

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

DATOS INFORMATIVOS

Proyecto Interno Proyecto Semilla Proyecto Junior Proyecto Multi e Interdisciplinario

Título del proyecto:

Características espectro-angulares de la radiación de frenado de polarización en diferentes medios cristalinos

Investigación básica Investigación aplicada Investigación pedagógica Innovación

DEPARTAMENTO(S):

1. Departamento de física

LÍNEA(S) DE INVESTIGACIÓN (verificable en el SAEW):

1. Interacción Radiación Materia

Resumen de información del director y colaboradores del proyecto

Director

Apellidos y nombres	Departamento	Título de mayor nivel (Ing., M.Sc., Ph.D)
Iribarra Cazar	Departamento de física	Ph.D. en ciencias físico-matemáticas
Esteban Felipe		

Colaboradores

Apellidos y nombres	Departamento	Título de mayor nivel (Ing., M.Sc., Ph.D)
Costa Vera	Departamento de física	Ph.D.
Cesar Augusto		
Santacruz Terán	Departamento de física	Ph.D.
Cristian Patricio		

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Proyecto Interno Proyecto Semilla Proyecto Junior Proyecto Multi e Inter Disciplinario

Investigación Básica Investigación Aplicada Investigación Pedagógica Innovación

DEPARTAMENTO(S):

1. Departamento de física

LÍNEA(S) DE INVESTIGACIÓN (verificable en el SAEW):

- Interacción Radiación Materia

I Proyecto de Investigación

Título:

Características espectro-angulares de la radiación de frenado de polarización en diferentes medios cristalinos

Resumen del proyecto (máximo 200 palabras)

Actualmente se desarrollan intensivamente tecnologías que utilizan materiales cuyos componentes tienen nano-dimensiones. La reducción de los tamaños de los objetos investigados trae consigo el problema del perfeccionamiento y el desarrollo de métodos, que permitan realizar un diagnóstico local de la estructura atómica de materiales nano-dispersivos.

El estudio de los procesos de interacción entre partículas relativistas cargadas con materia es de gran interés por presentarse como un método alternativo a la espectroscopia de rayos X y microscopía electrónica. En este proyecto se realizará el estudio de las propiedades espectro-angulares de la radiación de frenado de Polarización (PB); la cual ocurre bajo un gran parámetro de impacto de la partícula con los átomos por lo que las características de PB dependen de manera significativa de las correlaciones entre los átomos del blanco. Esto permite medir e identificar la estructura atómica de la materia.

Los experimentos se realizarán en laboratorios del instituto de física Lebedev de la academia rusa de ciencias que se encuentran disponibles para investigadores de la EPN gracias al acuerdo firmado con la Universidad Estatal de Belgorod. En tanto que la preparación de experimentos, interpretación de resultados y redacción de artículos se realizará en la EPN.

Palabras clave (4-6):

Electrones relativistas, fotones virtuales, difracción de rayos X, Radiación de frenado de polarización.



2	<p>Objetivos, relevancia, productos y resultados esperados de esta propuesta de investigación</p> <p>2.1 Objetivos</p> <p>2.1.1 Objetivo General</p> <ul style="list-style-type: none">• Investigar las características espectro-angulares de la radiación de frenado de polarización. <p>2.1.2 Objetivos Específicos</p> <ol style="list-style-type: none">a. Medir la dependencia de la anchura espectral (FWHM) del pico de la PB respecto al ángulo de observación y comparar dichos resultados con predicciones teóricas.b. Determinar parámetros de materiales como textura, composición, estructura cristalina por medio de la información obtenido de las características espectro-angulares de la PB.c. Crear un equipo de profesionales y estudiantes dedicado al estudio de la interacción de partículas cargadas con materia dentro de la EPN.d. Fortalecer el convenio firmado con la Universidad Estatal de Belgorod para la utilización sus laboratorios. <p>2.2 Detalle de los resultados esperados (con relación a los objetivos)</p> <ol style="list-style-type: none">a. Se obtendrá experimentalmente la curva $FWHM(\theta)$ lo que será comparada con resultados teóricos. Esto permitirá demostrar que la geometría de retrodispersión es la más adecuada para el uso de la señal de la PB por su amplitud e anchura a media altura.b. Se determinará la textura de por lo menos dos planos cristalográficos con la ayuda de la señal de la PB y los resultados serán comparados con similares mediciones basadas en difracción de rayos X. Este proceso será realizado para láminas de níquel y tungsteno.c. Una vez instalado el equipo en la EPN, se trabajará con estudiantes y profesores en el campo de la interacción de partículas cargadas con materia. Se realizarán investigaciones donde estudiantes de la carrera de física, electrónica o mecánica podrán desarrollar trabajos de titulación en base a la creación de piezas para los experimentos, automatización y control de los equipos etc.d. Se realizarán investigaciones experimentales en los acelerados de la Federación de Rusia fortalecerá sin duda el vínculo con el dicho equipo. La interpretación de los resultados, diseño de experimentos y preparación de muestras serán parte de las responsabilidades de la EPN.
---	---



3	Relevancia de la propuesta de investigación y su relación con la(s) líneas de investigación														
	<p>El estudio de la interacción Radiación Materia es una de las líneas de investigación del departamento de física; particularmente el estudio de las propiedades de la radiación de frenado de polarización, es por esto que el presente proyecto está completamente ligado al trabajo que se realiza en el departamento de física. Al mismo tiempo el desarrollo de nuevos métodos para el diagnóstico de materiales constituye una rama fundamental de la física de materiales.</p> <p>Lastimosamente en el Ecuador no existen aceleradores de partículas cargadas que permitan el estudio de los diferentes mecanismos radiación, pero gracias al convenio firmado con la Universidad Estatal de Belgorod los investigadores de la EPN tienen acceso a diferentes facilidades instaladas en la Federación de Rusia. Actualmente se lleva a cabo el análisis y procesamiento de datos experimentales obtenidos en el sincrotrón S25R "Pakrha" del departamento de altas energías del instituto de física Lebedev de la academia rusa de ciencias.</p> <p>Para continuar con un trabajo similar es necesario fortalecer el vínculo existente con los centros de investigación de la Federación de Rusia ya que poseen aceleradores de electrones con energías de hasta 2 GeV los cuales permitirán cumplir con los objetivos del proyecto. Dichos laboratorios tienen un alto costo y al tener acceso a ellos no se justifica la construcción de aceleradores parecidos en la EPN con fines exclusivamente científicos, sin embargo, el personal que realice los experimentos en la Federación de Rusia tiene que estar familiarizado con los equipos que se utilizan en trabajos de esta índole. Es por esto que la adquisición del equipo planteado permitirá preparar al personal, desarrollar los trabajos preliminares, estudiar fenómenos similares con energías moderadas etc.</p> <p>De esta manera se fortalecerá las capacidades y potencialidades de los estudiantes y profesionales de la EPN en el campo de la interacción de partículas cargadas y de rayos X con la materia. Los conocimientos adquiridos en el laboratorio podrán ser utilizados no solo en investigación sino en aplicaciones prácticas desde la creación de nuevas fuentes de rayos X y el desarrollo de métodos para el diagnóstico de materiales hasta el uso correcto y consiente de la radiación electromagnética. Cabe mencionar que los rayos X juegan un papel fundamental en varias ramas de la física, ciencia y tecnología en general. Permiten caracterizar materiales cristalinos mediante procesos de difracción, estudiar la estructura de cuerpos por medio de transmisión etc. Profesionales con experticia en esta área podrán impulsar el cambio de la matriz productiva del país realizando control de calidad de materiales, perfeccionamiento de procesos físico-médicos, procesamiento de alimentos etc. Estas actividades y objetivos sin duda se enmarcan y desarrollan el quinto objetivo del plan del Buen Vivir 2013-2017.</p> <p>Finalmente posicionarán a la EPN en la vanguardia del estudio de la interacción de partículas cargadas con materia lo que a su vez fortalece al Ecuador y lo convierte en un generador de conocimiento.</p>														
4	Productos esperados														
	<table><tr><td>a. Publicaciones científicas (obligatorio);</td><td>X</td></tr><tr><td>b. Disertación a la Comunidad Politécnica;</td><td>X</td></tr><tr><td>c. Proyecto de Titulación;</td><td>X</td></tr><tr><td>d. Tesis de Grado (maestría o doctorado);</td><td>X</td></tr><tr><td>e. Aplicación tecnológica construida o implementada;</td><td></td></tr><tr><td>f. Patente presentada;</td><td></td></tr><tr><td>g. Perfil de proyecto de mayor impacto científico, técnico, pedagógico o de innovación.</td><td>X</td></tr></table>	a. Publicaciones científicas (obligatorio);	X	b. Disertación a la Comunidad Politécnica;	X	c. Proyecto de Titulación;	X	d. Tesis de Grado (maestría o doctorado);	X	e. Aplicación tecnológica construida o implementada;		f. Patente presentada;		g. Perfil de proyecto de mayor impacto científico, técnico, pedagógico o de innovación.	X
a. Publicaciones científicas (obligatorio);	X														
b. Disertación a la Comunidad Politécnica;	X														
c. Proyecto de Titulación;	X														
d. Tesis de Grado (maestría o doctorado);	X														
e. Aplicación tecnológica construida o implementada;															
f. Patente presentada;															
g. Perfil de proyecto de mayor impacto científico, técnico, pedagógico o de innovación.	X														



5

Descripción y metodología y diseño del proyecto

5.1 Descripción, metodología y diseño del proyecto (Máximo dos carillas)

En primer lugar, es necesario mencionar que este proyecto es la continuación de trabajos realizados en la Federación de Rusia durante los estudios doctorales del director. Dichos trabajos estuvieron enmarcados en el proyecto No. 3.2009.2014/K.

Es posible afirmar que el proyecto es la continuación lógica de trabajos realizados en la Federación de Rusia ya que se posee de datos experimentales obtenidos en el 2013-2015 que es necesario procesar e interpretar. Una primera parte de estos resultados fueron ya presentados con la afiliación de la EPN en dos conferencias internacionales [1,2] y en un artículo titulado "Observation of parametric X-ray radiation in an anomalous diffraction region" que el día 28 de junio del 2016 fue aceptado, por la revista Physics Letters A indexada por SCOPUS perteneciente al Q2, que será publicado próximamente (Se adjunta carta de aceptación). Limitaciones de tiempo y recursos han sido los principales obstáculos para continuar con este trabajo lo que se pretende remediar con la ejecución de este proyecto.

La medición de las características espectro-angulares de la PB es importante porque se ha presentado este mecanismo como una alternativa para la medición de los parámetros atómicos de la materia [3,4], diagnóstico de haces de partículas cargadas [5] o como fuentes de radiación monocromática [6].

La PB surge como resultado de la dispersión del campo eléctrico de la partícula relativista por los electrones de los átomos de la materia durante su movimiento en la misma [7]. La PB ocurre bajo un gran parámetro de impacto de la partícula con los átomos por lo que las características de PB dependen de manera significativa de las correlaciones entre los átomos del blanco, es por esto que se puede establecer las características de estructura del blanco en base a las características espectro-angulares de la PB. En este caso existe la perspectiva de poder medir e identificar diferentes parámetros de la estructura atómica de la materia basándose en la medición de la radiación producida durante la interacción de partículas cargadas con los átomos del blanco. Por las razones antes mencionadas se puede afirmar que la identificación de las características espectro-angulares de la PB es una tarea actual.

Las investigaciones serán ejecutadas bajo el siguiente esquema: investigaciones experimentales en la Federación de Rusia donde se encuentra ya instalado el equipo necesario; mientras que en la EPN se realizará el procesamiento e interpretación de datos al igual que la preparación y diseño de nuevos experimentos. Una vez adquirido el equipo para la EPN se realizará experimentos verificadores y complementarios. Cabe recalcar que el desarrollo del proyecto en su etapa inicial no está condicionado por la disponibilidad del equipo ya que éste existe en el laboratorio de radiaciones de la universidad de Belgorod. Sin embargo, es necesario iniciar el proceso de adquisición en la primera fase del proyecto para que éste esté instalado en un futuro cercano.

Los primeros resultados del proyecto serán presentados en el mes de septiembre del 2016 en Italia en la conferencia "Charged and neutral particles channeling phenomena". Para la optimización de recursos (pasaje aéreo hacia Europa) este viaje coincidirá con la realización de investigaciones experimentales en el sincrotrón S25R "Pakrha" del instituto Lebedev.



La duración de las investigaciones en la Federación de Rusia será de alrededor de dos meses. En este viaje se tiene planeado realizar la medición de la dependencia de la anchura espectral (FWHM) del pico de la PB respecto al ángulo de observación. Dichas mediciones serán comparadas con la teoría expuesta en [7,8]. La PB será registrada como resultado de la interacción de electrones relativistas cuya energía es de 7 MeV con láminas policristalinas de wolframio, cobre, titanio o zinc. En el proceso de preparación de los blancos se buscará que estos tengan diferente orden de textura para estudiar de igual manera la influencia de este parámetro en la salida de la PB.

A continuación, se realizará la interpretación de datos experimentales y la redacción del primer artículo. En este periodo se dará inicio a los procesos de compra para la realización de experimentos en la EPN.

Los resultados obtenidos en esta etapa serán presentados por parte del equipo ruso en la conferencia internacional XLVI "International Tulinov Conference on Physics of Charged Particles Interactions with Crystals" que se realizará en mayo del 2017. En base a los resultados presentados en la conferencia se elaborará el segundo artículo.

Se espera que para la segunda etapa del proyecto (septiembre del 2017) la adquisición de los equipos haya finalizado y de ser el caso se procederá a su instalación, calibración y explotación. Se utilizará el equipo para realizar mediciones similares a las obtenidas en base al espectro de la PB pero con la ayuda de difracción de rayos X con el fin de compararlas y verificar la validez de las mediciones. Dichas comparaciones son un elemento importante de la investigación. En esta etapa se contratará a un ayudante de investigación que será un estudiante de pregrado o de ser posible uno de maestría. Se espera que en esta etapa el ayudante escriba su proyecto de titulación.

Los equipos en la EPN permitirán preparar las muestras y realizar el diseño del experimento en el cual se medirá la anchura a media altura real de la PB, es decir sin la limitación clásica de la resolución energética del detector ~ 140 eV. Es importante mencionar que se plantea este experimento como un análogo a la medición de la FWHM de la radiación X paramétrica [9].

Finalmente se realizará un segundo viaje a la Federación de Rusia en mayo del 2018 que tendrá una duración de alrededor de dos meses. Los experimentos que se ha planteado realizar en este segundo viaje es medir la anchura espectral del pico de la PB con una resolución energética menor a la del detector. Esto se logrará con la aplicación de un monocromador o de filtros absorbentes. El principal problema para alcanzar este objetivo es que la intensidad del pico de la PB exige condiciones extremadamente mínimas de radiación de fondo, precisión de rotación de los goniómetros y calibración de los equipos. Los resultados obtenidos en este proceso se verán reflejados en un tercer artículo.

Cabe mencionar que una vez instalado el equipo en la EPN este permitirá realizar investigaciones continuas y no están limitadas a este proyecto lo que significa que habrán resultados incluso después de septiembre del 2018. Estos serán de carácter científico relacionados a futuros estudios de la PB y al "guiding" de partículas cargadas por medio de canales dieléctricos; así como pedagógico ya que se podrán desarrollar prácticas o cursos optativos relacionados con: Sistemas de ultra y alto vacío, diseño de fuentes de rayos X o aplicación de métodos espectrométricos. Cabe mencionar que el "guiding" se presenta como una línea con mucho potencial en diferentes áreas de la ciencia y la tecnología [10].

Es importante recalcar la necesidad de realizar experimentos en Rusia para que la continuación de investigaciones en la EPN relacionadas a la interacción de partículas cargadas con materia sea posible. Esto además ayudará a fortalecer el vínculo que existe con dicho país.

Referencias

[1] V Alexeyev, A Eliseyev, E Irribarra, I Kishin, A Kubankin, V Polyansky, et al., Parametric X-ray Radiation from Relativistic Electrons Interacting with a Textured Polycrystals, (2015) 70.

[2] ВИ Алексеев, АН Елисеев, Э Иррибарра, ИА Кишин, АС Кубанкин, РМ Нажмуудинов, et al., Параметрическое рентгеновское излучение релятивистских электронов в области аномальной дифракции, (2016).



- [3] N Nasonov, P Zhukova, V Sergienko. Polarization bremsstrahlung in a backward direction for medium structure diagnostics, *Journal of Physics: Conference Series*. 236 (2010) 012017.
- [4] AV Shchagin. Possibilities for measurement of nano-crystallites size with use of parametric X-ray radiation, *Journal of Physics: Conference Series*. 236 (2010) 012020.
- [5] G Kube, C Behrens, AS Gogolev, YP Popov, AP Potylitsyn, W Lauth, et al., Investigation of the applicability of parametric x-ray radiation for transverse beam profile diagnostics, *IPAC 2013: Proceedings of the 4th International Particle Accelerator Conference, 2013*, pp. 491-493.
- [6] B Sones, Y Danon, RC Block. Lithium fluoride (LiF) crystal for parametric X-ray (PXR) production, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*. 227 (2005) 22-31.
- [7] NN Nasonov. Collective effects in the polarization bremsstrahlung of relativistic electrons in condensed media, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*. 145 (1998) 19-24.
- [8] V Astapenko, N Nasonov, P Zhukova. Anomalous peak in the spectrum of polarizational bremsstrahlung from relativistic electrons moving through a solid target, *Journal of Physics B: Atomic, Molecular and Optical Physics*. 40 (2007) 1337-1346.
- [9] K- Brenzinger, B Limburg, H Backe, S Dambach, H Euteneuer, F Hagenbuck, et al. How Narrow is the Linewidth of Parametric X-Ray Radiation? *Phys.Rev.Lett.* 79 (1997) 2462-2465.
- [10] N Stolterfoht, J- Bremer, V Hoffmann, R Hellhammer, D Fink, A Petrov, et al. Transmission of 3 keV Ne⁷⁺ Ions through Nanocapillaries Etched in Polymer Foils: Evidence for Capillary Guiding, *Phys.Rev.Lett.* 88 (2002) 133201.



6

Tiempo de dedicación de docentes, infraestructura, equipos y fondos adicionales.

6.1 Tiempo máximo de dedicación semestral del Director del proyecto, de los docentes participantes y otros colaboradores.

El tiempo de dedicación máximo será de acuerdo al tipo de proyecto:

<i>Proyecto</i>	<i>Director</i>	<i>Colaboradores</i>
<i>PII y PIS</i>	<i>16 HSS</i>	<i>8 HSS</i>
<i>PIJ y PIMI</i>	<i>20 HSS</i>	<i>10 HSS</i>

Nombre	Rol (director o colaborador)	Horas de dedicación	Departamento
Esteban Iribarra Cazar	Director	20HSS	Física
Cristian Santacruz	Colaborador	5HSS	Física
César Costa	Colaborador	5HSS	Física

6.2 Infraestructura y equipos

- Al momento no existe en la Escuela Politécnica Nacional un equipo destinado a estudiar las características de la radiación de partículas cargadas con materia. Sin embargo, se puede utilizar las instalaciones del laboratorio de espectrometría de masas ya que el equipo de vacío y las fuentes de alto voltaje utilizados se pueden complementar con el equipo que se desea adquirir. De esta manera el laboratorio se verá repotenciado.
- Es importante mencionar que la mayor cantidad de los trabajos experimentales serán realizados en la Federación de Rusia ya que en el Ecuador no existen aceleradores que cumplan con las características necesarias.

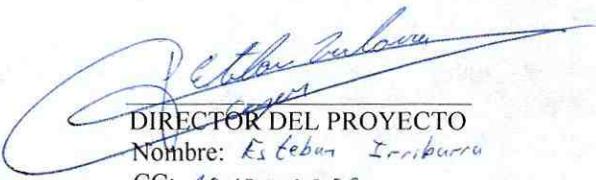
6.3 Breve justificación del equipo requerido

- El equipo solicitado se utilizará para realizar investigaciones complementarias a las realizadas en Rusia. Los blancos utilizados en el microtrón son estudiados anteriormente con rayos X, para determinar su estructura cristalina, composición, textura entre otras características. Adicionalmente la energía característica de la radiación de frenado de polarización está en el rango de 1-10 keV. Por esto con una fuente de rayos X se puede experimentalmente verificar la geometría adecuada para registrar esta señal, determinar filtros en base a su atenuación etc.
- De igual manera servirá para el diseño de experimentos y elección de blancos a estudiar.
- Los detectores de rayos X son indispensables para realizar cualquier tipo de investigación relacionada a esta región del espectro electromagnético. La fuente de rayos X es necesaria para la calibración del detector, utilización en experimentos complementarios.
- La fuente de alto voltaje es un componente de la fuente de rayos X sin la cual esta no puede funcionar.
- Los goniómetros permitirán ensamblar el equipo para que este realice diferentes funciones como por ejemplo difractómetro, espectrómetro y también para la manipulación del blanco durante su estudio.
- El estudio de la interacción de partículas cargadas con materia exige el trabajo en el vacío ya que el camino libre medio de electrones en el aire es extremadamente corto debido a pérdidas de ionización. De igual manera las cámaras de vacío sirven como blindaje radiológico.
- Las fuentes de alto voltaje son indispensables en cualquier laboratorio de investigación ya que gran parte del equipo opera con DC en este caso los goniómetros.
- Los equipos serán instalados en un primer momento en el laboratorio de espectroscopía junto al MALDI en el departamento de física.

6.4 Fondos Adicionales

- *Otros fondos de otros organismos (si los hubiere)*



7	Declaración del Director del Proyecto
<p>Declaro que la presente propuesta es de mi autoría y de los colaboradores mencionados y que no ha sido presentada en ninguna convocatoria de otra institución pública o privada solicitando el financiamiento total del proyecto.</p>	
<p align="center">  DIRECTOR DEL PROYECTO Nombre: Esteban Irribarra CC: 1212512279 </p>	
<p align="right">Quito, 4 de Julio de 2016 (lugar y fecha)</p>	

DECLARACIÓN DEL JEFE DE DEPARTAMENTO	
<p>Esta propuesta ha sido aprobada por el Consejo del Departamento de Física, en sesión del día 04-07-2016 mediante resolución No. ... 1 Las instalaciones, incluyendo personal, edificios, equipo y recursos financieros están a disposición del proponente y sus colaboradores de acuerdo con las especificaciones que se encuentran en esta propuesta.</p>	
<p align="center">  JEFE DEL DEPARTAMENTO Nombre: Dr. Marco Rojas CC: 020303662 </p>	
	<p>Quito, 4 de Julio de 2016 (lugar y fecha)</p>

SECRETARIA

 Misson V.

 M: 36

 HORA

 05 JUL 2016

 QUITO D.

 ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
 DIRECCION DE INVESTIGACION
 Y PROYECCION SOCIAL



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL
PRESUPUESTO PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN



AÑO 1

Director del proyecto	Título del proyecto
Esteban Iribarra Cazar	Características espectro-angulares de la radiación de frenado de polarización en diferentes medios cristalinos

Lista de Items	Cantidad	Unidad	Precio Unitario Referencial sin IVA	Precio Total Referencial sin IVA	Precio Unitario Referencial con IVA	Precio Total Referencial con IVA
1 Contratación de servicios personales por contrato						
1.1 Ayudantes de investigación (\$ 366 + 9,15%IESS)		mes		\$ -	\$ -	\$ -
1.2 Asistentes de investigación (\$ 986 + IVA)		mes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
1.3 Prestación de servicios profesionales (Homologado Escala de remuneración de servidores públicos)		mes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 1				\$ -	\$ -	\$ -
2 Maquinaria equipos						
2.1 Detector de rayos X y kit de colimación	1	unidad	\$ 15.000,00	\$ 15.000,00	\$ 17.100,00	\$ 17.100,00
2.2 Fuente de electrones	1	unidad	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00	\$ 4.560,00	\$ 4.560,00
2.3 Cámara de vacío	1	unidad	\$ 8.000,00	\$ 8.000,00	\$ 9.120,00	\$ 9.120,00
2.4 Vacuometro	1	unidad	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00	\$ 1.368,00	\$ 1.368,00
2.5 vacuum turbomolecular	1	unidad	\$ 16.000,00	\$ 16.000,00	\$ 18.240,00	\$ 18.240,00
2.6 forevacuum	1	unidad	\$ 3.000,00	\$ 3.000,00	\$ 3.420,00	\$ 3.420,00
2.7 Fuente de voltaje para la fuente de electrones 1mA	1	unidad	\$ 5.000,00	\$ 5.000,00	\$ 5.700,00	\$ 5.700,00
2.8 goniómetro	3	unidad	\$ 1.500,00	\$ 4.500,00	\$ 1.710,00	\$ 5.130,00
2.9 kit de sistema de vacío	1	unidad	\$ 6.000,00	\$ 6.000,00	\$ 6.840,00	\$ 6.840,00
Subtotal 2				\$ 59.700,00	\$ 62.700,00	\$ 68.058,00
3 Reactivos y materiales de laboratorio						
3.1 Kit de herramientas	1	juego	\$ 297,28	\$ 297,28	\$ 338,90	\$ 338,90
3.2 Item 2 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)				\$ -	\$ -	\$ -
3.3 Item 3 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)				\$ -	\$ -	\$ -
3.4 Item 4 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3.5 Item 5 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 3				\$ 297,28	\$ 297,28	\$ 338,90
4 Literatura especializada						
4.1 Item 1 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4.2 Item 2 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4.3 Item 3 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4.4 Item 4 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4.5 Item 5 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 4				\$ -	\$ -	\$ -
5 Viajes técnicos y de muestreo						
5.1 Pasajes al interior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
5.2 Viaticos al interior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 5				\$ -	\$ -	\$ -
6 Presentación de ponencias en congresos internacionales y publicaciones						
6.1 Pasajes al exterior	1	Quito-Moscu	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00	\$ 2.850,00	\$ 2.850,00
6.2 Viaticos al exterior	15	Días	\$ 185,00	\$ 2.775,00	\$ 185,00	\$ 2.775,00
6.3 Pago de inscripción y publicaciones	1	Conferencias	\$ 660,00	\$ 660,00	\$ 660,00	\$ 660,00
Subtotal 6				\$ 3.345,00	\$ 5.935,00	\$ 6.285,00
TOTAL				\$ 68.932,28		\$ 78.101,90


Firma
Esteban Iribarra



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

PRESUPUESTO PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN



AÑO 2

Director del proyecto	Título del proyecto
Esteban Irribarra Cazar	Características espectro-angulares de la radiación de frenado de polarización en diferentes medios cristalinos

Lista de Items	Cantidad	Unidad	Precio Unitario Referencial sin IVA	Precio Total Referencial sin IVA	Precio Unitario Referencial con IVA	Precio Total Referencial con IVA
1 Contratación de servicios personales por contrato						
1.1 Ayudantes de investigación (\$ 366 + 9,15%IESS)	12	mes	\$ 366,00	\$ 4.392,00	\$ 399,49	\$ 4.793,87
1.2 Asistentes de investigación (\$ 986 + IVA)		mes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
1.3 Prestación de servicios profesionales (Homologado Escala de remuneración de servidores publicos)		mes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 1			\$ 366,00	\$ 4.392,00	\$ 399,49	\$ 4.793,87
2 Maquinaria equipos						
2.1 Item 1 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2.2 Item 2 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2.3 Item 3 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2.4 Item 4 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2.5 Item 5 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 2			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3 Reactivos y materiales de laboratorio						
3.1 Item 1 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3.2 Item 2 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3.3 Item 3 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3.4 Item 4 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3.5 Item 5 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 3			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4 Literatura especializada						
4.1 Item 1 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4.2 Item 2 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4.3 Item 3 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4.4 Item 4 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4.5 Item 5 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 4			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
5 Viajes técnicos y de muestreo						
5.1 Pasajes al interior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
5.2 Viaticos al interior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 5			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
6 Presentación de ponencias en congresos internacionales y publicaciones						
6.1 Pasajes al exterior	1	Quito-Moscu	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00	\$ 2.850,00	\$ 2.850,00
6.2 Viaticos al exterior	16	Días	\$ 185,00	\$ 2.960,00	\$ 185,00	\$ 2.960,00
6.3 Pago de inscripción y publicaciones	1	Conferencias	\$ 600,00	\$ 600,00	\$ 600,00	\$ 600,00
Subtotal 6			\$ 3.285,00	\$ 6.060,00	\$ 3.635,00	\$ 6.410,00
TOTAL				\$ 10.452,00		\$ 11.203,87

Esteban Irribarra
Firma
Esteban Irribarra



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL
PRESUPUESTO PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN



Director del proyecto	Título del proyecto
Esteban Iribarra Cazar	Características espectro-angulares de la radiación de frenado de polarización en diferentes medios cristalinos

Presupuesto consolidado sin IVA

AÑO	Contratación de servicios personales por contrato	Maquinaria y equipo	Reactivos y materiales de laboratorio	Literatura especializada	Viajes técnicos y de muestreo	Presentación de ponencias en congresos internacionales y publicaciones	Total sin IVA
1	\$ -	\$ 62.700,00	\$ 297,28	\$ -	\$ -	\$ 5.935,00	\$ 68.932,28
2	\$ 4.392,00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 6.060,00	\$ 10.452,00
3	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
TOTAL	\$ 4.392,00	\$ 62.700,00	\$ 297,28	\$ -	\$ -	\$ 11.995,00	\$ 79.384,28

Presupuesto consolidado con IVA

AÑO	Contratación de servicios personales por contrato	Maquinaria y equipo	Reactivos y materiales de laboratorio	Literatura especializada	Viajes técnicos y de muestreo	Presentación de ponencias en congresos internacionales y publicaciones	Total con IVA
1	\$ -	\$ 71.478,00	\$ 338,90	\$ -	\$ -	\$ 6.285,00	\$ 78.101,90
2	\$ 4.793,87	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 6.410,00	\$ 11.203,87
3	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
TOTAL	\$ 4.793,87	\$ 71.478,00	\$ 338,90	\$ -	\$ -	\$ 12.695,00	\$ 89.305,77


Firma
Esteban Iribarra