $m_{\mathrm{h}^0} > 80.7\ \mathrm{GeV}/c^2$
    $m_{\mathrm{A}^0} > 80.9\ \mathrm{GeV}/c^2$

DELPHI

Resultados 1999 (Preliminar)

- Análisis utilizado para la combinación de canales en DELPHI (y en LEP) en 1999 ($\sqrt{s} = 192 - 200$ GeV)
- DELPHI
  - ME:
    $m_{\mathrm{H}} > 99$ GeV$/c^2$
  - MSSM:
    $m_{\mathrm{h}^0} > 83.0$ GeV$/c^2$
    $m_{\mathrm{A}^0} > 84.8$ GeV$/c^2$
- LEP (Higgs WG)
  - ME:
    $m_{\mathrm{H}} > 102.6$ GeV$/c^2$
  - MSSM:
    $m_{\mathrm{h}^0} > 84.3$ GeV$/c^2$
    $m_{\mathrm{A}^0} > 84.5$ GeV$/c^2$

DELPHI

Resultados 1999 (Preliminar)

- Análisis utilizado para la combinación de canales en DELPHI (y en LEP) en 1999 ($\sqrt{s} = 192 - 200$ GeV)
- LEP (Higgs WG)
  - ME:
    $m_{\mathrm{H}} > 102.6\,\mathrm{GeV}/c^2$
  - MSSM:
    $m_{\mathrm{h}^0} > 84.3\,\mathrm{GeV}/c^2$
    $m_{\mathrm{A}^0} > 84.5\,\mathrm{GeV}/c^2$

DELPHI