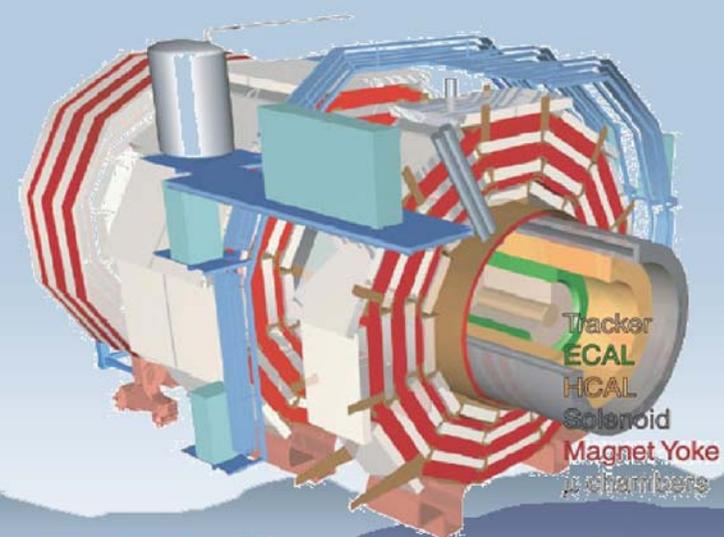
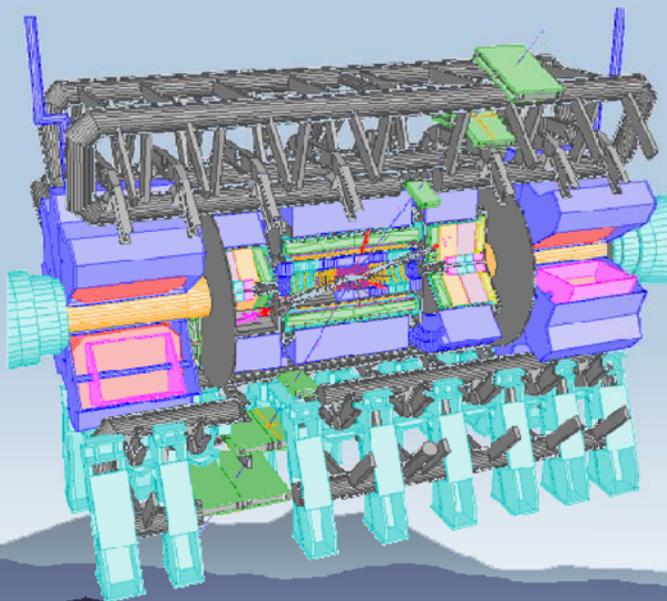
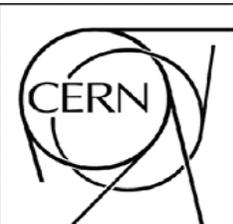


# *Selezione di eventi di beauty e tau con ATLAS e CMS*

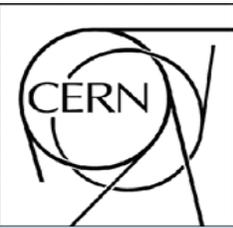
Susanna Cucciarelli  
(CERN)  
Carlo Schiavi  
(INFN Genova)





# Outline

- ◆ Introduzione
- ◆ Ricostruzione di tracce e vertici (prestazioni)
- ◆ Strategie di trigger
- ◆ Identificazione di adroni b (HLT/offline/applicazioni)
- ◆ Identificazione di leptoni tau (HLT/offline/applicazioni)
- ◆ Conclusioni

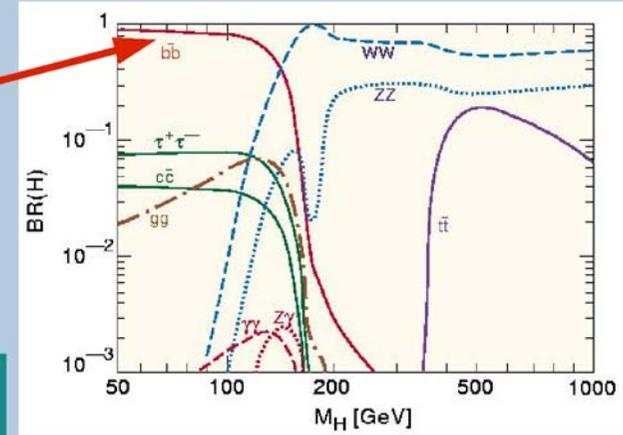


# Motivazioni

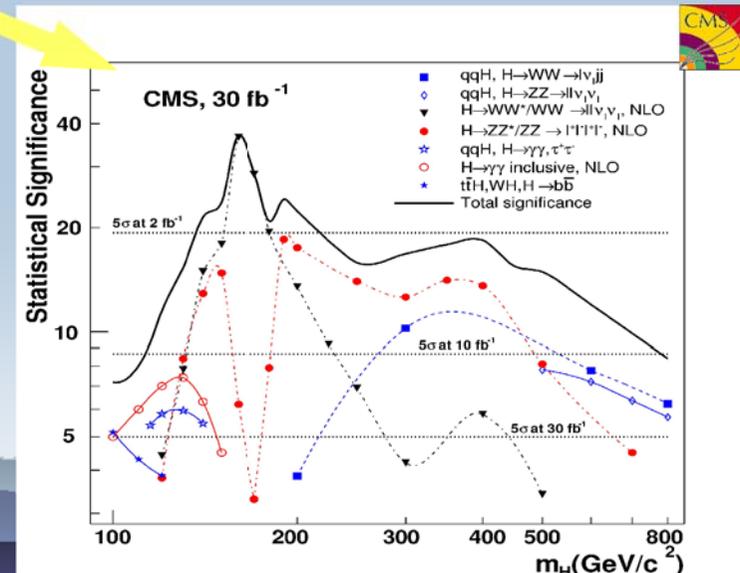
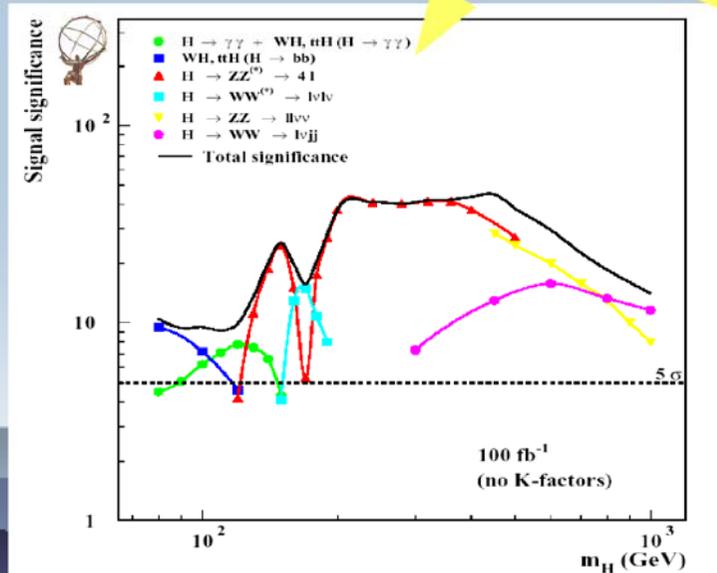
Fisica del b ... ma soprattutto ricerca di nuova fisica (Higgs, Susy)

Il bosone di Higgs decade preferenzialmente nei fermioni piu' pesanti accessibili

- ◆ H->bb Modello Standard
- ◆ canali di decadimento in tau importanti per Higgs Susy



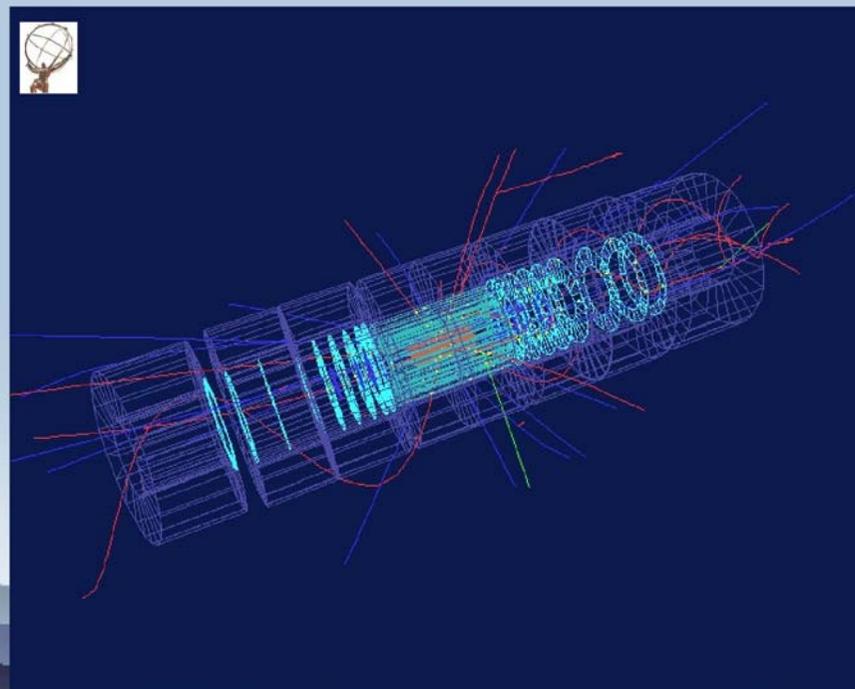
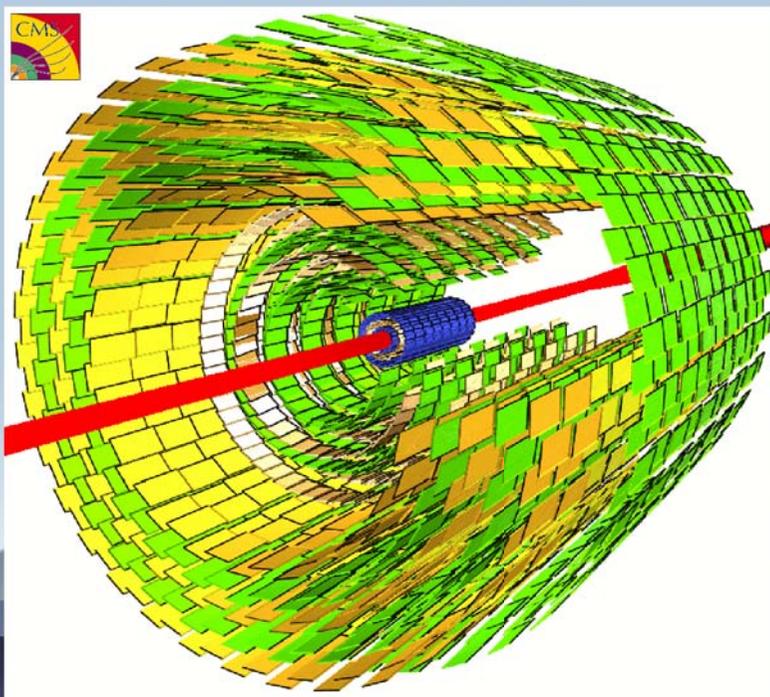
Cosa ci aspettiamo dopo 3 o 1 anni di presa dati?

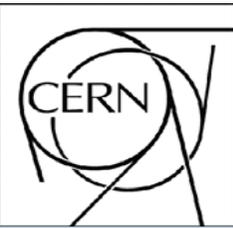


CMS e ATLAS sono rivelatori “general purpose”

=> massima copertura dell'angolo solido

- ◆ Struttura a strati concentrici copertura in  $\eta$  fino a 2.5
- ◆ Rivelatore di pixel piu' vicino al punto di interazione
- ◆ Rivelatori a microstrip di silicio interno e rivelatori esterni



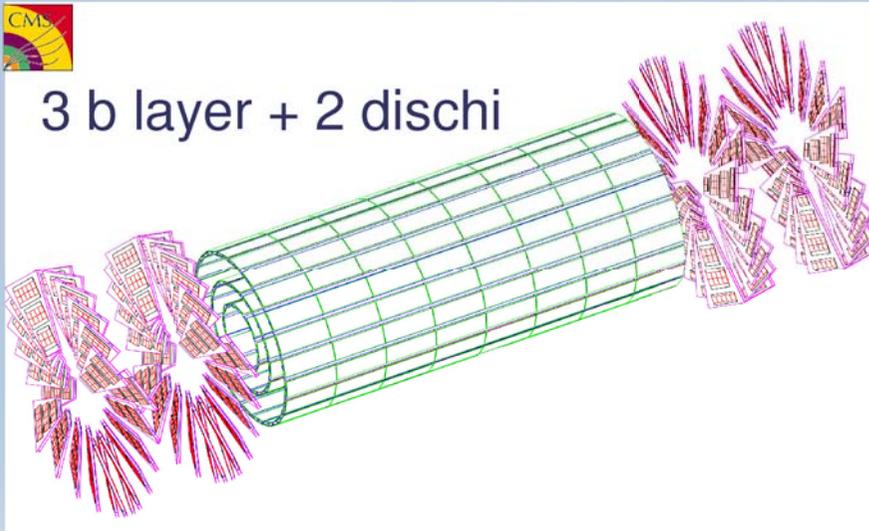


# Rivelatori a Pixel

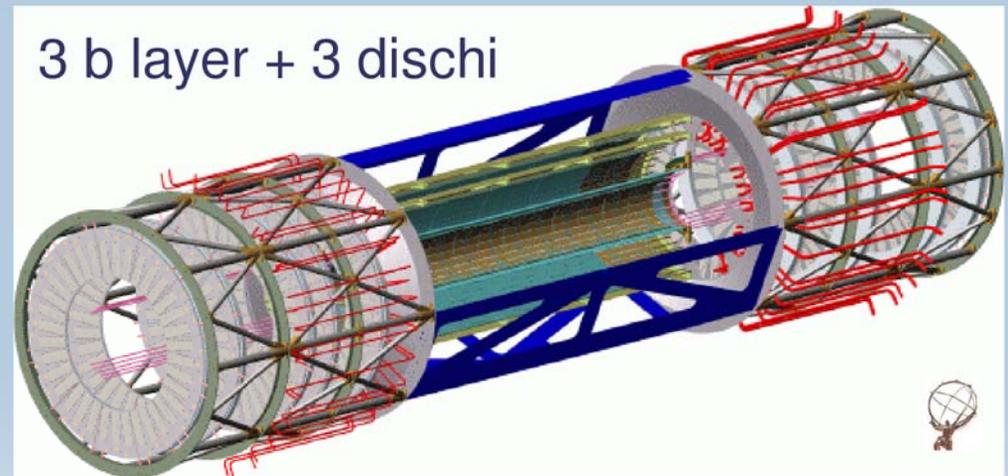
- ◆ Massimo numero di canali [   $8.2 \times 10^7$    $6.6 \times 10^7$  ]
- ◆ Massima risoluzione spaziale  
[  7 ( $r\phi$ ) and 70 (z)  $\mu\text{m}$   10 ( $r\phi$ ) and 15 (z)  $\mu\text{m}$  ]
- ◆ Misura della posizione tridimensionale



3 b layer + 2 dischi

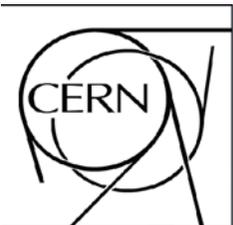


3 b layer + 3 dischi



|                      |   |  |
|----------------------|---|--|
| Dimensioni dei pixel |  $50 \times 400 \mu\text{m}^2$ |  $100 \times 150 \mu\text{m}^2$ |
| raggio interno       | 5.05 cm   | 4.3 cm   |
| Lettura              | 7 bit ToT   | 8 bit  |

occupancy  $10^{-4}$  alta luminosita'



# Rivelatori a Pixel: start up



Forse uno “**staged**” scenario e' previsto nel primo periodo di presa dati:

ATLAS => 2 barrel layer + 2 dischi (layer intermedio staged)

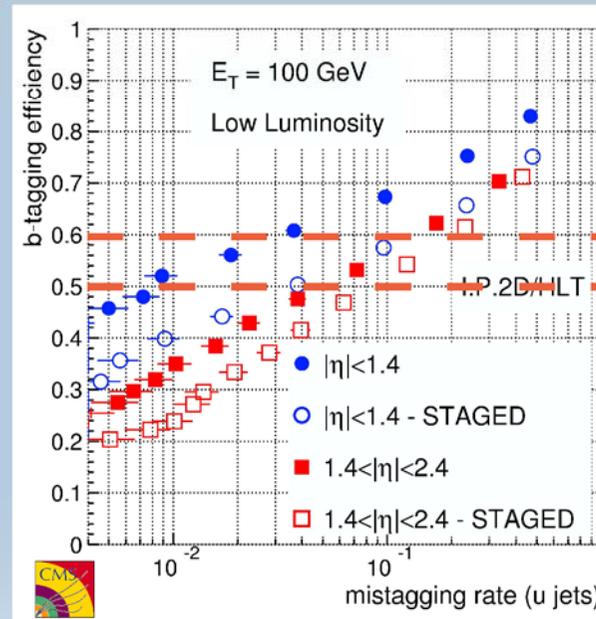
CMS => 2 barrel layer + 2 dischi (layer esterno staged)

Effetti dello staging sul b-tagging studiati da entrambi gli esperimenti

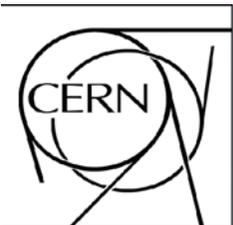


| R(2layer/3layer)       | ttH/tt | WH   |
|------------------------|--------|------|
| 2D $\epsilon_b = 50\%$ | 0.62   | 0.8  |
| 2D $\epsilon_b = 60\%$ | 0.68   | 0.85 |
| 3D $\epsilon_b = 50\%$ | 0.58   | 0.8  |
| 3D $\epsilon_b = 60\%$ | 0.68   | 0.82 |

Prestazioni ridotte di un fattore 0.6-0.7 nel canale ttH/tt e 0.8-0.85 nel canale WH a bassa luminosita'



Prestazioni ridotte di un fattore 0.40 ( $\epsilon_b=60\%$ ), 0.25 ( $\epsilon_b=50\%$ ) per jet bb a bassa luminosita'

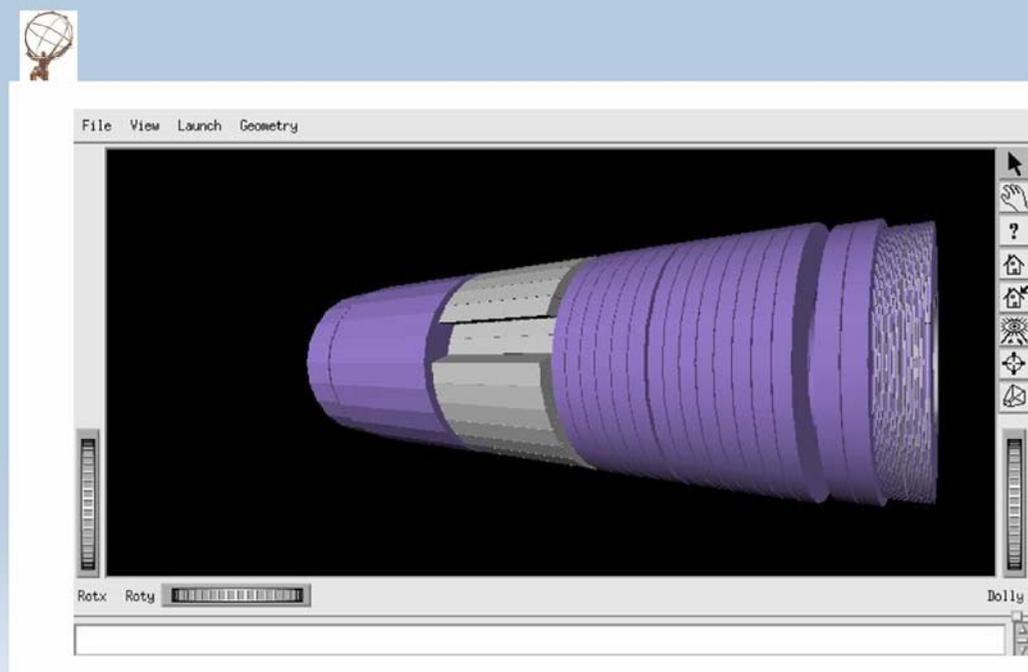
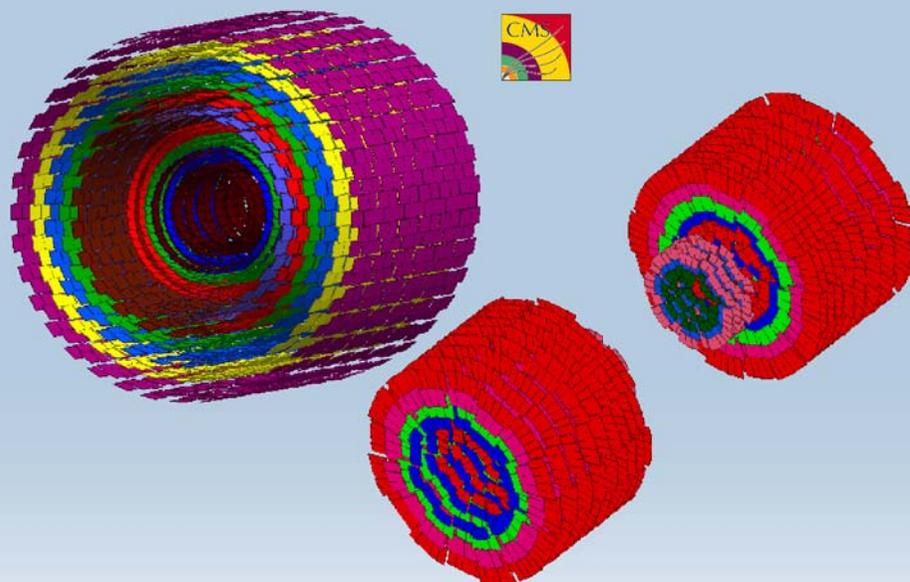


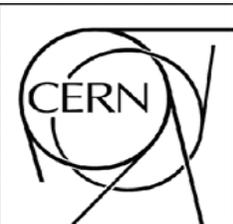
# Rivelatori a micro-strip e esterni



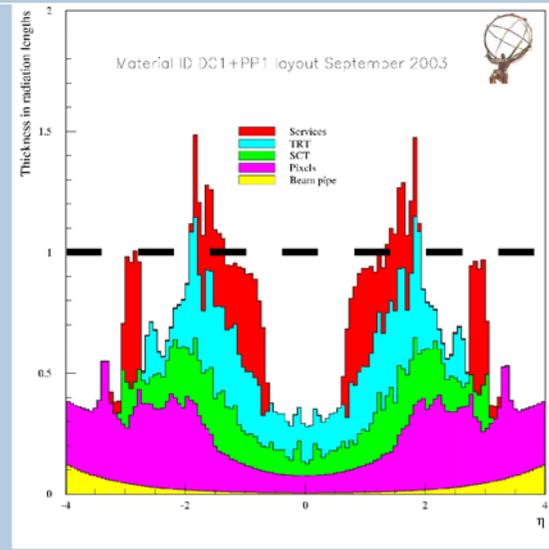
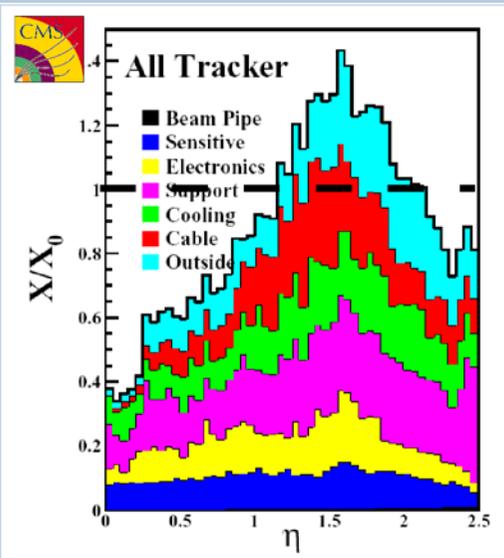
CMS: Tracker Internal Barrel&Disks e Tracker Outer Barrel & Tracker EndCap tutte strip di silicio

ATLAS: Silicon Chamber Tracker strip di silicio e Transition Radiation Tracker



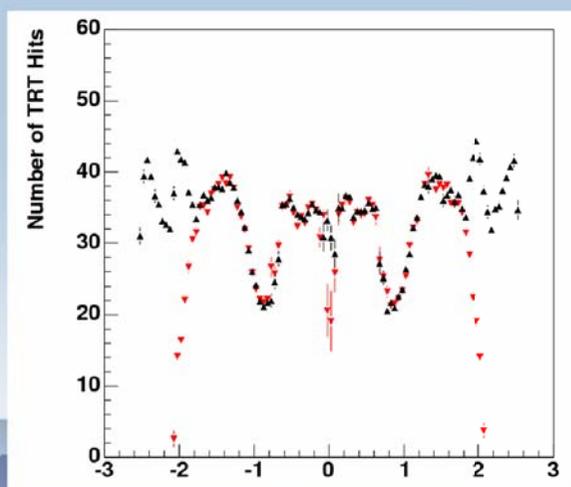
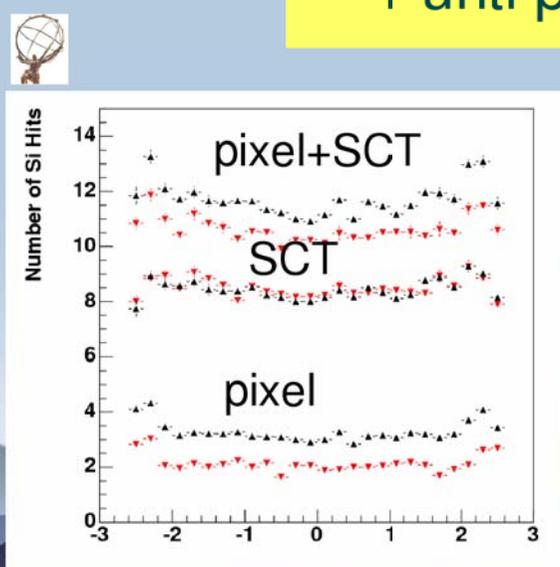
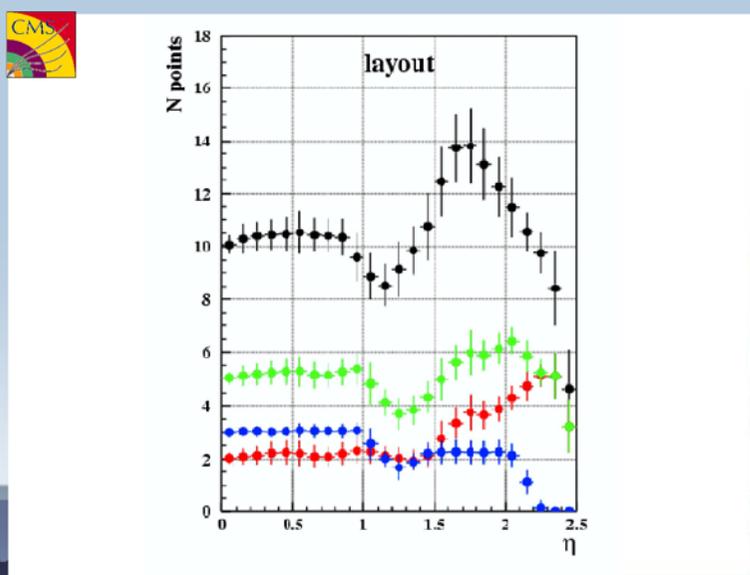


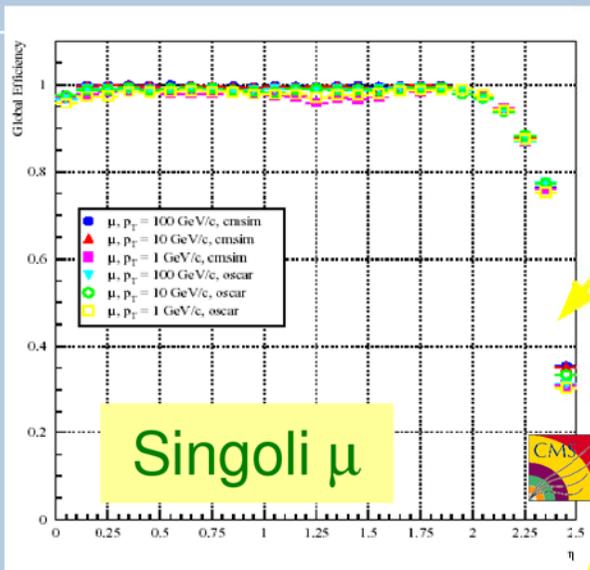
# Material e Prestazioni



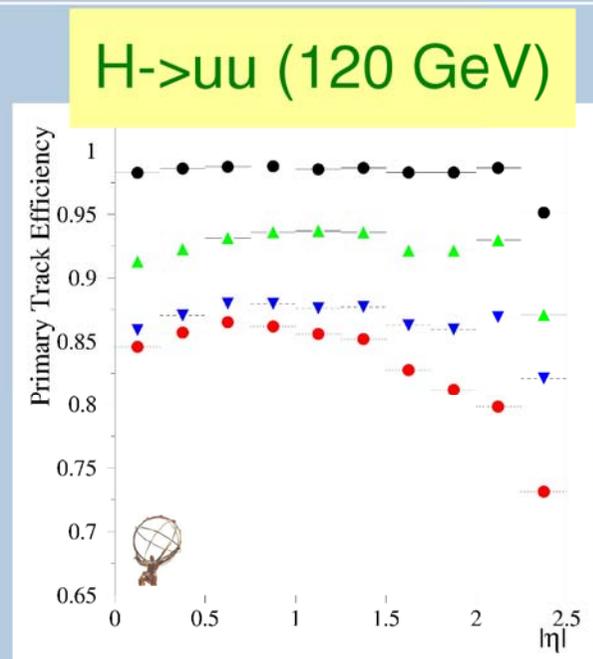
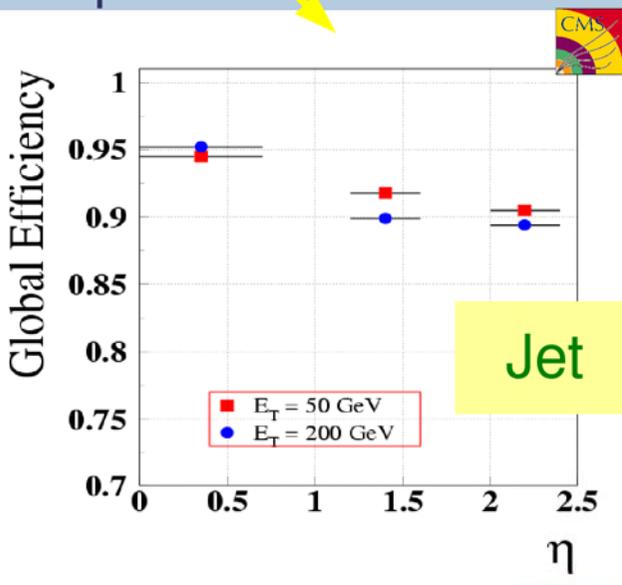
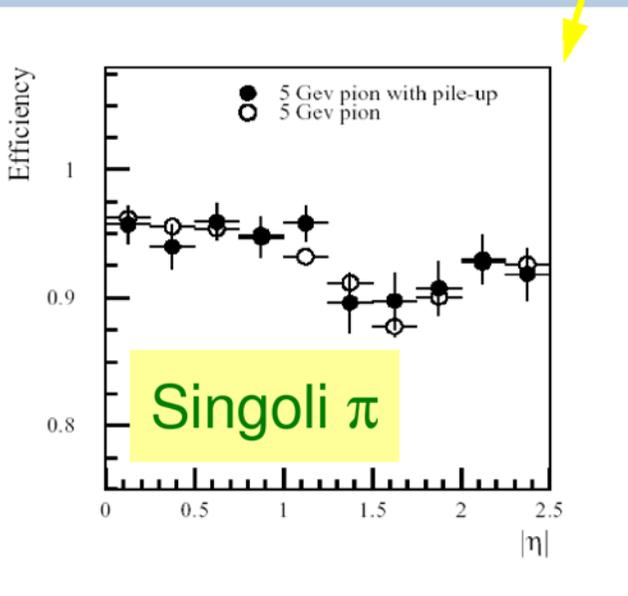
CMS => il tracker e' interamente fatto di microstrip (contributo al materiale dovuto cavi, elettronica, cooling)

Punti per traccia

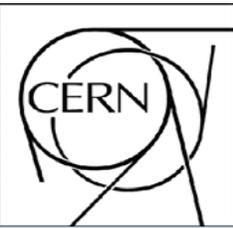




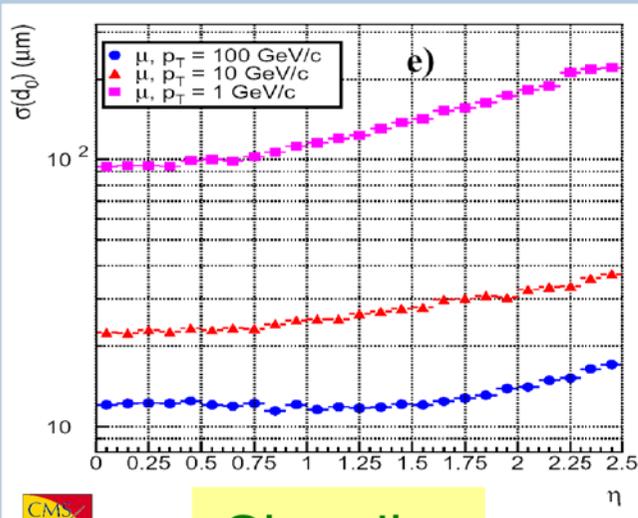
- Allineamento perfetto
- Singoli  $\mu \Rightarrow \text{eff} \sim 100\%$
- Singoli  $\pi \Rightarrow \text{eff} > \sim 90\%$
- Jet  $\Rightarrow \text{efficienza} > \sim 90\%$   
fake rate  $< 1\%$
- PileUp non degrada significativamente le prestazioni



- Diversi tagli di qualita' delle tracce  
Fake rate da 20% a 0.05 per mille



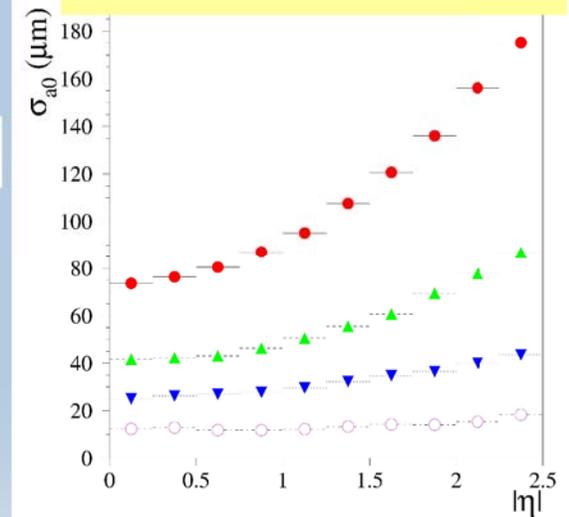
# Parametri delle tracce



| $\eta=1$ | $\sigma(d_0)$    | $\sigma(z_0)$    | $\sigma(p_T)/p_T$ |
|----------|------------------|------------------|-------------------|
| ATLAS    | 15 $\mu\text{m}$ | 95 $\mu\text{m}$ | 1%                |
| CMS      | 20 $\mu\text{m}$ | 40 $\mu\text{m}$ | 2%                |

Diverse dimensioni dei pixel

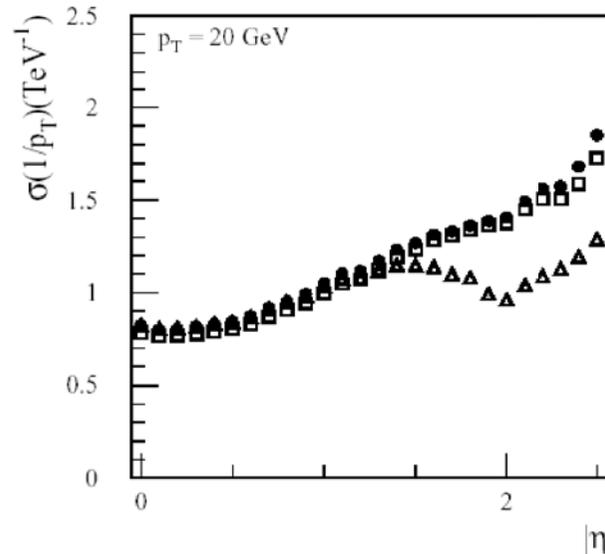
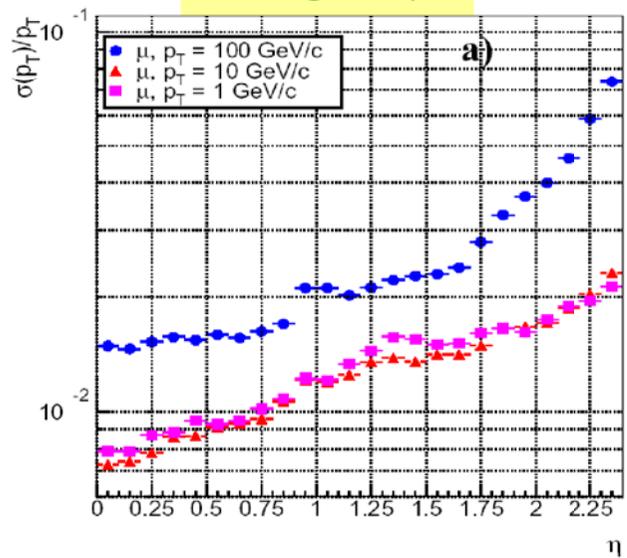
H  $\rightarrow$  uu (120 GeV)

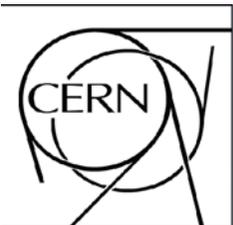


Diversi bin in  $p_T$  1-2, 2-5, 5-10 e  $>$  50 GeV



Singoli  $\mu$



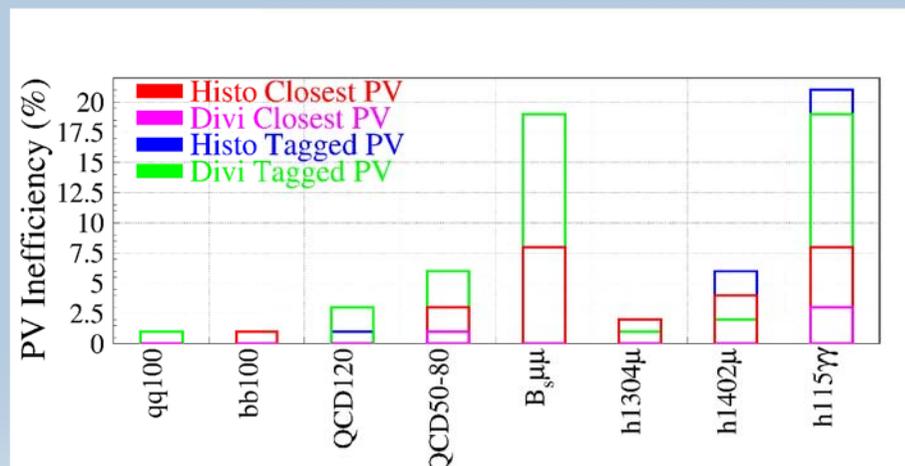
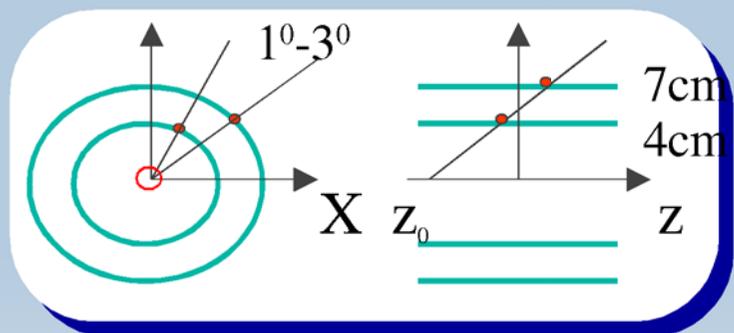


# Vertice Primario



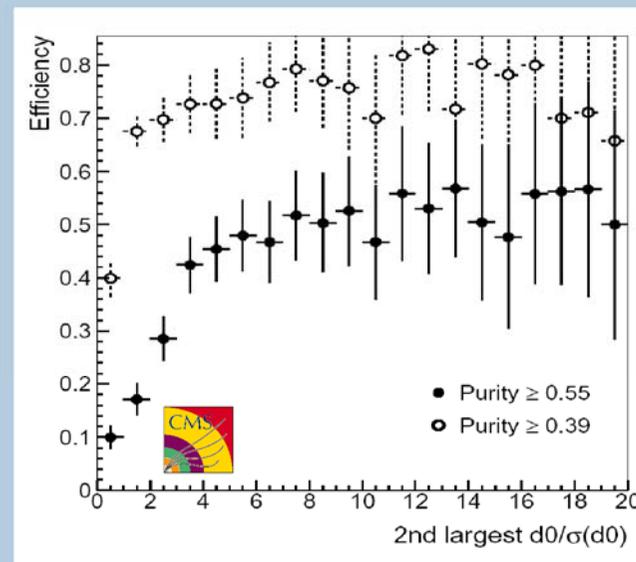
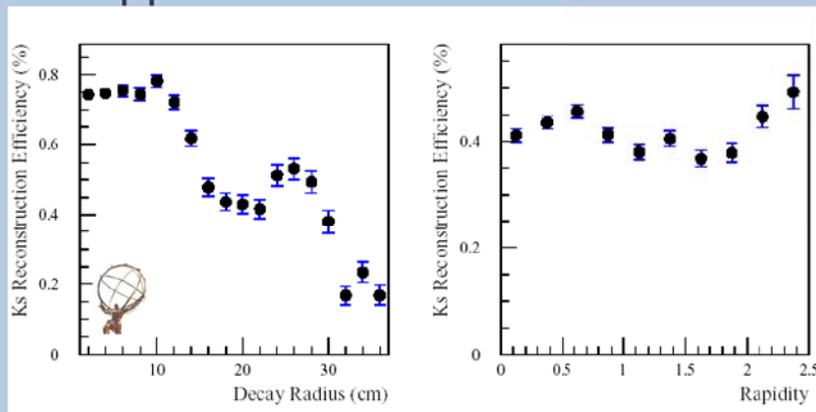
Permette di vincolare la ricostruzione completa di tracce all'evento di segnale  
=> rigetta il PileUp e velocizza la ricostruzione online

- CMS ricostruisce “pixel track” e da queste ricostruisce la posizione in z del PV
- ATLAS: due algoritmi per la z del VP:  
direttamente dagli hit estrapolando coppie di hit vicine in  $\phi$   
ricostruisce tracce con coppie o tripletti di hit

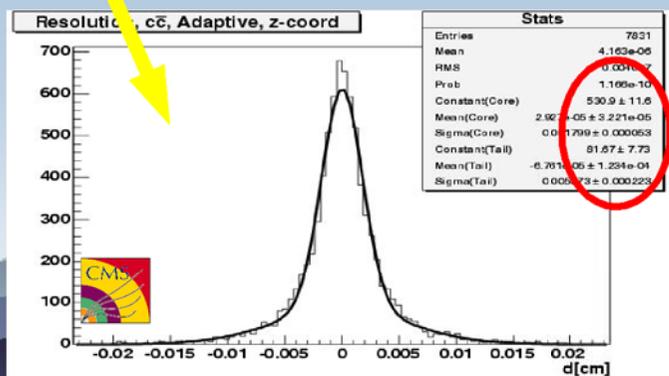


Bassa luminosita' solo informazioni dei pixel  
risoluzione spaziale ~50μm

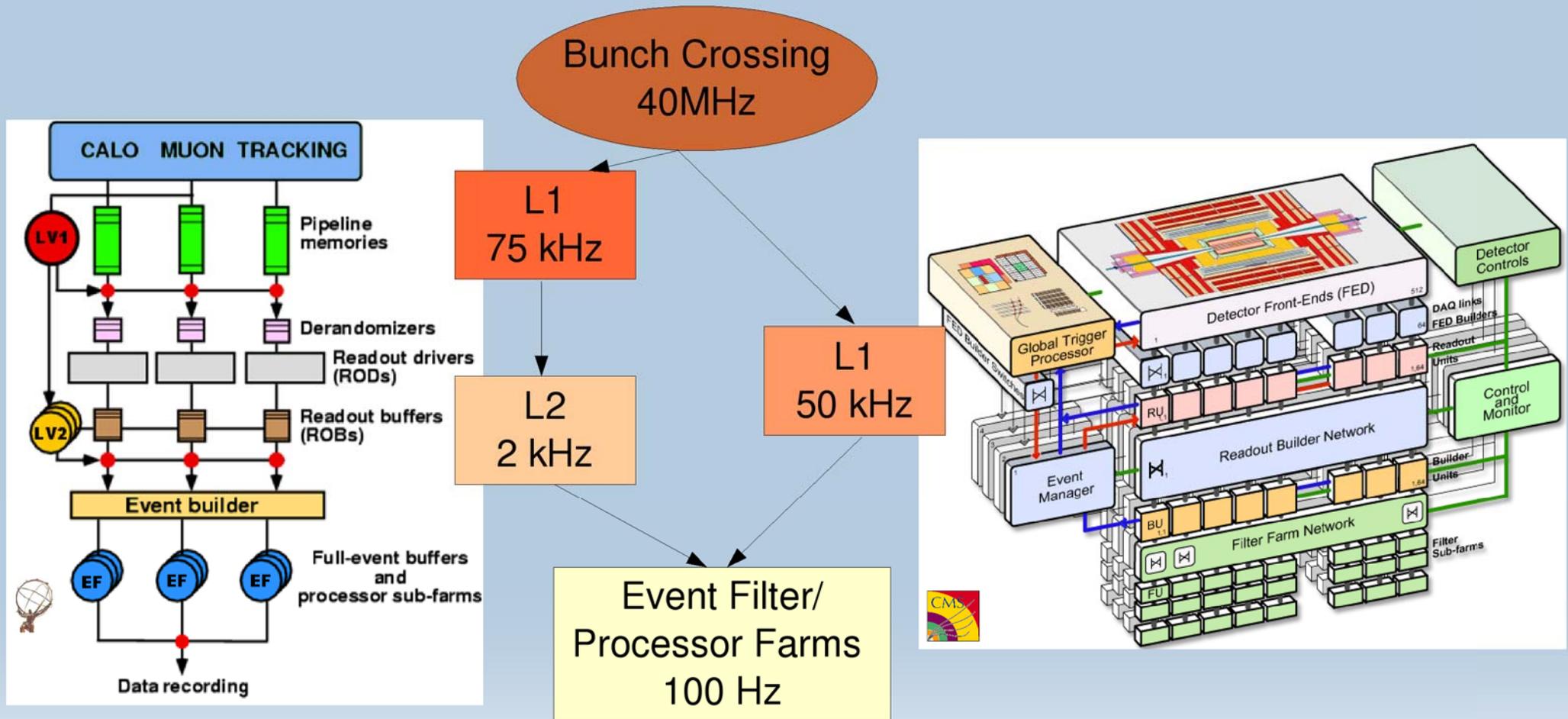
- Vertex Finding:  
efficienza dipende dal parametro delle tracce appartenenti al vertice



- Vertex Fitting : a partire da un set di tracce appartenenti allo stesso vertice calcolare la posizione e 'costringere' i parametri delle tracce al vertice.  
Metodo iterativo basato sul  $\chi^2$  con pesi assegnati alle tracce



Core : 18  $\mu\text{m}$   
Tail : 59  $\mu\text{m}$



**ATLAS:** 1 livello hardware + 2 software => piu' flessibilita' rispetto alle soglie di L1

**CMS:** 1 livello hardware + 1 livello software => piu' flessibilita' nel passaggio L1-rate finale



# Trigger di alto livello



**CMS** utilizza essenzialmente gli algoritmi di ricostruzione offline sviluppati nel framework ORCA velocizzando i tempi di processamento degli eventi con

=> **Ricostruzione "condizionata"**

(arrestare la ricostruzione di tracce dopo un certo numero di hit)

=> **Ricostruzione parziale**

(definire una regione del Tracker entro cui ricostruire le tracce)

**ATLAS** ha sviluppato un framework dedicato per la selezione L2 in grado di gestire **ristrette porzioni dell'evento** (Region Of Interest)

Gli algoritmi al livello di Event Filter sono per quanto possibile gli stessi del framework di ricostruzione offline ATHENA.

L'evento e' **processato in step successivi** e puo' essere rigettato ad ogni step

=> ottimizzazione del tempo di CPU

**Entrambi gli esperimenti hanno strategie di trigger inclusivi ed esclusivi**



# Selezione di $b$ and $\tau$

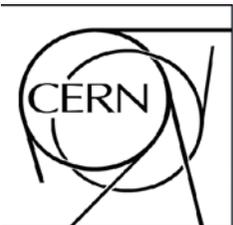
## Selezione inclusiva di stati finali con quark $b$ :

- ◆ Lunga vita media ( $\sim 1.2$  ps,  $c\tau \sim 470\mu\text{m}$ )
- ◆ Jet con elevata molteplicita' carica
- ◆ Jet contenenti leptoni ad alto impulso trasverso

## Selezione inclusiva di stati finali con leptoni $\tau$ :

- ◆ Jet collimati a bassa molteplicita' (1 o 3 tracce cariche)
- ◆ Energia mancante
- ◆ Vita media  $\sim 0.3$  ps and  $c\tau \sim 90\mu\text{m}$
- ◆ Pioni

Un confronto diretto delle prestazioni non e' sempre possibile  
ATLAS: DAQ&Physics TDR  
CMS: DAQ TDR, Physics-TDR e' in preparazione..

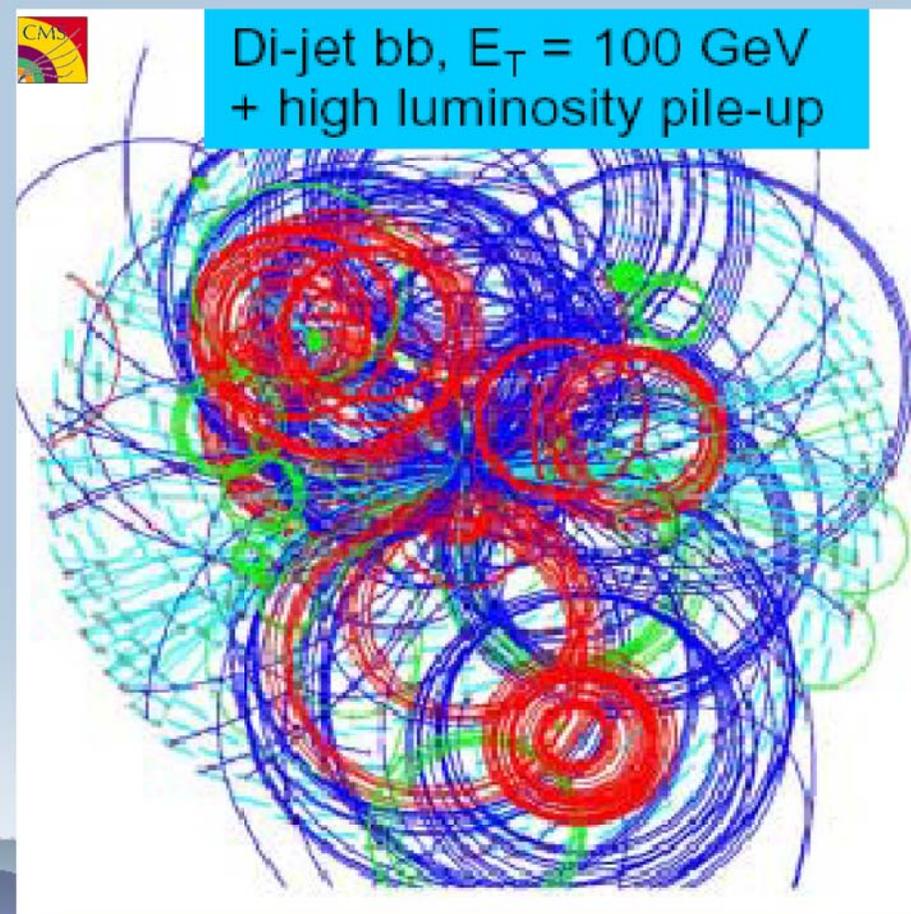
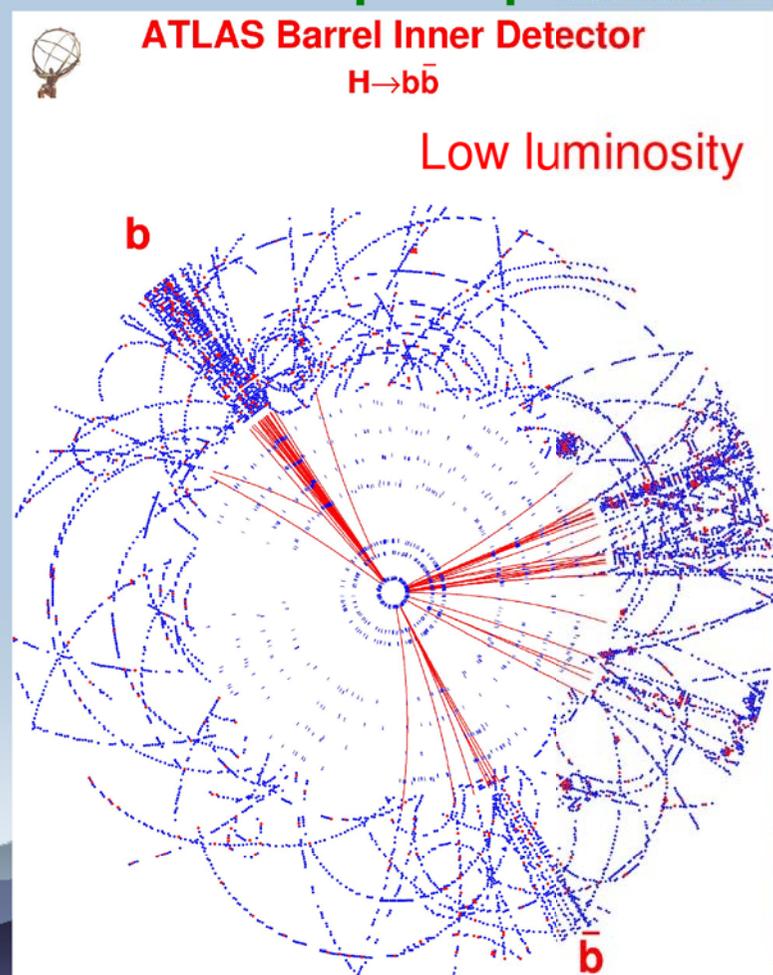


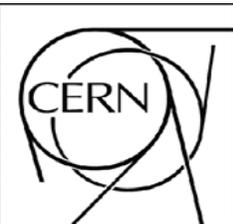
# *b-Tagging: introduzione*



ATLAS studia gli algoritmi di b-Tagging principalmente su eventi con produzione di WH,  $H \rightarrow b\bar{b}$

CMS utilizza principalmente eventi QCD con produzione di 2 jet b



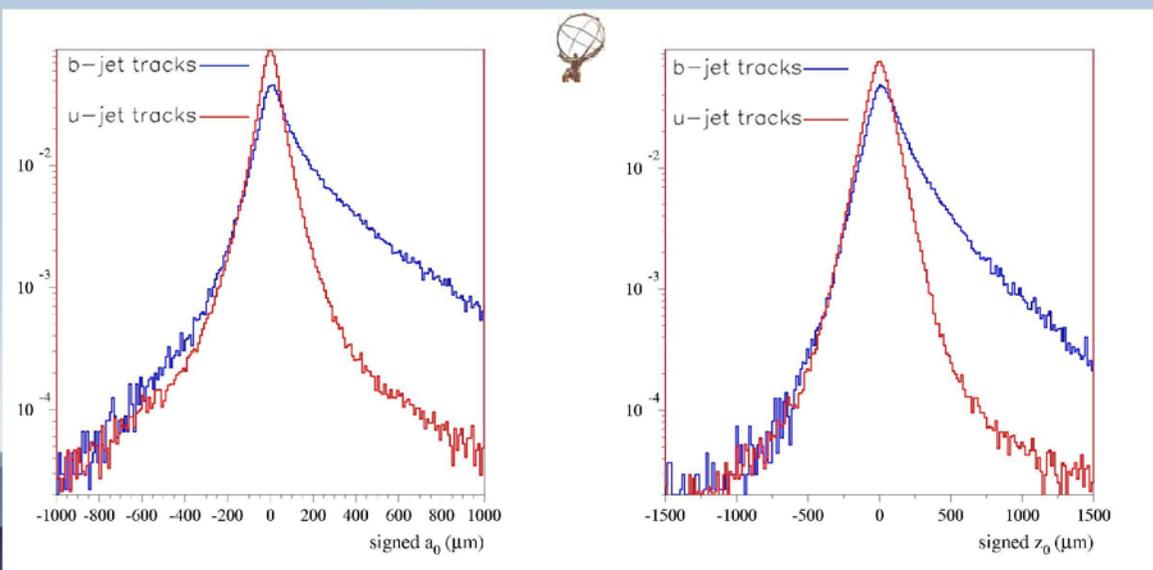
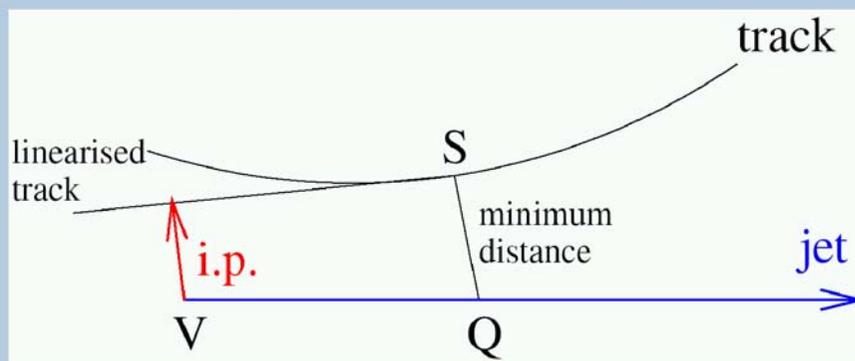


# b-Tagging: parametro d'impatto

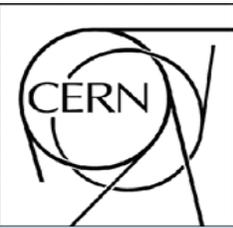


Per un adrone b di 35 GeV => lunghezza di decadimento ~3mm  
Principale peculiarita': tracce e vertici distanti dal vertice primario

Metodo basato solo sulla misura del  
**parametro di impatto:**  
Si richiede un numero minimo di tracce  
per jet con una significante  $S=d_0/\sigma(d_0)$   
sopra una soglia  
Parametro di impatto 2D o 3 D



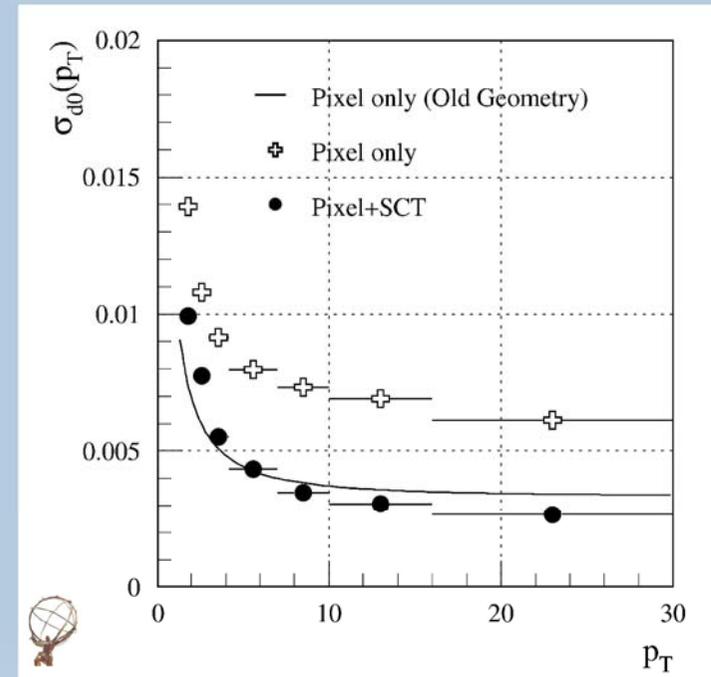
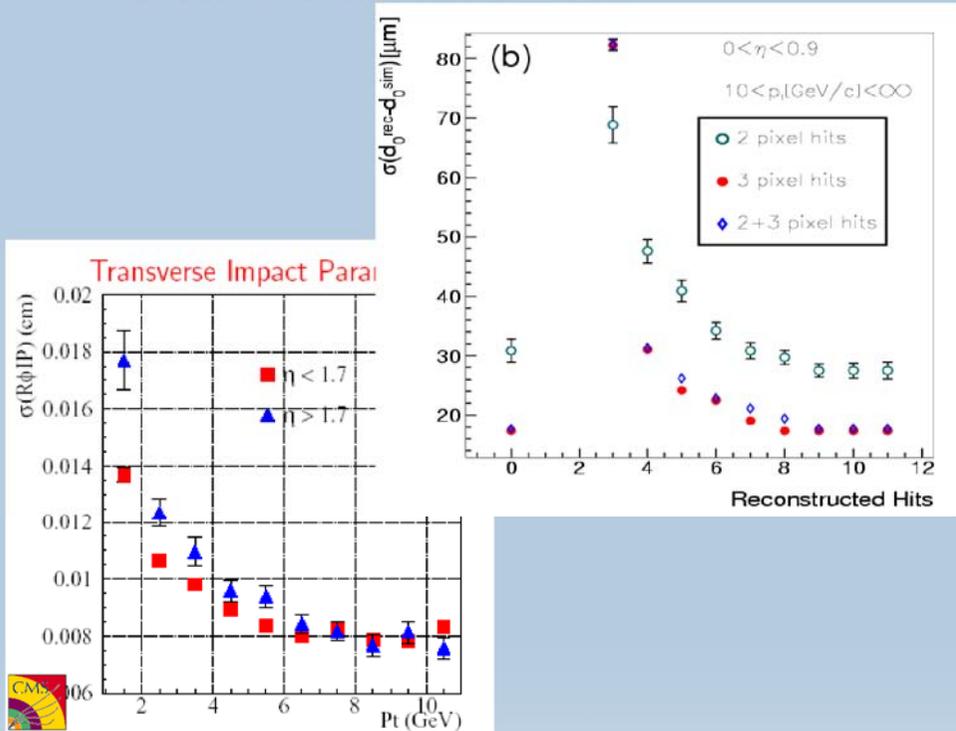
Molto semplice  
Non necessita di particolari  
calibrazioni  
=> particolarmente adatto per  
selezione online



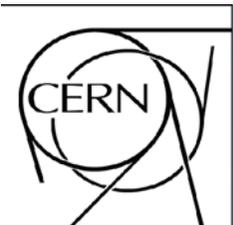
# b-Tagging: parametro d'impatto



Cosa possiamo ottenere utilizzando il “minimo” delle informazioni dal sistema tracciante?



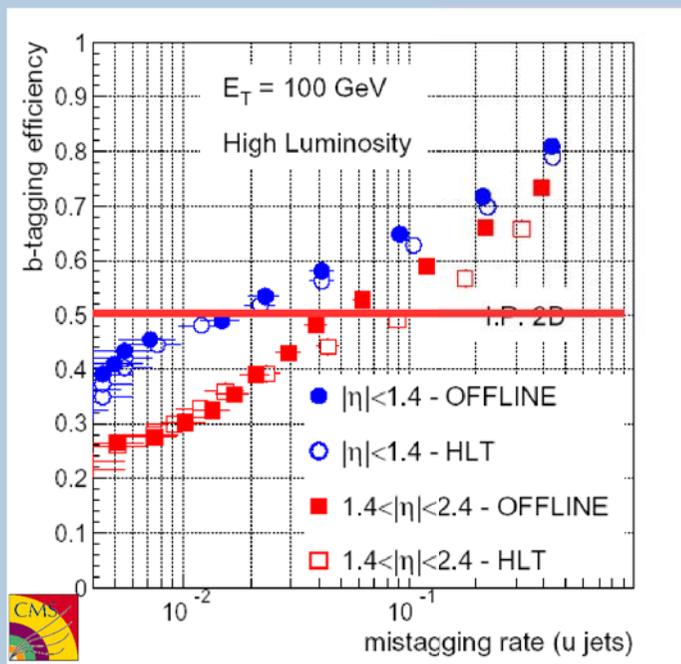
Solo con le informazioni dei pixel  $\sigma(d_0)$ : ATLAS  $\sim 60 \mu\text{m}$  CMS  $\sim 80 \mu\text{m}$  per tracce ad alto  $p_T$   
 $\Rightarrow$  CMS-Pixel braccio di leva piu' corto e dimensioni dei pixel in  $r\phi$  maggiori, con 3 pixel hit + 1 silicon + Kalman Filter risoluzione confrontabile con ATLAS Pixel+SCT (sample diversi!)



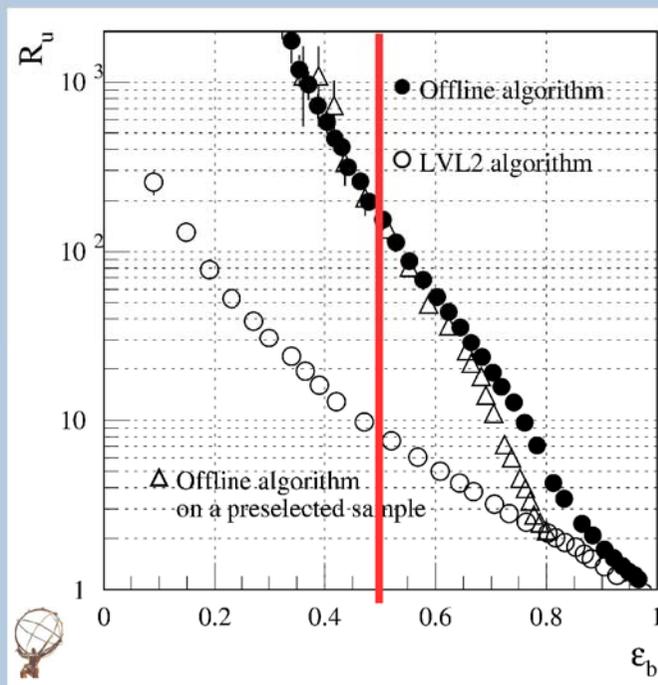
# b-Tagging: online/offline



## Jet bb+PileUp



## WH, H->bb



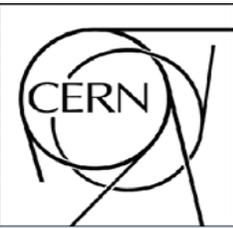
A 50% di b-eff la reiezione di quark leggeri:

ATLAS ~ 10 online ~150 offline bassa luminosita'

CMS 50-25 ( $\eta$ )  $E_T=100\text{GeV}$  alta luminosita'

ATLAS: prestazioni peggiori da offline a online, ma si tratta di LV2 trigger dovrebbe migliorare integrato con l'Event Filter

CMS: prestazioni on/off line confrontabili

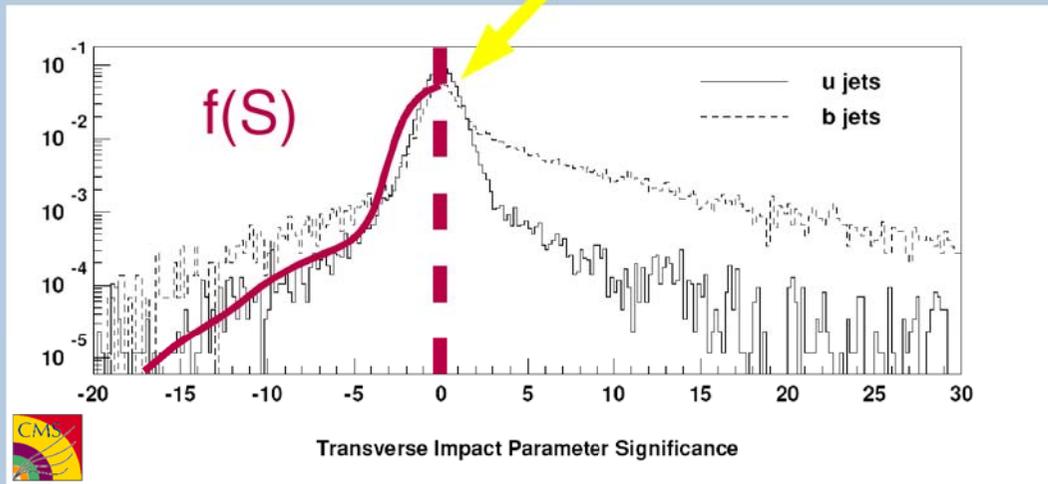


# b-Tagging: approccio probabilistico

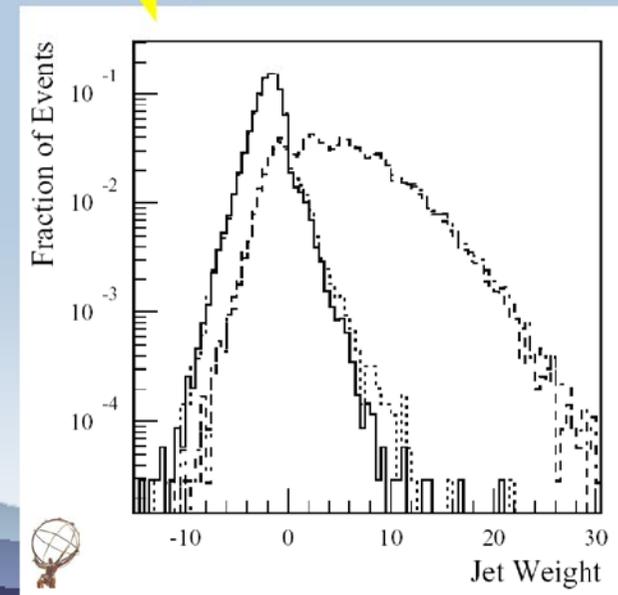
## OFFLINE: tracciamento completo e non stretti vincoli di tempo di CPU

Il potere discriminante del **parametro di impatto** puo' essere meglio utilizzato con un approccio probabilistico: dalla distribuzione della significanza si calcola la probabilita' che la traccia venga dal vertice primario.

Le probabilita' di traccia vengono combinate statisticamente a formare un probabilita' per il jet



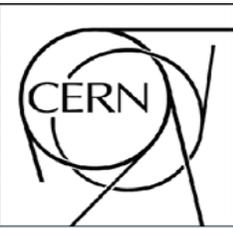
$$P_{jet} = \Pi \cdot \sum_{j=0}^{N-1} \frac{(-\ln \Pi)^j}{j!}$$



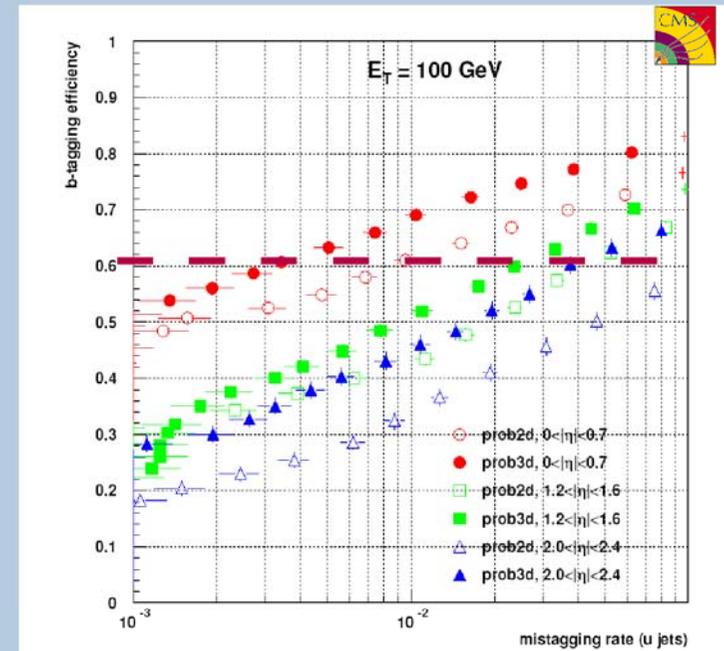
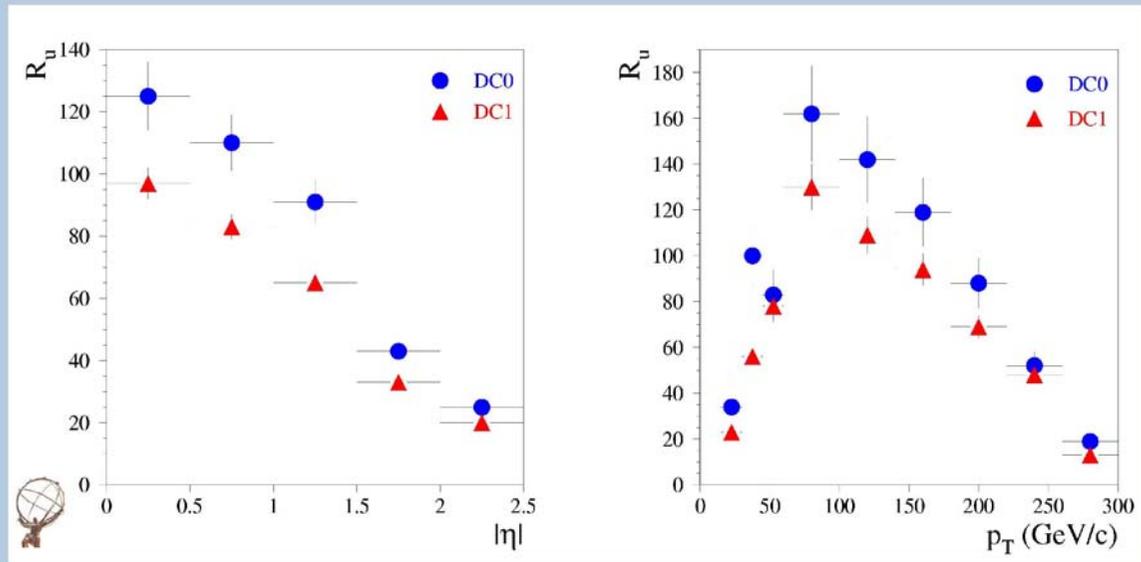
ATLAS considera il rapporto  $P_{traccia} = P_b(S)/P_u(S)$

CMS considera  $P_{traccia} = P_u(S)$

Le prestazioni dipendono molto dalla calibrazione:  
tipo di funzioni e tipo di eventi utilizzati



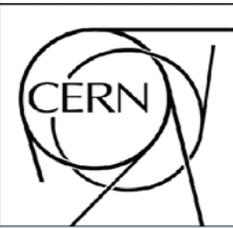
# b-Tagging: approccio probabilistico



Reiezione di quark leggeri per  
 $\epsilon$ ( WH, H->bb) = 60% con parametro d'impatto 2D

Efficienza bb vs quark leggeri  
 $E_T=100$  GeV

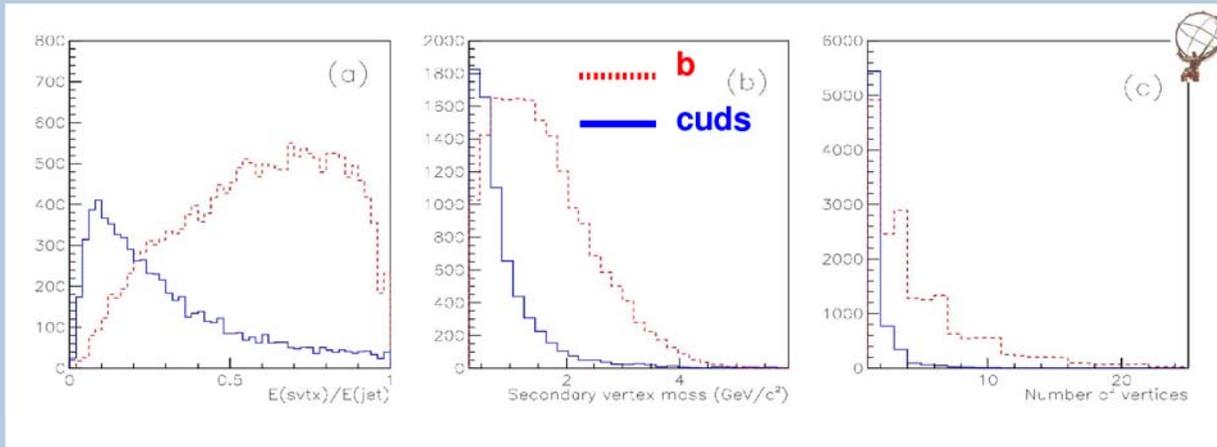
$\epsilon = 60\%$  (confronto non coerente)  
 ATLAS reiezione  $\sim 80$   
 CMS reiezione da 250 a 15 ( $\eta$ )



# *b-Tagging: con vertici secondari*



La presenza di un vertice secondario nel jet da' una forte indicazione, ma non e' sufficiente a discriminare c-quark => vengono utilizzate informazioni aggiuntive:

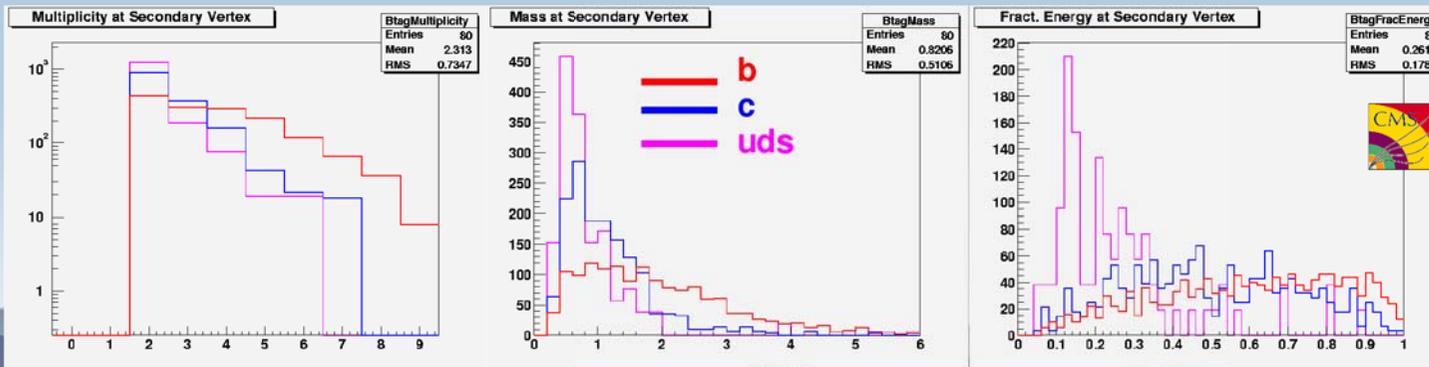


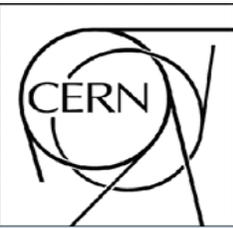
ATLAS:

- Frazione di energia al VS
- Massa invariante al VS
- Numero di vertici

CMS:

- Molteplicita' carica al VS
- Massa invariante al VS
- Frazione di energia al SV...





# *b*-Tagging: con vertici secondari CMS



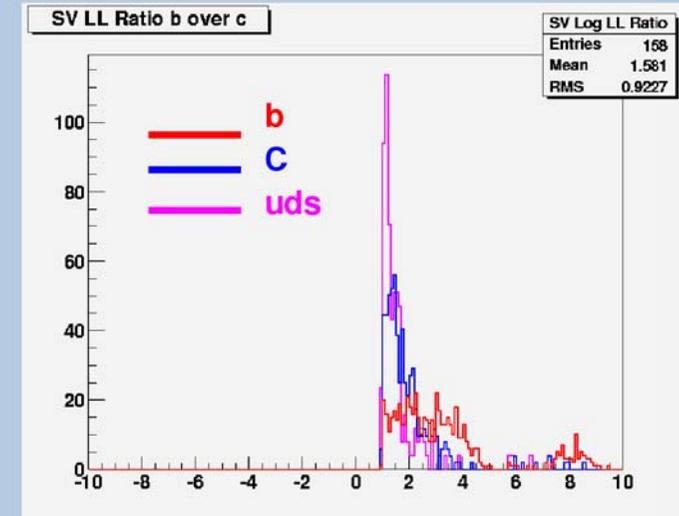
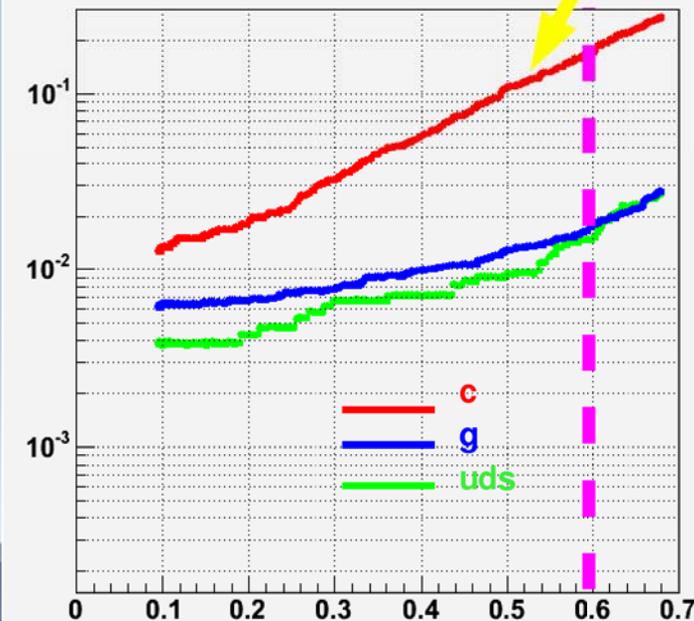
Le informazioni sono combinate in una “likelihood ratio”:

■ Metodo ottimale qualora le variabili non siano correlate

$$L = \frac{\prod f^{segnale}(x)}{f^{bkg}(x)}$$

■ Si riesce a rigettare quark *c*?

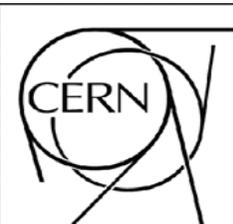
Misid. vs. Efficiency



Jet nel barrel,  $E_T$  da 80 -120 GeV,  $\epsilon_b = 60\%$  :  
reiezione  $> \sim 50$  per gluoni e quark uds  
 $> \sim 5$  per quark *c* (prestazioni peggiorano di un fattore 10)

**Risultati preliminari!** miglioramenti:

- ◆ Informazioni del parametro di impatto
- ◆ Includere le informazioni dei leptoni
- ◆



# b-Tagging: confronto delle prestazioni



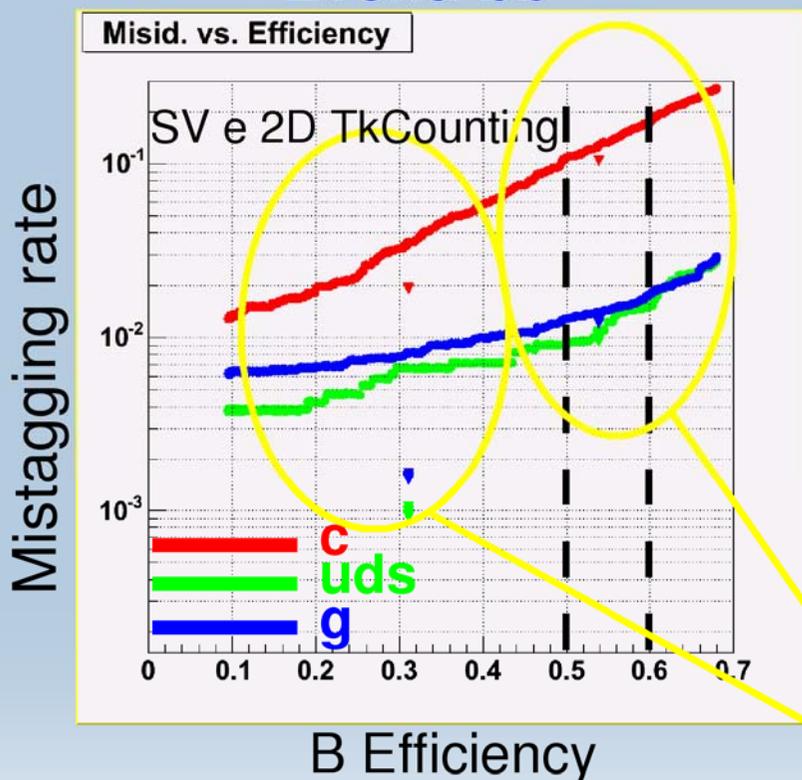
## Tra i diversi algoritmi di b-Tag in ATLAS e CMS



### Eventi bb



### Eventi WH



| <i>b</i> selection | 2D      | 3D       | +2 <sup>ndary</sup> vertex |
|--------------------|---------|----------|----------------------------|
| 50 %               | 151 ± 6 | 300 ± 15 | 935 ± 87                   |
| 60 %               | 51 ± 1  | 87 ± 3   | 160 ± 6                    |

Aggiungendo le informazioni del vertice secondario il potere di reiezione migliora di un fattore > 3

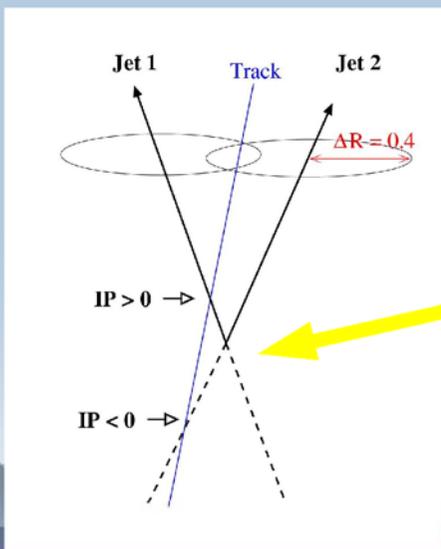
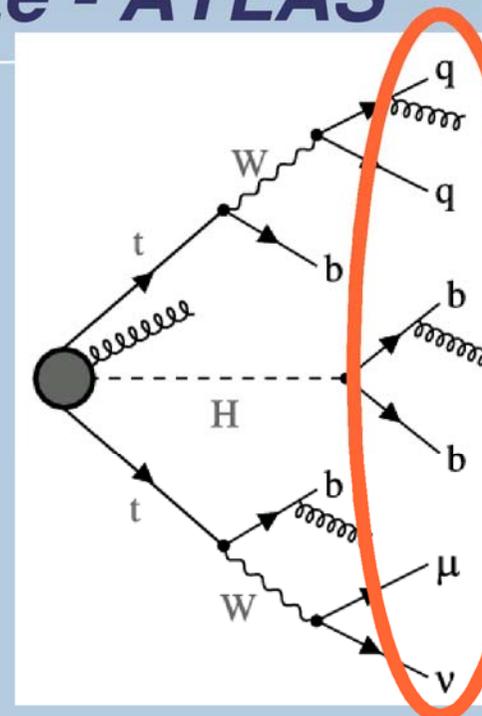
prestazioni confrontabili per alte  $\epsilon_b$

“vecchia” calibrazione

Algoritmo SV non contiene ancora le informazioni del parametro di impatto!

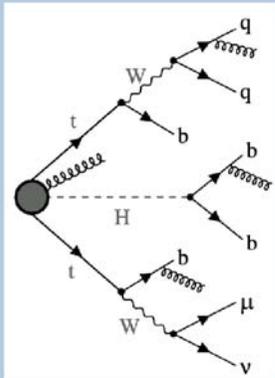
$ttH, H \rightarrow bb$  ( $m_H \sim < 130 \text{ GeV}/c^2$ )  
 $tt \rightarrow 6 \text{ jet}$

Stato finale molto “popolato”:  
 4 b jet+ (almeno) 2 jet da quark leggeri  
 Fondo irriducibile: ttj



- **Calibrazione:** jet leggeri filtrati dalla contaminazione di b e c
- **Tracce nelle regioni di sovrapposizione dei jet** possono condizionare le prestazioni di b-Tag => univocamente assegnate al jet piu' vicino in  $\eta-\phi$

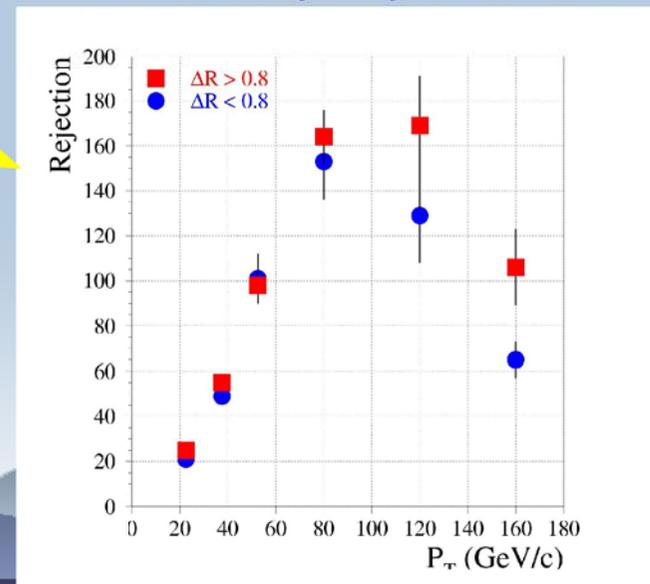
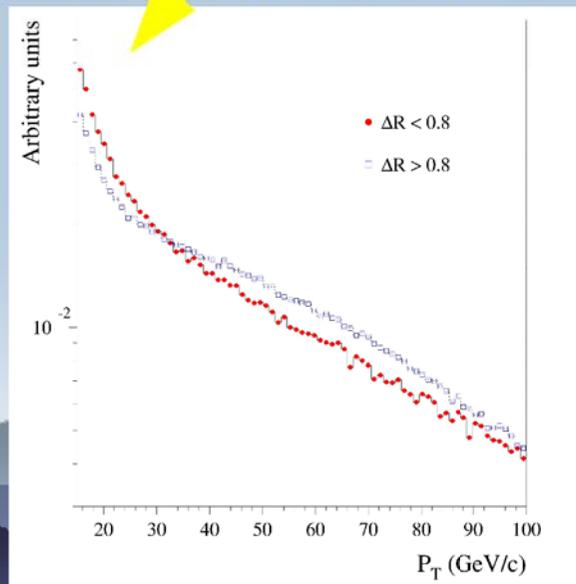
# *b-Tagging* *con topologie complicate - ATLAS*

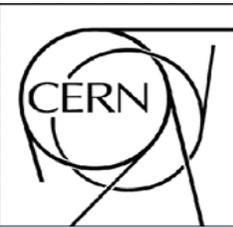


## Qualche sistematica sui jets

Un jet e' isolato se si trova a una distanza minima di 0.8 in  $\eta-\phi$  dagli altri jet.

- Per jet non isolati il potere di reiezione del b-Tagging degrada di **~35%**
- dovuto al loro spettro in  $p_T$  essendo principalmente jet da gluon splitting
- Reiezione Vs  $p_T$  a  $\epsilon_b=50\%$  confrontabile per jet isolati e non

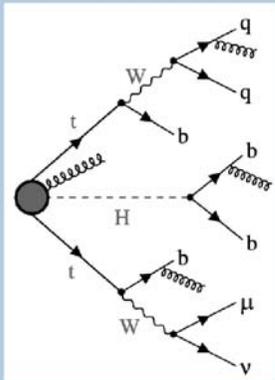




# *b-Tagging* *con topologie complicate - ATLAS*

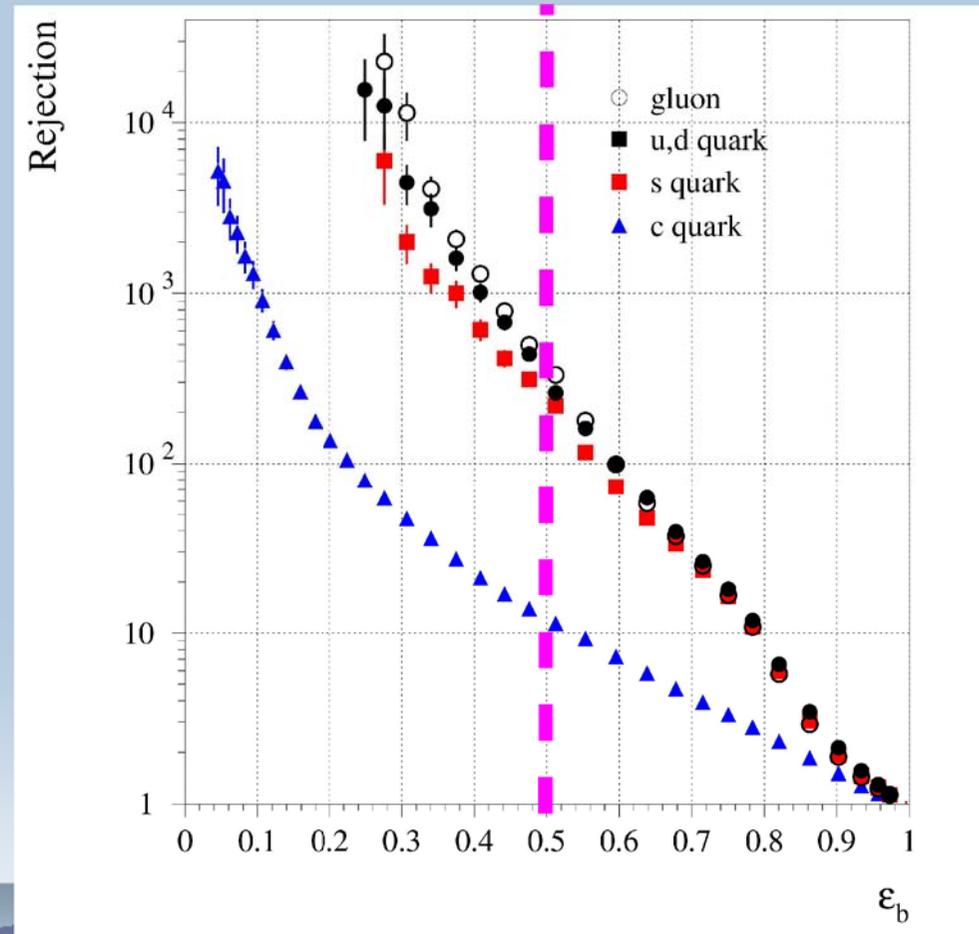


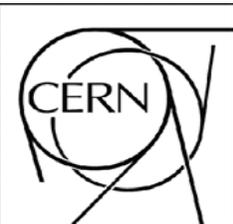
Potere di reiezione del b-Tag per i diversi sapori dei quark  
canale  $t\bar{t}H$



Senza PileUp

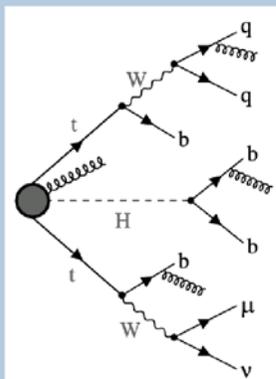
- Reiezione al 50% di efficienza b:  
gluoni e quark u d s ~300  
quark c ~ 10





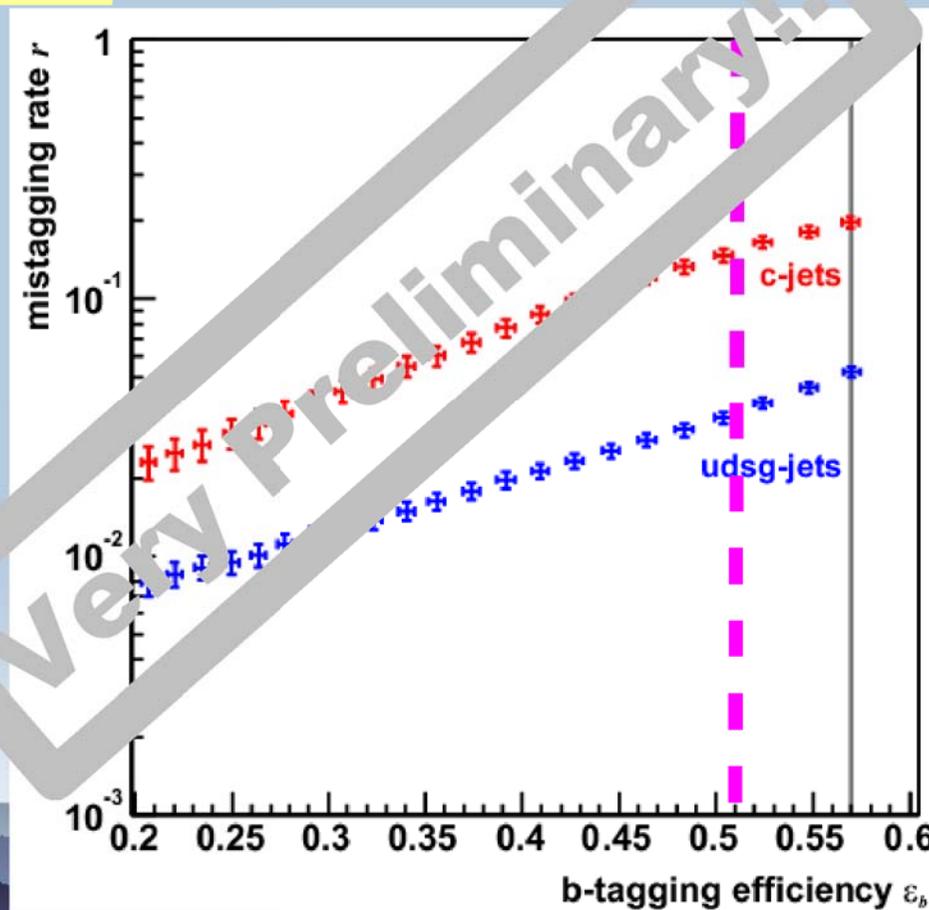
# *b-Tagging*

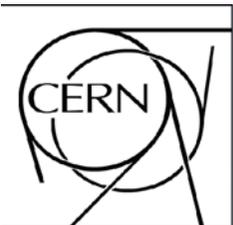
## *con topologie complicate – CMS*



ttH uno dei canali da  
investigare per il Physics TDR  
**WORKING IN PROGRESS**

- B-Tagging solo  
Vertice Secondario + Cinematica
- Calibrazione non specifica per il ttH
- Reiezione al **50% di efficienza b**:  
gluoni e quark u d s ~50  
quark c ~10
- Migliorerà sensibilmente!



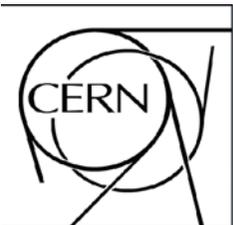


# ***b-Tagging : verso la presa dati***



## ■ Calibrazione

- Determinare i parametri:  
p.e. Determinazione dei parametri delle funzioni analitiche usate per i fit (Probabilità di singola traccia o densità di probabilità per la likelihood),  
“tool esterni” (Vertex Finder, Jet Finder, etc...)
- Scrivere e leggere file di calibrazione
  
- Studiare gli effetti sistematici legati al rivelatore:
  - Rivelatore non allineato (esiste qualche studio in ATLAS)
  - Effetti dello staging
  
- Sviluppo ( miglioramento) di nuovi (esistenti) algoritmi:
  - In particolare tecniche di b-tagging basate sul leptone, sia ATLAS che CMS ci stanno lavorando
  - migliorare il potere di selezione sui quark c (massa invariante)
  - Tool dedicati per identificare un vertice secondario in un b-jet per (aumentare l'efficienza)



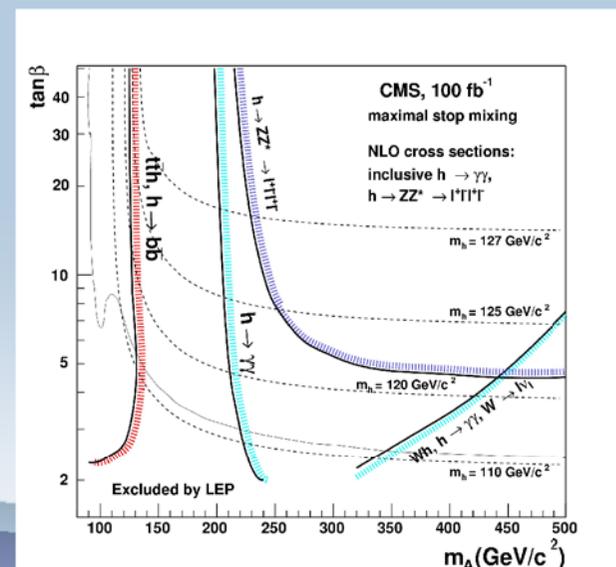
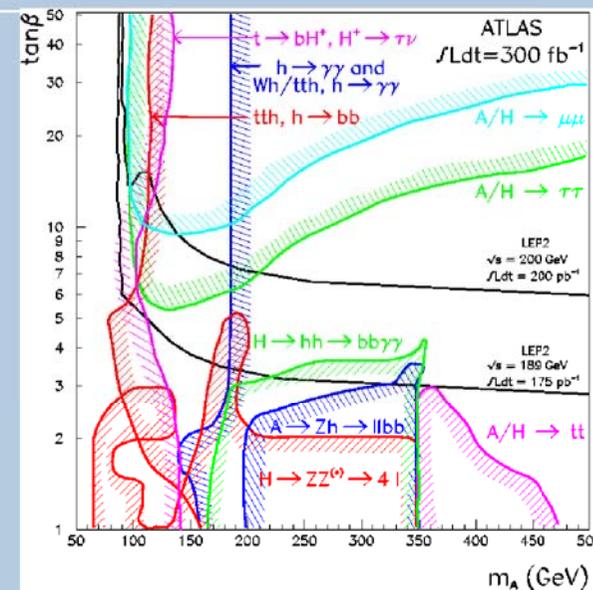
# Tau-Tagging: introduzione

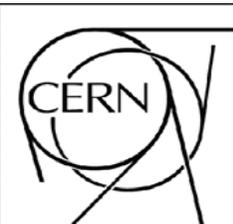


- Importante soprattutto per i canali supersimmetrici (Higgs e produzione di stau)
- Studi in canali esclusivi sono piu' significativi
- Canali di Higgs considerati:
  - $H/A \rightarrow \tau\tau$
  - $H^+ \rightarrow \tau\nu$
  - $qqH, H \rightarrow \tau\tau$

## Principali canali di decadimento:

- ◆ Decadimento leptonic BR ~ 35%
  - ◆  $\tau \rightarrow \nu_\tau + \nu_e + e$
  - ◆  $\tau \rightarrow \nu_\tau + \nu_\mu + \mu$
- ◆ Decadimento adronico 1 prong BR ~ 50%
  - ◆  $\tau \rightarrow \nu_\tau + \pi^c + x \pi_0$  ( $x = 0, 1, 2, 3$ )
- ◆ Decadimento adronico 3 prong BR ~ 15%
  - ◆  $\tau \rightarrow \nu_\tau + 3 \pi^c + x \pi^0$  ( $x = 0, 1, 2, 3$ )

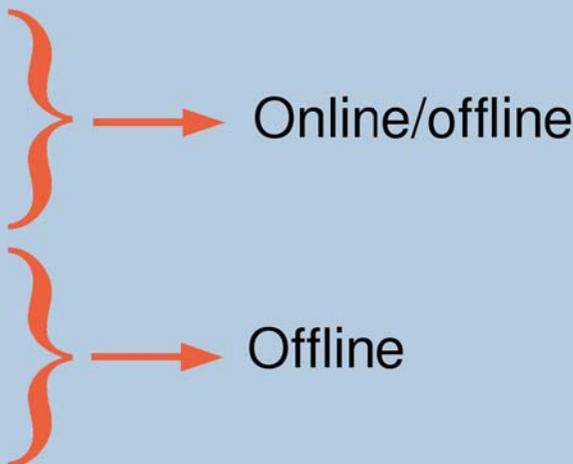




# Tau-Tagging: strategie

## ■ Tau adronico:

- Cluster calorimetrico associato
- Missing  $E_T$
- Jet molto collimati
- 1, 3 tracce cariche
- Parametro di impatto ( $ct \sim 90\mu\text{m}$ )
- Presenza di pioni neutri



## ■ Tau leptonic:

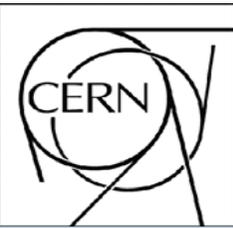
- Elettrone => come decadimento adronico 1 prong
- Muone => Parametro di impatto e identificazione + isolamento del  $\mu$

### ATLAS:

- Studi di Trigger a Livello 1
- Non ancora studi HLT su canali specifici
- Studi Offline

### CMS:

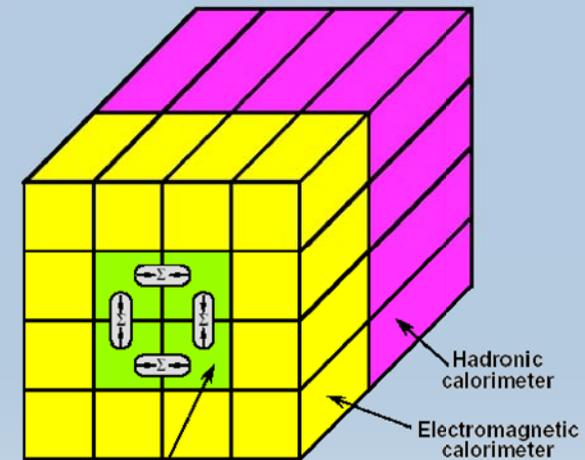
- Studi di Trigger L1+HLT su canali specifici
- Studi Offline in corso d'opera



# Tau-Tagging Livello 1

## Informazioni calorimetriche -ATLAS

- Isolamento calorimetrico: usa le 12 trigger tower attorno al cluster "core" (tipicamente 2x2)
- Efficienza di selezione varia con le soglie L1



Trigger towers ( $\Delta\eta \times \Delta\phi = 0.1 \times 0.1$ )



Vertical sums in e.m. calorimeter



Horizontal sums in e.m. calorimeter



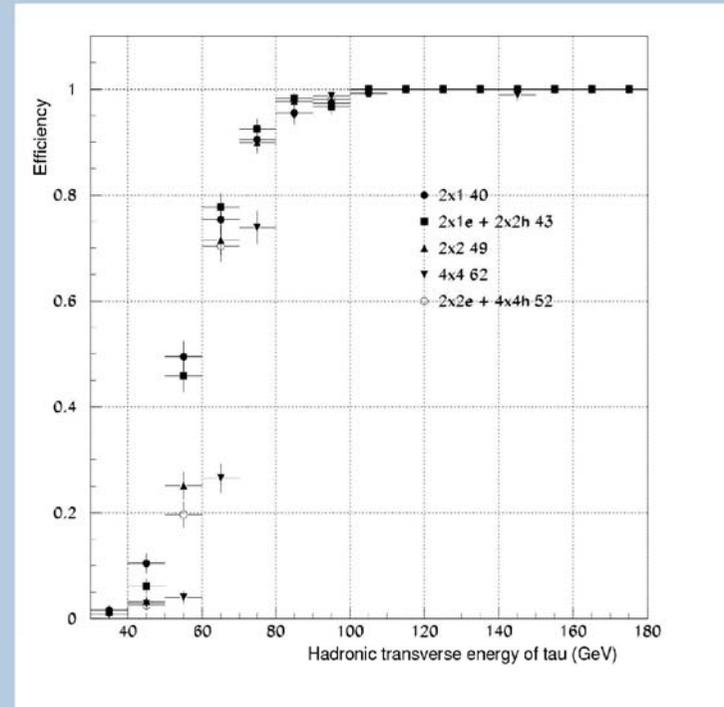
De-cluster/ROI region: local maximum



Electromagnetic isolation < e.m. isolation threshold

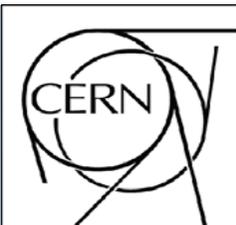


Hadronic isolation < hadronic isolation threshold



A- $\rightarrow$   $\tau\tau$

Efficienze in funzione della Et del tau jet  
Non c'e' una differenza significativa tra i decadimenti a 3 and 1 prong

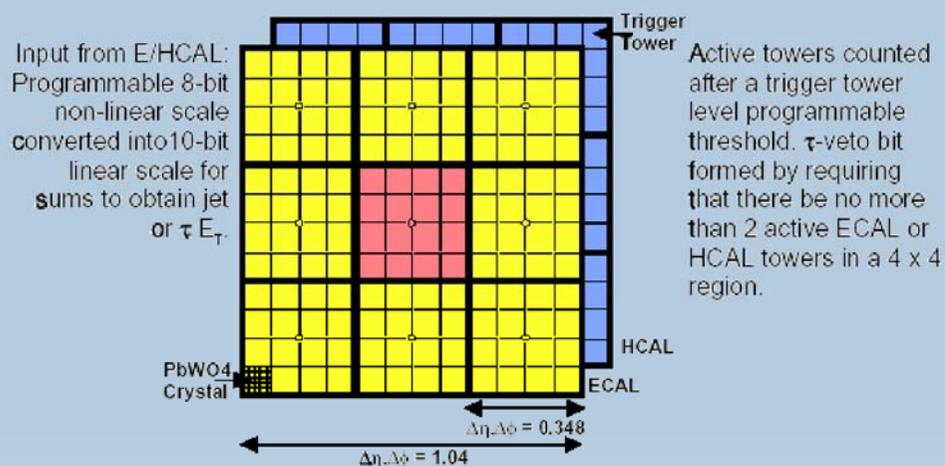


# Tau-Tagging Livello 1

## Informazioni calorimetriche -CMS



- Isolamento calorimetrico: non piu' di 2 torri calorimetriche attive in una regione 4x4
- Canale di benchmark bbH, h-> 2τ-jet



### Jet or τ E<sub>T</sub>

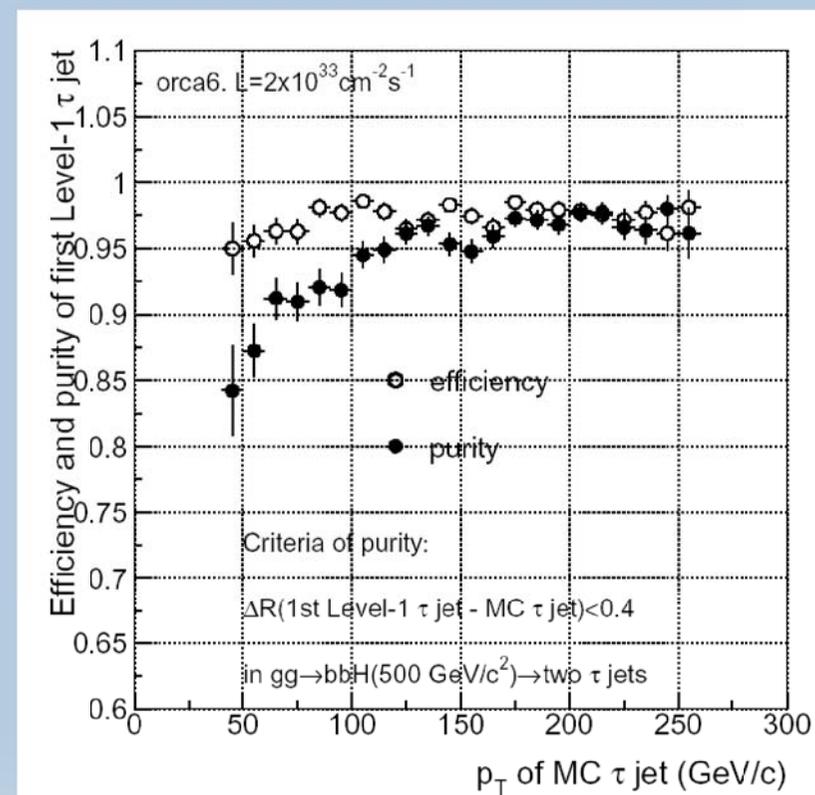
- 12x12 trigger tower E<sub>T</sub> sums sliding in 4x4 steps with central 4x4 > others

### τ algorithm (isolated narrow energy deposits)

- Redefine Jet as τ if none of the 9 4x4 region τ-veto bits are on

### Output

- Sorted top 4 jets & top 4 τ-jets & counts of jets above programmable thresholds



- Purezza: distanza del jet-tau dal tau MC minore di 0.4 in ηφ



# Tau-Tagging Livello 1 Rate



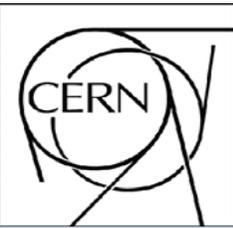
- QCD rate da 2 a 9 kHz alta luminosita

| Rate<br>kHz | 1T threshold (95%)<br>(GeV) | 2T threshold (95%)<br>(GeV) | $\varepsilon(H \rightarrow \tau\tau)$<br>$m_H=200 \text{ GeV}/c^2$ | $\varepsilon(H^\pm \rightarrow \tau\nu)$<br>$m_{H^\pm}=200 \text{ GeV}/c^2$ | $\varepsilon(H \rightarrow \tau\tau)$<br>$m_H=500 \text{ GeV}/c^2$ |
|-------------|-----------------------------|-----------------------------|--|---|--|
| 3           | 93 (86)                     | 66 (59)                     | 0.78   | 0.81  | 0.90   |
| 6           | 82 (75)                     | 60 (53)                     | 0.87   | 0.84  | 0.92   |
| 8           | 78 (71)                     | 57 (50)                     | 0.90   | 0.85  | 0.93   |
| 9           | 76 (69)                     | 56 (49)                     | 0.91   | 0.86  | 0.93   |

- QCD rate da 16 a 0.6 kHz bassa luminosita'



| Core- $E_T$ threshold | E.M. isolation threshold | Rate at $10^{33} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ |
|-----------------------|--------------------------|--|
| 20 GeV                | 7 GeV                    | $16.3 \pm 0.4 \text{ kHz}$                     |
| 40 GeV                | 10 GeV                   | $2.1 \pm 0.2 \text{ kHz}$                      |
| 60 GeV                | 12 GeV                   | $0.6 \pm 0.1 \text{ kHz}$                      |



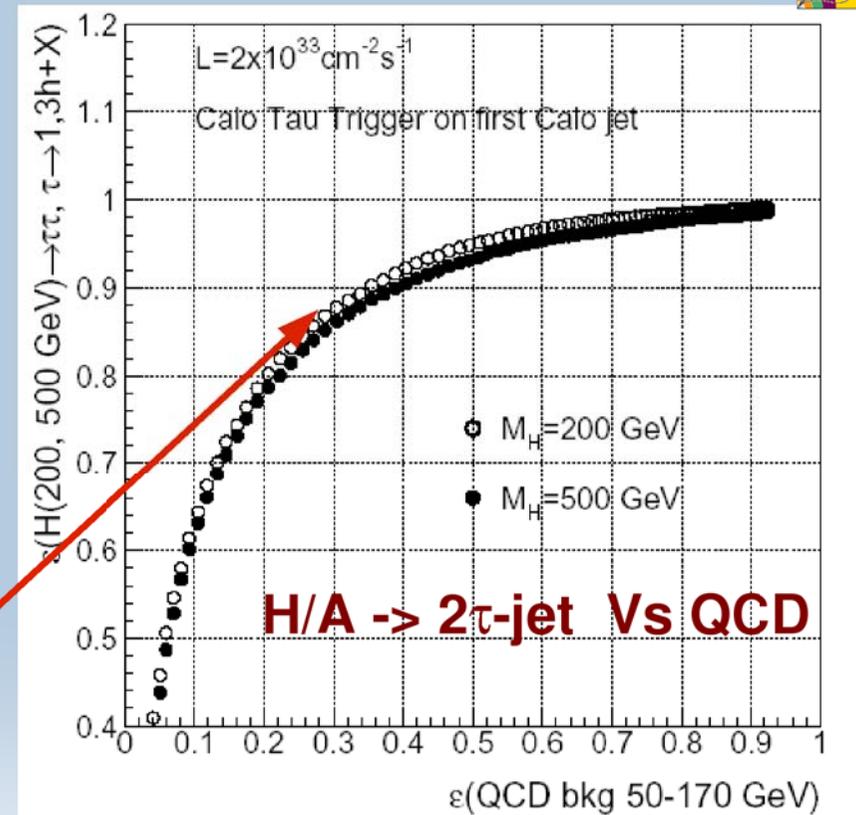
# Tau Tagging HLT - CMS

=> Circa il 90% dell'energia del jet tau e' contenuta in un cono di ~0.2 e il 98% in cono ~0.4

- A Livello 2 risposta dei calorimetri e' migliorata, maggiore granularita'
- Tau-jet ricostruito attorno alla direzione di L1
- L'energia trasversa delle torri calorimetriche e' usata per costruire la variabile di isolamento:

$$P_{isol} = \sum_{\Delta R < 0.4} E_T - \sum_{\Delta R < 0.13} E_T$$

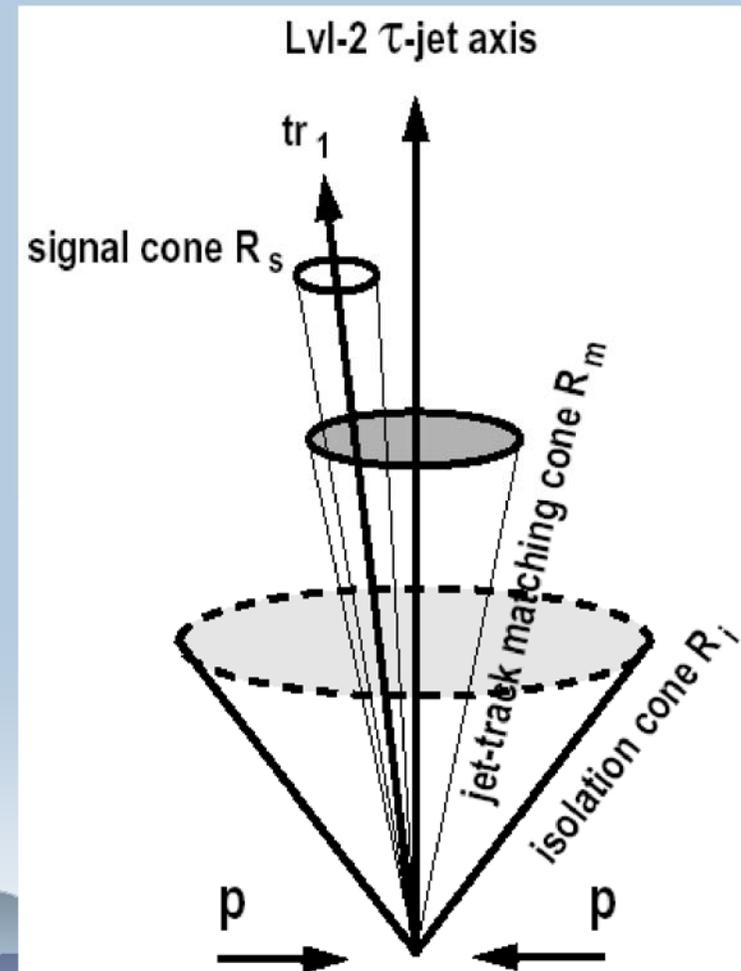
efficienza di segnale ~86%  
 efficienza QCD ~30%

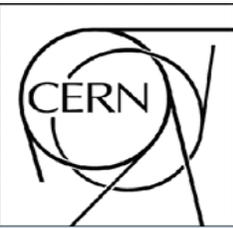


Le informazioni del tracciatore possono essere usate per migliorare l'isolamento  
=> solo informazioni dei Pixel oppure tracce parzialmente ricostruite

## Strategia generale:

- Cercare la traccia con  $p_T$  maggiore nel cono  $\Delta R < R_m$  ( $R_m \sim 0.1$ )
- Tutte le tracce nel cono  $\Delta R < R_s$  ( $R_s \sim 0.07$ ) attorno alla traccia di più alto  $p_T$  sono supposte venire dal tau
- Viene richiesto che nessuna traccia sia presente nel cono di isolamento  $R_s < \Delta R < R_i$  ( $R_i \sim 0.2 \div 0.5$ )



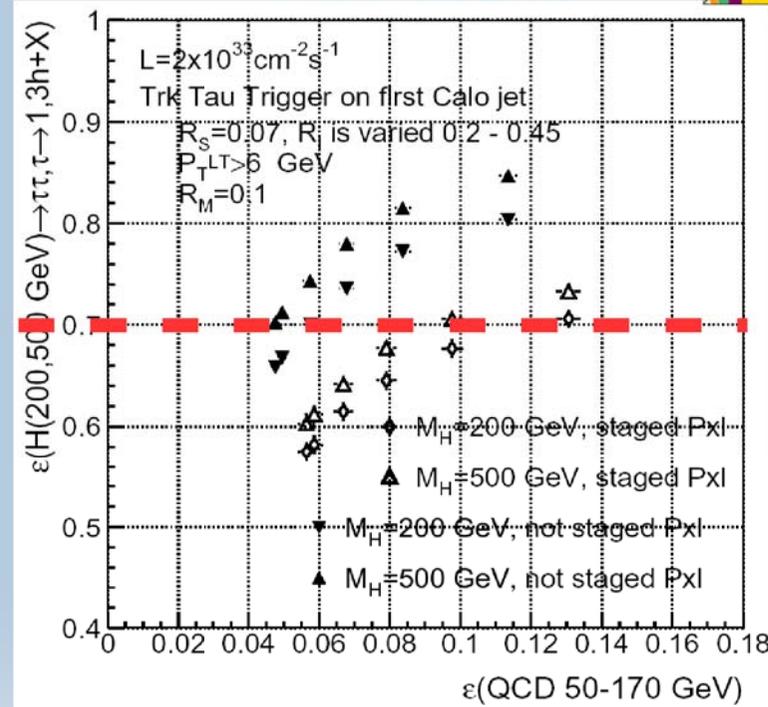
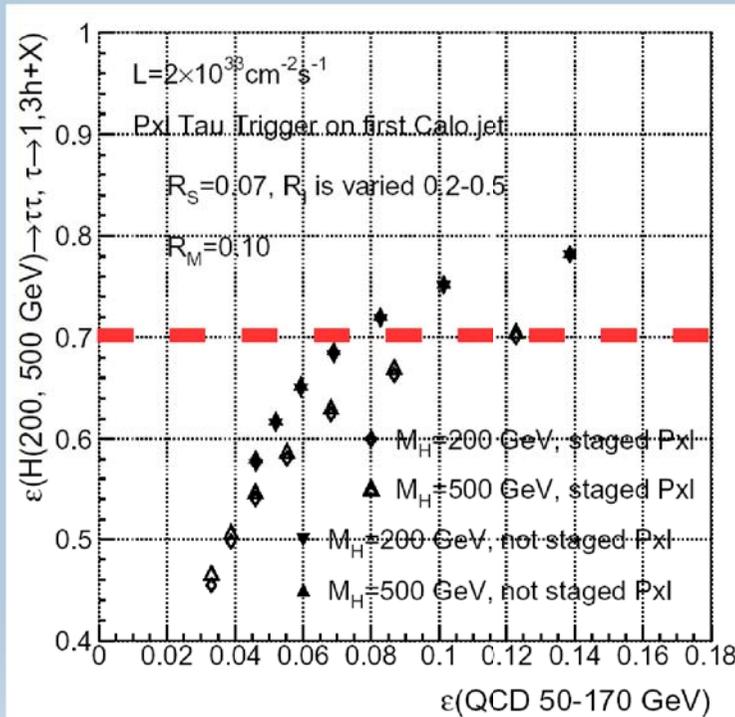


# Tau Tagging HLT - CMS

Efficienze rispetto al Livello 1 di  $h/A \rightarrow 2$  tau-jet Vs QCD variando il cono di isolamento da 0.2 a 0.5

**Calo+Pixel**

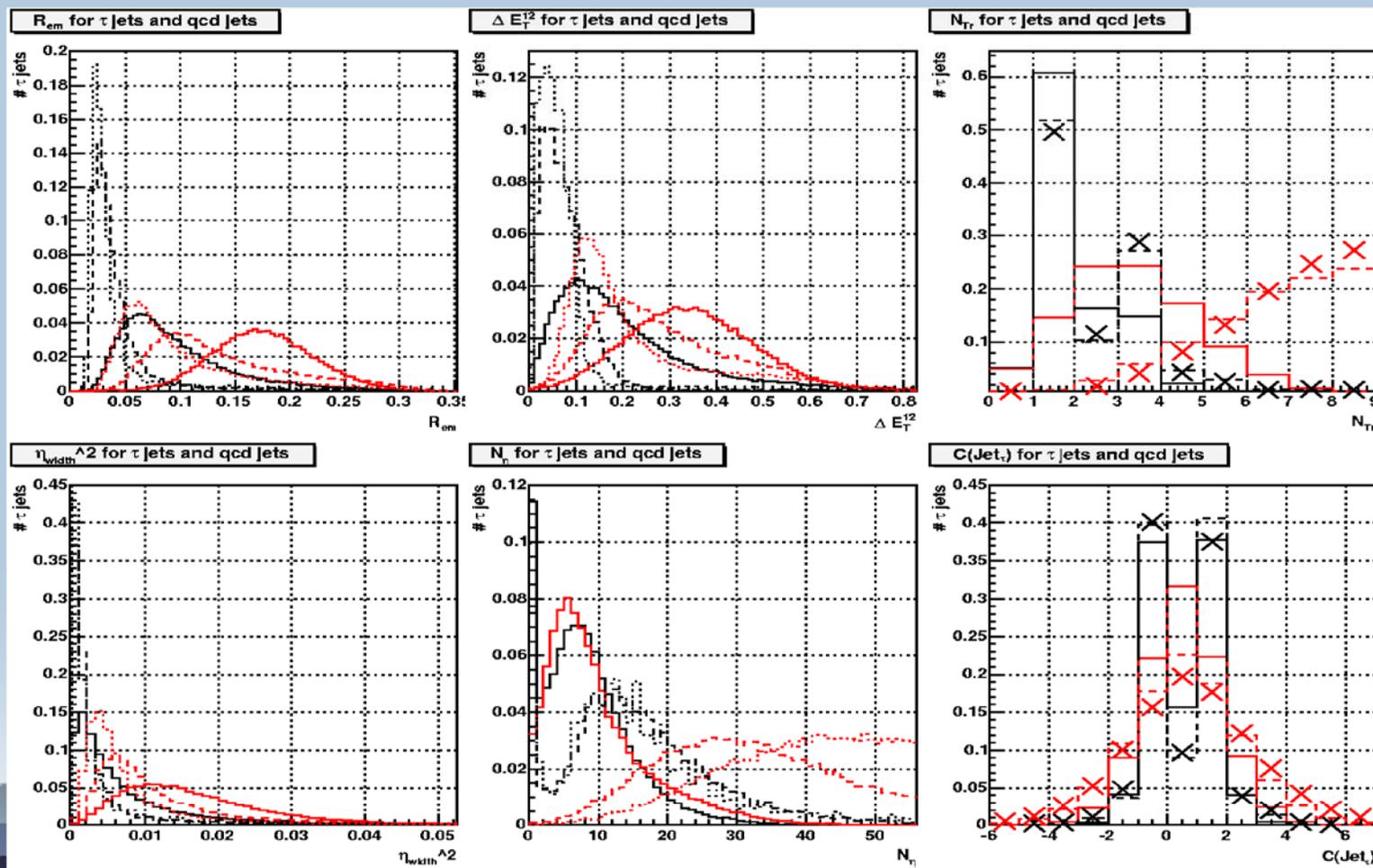
**Calo+Tracker**



Il Trigger Calo+Pixel e' circa 2 volte piu' veloce del Tracker+Calo con una perdita di efficienza di circa il 15%

$H \rightarrow \tau\tau$

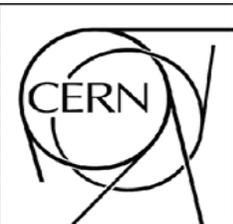
Le variabili discriminanti sono combinate in una likelihood



$\tau$ -jets

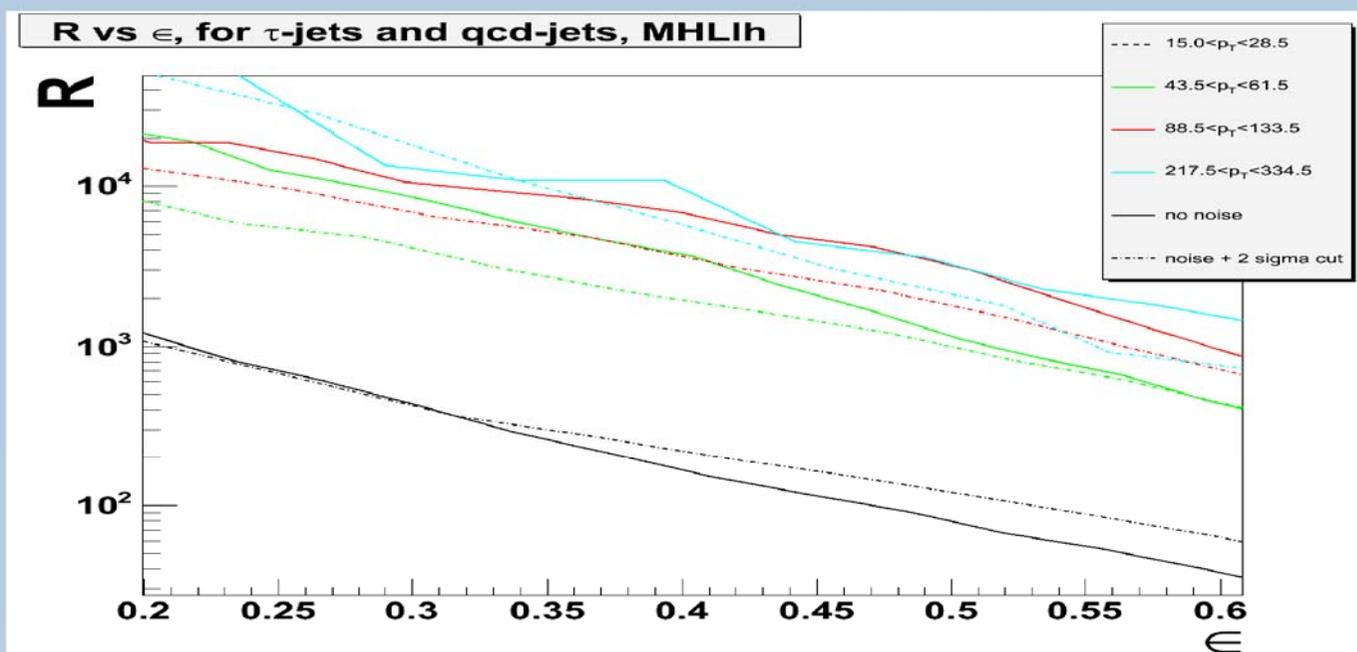
qcd-jets

per diversi  $p_T$  bin

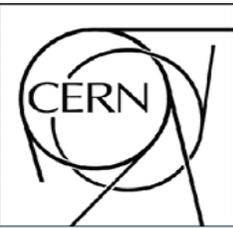


# Tau-Tagging offline – ATLAS

Efficienza di segnale Vs Reiezione del fondo QCD  
introducendo il noise e per diversi pT bin



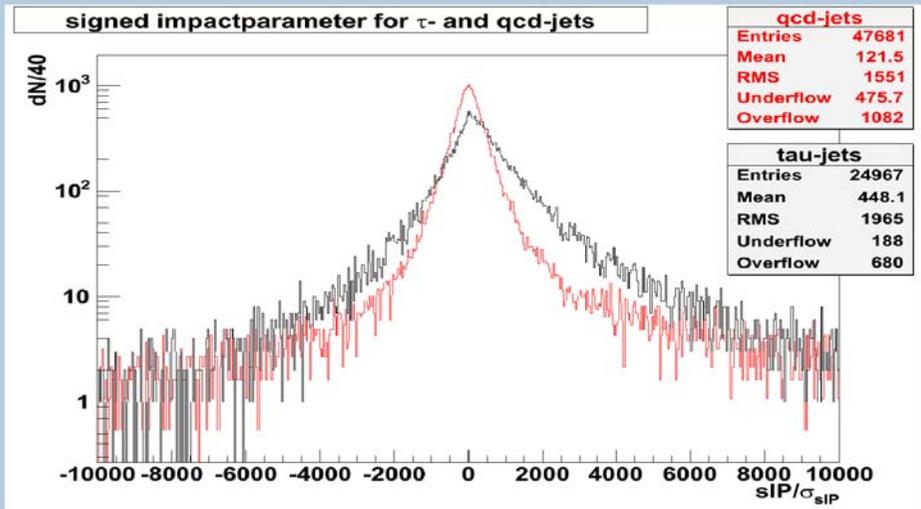
Per un'efficienza di segnale di  $\sim 45\%$  la reiezione QCD varia da 200 a 10000 dipendente da pT



# Tau-Tagging Parametro d'Impatto



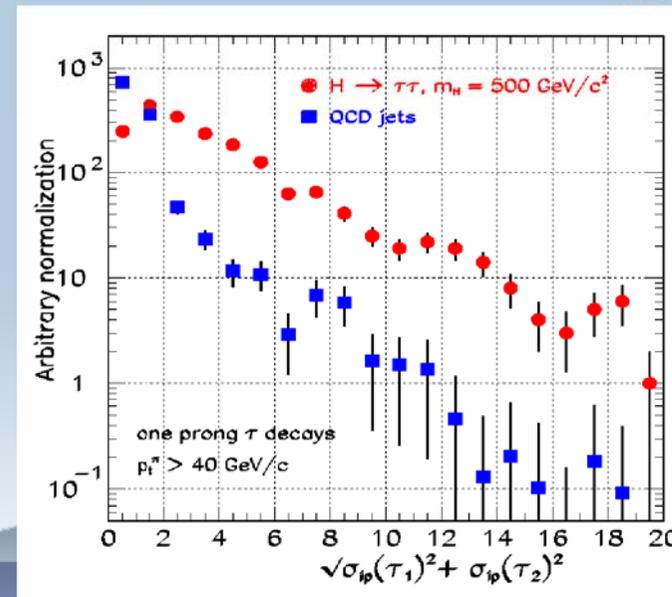
Il parametro di impatto puo' essere usato per migliorare la reiezione del fondo QCD



ATLAS:  
parametro di impatto senza segno

CMS: utilizza la somma in quadratura dell PI dei due tau:

$$\sigma_{12} = \sqrt{\sigma_{ip}(\tau_1)^2 + \sigma_{ip}(\tau_2)^2}$$



# Conclusioni

- Tanto lavoro e' stato fatto e tanto ce ne e' ancora da fare...
- Confronti significativi sono difficili da fare:  
rivelatori diversi campioni di eventi diversi
- le prestazioni dei rivelatori (simulati) non cosi' distanti
- gli strumenti (framework, algoritmi, etc..) sono in continua  
evoluzione => performance di b-tagging e tau-tagging  
evolvono con loro
- e' importante approfondire la sistematica e gli studi "realistici"  
(detector non perfettamente allineato)
- sia per ATLAS che per CMS lo stato del lavoro e' avanzato le  
attuali prestazioni assicurano che riusciremo a rivelare  
decadimenti di b e  $\tau$  nei canali di scoperta