

Caracterización de un detector RPC y estudios de detectores de astropartículas

Directora de tesis: Dra. Karen Salomé Caballero Mora

Presenta: Lic. Miguel Raúl Ordóñez Fernández



FCFM-UNACH



Índice de contenido

Objetivos

RPCs

SWGGO

Grupos de trabajo

Simulaciones

Funcionamiento

Construcción

Resultados

Análisis y simulaciones

Reconstrucción de la energía

Objetivos

General:

Adquirir experiencia en instrumentación y análisis de datos para medición de astropartículas.

Específicos:

1. Caracterizar el detector del tipo RPC que se encuentra en la Facultad de Ciencias en Física y Matemáticas de la UNACH.
 - Corroborar los resultados obtenidos para conteo de muones.
 - Complementar la caracterización de las propiedades del RPC.
2. Incursión en la implementación de un algoritmo de reconstrucción de energía para un nuevo detector (SWGGO).

RPC: Funcionamiento

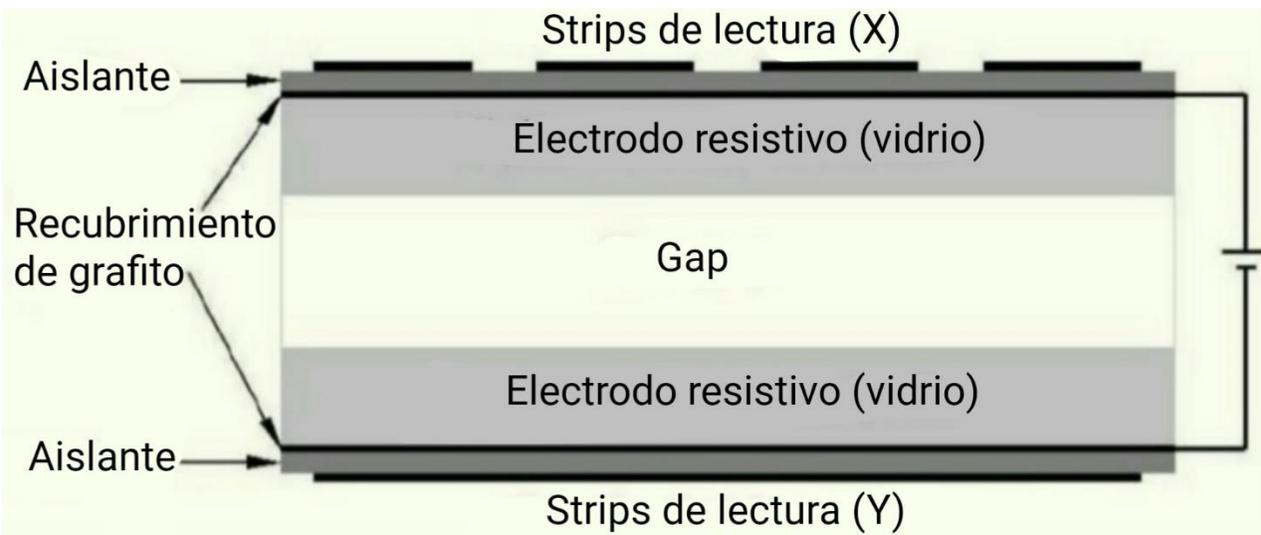


Figura 1: Representación esquemática del corte transversal de un RPC.

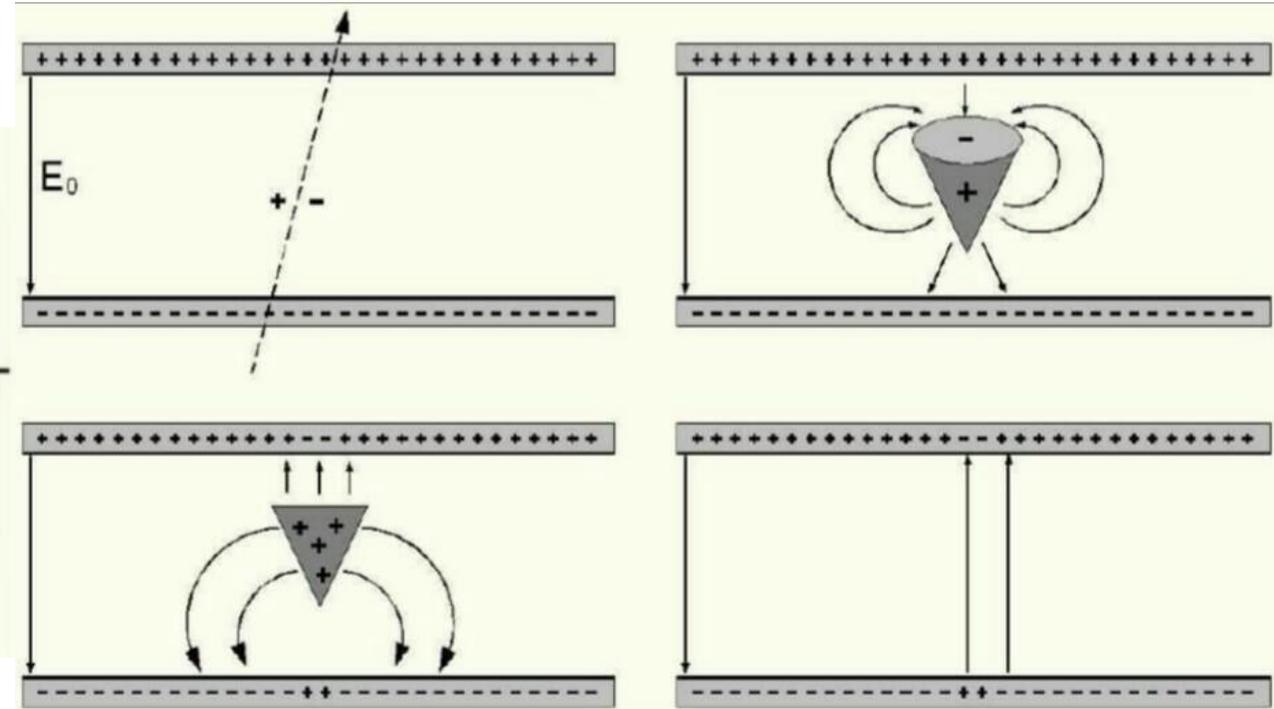
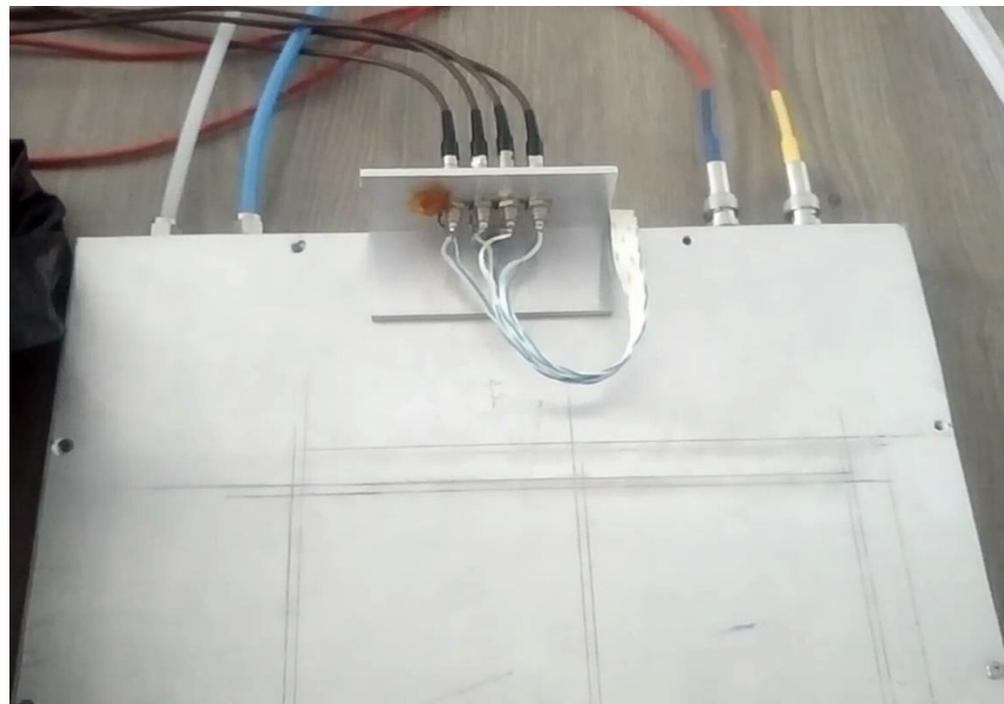
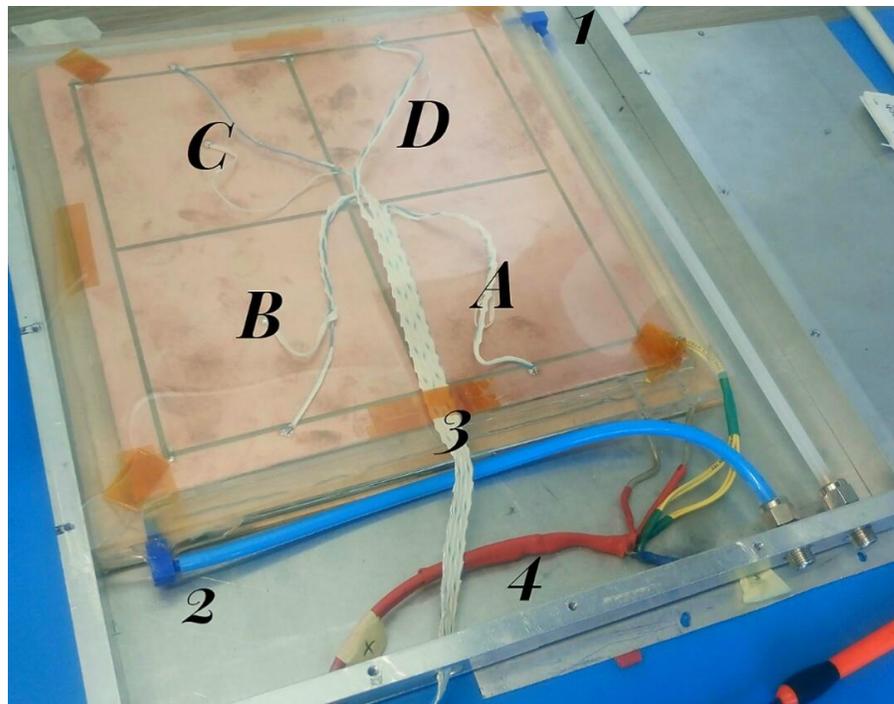


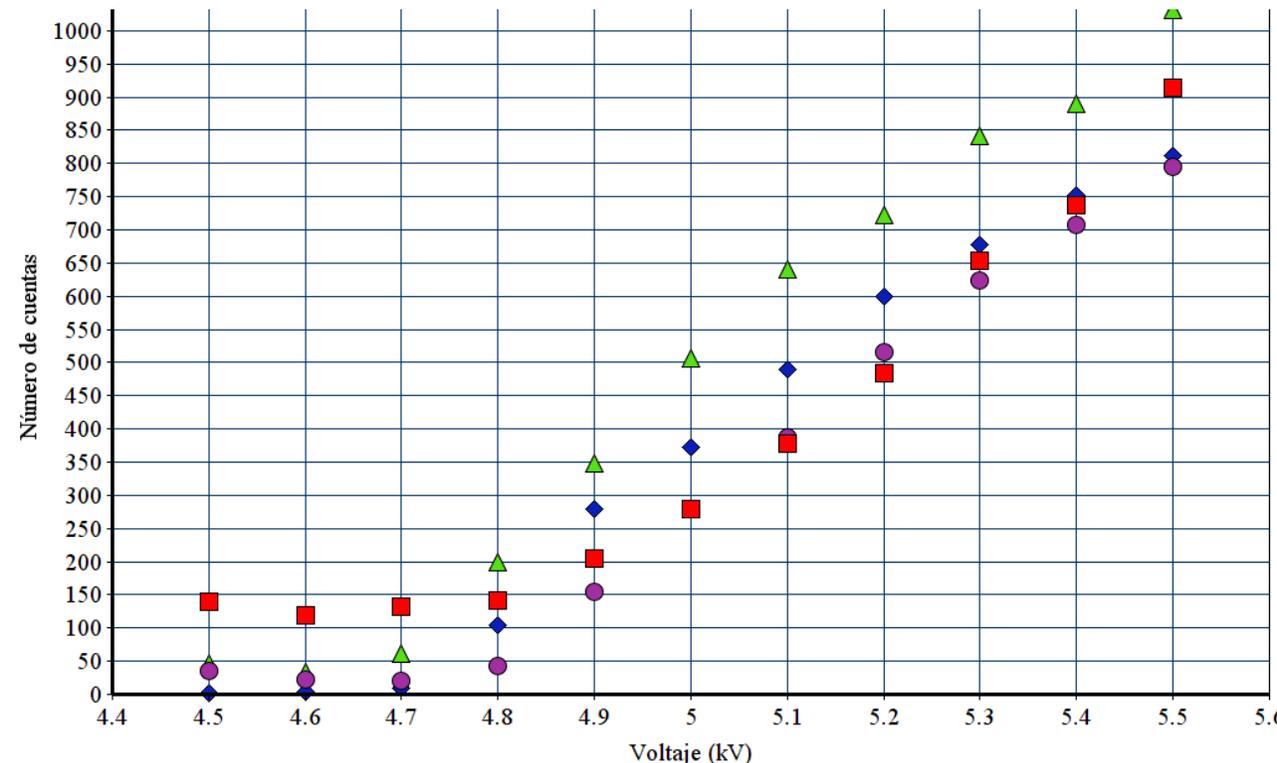
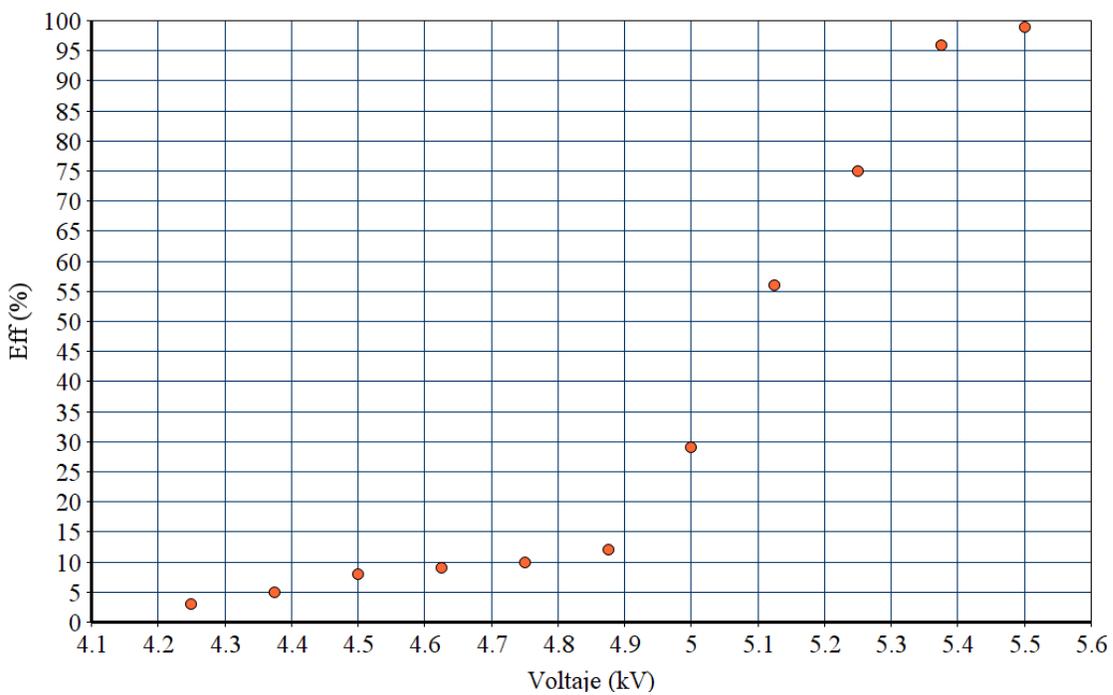
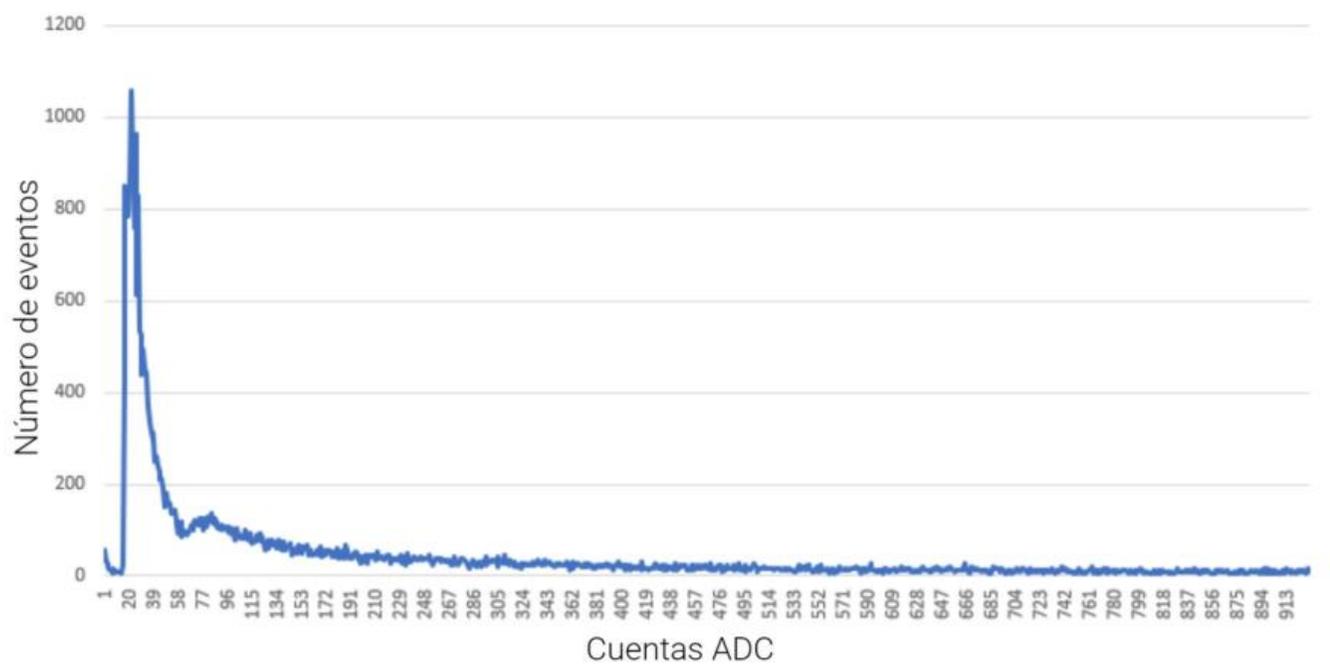
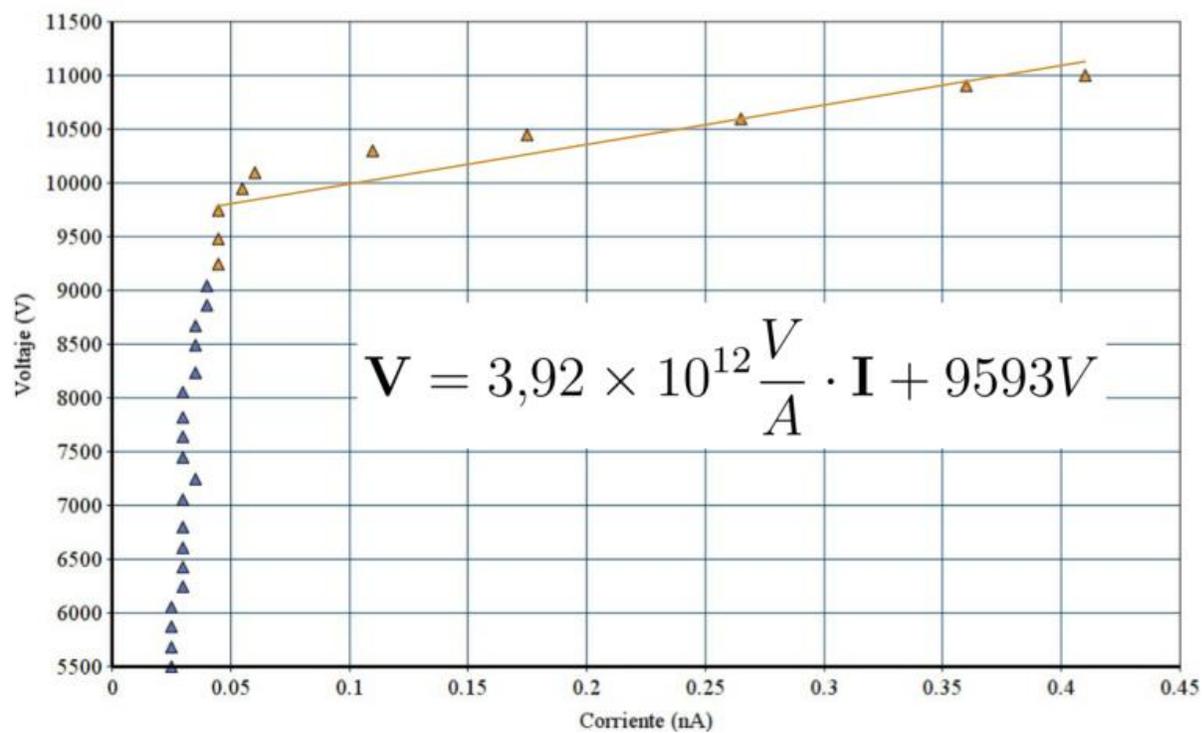
Figura 2: Representación esquemática de cuatro instantes en una avalancha.

RPC: Construcción

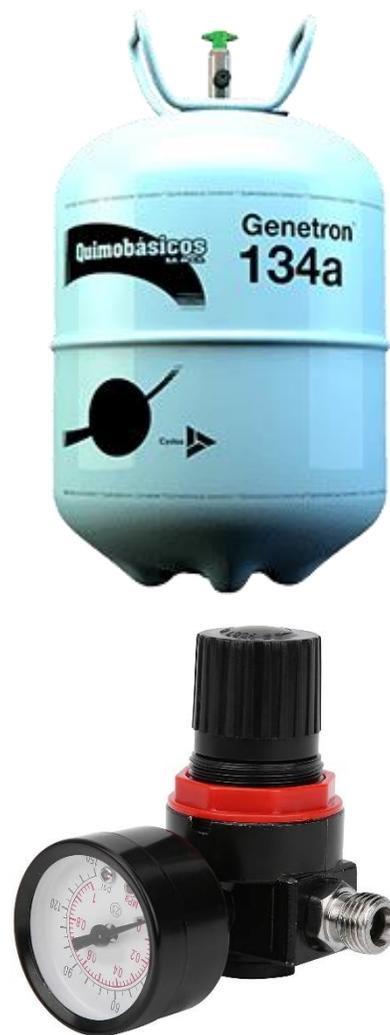


Nombre	Valor
Material del electrodo	Vidrio
Grosor del vidrio	2 mm
Resistividad del vidrio	$10^{11} \Omega \cdot m$
Longitud del gap	1 mm
Número de gaps	2
Gas	Freón
E. de ionización	12 eV
Voltaje de operación	8-12 kV
Área de detección	400 cm ²

Figuras 3 y 4: Vista del interior (izquierda) y del exterior (derecha) de la caja de seguridad del RPC.



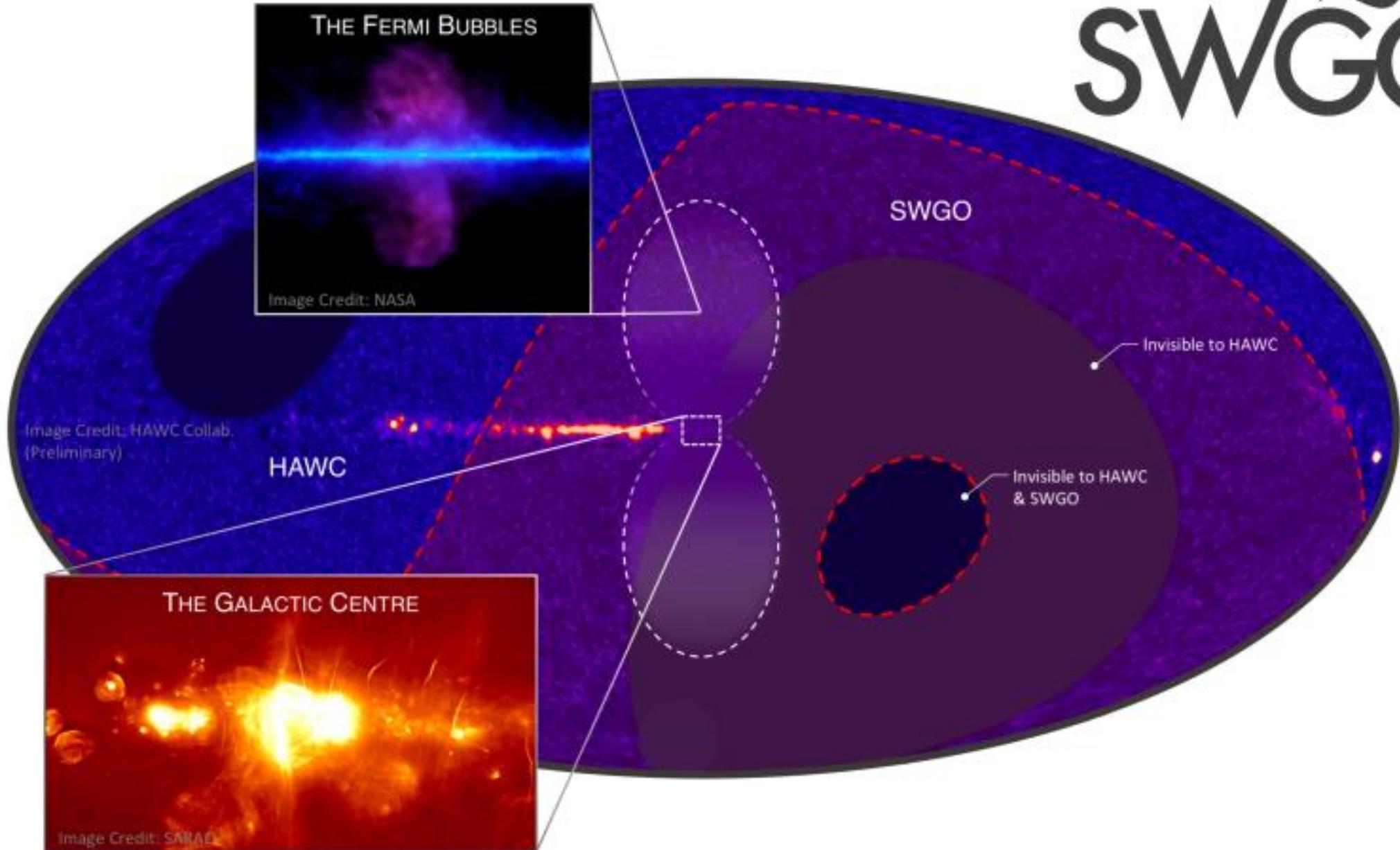
Adquisición de equipo:

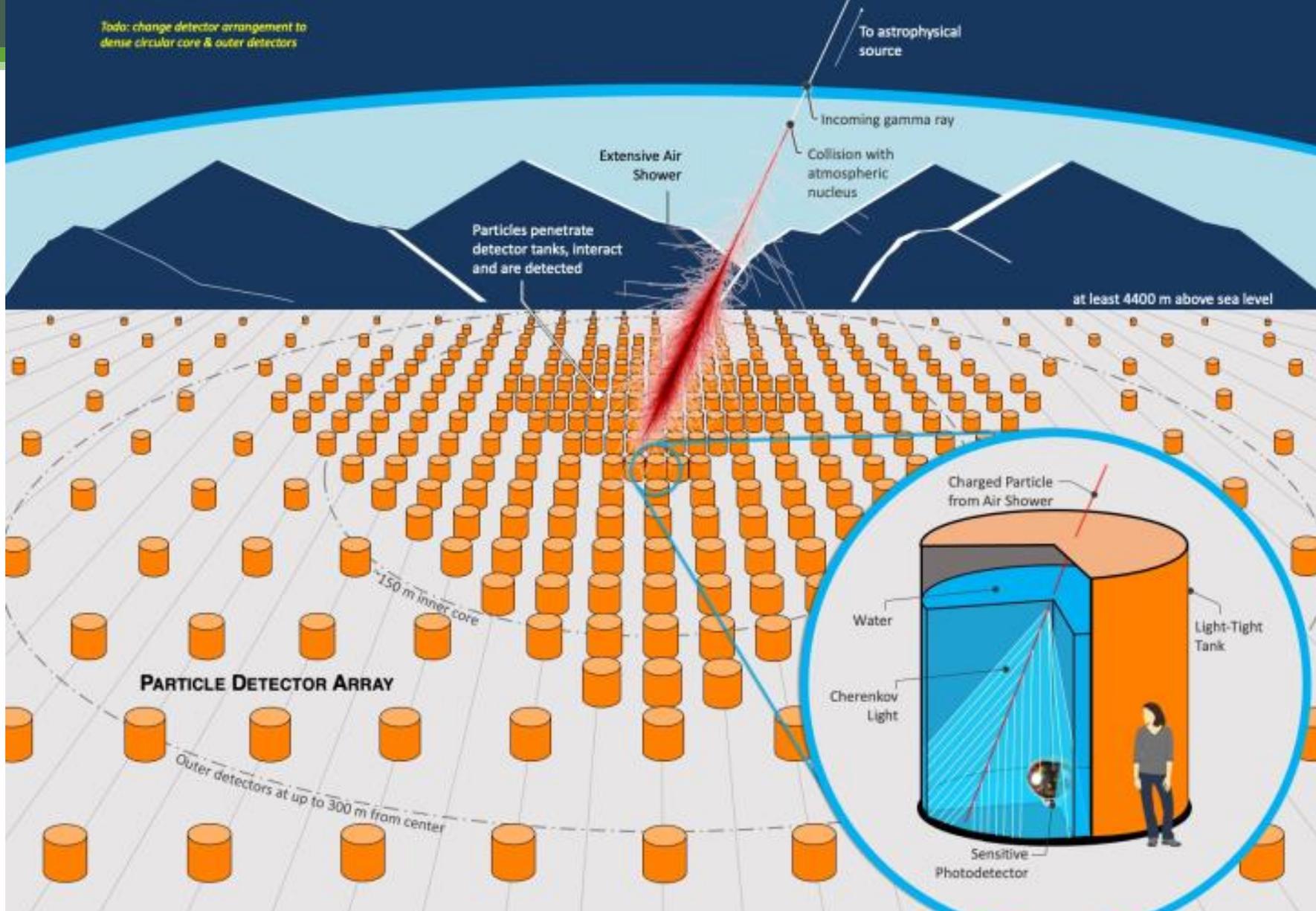


Figuras 9, 10 y 11:

- Módulo de fuente de alimentación de 6 canales de la marca CAEN, modelo V6533N. Rango de salida 4kV/3mA con polaridad positiva, negativa o mixta.
- Fuente de poder de alto voltaje de la marca KEITHLEY, modelo 2290-10. Voltaje de salida de +100 a +10 kV DC con corriente máxima de 1000 mA DC.
- Cilindro de gas refrigerante Genetron-134a (CF_3CH_2F , tetrafluoretano) de 13.6 kg.
- Regulador de presión de aire.

Aspectos generales





Science



Analysis & Simulations



Detector



Site



Outreach & Comms

Simulaciones

- La configuración de referencia para los detectores se implementa en el marco de la simulación.
- El grupo de trabajo de *Análisis y simulaciones* desarrollará los algoritmos necesarios para la optimización de detectores, trabajará estrechamente relacionado con el grupo de *Detectores* dado el alto nivel de realismo requerido en las simulaciones.
- Derivará las IRF's (Instrument Response Function) necesarias para llevar a cabo una evaluación científica.
- Algunas parámetros que pueden obtener referencias de simulaciones son:
 - Altitud
 - Tanques reflectantes frente a no reflectantes
 - Elevación
 - Latitud
 - Tamaño del sensor de fotones
 - Tanques poco profundos con más sensores
 - Opción de lago

Reconstrucción de la energía*

La detección de fotones puede ser diferenciada en dos tipos: detectores en satélite y en tierra. A su vez, los basados en tierra pueden ser telescopios Cherenkov o arreglos EAS (Extensive Air Showers). Estos últimos, en general:

- Posición del núcleo de la cascada ✓
- Dirección del rayo gamma primario ✓
- Energía de la cascada X

El principal factor limitante es la incertidumbre en la posición de la primera interacción en la atmósfera, que hace que el desarrollo de la cascada permanezca desconocido.

*Método desarrollado por el grupo de Portugal miembro de SWGO, [2010.11390v2.pdf \(arxiv.org\)](#).

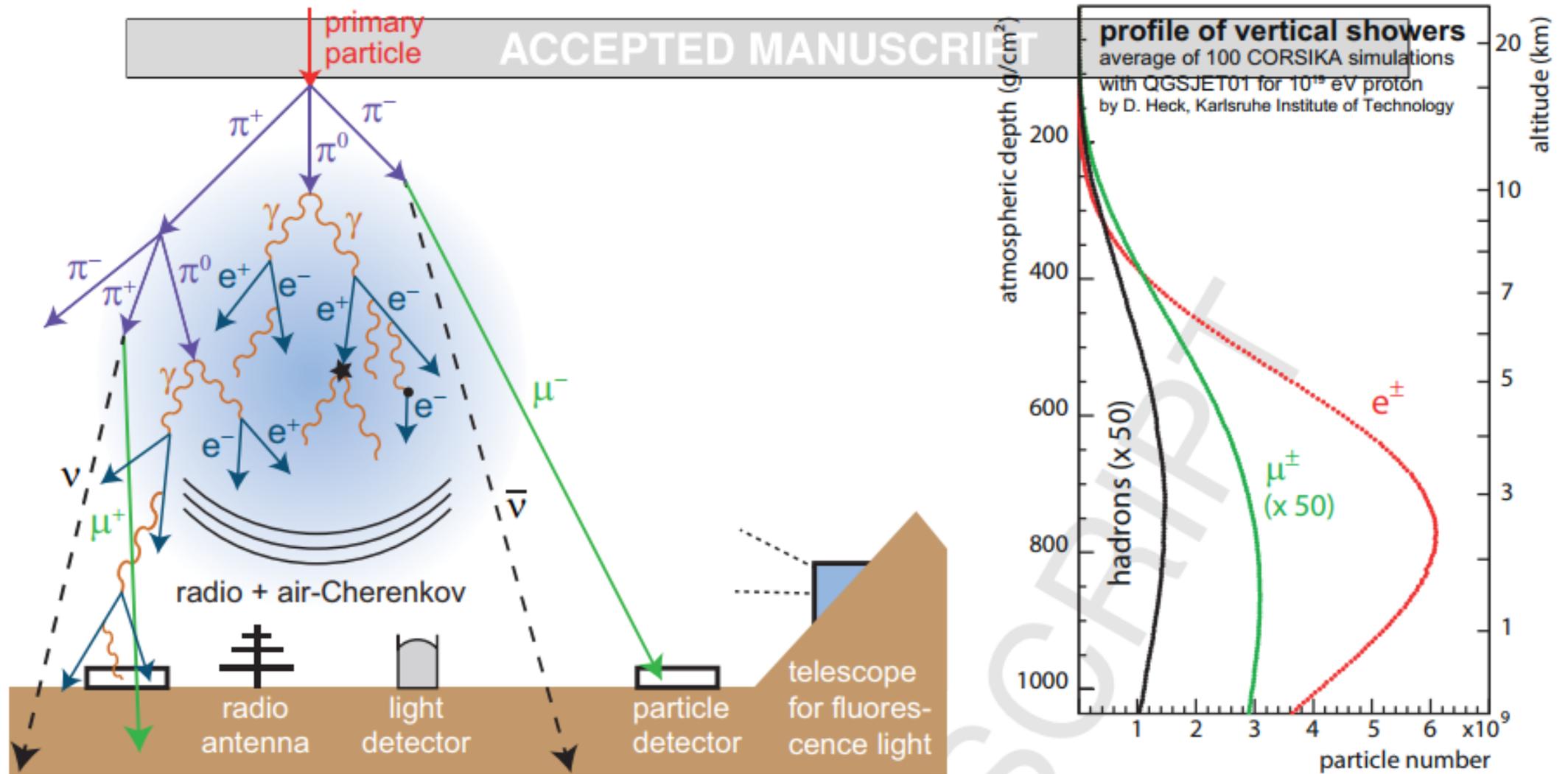


Figura 14: A la izquierda, esquema de una cascada atmosférica y sus técnicas de detección. A la derecha, el perfil longitudinal de la ducha para las diferentes partículas.

- $F_{r_0} = F(r_0)$ Energía colectada en tierra en un radio menor a r_0 .

- S_{em} Energía total que llega a la tierra.

- $A_0 = F_{50} + GF_{50}^\delta$ Estimador de S_{em}

- $f_{20} = \frac{F_{20}}{A_0}$

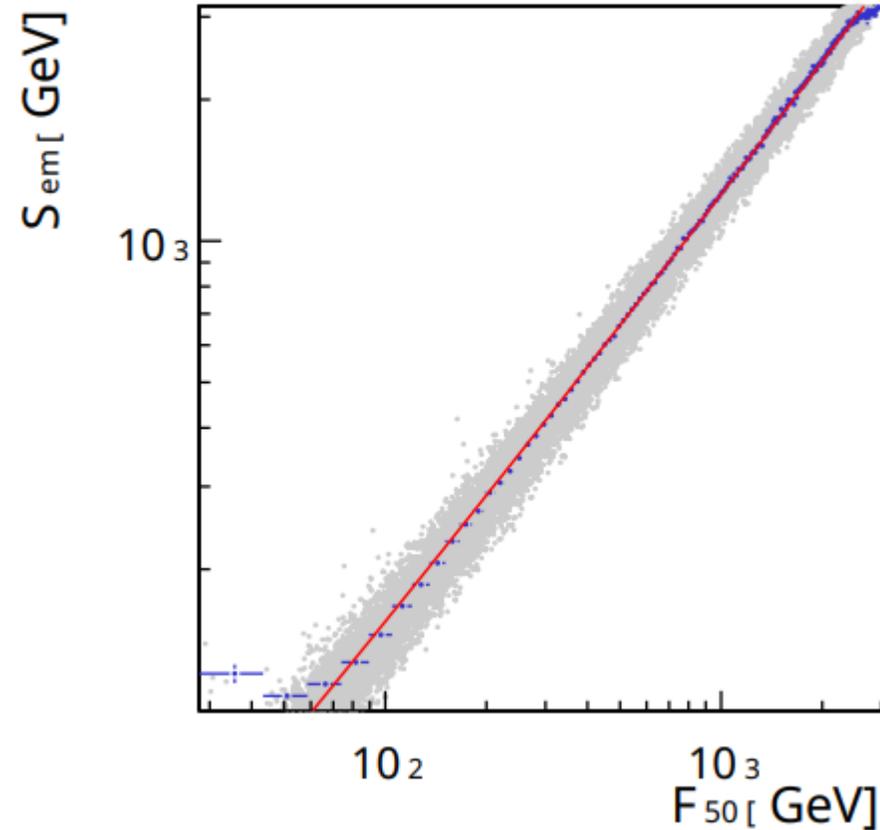
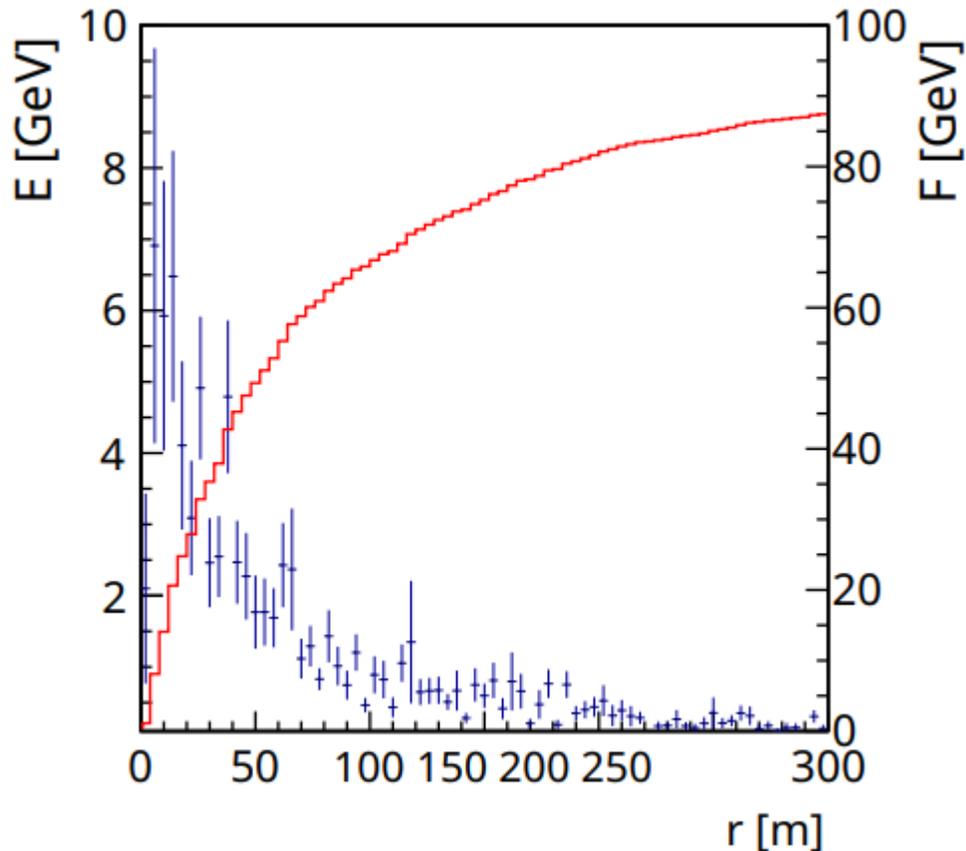


Figura 15: A la izquierda, la distribución de energía en el suelo para un evento con energía inicial = 1165.9 GeV, energía en Tierra = 96.5 GeV. A la derecha, la correlación entre la energía depositada en el suelo con F_{50} .

- X_{max} Profundidad atmosférica con máximo perfil longitudinal
- $X_{max}^0 = B_0 + Y_0 \log\left(\frac{S_{em}}{GeV}\right)$
- $t = a + br + cr^2$

- $X_{max}^1 = B_1 + Y_1 c$

- $X_{max}^R \begin{cases} X_{max}^1, & X_{max}^1 < 300 g/cm^2 \\ X_{max}^0, & \end{cases}$

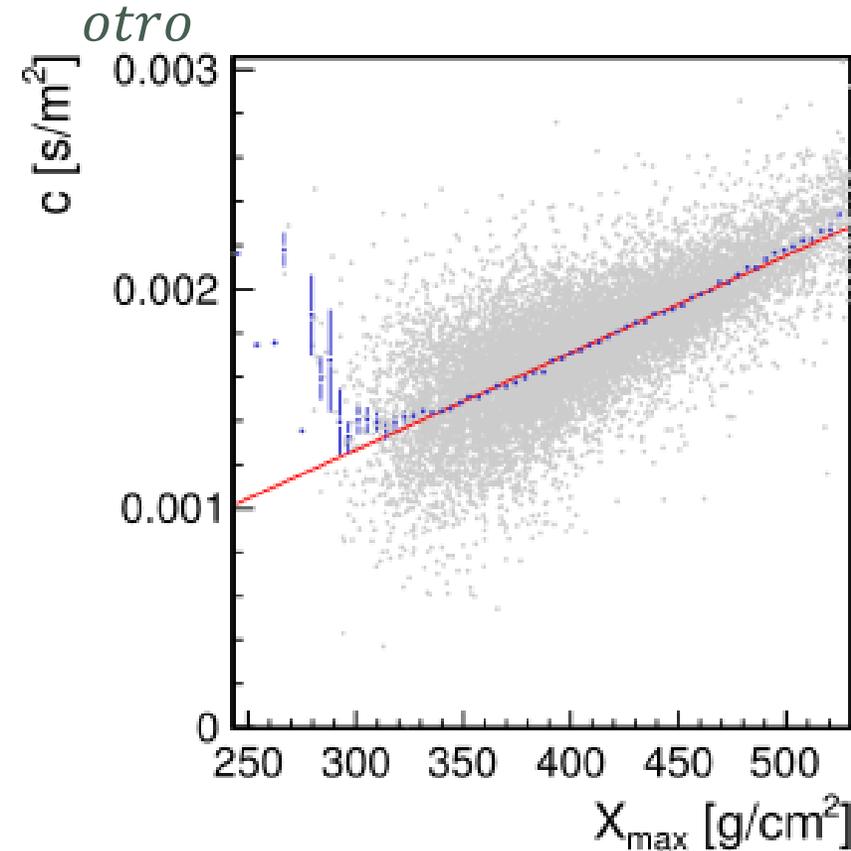
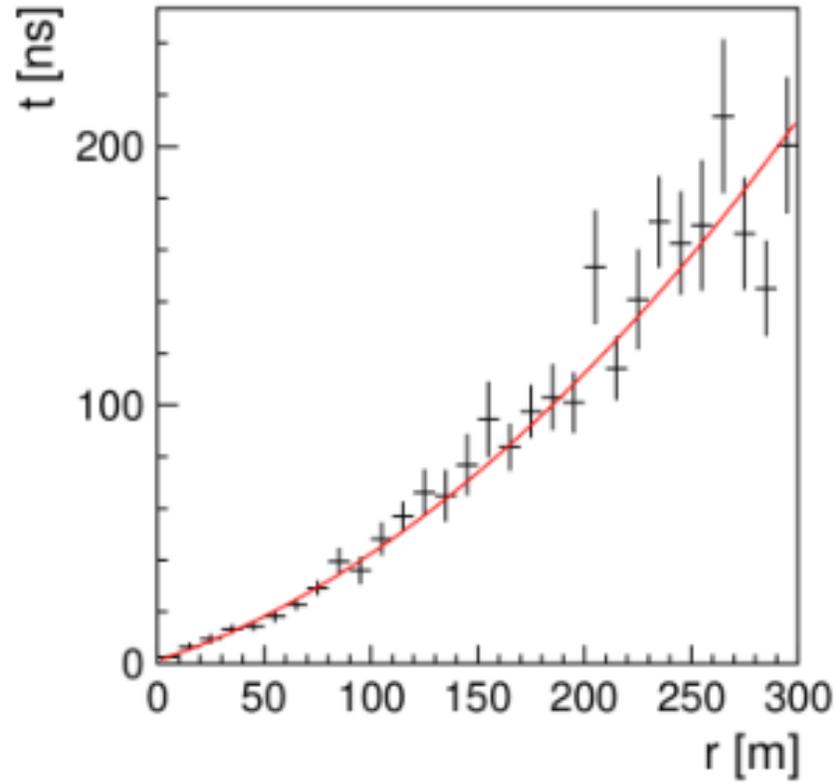
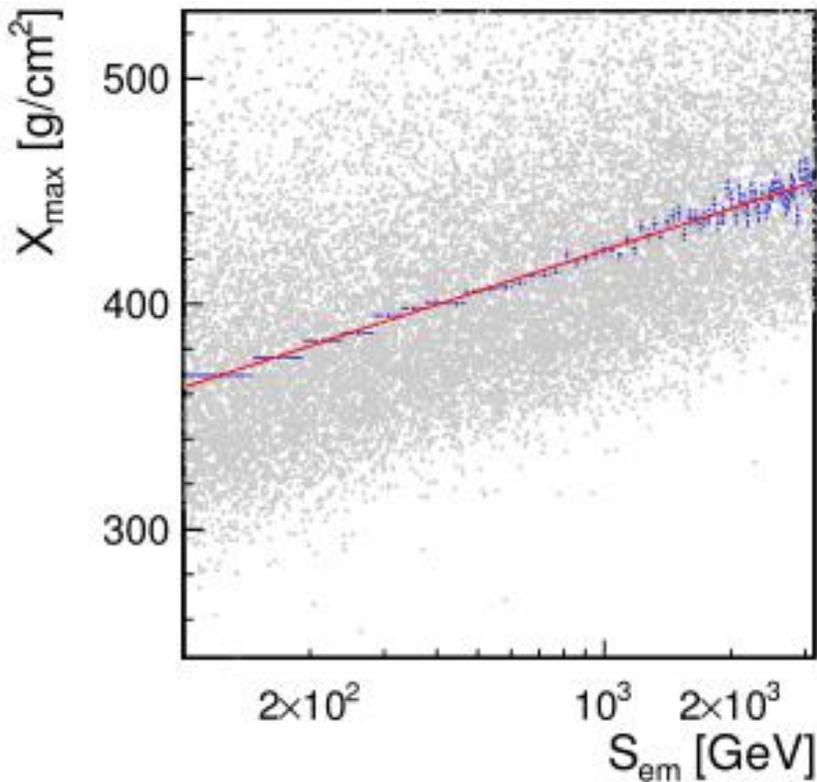


Figura 16: A la izquierda, la profundidad atmosférica vs la energía depositada en la tierra. En el centro, los tiempos de llegada como función de la distancia al núcleo de la lluvia. A la derecha, la correlación del parámetro c con X_{max} .

- $E_0^1 = S_{em} + C(S_{em})^\beta$
- $f_{20} = 1 + m(X_{max}, S_{em})C(f_{20}, X_{max}, S_{em})$
- $m(X_{max}, S_{em}) = b_m + [s_{m0} + s_{m1} \log(S_{em}/GeV)]X_{max}$
- $C(f_{20}, X_{max}, S_{em}) = \frac{1-f_{20}}{-(b_m + [s_{m0} + s_{m1} \log(S_{em}/GeV)]X_{max})}$

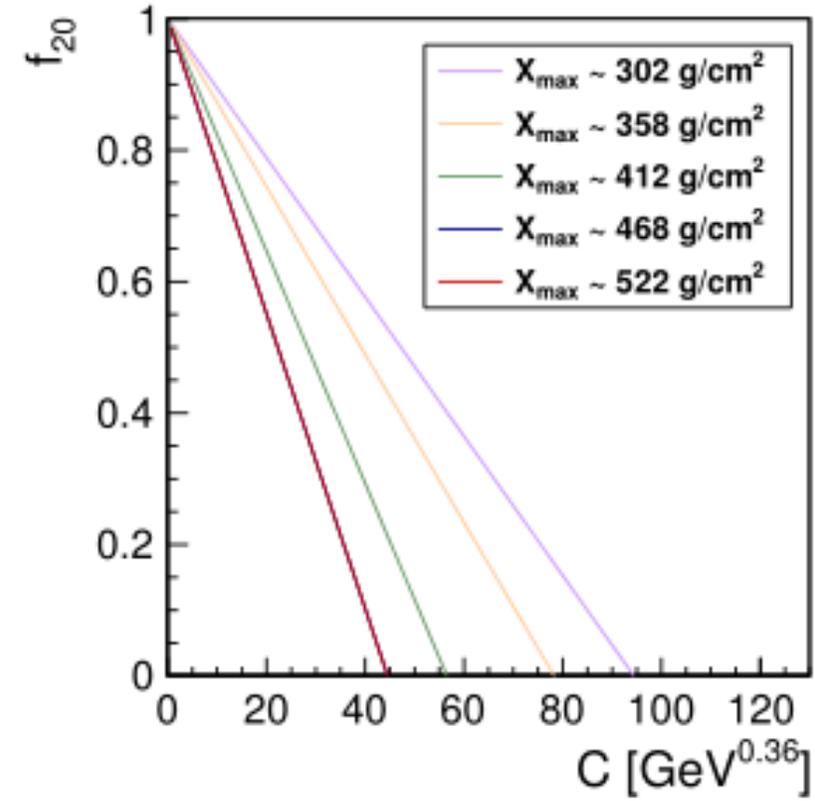
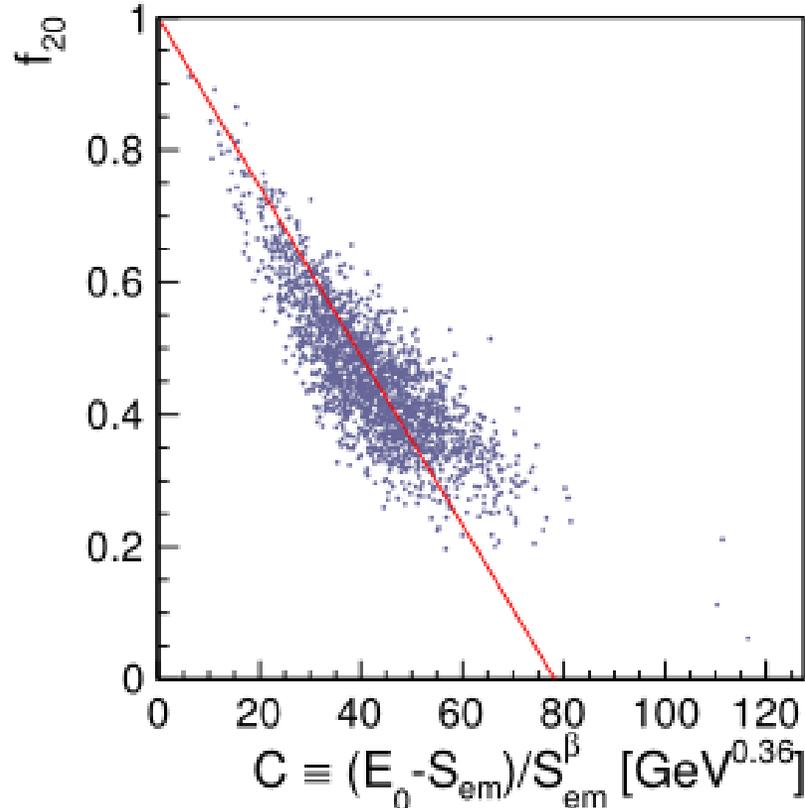
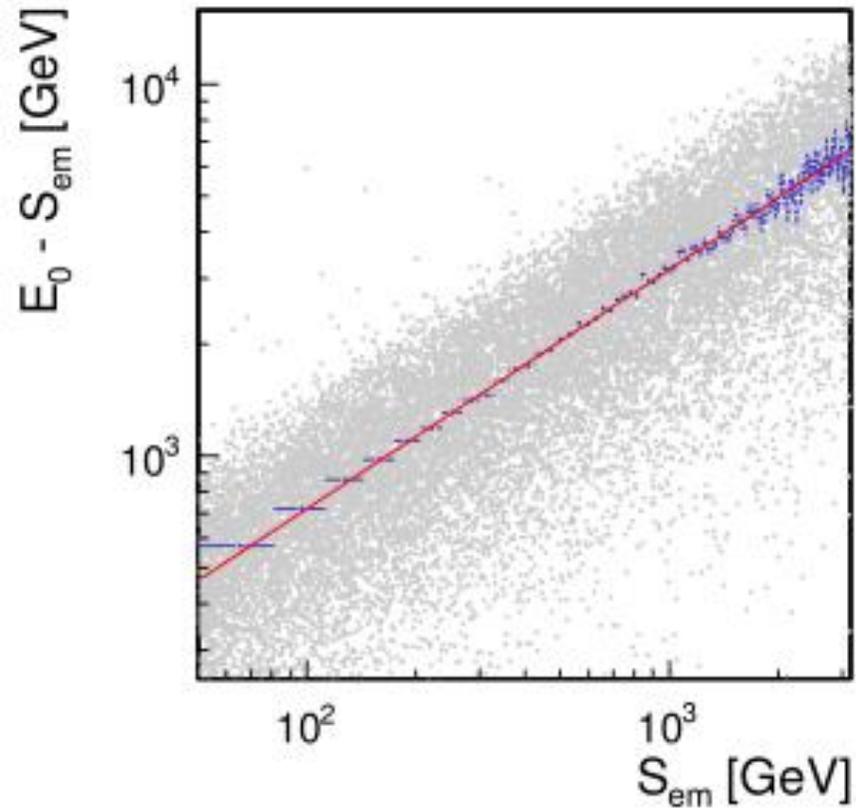


Figura 17: A la izquierda, la energía depositada en la atmósfera vs en la tierra. En el centro f_{20} vs el coeficiente C , para valores dados de S_{em} y X_{max} . A la derecha, conjunto de líneas de correlación entre f_{20} y C .

$$E_0^2 = S_{em} + C(f_{20}, X_{max}, S_{em})(S_{em})^\beta$$