Calibración de la escala de energía de los jets con sucesos γ+jet para el detector ATLAS de LHC

Carolina Deluca Silberberg

XXX Reunión Bienal de la RSEF

IFAE, Barcelona

Contenido

- Introducción
- Balance de momento transverso

Parte I: Análisis de la señal

Selección de la señal

Estudios comparativos de algoritmos de reconstrucción de jets

Calibración de algoritmos de los jets

Parte II: Señal y background

Calibración del detector: introducción

Selección de los fotones: cortes

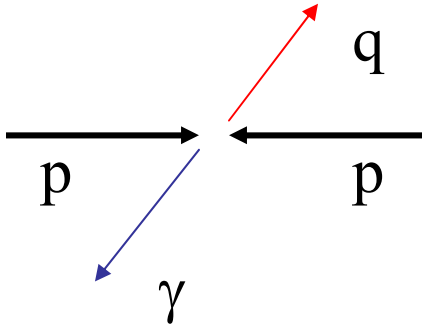
Balance de pT para señal y ruido de fondo

- Conclusiones

Introducción

MOTIVACIONES

- El γ y el $Z^0 \rightarrow \ell\ell$ son referencias "ElectroMagneticas" que se pueden reconstruir y calibrar con precisión compensando el sistema hadrónico



- Potencialmente, muestra de sucesos con mucha estadística $L=2\cdot10^{33}cm^{-2}s^{-1}$

pT de 20 GeV a ~60 GeV:	**Z(→ll)+jet (~2Hz)**
	γ+jet (~ 0.1 Hz)
	reservando 1Hz en el trigger
pT > 60 GeV:	**γ+jet (~2Hz)**
	Z+jet (~ 0.1 Hz)

PARA ENTENDER

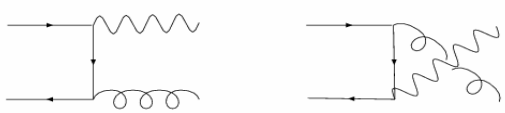
- Efectos del detector: respuesta del calorímetro a diferentes partículas, zonas muertas, ruido electrónico, etc.
- Efectos físicos: fragmentación, radiación de gluones (multijets)

Balance de momento transverso

$$\Delta pT = \frac{pT_{jet} - pT_{\gamma}}{pT_{\gamma}}$$

Queremos usar el balance de momento transverso entre el fotón y el jet del estado final para entender los efectos que influyen en el proceso que tiene lugar en la cadena que va del partón al jet en el estado final

- A primer orden en T. de perturbaciones dos procesos dan lugar al estado final γ+jet:



$$q + \bar{q} \rightarrow g + \gamma$$

$$q + g \rightarrow q + \gamma$$

- Conservación de momento transverso:

$$pT_{\gamma} = pT_{parton} \Rightarrow pT_{\gamma} = pT_{jet}$$ en muy buena aproximación

Análisis de la señal

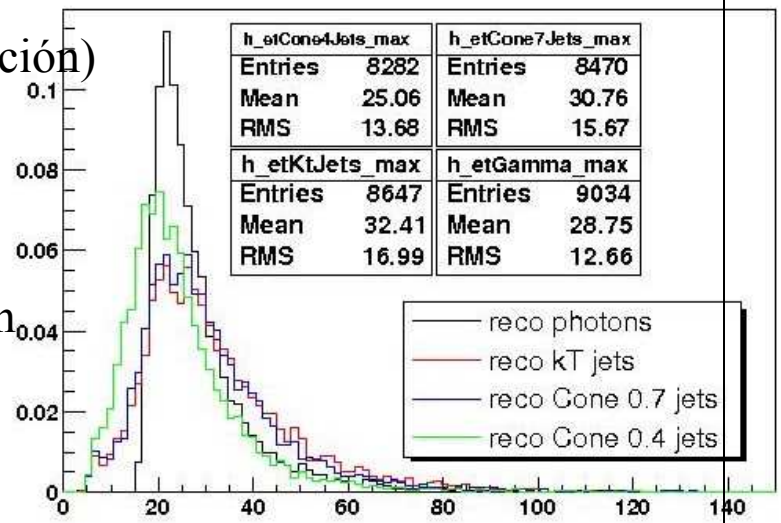
Selección de la señal

Fotones

- Sólo sucesos que contengan un fotón generado
- pT_γ(reco) > 16 GeV (pT > 20GeV en la generación)
- γ más energético → candidato a balance pT

Jets

- Hemisferio opuesto a la dirección en φ del fotón
- jet más energético → candidato a balance pT

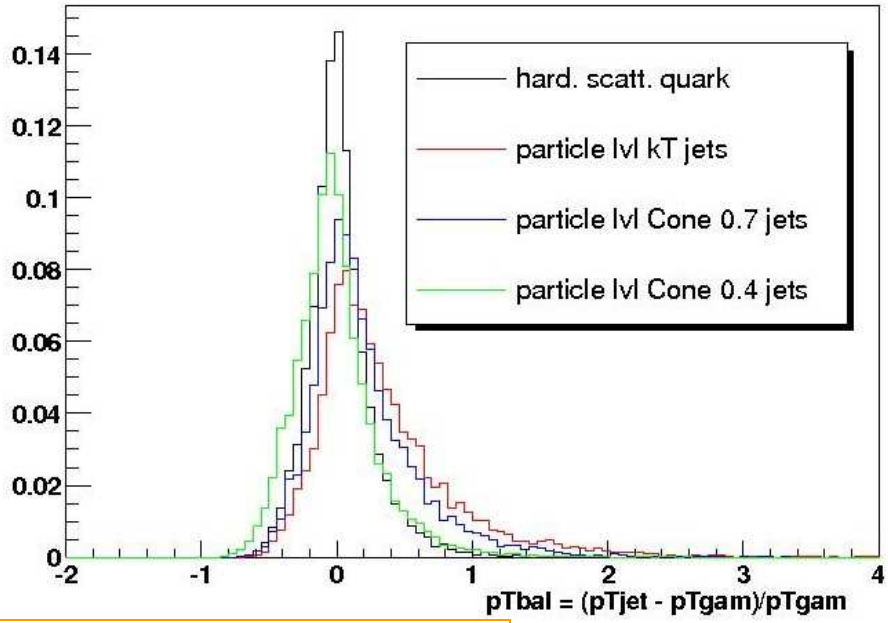


Estudios comparativos

- Diferentes algoritmos de reconstrucción de jets: Cone (R=0.7&0.4) y kT
- Diferentes niveles de balance de pT: hard scattering quark, particle level jets, jets reconstruidos a escala EM y calibrados

→Estudio de efectos físicos y del detector, calibración de los diferentes algoritmos…

Estudios comparativos: ISR, FSR & UE



- quark → sólo ISR
- MC jets → efectos físicos (fragmentación, FSR, UE)
- reco jets → efectos físicos y del detector

En una ventana de anchura 0.12 centrada alrededor de 0 para evitar colas

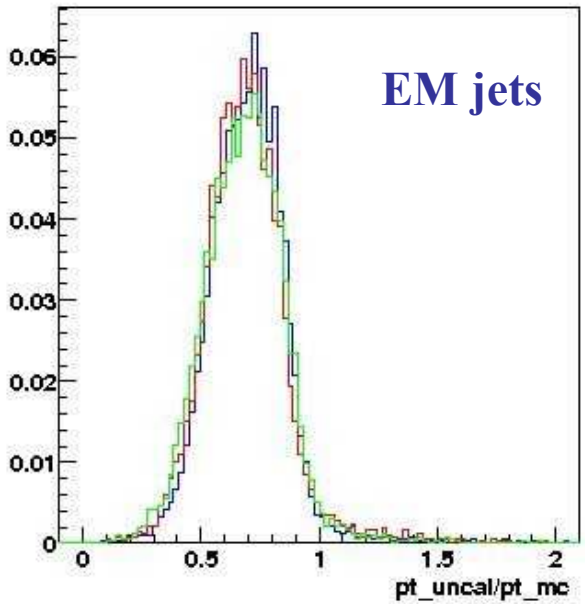
Error estadístico

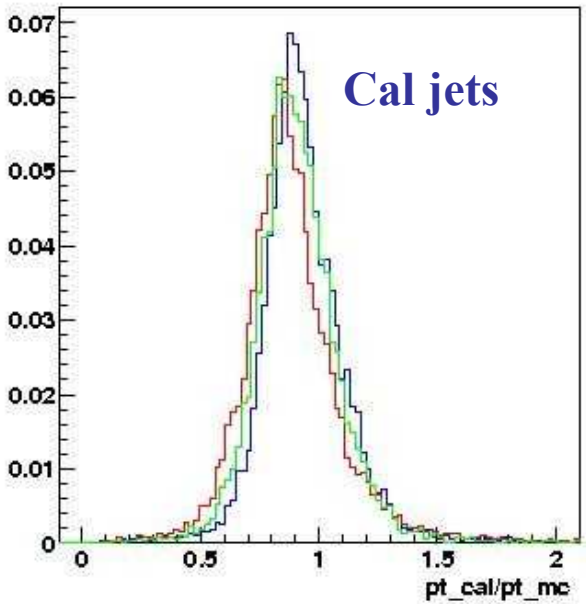
Quark <pTbal> (%) = -1.6±1.8

<pTbal> (%)	Cone 0.4	Cone 0.7	kT
MC jets	-4.0±2.4	8.7±2.5	14.3±2.7
Reco Cal jets	-12.9±0.3	0.7±0.3	2.5±0.3
Reco EM jets	-29.5±0.3	-18.4±0.3	-12.5±0.3

Calibración hadrónica de los jets

pT (20, 50) GeV





Calibración dividida en dos fases:

→ Efectos físicos
(relacionar partón original con el jet a nivel de partículas)

→ Efectos del detector
E_T(reco jets)/E_T(MC jets)

OBJETIVO:
E_T(reco jets)/E_T(MC jets)=1

<eTr/eTmc>	EM pT20	Cal pT20	Cal pT60
Cone 0.4	69%	91%	94%
Cone 0.7	70%	94%	98%
kT	69%	89%	101%

Calibración del detector: introducción

- Datos del Test Beam, π's, simulaciones de MC

  •precisión en la escala absoluta de energía de los jets ~ 5-10%

  •Objetivo de ATLAS → precisión ~ 1%

→ Necesidad de una calibración *in situ* del detector

- Varias muestras de sucesos (diferentes y complementarias): $W \rightarrow jet\ jet$ y $Z^0/\gamma+jet$

  • ***W→jet jet***: útil en el caso de jets provinientes de quarks ligeros

  • ***Z^0/γ+jet***: escala de energía de los b-jets.

→ En el caso ***γ+jet***

•Principal fuente de background: dijets cuando un jet tiene una componente EM importante. En la mayoría de los casos un π^0 energético que desintegra en $\gamma\gamma$ muy colimados que se detectan como un único fotón en el calorímetro

• Aplicación de cortes de calorimetría para reducir la contribución del background: 3 conjuntos de cortes con diferentes niveles de eficiencia para la señal y de supresión del background.

Bases de la separación γ/jet

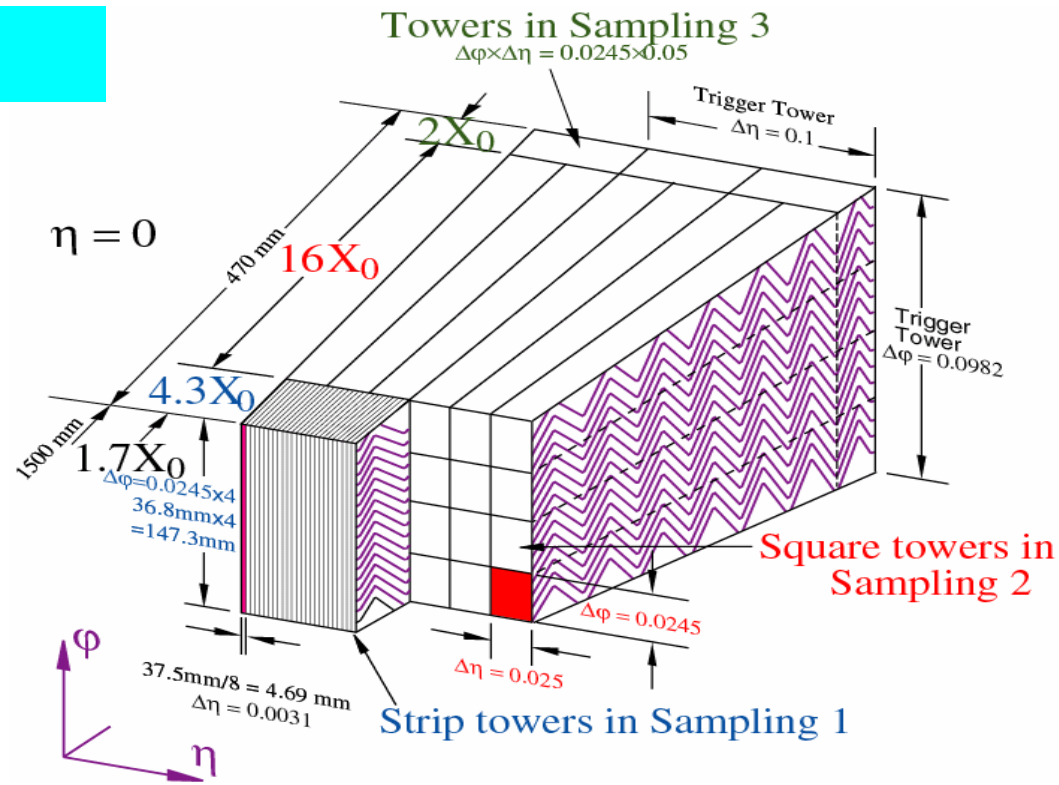
→ Si hay "fugas" de energía en el calorímetro hadrónico:

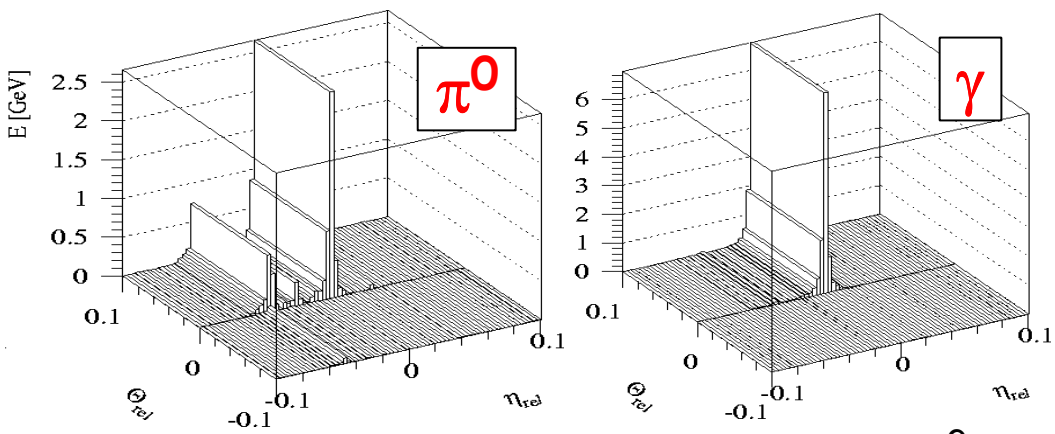
EM Sampling2: desarrollo transversal diferente de las cascadas EM y hadrónicas

- Forma de la cascada en η y φ
- Anchura de la cascada en la dir. η

EM Sampling1: sólo sobreviven los jets con poca actividad hadrónica. Segmentación fina del calorímetro en strips

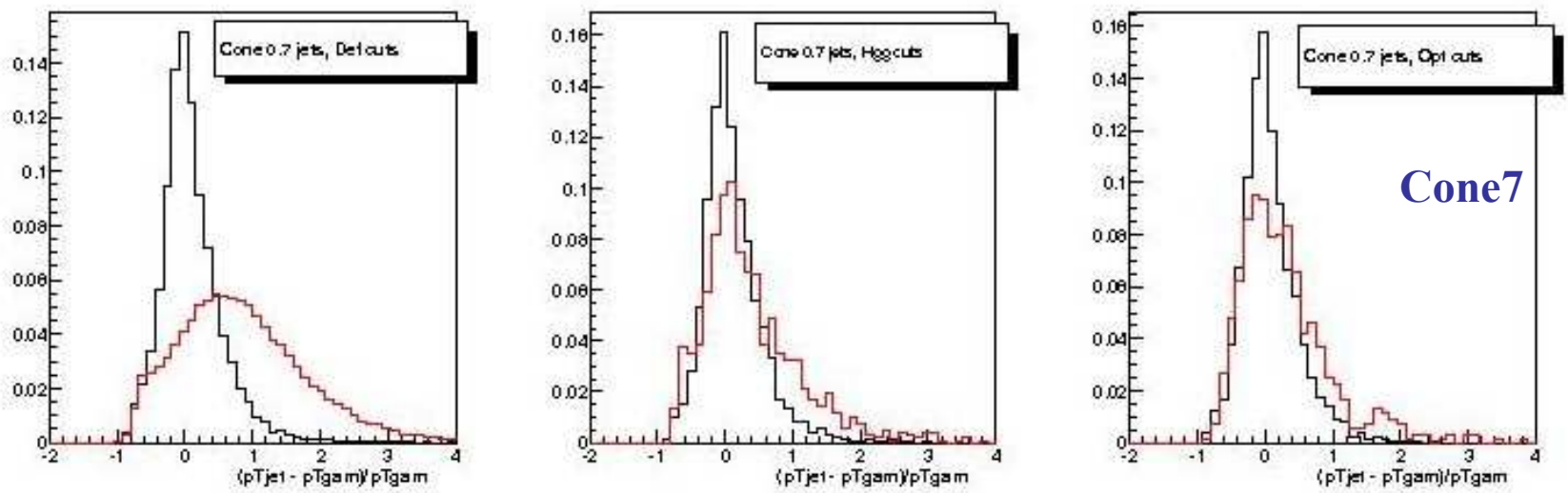
- Búsqueda de subestructuras en los strips
- Anchura de la cascada en η





Carolina Deluca
XXX Bienal de la RSEF

Balance de pT para señal y background



default CBNT: S/B~10% , optimizados: S/B~30%

→ jet background ≈ π^0's

En una ventana de anchura 0.12 centrada alrededor de 0 para evitar colas

<pTbal> (%)	SEÑAL	BACKGROUND
Default	0.7±0.3	8.3±0.3
H → γγ	2.5±0.5	2.5±1.1
Optimizados	-0.1±0.6	0.8±1.4

El <pTbal> es el mismo que para la señal dentro de una precisión de ~ 2%

Error estadístico

Conclusiones

- Comparación sistemática de datos reales y de MC cuando el experimento se ponga en marcha
- Esto permitirá comprobar nuestra comprensión de importantes aspectos como:

  → Comprobar el nivel de acuerdo entre los datos y el MonteCarlo y distinguir los efectos que pueden originar diferencias:

  - Efectos físicos (fragmentación, etc.)
  - Efectos detector (descripcion de la zonas muertas, etc..)

  → Comportamiento relativo de los diferentes algoritmos de jets
- Cuando los datos y el MC concuerden bien, los sucesos pueden usarse para calibrar el detector
- Otros usos de interés dada su importante estadística y relativa sencillez son por ejemplo tareas de monitoring en tiempo real al principio del experimento

Para el futuro

- Por entender aún:

  → Efectos del ruido electrónico, minimum-bias y pile-up

  → Comportamiento de la muestra en el rango de pT > 60 GeV, donde será más abundante y en principio más limpia