

# **2022/2023 Meeting of the Cosmic Ray Division of the Mexican Physical Society**

Monday 27 March 2023 - Wednesday 29 March 2023

## **Book of Abstracts**



# Contents

|  |   |
|--|---|
| The new exploration of the Universe through gravitational-wave and multi-messenger observations . . . . .                          | 1 |
| Posibles escenarios de la emisi[Pleaseinsertintopreamble]n a muy altas energ[Pleaseinsertintopreamble]as del GRB 221009A . . . . . | 1 |
| Estudios de AGNs con el observatorio SWGO. . . . .   | 1 |
| Buscando Halos de TeV con el observatorio HAWC. . . . .  | 2 |
| Instrumentación para el registro de Eventos de Rayos C3smicos a trav3s de una Redpitaya . . . . .                                  | 2 |
| Estimaci3n de rendimiento de un arreglo de 55 telescopios empleando algoritmos de Machine Leraning . . . . .                       | 2 |
| Restringiendo la poblaci3n de TeV halos en M31 . . . . .   | 3 |
| Oscilaciones de part3culas tipo axion como posible explicaci3n de la emisi3n en TeV del GRB 221009A . . . . .                      | 3 |
| Estudio de la emisi3n de alta energ3a de TeV Halos . . . . .   | 4 |
| B3squeda de emisiones en TeV de sGRBs como posibles contrapartes de ondas gravitacionales . . . . .                                | 4 |
| Estudio de fotones oscuros como posible candidato de materia oscura utilizando observaciones de la nebulosa del Cangrejo . . . . . | 5 |
| Measurement of the total cosmic ray energy spectrum using HAWC in the TeV regime . . . . .   | 5 |
| Sensibilidad de CTA a aniquilaci3n y decaimiento de materia oscura en el c3mulo de Perseo . . . . .                                | 5 |
| Estimaci3n de la energ3a de rayos c3smicos usando redes neuronales . . . . .   | 6 |
| Simulaci3n preliminar del Telescopio Centellador de Rayos C3smicos (SciCRT) de Sierra Negra . . . . .                              | 6 |
| Very High Energy Gamma-ray Astronomy with SWGO: the Southern Wide-Field Gamma-ray Observatory . . . . .                            | 7 |
| SISTEMA DE CARACTERIZACI3N AUTOMATIZADO PARA TUBO FOTOMULTIPLICADOR (PMT) . . . . .  | 7 |

|   |    |
|---|----|
| An updated analysis of the KASCADE-Grande data on the muon content of cosmic-ray air showers at high energies . . . . .                   | 8  |
| Simulations and Theory of the Effect of Atmospheric Electricity on Cosmic Rays . . . .  | 8  |
| The MATHUSLA Cosmic-Ray project . . . . .   | 9  |
| Instalación del detector de agua cherenkov (WCD) "Jaguarito" en la Facultad de Ciencias en Física y Matemáticas de la UNACH. . . . .      | 9  |
| Implementación de dos IACTs compactos, refractivos HAWC's Eye a muy grandes alturas   | 10 |
| Practical use of the Modular Cosmic Ray Detector (MCORD) in the search for Cosmo-Seismic correlations in the CRED-MEXICO program. . . . . | 10 |
| Introducción a ROOT . . . . .   | 10 |

P3 / 0

## The new exploration of the Universe through gravitational-wave and multi-messenger observations

Dr. PATRICELLI, Barbara<sup>1</sup><sup>1</sup> *Astronomy Institute - UNAM***Corresponding Author(s):** humberto.martinezhuerta@udem.edu

Abstract: The era of Gravitational Wave (GW) Astronomy started on 2015, with the first observation of GWs from the merger of a binary black hole (BBH) system by Advanced LIGO. Two years later, the detection of GWs from a binary neutron star (BNS) merger by the Advanced LIGO and Advanced Virgo network and of the associated electromagnetic (EM) signals marked the birth of multi-messenger astronomy with GWs, opening a new chapter in the study of the universe. Besides these two ground-breaking discoveries, the LIGO, Virgo and KAGRA collaborations reported the detection of many other GW events during the first three observing runs and, thanks to their increasing sensitivity, more GW and joint GW and EM detections are expected in the near future. This talk will give an overview of the GW and multi-messenger observations so far, their astrophysical implications and the prospects for the upcoming years

D1-Talks 2 / 1

## Posibles escenarios de la emisión a muy altas energías del GRB 221009A

**Author(s):** Ms. FRAIJA CASTELLANOS, Sara<sup>1</sup>**Co-author(s):** Dr. GONZALEZ SANCHEZ, Maria Magdalena <sup>2</sup> ; AVILA, Daniel <sup>3</sup> ; Dr. FRAIJA, Nissim <sup>4</sup> ; Mr. PRATTS, Alvaro <sup>5</sup> ; Mr. HERNÁNDEZ CADENA, Sergio <sup>6</sup> ; Mr. PÉREZ ARAUJO, Yuniór Frainen <sup>7</sup> ; Mr. MONTES, Jorge <sup>8</sup><sup>1</sup> *Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México*<sup>2</sup> *Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México*<sup>3</sup> *IF-UNAM*<sup>4</sup> *Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México*<sup>5</sup> *Facultad de ciencias*<sup>6</sup> *IFUNAM*<sup>7</sup> *IAUNAM*<sup>8</sup> *Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México***Corresponding Author(s):** sarafraija@hotmail.com

Los destellos de rayos gamma (GRB) son de los fenómenos más energéticos del universo. Se caracterizan por su emisión inmediata en rayos X-duros y por su emisión tardía a lo largo del espectro electromagnético. El GRB 221009A ha sido uno de los destellos más luminosos detectados hasta la fecha. Durante los primeros 2000 segundos de su emisión se detectaron fotones de rayos gamma con energías de hasta 18 TeV por el instrumento LHASSO. Debido a la distancia de este destello con redshift de 0.151, esta detección en principio es imposible por la atenuación con fotones del fondo extragaláctico. Por lo que, tanto modelos leptónicos como hadrónicos han tratado de explicarlo pero de momento ninguna teoría lo ha logrado con éxito. En este trabajo, se discuten los diferentes escenarios propuestos para interpretar este destello. Este proyecto fue realizado gracias al apoyo del proyecto PAPIIT IG101323 y IN10652.

D2-Talks I / 2

## Estudios de AGNs con el observatorio SWGO.

**Author(s):** Ms. OSORIO ARCHILA, Mabel<sup>1</sup>**Co-author(s):** Dr. GONZÁLEZ, María Magdalena <sup>2</sup><sup>1</sup> *IA-UNAM*

<sup>2</sup> *Instituto de Astronomía, UNAM*

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

El observatorio SWGO (Southern Wide-field Gamma-ray Observatory) será un detector de rayos gamma localizado en el hemisferio sur y sensible en el rango de energías entre 100 GeV a cientos de TeVs. Uno de los principales objetivos científicos son el estudio de los núcleos galácticos activos (AGNs) en el rango de energías entre 100 y 300 GeV debido a que a energías mayores la absorción de los fotones por el fondo de luz extragaláctico (EBL) es considerable. Con SWGO será posible la observación continua y no sesgada de la población de AGNs con la que se podrá pasar de un estudio individual a un estudio colectivo para un entendimiento general de estas fuentes. Algunos de los intereses científicos son los procesos de aceleración de partículas, los modelos de generación de fotones de muy alta energía y neutrinos, la variabilidad de flujo y periodicidad y la intensidad del campo magnético intergaláctico (IGMF). En este trabajo se presentará el caso científico de SWGO para AGNs. Este proyecto fue realizado gracias al apoyo del proyecto PAPIIT IG101323.

## D1-Talks 2 / 3

### Buscando Halos de TeV con el observatorio HAWC.

**Author(s):** Mrs. CARREON GONZALEZ, Maria Fernanda<sup>1</sup>

**Co-author(s):** Dr. GONZÁLEZ, María Magdalena <sup>2</sup> ; Mr. ANDRÉS, Alexis <sup>3</sup> ; Dr. CAPISTRÁN, Tomás <sup>4</sup>

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

<sup>2</sup> *Instituto de Astronomía, UNAM*

<sup>3</sup> *Instituto de Astronomía - UNAM*

<sup>4</sup> *Instituto de Astronomia, Universidad Nacional Autonoma de Mexico*

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

Los Halos de TeV son regiones de emisión extendida alrededor de un pulsar central. Los Halos se producen por dispersión de Compton inversa de partículas cargadas aceleradas en la nebulosa de viento de pulsar y que viajan difusivamente fuera de la nebulosa. En este trabajo se presenta un modelo analítico que depende sólo de las características de los pulsares para estimar el flujo en rayos gamma y la extensión angular de sus Halos. Se seleccionaron 150 pulsares de edad media con un periodo y una derivada temporal del periodo reportados en el catálogo ATNF de pulsares en el campo de visión del observatorio HAWC. Considerando la sensibilidad del observatorio, se obtiene que 18 halos son potencialmente detectables por HAWC. Presentamos aquí el análisis de estas 18 regiones y comparamos las predicciones del modelo con las observaciones de HAWC. Este proyecto fue realizado gracias al apoyo del proyecto PAPIIT IG101323.

## D2-Talks II / 4

### Instrumentación para el registro de Eventos de Rayos Cósmicos a través de una Redpitaya

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

**Co-author(s):** Dr. COTZOMI PALETA, Jorge <sup>1</sup> ; Dr. CONDE SÁNCHEZ, José Rubén <sup>1</sup> ; Dr. MORENO BARBOSA, Eduardo <sup>1</sup>

<sup>1</sup> *FCFM BUAP*

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

Los rayos cósmicos se caracterizan por ser eventos de altas energías y con velocidades cercanas a la de la luz. Para estudiarlos se requiere de instrumentos que digitalicen la señal y que operen a la velocidad del tiempo de vida de los eventos de  $\sim 10^{-9}$ s. El presente trabajo pretende contribuir al estudio de los rayos cósmicos por medio del desarrollo de programas para digitalizar y almacenar datos por medio de memorias FIFO empleando una RedPitaya que opera a 125 MSPS y resolución de 14 bits. Además, se muestran algunos resultados obtenidos que muestran la rentabilidad del uso de la tarjeta para el registro de eventos con características temporales similares.

## D2-Talks II / 5

**Estimación de rendimiento de un arreglo de 55 telescopios empleando algoritmos de Machine Learning****Author(s):** GONZÁLEZ, Francisco<sup>1</sup>**Co-author(s):** Dr. GONZÁLEZ, María Magdalena <sup>2</sup> ; Dr. CAPISTRÁN, Tomás <sup>3</sup> ; Mr. SERNA FRANCO, José Erandi <sup>4</sup> ; Mr. PÉREZ ARAUJO, Yuniór Frainen <sup>5</sup> ; Dr. ALFARO, Ruben <sup>6</sup><sup>1</sup> *Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México*<sup>2</sup> *Instituto de Astronomía, UNAM*<sup>3</sup> *Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México*<sup>4</sup> *IF-UNAM*<sup>5</sup> *IAUNAM*<sup>6</sup> *IFUNAM***Corresponding Author(s):** fgonzalez@astro.unam.mx

HAWC's Eye es un prototipo de Telescopio Cherenkov Atmosférico (IACT) compacto y refractivo, diseñado para detectar las cascadas atmosféricas extensas (EAS) producidas por partículas con energías de 100 GeV hasta 100 TeV que entran en la atmósfera terrestre. Se realizaron simulaciones Monte Carlo para un arreglo de 55 telescopios HAWC's Eye a 4100 m. s.n. m. para estimar el rendimiento del arreglo. En este trabajo se reporta la predicción de la energía de los eventos detectados, a partir de modelos entrenados utilizando Machine Learning. Este proyecto fue realizado gracias al apoyo del proyecto PAPIIT IG101323 y LNS-202102066C

## D1-Talks 2 / 6

**Restringiendo la población de TeV halos en M31****Author(s):** Mr. ANDRÉS, Alexis<sup>1</sup>**Co-author(s):** Dr. GONZALEZ SANCHEZ, Maria Magdalena <sup>2</sup> ; Ms. CARREON, Maria <sup>3</sup><sup>1</sup> *Instituto de Astronomía - UNAM*<sup>2</sup> *Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México*<sup>3</sup> *Student***Corresponding Author(s):** bandres@astro.unam.mx

Los halos de tera-electronvolt (TeV halos) son una nueva subclase de fuentes de rayos- $\gamma$  recientemente detectados alrededor de algunos pulsares de edad media. Se trata de regiones de emisión extendidas a energías de TeV con tamaños de  $\sim 10$  pc alrededor del pulsar central. Recientemente, se han propuesto modelos para cuantificar la población de TeV halos en la Vía Láctea concluyendo que podrían contribuir de manera significativa a la emisión de TeV de esta, y por ende, de otras galaxias. El objetivo de este trabajo consiste en modelar la emisión de rayos- $\gamma$  de la galaxia Andrómeda (M31), la galaxia espiral más cercana a la Tierra. Usando los límites del flujo reportado por HAWC se analiza si es posible restringir la población de TeV Halos en M31. Este proyecto fue realizado gracias al apoyo del proyecto PAPIIT IG101323.

## D2-Talks I / 7

**Oscilaciones de partículas tipo axion como posible explicación de la emisión en TeV del GRB 221009A****Author(s):** Mr. AVILA, Daniel<sup>1</sup>**Co-author(s):** Dr. GONZÁLEZ, María Magdalena <sup>2</sup> ; Mr. PRATTS, Alvaro <sup>1</sup> ; Mr. HERNÁNDEZ CADENA, Sergio <sup>1</sup> ; Dr. FRAIJA, Nissim <sup>2</sup> ; Dr. ALFARO, Ruben <sup>1</sup> ; Mr. PÉREZ ARAUJO, Yuniór Frainen <sup>2</sup> ; Mr. JORGE, Montes <sup>2</sup><sup>1</sup> *Instituto de Física, UNAM*<sup>2</sup> *Instituto de Astronomía, UNAM*

**Corresponding Author(s):** daniel\_avila5@ciencias.unam.mx

La reciente observación del destello GRB 221009A por LHAASO y Carpet-2 a energías de TeV ha puesto a prueba los mecanismos de emisión más aceptados para describir la emisión tardía de los destellos de rayos gamma (GRBs). Dada la distancia estimada del destello,  $z=0.151$ , no se esperaba detectar emisión en TeV debido a su atenuación con la luz de fondo extragaláctica (EBL). Por esta razón, han surgido teorías para explicar este evento incluso más allá del Modelo Estándar; como los son las partículas de tipo axión (ALPs) y los fotones oscuros. En este trabajo se discuten las condiciones y limitaciones requeridas para el escenario leptónico más aceptado y se exploran posibles escenarios en términos de ALPs y fotones oscuros para interpretar estos fotones de TeV. Se encontró que los escenarios de ALPs y fotones oscuros pueden explicar el fotón de 18 TeV pero no el fotón de 251 TeV. Este proyecto fue realizado gracias al apoyo del proyecto PAPIIT IG101323.

**D1-Talks 2 / 8**

## Estudio de la emisión de alta energía de TeV Halos

**Author(s):** Mr. RANGEL, Erick Alejandro<sup>1</sup>

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

<sup>1</sup> *Instituto de Astronomía - UNAM*

<sup>2</sup> *Instituto de Astronomía, UNAM*

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

En 2017 el observatorio HAWC descubrió un nuevo tipo de fuente de altas energías, los halos de TeV. Son regiones extensas alrededor de algunos pulsares de edad media. Su emisión de fotones es a energías de decenas de TeV y se produce por interacciones de Compton inverso de electrones y positrones acelerados por el pulsar. En este trabajo se propone utilizar el software EDGE y un modelo analítico para calcular la emisión de rayos gamma del halo y su morfología. Este proyecto fue realizado gracias al apoyo del proyecto PAPIIT IG101323.

**D1-Talks 2 / 9**

## Búsqueda de emisiones en TeV de sGRBs como posibles contrapartes de ondas gravitacionales

**Author(s):** Mr. MONTES MIRELES, Jorge<sup>1</sup>

**Co-author(s):** Mr. PÉREZ ARAUJO, Yunior Frainen<sup>2</sup>; Dr. GONZALEZ SANCHEZ, Maria Magdalena<sup>3</sup>; Mr. SACAHUI, José<sup>4</sup>; Mr. FRAIJA, Nissim<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup> *IAUNAM*

<sup>3</sup> *Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México*

<sup>4</sup> *UNAM*

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

La conexión entre los destellos de rayos gamma cortos (sGRBs) y las ondas gravitacionales (GWs) han sido objeto de estudio y motivación para la búsqueda de contrapartes por instrumentos de rayos gamma. Sin embargo, solo un evento hasta la fecha ha sido identificado como una ocurrencia simultánea de ambos, GRB 170817A y GW170817. GRB 170817A fue clasificado como un destello de corta duración inusual debido a su baja luminosidad y su emisión tardía no térmica (afterglow) observado a través de las bandas de radio, óptica y rayos X, los cuales alcanzaron su máximo flujo a cientos de días después de la detección de la onda gravitacional. Aunque no se observó la emisión a energías de TeV, si existen, lo más probable es que se generen a través del proceso Compton inverso auto inducido por sincrotrón de la emisión tardía en longitudes de radio, óptico y rayos X. Utilizando los datos del observatorio HAWC, se busca la emisión de fotones en el rango de energías de TeV en sGRBs con ventanas de tiempo de hasta 300 días a partir de las detecciones en rayos gamma. Este proyecto fue realizado gracias al apoyo del proyecto PAPIIT IG101323 y N106521.



## D2-Talks I / 10

## Estudio de fotones oscuros como posible candidato de materia oscura utilizando observaciones de la nebulosa del Cangrejo

**Author(s):** Mrs. MELO, Arlette<sup>1</sup>

**Co-author(s):** Mr. HERNÁNDEZ CADENA, Sergio<sup>2</sup> ; Dr. ALFARO, Ruben<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *IF*

<sup>2</sup> *IFUNAM*

**Corresponding Author(s):** arlettemelo@estudiantes.fisica.unam.mx

Las búsquedas indirectas de materia oscura fría (CDM) involucran la búsqueda de anomalías en los espectros de fuentes de rayos gamma asociados a una posible aniquilación, decaimiento u oscilaciones de partículas de CDM. En particular los fotones oscuros, que son candidatos ligeros a CDM, han sido propuestos recientemente como una explicación a fotones detectados a decenas de TeV provenientes del GRB 221009-A mediante el acoplamiento entre sector oscuro y el modelo estándar. La firma de las conversiones entre fotones y fotones oscuros también podría ser observado en el espectro de otras fuentes con emisión en rayos gamma como la nebulosa del Cangrejo, cuya emisión se extiende hasta decenas de TeV. En este trabajo usamos datos del flujo reportado de la nebulosa del Cangrejo, desde 100 GeV hasta 100 TeV, para obtener cotas al parámetro de acoplamiento de las interacciones de fotón-fotón oscuro.

## D1-Talks 2 / 11

## Measurement of the total cosmic ray energy spectrum using HAWC in the TeV regime

Mr. MORALES SOTO, Jorge Antonio<sup>1</sup> ; 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

The energy spectrum of cosmic rays contains crucial information about the propagation and acceleration mechanisms of these particles, on their astrophysical sources and about the presence of possible nearby cosmic-ray accelerators. The energy region between 10 TeV and 1 PeV in the spectrum has received recent interest since new observations have revealed a break in this energy regime and because cosmic-ray direct and indirect detection techniques have an overlap in this energy interval, which could be exploited to study the systematics that affect both detection methods. The HAWC observatory is a ground-based detector well suited for cosmic-ray exploration in this energy range, therefore, it offers an excellent opportunity to study the energy spectrum, composition, arrival directions of TeV cosmic rays and to compare HAWC's measurement with direct data. In this work, we present an update of the total energy spectrum of cosmic rays from 10 TeV up to 1 PeV based on four years of HAWC data, which were collected from January 2017 to December 2018. The result was derived by implementing an unfolding algorithm. We compare the HAWC energy spectrum with other measurements from direct and indirect experiments. We confirm that the all-particle cosmic-ray energy spectrum breaks at TeV energies.

## D2-Talks I / 12

## Sensibilidad de CTA a aniquilación y decaimiento de materia oscura en el cúmulo de Perseo

**Author(s):** Mr. HERNÁNDEZ CADENA, Sergio<sup>1</sup>

**Co-author(s):** Dr. ALFARO, Ruben<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *IFUNAM*

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

Los cúmulos de galaxias son las estructuras ligadas gravitacionalmente más grandes en el universo. Están compuesto por galaxias y gas (15% de su masa total), y materia oscura (DM; ~85%). Si la DM está compuesta de partículas masivas de interacción débil (WIMP), los cúmulos de galaxias representan los mejores objetos para buscar señales de rayos gamma inducidas por el decaimiento de WIMPs con masas a escalas de TeV. Gracias a su sensibilidad y rango de energía de operación (desde decenas de GeV hasta 300 TeV), el observatorio de Arreglo de Telescopios Cherenkov (CTA) tiene una oportunidad única de probar candidatos WIMP con masas cercanas al límite de unitariedad, complementando las búsquedas de DM realizadas por otros observatorios de rayos gamma, y experimentos de búsqueda directa y de producción en colisionadores. Uno de los cúmulos más favorables para buscar señales debido a aniquilación/decaimiento de materia oscura es Perseo. El observatorio CTA realizará búsquedas de emisión en rayos gamma inducida tanto por DM como por rayos cósmicos dentro de los primeros años de operación. En esta plática, presentaré límites preliminares a la sección eficaz de aniquilación y al tiempo de vida media para WIMPs con masas en el rango de 50 GeV a 100 TeV usando observaciones simuladas de Perseo con CTA.

D1-Talks 2 / 13

## Estimación de la energía de rayos cósmicos usando redes neuronales

**Author(s):** ALVARADO, Alexander<sup>1</sup>

**Co-author(s):** Dr. CAPISTRÁN, Tomás<sup>2</sup> ; Dr. TORRES, Ibrahim<sup>3</sup> ; Dr. SACAHUÍ, Rodrigo<sup>4</sup> ; FOR THE, HAWC collaboration<sup>5</sup>

<sup>1</sup> ECFM-USAC

<sup>2</sup> Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México

<sup>3</sup> INAOE

<sup>4</sup> Universidad de San Carlos de Guatemala

<sup>5</sup> HAWC

**Corresponding Author(s):** daniel.alvarado004@gmail.com

HAWC es un observatorio terrestre con 300 detectores Cherenkov en agua distribuidos en un área de 22,000 m<sup>2</sup>, detecta de forma indirecta rayos gamma y rayos cósmicos con energías superiores a los 300 GeV. Una de las tareas críticas es la reconstrucción de energía de los rayos gamma y rayos cósmicos. Actualmente, se cuenta con dos estimadores de energía dedicados a rayos gamma, mientras que para rayos cósmicos se cuenta solamente con uno, el cual está basado en métodos de máxima verosimilitud. Con las nuevas modificaciones del software de reconstrucción de HAWC es necesaria la actualización del estimador de energía para rayos cósmicos. En este trabajo se presentan resultados del entrenamiento de diversas redes neuronales para reconstruir la energía de los rayos cósmicos. Este proyecto fue realizado gracias al apoyo del proyecto PAPIIT IG101323.

D2-Talks II / 14

## Simulación preliminar del Telescopio Centellador de Rayos Cósmicos (SciCRT) de Sierra Negra

**Author(s):** MONTERDE ANDRADE, Fernando<sup>1</sup> ; Dr. GONZÁLEZ, Luis Xavier<sup>2</sup>

**Co-author(s):** Dr. VALDES-GALICIA, Jose F<sup>3</sup> ; Mrs. NEWTON, Jania<sup>4</sup>

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

<sup>2</sup> LANCE/SCiESMEX, IGeof, UNAM.

<sup>3</sup> Universidad Nacional Autónoma de México

<sup>4</sup> Instituto de Geofísica UNAM

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

Llevamos a cabo la simulación de los componentes activos del Telescopio Centellador de Rayos Cósmicos (SciCRT). El SciCRT es un detector de rayos cósmicos de última generación y forma

parte del Observatorio de Rayos C3smicos de Sierra Negra (ORC-SN) que se encuentra en la cima del volc3n de Sierra Negra en Puebla, M3xico (19.0 N 97.3 O) a 4580 m s.n.m. (575 g/cm<sup>2</sup>). Debido a su posici3n geogr3fica y altitud, el ORC-SN es un sitio de observaci3n de rayos c3smicos de nivel internacional.

Con base en la herramienta Geant4 se dise1n3 el detector y se simul3 la capacidad de detecci3n para diferentes especies de part3culas. Obtuvimos distribuciones de deposici3n de energ3a para part3culas incidiendo verticalmente sobre el volumen del detector con energ3as de 100, 250, 500 y 1000 MeV. Nuestros resultados son consistentes con resultados de simulaciones previas y, con el uso de nuevas bibliotecas de programaci3n, se aporta nueva informaci3n sobre la respuesta del detector a la detecci3n de las part3culas inyectadas.

P2 / 15

## Very High Energy Gamma-ray Astronomy with SWGO: the Southern Wide-Field Gamma-ray Observatory

Dr. LOPEZ-COTO, Ruben<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Instituto de Astrof3sica de Andaluc3a - CSIC*

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

Ground-based gamma-ray astronomy, at photons energies between GeV to TeV, has made rapid progress in recent years, exploiting two distinct and complementary techniques: imaging of air Cherenkov light (e.g. MAGIC, VERITAS or H.E.S.S.) and the direct detection of shower particles at mountain altitudes (e.g. Milagro, HAWC). The Cherenkov Telescope Array (CTA), represents the next step for the field in terms of the Cherenkov imaging, but will be complemented by an emerging particle detection instrument: the Southern Wide-Field Gamma-ray Observatory (SWGO). SWGO will be built at around ~5 km altitude in the Andes, and is currently in an R&D phase. In this talk, I will present the SWGO concept and the scientific challenges which it will address, focusing on the complementarity to CTA and the new astrophysics and astroparticle physics opportunities that these new observatories will unlock.

D2-Talks II / 16

## SISTEMA DE CARACTERIZACIÓN AUTOMATIZADO PARA TUBO FOTOMULTIPLICADOR (PMT)

**Author(s):** Mr. MART3NEZ V3ZQUEZ, Enrique<sup>1</sup>

**Co-author(s):** Dr. AGUSTIN SERRANO, Ricardo <sup>1</sup> ; Dr. MORENO BARBOSA, Eduardo <sup>1</sup>

<sup>1</sup> *FCFM BUAP*

**Corresponding Author(s):** mavaen02@gmail.com

En los experimentos de part3culas y astro-part3culas uno de los elementos principales para la detecci3n de luz es un detector sensible en un amplio rango de longitudes de onda. En espec3fico para detectores especializados para observar el efecto Cherenkov (250-500nm); es por ello importante que este tipo de sensores est3n correctamente calibrados. El dise1no e impresi3n 3D ha permitido dise1nar herramientas y sistemas personalizados a las necesidades de investigaci3n. En este trabajo se presenta el dise1no e implementaci3n de un sistema mecatr3nica para la caracterizaci3n de un PMT.

El sistema de caracterizaci3n para PMT consiste en un mecanismo dise1nado e impreso en 3D, el cual es controlado por medio de una interfaz desde la cual se mandan se1ales el3ctricas una modulaci3n de ancho de pulso (PWM), para controlar el intervalo de tiempo de la emisi3n de luz en un diodo emisor de luz (LED). El sistema mec3nico para abarcar el 3rea sensible del PMT y este, se encuentran dentro de una caja cerrada herm3ticamente con el objetivo de tener un ambiente m3s controlado y as3 evitar se1ales externas que alteren los resultados.

Cada una de las partes que constituyen el mecanismo fueron dise1nadas con el programa Solid Works <sup>®</sup>,versi3n 2019, posteriormente estas son impresas con 3cido polil3ctico (PLA) negro. El sistema mec3nico est3 constituido por dos brazos principales (adaptados a la curvatura del PMT);

el brazo mayor se atornilla a la flecha para realizar el recorrido horizontal alrededor del PMT; este a su vez lleva atornillado al servo motor, el cual se encuentra conectado a su vez al brazo menor. El brazo menor realizará el recorrido vertical, en su extremo lleva al LED. El PMT tiene una base de soporte que lo mantiene estable y seguro al iniciar el recorrido, en la parte inferior salen los cables que estarán conectados a sistema de adquisición con el cuál se procesaran las señales eléctricas. Todas las estructuras están contenidas al interior de la caja, la cual tiene dimensiones de .80x.70x.80 m.

Los sistemas eléctricos como son los motores Nema y servomotor son controlados por una meda de una interfaz electrónica, con la cual se declaran el número de iteraciones, muestras por iteración y tiempo de cada una de ellas. Esta interfaz funciona por medio de un sistema electrónico Arduino Nano ®, el cual controla ambos motores, el encoder y una pantalla LCD en la cual se muestran los parámetros preestablecidos.

## D1-Talks / 17

### An updated analysis of the KASCADE-Grande data on the muon content of cosmic-ray air showers at high energies

**Author(s):** Dr. ARTEAGA VELAZQUEZ, Juan Carlos<sup>1</sup>

**Co-author(s):** Mr. RIVERA, david<sup>2</sup> ; KASCADE-GRANDE, Collaboration<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Instituto de Física y Matemáticas, Universidad Michoacana*

<sup>2</sup> *IFM, UMSNH*

<sup>3</sup> *Karlsruhe Institute of Technology*

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

The number of muons in extensive air showers (EAS) is a useful quantity to investigate the composition of high-energy cosmic rays by indirect detection techniques. It is also a sensitive probe for tests of high-energy hadronic interaction models at laboratory energies that are several orders of magnitude larger than those achieved at current particle physics facilities. For these reasons, it is important to study this observable. In this work, using KASCADE-Grande data on EAS with energies from 10 PeV and 1 EeV and zenith angles below 40 degrees, we have investigated the number of muons in air showers at different zenith angle intervals. The data is presented as a function of the primary energy. For the energy calibration, we used a technique based on comparisons between the muon number distributions from the data and MC predictions from a cosmic-ray spectrum of reference. For such analysis, MC simulations were produced with the hadronic interaction models QGSJET-II-04, EPOS-LHC and SIBYLL 2.3c, using the GSF model and an energy scale similar to the one employed in the Pierre Auger observatory. We compared the results with the corresponding expectations from the above mentioned hadronic-interaction models. Derived from the analysis of the data, we found that the measurements are closest to the expected values from the post-LHC models, using the energy spectrum of reference, for inclined events than for vertical data. We also see that for showers detected from vertical directions, the actual muon number of EAS tends to be smaller than the MC predictions obtained with the reference spectrum.

## D1-Talks / 18

### Simulations and Theory of the Effect of Atmospheric Electricity on Cosmic Rays

**Author(s):** Mrs. NEWTON, Jania<sup>1</sup>

**Co-author(s):** Dr. GONZÁLEZ, Luis Xavier<sup>2</sup> ; Dr. VALDES-GALICIA, Jose F<sup>3</sup> ; MONTERDE ANDRADE, Fernando<sup>4</sup>

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

<sup>2</sup> *LANCE/SCiESMEX, IGeof, UNAM.*

<sup>3</sup> *Universidad Nacional Autónoma de México*

<sup>4</sup> *Instituto de Geofísica, UNAM*

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

Simulations with CORSIKA and EXPACS Software were performed to complete calculations based on Dorman's general theory of atmospheric electric field effects on secondary cosmic rays. The calculations were done for the particles detected at the Sierra Negra Cosmic Ray Observatory, located at a height of 4580 m a.s.l. Variations of 1.15-3.47% on the intensity of the charged component were estimated.

**D1-Talks / 19**

## The MATHUSLA Cosmic-Ray project

Prof. CAMARRI, Paolo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Università degli Studi di Roma "Tor Vergata" and INFN Sezione di Roma Tor Vergata*

**Corresponding Author(s):** paolo.camarri@roma2.infn.it

In the quest for particle dark matter and physics beyond the Standard Model, the possibility of the existence of neutral long-lived particles (LLPs) has been proposed. The MATHUSLA project is designed as a surface experiment to detect possible LLPs produced in collisions at the CERN High-Luminosity Large Hadron Collider (HL-LHC). The MATHUSLA detector will cover a  $10^4 \text{ m}^2$  surface and will have 9 layers of scintillating-detector planes, with a 25 m high LLP decay volume. The detector will be installed above the CMS interaction region of the LHC before the beginning of the Phase-2 high-luminosity operation. By adding a full-coverage layer of Resistive Plate Chambers (RPCs), the MATHUSLA experiment can extend its initial goal and give contributions to several unresolved issues in cosmic-ray physics: the unique spatial and temporal resolution in the detection of extensive air showers provided by this extended set-up will give detailed information for studying the energy spectrum and composition of cosmic rays, as well as their arrival directions. This information will be crucial in the study of hadronic-interaction models and investigating the origin and propagation of primary cosmic rays. The potentialities of MATHUSLA in LLP searches and cosmic-ray physics will be presented.

**D2-Talks II / 21**

## Instalación del detector de agua cherenkov (WCD) “Jaguarito” en la Facultad de Ciencias en Física y Matemáticas de la UNACH.

**Author(s):** Ms. FRANCO ESCUDERO, Emily<sup>1</sup> ; Mr. HERNANDEZ TIPPA, Diego Enrique<sup>1</sup> ; Ms. GARCIA ESTRADA, Fatima Carolina<sup>1</sup>

**Co-author(s):** Dr. CABALLERO MORA, Karen Salomé<sup>1</sup> ; Dr. ARCEO REYES, Roberto<sup>1</sup> ; Dr. DE LEON HIDALGO, Hugo<sup>1</sup> ; Dr. MORALES OLIVARES, Oscar<sup>1</sup> ; Dr. MORENO BARBOSA, Eduardo<sup>2</sup> ; Dr. SIDELNIK, Iván<sup>3</sup> ; Dr. ARNALDI, Horacio<sup>4</sup>

<sup>1</sup> *Universidad Autónoma de Chiapas*

<sup>2</sup> *Benemerita Universidad Autónoma de Puebla*

<sup>3</sup> *Centro Atómico Bariloche*

<sup>4</sup> *Centro Atómico Bariloche and Instituto Balseiro*

**Corresponding Author(s):** emily.franco48@unach.mx

En este trabajo presentamos el proceso de instalación del detector de agua cherenkov (WCD), al cual llamamos Jaguarito, este es parte de la colaboración internacional LAGO, por sus siglas en inglés Latin American Gigant Observatory, el ensamblado del tanque se realizó por estudiantes y profesores de la facultad de ciencias en Física y Matemáticas de la Universidad Autónoma de Chiapas, este proceso también incluyó una capacitación impartida por el Dr. Horacio Arnaldi del Centro Atómico Bariloche and Instituto Balseiro, a manera de taller titulado “Electrónica básica para detectores de rayos cósmicos”, este taller se realizó gracias a un esfuerzo conjunto entre la Benemerita Universidad Autónoma de Puebla y la colaboración LAGO a través del apoyo del entonces PI Iván Sidelnik. En el marco de este taller se llevaron a cabo pruebas preliminares, análisis de datos y finalmente se instaló la electrónica desarrollada por la colaboración. La instalación del WCD Jaguarito ha servido como marco fundamental para formar estudiantes

y profesionistas de distintas áreas en la instrumentación de detectores de rayos cósmicos, en especial de estudiantes de licenciatura en física, ingeniería en física, desarrollo de software y otras licenciaturas afines, además de ser utilizado para motivar a estudiantes de preparatoria y secundaria de la región a interesarse por la física de rayos cósmicos.

## D2-Talks II / 22

### Implementación de dos IACTs compactos, refractivos HAWC's Eye a muy grandes alturas

**Author(s):** Mr. SERNA FRANCO, José Erandi<sup>1</sup>

**Co-author(s):** Dr. ALFARO, Ruben <sup>2</sup> ; Dr. GONZALEZ SANCHEZ, Maria Magdalena <sup>3</sup> ; Mr. PÉREZ ARAUJO, Yunior Frainen <sup>4</sup> ; Dr. TORRES, Ibrahim <sup>5</sup>

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

<sup>2</sup> *IFUNAM*

<sup>3</sup> *Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México*

<sup>4</sup> *IAUNAM*

<sup>5</sup> *INAOE*

**Corresponding Author(s):** j\_serna@ciencias.unam.mx

Las distintas técnicas de observación para la detección de rayos gamma presentan ventajas intrínsecas que, al ser combinadas, podrían mejorar significativamente las estimaciones de resolución angular, resolución de energía y separación gamma-hadrón. El telescopio HAWC's Eye es un prototipo de Telescopio Atmosférico Cherenkov (IACT) compacto, refractivo y ligero, diseñado con un arreglo de 61 píxeles basados en SiPM, una lente de Fresnel sellada y un sistema de adquisición versátil. Este estudio presenta los resultados de ~16 horas de observación de la Nebulosa del Cangrejo, realizada en noviembre de 2020 en el observatorio High Altitude Water Cherenkov (HAWC), demostrando el potencial de HAWC's Eye como candidato a complementar la técnica de observación de los Detectores de Amplio Campo de visión (WFD), como HAWC o próximamente The Southern Wide-field Gamma-ray Observatory (SWG0), mediante la implementación de observaciones híbridas. Este proyecto fue realizado gracias al apoyo del proyecto PAPIIT IG101323 y LNS-202102066C.

## P1 / 23

### Practical use of the Modular Cosmic Ray Detector (MCORD) in the search for Cosmo-Seismic correlations in the CRED-MEXICO program.

Dr. BIELEWICZ, Marcin<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *NCBJ-Swierk*

**Corresponding Author(s):** humberto.martinezhuerta@udem.edu

The Modular Cosmic Ray Detector (MCORD) is a simple and relatively inexpensive design based on plastic scintillators and silicon photomultipliers. Its modular construction, based on sections consisting of eight scintillators, gives the possibility of flexible scaling of the size, shape and configuration of the detector. Thanks to this, it can be used both for laboratory measurements and in large physical experiments. MCORD enables the quantitative detection of muons, along with the determination of their direction, originating from cosmic showers and particle decays resulting from collisions. So it can be used both for astrophysical observations and as an additional detector/trigger for physics experiments. The construction and features of the MCORD detector will be described. The planned use of the detector in the CRED-MEXICO program and other experiments will be shown.

## Workshop / 24

### Introducción a ROOT

**Corresponding Author(s):** [emoreno.emb@gmail.com](mailto:emoreno.emb@gmail.com)