



**Incontri di Fisica delle Alte Energie**  
**28 aprile 2011**

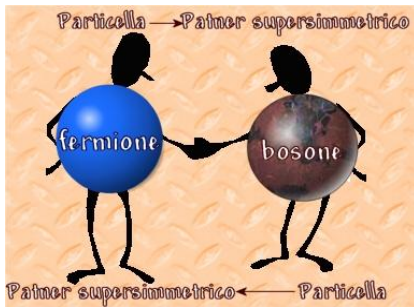
**RICERCA DI HEAVY STABLE  
CHARGED PARTICLES CON IL  
RIVELATORE CMS A LHC**

Marco Meneghelli  
Università di Bologna & INFN

# HSCP – OLTRE IL MODELLO STANDARD

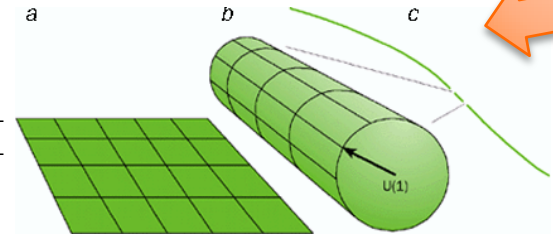
Materia oscura ?  
Gerarchia ?  
GUT ?

$$\mathcal{L} = -\frac{1}{4}F_{a\mu\nu}F_a^{\mu\nu} + i\bar{\psi}\gamma^\mu D_\mu\psi + \psi^T \lambda\psi h + h.c. + |D_\mu h|^2 - V(h) + \underbrace{\mathcal{L}_{NP}}$$



SUSY

EXTRA DIMENSIONI



Alcune versioni di queste teorie predicono l'esistenza di particelle "HSCP" cariche, supermassive, con lunghe vite medie ( $> \sim 10$  ns)

MSSM

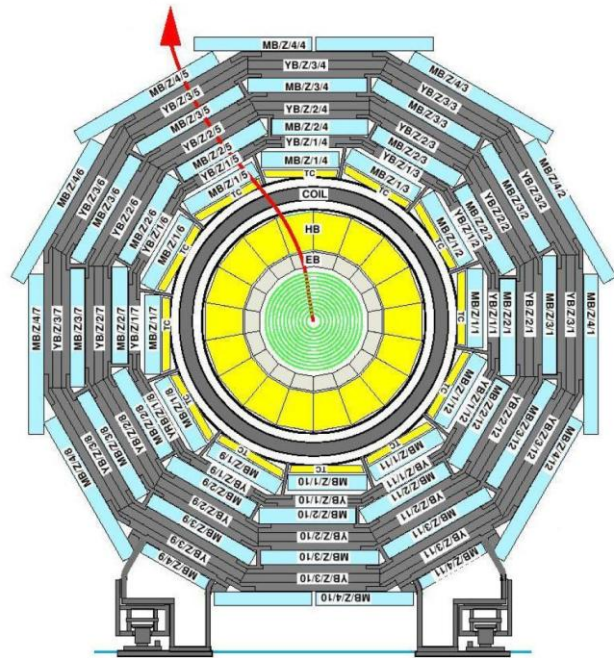
GMSB

SplitSUSY

UED

HSCP	stop	HSCP	stau	HSCP	gluino	HSCP	kk-tau
Carica	Elet/Colore	Carica	Elettrica	Carica	Colore	Carica	Elettrica
Massa	$> \sim 200$ GeV	Massa	$> \sim 200$ GeV	Massa	$> \sim 200$ GeV	Massa	$\sim 300$ GeV
Sezione d'urto	$< \sim 10$ pb	Sezione d'urto	$< \sim 1$ pb	Sezione d'urto	$< \sim 1$ nb	Sezione d'urto	$\sim 20$ fb

# RICERCA DI HSCP A CMS



Il comportamento delle HSCP dentro il rivelatore dipende dal tipo di carica:

**Elettrica:** simil muoni

**Colore:** adronizzazione, R-adroni, fenomeni come “charge flipping”

Contraddistingue in maniera univoca le HSCP dalle particelle

Standard il fatto che, pur prodotte con alti momenti, non sono iper relativistiche.

**Trigger:** muoni,  $E_t^{\text{miss}}$ ,  $E_t^{\text{sum}}$ , jet

Dagli studi su montecarlo, un'efficienza globale di trigger al di sopra del 70% per le HSCP con carica elettrica, mentre per le portatrici di colore si spazia dal 45% al 95%

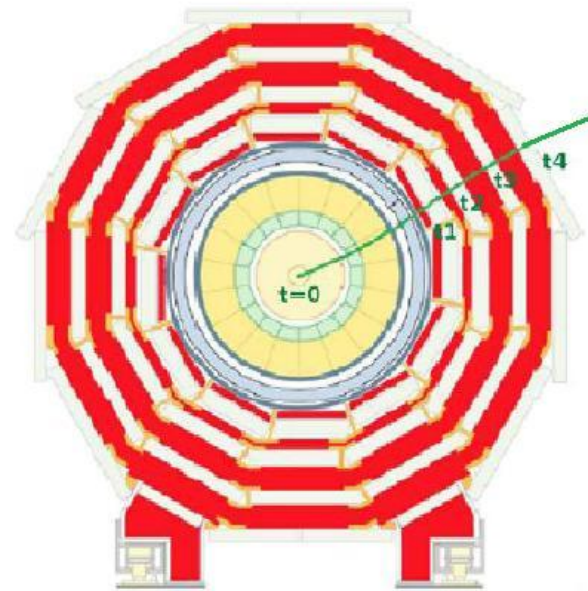
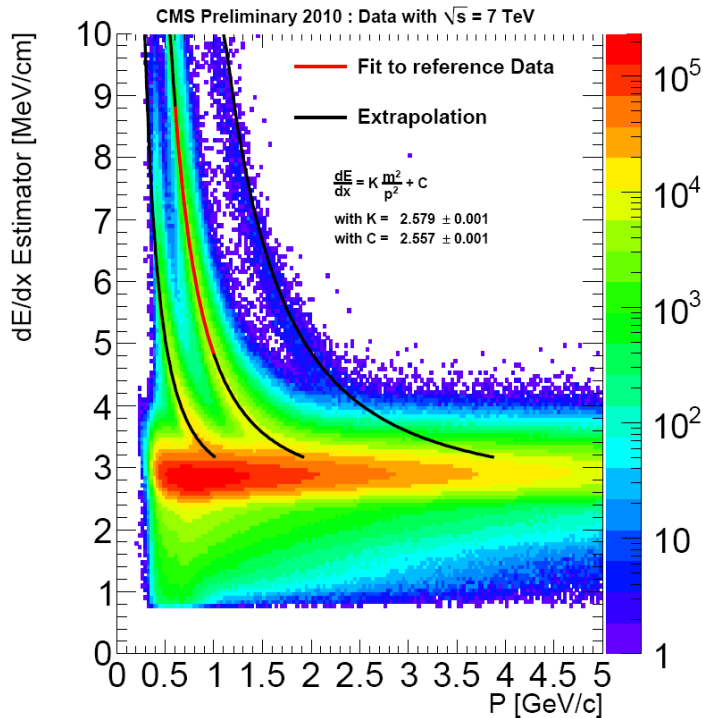
$$m = p \sqrt{\frac{1}{\beta^2} - 1} \quad \beta < 1$$

Fondamentale è la misura di beta

# RICERCA DI HSCP A CMS – LA MISURA DI BETA

La misura di beta a CMS viene fatta nel tracciatore, sfruttando la ionizzazione specifica  $dE/dx$ ...

...oppure nel sistema muonico, valutando il tempo di volo (TOF)



$$\beta^{-1} \propto \sqrt{\frac{dE}{dx}}$$

$$\beta^{-1} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{TOF_i}{dist_i}$$

Le due misure sono indipendenti

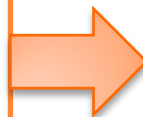
# RICERCA DI HSCP A CMS NEL 2010

Ricerca su  $3.06 \text{ pb}^{-1}$  sfruttando la ionizzazione specifica del tracciatore nelle strip al silicio. La distribuzione degli statistici è dipendente dal numero  $N$  di misure per traccia.

La massa è valutata con un'approssimazione della Bethe-Block, i cui parametri ( $K$ ,  $C$ ) sono calibrati con misure su adroni a basso momento.

Valore più probabile di  $dE/dx$

$$I_h = \left( \frac{1}{N} \sum_i c_i^k \right)^{1/k} \quad k = -2$$



Relazione tra ionizzazione specifica, massa e momento

$$I_h = K \frac{m^2}{p^2} + C$$

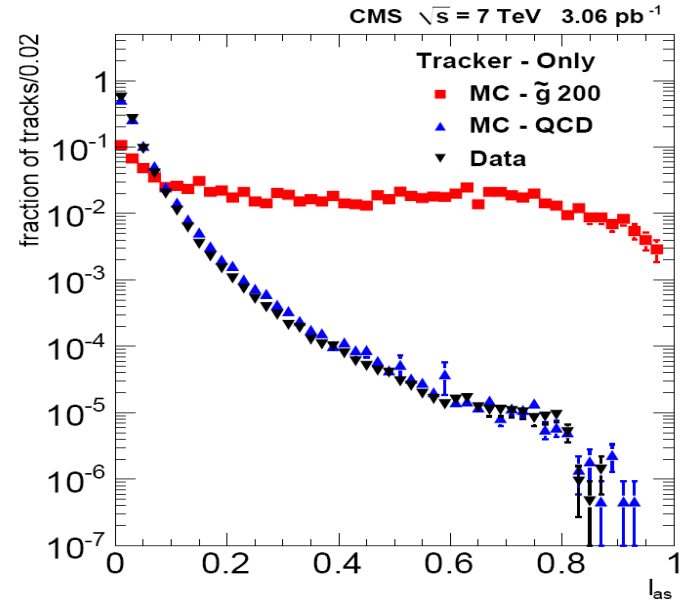
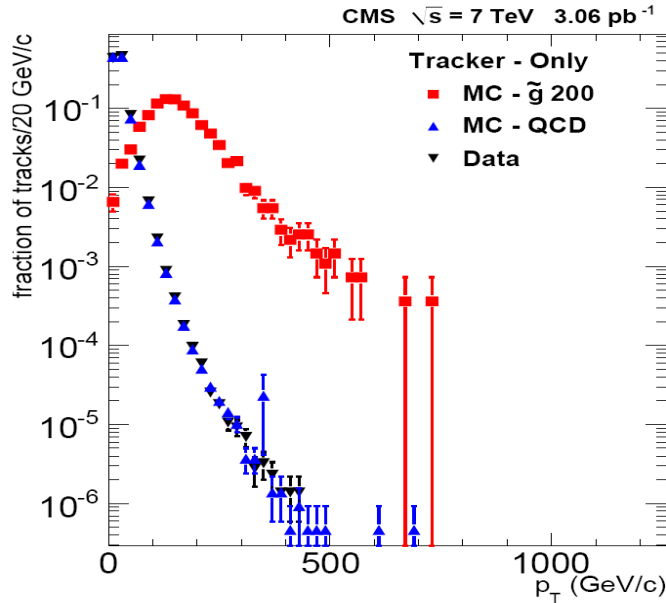
Il discriminatore tra HSCP e MIP:

$$I_{as} = \frac{3}{N} \times \left( \frac{1}{12N} + \sum_{i=1}^N \left[ P_i \times \left( P_i - \frac{2i-1}{2N} \right)^2 \right] \right)$$

$\downarrow$

# RICERCA DI HSCP A CMS NEL 2010

Per discriminare l'eventuale segnale di HSCP dal fondo QCD sono state usate le misure di momento e di ionizzazione specifica.



Tagli in  $p_T$  e  $I_{as}$  ottimizzati per avere bassa efficienza di selezione di fondo ma per mantenere sensibilità per porre limiti sulle HSCP.

$\epsilon_I$	$1.0 \times 10^{-4}$
$I_{as}^{min}$	0.186 - 0.784
$\epsilon_{p_T}$	$3.2 \times 10^{-4}$
$p_T^{min} \text{ (GeV/c)}$	154 - 210
Expected	$0.074 \pm 0.002(stat.) \pm 0.011(syst.)$
Observed	0

**Nessun evento osservato**

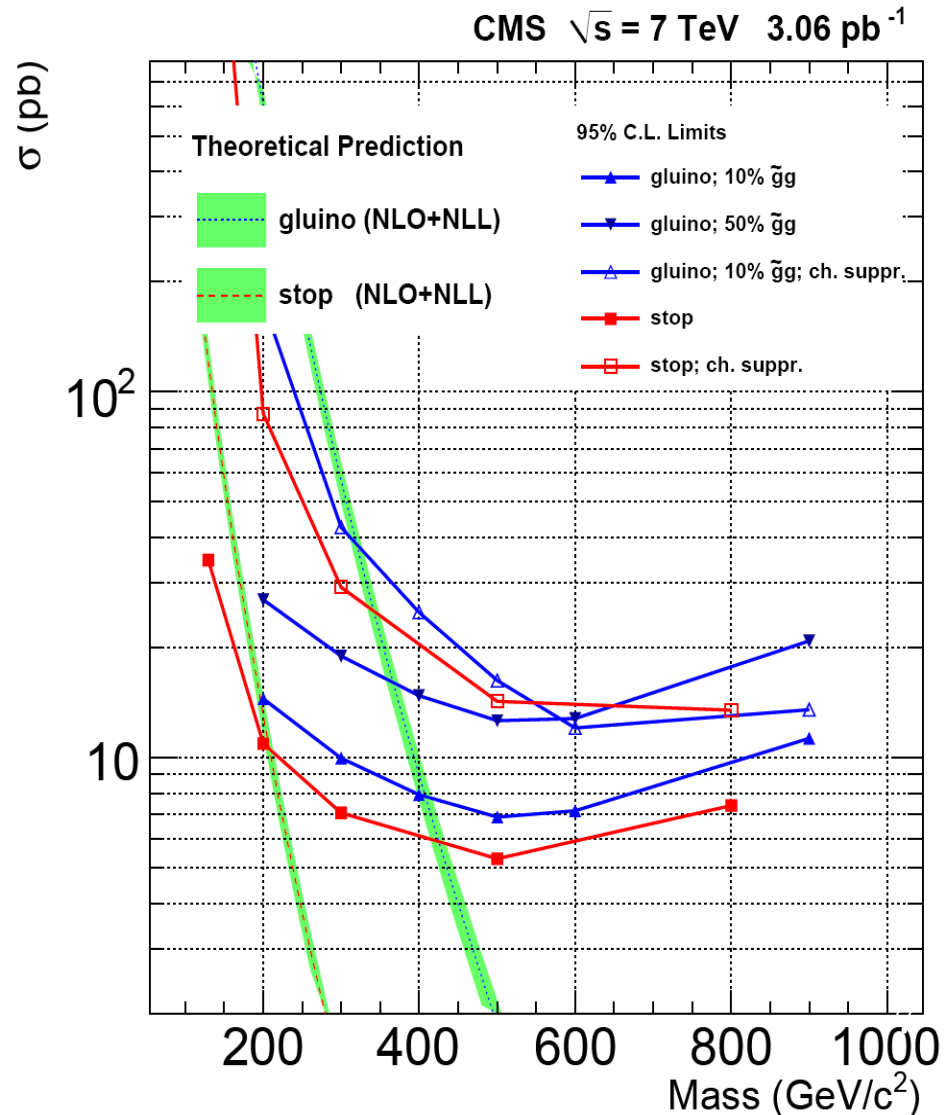
# RICERCA DI HSCP A CMS NEL 2010

Dato il risultato di **nessun evento osservato** sono stati posti dei limiti superiori sulle sezioni d'urto di produzione di gluino e stop in diversi scenari teorici, diversificati soprattutto dalla previsione di comportamento degli R-adroni nella materia.

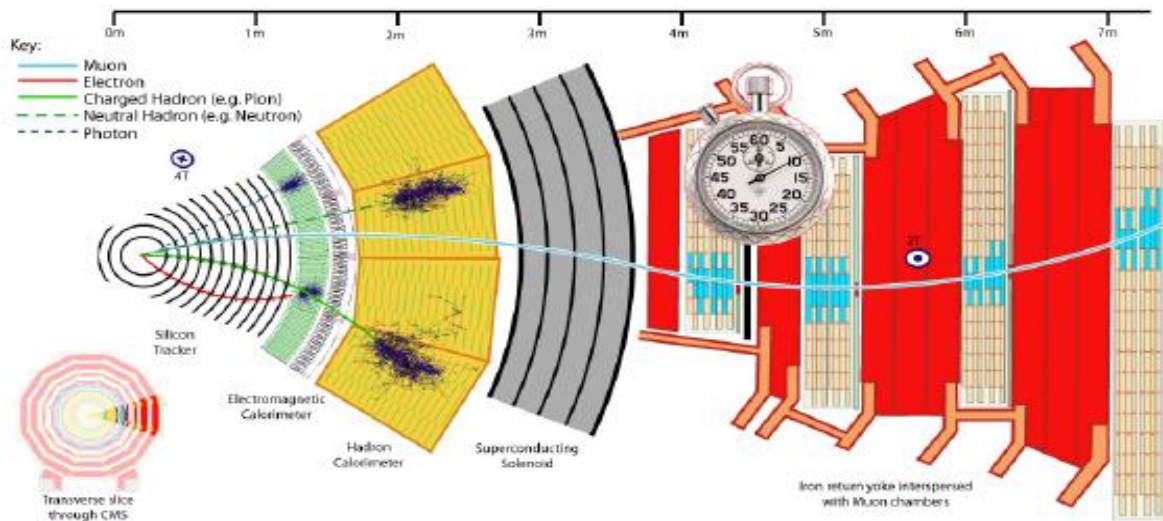
Le efficienze di raccolta di segnale sono state valutate con montecarlo.

Dall'intersezione delle curve di limite con le previsioni teoriche sono stati posti limiti sulla massa.

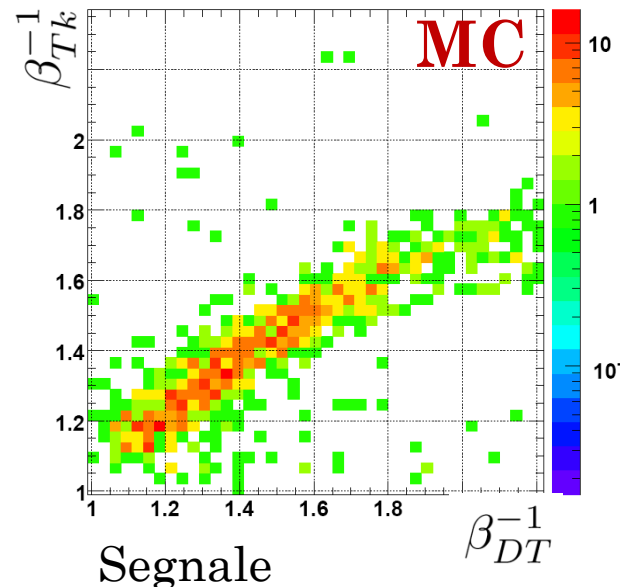
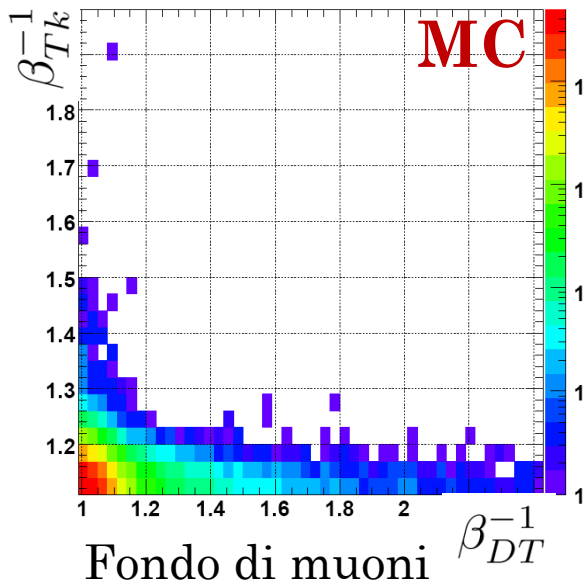
$$m_{\text{gluino}} > \sim 357 \text{ GeV}$$
$$m_{\text{stop}} > 202 \text{ GeV}$$



# LA MISURA DEL TEMPO NELLE CAMERE A DERIVA



$$\beta^{-1} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{TOF_i}{dist_i}$$



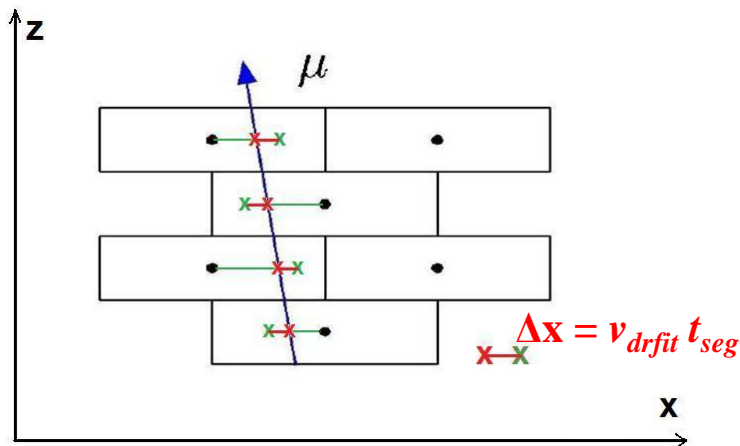
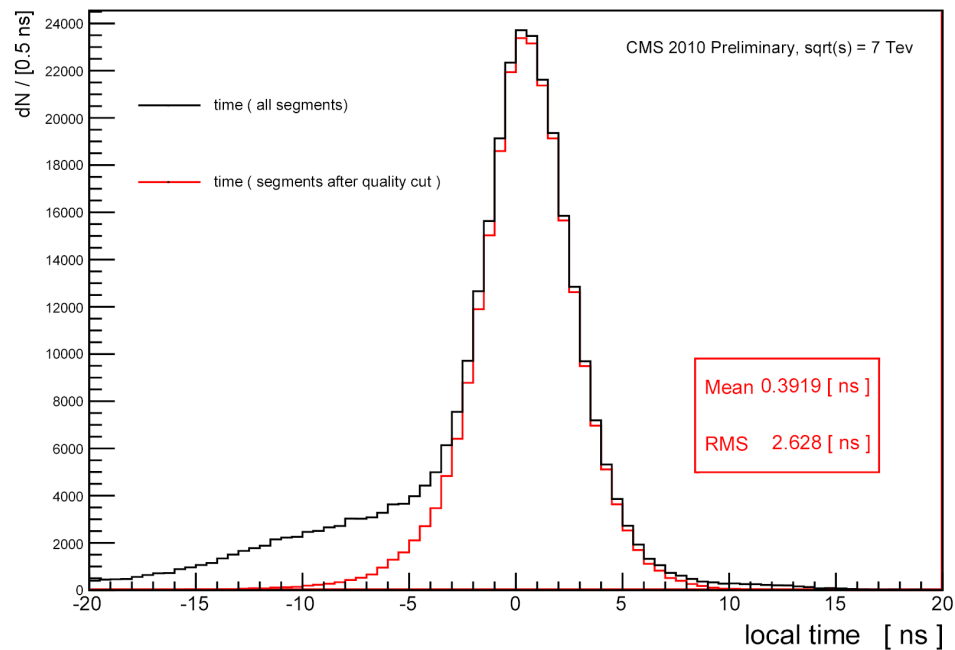
Le misura di beta col TOF è indipendente dalla misura di beta nel tracciatore. L'aggiunta del TOF nell'analisi migliora significativamente la sensibilità.



# LA MISURA DEL TEMPO NELLE CAMERE A DERIVA

Le misura fine del tempo nelle camere a deriva è fatta usando un algoritmo chiamato “**Fit a 3 parametri**”. Questo sfrutta il fatto che una particella lenta risulta in hit ricostruite “fuori fit”.

Lo spostamento comune delle hit è lasciato come parametro libero del fit. Da questo si ricava poi il parametro di tempo  $t_{seg}$



*Fit a 3 parametri*

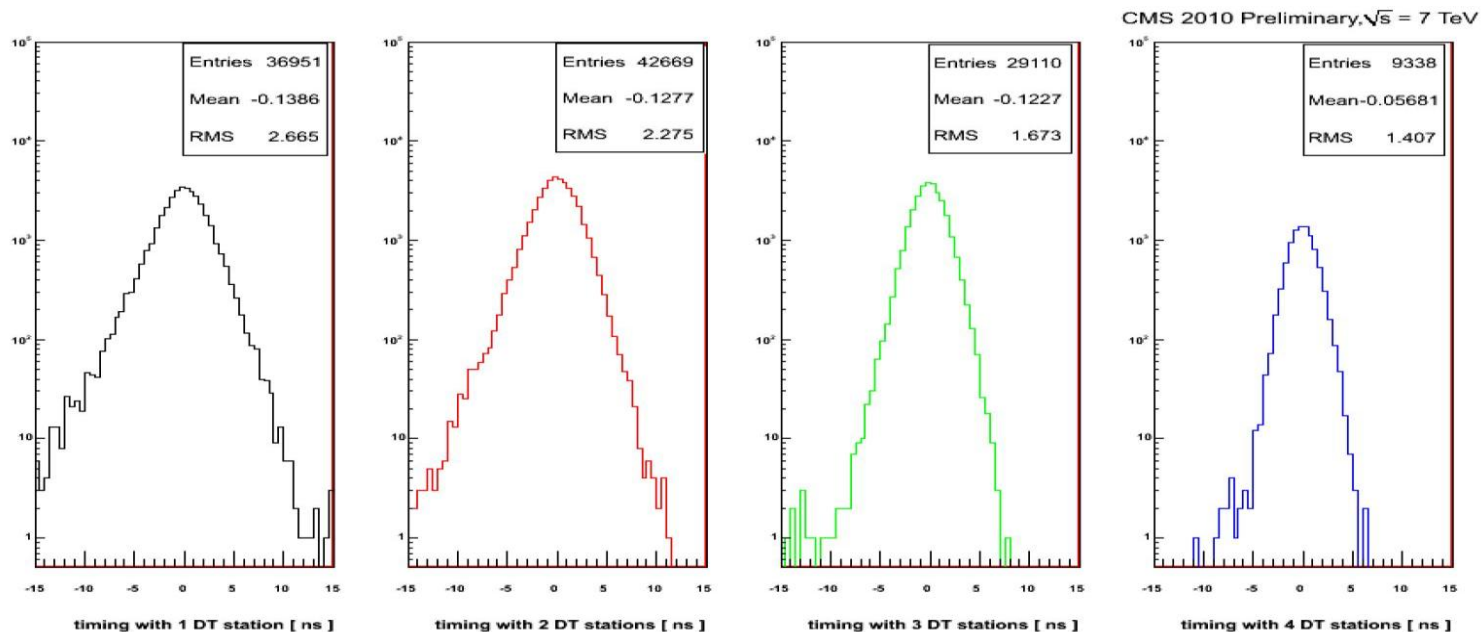
$$x = q + mz - \varepsilon_{LR} \Delta x$$

$$t_{seg} = \Delta x / v_{drift}$$

# LA MISURA DEL TEMPO NELLE CAMERE A DERIVA

La risoluzione nella misura del tempo migliora al crescere del numero di tempi che si hanno a disposizione. Per una traccia ricostruita nella zona del barile si possono avere fino a quattro segmenti nelle camere a deriva  
→ La risoluzione va da 2,7 ns fino a 1,4 ns

La corrispondente risoluzione in beta è dell'ordine del 10%



# CONCLUSIONI

- La ricerca di HSCP con i primi dati del 2010 ha permesso di porre limiti sulle masse dei tipi di HSCP con sezione d'urto più elevata, il gluino e lo stop, entrambi portatori di carica di colore.
- L'utilizzo del tempo di volo per l'analisi dei successivi dati permetterà di aumentare la sensibilità della misura di beta e risulterà particolarmente utile per la scoperta o l'esclusione di HSCP portatrici di sola carica elettrica, come lo stau o il  $k\bar{k}$ -tau.