

## El experimento L3+Cósmicos

J. Alcaraz<sup>1</sup>, A. Bajo<sup>1</sup>, N. Colino<sup>1</sup>, B. De la Cruz<sup>1</sup>, M. I. Josa<sup>1</sup>, P. Ladrón de Guevara<sup>1</sup>, E. Sánchez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CIEMAT, División de Física de Partículas, Avda. Complutense 22, 28040 MADRID

### I. INTRODUCCION.

L3+Cósmicos,<sup>1</sup> realiza la detección y medida de los muones atmosféricos, basadas en el uso del espectrómetro subterráneo de muones de L3,<sup>2</sup> (Long.: 6<sup>o</sup> E ; Lat.: 46<sup>o</sup> N; Altitud: 450 m; profundidad 45 m) al que se ha equipado con un detector de t<sub>0</sub> para las cámaras de deriva, dotado de 207 m<sup>2</sup> de centelleadores sobre el imán de L3, con un sistema GPS para medida precisa de tiempos (1 μs) y electrónica adecuada para proporcionar un “trigger” y DAQ independientes de los de L3, permitiendo tomas de datos alternativas o paralelas y asegurando un ritmo de adquisición de 450 Hz. El “software”, basado en el de L3, fue adecuado a los nuevos procesos y probado con éxito usando la muestra de sucesos Z → μ<sup>+</sup>μ<sup>-</sup> de las tomas de calibración de L3, y cuya topología es análoga a la de los muones cósmicos. La aceptación geométrica es de 200 m<sup>2</sup> sr, la resolución en momento, de 5.5 % a 100 GeV/c y 22 % a 1 TeV/c y la resolución angular, inferior a 5 mrad a partir de 100 GeV. Se tomaron 1.2 × 10<sup>10</sup> “triggers” en 312 días de “live time” entre 1999 y 2000.

Para acceder al estudio de la composición de los C.R. primarios se dispuso desde Abril de 2000 un ASSA (Air Shower Scintillator Array) en superficie, con 34 × 54 m<sup>2</sup> para medir las cascadas atmosféricas, bien en “stand alone” (S.A.) bien en coincidencia (via GPS) con sucesos con uno o más muones en L3. El umbral es de 10 TeV, el ritmo de “triggers” del ASSA en S.A. fue de 1.7 Hz obteniéndose en total 28 × 10<sup>6</sup> “triggers” en 212 días de “live time”, 30% de ellos asociados a un muon en L3. Tras cortes de calidad, se accede a la región de 10<sup>14</sup> a 10<sup>18</sup> eV (rodilla).

A continuación se presentan algunos resultados preliminares.

### II. ESPECTRO VERTICAL Y COCIENTE μ<sup>+</sup>/μ<sup>-</sup>

El espectro vertical de muones es importante, entre otros, para el conocimiento del flujo de neutrinos atmosféricos y ha sido determinado con errores desde ~ 3.5 % (40-400 GeV/c) a ~10 % por encima de 400 GeV/c.

El acuerdo con la media mundial,<sup>3</sup> es correcto, especialmente comparado con los resultados de CAPRICE,<sup>4</sup> hasta ~100 GeV/c. A altas energías hay claro desacuerdo con todos los modelos de CORSIKA. El cálculo del espectro diferencial esta en progreso.

El cociente de flujos μ<sup>+</sup>/μ<sup>-</sup> es sensible al cociente  $\bar{\nu}/\nu$  y ha sido determinado entre 40 y 600 GeV/c en buen acuerdo con la media mundial.

### III. COMPOSICION PRIMARIA

La conjunción de los datos del ASSA y del espectrómetro de muones ha permitido la medida precisa de la multiplicidad de μ's, la de las aportaciones electrónica y muónica y la dirección y tamaño de las cascadas.

La comparación de los datos con las predicciones de CORSIKA para las dos hipótesis extremas (p,Fe) en la región de la rodilla permite concluir:

a) buen acuerdo de las distribuciones de tamaño (energía) con una composición ligera (protones)

b) sin embargo, CORSIKA predice un predominio de Fe en la composición primaria a bajas energías, cuando se utiliza como estimador la distribución de la densidad de muones.

c) también predice predominio de Fe a medias y bajas energías cuando se utiliza como estimador la distribución de pseudorapidez de los muones producidos

( $-6.5 > \eta > -8.5$ ). Concluimos que CORSIKA no reproduce adecuadamente los datos a medias y bajas energías. Se están probando otros modelos

#### IV. LIMITE INFERIOR DEL COCIENTE $\bar{p}/p$ USANDO LA “SOMBRA” DE LA LUNA

El apantallamiento de los C.R. primarios por la luna se traduce en un déficit del flujo secundario (sombra de la luna),<sup>5</sup> respecto al fondo isótropo esperado. El efecto geomagnético desplaza al Este la imagen del déficit cuando es producido por primarios positivos, y al Oeste en el caso hipotético de un flujo primario de antimateria. La medida del déficit, la de su desplazamiento respecto a la proyección de la posición real de la luna y la deformación de la sombra esperada han permitido determinar (usando el modelo IGRF para el campo magnético terrestre):

a) la sombra de la luna con 10.4 s.d.

b) la resolución angular ( $0.21^{\circ} \pm 0.04^{\circ}$  para  $p > 100$  GeV)

c) el límite:  $\bar{p}/p < 0.17$  con 90 % de C.L. en torno a 1 TeV de energía primaria.

#### V. OTROS OBJETIVOS

Búsqueda de “bursts” desde fuentes puntuales.

Búsqueda de “VHE gamma ray bursts”.

Estudio del “solar flare” del 14 de Julio del 2000.

Búsqueda de sucesos exóticos.

#### Referencias

<sup>1</sup> O. Adriani et al., Nucl. Instrum. and Meth. A 488 (2002) 209.

<sup>2</sup> B. Adeva et al., Nucl. Instr. and Meth. A 323 (1992) 109.

<sup>3</sup> T. Hebbeker and C. Timmermans, Astropart. Phys. 18 (2002) 107.

<sup>4</sup> M. Boetio et al., Astrophys. J. 561 (2001) 787.

<sup>5</sup> J.H. Cobb et al., Phys. Rev. D 61 (2000) 92002, M. Ambrosio et al., arXiv:astro-ph/0302586 v1 28 Feb 2003 (preprint).