



Università degli Studi di Torino
Facoltà di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali
Corso di Laurea in Fisica

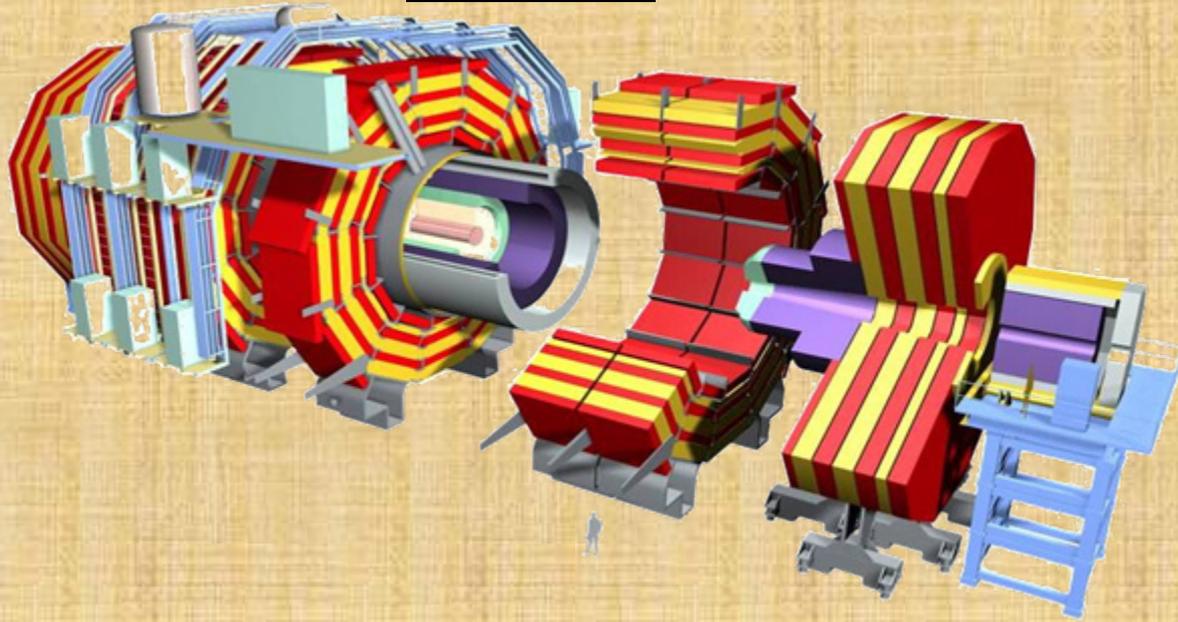
Studio della velocità di deriva nelle camere a muoni
dell'esperimento CMS al CERN con i primi dati di
collisioni protone-protone

Candidato
Filippo Pisano

Relatore
Dott. Nicola C. Amapane

Sessione di Laurea del 5 Ottobre 2010

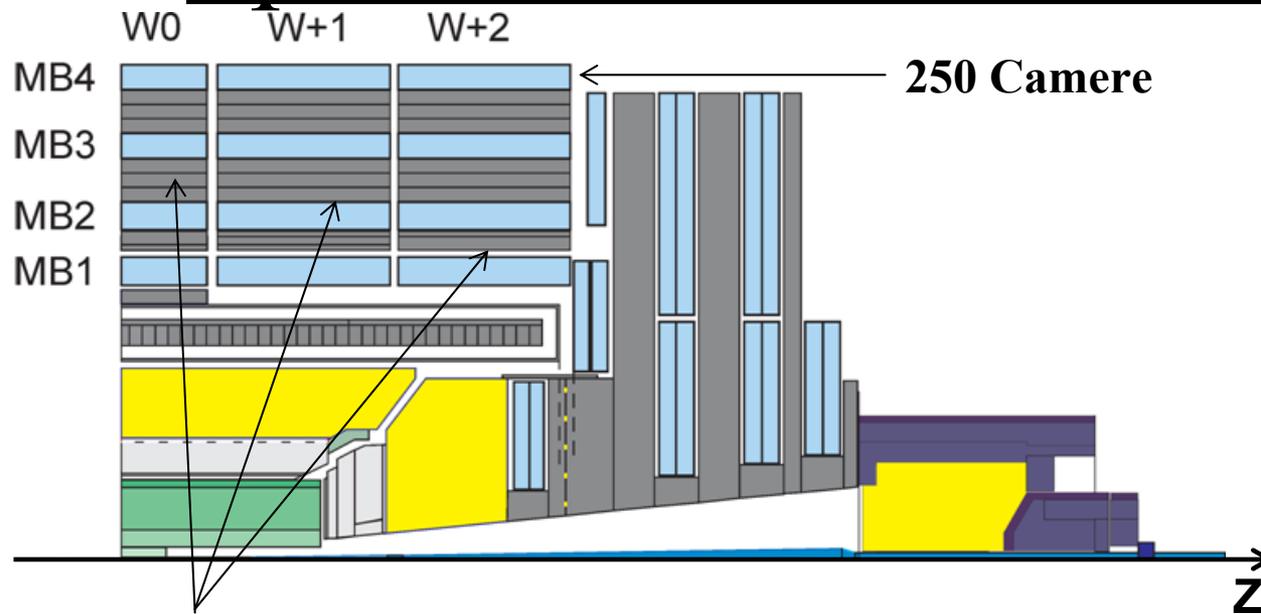
CMS



Il rivelatore CMS dispone di uno **spettrometro a muoni** integrato nel giogo di ritorno del campo magnetico

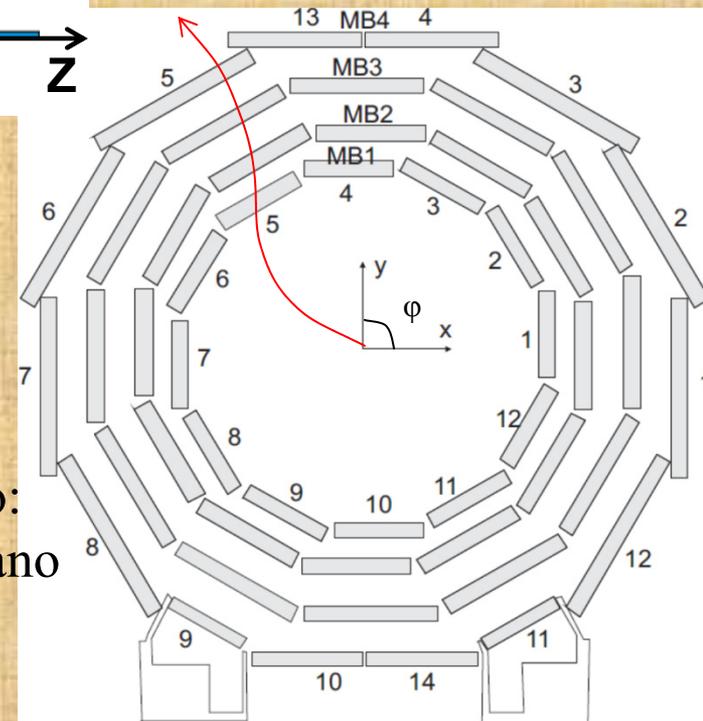
- Le particelle prodotte nelle collisioni p-p vengono rivelate tramite diversi tipi di rivelatori a gas:
 - Resistive Plate Chambers (RPC) presenti in tutto lo spettrometro
 - Cathode Strip Chambers (CSC), nella regione in avanti
 - **Camere a Deriva o Drift Tubes (DT)**, nella regione centrale, sulle quali verte il mio lavoro

Spettrometro a Muoni di CMS



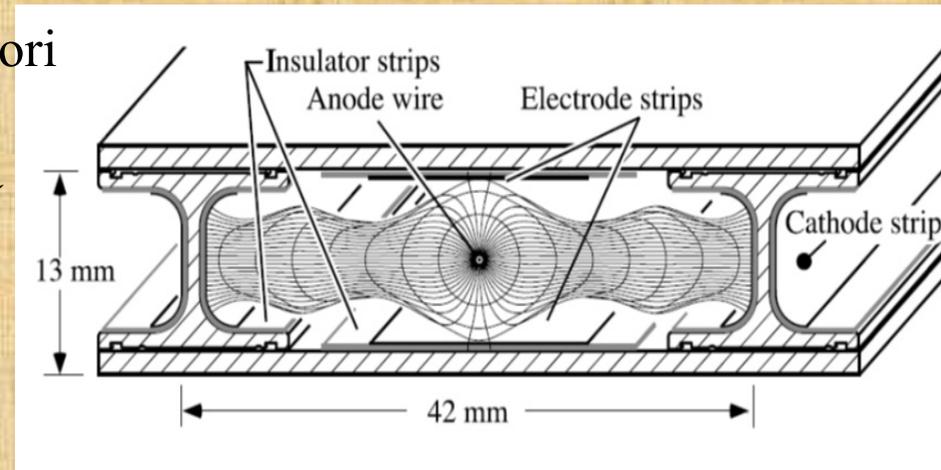
- 5 "Wheel" numerate da W-2 a W+2
- 4 strati detti "Stazioni" : MB1, MB2, MB3, MB4
- 12 "Settori" azimutali

Le particelle cariche sono curvate dal campo magnetico: dalla misura del raggio di curvatura della traccia nel piano x-y si risale al **momento trasverso p_T** delle particelle.



Obiettivi

- Le camere a deriva di CMS sono rivelatori a gas costituiti da **celle indipendenti**
 - Nella cella, un sistema di elettrodi genera un campo elettrico quasi uniforme
 - Un filo anodico raccoglie gli elettroni prodotti per ionizzazione dalle particelle incidenti



La posizione della traccia viene determinata sulla base del **tempo di deriva** degli elettroni

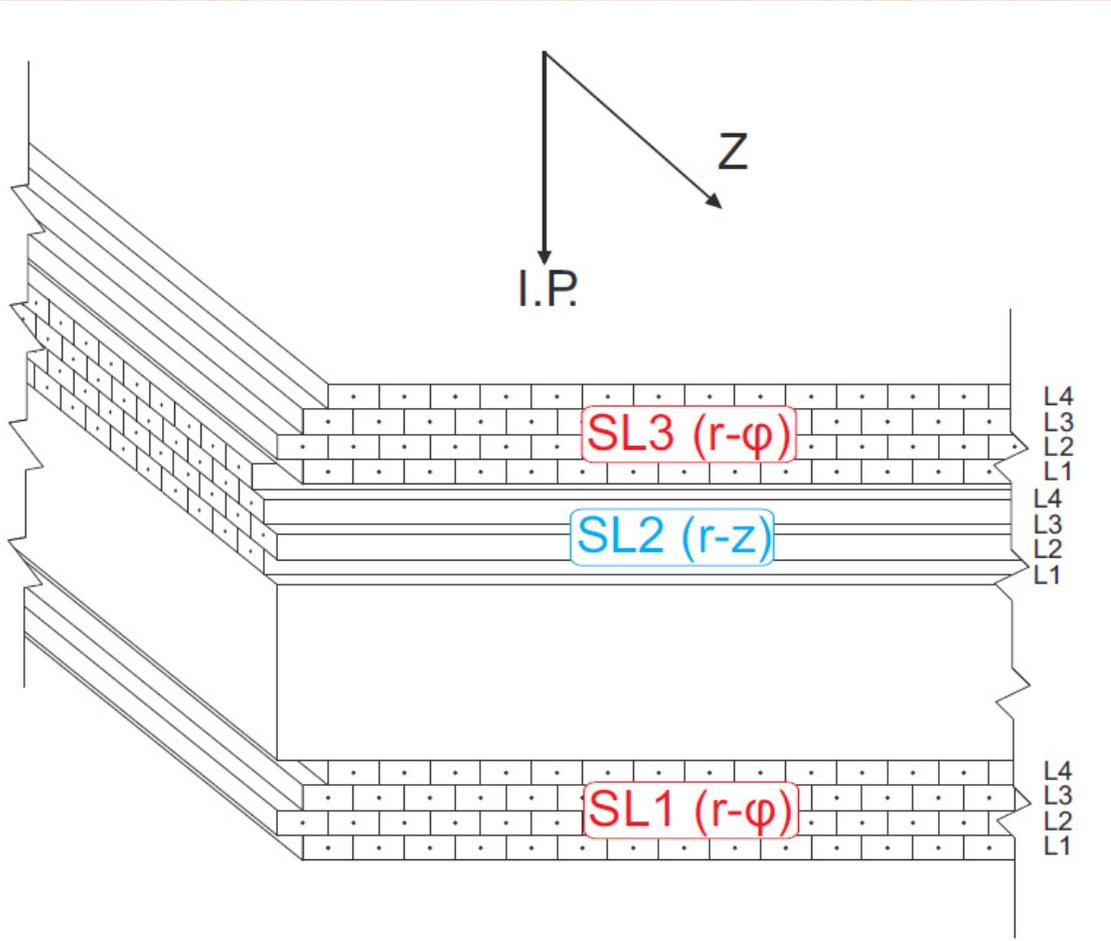
Campo uniforme → **La relazione fra posizione della traccia e tempo di drift è lineare.**

La velocità (effettiva) con la quale gli elettroni raggiungono il filo è detta

Velocità di deriva v_d .

Mi sono occupato di studiare la variazione della v_d nelle varie camere e valutare l'effetto che ha sulla ricostruzione dei muoni prodotti nelle collisioni

Struttura delle camere



- Uno strato di celle è un **"Layer"**
- 4 Layer sovrapposti, sfasati di mezza cella, formano un **"SuperLayer "** (SL)
- Una **"Camera"** è costituita di 3 SuperLayer
 - I **SL1** e il **SL3** misurano le coordinate nel piano di bending ϕ
 - il **SL2** misura la coordinata Z

La stazione 4 non è fornita di **SL2** che misurino la coordinata Z

Ricostruzione

La ricostruzione è il processo che porta dal tempo misurato alla definizione della traiettoria delle particelle

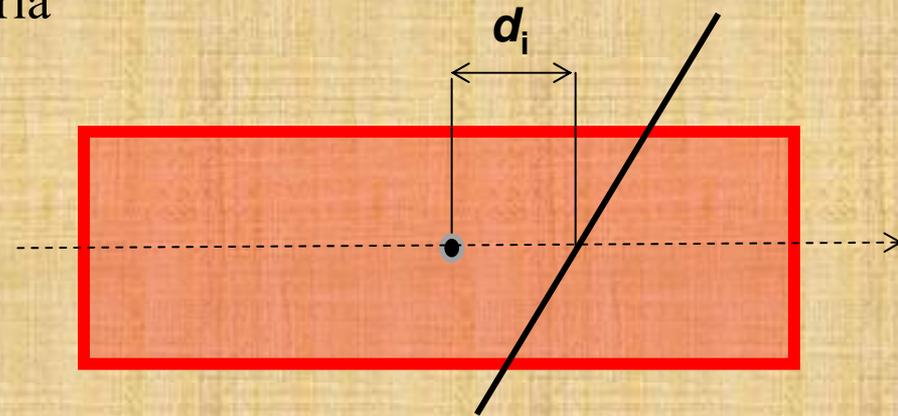
Ogni misura in una cella è detta "Hit"

La distanza della traccia dal filo è calcolata come:

$$d_i = (t_i - t_0)v_d$$

- t_i : tempo misurato
- t_0 : piedistallo temporale
- $v_d = 54.3 \mu\text{m/ns}$

Calcolata da test beam e misure sui raggi cosmici; dipende dalla contaminazione della miscela di Ar/CO₂ e, in maniera effettiva, dal campo magnetico e dall'inclinazione della traccia.



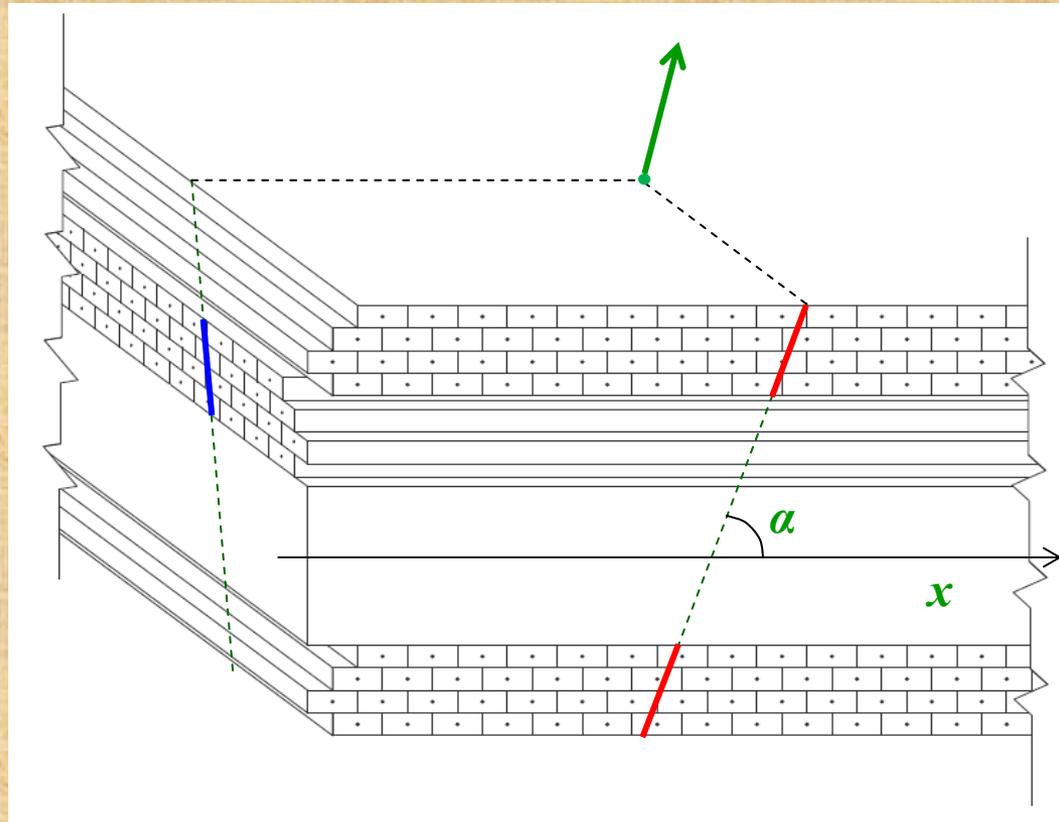
Ricostruzione (2)

Gli hit nei vari Layer vengono combinati in "Segmenti"

•Pattern Recognition

- Selezione degli hit appartenenti a una traccia e risoluzione dell'ambiguità dx/sx

- Fit Lineare dei parametri (x, α) indipendentemente nei SL Z e ϕ



Misura di v_d

Nel SL ϕ , con 8 hits a disposizione, è possibile eseguire un fit mantenendo t_0 e/o v_d come parametri liberi insieme ai parametri x e α del segmento

- Questo algoritmo è stato sviluppato in CMS per la ricostruzione dei raggi cosmici
- Calcola le correzioni Δt_0 e Δv_d rispetto ai valori impostati

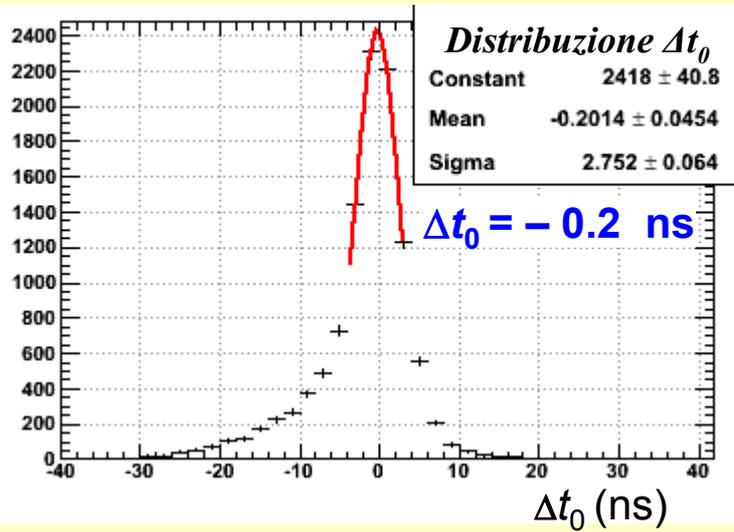
Ho usato questo algoritmo su un campione di eventi con muoni al fine di

- ottenere per ogni segmento le **correzioni rispetto al valore di v_d fissato.**
- calcolare i **valori medi della correzione per ogni camera**
- studiare l'effetto della variazione:
ri-costruzione degli hits con la velocità v_d corretta

Fit a 4 parametri

Fit di Δt_0 con $v_d = 54.3 \mu\text{m/ns}$ fissata

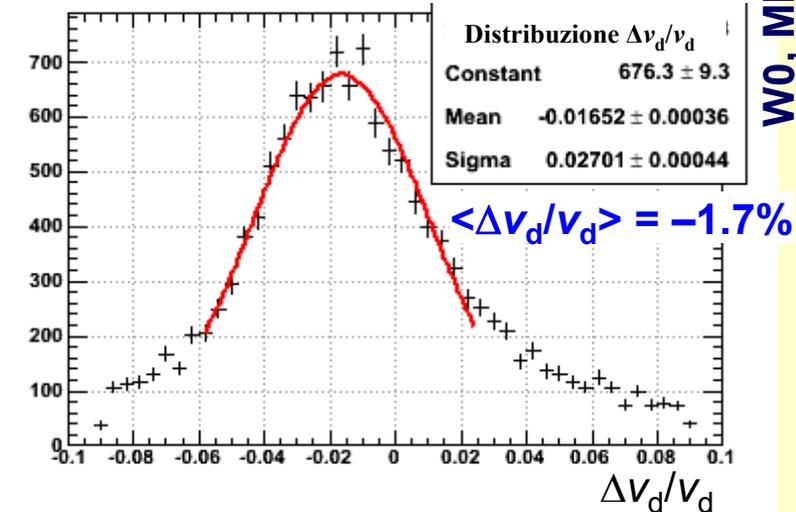
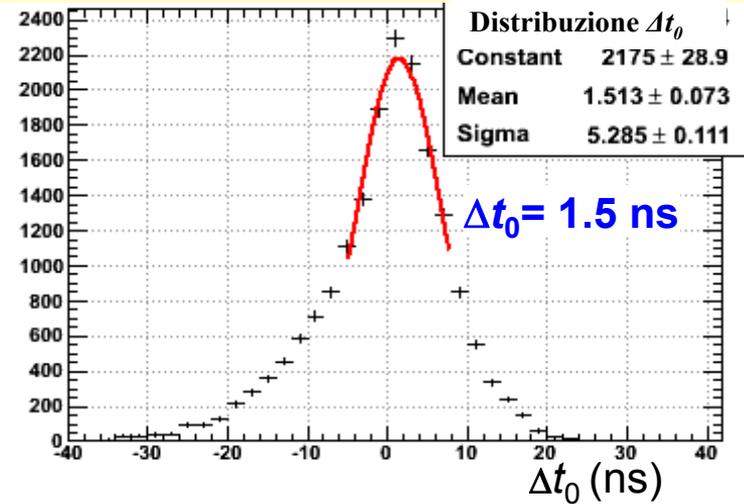
Esempio: W0, MB1, tutti i settori



Eseguendo il fit dei segmenti lasciando libero anche $\Delta v_d/v_d$ il picco del Δt_0 si sposta
 effetto atteso: Δv_d e Δt_0 sono grandezze correlate

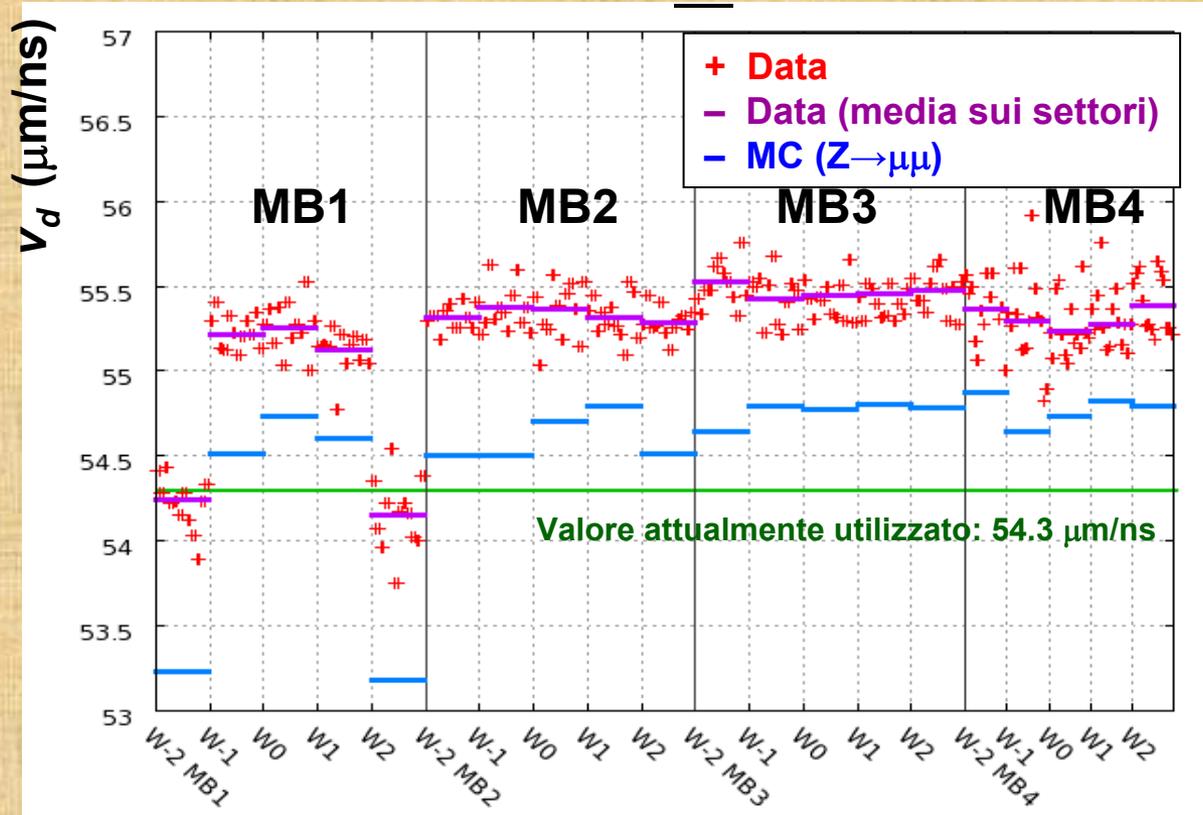


Fit lasciando liberi sia t_0 sia $\Delta v_d/v_d$:



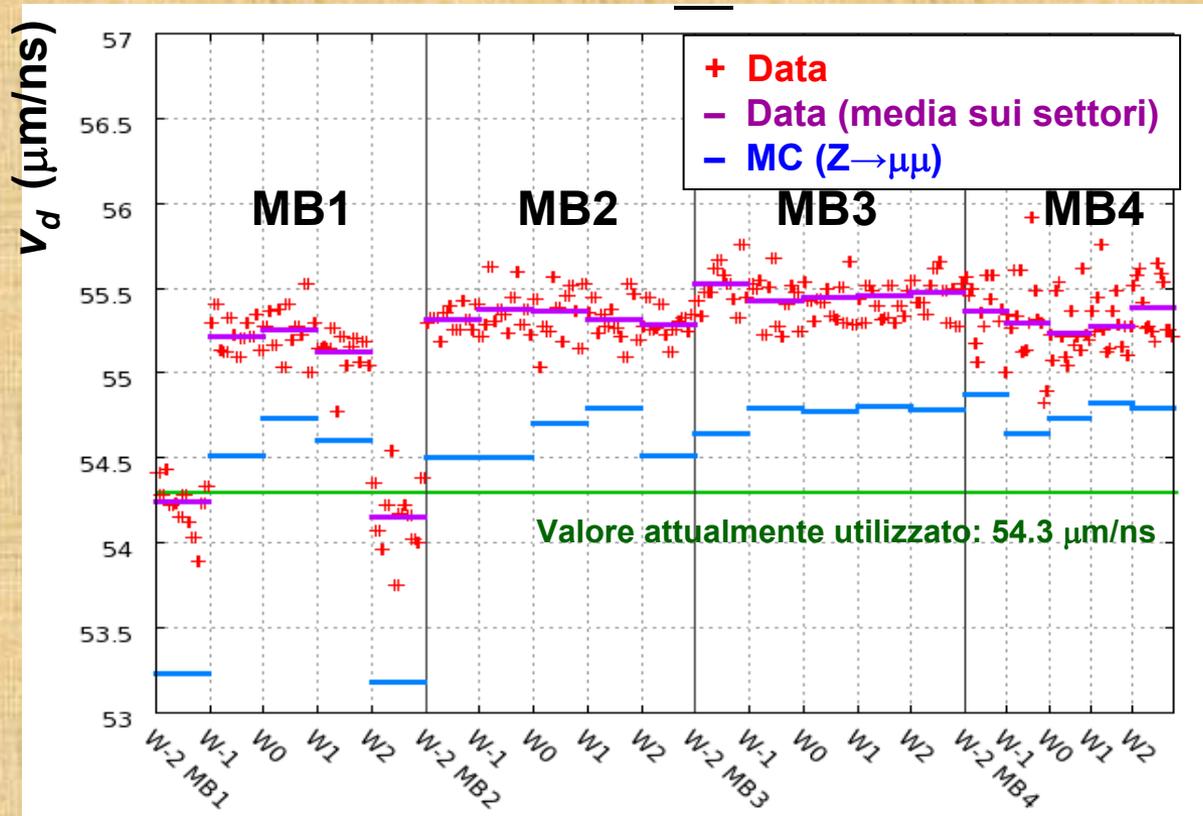
W0, MB1, tutti i settori

Risultati: v_d misurata



- In generale v_d maggiori di $\approx 1,8\%$ rispetto al valore attualmente utilizzato
- Valori minori in $W_{\pm 2}$, MB1
 - Effetto del campo magnetico in queste camere - già osservato su raggi cosmici
- Simmetria fra Wheel positive e negative

Risultati: v_d misurata

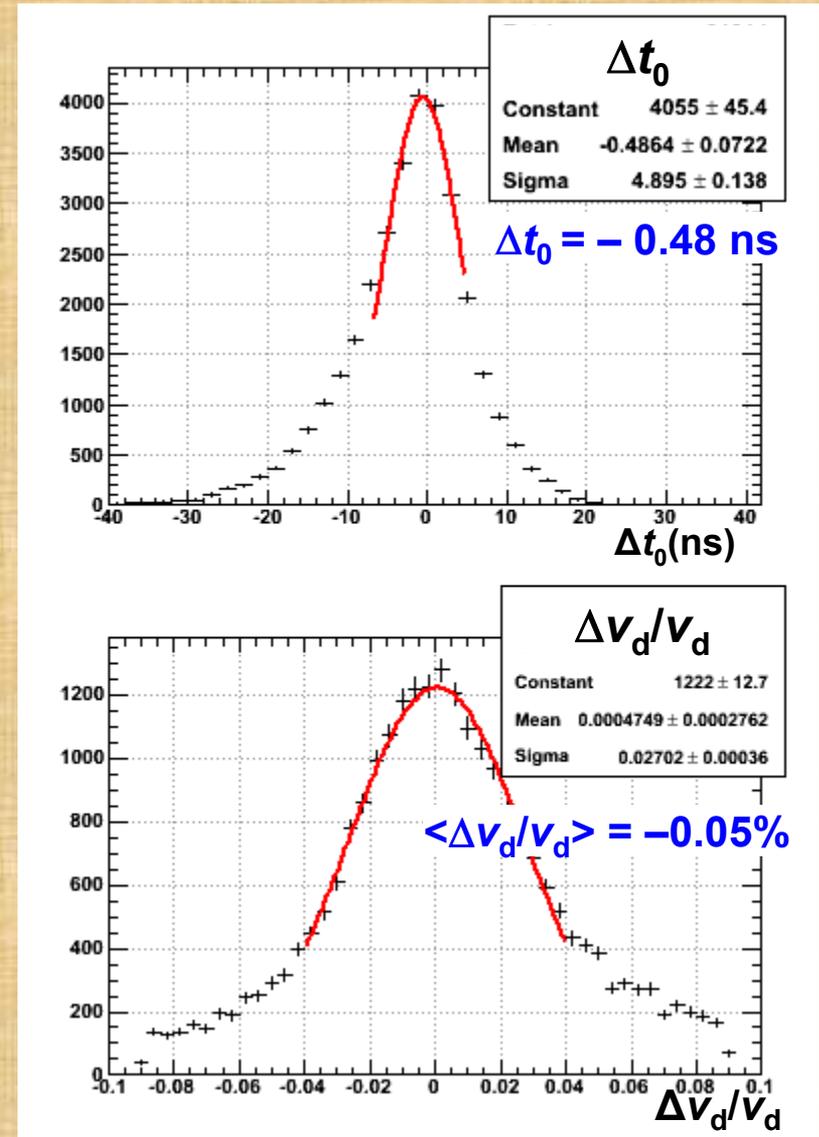


- Piccola dispersione sui settori \rightarrow uso valore medio
- Simulazione: valori minori, stesso andamento

“Closure Test”

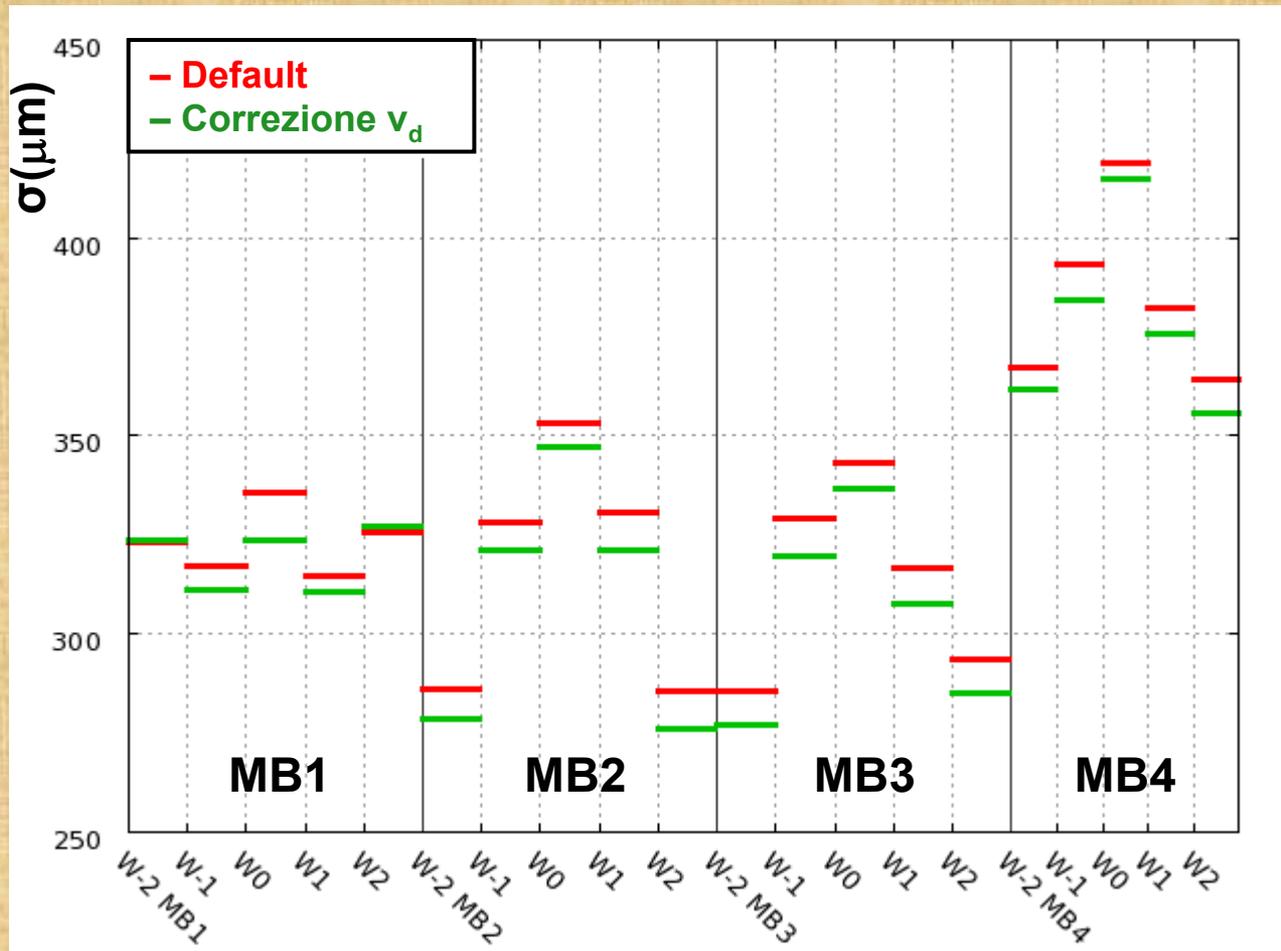
- Ri-costruzione dei segmenti con le correzioni appena descritte
- Ricalcolo di $\Delta v_d/v_d$
- Le correzioni residue sono trascurabili

L' algoritmo di ricostruzione converge



Esempio: W0, MB1, tutti I settori

Effetto sulla ricostruzione

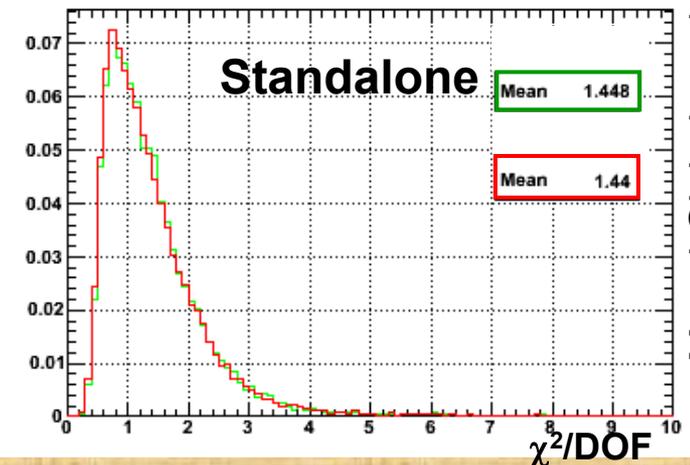
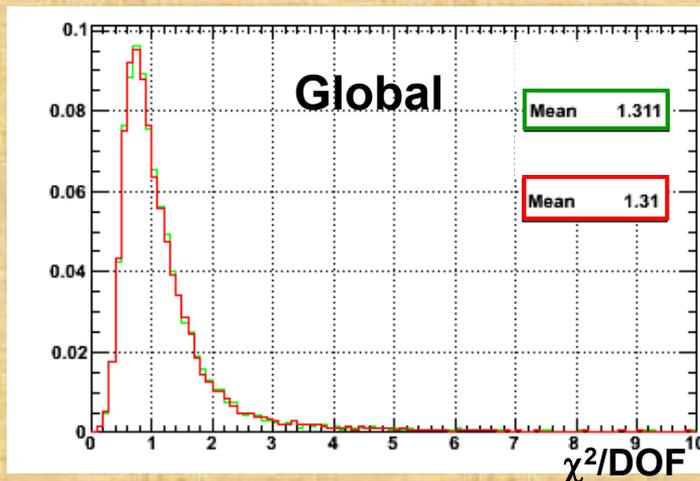
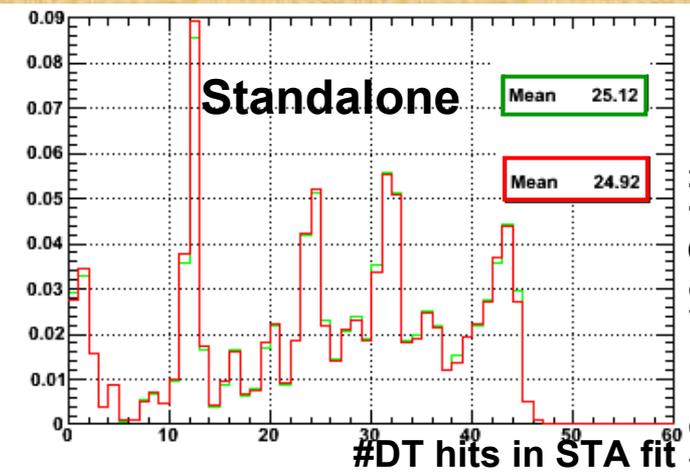
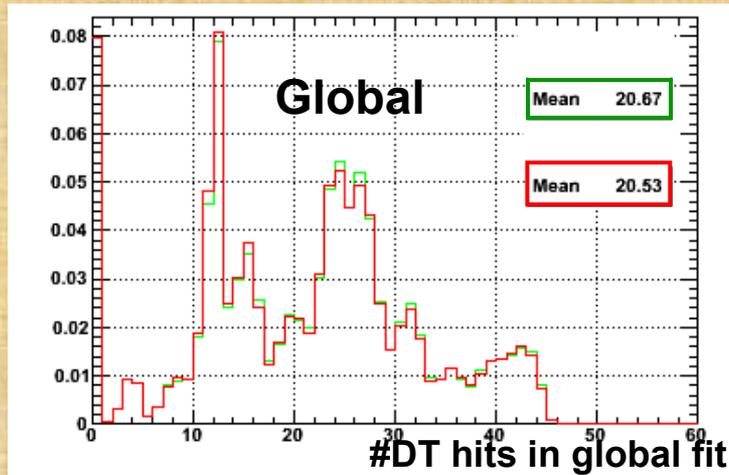


Le correzione della v_d migliora la risoluzione, seppur in modo modesto

Validazione

Global: Tracce ricostruite sia nel tracciatore interno che nel sistema Muoni

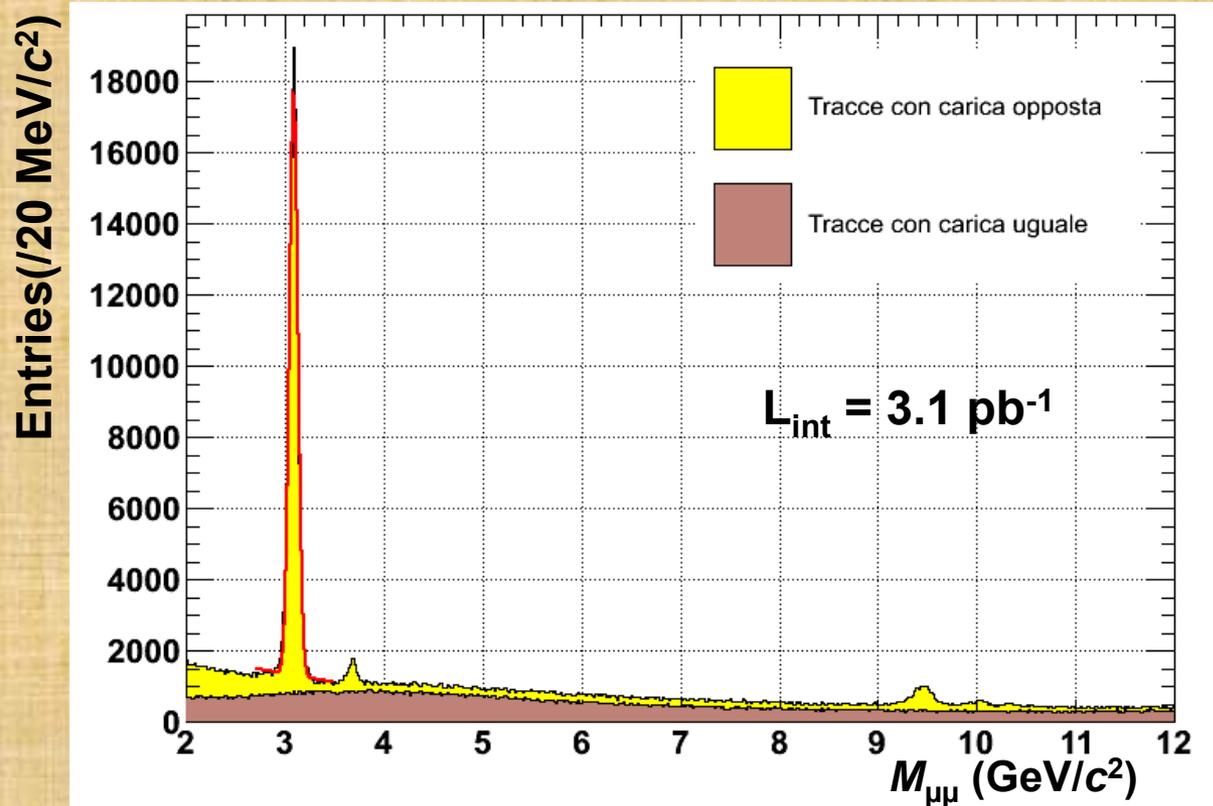
StandAlone: Tracce ricostruite soltanto nel sistema Muoni



Muoni Global con $|\eta| < 1.2$, $p_T > 10$ GeV/c

- La correzione non ha pregiudicato la bontà della ricostruzione.
 - Non ci si aspettano significativi miglioramenti per muoni nel range di momento attualmente accessibile

Uno sguardo ai muoni nel campione



Massa Invariante J/ ψ PDG $3096.916 \pm 0.011 \text{ MeV/c}^2$

Fit picco: $3090.2 \pm 0.2 \text{ (stat) MeV/c}^2$

$\sigma = 44 \text{ MeV} \rightarrow$ Risoluzione su $M_{\mu\mu} \approx 1,4\%$

Conclusioni

Studio dell'algoritmo per la misura della v_d sui dati

- L'algoritmo converge
- Le velocità di deriva calcolate risultano superiori al valore attualmente in uso.
- La correzione migliora la risoluzione delle camere, sebbene in maniera modesta.
- Non si osservano effetti indesiderati nella ricostruzione delle tracce.
- Ho presentato questo studio alla riunione del gruppo di lavoro delle DT di CMS
(28/09/2010 - "CMS Muon Barrel Workshop")

Grazie dell'attenzione

*Grazie al Dott. Amapane per la generosissima quantità di tempo
ed energie che mi ha dedicato;*

ai miei tre;

*a tutti gli amici: hanno impreziosito la mia esperienza
incalcolabilmente più di quanto la sola Fisica avrebbe potuto.*

Back-Up

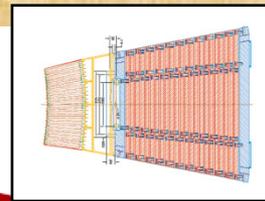
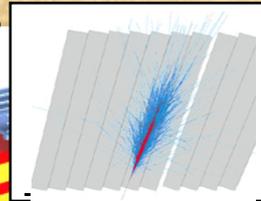
Dettagli rivelatori CMS

SUPERCONDUCTING COIL

Total weight : 12,500 t
 Overall diameter : 15 m
 Overall length : 21.6 m
 Magnetic field : 4 Tesla

CALORIMETERS

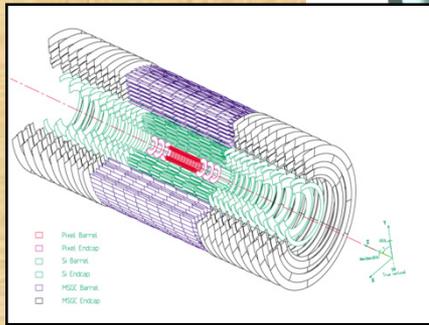
ECAL Scintillating $PbWO_4$ Crystals
HCAL Plastic scintillator brass sandwich



brass sandwich

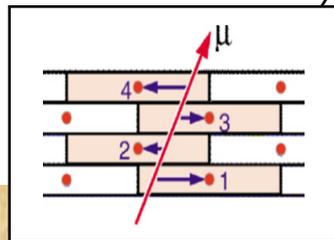
IRON YOKE

TRACKER

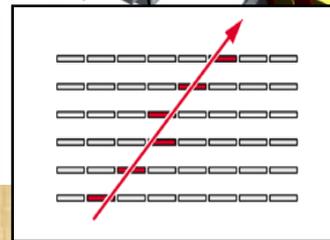


Silicon Microstrips Pixels

MUON BARREL

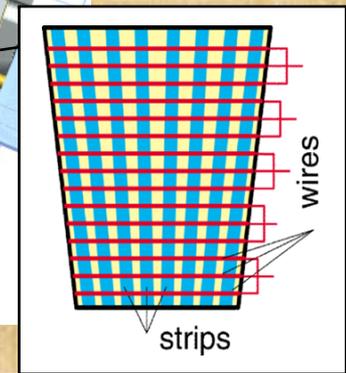


Drift Tube Chambers (DT)



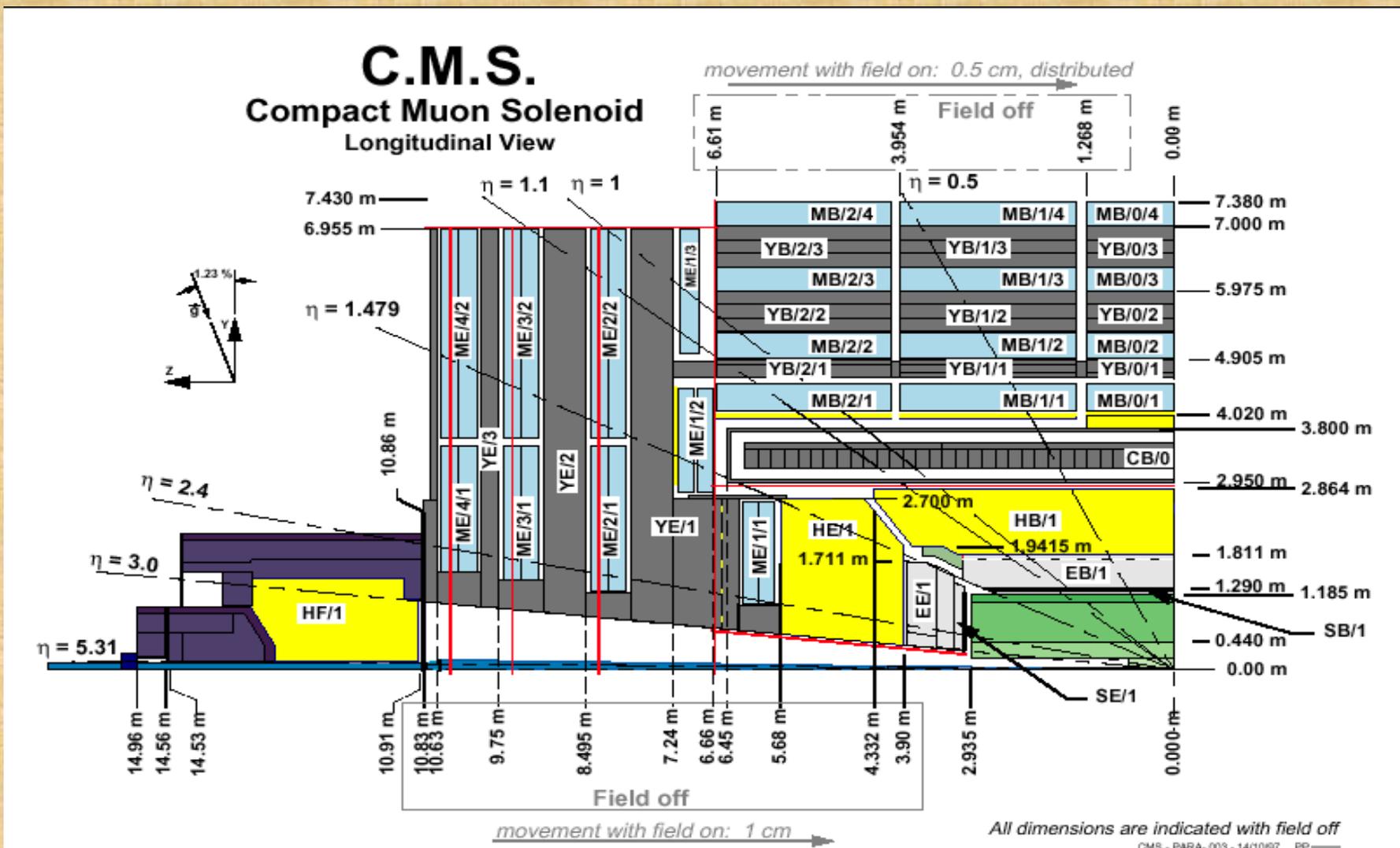
Resistive Plate Chambers (RPC)

MUON ENDCAPS

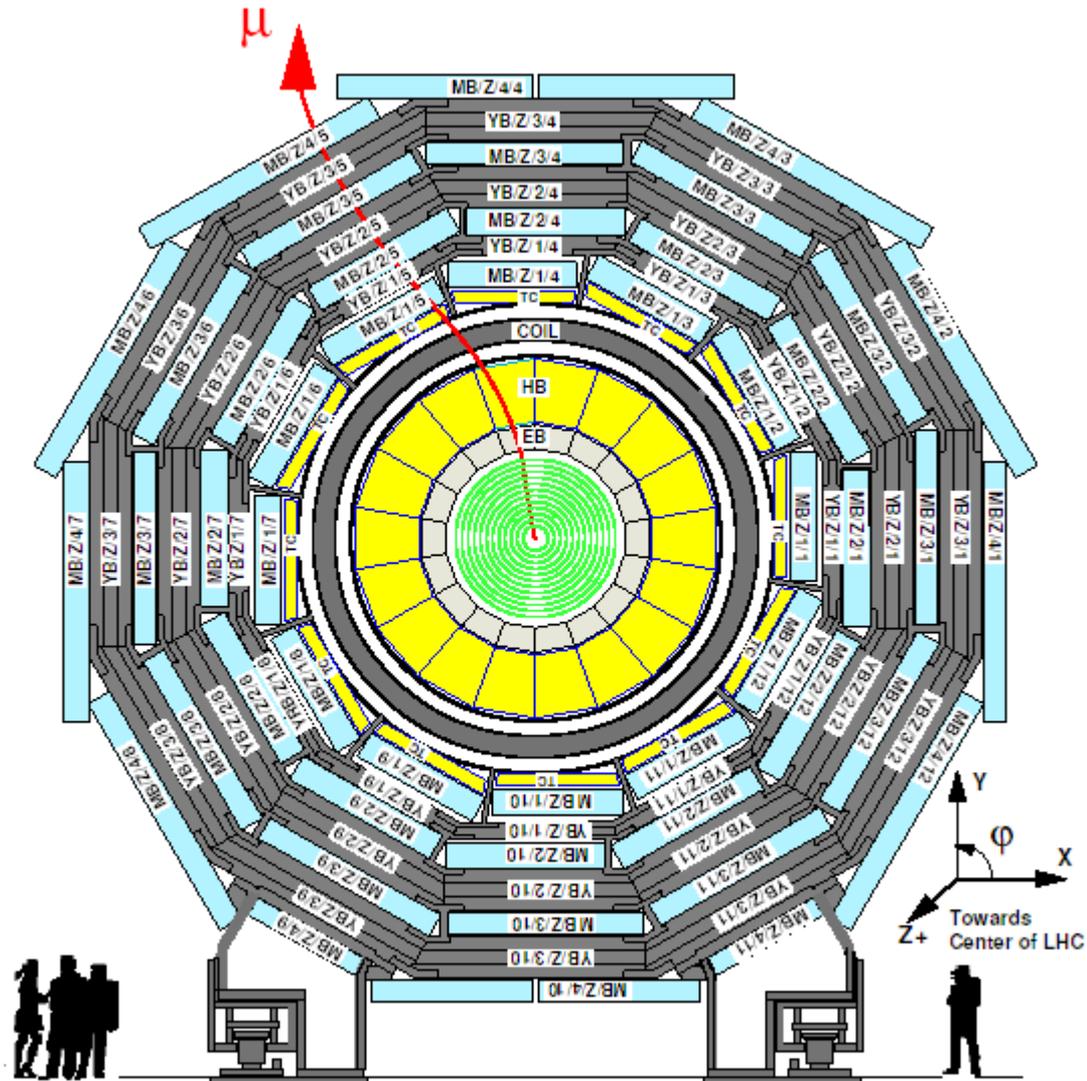


Cathode Strip Chambers (CSC)
 Resistive Plate Chambers (RPC)

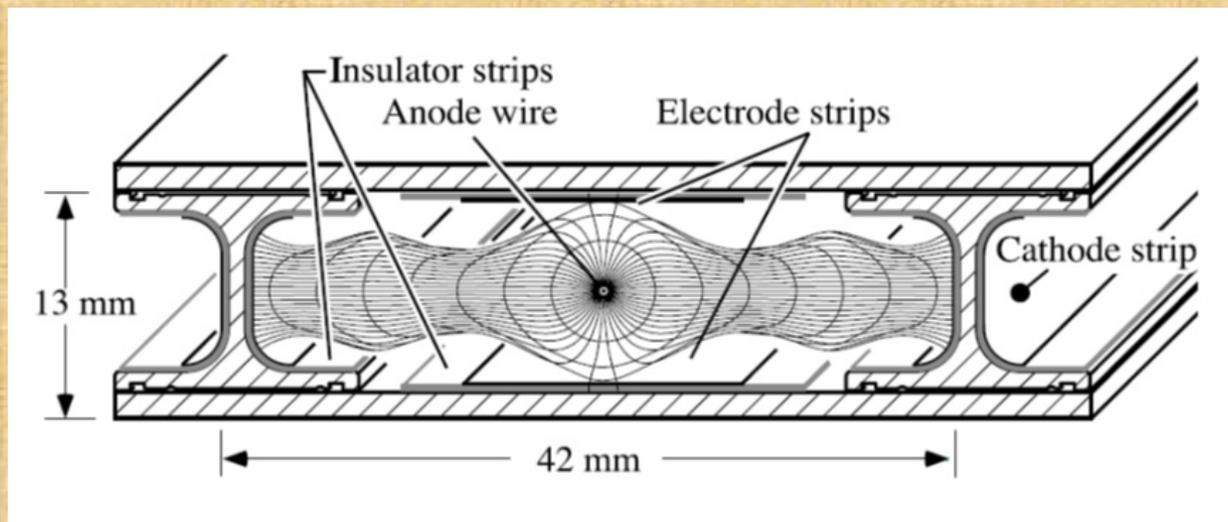
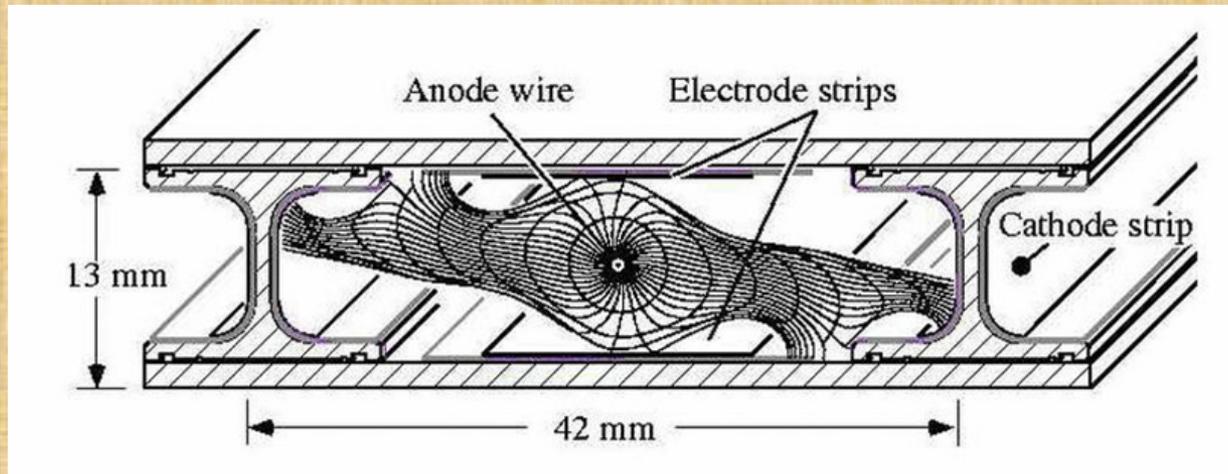
Dimensioni CMS



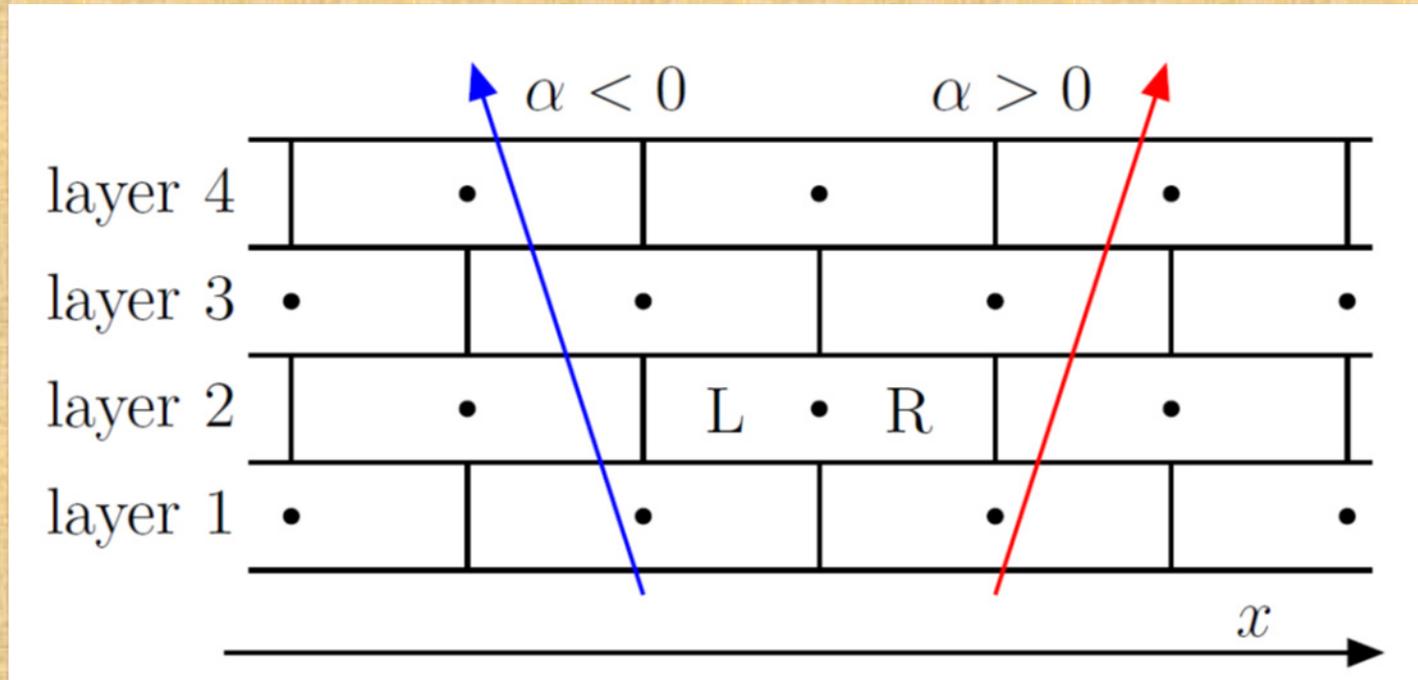
CMS



Distorsione delle linee di Drift dovuta al campo magnetico residuo



Superlayer, angolo α

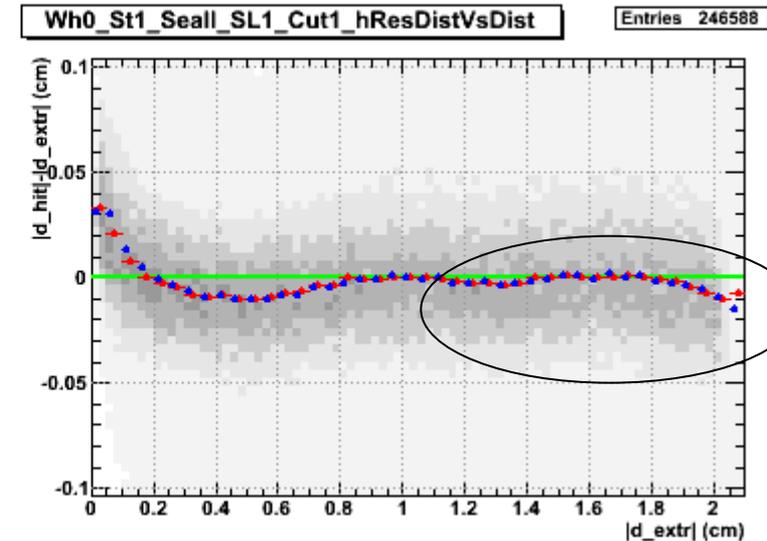
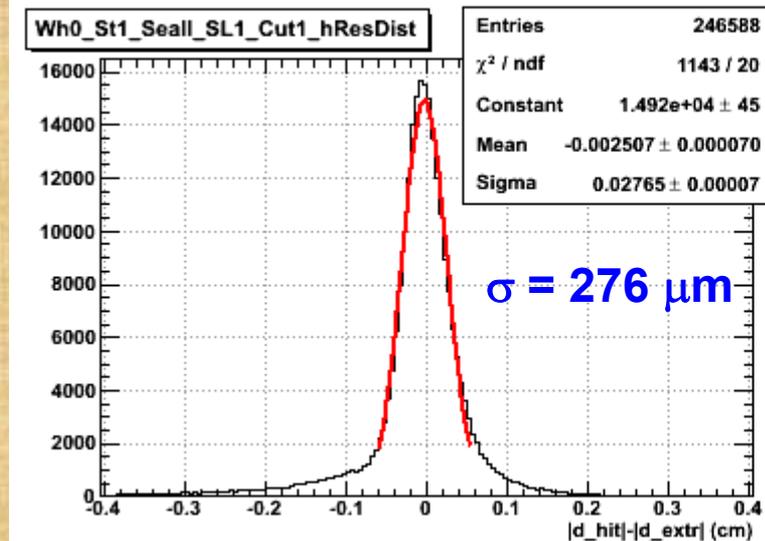
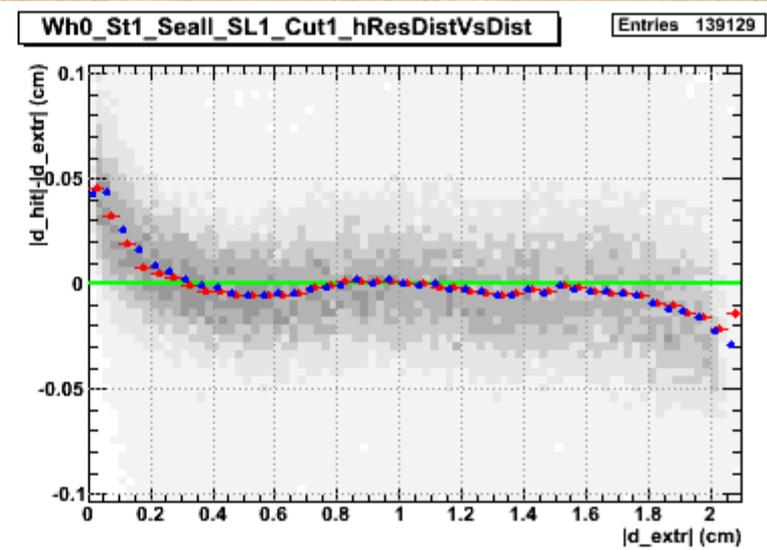
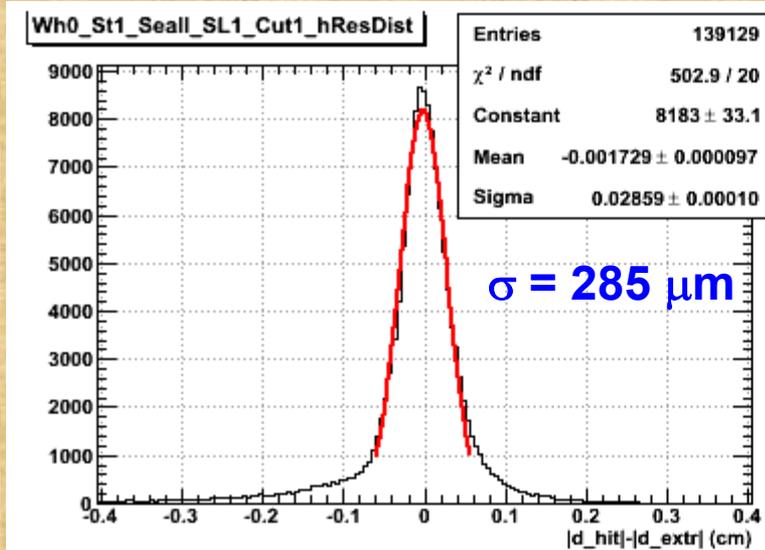


Miglioramento dei Residui (e.g.: W0 MB1)

CMSSW 3.8.2
default



Correzione V_d



- Miglioramento nella larghezza dei residui
- La dipendenza del residuo rispetto alla distanza dal filo è più lineare