

Encuentro CyTED LAGO INDICA

lunes, 18 de noviembre de 2024 - miércoles, 20 de noviembre de 2024

UIS

Libro de resúmenes

Contents

Instalación	1
Cierre	1
Estimación de la densidad interna en torres de hidrotatamiento mediante detectores de centelleo en la industria petroquímica.	1
Construcción de un telescopio de muones para hacer muografía al volcan cerro machin	2
METODOLOGÍA DE CALIBRACIÓN PARA LA ESTIMACIÓN DE LA HUMEDAD EN EL SUELO USANDO NEUTRONES ATMOSFÉRICOS	3
Charla Pública	4
Particle detection to study cosmic rays in the South Atlantic Magnetic Anomaly	4
Análisis de corriente oscura y ruido en un PMT Hamamatsu R5912	5
SiPM and Cherenkov radiation detectors in water	5
Status of the water-Cherenkov detector Tanca	5
Metereología del Espacio desde la Antártida	6
Pieza cobertora de tubo fotomultiplicador Hamamatsu R5912	6
Machine Learning Pipeline for Particle Classification for the LAGO Water Cherenkov Detectors	7
Desarrollo de detectores Cherenkov en agua para la detección de material radioactivo	7
Aplicaciones de neutrones cósmicos de bajas energía para agricultura de precisión	8
Diurnal variation in cosmic ray flux observed with a WCD at Marambio Base	9
Hodoscopio GEM con lectura SRS	9
Estimación de Energía de Rayos Cósmicos en HAWC utilizando Técnicas de Inteligencia Artificial	10
Proyecto LAGO: Avances y perspectivas en la detección de rayos cósmicos en Mérida-Venezuela	10
Astrogeofísica social	11

13

Instalación

14

Cierre

Charlas cortas / 15

Estimación de la densidad interna en torres de hidrot ratamiento mediante detectores de centelleo en la industria petroquímica.

Autor: Rafael Martínez¹**Co-autores:** Christian Sarmiento Cano ¹; Luis Nunez ¹¹ *Universidad Industrial de Santander*

En la industria moderna, especialmente en instalaciones de gran escala como las torres de hidrot ratamiento, es fundamental estudiar las estructuras internas y su evolución temporal. Las técnicas convencionales, como la espectroscopía de Raman, Gamma y la absorción de rayos X [1][2][3], presentan limitaciones logísticas y riesgos radiológicos. El uso de radiación ionizante implica un riesgo potencial para los trabajadores y requiere estrictos protocolos de seguridad, lo que dificulta su aplicación para monitoreos continuos o en tiempo real, además de incrementar la complejidad operativa. A diferencia de estas técnicas, que requieren una fuente radiactiva, en la radiación cósmica de fondo tenemos una fuente pasiva y continua de muones. Los muones, partículas altamente penetrantes, pueden proporcionar información detallada sobre estructuras densas y de gran tamaño, como volcanes o represas. La tasa de atenuación de los muones está directamente relacionada con la densidad del material que atraviesan, lo que convierte a la muografía en una herramienta prometedora para detectar variaciones de densidad en el interior de torres de hidrot ratamiento en la industria petroquímica.

Este estudio propone la evaluación de la muografía como una técnica alternativa para identificar variaciones de densidad en torres de hidrot ratamiento. Se simuló la radiación cósmica de fondo para Bucaramanga utilizando ARTI [4], que considera las condiciones geográficas, atmosféricas y geomagnéticas locales. En Geant4 se modeló el detector, compuesto por dos paneles de centelladores acoplados a una fibra óptica y un SiPM (fotomultiplicador de silicio). Se diseñó un blindaje de plomo para la componente electromagnética de la radiación cósmica y se simuló la atenuación del flujo de electrones monocromáticos con espesores de 0.5 a 3 cm y energías de hasta 6 GeV. El modelado de la torre incluyó una envolvente de acero para el lecho de catalizador, una capa de calorifugado con aire para aislamiento térmico, y una envolvente de aluminio que añade protección y estabilidad estructural. Dentro de la torre modelamos el lecho con diésel, 75% parafina y 25% benceno, junto catalizadores de NiMo/Al₂O₃. Se evaluaron distribuciones homogéneas de densidad en la cámara de catálisis, así como una interfase de dos densidades. Posteriormente, se simuló la propagación de las partículas secundarias a través de la torre y la respuesta del detector.

Los resultados obtenidos permitieron determinar el flujo de la radiación cósmica de fondo en Bucaramanga. Además se determinó que es posible lograr una atenuación completa con 2 cm de blindaje frente a electrones de hasta 6 GeV. Además, se reconstruyó el muograma de la respuesta del detector ante el flujo de muones que atraviesa la torre de hidrot ratamiento, detectando contrastes de densidad de hasta un 20%. Estos hallazgos muestran la factibilidad de realizar un diagnóstico temprano para optimizar la eficiencia operativa en plantas de hidrot ratamiento.

- [1] Tranter, R., Kastengren, A., Porterfield, J., Randazzo, J., Lockhart, J., Baraban, J., & Ellison, G. (2017). Measuring flow profiles in heated miniature reactors with X-ray fluorescence spectroscopy. *J. Proc. Inst. Mech. Engrs.*, 36, 4603-4610. <https://doi.org/10.1016/J.PROCI.2016.06.104>.
- [2] Hampel, U., Hristov, H., Bieberle, A., & Zippe, C. (2007). Application of high-resolution gamma ray tomography to the measurement of gas hold-up distributions in a stirred chemical reactor. *Flow Measurement and Instrumentation*, 18, 184-190. <https://doi.org/10.1016/J.FLOWMEASINST.2007.06.001>.
- [3] Ferreño, D., Mañanes, A., Rábago, D., Casado, J., González, J. A., Gómez, S., Carrascal, I., Ruiz, E., Diego, S., Gómez, F., & Sarachaga, E. (2018). Mechanical behavior and microstructural changes in polyurethane exposed to high doses of X rays, gamma rays or neutron irradiation. *Polymer Testing*, 67, 359-369. <https://doi.org/10.1016/J.POLYMERTESTING.2018.03.033>
- [4] Sarmiento-Cano, C., Suárez-Durán, M., Calderón-Ardila, R. et al. The ARTI framework: cosmic rays atmospheric background simulations. *Eur. Phys. J. C* 82, 1019 (2022). <https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-022-10883-z>

Charla presencial o virtual:

Presencial

Charlas cortas / 16

Construcción de un telescopio de muones para hacer muografía al volcán cerro machín

Autor: Jorge Perea^{None}

Co-autores: Christian Sarmiento Cano¹; D. Sandoval-Galvis; D. Vasquez-Duran; Diego armando Castillo Morales¹; Jhonattan Javier Pisco Guabave²; Jose David Sanabria Gomez¹; Juan David Ruiz Higuera; Luis Nunez¹; Rafael Martínez¹

¹ Universidad Industrial de Santander

² UIS

La radiación cósmica de fondo proporciona una fuente continua y pasiva de muones. Estos muones se generan a partir de la interacción de los rayos cósmicos primarios con los núcleos en la atmósfera terrestre. El canal de producción dominante de los muones es la desintegración de los piones cargados ($\pi^\pm \rightarrow \mu^\pm + \nu\mu(\bar{\nu}\mu)$) y de los kaones cargados ($K^\pm \rightarrow \mu^\pm + \nu\mu(\bar{\nu}\mu)$) en la atmósfera. Estas partículas poseen energías en el rango de los GeV y una vida media en reposo de (2.2 μ s). Debido a estas características los muones logran llegar hasta la superficie terrestre y penetrar profundamente, hasta kilómetros, en estructuras densas.

El instrumento MuTe 2.0 es un telescopio de muones diseñado para hacer muografía[1] al volcán cerro machín en el departamento del Tolima en Colombia. El instrumento consta de dos paneles paralelos de barras centelladoras. Cada panel de barras centelladoras consta de 15 barras horizontales y 15 verticales, lo cual permite tener 225 píxeles para hacer detección. El instrumento posee un sistema de adquisición dispuesto dentro de una caja con sistema de refrigeración y un sistema fotovoltaico para la alimentación eléctrica.

El sistema de adquisición de datos del instrumento está conformado por una computadora conectada vía ethernet con la tarjeta FERS A5202 de CAEN[2] Instruments. La tarjeta FERS permite hacer la digitalización de las señales transmitidas por las barras centelladoras. La computadora, que está conectada a internet, permite controlar la adquisición de los datos y transmitirlos a la nube. El sistema fotovoltaico está constituido por dos paneles solares de 18v, un par de baterías de 200Ah y un inversor DC/AC de 1kw. Los paneles solares permiten captar energía solar y almacenarla en las baterías. El inversor DC/AC permite transformar la corriente de DC a AC para poder alimentar la computadora y la tarjeta FERS.

Para la calibración del instrumento lo que se hizo fue comparar simulaciones de un panel sin blindaje de plomo bajo el flujo de rayos cósmicos en Bucaramanga-Colombia, con las mediciones de tal panel en Bucaramanga-Colombia. Las simulaciones se realizaron en Geant4 [3], y se obtuvieron 570

cuentas por segundo en el panel simulado. Por otro lado en las mediciones se llegaron a tener 430 cuentas por segundo en el panel a calibrar.

1. Kaiser Ralf 2019 Muography: overview and future directions Phil. Trans. R. Soc. A. <http://doi.org/10.1098/rsta.2018.0049>
2. Y. Venturini et al., “Novel gamma spectroscopy measurements with ASIC front-end electronics,” 2023 IEEE Nuclear Science Symposium, Medical Imaging Conference and International Symposium on Room-Temperature Semiconductor Detectors (NSS MIC RTSD), Vancouver, BC, Canada, 2023, pp. 1-1, doi: 10.1109/NSSMICRTSD49126.2023.10338635
3. A. Taboada, C. Sarmiento-Cano, A. Sedoski, and H. Asorey, “Meiga, a Dedicated Framework Used for Muography Applications”, Journal of Advanced Instrumentation in Science, vol. 2022, Mar. 2022.

Charla presencial o virtual:

Presencial

Charlas cortas / 17

METODOLOGÍA DE CALIBRACIÓN PARA LA ESTIMACIÓN DE LA HUMEDAD EN EL SUELO USANDO NEUTRONES ATMOSFÉRICOS

Autores: luigui Joel Miranda Leuro¹; Christian Sarmiento Cano²; Luis Nunez²; LUIS PIÑERES RICO³; HERNÁN GONZALO ASOREY⁴; IVÁN SIDELNIK⁵

¹ *Unicersidad Industrial de Santander*

² *Universidad Industrial de Santander*

³ *Universidad UIS*

⁴ *Medical Physics Department, Centro Atómico Bariloche, Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Bariloche R8402, Argentina.*

⁵ *Departamento de Física de Neutrones, Centro Atómico Bariloche, Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Bariloche R8402, Argentina.*

Los rayos cósmicos son partículas de origen extraterrestre con energías que varían entre 10^9 eV y 10^{20} eV. Al interactuar con las moléculas del aire presentes en la atmósfera, producen lluvias de partículas secundarias [Kampert et al., 2012]. entre ellas neutrones, que son capaces de penetrar en el suelo e interactúan con los núcleos de hidrógeno allí presentes. Como menciona [Köhli et al., 2021], los neutrones con energías menores a 1 MeV tienen una mayor probabilidad de interactuar con los núcleos de hidrógeno. Teniendo en cuenta que su interacción con el hidrógeno provoca una pérdida de energía 30 veces más rápida que con el hierro, es posible utilizar los neutrones cósmicos para estimar la humedad del suelo, dado que el contenido de agua contiene una mayor presencia de hidrógeno.

Asimismo, existe una relación inversa entre el flujo de neutrones que emergen del suelo tras interactuar con él y el nivel de humedad allí presente. Los Sensores de Neutrones de Rayos Cósmicos (CRNS) propuestos por [Zreda et al., 2008] se presentan como una herramienta prometedora para mejorar la gestión del riego en la agricultura, sector que, según datos del [Banco Mundial, 2023], utiliza el 70% del agua dulce mundial.

Con el fin de encontrar un método de calibración para los CRNS, se llevaron a cabo simulaciones con el software Geant4 [Agostinelli et al., 2003]. Estas simulaciones modelan la interacción de neutrones con suelos en los que se variaron los niveles de humedad, desde 0% hasta 30%. Los resultados muestran una disminución del 39,8% en el flujo de neutrones emergentes en suelos con 30% de humedad en comparación con suelos secos. Además, se encontró que los neutrones con energías menores a 1 MeV generan 66% más neutrones secundarios, adicionalmente se determinó que la energía mínima con la que emergen es del orden de los meV.

En consecuencia el área efectiva de detección es de 1,68 hectáreas, con un flujo de 1 partícula/m² y el área de cobertura de los CRNS podría extenderse hasta 2,83 hectáreas. En esta es posible distinguir entre suelos secos y húmedos, ya que en el caso de los suelos húmedos las incertidumbres se solapan. El sistema físico utilizado también ha sido validado para realizar simulaciones en otras ciudades, ya que al comparar los resultados de simular el flujo de neutrones sobre Nueva York, se observa que el comportamiento y el orden de magnitud de la energía es similar al reportado por [Gordon et al., 2004].

[Agostinelli et al., 2003] Agostinelli, S., Allison, J., Amako, K. a., Apostolakis, J., Araujo, H., Arce, P., Asai, M., Axen, D., Banerjee, S., Barrand, G., et al. (2003). Geant4—simulation toolkit. Nuclear Instruments and methods in physics research section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment, 506(3):250–303

[Banco Mundial, 2023] Banco Mundial (2023). AG.LND.AGRI.ZS - porcentaje de tierras agrícolas. <https://datos.bancomundial.org/indicadores/AG.LND.AGRI.ZS>

[Gordon et al., 2004] Gordon, M. S., Goldhagen, P., Rodbell, K. P., Zabel, T. H., Tang, H. H. K., Clem, J. M., and Bailey, P. (2004). Measurement of the flux and energy spectrum of cosmic-ray induced neutrons on the ground. IEEE Transactions on Nuclear Science, 51(6):3427–3434.

[Kampert et al., 2012] Kampert, K. and A. Watson (2012). Extensive air showers and ultra high-energy cosmic rays: a historical review. EPJ H 37, 359–412. doi:10.1140/epjh/e2012-30013-x.

[Köhli et al., 2021] Köhli, M., Weimar, J., Schrön, M., Baatz, R., and Schmidt, U. (2021). Soil moisture and air humidity dependence of the above-ground cosmic-ray neutron intensity. Frontiers in Water, 2:544–847.

[Zreda et al., 2008] Zreda, M., Desilets, D., Ferré, T., and Scott, R. L. (2008). Measuring soil moisture content non-invasively at intermediate spatial scale using cosmic-ray neutrons. Geophysical research letters, 35(21).

Charla presencial o virtual:

Presencial

18

Charla Pública

Charlas cortas / 19

Particle detection to study cosmic rays in the South Atlantic Magnetic Anomaly

Autor: Jorge Molina¹

Co-autor: Giovanni Secchia¹

¹ FIUNA

In this presentation, I will outline the ongoing activities at the Laboratory of Instrumentation within the Engineering Faculty of the National University of Asuncion. I will present the results achieved from two operational detection systems currently in use. Additionally, I will introduce a novel detection system under development, designed for deployment on balloons and the upcoming Guarani 2 satellite, scheduled for launch next year.

Charla presencial o virtual:

Presencial

Charlas cortas / 20

Analisis de corriente oscura y ruido en un PMT Hamamatsu R5912

Autor: Héctor Eduardo Pérez Figueroa¹¹ *Instituto de Investigación en Ciencias Físicas y Matemáticas (IFIM), Escuela de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de San Carlos de Guatemala*

Se analizan mediciones hechas en la señal proveniente de un PMT Hamamatsu R5912 polarizado y en condiciones de aislamiento óptico pero sin acoplarlo a un medio emisor de fotones. Se obtubieron los espectros de los pulsos de corriente oscura en función del voltaje de polarización y se obtiene también el espectro de potencia del ruido de la salida voltaje cuando no hay pulsos y el cambio en el nivel promedio de esta durante un período de 24 horas.

Charla presencial o virtual:

Presencial

Charlas cortas / 21

SiPM and Cherenkov radiation detectors in water

Autor: Anderson Fauth¹¹ *State University of Campinas - UNICAMP*

The first results obtained with a new Cherenkov photodetector using silicon photomultipliers (SiPMs) will be presented. I will present the concept of operation of this photodetector, which we call C-Arapuca, which uses a dichroic filter and a wavelength shifter bar to trap photons in a box containing SiPMs. The study of the performance for detecting muons of cosmic radiation was carried out using a tank containing 550 liters of ultrapure water and the detection efficiency obtained was 80%. A second version of the C-Arapuca that is being built will be presented.

Charla presencial o virtual:

Presencial

Charlas cortas / 22

Status of the water-Cherenkov detector Tanca

Autor: Anderson Fauth¹¹ *State University of Campinas - UNICAMP*

The status of the Tanca Water-Cherenkov Detector (WCD), installed on the campus of the State University of Campinas, Brazil, will be presented. During the COVID-19 pandemic Tanca was out of operation and moisture inside the detector damaged some electronic components. This detector contains 11,400 liters of ultrapure water and three 9-inch diameter photomultiplier tubes. I will present the work that is being done to return this detector to continuous data acquisition and the first charge spectra obtained. These spectra show the muon peak of the local cosmic radiation, confirming

the good functioning of the detector. The previous data acquisition system, which records only counts per second, and the new system with waveform digitization will be discussed.

Charla presencial o virtual:

Presencial

Charlas cortas / 23

Meteorología del Espacio desde la Antártida

Autor: Adriana Maria Gulisano¹

Co-autores: Sergio Dasso²; Noelia Ayelén Santos³; Lucas Thomas Rubinstein⁴; Matias Pereira⁵; Omar Areso⁵

¹ IAA/DNA, IAFE(CONICET-UBA), UBA FCEN DF Grupo LAMP

² UBA FCEN DCAO Lamp Group, IAFE(CONICET-UBA), UBA FCEN DF

³ UBA FCEN DCAO Lamp Group

⁴ IAFE(CONICET-UBA), UBA FI Dept. Electrónica, Lab. Acústica y Electroac.

⁵ IAFE(CONICET-UBA) grupo LAMP

La Meteorología del Espacio (Space Weather, SWx) es cada vez más relevante para nuestra sociedad, ya que diversos sistemas tecnológicos modernos son vulnerables a las perturbaciones causadas por condiciones adversas en el espacio. Entre los sistemas que pueden verse afectados se incluyen las comunicaciones espaciales, la tecnología satelital y los sistemas de geo-localización.

Está comprobado que las alteraciones en el plasma interplanetario cercano a la Tierra —ya sea en condiciones magnéticas, flujos de partículas energéticas o variaciones en el flujo solar de radiación electromagnética pueden desencadenar complejos procesos que alteran significativamente la atmósfera superior y los niveles de radiación de partículas energéticas a diferentes alturas, incluyendo la superficie terrestre, además de generar otras consecuencias en el entorno terrestre.

En estas circunstancias, pueden ocurrir graves interrupciones en las comunicaciones por radio de alta frecuencia, generalmente durante períodos de horas o incluso días, llegando en ocasiones a ser completamente interrumpidas en las regiones polares. Asimismo, la navegación satelital mediante sistemas de posicionamiento global puede verse degradada, con posibles errores en la geo-localización, y la radionavegación en ciertas bandas de frecuencia puede quedar inoperativa durante horas.

Si bien los monitores de neutrones miden la cantidad total de partículas sin distinguir su energía, los modernos detectores de radiación Cherenkov en agua, permiten una discriminación según la energía depositada por partículas secundarias.

En este seminario, se abordarán los diferentes eventos asociados a la meteorología del espacio y se discutirá el rol de los detectores Cherenkov en el contexto global. Cabe destacar que los detectores Cherenkov en agua del Laboratorio Argentino de Meteorología del Espacio en Antártida además son los más australes de la colaboración LAGO, lo que ofrece una valiosa perspectiva para el estudio de estos fenómenos.

Charla presencial o virtual:

Virtual

Charlas cortas / 24

Pieza cobertora de tubo fotomultiplicador Hamamatsu R5912

Autor: Jorge Augusto Balsells Orellana¹

¹ USAC

Desarrollo de una pieza cobertora para el PMT Hamamatsu R5912 y la tarjeta de alto voltaje que controla el PMT. El desarrollo de esta pieza se ha hecho sobre Autodesk Inventor y se ha desarrollado en PETG y Resina flexible considerando solucionar algunos problemas que se han tenido al encapsular el PMT (Acceso al PMT, problemas de humedad, métodos invasivos con pegamento, etc).

Charla presencial o virtual:

Presencial

Charlas cortas / 25

Machine Learning Pipeline for Particle Classification for the LAGO Water Cherenkov Detectors

Autores: Ticiano Jorge Torres Peralta¹; María Graciela Molina²; Hernán Asorey³; IVÁN SIDELNIK⁴; Antonio Juan Rubio Montero³; Sergio Dasso⁵; Rafael Mayo García³; Alvaro Taboada⁶

¹ TSWC/FACET-UNT/CONICET

² TSWC/FACET-UNT/CONICET/INGV

³ CIEMAT

⁴ *Departamento de Física de Neutrones, Centro Atómico Bariloche, Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Bariloche R8402, Argentina.*

⁵ UBA FCEN DCAO Lamp Group, IAFE(CONICET-UBA), UBA FCEN DF

⁶ ITEDA

One of LAGO's primary objectives is to measure the secondary particle flux generated by Galactic Cosmic Rays (GCRs) as they impinge the Earth's atmosphere, using its extensive network of Water Cherenkov Detectors (WCDs). We know that this flux predominantly includes electromagnetic, muonic, and hadronic components. While the resulting charge histograms provide valuable insights into the flux of primary cosmic rays and their key characteristics, they fall short in effectively differentiating the contributions from the various secondary particles.

In this work, we present a Machine Learning (ML) pipeline designed to process WCD data—both real and simulated—and classify these secondary particles, in a High Performance Computing (HPC) environment. This pipeline involves preprocessing, feature engineering and selection, a machine learning stage, and a final stage to aggregate the results. The primary algorithm used is an unsupervised hierarchical density-based clustering method called OPTICS (Ordering Points to Identify the Clustering Structure), which finds similarity patterns within the data to group and effectively classify the secondary particles. Here, OPTICS is run many times in parallel in the HPC environment to produce a set of results that are aggregated in the final stage to show the algorithm's robustness in terms of accuracy and precision.

Our results demonstrate that this enhanced methodology accurately identifies originating particles with a high degree of confidence on a single-pulse basis. These promising outcomes suggest the potential for implementing ML-based models across LAGO's distributed detection network and in other astroparticle observatories, enabling semi-automated, onboard, and real-time data analysis.

Charla presencial o virtual:

Virtual

Charlas cortas / 26

Desarrollo de detectores Cherenkov en agua para la detección de material radioactivo

Autores: Alejandro Said Núñez Selin¹; HERNÁN GONZALO ASOREY²; IVÁN SIDELNIK³¹ *Instituto Balseiro, Comisión Nacional de Energía Atómica*² *Medical Physics Department, Centro Atómico Bariloche, Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Bariloche R8402, Argentina.*³ *Departamento de Física de Neutrones, Centro Atómico Bariloche, Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Bariloche R8402, Argentina.*

El análisis de los detectores Cherenkov en agua (WCD) destaca su utilidad creciente en la detección de radiación ionizante. Estos detectores no solo tienen aplicaciones prometedoras en investigación fundamental y en el estudio del espacio, sino que también ofrecen ventajas prácticas debido a su extenso volumen operativo, facilidad de instalación y coste reducido. Estas características los convierten en una opción atractiva para reemplazar los detectores de ³He en sistemas de monitoreo de radiación en puntos fronterizos y aduaneros. Se llevaron a cabo mediciones con varias fuentes de radiación, incluyendo ⁶⁰Co y ¹³⁷Cs para rayos gamma, así como ²⁴¹AmBe y ²⁵²Cf para neutrones. Estos experimentos permitieron calibrar dos WCD y comparar sus respuestas ante diferentes tipos de radiación. Se aplicaron técnicas de Machine Learning (ML) para clasificar la radiación gamma y neutrones. Esta etapa incluyó el desarrollo y entrenamiento de modelos para diferenciar entre tipos de radiación, utilizando diversas métricas para evaluar los resultados. El análisis incluyó una comparación de la eficacia de los detectores en diferentes configuraciones y condiciones experimentales, así como una evaluación de los modelos de machine learning con los datos experimentales obtenidos. Este enfoque brindó una comprensión integral de las capacidades y limitaciones de los WCD en la detección y clasificación de radiaciones.

Charla presencial o virtual:

Virtual

Charlas cortas / 27

Aplicaciones de neutrones cósmicos de bajas energía para agricultura de precisión

Autor: Yessica Dominguez Ballesteros¹**Co-autores:** Christian Sarmiento Cano ¹; HERNÁN GONZALO ASOREY ²; Luis Nunez ¹¹ *Universidad Industrial de Santander*² *Medical Physics Department, Centro Atómico Bariloche, Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Bariloche R8402, Argentina.*

Los rayos cósmicos son partículas provenientes del espacio exterior, con energías que abarcan desde 10^9 eV hasta aproximadamente 10^{20} eV, que al interactuar con las moléculas del aire, generan cascadas de diversas partículas, incluyendo los neutrones. En los últimos años se ha investigado el uso de los neutrones cósmicos para medir la humedad del suelo [1]. Para calibrar las mediciones y garantizar resultados confiables es fundamental conocer el flujo incidente. Por esta razón, es imprescindible estudiar los factores que afectan el flujo de neutrones, como la altitud y la latitud, así como también estudiar el comportamiento del flujo luego de su interacción con diferentes porcentajes de humedad en el suelo.

Para estudiar los efectos del cambio de altitud en el flujo de neutrones cósmicos implementamos simulaciones en URANOS (Ultra Rapid Adaptable Neutron-Only Simulator), un simulador de propagación e interacción de neutrones con el suelo [2]. Simulamos el espectro de neutrones para dos

altitudes diferentes (0 m s.n.m y 3000 m s.n.m) y no se observaron cambios significativos en el flujo de neutrones. Por lo que extendimos el estudio implementando otros simuladores de partículas como CORSIKA y Geant4.

CORSIKA es un software utilizado para simular cascadas de partículas, pero no incluye las interacciones de neutrones con energías menores a 300 MeV. En consecuencia, complementamos el análisis con Geant4, que permite simular interacciones en un rango de energías más amplio. En Geant4, modelamos la atmósfera terrestre como un paralelepípedo de 600 m de ancho, 600 m de profundidad y 2000 m de altura. Utilizamos un modelo atmosférico basado en el gas ideal para representar las variaciones en la densidad del aire debido a los cambios de altitud. Además simulamos el suelo con diferentes porcentajes de agua, desde el 0% hasta 30%. En CORSIKA, los rayos cósmicos se propagaron desde el tope de la atmósfera hasta 2000 m sobre la superficie de las ciudades de Buenos Aires, Bucaramanga y Berlín (Colombia). De esta manera, para cada ciudad, se registraron el número de neutrones previo y posterior a la interacción con el suelo.

Los espectros de neutrones, previos a interactuar con el suelo, mostraron una relación significativa entre el número de neutrones que alcanzaron la superficie y la altitud. Obtuvimos que el flujo de neutrones en Bucaramanga (956 m s.n.m.) es 2.2 veces mayor que en Buenos Aires (10 m s.n.m.), mientras que en Berlín (3450 m s.n.m.) es 4.8 veces mayor que en Buenos Aires. Por otra parte, observamos una disminución del 39,8% en el flujo de neutrones en suelos con 30% de humedad en comparación con suelos secos. Además, se encontró que los neutrones con energías menores a 1 MeV generan 66% más neutrones secundarios, por lo tanto, se determinó que la energía mínima con la que emergen es del orden de los meV.

Charla presencial o virtual:

Presencial

Charlas cortas / 28

Diurnal variation in cosmic ray flux observed with a WCD at Marambio Base

Charlas cortas / 30

Hodoscopio GEM con lectura SRS

Autor: Brayan García Vargas^{None}

Este proyecto se desarrolló en dos ámbitos principales: la simulación y el experimento. En el ámbito de la simulación, se desarrolló un código en Python que permite la generación de muones cósmicos mediante la parametrización de modelos teóricos. Este código, denominado UniMuon, facilita la configuración de varios parámetros a través de un archivo de configuración, permitiendo ejecutar simulaciones precisas del flujo de muones atmosféricos a una altitud específica. Las simulaciones se realizaron en el servidor de Altas Energías de la Universidad de los Andes, obteniendo distribuciones de momento, ángulo cenital y azimutal que concuerdan con las expectativas teóricas, validando así la eficacia del código. En el ámbito experimental, se realizaron diversos experimentos utilizando detectores GEM (Gas Electrón Multiplier) y el sistema de adquisición de datos SRS (Scalable Readout System) desarrollado por la colaboración RD51, para verificar su funcionamiento óptimo. Se estudió el comportamiento del sistema en la visualización de imágenes de rayos X de muestras biológicas, demostrando la capacidad del detector GEM para obtener imágenes claras y detalladas utilizando fuentes de radiación. Además, se llevó a cabo un experimento con una configuración de dos GEMs conectados a dos tubos fotomultiplicadores (PMT) y al sistema SRS, logrando reconstruir las trazas de muones atmosféricos y obteniendo las distribuciones esperadas de ángulos cenitales y azimutales, entre otros parámetros. Además, se identificó que el sistema es capaz de tener una eficiencia hasta de un 63 % de la detección de muones en ambos detectores GEMs con respecto a los muones detectados por los PMT. Sin embargo, se realizarán varios experimentos para optimizar el sistema y aumentar aún más la eficiencia de detección, ajustando los parámetros de ganancia en los GEMs, disminuyendo

el umbral, entre otras. Estas pruebas demostrarán que este sistema es capaz de llegar aún más altas eficiencias en la detección de muones. Este proyecto sienta una base sólida para futuras investigaciones, incluyendo la posibilidad de realizar una muografía de transmisión en Monserrate. Esto implicaría la recolección de datos del flujo de muones en un entorno al aire libre, comparándolos con las simulaciones generadas por el código UniMuon. Además, con la implementación de detectores adicionales, se podrían explorar técnicas de muografía por absorción y dispersión, lo cual ampliaría las aplicaciones de esta tecnología en la exploración de materiales con alto número atómico y otras investigaciones científicas.

Charla presencial o virtual:

Virtual

Charlas cortas / 31

Estimación de Energía de Rayos Cósmicos en HAWC utilizando Técnicas de Inteligencia Artificial

Autor: Jorge Jaimes¹

¹ *Uis*

La estimación precisa de la energía de los rayos cósmicos es un desafío crítico en el Observatorio HAWC debido a la naturaleza indirecta de su detección. Este trabajo presenta un enfoque basado en técnicas de aprendizaje automático y aprendizaje profundo para mejorar esta estimación.

El pipeline desarrollado incluye las siguientes etapas:

1. Preprocesamiento de datos: Filtrado y selección de variables relevantes basadas en cortes de calidad y correlación de Pearson. Los datos utilizados incluyen simulaciones de Monte Carlo y eventos experimentales registrados por HAWC.
2. Entrenamiento y evaluación: Se exploraron arquitecturas como perceptrones multicapa (MLP), redes neuronales convolucionales (CNN), y algoritmos de boosting como XGBoost y LightGBM. Estas técnicas fueron comparadas con métodos tradicionales, mostrando superioridad en precisión y reducción de sesgos.
3. Optimización y validación: Aplicación de optimización de hiperparámetros y validación cruzada para garantizar la robustez y generalización de los modelos.
4. Integración con HAWC: El modelo final se integró al framework del observatorio, permitiendo el cálculo de parámetros físicos como el área efectiva y el espectro energético.

Los modelos de aprendizaje profundo superaron en rendimiento a los métodos tradicionales, especialmente en el rango energético de interés cerca de la “rodilla” (~1 PeV). El pipeline permite procesar grandes volúmenes de datos con mayor eficiencia y precisión.

Este trabajo demuestra cómo las técnicas de inteligencia artificial abren nuevas oportunidades para estudios más precisos en la composición y origen de los rayos cósmicos.

Charla presencial o virtual:

Presencial

Charlas cortas / 32

Proyecto LAGO: Avances y perspectivas en la detección de rayos cósmicos en Mérida-Venezuela

Autor: Orielys Soto^{None}

Proyecto LAGO: Avances y perspectivas en la detección de rayos cósmicos en Mérida-Venezuela

Charla presencial o virtual:

Virtual

Charlas cortas / 33

Astrogeofísica social

Autor: José David Sanabria^{None}

geofísica social

Charla presencial o virtual:

Presencial

Charlas cortas / 35

Resultados preliminares de la corrección de presión y temperatura del tanque Panchito

Autor: Daniela Merizalde^{None}

Las mediciones del flujo de rayos cósmicos son fundamentales para comprender diversos fenómenos astrofísicos y efectos atmosféricos. Utilizando datos obtenidos de un Detector Cherenkov de Agua (WCD, por sus siglas en inglés), hemos investigado el impacto de la presión barométrica en el flujo de rayos cósmicos. Tras validar la precisión de nuestras mediciones de presión comparándolas con fuentes externas, desarrollamos y probamos una metodología de corrección de presión para tener en cuenta las variaciones atmosféricas.

Esta corrección se aplicará a futuros conjuntos de datos para mejorar la confiabilidad de nuestras mediciones de flujo. Con estas correcciones, buscamos identificar y analizar eventos de modulación de rayos cósmicos, incluyendo la disminución de Forbush anunciada en mayo. Nuestro trabajo contribuye a mejorar la precisión en los estudios de rayos cósmicos y a explorar sus variaciones temporales.

Charla presencial o virtual:

Presencial