

Comparación de la respuesta del calorímetro hadrónico “TileCal” del detector ATLAS a una fuente radiactiva y a haces de muones

O. Norniella¹

¹ IFAE, Universidad Autònoma de Barcelona, Edifici Cn, 08193 Bellaterra (Barcelona).

El LHC¹ (Large Hadron Collider) es un colisionador protón-protón que se está construyendo en el CERN usando el ya existente túnel de LEP. El LHC intentará dar respuesta a cuestiones que aún no están resueltas dentro del Modelo Standard y además, participará en la búsqueda de la nueva física que va más allá del Modelo Standard. ATLAS es uno de los detectores que estará colocado en uno de los puntos de colisión del LHC y está diseñado para explotar su potencial de descubrimiento.

Los calorímetros juegan un papel crucial en ATLAS y son los detectores principales en muchas medidas para la reconstrucción de canales físicos de interés fundamental (ej: $W \rightarrow \text{jets}$; $Z \rightarrow \text{jets}$). Entre otras responsabilidades, los calorímetros son los encargados de hacer medidas precisas de la energía y la posición de los electrones y fotones; medidas de la energía y la dirección de los jets y de la energía transversa perdida (E_T^{miss}), importante para la búsqueda de partículas supersimétricas; y de la identificación de partículas, por ejemplo de la separación entre partículas electromagnéticas, jets y muones.

El calorímetro TileCal² forma parte de la calorimetría hadrónica de ATLAS. Concretamente es un calorímetro hadrónico de muestreo constituido con hierro como absorbente y plástico centellador que realiza la función de material activo. TileCal está compuesto por 192 módulos (64 en el barril central y 2×64 en los barriles extendidos). Un módulo del calorímetro está dividido en varias celdas individuales que contienen varias filas de centelladores de diferentes tamaños. Cada centellador está leído por un par de fibras que conducen la señal a los dos fotomultiplicadores que recogen la respuesta de cada celda. En el IFAE se construyeron 64 módulos del TileCal y se realizaron los primeros estudios con una fuente de luz, posteriormente son transportados al CERN donde se someten a más pruebas.

Como se ha comentado, algunas de las funciones más importantes de los calorímetros son una buena identificación de las partículas y jets, y una medida precisa de la energía depositada, lo que requiere una buena resolución de la energía. Diferentes herramientas han sido desarrolladas con el propósito de calibrar adecuadamente TileCal, entre ellas cabe destacar un sistema con una fuente radiactiva de ^{137}Cs y las pruebas con haces de partículas.

Haciendo pasar la fuente de ^{137}Cs por las celdas se equaliza su respuesta ajustando el voltaje aplicado a cada fotomultiplicador³. Uno puede comparar la respuesta del módulo a la fuente radioactiva con la de muones que impactan en la misma dirección en la que la fuente viaja por el calorímetro. Los muones son interesantes ya que al ser una partícula que pierde su energía uniformemente por ionización se puede analizar las señales de filas de centelleados dentro de cada celda (“segmento de fila”) al igual que con el ^{137}Cs . Todos los módulos serán calibrados con la fuente radiactiva, pero solo 1/8 de ellos se someterán a los haces de partículas, donde por ejemplo se determina la constante de calibración pC/GeV. Para esos módulos no expuestos, se ha desarrollado un método para transferir dicha constante de calibración a partir de los datos obtenidos con el ^{137}Cs .

Durante los años 2000 y 2001, 7 módulos en total fueron expuestos a haces de partículas, de manera que se puede estudiar su respuesta frente a muones, comparándola con la obtenida con la fuente radiactiva.

Del análisis a partir de los datos obtenidos con el ^{137}Cs se desprende que el método para ecualizar la respuesta de todas las celdas de un módulo puede conseguir que la dispersión entre los “segmentos de fila” sea menor de un 3%, lo que asegura una pequeña contribución al término constante de la resolución en energía. Sin embargo, la dispersión obtenida a través del estudio con muones es mayor, aunque era de esperar porque primeramente, la ecualización se realiza únicamente a partir de los datos extraídos con el ^{137}Cs , y además, ambos mecanismos de deposición de la energía son diferentes.

Si se compara directamente ambas respuestas se observa que aunque existe correlación ésta no es perfecta. La dispersión entre todos los “segmentos de fila” de un módulo de la fracción respuesta a muones y respuesta a ^{137}Cs puede estar entre (2.3-3.4%). Ésta dispersión puede ser debida a que parte de la electrónica encargada de procesar la respuesta de cada celda a partículas reales y a la fuente radiactiva es diferente. Además un reajuste en el método para describir la respuesta de cada teja al ^{137}Cs podría disminuir esta dispersión⁴.

Finalmente del estudio presentado sobre la propagación de la escala absoluta de energía a través de los datos con la fuente radioactiva, se encuentra que el método puede predecir la respuesta de los muones con una precisión del orden de un 2.2 %.

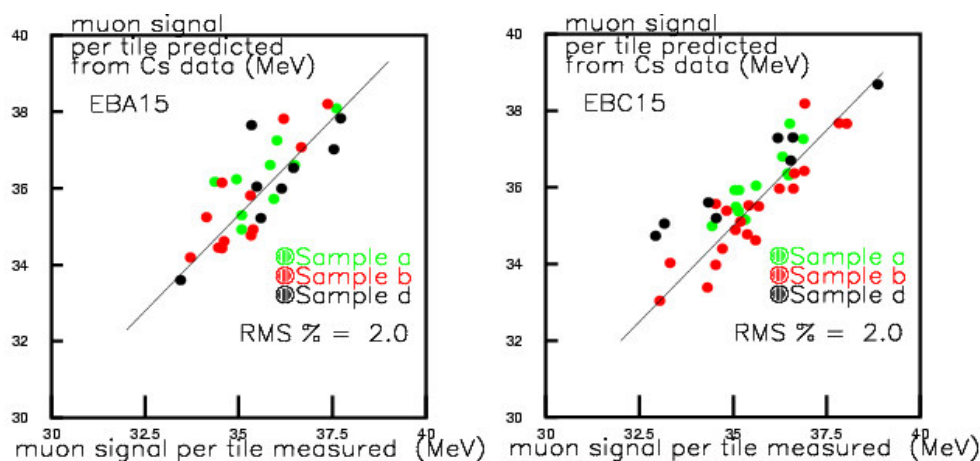


Figura 1. Ejemplo en dos módulos del TileCal de la respuesta de los muones predicha en todos sus “segmentos de fila” a partir de los datos de Cs comparándola con la respuesta medida.

Referencias

- ¹ Atlas calorimeter performance CERN/LHCC/96-40(1996)
- ² Atlas Tile Calorimeter Technical Design Report, CERN/LHCC/96-42 (1996)
- ³ A. Solodkov, HV setting procedure, charla dada en TileCal analysis meeting el 15 de Octubre de 2001
- ⁴ J. Starchenko, Single Tile Response from Cs source, Cs Tema Internal Document, March 2001