

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Proyecto Interno Proyecto Semilla Proyecto Junior Proyecto Multi e Inter Disciplinario

Investigación Básica

Investigación Aplicada

DEPARTAMENTO(S) Y/O INSTITUTOS:

1. Departamento de Geofísica

2.

LINEA(S) DE INVESTIGACIÓN:

1. Dinámica de los procesos volcánicos en Ecuador

2. Origen, evolución y transporte de los magmas en Ecuador

CAMPO DEL CONOCIMIENTO (Ver Anexo A: Detalle de los campos del conocimiento)

Campo amplio	Campo detallado	Campo específico
Ciencias Físicas, Ciencias Naturales, Matemáticas y Estadísticas	Ciencias Físicas	Ciencias de la Tierra

DISCIPLINA CIENTÍFICA (Marque X, solamente una opción)

Ciencias Naturales y Exactas	X
Ingeniería y Tecnologías	
Ciencias Médicas	
Ciencias Agrícolas	
Ciencias Sociales	
Humanidades	

OBJETIVO SOCIOECONÓMICO (Marque X, solamente una opción)

Exploración y explotación del medio terrestre Ambiente	X
Exploración y explotación del espacio	
Transporte, telecomunicaciones y otras infraestructuras	
Energía	
Producción y tecnología industrial	
Salud	
Agricultura	
Educación	
Cultura, ocio, religión y medios de comunicación	
Sistemas políticos y sociales, estructuras y procesos	
Defensa	
Avance general del conocimiento: I+D financiada con los Fondos Generales de Universidades (FGU)	
Avance general del conocimiento: I+D financiados con otras fuentes	

Alcance Territorial (Marque X, solamente una opción)

Institucional		Nacional	X
Parroquial		Internacional	



Cantonal		No definido	
Provincial			

1 Proyecto de Investigación
Título (mínimo 10 palabras): Estudio de las fisuras eruptivas, de la descarga magmática y de la reología de los flujos de lava recientes de los volcanes de Galápagos
Resumen del proyecto (máximo 200 palabras) <p>El archipiélago de Galápagos es uno de los puntos calientes más activos en el mundo con una frecuencia eruptiva de 5 erupciones por década. Adicionalmente los volcanes de Galápagos son famosos por tener erupciones de corta duración, pero alta tasa de descarga magmática. A pesar de esta alta actividad eruptiva, los estudios recientes sobre las erupciones de Galápagos se han limitado al aspecto geofísico con pocos estudios geoquímicos y ningún estudio vulcano-físico. El presente proyecto propone completar los datos geofísicos con datos geoquímicos y vulcano-físicos de alta resolución espacial para las erupciones recientes de Galápagos. En particular queremos obtener ortofotos y modelos numéricos de superficie de alta resolución con la ayuda de un vehículo aéreo no tripulado (VANT) para estimar con gran precisión el espesor, área y volumen de los depósitos de lava, así como entender la geometría de los sistemas de fisura que alimentan los flujos de lava. También queremos hacer un muestreo completo de los productos eruptivos para obtener sus características físicas y químicas. Estos resultados serán comparados con datos geofísicos y permitirán entender mejor el funcionamiento de los volcanes de Galápagos. También servirán como insumos para simulaciones numéricas y permitirán mejorar la evaluación del peligro volcánico.</p>
Palabras clave (4-6): Volcanes, Galápagos, Erupción, Cartografía, Petrología, Geoquímica

2	Objetivos, limitaciones, hipótesis y resultados esperados de esta propuesta de investigación
----------	---

2.1 Objetivos

2.1.1 Objetivo General

- Obtener datos cuantitativos vulcano-físicos y geoquímicos de alta resolución espacial sobre las erupciones recientes en las islas Galápagos

2.1.2 Objetivos Específicos

- a. Caracterizar la morfología y la orientación de las fisuras eruptivas de las erupciones recientes de Galápagos.
- b. Obtener la superficie, el espesor y la densidad de los depósitos de lava para calcular el volumen de magma emitido.
- c. Analizar las características físicas y químicas de los productos emitidos durante las erupciones.
- d. Re-interpretar de los datos geofísicos en base a los resultados obtenidos.
- e. Mejorar la calidad de los insumos para simulaciones numéricas de flujos de lava en Galápagos.

2.2 Limitaciones (Aspectos que quedan fuera del alcance del Proyecto de Investigación)

- a. No se contempla trabajar sobre erupciones anteriores al siglo XXI debido a la falta de datos geofísicos.
- b. No se producirá mapas de peligro por el bajo número de erupciones estudiadas.



- c. No se realizará modelizaciones numéricas de los datos geofísicos.

2.3 Hipótesis (Responden al problema de investigación)

- a. La localización, el tamaño y la fenomenología de las erupciones se puede correlacionar con los datos geofísicos pre y sin-eruptivos.
b. La distribución de los depósitos de lava está vinculada con las características de las fisuras eruptivas, la descarga magmática y la reología de los flujos de lava.

2.3 Detalle de los resultados esperados (con relación a los objetivos)

- a. Cartografía de alta resolución de las fisuras eruptivas y de los depósitos de lava de las erupciones recientes de Galápagos.
b. Base de datos georreferenciados físicos y químicos de las erupciones recientes de Galápagos.
c. Correlaciones entre los resultados obtenidos y los datos geofísicos.
d. Calibración de las simulaciones numéricas de flujos de lava basálticos con los datos obtenidos.

3	Relevancia de la propuesta de investigación y su relación con la(s) líneas de investigación
----------	--

La presente propuesta es relevante y concordante con las líneas de investigación del Departamento de Geofísica (Instituto Geofísico). El Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (IG-EPN) tiene como misión “Contribuir a través del conocimiento de las amenazas sísmicas y volcánicas a la reducción de su impacto negativo en el Ecuador, mediante la vigilancia permanente, la investigación científica, la formación académica de alto nivel y el desarrollo y aplicación tecnológica promoviendo la creación de una cultura de prevención”. El estudio de las erupciones recientes de Galápagos y la comparación entre la dinámica eruptiva y los parámetros de monitoreo es un paso necesario para entender el funcionamiento de los volcanes del archipiélago y mejorar la capacidad de pronóstico del IG-EPN. Por otro lado, el estudio geoquímico de las lavas de Galápagos permitirá entender los procesos de fusión, transporte y acumulación de los magmas. Este proyecto es una continuación de varios proyectos que involucran a personal del IG-EPN (“Dynamic triggering and criticality: earthquake interactions during unrest at Sierra Negra volcano, Galapagos Islands” Escuela Politécnica Nacional, Mario Ruiz director del proyecto IG-EPN; “What triggers eruptions of Galápagos volcanoes?” Universidad de Cambridge, Benjamin Bernard investigador asociado IG-EPN).

4	Impacto de la investigación
----------	------------------------------------

4.1 Impacto Social (máximo 250 palabras)

El IG-EPN tiene una responsabilidad social al ser la institución encargada de la vigilancia sísmica y volcánica del país mediante el decreto ejecutivo del Gobierno Nacional del 20 de enero de 2003. Para mejorar la capacidad de pronóstico del IG-EPN, es necesario el estudio a detalle de las erupciones recientes de las cuales se tiene registro geofísico gracias a los instrumentos instalados en el campo y por medio de imágenes satelitales. Desde 2014 el IG-EPN tiene una red de monitoreo que consiste en 6 sismómetros instalados en 4 volcanes activos de Galápagos. Esta red ha detectado la actividad precursora y eruptiva de 4 erupciones (ver informes especiales IGEPN Wolf 2015, Fernandina 2017 y 2018, Sierra Negra 2018). Es imperativo complementar la información geofísica con datos cuantitativos sobre los productos eruptivos. Eso permitirá mejorar la interpretación de las señales geofísicas y en consecuencia también la información al público y las autoridades.

4.2 Impacto Económico (máximo 250 palabras)

Las erupciones volcánicas pueden tener un fuerte impacto en la economía local y regional (Annen and Wagner, 2003). En Galápagos, la economía se basa principalmente en el turismo, la pesca y la agricultura. Estos sectores productivos se beneficiarían significativamente de un mejor manejo de las crisis volcánicas. Al entender mejor la relación entre los datos geofísicos (localización y magnitud de los sismos y de la deformación del terreno) y



las características de las erupciones (localización, tamaño y fenomenología de la erupción), se podría tomar decisiones más acertadas sobre las zonas peligrosas que deben estar cerradas al público, las zonas que deberían ser evacuadas, y las zonas seguras donde se podría observar la erupción o mantener las actividades productivas.

4.3 Impacto Político (máximo 250 palabras)

Para ayudar a los tomadores de decisión a reducir el impacto socio-económico en caso de crisis volcánica es necesario reducir la incertidumbre sobre los pronósticos y escenarios eruptivos (Doyle et al., 2014). El conocimiento del funcionamiento de los volcanes de Galápagos es fundamental para reducir esta incertidumbre. La re-interpretación de los datos geofísicos en base al estudio detallado de los productos eruptivos permitirá mejorar los modelos actuales y producirá pronósticos más confiables sobre el desarrollo de potenciales futuras crisis volcánicas. El IG-EPN mantiene vínculos con las autoridades tanto políticas como del Parque Nacional Galápagos y es la fuente de información oficial en caso de crisis volcánicas en las islas.

4.4 Impacto Científico (máximo 250 palabras)

El archipiélago de Galápagos es reconocido como uno de los puntos calientes más activos del mundo (Simkin et al, 1981). Sin embargo, el estudio de los volcanes de Galápagos está claramente a un nivel mucho menor que el llevado a cabo en los volcanes continentales del Ecuador o en general comparando con otros famosos puntos calientes como Hawái, Islandia y La Reunión. En los últimos 40 años, la investigación geológica en Galápagos se ha enfocado en dos grandes ejes (Mittelstaedt et al., 2014): 1) el estudio petrológico y geoquímico de las lavas con el fin de entender cómo se forman y evolucionan los magmas de Galápagos, y 2) el estudio de las erupciones mediante sensores remotos ubicados en satélites. Hasta el momento no hay estudios detallados de las características físicas de los productos eruptivos lo que impide el desarrollo de la evaluación del peligro volcánico. Nuestra propuesta de investigación permitirá completar los datos faltantes sobre las erupciones recientes en Galápagos y gracias al trabajo de campo y al uso de nuevas tecnologías, como vehículos aéreos no tripulado, tendrá una resonancia al nivel mundial.

4.5 Otro Impacto (máximo 250 palabras)

Es importante añadir que, en Galápagos, Patrimonio de la Humanidad del UNESCO desde 1978, el tema de la protección de las especies endémicas es de relevancia mundial. Mejorar el conocimiento de las erupciones de Galápagos, la fenomenología de estas erupciones, la relación entre los datos geofísicos y las características de las erupciones podría ayudar la Dirección del Parque Nacional Galápagos a tomar medidas preventivas para limitar el impacto de las erupciones sobre especies en peligro de extinción como las tortugas gigantes o las iguanas terrestres.

5	Productos esperados
---	----------------------------

Tipo de Producto:	Marcar con una "X"
a. Publicaciones científicas y/o patente (obligatorio);	X
b. Disertación a la comunidad politécnica;	X
c. Trabajo de titulación de acuerdo a lo que establece el Reglamento de Régimen Académico y la Normativa Interna de la EPN;	X
d. Aplicación tecnológica construida o implementada;	
e. Perfil de proyecto de mayor impacto científico, técnico, pedagógico o de innovación.	X



6 Descripción, metodología y diseño del proyecto

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

Este proyecto pretende mejorar el conocimiento de las erupciones recientes de Galápagos con la adquisición de datos de campo de alta resolución espacial y temporal, aprovechando del desarrollo del sistema de vigilancia en Galápagos para comparar con datos geofísicos.

Para obtener una cartografía de alta resolución se propone utilizar un vehículo aéreo no tripulado (VANT) con la metodología presentada por Favalli et al. (2018). Sin embargo, debido a la superficie cubierta por los depósitos de lava en Galápagos (típicamente $>5 \text{ km}^2$ comparado con 1.35 km^2 para el flujo de lava del Etna de 1974 en Favalli et al., 1974), se propone modificar la altura de vuelo de 70 m a 120 m, altura máxima definida por la DAC (Dirección de Aviación Civil). Esa altura permitirá obtener una resolución de $\sim 30 \text{ cm/pixel}$ con la cámara térmica y $\sim 2 \text{ cm/pixel}$ con la cámara visual. Las misiones de vuelo serán preparadas de antemano en base a imágenes satelitales para optimizar el área cartografiada por cada vuelo y el tiempo de trabajo de campo. En caso de erupciones relativamente antiguas (Fernandina 2005-2009-2017, Cerro Azul 2008, Sierra Negra 2005), la cámara visual a bordo del VANT permitirá la adquisición de imágenes para la realización de ortofotografías y de modelos numéricos de superficie de alta resolución espacial mediante el uso de un programa de fotogrametría (James et al., 2006; Diefenbach et al., 2012). El personal del Instituto Geofísico ya tiene las capacidades para realizar este tipo de trabajo como lo ha demostrado en el Tungurahua, Cotopaxi y Sierra Negra. En caso de nuevos flujos de lava, todavía calientes (Fernandina 2018 y Sierra Negra 2018, y futuras erupciones), el VANT será equipado de la cámara infrarroja que permitirá una identificación precisa de los límites del depósito de lava y el estudio de su enfriamiento (Amici et al., 2013). Los proyectos de cartografía serán georeferenciados usando receptores RTK (Real Time Kinematics) GNSS (Global Navigation Satellite System) para tener una precisión centimétrica. Los datos (espesor, área) serán analizados en SIG (Sistema de Información Geográfica) creando así la primera base de datos geológicos georeferenciados de alta resolución espacial en Galápagos. La metodología de obtención de la cartografía de alta resolución será probada y validada en los volcanes del Ecuador Continental antes de las misiones de campo en Galápagos. Durante el tiempo de ejecución de este proyecto se propone realizar dos misiones de campo de 15 días cada una para realizar la cartografía de los flujos recientes de Sierra Negra (2005 y 2018), Cerro Azul (2008) y Fernandina (2005, 2009, 2017 y 2018). Durante la primera misión (Sierra Negra y Cerro Azul) se trabajará desde Puerto Villamil con ~ 5 días de campamento en cada volcán. Durante la segunda misión (Fernandina), se trabajará desde un barco alquilado por la ocasión con salidas diarias ya que Fernandina es una isla prístina. Los resultados obtenidos permitirán una evaluación cuantitativa de los productos emitidos durante las erupciones recientes de Galápagos. Estos resultados (espesor, área, volumen) serán comparados con resultados de análisis de imágenes satelitales para estimar el error en estos últimos y así proponer factores de corrección para el análisis en tiempo real de las crisis volcánicas.

Durante el proyecto se propone realizar un muestreo completo de las erupciones recientes de Galápagos incluyendo los diferentes flujos de lava, así como los productos piroclásticos (escoria, salpicadura) cerca de las fisuras eruptivas. Las características físicas de las muestras serán analizadas en el laboratorio del IG-EPN. La densidad y porosidad de los productos piroclásticos será medida utilizando métodos comprobados como el método de saturación de agua, el método de la parafina, y el método de picnometría por agua (García Moreno, 2016). Además, se propone utilizar un picnómetro de helio para obtener la porosidad abierta de los materiales y densidad de polvos (densidad de roca equivalente o densidad de grano) (Kueppers et al., 2006). Las características químicas (elementos mayores y trazas, composición global, vidrio, minerales e inclusiones magmáticas) serán analizadas en laboratorios de Francia (Universidad de Brest, Laboratoire Magmas et Volcans de la Universidad de Auvergne). Para la geoquímica de elementos mayores y en trazas se utilizará ICP-AES excepto para el Rb, el que será analizado por espectrometría de absorción. Se seguirán los protocolos definidos en Cotten et al. (1995). Los análisis de vidrio, minerales e inclusiones se los realizará mediante microsonda electrónica (Oladottir et al., 2008). A partir de estos datos se podría potencialmente estimar las profundidades de los reservorios magmáticos superficiales que alimentan las erupciones. Para hacer los análisis geoquímicos se realizará dos viajes a Francia después de cada una de las misiones de campo. Los resultados obtenidos serán comparados con la información petrológica y geoquímica disponible para Galápagos y permitirán validar o modificar los modelos de formación, transporte y almacenamiento de los magmas en Galápagos. Estos resultados también serán comparados con los datos geofísicos (fuentes de la deformación, localización de sismos) y los resultados del análisis de las imágenes satelitales para entender las relaciones



7 Infraestructura, equipos y fondos adicionales.

7.1 Infraestructura y equipos

- Indicar la infraestructura y equipos **disponibles** para la ejecución del proyecto, con la ubicación actual de los mismos

Infraestructura	Equipos	
	Nombre del Equipo	Ubicación del Equipo
Instituto Geofísico	Picnómetro de agua, bomba y cámara de vacío, molino de ágata, microscopio petrográfico, Receptor GNSS RTK marca Trimble	Laboratorio de preparación de muestras, Departamento de Geofísica
DEMEX	Picnómetro de helio (en proceso de compras)	Departamento de Metalurgia Extractiva, EPN
Universidad de Brest, Francia	ICP-AES, FRX	Universidad de Brest
Universidad Clermont Auvergne, Francia	Microsonda iónica, Microscopio electrónico de barrido, picnómetro de envoltente	Laboratoire Magmas et Volcans

Adicionalmente se indica que existe un convenio de colaboración entre el IG-EPN y la dirección del PNG lo que facilitará la obtención de los permisos de investigación, transeúntes y movilización de las muestras.

7.2 Breve justificación del equipo requerido

- Para la cartografía se requiere un vehículo autónomo no tripulado de tipo cuadcopter que pueda cargar una cámara visual de alta resolución y/o una cámara infrarroja. El VANT debe tener un GPS integrado para alcanzar los puntos del proyecto y una transmisión en vivo del flujo de imágenes. El controlador debe tener un alcance de por lo menos 3 km y una pantalla de alta luminosidad para trabajar en pleno día, especialmente bajo las condiciones luminosas de Galápagos. El VANT debe tener una autonomía de por lo menos 30 min para realizar la cartografía de por lo menos 1 km² por misión. El VANT se almacenará en el Instituto Geofísico.
- Para procesar las imágenes obtenidas se necesita una computadora de alto rendimiento equipada de una tarjeta gráfica y de un programa de fotogrametría que permite la integración de puntos de control de campo y una optimización manual.

7.3 Fondos Adicionales

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



entre las diferentes series de datos. Finalmente, los resultados obtenidos servirán de insumos para la calibración de simulaciones numéricas de fenómenos volcánicos en las erupciones de Galápagos. Para la simulación de flujos de lava se utilizará como base el código numérico VolcFlow (Kelfoun and Druit, 2005) escrito en MATLAB con su versión adaptada que incluye la variación termo-reológica de la lava a lo largo del emplazamiento. Esta variación fue tomada del código FLOWGO (Harris and Rowland, 2001; Harris et al., 2016) desarrollada para flujos de lava de composición basáltica principalmente. La versión adaptada de VolcFlow ayudará a obtener simulaciones de flujos de lava más realísticas que puedan ser utilizadas para la generación de mapas de peligros.

Los resultados del proyecto serán presentados en dos congresos internacionales (International Symposium on Andean Geodynamics y AGU fall meeting) y serán publicados en dos (o más) artículos científicos en revistas internacionales de alto impacto (Scopus Q3 o más). Durante el proyecto se propone realizar dos trabajos de titulación sobre temas relacionados con el proyecto.

Bibliografía

- Amici S, Turci M, Giammanco S, Spampinato L, Giulietti F (2013) UAV Thermal Infrared Remote Sensing of an Italian Mud Volcano. doi: 10.4236/ars.2013.24038
- Annen C, Wagner J-J (2003) The Impact of Volcanic Eruptions During the 1990s. *Natural Hazards Review* 4:169–175 . doi: 10.1061/(ASCE)1527-6988(2003)4:4(169)
- Cotten J, Le Dez A, Bau M, Caroff M, Maury RC, Dulski P, Fourcade S, Bohn M, Brousse R (1995) Origin of anomalous rare-earth element and Yttrium enrichments in subaerial exposed basalts: Evidence from french Polynesia. *Chem Geol* 119:115–138
- Diefenbach AK, Crider JG, Schilling SP, Dzurisin D (2012) Rapid, low-cost photogrammetry to monitor volcanic eruptions: an example from Mount St. Helens, Washington, USA. *Bull Volcanol* 74:579–587 . doi: 10.1007/s00445-011-0548-y
- Doyle EEH, McClure J, Paton D, Johnston DM (2014) Uncertainty and decision making: Volcanic crisis scenarios. *International Journal of Disaster Risk Reduction* 10:75–101 . doi: 10.1016/j.ijdr.2014.07.006
- Favalli M, Fornaciai A, Nannipieri L, Harris A, Calvari S, Lormand C (2018) UAV-based remote sensing surveys of lava flow fields: a case study from Etna's 1974 channel-fed lava flows. *Bull Volcanol* 80:29 . doi: 10.1007/s00445-018-1192-6
- García Moreno JD (2016) Mapeo y determinación de parámetros físicos de las corrientes de densidad piroclásticas producidas por el volcán Tungurahua producidas desde el 2006. Tesis de Ingeniería, Escuela Politécnica Nacional
- Harris, A. J.L. and Rowland, S. K. (2001) FLOWGO: A Kinematic Thermo-Rheological Model for Lava Flowing in a Channel. *Bulletin of Volcanology* 63(1): 20–44.
- Harris AJL, Rhéty M, Gurioli L, Villeneuve N, Paris R (2016) Simulating the thermorheological evolution of channel-contained lava: FLOWGO and its implementation in EXCEL. *Geological Society, London, Special Publications* 426:313–336 . doi: 10.1144/SP426.9
- James M, Robson S, Pinkerton H, Ball M (2006) Oblique photogrammetry with visible and thermal images of active lava flows. *Bulletin of Volcanology* 69:105–108
- Kelfoun K, Druitt TH (2005) Numerical modeling of the emplacement of Socompa rock avalanche, Chile. *J Geophys Res* 110:1–13
- Kueppers U, Scheu B, Spieler O, Dingwell DB (2006) Fragmentation efficiency of explosive volcanic eruptions: A study of experimentally generated pyroclasts. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 153:125–135 . doi: 10.1016/j.jvolgeores.2005.08.006
- Mittelstaedt E, d'Ozouville N, Harpp KS, Graham DW (2014) Introduction. In: *The Galápagos*. American Geophysical Union (AGU), pp 1–3
- Oladottir B, Sigmarsson O, Larsen G, Thordarson T (2008) Katla volcano, Iceland: magma composition, dynamics and eruption frequency as recorded by Holocene tephra layers. *Bulletin of Volcanology* 70:475–493 . doi: 10.1007/s00445-007-0150-5



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

PRESUPUESTO PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN



AÑO 1

Título del proyecto

Estudio de las fisuras eruptivas, de la descarga magmática y de la reología de los flujos de lava recientes de los volcanes de Galápagos

Lista de Items	Cantidad	Unidad	Precio Unitario Referencial	Precio Total Referencial	Precio Unitario Referencial +Aporte IESS	Precio Total Referencial con IVA + Aporte del IESS
1 Contratación de servicios personales por contrato						
1.1 Ayudantes de investigación	12	mes	\$ 133.67	\$ 1,604.04	\$ 157.20	\$ 1,886.35
1.2 Prestación de servicios profesionales (Homologado Escala de remuneración de servidores publicos)		mes		\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 1			\$ 133.67	\$ 1,604.04	\$ 157.20	\$ 1,886.35
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
2 Maquinaria y equipo especializado						
2.1 Quadcopter con controlador, monitor y conector de gimbal doble	1	Quadcopter	\$ 10,745.54	\$ 10,745.54	\$ 12,035.00	\$ 12,035.00
2.2 Batería Inteligente	4	Batería	\$ 468.75	\$ 1,875.00	\$ 525.00	\$ 2,100.00
2.3 Cámara visual alta resolución	1	Cámara	\$ 803.57	\$ 803.57	\$ 900.00	\$ 900.00
2.4 Cámara infrarrojo	1	Cámara IR	\$ 9,852.68	\$ 9,852.68	\$ 11,035.00	\$ 11,035.00
Subtotal 2			\$ 21,870.54	\$ 23,276.79	\$ 24,495.00	\$ 26,070.00
3 Equipo informático						
3.1 Computador de alta capacidad para procesamiento de imágenes	1	Computadora	\$ 3,730.00	\$ 3,730.00	\$ 4,177.60	\$ 4,177.60
3.2 Licencia software para procesamiento de imágenes	1	Licencia	\$ 1,990.00	\$ 1,990.00	\$ 2,228.80	\$ 2,228.80
3.3 Item 3 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3.4 Item 4 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3.5 Item 5 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 3			\$ 5,720.00	\$ 5,720.00	\$ 6,406.40	\$ 6,406.40
4 Insumos y reactivos						
4.1 Item 1 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4.2 Item 2 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4.3 Item 3 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4.4 Item 4 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4.5 Item 5 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 4			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
5 Literatura especializada						
5.1 Item 1 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
5.2 Item 2 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
5.3 Item 3 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
5.4 Item 4 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
5.5 Item 5 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 5			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
6 Salidas de campo y de muestreo						
6.1 Pasajes al interior	4	Pasajes	\$ 500.00	\$ 2,000.00	\$ 500.00	\$ 2,000.00
6.2 Movilización a Sierra Negra y Cerro Azul	4	Pasajes	\$ 200.00	\$ 800.00	\$ 200.00	\$ 800.00
6.3 Viaticos y subsistencias al interior	60	viático diario	\$ 80.00	\$ 4,800.00	\$ 89.60	\$ 5,376.00
Subtotal 6			\$ 780.00	\$ 7,600.00	\$ 789.60	\$ 8,176.00
7 Ponencias nacionales, capacitaciones y/o visitas técnicas						
7.1 Pasajes al interior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
7.2 Viaticos y subsistencias al interior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 7			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
8 Ponencias en el exterior, capacitaciones, y/o visitas técnicas						
8.1 Pasajes al exterior	1	Pasajes	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00	\$ 2,240.00	\$ 2,240.00
8.2 Viaticos al exterior	10	viático diario	\$ 253.30	\$ 2,533.00	\$ 253.30	\$ 2,533.00
Subtotal 8			\$ 2,253.30	\$ 4,533.00	\$ 2,493.30	\$ 4,773.00
9 Pago de inscripciones						
9.1 Pago de inscripciones al interior	2	Inscripción	300.00	\$ 600.00	\$ 336.00	\$ 672.00
9.2 Pago de inscripciones al exterior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 9			\$ 300.00	\$ 600.00	\$ 336.00	\$ 672.00
10 Pago de publicaciones y patentes						
10.1 Pago de publicaciones			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
10.2 Pago de publicaciones al exterior	1	Publicación	\$ 1,500.00	\$ 1,500.00	\$ 2,055.00	\$ 2,055.00
10.2 Pago de patentes			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 10			\$ 1,500.00	\$ 1,500.00	\$ 2,055.00	\$ 2,055.00
TOTAL				\$ 44,833.83		\$ 50,038.76

AÑO 2

Título del proyecto

Estudio de las fisuras eruptivas, de la descarga magmática y de la reología de los flujos de lava recientes de los volcanes de Galápagos

Lista de Items	Cantidad	Unidad	Precio Unitario Referencial	Precio Total Referencial	Precio Unitario Referencial +Aporte IESS	Precio Total Referencial con IVA + Aporte del IESS
1 Contratación de servicios personales por contrato						
1.1 Ayudantes de investigación	12	mes	\$ 133.67	\$ 1,604.04	\$ 157.20	\$ 1,886.35
1.2 Prestación de servicios profesionales (Homologado Escala de remuneración de servidores publicos)		mes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 1			\$ 133.67	\$ 1,604.04	\$ 157.20	\$ 1,886.35
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
2 Maquinaria y equipo especializado						
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 Equipo informático						
3.1 Licencia software para procesamiento de imágenes	1	Licencia	\$ 1,990.00	\$ 1,990.00	\$ 2,228.80	\$ 2,228.80
3.2 Item 2 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3.3 Item 3 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3.4 Item 4 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3.5 Item 5 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 3			\$ 1,990.00	\$ 1,990.00	\$ 2,228.80	\$ 2,228.80
4 Insumos y reactivos						
4.1 Item 1 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4.2 Item 2 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4.3 Item 3 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4.4 Item 4 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4.5 Item 5 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 4			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
5 Literatura especializada						
5.1 Item 1 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
5.2 Item 2 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
5.3 Item 3 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
5.4 Item 4 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
5.5 Item 5 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 5			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
6 Salidas de campo y de muestreo						
6.1 Pasajes al interior	4	Pasajes	\$ 500.00	\$ 2,000.00	\$ 500.00	\$ 2,000.00
6.2 Movilización en barco hasta Fernandina	1	Barco	\$ 7,000.00	\$ 7,000.00	\$ 7,000.00	\$ 7,000.00
6.3 Viaticos y subsistencias al interior	60	viático diario	\$ 80.00	\$ 4,800.00	\$ 89.60	\$ 5,376.00
Subtotal 6			\$ 7,580.00	\$ 13,800.00	\$ 7,589.60	\$ 14,376.00
7 Ponencias nacionales, capacitaciones y/o visitas técnicas						
7.1 Pasajes al interior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
7.2 Viaticos y subsistencias al interior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 7			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
8 Ponencias en el exterior, capacitaciones, y/o visitas técnicas						
8.1 Pasajes al exterior (Francia)	1	Pasajes	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00	\$ 2,240.00	\$ 2,240.00
8.2 Viaticos al exterior (Francia)	10	viático diario	\$ 253.30	\$ 2,533.00	\$ 253.30	\$ 2,533.00
8.3 Pasaje al exterior (EE.UU.)	1	Pasajes	\$ 1,500.00	\$ 1,500.00	\$ 1,680.00	\$ 1,680.00
8.4 Viaticos al exterior (EE.UU.)	8	viático diario	\$ 239.70	\$ 1,917.60	\$ 239.70	\$ 1,917.60
Subtotal 8			\$ 3,993.00	\$ 7,950.60	\$ 2,493.30	\$ 8,370.60
9 Pago de inscripciones						
9.1 Pago de inscripciones al interior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
9.2 Pago de inscripciones al exterior	1	Inscripción	\$ 600.00	\$ 600.00	\$ 822.00	\$ 822.00
Subtotal 9			\$ 600.00	\$ 600.00	\$ 822.00	\$ 822.00
10 Pago de publicaciones y patentes						
10.1 Pago de publicaciones			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
10.2 Pago de publicaciones al exterior	1	Publicación	\$ 1,500.00	\$ 1,500.00	\$ 2,055.00	\$ 2,055.00
10.2 Pago de patentes			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 10			\$ 1,500.00	\$ 1,500.00	\$ 2,055.00	\$ 2,055.00
TOTAL				\$ 27,444.64		\$ 29,738.75

Título del proyecto

Estudio de las fisuras eruptivas, de la descarga magmática y de la reología de los flujos de lava recientes de los volcanes de Galápagos

Presupuesto consolidado sin IVA

AÑO	Contratación de servicios personales por contrato	Maquinaria y equipo especializado	Equipo informático	Insumos y reactivos	Literatura especializada	Salidas de campo y de muestreo	Ponencias nacionales, capacitaciones y/o visitas técnicas	Ponencias en el exterior, capacitaciones, y/o visitas técnicas	Pago de inscripciones	Pago de publicaciones y patentes	Total sin IVA
1	\$ 1,604.04	\$ 23,276.79	\$ 5,720.00	\$ -	\$ -	\$ 7,600.00	\$ -	\$ 4,533.00	\$ 600.00	\$ 1,500.00	\$ 44,833.83
2	\$ 1,604.04	\$ -	\$ 1,990.00	\$ -	\$ -	\$ 13,800.00	\$ -	\$ 7,950.60	\$ 600.00	\$ 1,500.00	\$ 27,444.64
3	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
TOTAL	\$ 3,208.08	\$ 23,276.79	\$ 7,710.00	\$ -	\$ -	\$ 21,400.00	\$ -	\$ 12,483.60	\$ 1,200.00	\$ 3,000.00	\$ 72,278.47

Presupuesto consolidado con IVA

AÑO	Contratación de servicios personales por contrato	Maquinaria y equipo especializado	Equipo informático	Insumos y reactivos	Literatura especializada	Salidas de campo y de muestreo	Ponencias nacionales, capacitaciones y/o visitas técnicas	Ponencias en el exterior, capacitaciones, y/o visitas técnicas	Pago de inscripciones	Pago de publicaciones y patentes	Total con IVA
1	\$ 1,886.35	\$ 26,070.00	\$ 6,406.40	\$ -	\$ -	\$ 8,176.00	\$ -	\$ 4,773.00	\$ 672.00	\$ 2,055.00	\$ 50,038.76
2	\$ 1,886.35	\$ -	\$ 2,228.80	\$ -	\$ -	\$ 14,376.00	\$ -	\$ 8,370.60	\$ 822.00	\$ 2,055.00	\$ 29,738.75
3	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
TOTAL	\$ 3,772.70	\$ 26,070.00	\$ 8,635.20	\$ -	\$ -	\$ 22,552.00	\$ -	\$ 13,143.60	\$ 1,494.00	\$ 4,110.00	\$ 79,777.51

DECLARACIÓN FINAL

TIPO DE PROYECTO

Proyecto Interno Proyecto Semilla Proyecto Junior Proyecto Multi e Interdisciplinario

TIPO DE INVESTIGACIÓN

Investigación básica Investigación aplicada

TÍTULO DEL PROYECTO

Estudio de las fisuras eruptivas, de la descarga magmática y de la reología de los flujos de lava recientes de los volcanes de Galápagos

DECLARACIÓN DEL DIRECTOR DEL PROYECTO

El equipo de investigadores, representado por el Director del Proyecto declara lo siguiente:

- Que el presente proyecto es una obra original de este equipo de investigadores y por tanto, asumimos la completa responsabilidad legal en caso de que un tercero alegue la titularidad de los derechos intelectuales del proyecto, exonerando a la EPN de cualquier acción legal que se derive por esta causa.
- Que el presente proyecto no ha sido presentado en ninguna convocatoria de otra institución pública o privada solicitando el financiamiento total del presupuesto. El incumplimiento será causal para que la propuesta sea descalificada de la convocatoria de la EPN.
- Que todos los bienes adquiridos en el proyecto permanecerán bajo la custodia y responsabilidad del director de proyecto.
- Que aceptamos que si el proyecto genera algún producto o procedimiento susceptible de obtener de derechos de propiedad intelectual, de los cuales se deriven beneficios, éstos serán compartidos entre los investigadores y la EPN.
- Que aceptamos conocer y cumplir con la normativa vigente para la gestión de proyectos de investigación.



Firma del Director del Proyecto
Nombre: Benjamin Pierre Thibaut BERNARD
C.I.: 175198043-2

DECLARACIÓN DEL JEFE DE DEPARTAMENTO

Esta propuesta ha sido avalada por el Consejo del Departamento de GEOFISICA....., en sesión del día 27/07/2017... mediante resolución No.

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.



Firma del Jefe del Departamento
Nombre: Alexandra Patricia ALVÁRADO CEVALLOS
C.I.: 170958826-1

*Se debe adjuntar el acta en el que conste la resolución que avala la propuesta de proyecto