



CLASES INTERNACIONALES

Actividad Experimental en el Observatorio Pierre Auger

Guia de Entrenamiento

Objetivos

- Reconstruir 50 eventos del Observatorio Pierre Auger.
- Seleccionar los que contienen información direccional sobre su origen.
- Discutir en qué parte del Universo se van a producir los rayos cósmicos de energía extrema.

Antes de comenzar

En el visor interactivo de eventos de Auger:

- Clickee sobre "Read Events File" y seleccione los archivos de datos que tienen por extensión ".augermc"

Paso 1: Seleccionando las estaciones

Identificar las estaciones detectoras de superficie que forman parte del evento, seleccionando estaciones con señal y eliminando estaciones con fondo.

- Haga clic en "Start Reconstruction/Iniciar reconstrucción" y haga clic en la estación de evento que tenga la mayor cantidad de señal. El tamaño y el color de la estación representan su señal, cuyo valor exacto se puede encontrar en la barra lateral derecha. Luego haga clic en "Siguiete paso".
- Selecciona las estaciones restantes del evento de acuerdo con los siguientes criterios:

- distancia a la estación con la señal más alta: mover la barra de distancia permite seleccionar estaciones cada vez más alejadas de la estación con la señal más alta;

- hora de llegada de las partículas de la lluvia: mover la barra de tiempo le permite seleccionar estaciones donde la señal ha sido registrada con un intervalo de tiempo creciente relativo a la estación con la señal más alta;

- también es posible agregar o eliminar estaciones individuales de la selección, a través de la columna de selección de estación en la barra lateral derecha.

- Luego de eliminar las estaciones alejadas del evento, así como las estaciones que registraron una hora de llegada de las partículas incompatibles con la lluvia, complete la selección haciendo clic en "Siguiete Paso".

Paso 2: Reconstrucción de la dirección de arribo.

Reconstruir la dirección de llegada del rayo cósmico, determinando el ángulo azimutal "Phi" entre la dirección del rayo cósmico proyectado sobre la superficie y el eje Este-Oeste, y el ángulo cenital "Theta" entre la dirección del rayo cósmico y la vertical.

- Reconstruya el ángulo acimutal de acuerdo con los siguientes criterios:
 - las partículas de lluvia llegan primero a las estaciones en el lado de llegada del rayo cósmico: oriente la línea a la superficie según la variación del tiempo de llegada de la cascada de partículas en las estaciones, que se indica por color; luego haga clic en "Siguiete paso".
- Reconstruya el ángulo cenital de acuerdo con los siguientes criterios:
 - las partículas de la lluvia se mueven (aproximadamente) a la velocidad de la luz: seleccione dos estaciones alineado en la dirección del azimut y separadas entre sí tanto como sea posible;
 - la inclinación de los rayos cósmicos es calculada automáticamente por el programa con base en los tiempos de las estaciones seleccionadas; el valor respectivo, así como la dirección de llegada representada en el mapa del cielo, aparecen en la barra lateral justo después de hacer clic en "Siguiete paso".

Paso 3: Reconstruyendo la energía.

Reconstruya la energía de los rayos cósmicos determinando el perfil y el tamaño de la superficie de la lluvia.

- El gráfico presentado ilustra la distribución lateral de las partículas en la lluvia, en el que los puntos representan la cantidad de señal de las estaciones seleccionadas en función de la distancia de las estaciones a la trayectoria de los rayos cósmicos que se reconstruyo. **La señal a 1000 metros de distancia es proporcional (después de las correcciones) a la energía del rayo cósmico**, que así se determina
- Determine la función que mejor ajusta el perfil lateral de la lluvia a la superficie

- mover la barra de los parámetros "S1000" y "Beta", para ajustar la función ajustando, lo mejor posible, a los puntos experimentales del gráfico;
- la calidad del ajuste depende de la distancia entre la función y los puntos experimentales, que se cuantifica por " χ^2/NDF " y si se minimiza;
- después de ajustar la función a los puntos experimentales, haga clic en "Finalizar".
- Se finaliza la reconstrucción del evento, comenzando con una animación de la llegada del rayo cósmico al observatorio a partir de las propiedades reconstruidas, también indicadas en la barra lateral derecha. El siguiente paso muestra los criterios que indican si se debe seleccionar o no este evento.

Paso 4: Criterios de Selección.

Seleccione solo eventos que contengan información direccional sobre el origen de los rayos cósmicos de energía extrema.

- Compruebe si el evento cumple simultáneamente con los siguientes criterios:
 - 1) la energía reconstruida es mayor o igual a 8 EeV;**
 - 2) el número de estaciones que tienen señal, y que pertenecen al hexágono inmediatamente alrededor de la estación con más señal, es mayor o igual a 5;**
 - 3) la calidad del ajuste de la distribución lateral de partículas es buena, lo cual se traduce en un valor de " χ^2/NDF " menor o igual a 2.**
- Si los criterios coinciden, acepte el evento haciendo clic en "Agregar evento al análisis" y la dirección de llegada del evento se agregará al mapa del cielo en la barra lateral izquierda. Si no, no acepte el evento.
- Vaya al análisis del próximo evento seleccionándolo en la barra lateral izquierda.

Después de revisar los eventos:

- En la esquina inferior izquierda, aparece el mapa del cielo con las direcciones de llegada de los eventos seleccionados. ¿Es posible sacar conclusiones?
- Exporte los resultados haciendo clic en "Exportar archivo" y guarde el archivo "*.augermcexport"
- Acceda al enlace: <https://wminho.lip.pt/augermasterclasses/activities> y cargue el archivo guardado en el punto anterior, haciendo clic en "Cargar archivo".