

Il Gruppo1 della Sezione INFN di Pisa dal 1960 al 2003

Giorgio Bellettini

Prolusione pronunciata in occasione della
inaugurazione della sede della Sezione
in via Buonarroti in Pisa
22 ottobre 2003

Una crescita forse unica

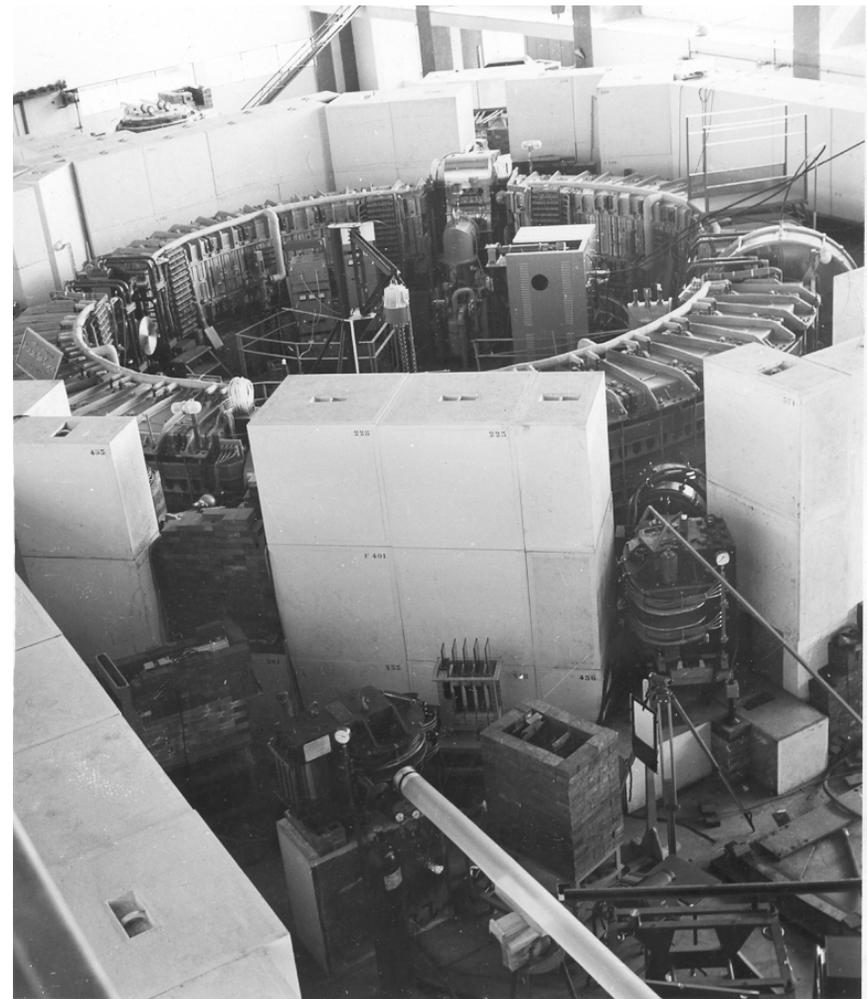
In questi 45 anni siamo passati da un manciata di ragazzotti che cercavano di fare qualche cosa di buono ad una comunità di oltre 100 fisici stimati in tutto il mondo.

Abbiamo prodotto e stiamo producendo risultati sperimentali che resteranno nei libri della nostra fisica.

Il sincrotrone ed il fascio γ

$$\gamma A \rightarrow \pi^0 A, \quad \theta \cong 0$$

$$E_\gamma \approx 1000 \text{ MeV}$$



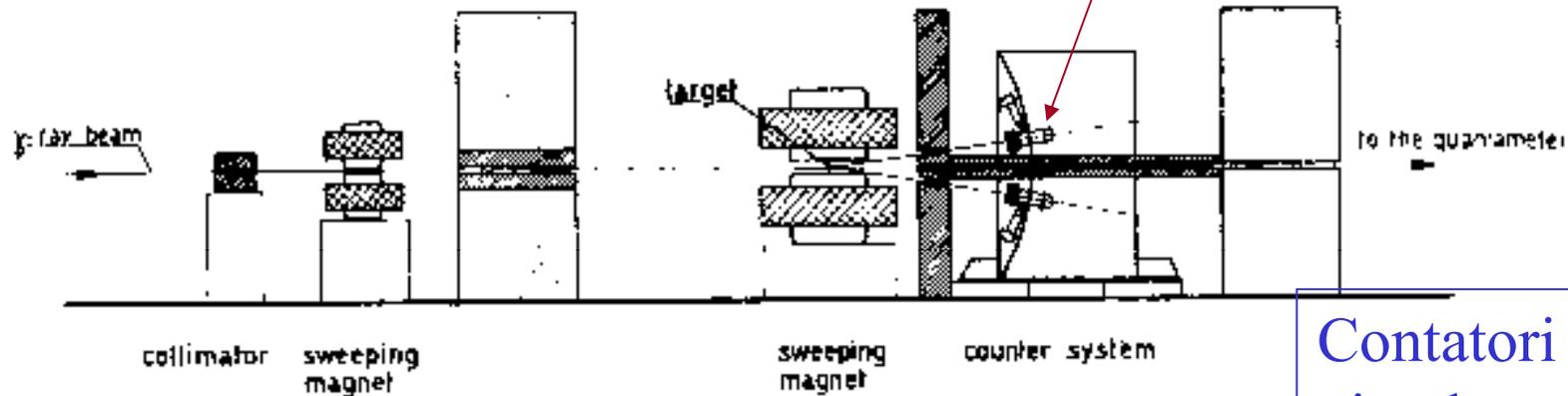
L'apparato Primakov di Frascati

I π^0 venivano rivelati da coincidenze di due cerenkov integrali, fra i primi ad essere impiegati in esperimenti di fisica subnucleare.

Volume 18, number 3

PHYSICS LETTERS

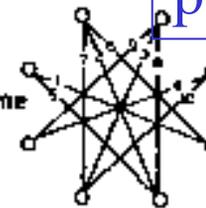
1 September 1965



Contatori di vetro-piombo

Fig. 1. Experimental layout (side view). The schematic front view of the counter system illustrates the 10 couplings between the top and the bottom counters. With a top energy of the bremsstrahlung beam of 1.05 GeV, channels 1 to 4 and 5 to 10 detected pions of 0.95 and 1.00 GeV mean energy, respectively.

couplings scheme



Giorgio Bellettini, Pier Luigi Braccini, Carlo Bemporad, Lorenzo Foa

UNA FOTO DI GRUPPO A FRASCATI

A.Bechini

L.Foa'

G.Bellettini

P.L.Braccini

C.Betti

A.Mariotti

C.Bemporad

I.F.Quercia

E. Gradl



Vedere i π^0 dell'effetto Primakov

Correlazione
fra impulsi in
coincidenza

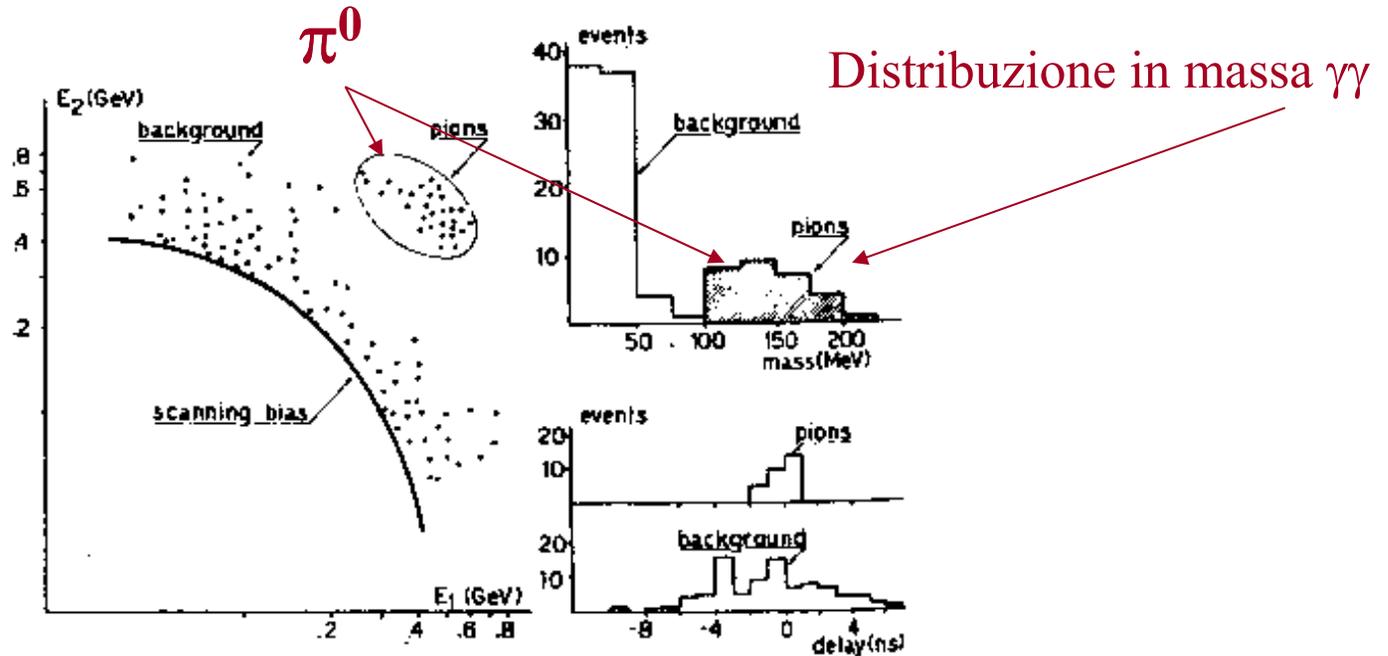


Fig. 2. Typical plot showing the pulse height correlation for gamma-gamma events, and the corresponding mass distribution if each event is attributed to the decay of a single particle into two photons. The delay histograms for events inside and outside the pion locus, as discussed in the text, are also given.

La vita media del π^0

Il risultato di Frascati (anno 1965):

$$\tau = (0,74 \pm 0,105) \cdot 10^{-16} \text{ sec}$$

Il P.D.G. ora (anno 2003):

$$\tau = (0,84 \pm 0,06) \cdot 10^{-16} \text{ sec}$$

Misurare anche la vita media del η con il Primakov

$\text{Br}(\eta \rightarrow \gamma\gamma) \sim 40\%$. Pertanto:

- 1) La sezione d'urto Primakov del η era abbastanza grande da potersi misurare;
- 2) La misura Primakov poteva fornire la vita media.

1966: il gruppo dell'effetto Primakov a DESY

EXPERIMENTAL DETERMINATION OF THE η LIFETIME BY THE
MEASUREMENT OF THE PRIMAKOFF EFFECT

C. BEMPORAD*, P. L. BRACCINI and L. FOÀ

*Istituto di Fisica dell'Università di Pisa and Istituto Nazionale
di Fisica Nucleare, Sezione di Pisa, Pisa, Italy*

and

K. LÜBELSMEYER and D. SCHMITZ

*Physikalisches Institut der Universität Bonn, and Kernforschungsanlage
Jülich, Germany*

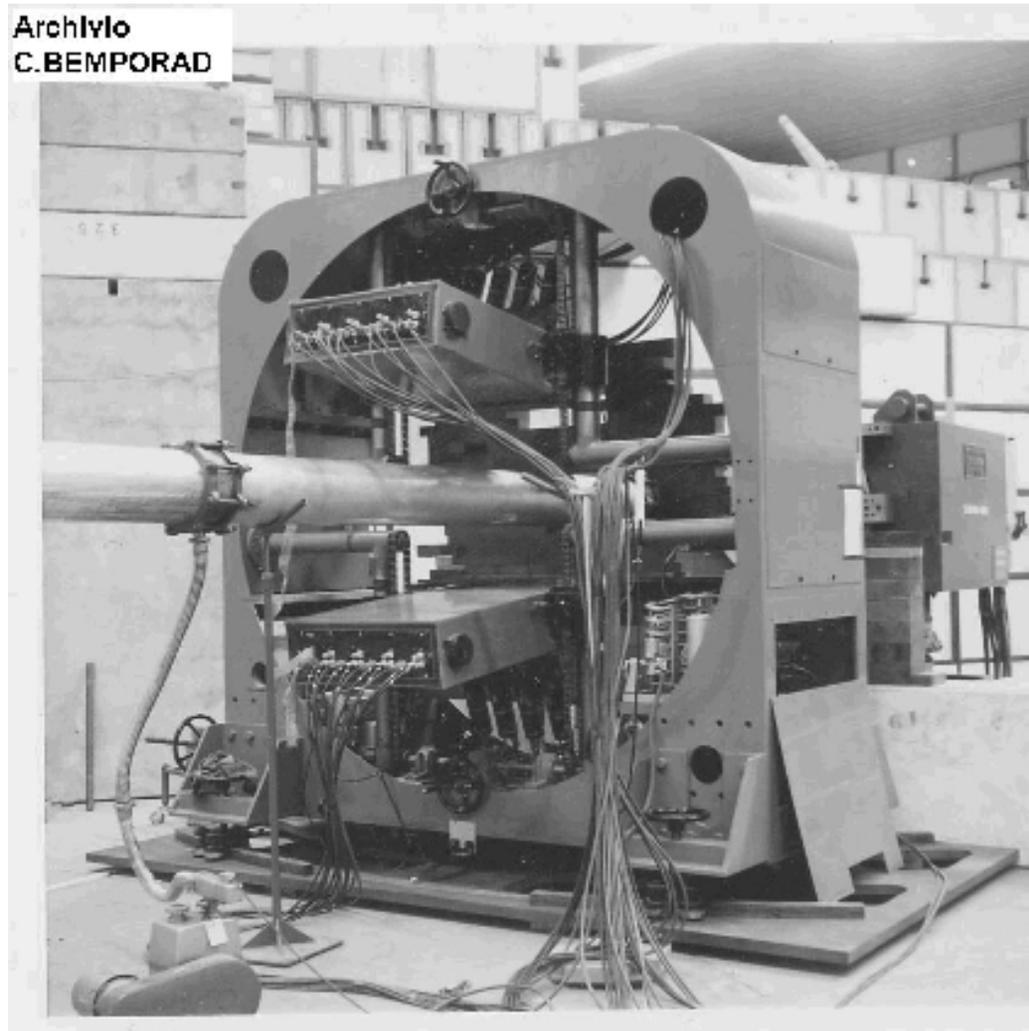
Received 26 August 1967

An experiment for determining the η lifetime has been performed at DESY. The cross section for η photo-production has been measured between 0° and 40° , at 4.0 GeV and 3.5 GeV incident γ ray energies and on different target materials (lead, silver, zinc).

η 's were detected through their γ - γ decays.

The production is dominated by the Primakoff effect from which a value of $\Gamma_{\gamma\gamma} = (1.21 \pm 0.26)$ keV is derived.

Il rivelatore Primakov a DESY



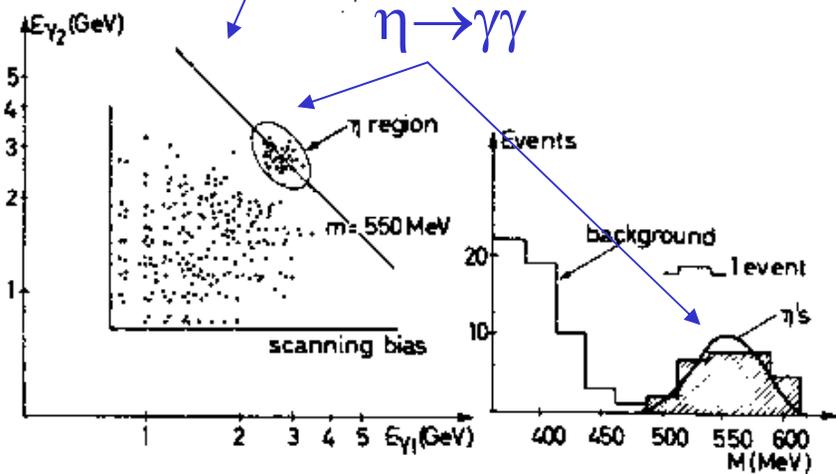
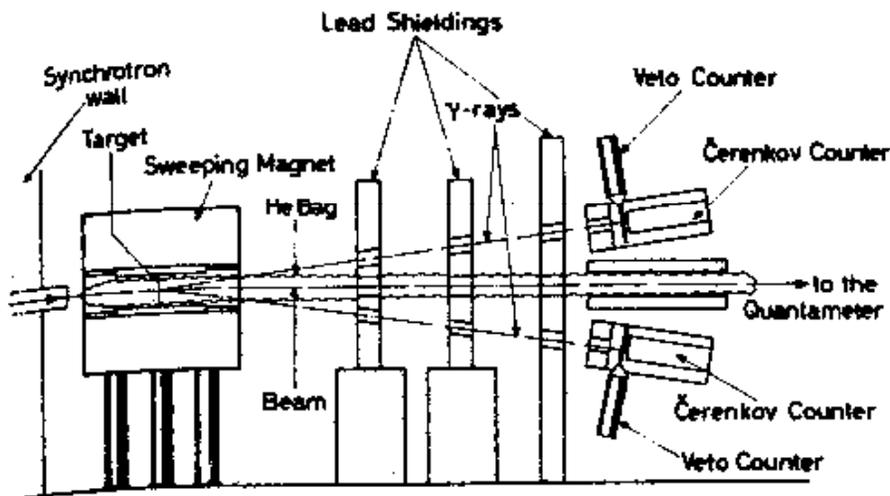
Fotoproduzione Primakov del η

correlazione fra impulsi
in coincidenza

Volume 25B. number 5

PHYSICS LETTERS

18 September 1967



Al elettrosincrotrone NINA di Daresbury il Gruppo “Pion Electroproduction” nel 1970

A.Giazotto

A.Del.Guerra

M.Giorgi

Piero
Salvadori



Assenti:
A.Stefanini,
G,Stoppini

Il rivelatore di neutroni per la elettroproduzione $e^- + p \rightarrow e^- + \pi^+ + n$

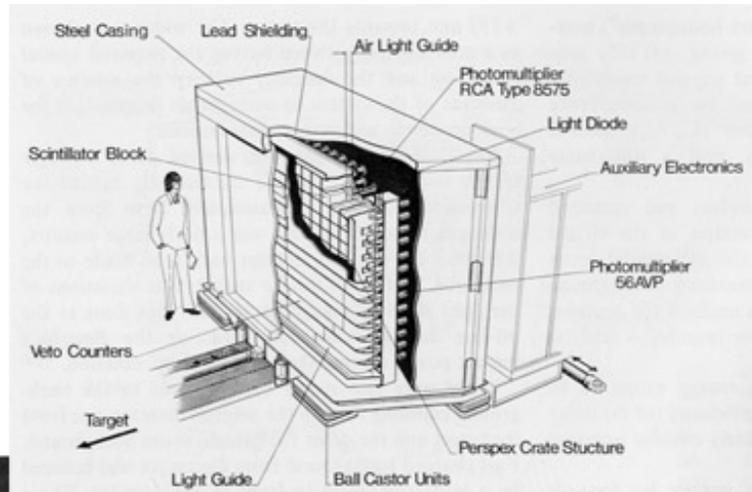
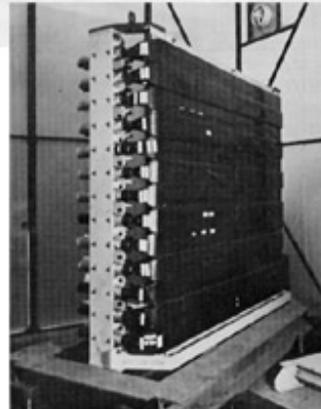
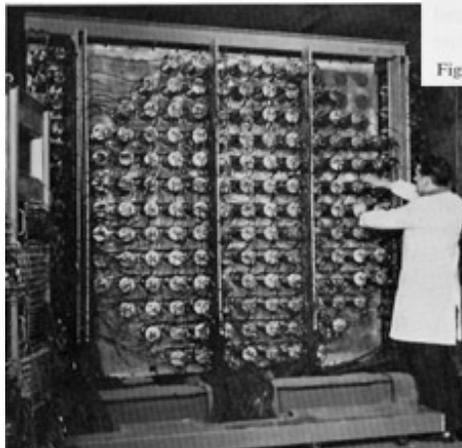


Fig. 3. Schematic diagram of the neutron counter.



Il rivelatore di neutroni e la elettronica CAMAC (Mugnai, Salvadori) furono i piu` importanti contributi del gruppo di Pisa.

La campagna dei Pisani in Russia

E.Bertolucci

I.Mannelli

G.M.Pierazzini

A.Scribano

F.Sergiampietri

M.L.Vincelli

dal 1971 al 1976

con uno spettrometro senza campo magnetico

Spettrometro di NICE con contatore di neutroni

Volume 46B, number 3

PHYSICS LETTERS

1 October 1973

RESULTS ON THE PRODUCTION CROSS SECTIONS $\pi^-p \rightarrow \text{NEUTRALS}$ AND $\pi^-p \rightarrow \chi_{2\gamma}^0 n$ AT 3.8, 6, 8 AND 12 GeV/c

W.D. APEL, J. AUSLÄNDER, H. MÜLLER, G. SIGURDSSON, H.M. STAUDENMAIER
Institut für Experimentelle Kernphysik der Universität und Kernforschungszentrum, Karlsruhe, Germany

and

E. BERTOLUCCI, I. MANNELLI, G. PIERAZZINI, P. REHAK,
A. SCRIBANO, F. SERGIAMPIETRI, M.L. VINCELLI
Istituto di Fisica dell'Università di Pisa and I.N.F.N., Sezione di Pisa, Italy

Received 5 September 1973

The ratio between the cross sections for the reactions $\pi^-p \rightarrow \chi_{2\gamma}^0 n$ and $\pi^-p \rightarrow n_{\text{neut}}$ has been measured to be $(2.4 \pm 0.9) \times 10^{-2}$, $(2.1 \pm 0.6) \times 10^{-2}$, $(1.8 \pm 0.6) \times 10^{-2}$ and $(2.8 \pm 1.3) \times 10^{-2}$ at 3.8, 6, 8 and 12 GeV/c incident momentum respectively.

At the same momenta the cross section for $\pi^-p \rightarrow \text{neutrals}$ is (1.48 ± 0.09) mb, (0.86 ± 0.05) mb, (0.64 ± 0.04) mb and (0.42 ± 0.03) mb.

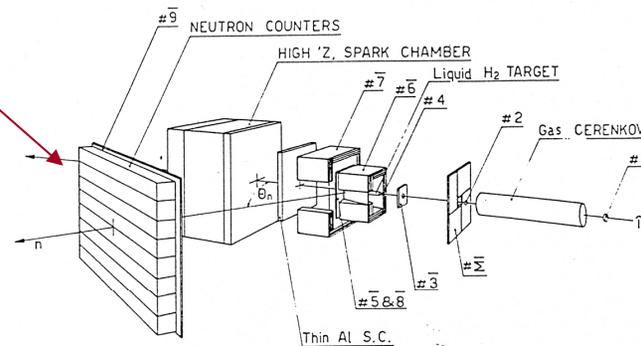


Fig. 1. Scheme of the experimental apparatus. Anticounters $\bar{8}$ is a square of $50 \times 50 \text{ cm}^2$, placed 30 cm downstream with respect to the center of the target.

La targhetta viva di Protvino misurava l'origine dei neutri

L'altezza del segnale
misurava a ± 5 cm il punto di
interazione in $\pi p \rightarrow \pi^0 \pi^0 n$

HYDROGEN TARGET

23

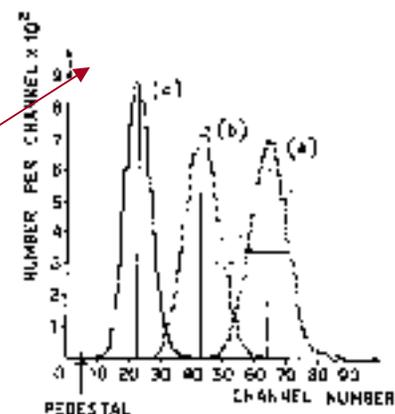


Fig. 3. Typical pulse height spectra at different diaphragm positions: $Z = 17.5$ cm (a); 7.5 cm (b); 1.5 cm (c).

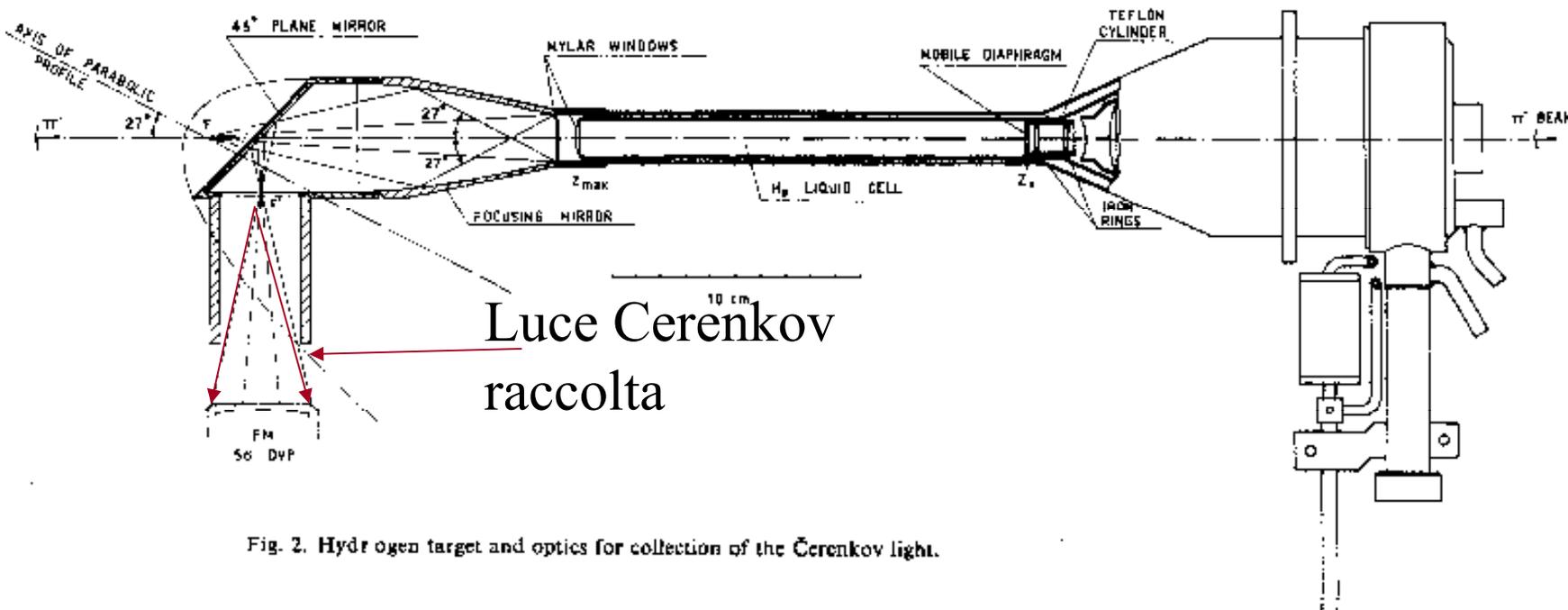
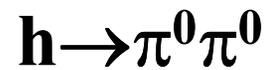
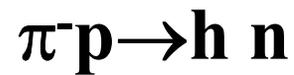
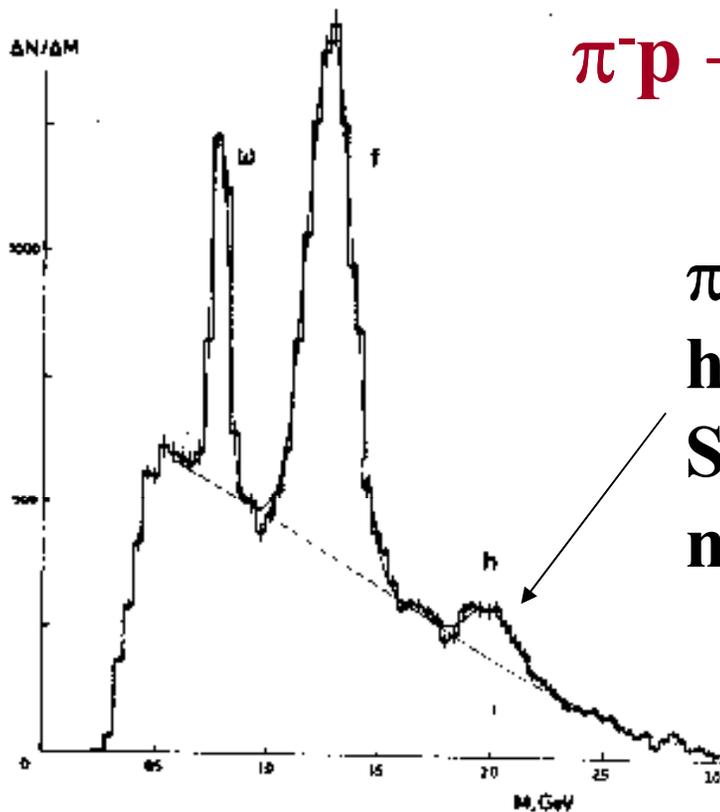


Fig. 2. Hydrogen target and optics for collection of the Čerenkov light.

Scoperto il mesone **h** negli eventi a 4 γ



$$S_h = 4$$

$$m_h = 2020 \pm 30 \text{ MeV}$$

Fig. 1b. Invariant mass spectrum for 4-shower events, $m = 4$, i.e. $\pi^0\pi^0$ states produced in reaction (2). The peak corresponds to the decay $f \rightarrow \pi^0\pi^0$. The solid curve is the result of a 1-s. fit.

Anche un esperimento sui neutrini a Protvino: TNE

TNE (Tagged Neutrino Experiment)

Riunione a Serpukhov con colleghi russi per discutere la partecipazione di Pisa all'esperimento TNE. Sergianpietri e Cerri progettano e costruiscono un grande calorimetro ad argon liquido per l'esperimento. Da sinistra a destra:

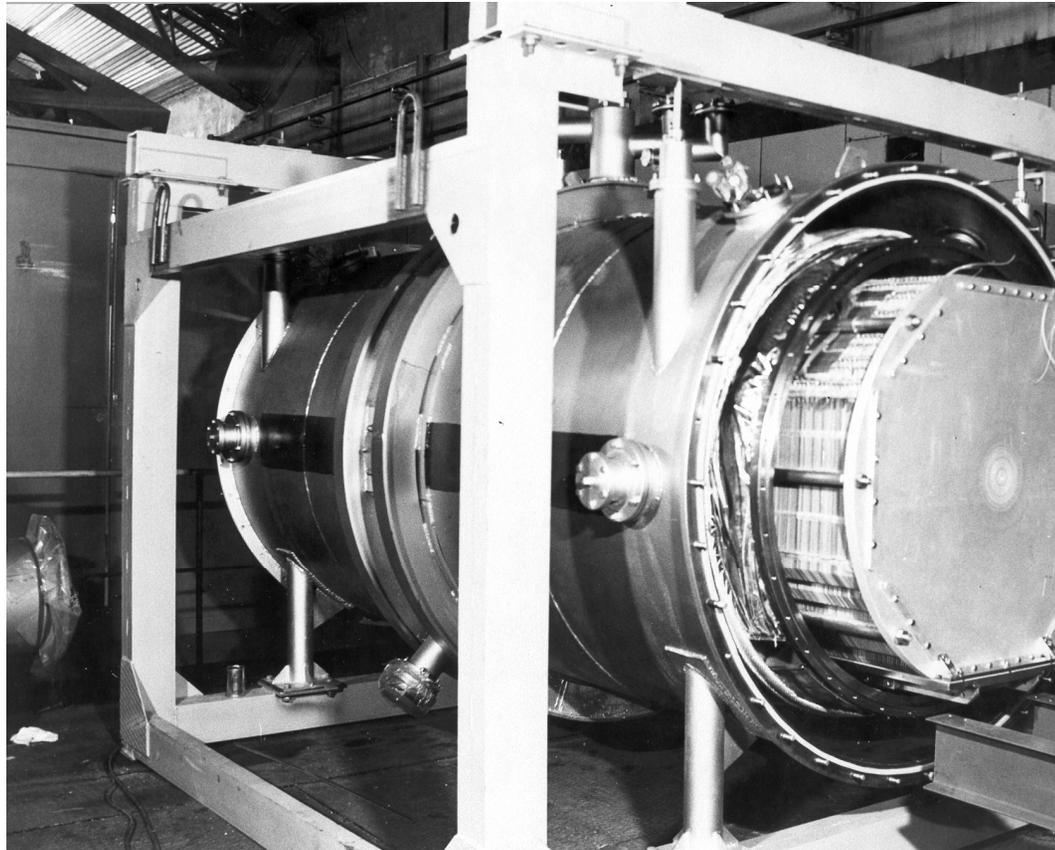
Franco Sergianpietri, Claudio Cerri, Rino Castaldi (Coordinatore del Gruppo I)

Vincenzo Flaminio.



Il calorimetro ad Ar liquido dell'esperimento TNE

Il piu' importante contributo del gruppo Pisano



LA NUOVA FRONTIERA: GLI ISR NEL 1970

Interazioni p-p fino a $\sqrt{s} = 62 \text{ GeV} \sim 3$ volte il massimo ottenibile a quel tempo da scattering su targhetta fissa:

SI ENTRAVA IN “ASYMPTORIA”?

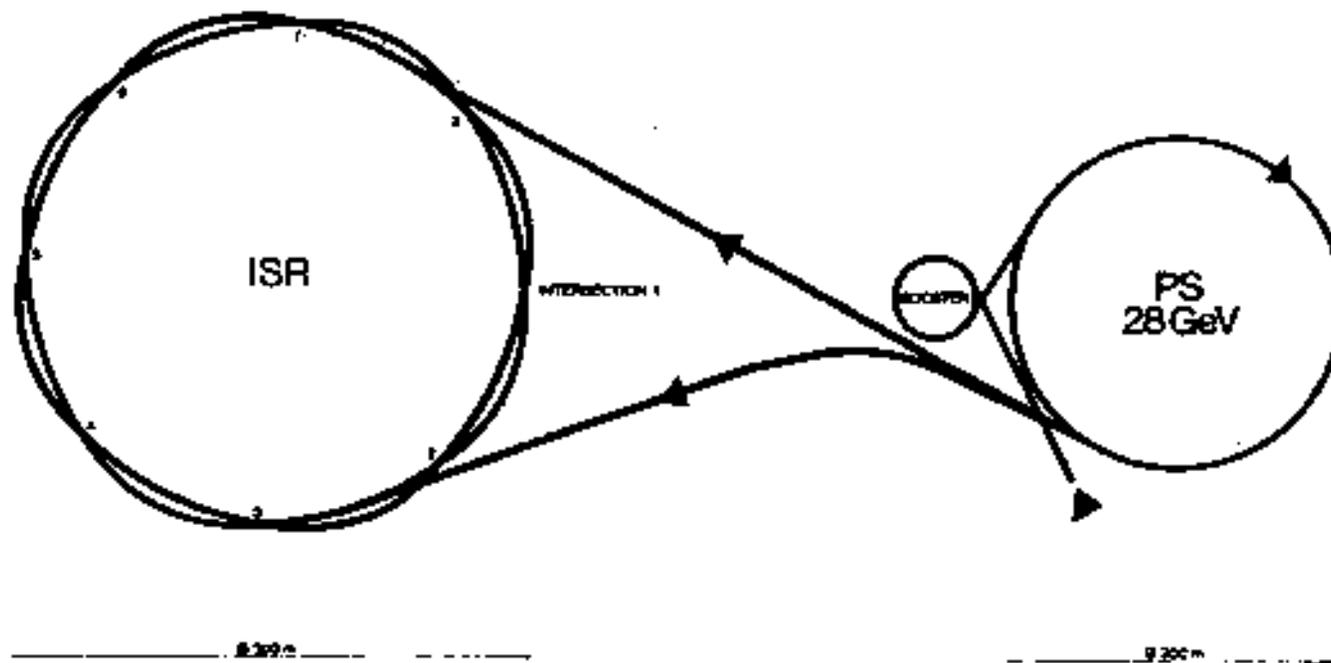


Fig. 2.1. Schematic view of the PS and ISR rings.

Schema di R801

Impossibile sfruttare l'attenuazione del fascio sul bersaglio.
 Misurare $\sigma_t(pp)$ direttamente dal rapporto fra la frequenza delle interazioni e la luminosita' della macchina.

Volume 44B, number 1

PHYSICS LETTERS

2 April 1973

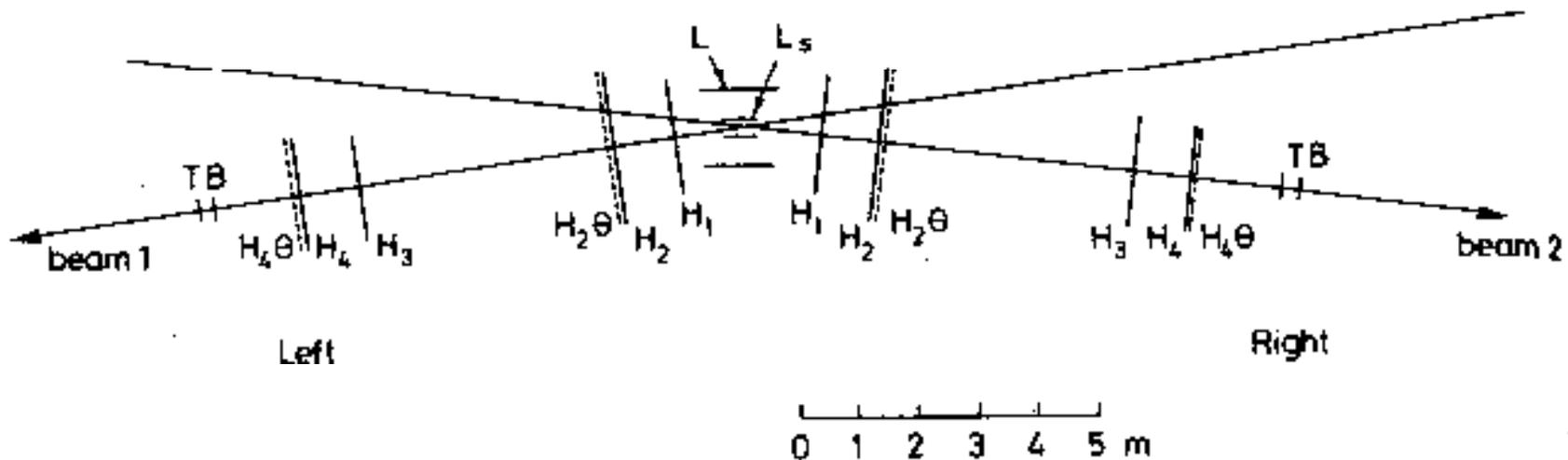


Fig. 1. Schematic layout of the experiment. H_1, \dots, H_4 , counter hodoscopes, binned in θ -octants. $H_2\theta, H_4\theta$, counter hodoscopes comprising four quadrants split into θ -bins. L , double-layer counter hodoscope box (four planes of scintillator/lead/scintillator sandwich). L_5 , small counter box (four counters) surrounding the intersection. TB, scintillation counters leaving minimum clearance for the beam pipes. Some additional monitor counters are not shown in the figure.

Il gruppo di R801 agli ISR

MEASUREMENT OF THE TOTAL PROTON-PROTON CROSS-SECTION AT THE ISR[☆]

S.R. AMENDOLIA, G. BELLETTINI*, P.L. BRACCINI, C. BRADASCHIA,
R. CASTALDI**, V. CAVASINNI, C. CERRI*, T. DEL PRETE,
L. FOA*, P. GIROMINI, P. LAURELLI, A. MENZIONE,
L. RISTORI, G. SANGUINETTI, M. VALDATA,

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Pisa

Istituto di Fisica dell'Università, Pisa

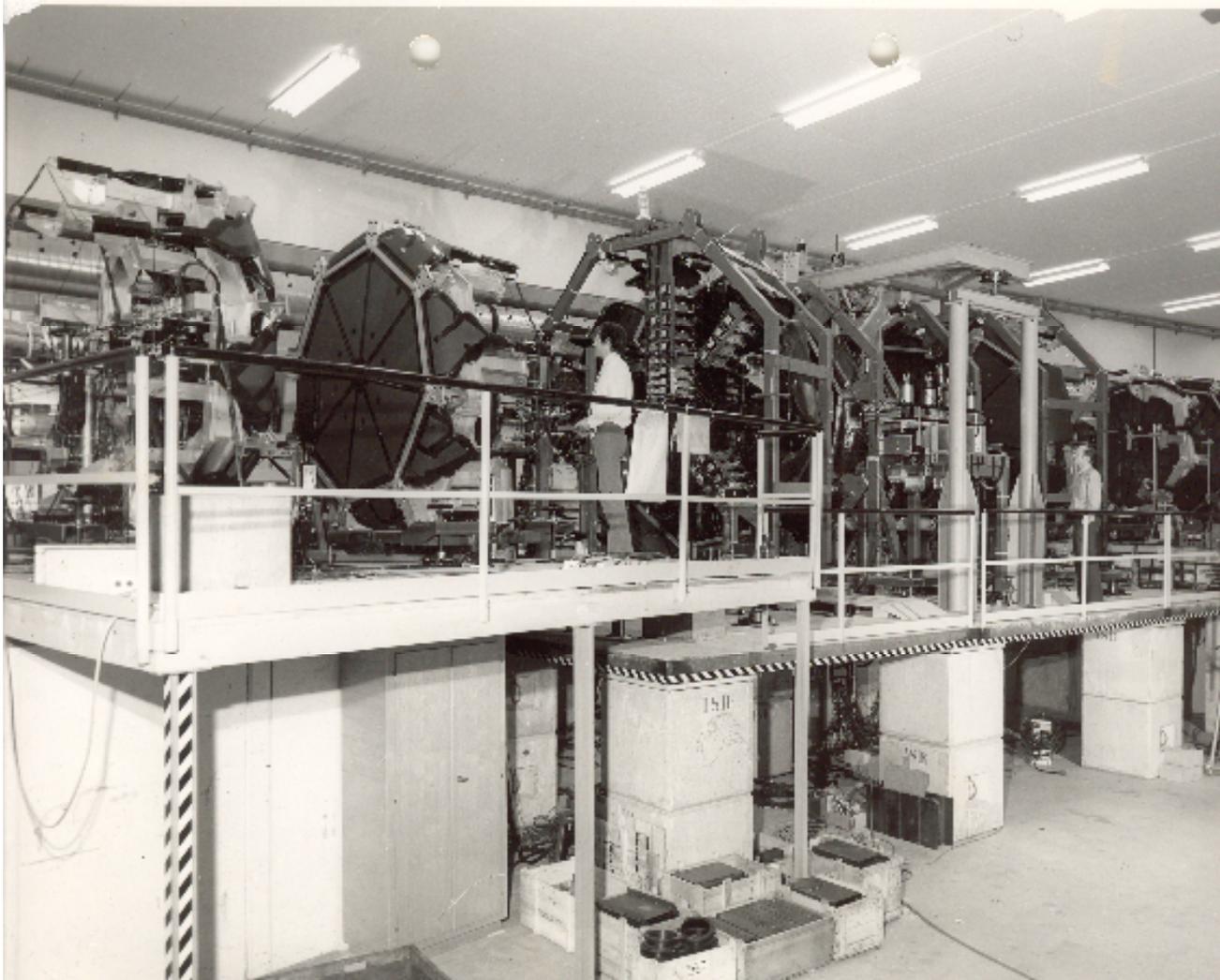
Scuola Normale Superiore, Pisa, Italy

G. FINOCCHIARO, P. GRANNIS*, D. GREEN, R. MUSTARD and R. THUN

State University of New York, Stony Brook, New York, USA

Received 23 February 1973

Il rivelatore di R801



Il primo rivelatore con copertura 4π ad un collider.

Una impresa ciclopica per Pisa a quei tempi.

$\sigma_t(pp)$ di R801

La scoperta piu`
importante agli ISR:
La crescita di $\sigma_t(pp)$ con la
energia.

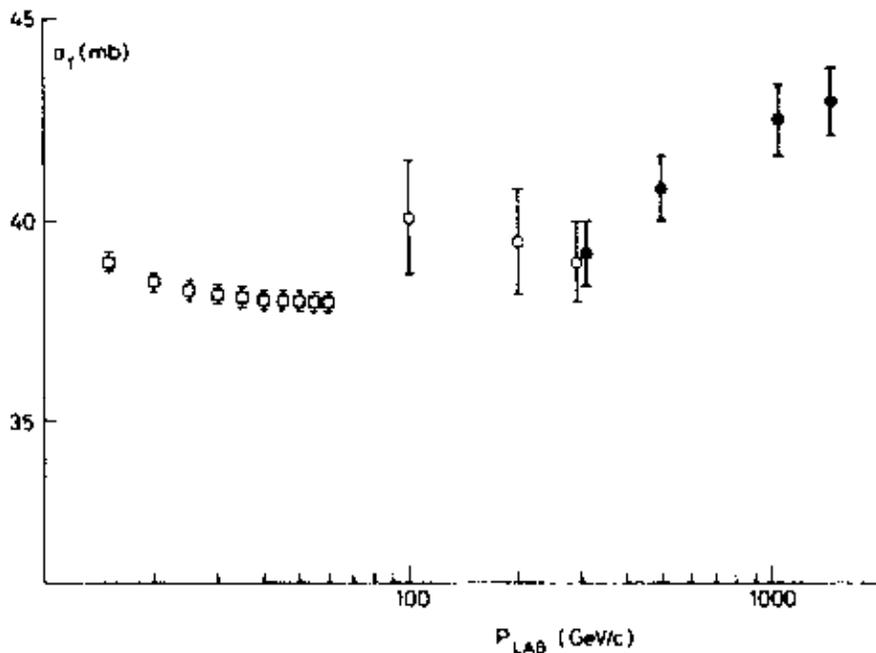


Fig. 3. Plot of the results versus equivalent beam momentum. The Serpukhov [5] and NAL [6-8] data are shown for comparison. \square : Data of ref. [5]. \circ : Data of refs. [6-8]. \bullet : This experiment.

S.R. Amendolia, et al.,
Measurement of the
Total Proton-Proton
Cross Section at the
ISR, Physics Letters
44B, 1, 1973.

R209: la ricerca dello Z agli ISR

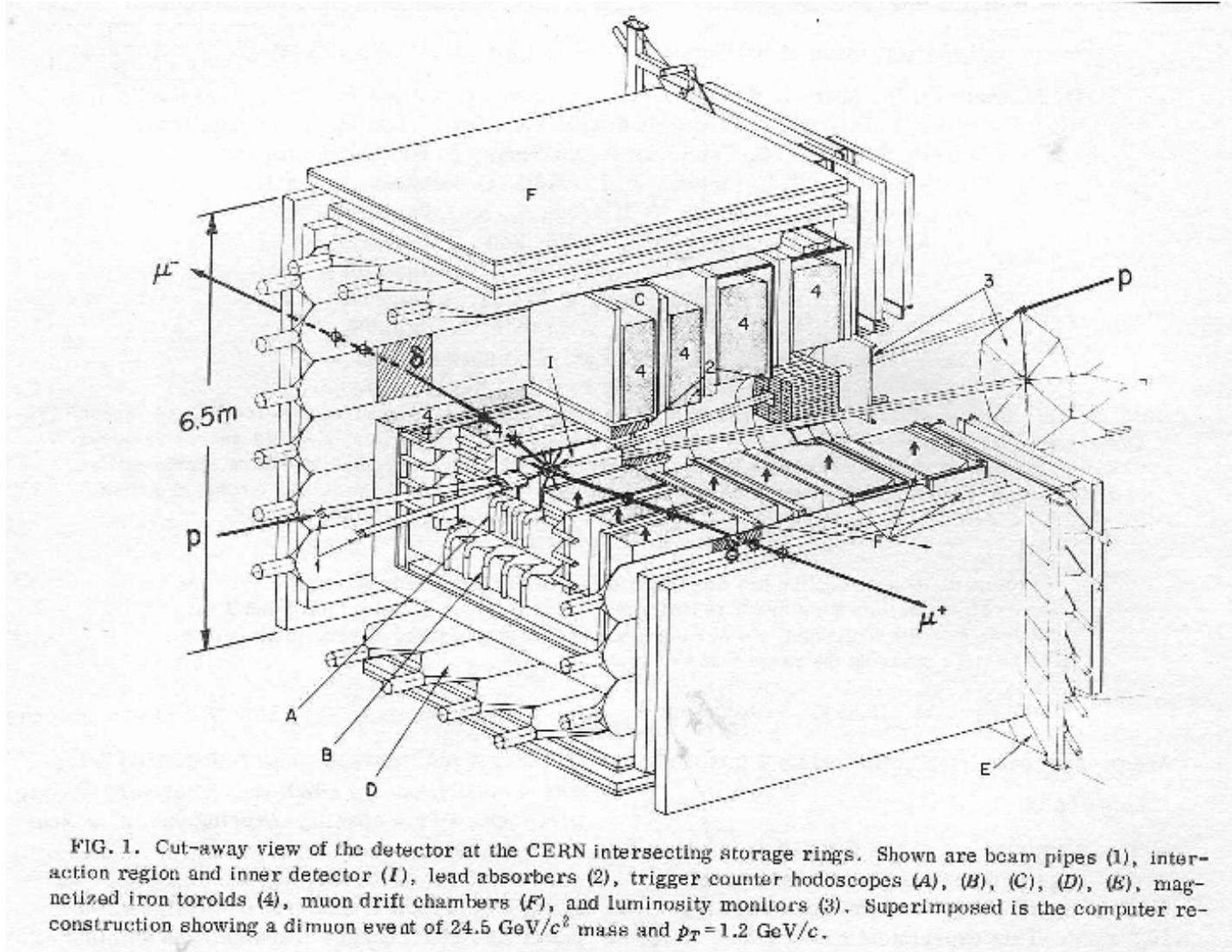
Dopo le misure inclusive il gruppo degli ISR in collaborazione con lo MIT tentò la grande impresa: scoprire lo Z nello spettro di massa delle coppie di muoni.

La energia della macchina non permise di arrivare oltre $M_{\mu\mu} \sim 25 \text{ GeV}$.

Il gruppo di Pisa:

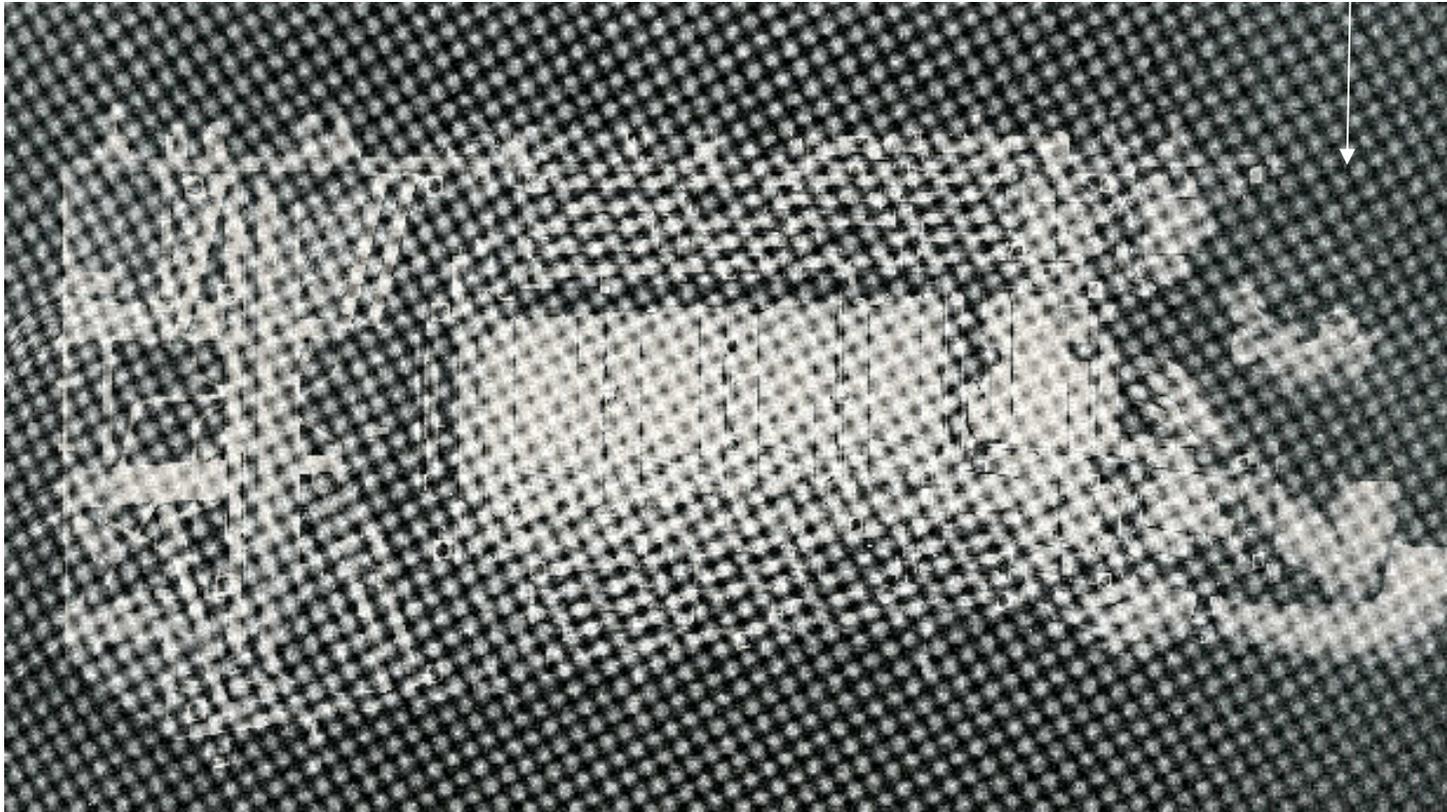
**G.Bellettini, P.L.Braccini, R.Carrara, R.Castaldi, V.Cavasinni,
F.Cervelli, T.Del Prete, P.Laurelli, M.M.Massai, M.Morganti,
G.Sanguinetti, M.Valdata-Nappi, C.Vannini**

Lo spettrometro di R209

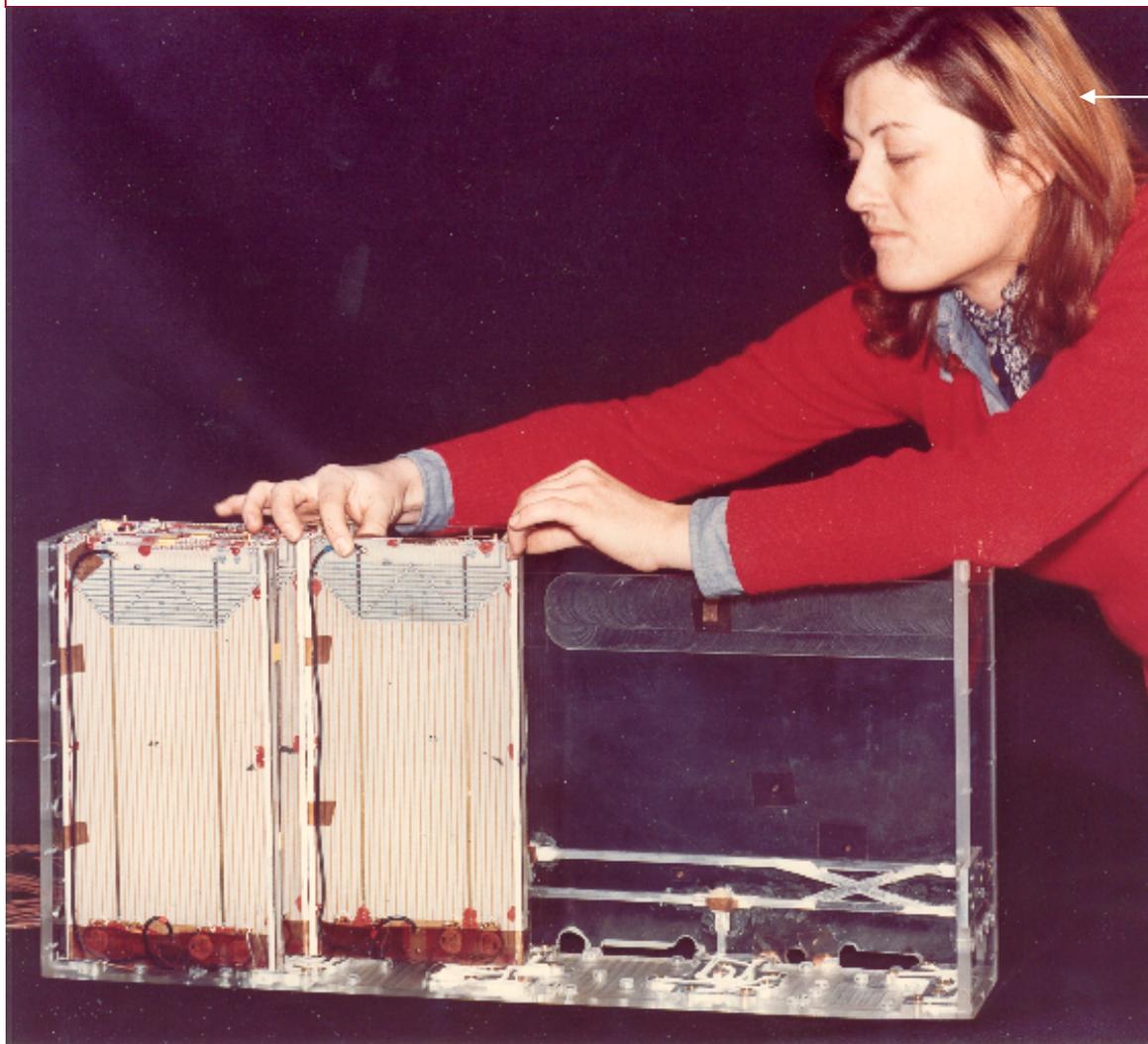


**R209: rivelatore centrale di tracce costruito
a Pisa con camere drift con doppio sense
wire e delay lines**

Paolo Laurelli



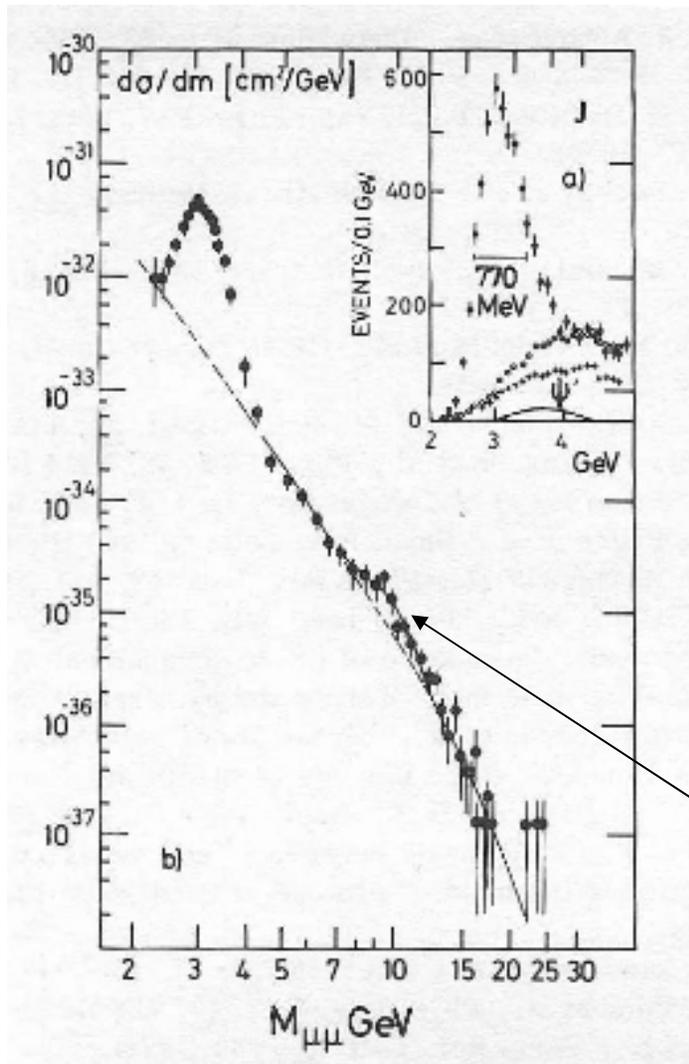
Assemblaggio delle camere centrali di R209



← Cristina Vannini

R 209

Produzione di coppie di μ a $s^{1/2} = 62 \text{ GeV}$



Sezione d'urto di produzione di coppie di $\mu^+ \mu^-$ in funzione della massa invariante dei due μ :

per la prima volta viene osservata la produzione della Y agli ISR

La misura di $\sigma_t(p\text{-antip})$ di R210

G. Carboni
V. Cavalasinni
T. Del Prete
M. Morganti
M. Valdata-Nappi

L. Camilleri, *Proton-antiproton physics at the CERN intersecting storage rings*

59

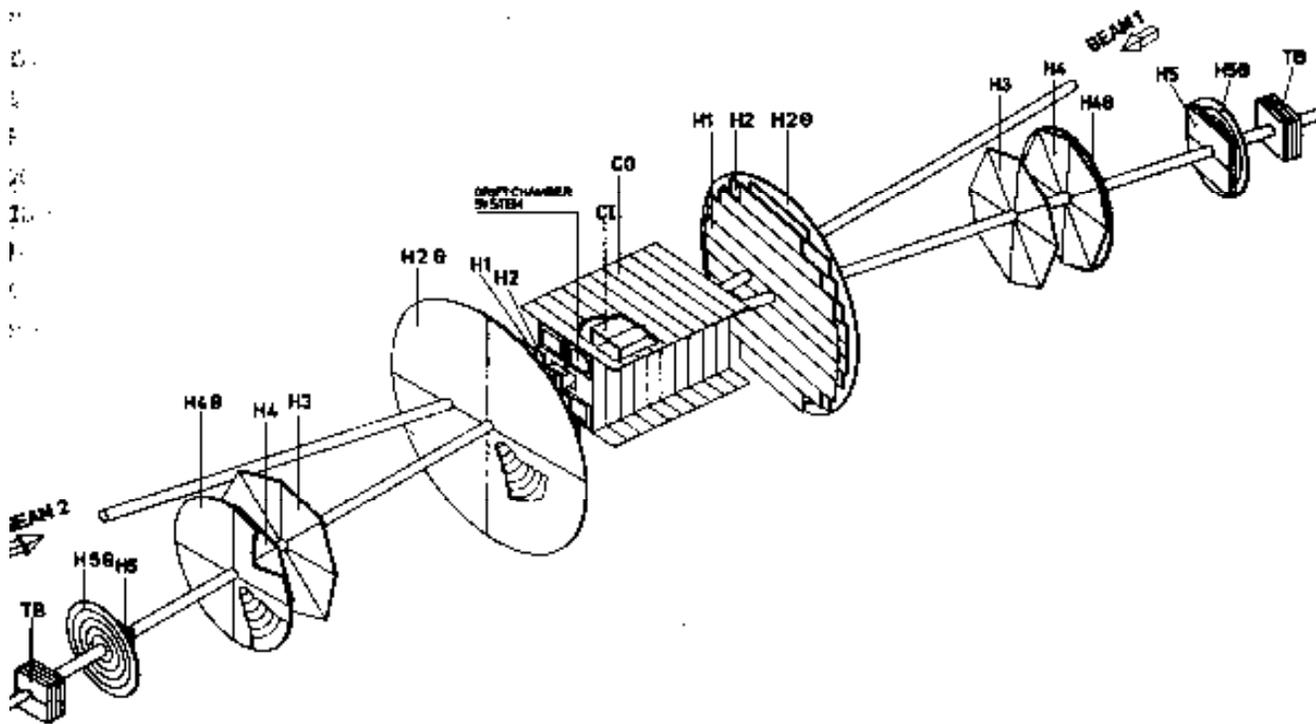


Fig. 2. Layout of the apparatus used by experiment R-210 for a measurement of the $p\bar{p}$ total cross section by the total rate method.

$\sigma_{\text{tot}}(\text{p-antip})$ di R210

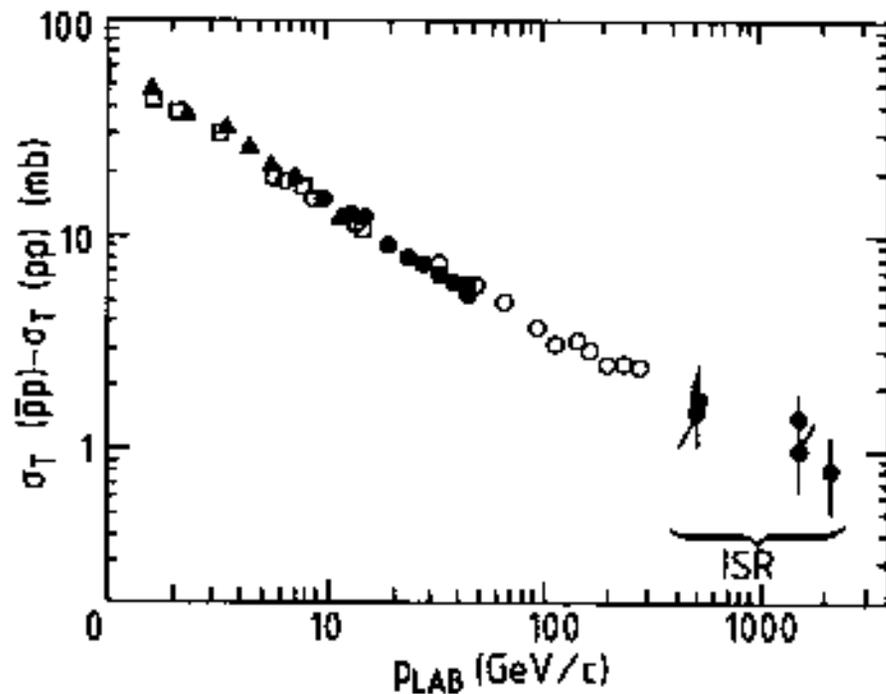


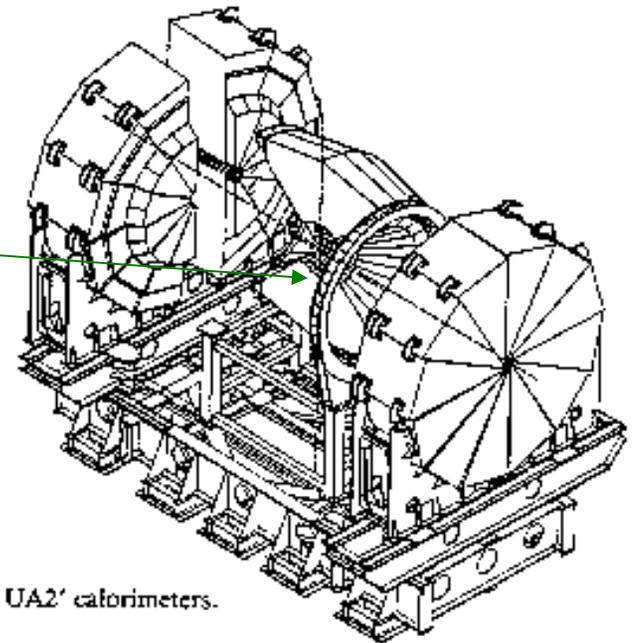
Fig. 43 Measurements of the total cross-section difference, $\sigma_T(\bar{p}p) - \sigma_T(pp)$, vs. P_{lab}

Il risultato consolida la convinzione che a più alte energie i collisionatori p-p e quelli p-antip sarebbero stati strumenti equivalenti.

Pisa in UA2

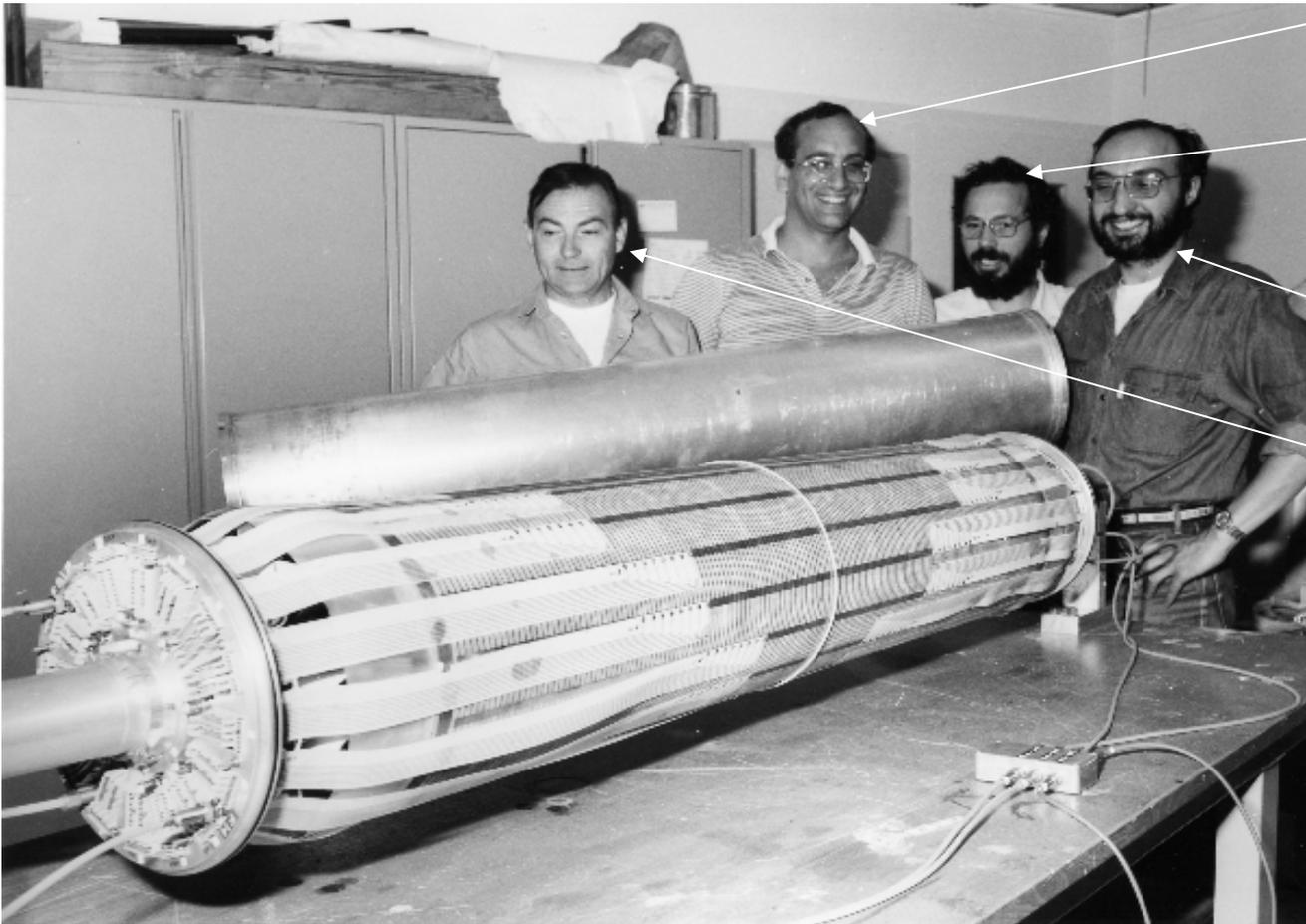
**D. Autiero, G.
Carboni, V.
Cavasinni, F.
Costantini, T.
Del Prete, E.
Iacopini, S.
Lami, M.
Morganti, C.
Petridou, M.
Valdata-Nappi**

**Costruzione
del rivelatore
di vertice
JVD
e della sua
elettronica di
lettura**



the UA2' calorimeters.

Il rivelatore JVD di UA2



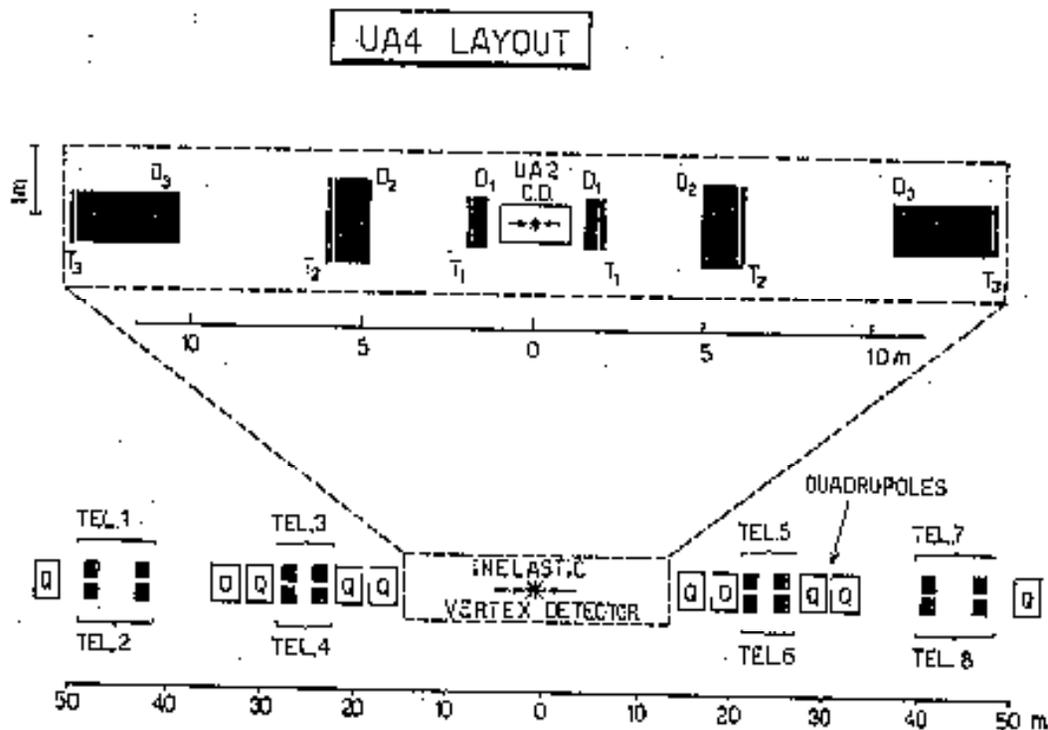
Mauro Morganti

Enrico Iacopini

Vincenzo Cavasinni

Luciano Giacomelli

Scattering elastico con UA4 al collider SpS



Il gruppo Pisano di UA4

P.L.Braccini
R.Castaldi
F.Cervelli
G.Sanguinetti
C.Vannini
P.G.Verdini

Camere di UA4 in costruzione

Rino Castaldi Mario Favati Alberto Bechini Giuseppe Favati



I Roman Pots di UA4



Filippo Bosi

Giuseppe Favati

Il risultato $\sigma_{\text{tot}}(p\text{-antip})$ di UA4

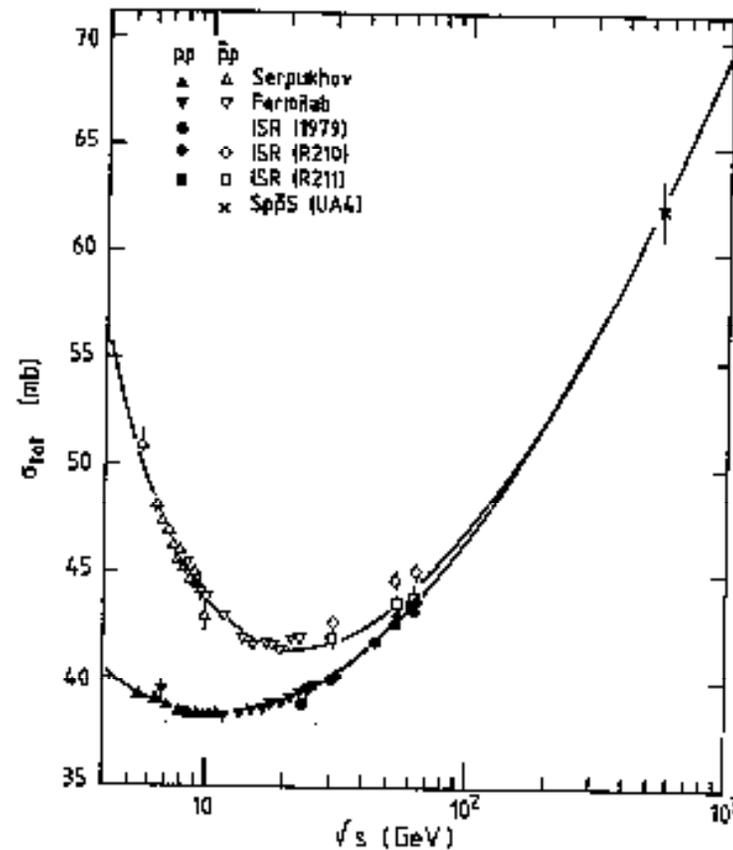


Figure 11. Total cross-section data for pp and $\bar{p}p$ scattering [early, low-statistics measurements at the SPS Collider (10,35) are not shown]. The curve represents the dispersion relation fit of Reference (7).

La misura di ρ di UA4

Il risultato e' importante e
resta inspiegato

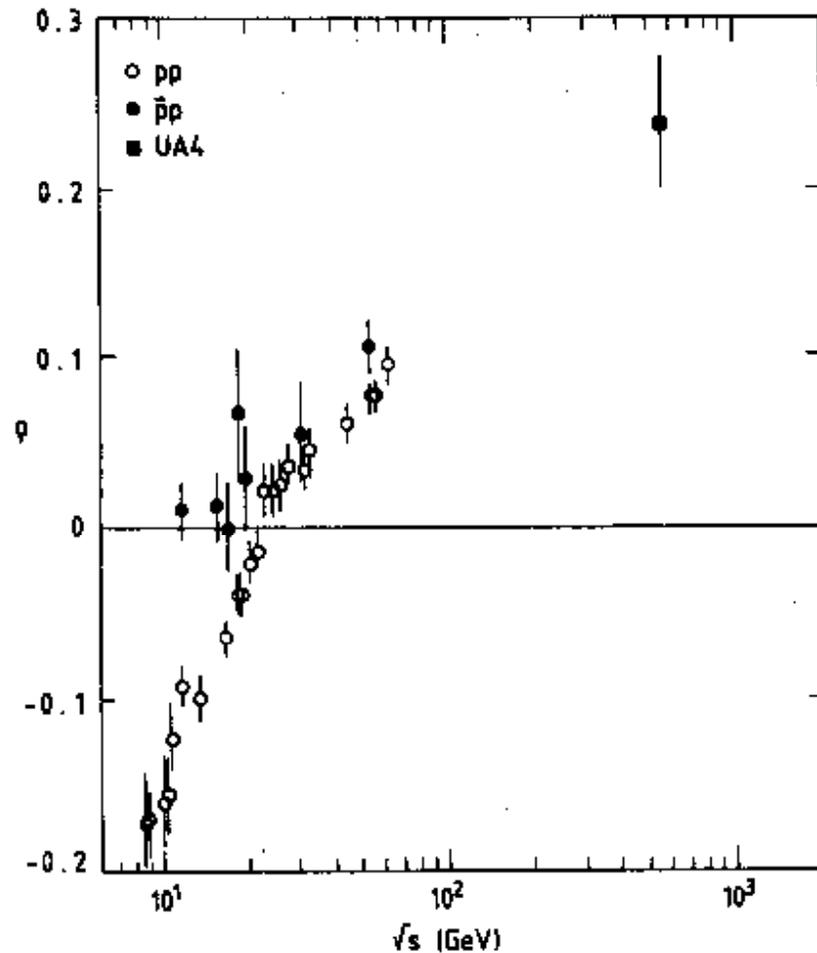


Fig. 4. The present result on the parameter ρ is shown together with lower energy data for pp and $\bar{p}p$ elastic scattering.

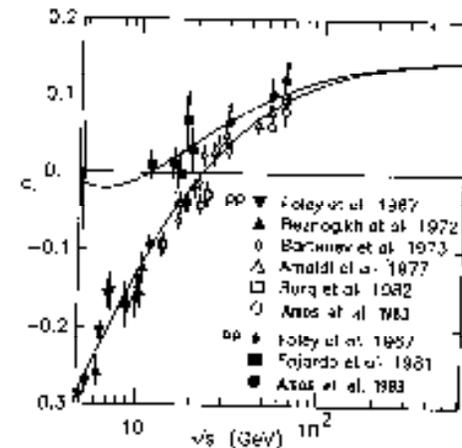


Figure 5. Summary of high-energy data on the real part ρ for pp and $\bar{p}p$ forward elastic scattering; the curve represents the dispersion relation fit of Reference (7). Figure from Reference (9).

NA1, all'alba del SpS

Nel 1974 un gruppo pisano guidato da Lorenzo Foa` fu uno dei primi a sfruttare il nuovo SpS da 400 GeV studiando processi in avanti con fasci di adroni e fotoni.

**S.R.Amendolia, G.Batignani, E.Bertolucci,
L.Bososo, C.Bradaschia, M.Dell'Orso, F.Fidecaro,
L.Foa`, E.Focardi, P.Giannetti, A.Giazzotto,
M.Giorgi, P.S.Marrocchesi, A.Menzione, L.Ristori,
A.Scribano, G.Tonelli, G.Triggiani,**

con

**L.Rolandi (Ts), A.Stefanini (Ts.), R.Tenchini
(Bedford College)**

Spettrometro FRAMM

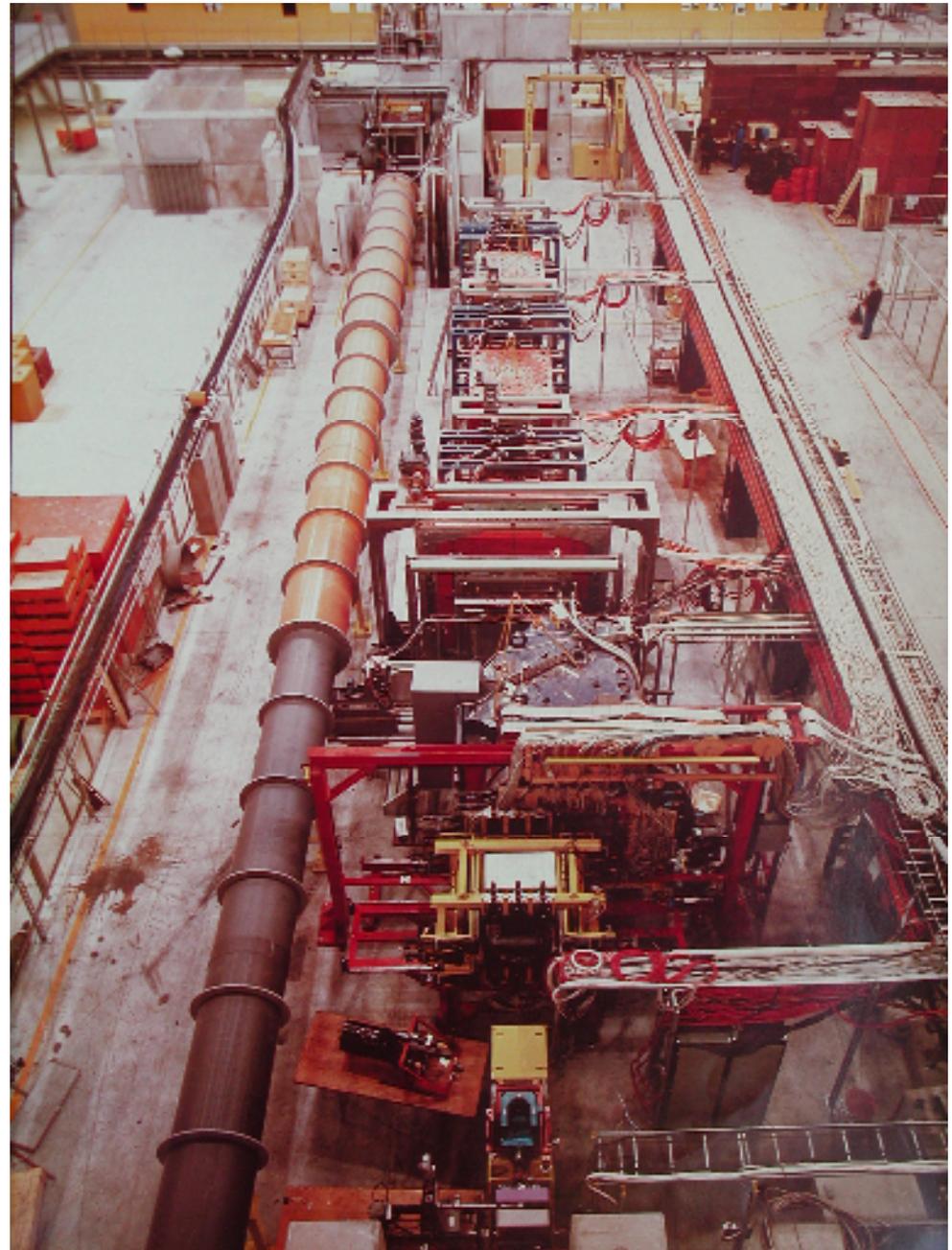
Lettera di intenti **1974** -
Inizio Presa Dati **1979** -
Fine Presa Dati **1983** -
Fine Analisi **1986**

Composizione

Collaborazione :

**Frascati - Milano - Pisa -
Trieste**

**Westfield College
(Londra) - University of
Southampton**



I rivelatori al silicio a Pisa dal 1978 al 2003

**Targhetta a
germanio per NA1 e
rivelatori
a barriera di
superficie per CDF
nel 1980-1984.**

**Realizzazione di
completi tracciatori
di avanguardia oggi.**

Nuove attività' nel nuovo
laboratorio.....



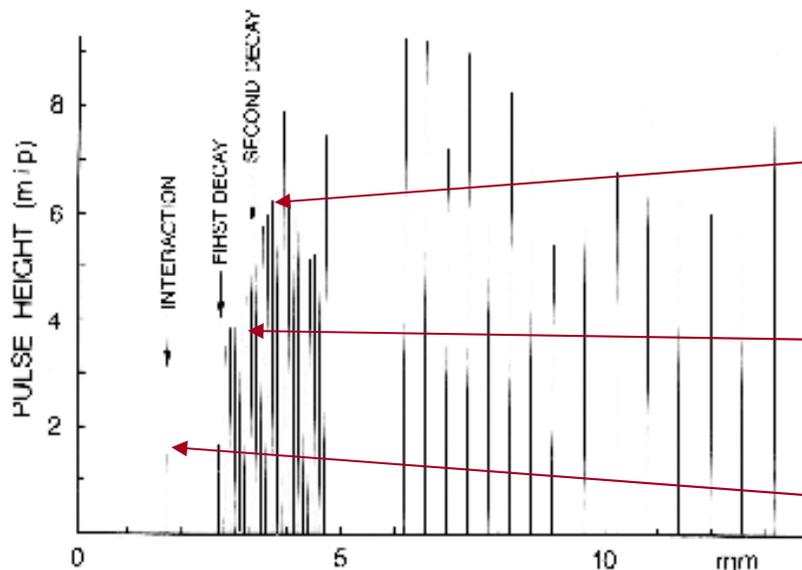
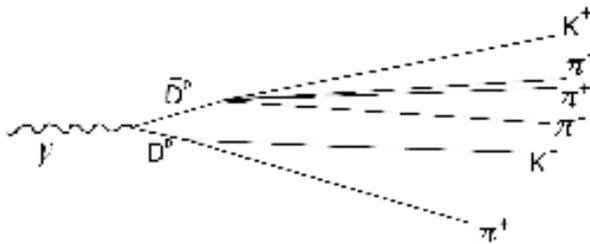
Con FRAMM nacque la misura dei vertici secondari

FOTOPRODUZIONE:
Misura di vite medie e di proprieta` di produzione di adroni charmati.

RUN 7617 EVENT 31737

$\tau(D^+) = 1.3 \cdot 10^{-13} \text{ s}$

$\tau(D^0) = 0.7 \cdot 10^{-13} \text{ s}$



La altezza del segnale nei successivi rivelatori indicava

il decadimento del secondo D.

il decadimento del primo D,

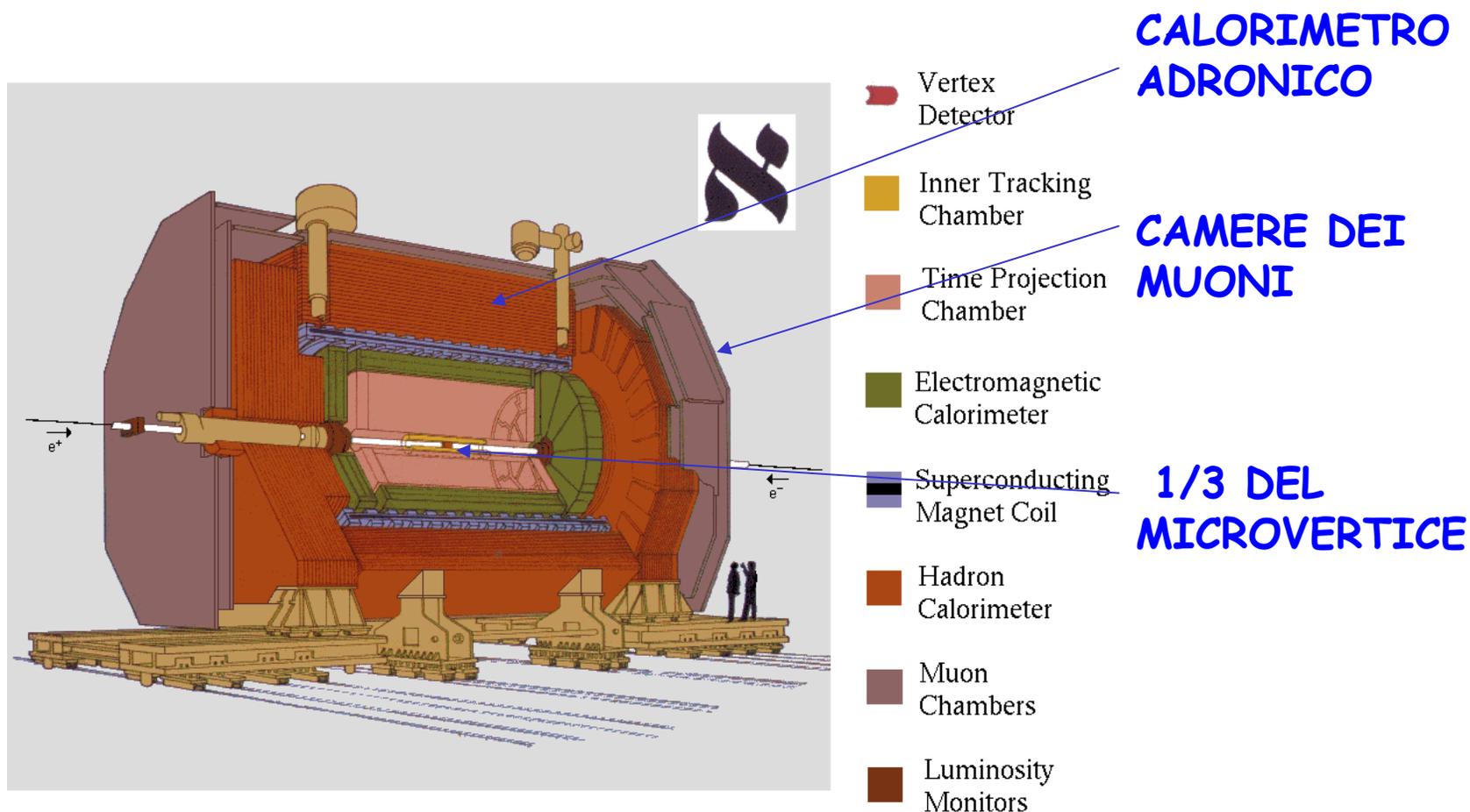
la produzione del charm.

Il gruppo di Pisa in Aleph (1994)

D.Abbaneo, P.Azzurri, G.Bagliesi, G.Batignani, S.Bettarini, U.Bottigli, C.Bozzi, P.L.Braccini, G.Calderini, M.Carpinelli, M.A.Ciocchi, V.Ciulli, L.Del Debbio, R.Dell'Orso, R.Fantechi, I.Ferrante, F.Forti, S.Galeotti, D.Gambino, A.Giassi, M.Giorgi, A.Gregorio, F.Ligabue, R.Lorenzini, A.Luisiani, P.S.Marrocchesi, A.Messineo, P.P.Peirano, G.Rizzo, G.Sanguinetti, A.Sciaba, P.Spagnolo, J.Steinberger, G.Tonelli, G.Triggiani, C.Vannini, P.G.Verdini, J.Walsh.

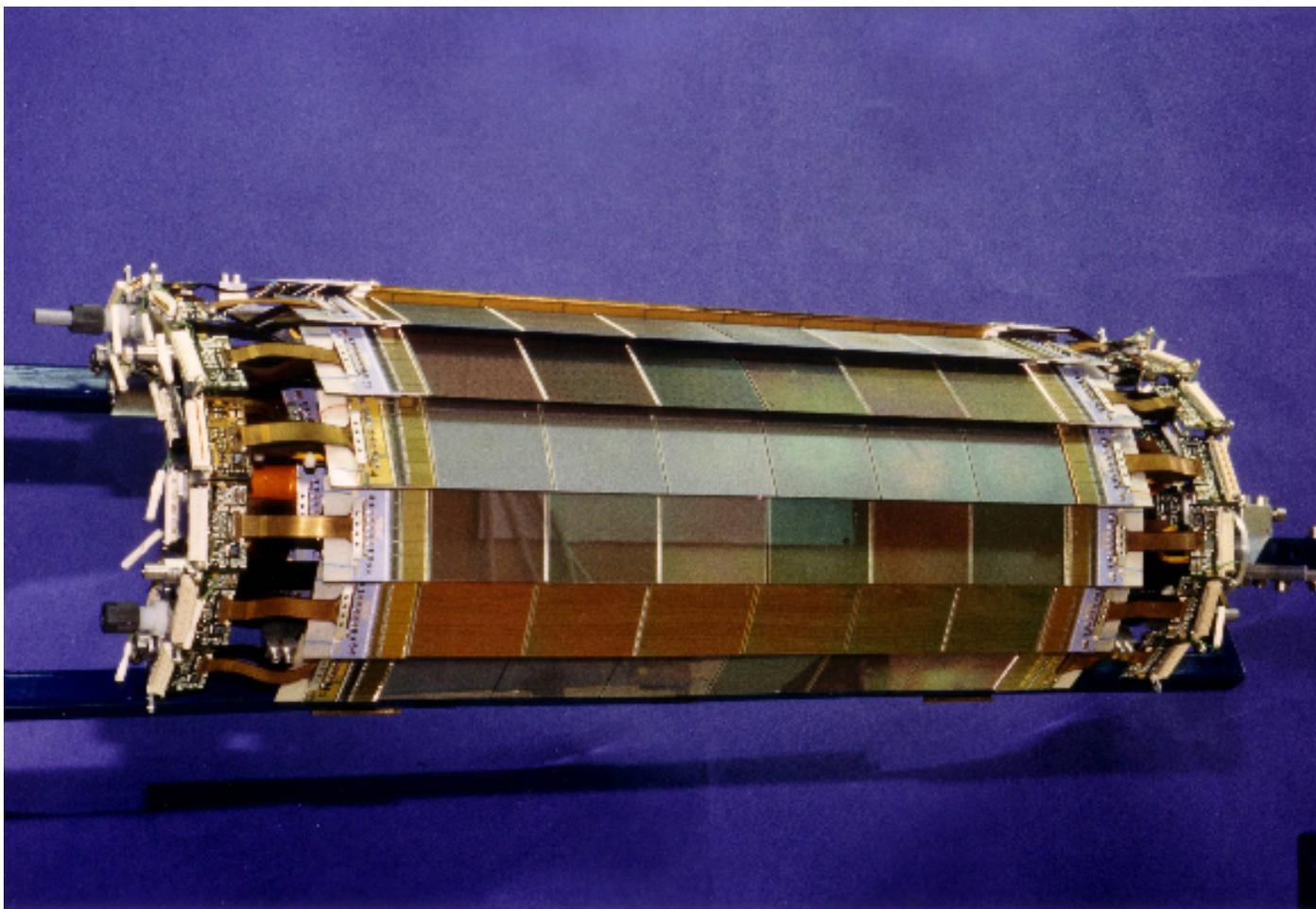
I Pisani furono fra i primi a partecipare agli esperimenti a LEP, e furono uno dei gruppi protagonisti di Aleph. Uno dei fondatori di Aleph fu Lorenzo Foa', che non figura sopra nel gruppo solo perche' nel 1994 ricopriva la carica di Direttore di Ricerca del CERN.

Contributi Pisani e Italiani ad Aleph



The ALEPH Detector

ALEPH – VDET : il primo con sensori con lettura a doppia faccia



Aleph visto di fronte

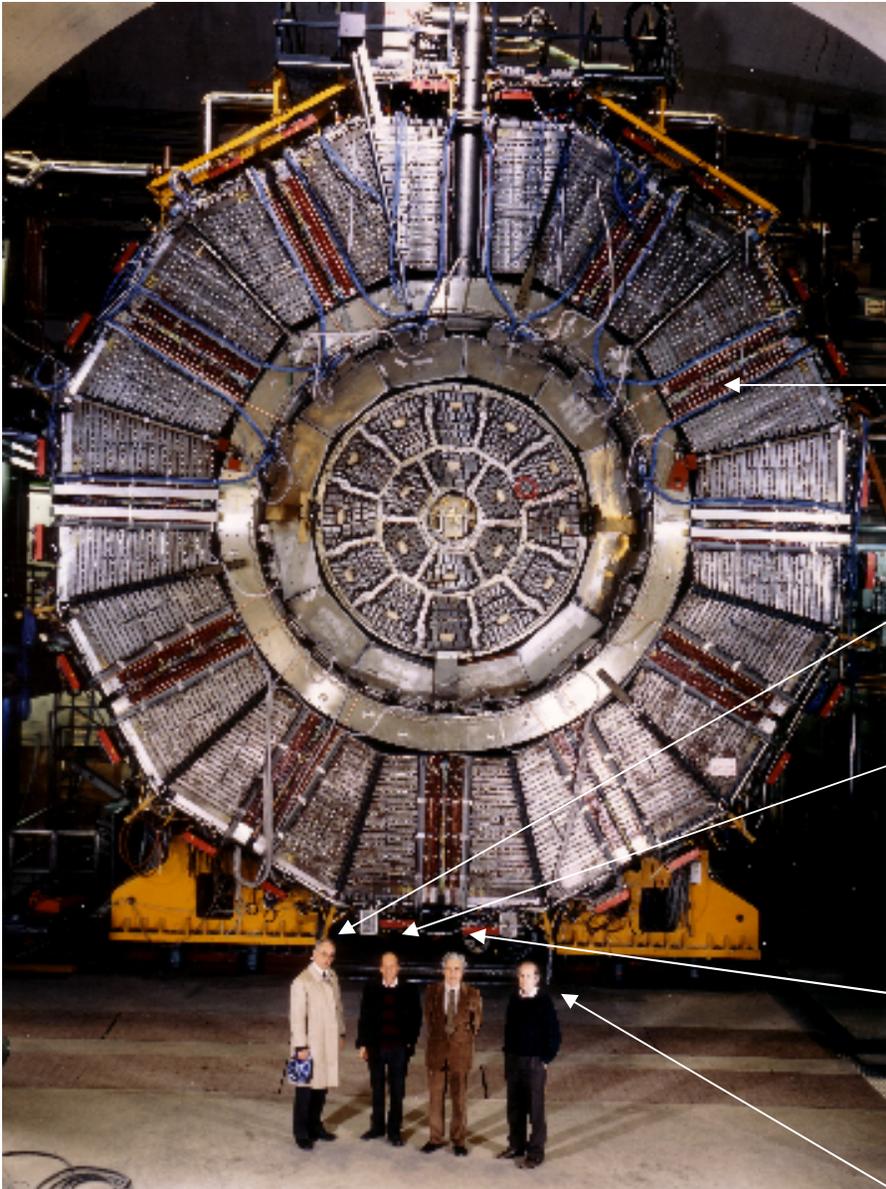
Calorimetro adronico

Pierre Lazeyras

Lorenzo Foa`

Jack Steinberger

Jaques Le-Francois



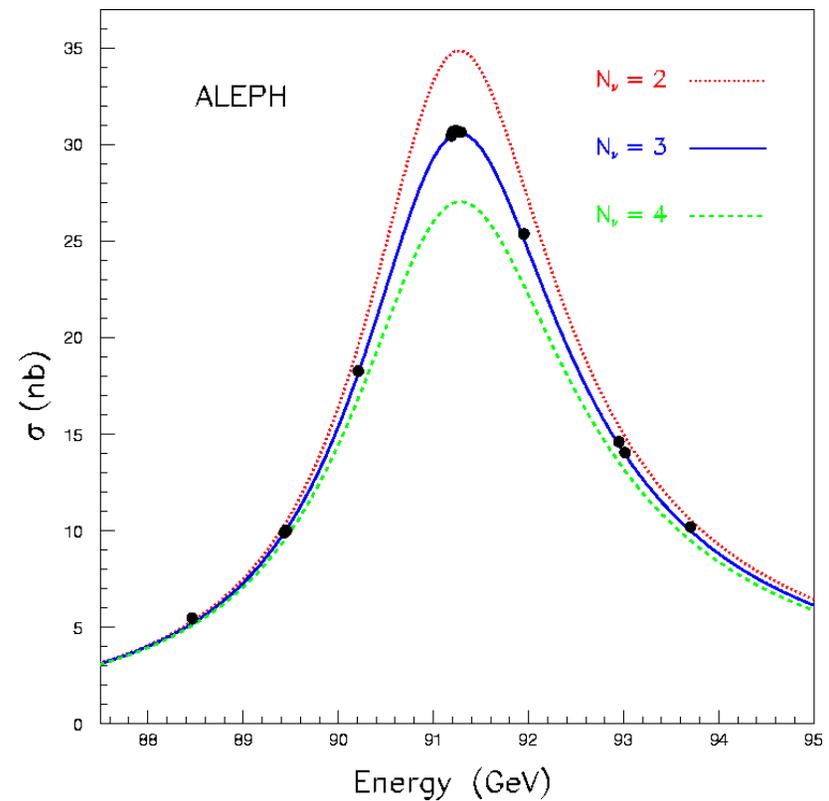
Alberto Bechini spiega Aleph



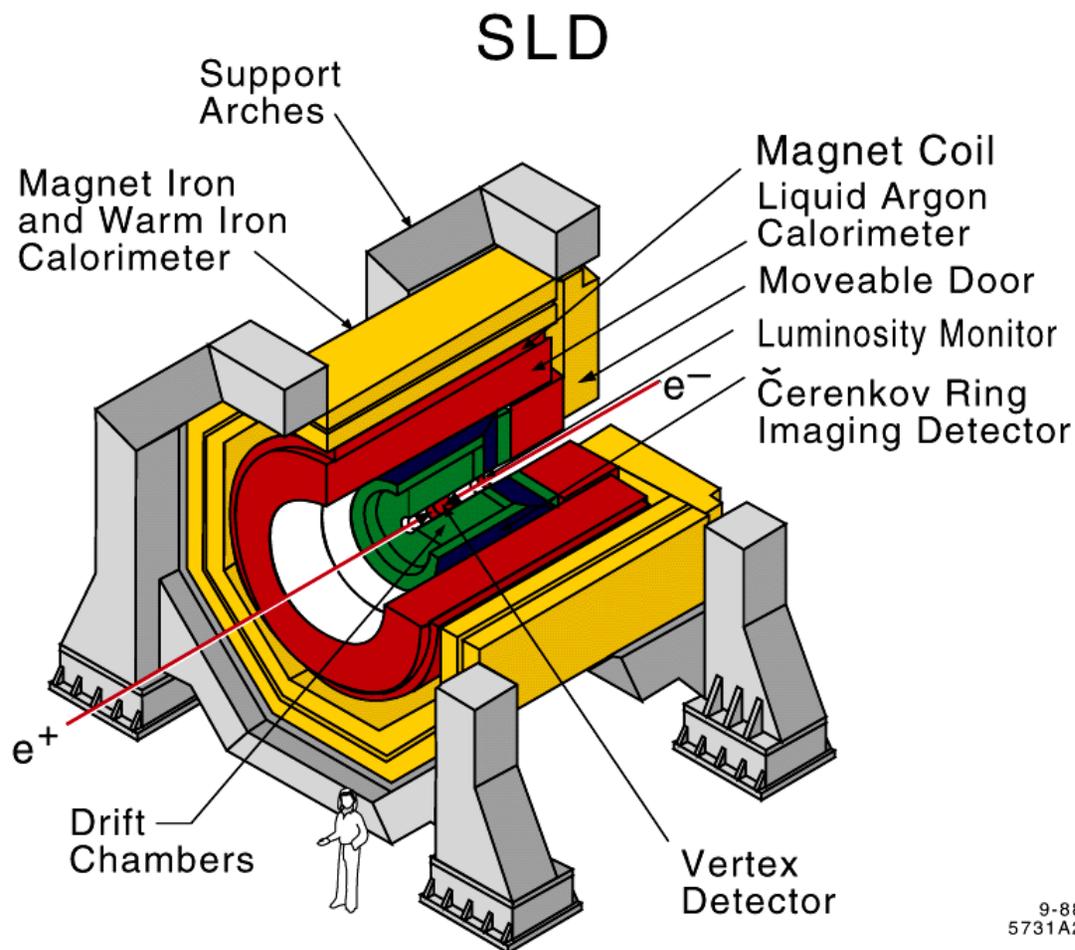
Misura del numero di neutrini

Aleph: $N_\nu = 3,27 \pm 0,30$

Phys.Letters B, November 1989



Il concorrente di LEP: SLD



Il gruppo di Pisa:

M. Carpinelli

R. Castaldi

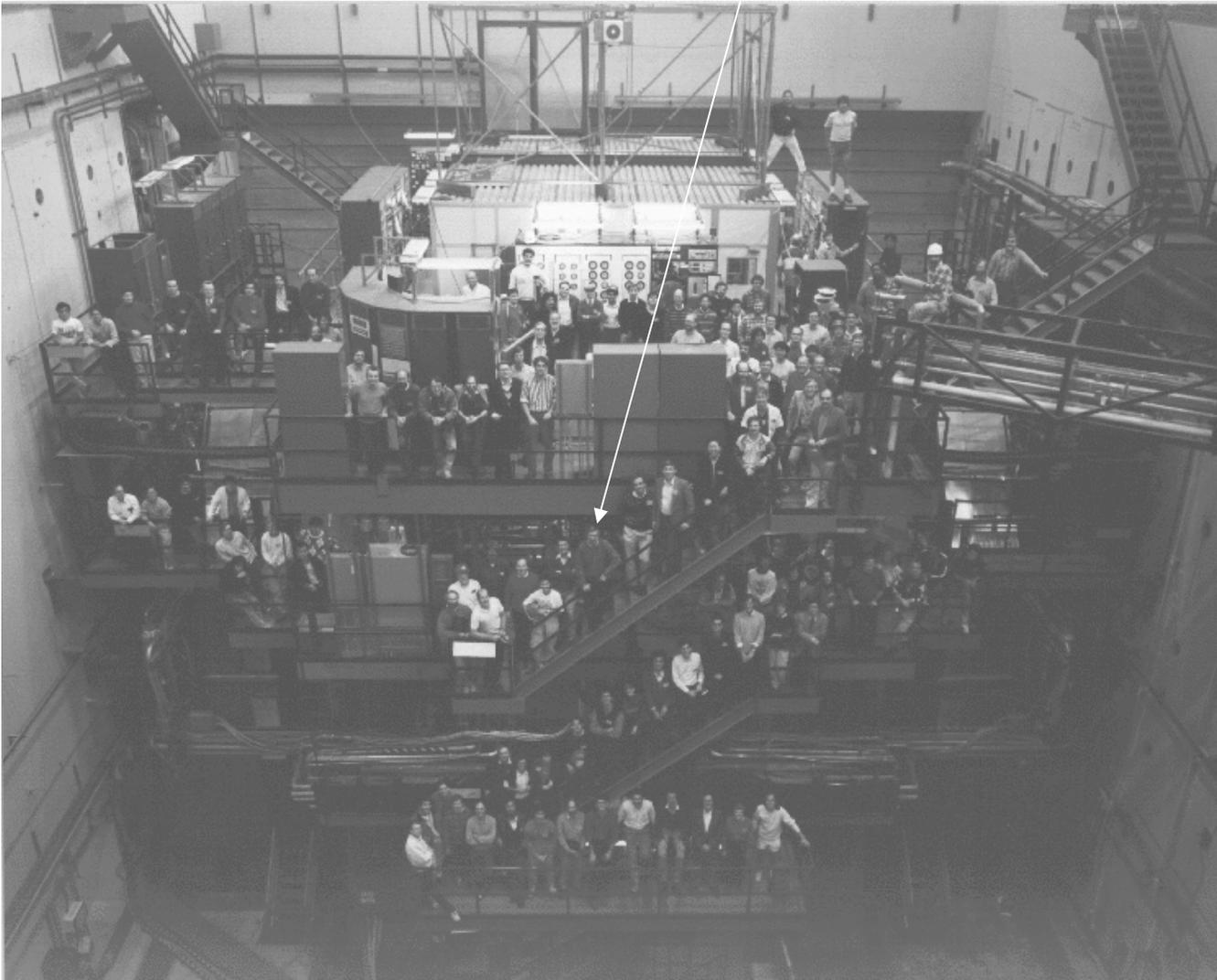
R. Dell'Orso

P.G. Verdini

C. Vannini

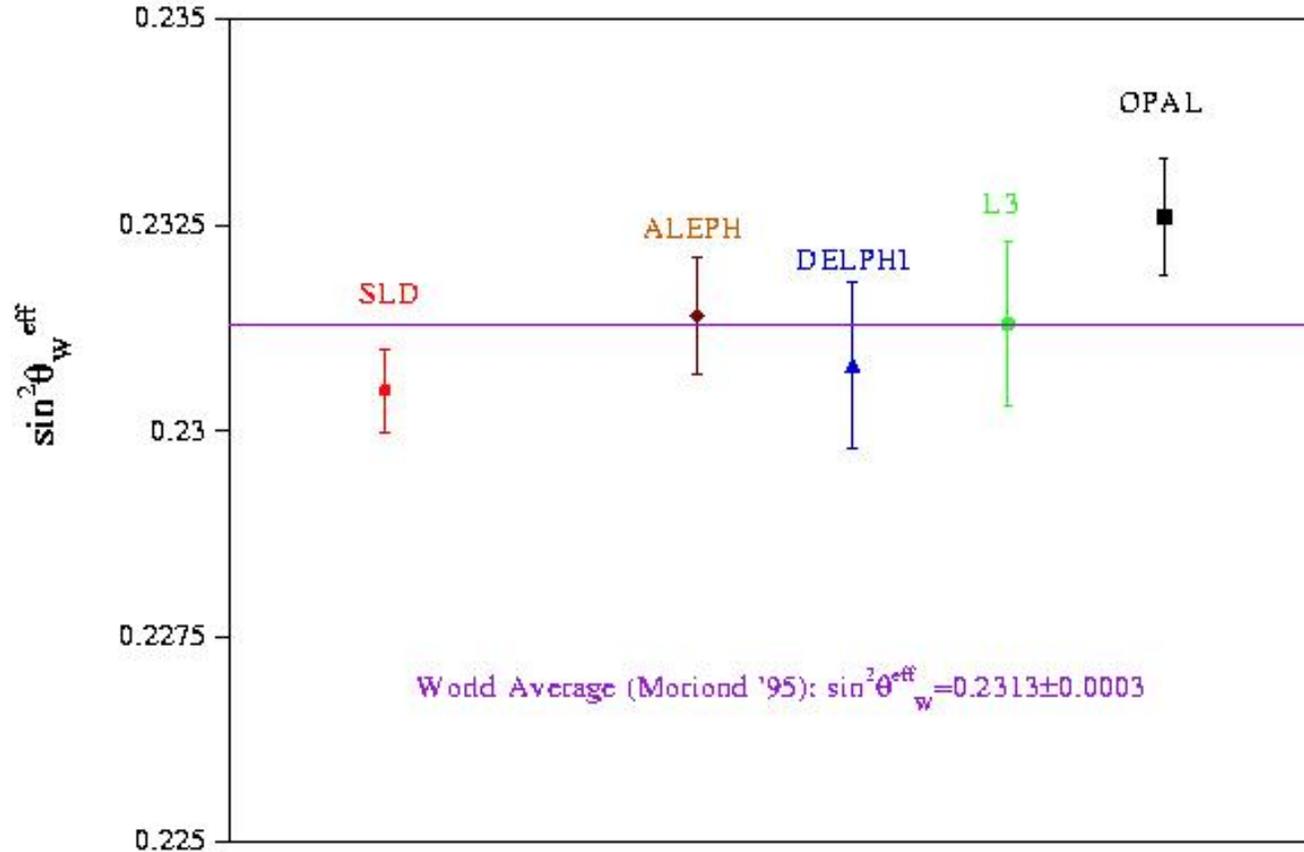
Foto di gruppo SLD

Rino Castaldi?



SLD: un premio dai fasci polarizzati

SLD-LEP Weak Mixing Angle Results



BaBar a SLAC:la frontiera della fisica del b

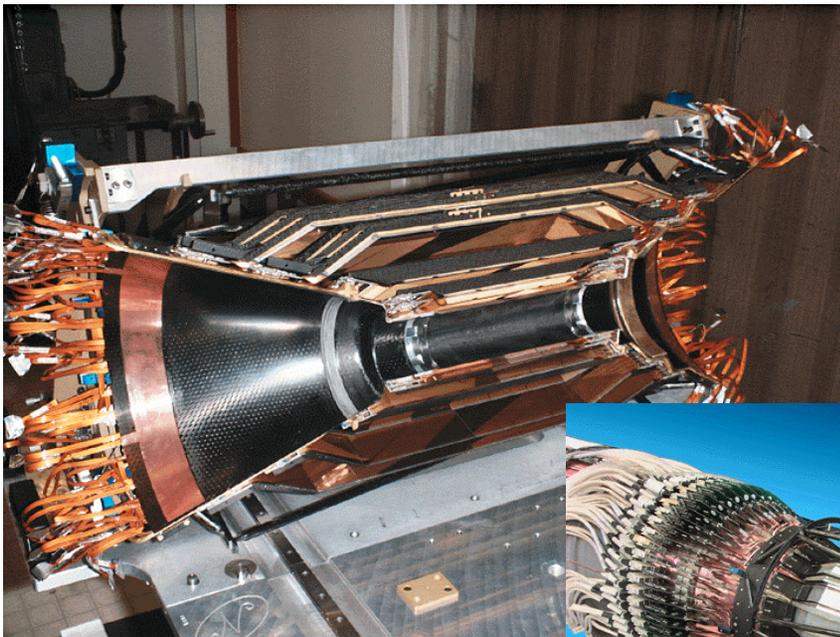
Il gruppo Pisano a BaBar:

Carlo Angelini
Giovanni Batignani
Stefano Bettarini
Mario Bondioli
Francesca Bucci
Giovanni Calderini
Massimo Carpinelli
Francesco Forti
Marcello Giorgi
Alberto Luisiani

Giovanni Melchiori
Fernando Martinez-Vidal
Mauro Morganti
Nicola Neri
Eugenio Paoloni
Matteo Rama
Giuliana Rizzo
Giuseppe Triggiani
John Walsh

Il microvertice di BaBar

Babar SVT



Babar SVT:
installato nel 1999



BaBar: asimmetria nei decadimenti $B^0(\text{anti } B^0) \rightarrow J/\psi K_S^0$

Babar scopre la violazione di CP nei
mesoni B nel 2001

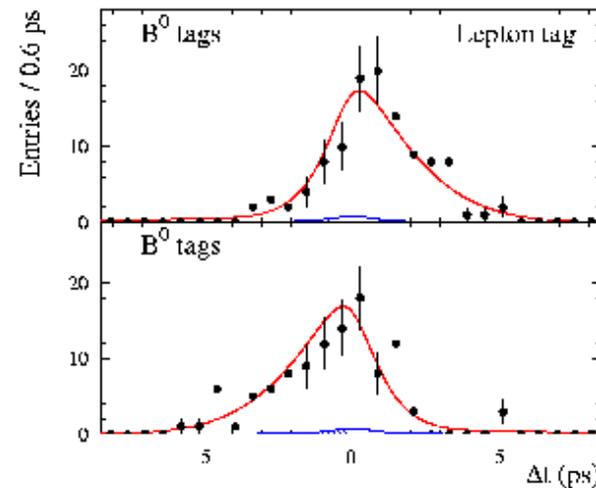
BABAR



DETECTOR

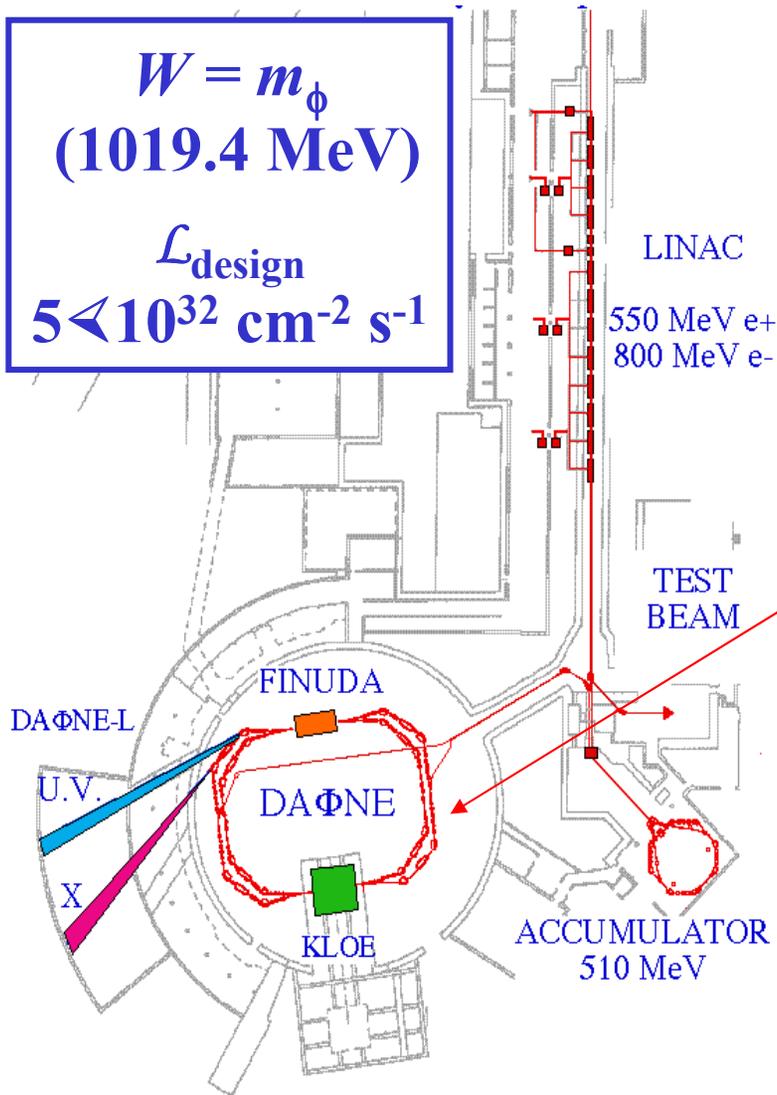
$$e^+e^- \rightarrow F(4S) \rightarrow B_{\text{mes}} B_{\text{mes}}$$

$$B_{\text{mes}} \rightarrow J/\psi K_S^0 \dots$$



$$\sin 2\beta = 0.741 \pm 0.067(\text{stat}) \pm 0.034(\text{syst})$$

DAΦNE: la “fabbrica di ϕ ” di Frascati



Anello di accumulazione
elettrone-positrone da ~ 1000
MeV nel s.c.m.

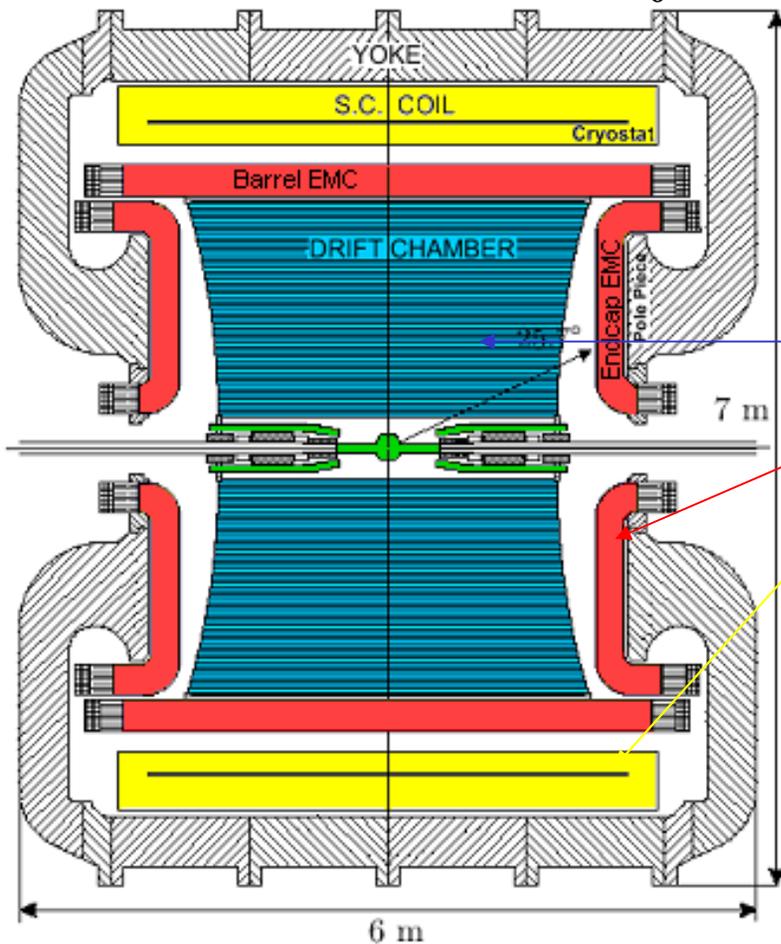
KLOE

$$\sigma(e^+e^- \rightarrow \phi \rightarrow K^0_s K^0_l)$$

Studio della violazione di CP nel decadimento del K_0

I K_s con $\lambda \sim 6$ mm decadono vicino ai fasci

I K_l con $\lambda \sim 3.4$ m decadono in gran numero entro la camera a deriva



Camera a deriva

Calorimetro elettromagnetico

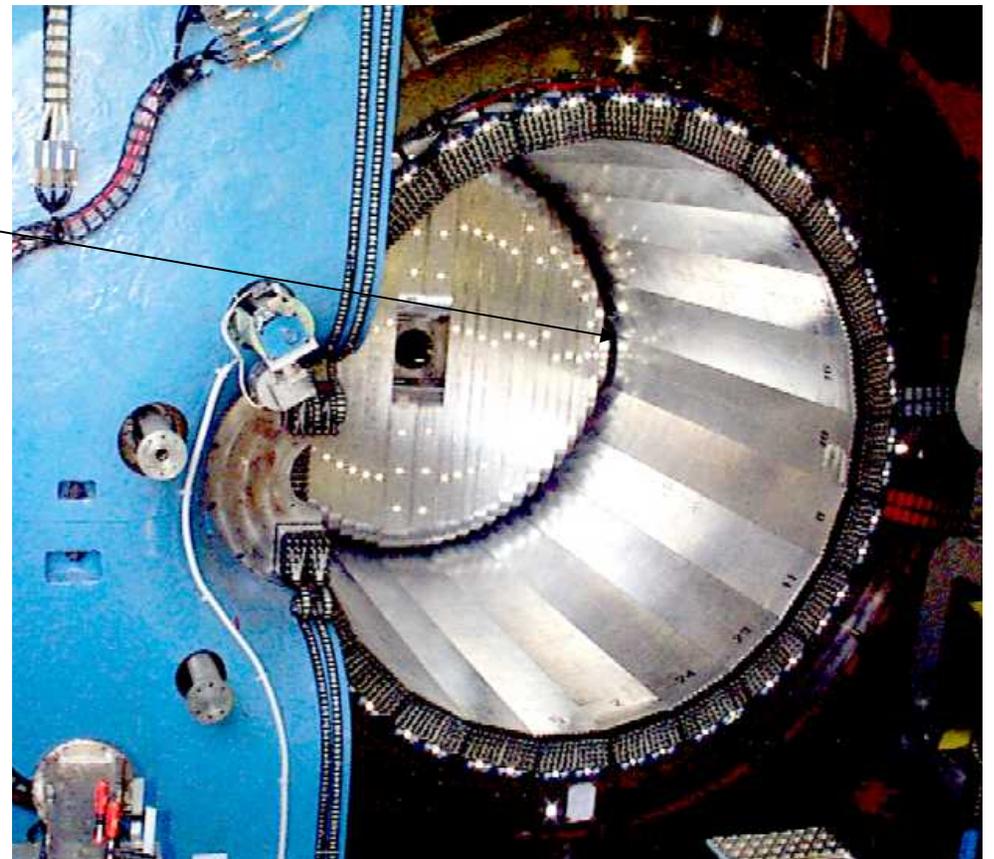
Bobina superconduttrice

La natura dei decadimenti del K_l e del K_s , che nascono in uno stato quantico puro, in funzione della loro distanza temporale è sensibile alla violazione di CP

Il calorimetro elettromagnetico di KLOE

Il contributo strumentale
piu' importante del gruppo
di Pisa.

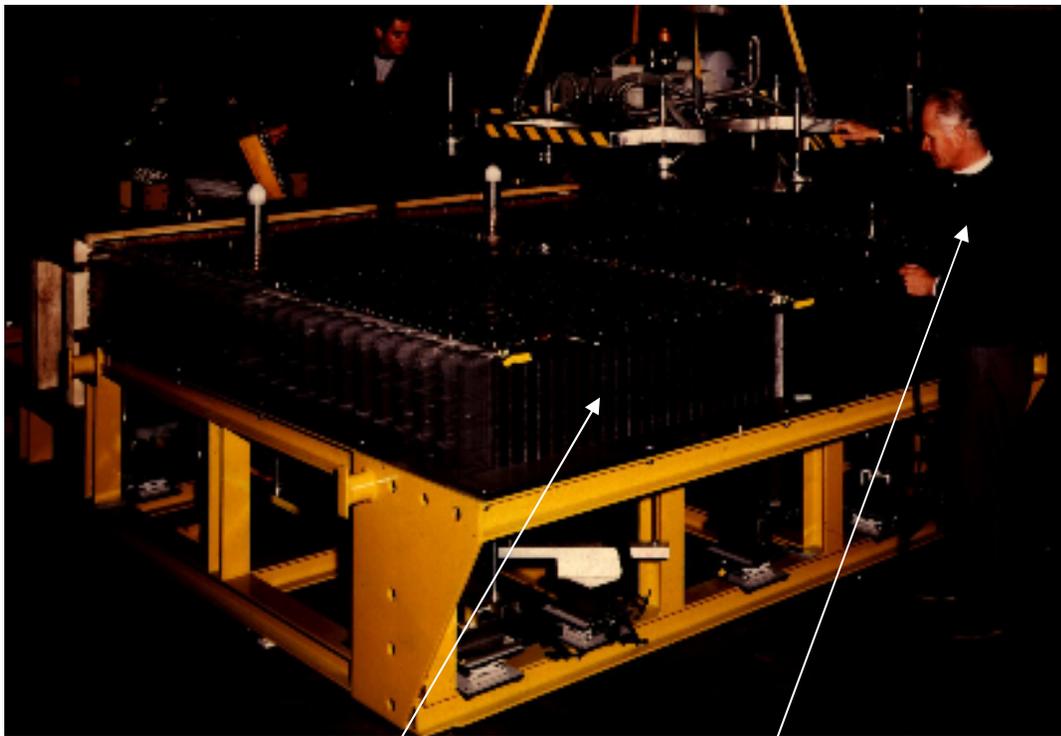
IL GRUPPO DI PISA:
Franco Cervelli
Marco Incagli
Fabrizio Scuri
Gabriele Torelli
Graziano Venanzoni



L'esperimento NA31 al SpS

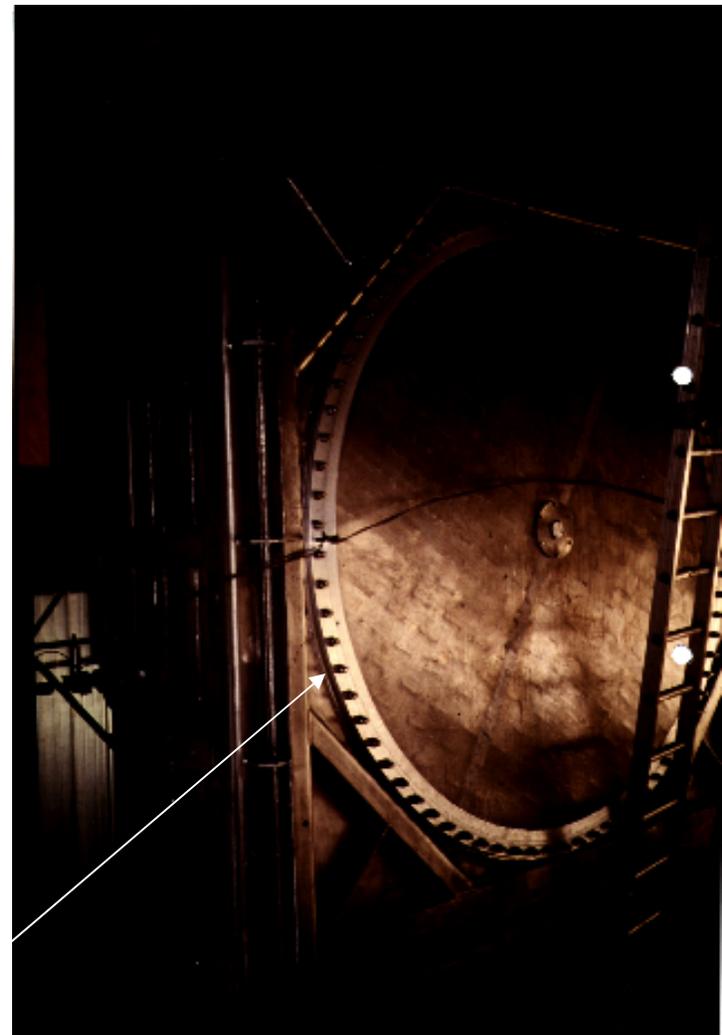
- Misura della violazione di CP nel decadimento dei K neutri
- Collaborazione
 - CERN, Edinburgh, Mainz, Orsay, Perugia, Pisa, Siegen
- **Fisici Pisani**
 - **L.Bertanza, A.Bigi, M.Calvetti, R. Carosi, R. Casali, C. Cerri, R. Fantechi, I. Mannelli, A. Nappi, G.M. Pierazzini**

Il calorimetro di NA31



La struttura

Claudio Cerri



Il criostato

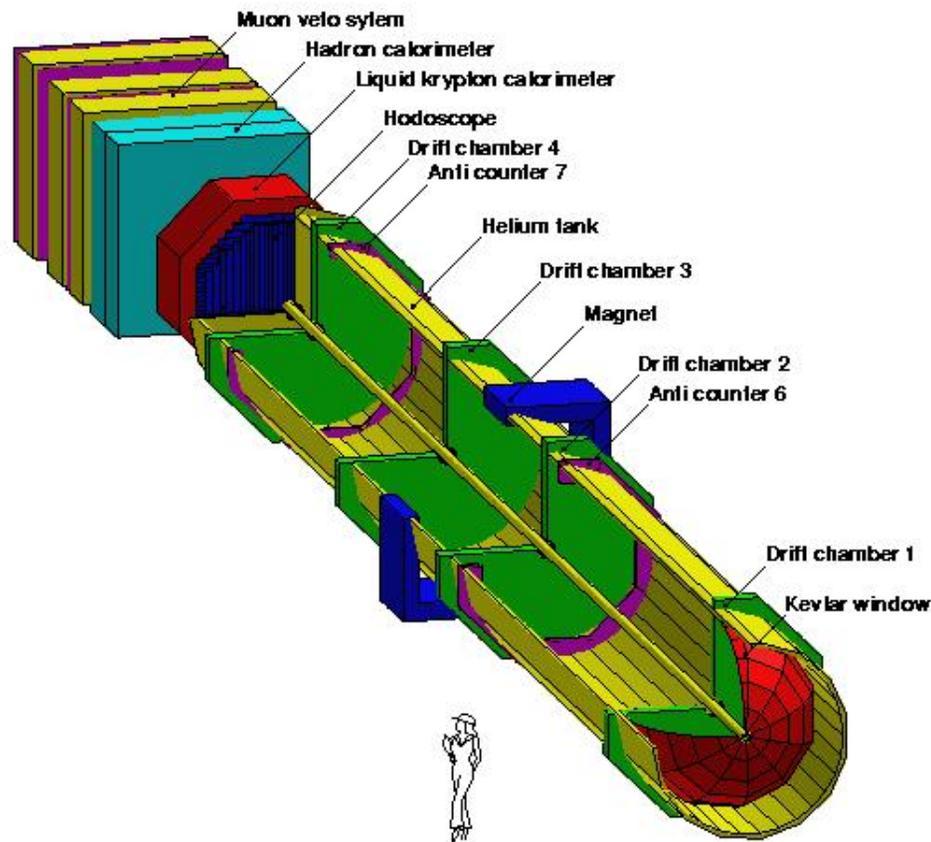
NA48 – Fisici pisani

(lista comprensiva di arrivi e partenze nel 2000-2003)

- **L. Bertanza**
- **A. Bigi**
- **R. Casali**
- **C. Cerri**
- **M. Cirilli**
- **G. Collazuol**
- **F. Costantini**
- **L. Di Lella**
- **N. Doble**
- **R. Fantechi**
- **L. Fiorini**
- **S. Giudici**
- **G. Lamanna**
- **I. Mannelli**
- **G.M. Pierazzini**
- **M. Sozzi**

**Rapporto dei decadimenti del K_s e del K_L
in $\pi^+\pi^-$ o $\pi^0\pi^0$**

L'apparato sperimentale di NA48



Ottima risoluzione in energia,
posizione e tempo:

$$K_{L,S} \rightarrow \pi^+\pi^-$$

-Spettrometro magnetico

-Odoscopio di scintillatori

$$K_{L,S} \rightarrow \pi^0\pi^0$$

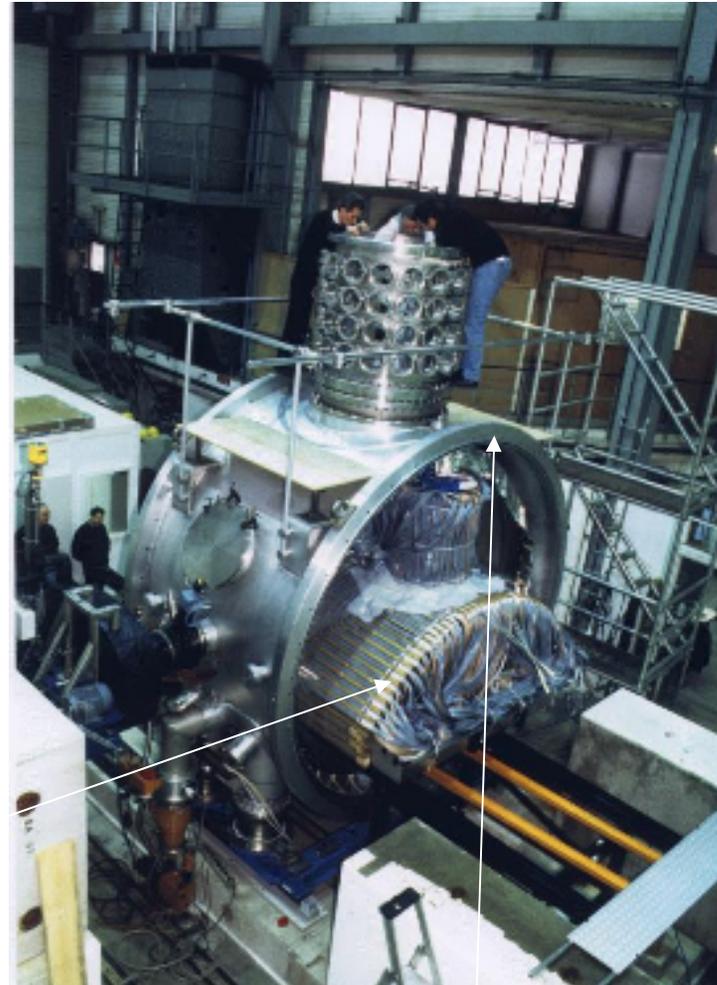
-Calorimetro quasi omogeneo
a krypton liquido

-Fibre scintillanti nel krypton

Il calorimetro di NA48

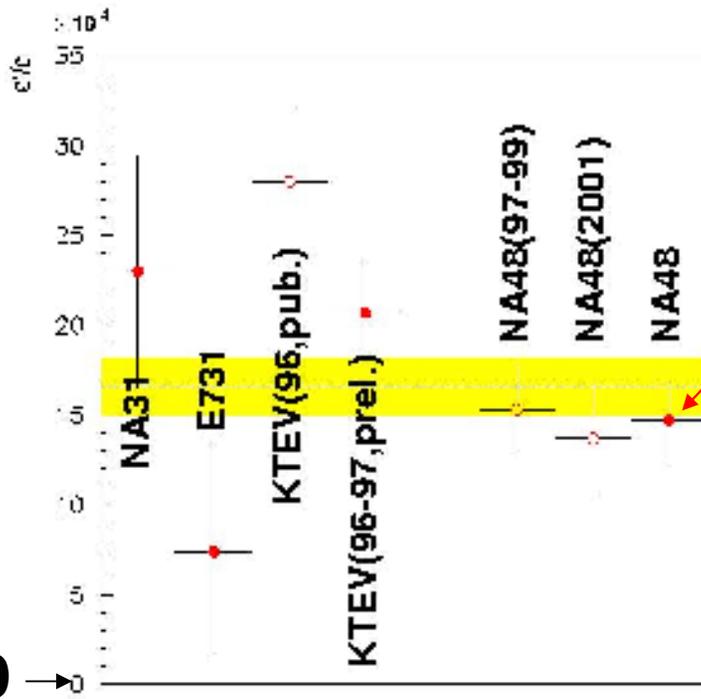


La struttura interna



Il criostato

NA48 – Il risultato



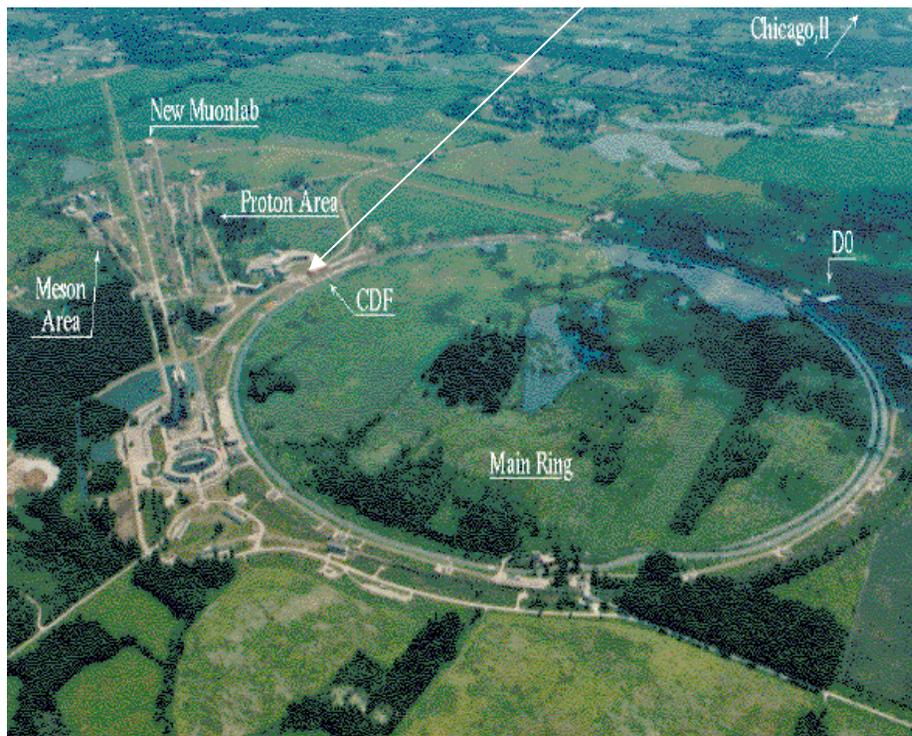
**Il risultato finale
(2002):**

$$- \text{Re}(\epsilon'/\epsilon) = (14.7 \pm 2.2) * 10^{-4}$$

**stabilisce la violazione
diretta di CP a 6.7 σ**

Il Tevatron nella prateria del Illinois

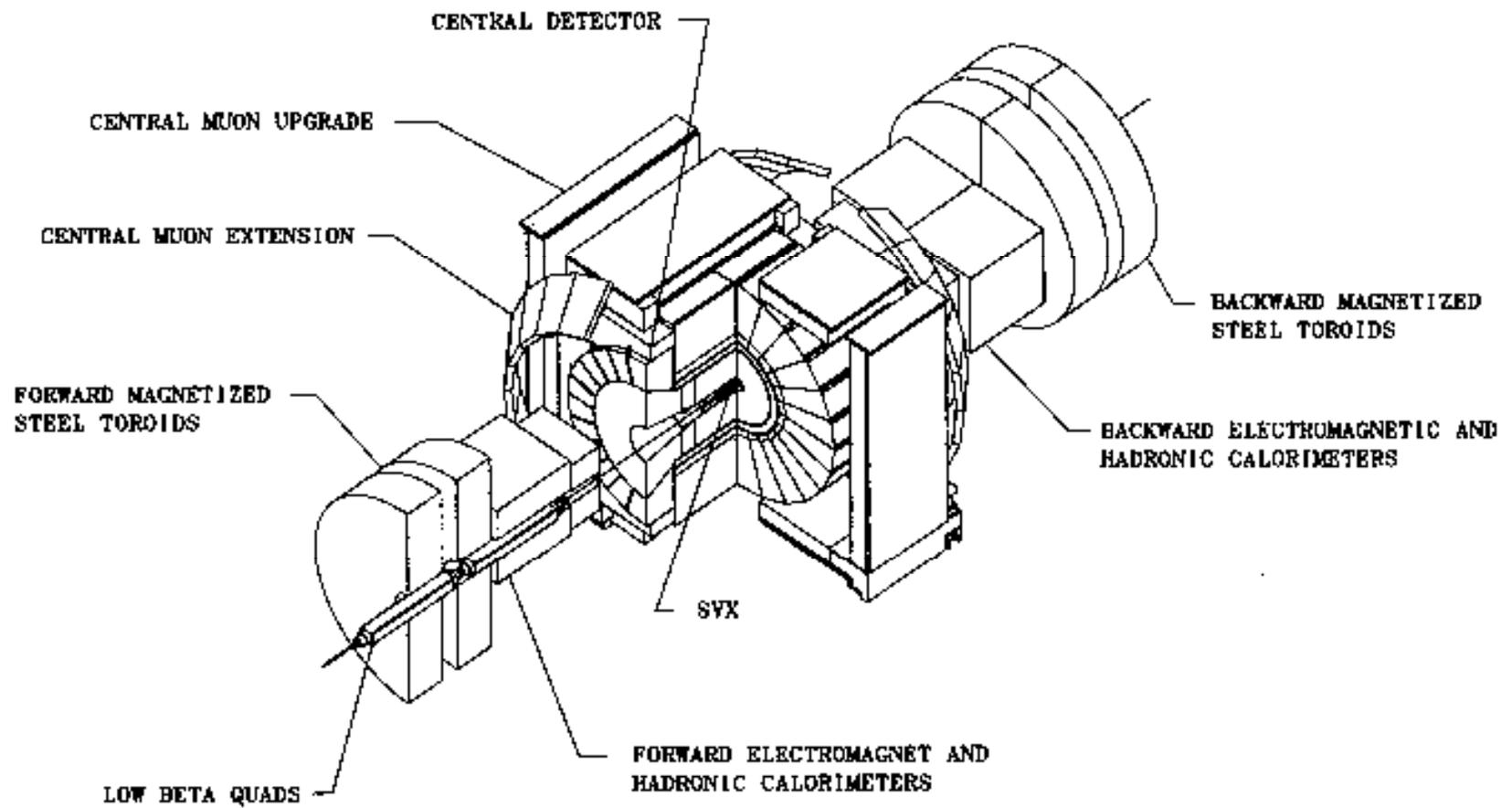
CDF



Fino al 1995:
Il main Ring (sopra) inietta
nel Tevatron Collider (sotto)



Schema di CDF (1992-1995)



Il gruppo Pisano in CDF (1994)

Dipartimento di Fisica e Sezione di Bologna dell'INFN:

Luca Breccia, Milena Deninno, Irene Fiori, Carmine Pagliarone, Giovanni Maria Piacentino, Franco Rimondi, Stefano Zucchelli.

Laboratori Nazionali di Frascati dell'INFN:

Sergio Bertolucci, Marco Cordelli, Paolo Giromini, Stefano Miscetti, Andrea Sansoni.

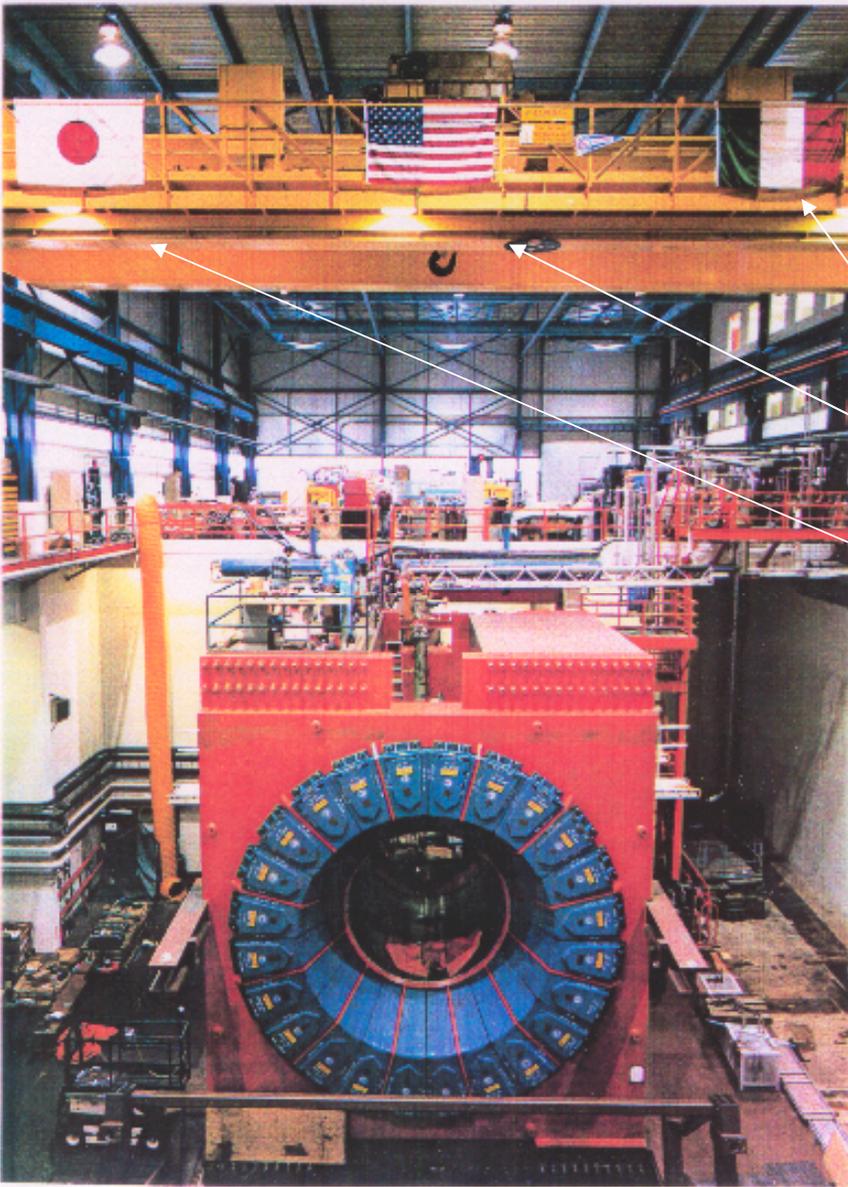
Dipartimento di Fisica e Sezione di Padova dell'INFN:

Patrizia Azzi, Nicola Bacchetta, Dario Bisello, Giovanni Busetto, Andrea Castro, Michele Gallinaro, Maurizio Loreti, Luisa Pescara, Antonio Ribon, Luca Stanco, Jeff Wyss.

Dipartimento di Fisica, Scuola Normale Superiore e Sezione di Pisa dell'INFN:

Roberto Amendolia, Paolo Bartalini, Franco Bedeschi, Stefano Belforte, Valeria Bolognesi, Franco Cervelli, Giorgio Chiarelli, Marina Cobal, Simone Dell'Agnello, Mauro Dell'Orso, Simone Donati, Guido Gagliardi, Stefano Galcotti, Paola Giannetti, Giovanni Grieco, Marco Incagli, Nicola Labanca, Sandra Leone, Donatella Lucchesi, Michelangelo Mangano, Aldo Menzione, Emilio Meschi, Riccardo Paoletti, Giovanni Pauletta, Giovanni Punzi, Luciano Ristori, Lorenzo Santi, Gianfranco Sciacca, Angelo Scribano, Arnaldo Stefanini, Francesco Tartarelli, Nicola Turini, Anna Maria Zanetti, Francesco Zetti.

+ G.B.



CDF: un progetto
Italia
USA
Giappone

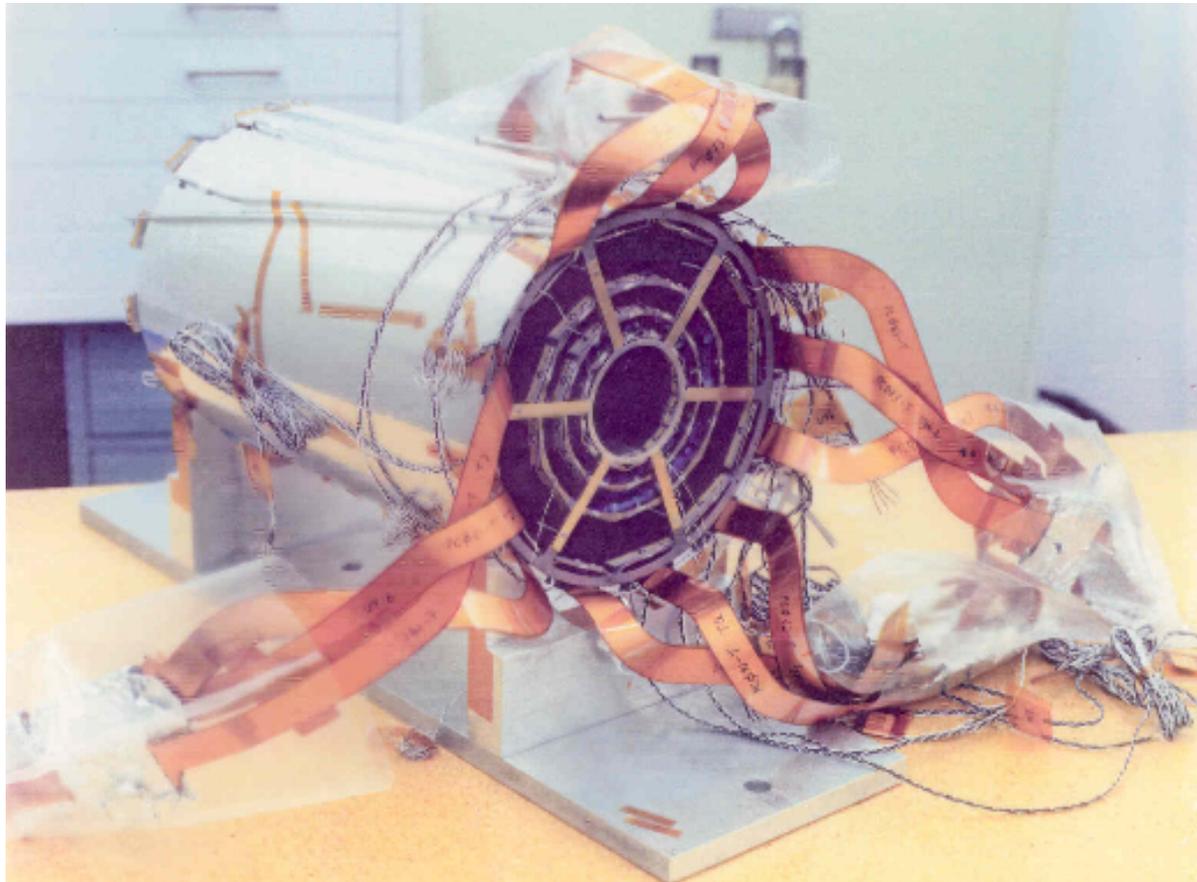
Assemblaggio dei calorimetri

Aldo Menzione

Franco Cervelli



SVX: un progetto di Pisa, il primo microvertice ad un collider adronico



Finalmente la scoperta (1994-1995)

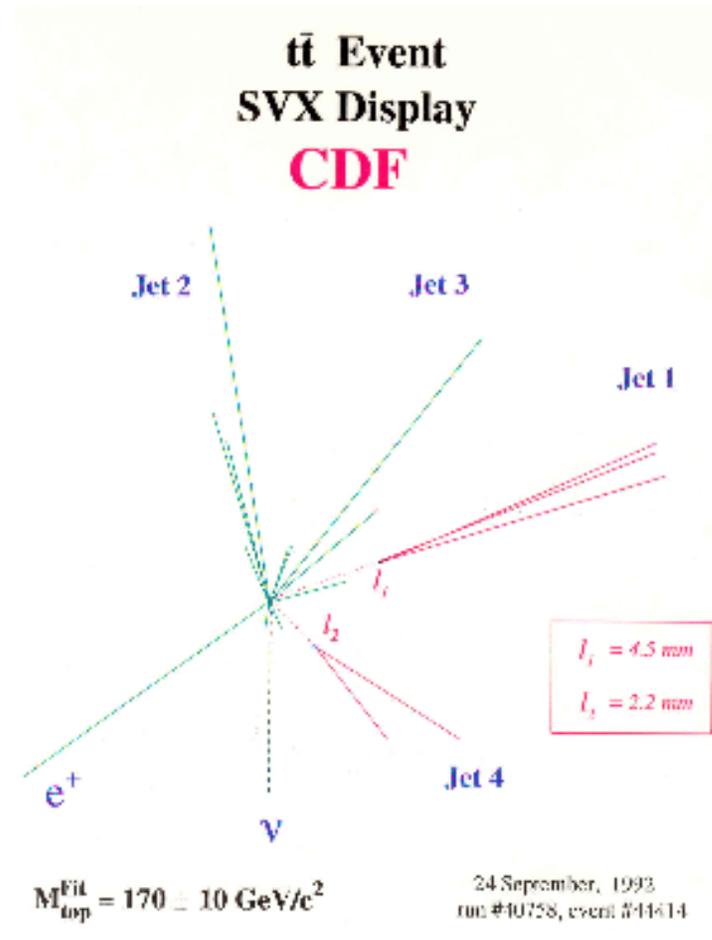
VOLUME 73, NUMBER 2

PHYSICAL REVIEW LETTERS

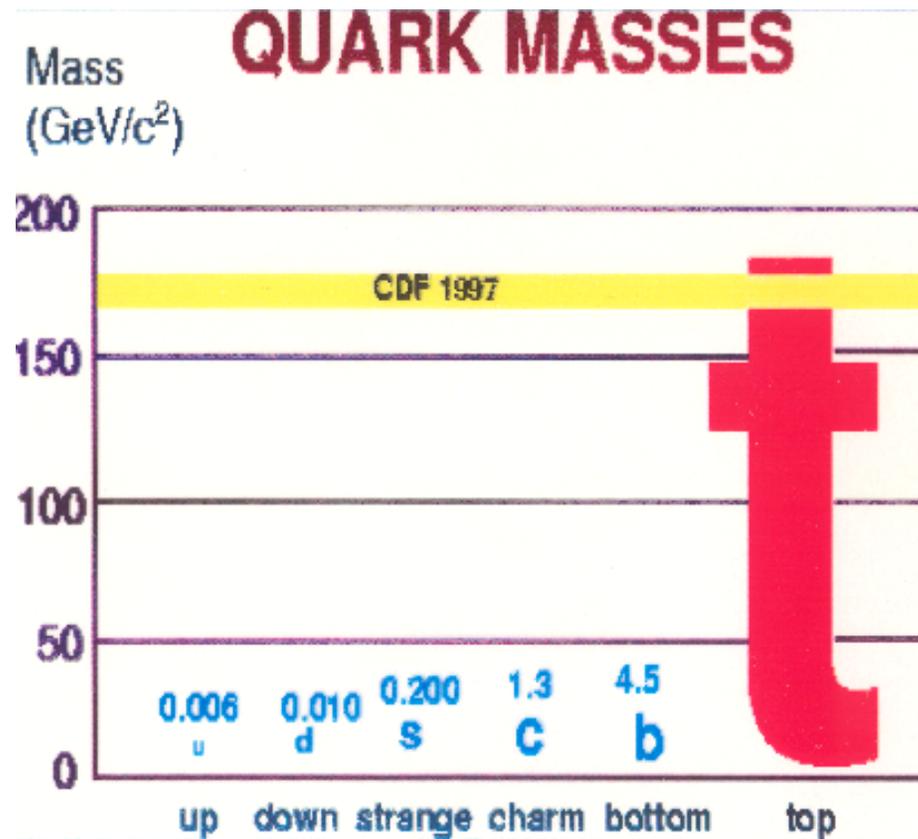
11 JULY 1994

Evidence for Top Quark Production in $\bar{p}p$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.8$ TeV

F. Abe,¹³ M. G. Albrow,⁷ S. R. Amendolia,²³ D. Amidei,¹⁶ J. Antos,²⁰ C. Anway-Wiese,⁴ G. Apollinari,²⁶

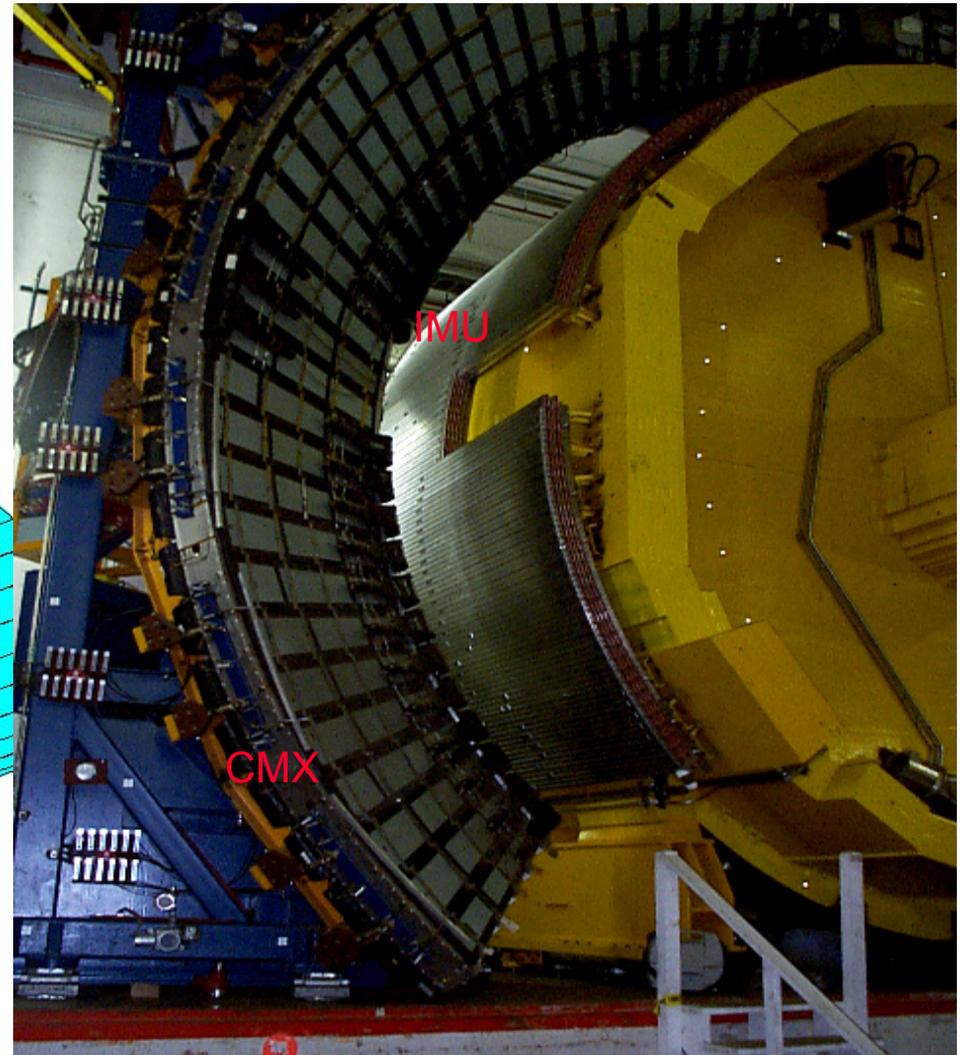
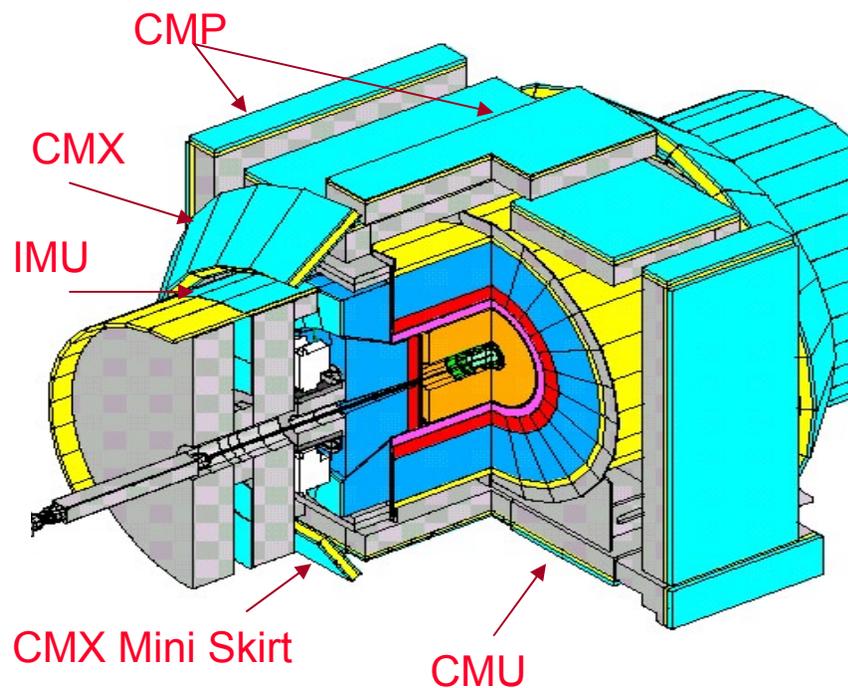


La incredibile massa del top

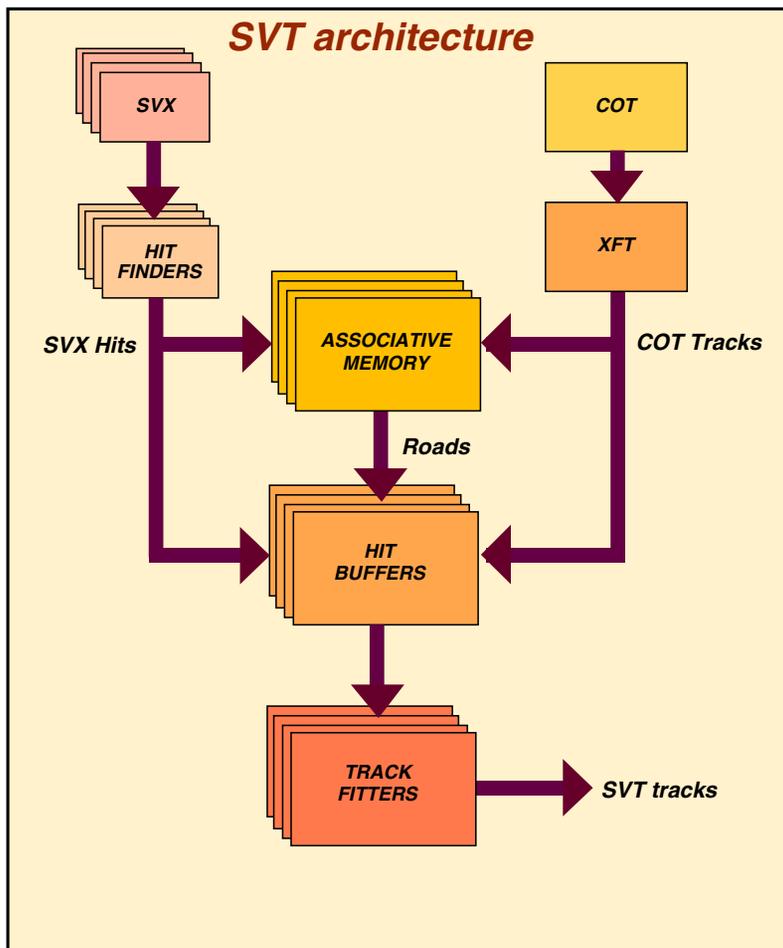


Il rivelatore per muoni di CDFII

Piu' di 600 contatori a scintillazione costruiti da Dubna-Pisa-Trieste-Udine per il nuovo rivelatore CDFII



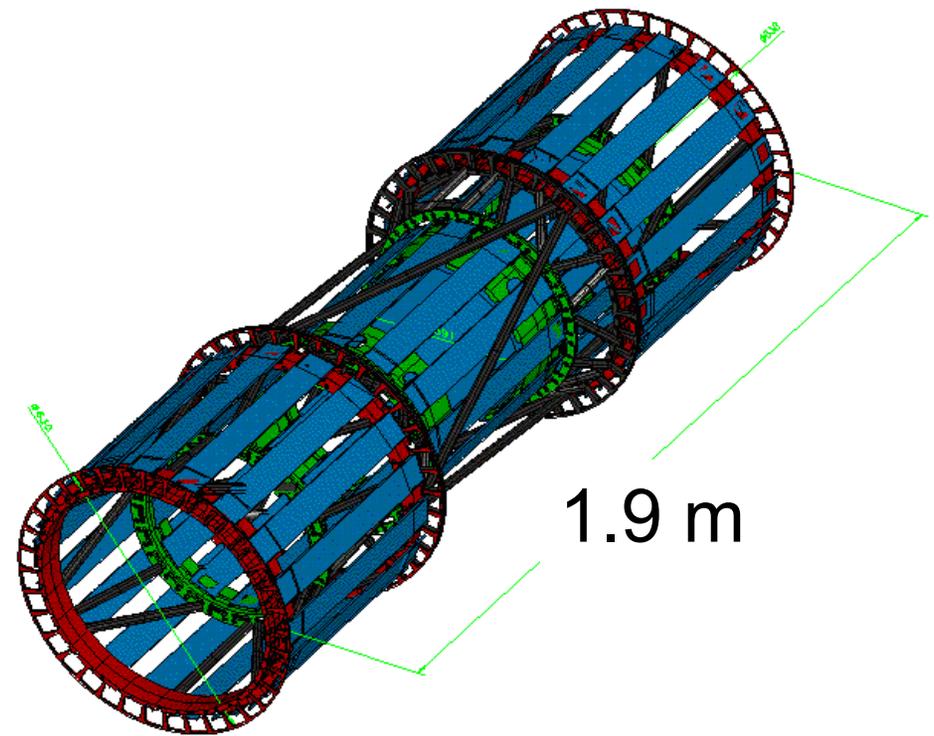
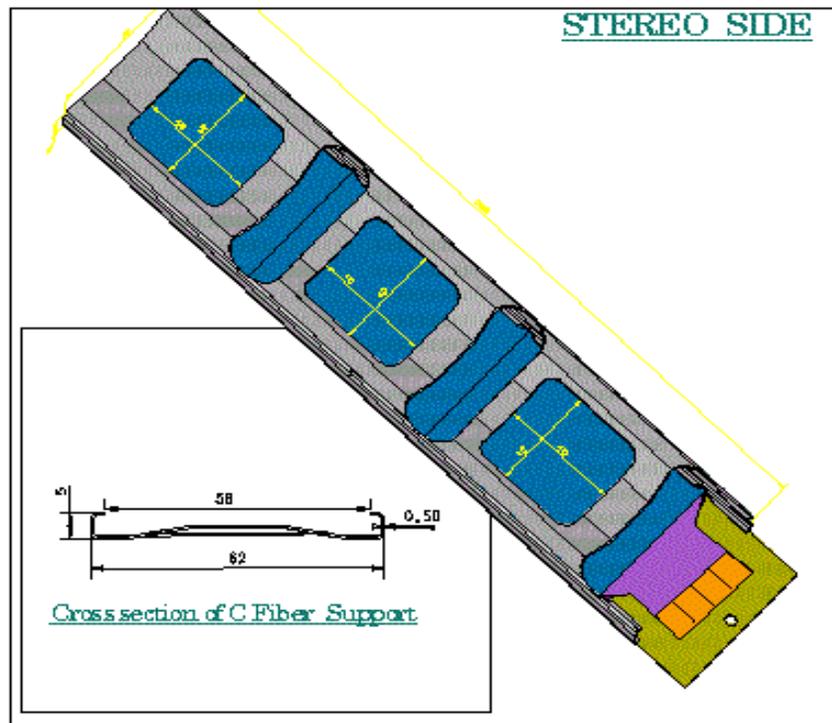
CDFII: il primo trigger sui vertici secondari e' un progetto italiano



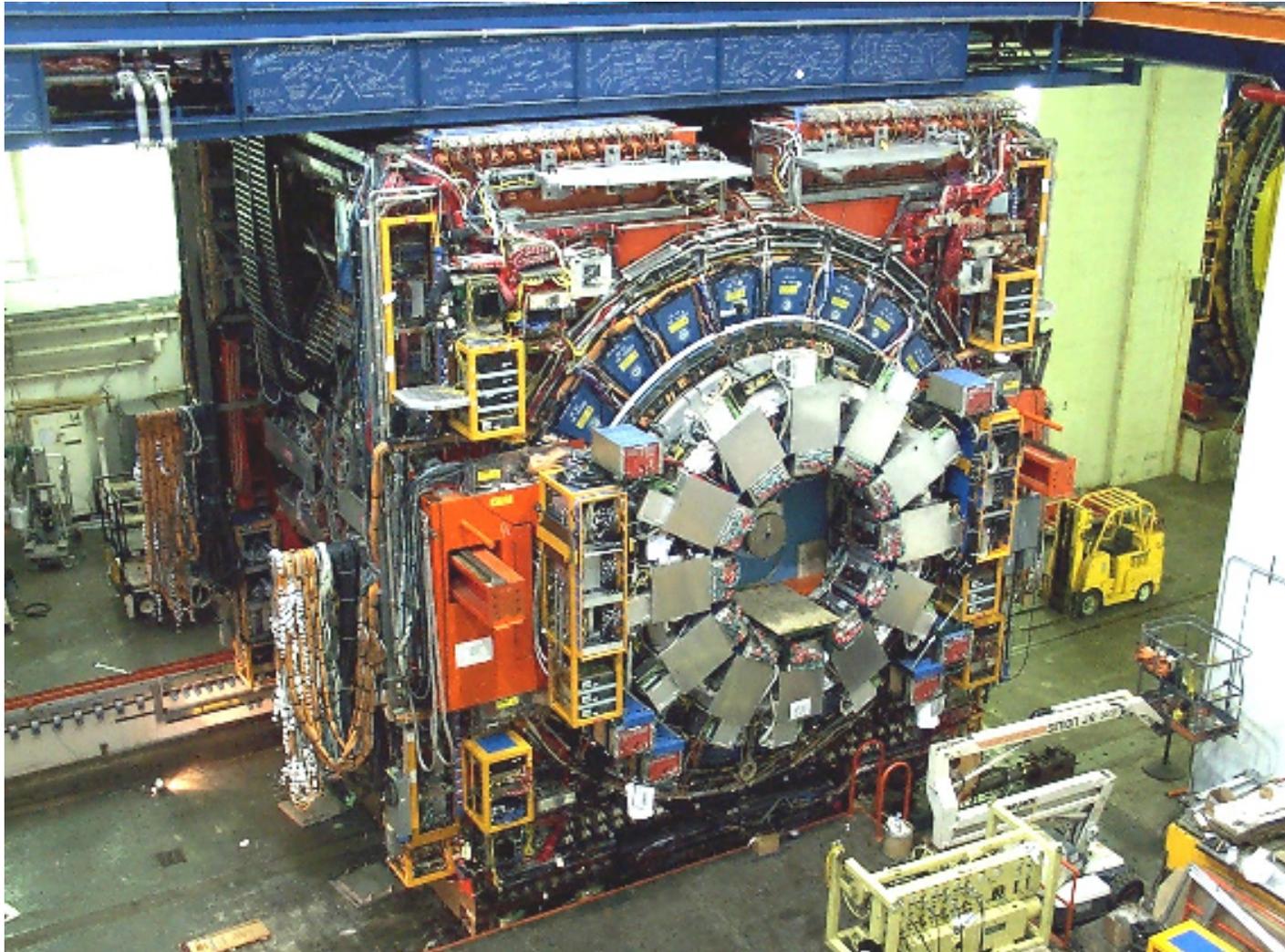
- Lo Silicon Vertex Tracker (SVT) le combina con le tracce nel SVX e segnala quelle che non provengono dal vertice dell'evento
- La efficienza e' $\epsilon_{SVT} \approx 90\%$ con qualita' delle tracce simile a quella ottenuta off-line.
- Un EXtremely Fast Tracker (XFT) trova le tracce nella camera centrale COT

Intermediate silicon laiers

Costruito a Pisa, il piu`
grande rivelatore di silicio
fino ad oggi su un collider



CDFII entra in sala sperimentale



L'esperimento MEG

**Ricerca del decadimento $\mu \rightarrow e\gamma$ non previsto
dal Modello Standard**

Gruppo MEG Pisa

Alessandro Baldini

Carlo Bemporad

Fabrizio Cei

Marco Grassi

Donato Nicolo'

Angela Papa

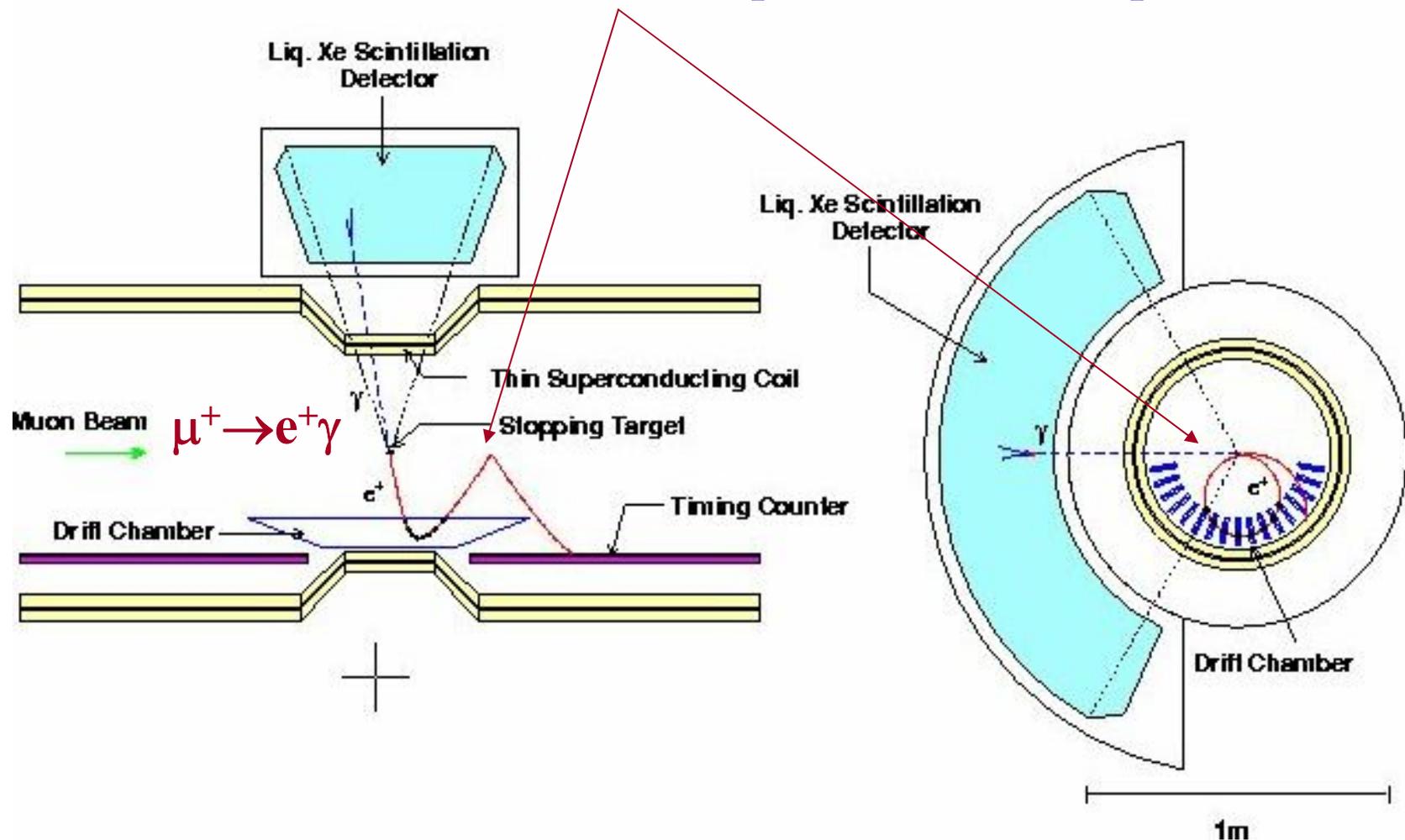
Roberto Pazzi

Franco Sergiampietri

Giovanni Signorelli

Apparato sperimentale di MEG

Elica del positrone nel campo solenoide



I Pisani in forza ad LHC

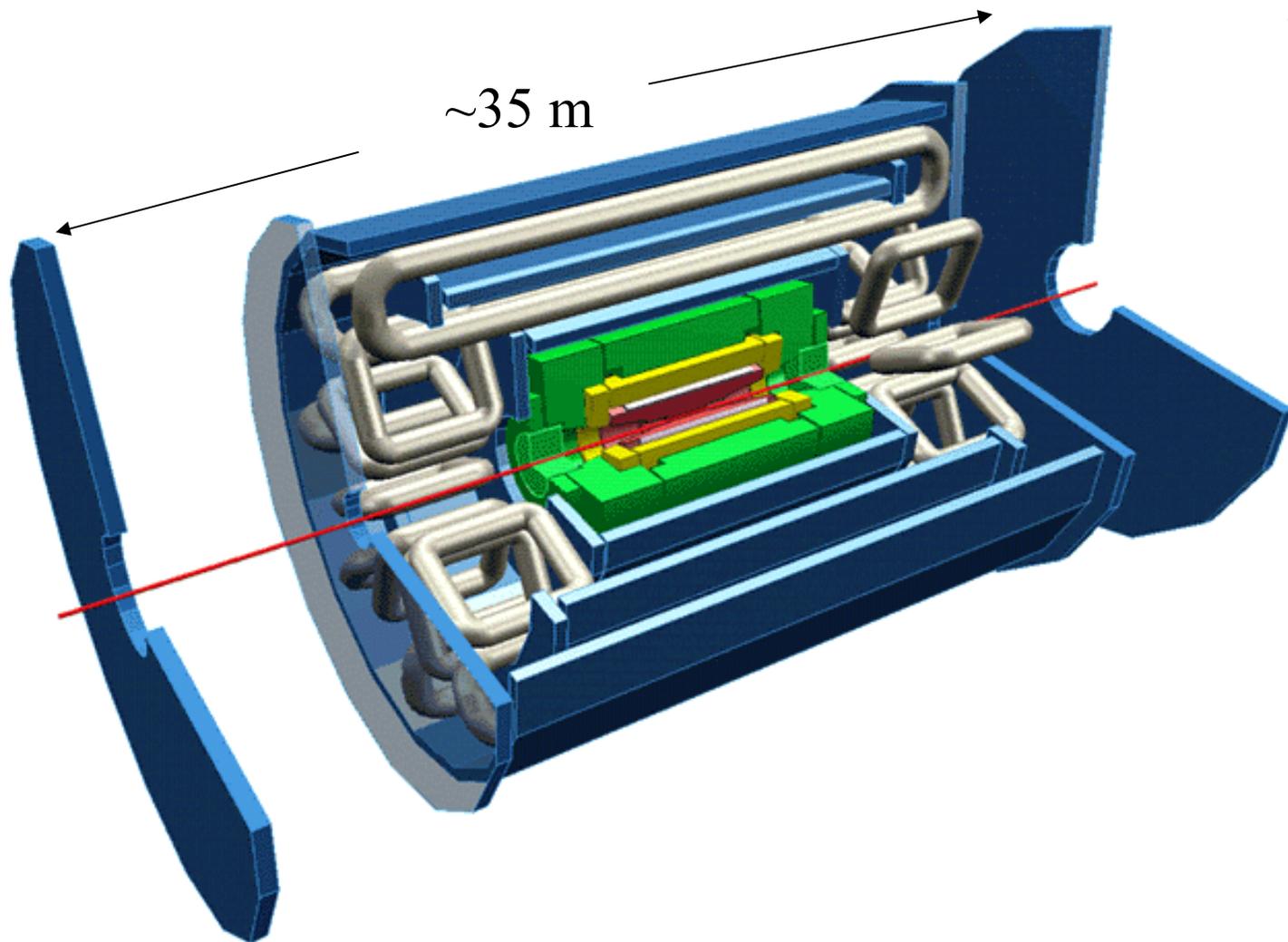
ATLAS

V.Cavasinni,
D.Costanzo,
T. Del Prete,
A.Dotti,
V.Flaminio,
D.Giulietti,
E.Mazzoni,
C.Roda,
G.Usai,
I.Vivarelli,
M.Volpi,
R.Zei

CMS

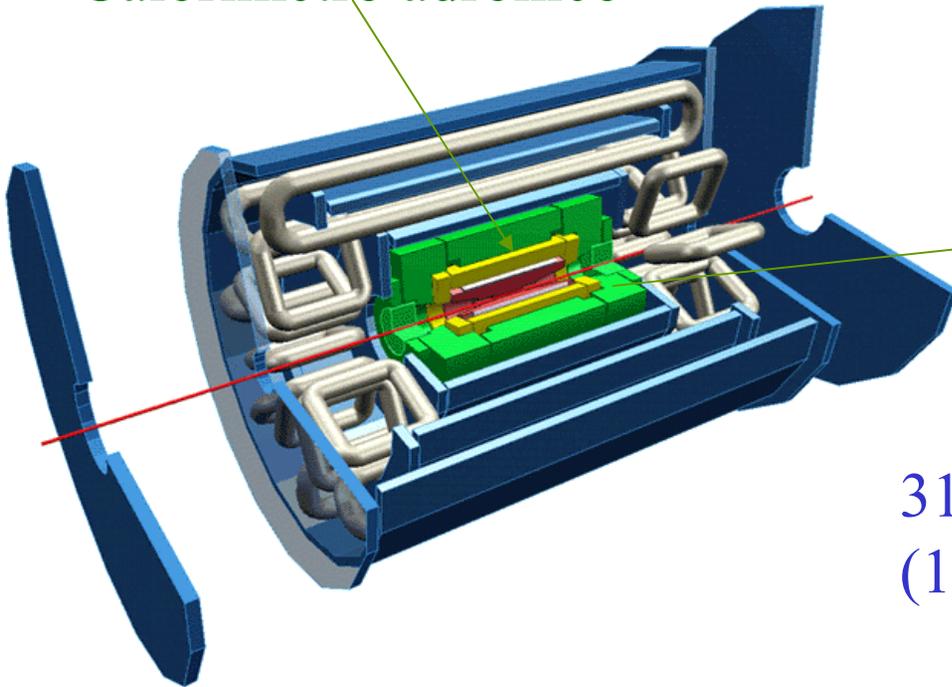
P.Azzurri, G.Bagliesi, A.Basti, J.Bernardini,
T.Boccali, L.Borrello, F.Bosi, P. L.Braccini,
R.Castaldi, R.Cecchi, C.Cerri, R.Dell`Orso,
S.Dutta, M.R.D`Alfonso, L.Foa`, S.Gennai,
A.Giammanco, A.Giassi, F.Ligabue, T. Lomtadze,
G.Martinelli, M.Massa, A.Messineo, A.Moggi,
F.Palla, F.Palmonari, F.Raffaelli, G.Sanguinetti,
G.Segneri, D.Sentenac, G.Sguazzoni, P.Spagnolo,
A.Starodumov, R.Tenchini, G.Tonelli, C.Vannini,
A.Venturi, P.G.Verdini.

Un gigante ad LHC: ATLAS



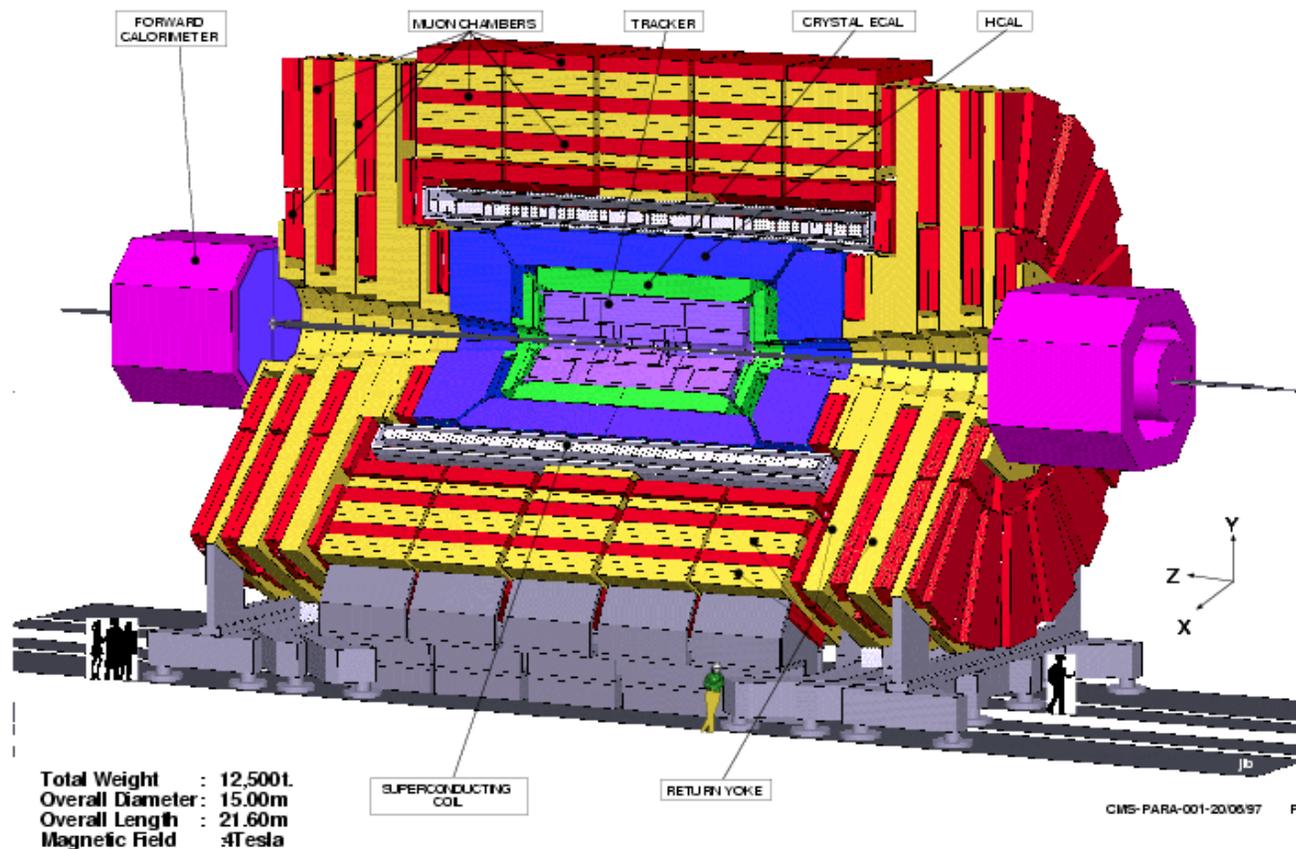
Il calorimetro di ATLAS a Pisa

Calorimetro adronico

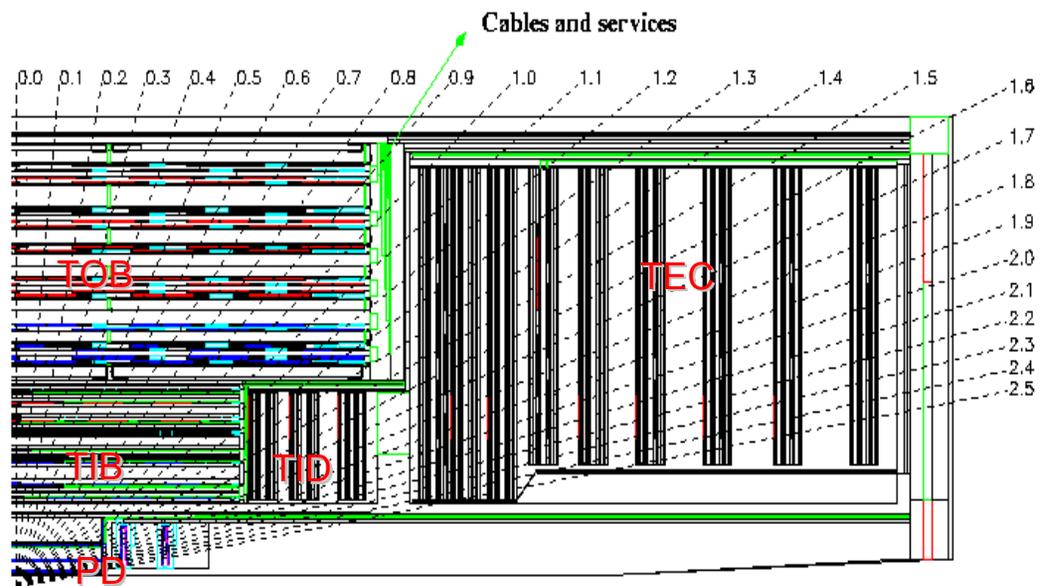
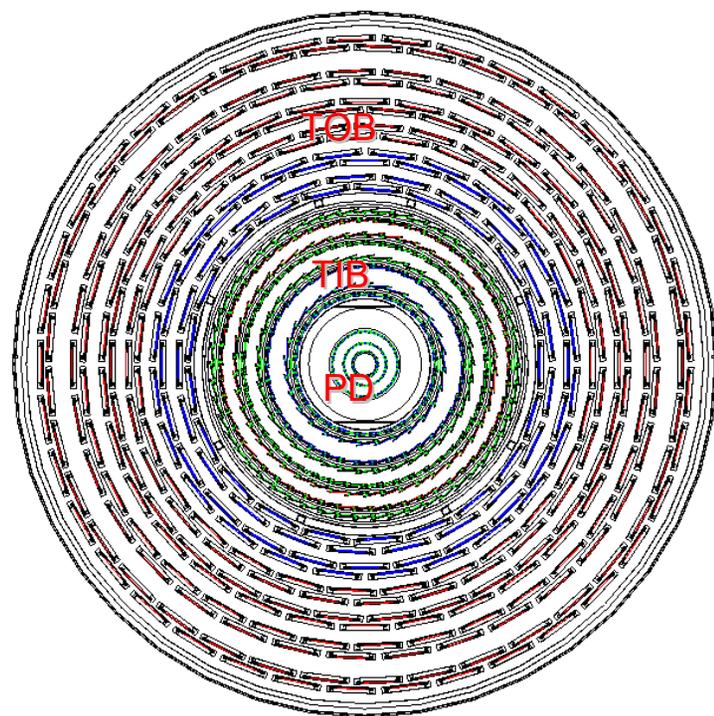


310 unita' del calorimetro adronico
(1/4 del totale) costruite a Pisa

L'altro ciclope a LHC: CMS



L`incredibile tracciatore a sensori su silicio di CMS



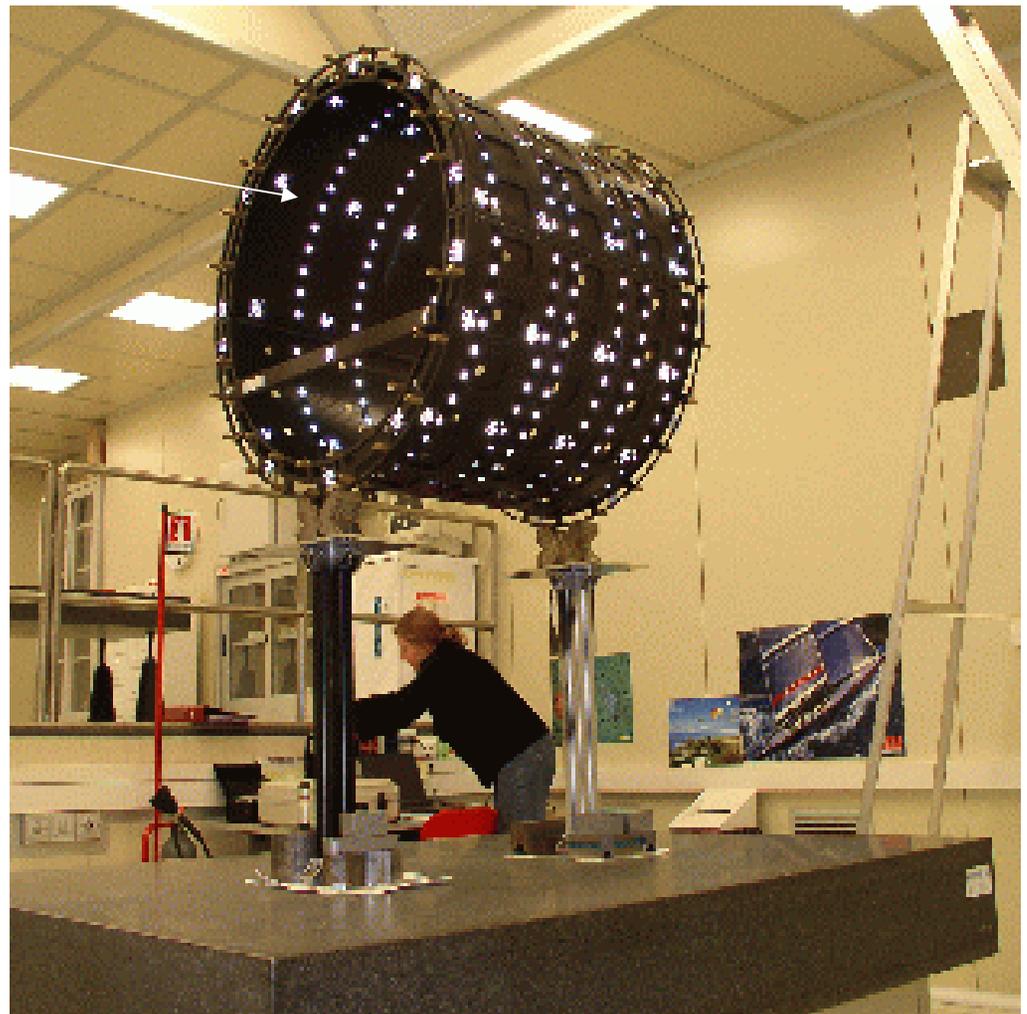
← ~2.5 m →

← ~3.0 m →

Il tracciatore a sensori di silicio di CMS

sostegno di $\frac{1}{2}$ dei
sensori a strisce

1000 moduli dei
1900 assemblati in
questo sostegno
vengono costruiti a
Pisa.



Pisani di CMS al lavoro



CONCLUSIONE

LE AMBIZIONI DEI FISICI ITALIANI DI PISA

SONO GIUSTIFICATE, MA.....

**IL FUTURO VA CONQUISTATO, SARA' DURO
LAVORO PER TUTTI.**

Slides di riserva di seguito

1963: non avevamo 30 anni

L'accoppiamento $\gamma\gamma\pi^0$ ossia la vita media del π^0 si possono misurare fotoproducendo il π^0 in avanti su nuclei. In fotoproduzione ad angolo ~ 0 domina l'accoppiamento del γ proiettile con un γ bersaglio quasi reale del campo nucleare.

Al sincrotrone di Frascati si usò un fascio di bremstrahlung con $E_{\gamma,\max} \sim 1\text{GeV}$.

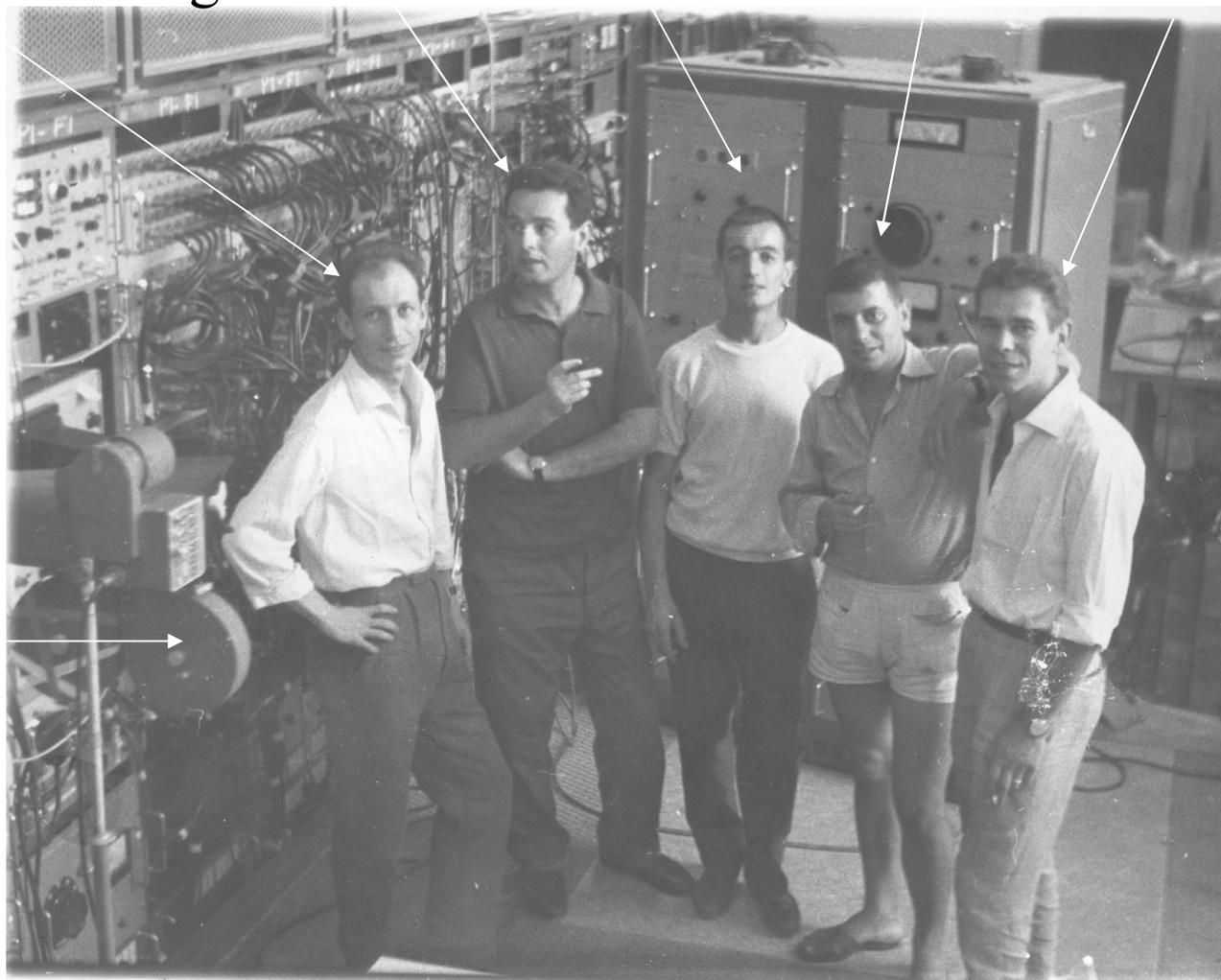
La elettronica all'elettrosincrotrone

Lorenzo Foa'

Per la prima volta
elettronica a stato
solido a Frascati.

Le altezze dei
segnali nei
Cerenkov
venivano inviate
all'oscillografo e
registrate su
pellicola
fotografica

Claudio Cerri Antonio Mariotti
Pierluigi Braccini Carlo Betti



La vita media Primakov del η

Il risultato di DESY (anno 1967):

$$\Gamma_{\gamma\gamma} = (1,21 \pm 0,26) \text{ KeV}$$

Il P.D.G. ora (anno 2003):

$$\Gamma_{\eta} = (1,18 \pm 0,11) \text{ KeV}$$

$e^- + p \rightarrow e^- + \pi^+ + n$, sezione d'urto di produzione di π^+ alla soglia

MEASUREMENTS OF THRESHOLD π^+ ELECTROPRODUCTION AT LOW MOMENTUM TRANSFER

A. DEL GUERRA, A. GIAZOTTO, M.A. GIORGI and A. STEFANINI

Istituto di Fisica dell'Università, Piazza Torricelli 2, I 56100 Pisa, Italy

and

*Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Pisa, Via Livornese,
S. Piero a Grado, I 56010 Pisa, Italy*

D.R. BOTTERILL, D.W. BRABEN [‡], D. CLARKE and P.R. NORTON

Daresbury Laboratory, Daresbury, Warrington WA4 4AD, England

Received 18 August 1975

The reaction $e^- + p \rightarrow e^- + \pi^+ + n$ has been studied near threshold at momentum transfers $|k^2|$ of 0.078, 0.155, 0.233 and 0.311 $(\text{GeV}/c)^2$. The slope of the total cross section evaluated at threshold has been compared with models based on PCAC and current algebra to deduce the axial vector form factor of the nucleon, $G_A(k^2)$. In the dipole parametrisation $G_A(k^2)/G_A(0) = (1 + |k^2|/M_A^2)^{-2}$ we find that the models give values of M_A ranging between 1.0 and 1.2 GeV. The π^+n angular distributions are compared with fixed- t dispersion relations and with a pseudovector Born approximation and are found to be in good agreement.

A DARESBURY

Alberto Del Guerra
Adalberto Giazotto
Marcello Giorgi
Arnaldo Stefanini
Gherardo Stoppini

dal 1969 al 1973

A NINA un risultato inatteso: una modulazione sulla sezione d'urto di scattering elastico $e^- p$

ELASTIC ELECTRON-PROTON SCATTERING BETWEEN 0.05 AND 0.30 $(\text{GeV}/c)^2$

D.R. BOTTERILL, D.W. BRABEN*, H.E. MONTGOMERY and P.R. NORTON
Daresbury Nuclear Physics Laboratory, UK

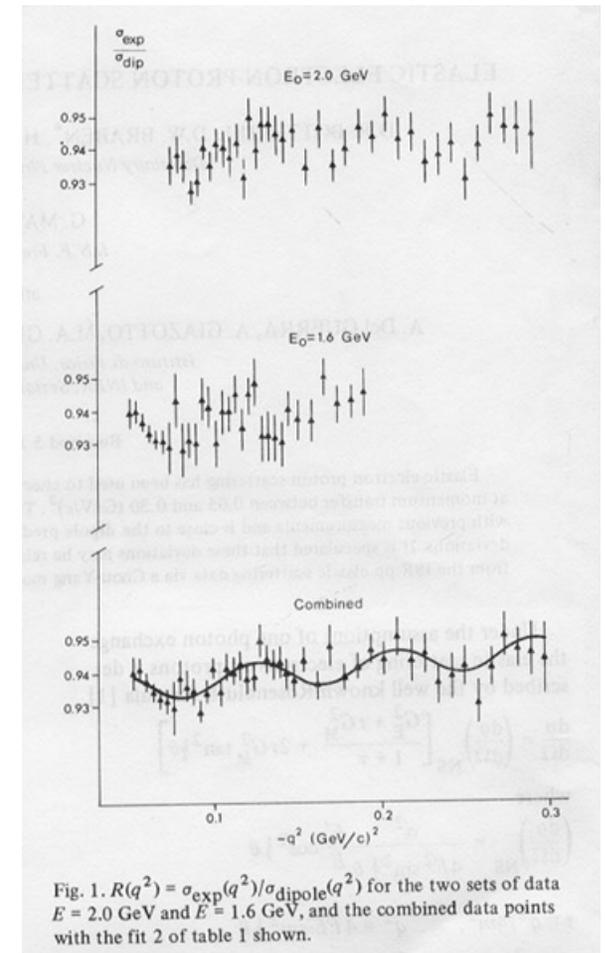
G. MATONE
L.N.F. Frascati, Italy

and

A. Del GUERRA, A. GIAZOTTO, M.A. GIORGI, F. ORSITTO and A. STEFANINI
Istituto di Fisica, Universita di Pisa, Italy
and INFN, Sezione di Pisa, Italy

Received 5 July 1973

Elastic electron proton scattering has been used to check the validity of the dipole fit of the proton form factors at momentum transfer between 0.05 and 0.30 $(\text{GeV}/c)^2$. The general behaviour of the cross sections is in agreement with previous measurements and is close to the dipole predictions but there is the suggestion of some small amplitude deviations. It is speculated that these deviations may be related to similar effects in the proton form factor derived from the ISR pp elastic scattering data via a Chou-Yang model.



Lo spettrometro di Protvino



$\pi^- + p \rightarrow K^0 + \Lambda / \Sigma^0$ Associated Production
in the Forward Direction at 6, 8, 10 and 11.2 GeV/c.

E. BERTOLUCCI, I. MANNELLI, G. PIERAZZINI,
A. SCRIBANO, F. SERGIAMPIETRI and M. L. VINCELLI
Istituto di Fisica dell'Università - Pisa
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare - Sezione di Pisa

C. CAVERZASIO, J. P. GUILLAUD, L. HOLLOWAY (*) and M. YVERT
Institut du Radium - Orsay

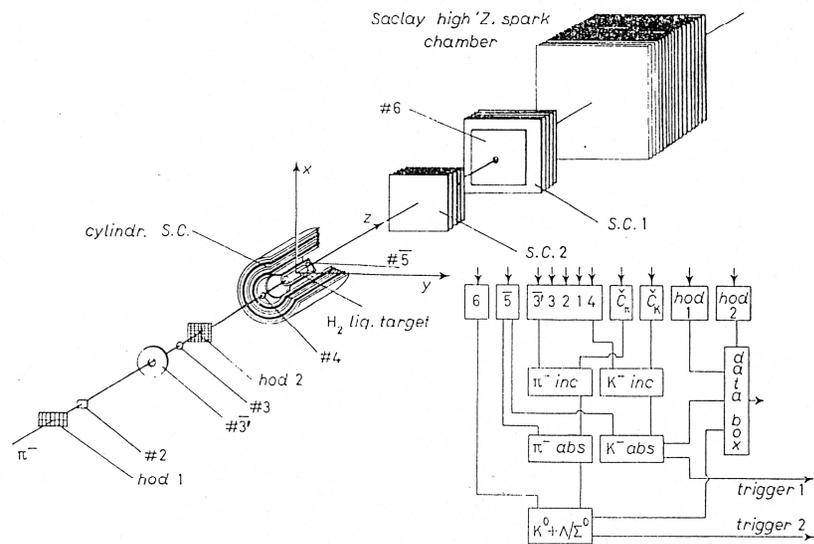


Fig. 1. - Experimental apparatus.

Un nuovo mesone scoperto da NICE a Protvino

Volume 57B, number 4

PHYSICS LETTERS

21 July 1975

OBSERVATION OF A SPIN 4 NEUTRAL MESON WITH 2 GeV MASS DECAYING IN $\pi^0 \pi^0$

W.D. APEL¹, K. AUGENSTEIN¹, F. BERTOLUCCI², S.V. DONSKOV³, A.V. INYAKIN³,
V.A. KACHANOV³, W. KITTENBERGER⁴, R.N. KRASNOKUTSKY³, M. KRUGER¹,
G. LEDER⁴, A.A. LEDNEV³, I. MANNELLI², Yu.V. MIKHAILOV³, H. MÜLLER¹,
G.M. PIERAZZINI², Yu.D. PROKOSHIKIN³, M. QUAGLIA², H. SCHNEIDER¹, A. SCRIBANO²,
F. SERGIAMPIETRI², R.S. SHUVALOV³, G. SIGURDSSON⁵,
M. STEUER⁴ and M.L. VINCELLI²

*Institute for High Energy Physics, Serpukhov, USSR
and the European Organization for Nuclear Research, Geneva, Switzerland*

Received 30 June 1975

The invariant mass spectrum of neutral meson states from π^-p interactions at 40 GeV/c incident momentum has been investigated in a high statistics experiment performed at the 70 GeV IHEP accelerator. To detect the high energy photons coming from the produced neutral states, a hodoscope spectrometer with a computer on-line was used. A clear structure on the mass spectrum of dipions produced in the reaction $\pi^-p \rightarrow \pi^0 \pi^0 n$ is observed at 2 GeV. The decay angular distributions show in this mass region the variation with mass typical of a state with a spin $J = 4$. The mass of the observed meson is found to be $M = (2020 \pm 30)$ MeV and the estimate of the full width is (180 ± 60) MeV.

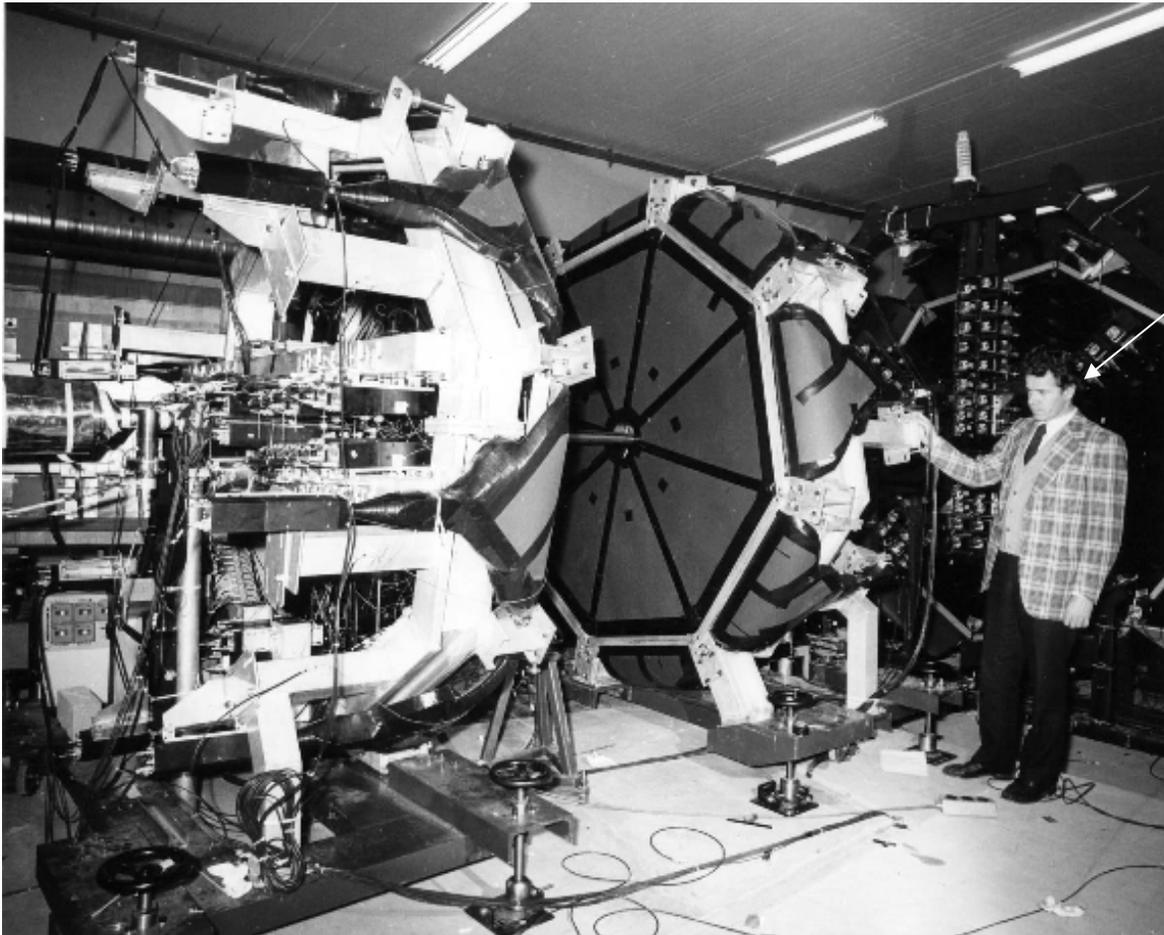
Ammirando il calorimetro di TNE

Serguei Denisov

Franco Sergiampietri

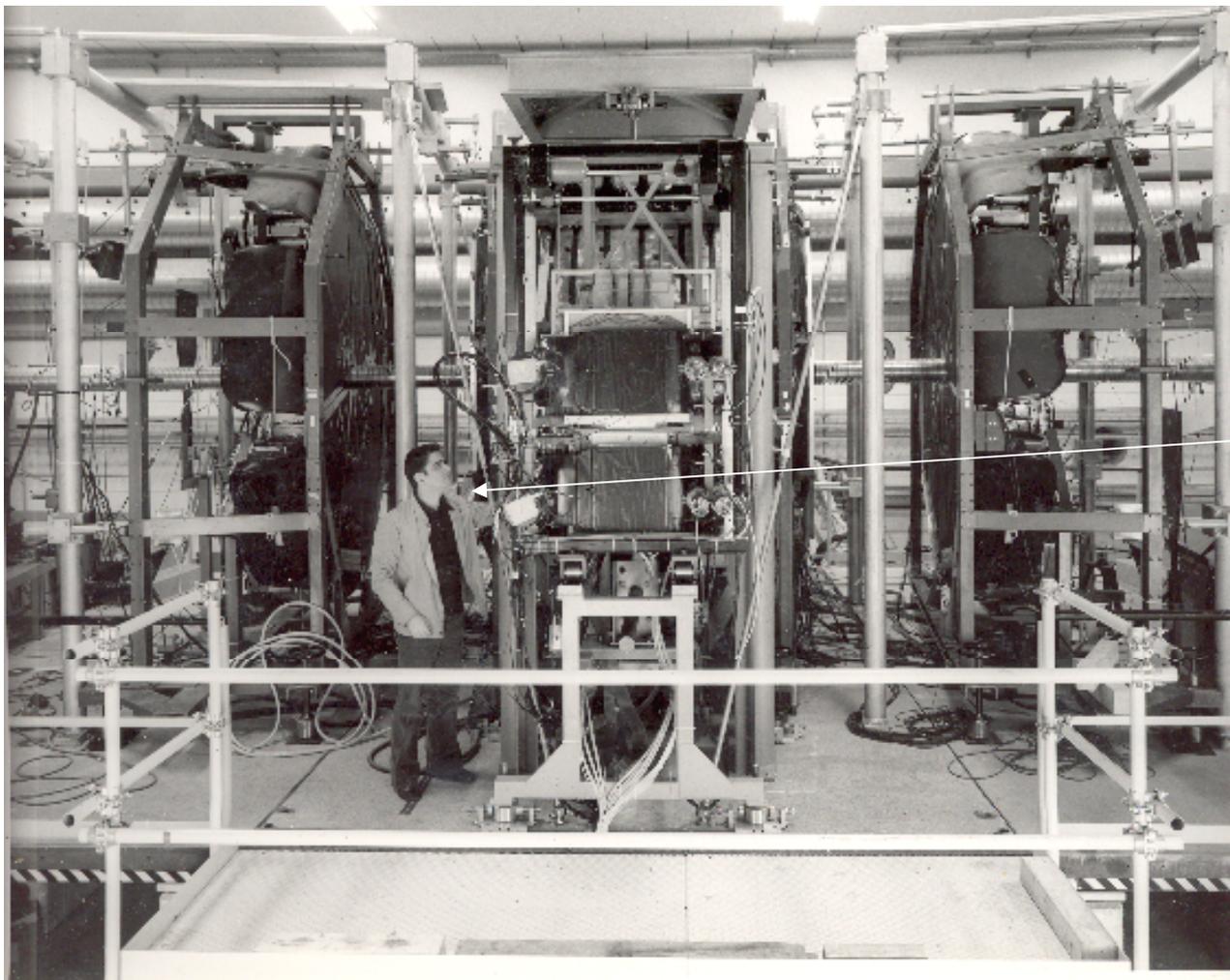


Odoscopio H₃ di R801



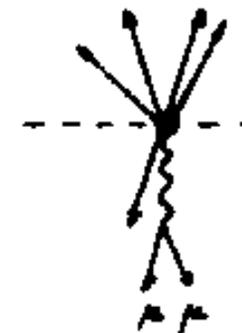
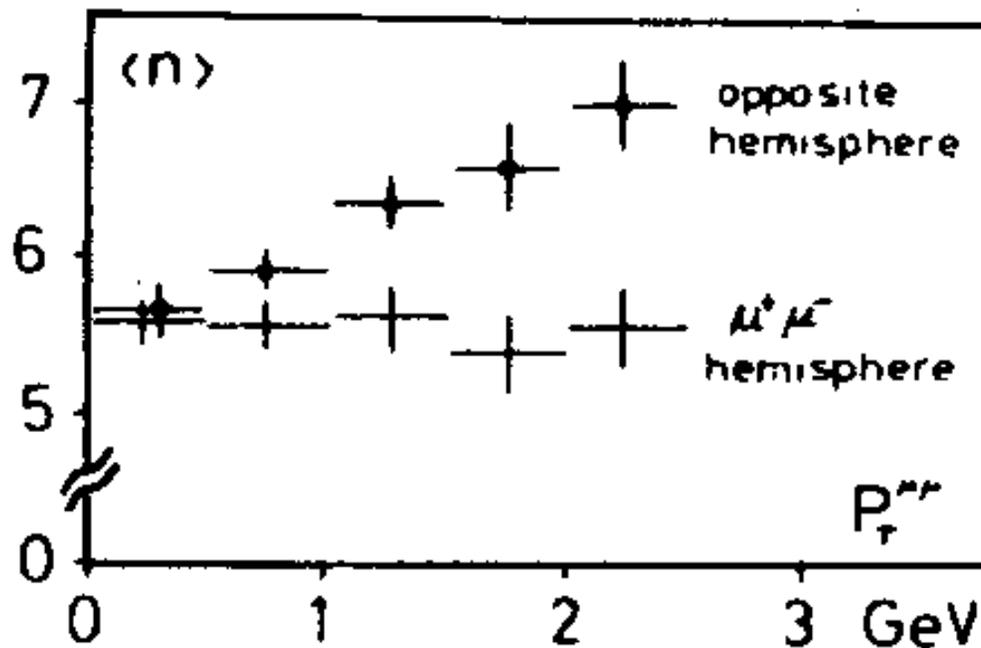
Giorgio Bellettini

Gli odoscopi centrali di R801



Tarcisio Del Prete

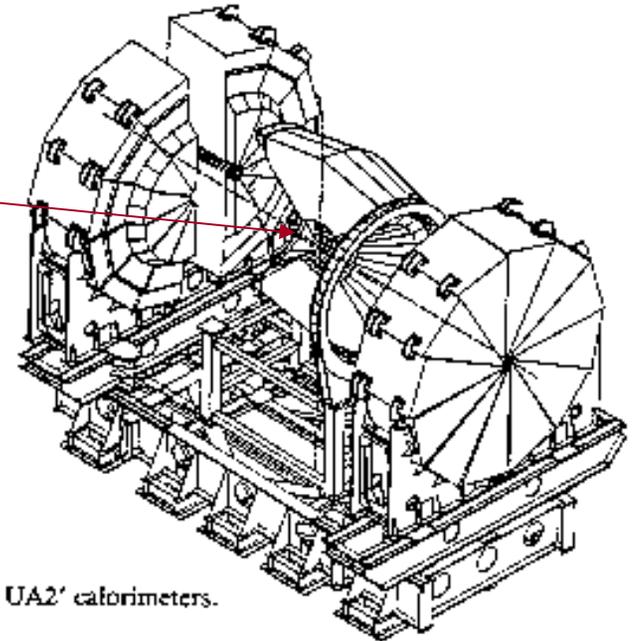
R209: adroni associati alle coppie di μ



Le correlazioni dei secondari associati alla coppia avrebbero potuto far sospettare un getto di rinculo.

Lo SpS collider, 1980-1991

Collaborazione di Pisa ad UA2



the UA2' calorimeters.

Pisa in UA2

D. Autiero, G. Carboni, V. Cavasinni, F. Costantini, T. Del Prete, E. Iacopini, S. Lami, M. Morganti, C. Petridou, M. Valdata-Nappi

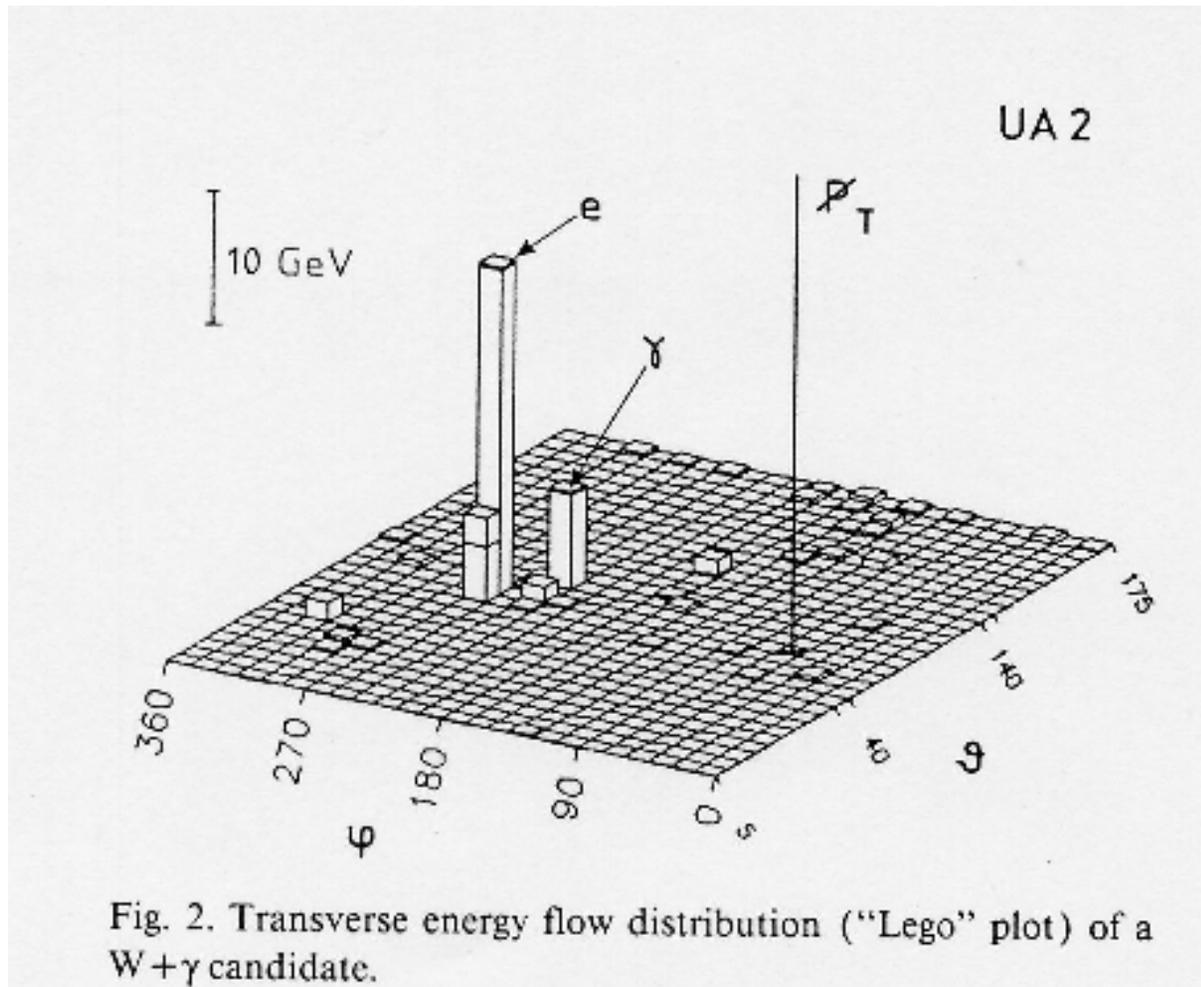
Attività svolta

Costruzione del rivelatore di tracce/vertice centrale:
JVD

e della sua elettronica di lettura: Flash ADC a 100 MHz.

Analisi dati nel settore elettrodebole, in particolare studio degli eventi $W\gamma$ e determinazione di momenti di dipolo magnetico e di quadrupolo elettrico del W .

UA2 - Ricerca di anomalie nell'accoppiamento e.m. del W

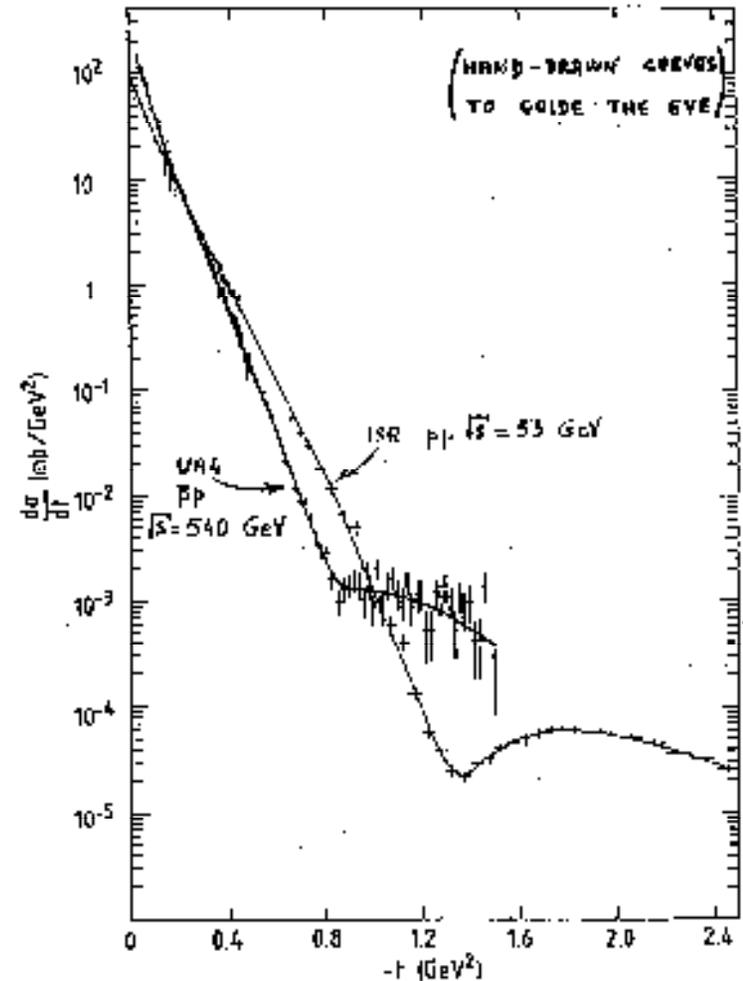


**Produzione
associata $W\gamma$**

Lo scattering elastico di UA4

La misura dello scattering elastico fino a $t \sim 0,001 \text{ (GeV/c)}^2$ permise di misurare la parte reale dell'ampiezza in avanti:

$$\rho = 0,24 \pm 0,04$$



Pisa all'avanguardia nello sviluppo dei tracciatori su silicio

Attività di sviluppo rivelatori a Silicio a Pisa

1978 – Prima tesi su rivelatori a stato solido

1980→1984 – Sviluppo targhetta a germanio per FRAMM.
Fabbricazione rivelatori a barriera di superficie per CDF

1985→1990 – Sviluppo primi rivelatori a doppia faccia per Aleph. Costruzione minivertice di Aleph

1990→1995 – Costruzione VDET200 per Aleph

1993→1997 – Sviluppo primi moduli “piegati”

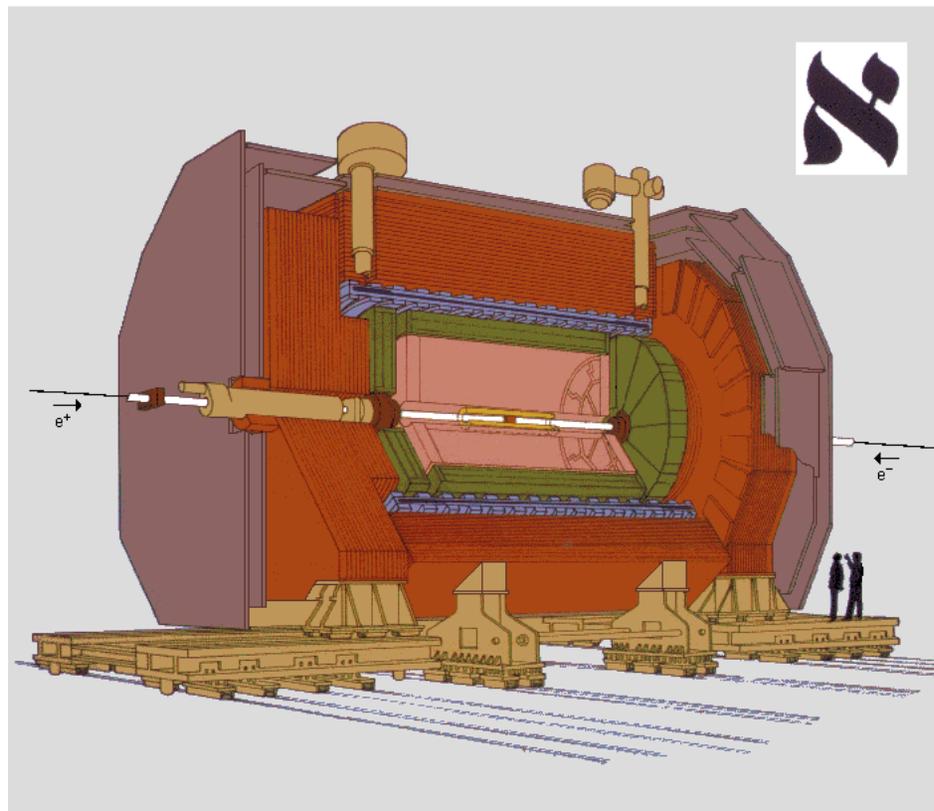
1995→1999 – Costruzione SVT per Babar

2000→2003 – Sviluppo di elettronica integrata su rivelatore

Responsabilita' italiane in ALEPH

CALORIMETRO ADRONICO
CAMERE DEI MUONI
1/3 DEL MICROVERTICE

Sensori, alimentatori,
meccanica



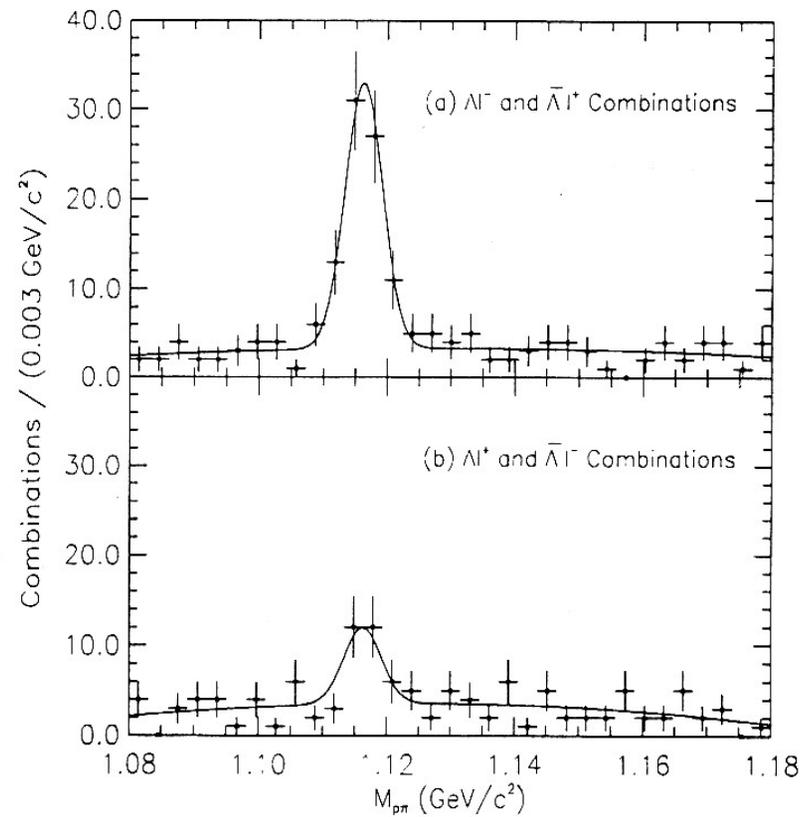
The ALEPH Detector

-  Vertex Detector
 -  Inner Tracking Chamber
 -  Time Projection Chamber
 -  Electromagnetic Calorimeter
 -  Superconducting Magnet Coil
 -  Hadron Calorimeter
 -  Muon Chambers
 -  Luminosity Monitors
- Readout Processor
- Bari
Frascati
Pisa
- Pisa, 1/3 dei sensori

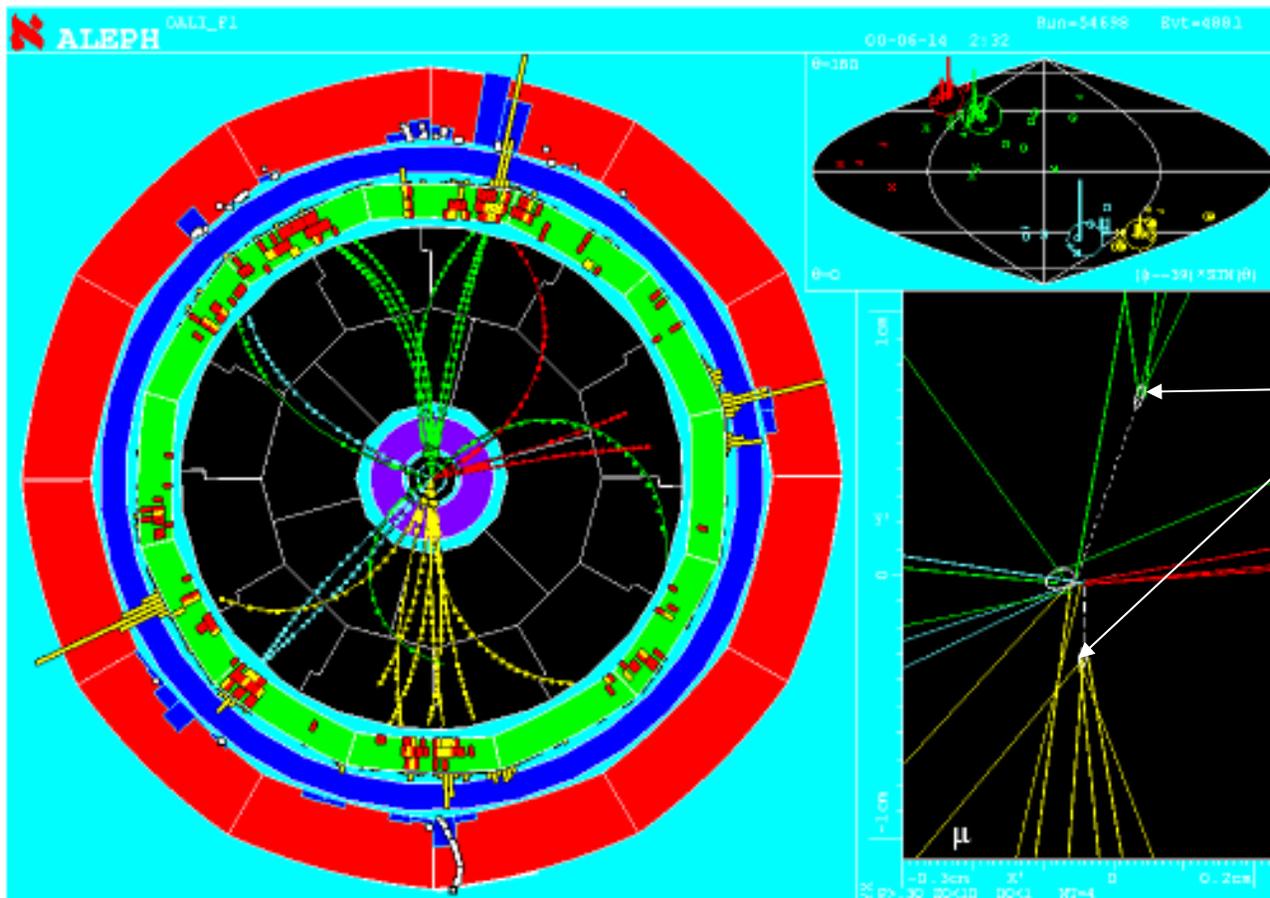
Con il contributo determinante di Pisa: lo HCAL di Aleph



ALEPH: prima osservazione di barioni B



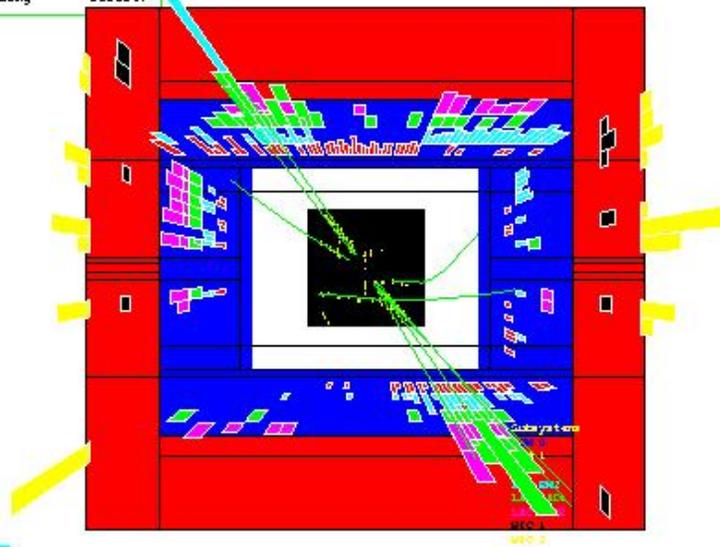
Eventi candidati di $H \rightarrow b\text{-antib}$ ($M_H > 114.3 \text{ GeV}$, 95% c.l.)



Vertici
secondari

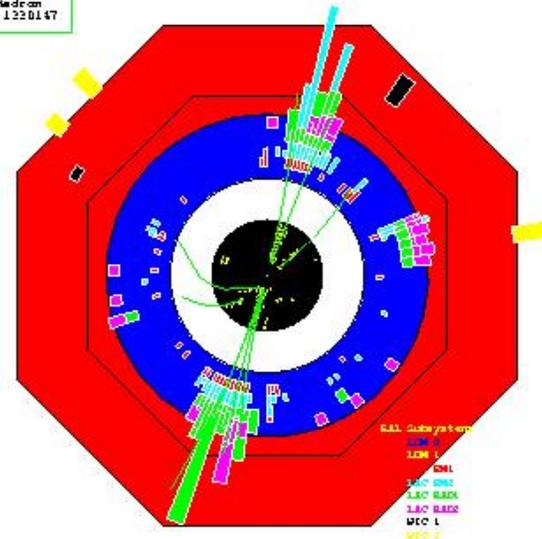
Uno $Z \rightarrow q\text{-anti}q$ in SLD

```
Run 10701, XUM17 89
4-APR-1992 03:55
Source: Run Data
Trigger: LAC Track Median
Beam Crossing 1320147
```



Display conditions:
Est. hit properties
6.540 < E_{had} < 16000.000 eDC events
0.000 < η < 1.000 \pm
0.000 < ϕ < 2.000 π

```
Run 10701, XUM17 89
4-APR-1992 03:55
Source: Run Data
Trigger: LAC Track Median
Beam Crossing 1320147
```



Display conditions:
Est. hit properties
6.540 < E_{had} < 16000.000 eDC events
0.000 < η < 1.000 \pm
0.000 < ϕ < 2.000 π

SLD Subsystem
LIM 0
LIM 1
CAL
LAC MED
LAC BACK
LAC RACK
MIO 1
MIO 2

Responsabilita' Pisane in NA48

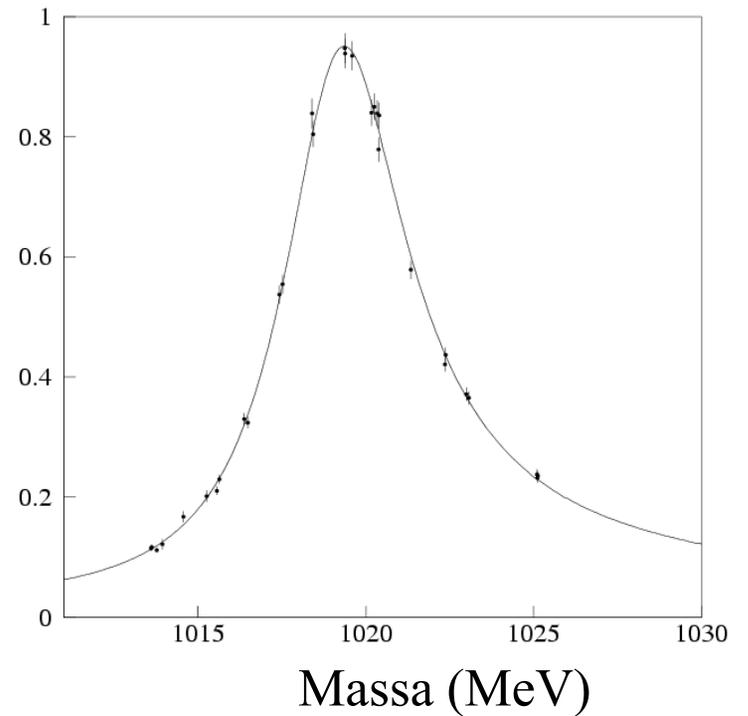
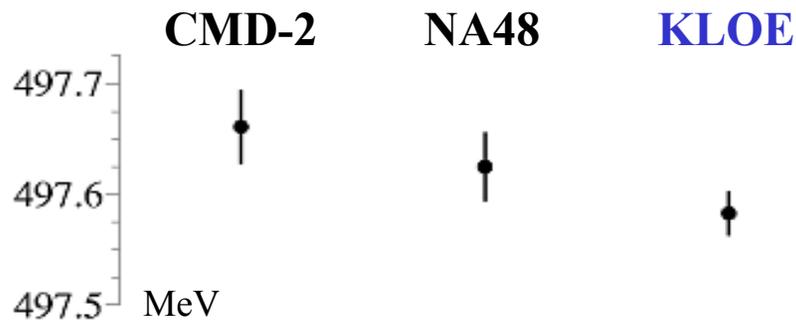
- Contributo alla progettazione della struttura del calorimetro
- Progetto del criostato
- Progetto e realizzazione dell'elettronica fredda del calorimetro
- Progetto e costruzione dell'hardware di trigger per gli eventi neutri

Una misura di Kloe

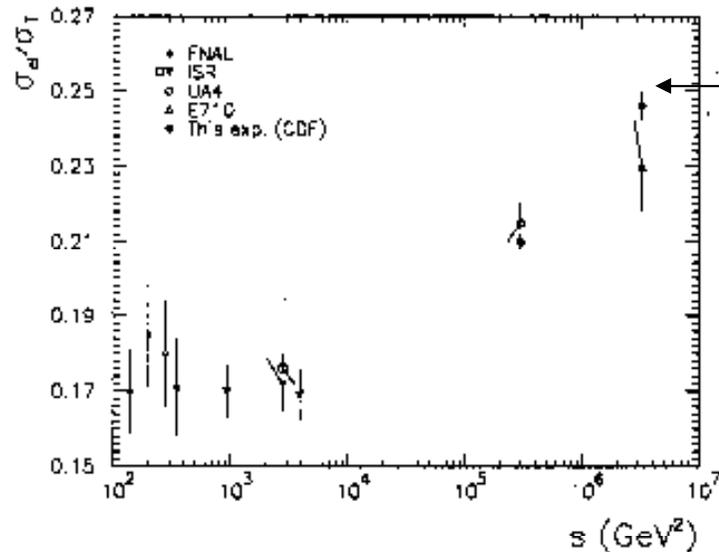
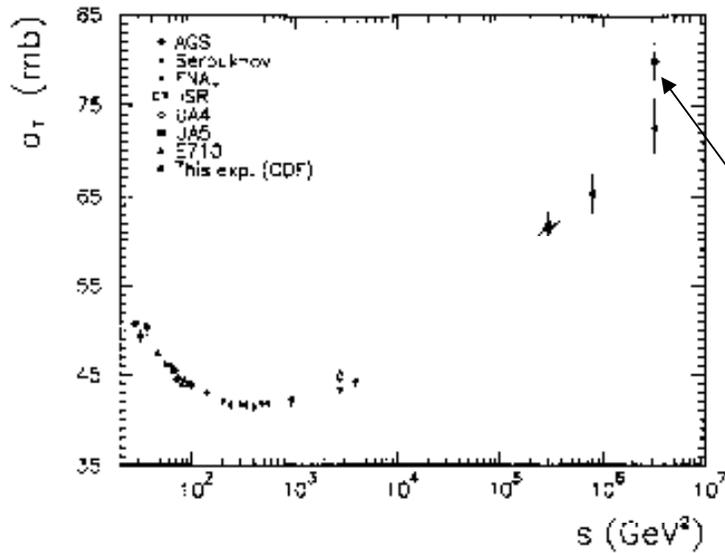
$$\sigma(e^+e^- \rightarrow \phi \rightarrow K^+K^-)$$

(nb)

Misura della massa del K_S
 $m(K_S) = 497.583 \pm 0.005 \pm 0.020 \text{ MeV}$



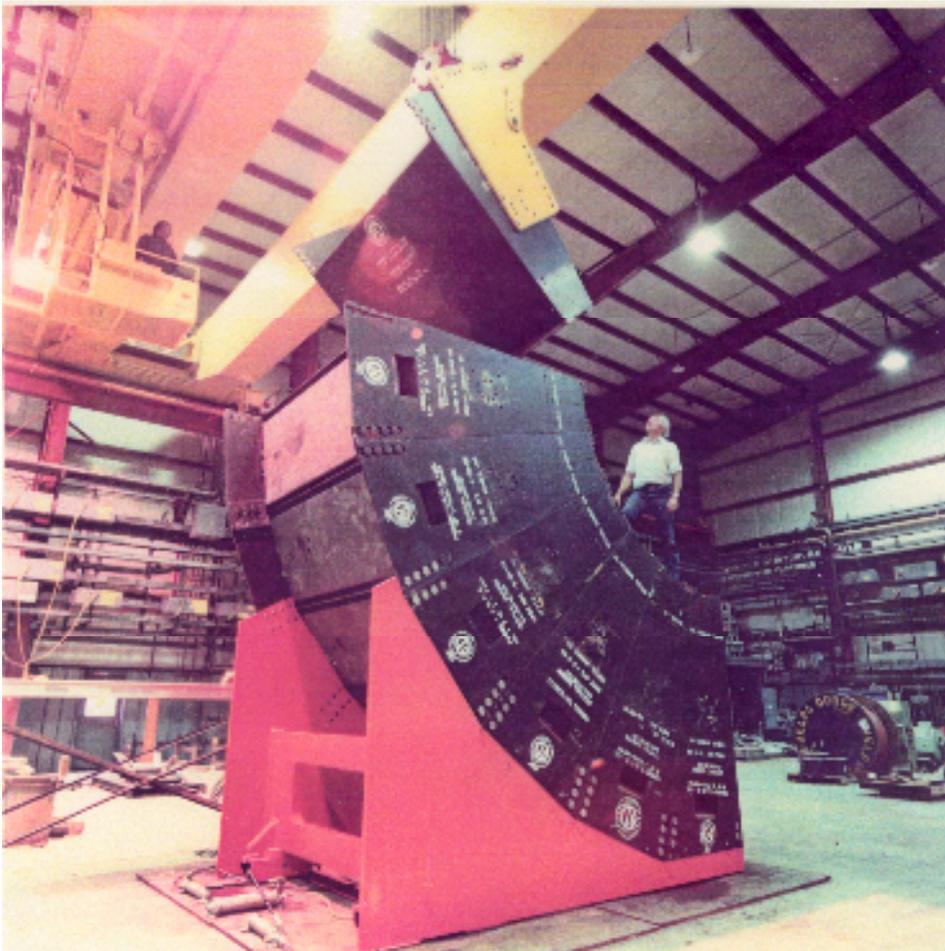
La sezione d'urto totale p- antip al Tevatron (1989)



CDF

Figure 5: Results of this experiment shown together with other $p\bar{p}$ measurements.
a) Total cross section : AGS Ref.[9], Serpukhov Ref.[10], FNAL Ref.[11], ISR Ref.[12, 15],
UA4 Ref.[2], UA5 Ref.[14], E710 Ref.[16].
b) The ratio σ_B/σ_T : FNAL Ref.[11, 13], ISR Ref.[12, 15], UA4 Ref.[2], E710 Ref.[6]

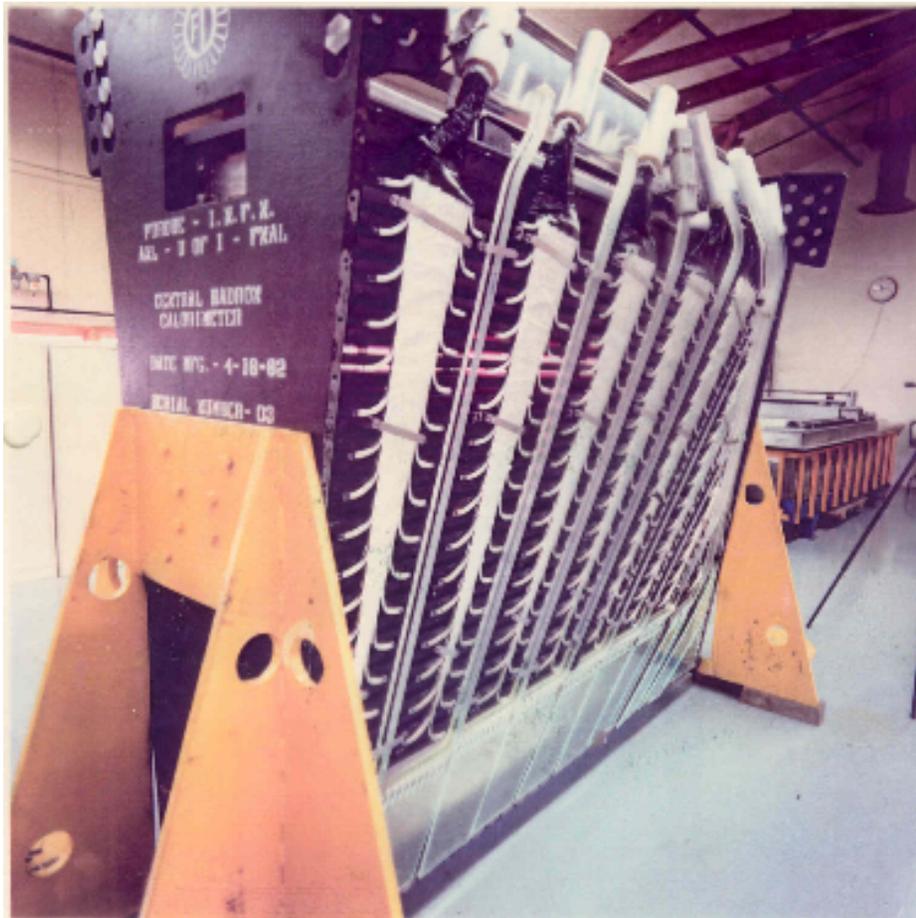
Un semiarco del calorimetro centrale di CDF



Un intelligente ingegnere, Hans Kautsky, insistette che se i romani gli archi li facevano così, anche i nostri archi sarebbero stati in piedi.

Un settore del calorimetro centrale

**Tutta la componente
“viva” del calorimetro
centrale e` stata
progettata e costruita
dagli italiani.**



Central Calorimeter
module with light
guide 9/28/82

Il quark top sembrava irraggiungibile

Esperim.	quando	limite
Petra/Pep	1984	22 GeV/c ²
Tristan	1988	26 GeV/c ²
SLC	1989	41 GeV/c ²
LEP	1989	45 GeV/c ²
UA1	1990	50 GeV/c ²
UA2	1990	69 GeV/c ²
CDF	1990	77 GeV/c ²
CDF	1992	91 GeV/c ²
D0	1994	131 GeV/c ²

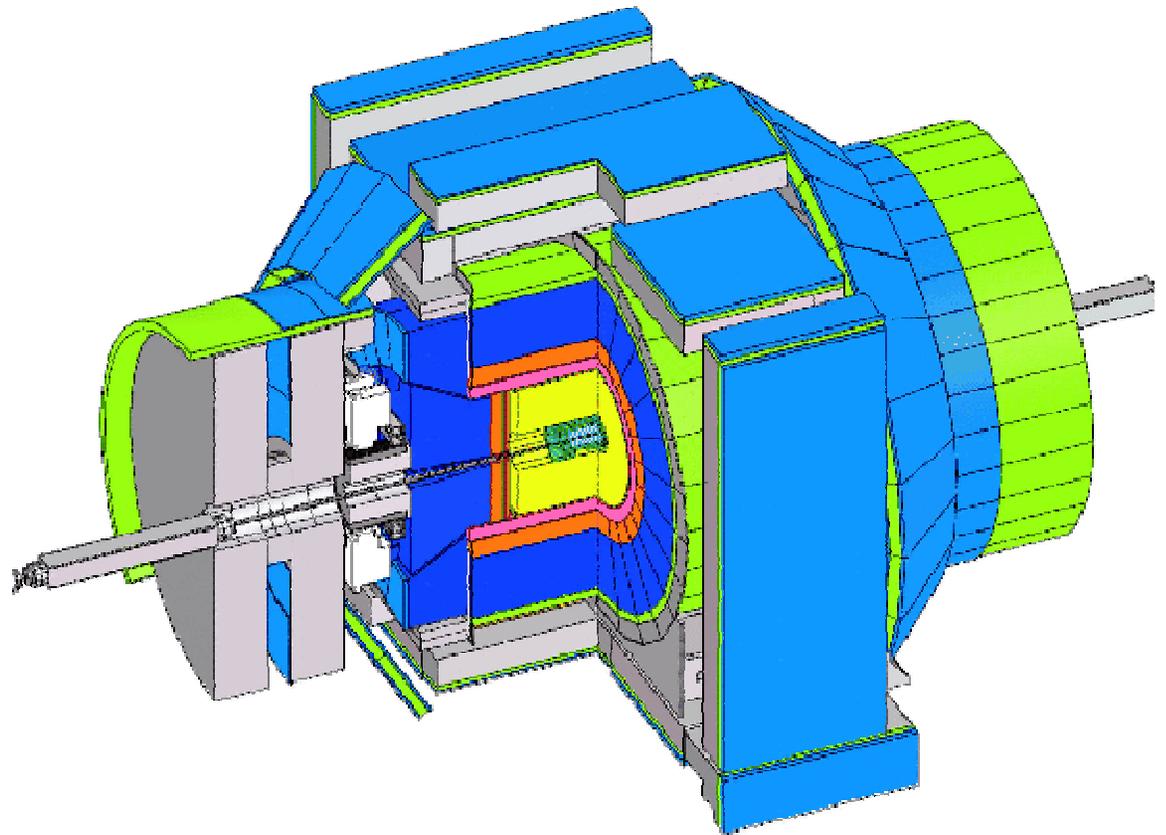
Sono rimasti:

- Il solenoide
- Il calorimeter centrale
- parti del rivelatore dei μ

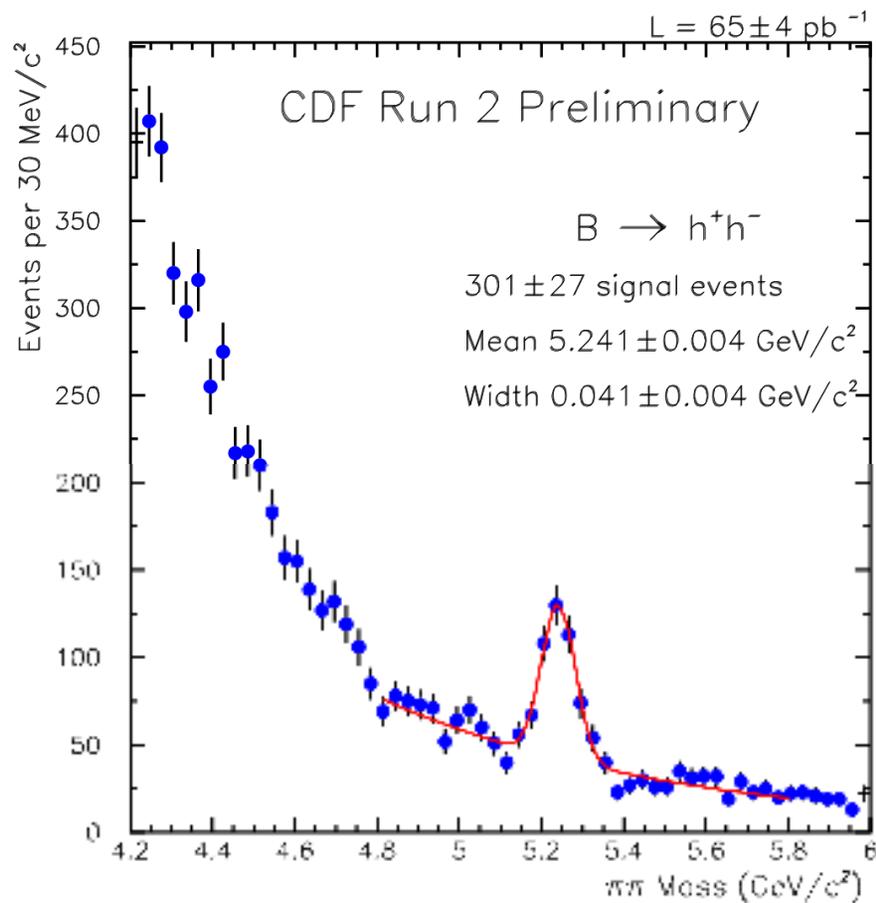
Il rivelatore è quasi tutto NUOVO!

- Il tracciatore
 - ↓ I sensori di SVX
 - ↓ La camera centrale COT
 - ↓ Il tempo di volo TOF
- I tappi calorimetrici
- Il rivelatore dei μ
- L'elettronica di frontend
- Il trigger/DAQ
- Il software

Dal 2001 al ~2009:
CDFII



Uno dei tanti pezzi di bravura di SVT



Tramite la misura del dE/dx nella COT e la diversa cinematica di decadimento sarà possibile separare statisticamente i decadimenti

$B^0 \rightarrow \pi^+\pi^-$, $B^0 \rightarrow K^+\pi^-$, $B^0 \rightarrow K^-\pi^+$

$B_s^0 \rightarrow K^-\pi^+$, $B_s^0 \rightarrow K^+K^-$,

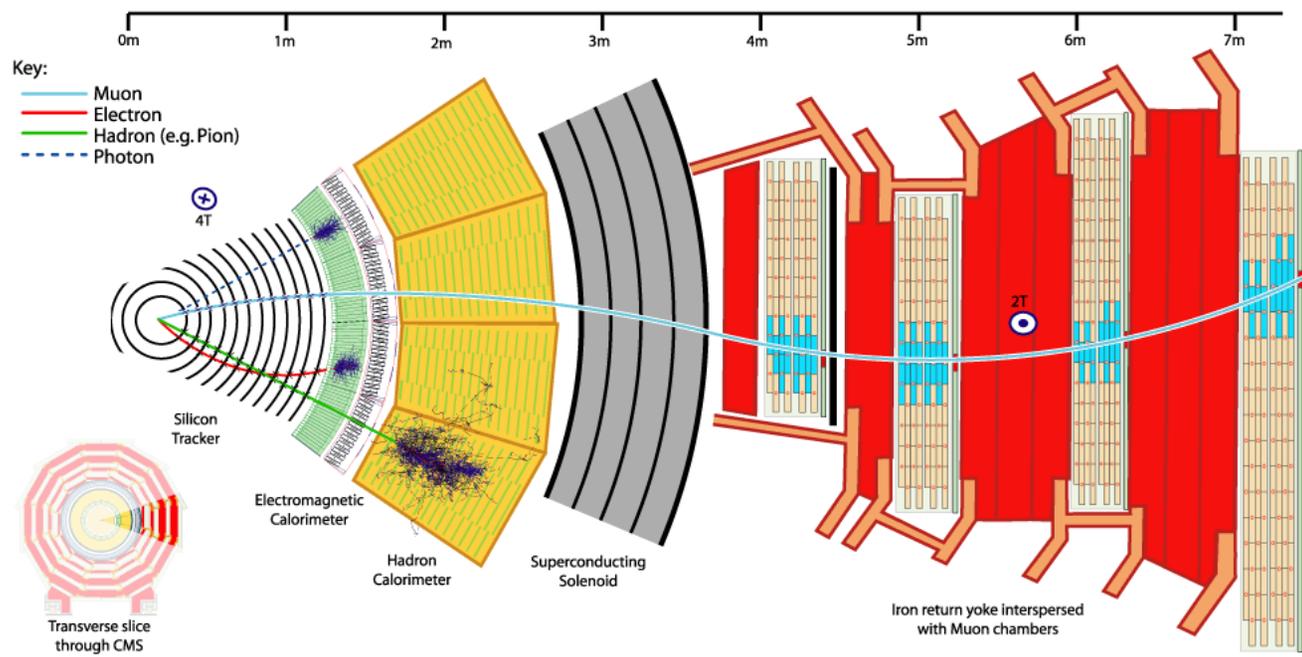
e misurare la violazione diretta della simmetria CP nel decadimento del B^0 .

CDFII SCOPRIRA' IL BOSONE DI HIGGS?

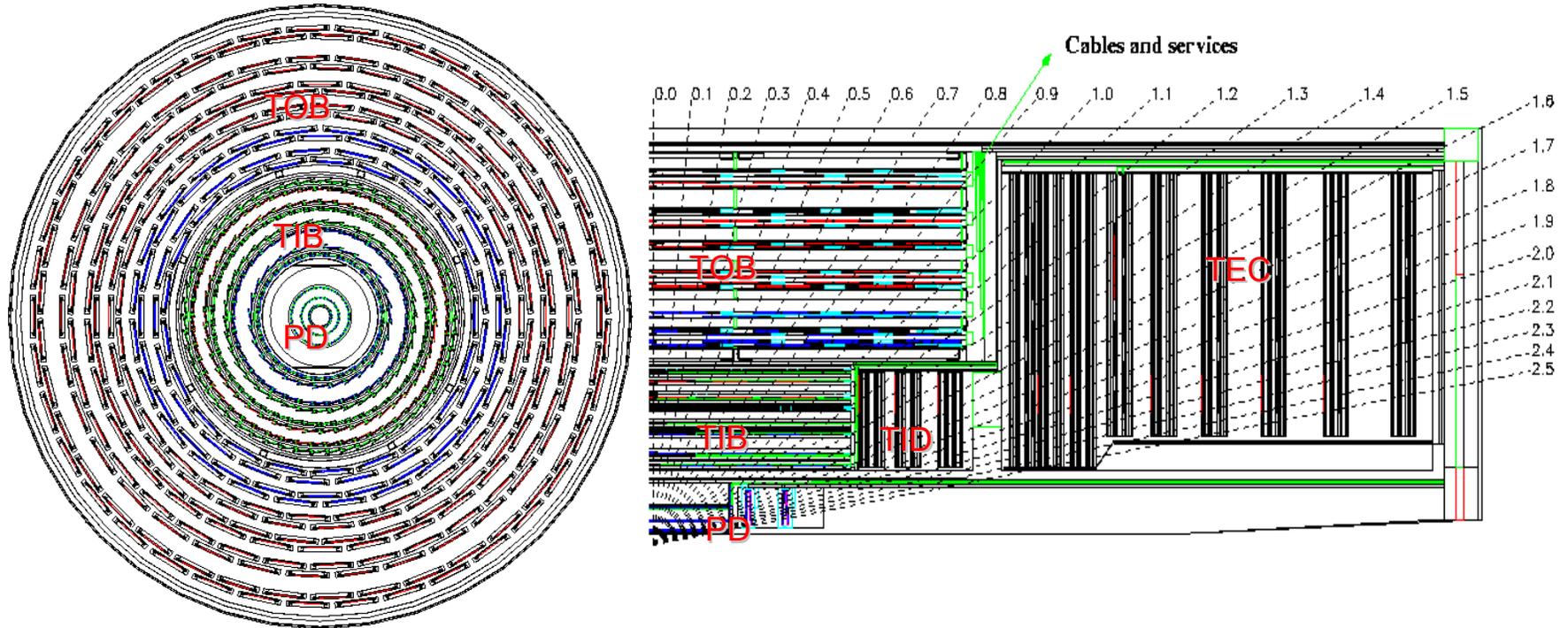
Se gli indizi di LEP sono stati una fluttuazione si puo' stimare che dopo $L \sim 2000 \text{ pb}^{-1}$ CDF escludera' $m_H \sim 115 \text{ GeV}$ al 95% C.L.

Se gli indizi di LEP hanno colto nel segno si puo' stimare che CDF otterra' **una evidenza pari a 3 deviazioni standard dopo $L \sim 5000 \text{ pb}^{-1}$.**

Sezione di CMS

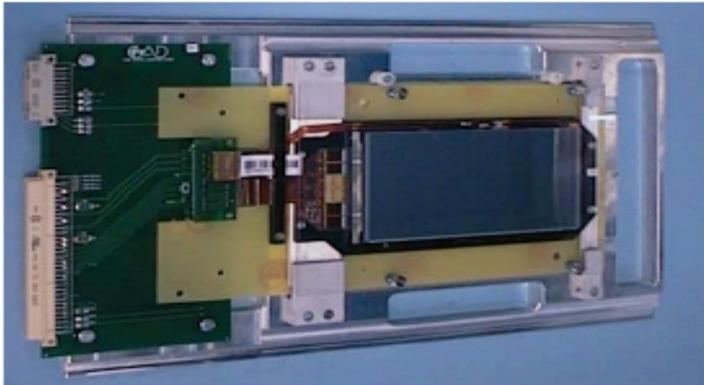


Tracciatore di CMS

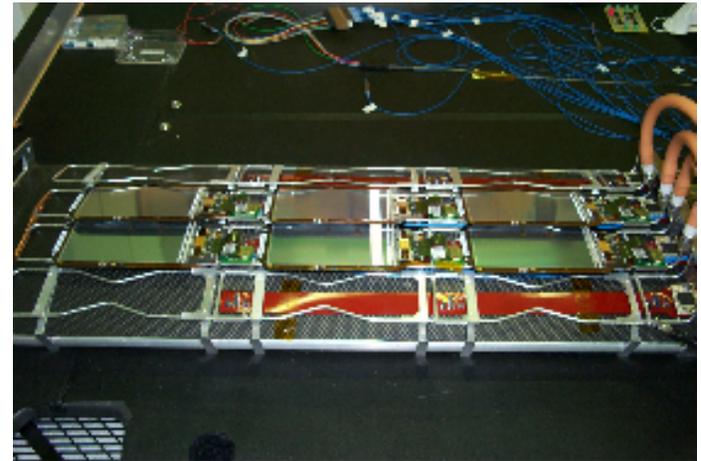


- Due sistemi principali: Silicon Strip Tracker e Pixel Detector
- Tre sottosistemi dell'SST: Outer Barrel (TOB), Inner Barrel and Disks (TIB-TID), End-Cap (TEC).
- Sette unità meccanicamente indipendenti assemblate all'interno di un tubo di supporto, isolate da uno schermo termico e chiuse da due flange di servizio (bulkhead).

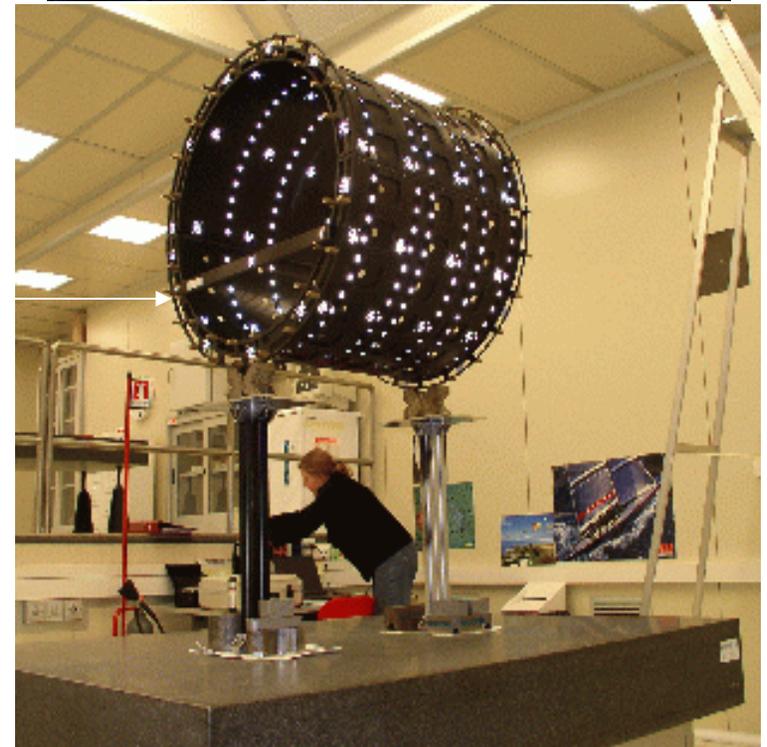
Costruzione dei moduli di CMS



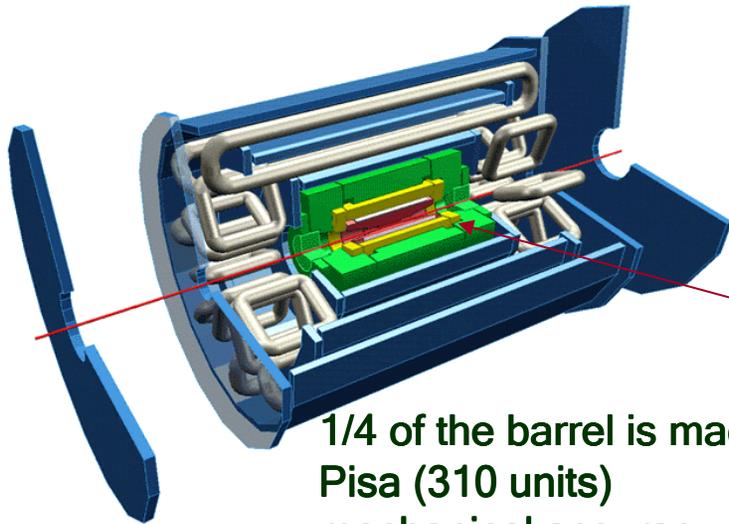
3800
modules
(1000 a
Pisa)



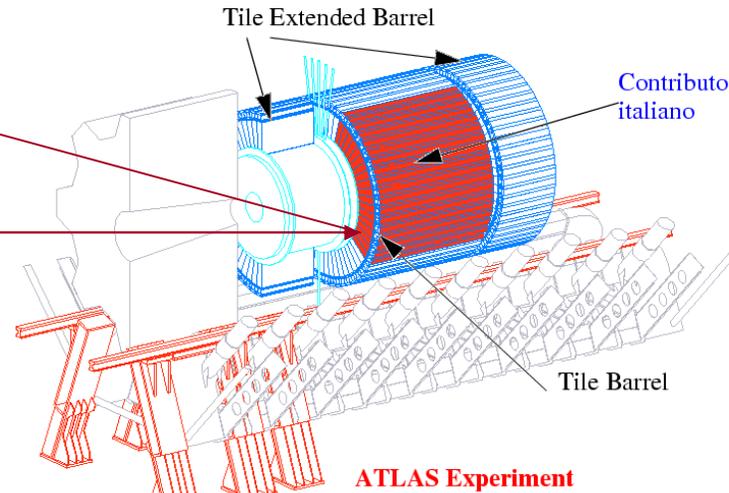
4 layers
2 units



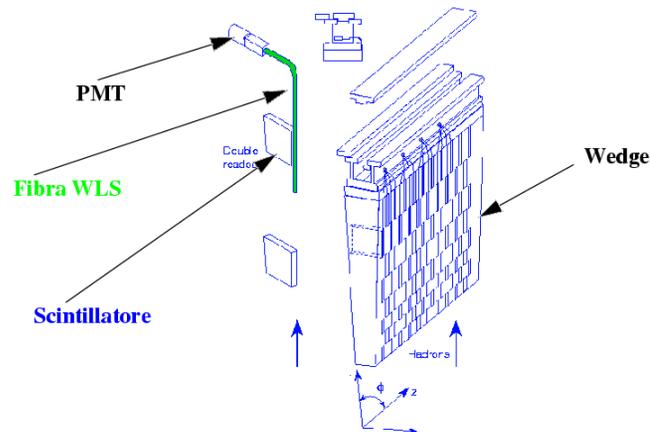
Il calorimetro adronico di ATLAS



1/4 of the barrel is made in
Pisa (310 units)
mechanical accuracy: 50 mm



Principio di funzionamento:



Pisa has contributed to:

- Mechanics
- Fibers
- Photomultipliers

Costruzione del calorimetro adronico di Atlas



Pronto per la
installazione nel
gennaio 2004.