

# **2019 Meeting of the Cosmic Ray Division of the Mexican Physical Society**

Wednesday 27 November 2019 - Friday 29 November 2019

## **Book of Abstracts**



# Contents

Multi-TeV flaring from high energy blazars: An evidence of the photohadronic process 0	1
Simulaci[Pleaseinsertintopreamble]n del flujo de neutrones solares en la atm[Pleaseinsertintopreamble]sfera terrestre 1 . . . . .	1
Simulación para la actualización del Detector ACORDE del experimento ALICE-LHC del CERN 2 . . . . .	1
Simulaciones Monte Carlo para optimizar la búsqueda de señales de muones en el observatorio HAWC 3 . . . . .	2
Espectro de energía de rayos cósmicos de 10 a 500 TeV con HAWC. 4 . . . . .	2
Búsqueda de neutrinos ultra energéticos con HAWC 5 . . . . .	2
Estudio de la distribución lateral de cascadas de partículas inducidas por rayos cósmicos usando HAWC 6 . . . . .	3
Caracterización de dos nuevos detectores Cherenkov para la colaboración LAGO en Chiapas 7 . . . . .	3
Cosmic-ray physics at CERN 8 . . . . .	3
Detección de partículas energéticas utilizando el Telescopio centellador de Rayos cósmicos 9 . . . . .	4
An update of the LIV tests with astroparticles: subluminal and superluminal limits 10	4
Análisis astrofísico de posibles fuentes de rayos gamma en el plano galáctico. 11 . . .	5
Preliminary study of the effects of thunderstorms activity over rate the cosmic rays 12	5
Development of an exprofeso acquisition card for a Cherenkov detector. 13 . . . . .	5
Estudio de la correlación entre rayos-X y rayos-gamma de TeV en blazares. 14 . . . . .	6
Radiation environment simulation studies on CMS RPC muon detectors 15 . . . . .	6
Observaciones conjuntas entre HAWC y un Telescopio Cherenkov Atmosférico. 16 . . .	7
Exploring a new g/h separation models on HAWC Observatory 17 . . . . .	7
Clasificación de partículas registradas en el Telescopio de centelleo de rayos cósmicos SciCRT usando herramientas de Reconocimiento de Patrones. 18 . . . . .	7
Detectors for Gamma Ray Astronomy 19 . . . . .	8

Detectors for Gamma Ray Astronomy 20 . . . . .	8
Acquisition, Processing and Analysis of a Solid Scintillation Detector 21 . . . . .	8
Acquisition, Processing and Analysis of a Solid Scintillation Detector 22 . . . . .	8
Cosmic Ray Observatories in Mexico City and the top of the Sierra Negra volcano 23	8
Surveying active galactic nuclei with the HAWC gamma-ray observatory 24 . . . . .	9
The 320 EeV Fly[Pleaseinsertintopreamble]s Eye event: a key messenger or a statistical oddy? 25 . . . . .	9
Recent results and upgrade of the Pierre Auger Observatory 26 . . . . .	9
Cosmic rays from 100 TeV up to the EeV regime: a review 27 . . . . .	9
Ultra High Energy Cosmic Rays in the Pierre Auger Observatory Era 28 . . . . .	10
Observaciones de decaimientos de muones en el observatorio HAWC 29 . . . . .	10
Development of an exprofeso acquisition card for a Cherenkov detector. 30 . . . . .	10

0

## Multi-TeV flaring from high energy blazars: An evidence of the photohadronic process

**Author(s):** Dr. SAHU, Sarira<sup>1</sup> ; Mr. LOPEZ FORTIN, Carlos Eduardo<sup>1</sup>

**Co-author(s):** Dr. NAGATAKI, Shigehiro<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Instituto de Ciencias Nucleares UNAM*

<sup>2</sup> *Astrophysical Big Bang Laboratory, RIKEN*

**Corresponding Author(s):** carlos.fortin@correo.nucleares.unam.mx

The high energy peaked blazars are known to undergo episodes of flaring in GeV-TeV gamma-rays involving different time scales and the flaring mechanism is not well understood despite long term simultaneous multiwavelength observations. These gamma-rays en route to Earth undergo attenuation by the extra galactic background light. Using the photohadronic model, where the seed photons follow a power-law spectrum and a template extragalactic background light model, we derive a simple relation between the observed multi-TeV gamma-ray flux and the intrinsic flux with a single parameter. We study 42 flaring epochs of 23 blazars and excellent fit to most of the observed spectra are obtained, further supporting the photohadronic origin of multi-TeV gamma-rays. We note that we can also constrain the power spectrum of the seed photons during the flaring period. Moreover for blazars of unknown redshifts, whose multi-TeV flaring spectra are known, stringent bounds on the former can be placed using the photohadronic model.

1

## Simulación del flujo de neutrones solares en la atmósfera terrestre

**Author(s):** Mr. MONTERDE, Fernando<sup>1</sup>

**Co-author(s):** Dr. GONZÁLEZ, Luis Xavier<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *IGEF, UNAM*

<sup>2</sup> *INAOE*

**Corresponding Author(s):** fernandomonterde@ciencias.unam.mx

El estudio de los neutrones emitidos durante una fulguración nos aporta información prístina del Sol, ya que su trayectoria no es perturbada por ningún campo electromagnético en el medio interplanetario, de esta forma, su interacción con el material atmosférico de la Tierra nos aporta una gran cantidad de información acerca de los mecanismos de aceleración de partículas que ocurren en la vecindad solar, así como de fenómenos relacionados con los rayos cósmicos (RC) secundarios en la atmósfera.

Las simulaciones de chubascos de partículas son usadas para seguir el flujo de partículas detectadas a nivel de tierra por diferentes detectores, además, permiten conocer los fenómenos físicos más importantes y cómo afectan su paso a través de la atmósfera. De este modo, podemos utilizar una base de datos estables para poder comprobar su validez, actualmente se cuenta con acceso a datos de diferentes instrumentos, tales como el Telescopio de Neutrones Solares (TNS) de la UNAM, que nos permitirán empatar las simulaciones que se realicen con las mediciones realizadas.

2

## Simulación para la actualización del Detector ACORDE del experimento ALICE-LHC del CERN

VALENCIA ESQUIPULA, Pedro Alfonso<sup>1</sup> ; RODRÍGUEZ CAHUANTZI, Mario<sup>2</sup> ; Dr. CABALLERO MORA, Karen Salomé<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Estudiante*

<sup>2</sup> *Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, BUAP*

<sup>3</sup> *Universidad Autónoma de Chiapas*

**Corresponding Author(s):** pa.valenciaesquipula@gmail.com

Se planea realizar una nueva geometría del detector ACORDE, a partir de la geometría actual, esto con el objetivo principal de incrementar la eficiencia del detector y con esto obtener una mayor estadística de muones atmosféricos para así conocer sus respectivas propiedades físicas.

3

## Simulaciones Monte Carlo para optimizar la búsqueda de señales de muones en el observatorio HAWC

Mr. ANGELES CAMACHO, José Roberto<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Instituto de Física UNAM*

**Corresponding Author(s):** robert4475@ciencias.unam.mx

El observatorio HAWC (High Altitud Water Cherenkov) es un instrumento de investigación conformado por un arreglo de 300 tanques, este arreglo detecta cascadas atmosféricas producidas por rayos cósmicos y rayos gamma. Actualmente hay una línea de investigación alternativa que plantea utilizar a este observatorio como un detector de neutrinos ultra energéticos. Para ello, se analizan trazas de partículas horizontales que generen una señal en los tanques de este observatorio. En este trabajo se presenta un estudio sobre la respuesta de los detectores de HAWC al paso de muones horizontales de alta energía, utilizando simulaciones Monte Carlo. Presentaremos resultados preliminares sobre el volumen de detección real de un tanque, estos resultados tiene como objetivo mejorar el algoritmo que se utiliza para estimar la dirección de muones que viajen de forma horizontal. También mostramos un primera propuesta para tratar de estimar la energía de muones horizontales utilizando una red neuronal artificial.

4

## Espectro de energía de rayos cósmicos de 10 a 500 TeV con HAWC.

**Author(s):** Mr. SALAZAR SANTIAGO, Daniel Giovanni<sup>1</sup>

**Co-author(s):** LEÓN VARGAS, Hermes <sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Instituto de Física*

<sup>2</sup> *IKF University of Frankfurt*

**Corresponding Author(s):** danni\_salazar@ciencias.unam.mx

La estructura del espectro de energía de los rayos cósmicos ha servido para estudiar el origen de los mismos. El observatorio HAWC tiene la capacidad para observar rayos gamma y rayos cósmicos de energías de TeV, un rango de energía intermedio a las energías cubiertas por los satélites y los grandes observatorios instalados en la superficie terrestre. En este trabajo presentaré mis resultados utilizando dos estimadores de energía desarrollados por la colaboración de HAWC así como el espectro obtenido después de aplicar un proceso conocido como “unfolding”

5

## Búsqueda de neutrinos ultra energéticos con HAWC

LEÓN VARGAS, Hermes<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *IF-UNAM*

**Corresponding Author(s):** hermes.leon.vargas@cern.ch

El observatorio HAWC está compuesto por 300 detectores de luz Cherenkov en agua (WCD por sus siglas en inglés), aislados ópticamente e instalados en un arreglo compacto. Este diseño permite utilizar al observatorio como un gigantesco detector de rastreo, en donde cada WCD puede ser utilizado como un pixel para reconstruir la trayectoria de partículas cargadas que viajan a través de HAWC. Este modo de uso del observatorio es eficiente cuando la trayectoria de las partículas es casi horizontal, lo que permite caracterizar las señales provenientes de la dirección

del volcán Pico de Orizaba. La gran cantidad de materia que conforma al Pico de Orizaba, lo convierte en un útil filtro de muones producidos en cascadas atmosféricas con propagación horizontal, además de un blanco para producir reacciones neutrino-nucleón. En este trabajo se presentan los primeros resultados del análisis, utilizando 6 meses de datos.

6

## Estudio de la distribución lateral de cascadas de partículas inducidas por rayos cósmicos usando HAWC

**Author(s):** Mr. MORALES SOTO, Jorge Antonio<sup>1</sup>

**Co-author(s):** Dr. ARTEAGA VELAZQUEZ, Juan Carlos <sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*

<sup>2</sup> *Instituto de Física y Matemáticas, Universidad Michoacana*

**Corresponding Author(s):** jorge.morales@umich.mx

El estudio detallado de las características de las cascadas atmosféricas (estructura lateral, edad, tamaño, dirección de arribo, etc.) es una de las herramientas más útiles para obtener información sobre los rayos cósmicos. La distribución lateral de las partículas secundarias de un chubasco a nivel del suelo (LDF, por sus siglas en inglés) contiene información sobre la naturaleza del rayo cósmico primario, así como de su energía. En particular, de la pendiente de la distribución lateral se obtiene el parámetro de edad lateral, el cual describe el estado de desarrollo de la cascada a través de la atmósfera, y es sensible a la composición de los rayos cósmicos. Ahora bien, los estudios sobre la distribución lateral son difíciles de llevar a cabo debido a incertidumbres experimentales que pueden ser ocasionadas por el tamaño del detector y el tipo de técnica empleada para la detección. HAWC tiene la capacidad de llevar a cabo mediciones detalladas, evento por evento, de la distribución lateral de chubascos de partículas dada su área instrumentada, diseño cerrado, volumen y cobertura física, gran altitud y número de fotomultiplicadores. El observatorio HAWC es un arreglo denso de detectores de partículas ubicado en Puebla, México a 4,100 m s.n.m. dedicado al estudio de rayos cósmicos y rayos gamma en el rango de energía entre 100 GeV y 100 TeV, aunque puede medir rayos cósmicos de hasta 1 PeV. El arreglo experimental de HAWC cuenta con 300 detectores de agua Cherenkov que cubren el 62% de un área total de 22,000 m<sup>2</sup>. HAWC está equipado con 1,200 fotomultiplicadores y 60 millones de litros de agua. En este trabajo se presenta un estudio sobre la distribución lateral de chubascos inducidos por rayos cósmicos medidos por HAWC en el año 2016 con energías entre 3 TeV y 1 PeV y ángulo cenital < 16.7°. Los datos fueron usados para determinar la parametrización óptima de la distribución lateral en HAWC. De aquí el parámetro de edad es obtenido y su sensibilidad a la composición de los rayos cósmicos es analizada.

7

## Caracterización de dos nuevos detectores Cherenkov para la colaboración LAGO en Chiapas

**Author(s):** Dr. MORALES OLIVARES, Oscar G.<sup>1</sup>

**Co-author(s):** Dr. CABALLERO MORA, Karen S. <sup>1</sup> ; Dr. DE LEÓN, Hugo <sup>1</sup>

<sup>1</sup> *UNACH*

**Corresponding Author(s):** oscargmo@igeofisica.unam.mx

La colaboración LAGO es un proyecto internacional de astrofísica y astropartículas donde participan grupos de múltiples instituciones de países de América Latina. Los objetivos de estudio de LAGO están orientados en tres ejes principales: fenómenos astrofísicos de muy altas energías, el clima espacial y la radiación atmosférica en superficie. En esta charla presentaremos los resultados de los trabajos realizados como parte de la caracterización y puesta en marcha de dos nuevos detectores para la red LAGO, uno en la FCFM de la UNACH y otro en la cima del volcán Tacaná. Mostraremos algunas simulaciones hechas para el cálculo de la fluencia en ambos sitios, así como los avances realizados en la electrónica para la toma de datos.

8

## Cosmic-ray physics at CERN

**Author(s):** RODRÍGUEZ CAHUANTZI, Mario<sup>1</sup> ; Ms. GONZALEZ HERNANDEZ, Emma<sup>2</sup>  
**Co-author(s):** Ms. CABALLERO-MORA, Karen Salomé<sup>3</sup> ; Dr. ARTEAGA VELAZQUEZ, Juan Carlos<sup>4</sup> ; Dr. FERNANDEZ TELLEZ, Arturo<sup>5</sup>

<sup>1</sup> *Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, BUAP*

<sup>2</sup> *FCFM-BUAP*

<sup>3</sup> *Universidad Autónoma de Chiapas*

<sup>4</sup> *Instituto de Física y Matemáticas, Universidad Michoacana*

<sup>5</sup> *Facultad de Ciencias Físico Matemáticas BUAP, Mexico*

**Corresponding Author(s):** nut.geb.46@gmail.com

In astroparticle physics, the identification and understanding of the sources of high-energy cosmic rays is one of the most important open problems. Knowing the elemental composition of cosmic ray particles arriving at Earth is of crucial importance to understand the production and propagation of cosmic rays. Unfortunately, cosmic rays can be measured only indirectly above an energy of  $10^{14}$  eV through the cascades of secondary particles, called extensive air-showers (EAS), that they produce in the atmosphere.

With the operation of modern large-scale experiments such as accelerator experiments located underground a development of Cosmic Ray Physics program is possible at CERN. Experiments at LEP and LHC are suitable for the study of properties of atmospheric muons. In this talk we will present some of the results reported by these experiments. Plans for future experiments like MATHUSLA will be also presented.

9

## Detección de partículas energéticas utilizando el Telescopio centellador de Rayos cósmicos

**Author(s):** Mr. ANZORENA, Marcos<sup>1</sup>  
**Co-author(s):** Ms. GARCIA GINEZ, Rocio<sup>1</sup> ; Prof. VALDES-GALICIA, Jose<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Instituto de Geofísica, UNAM*

**Corresponding Author(s):** anzorena@geofisica.unam.mx

El Telescopio centellador de Rayos cósmicos instalado en Sierra Negra, Puebla, es un instrumento capaz de medir la dirección de arribo y energía de la radiación incidente con una alta resolución; con el objetivo de estudiar los diversos mecanismos físicos involucrados en su producción y transporte.

En esta presentación mostraré un estudio sobre el desempeño general del Telescopio, concentrándome principalmente en el espectro de energía de las partículas registradas. Para lograr dicha meta, nuestro estudio se apoya en los resultados de simulaciones Monte Carlo y en la caracterización experimental de los diferentes elementos que componen al telescopio.

10

## An update of the LIV tests with astroparticles: subluminal and superluminal limits

Dr. MARTÍNEZ, Humberto<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *IFSC - USP*

**Corresponding Author(s):** humbertomh@ifsc.usp.br

Astroparticle physics has recently reached a new status of precision due to the construction of new observatories, operating innovative technologies, and the detection of large numbers of events and sources. The precise measurements of cosmic and gamma rays can be used as a test for fundamental physics, such as the Lorentz invariance violation (LIV). Although LIV signatures



are expected to be small, the very high energies and long distances that astrophysical sources involve, lead to an unprecedented opportunity for this task. In this talk, I will present an update of the latest exclusion limits from different astrophysical LIV tests in the photon sector using the subluminal pair production threshold shift and superluminal photon decays. Updated perspectives for the next generations of gamma-ray telescopes will also be addressed.

11

## Análisis astrofísico de posibles fuentes de rayos gamma en el plano galáctico.

Mr. CASTELLANOS, Hernán<sup>1</sup> ; Dr. CABALLERO, Karen<sup>1</sup>

<sup>1</sup> UNACH

**Corresponding Author(s):** hernanecastellanosvaldes@gmail.com

Al estudiar rayos gamma o rayos cósmicos, uno de los principales planteamientos que surgen es saber de dónde vienen y qué fenómenos originan estos eventos, así como entender qué procesos se llevan a cabo para acelerarlos a tan grandes energías. La dirección de los rayos gamma, por su parte, no se ve afectada por campos magnéticos en el universo al ser radiación electromagnética sin carga, lo que permite aproximar su lugar de origen. En el plano galáctico se puede observar que se localizan muchas fuentes de rayos gamma, aunque debido a nuestra posición respecto a este, al estudiar dichas fuentes se hace más difícil discernir entre una y otra. Este es el caso de las fuentes 2K y 2L, reportadas con anterioridad y observadas por el experimento HAWC; donde haciendo uso del método de máxima verosimilitud, se modelarán y compararán con otras fuentes en distintos catálogos, para así poder corroborar que son fuentes factibles de ser investigadas. Con este estudio se pretende mostrar una forma de localizar fuentes de rayos gamma en el plano galáctico, modelando las fuentes conocidas y haciendo un análisis residual, para más adelante poder reproducir un mapa de la zona y compararla con lo que ven otros experimentos que operen en distintas longitudes de onda. De esta manera se pretende obtener el espectro de energía de las fuentes, lo que permitiría hacer propuestas sobre la naturaleza astrofísica de estas.

12

## Preliminary study of the effects of thunderstorms activity over rate the cosmic rays

**Author(s):** ACAMETITLA, Victor<sup>1</sup>

**Co-author(s):** Dr. COTZOMI, Jorge <sup>1</sup> ; Dr. VARELA, Enrique <sup>1</sup> ; Dr. MORENO, Eduardo <sup>1</sup>

<sup>1</sup> FCFM BUAP

**Corresponding Author(s):** vic.acame@gmail.com

Lightning is an atmospheric electrostatic discharge (ESD) caused by the concentration of static charges that generates atmospheric electric fields with potential limit  $\sim 108$  volts. To such electrical potential, the air molecules are ionized, and electrostatic discharge arises (dielectric breakdown). A cloud - ground discharge radiates a strong electromagnetic pulse which heats the atmosphere to values of  $\sim 30$  thousand degrees Kelvin and generating electric currents  $\sim 104$  Amp. On the other hand, the primary cosmic rays (CR) are basically cosmic protons that, when they hit the atmospheric protons form the Extensive Air Showers (EAS). During the ESD, considerable changes are generated in the local electric fields, the electric force and polarity of the electric fields change abruptly, and this leads to a perceptible change in the rate of the cosmic ray. In this work we present a study preliminary of the effects of thunderstorms activity over rate the cosmic rays.

13

## Development of an expofeso acquisition card for a Cherenkov detector.

**Author(s):** Mr. SÁNCHEZ CEDILLO, Rafael<sup>1</sup>

**Co-author(s):** Dr. COTZOMI PALETA, Jorge <sup>1</sup>

<sup>1</sup> *FCFM*

**Corresponding Author(s):** rafael.sanchez53099@gmail.com

Cosmic rays is ionizing radiation that, as it passes through the Earth, collides with atmospheric atoms in an elastic form, forming cascades of subparticles that can be detected on the Earth's surface. Among the particles that can be registered are, protons, electrons, pions, muons, among others.

Water Cherenkov detectors (WCD) record the passage of secondary particles originated in an atmospheric showers, which generate Cherenkov light when traveling at a speed bigger than that of light in that medium. Generally, they are conformed in detector arrays and, each one usually has ultra pure water inside that serves as a radiator to generate Cherenkov light and as a light sensor they use photomultiplier tubes in the blue-ultraviolet range. The use of WCDs is a of the most used techniques for the detection of cosmic rays and gamma photons in the atmosphere. It was developed an electronic card based on Red Pitaya for the study of cosmic rays in a Cherenkov water detector and a simulation of the range of energies of the showers we plan to detect.

14

## Estudio de la correlación entre rayos-X y rayos-gamma de TeV en blazares.

**Author(s):** Dr. GONZALEZ, Magdalena<sup>1</sup>

**Co-author(s):** Mrs. OSORIO, Archila <sup>1</sup>

<sup>1</sup> *IA, UNAM*

**Corresponding Author(s):** jmosorio@astro.unam.mx

Los Blazares se caracterizan por una distribución espectral de energía (SED, por su nombre en inglés) que presenta dos picos a diferentes energías. El primero está en frecuencias desde radio a rayos-X y el segundo en los rayos-gamma. El SED de los blazares comúnmente es explicado con una zona de emisión y como proceso de emisión el Compton Self-Synchrotron. En este escenario, se espera una fuerte correlación entre rayos-X y rayos-gamma. M. M. González, et al, 2019, utilizando datos de observatorios Cherenkov atmosféricos para el blazar Mrk 421, prueba dicha correlación usando un método de máxima verosimilitud, incluso en observaciones donde se afirmaba que no existía. Sin embargo la correlación se rompe a flujos altos de rayos-gamma. Se expande este trabajo con los blazares Mkn 501 y 1ES1959+650, ambos con una alta emisión en rayos-X y en rayos-gamma para inferir si existe un comportamiento similar en las correlaciones.

15

## Radiation environment simulation studies on CMS RPC muon detectors

Mr. CARPINTEYRO BERNARDINO, Severiano<sup>1</sup> ; Prof. URIBE ESTRADA, Ceculia<sup>2</sup> ; Prof. CASTAÑEDA HERNANDEZ, Alfredo<sup>3</sup> ; Mr. DEL RIO VIERA, Manuel Alejandro<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la BUAP*

<sup>2</sup> *Benemerita Universidad Autonoma de Puebla, Puebla, Mexico.*

<sup>3</sup> *Universidad de Sonora. Apartado Postal: 5-88, Hermosillo, Sonora, Mexico*

**Corresponding Author(s):** integratecno2000@yahoo.com.mx

Summary

1. The CMS RPCs technology as Muon detector system
2. Background Radiation
3. Sensitivity vs Energy for RE22

4. Hit Rate
5. Data vs MC
6. Conclusion

References

16

## Observaciones conjuntas entre HAWC y un Telescopio Cherenkov Atmosférico.

**Author(s):** Mr. PÉREZ ARAUJO, Yunior Frainen<sup>1</sup>

**Co-author(s):** Dr. TORRES, Ibrahim <sup>2</sup> ; Dr. MARTINEZ, Jesus <sup>3</sup> ; Dr. ALFARO, Ruben <sup>4</sup> ; Dr. GONZALEZ SANCHEZ, Maria Magdalena <sup>5</sup> ; Mr. SERNA, José <sup>6</sup> ; Mr. IRIARTE, Arturo <sup>7</sup>

<sup>1</sup> IAUNAM

<sup>2</sup> INAOE

<sup>3</sup> Instituto Politécnico Nacional

<sup>4</sup> IFUNAM

<sup>5</sup> Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México

<sup>6</sup> .

<sup>7</sup> Institute of Astronomy

**Corresponding Author(s):** rodrigo.pelayo@gmail.com

El observatorio de rayos gamma HAWC monitorea dos tercios del cielo a energías en TeV. Uno de sus primeros resultados es el mapa de fuentes de rayos gamma a energías de decenas de TeV. La determinación de rayos gamma de energía más alta requiere una estimación de la energía lo más real posible. Las mediciones de cascadas de partículas con Telescopios Cherenkov Atmosférico y un arreglo en Tierra como HAWC, prometen una una mejora en la estimación de energía y la resolución angular. El rendimiento de una configuración híbrida, que combina un Telescopio Cherenkov Atmosférico con el observatorio HAWC de gran altitud, se evalúa con una simulación Monte Carlo. En este trabajo se presentan resultados preliminares de la simulación Monte Carlo.

17

## Exploring a new g/h separation models on HAWC Observatory

Mr. CAPISTRÁN ROJAS, Tomás<sup>1</sup>

<sup>1</sup> INAOE

**Corresponding Author(s):** rodrigo.pelayo@gmail.com

The High-Altitude Water Cherenkov (HAWC) is an ground-based TeV gamma ray observatory located on Puebla, Mexico. It collects the secondary particles of the shower that were produced by primary particles (gamma-ray or hadron) via indirect detection and it is optimized to detect the particles with energy from 300 GeV to above 100 TeV. Several researches have been made in the gamma-ray observatories and they concluded the main problem on this kind of observatories is the huge number of hadron events that are detected, therefore, they have to suppress these kind of particles on the analysis of gamma-ray sources. In this work will be described three kind of models for this task: one is the official one that is described as rectangle cut model involving two variables, and the last two use a machine learning techniques (boosted decision tree and neural network) in order to build a sophisticated model using various input variable.

18

## Clasificación de partículas registradas en el Telescopio de centelleo de rayos cósmicos SciCRT usando herramientas de Reconocimiento de Patrones.

Ms. GARCIA GINEZ, Rocio<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Instituto de Geofísica, UNAM*

**Corresponding Author(s):** rodrigo.pelayo@gmail.com

La aplicación de métodos de reconocimiento de patrones ha alcanzado relevante importancia no sólo en la industria, en áreas biológicas y de la salud o ante la necesidad de resolver problemas de índole social; también es de crucial importancia para muchos de los experimentos de física de altas energías.

El presente trabajo expone la implementación de algoritmos basados en herramientas de reconocimiento de patrones para el análisis de datos del Telescopio de Centelleo de Rayos Cósmicos -SciCRT- instalado en la cima del volcán Sierra Negra Puebla. El principal objetivo del SciCRT es la detección de eventos de neutrones solares emitidos durante fenómenos de erupciones poderosas registradas en el sol. El uso de dichos algoritmos nos permitira identificar el tipo de partículas que son registradas en el SciCRT. Por otro lado, con el objetivo de evaluar el desempeño de dichos algoritmos, realizamos una simulacion Monte Carlos del detector.

19

## **Detectors for Gamma Ray Astronomy**

**Corresponding Author(s):** alberto@inaoep.mx

Detectors for Gamma-Ray Astronomy.

20

## **Detectors for Gamma Ray Astronomy**

**Corresponding Author(s):** alberto@inaoep.mx

21

## **Acquisition, Processing and Analysis of a Solid Scintillation Detector**

**Corresponding Author(s):** emoreno@fcfm.buap.mx

22

## **Acquisition, Processing and Analysis of a Solid Scintillation Detector**

**Corresponding Author(s):** emoreno@fcfm.buap.mx

In this workshop an acquisition system will be implemented through a commercial processing system. Reading, data processing will be done using the Python programming language. Characteristic statistics for the analysis of the signals generated in the detector such as: amplitude, deposited charge and characteristic of time, will be processed through the use of ROOT software and thereby observe the behavior of the instrumented detector.

23

## **Cosmic Ray Observatories in Mexico City and the top of the Sierra Negra volcano**

**Corresponding Author(s):** xavier@igeofisica.unam.mx

Since 1990, the cosmic ray observatory of Mexico City (2274 m a.s.l.) has been operating continuously. This observatory is composed of a neutron monitor (6-NM64) and a muon telescope,

capable to detect the hadronic and hard components of the secondary cosmic radiation. The 6-NM64 is the only Latinamerican neutron monitor that belongs to the neutron monitor database. In 2003, the solar neutron telescope (SNT) was installed at the top of the Sierra Negra volcano (4580 m a.s.l.), the SNT detects accelerated neutrons in solar flares and the background of galactic cosmic rays. This detector is part of the worldwide network of SNTs. In 2014, a new kind of detector was installed next to the SNT, the scintillator cosmic ray telescope (SciCRT), this new telescope can detect solar neutrons, muons and the background of galactic cosmic rays. The Sierra Negra cosmic ray observatory is mainly composed of the SNT and the SciCRT. In this talk, we will present a description of the four detectors, as well as their operation; in addition, we will present the most significant results in the study of low energy cosmic rays and the numerical simulations carried out to understand and analyze the registered data by the observatories.

24

## Surveying active galactic nuclei with the HAWC gamma-ray observatory

**Corresponding Author(s):** alberto@inaoep.mx

Active galactic nuclei (AGN) are powerful cosmic accelerators, manifested as numerous gamma-ray sources at GeV energies. They are suspected to generate the highest energy cosmic rays, a long term presumption now supported by the recent observation of neutrinos from a BL Lacertae object. The study of AGN at the highest gamma-ray energies is hampered by the interaction of very high energy photons with cosmic backgrounds of optical and infrared light, that sets a limit to the range of our observations. The HAWC observations of Mrk 421 and Mrk 501 are providing fresh insight into the extreme processes of their central engines. I will review these observations and present the search for other AGN by HAWC.

25

## The 320 EeV Fly's Eye event: a key messenger or a statistical oddity?

Almost three decades ago, the Fly's Eye experiment recorded the most energetic cosmic-ray ever observed. With an energy of 320 EeV, this event is well beyond the suppression region of the ultra-high energy cosmic rays (UHECR) spectrum. Modern and larger observatories, with an exposure up to 60 times larger, have never observed an event with even remotely comparable energy. Thus, if the energy of the Fly's Eye event was indeed well measured, as strongly suggested by the data, then it remains a great mystery or an unbelievable stroke of luck. At such high energies, the Universe is very opaque to electromagnetic interacting particles, whether photons, protons or heavy nuclei, and therefore its source must be relatively close. Using numerical simulations for the propagation of protons and nuclei, we reexamine the problem by testing different possibilities for the nature of the primary, the injection spectrum and the location of the source. Based on these calculations, we show that the most feasible scenario corresponds to a nearby ( $\sim 2 - 3$  Mpc) bursting source of heavy nuclei in the northern sky, which injected a hard spectrum ( $\gamma \leq 1.5$ ) with an energy cut-off between 300 and 1000 EeV. Such scheme generates a significant probability for the observation of one event by Fly's Eye combined with a null result of Telescope Array at the same energy.

26

## Recent results and upgrade of the Pierre Auger Observatory

**Corresponding Author(s):** hsalazar@fcfm.buap.mx

Recent Results and Upgrade of the Pierre Auger Observatory.

27

## Cosmic rays from 100 TeV up to the EeV regime: a review

**Corresponding Author(s):** juan.arteaga@umich.mx

Cosmic rays are one of the most enigmatic and energetic form of radiation that the Earth receives from outer space. It is mainly composed of atomic nuclei with energies that extends from a few MeV up to 1 ZeV, this way, surpassing the reach of modern particle accelerators. Depending of the energy range considered, there are different aspects of these particles that are still unknown, which are related with their energy spectrum, composition, origin and acceleration mechanism. To shed light on these questions, data on the energy, chemical composition and arrival direction of cosmic rays are needed, as well as multi-messenger observations of the sky. In this talk, It will be presented a small review on the physics of cosmic rays at energies above 100 TeV, which has been difficult to study due to the low statistics in this energy regime. In addition, it will be reviewed some of the most important and recent observations of cosmic rays in this energy region and it will be discussed what we have learned from them.

28

## Ultra High Energy Cosmic Rays in the Pierre Auger Observatory Era

**Corresponding Author(s):** bertou@gmail.com

The Pierre Auger Observatory has been in operation for 15 years and has radically changed the view of Ultra High Energy Cosmic Rays within the community. I will summarize its results focussing on the large picture of where we stand in the field today compared to where we were when the project started, more than 20 years ago.

29

## Observaciones de decaimientos de muones en el observatorio HAWC

**Author(s):** Mr. GARCÍA AGUILAR, Diego<sup>1</sup>

**Co-author(s):** LEÓN VARGAS, Hermes <sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Physics Institute, UNAM. Mexico*

<sup>2</sup> *IKF University of Frankfurt*

**Corresponding Author(s):** rodrigo.pelayo@gmail.com

El observatorio HAWC (High Altitud Water Cherenkov) se encuentra a 4100 m de altura entre el Pico de Orizaba y el volcán Sierra negra en Puebla. Está compuesto por 300 detectores Cherenkov, el funcionamiento del observatorio como su nombre indica es gracias al efecto Cherenkov. El observatorio fue diseñado para estudiar rayos gamma y rayos cósmicos, los cuales son producidos en los eventos más violentos del universo. Cuando un rayo cósmico interactúa con la atmósfera se producen un gran número de partículas las cuales son detectadas por los detectores Cherenkov. En estas cascadas se producen muones los cuales tienen un tiempo de vida corto pero por su alta energía logran llegar a los detectores de HAWC, el objetivo de este trabajo es medir la vida media de los muones usando datos crudos tomados por HAWC. Al realizar este estudio para muones verticales se encontró una vida media de 2178(88) ns y para muones horizontales una vida media de 1982(381) ns.

30

## Development of an expofeso acquisition card for a Cherenkov detector.

Mr. CONDE, Jose Ruben<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Facultad de Ciencias Fisico Matematicas - BUAP*

**Corresponding Author(s):** rodrigo.pelayo@gmail.com

Cosmic rays is ionizing radiation that, as it passes through the Earth, collides with atmospheric atoms in an elastic form, forming cascades of subparticles that can be detected on the Earth's surface. Among the particles that can be registered are, protons, electrons, pions, muons, among others.

Water Cherenkov detectors (WCD) record the passage of secondary particles originated in an atmospheric showers, which generate Cherenkov light when traveling at a speed bigger than that of light in that medium. Generally, they are conformed in detector arrays and, each one usually has ultra pure water inside that serves as a radiator to generate Cherenkov light and as a light sensor they use photomultiplier tubes in the blue-ultraviolet range. The use of WCDs is a of the most used techniques for the detection of cosmic rays and gamma photons in the atmosphere. It was developed an electronic card based on Red Pitaya for the study of cosmic rays in a Cherenkov water detector and a simulation of the range of energies of the showers we plan to detect.