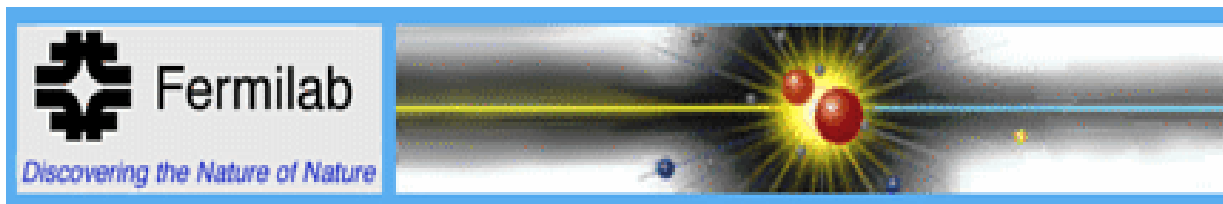
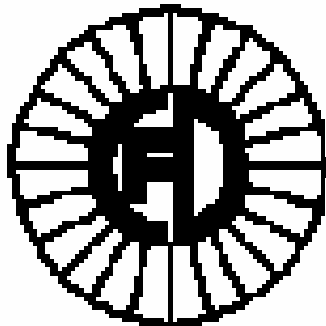


L'esperimento CDF-II

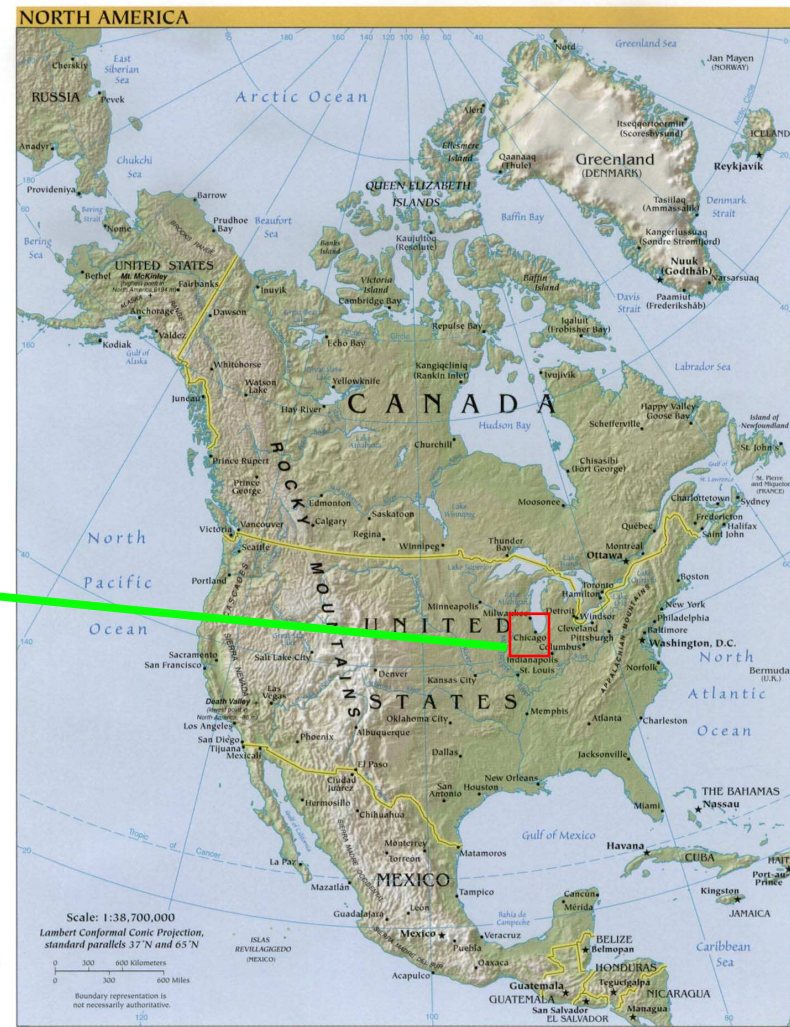
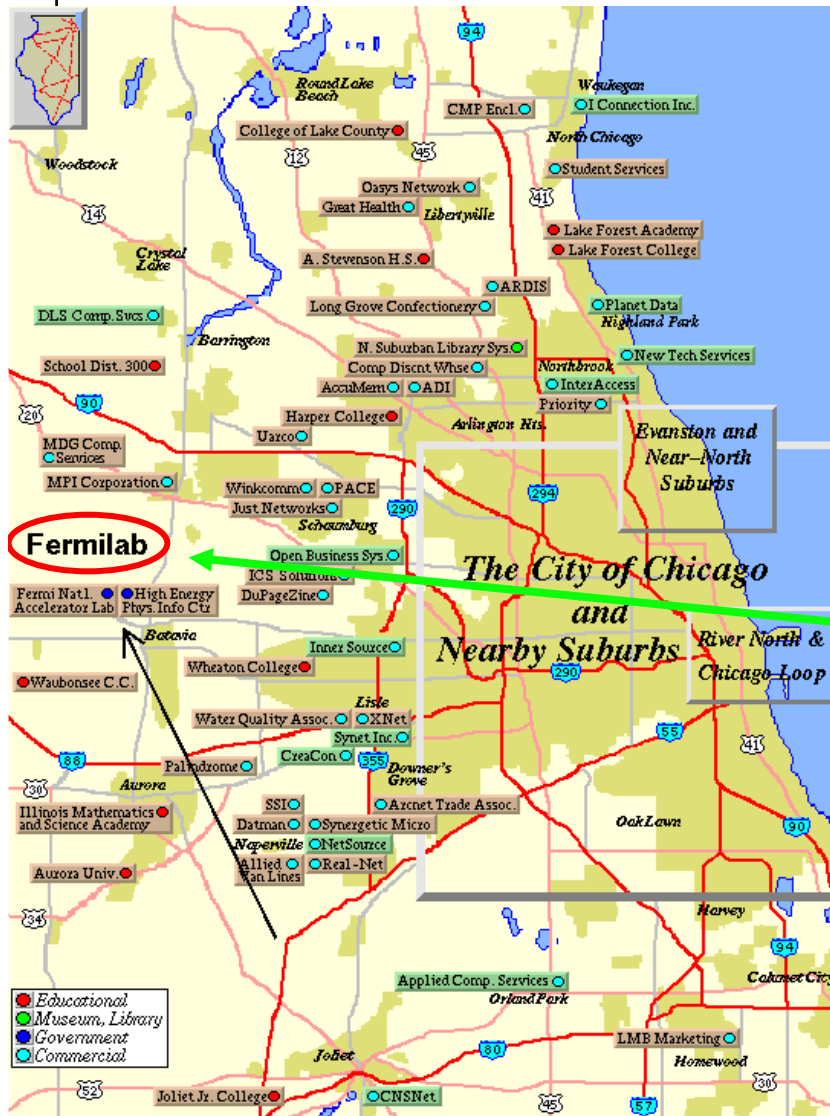


Giorgio Chiarelli
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
Sezione di Pisa

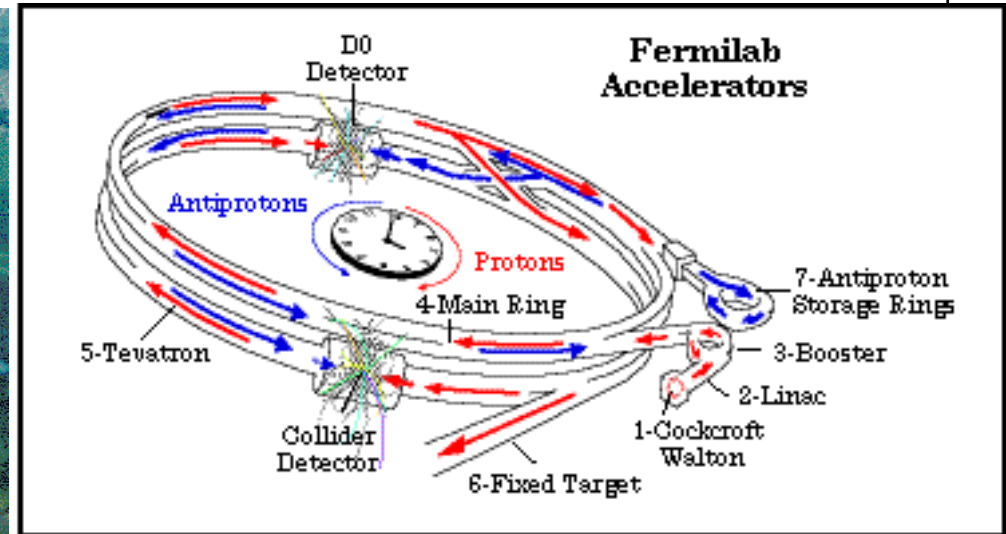
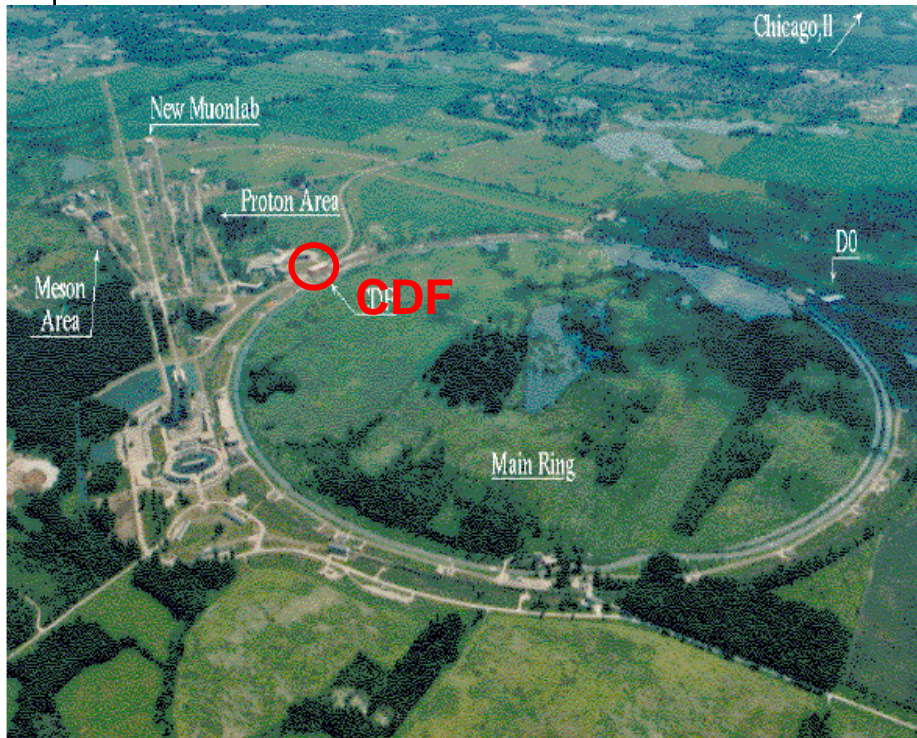


<http://www.pi.infn.it/~giorgio>

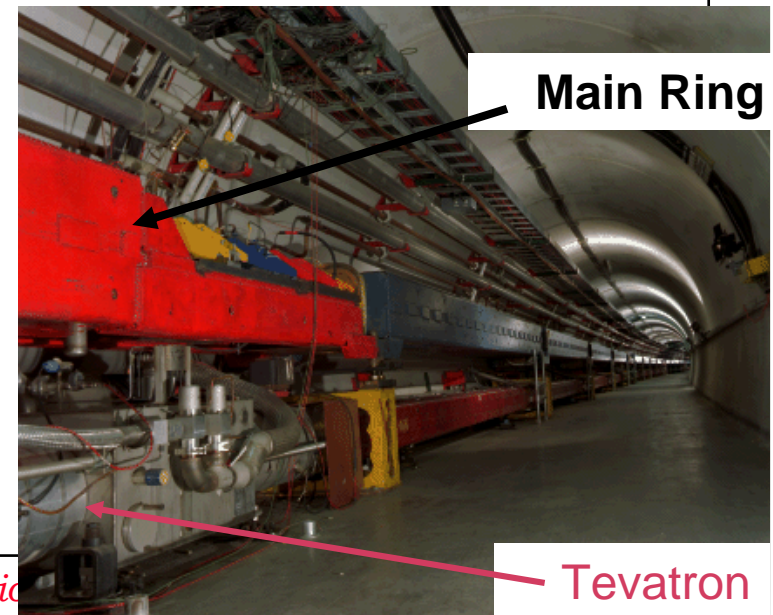
Si trova a Fermilab...



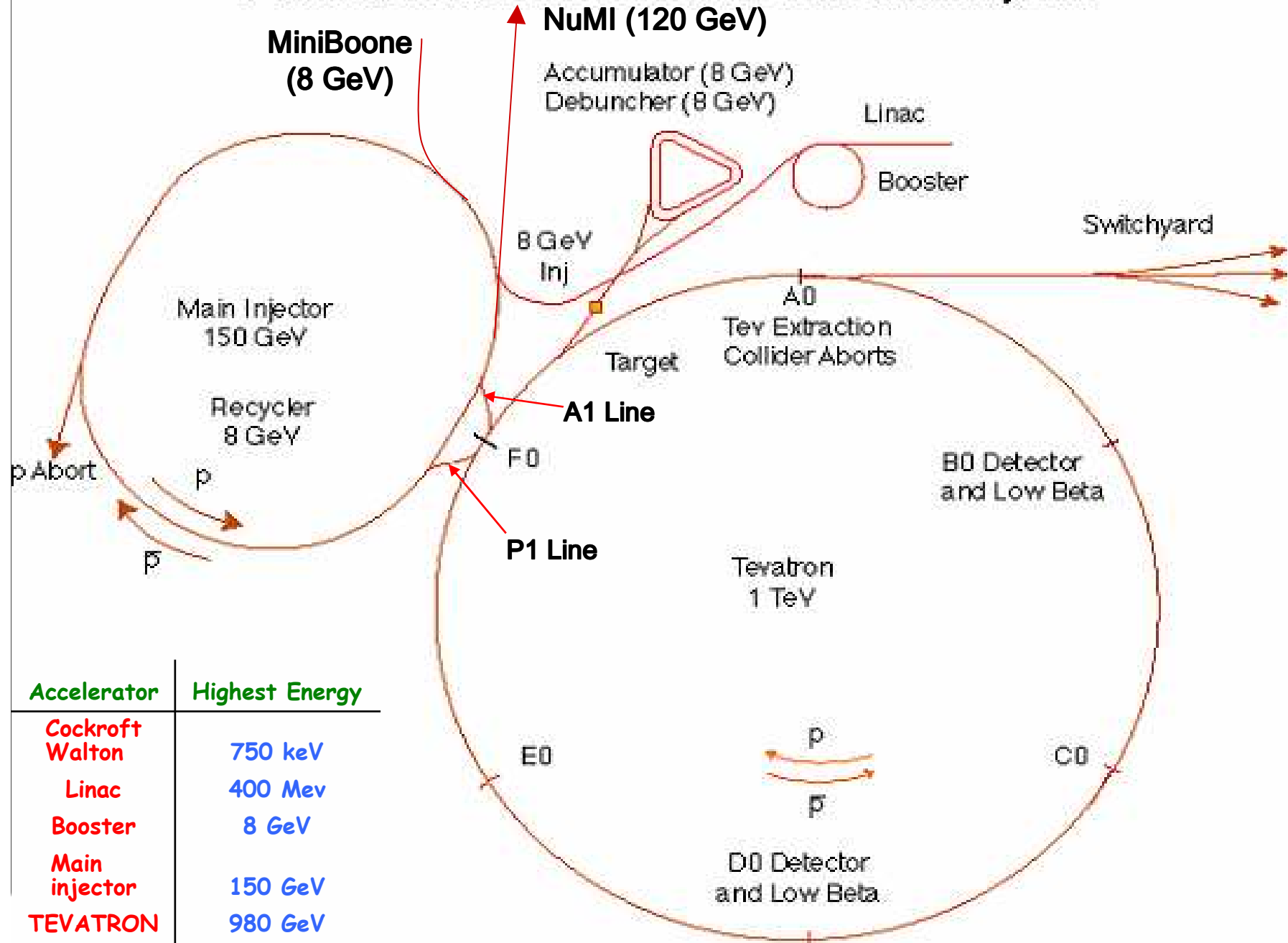
Il Tevatron opera da >20 anni



Anello superconduttore di 2π Km, Proton - antiproton
Energia cm 1800 GeV
Lum.di disegno $\sim 10^{30} - 10^{31}$
2007: $>2.5 \times 10^{32}$



Fermilab Tevatron Accelerator With Main Injector



Parametri fondamentali

Prodotti delle interazioni
protone-antiprotone

- ☞ Sistema a fasci collidenti
 - ⇒ Ad angolo 0 (head on)
- ☞ 1 anello (p e pbar girano in versi opposti)

Parametri fondamentali
 $E_{cm}(2E_{beam})$, Lum:

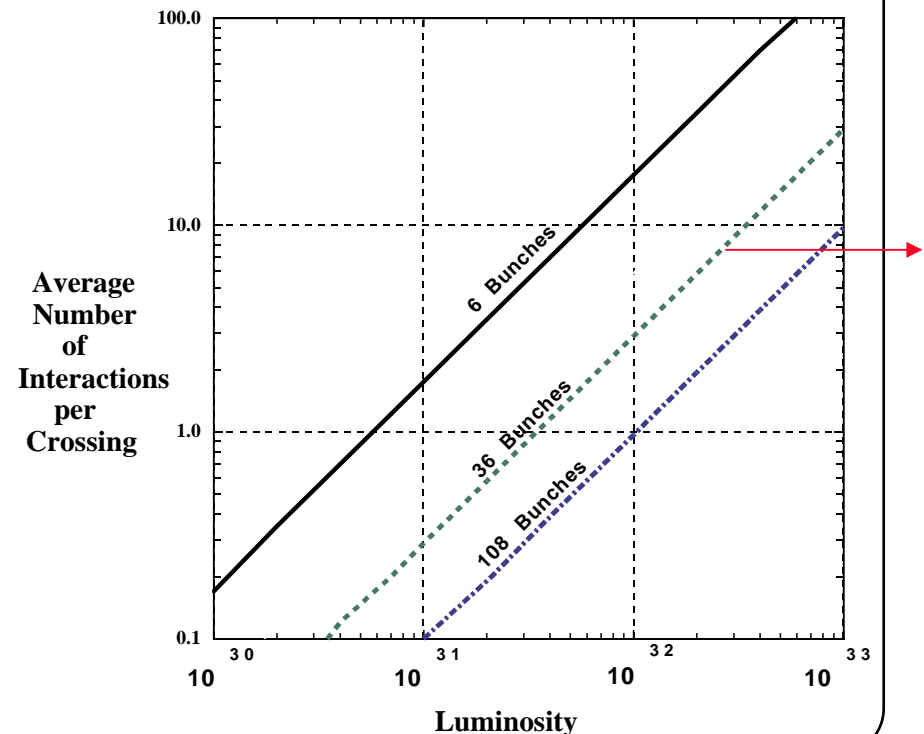
- ☞ $E_{beam}=900$ GeV (Run I),
980 GeV (Run II)
- ☞ Luminosità istantanea=

$$L \propto \frac{N_p \cdot N_{p^-} \cdot B}{2\pi(\sigma_p^2 + \sigma_{p^-}^2)} f$$

- ☞ Parametri critici: b , ϵ_p ,
 ϵ_{pbar} , N_p , N_{pbar}
- ☞ Tipici valori

Il numero medio delle
interazioni al secondo è dato
da:

$$\langle n \rangle = L(\text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}) \sigma(\text{cm}^2)$$



Obiettivi e funzionamento

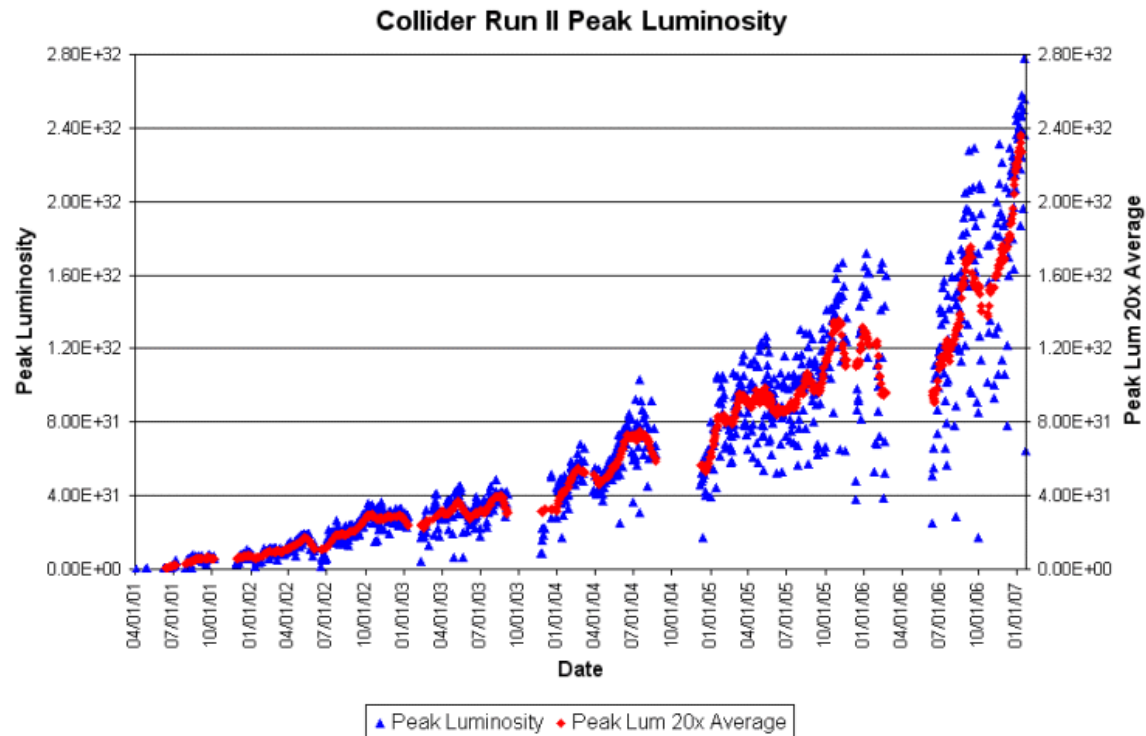
$$L = \frac{10^{-6} fBN_p N_{pb} (6\beta_r \gamma_r)}{2\pi\beta^* (\epsilon_p + \epsilon_{pb})} H(\sigma_l / \beta^*) (10^{31} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1})$$

	Now	Run 2a goals	units
Protons/bunch	200	270	10^9
Pbar/bunch	26	30	10^9
Total Pbar	900	1080	10^9
Peak Pbar prod. rate	130	200	$10^9/\text{hour}$
Pbar:AA→ low β	0.60	0.81	
P emittance	20	20	π mm-mr
Pbar emittance	18	15	π mm-mr
Bunch length (p, rms)	0.61	0.37	m
Bunch length (pbar, rms)	0.54	0.37	m
Typical lum.	3.2	8.1	$10^{31} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$
Integrated L	5-6.7	16	$\text{pb}^{-1}/\text{week}$

Running with 36x36 bunches

Run II Luminosity

updated Feb 1st, 2007



Highest initial Lum store: $270e^{30}$

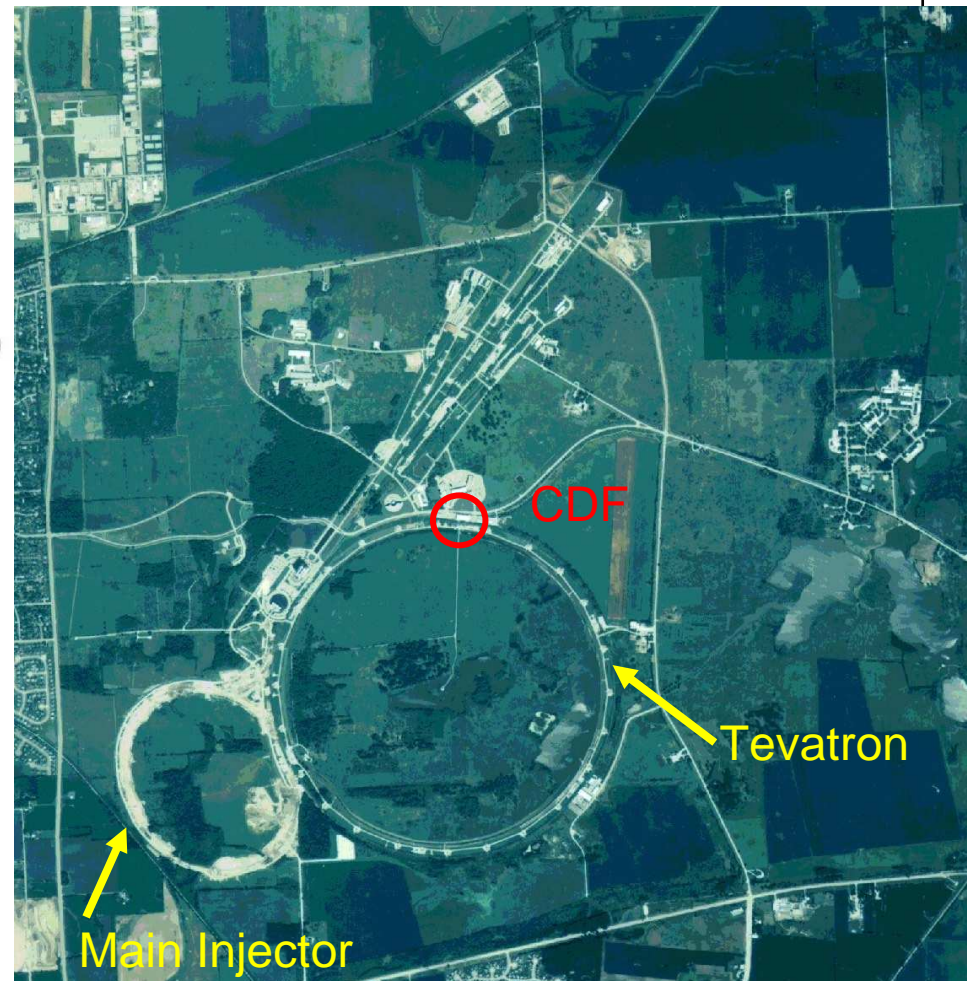
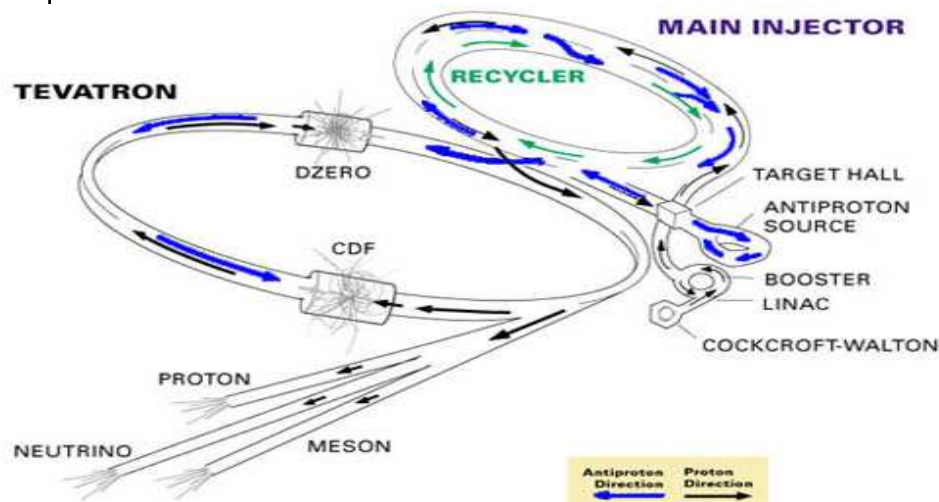
Best integrated Lum week: 45 pb^{-1}

Best integrated Lum month (January): 169 pb^{-1}

We have 27 months left before Oct'09

If we just run like this, we could get to 7 fb^{-1}

Tevatron Upgrade



Nuovo Main Injector:

☞ Migliora la produzione ap

Recycler ring:

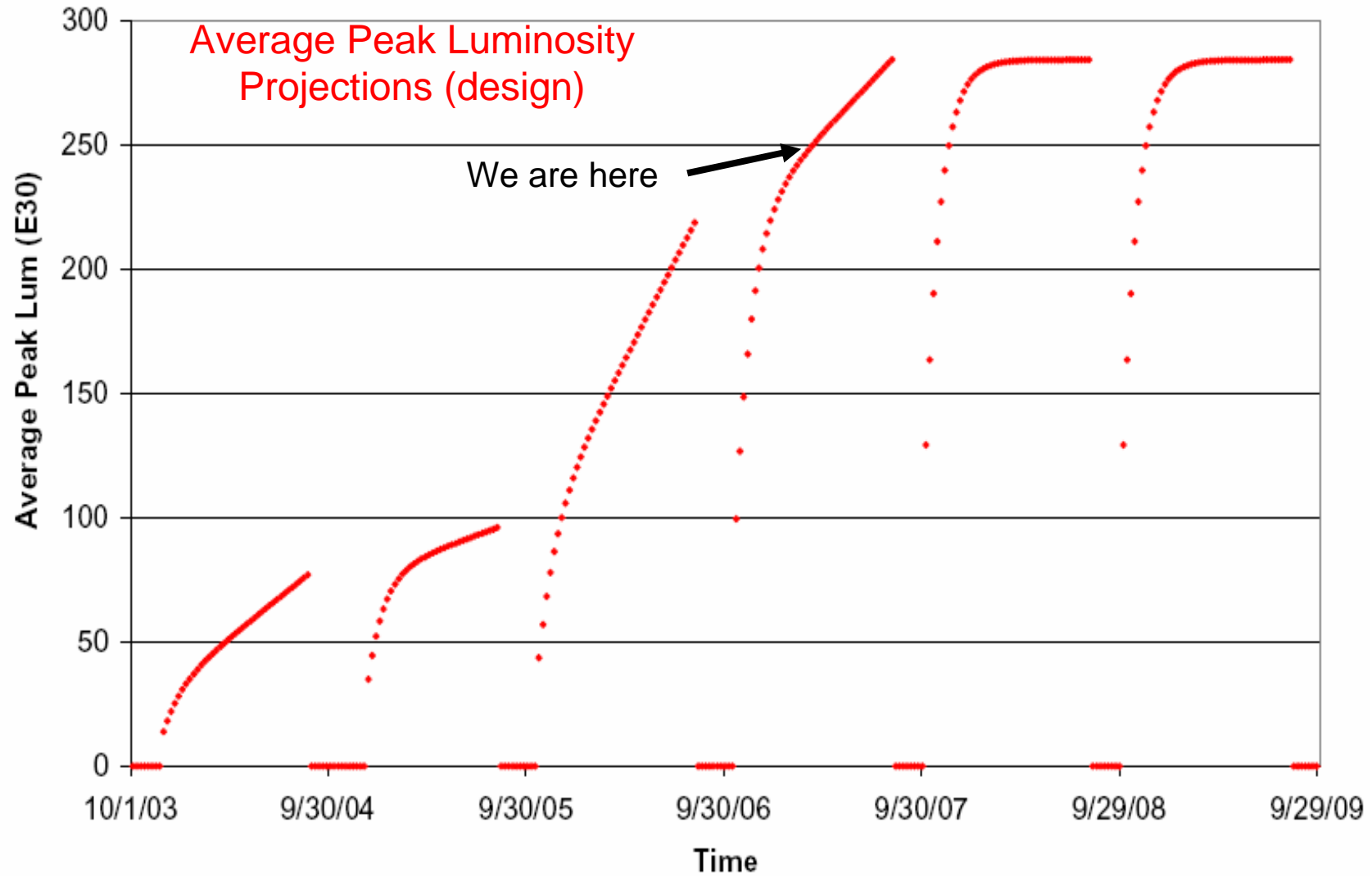
☞ Reuse p-bars!

Bunch x-ing:

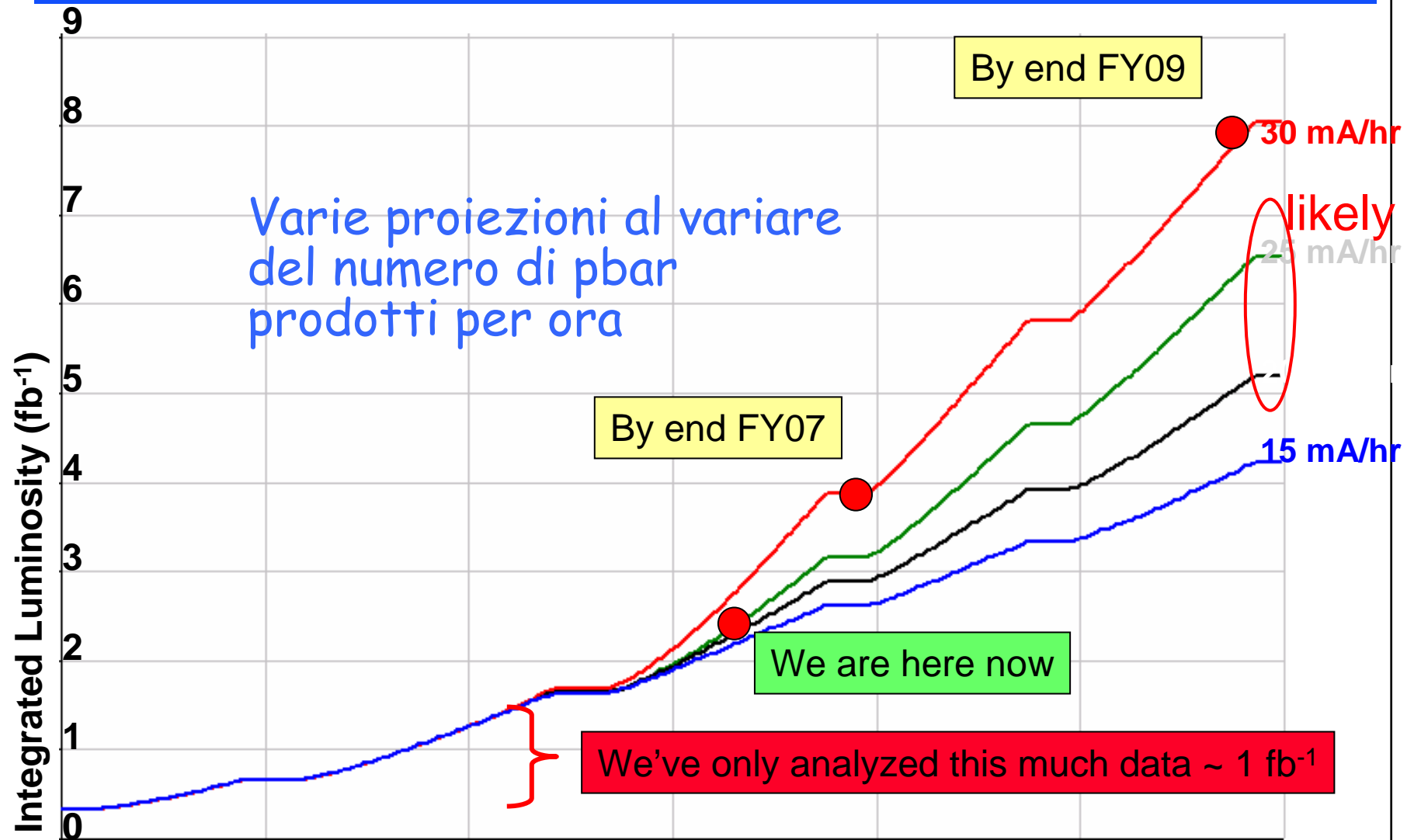
☞ ~~396(132) ns~~

Questo non ha funzionato ma lo
usiamo per immagazzinare ap

Situazione macchina



CDF luminosità integrata- proiezione



Idea base CDF-I

Costruire uno spettrometro

- ☞ Campo magnetico
- ☞ Ottima risoluzione in impulso

Costruire un calorimetro

- ☞ Circa 1981...come sono fatti i jet?
 - ⇒ Torri proiettive per ricostruire i fiotti
 - Identificazione di flavour pesanti? Decadimento in leptoni?

Identificare i leptoni

- ☞ Elettroni, mu, neutrini
- ⇒ E il tau? Boh, chi è?

Particle Id?

- ☞ No way

Tre livelli di trigger

- ☞ L1, L2 hardware, L3 versione semplificata dell'offline su farm di processori (primi cluster di VAX...)

Secondary vertices

- ☞ Apparsi all'ultimo momento nel TDR (the few, the happy few...)

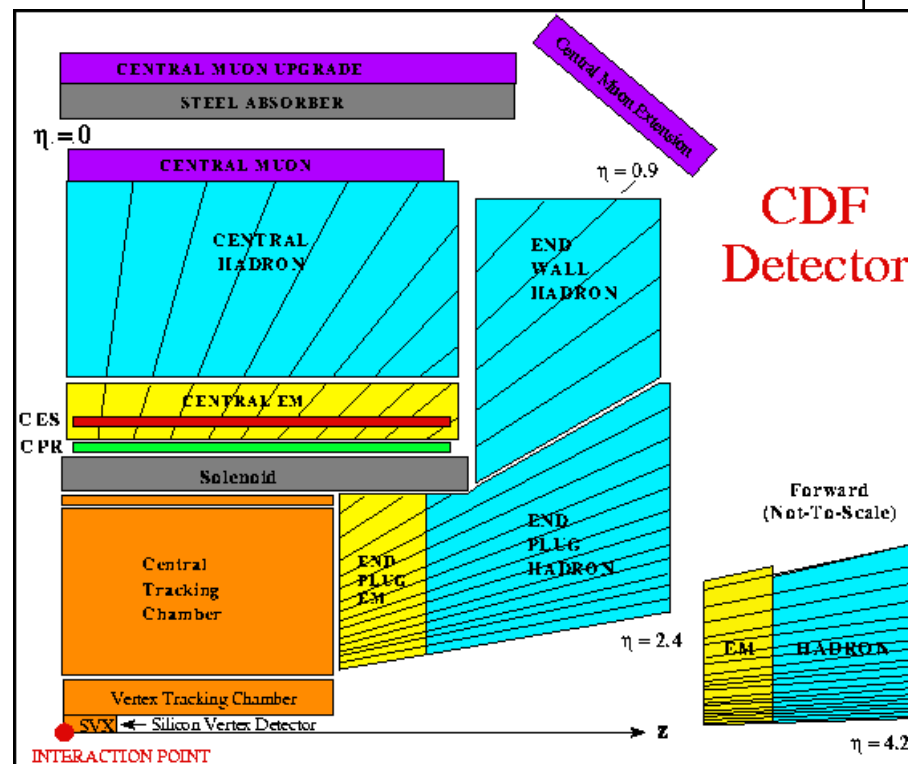
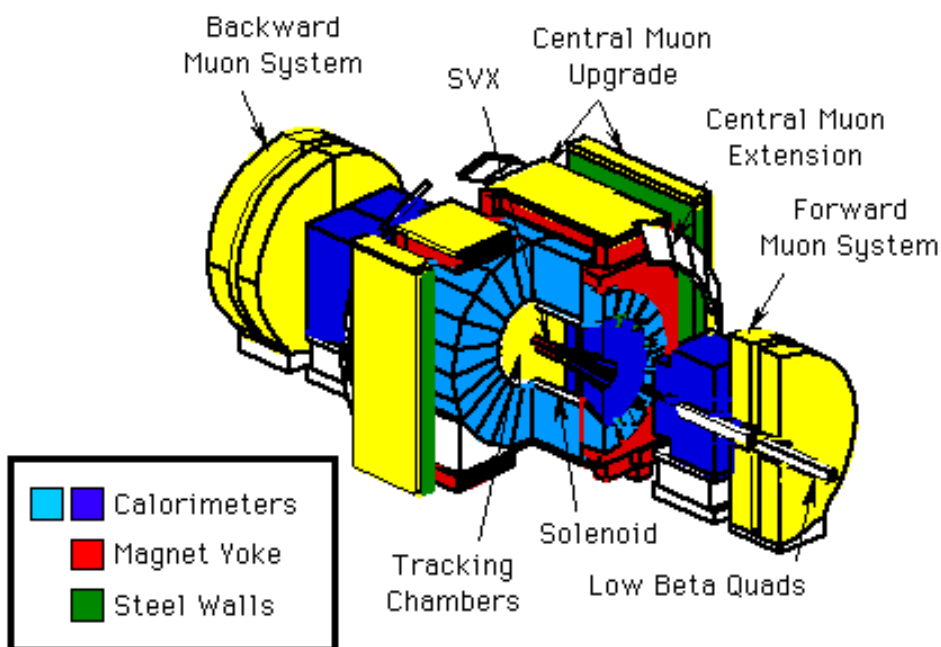
Un esperimento di successo: 1985-1996

- ☞ >100 articoli, varie particelle scoperte, scoperta di un quark..

Oltre 25 anni fa

CDF during Run I

CDF Detector



- 4 layer Si strip detector: 60% acceptance, $\sigma_D = 13 \mu\text{m}$
- CTC large drift chamber: $B=1.4 \text{ T}$, $N_{\text{axial}} = 60$, $N_{\text{stereo}} = 24$, $\Delta p_T/p_T < 0.001 p_T$
- Projective towers calorimeters: $\Delta\eta \times \Delta\phi = 0.1 \times 0.3$, lead/steel-scintillator(PWC)
- Central muon chambers: $|\eta| < 1$
- Forward calorimeters and muon up to $\eta=4.2$

CDF-II

Partendo da forze e debolezze di CDF-I

- ☞ Ricostruito completamente il calorimetro in avanti
- ☞ Ricostruita la camera centrale (bellissima ma non piu' in grado di sopportare il rate di interazioni previsto)
- ☞ Ricostruito il minivertice di silicio
 - ⇒ **umentata la copertura, Double Sided (veri)**
- ☞ Aggiunto un tracciatore intermedio (grande η)
- ☞ Implementazione trigger vertici secondari
- ☞ Ricostruita elettronica di FE (interbunch da $3.5\mu\text{s}$ a 132 ns) (sic!)

Sommario:

- ☞ Ricostruito il sistema di tracking
- ☞ Ricostruita l'elettronica di FE
- ☞ Ricostruito gran parte del trigger
- ☞ Ricostruito il calorimetro in avanti

Quasi un nuovo esperimento

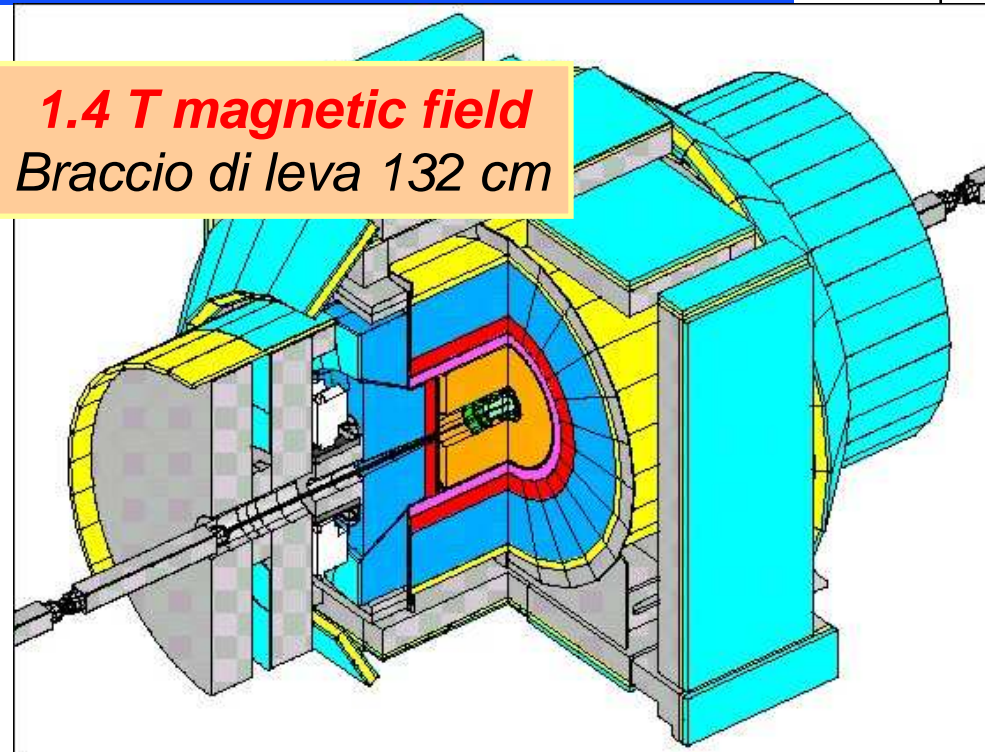
- ☞ Codice riscritto in C++...

CDF II

Elettronica FE, DAQ e trigger rifatti

- ☞ Nuovo track-trigger L1
- ☞ Nuovo trigger vert.secondari a L2
- ☞ Nuovo Time of Flight

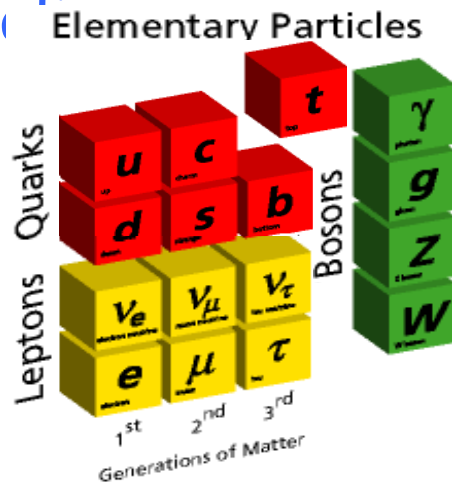
1.4 T magnetic field
Braccio di leva 132 cm



- Nuovo sistema tracc.silicio 7(8) $|\eta| < 2.8$ coverage
- Nuova camera a deriva COT $N_{\text{axial}} = 48$, $N_{\text{stereo}} = 48$, $\Delta p_t/p_t < 0.001 p_t$
- Nuovo Plug calorimeter (maggiore copertura e uso dello scintillatore)
- Estensione copertura camere dei mu $|\eta| < 1.5$ – alcune nuove
- Rimossi I calorimetri in avanti

Quale è la fisica di CDF?

Il modello standard (SM) ha avuto un enorme successo nel descrivere le interazioni fondamentali.



Dobbiamo però ancora capire come funziona il meccanismo di rottura della simmetria:

- ☞ Il bosone di Higgs non ancora osservato
- ☞ Quale nuova fisica per stabilizzare il settore di Higgs?

CDF ha effettuato una serie di misure (e di scoperte) che hanno completato e rafforzato la nostra comprensione del modello standard

- 20 anni di fisica

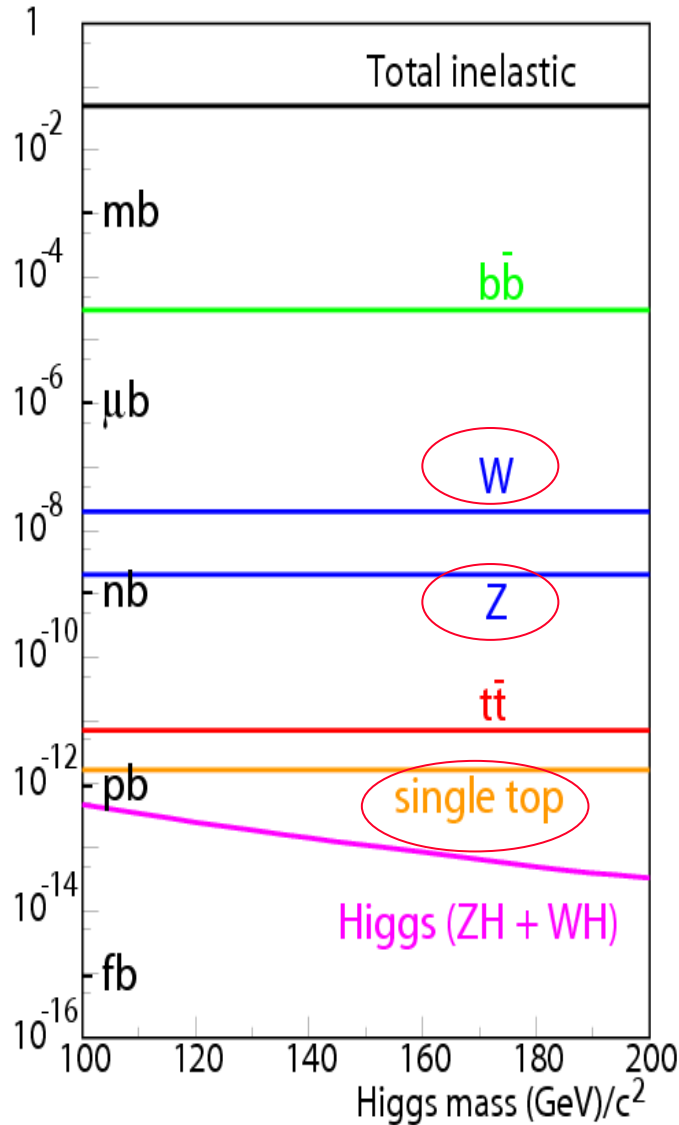


Ne toccherò solo alcune
Concentrandomi sul
rivelatore

- Un pò di fisica EWK
- Massa del W
- Higgs?

Il contesto

Production cross-section (barns)



In 1 fb^{-1}

1×10^{11}

6×10^6

6×10^5

14,000

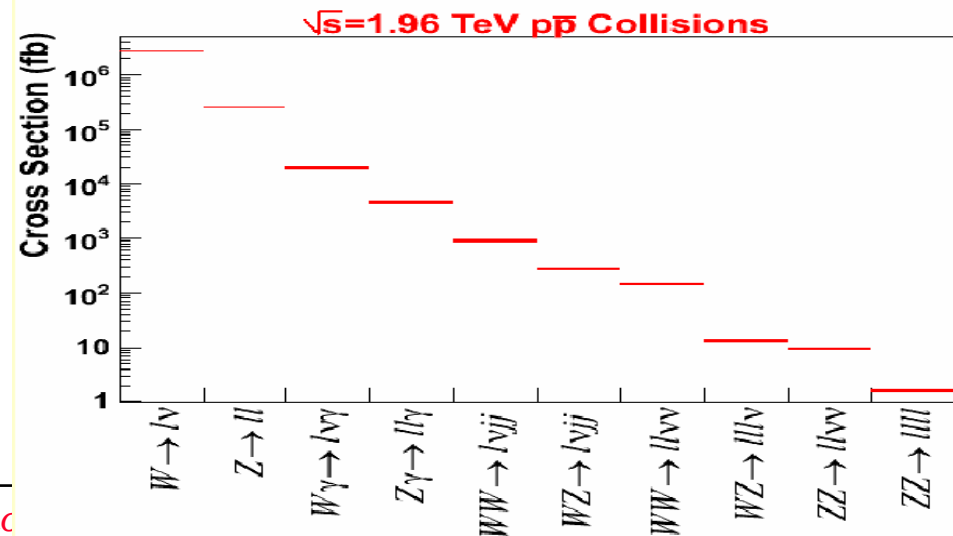
5,000

100 ~

10

La presa dati avviene a $L=2 \times 10^{32} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$... vuol dire

- Alcune interazioni per x-ing \Rightarrow Tough life
- ...si può scendere la scala a sinistra.. \Rightarrow Se i nostri trigger sono in grado di selezionare l'ago nel pagliaio



Physics at a hadron collider...

...Il trigger è tutto!"

Esamina tutte le collision pp
 Seleziona eventi interessanti (<70 Hz)
 Mette da parte per analisi offline

High p_T lepton
 High E_T jet, photon
 High Missing E_T (MET)

Ne seleziona 1 su

25,000

Process	Cross-section	Event Rate
Inelastic $p\bar{p}$	60 mb	6 MHz
$p\bar{p} \rightarrow b\bar{b}$ (b $p_T > 6$ GeV, $ \eta < 1$)	10 μ b	1 kHz
$p\bar{p} \rightarrow WX \rightarrow \ell\nu X$	5 nb	0.4 Hz
$p\bar{p} \rightarrow ZX \rightarrow \ell\ell X$	0.5 nb	0.04 Hz
$p\bar{p} \rightarrow t\bar{t} \rightarrow WWbb \rightarrow \ell\nu bb X$	2 pb	0.0002 Hz
$p\bar{p} \rightarrow WH \rightarrow \ell\nu bb$ (if $M_H = 120$ GeV)	15 fb	0.0000015 Hz

Si assume $L = 100 \times 10^{30} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$, $\ell = \text{elettrone or muone}$

La tipica luminosità iniziale oggi: $200\text{-}280 \times 10^{30}$

Gli urti al Tevatron

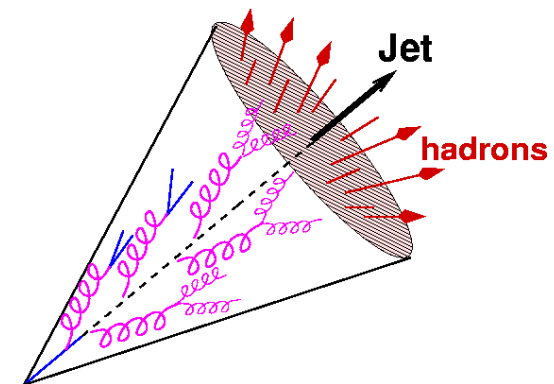
L'hard scattering non è tutto!

Parton Distribution Functions (PDF): frazione (anti)proton portata dai partoni entranti.

Underlying Event (UE): il resto, prodotto dagli spettatori o dalle interazioni multiple



- ☞ Initial and Final State Radiation (ISR, FSR): gluoni extra emessi da partoni nello stato iniziale/finale.
- ☞ Jets: frammentazioni di quark/gluons e ricombinazione in adroni ricostruiti in un cono.



Tutti questi processi (ed altro ancora) influenzano le nostre misure

Cosa dobbiamo fare?

Fisica del b

- ☞ Identificare tracce di basso Pt (separate dal vertice), vertici secondari

Fisica dei getti

- ☞ Ricostruire fiotti di particelle (misure integrate e differenziali)

Fisica EWK

- ☞ Identificazione di leptoni isolati, ricostruzione con ottima risoluzione

Fisica top

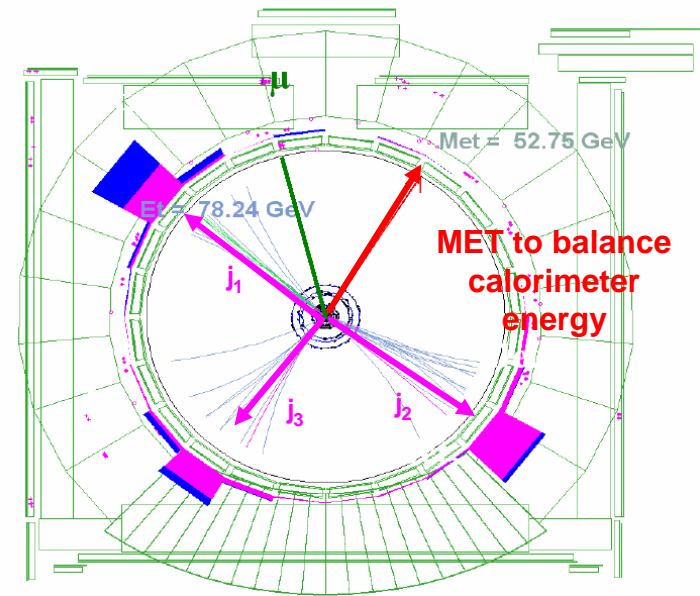
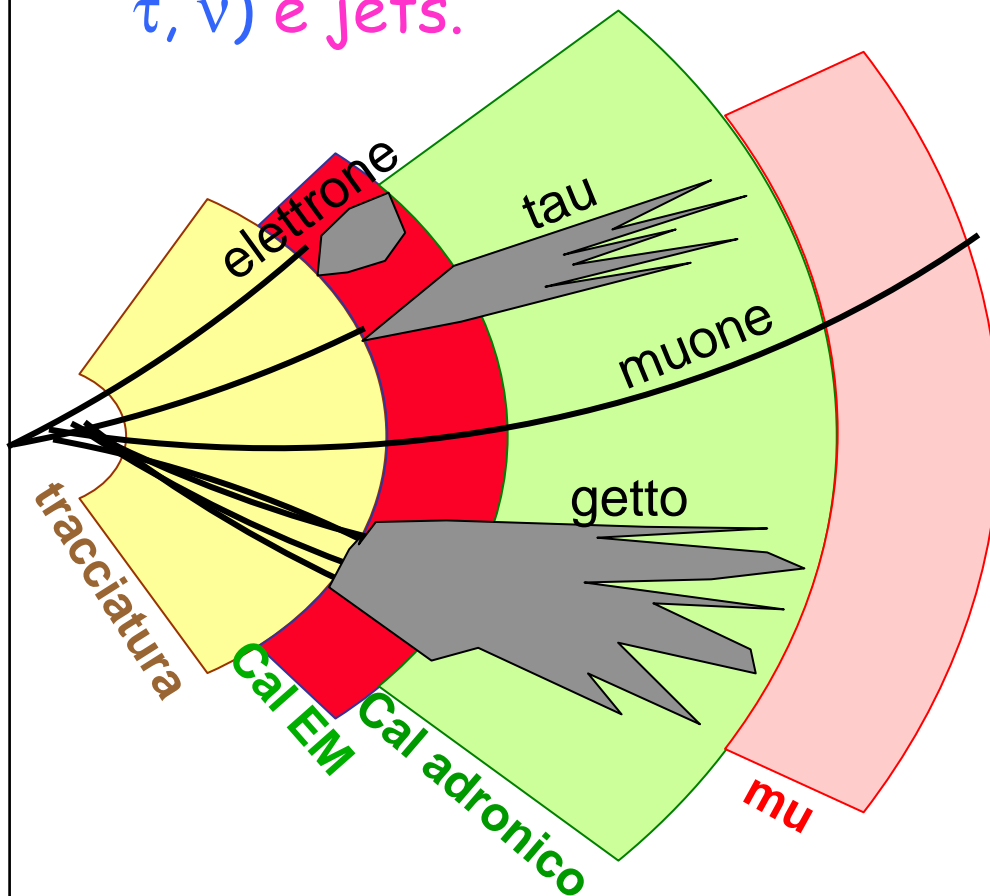
- ☞ Tutto quello sopra scritto

Beyond

- ☞ Tutto più essere pronti per l'imprevisto (flessibilità)

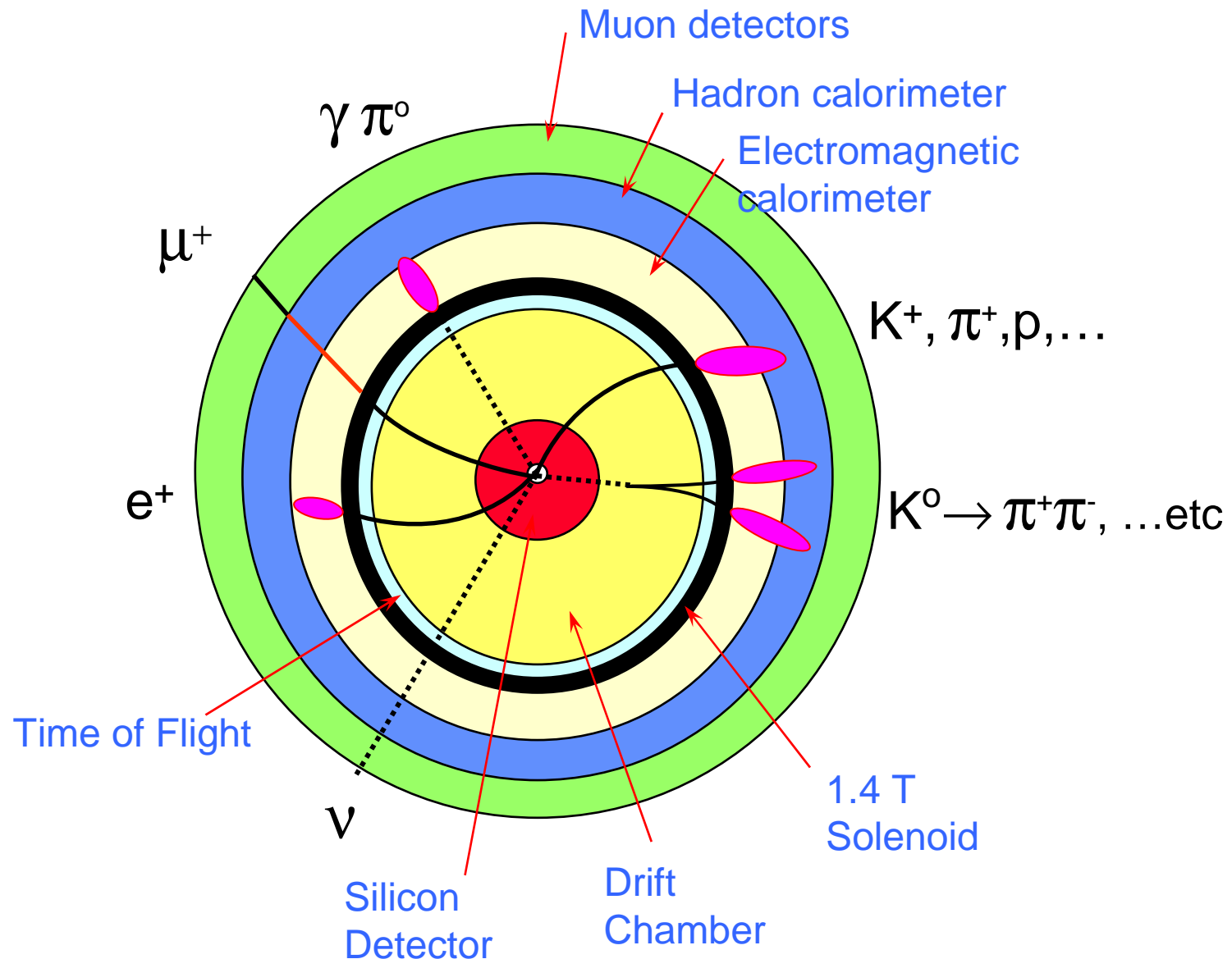
Tevatron Experimental Signatures

Fisica EWK e Top
Physics è fatta per lo più
con **high p_T leptons** (e, μ ,
 τ , ν) e **jets**.



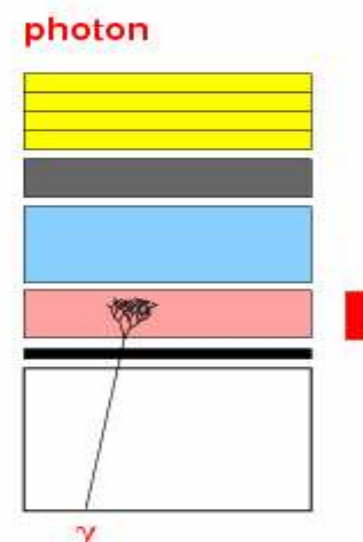
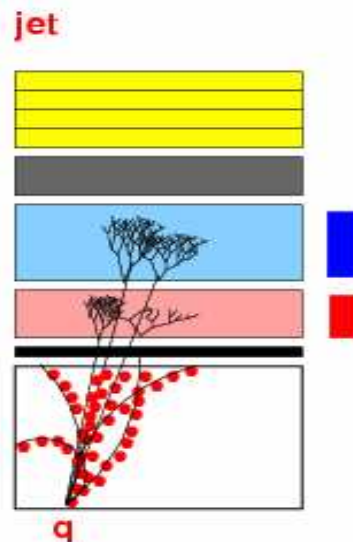
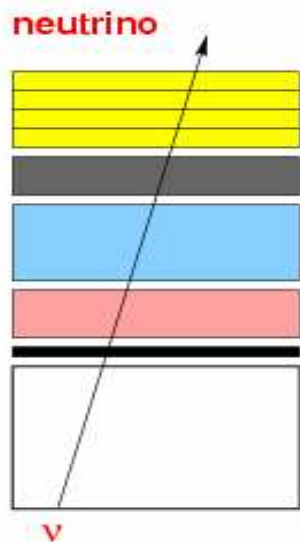
La presenza di neutrini è
segnalata da **Missing
Transverse Energy
(MET)** nel calorimetro

De-costruzione di un esperimento

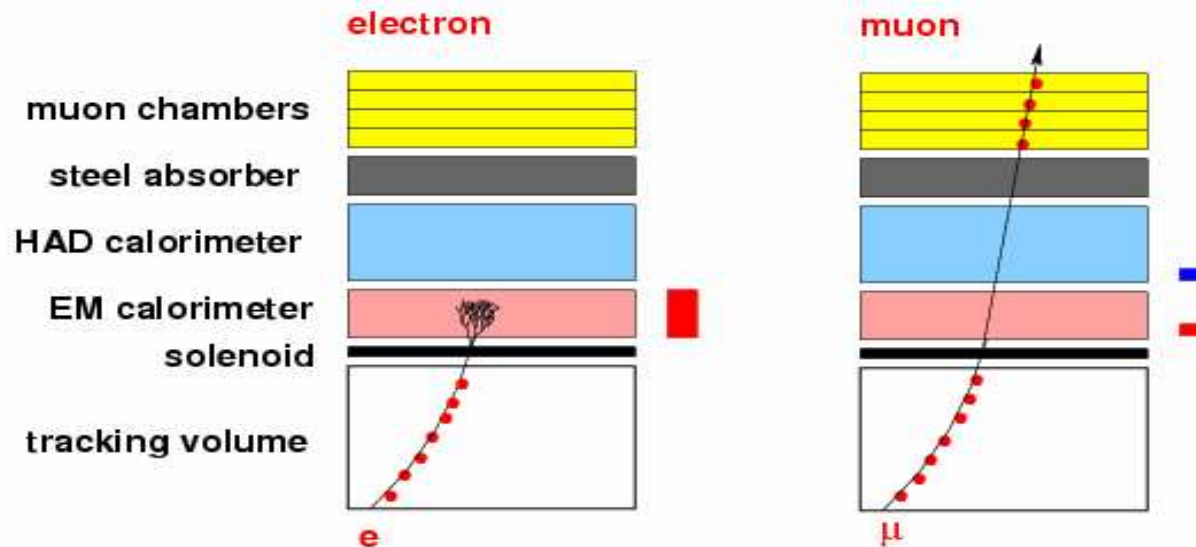


Principi del PID

Neutrino:	Jet:	Fotone:
Nessuna interazione nel rivelatore	Energia rilasciata nel compartimento EM e HAD del calorimetro	Energia depositata in compartimento EM del calorimetro
Missing Transverse energy: $\vec{E}_T = \sum_i E_{Ti} \cdot \vec{n}_i$ $\vec{E}_T = -\vec{E}_T$	Geometria proiettiva, Algoritmo a cono fisso in $\eta-\phi$, $\Delta R = 0.4$	Nessuna traccia associata



PID II



Elettroni: ($|\eta| < 2.8$)

Muoni: ($|\eta| < 1$)

Traccia nella COT (offline anche nel sistema COT-SVX)

Una traccia nella COT

Energia ricostruita nella sezione EM, piccola Had/EM
Forma dello sciame consistente con un elettrone

Deposito di energia: MIP

Traccia estrapolata si combina con lo stub nelle camere dei mu

Cosa è un muone?

Misure:

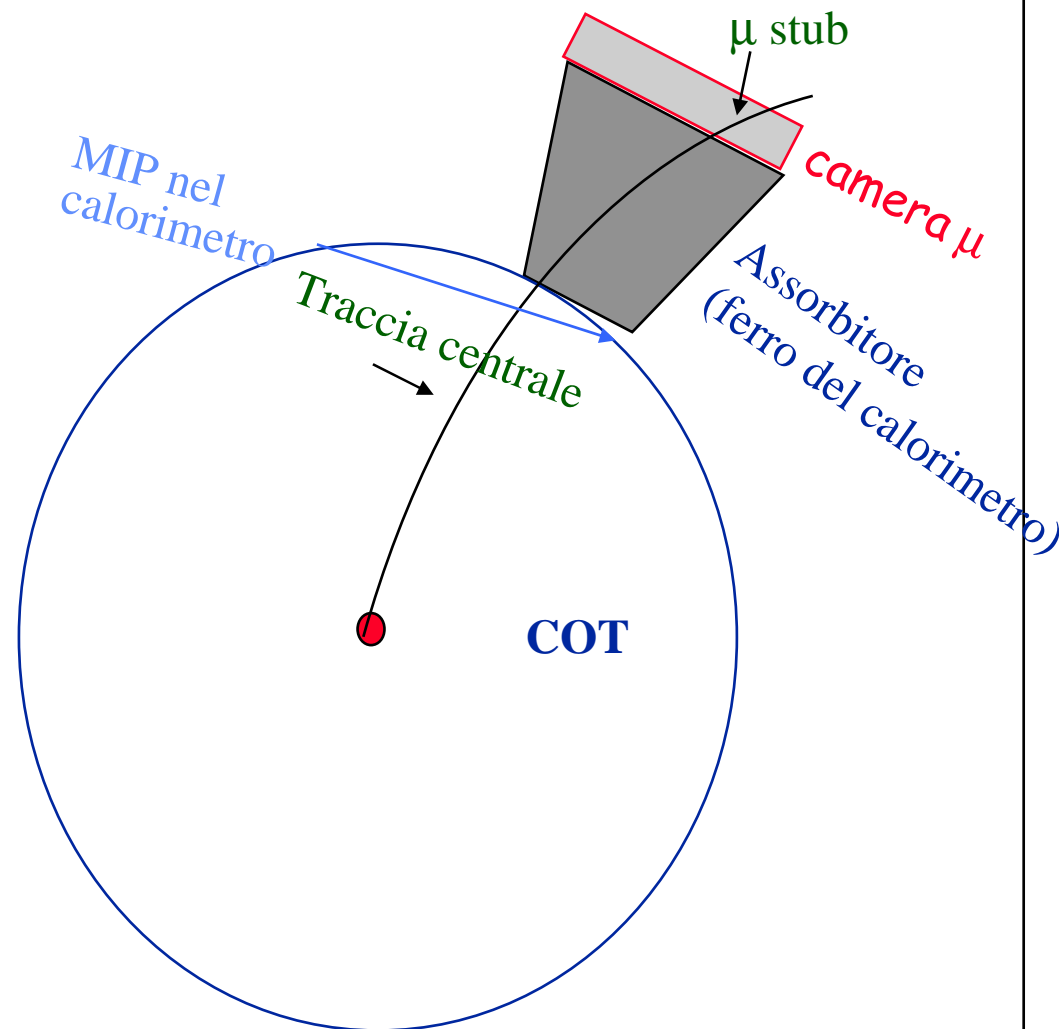
- ☞ Camera di tracciatura centrale:
 - ⇒ Traiettoria, impulso
- ☞ Calorimetro
 - ⇒ Energia (m.i.p.)
- ☞ Camere dei mu
 - ⇒ Traiettoria (stub)

Richiedere:

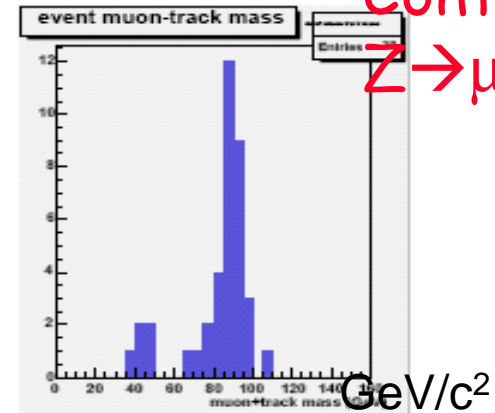
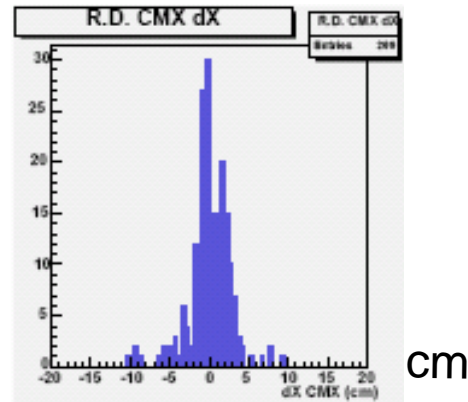
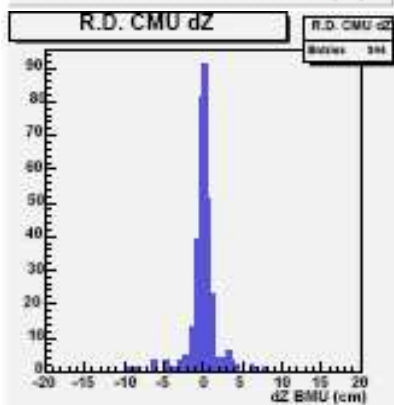
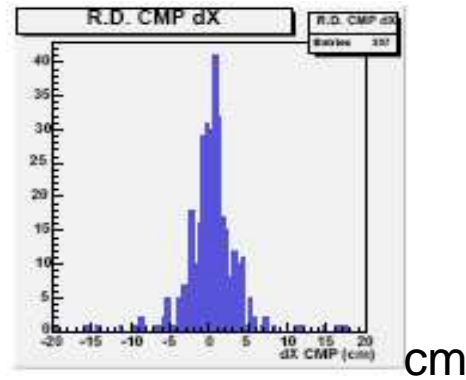
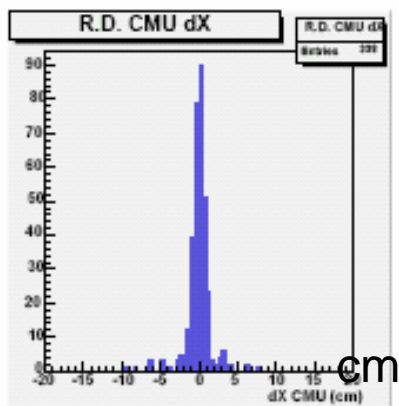
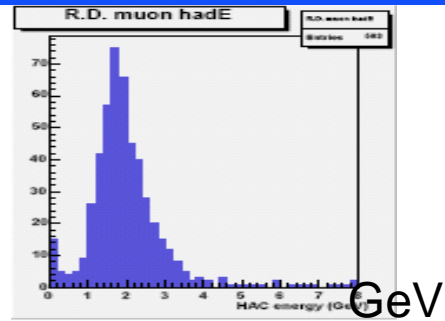
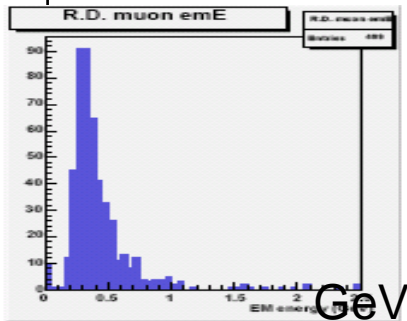
- ☞ MIP nelle torri del calorimetro cui punta la traccia
- ☞ Angolo e posizione della traccia matching con lo stub

Fondi:

- ☞ Decadimenti in volo, non-interacting particles (K, π a.k.a. punch-through)



μ definition cuts



Controllo:
 $Z \rightarrow \mu + \text{track}$

L'elettrone

Misure:

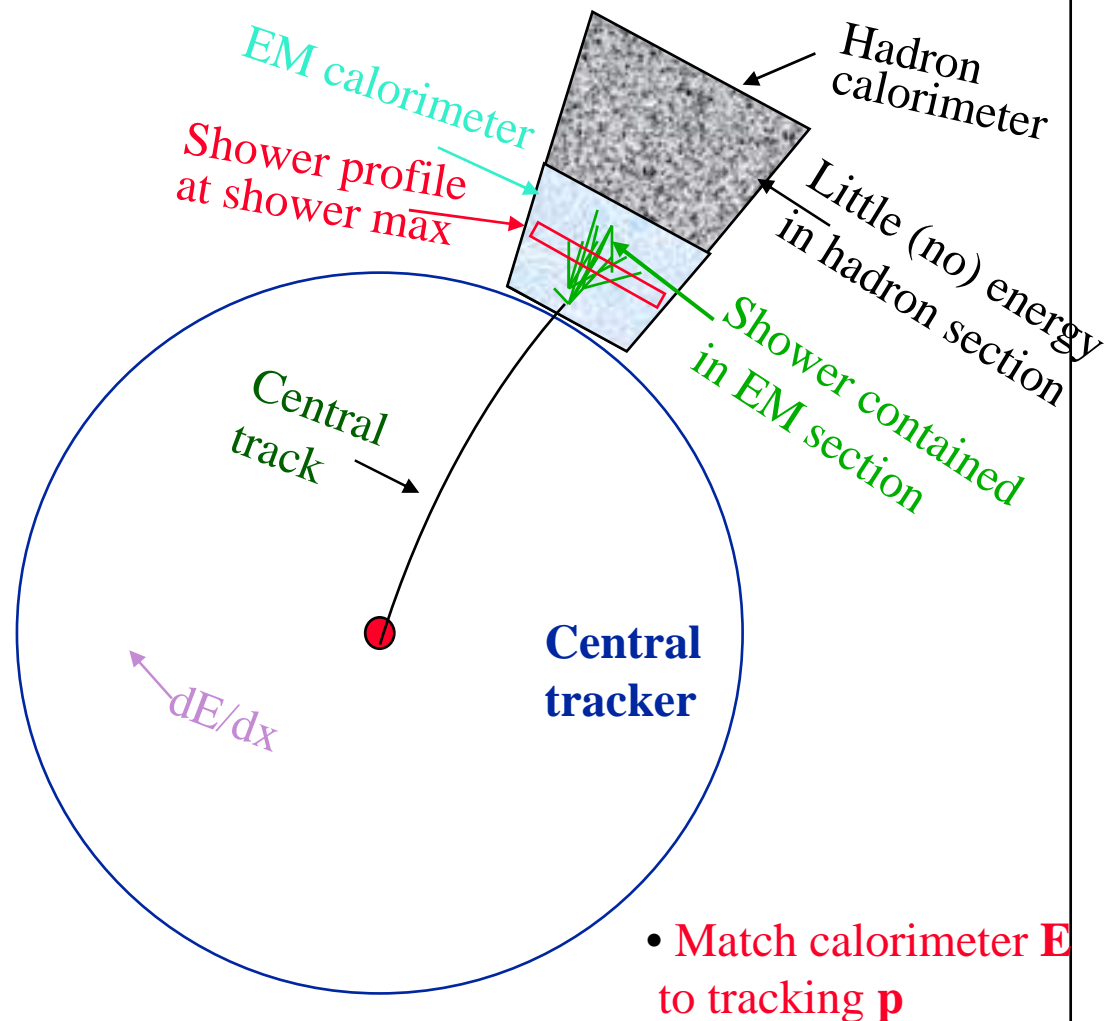
- Tracciatura centrale:
 - ⇒ Impulso
 - ⇒ Traiettoria
 - ⇒ dE/dx
- Calorimetro:
 - ⇒ Energia nella sezione EM e HAD (EM/HAD)
- Shower max chambers:
 - ⇒ Profilo dello sciame

Richiede:

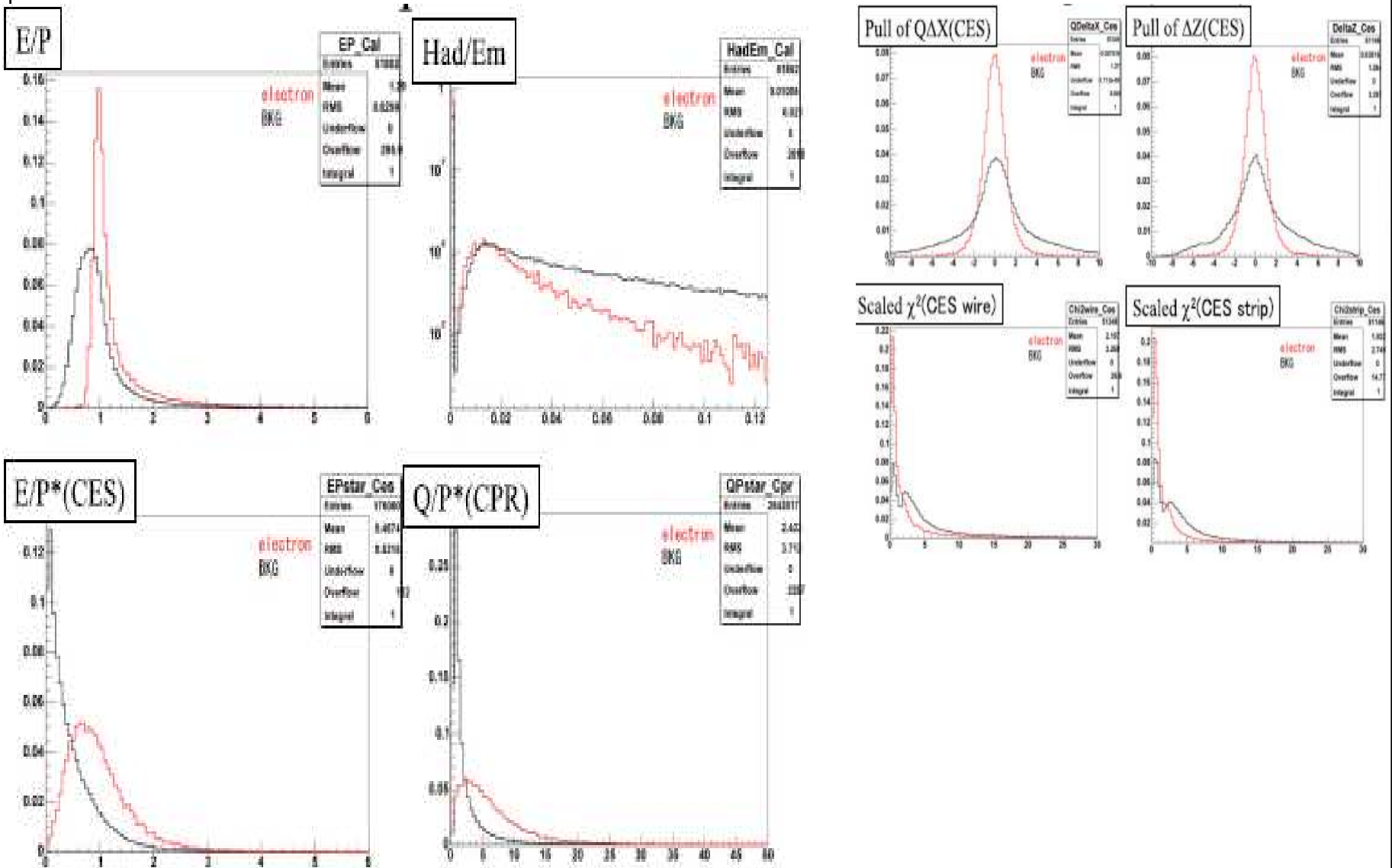
- Cluster EM
- Poca energia in sezione H
- Traccia-cluster match
- Match energia-impulso
- dE/dx e profilo sciame

Fondi:

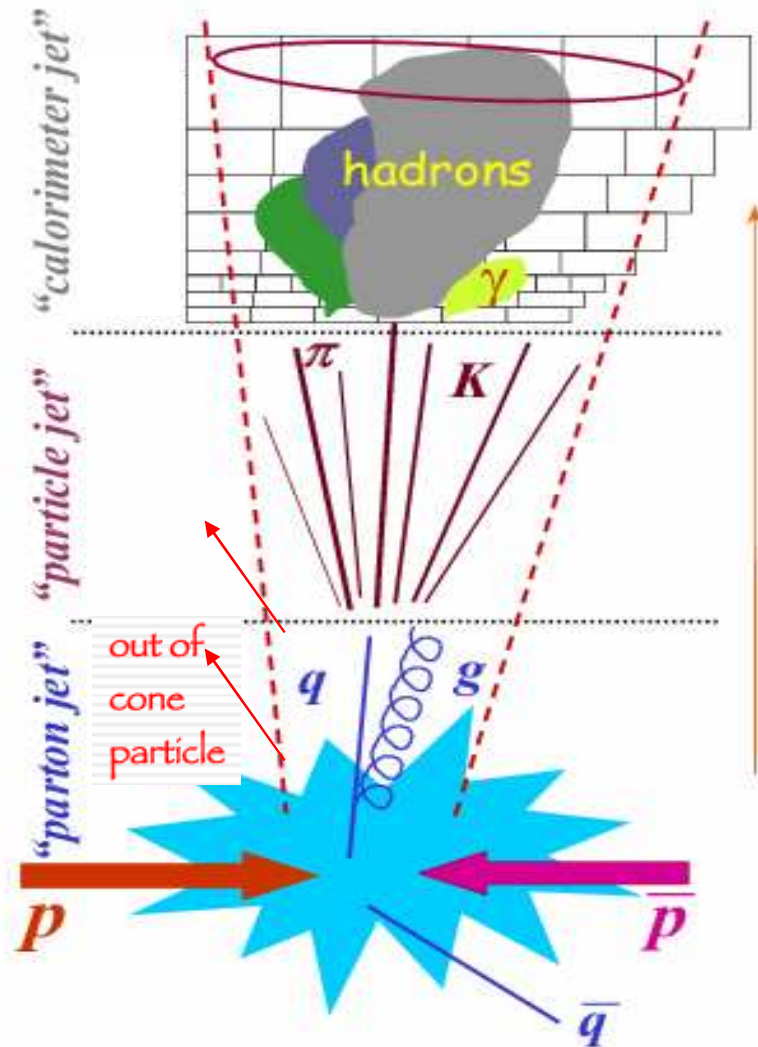
- π_0 , adroni inter. presto, conversioni γ



e^\pm definition cuts



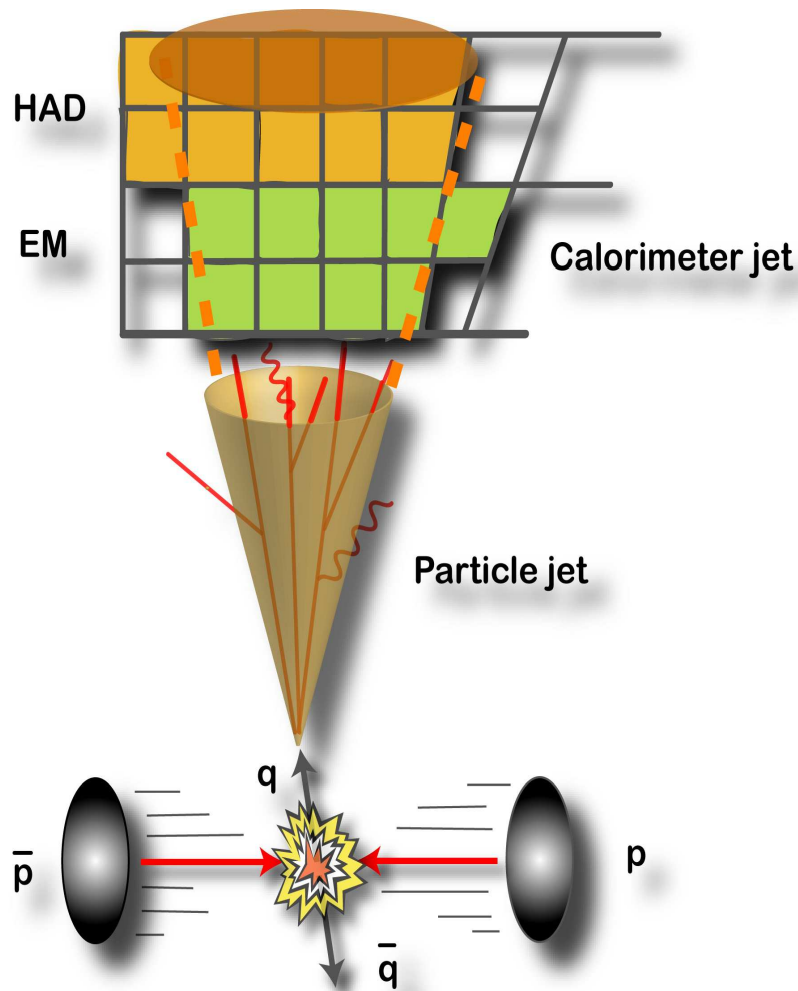
Ricostruire i quark -I



Un jet è un oggetto complicato:

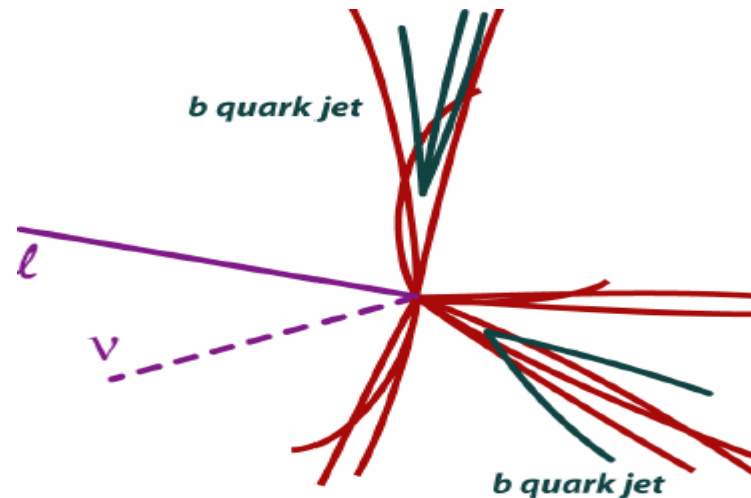
- Misurato da: torri calorimetriche
- Definito da un algoritmo di clustering
- Fare analisi con i jet implica che l'energia del jet sia convertita all'energia del partone genitore
- Per andare da **jet energies** a **parton energies** dobbiamo correggere:
 - Effetti strumentali
 - Effetti di fisica
 - Effetti da Jet Algorithm
- Dubbed: **Jet Energy Scale (JES)**

Ricostruire i quark -II



C'è bisogno delle correzioni alla **Jet Energy Scale (JES)** per ricostruire l'energia del partone iniziale

b-jets sono di eccezionale valore: si utilizza il **vertex tracker** per ricostruire i vertici secondari



Cosa è un jet a CDF?

Misure:

- ☞ Energia ricostruita nel calorimetro

Richiedere

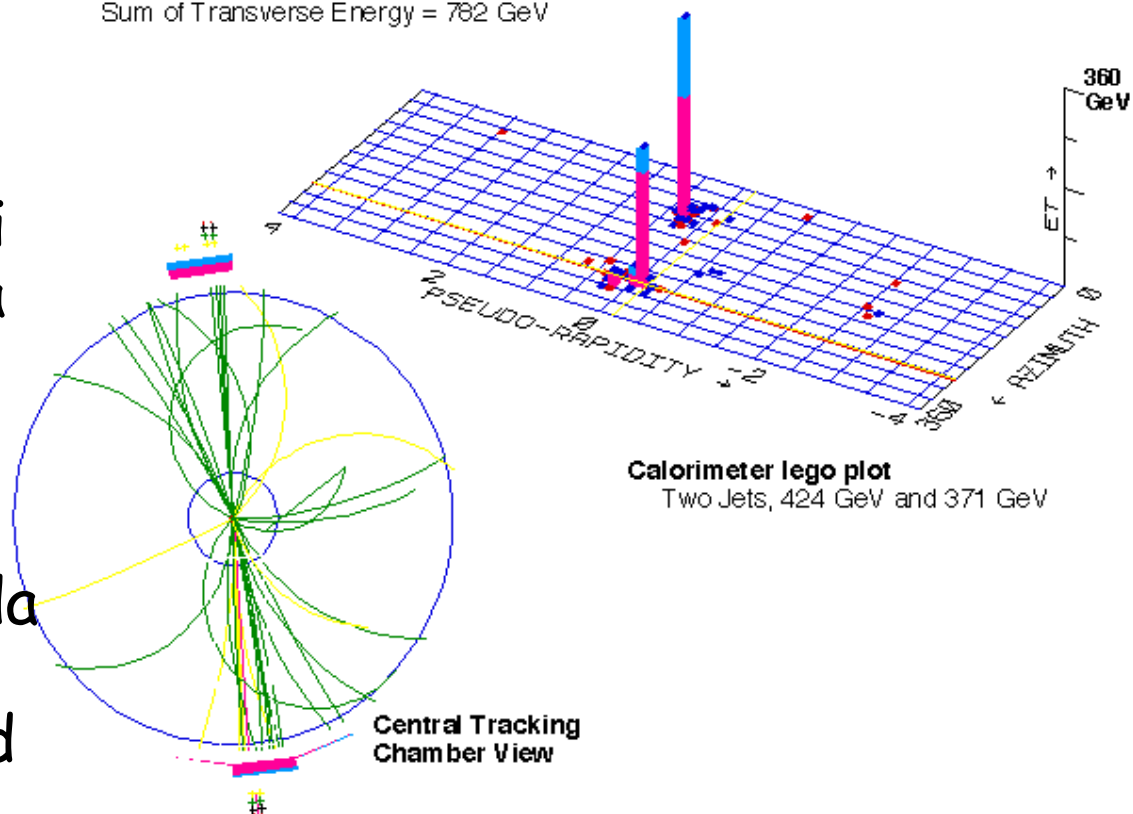
- ☞ Cluster di torri adiacenti sopra soglia

Fondi:

- ☞ Problemi di ricostruzione da jet vicini e (soprattutto ad alta lum.) *underlying event*

CDF: Highest Transverse Energy Event from the 1988-89 Collider Run

Sum of Transverse Energy = 762 GeV



Definizione di neutrini

Misure:

- ☞ Energia da ciascuna torre calorimetria

Richiesa:

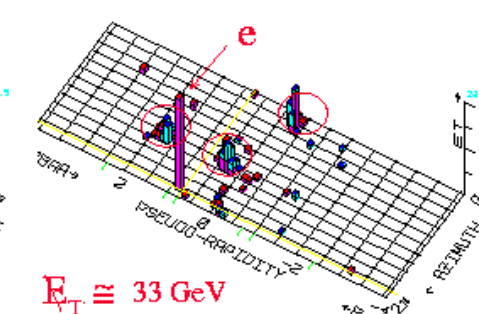
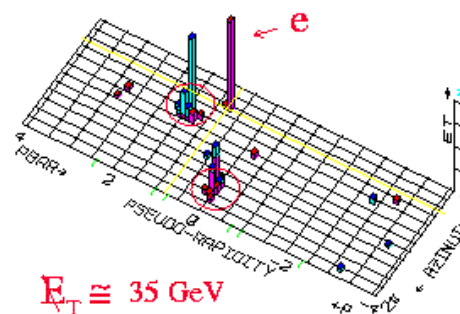
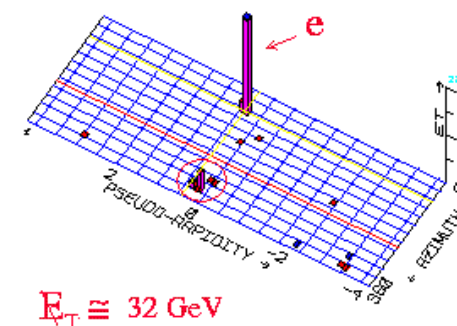
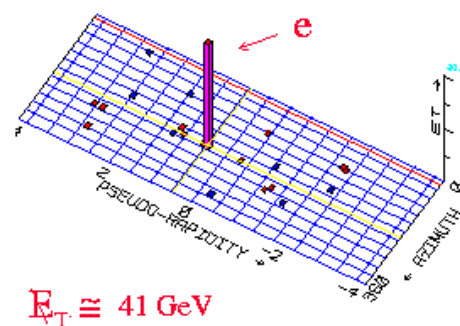
- ☞ Sbilanciamento dell'energia trasversa sopra soglia
 - ⇒ **Calcolo vettoriale dell'energia nelle torri**

Fondi:

- ☞ Perdite in zone non strumentate (*cracks*)
- ☞ Raggi cosmici
- ☞ Problemi di funzionamento

CDF:

W + 0,1,2,3 jet(s) Events



Vertici secondari

Misure:

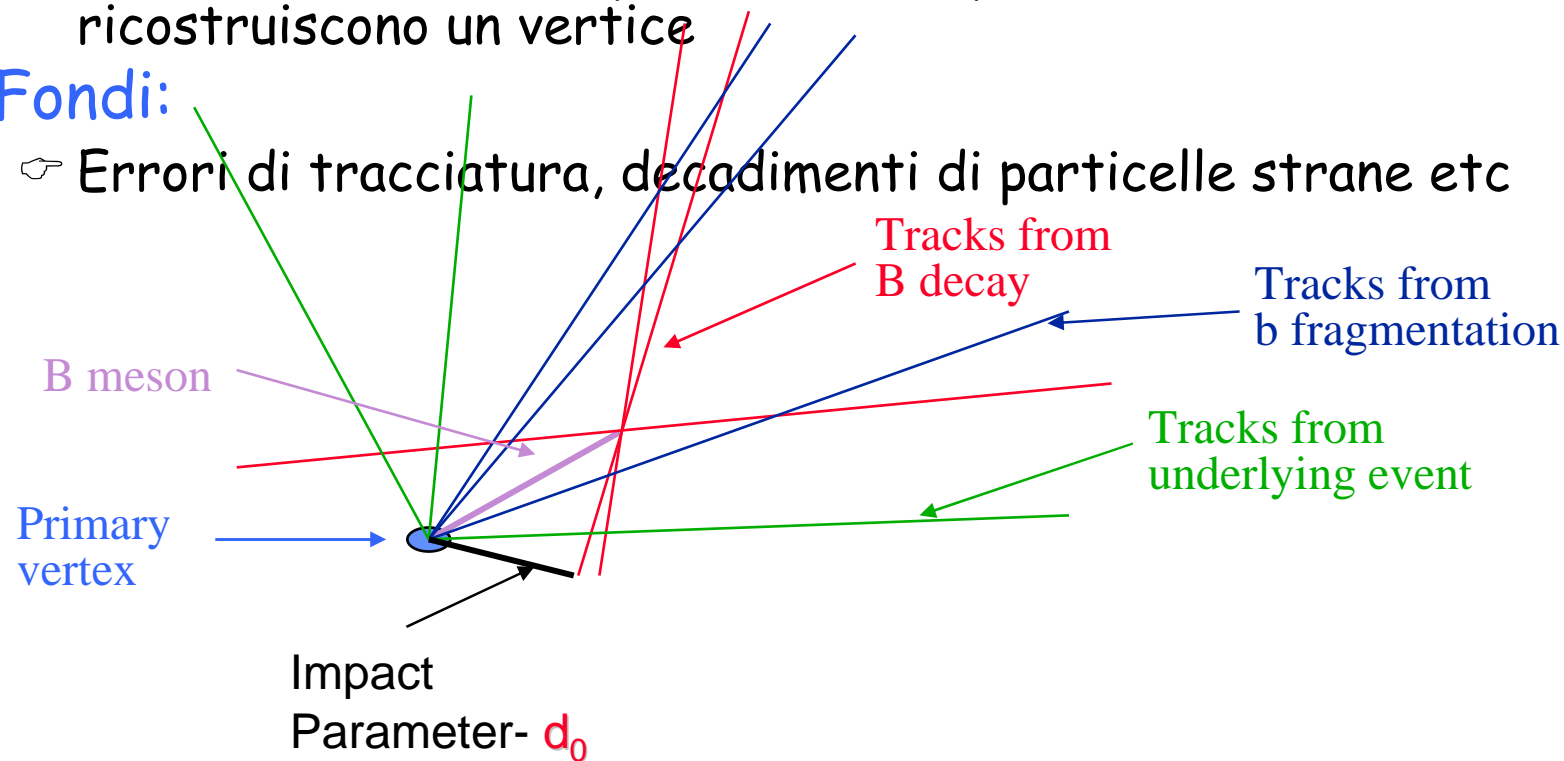
- ☞ Misurare il parametro d'impatto delle tracce con grande accuratezza

Richieste:

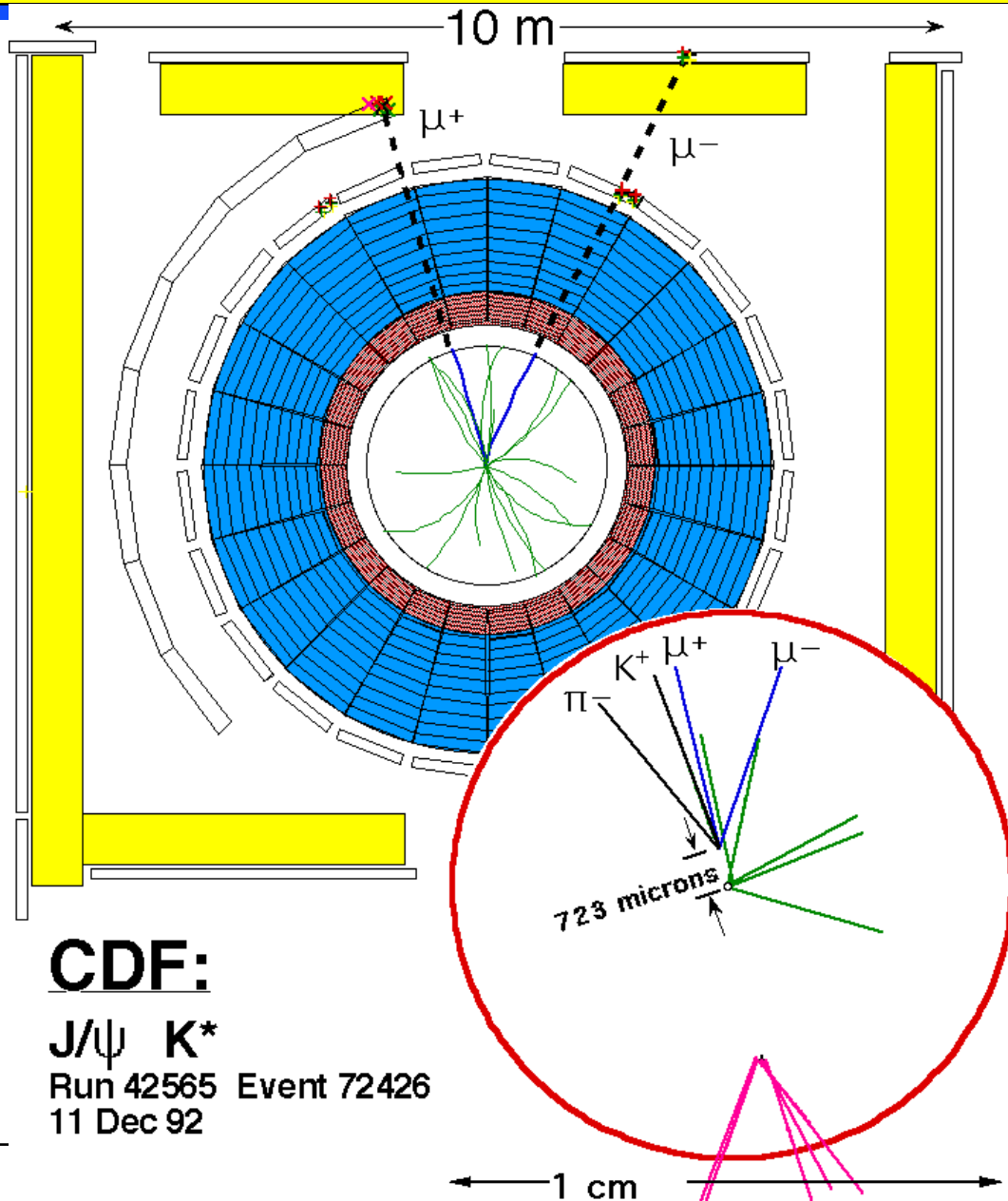
- ☞ Ricercare tracce con parametri d'impatti non-zero che ricostruiscono un vertice

Fondi:

- ☞ Errori di tracciatura, decadimenti di particelle strane etc



Un vero evento di B



CDF:

J/ ψ K*

Run 42565 Event 72426

11 Dec 92

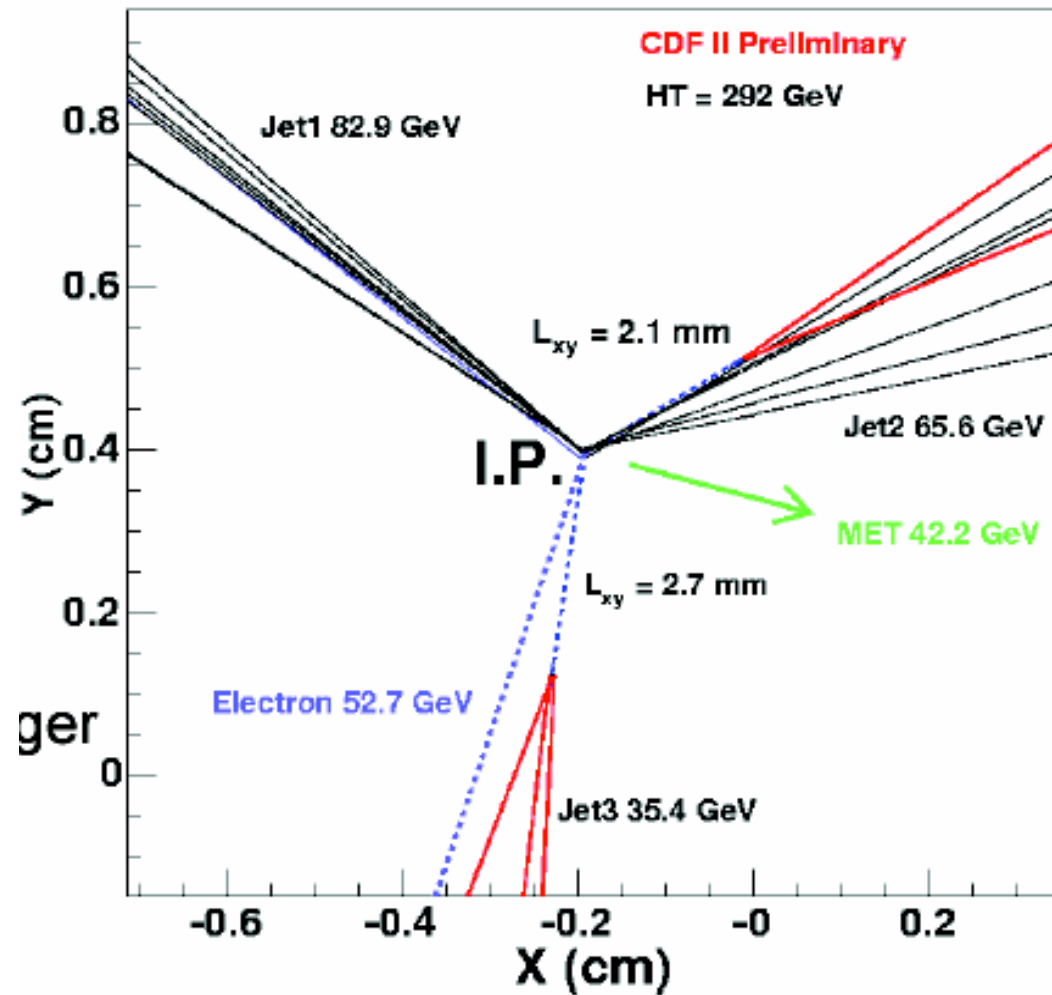
Un vertice secondario in un candidato top

Un evento candidato
 $Tt\bar{b}$

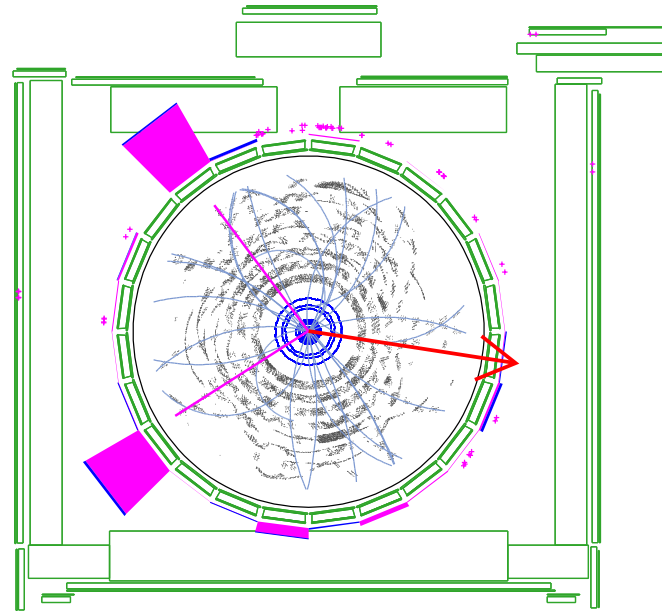
$\rightarrow tt\bar{b} \rightarrow WbWb$

$\Rightarrow W \rightarrow jj$

$\Rightarrow W \rightarrow e\nu$



CDF: un
candidato
 $WW \rightarrow eev\nu$

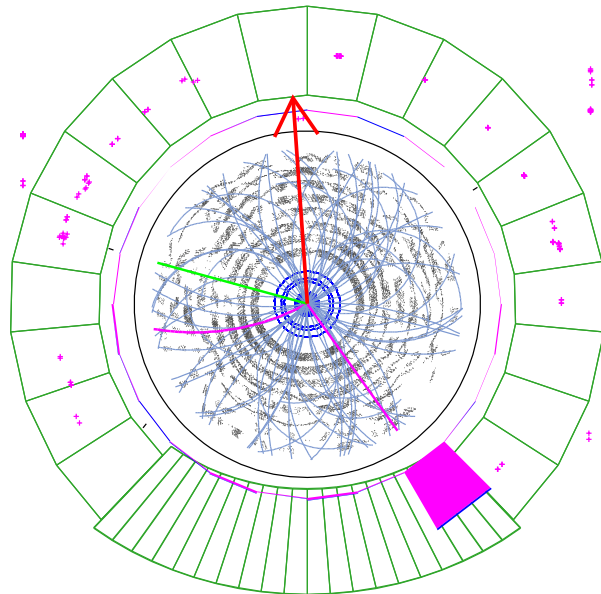
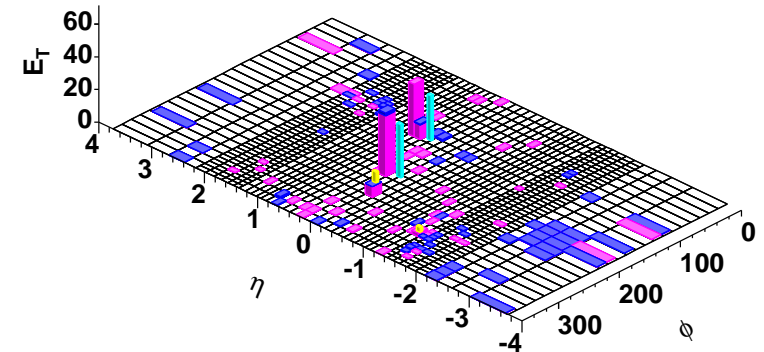


Run 162838 Event 627050 : $WW \rightarrow e^+ \nu_e e^- \bar{\nu}_e$ Candidate

$p_T(e^+) = 48.0$ GeV/c; $p_T(e^-) = 38.2$ GeV/c; $M_{e^+e^-} = 61.4$ GeV

$\cancel{E}_T = 61.4$ GeV; $\Phi(\cancel{E}_T) = 6.1$

$\Delta\Phi(\cancel{E}_T, \text{lepton}) = 2.4$; $\Delta\Phi(e^+, e^-) = 1.5$; $\text{Opening-Angle}(e^+, e^-) = 1.5$

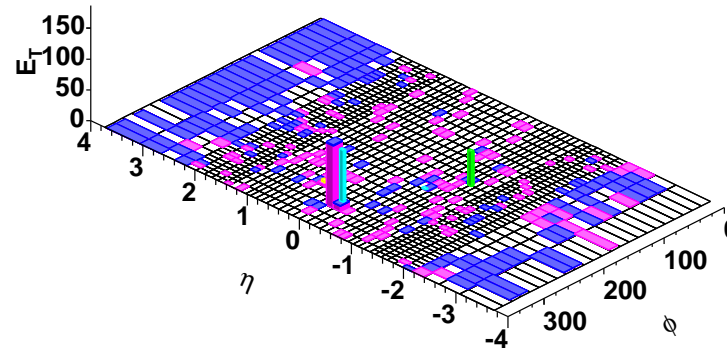


Run 162175 Event 1550545 : $WW \rightarrow e^+ \nu_e \mu^- \bar{\nu}_\mu$ Candidate

$p_T(e) = 112.7$ GeV/c; $p_T(\mu) = 57.0$ GeV/c; $M_{e\mu} = 165.6$ GeV

$\cancel{E}_T = 86.8$ GeV; $\Phi(\cancel{E}_T) = 1.6$

$\Delta\Phi(\cancel{E}_T, \text{lepton}) = 1.2$; $\Delta\Phi(e, \mu) = 2.4$; $\text{Opening-Angle}(e^+, e^-) = 1.9$



CDF: un
candidato
 $WW \rightarrow e\mu\nu\nu$

A complex signature: top event

$e^+ + 4$ jet event

40758_44414

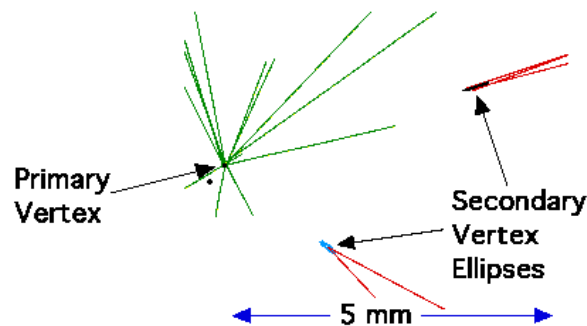
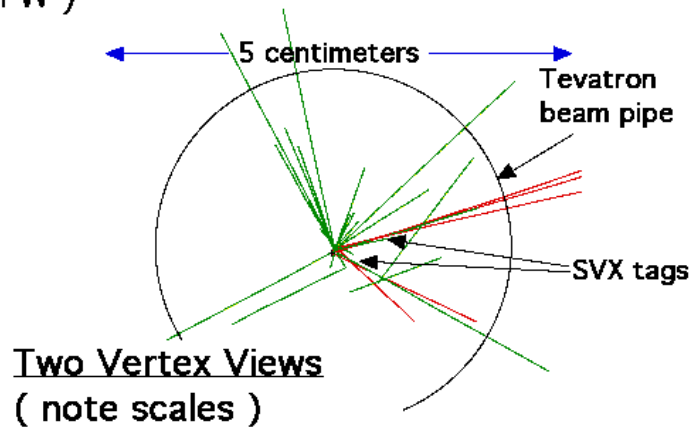
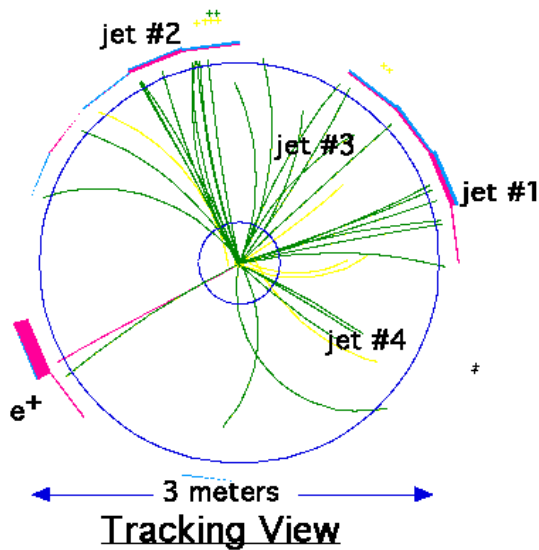
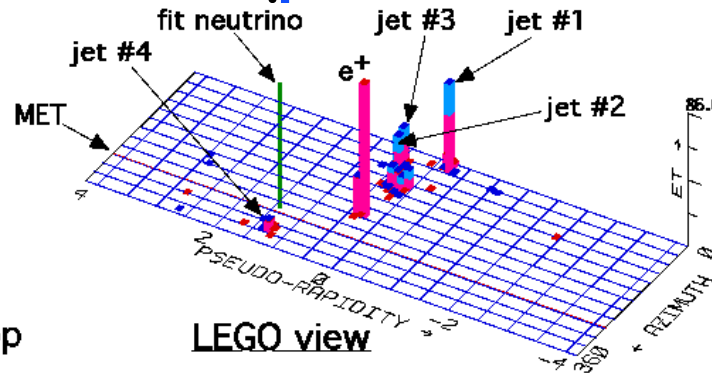
24-September, 1992

TWO jets tagged by SVX

fit top mass is 170 ± 10 GeV

e^+ , Missing E_T , jet #4 from top

jets 1,2,3 from top (2&3 from W)



I rivelatori

Le *segnature* a CDF-I non sono nate prima dei rivelatori ma insieme (o dopo)

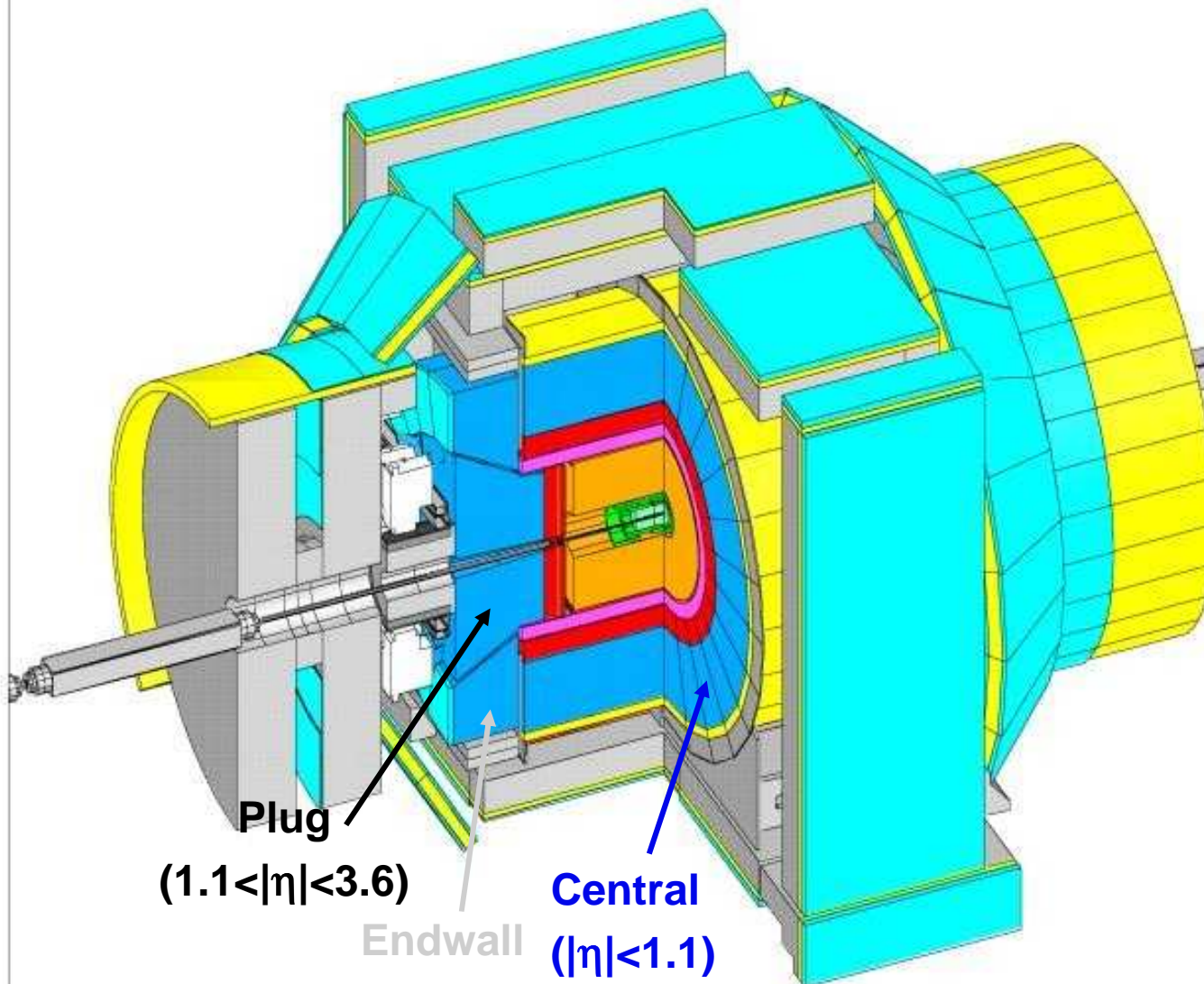
- ☞ C'erano idee ma andavano messe in pratica
- ☞ C'erano dei rivelatori ma andavano utilizzati
 - ⇒ Alcuni migliorati o ricostruiti ex-novo
- ☞ Alcuni rivelatori non c'erano ed andavano inventati

Nel seguito vedremo alcuni dei rivelatori più significativi e delle scelte più significative fatto dalla Collaborazione

I calorimetri

Segmentati
in eta, phi

η Range	$\Delta\phi$	$\Delta\eta$
0.0 – 1.1	15°	0.1
1.1 – 1.8	15°	0.1
1.8 – 2.1	15°	0.16
2.1 – 3.6	15°	0.2-0.6



Calorimetria

Tutti i calorimetri di CDF-II sono

- ☞ Calorimetri a campionamento (Fe/Pb-Scintillatore)
 - Veloce risposta degli scintillatori utile in un collider adronico
 - ⇒ Compartimento adronico: ferro
 - ⇒ Compartimento em: piombo
 - Letture separate
- ☞ Struttura geometrica a torre proiettiva (verso il centro della zona d'interazione)
 - ⇒ Scelta non ovvia nel 1981
- ☞ Readout del segnale con fototubi
 - ⇒ Nelle *Plug* (ricostruite nel 1996-2000) utilizzati PM multi-anodo
 - Segnale portato ai fototubi a mezzo di guide di luce/dopo shift del segnale con WLS (centrale)
 - Attraverso fibre ottiche (calorimetri in avanti)
- ☞ Fast-signal utilizzato per il sistema di trigger

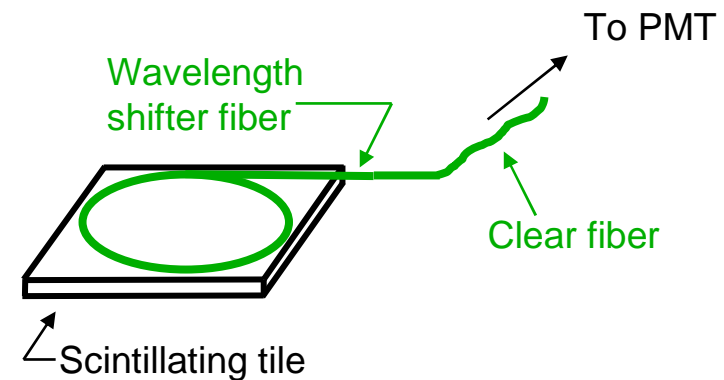
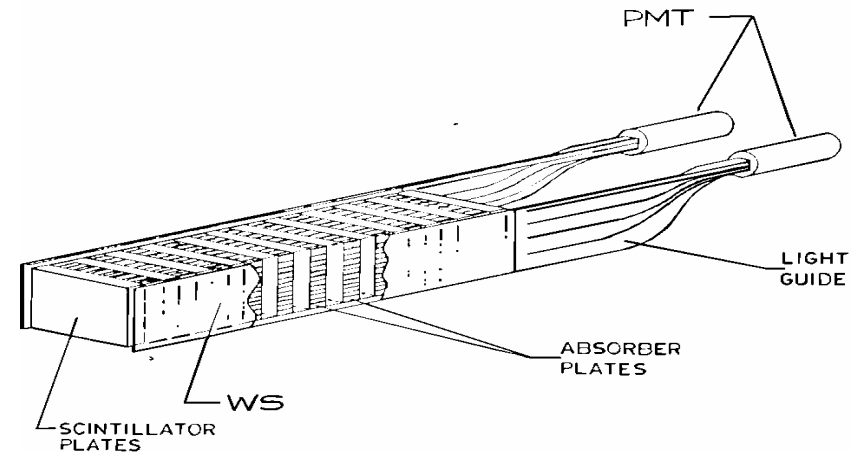
Calorimetria

Merito principale:

- ☞ Misura veloce dell'energia di particelle neutre e cariche
 - ⇒ Precisione $\Delta E/E \sim \text{const.}/\sqrt{E}$
migliora con l'energia e
complementa le misure fatte
dal tracciatore

Funzionamento:

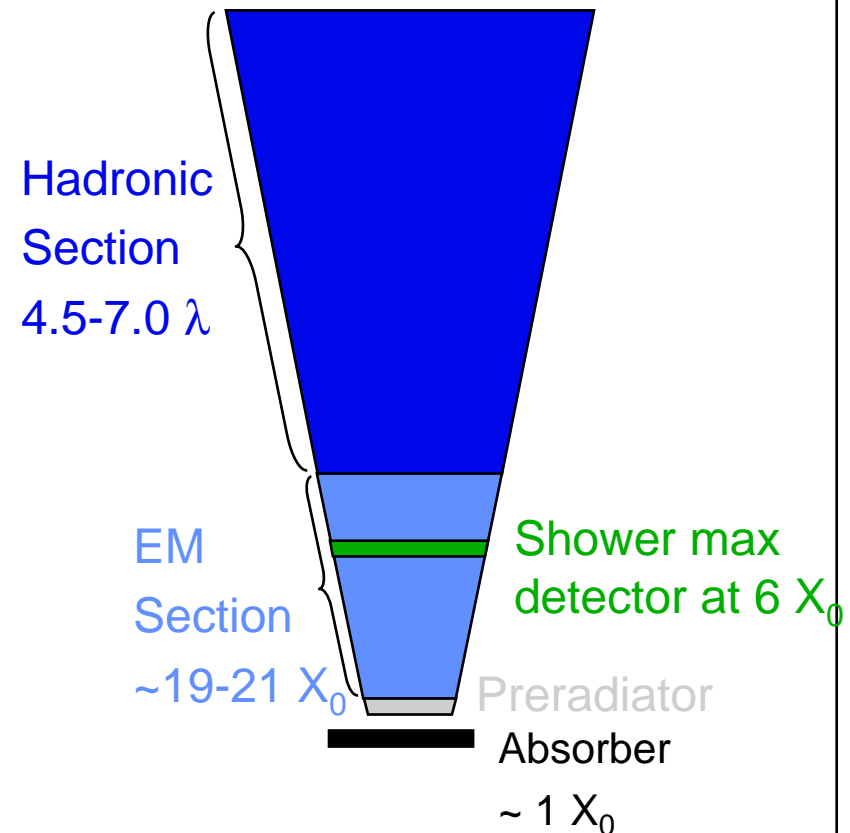
- ☞ La particella primaria sciama nell'interazione con il materiale
- ☞ La luce emessa nello scintillatore è $\propto E$ persa dai secondari (fluttua con il numero dei secondari)
- ☞ Luce di scintillazione "shiftata" verso λ matching la QE dei FT
- ☞ Luce trasferita ai FT con fibre ottiche/guide di luce



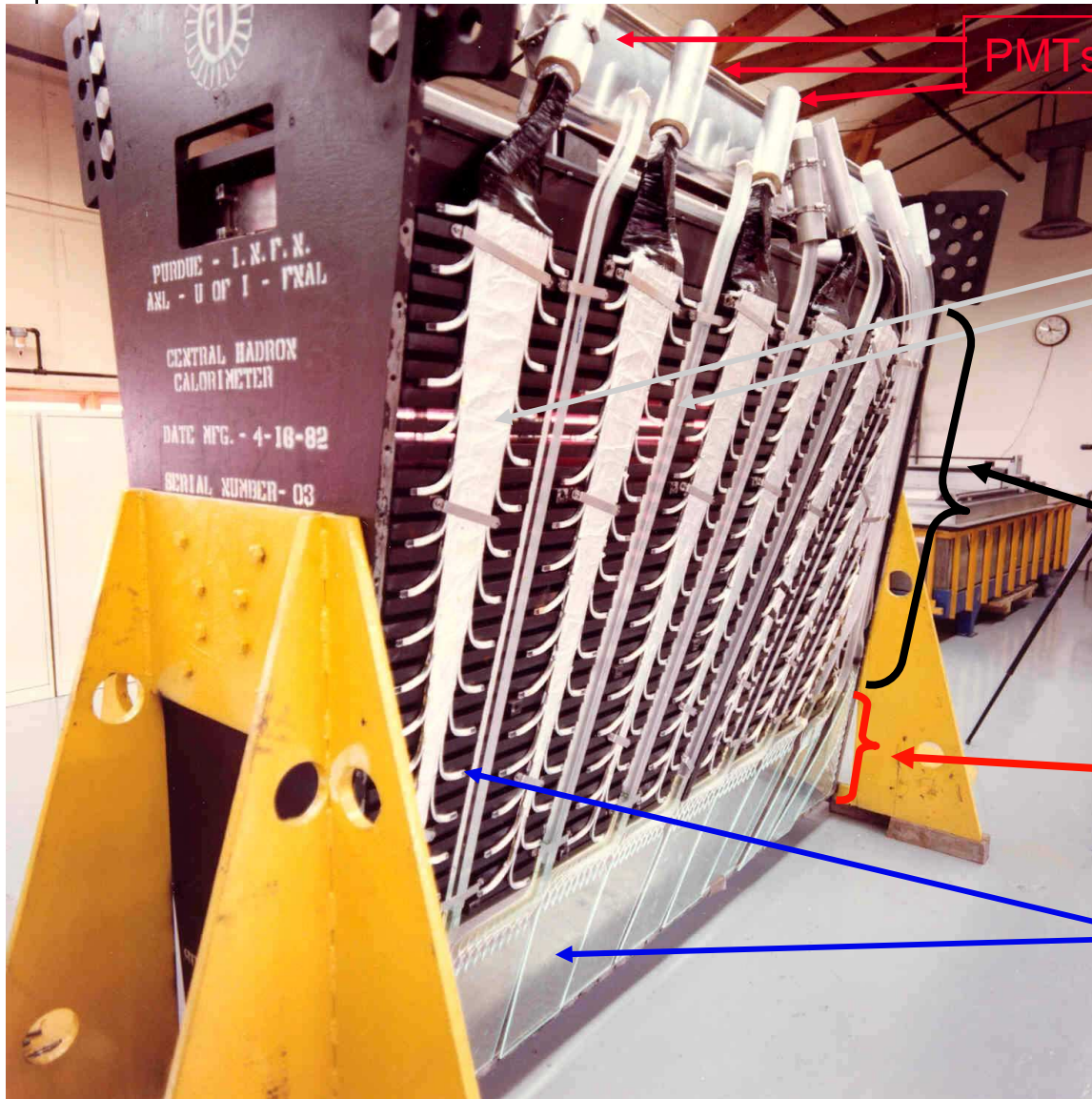
Calorimetria

Segmentate:

- ☞ Longitudinalmente
 - ⇒ Preshower
 - ⇒ Calorimetro EM
 - Shower max detector
 - ⇒ Calorimetro adronico
- ☞ Lateralmente
 - ⇒ Struttura a torre per identificare e misurare il flusso di energia di fiotti di particelle (getti)
 - ⇒ separazione γ/π^0 nei rivelatori shower max /preshower



Central calorimeters



PMTs

Dettagli di un modulo del cal. centrale

Clear plastic light guides

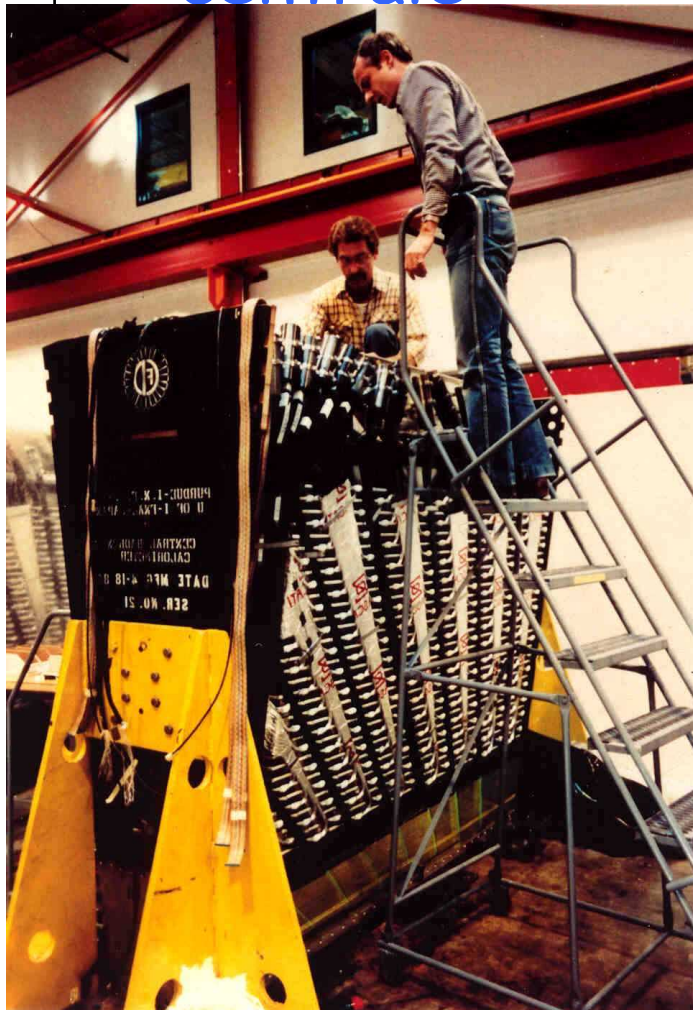
Hadronic section
(Iron absorber plates)

EM section
(lead absorber plates)

Wavelength shifter

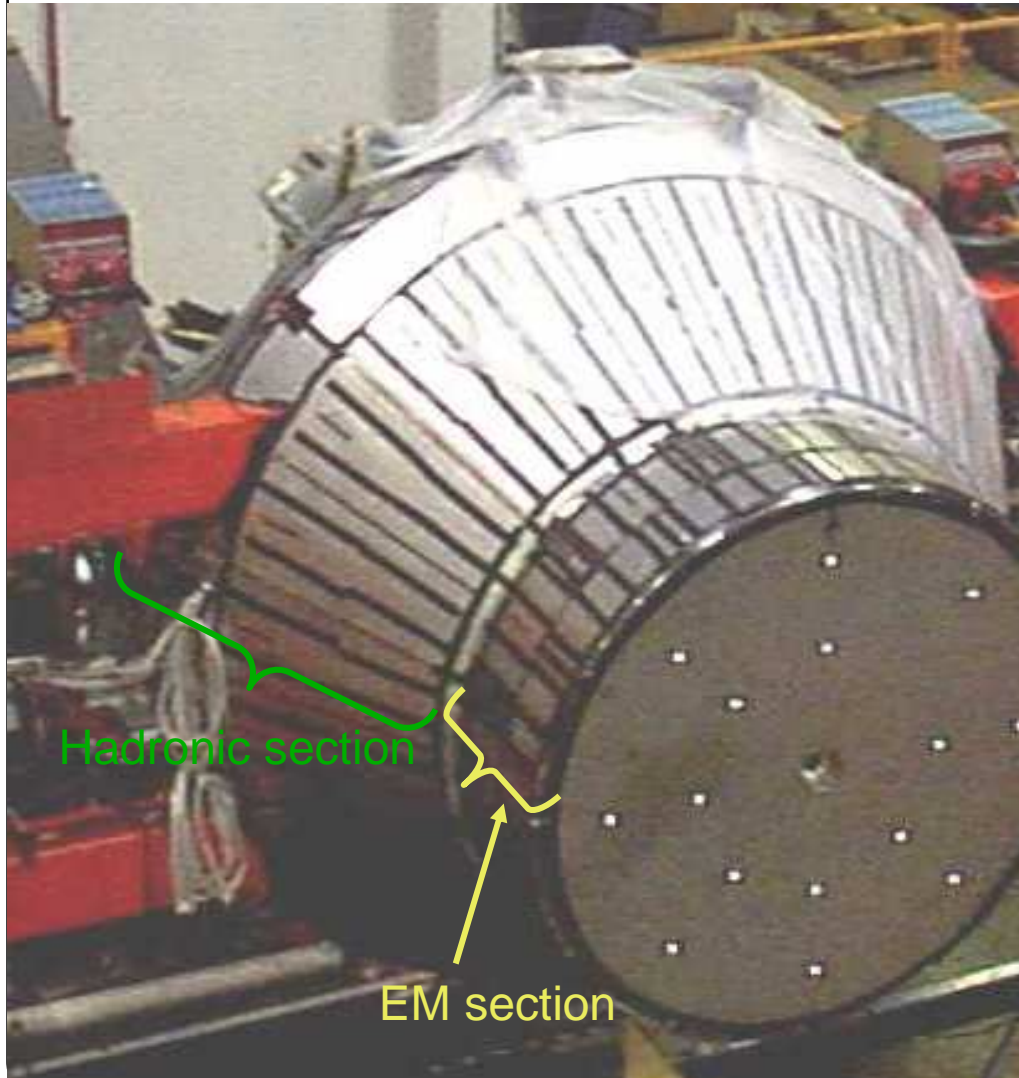
Calorimetro centrale

Assemblaggio e test
del calorimetro
centrale

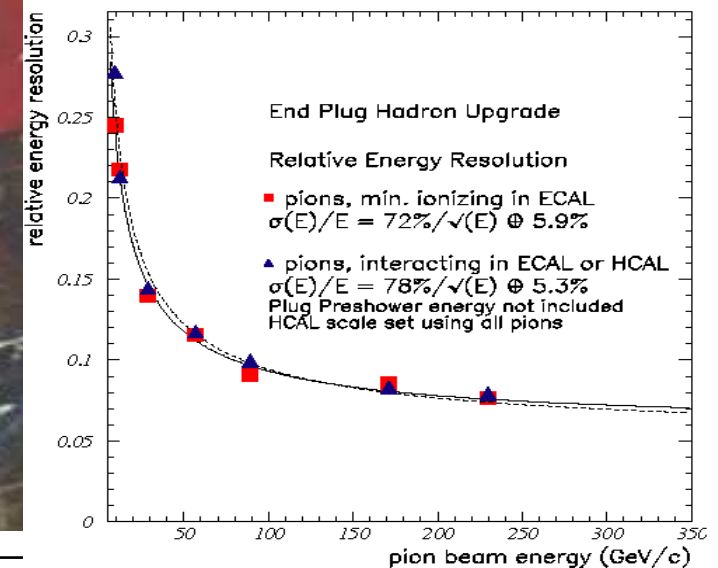


	EM	HAD
Segmentation	~ 50 cm × 20 cm	~ 70 cm × 35 cm
Total channels	956	1344 (with endwall)
Thickness	18 X_0 , 1 λ_0	4.7 λ_0
Samples	21-30	32
Active	5 mm Scint.	1.0 cm Scint.
Passive	3.2 mm lead	2.5 cm steel
Resolution	13.5%/√ E + 1%	75%/√ E + 3%

Calorimetri "Plug"

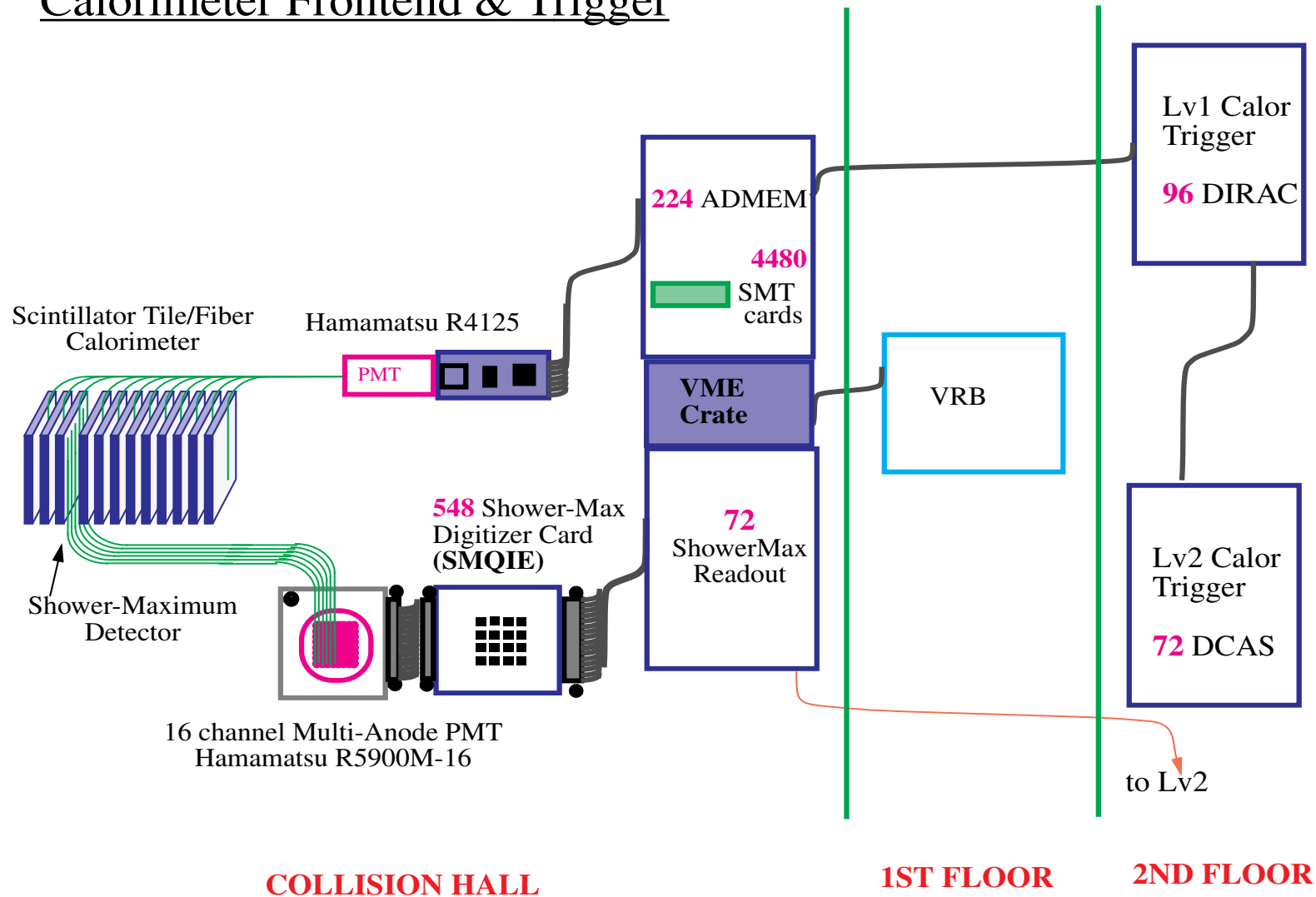


	EM	HAD
Segmentation	$\sim 8 \times 8 \text{ cm}^2$	$\sim 24 \times 24 \text{ cm}^2$
Total Channels	960	864
Thickness	$21 X_0, 1 \lambda_0$	$7 \lambda_0$
Density	$0.36 \rho_{Pb}$	$0.75 \rho_{Fe}$
Samples	22 + Preshower	23
Active	4 mm Scint	6 mm Scint
Passive	4.5 mm Pb	2 inch Fe
Light Yield (pe/MIP/tile)	≥ 3.5	≥ 2
Resolution	$16\%/\sqrt{E} \oplus 1\%$	$80\%/\sqrt{E} \oplus 5\%$



Readout e trigger calorimetri

Calorimeter Frontend & Trigger



Identificazione dei mu

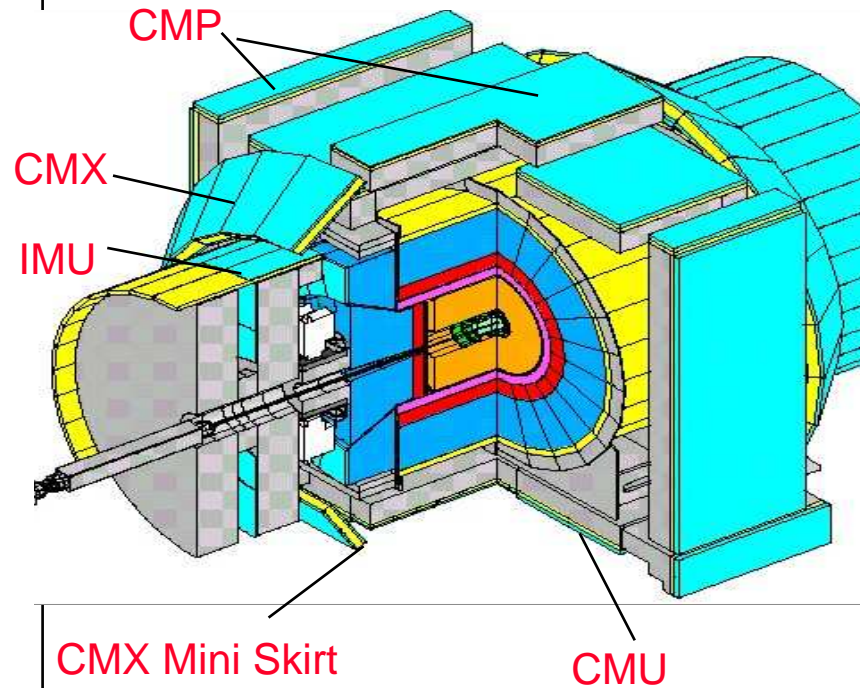
I muoni sono particelle che, ad energie relativistiche, interagiscono poco con la materia

- ☞ Interazioni deboli ed em
- ☞ Bremsstrahlung soppressa rispetto agli elettroni e così sciamme em per differenza di masse

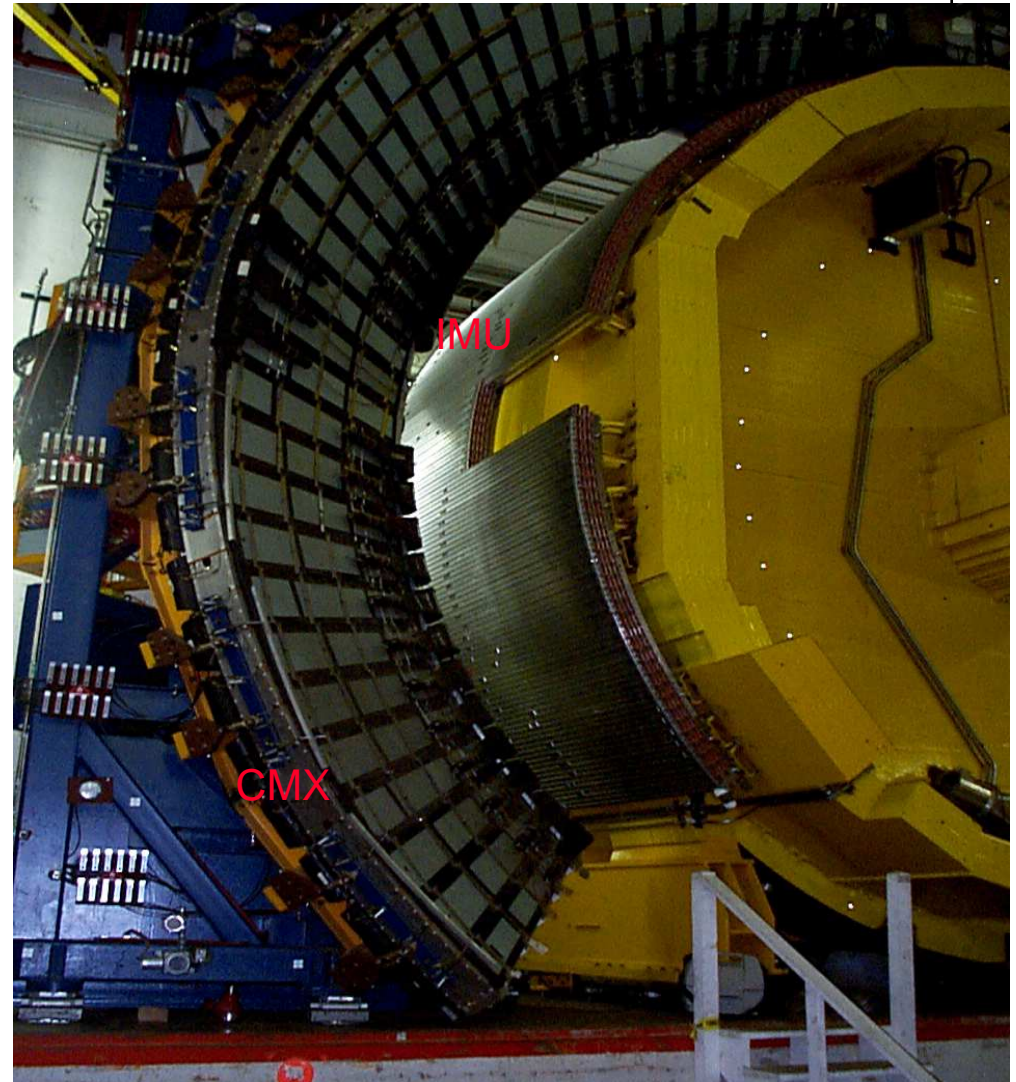
"Firma" caratteristica a CDF-I/II:

- ☞ Una traccia nella camera centrale che
 - ⇒ Estrapola (entro l'incertezza generata dal multiplo scattering nel materiale attraversato) alle camere per i mu all'esterno del rivelatore
 - Queste ultime non hanno bisogno di fornire una misura dell'impulso né estrapolare verso l'interno
- ☞ Aggiunta: particella al minimo di ionizzazione entro il calorimetro

Sistema dei mu



- Dietro tutte le camere, scintillatori per fornire un trigger

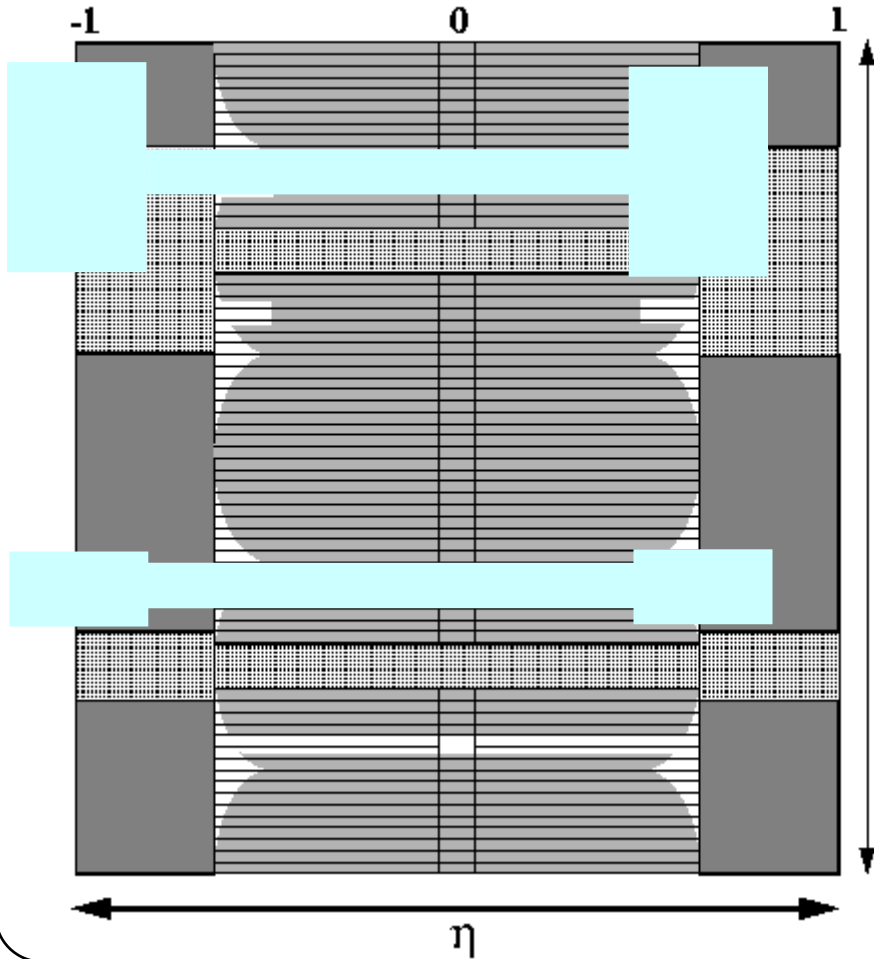


Copertura dei mu

Run 1

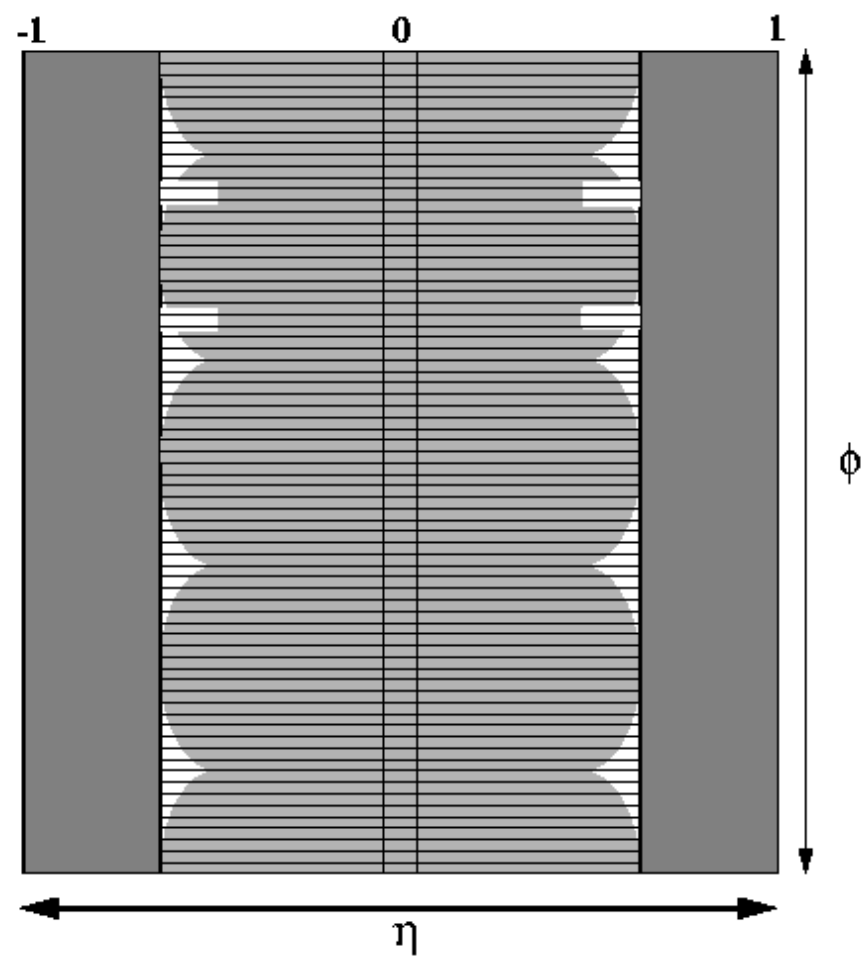
- No coverage

- CMX - CMP - CMU



Run 2

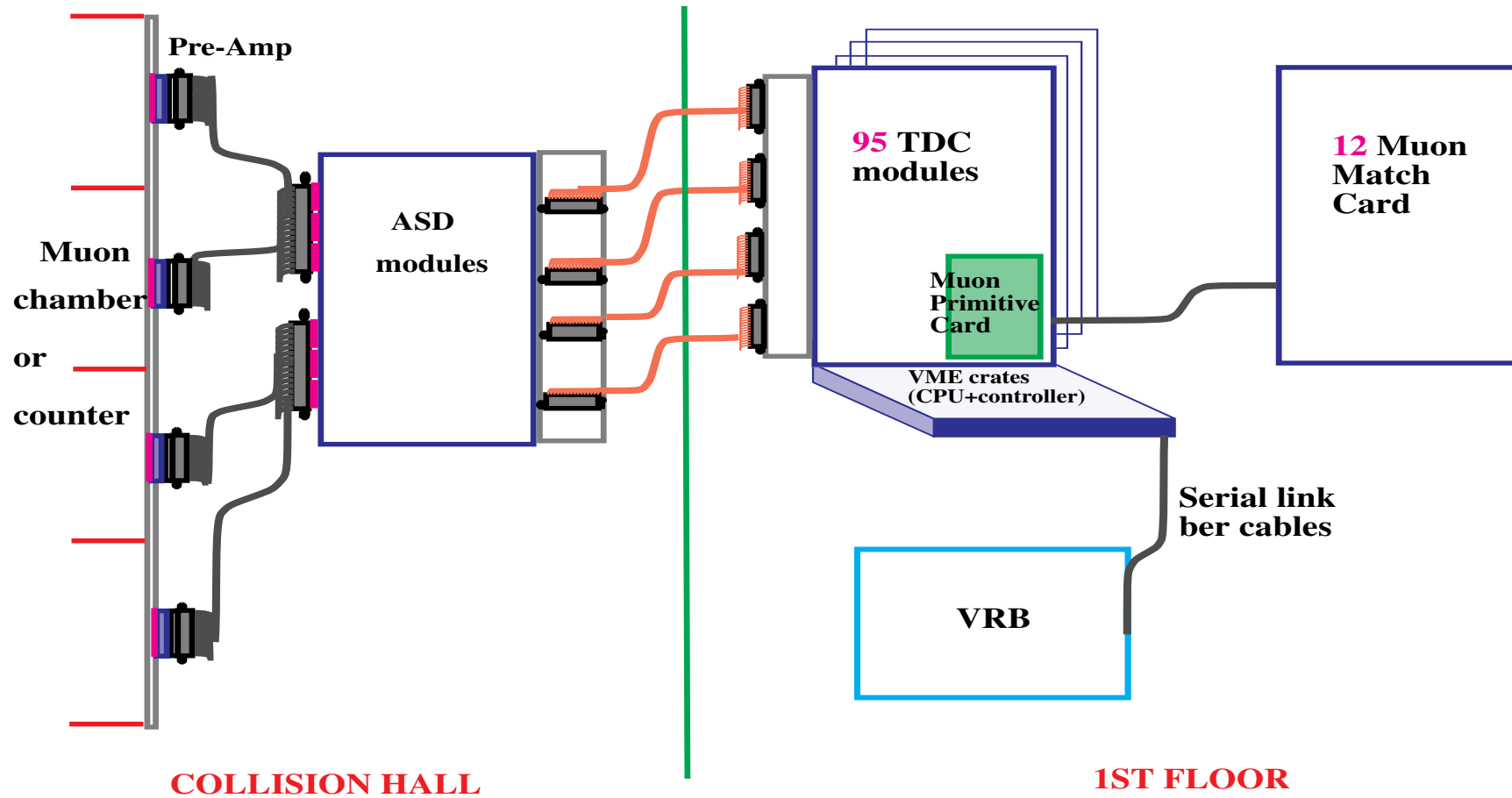
- CMX - CMP - CMU



Additional coverage now out to $|\eta| = 1.5$

Readout e trigger dei mu

Muon Frontend & Trigger



Sistema di tracciatura

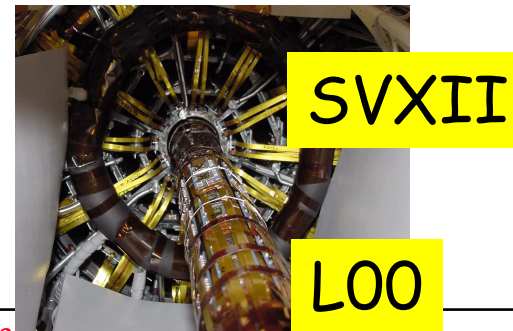
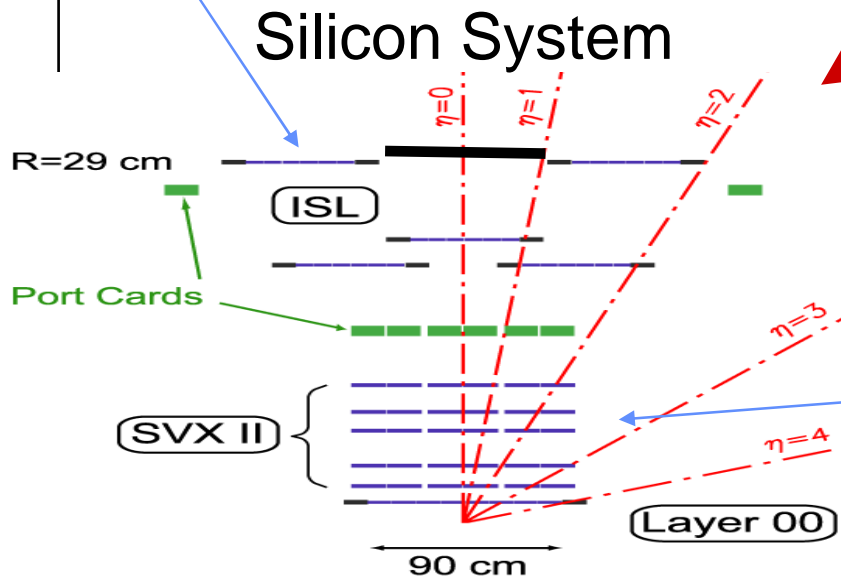
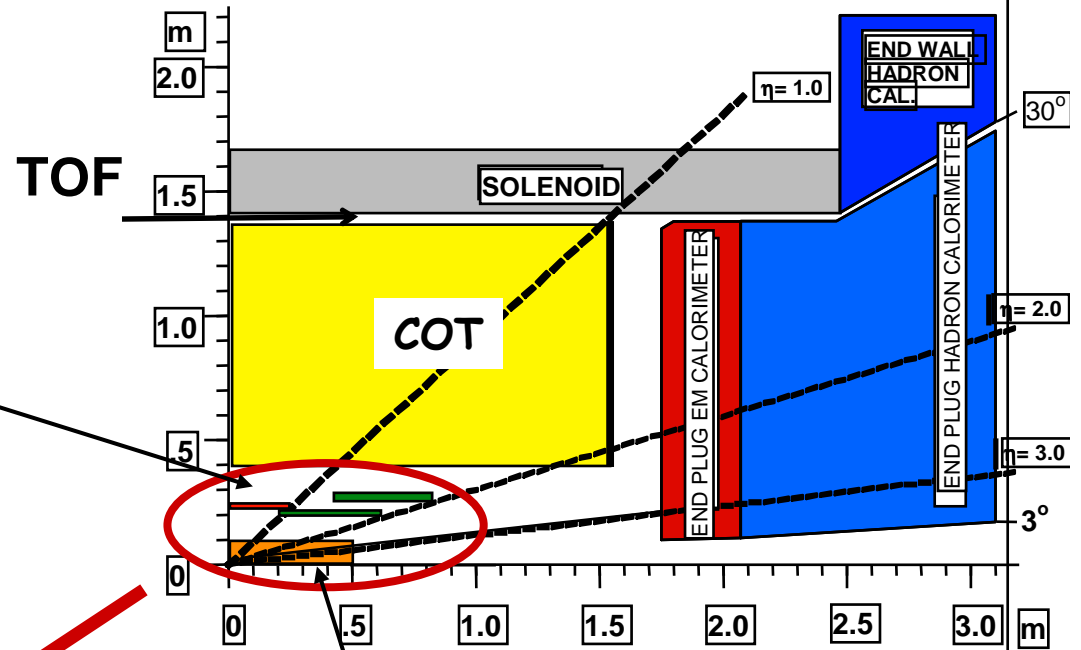
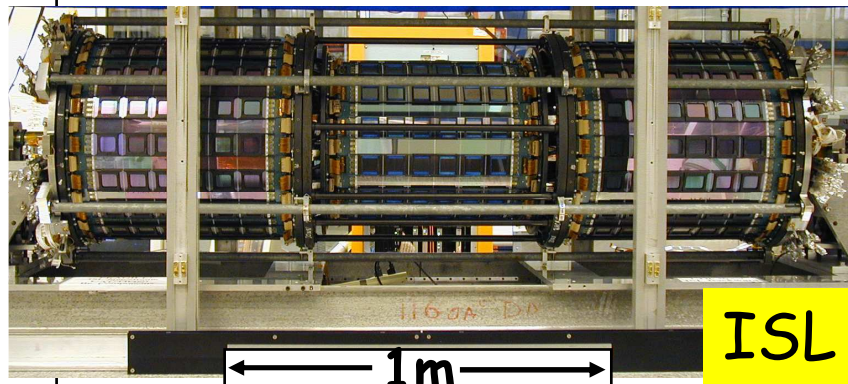
Proposito: ricostruire le traiettorie di particelle cariche

- ☞ C'è bisogno di molti punti di misura per effettuare un robusto (ed affidabile) pattern recognition
- ☞ Campo magnetico per misurare l'impulso (1.4 T)

Alcuni parametri della traccia:

- ☞ Impulso trasverso (p_T):
 - ⇒ La risoluzione dipende dalla misura della sagitta e si degrada al crescere del p_T
 - A CDF: $\sigma(p_T)/p_T^2 \sim 10^{-3} (\text{GeV}/c)^{-1}$
 - Essenziale un tracciatore a grande raggio
- ☞ Parametro d'impatto (d_0):
 - ⇒ Risoluzione dominata dalla tracciatura vicino al punto d'interazione
 - Essenziale il vertice di rivelatori al silicio
 - Lo scattering multiplo degrada la ris. fino a $p_T \sim 5 \text{ GeV}/c$
 - a CDF: $\sigma(D) \sim 10 \mu\text{m}$ asintoticamente (high p_T) Fondamentale per ricostruire vertici secondari

Sistema di tracciatura



Central Outer Tracker

Risoluzione in impulso

☞ Misurare la sagitta con risoluzione costante

$$\Rightarrow s = \rho (1 - \cos \alpha)$$

$$\Rightarrow \cos \alpha \sim 1 - \alpha^2/2 \sim 1 - (L/2\rho)^2/2$$

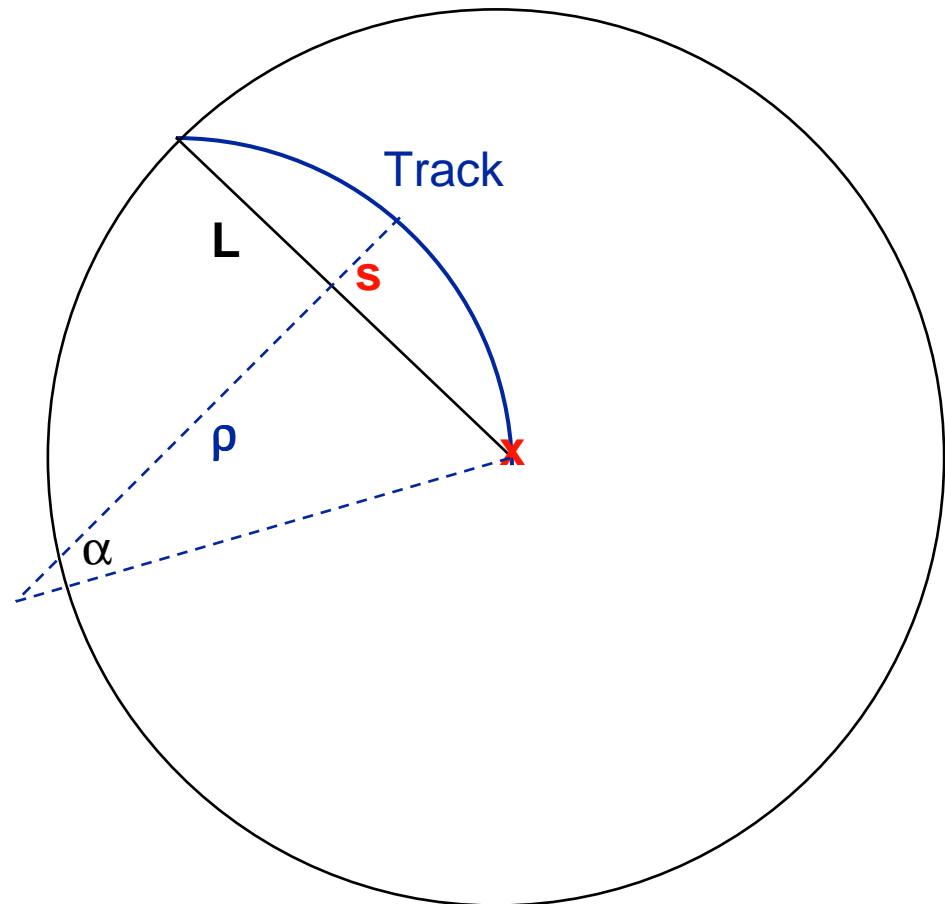
$$\Rightarrow s = L^2/(8\rho)$$

☞ $\rho \propto p_T/B$

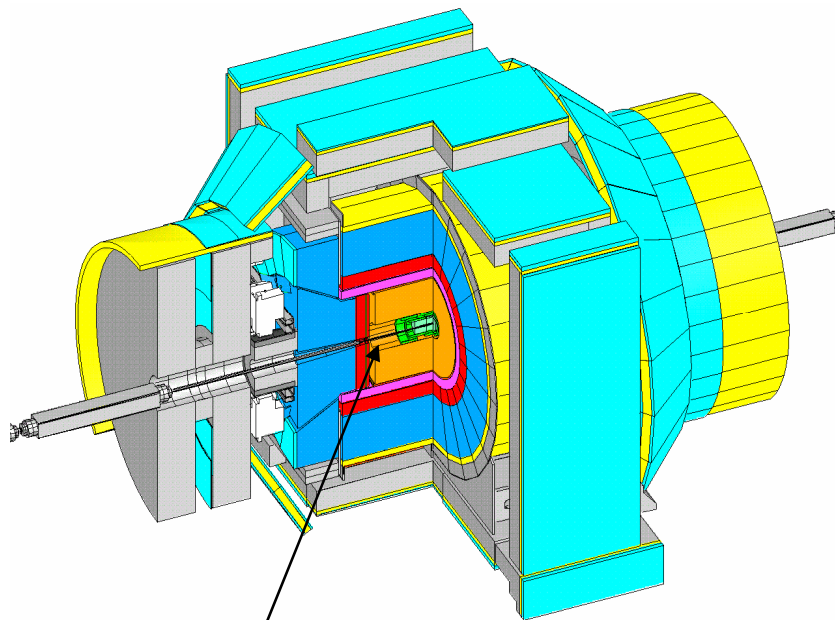
☞ $s \propto L^2 * B/p_T$

☞ $\sigma_s \propto [L^2 * B/p_T] * \sigma_{p_T} / p_T$

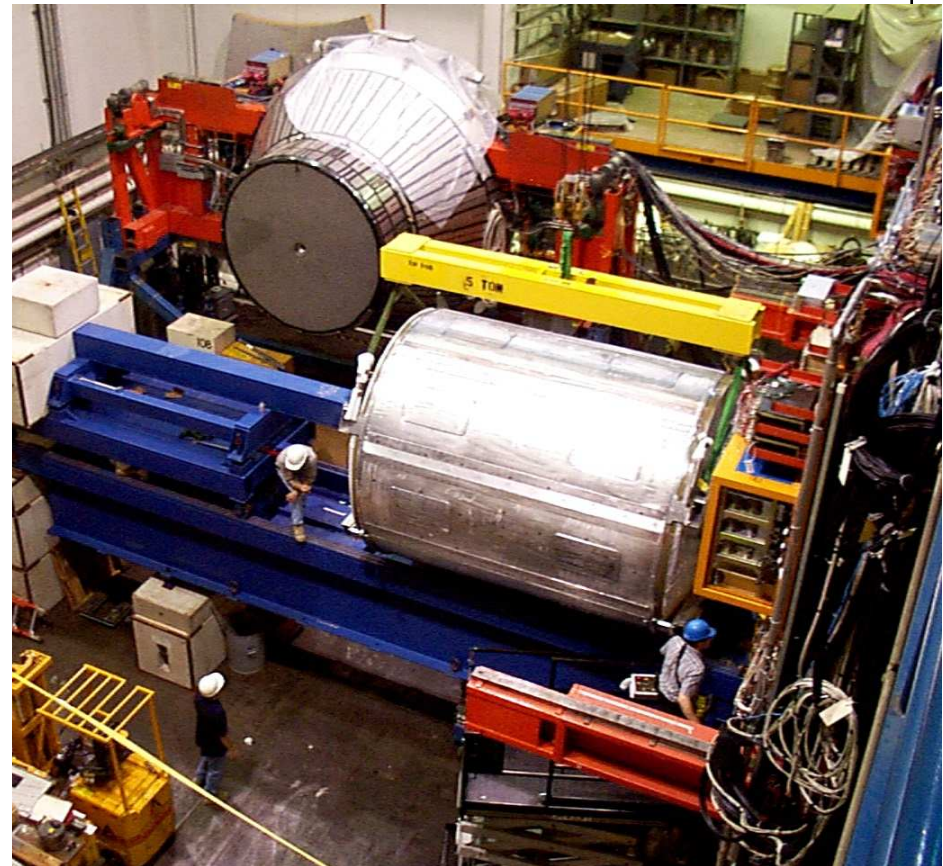
$$\sigma_{p_T}/p_T^2 \propto \sigma_s / BL^2 = \text{cost.}$$



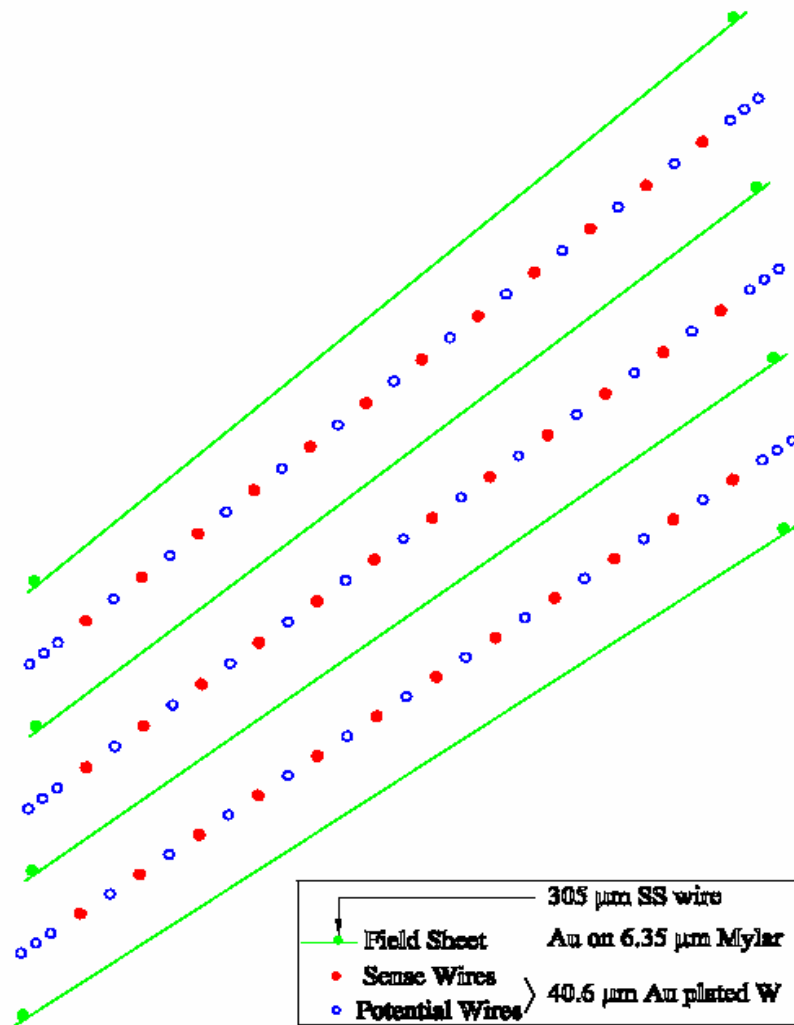
Geometria e costruzione COT



COT



Geometria delle celle



Catodi

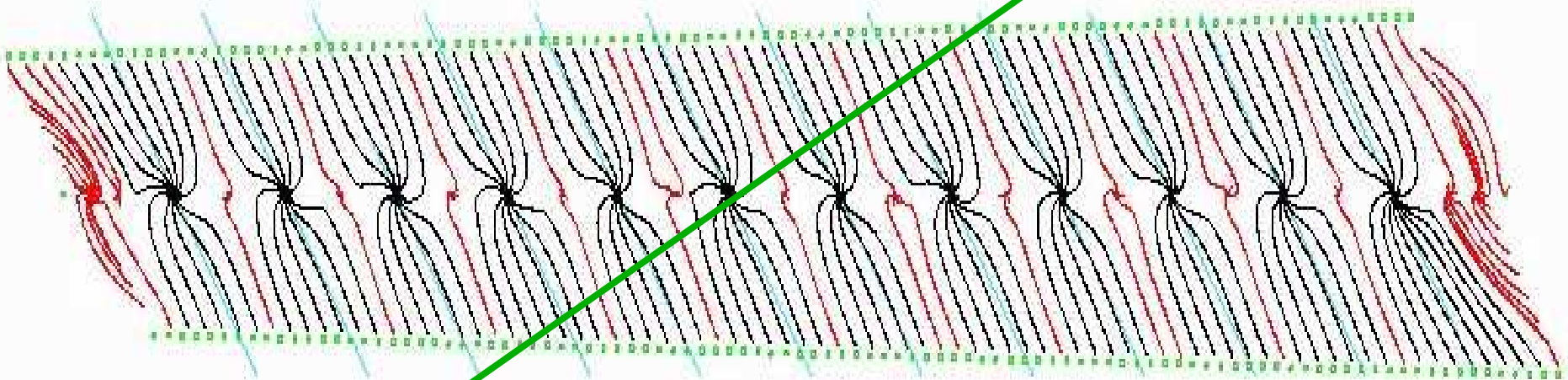
- ☞ Oro su Mylar
- ☞ Mylar spesso $6.4 \mu\text{m}$
- ☞ Oro $\sim 350 \text{ \AA}$ per lato

Anodi

- ☞ Tungsteno coperto d'oro
- ☞ Diametro $40 \mu\text{m}$
- ☞ Stesso filo usato per sense e field shaping

Celle ruotate di 35° per correggere effetto $E \times B$ (elettroni non driftano lungo le linee del campo elettrico ma approssimativamente lungo ϕ)

Traiettorie di deriva



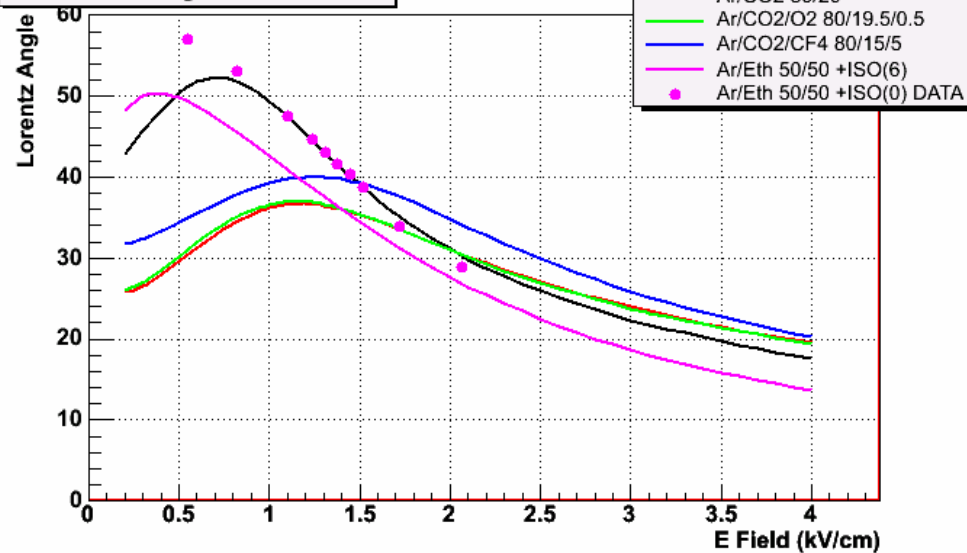
Scelta del gas (usiamo Ar:Et 50:50)

Set charge (\leftrightarrow surface electric field) sui fili di sense per controllare il guadagno

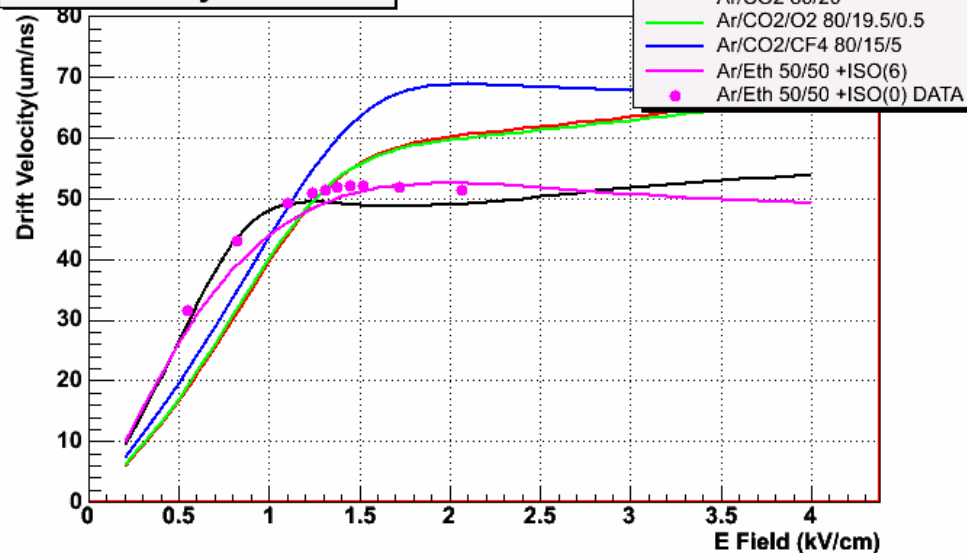
Set charge sui file di potenziale per controllare il campo di deriva

Traiettorie di deriva

Lorentz Angle vs E Field



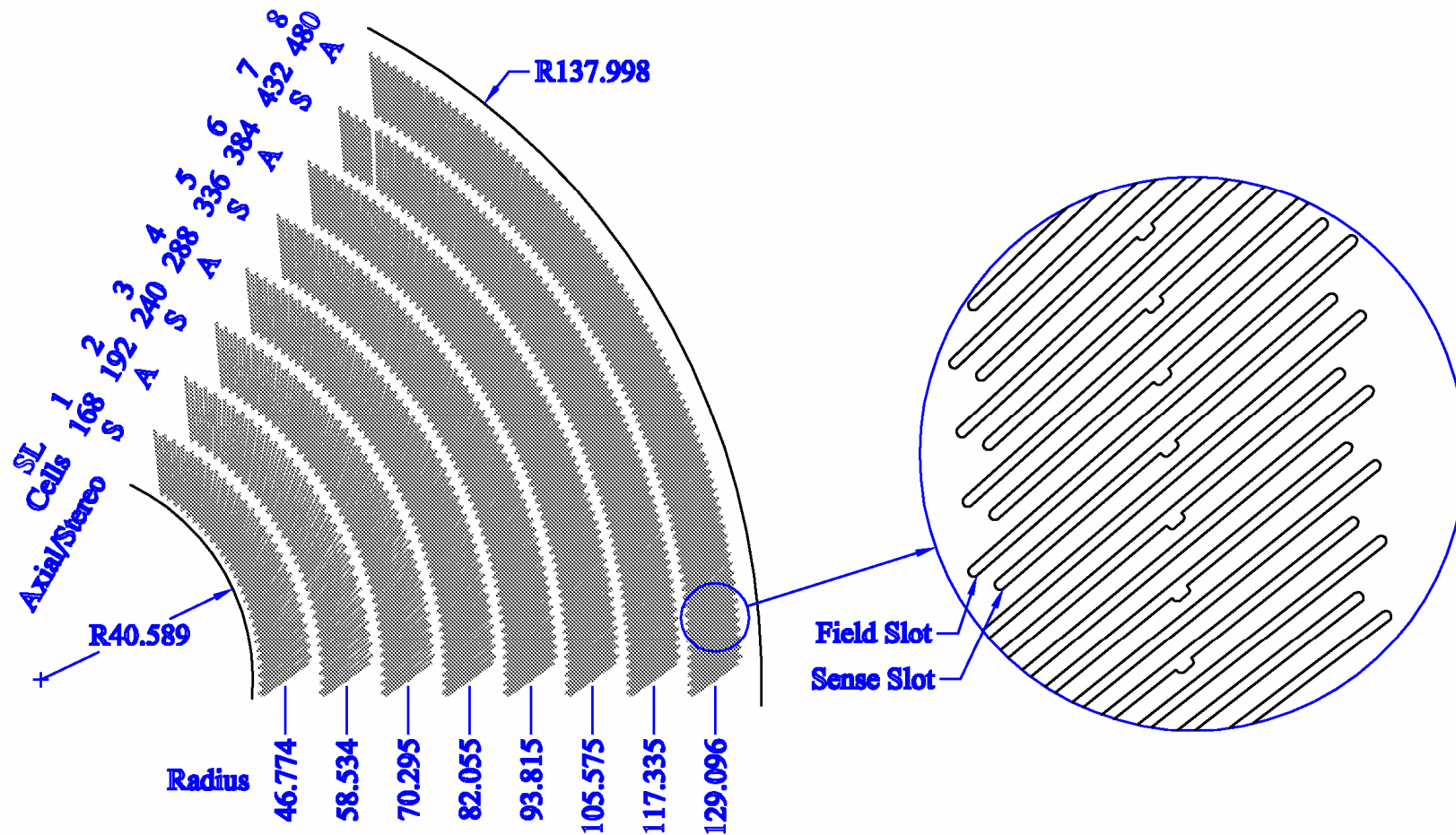
Drift Velocity vs E Field



Vogliamo

- ☞ $\sim 50 \mu\text{m}/\text{nsec}$ drift velocity
 - ⇒ basandoci sull'interbunch di 396nsec e dimensioni cella)
- ☞ Forte campo di deriva per minimizzare la carica spaziale (spazza via gli ioni rapidamente)
- ☞ $\sim 35^\circ$ drift angle (basandoci sulla rotazione delle celle)

Endplates: 2520 sense, 2520 field slots per plate

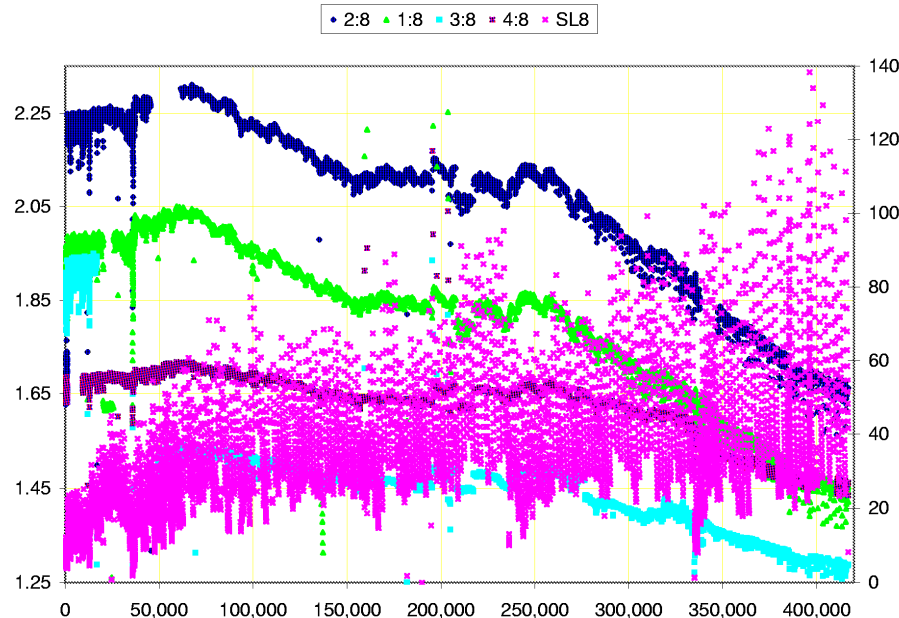
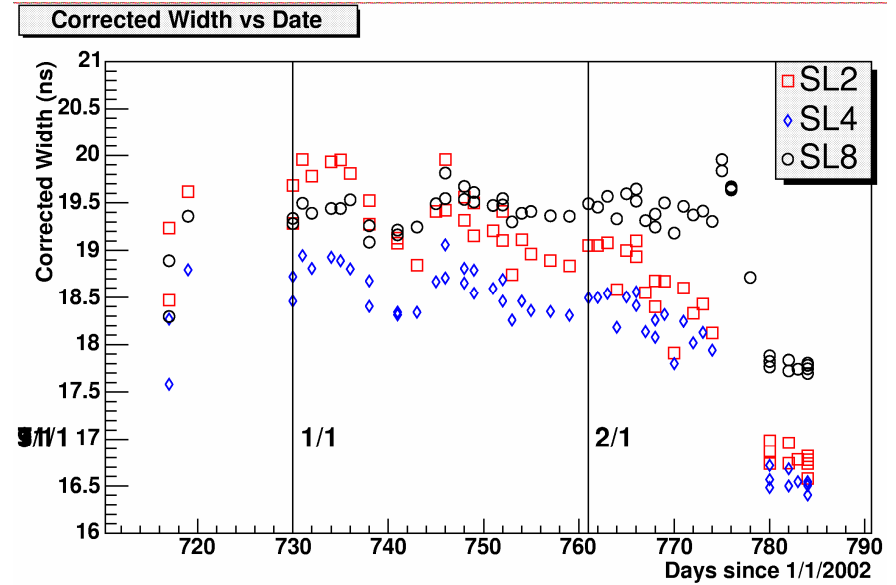
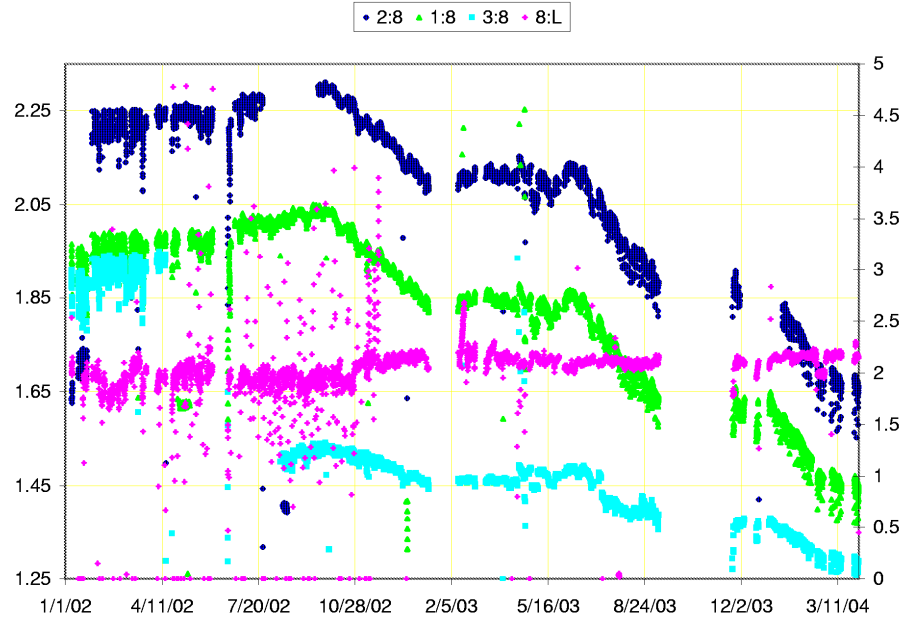


Assemblaggio



Villa Gualino, 27 febbraio 2007

Aging



- Il guadagno scende nel tempo
- Collegato alla luminosità integrata
- NON si osserva nelle camere di monitoraggio

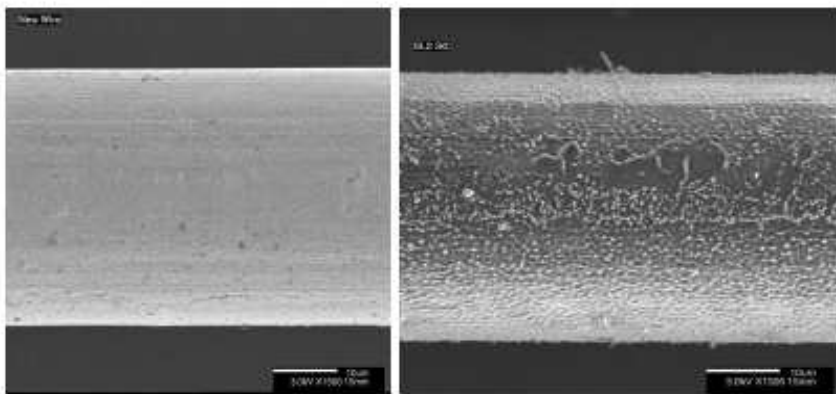
Identificazione e soluzione problemi

Problema: formazione di polimeri dovuti ad impurità etc. nel gas sottoposto ad irraggiamento

- SEM analysis showed hydrocarbon growths on aged wires

New Wire

Aged Wire

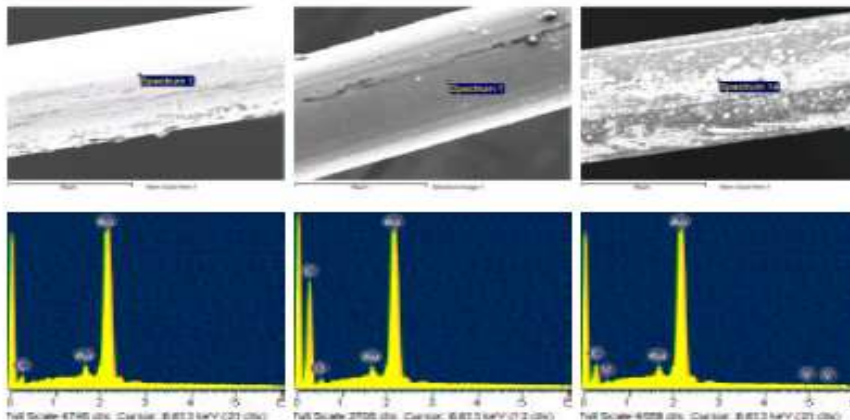


Results from SEM Analysis of Wire Samples

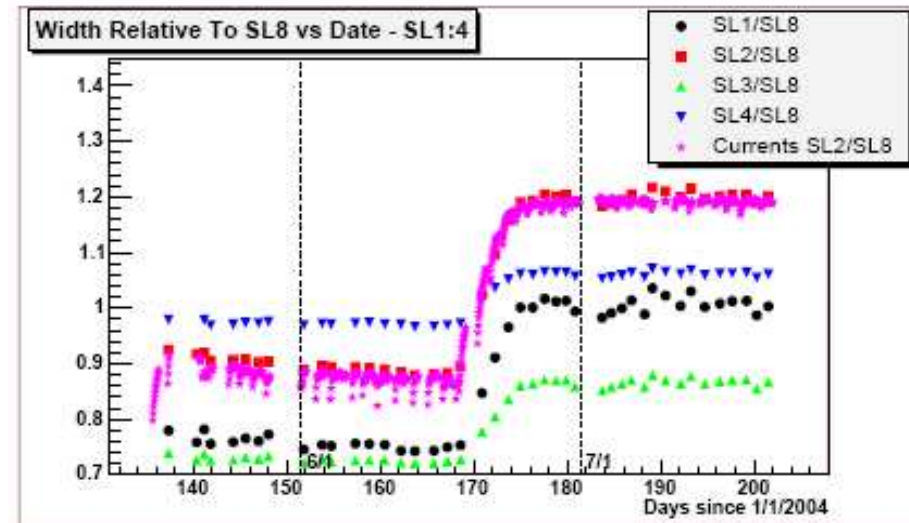
NEW WIRE

AGED WIRE

REVERSE AGED



Data since recirculation started, through last week



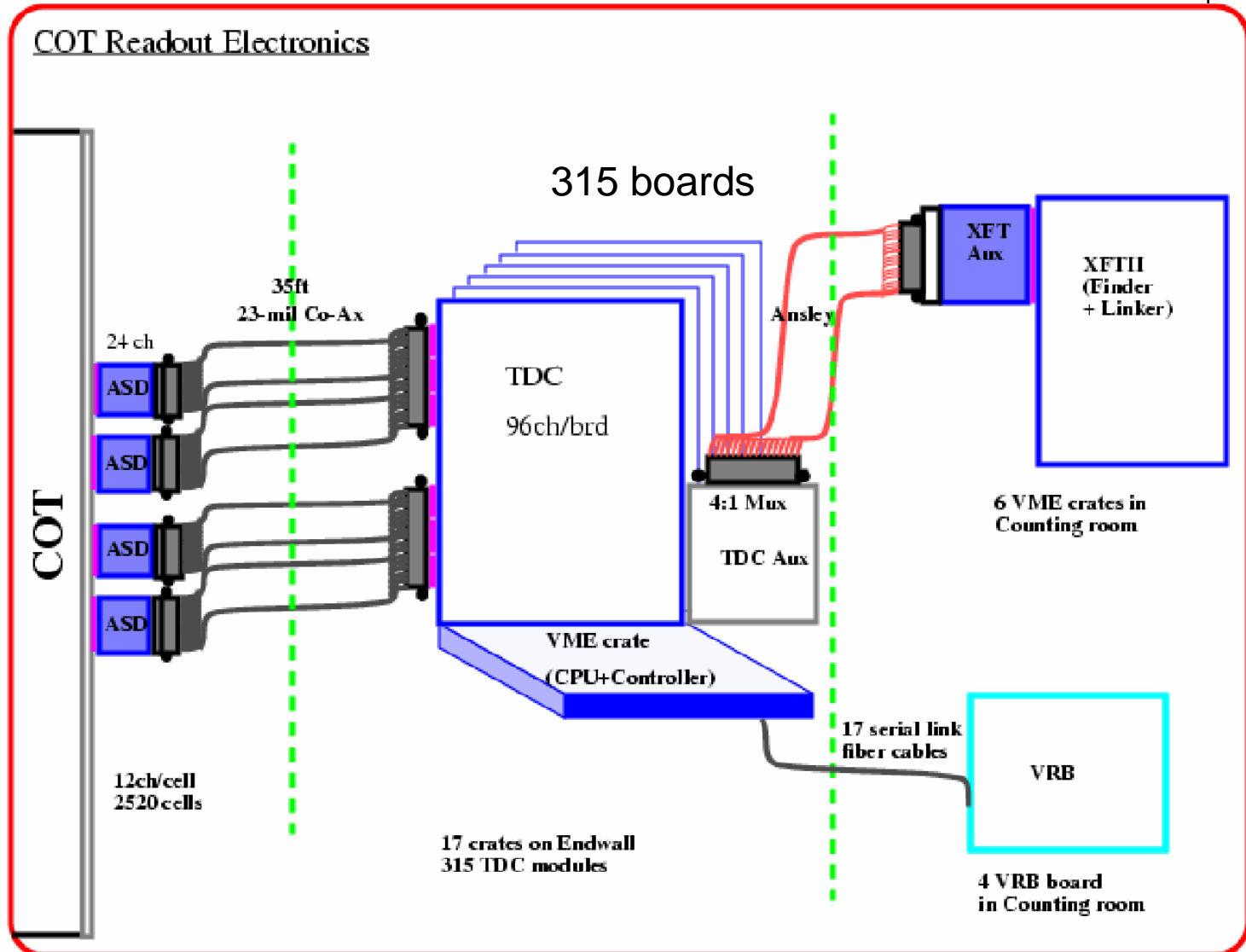
Ora flussiamo 180 ppm di O₂ nella camera

Anche ai rivelatori fa bene l'aria pulita!

no, 27 febbraio 2007

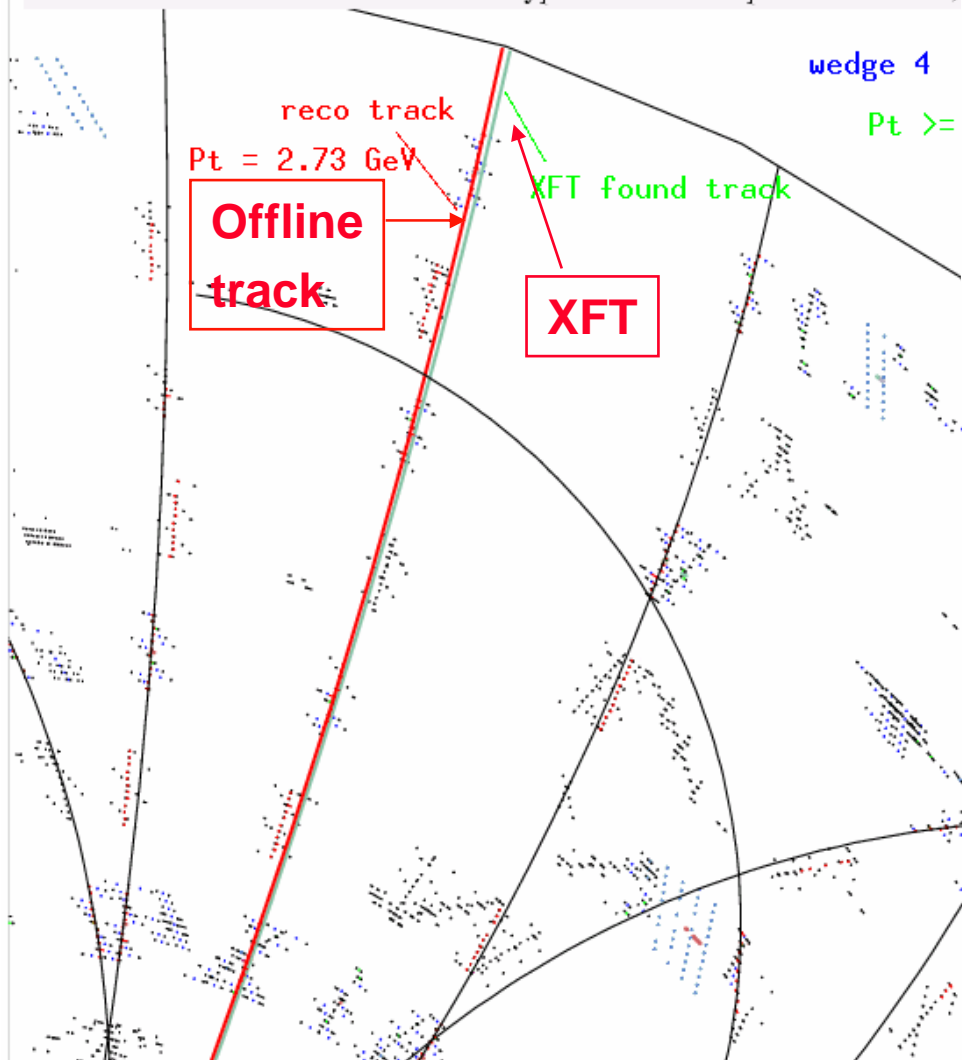
Central Outer Tracker

Chambe
readout



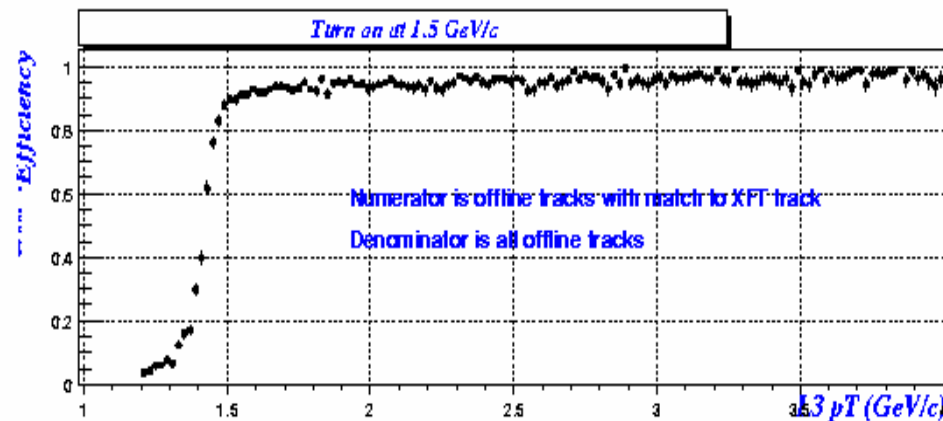
Trigger sulle tracce -L1

Event : 136172 Run : 103584 EventType : 0 TRIG: Unpr. - Fired bits: 1,



wedge 4

Pt >=



Efficiency curve:
XFT cut at
 $P_T = 1.5 \text{ GeV}/c$

Si sfrutta la geometria per
ricostruire a L1 le tracce
di $P_T > 1.5 \text{ GeV}$

Rivelatori a semiconduttore a CDF

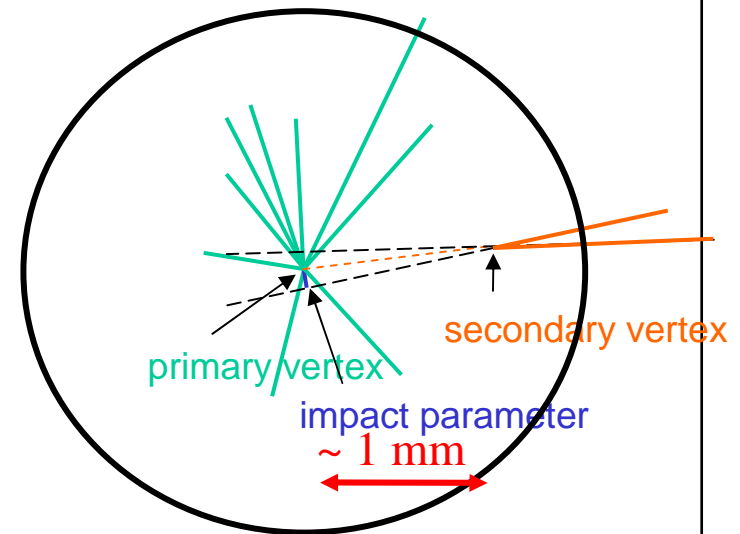
Rivelatore di vertice (Run I, Run II)

Sistema di tracciatura

⇒ Si espande il ruolo, Due configurazioni diverse, diversi i problemi

Rivelatori di vertice:

- ☞ Utilizzati per ricostruire vertici generati da particelle con vita media dell'ordine dei picosecondi
- ☞ Aggiungere pochi punti, estremamente precisi, a tracce i cui parametri sono misurati da un tracciatore diverso
Importante minimizzare il Mult.scatt. e posizionare i rivelatori il più possibile vicini al punto di interazione



Vertexing e tracking -I

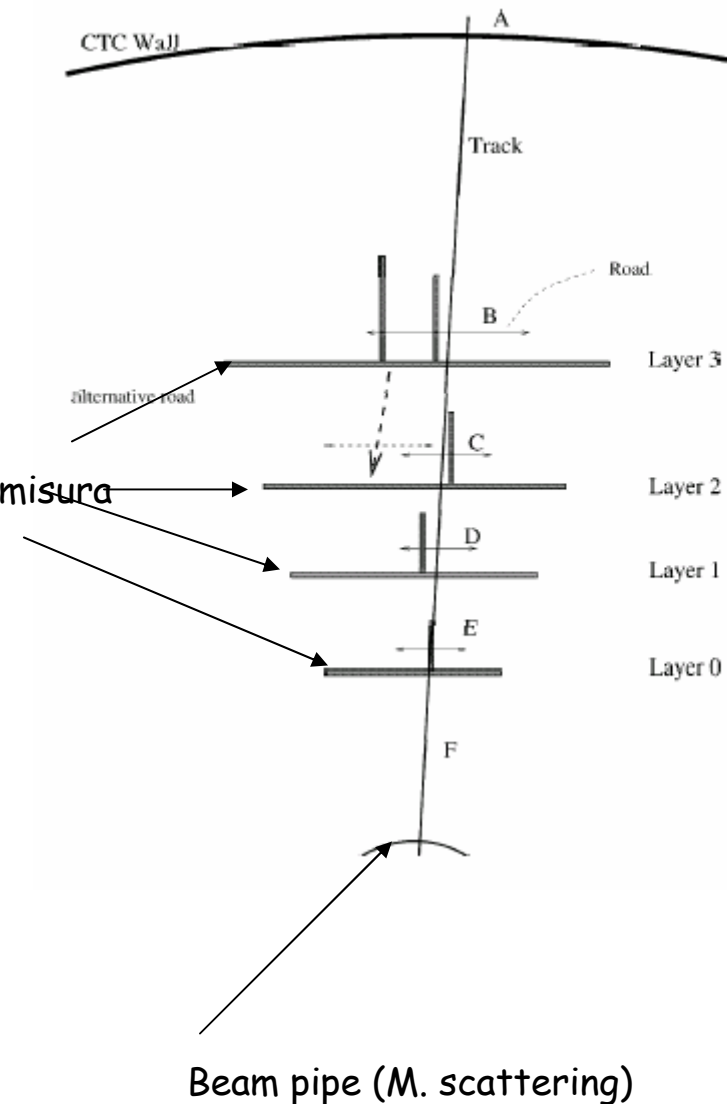
Nel Run I tracce ricostruite indipendentemente

☞ Parametri della traccia (5) ricostruiti da un sistema esterno

☞ Alla traccia sono linkati i punti ricostruiti nel sistema di vertice

⇒ Nella ricostruzione del parametro d'impatto domina il primo punto di misura e la sua distanza da un punto di scattering multiplo

→ Bisogno di mantenere questo strato efficiente



Vertexing e tracking -II

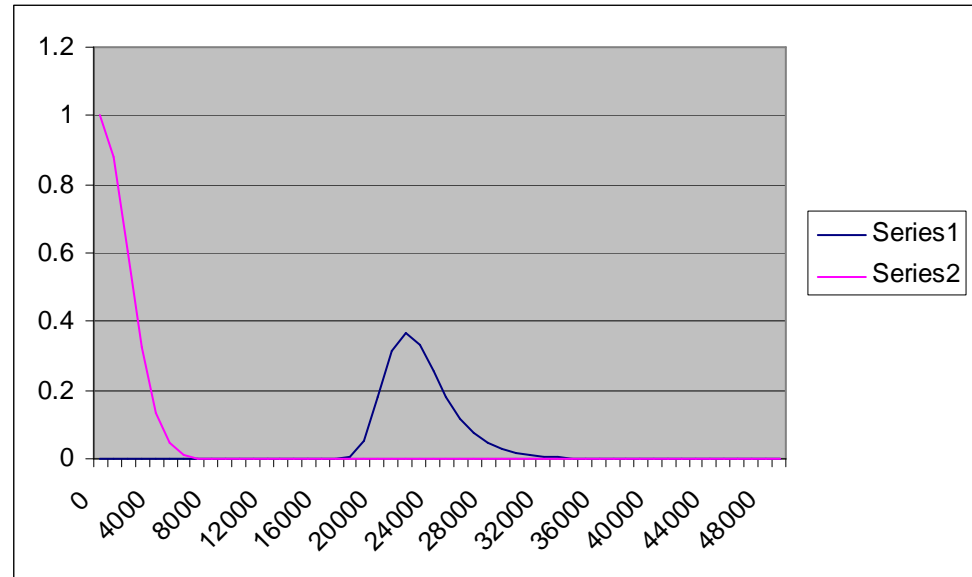
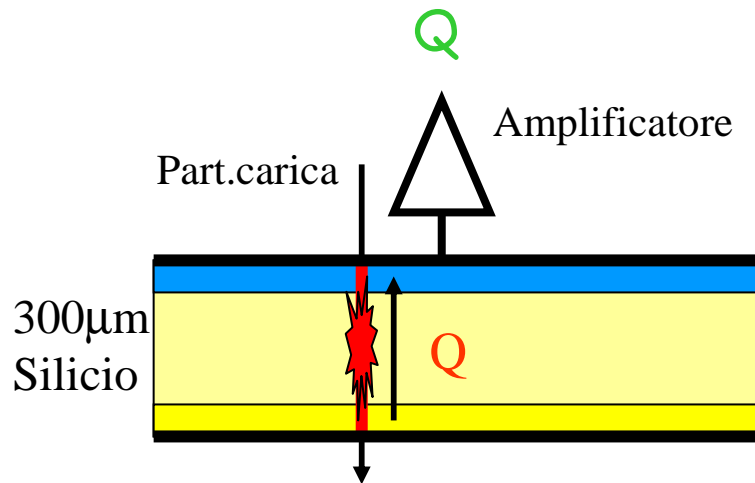
In un sistema in cui il rivelatore di vertice partecipa alla tracciatura (CMS, CDF ad $|\eta| > 1$), bisogna avere un numero sufficiente di punti a garantire ridondanza e capacità di effettuare il pattern recognition:

- ☞ Non c'è più un sistema indipendente che ricostruisce la traccia
- ☞ Particolarmente delicato il material budget complessivo (conversioni di fotoni che generano coppie)
- ☞ Delicato il danno da radiazione
 - ⇒ noise genera hit spuri il cui combinatorio può annullare le capacità di pattern recognition
 - ⇒ Cambiamento in efficienza di un singolo strato può incidere sull'efficienza di ricostruzione complessiva

Ricordarsi sempre che una traccia è definita da 5 parametri

Rivelatori al silicio

Misura del rilascio di energia



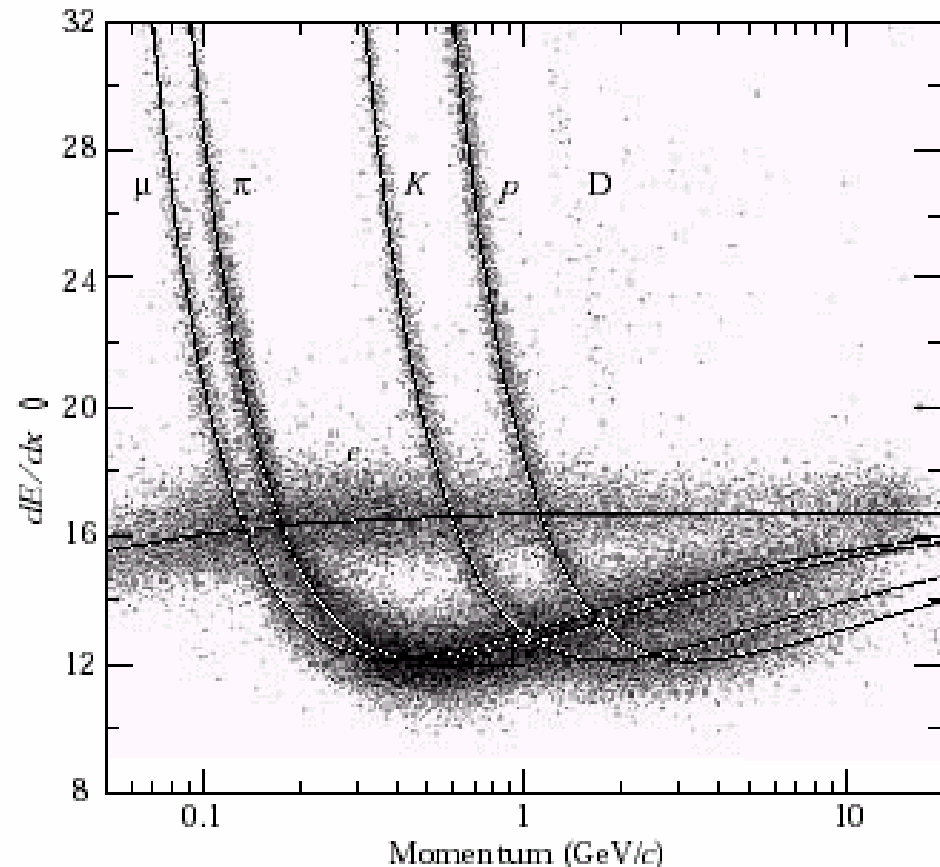
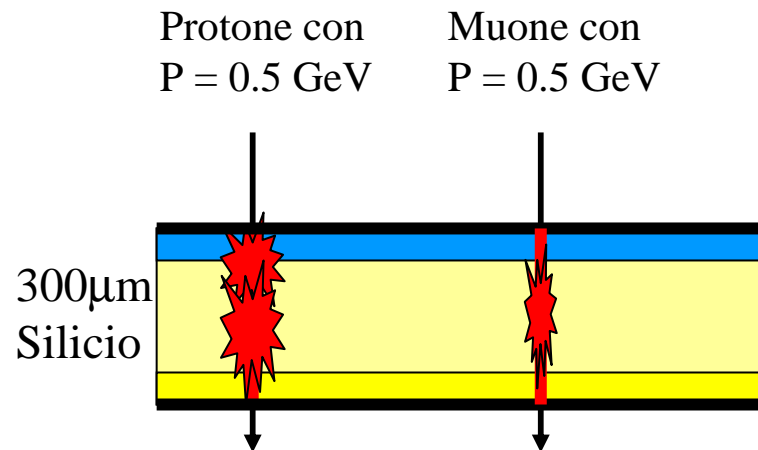
Carica generata dal rilascio di energia : $Q = Q_0 + \delta Q_{Land}$ con $Q_0 \sim 24,000 e^-$
 e $\delta Q_{Landau} \sim 2,000 e^-$ Parametro importante è la corrente di leakage.
in media, si ottengono ~80 coppie e-h/μm di silicio

Carica misurata: $Q = Q_0 + \delta Q_{Land} + \delta Q_{noise}$ con δQ_{noise} fluttuazione dovuta
 al rumore (shot noise, termico nei resistori, e nell'amplificatore)
 Noise tipico (in ENC) 400-2,000 e^-

Rivelatori al silicio

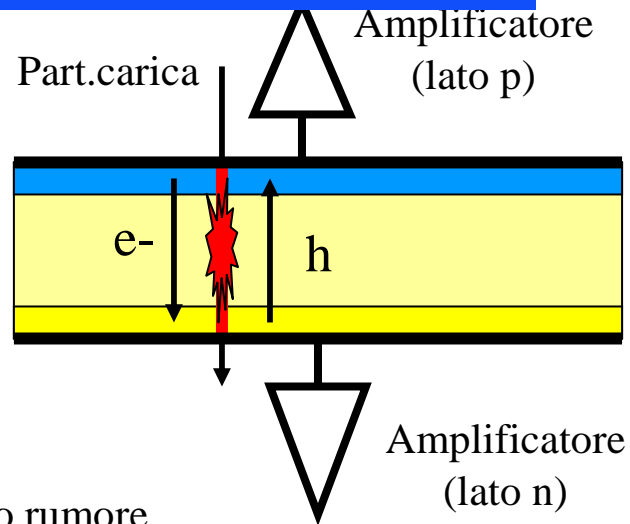
Misura del rilascio di Energia-II

Per particelle cariche si può ricostruire la perdita di energia e determinare il tipo di particella, se è noto il suo impulso.
→ Utilizzo come rivelatori di dE/dx



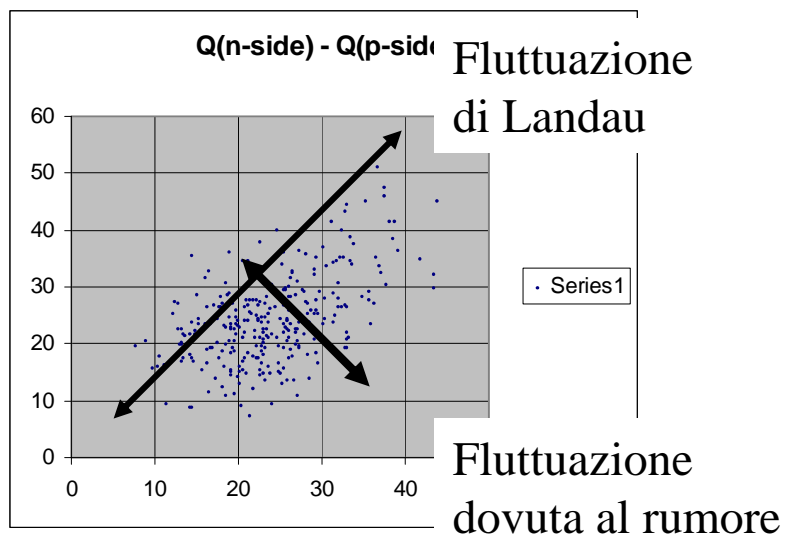
Misura dell'energia rilasciata su entrambi i dati

E' possibile misurare la carica raccolta su entrambi i lati del rivelatore



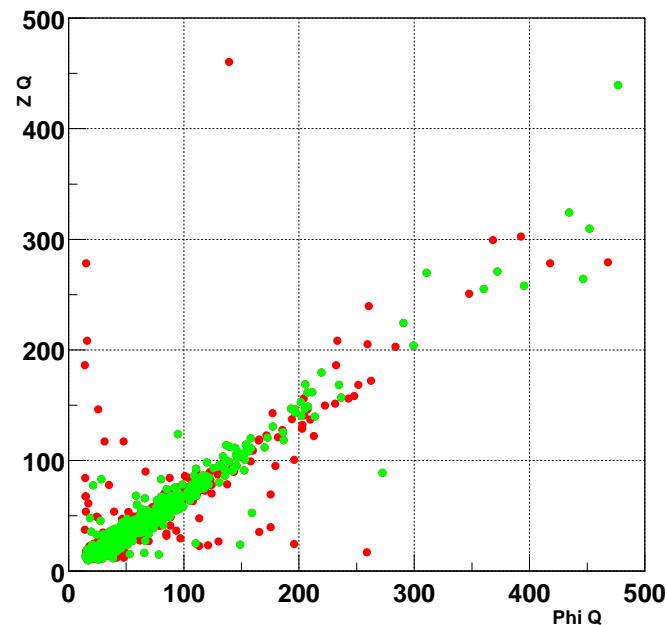
Alto rumore

Dati simulati



Basso rumore

Real data -CDF-ISL 2001



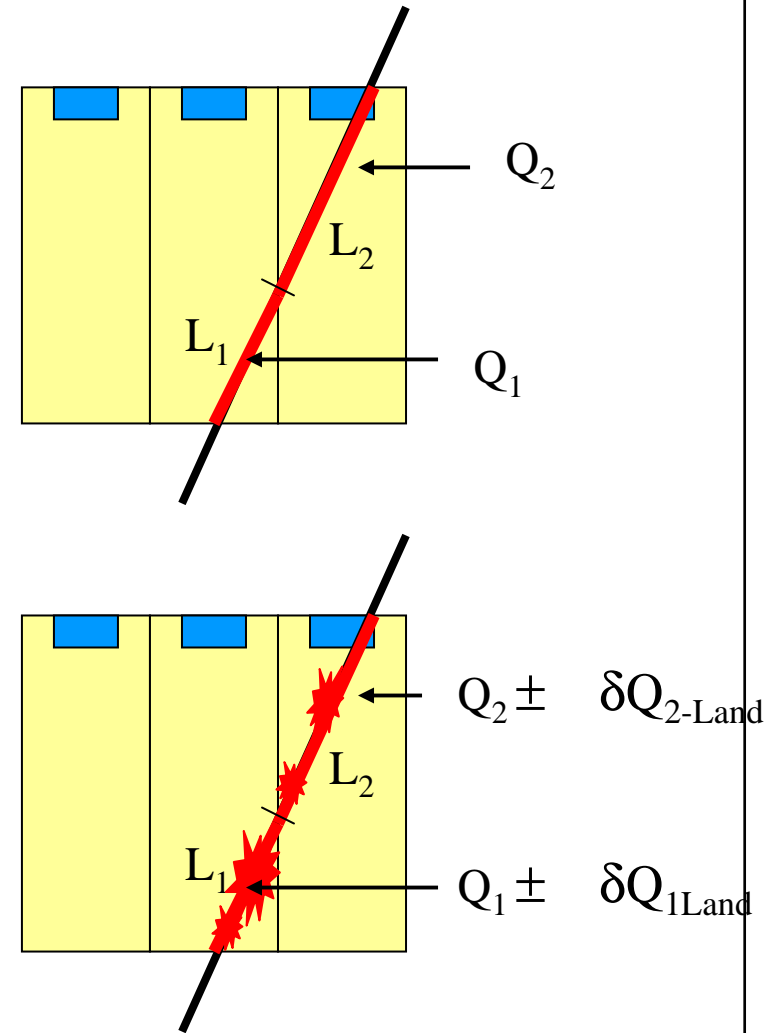
Ripartizione di carica su elettrodi adiacenti

In prima approssimazione la carica raccolta su un elettrodo è proporzionale al percorso della traccia nella cella: $Q_i = \text{cost} * L_i$

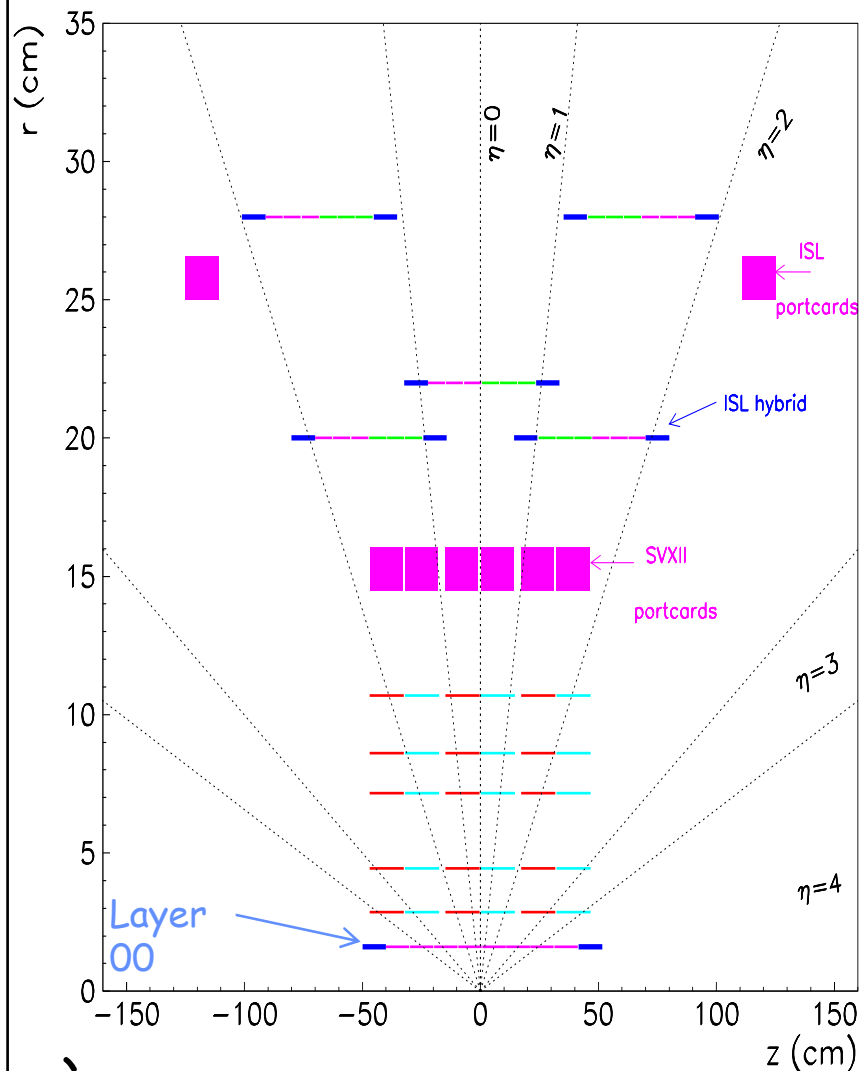
Le fluttuazioni di Landau alterano la proporzionalità fra carica e lunghezza percorsa: δQ_i circa $2000e^-$.

Questo peggiora la risoluzione spaziale.

Inoltre, data la struttura elettrica dei sensori, si crea un accoppiamento capacitivo tra due elettrodi adiacenti (C_{int}), con conseguente divisione di carica.



CDF Silicon Tracking System



È un sistema misto

Sistema composto da tre diversi rivelatori

- ☞ L00
- ☞ SVXII
- ☞ ISL

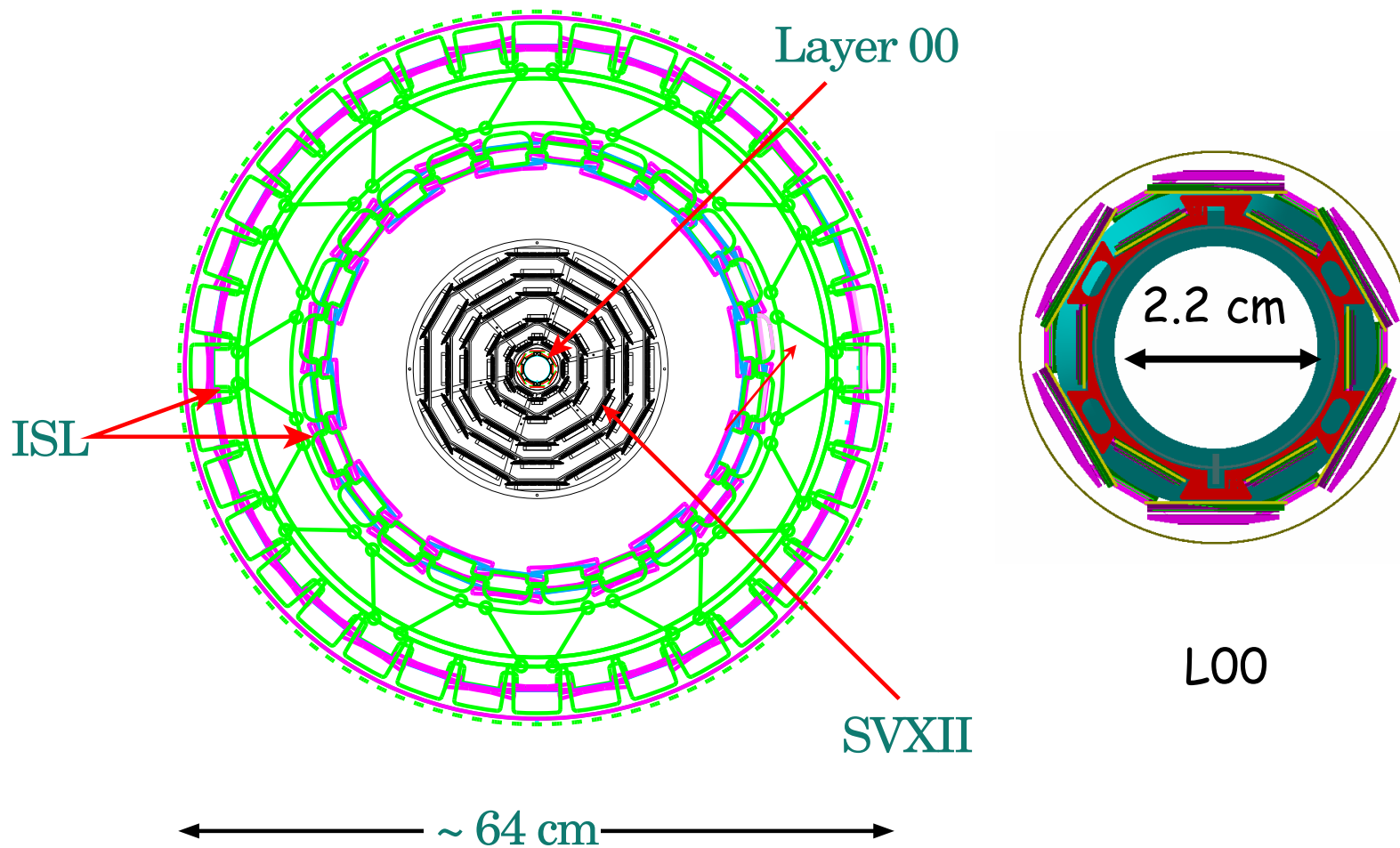
L00 è l'ultimo arrivato (aggiunto), rivelatore singola faccia rad-hard
SVXII è stato il primo:

- ☞ 5 strati doppia faccia (2 r-z stereo e 3 con strip a 90°)

ISL e' il primo tracciatore a grande raggio:

- ☞ 2 strati doppia faccia per $2 < |\eta| < 1$ ed 1 nella zona centrale

CDF(II) Silicon



SVX= L00+SVXII+ISL

SVXII e' il nome dato al rivelatore di vertice costruito in vista del Run II del Tevatron

☞ E' il terzo minivertice costruito

→ SVX, DC coupled, 4 strati SS, "Evidence for top"

→ SVX', AC coupled, 4 strati SS, "Top discovery"

☞ Progettazione partita nei primi anni '90

→ sopravvivere a 2fb^{-1} (circa 1 MRad, strato piu' interno)

→ 5 strati, doppia faccia (punti spaziali)

⇒ estendere le capacità di *b-tagging* dell'esperimento alla zona in avanti ($|\eta| > 2$) ($2.44\text{ cm} < R < 10.6\text{ cm}$)

☞ poter essere utilizzata in un trigger alla ricerca di tracce con grande parametro d'impatto

Nel 1996 aggiunti due strati a $R=20, 28\text{ cm}$ (ISL) e poi (1999) uno strato rad-hard S.S. ad $R=2\text{ cm}$ (L00)

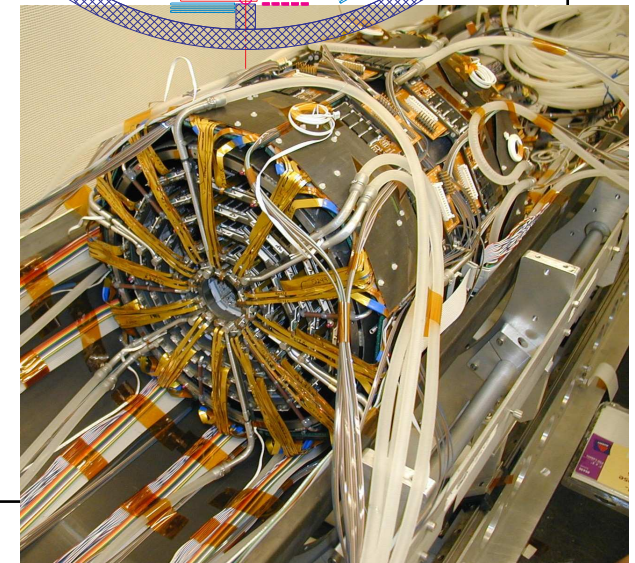
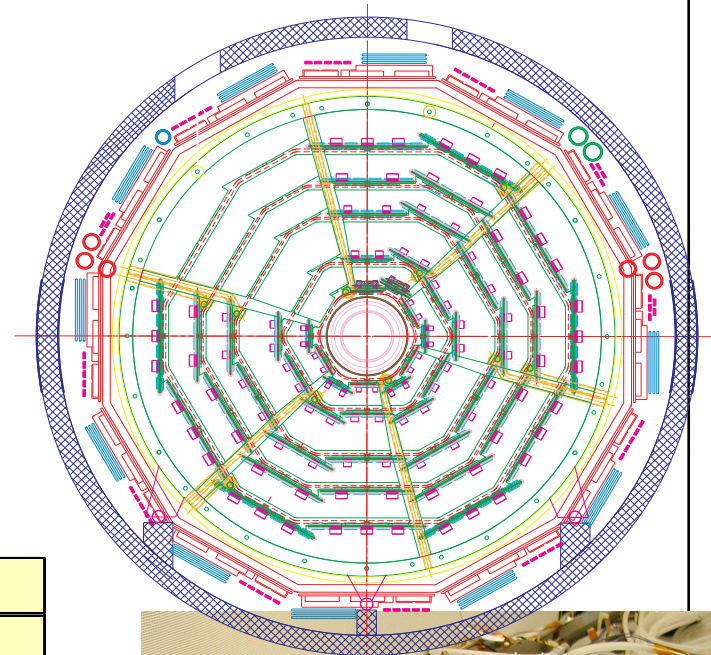
☞ sistema integrato di 7÷8 punti spaziali

⇒ tracciatore

SVXII

Main CDF silicon vertex detector

- ☞ ISL, L00 are improvements to SVX II
- ☞ Sensors are DS:
 - ⇒ 3 x 90° layers + 2 x SAS layers
 - ⇒ R- ϕ pitch ~ 60 μm ,
 - R-z ~ 60 - 140 μm (SVXII)



SVX II Parameters

Number of Barrels	3
Active length per barrel	29 cm
Number of layers	5
Readout coordinates per layer	$\phi+z / \phi+\phi'$
Radius of inner and outer layers	2.45 cm, 10.6 cm
Ladders per barrel-layer = ϕ sectors	12
Each 1/2 ladder is one electrical unit of length	14.5 cm
Total number of electrical ϕ sector wedges	72
Readout channels: ϕ	211.968
Readout channels: z	193.536
Total	405.504

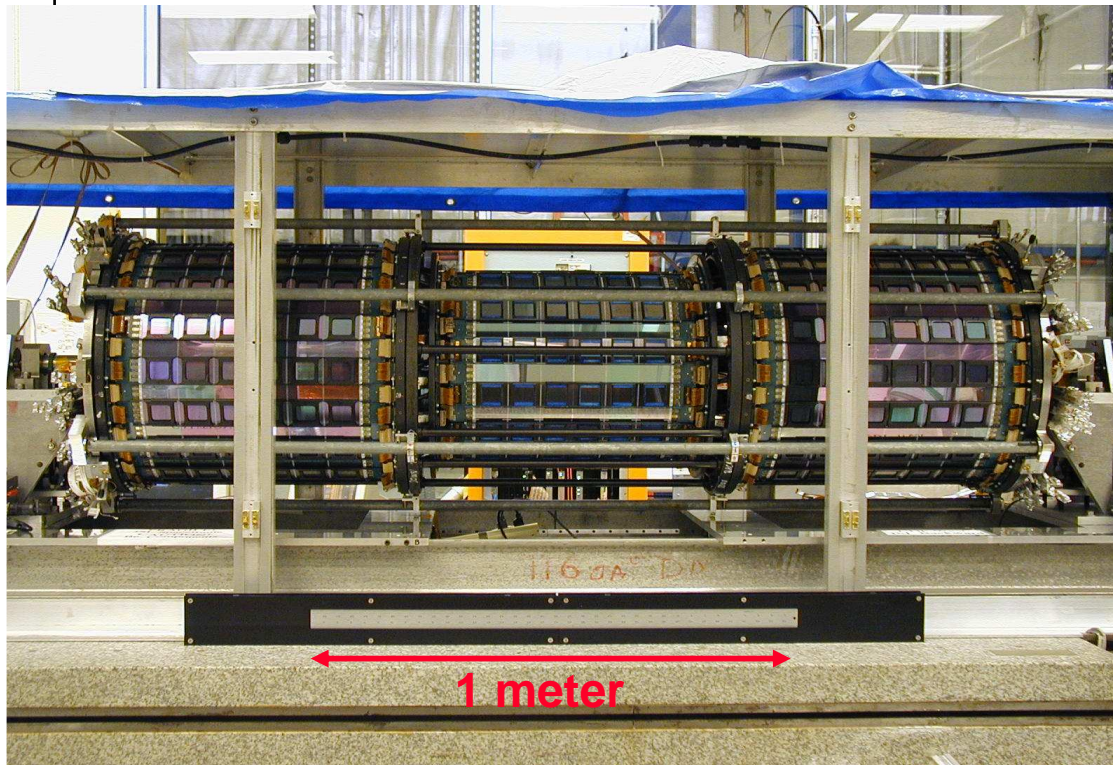
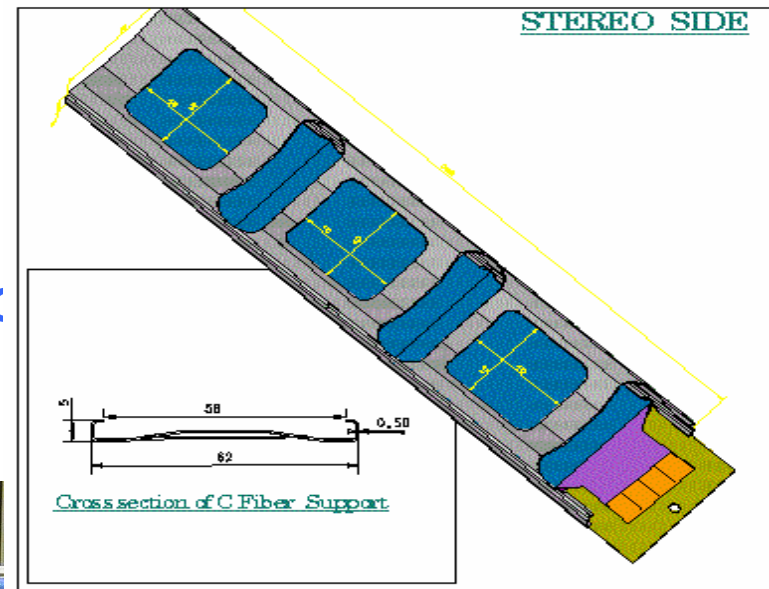
ISL

Estende SVX II a grande raggio
(28 cm) e rapidità ($|\eta| \sim 2$)

- ☞ raddoppia l'accettanza per *b-tagging*
e l'identificazione di elettroni/ γ

Il più grande tracciatore costruito

- ☞ La struttura di supporto è una sfida



• Sensori:

- ☞ doppia faccia tutti con angolo stereo a piccolo angolo
- ☞ 112 μm pitch

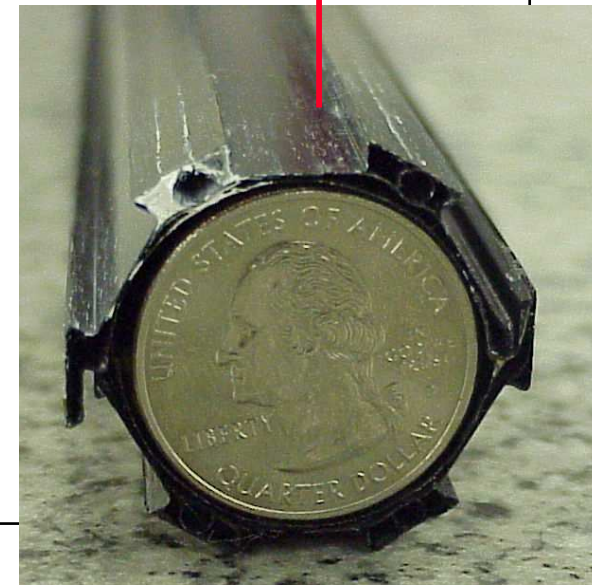
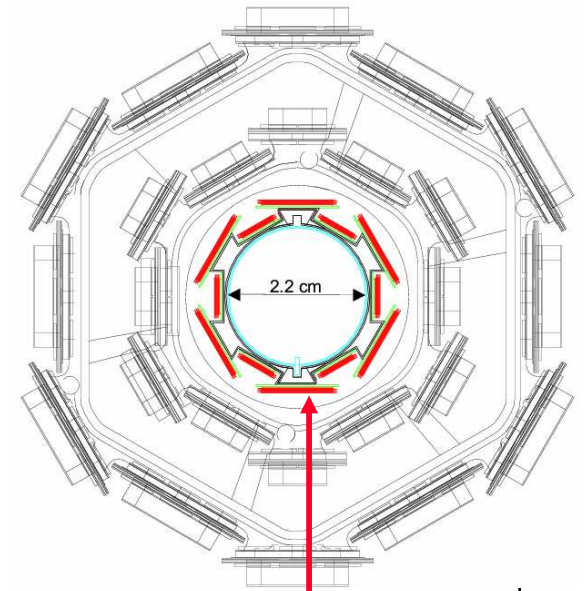
• Supporto

- ☞ struttura in fibra di carbonio a basso peso ed alta rigidità

LOO

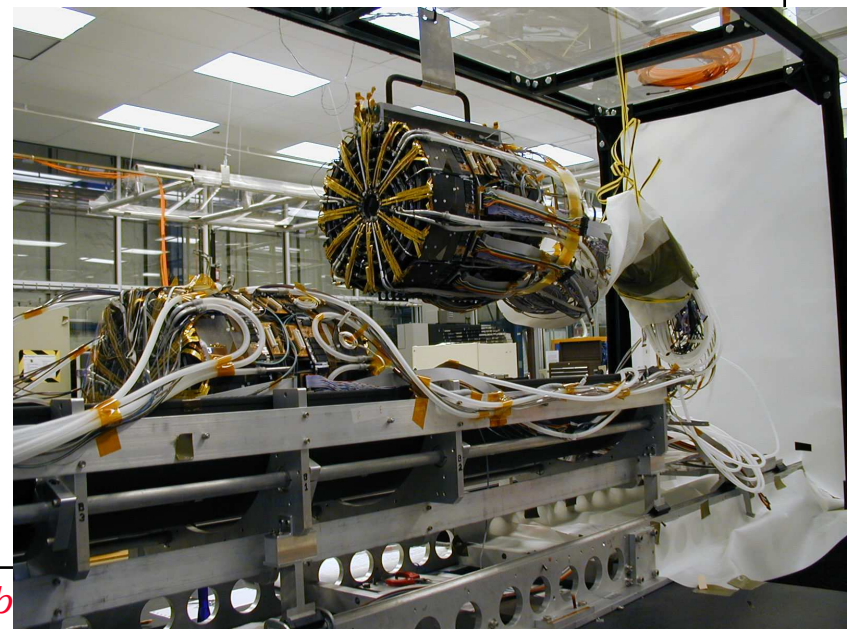
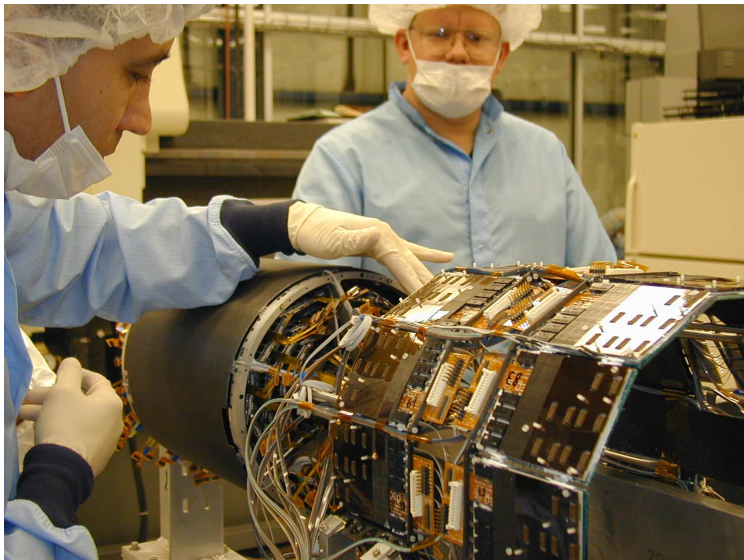
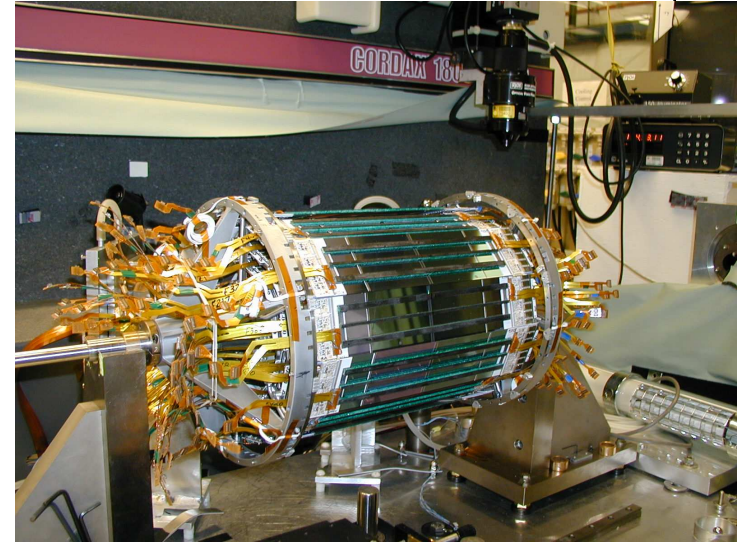
Rivelatore più interno di CDF:

- ☞ Migliora la risoluzione in parametro d'impatto a basso p_T
- ☞ Sensori connessi ai chips da cavi di Kapton (fino a 40 cm) per evitare materiale nella regione di tracciatura
- ☞ Sensori:
 - ⇒ Single sided - accoppiati in AC
 - ⇒ 25 μm pitch, 50 μm readout
 - ⇒ Struttura rad-hard ($V_{\text{max}} \sim 500 \text{ V}$)
 - ⇒ 128 o 256 canali di lettura/sensore
 - ⇒ usati 144 sensori
 - ⇒ Sensori raffreddati a 0 °C per ridurre gli effetti della radiazione



SVX II

Varie fasi
dell'assemblaggio dei
barrels di SVXII e della
loro installazione



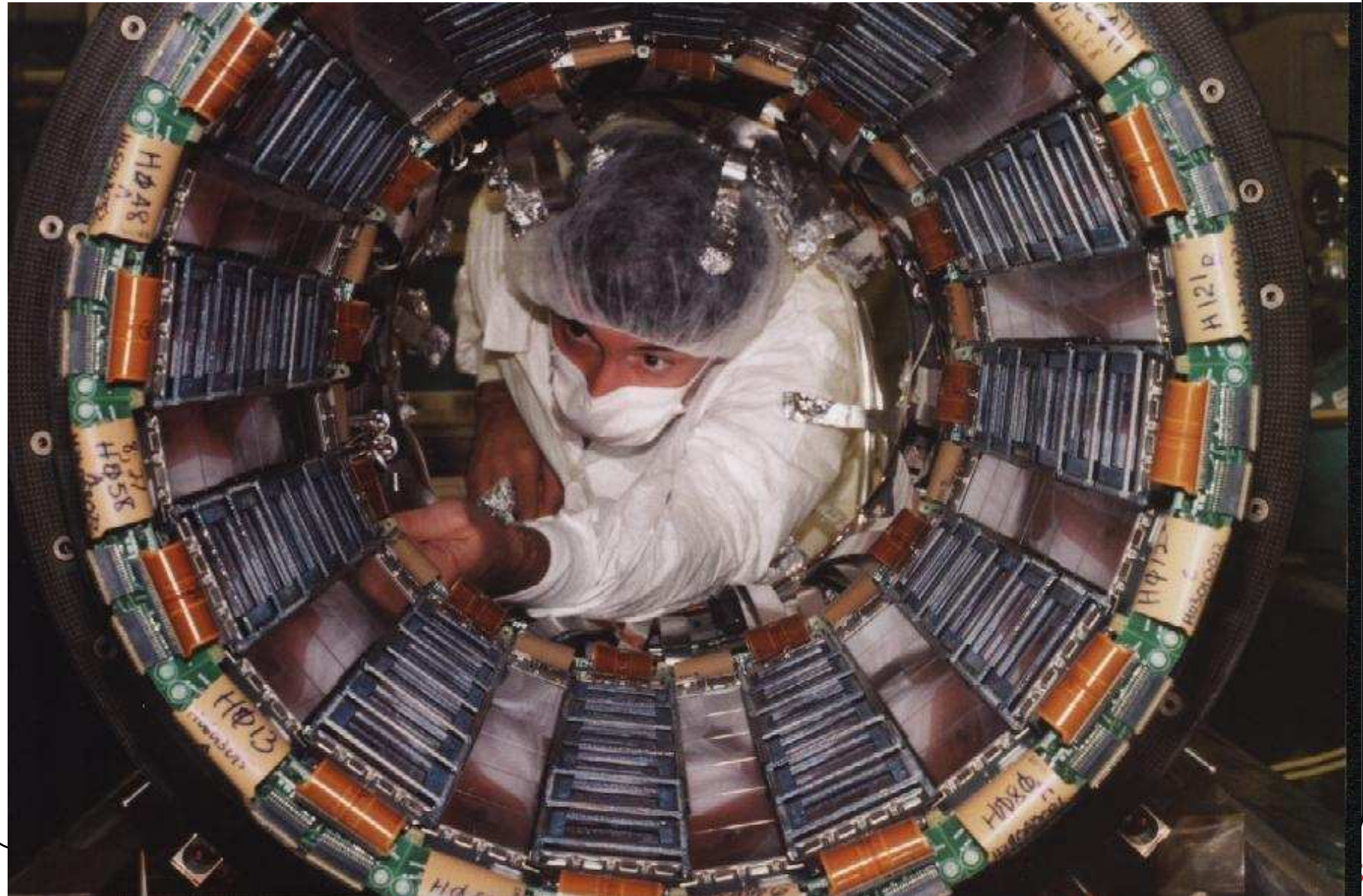
Villa Gualino, 27 feb

SVX II

Installation in ISL



ISL

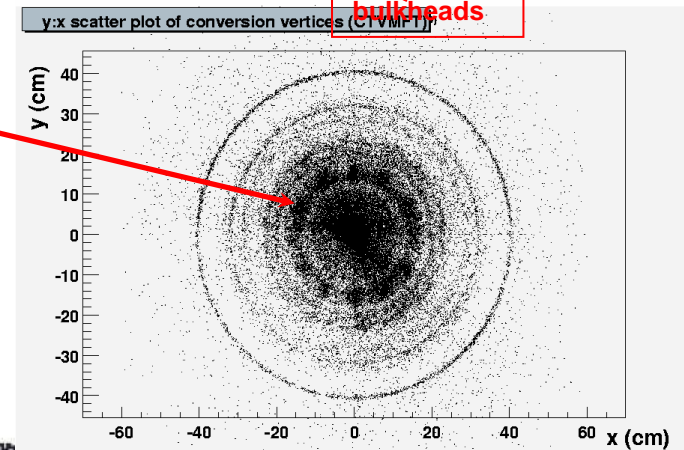
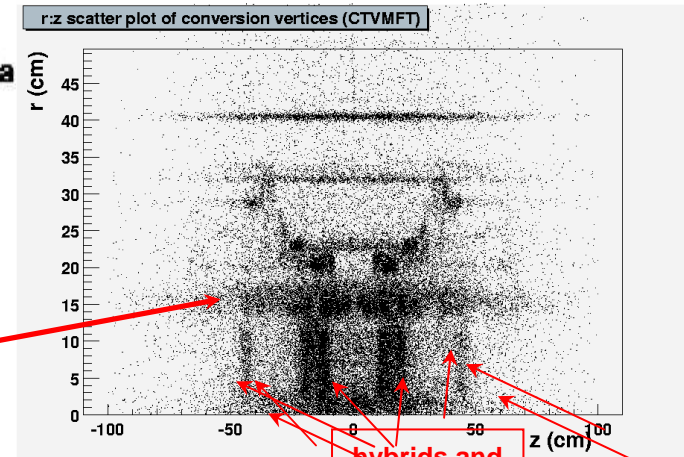
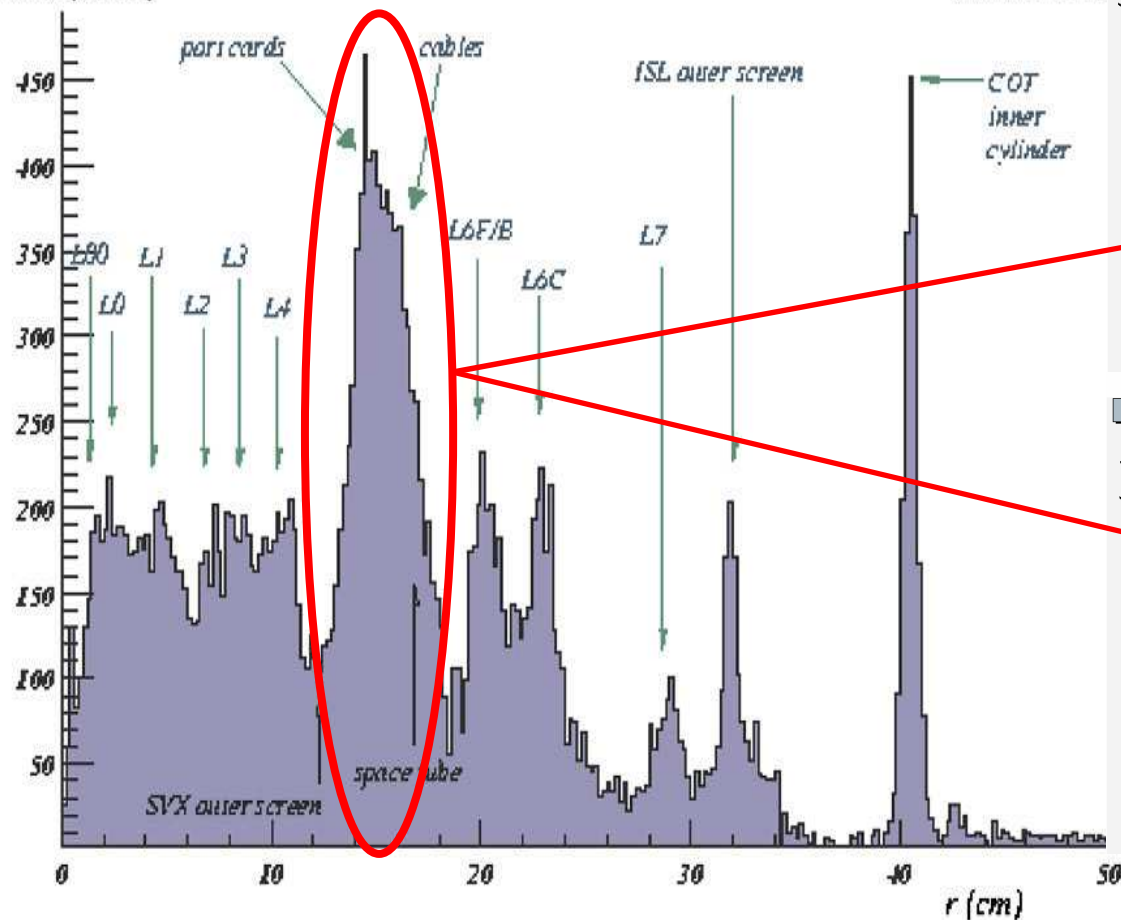


Material budget: il silicio conta poco

Radiografia di un esperimento con le conversioni dei γ

r (CTVMFT) after sideband subtraction

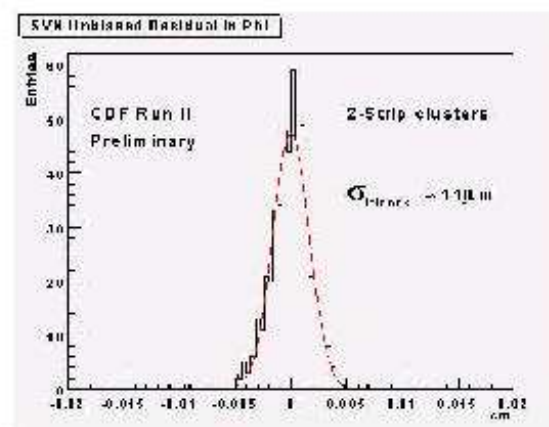
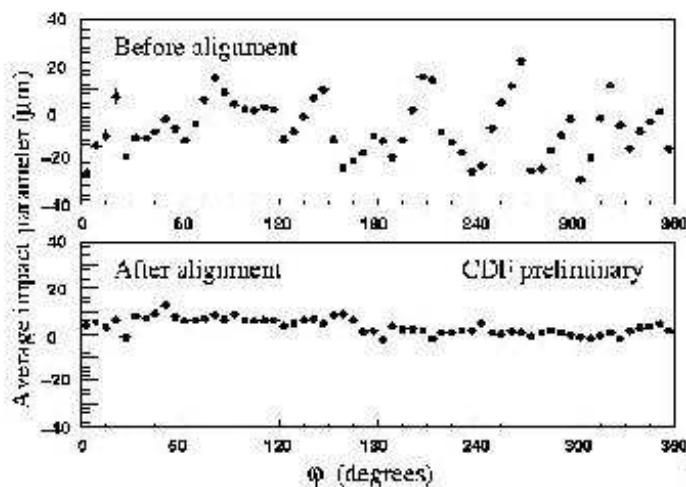
(zero bin suppressed)



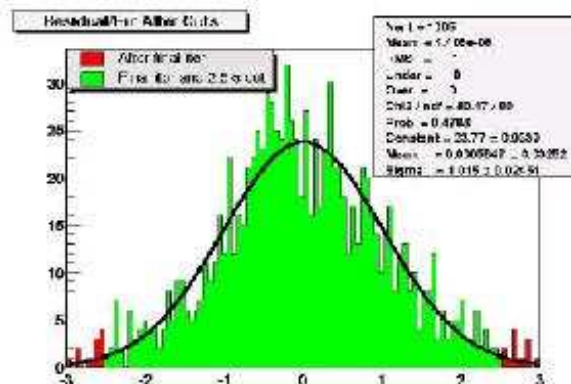
L'elettronica costituisce una fonte di *noise* per il pattern recognition

CDF Si Detector

Silicon Performance(2)



- **SVXII Alignment**
 - d0 vs. ϕ before and after
- **SVXII 2 Strip Resolution**
 - Deconvolute pointing resolution
 - ⇒ residual $\sim 11 \mu\text{m}$
 - Track by track pull has $\sigma = 1$



CDF Run II Tracking- S. Nahn July 25, 2002

ICHEP Parallel Session 13

Riv.al silicio: danno da radiazione

principalmente due fenomeni:
danneggiamento superficie

- ☞ generato dalla creazione di coppie $e-h$ nell'ossido. Le lacune sono lente e vengono facilmente intrappolate. C'è quindi:
 - ⇒ accumulo di cariche all'interfaccia Si-SiO₂ con conseguente creazione di fenomeni di correnti di superficie, fenomeni di punch-through etc.
- ☞ Sterminata bibliografia e studi

danni nel bulk

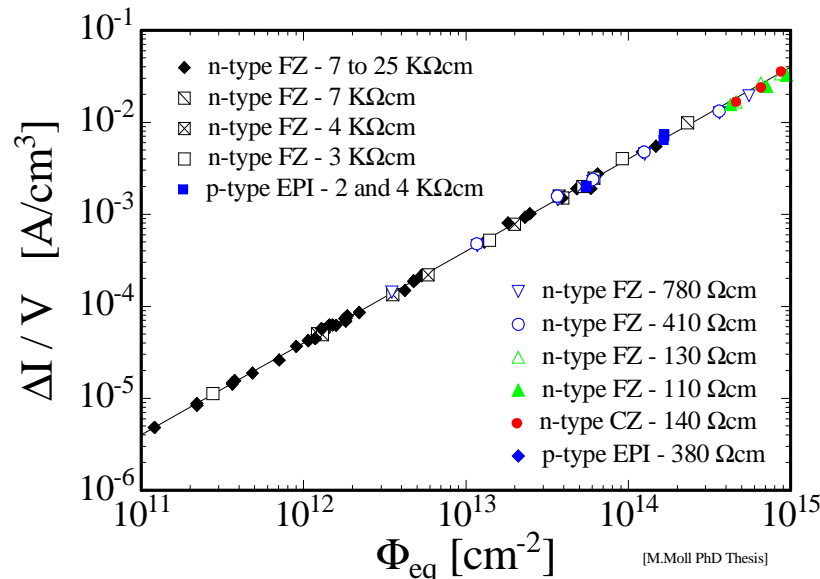
- ☞ danno nel *bulk* dovuto a particelle che creano difetti reticolari nella regione attiva espellendo atomi di silicio dalla loro localizzazione nel cristallo. Tipicamente ciò succede con trasferimenti energetici dell'ordine di 30÷40KeV, nel qual caso l'atomo che rincula ha un range di circa 10nm e crea, a sua volta, una certa quantità di difetti lungo il suo percorso (NIEL, Non Ionizing Energy Losses)
 - ⇒ Type inversion

Riv.al silicio: danno da radiazione

danneggiamento del bulk (primi studi):

- ☞ difetti assumono il ruolo di centri di generazione-ricombinazione, il loro aumento porta ad un aumento della corrente di leakage:
 $I(\Phi) = I_0 + \alpha \Phi$ dove I_0 è la corrente di leakage prima dell'irraggiamento (flusso Φ) ed α è una costante di proporzionalità che vale $0.3 \div 2.7 \cdot 10^7$ nA/cm. Spesso utilizzato il valore 3.
- ☞ Per ridurre la corrente una prima risposta è raffreddare il silicio:

$$I(T) \cong T^2 \cdot \exp(-E_g / (2 \cdot k_B \cdot T))$$



$$\alpha = \frac{\Delta I}{V \cdot \Phi_{eq}}$$

Abbassare la temperatura implica l'uso di sistemi di raffreddamento

↳ materiale all'interno del volume di tracciatura.

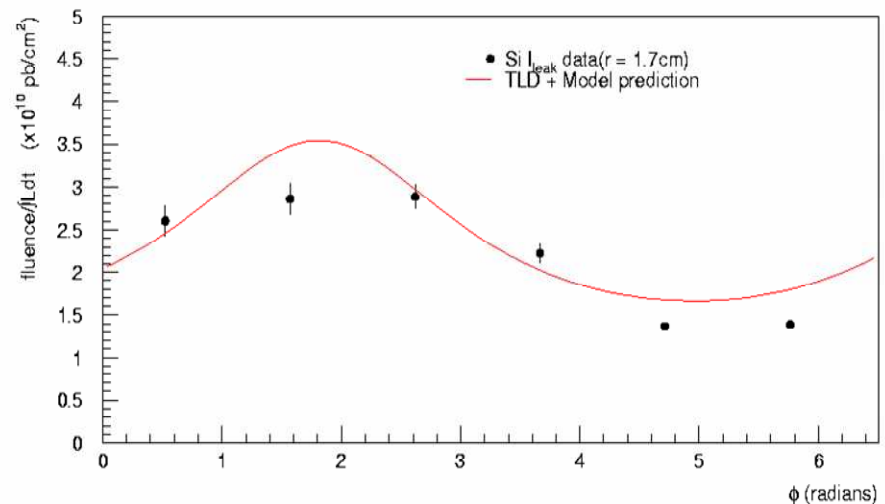
Danno da radiazione

Esempio: vita media del rivelatore di CDF, tabella costruita a partire dalle misure del Run I:

Layer	safe fb ⁻¹	cause
0 (SS)	7.4	Vdep
1 (DS)	4.3(5.6)	S/N(Vdep)
2 (DS)	8.5(10.9)	S/N(Vdep)
3 (DS)	10.7	Vdep
4 (DS)	23(30)	S/N(Vdep)
5(DS)	14	Vdep
6(DS)	>40	n/a
7(DS)	> 40	n/a

Run I data: $r^{-\alpha}$, $\alpha=1.7$

Run 2 data: $r^{-\alpha}$, consistent with expectations



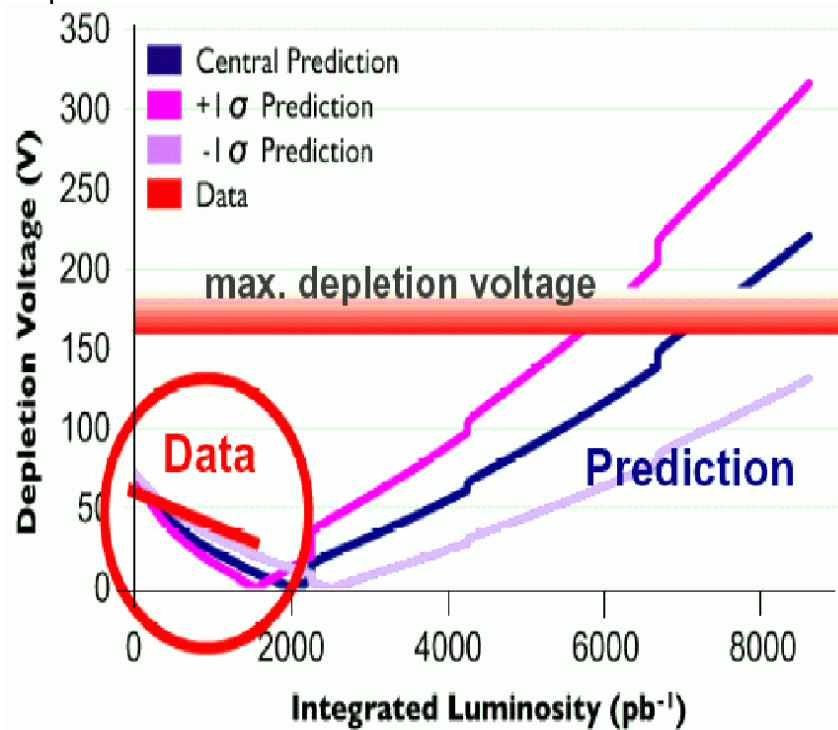
Sopravvivenza di SVX

SVX LO is expected to invert at 2.5 fb^{-1}

☞ We are following (so far) this prediction in its optimistic fashion

Technicality:
Vdep studied using both bias vs noise scan and bias vs collected charge scan

☞ Both results agree



Problemi inattesi

Nel L00 problemi di rumore

- ☞ I chip di FE sono stati montati lontani (connessi con cavi al rivelatore) e il pick up ha assunto le caratteristiche di noise coerente
 - ⇒ Niente DPS, niente sparsified readout
 - Tempi di lettura lunghi, impossibilità ad essere usati online

Nel L00 problemi di radiation hardness

- ☞ Non del rivelatore
- ☞ Ma dei power supplies (utilizzo di un componente rad-soft non esplicitamente citato nelle specifiche)

In SVX II interruzione inattesa del funzionamento del chip

- ☞ Interi rivelatori "dead"

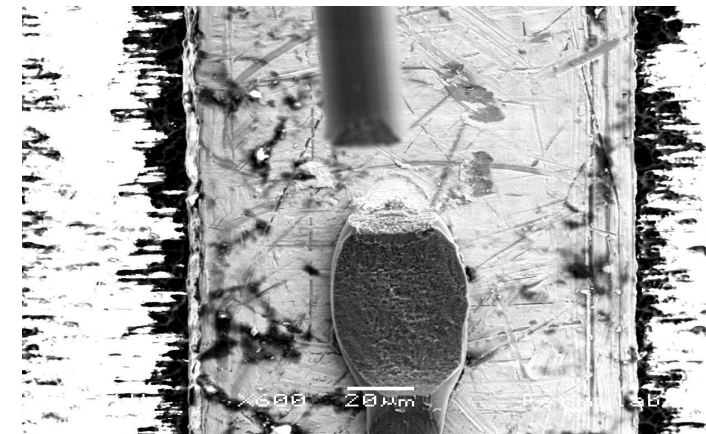
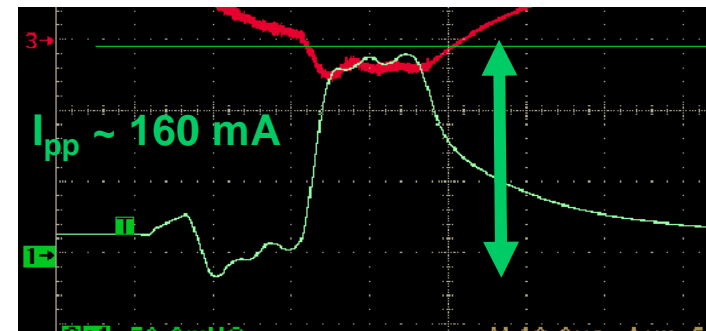
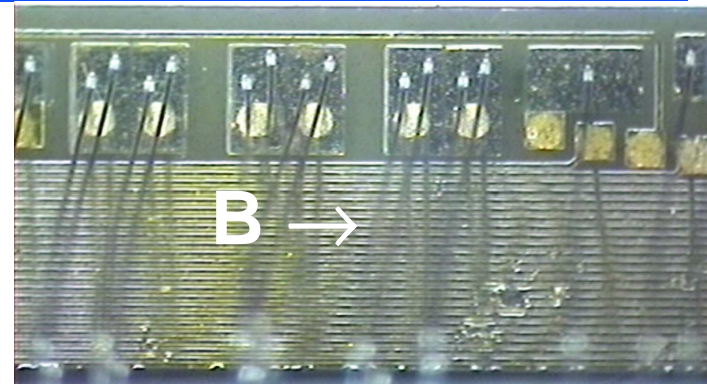
Rotture delle microsaldature

Perdita di potenza sulla parte digitale di 13/360 lati Z di SVXII

Ipotesi: sforzo da forza di Lorentz

- ☞ Saldatura I ortogonale a B
- ☞ $I \propto$ occupancy
- ☞ L1A rate \Rightarrow Risonante?
- ☞ Test convincenti
 - \Rightarrow filmato
- ☞ Cambiati i settings operativi
- ☞ Ora funziona

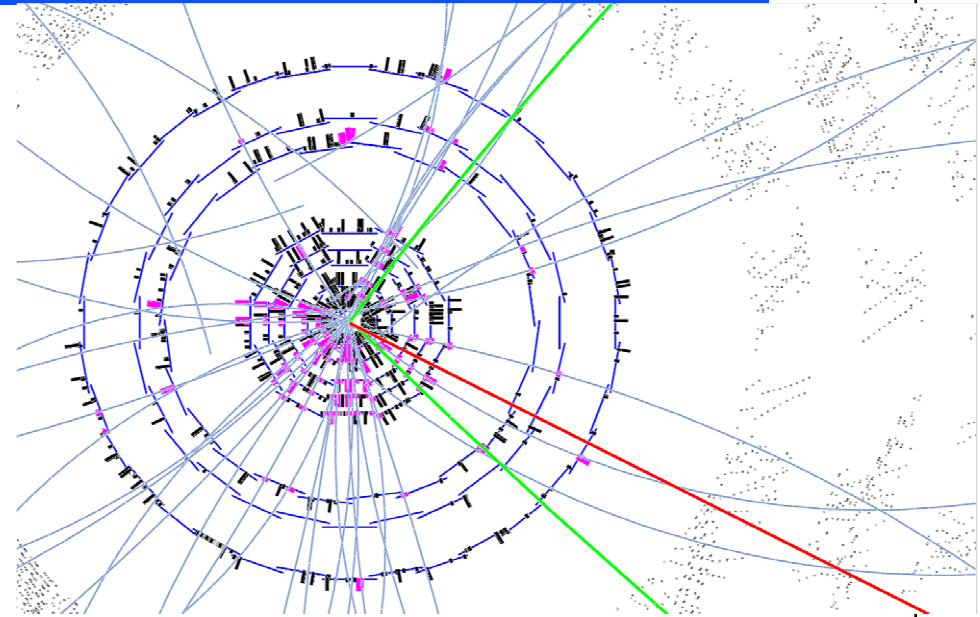
Si continua a monitorare il problema



COT "Outside in Tracking"

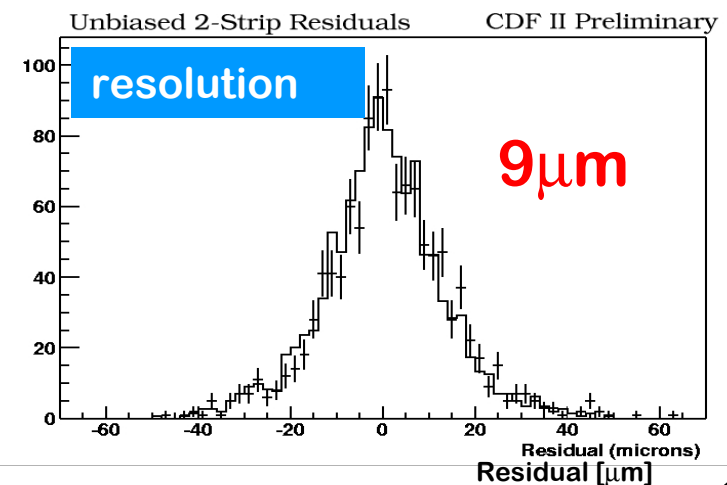
Main tracking algorithm
a CDF

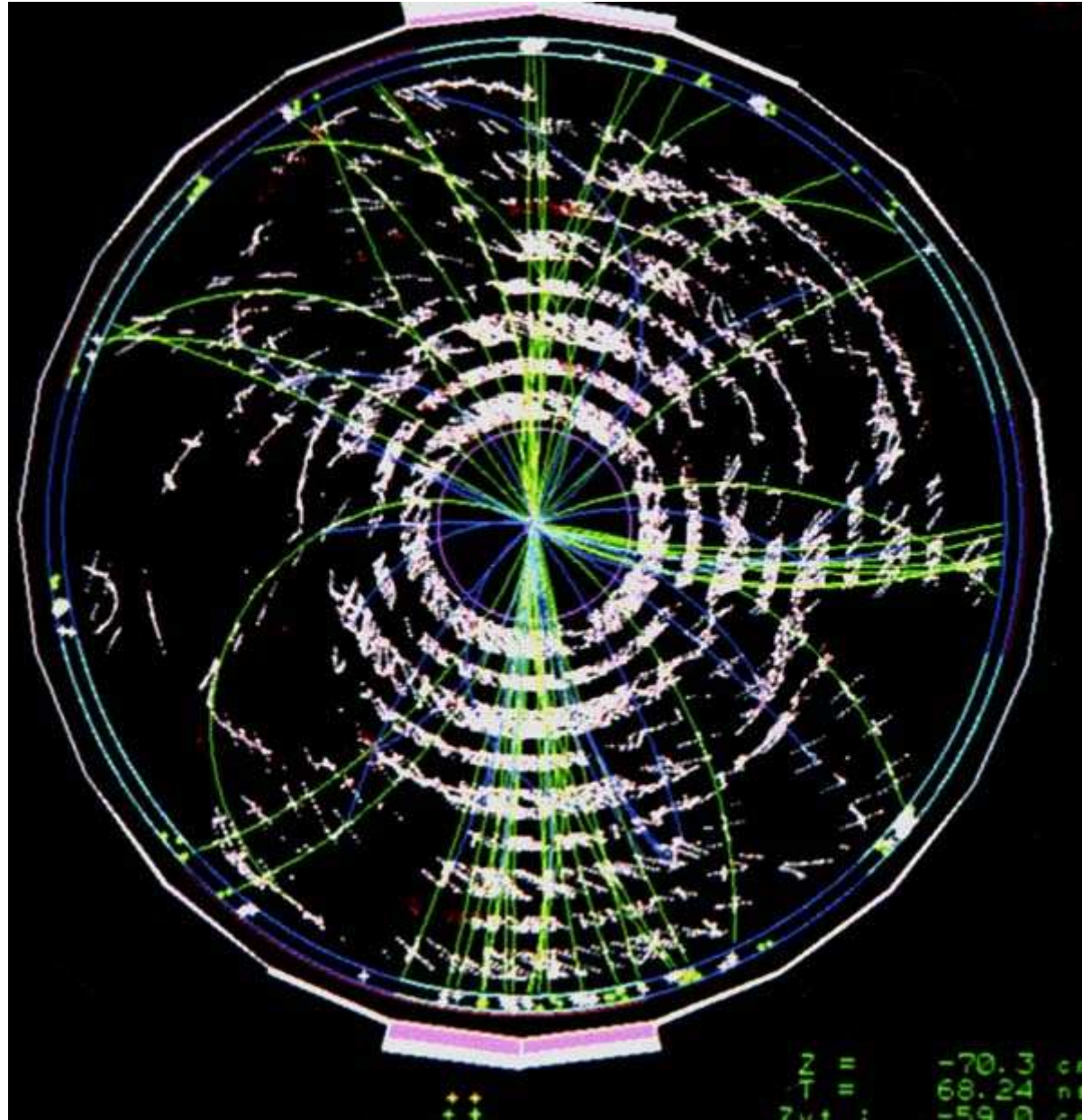
COT seeded tracking
"Progressive Road search"



Requirement	Efficiency	Requirement	Efficiency
$N_{r\phi} \geq 3$	94%	$N_z \geq 3$	80%
$N_{r\phi} \geq 4$	90%	$N_z \geq 4$	61%
$N_{r\phi} = 5$	46%	$N_z = 5$	26%

SVX is aligned in $r - \Phi$





Villa Gualino, 27 febbraio 2007

Secondary Vertex Tagging

Efficienza di b-tag migliore del Run I

☞ e.g. ~55% tag rate per eventi contenenti coppie $t\bar{t}$

L'efficienza di tagging continua a migliorare..

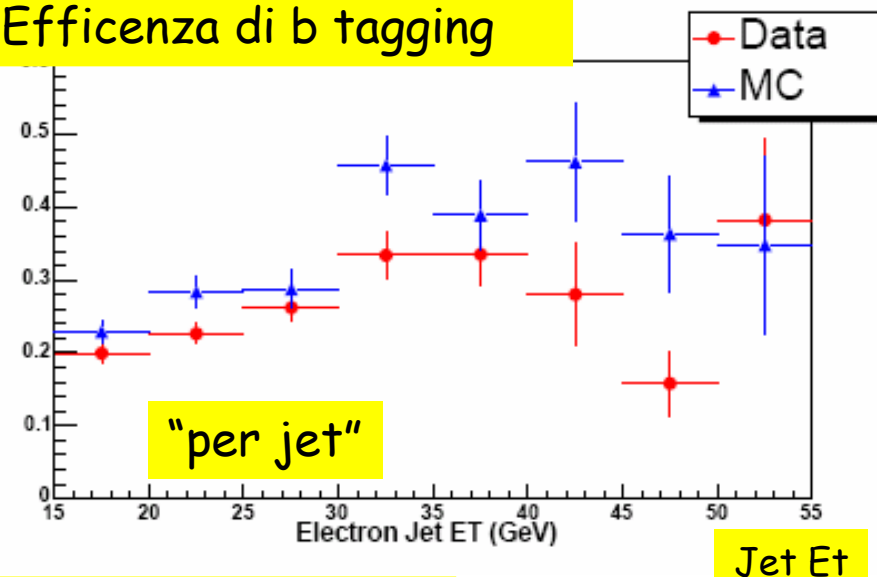
☞ Al momento si usano solo tracce con $|\eta| < 1.1$ per ricostruire i vertici secondari

⇒ Uso del forward tracking fino a $|\eta| < 2.0$?

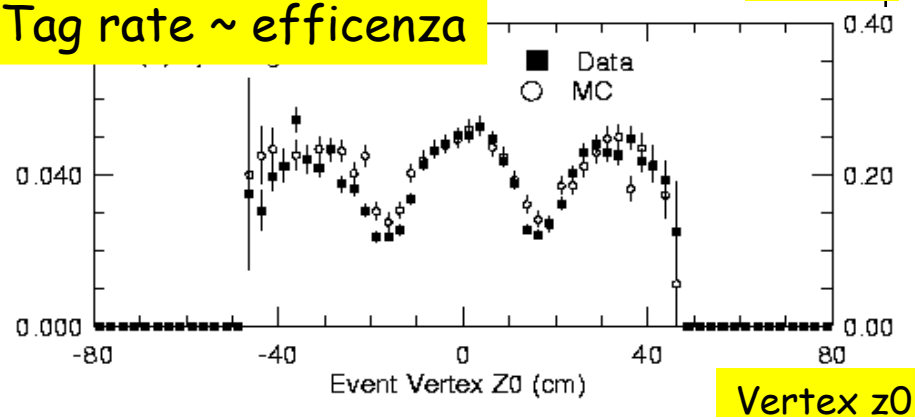
☞ Degrado dell'efficienza di tagging in corrispondenza delle gap nell'accettanza

⇒ Forse si può ovviare usando il L00

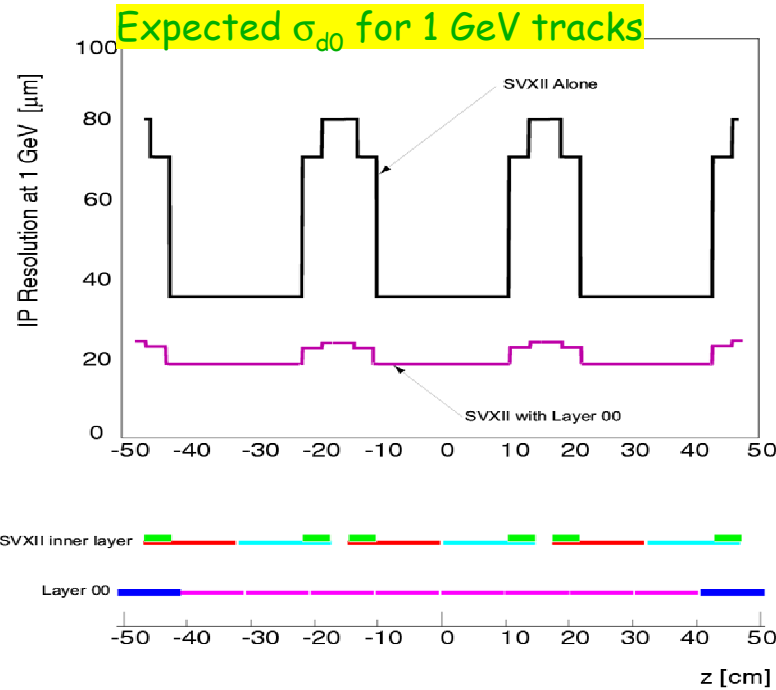
Efficienza di b tagging



Tag rate ~ efficienza

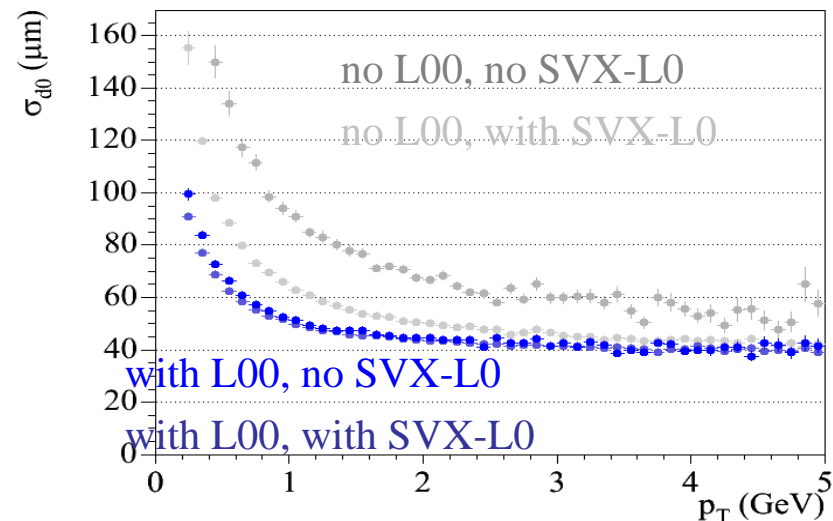
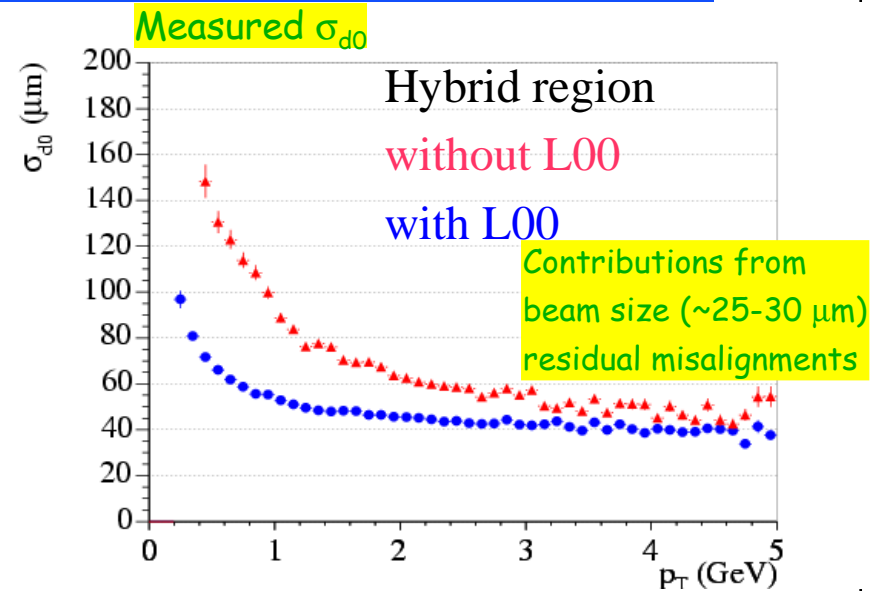


Performance: L00



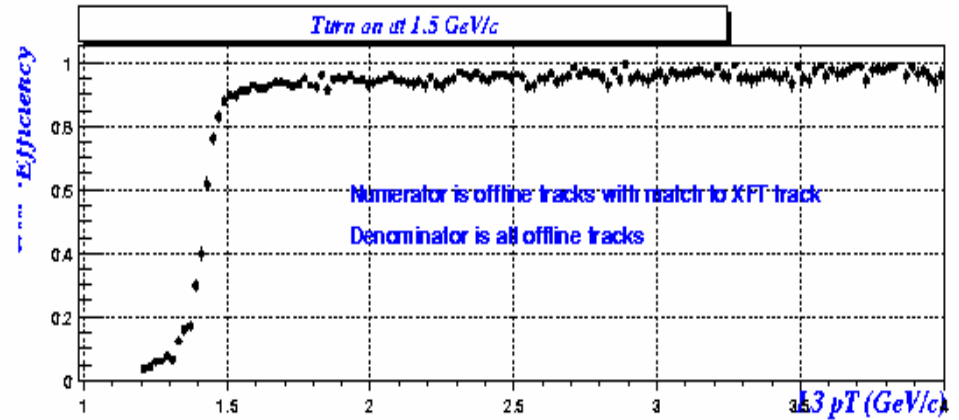
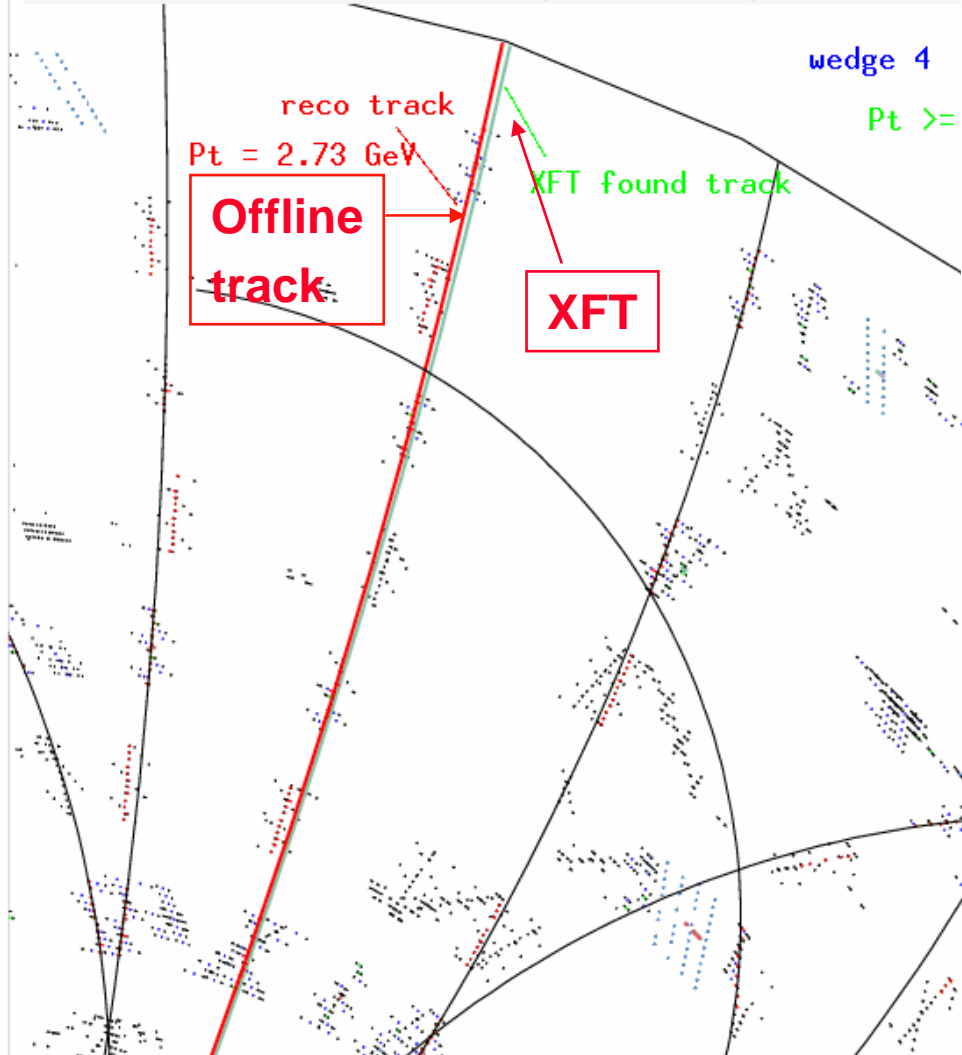
Miglioramenti significativi in presenza di materiale (recupero degrad. dovuta al M.S.)

Si recupera la risoluzione per le tracce senza il layer più interno di SVXII



Trigger sulle tracce -L1

Event : 136172 Run : 103584 EventType : 0 TRIG: Unpr. - Fired bits: 1,

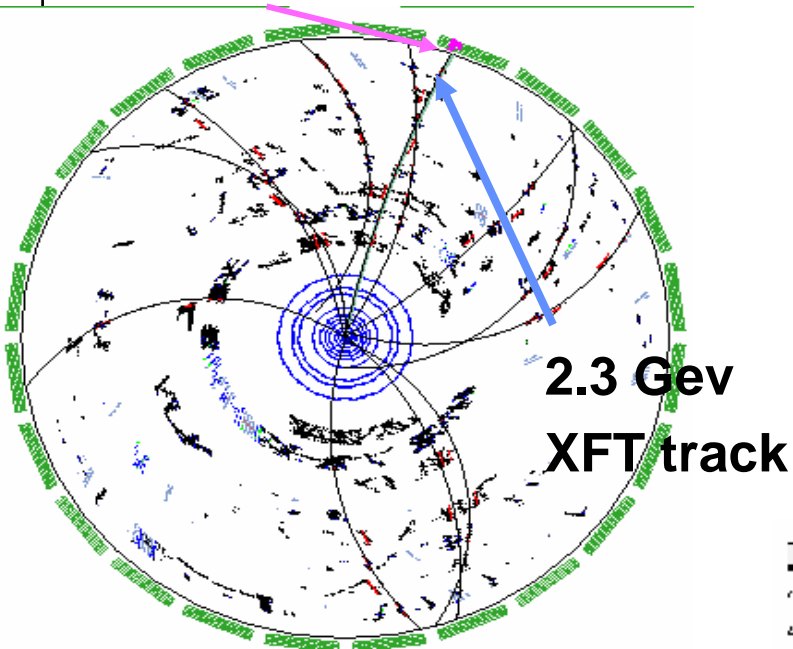


Efficiency curve:
XFT cut at
 $P_T = 1.5 \text{ GeV}/c$

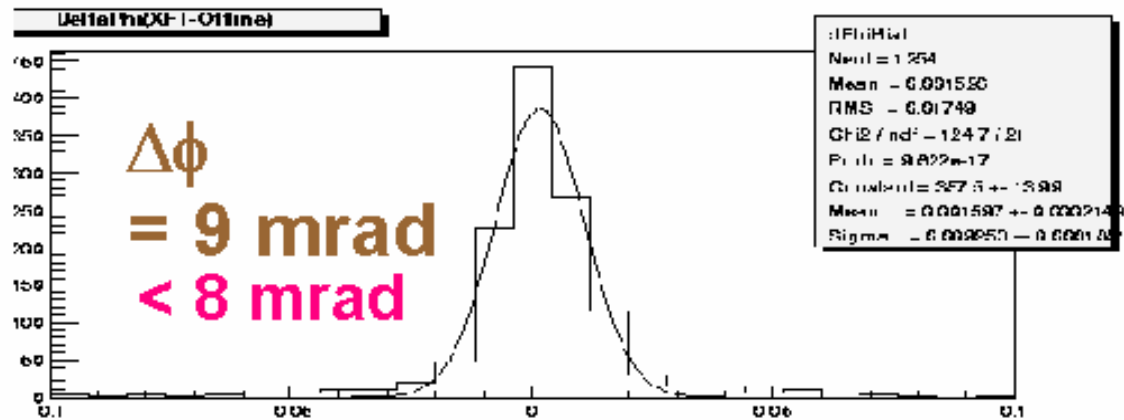
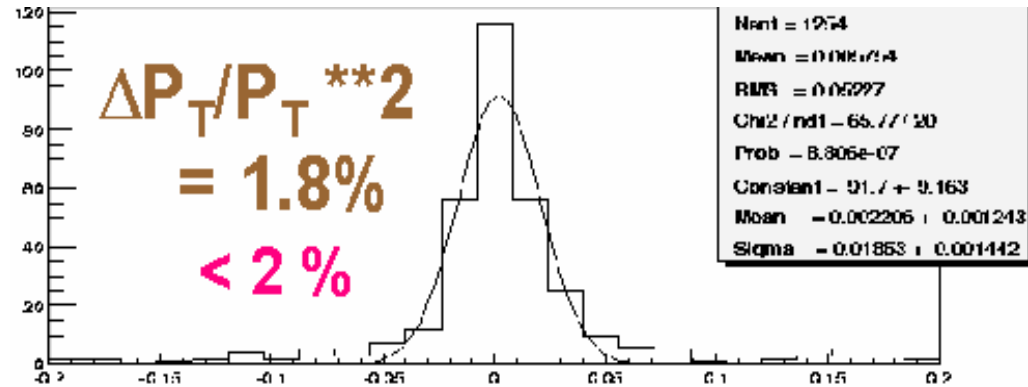
Si sfrutta la geometria per
ricostruire a L1 le tracce
di $P_T > 1.5 \text{ GeV}$

Molti trigger se ne giovano..

CMU stub matched



Trigger: XFT- μ



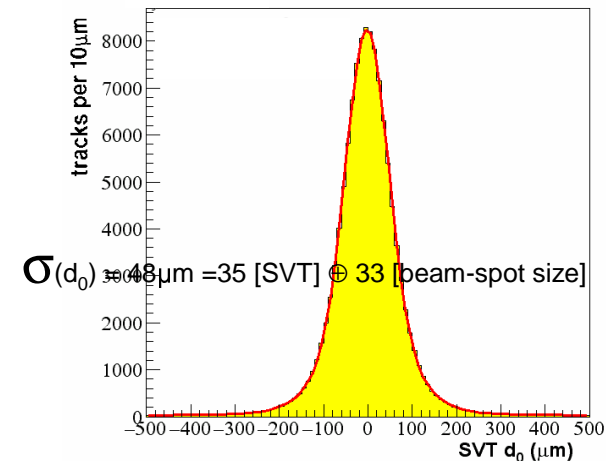
SVT- tracce con grande d_0 a L2

La ricostruzione di tracce a L1 permette ...

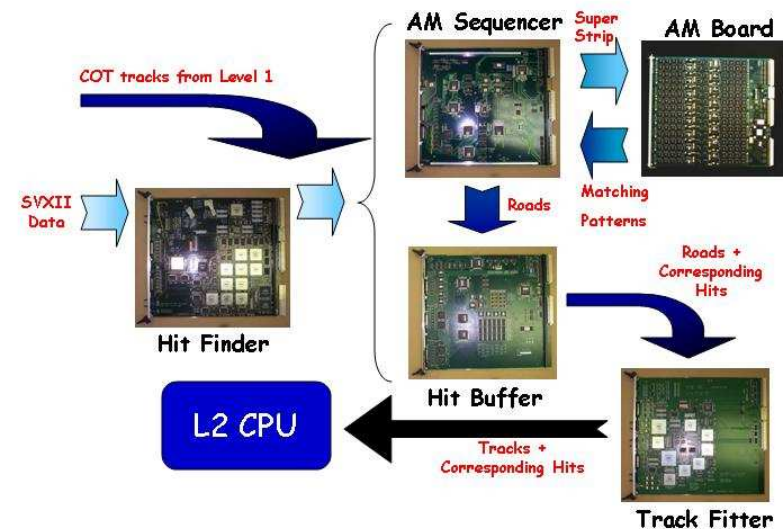
- ☞ Con Silicon Vertex Tracker (SVT) si può
 - ⇒ triggerare a L2 su tracce non provenienti dal primario

Fondamentale per

- ☞ B Physics (basso P_T)
- Potenzialmente importante per
- ☞ Eventi di high P_T contenenti B
 - ⇒ Top, Higgs



The SVT Boards



Nuove possibilità di fisica...

B Physics:

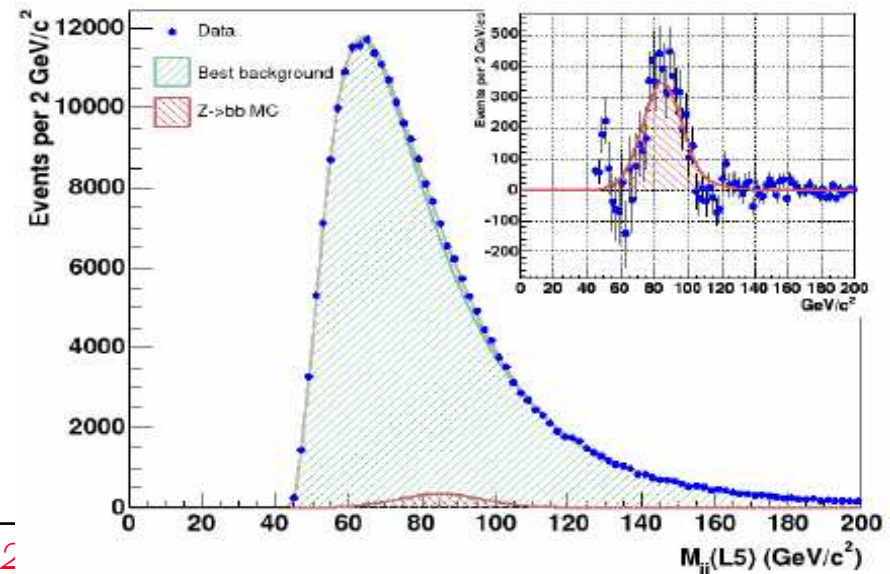
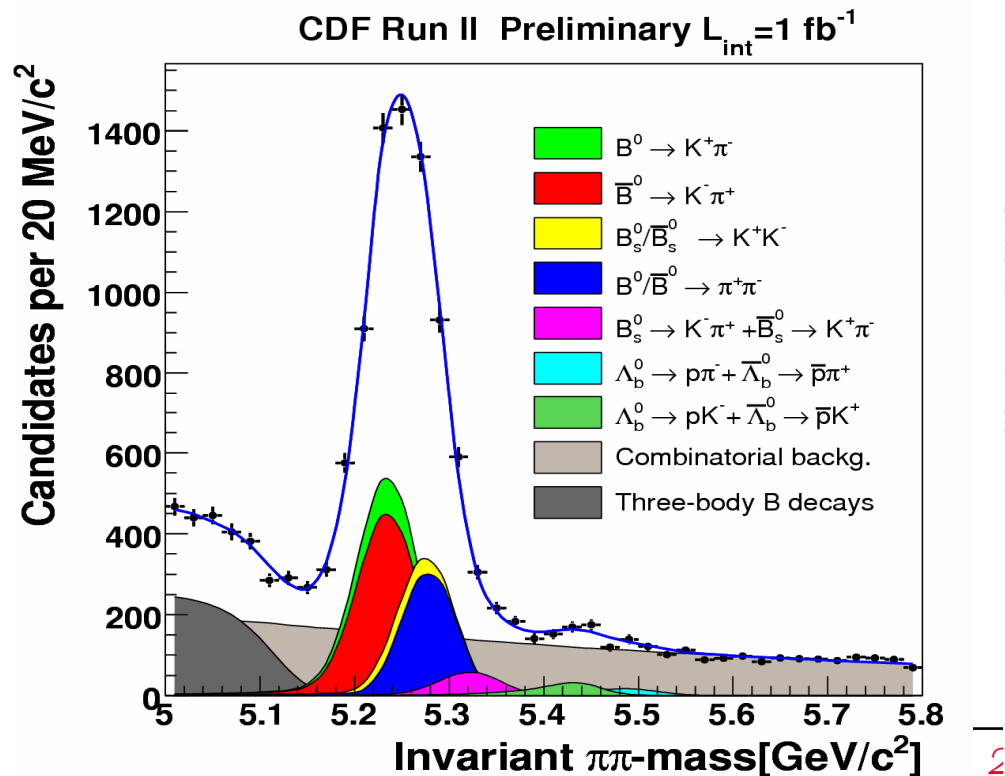
- ☞ $B \rightarrow hh$
- ☞ B_s mixing
- ☞ Tutta una serie di canali di decadimento completamente adronici

Alto PT

- ☞ $Z \rightarrow bb$
- ☞ Higgs ? (in progress)

Competitore:

- ☞ Selezione di trigger indipendente dalla presenza di un vertice secondario e vertice secondario ricostruito off.



Alcuni esempi illustrativi

Senza nessuna pretesa di affrontare i dettagli di queste analisi

☞ Alcuni utilizzi dei rivelatori che vi ho mostrato

Esempio illustrativo

☞ Fisica elettrodebole:

Discovery today background tomorrow..

⇒ Processi ben compresi a livello teorico

→ Benchmark per rivelatori, algoritmi etc.

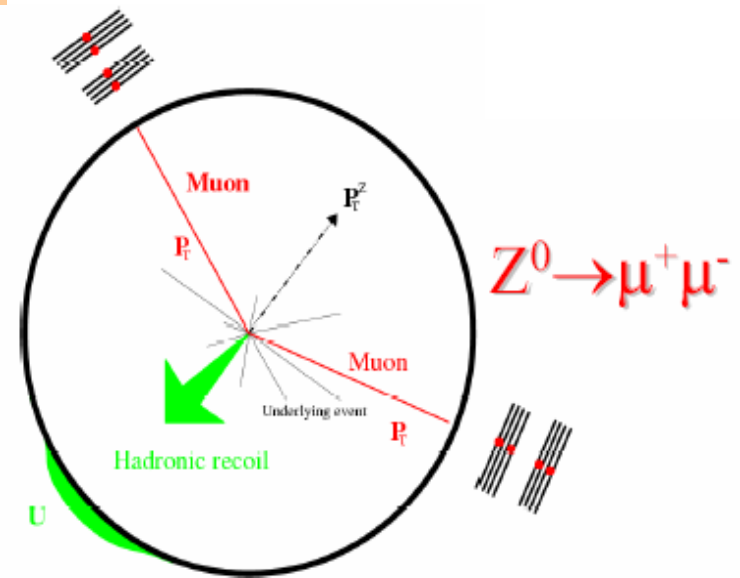
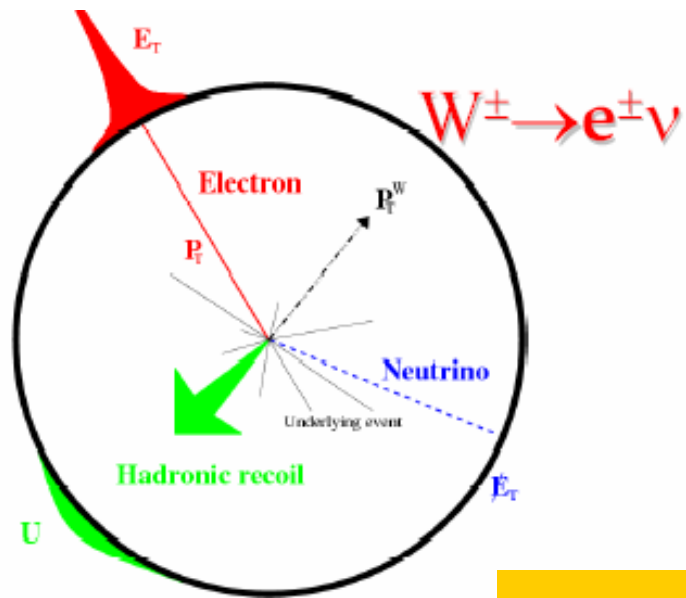
⇒ Tuning di MC, simulazioni etc

W & Z a CDF

Electron:
EM Calorimeters
High P_T (Track)
Isolated

Muons:
Muon Detectors
High P_T
Isolated

Neutrinos:
Large Missing Energy
Only Transverse (\cancel{E}_T or Met)



Z Signature: Two Isolated Leptons (diff charge)

W Signature: Isolated Lepton and \cancel{E}_T

Example: W selection

Trigger on high Pt lepton (e, m, n)

↳ Possibly a mix (like two leptons)

Offline:

↳ Re-iterate trigger selection

⇒ Electron $E_T > 20$ GeV

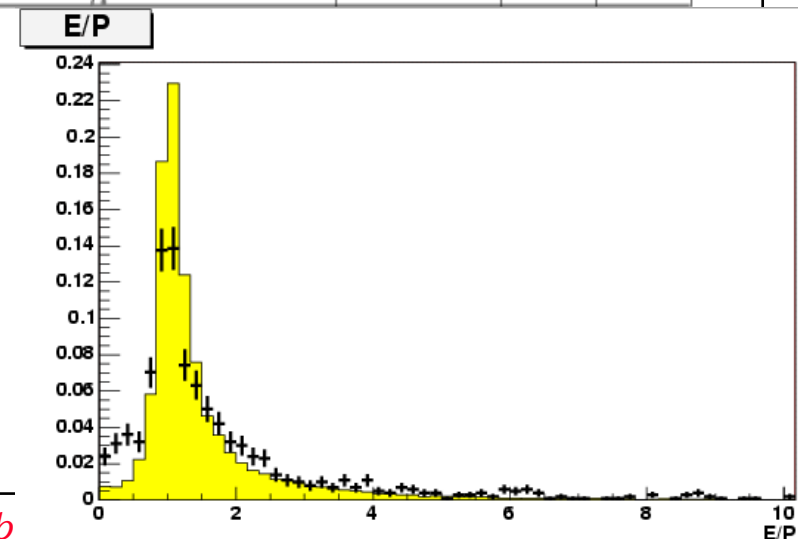
→ Em cluster (had fraction $< 10\%$)

→ Isolation (topological cut)

⇒ Missing $E_T > 20-25$ GeV

⇒ Require track matching Em cluster
→ E/p cut

requirement	N.of events	East	West
Trigger	1.09734×10^6	N/A	N/A
Nprimary $\Rightarrow 1$	976373	N/A	N/A
$ P_{VZ} < 60$ cm	762572	N/A	N/A
At least one Em object	761831	523044	501294
plug region and $1.1 < \eta < 2.8$	716279	397480	393653
$E_T > 20$ GeV	691829	351248	349682
$MET > 20$ GeV	243650	117236	128068
Isorel < 0.1 , Had/Em < 0.05	90265	43098	47167
Matching track	18181	9357	8824
$0.5 < E/p < 2$	10461	5409	5052

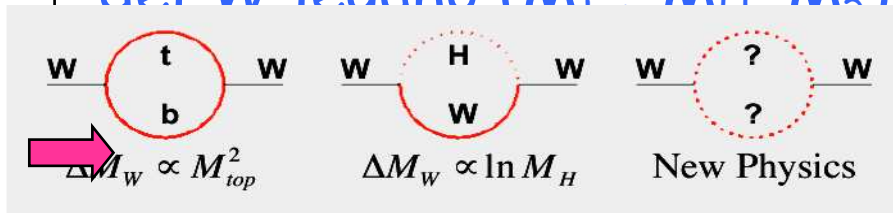


Massa del W

Parametro EWK fondamentale

↳ Ottenuto da un fit al picco Jacobiano di $M_T(W)$ (o dei suoi prodotti di decadimento)

Correzioni radiative al propagatore del W legato (M_t , M_H , M_{NP})

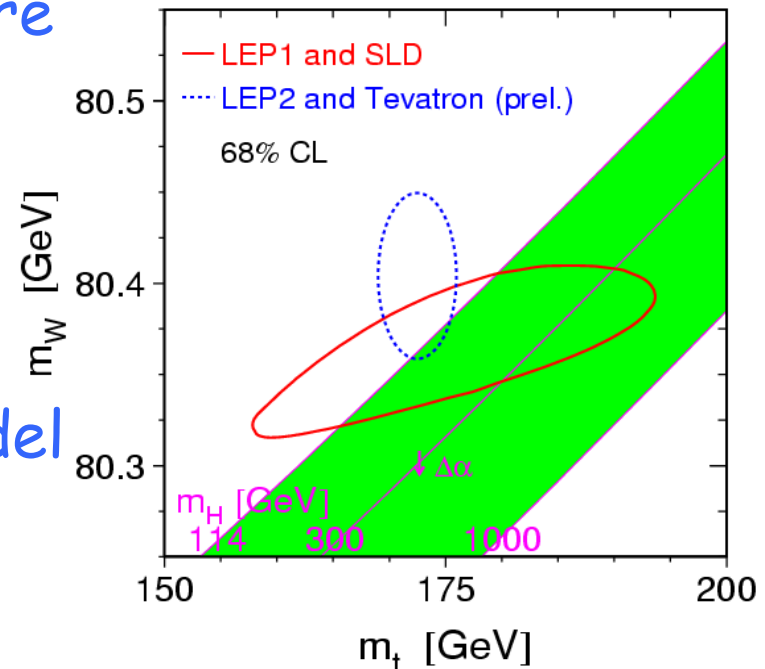


misure di precisione di M_W e M_{top} forniscono dei vincoli alla massa del bosone di Higgs

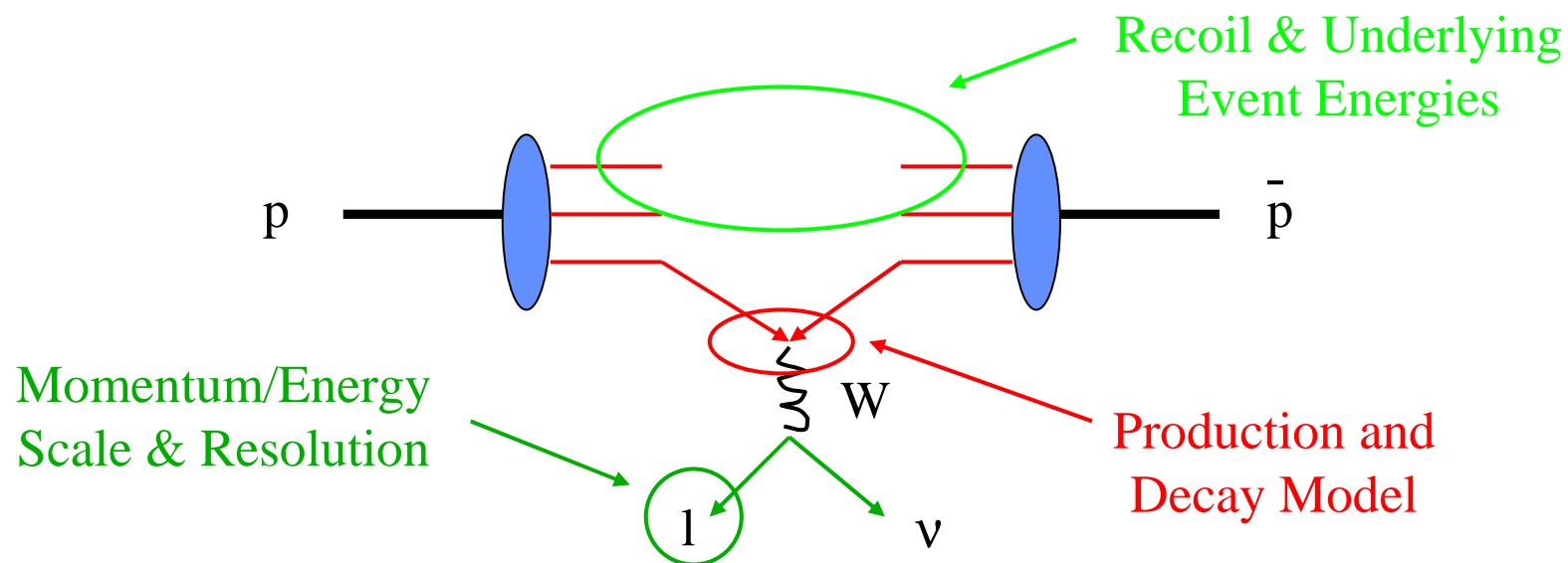
Vincoli equivalenti su M_H richiedono:

$$\delta M_{top} = \pm 1.5 \text{ GeV} \quad (\delta M / M_{top} \sim 1\%)$$

$$\delta M_W = \pm 10 \text{ MeV} \quad (\delta M / M_W < 0.1\%)$$



Misura della massa del W

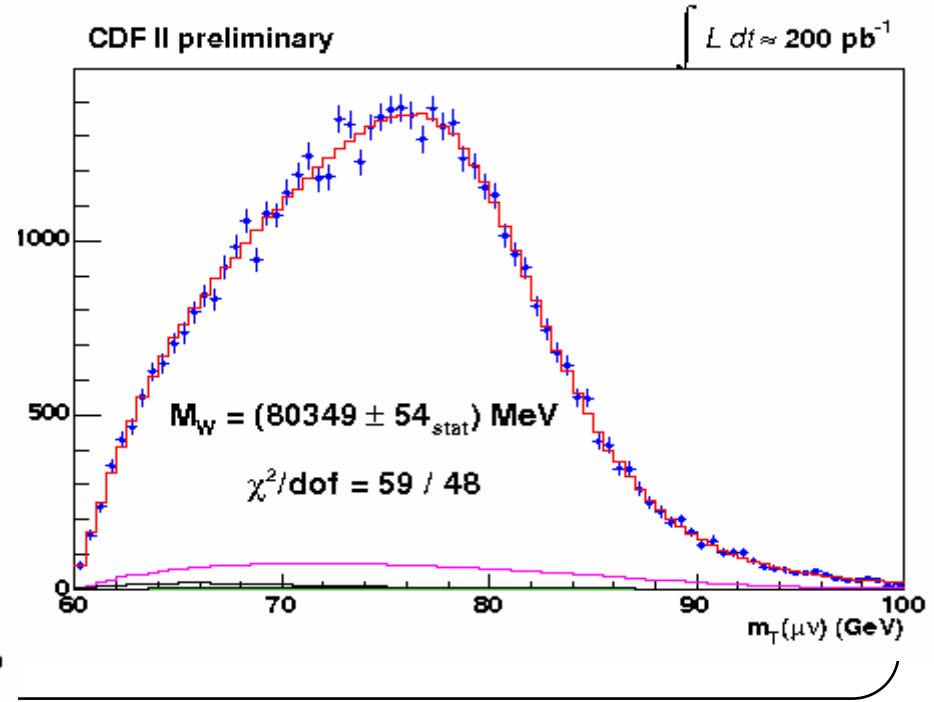
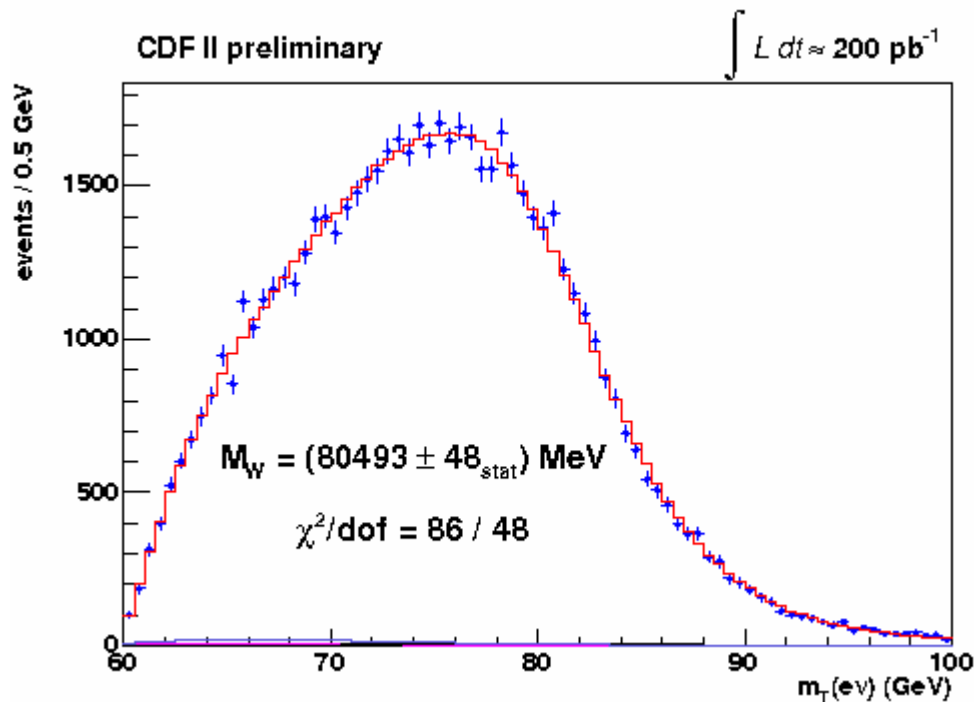


Richiede una comprensione dettagliata (~ 10 MeV) di tutti gli aspetti della produzione ed identificazione del bosone W

W mass

Misura di precisione estrema...

- ↳ Massa trasversa
- ↳ Et del leptone
 - ⇒ Missing ET
 - ⇒ Et leptone carico



Incertezze...

Una misura in cui il controllo della sistematica è tutto..

CDF II preliminary L = 200 pb⁻¹

m_T Uncertainty [MeV]	Electrons	Muons	Common
Lepton Scale	30	17	17
Lepton Resolution	9	3	0
Recoil Scale	9	9	9
Recoil Resolution	7	7	7
u_{ll} Efficiency	3	1	0
Lepton Removal	8	5	5
Backgrounds	8	9	0
$p_T(W)$	3	3	3
PDF	11	11	11
QED	11	12	11
Total Systematic	39	27	26
Statistical	48	54	0
Total	62	60	26

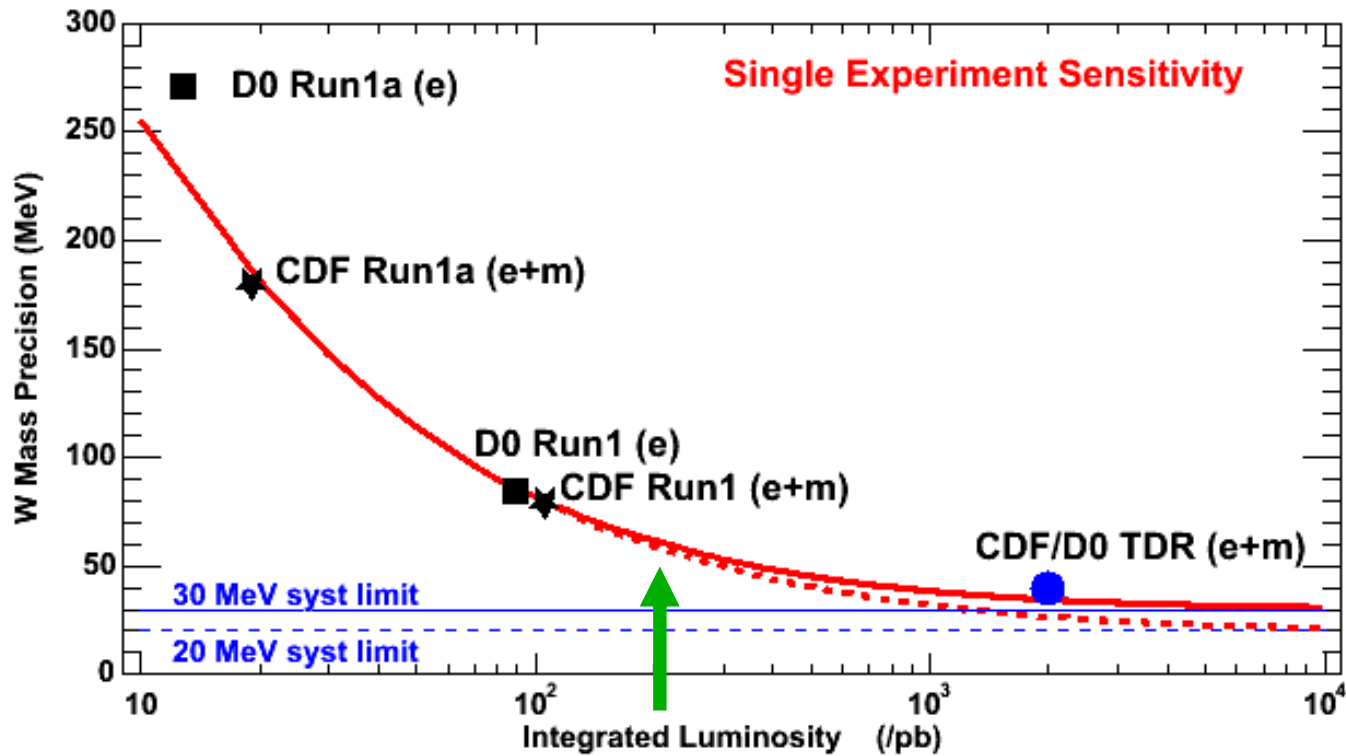
CDF II preliminary L = 200 pb⁻¹

MET Uncertainty [MeV]	Electrons	Muons	Common
Lepton Scale	30	17	17
Lepton Resolution	9	5	0
Recoil Scale	15	15	15
Recoil Resolution	30	30	30
u_{ll} Efficiency	16	13	0
Lepton Removal	16	10	10
Backgrounds	7	11	0
$p_T(W)$	5	5	5
PDF	13	13	13
QED	9	10	9
Total Systematic	54	46	42
Statistical	57	66	0
Total	79	80	42

CDF II preliminary L = 200 pb⁻¹

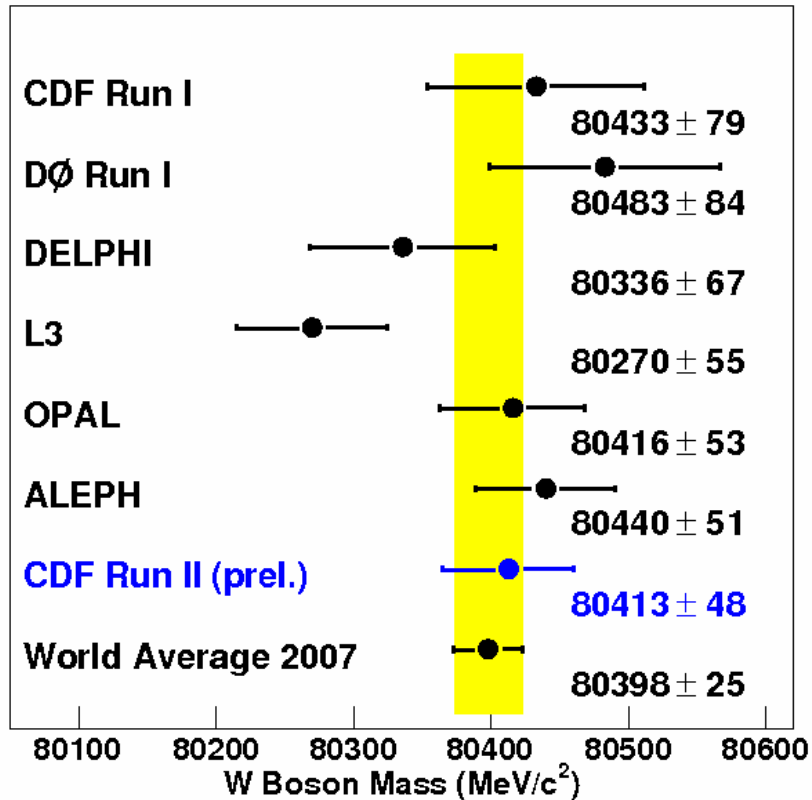
p_T Uncertainty [MeV]	Electrons	Muons	Common
Lepton Scale	30	17	17
Lepton Resolution	9	3	0
Recoil Scale	17	17	17
Recoil Resolution	3	3	3
u_{ll} Efficiency	5	6	0
Lepton Removal	0	0	0
Backgrounds	9	19	0
$p_T(W)$	9	9	9
PDF	20	20	20
QED	13	13	13
Total Systematic	45	40	35
Statistical	58	66	0
Total	73	77	35

More fb⁻¹...



Beyond 1 fb⁻¹ overall uncertainty does not improve significantly without better understanding of systematics.

M_w, M_{top}, Higgs...

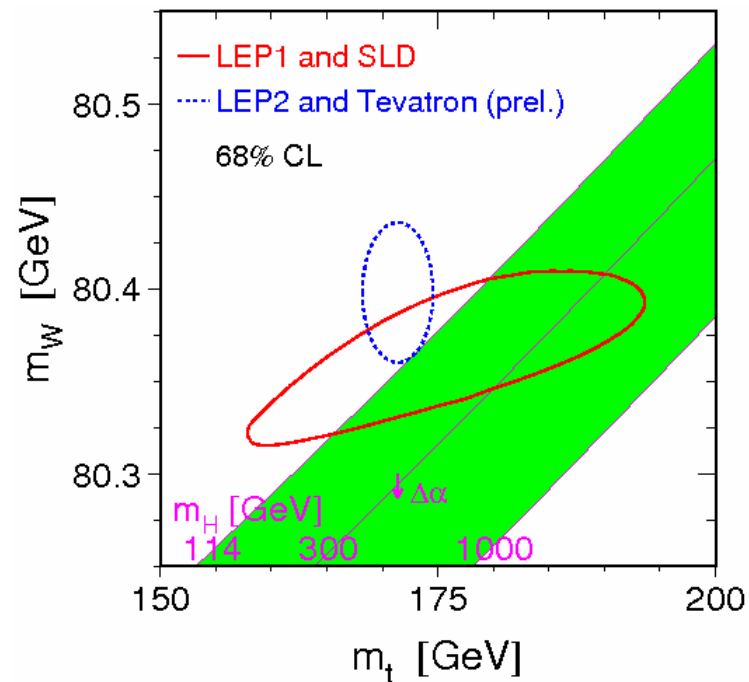


CDF, best M_{top}:

170.9 ± 1.4(stat) ± 1.9(syst) GeV/c²
[170.9 ± 2.4 GeV/c²]

TeV combined: 171.4 ± 2.1 GeV/c²

New M_w



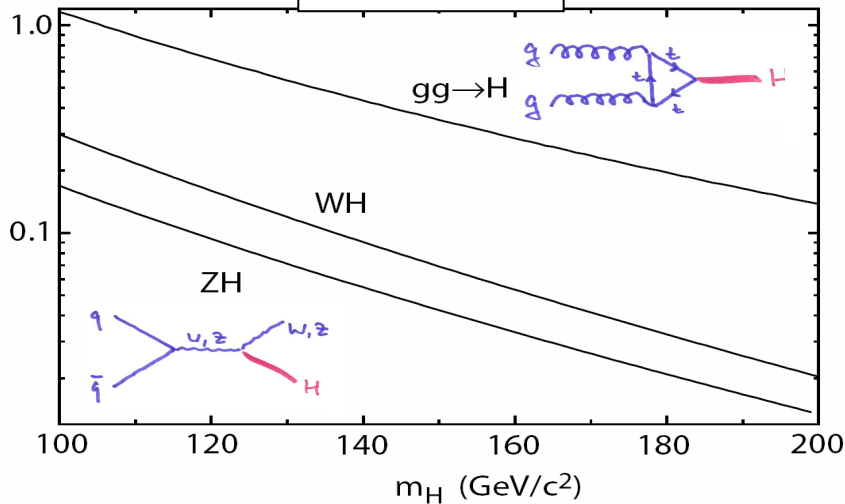
- CDF aims at controlling individual uncertainties to 10 MeV level to produce overall $\delta M_W = 25$ MeV.
- D0 expects to achieve $\delta M_W = 40$ MeV.

M_H < 153 GeV/c² @95 % CL

Cercare l'Higgs?

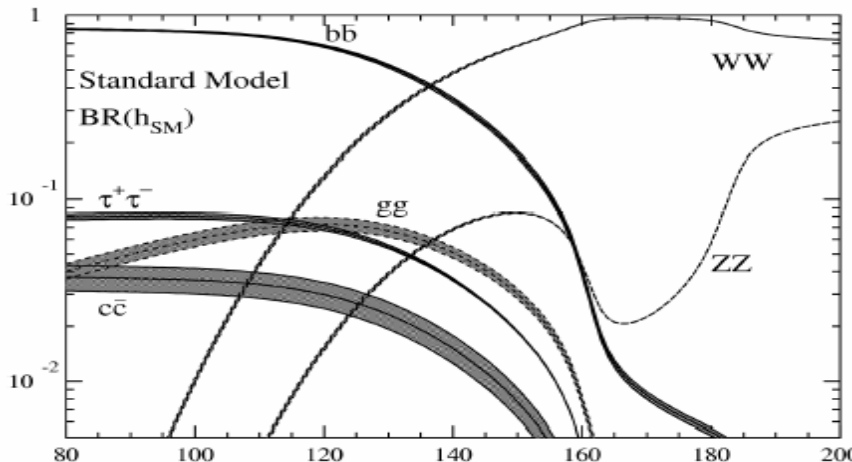
Un Higgs leggero o pesante?

Production

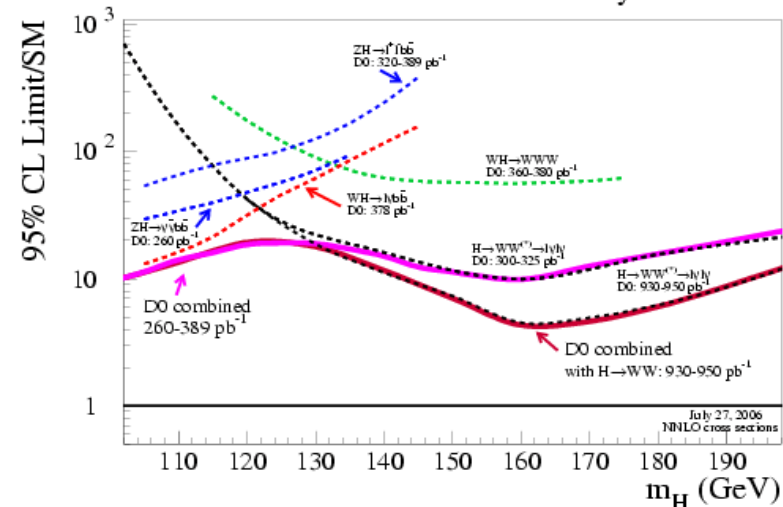


CDF ha un punto di forza nel b-tagging
 D0 nella copertura dei leptoni e nell'omogeneità del calorimetro

Le sezioni d'urto indicano che bisogna lavorare con decadimenti a BF ragionevole...



D0 Run II Preliminary



CDF e D0, 1 fb⁻¹

ICHEP 06

m_H (GeV)	Limit/SM Exp.	Obs.
115	7.6	10.4
130	10.1	10.6

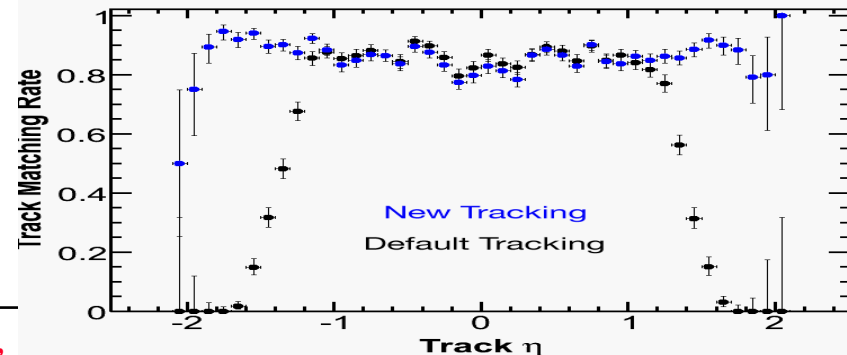
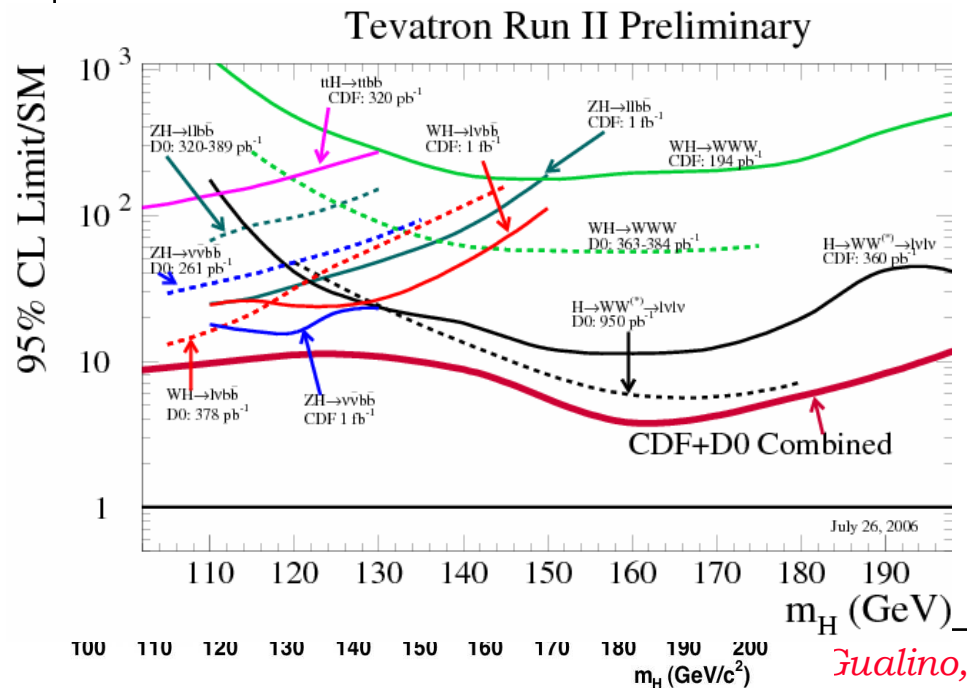
160	5.0	3.9
180	7.5	5.8

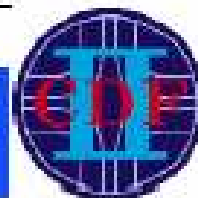
Possiamo fare di meglio?

- ☞ Ottimizzazione selezione
- ☞ Ottimizzazione b-tagging
- ☞ Z→bb (risoluzione in ΔM)
- ☞ Tracking..
- ☞ Benefici variano al variare del canale..

Un esempio concreto

- ⇒ "Default tracking" capito (misure fisica)
- Abbiamo capito come riguadagnare eff





Miglioramenti...

C'è una tabella "ufficiale"

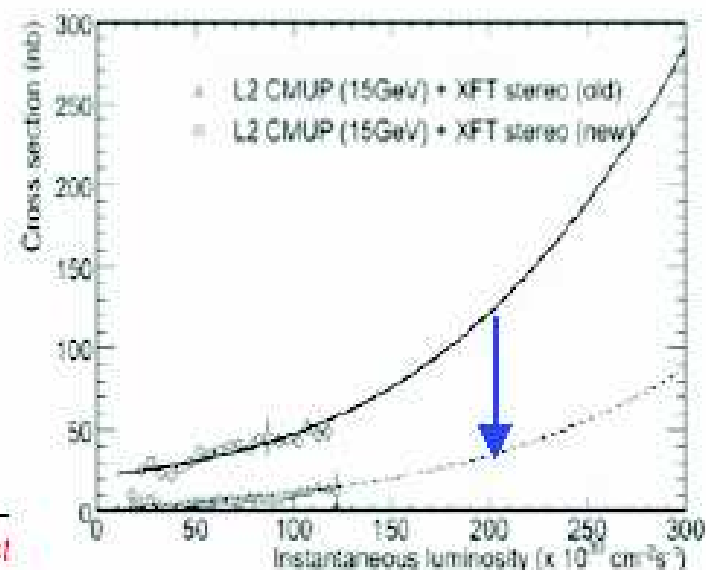
Luminosity Equivalent (s/\sqrt{b})²

Improvement	WH→lvbb	ZH→vvbb	ZH→llbb
Mass resolution	1.7	1.7	1.7
Continuous b-tag (NN)	1.3	1.5	1.5
Forward b-tag	1.1	1.1	1.1
Forward leptons	1.3	1.0	1.6
Track-only leptons	1.4	1.0	1.6
NN Selection	1.75	1.75	1.0
WH signal in ZH	1.0	2.7	1.0
Product of above	8.9	13.3	7.2
CDF+DØ combination	2.0	2.0	2.0
All combined	17.8	26.6	14.4

Ma non è completa:
Ad esempio manca il canale $H \rightarrow WW^*$

....
Ma mancano anche i problemi:

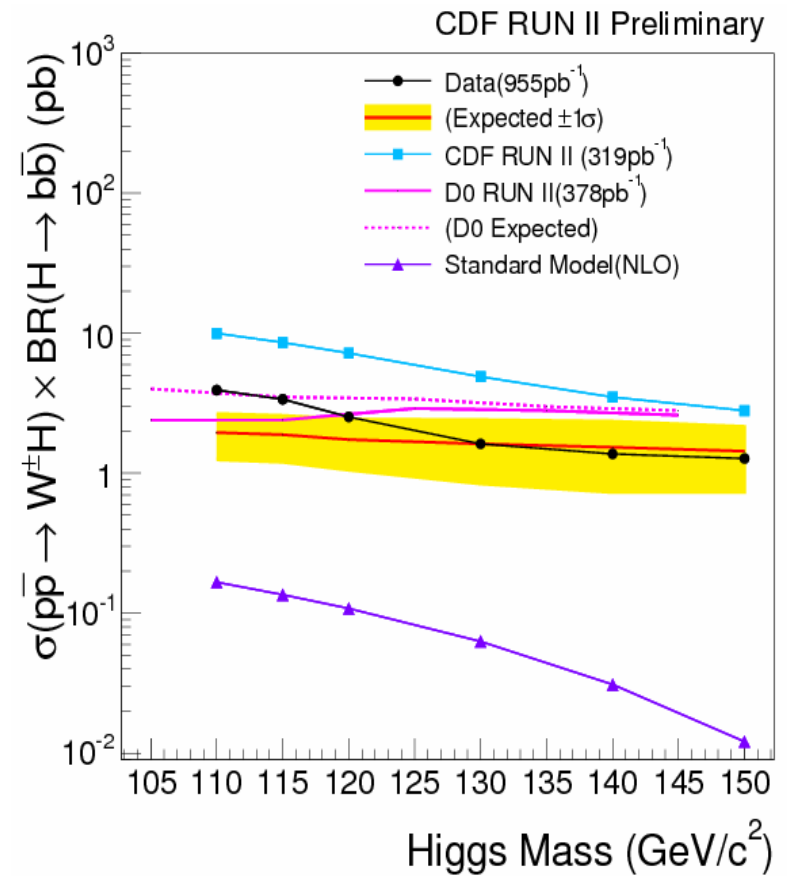
- Trigger di μ ad alta luminosità (curato da upg XFT)



CDF, $WH \rightarrow l\nu bb$

1 fb⁻¹

Higgs Mass (GeV/c ²)	Upper Limit (pb)	
	Observed	Expected
110	3.9	2.2
115	3.4	2.2
120	2.5	2.0
130	1.6	1.8
140	1.4	1.7
150	1.3	1.5



Conclusione

La vera ricchezza di un esperimento

