

*High Energy Physics*

---

# (Argomenti della) Fisica del B

Claudio Campagnari  
University of California  
Santa Barbara

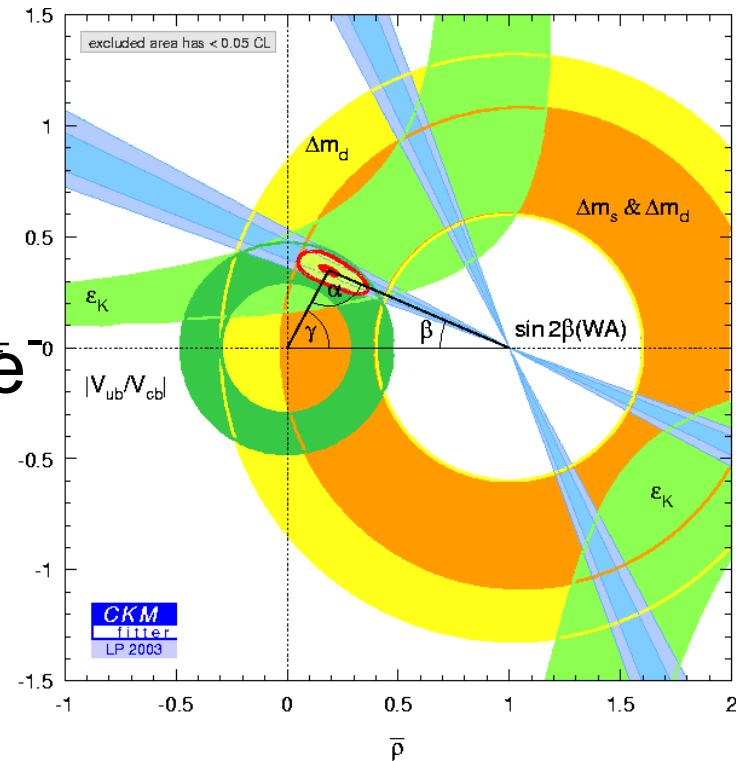


# Outline/Plan

- La Fisica del B e' un argomento molto vasto
- Oggi mi limitero' a un aspetto molto specifico:

## Gli angoli dell' unitarity triangle

- Con enfasi su
  - Situazione attuale
  - Prospettive a medio e corto termine
- Limitatamente alle B-factories e  $e^+e^-$
- Metodi teoricamente "puliti"

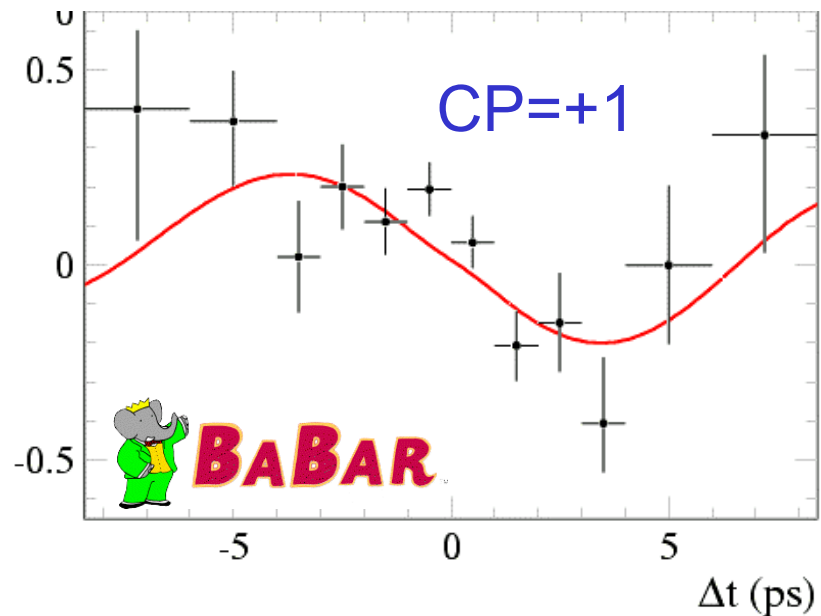
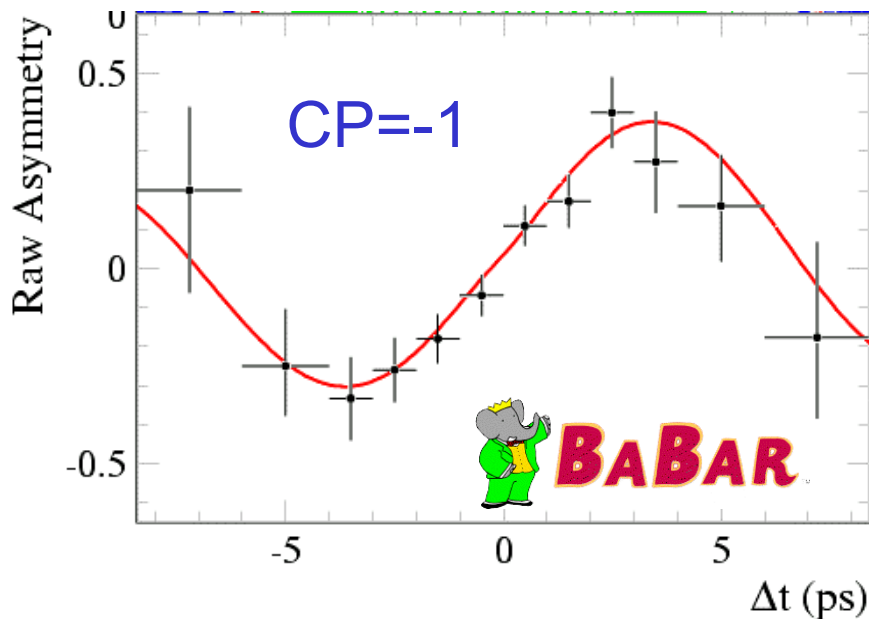


# L'angolo CKM $\beta = \arg(V_{td})$

- Misurato con precisione nei canali  $b \rightarrow c\bar{c}s$  ( $\psi K_S$  e simili)

$$\sin 2\beta = 0.739 \pm 0.048$$

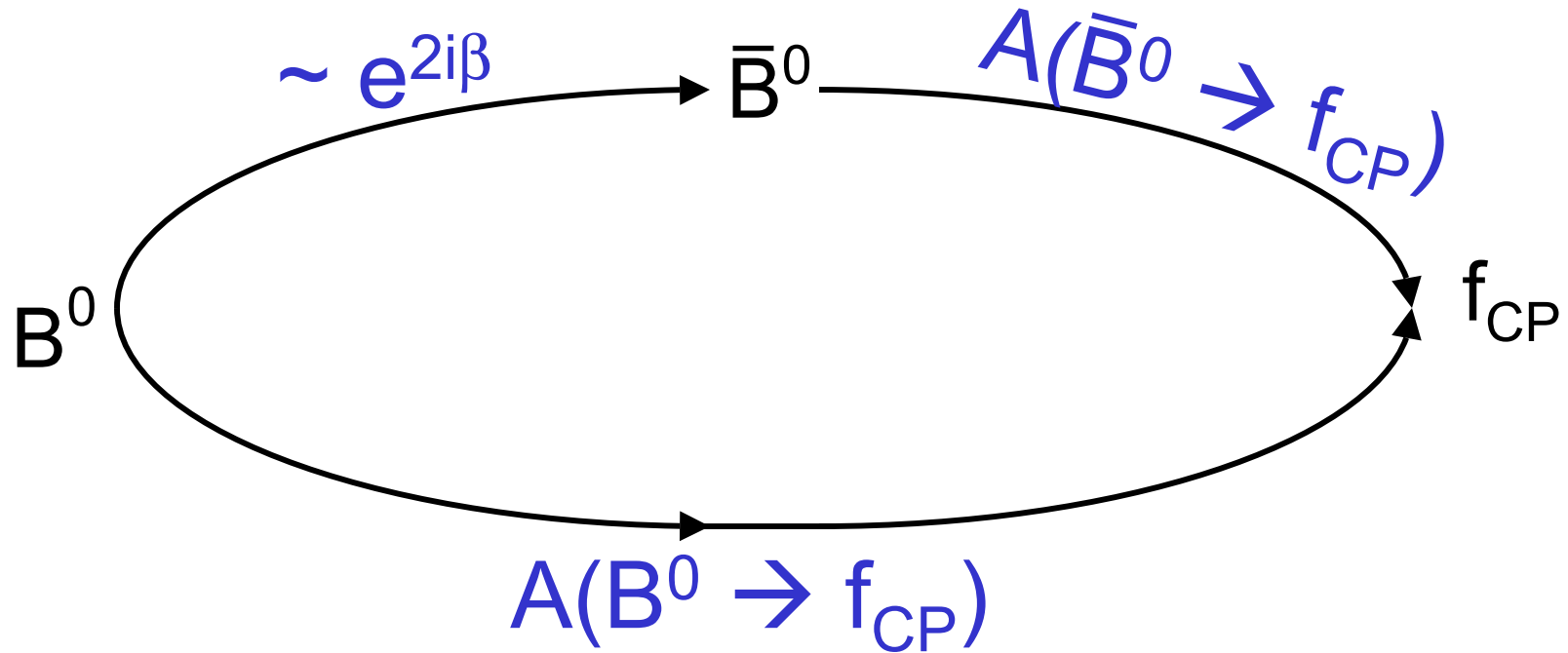
- La precisione verra' migliorata, ma la prospettiva e' cambiata



## Sin2 $\beta$ (cont.)

- Misurare la violazione di CP nell'interferenza tra il mixing e decay in canali diversi da  $b \rightarrow c\bar{c}s$ .
- Considerare  $\beta$  dai decadimenti in charmonium come una misura della fase di  $V_{td}$  (la fase del mixing).
- Investigare la possibilita' di nuove fasi e ampiezze.

# $\beta$ : strumento per cercare Nuova Fisica



- L'asimmetria di CP e' sensibile  $A(B^0 \rightarrow f_{CP})$ .
- Il vantaggio di questo approccio consiste nel fatto che in molti case le incertezze adroniche si cancellano nella predizione dello SM.
- **Test di consistenza dello SM**

# General time-dependent formalism

Ampiezze con fase debole diversa possono causare violazione di CP  
 Per  $B^0 \rightarrow f_{CP}$ :

$$A_{CP}(\Delta t) \equiv \frac{\Gamma(\bar{B}^0(\Delta t) \rightarrow f_{CP}) - \Gamma(B^0(\Delta t) \rightarrow f_{CP})}{\Gamma(\bar{B}^0(\Delta t) \rightarrow f_{CP}) + \Gamma(B^0(\Delta t) \rightarrow f_{CP})}$$

$$A_{CP}(\Delta t) = \frac{2 \operatorname{Im} \lambda}{1 + |\lambda|^2} \sin \Delta m \Delta t - \frac{1 - |\lambda|^2}{1 + |\lambda|^2} \cos \Delta m \Delta t$$

(S)

dove

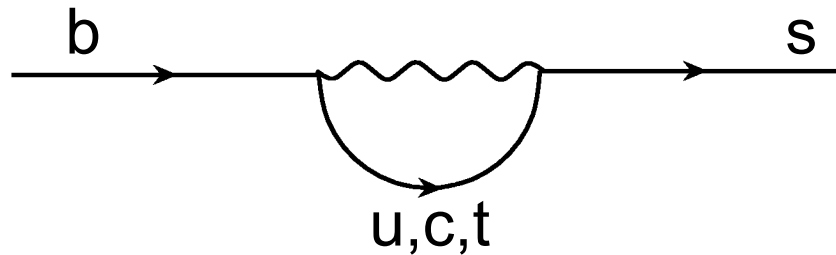
$$\lambda = e^{-2i\beta} \frac{A(\bar{B}^0 \rightarrow f_{CP})}{A(B^0 \rightarrow f_{CP})}$$

(C)

Solo 1 ampiezza di decadimento (o tutte le amp. colla stessa fase)  
 C=0 e S risulta in informazione pulita sulla fase CKM

(es.,  $\Psi K_S$ :  $S \rightarrow \sin 2\beta$ )

# $\sin 2\beta$ e i pinguini $b \rightarrow s$



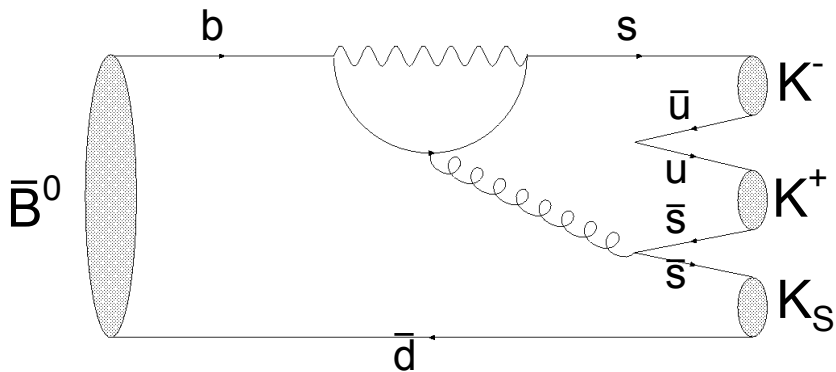
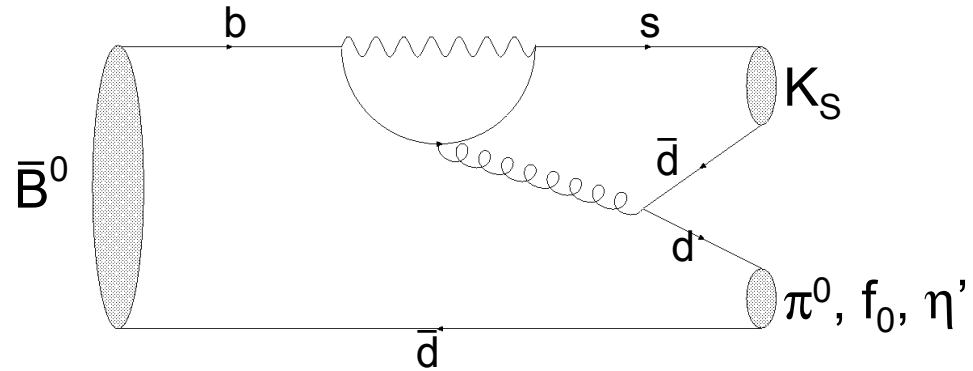
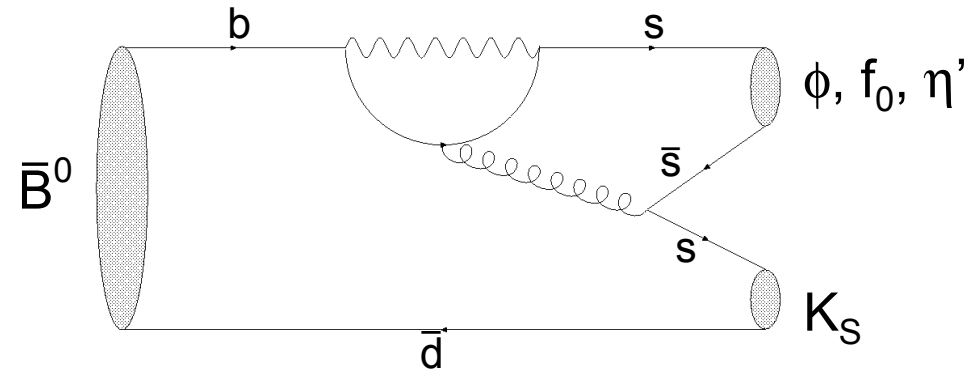
- Top, charm loops: niente fase CKM nello SM.
- Up quark loop” fase  $\gamma$  ma piccola nello SM.

$A_{CP}$  con  $C=0$  e  $S=\pm\sin 2\beta$  nello SM

- Opportunita per cercare effetti di Nuova Fisica.
  - Predizione SM “pulita”.
  - Possibilita’ di contributi di nuove particelle nel loop.
  - Verosimilmente, contributi aggiuntivi avranno fasi non banali.

# I canali $b \rightarrow s$ :

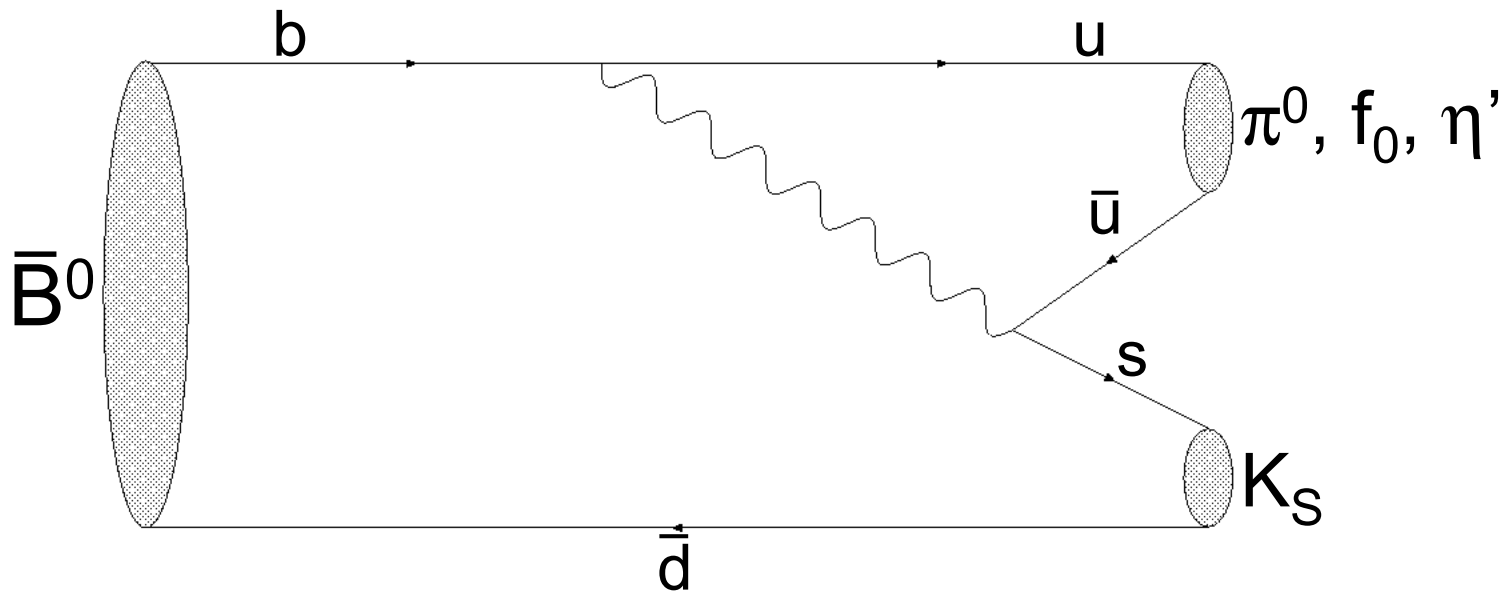
$\phi K_S$     $\eta' K_S$     $f_0 K_S$     $\pi^0 K_S$     $K^+ K^- K_S$





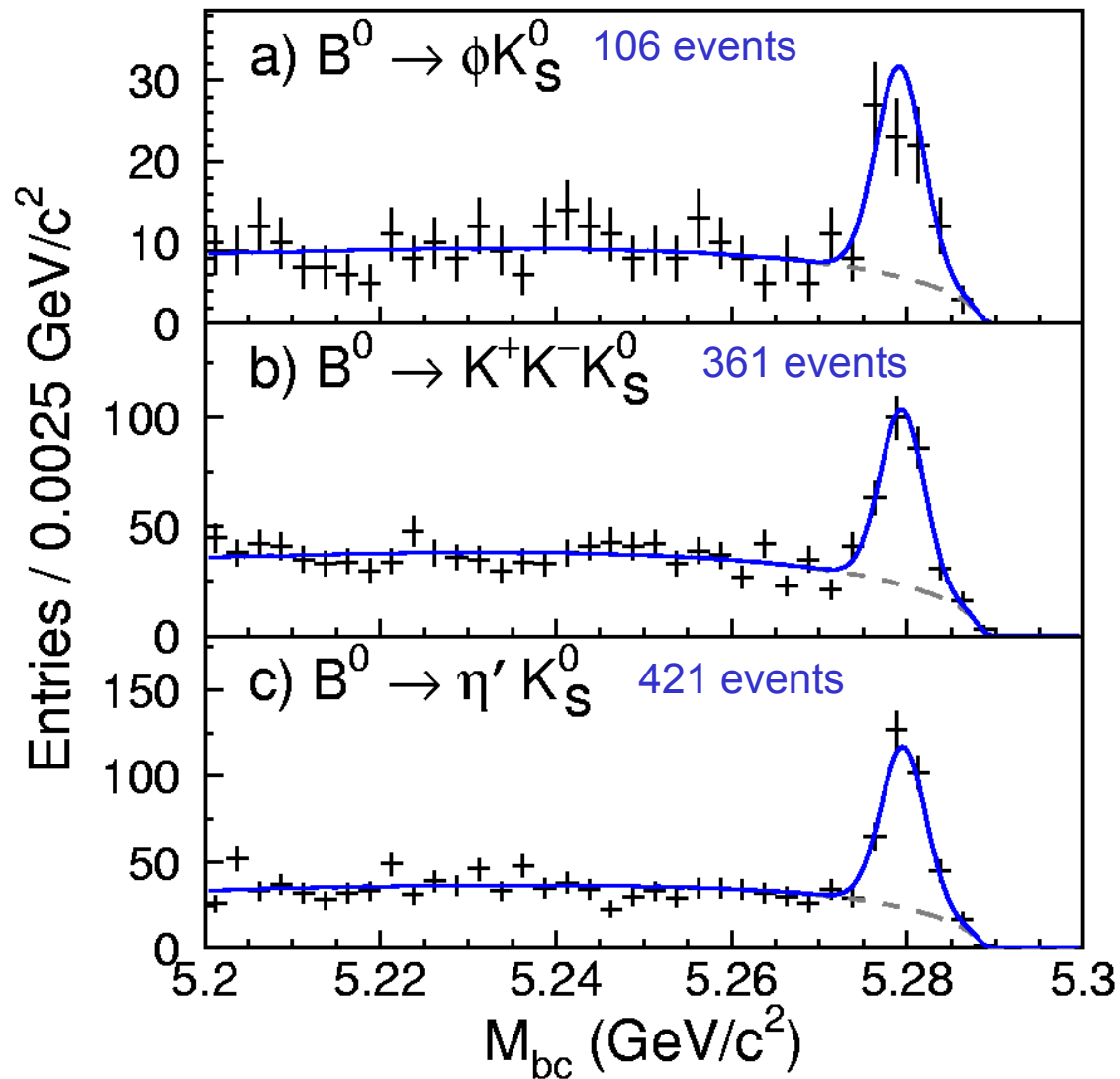
## I canali $b \rightarrow s$ , cont.

- Anche contribuzioni a tree-level.
- Si stima  $\Delta \sin 2\beta \sim 0.1-0.3$ , a seconda del canale.





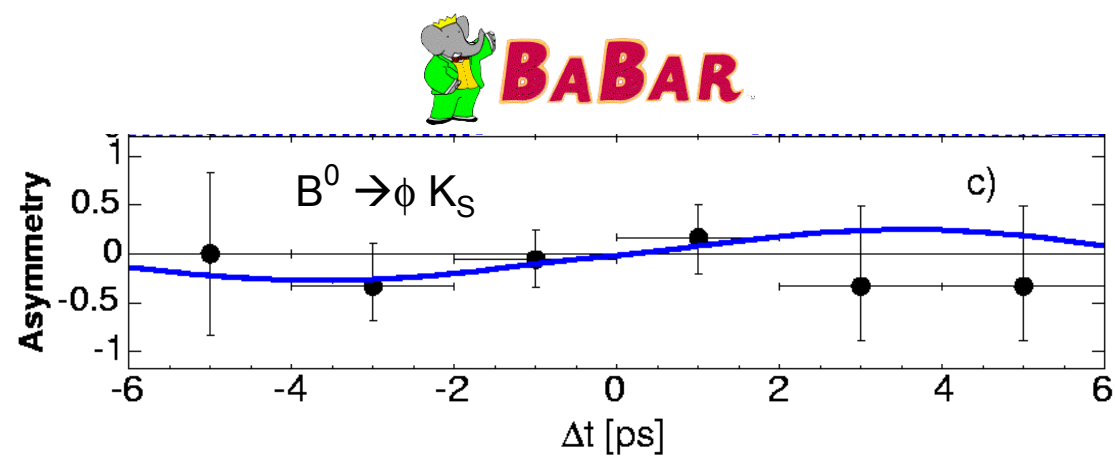
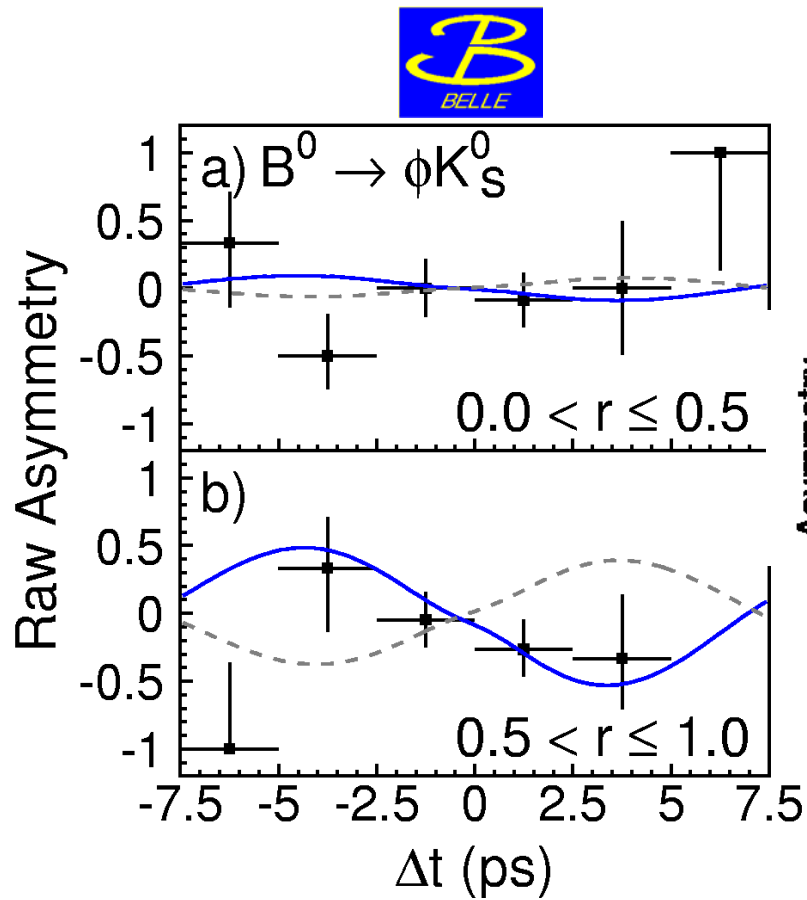
140 fb<sup>-1</sup>



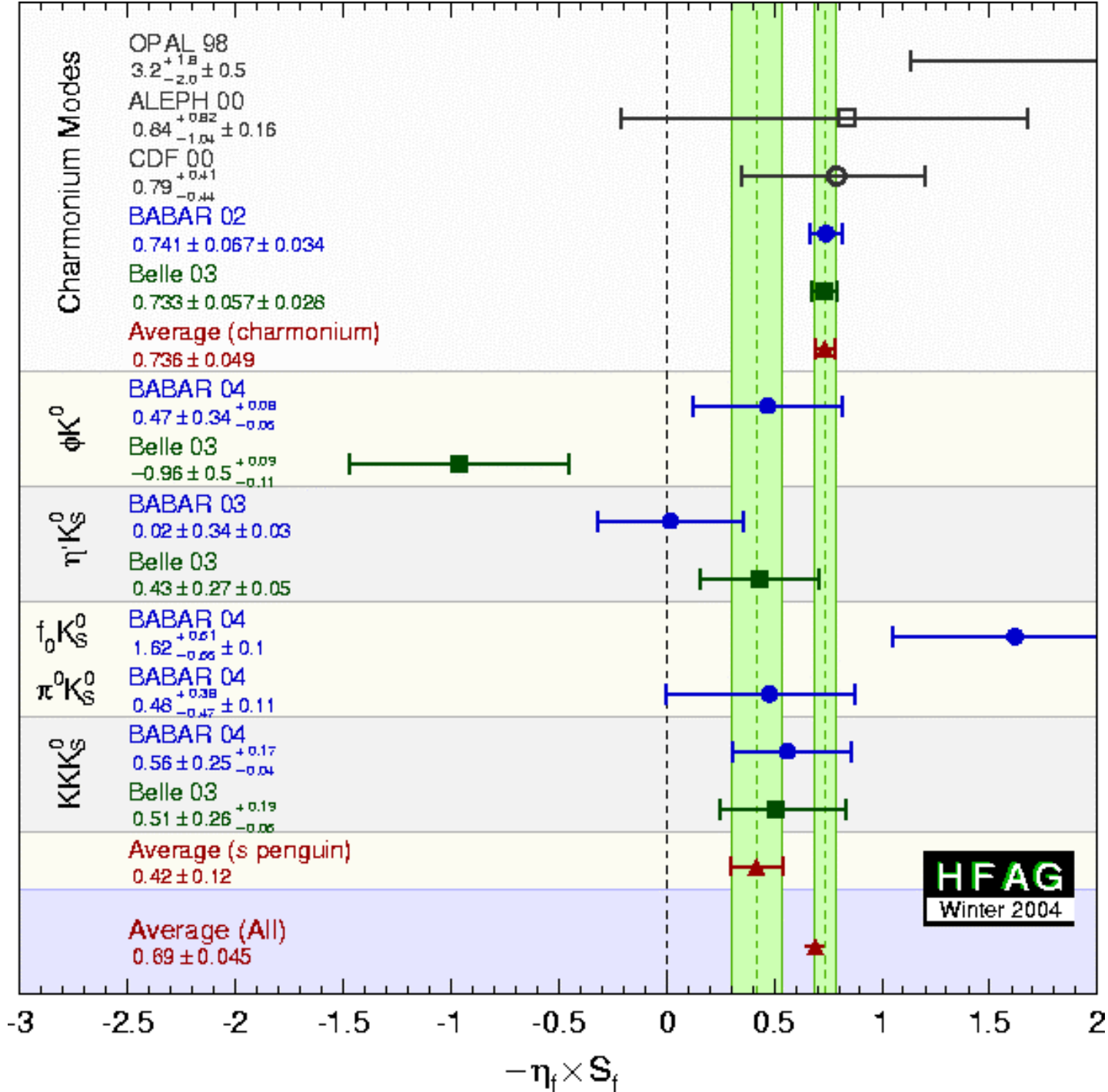
BR  $O(10^{-6}-10^{-5}) \rightarrow$  buon numero di eventi, abbastanza pulito.

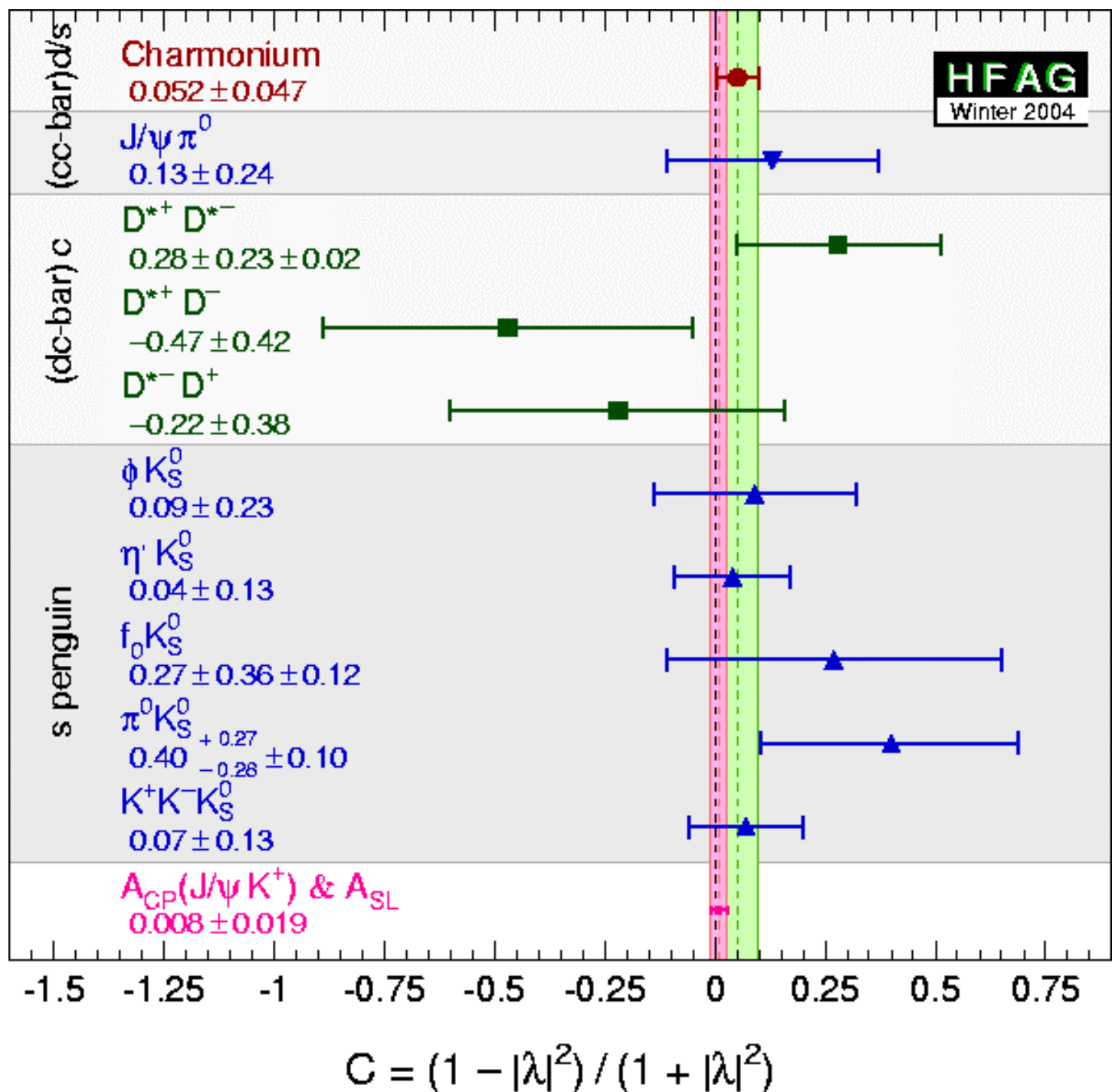
BaBar: anche  $K_S \pi^0$  e  $f_0 K_S$  (94 and 122 eventi @ 112 fb<sup>-1</sup>)

# L'asimmetria si misura colle tecniche sviluppate per le analisi di violazione di CP nel charmonium ( $b \rightarrow c\bar{c}s$ ):



Segno opposto (!)



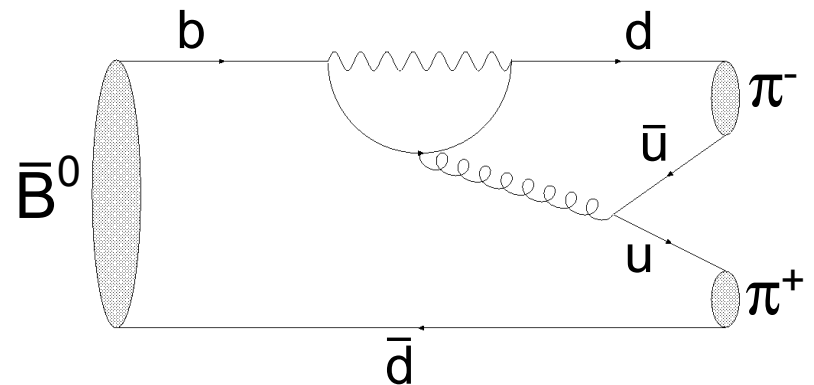
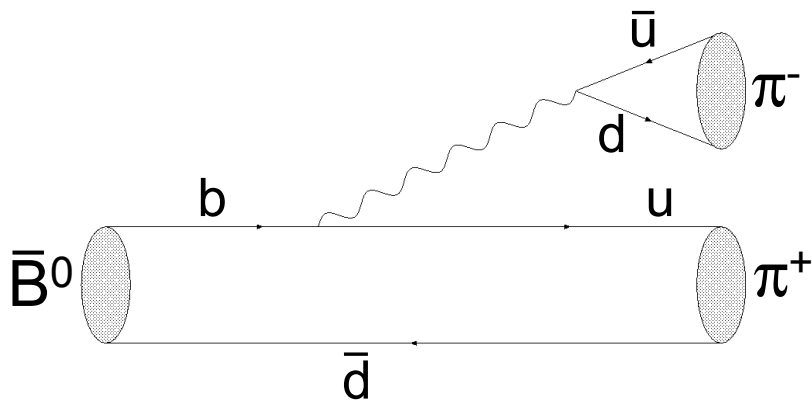


# Sin2 $\beta$ nel $b \rightarrow s$ : Riassunto & Commenti

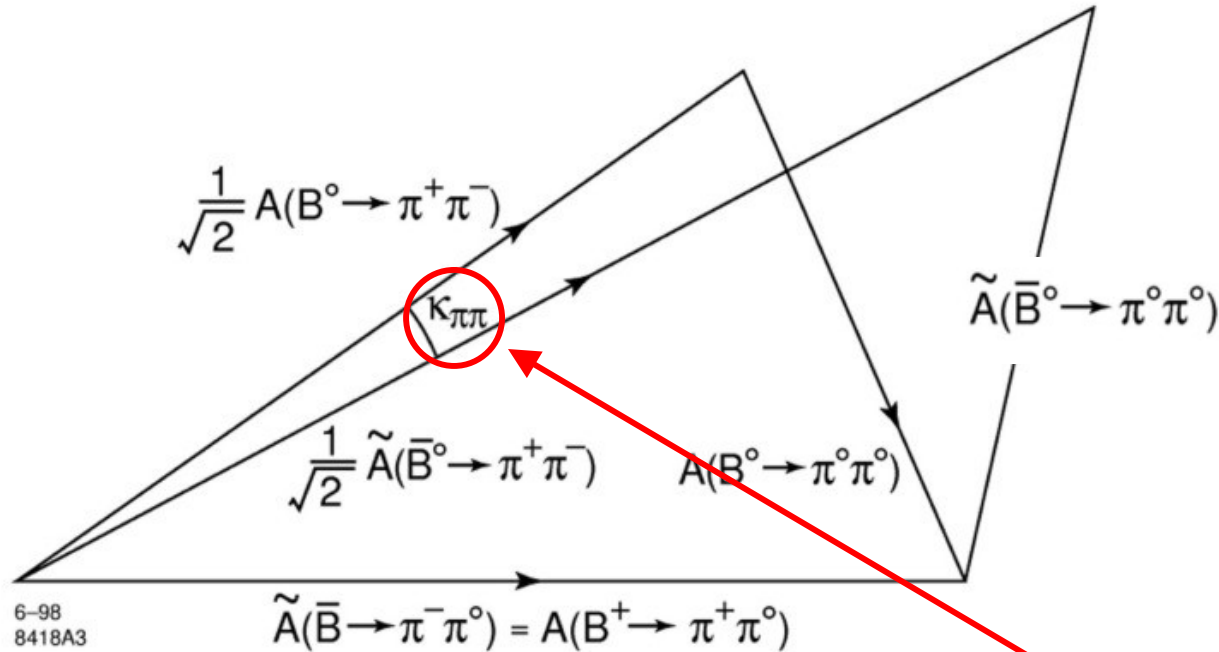
- Misure limitate dalla statistica.
  - Miglioreranno col passare del tempo.
- Consistente con SM, ma  $\phi K_S$  di Belle spostato di  $\sim 3.5\sigma$
- Due possibilita':
  1. Il risultato di Belle confermato da Babar e + stat:
    - **Fisica Nuova !**
      - Ma perche' in  $\phi K_S$  piu' che in canali simili?
  2. Il  $\phi K_S$  di Belle "ritorna" alla media, diciamo  $S \sim 0.5-0.6$ 
    - La sensibilita alla Nuova Fisica dipendera in maniera cruciale dalla misura in cui si potra' costringere teoricamente la deviazione da  $S = \sin 2\beta = 0.74$  nel SM
    - Non so ☹

# L'angolo $\alpha$

- Senza pinguini,  $\sin 2\alpha$  dall'asimmetria nel  $B \rightarrow \pi^+\pi^-$
- $BR(B^0 \rightarrow K^+\pi^-)$  ci dice che i pinguini non possono essere ignorati.



# L'analisi di isospin



- Asimmetria nel  $\pi^+ \pi^- \rightarrow \sin 2\alpha_{\text{eff}} = \sin(2\alpha + \kappa_{\pi\pi})$
- L'analisi di isospin determina  $\kappa_{\pi\pi}$ 
  - Necessita di  $B^0 \rightarrow \pi^0 \pi^0$ ,  $\bar{B}^0 \rightarrow \pi^0 \pi^0$
  - Oppure, si usa  $\pi^0 \pi^0$  per costringere  $\kappa_{\pi\pi}$ 
    - $BR(\pi^0 \pi^0)$  piccolo  $\rightarrow \kappa_{\pi\pi}$  piccolo

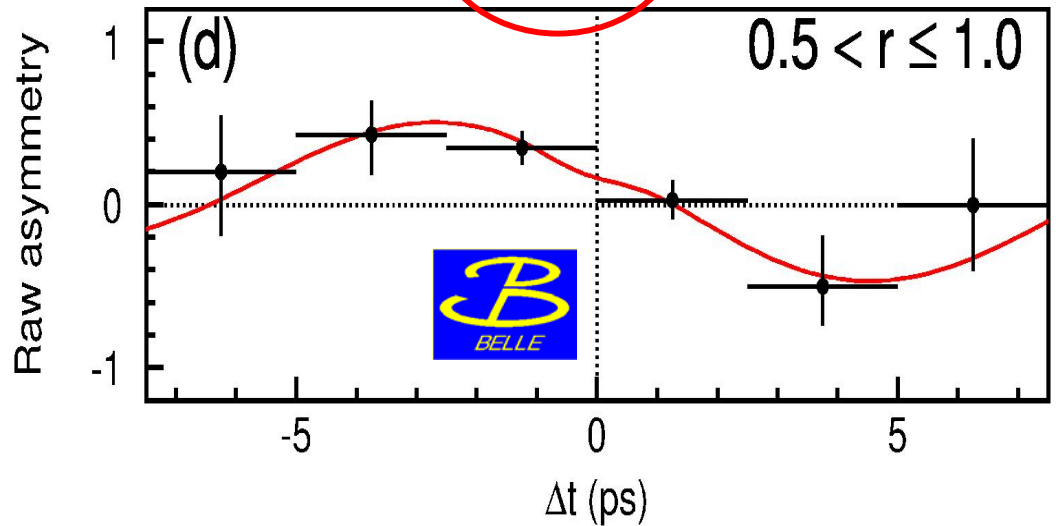


S

# Asimmetrie di CP nel $\pi^+\pi^-$

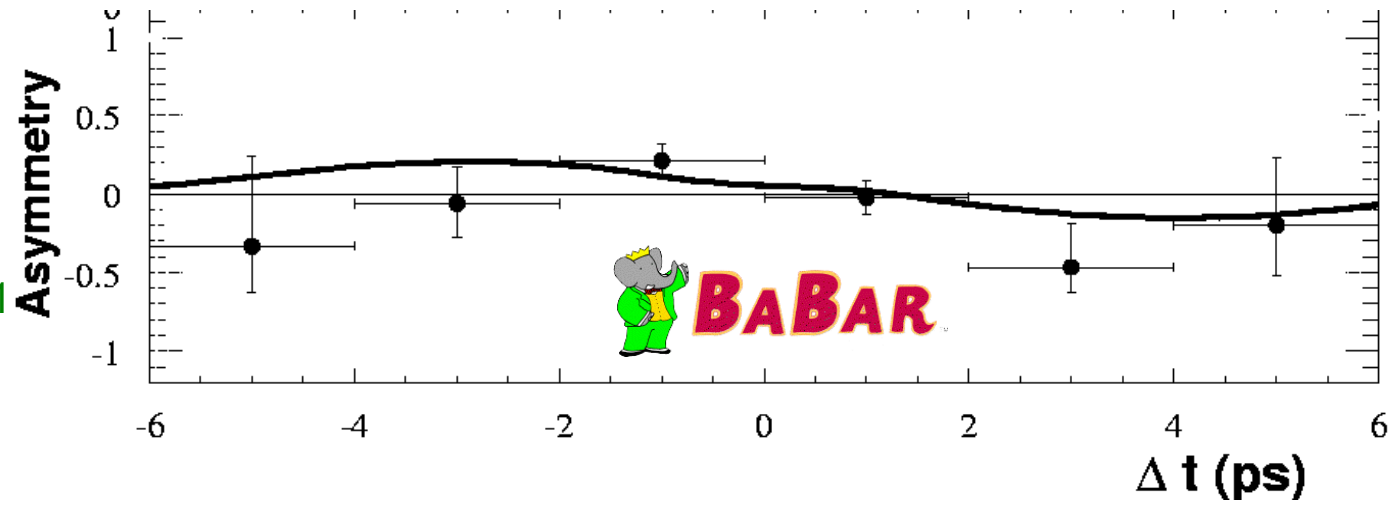
C

$$A_{CP}(\Delta t) = \frac{2 \operatorname{Im}\lambda}{1+|\lambda|^2} \sin \Delta m \Delta t - \frac{1-|\lambda|^2}{1+|\lambda|^2} \cos \Delta m \Delta t$$

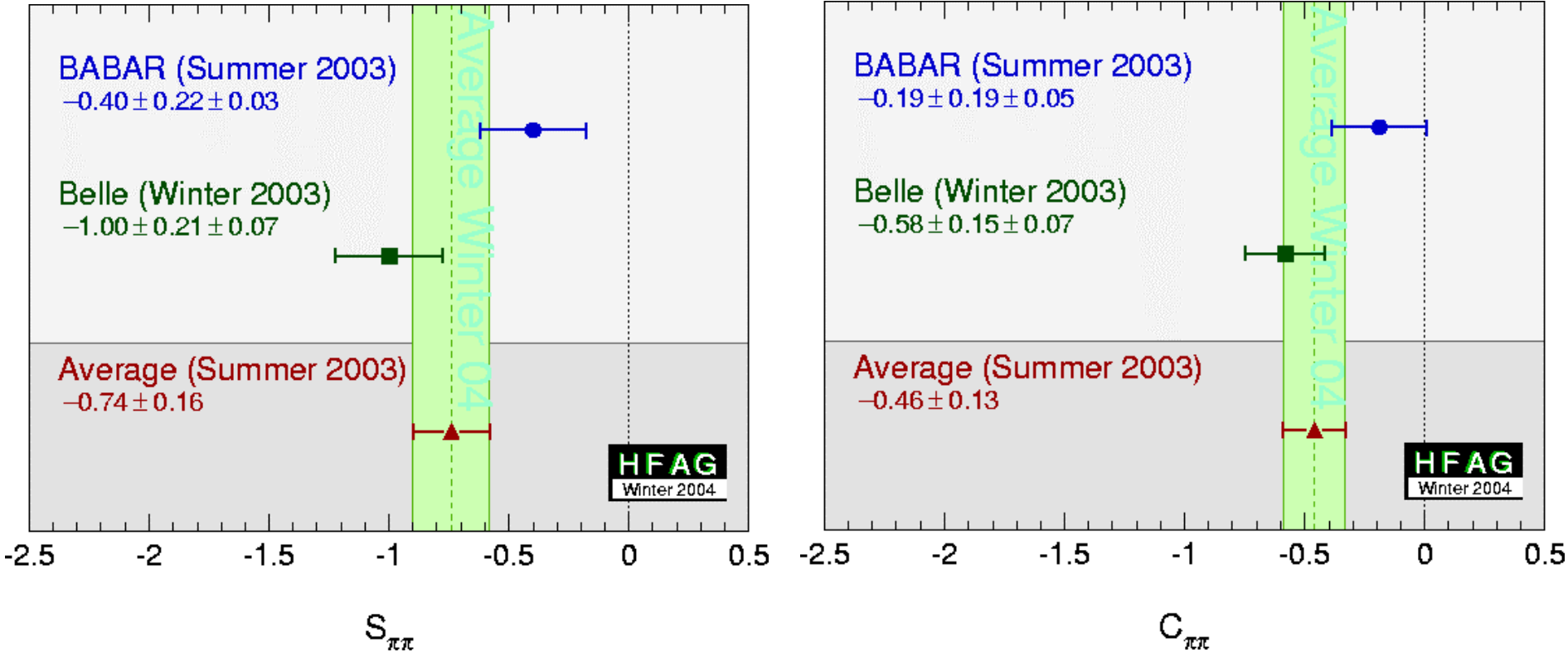


**Belle: 140 fb<sup>-1</sup>**  
**5.2σ CPV (!)**

**BaBar: 113 fb<sup>-1</sup>**  
**~ 2σ CPV**

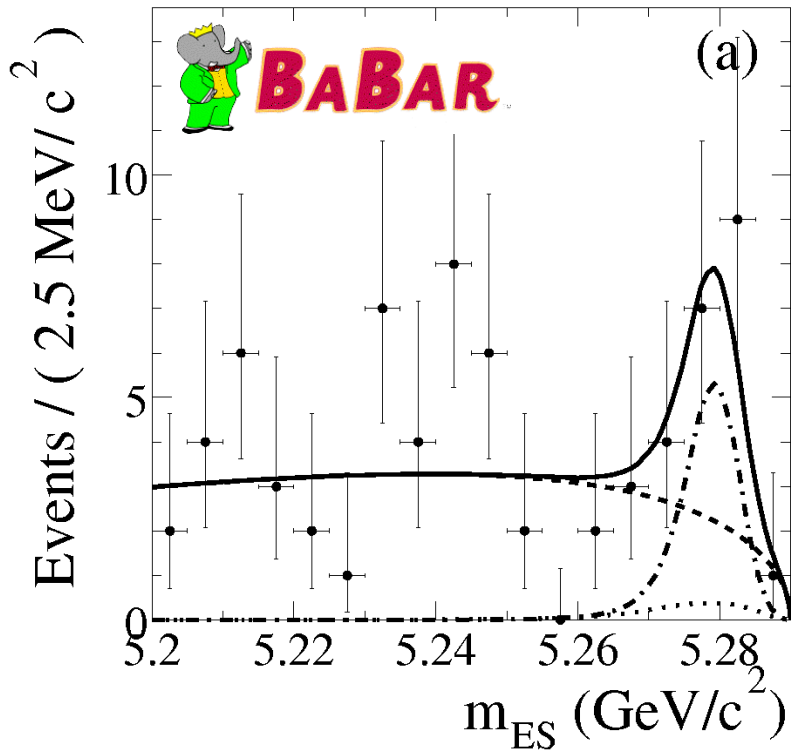


# Asimmetria di CP nel $\pi^+\pi^-$



Differenza al livello di  $\sim 2.2\sigma$  tra Belle e BaBar

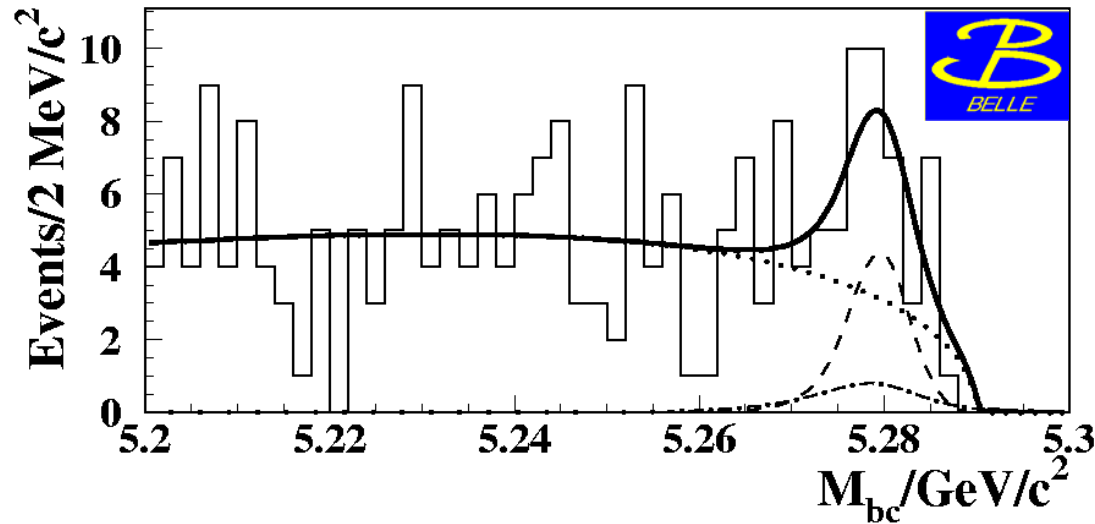
# $\pi^0\pi^0 e'$ stato trovato.....



$46 \pm 13$  events

$BR = (2.1 \pm 0.6 \pm 0.3) 10^{-6}$

$4.2\sigma$  significance



$26 \pm 9$  events

$BR = (1.7 \pm 0.6 \pm 0.2) 10^{-6}$

$3.4\sigma$  significance

## .....ma il branching ratio non ci piace!

- Troppo piccolo per l'analisi di isospin.
- Troppo grande per mettere un limite efficace
  - e.g., Grossmann-Quinn bound (PRD58, 017504, 1998)

$$\sin^2(\alpha_{eff} - \alpha) < \frac{\text{BR}(B^0/\bar{B}^0 \rightarrow \pi^0\pi^0)}{\text{BR}(B^\pm \rightarrow \pi^+\pi^-)}$$

Risulta in  $|\alpha_{eff} - \alpha| < 47^\circ$

## Una possibile via d'uscita: $B \rightarrow \rho^+ \rho^-$

- Come  $\pi^+ \pi^-$ , but  $\rho$  is  $J=1 \rightarrow L=0,1,2$  possible  $\rightarrow$  non e' un CP eigenstate.
- Ma  $\rho\rho$  e' misurato quasi 100% polarizzato longitudinalmente. (CP-even):

$$f_L(\rho^+ \rho^-) = (99 \pm 3 \pm_{-3}^+ 4)\%$$

$$f_L(\rho^+ \rho^0) = (96 \pm_{-7}^+ 5)\%$$

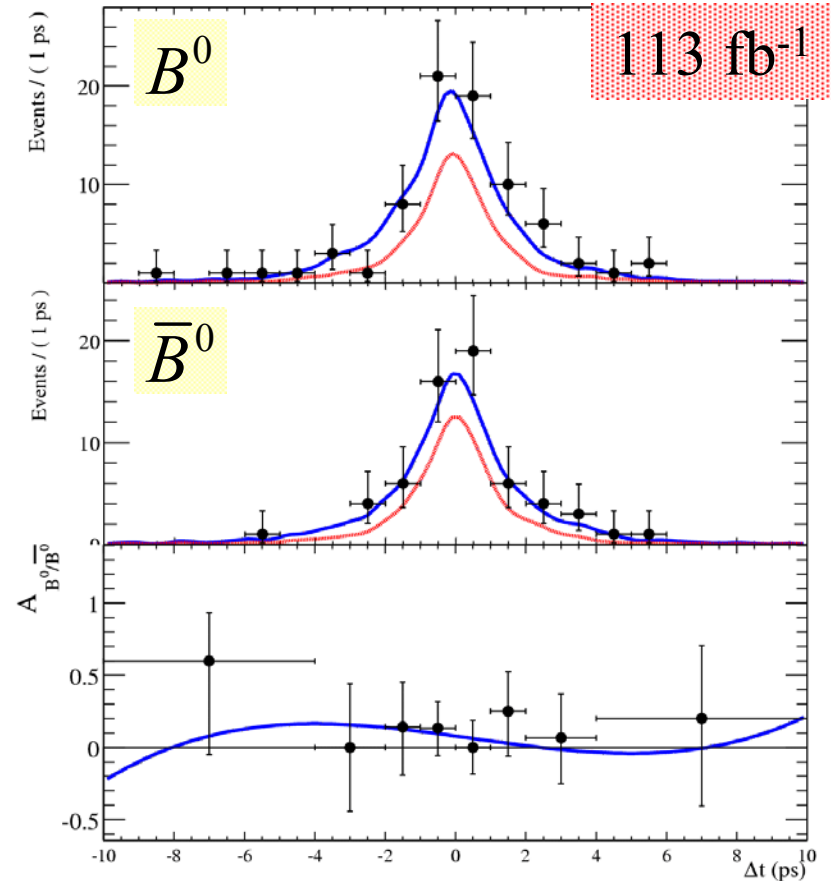
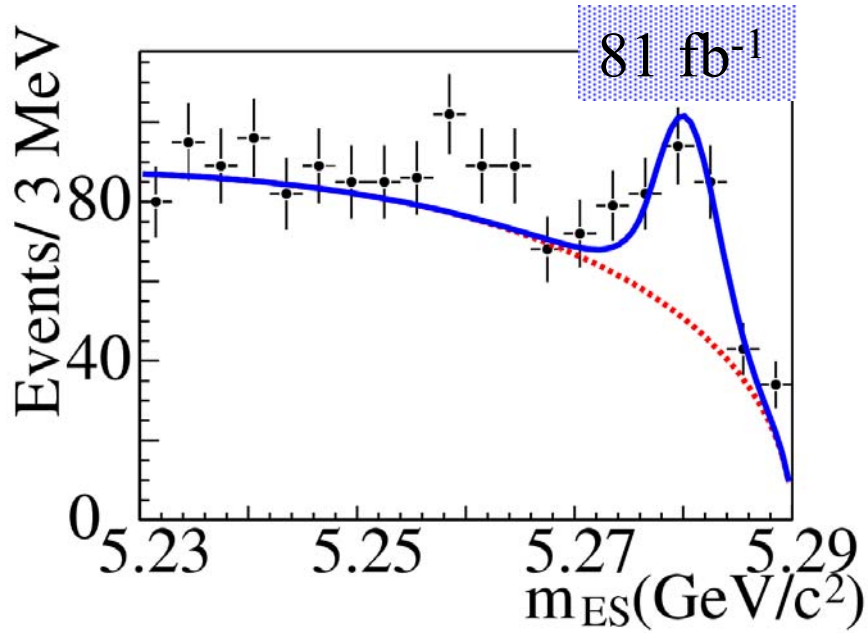
- Non c'e' bisogno di fare un' analisi angolare complicata.

# $B \rightarrow \rho^+ \rho^-$ : sempre meglio....

| Mode  | BR   |
|---|--|
| $B^0 / \bar{B}^0 \rightarrow \rho^+ \rho^-$ | $(30 \pm 4 \pm 5) \times 10^{-6}$                |
| $B^\pm \rightarrow \rho^\pm \rho^0$         | $(26.4 \pm 6.4) \times 10^{-6}$                  |
| $B^0 / \bar{B}^0 \rightarrow \rho^0 \rho^0$ | $(0.62_{-0.60}^{+0.72} \pm 0.12) \times 10^{-6}$ |

- $B \rightarrow \rho^0 \rho^0$  e' molto piccolo!
- Grossman-Quinn bound e' utile:

$$|\alpha_{\text{eff}} - \alpha| < 16^\circ (13^\circ) @ 90\% (68.3\%) \text{ C.L.}$$



$$S_{\text{long}} = -0.19 \pm 0.33 \pm 0.11$$

$$C_{\text{long}} = -0.23 \pm 0.24 \pm 0.14$$

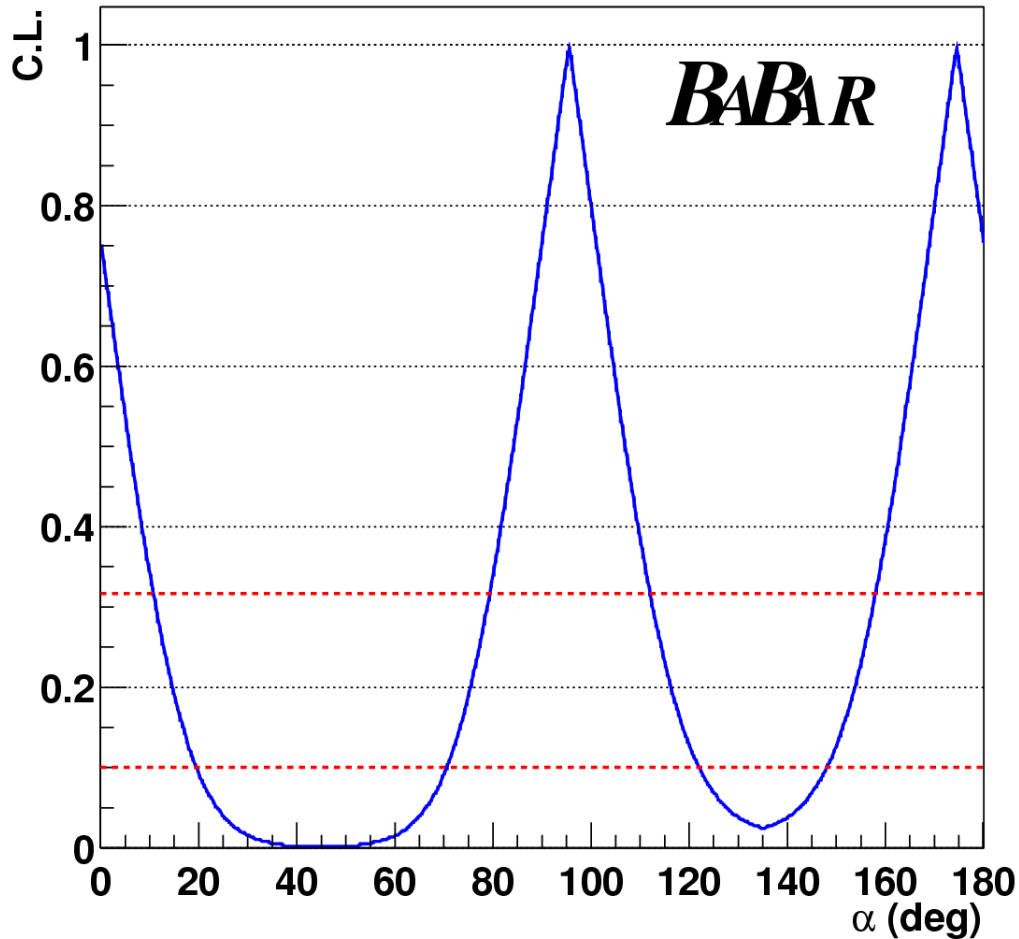


**BABAR**

# $B \rightarrow \rho\rho$ isospin analysis



**BABAR**



$$\alpha = 96^\circ \pm 10^\circ \text{ (stat.)} \pm 4^\circ \text{ (syst.)} \pm 13^\circ \text{ (penguin)}$$

Preliminare, ignorando interferenza, contribuzione NR, amp.  $I=1$



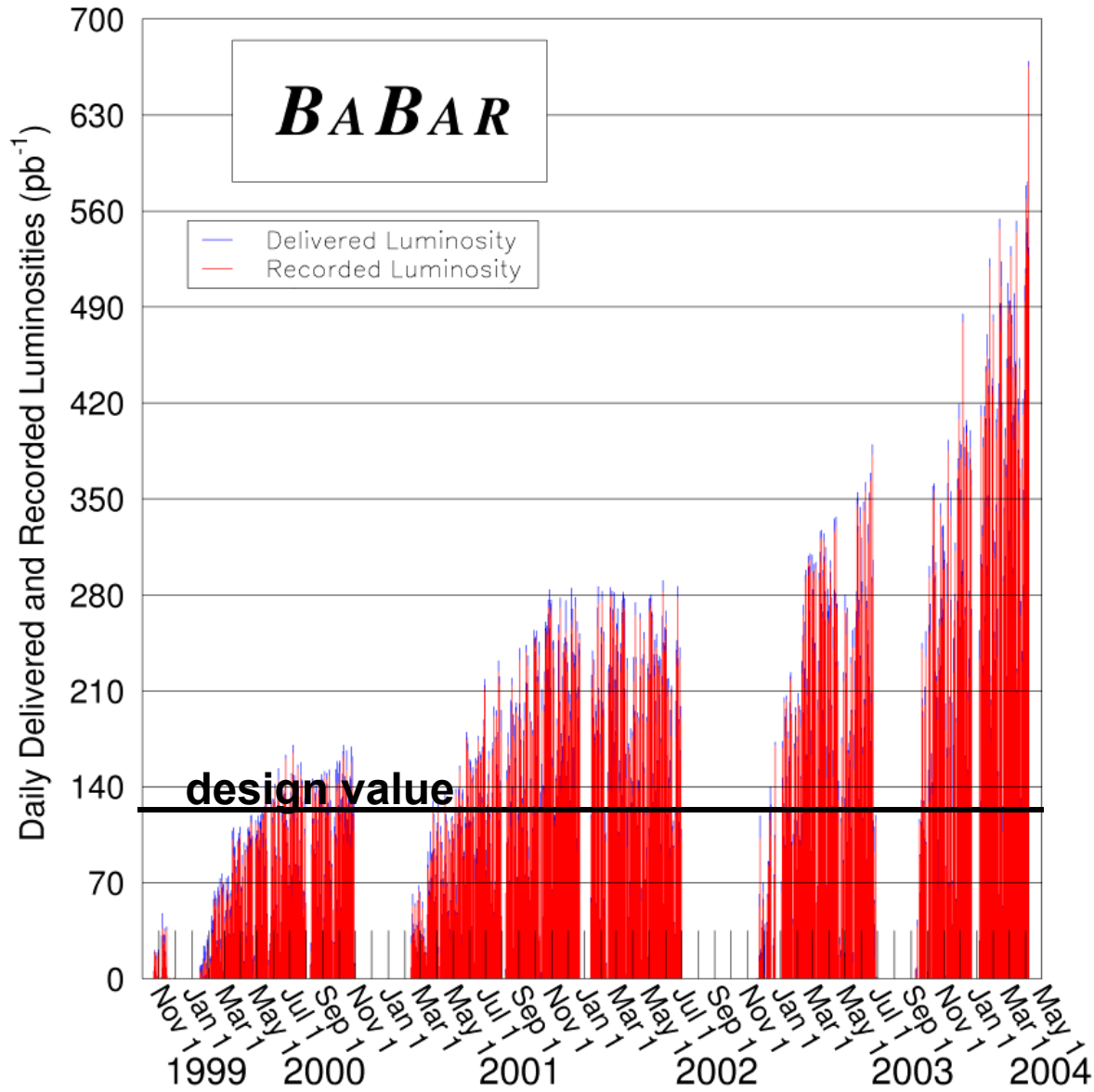
# $\alpha$ : Situazione & Prospettive

- Troppa penguin pollution nel  $B \rightarrow \pi\pi$
- Misurato  $B \rightarrow \pi^0\pi^0$ , ma:
  - Troppo piccolo per un'analisi di isospin efficace
  - Troppo grande per un limite non banale su  $|\alpha_{\text{eff}} - \alpha|$ .
- Pianeti allineati correttamente per  $B \rightarrow \rho\rho$ ?
  - Polarizzato longitudinalmente, CP eigenstate
  - $B \rightarrow \rho^0\rho^0$  molto piccolo indica che la penguin pollution e' piccola
    - Perche' funziona?
- In cantiere ci sono anche altri approcci ( $\rho\pi$ ).

# L'angolo $\gamma = \arg(V_{ub}^*)$

- “Conventional wisdom” alle B-factories:
  - $\beta$  e' facile
  - $\alpha$  e' difficile
  - $\gamma$  e' impossibile
- Ma forse non tutto e' perduto.....
  1. Le B-factories stanno accumulando dati molto velocemente
  2. Sule mercato ci sono tante idee, alcune abbastanza nuove
  3. L'ampiezza  $b \rightarrow u$  color suppressed potrebbe essere + grande di non ci si aspettasse

# 1. BaBar $\int L \cdot dt$ /giorno: now 4x progetto. Belle anche di piu'...



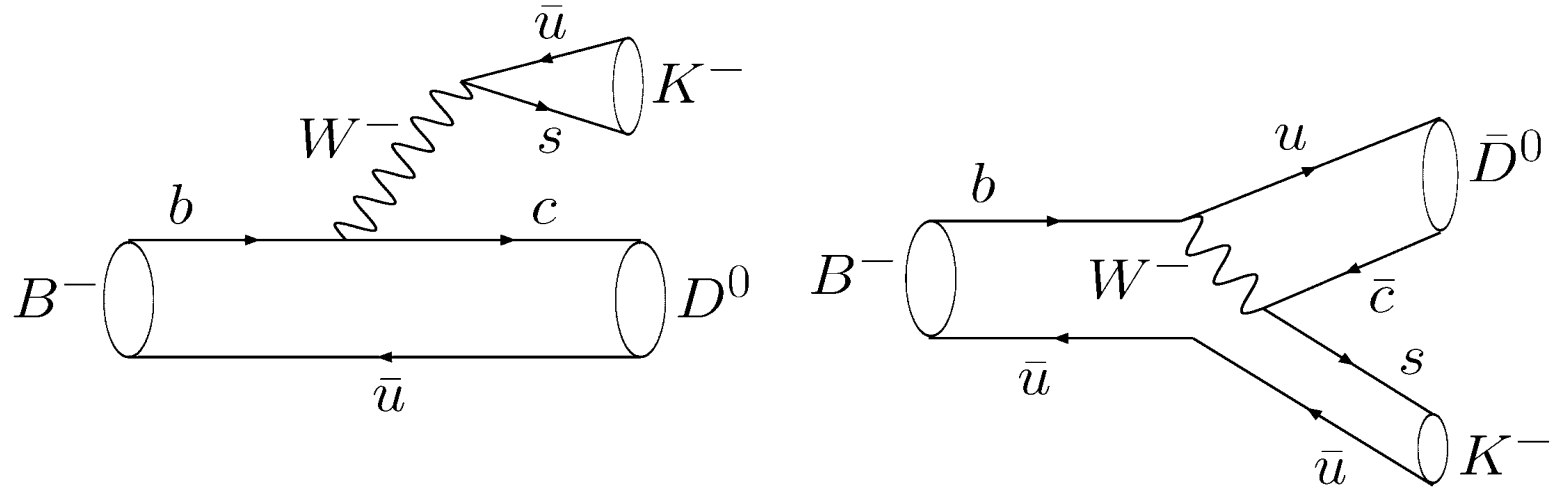
## 2. Tante idee per $\gamma$ : alcune vecchie, alcune nuove, altre variazioni sul tema

- $B^- \rightarrow D^{(*)0} K^{(*)-}$ 
  - Tante possibilita' per l'interferenza  $D/\bar{D}$ :
    - $D/\bar{D} \rightarrow$  CP eigenstates
    - $D/\bar{D} \rightarrow$  non-CP eigenstates
      - 2 corpi,  $D/\bar{D}$  singly Cabibbo suppressed
      - 2 corpi, D doubly Cabibbo suppressed,  $\bar{D}$  Cabibbo favored
      - 3 corpi, Dalitz analysis
- $\sin(2\beta+\gamma)$  da  $B \rightarrow D^{(*)}\pi$  or  $B \rightarrow D^{(*)}\rho$ 
  - Piccola distorsione (livello %) da  $\cos\Delta m\Delta t$  (mixing)
  - Assunzioni di SU(3), a parte (forse)  $D^*\rho$

## 2. Idee per $\gamma$ , cont.

- $B \rightarrow D K \pi$ 
  - Come  $B \rightarrow DK$ , ma l'interferenza potrebbe essere molto + grande
  - Analisi di Dalitz plot
  - Mancano dati
- $\sin(2\beta+\gamma)$  da  $B \rightarrow D^{(*)0} K_S$ 
  - Effetto grosso ( $\sim 40\%$ ), ma poca statistica

### 3. E' possibile che l'ampiezza $b \rightarrow u$ color suppressed sia + grande del previsto?



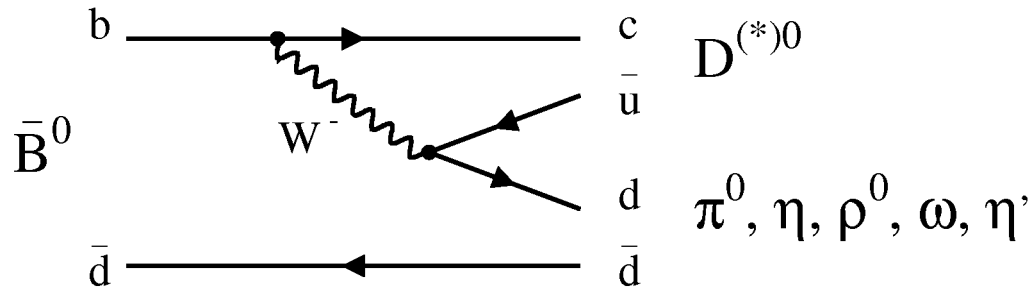
$\gamma$  dall'interferenza tra  $B^- \rightarrow DK^-$  e  $B^- \rightarrow \bar{D}K^-$  quando D e  $\bar{D}$  decadono in uno stato finale comune.

$$r_B \equiv \left| \frac{A(B^- \rightarrow \bar{D}^0 K^-)}{A(B^- \rightarrow D^0 K^-)} \right| \approx \left| \frac{V_{ub} V_{cs}^*}{V_{cb} V_{us}^*} \right| \times \frac{1}{3} \approx 0.09$$

$r_B$  determina la scala dell'interferenza.

+ grande  $r_B \rightarrow$  + interferenza  $\rightarrow$  + sensibilita a  $\gamma$

# Color suppressed $b \rightarrow c$ + grande del previsto



Branching Fractions in units of  $10^{-4}$ :

| Mode            | Cleo          | BaBar         | Belle         | Theory        |
|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| $D^0 \pi^0$     | $2.7 \pm 0.7$ | $2.9 \pm 0.4$ | $3.1 \pm 0.6$ | 0.58 [1]      |
| $D^{*0} \pi^0$  | $2.2 \pm 1.0$ | $2.9 \pm 0.6$ | $2.7 \pm 1.0$ | 0.65 [1]      |
| $D^0 \eta$      |               | $2.5 \pm 0.4$ | $1.4 \pm 0.6$ | 0.34 [1]      |
| $D^{*0} \eta$   |               | $2.6 \pm 0.6$ | $2.0 \pm 1.0$ | 0.37 [1]      |
| $D^0 \omega$    |               | $3.0 \pm 0.5$ | $1.8 \pm 0.4$ | 0.66 [1]      |
| $D^{*0} \omega$ |               | $4.2 \pm 1.1$ | $3.1 \pm 1.5$ | 1.7 [2]       |
| $D^0 \eta'$     |               | $1.7 \pm 0.4$ |               | 0.30-0.32 [3] |
| $D^{*0} \eta'$  |               | $1.3 \pm 0.7$ |               | 0.41-0.47 [3] |
| $D^0 \rho^0$    |               |               | $2.9 \pm 1.1$ | 0.66 [1]      |

[1] Chua, Hou, Yang, PRD **65** 096007 (2002).

[2] Deandrea, Polosa, EPJ **C22** 677 (2002).

[3] Neubert, Stech, Heavy Flavors II.

- La discrepanza potrebbe essere dovuta al fatto che la color suppression non e' poi cosi forte
  - Oppure a qualcosa d'altro (rescattering?)
- E' plausibile che  $r_B \sim 0.2$  non  $r_B \sim 0.1$
- In questo caso sarebbe molto + facile estrarre  $\gamma$ 
  - Esempio in seguito



# $\gamma$ da $B \rightarrow DK$ , il classic metodo di Gronau-London-Wyler (GLW)

$D_{\pm}$  e' il decadimento  $CP = \pm 1$  del D neutro

$$R_{\pm} \equiv 2 \frac{\Gamma(B^{-} \rightarrow D_{\pm} K^{-}) + \Gamma(B^{+} \rightarrow D_{\pm} K^{+})}{\Gamma(B^{-} \rightarrow D^0 K^{-}) + \Gamma(B^{+} \rightarrow \bar{D}^0 K^{+})}$$

$$A_{\pm} \equiv \frac{\Gamma(B^{-} \rightarrow D_{\pm} K^{-}) - \Gamma(B^{+} \rightarrow D_{\pm} K^{+})}{\Gamma(B^{-} \rightarrow D_{\pm} K^{-}) + \Gamma(B^{+} \rightarrow D_{\pm} K^{+})}$$

con

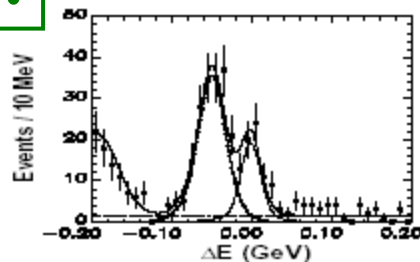
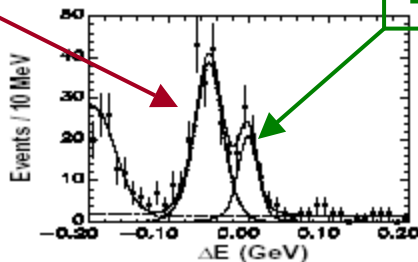
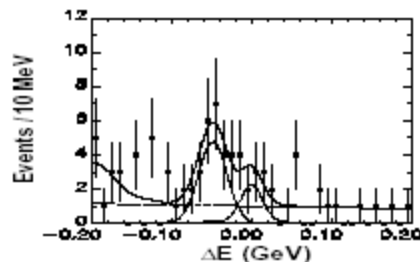
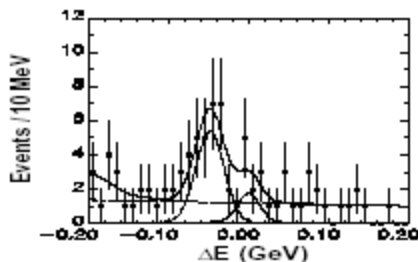
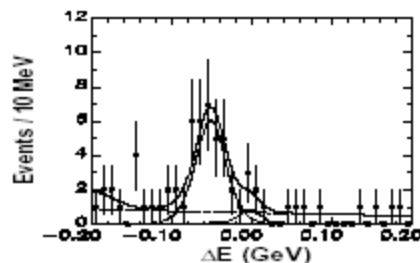
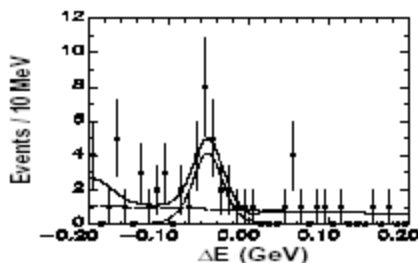
$$R_{\pm} = 1 + r_B^2 \pm 2r_B \cos \delta_B \cos \gamma$$

$$A_{\pm} = \frac{\pm 2r_B \sin \delta_B \sin \gamma}{R_{\pm}}$$

fase forte

Misurare  $A_{\pm}, R_{\pm}$ : risolvere per  $\delta_B, r_B$ , and  $\gamma$

DK

 $B^- \rightarrow DK^-$  $D\pi$  $B^+ \rightarrow DK^+$  $D \rightarrow K\pi$  $CP = +1$  $D \rightarrow K^+K^-, \pi^+\pi^-$  $CP = -1$  $D \rightarrow K_S\pi^0, K_S\phi, K_S\omega, K_S\eta, K_S\eta'$ 

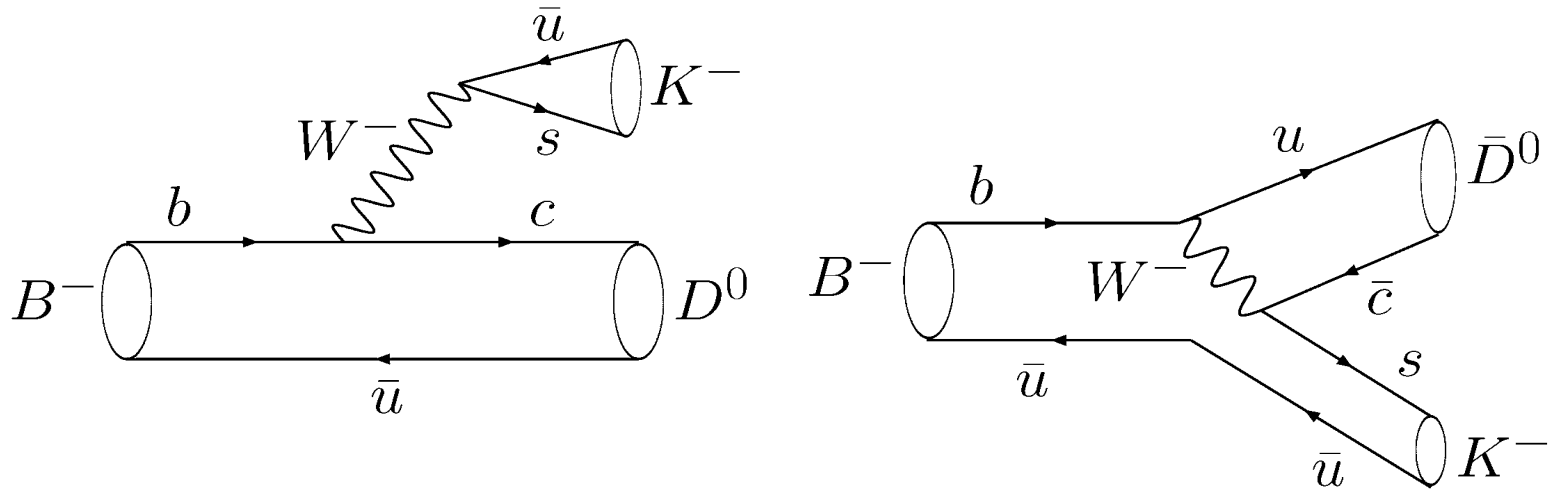
|   | Belle                     | Babar  |
|---|---------------------------|--|
| $\frac{\Gamma(B^- \rightarrow D^0 K^-)}{\Gamma(B^- \rightarrow D^0 \pi^-)}$ | $7.7 \pm 0.5 \pm 0.6\%$   | $8.31 \pm 0.35 \pm 0.2\%$                                |
| $A_+$   | $0.06 \pm 0.19 \pm 0.04$  | $0.07 \pm 0.17 \pm 0.06$                                 |
| $A_-$   | $-0.19 \pm 0.17 \pm 0.05$ |  |
| $R_+$   | $1.21 \pm 0.25 \pm 0.14$  | $\frac{8.8 \pm 1.6 \pm 0.5\%}{8.31 \pm 0.35 \pm 0.20\%}$ |
| $R_-$   | $1.41 \pm 0.27 \pm 0.15$  |  |

O(90M)  
 $B\bar{B}$  pairs

# GLW

- Non ci sono limiti importanti.
  - $A_{\text{sim}} = 2r_B \sin\delta_B \sin\gamma \sim (0.0-0.4)\sin\gamma$
  - Incertezza statistica  $\sim 20\%$  / esperimento
- Importante:
  - Questo (e verosimilmente) tutti gli altri metodi non funzioneranno singolarmente alle B-factories.
  - Ma combinati insieme potrebbero
  - La combinazione e' semplice:
    - Root-N statistics

# Metodo Atwood-Dunietz-Soni (ADS) e simili



Come GLW, ma lo stato finale  $D^0/\bar{D}^0$  non e' un CP-eigenstate.

- **ADS: Cabibbo favored e doubly-Cabibbo suppressed**
  - e.g.  $D^0 \rightarrow K^+ \pi^-$  and  $\bar{D}^0 \rightarrow K^+ \pi^-$
  - Entrambi singly Cabibbo suppressed
  - e.g.  $K^{*+} K^-$
- Trattamento come GLW, ma entra in gioco la fase forte nel decadimento del D

# ADS, es. stato finale $K^+\pi^-$

Il rapporto tra i BR di ADS e quello col decadimento del D “normale” (Cabibbo favored), e' semplicemente:

$$\frac{BR([K^+\pi^-]K^-)}{BR([K^-\pi^+]K^-)} = r_B^2 + r_D^2 + 2r_B r_D \cos(\delta_B + \delta_D + \gamma)$$
$$\frac{BR([K^-\pi^-]K^+)}{BR([K^+\pi^-]K^+)} = r_B^2 + r_D^2 + 2r_B r_D \cos(\delta_B + \delta_D - \gamma)$$

Dove

$$r_D^2 = \frac{BR(D^0 \rightarrow K^+\pi^-)}{BR(D^0 \rightarrow K^-\pi^+)} = (3.9 \pm 0.6) \times 10^{-3}$$

Bonus: grande violazione di CP violation perche'  $r_B \sim r_D$

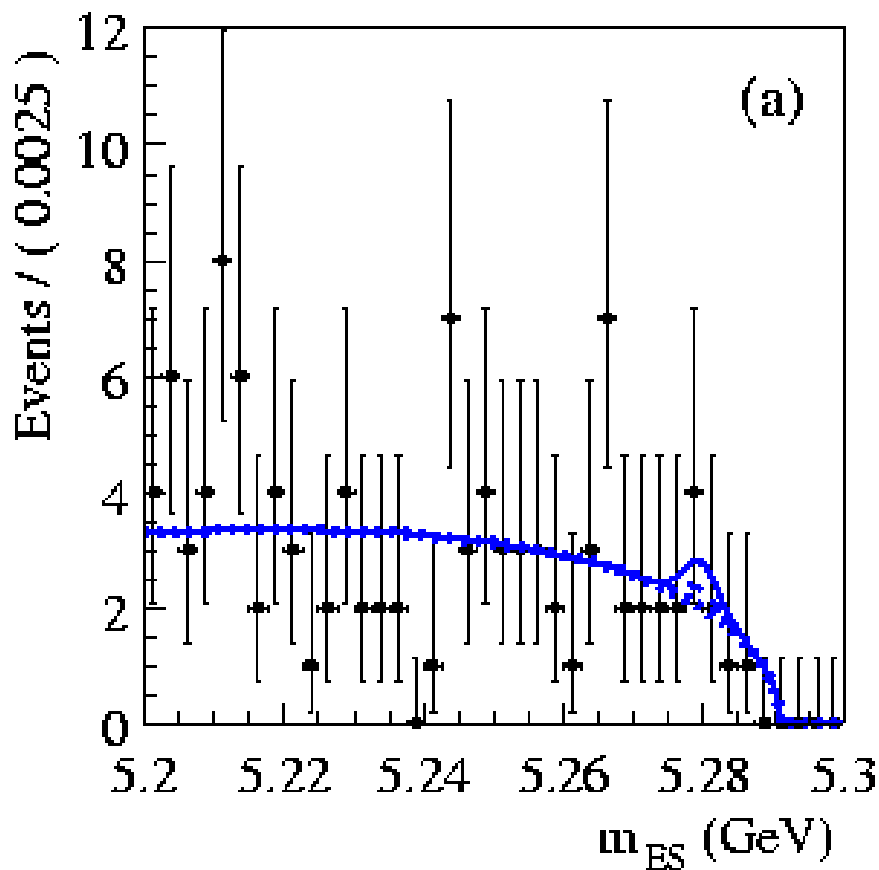


BABAR

# ADS ( $K\pi$ mode)



BABAR



Niente segnale  $\rightarrow$  limite

$r_B < 0.22$  (any  $\gamma$ )

$r_B < 0.20$  ( $48^\circ < \gamma < 73^\circ$ )



# Un metodo promettente



Interferenza nel Dalitz plot di  $B^- \rightarrow DK^-$  con  $D/\bar{D} \rightarrow K_S \pi^+ \pi^-$ .

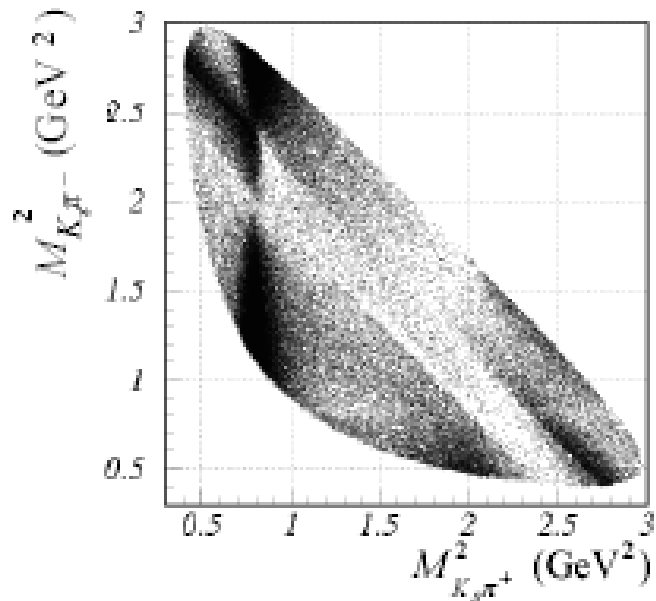
$$\begin{aligned}
 A(B^-) &= \overbrace{f(M_-^2, M_+^2)}^{B^- \rightarrow D} + \overbrace{r_B e^{(-i\gamma + i\delta)} f(M_+^2, M_-^2)}^{B^- \rightarrow \bar{D}} \\
 A(B^+) &= \overbrace{f(M_+^2, M_-^2)}^{B^+ \rightarrow \bar{D}} + \overbrace{r_B e^{(+i\gamma + i\delta)} f(M_-^2, M_+^2)}^{B^+ \rightarrow D}
 \end{aligned}$$

$M_{\pm} = \text{Mass}(K_S \pi^{\pm})$

$f = \text{Dalitz Amplitude for } D \text{ decay}$

# Analisi di Belle (da Poluektov, Moriond EWK)

$f$  = somma di risonanze determinate da un campione di  $D^{*-} \rightarrow D^0 \pi^-$

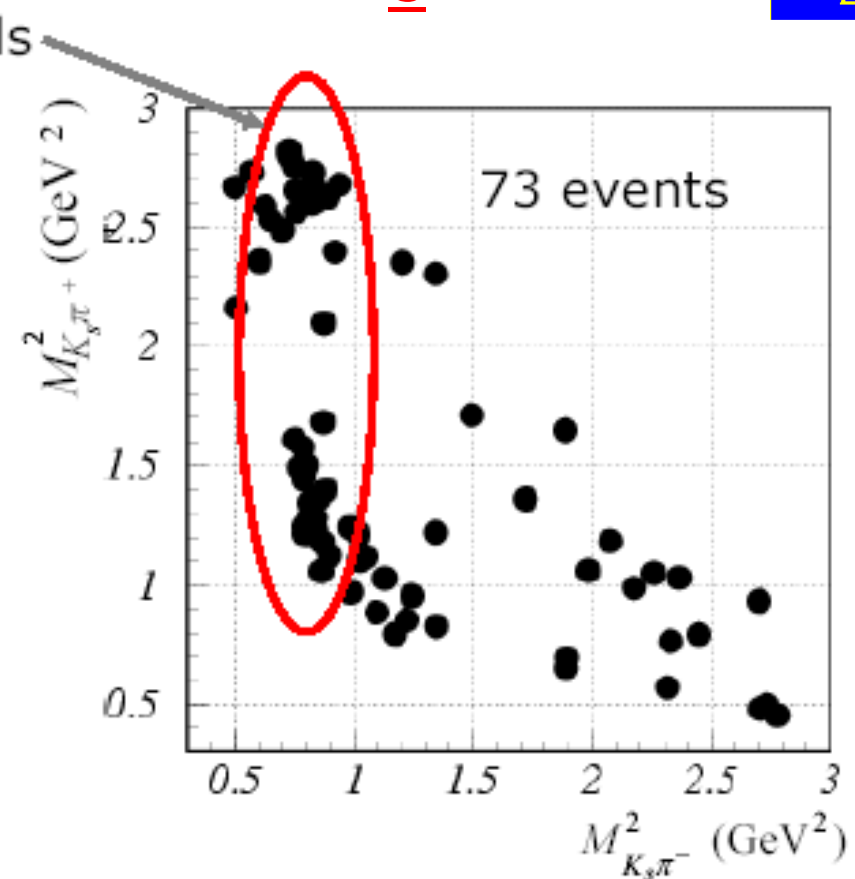
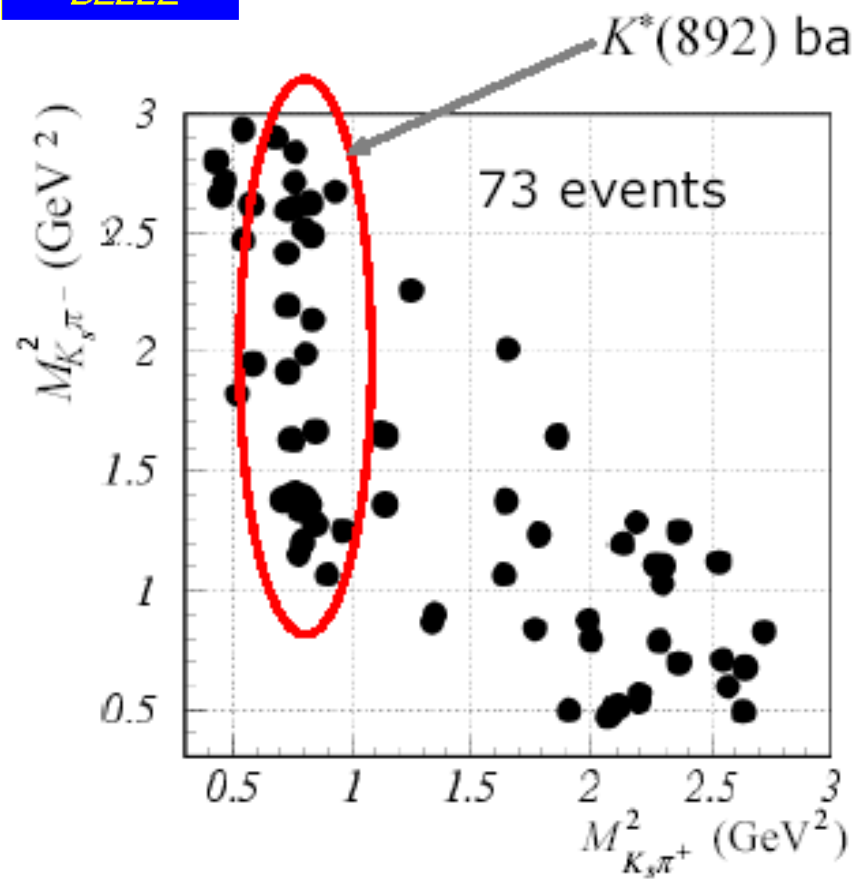


| Resonance           | Our fit                         |                 |              |
|---------------------|---------------------------------|-----------------|--------------|
|                     | Amplitude                       | Phase, °        | Fit fraction |
| $\sigma_1 K_S$      | $1.66 \pm 0.11$                 | $218.0 \pm 3.8$ | 11%          |
| $\rho(770) K_S$     | 1                               | 0               | 21%          |
| $\omega K_S$        | $(3.30 \pm 1.13) \cdot 10^{-2}$ | $114.3 \pm 2.3$ | 0.4%         |
| $f_0(980) K_S$      | $0.405 \pm 0.008$               | $212.9 \pm 2.3$ | 4.8%         |
| $\sigma_2 K_S$      | $0.31 \pm 0.05$                 | $236 \pm 11$    | 0.9%         |
| $f_2(1270) K_S$     | $1.36 \pm 0.06$                 | $352 \pm 3$     | 1.5%         |
| $f_0(1370) K_S$     | $0.82 \pm 0.10$                 | $308 \pm 8$     | 0.9%         |
| $K^*(892) \pi^+$    | $1.656 \pm 0.012$               | $137.6 \pm 0.6$ | 60%          |
| $K^*(892) \pi^-$    | $0.149 \pm 0.007$               | $325.2 \pm 2.2$ | 0.5%         |
| $K^*_0(1430) \pi^+$ | $1.96 \pm 0.04$                 | $357.3 \pm 1.5$ | 5.8%         |
| $K^*_0(1430) \pi^-$ | $0.30 \pm 0.05$                 | $128 \pm 8$     | 0.1%         |
| $K^*_2(1430) \pi^+$ | $1.32 \pm 0.03$                 | $313.5 \pm 1.8$ | 2.8%         |
| $K^*_2(1430) \pi^-$ | $0.21 \pm 0.03$                 | $281.5 \pm 9$   | 0.07%        |
| $K^*(1680) \pi^-$   | $2.56 \pm 0.22$                 | $70 \pm 6$      | 0.4%         |
| $K^*(1680) \pi^+$   | $1.02 \pm 0.22$                 | $102 \pm 11$    | 0.07%        |
| Non resonant        | $6.1 \pm 0.3$                   | $146 \pm 3$     | 24%          |

Dipendenza dal modello....



$B \rightarrow D/\bar{D} K \quad D/\bar{D} \rightarrow K_S \pi^+ \pi^-$



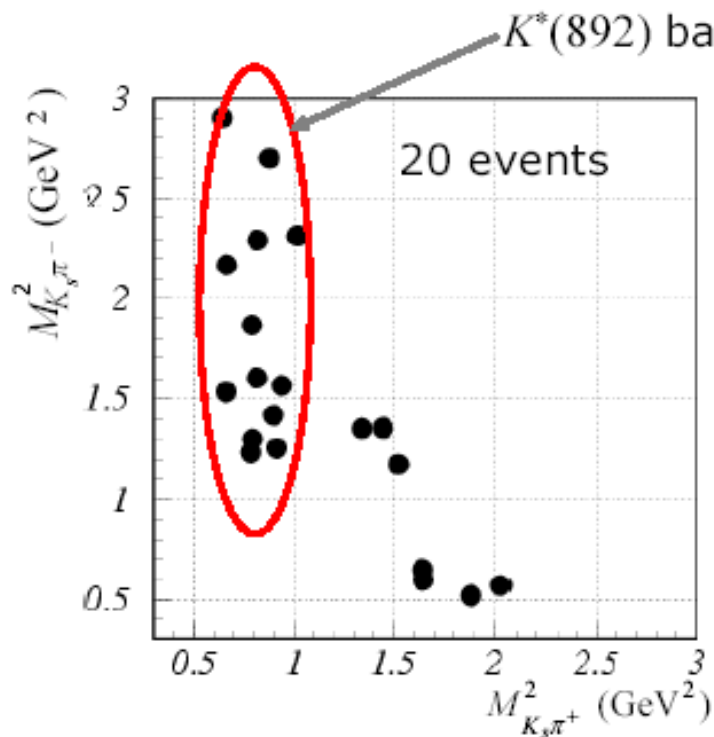
$D^0$  from  $B^+ \rightarrow D^0 K^+$

$$r_B = 0.28^{+0.09}_{-0.11}$$

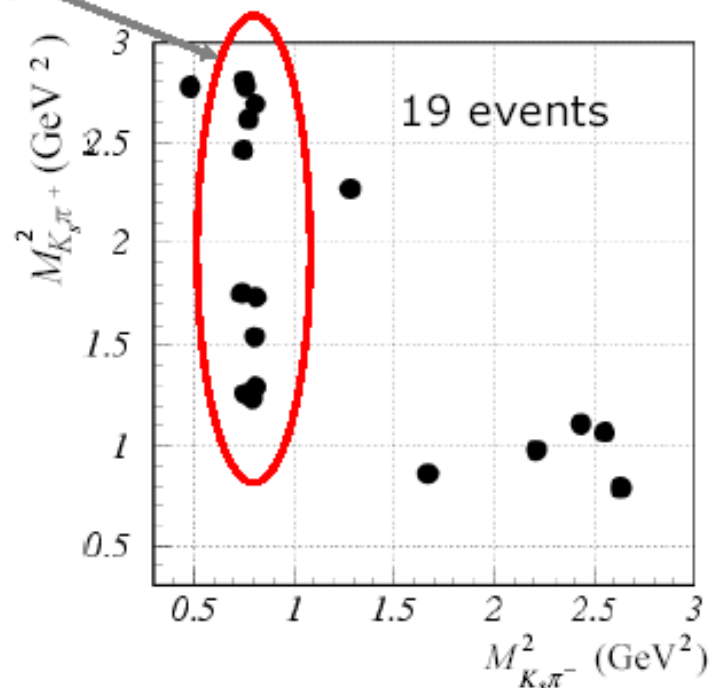
$$\gamma = 86^\circ \pm 20^\circ$$

$D^0$  from  $B^- \rightarrow D^0 K^-$   
( $\pi^+$  and  $\pi^-$  interchanged)

$B \rightarrow D^*/\bar{D}^*$      $D^*/\bar{D}^* \rightarrow D/\bar{D}\pi^0$      $D/\bar{D} \rightarrow K_S \pi^+\pi^-$



$D^0$  from  $B^+ \rightarrow D^{*0}K^+$



$D^0$  from  $B^- \rightarrow D^{*0}K^-$   
( $\pi^+$  and  $\pi^-$  interchanged)

$$\gamma = 51^\circ \pm 47^\circ$$

Combined:

$$\gamma = 81^\circ \pm 19^\circ \pm 13^\circ(\text{syst.}) \pm 11^\circ(\text{model})$$

# Una estrapolazione semplice e molto incompleta delle possibilita' per $\gamma$

- Combinati soltanto i due canali meglio capiti (da me)
  - ADS ( $K\pi$ ) & GLW
- 1 expt @ 500 fb<sup>-1</sup>
  - Belle OPPURE BaBar, ~ 2005-6
- Diverse assunzioni per  $r_B$ , fasi
- Puo' solo **migliorare** aggiungendo canali
  - Ma non si sa ancora (almeno io) come estrapolarli

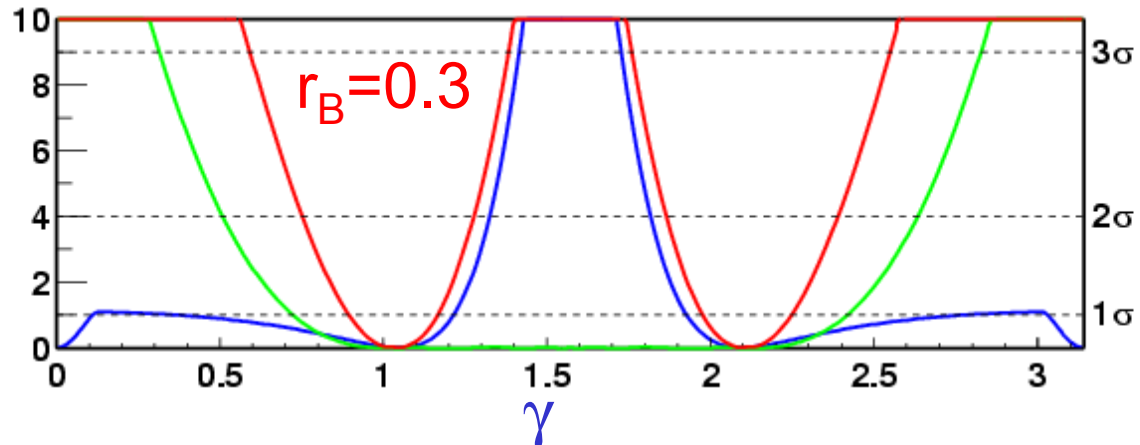
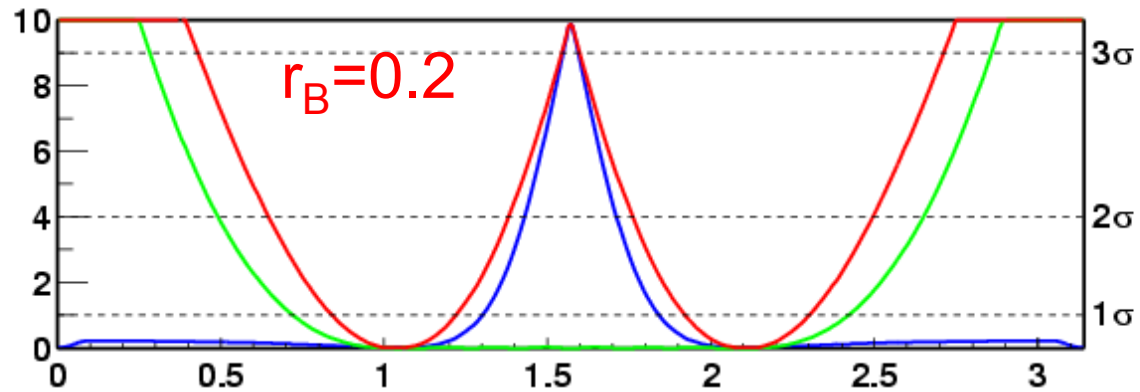
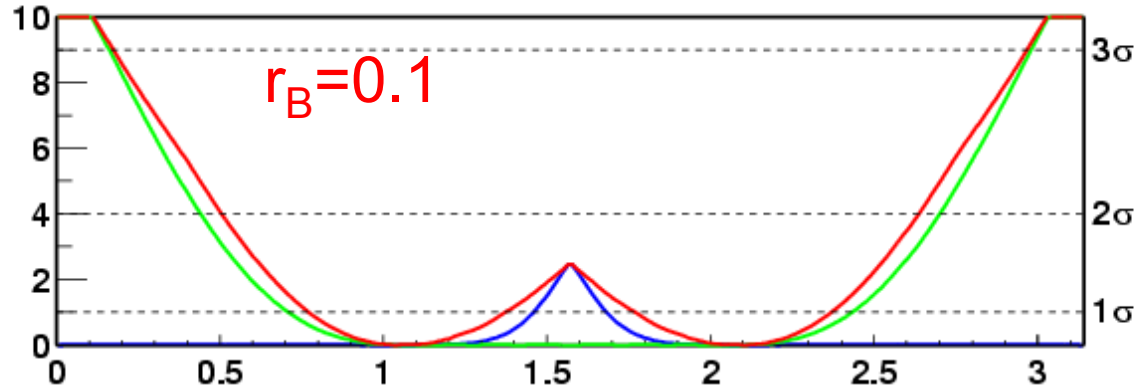
Green: ADS only    Blue: GLW only    Red: Combined

Inputs:

$$\gamma = 60^\circ$$

$$\delta_B = 0^\circ$$

$$\delta_D = 250^\circ$$



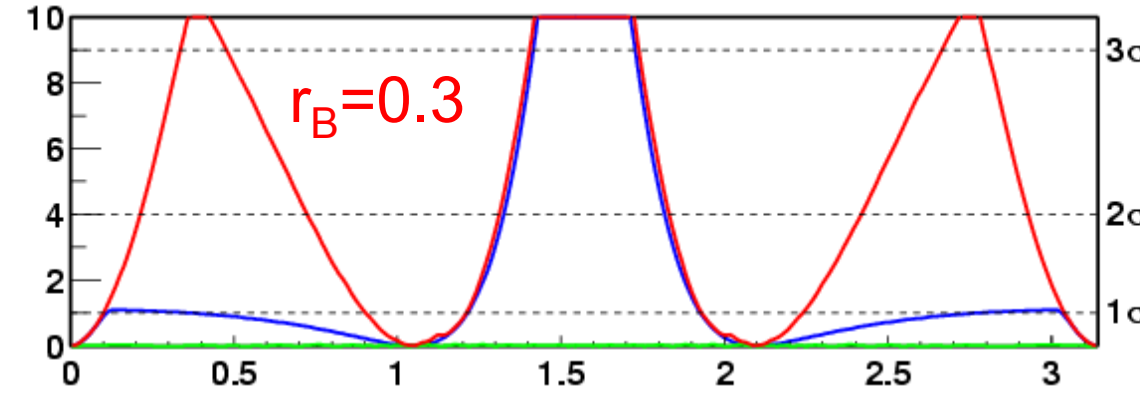
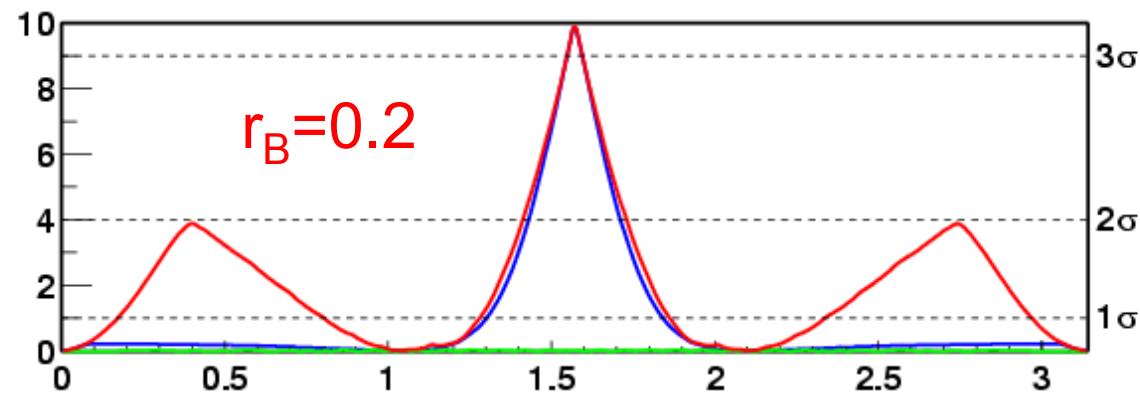
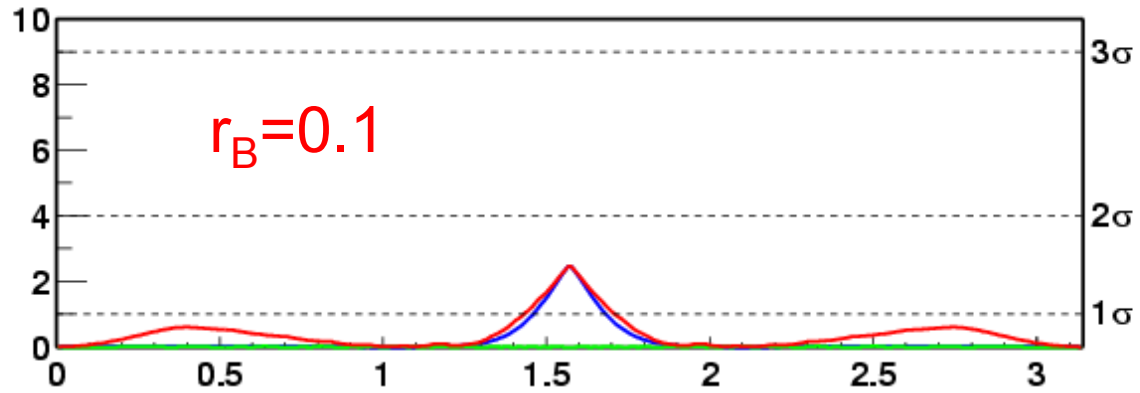
Green: ADS only    Blue: GLW only    Red: Combined

Inputs:

$\gamma = 60^\circ$

$\delta_B = 0^\circ$

$\delta_D = 0^\circ$



$\gamma$

# $\gamma$ : Stato e Prospettive

- Sembrava senza speranza, adesso situazione un po' + rosea.
- Non c'e' un canale "magico", bisogna combinare molte misure.
- Belle e BaBar stanno mettendo le fondamenta.
- Le dimensioni dell'ampiezza  $b \rightarrow u$  color suppressed e' importante.
  - Ma anche I dettagli delle fasi...
- Ci sara' da divertirsi

# Conclusione

- Dopo aver misurato  $\beta$  nei decadimenti del charmonio ( $b \rightarrow c\bar{c}s$ ), l'interesse si sta spostando sulla ricerca di Nuova Fisica nei pinguini  $b \rightarrow s$ 
  - Niente di nuovo, entro la statistica e le incertezze teoriche, a parte il  $\phi K_S$  di Belle
  - Situazione da tenere d'occhio
  - I limiti sperimentali sono abbastanza chiari. Ma quelli teorici?
- Il canale  $B \rightarrow \rho\rho$  potrebbe essere il metodo che ci dara'  $\alpha$
- Per  $\gamma$ , ci sono tante idee e tanto lavoro da fare. La situazione si dovrebbe chiarire nei prossimi 1-2 anni.