

Medición del flujo de muones.

Resumen

Se realizó la medición del flujo de muones en la mina las Torres en Guajuato, México los días 31 de junio de 2007 y 1 julio de 2007, a nivel de superficie, 390 metros, 490 metros y 590 metros.

Antecedentes

La detección directa de materia oscura es uno de los principales retos de este nuevo siglo, mediciones astrofísicas confirman que nuestro universo está en expansión, la medición de la velocidad de rotación de las galaxias, así como las lentes gravitacionales nos indican que solo 5% de la materia en el universo es bariónica, es decir como la que conocemos diariamente, el resto es energía oscura y materia oscura, un candidato a ser materia oscura es una partícula masiva que interactúa débilmente (WIMP) cuya sección eficaz de dispersión es tan pequeña que necesita ser medida en ambientes de muy baja radiación cósmica, el candidato ideal para ello son emplazamientos subterráneos, entre las principales fuentes de ruido están el flujo de muones, de ahí la importancia de medir su flujo. De la gráfica esperamos aproximadamente un flujo de $0.13 \text{ m}^{-2} / \text{segundo}$ para una profundidad de 500 metros de roca.

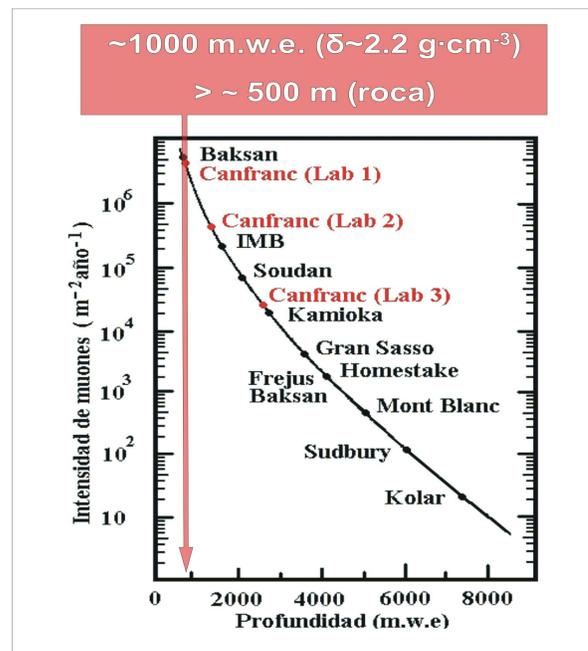


Figura 1 Flujo de muones.

Mina las Torres

La Mina las Torres se encuentra enclavada en Guanajuato, Guanajuato en México, es una mina donde actualmente no hay explotación, pero sí un molino de Material y es el punto de salida de la Mina la Peregrina que está en explotación, por lo que la actividad en las Torres aunque baja no es despreciable.

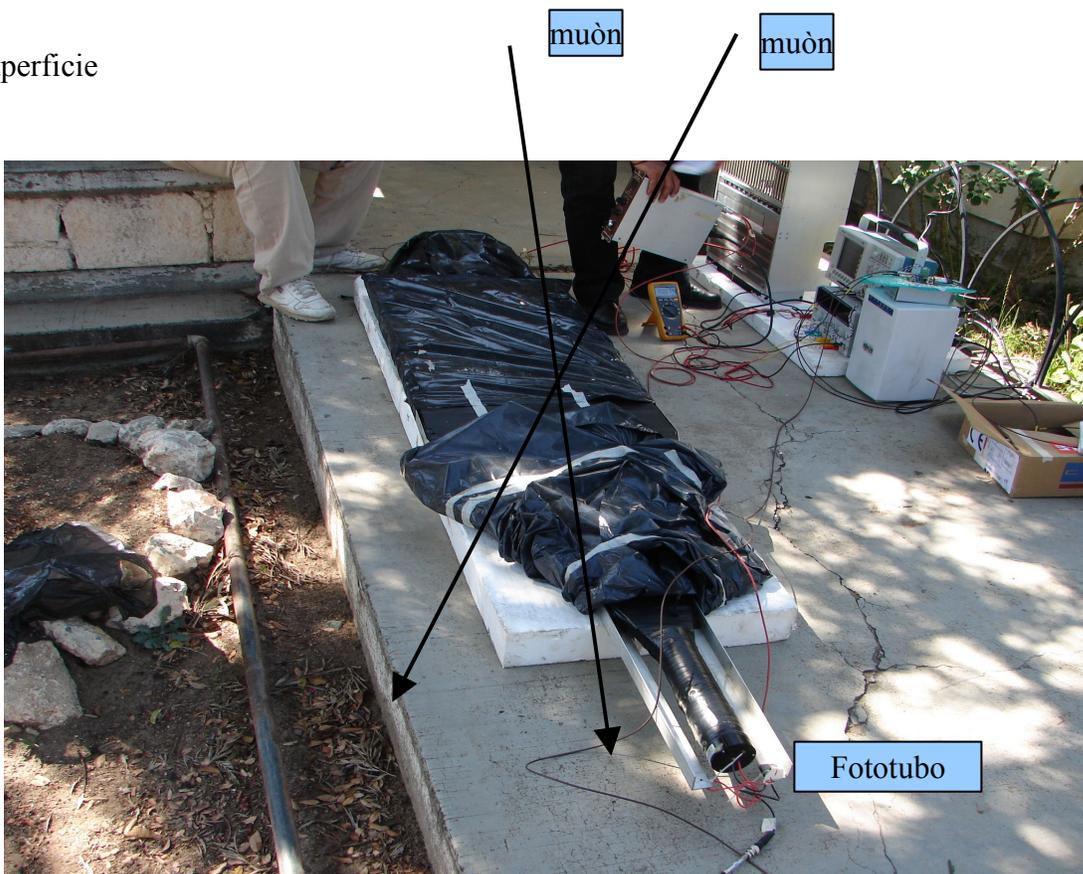
Las Torres se encuentra a una altura de 2200 metros sobre el nivel del mar.

Se buscaron lugares donde se podría hacer la medición, estos debían cumplir las siguientes condiciones.

- 1.- Profundidad
- 2.- Fácil acceso
- 3.- Disponibilidad de energía eléctrica
- 4.- Condiciones aceptables de humedad, y de flujo de tráfico.

Se eligieron tres lugares con una distancia promedio de 100 metros del tiro, y con una profundidad de 390, 490, y 590 metros de acuerdo a los planos proporcionados por personal de la mina. A continuación presentamos las fotografías de los lugares seleccionados.

En Superficie



Nivel 390, que fuè usado como comedor

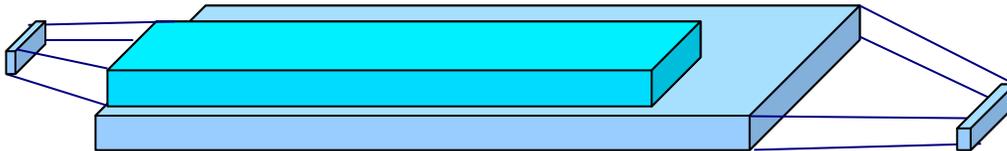


Nivel 490 usado como taller

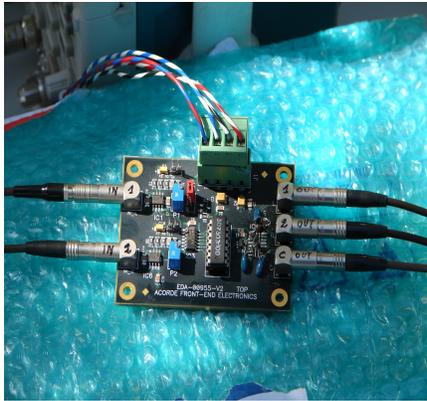


Arreglo Experimental

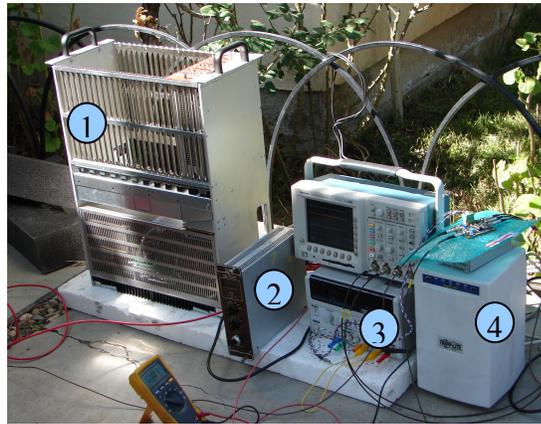
Para la medición se usaron dos paletas centelladoras en coincidencia, con una cola de pescado y un par de fototubos Hamamatsu R631, para la recolección de luz. La primera paleta de dimensiones $90 \times 40 \times 7.62 \text{ cm}$ y la segunda $100 \times 50 \times 7.62 \text{ cm}$, se colocaron una encima de la otra como se ilustra en el diagrama, así la resultante área de coincidencia es 0.36 m^2 .



Cuando tenemos pulsos que coinciden se dice que existe coincidencia y es una indicación de que una partícula atravesó ambas paletas. No solo las partículas cargadas producen pulsos también pueden ser resultado de fluctuaciones térmicas en el fototubo o ruido por la electrónica, por eso se pide la coincidencia, además necesitamos un mínimo de voltaje para decir dónde existió una señal o no, en este caso usamos 10 mV , esto afecta la eficiencia de nuestro detector. Para hacer la coincidencia y poner los mínimos para cada señal usamos el siguiente circuito, desarrollado anteriormente para ACORDE. Dicho circuito es alimentado por una fuente de bajo voltaje. Una vez obtenida la señal de coincidencia se procedió a contarla usando un módulo Quad Scaler y preset counter.



Circuito de coincidencias



1.- Contador 2.- Fuente de alto voltaje
3.- Fuente de bajo Voltaje 4.- Regulador

Todo la electrónica tuvo que ser protegida con un regulador dado que la estabilidad de la corriente en al Mina no era la mejor.

Resultados

En la siguiente tabla se muestran los resultados tomando la raíz cuadrada de los eventos como el error en el numero de eventos.

Profundidad	Temperatura centigrados	Humedad	Tiempo	Numero de cuentas	Flujo $m^2/\text{segundo}$
Superficie	21	49 %	1 minuto	7100	42.48 +/- 1.4
390 metros	22	83 %	1 hora	8970	0.90 +/- 0.03
490 metros	23	80 %	1 hora	5745	0.57 +/- 0.02
590 metros	22	72 %	1 hora	4578	0.46 +/- 0.02

Conclusiones

Se ha medido el flujo de Muones a diferentes profundidades, los resultados estan cerca de los esperados, el exceso puede deberse a la topología de la mina, se necesita una simulación detallada de la mina, tomando en cuenta la topología, dicha medición requeriria mas tiempo. No se incluyen errores sistematicos ni correcciones debido a la eficiencia.