



**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERECTORADO DE
INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL**



PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN (Internos, Semilla, Junior, Senior, Externos): Semilla

Área del proyecto: Ciencias Básicas X Ciencias Aplicadas

FACULTAD: Ciencias

DEPARTAMENTO: Física

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Astrofísica
(verificable en el SAEW)

Proyecto de Investigación

Título:

Implementación de un observatorio de muones

Resumen del proyecto (máximo 200 palabras)

Este proyecto busca formar un grupo de investigación en astrofísica de altas energías a largo plazo. Para este propósito se plantea la implementación de un observatorio de muones. El observatorio de muones busca la detección de estas partículas de origen solar, rayos cósmicos y su posible origen en fuentes transientes galácticas. La detección de estas partículas además puede ser utilizado en prácticas de física moderna como es la medición del tiempo de decaimiento del muón. El proyecto busca el desarrollo de la línea de investigación en astrofísica de altas energías en el departamento de Física y parte es el fortalecimiento en la colaboración Latin American Giant Observatory – LAGO. Para el desarrollo del proyecto se busca iniciar con dos áreas de trabajo, el desarrollo de simulaciones en software libre para la detección de partículas cargadas basadas en GEANT 4 y la construcción y calibración de un detector de muones con medio radiador agua (water Cherenkov detector). La calibración se la realizará al determinar el tiempo de decaimiento del muón.

Palabras clave (3-5): Astrofísica, rayos cósmicos, altas energías

4	<p>Objetivos, hipótesis y resultados esperados de esta propuesta de investigación</p> <p>Implementación de un observatorio de muones adaptado a las condiciones geográficas y presupuesto del país con el objetivo de fortalecer la línea de investigación en astrofísica del departamento de física y afincar la participación del Ecuador en la colaboración LAGO.</p> <p>La geografía andina con alturas sobre los 3000 m.s.n.m y fácil acceso ofrece ventajas frente a otros lugares para la detección de partículas de alta energía. A estas alturas la detección requiere una menor área efectiva y la utilizando los la técnica de partícula única en detectores Cherenkov en agua se puede detectar partículas con energías entre TeV y GeV provenientes de distintas fuentes astrofísicas.</p> <p>Como resultado se espera tener la capacidad de realizar simulaciones para la construcción y diseño de un telescopio de muones, al final del proyecto se espera tener un detector funcionando y para comprobar su operación se espera medir el tiempo de decaimiento del muón. El detector construido impulsará además el estudio de las astropartículas como sublínea de investigación del departamento de física.</p>
5	<p>Relevancia de esta propuesta de investigación con los objetivos científicos del departamento y su Línea de Investigación.</p> <p>Los rayos gamma con energías de TeV son indicadores de los fenómenos más violentos en el Universo conocido: explosiones de supernovas, núcleos activos de galaxias, y ráfagas de rayos gamma. Se piensa que los rayos gamma están correlacionados con los lugares de aceleración de los rayos cósmicos con carga, cuyos orígenes han sido un misterio por casi 100 años [2]. Observatorios a gran altura de agua Cherenkov, como HAWC (High Altitude Water Cherenkov Gamma Ray Observatory) [1], son laboratorios diseñados para detectar rayos gamma y rayos cósmicos con energías de TeV teniendo en cuenta la ventaja de la localización geográfica de lugares a más de 3000 m.s.n.m. El Ecuador al ser un país andino posee las condiciones idóneas para el desarrollo de observatorios para estos propósitos y al se parte de la colaboración LAGO se cuenta con el apoyo de los miembros de la colaboración que suman más de 80 científicos latinoamericanos [4]. El desarrollo de un telescopio de muones forma parte de los laboratorios dedicados al estudio de la astrofísica de rayos gamma [3], y para el departamento de física representa un inicio para el desarrollo de observatorios más sofisticados adaptados a la geografía y presupuesto del país. Por otra parte, los datos obtenidos fortalecerán el desarrollo de la astrofísica de altas energías, área de investigación en el departamento de física.</p> <p>1. <u>Sensitivity of the High Altitude Water Cherenkov Detector to Sources of Multi-TeV Gamma Rays</u> HAWC Collaboration: A. U. Abeysekara et al., <i>Astropart. Phys.</i>, <i>Astropart. Phys.</i> 50-52 (2013), 26-32.</p> <p>2. <i>Evolution of ground-based gamma-ray astronomy from the early days to the Cherenkov Telescope Arrays</i>: Hillas A. M., <i>Astroparticle Physics</i>, Volume 43, p. 19-43, 2013.</p> <p>3. <i>Experimental Gamma-Ray Astronomy</i>, Paneque D., <i>Journal of Physics: Conference Series</i>, Volume 375, Issue 5, id. 052020 (2012).</p> <p>4. <i>Implementing a WCD detector system in Riobamba (Ecuador) as part of the LAGO Project</i>, Audelo M., Barahona D., Cadena P., Carrera E., Cazar D., Diaz M., Echeverría M., Orbe J., Recalde C., Suárez R., Tene T., Vásquez N., Zabala L., for the LAGO collaboration, 33rd International Cosmic Ray Conference, Rio de Janeiro, 2013</p>

6	Descripción del proyecto, metodología, cronograma de trabajo y justificación del equipo requerido
	<p>El proyecto propuesto se compone de dos partes principales, la simulación del detector y la construcción y calibración del mismo. A continuación se describe la metodología a utilizarse para cada una de las partes.</p> <p>Para el desarrollo del telescopio de muones es necesario empezar por conocer las partículas de alta energía que llegan a la Tierra en geografía del Ecuador. Para este propósito se realizarán simulaciones en CORSIKA [1] que darán como resultado la distribución de partículas de acuerdo a la altura, rigidez magnética y latitud. Por otro lado se debe realizar la caracterización del detector. Al ser un detector basado en el agua como radiador, se debe simular la respuesta de los materiales que componen el detector (Plástico PVC, agua) y su geometría, para este propósito se utilizará el paquete GEANT 4 y ROOT de libre distribución y con validez comprobada en la mayoría de laboratorio de alta energía a nivel mundial [2]. Combinando las dos simulaciones se puede obtener la respuesta del detector al paso de las partículas cargadas.</p> <p>Para la construcción del telescopio de muones, se cuenta con la colaboración de miembros de la colaboración LAGO, esta colaboración además de permitir el uso de 2 fototubos ofrece un diseño básico de electrónica para la adquisición de datos. Con los estudiantes involucrados y miembros de la colaboración LAGO se espera poner en funcionamiento uno de los fototubos.</p> <p>Finalmente se espera tener un telescopio de muones donde la primera prueba de calibración será la medición experimental del tiempo de decaimiento del muón.</p> <p>El proceso de armado del telescopio puede estar sujeto a las condiciones del clima por lo que su planificación puede ser sensible a las estaciones, sin embargo se estima que en 6 meses se puede tener el equipo armado. Durante el proceso de calibración se espera comprobar la emisión de partículas solares, y posiblemente de transientes de alta energía.</p> <p>1. <i>Extensive Air Shower Simulations with CORSIKA</i>: D. Heck and T. Pierog Institut für Kernphysik Karlsruher Institut für Technologie, sept. 2013.</p> <p>2. <i>The Geant4 Visualization System - A Multi-Driver Graphics System</i>, Allison, J. et al., International Journal of Modeling, Simulation, and Scientific Computing, Vol. 4, Suppl. 1, 2013.</p> <p>3. <i>Implementing a WCD detector system in Riobamba (Ecuador) as part of the LAGO Project</i>, Audelo M., Barahona D., Cadena P., Carrera E., Cazar D., Diaz M., Echeverría M., Orbe J., Recalde C., Suárez R., Tene T., Vásquez N., Zabala L., for the LAGO collaboration, 33rd International Cosmic Ray Conference, Rio de Janeiro, 2013</p>

Cronograma de trabajo anual		MESES				
		1-2	3-4	5-6	7-8	9-10
Actividad						
Adquisición de equipo y materiales	X					
Instalación de software	X					
Contratación de pasantes	X					
Recopilación bibliográfica		X				
Simulaciones CORSIKA, GEANT 4 y ROOT		X	X	X		
Construcción tarjeta de adquisición de datos			X	X		
Escritura de artículos científicos (artículos, informes, poster)			X	X	X	X
Armado del telescopio de muones				X	X	X
Calibración del telescopio de muones					X	X
<ul style="list-style-type: none"> - Para la simulaciones es necesario tener 2 computadores con científico LINUX, porque los softwares a utilizarse son de libre distribución y no son compatibles con sistema operativo Windows. - El equipo y material son parte física del telescopio y vale recalcar que su bajo costo se adapta al presupuesto disponible. - Dentro del presupuesto se considera un rubro para la presentación de los trabajos, parte esencial de cualquier investigación científica sin cuya difusión se pierde la posibilidad de validación de los resultados por las comunidades científicas nacionales e internacionales. 						
7	Fecha de inicio					
	Agosto 2014 (semestre 2014 B)					
8	Tiempo dedicación docentes, infraestructura, equipamientos y fondos adicionales.					
	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo del proyecto, tiempo de dedicación del director: 200 horas al semestre, tiempo de dedicación de los pasantes: 160 horas al semestre. - Equipos: 1 Computadora, 1 notebook, 1 tarjeta FPGA (Nexys II), 2 raspberry , tanque comercial de agua (1000 l), sensor de presión y temperatura, tarjeta GPS, conectores SMA y cable coaxial blindado (para exteriores) ver proforma - Colaboración LAGO: fototubos y diseño de electrónica 					

9	Presupuesto estimado para la ejecución del presente proyecto	
	Se recomienda que los costos de los equipos, reactivos y materiales de laboratorio, <u>estén sustentados con proformas actuales</u>	
	Lista de ítems (por favor especifique)	Cantidad solicitada (US \$)
	1. Contratación de pasantes	2300
	Subtotal	2300
	2. Equipos	4500

	Subtotal	4500
3. Reactivos y materiales de laboratorio		0
	Subtotal	0
4. Literatura especializada		0
	Subtotal	0
5. Viajes técnicos y de muestreo		500
	Subtotal	500
6. Presentación de ponencias en congresos internacionales		2700
	Subtotal	2700
		10000
TOTAL (hasta US\$ 10.000,00 más IVA)		
10	Firma del aplicante	Lugar y Fecha
	 Nombre: Nicolás Alejandro Vásquez Pazmiño CC: 1709216939	Quito 21 de Mayo 2014

DECLARACION DEL JEFE DE DEPARTAMENTO

Esta propuesta ha sido aprobada por el Consejo del Departamento de Física, en Sesión del 22/05/2014 mediante Resolución No. 2 y las instalaciones, incluyendo personal, edificios, equipo y recursos financieros están a disposición del aplicante de acuerdo con las especificaciones que se encuentran en esta aplicación.


JEFE DEL DEPARTAMENTO
Nombre: Dr. Marco V. Bay
CC: 0201036662



Quito, 22 de mayo de 2014
(lugar y fecha)