

**PROYECTO SEMILLA PIS-16-12**

***"Estudio de arreglos sísmicos para la detección de lahares en el volcán Cotopaxi basados en datalogger con FPGA SPARTAN VI"***

En la ciudad de Quito D.M., a los veintiún días del mes de noviembre del año dos mil veinte y dos, comparecen a la celebración de la presente Acta de Finalización del Proyecto Semilla **PIS-16-12 "Estudio de arreglos sísmicos para la detección de lahares en el volcán Cotopaxi basados en datalogger con FPGA SPARTAN VI"**, por una parte, la **Dra. Alexandra Patricia Alvarado Cevallos** en calidad de **Vicerrectora de Investigación, Innovación y Vinculación** de la Escuela Politécnica Nacional, y por otra el **M.Sc. Wilson Leonel Enríquez López** en calidad de **Director del Proyecto Semilla PIS-16-12**, al tenor de lo siguiente:

**1. ANTECEDENTES:**

- El 9 de mayo de 2016, el Consejo de Investigación y Proyección Social mediante Resolución 036/16, aprueba el Cronograma para el lanzamiento de la Convocatoria para la presentación de Proyectos de Investigación Internos, Semilla, Junior y Multi e Interdisciplinarios 2016.
- El 9 de febrero de 2017, al amparo de lo dispuesto por Consejo de Investigación y Proyección Social, mediante Resolución 012/17, se aprobaron los proyectos Semilla 2016, entre ellos el denominado *"Estudio de arreglos sísmicos para la detección de lahares en el volcán Cotopaxi basados en datalogger con FPGA SPARTAN VI"*, presentado por el M.Sc. Wilson Enríquez.
- Mediante Memorando EPN-VIPS-2017-0457-M del 6 de marzo de 2017, el Vicerrectorado de Investigación y Proyección Social notifica al M.Sc. Wilson Enríquez que se ha aprobado el Proyecto de Investigación Semilla PIS-16-12 *"Estudio de arreglos sísmicos para la detección de lahares en el volcán Cotopaxi basados en datalogger con FPGA SPARTAN VI"*.
- Mediante Memorando EPN-VIPS-2017-0744-M del 10 de abril de 2017, el Vicerrectorado de Investigación y Proyección Social notifica a los directores de los proyectos semilla 2016 que el inicio de los proyectos es el 17 de abril de 2017.

**2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO:**

<b>Código del proyecto</b>	PIS-16-12
<b>Título del proyecto</b>	Estudio de arreglos sísmicos para la detección de lahares en el volcán Cotopaxi basados en datalogger con FPGA SPARTAN VI
<b>Director</b>	WILSON LEONEL ENRIQUEZ LOPEZ
<b>Colaborador</b>	MARIO CALIXTO RUIZ ROMERO
<b>Unidad ejecutora</b>	Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional
<b>Línea de investigación</b>	Evaluación de la amenaza y riesgo volcánico
<b>Objetivo</b>	Desarrollar un método innovador para monitorizar, detectar y predecir el alcance de Lahares en el volcán Cotopaxi integrando una nueva metodología basada en arreglos de sensores sísmicos ubicados en forma geométrica espacial para mejorar y fortalecer la detección de señales sísmicas complejas que son desapercibidas por una estación simple

<b>Duración del proyecto</b>	-Fecha de Inicio: 2017-04-17 -Fecha de Fin Planeada:2018-10-17 -Fecha de Fin Real:2018-10-17 -Duración total:18 meses
<b>Presupuesto aprobado</b>	\$ 17.080,44 USD
<b>Presupuesto ejecutado</b>	\$ 15.851,48 USD
<b>Fecha entrega informe final:</b>	25 de enero de 2019.

### 3. INFORME FINAL:

Mediante Memorando EPN-PIS-16-12-2019-0001-M del 25 de enero de 2019 el M.Sc. Wilson Enríquez, Director del Proyecto de Investigación Semilla PIS-16-12, presenta el Informe Final del proyecto que dirige, mismo que es revisado por la Dirección de Investigación, que emite observaciones mediante Memorando EPN-DIPS-2019-0352-M del 5 de junio de 2019.

Mediante Memorando EPN-PIS-16-12-2022-0003-M del 20 de octubre de 2022, el M.Sc. Wilson Enríquez presenta el Informe Final corregido del Proyecto PIS-16-12, mismo que se anexa y forma parte integrante de la presente Acta de Finalización, cuyas conclusiones y productos generados son:

#### CONCLUSIONES:

- En este proyecto se abordó el problema de la detección de lahares y su velocidad de tránsito hasta llegar a un determinado centro poblado.
- Se utilizó un arreglo de sensores de 10 Hz en una configuración lineal, más un sistema de adquisición de datos diseñado y construido en el proyecto, más un modelo matemático basado en la matriz de correlación cruzada para determinar la velocidad de tránsito del frente de onda del evento.
- Este arreglo puede utilizarse en varias configuraciones, ya sean circulares o pentagonales para obtener diversas soluciones de acuerdo al problema que se necesite solucionar.
- La ventaja de utilizar el arreglo propuesto es que aumenta el nivel de precisión en el cálculo de la velocidad de tránsito del flujo con lo que se puede hacer una estimación en rápida del tiempo de arribo de un lahar a una determinada zona poblada.

#### PRODUCTOS:

- **Artículo aceptado para revisión:** "*Seismic sensor array for lahar detection at Cotopaxi volcano based on a datalogger with FPGA*"; Enríquez Wilson, Nazate Paola; Cogent Engineering (Indexada SCOPUS, Q2); ISSN: 23311916; diciembre 2020.
- **Artículo publicado:** "*Prototipo DAS basado en FPGA de 12 canales para monitoreo Geodinámico*"; Wilson Enríquez, Paola Nazate, Omar Marcillo; Visión Electrónica - Algo más que un estado sólido (Indexada Latindex); ISSN: 1909-9746; DOI: 10.14483/22484728.13782; junio 2018.

- **Conferencia:** *"Prototipo DAS basado en FPGA de 12 canales para monitoreo Gepdinámico"*; Wilson Enríquez, Paola Nazate; Congreso internacional de Electrónica, Control y Telecomunicaciones; Bogotá, Colombia; septiembre 2017.
- **Presentación a la comunidad politécnica:** *"Proyecto: Arreglos de sensores sísmicos para la detección de lahares en el volcán Cotopaxi basados en datalogger con FPGA Spartan VI"*; Wilson Enríquez, Paola Nazate; Hemiciclo Politécnico, diciembre 2018.
- **Proyecto de titulación Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones:** *"Prototipo de sistema de comunicación inalámbrico para sensores sísmicos aplicado al monitoreo de volcanes activos para el Instituto Geofísico"*; Vera Calderón José Luis; URL: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20439>; julio 2019.
- **Perfil de proyecto de investigación de mayor impacto:** *"Desarrollo de antenas de sensores inalámbricos de apertura corta y su aplicación en el estudio de las fuentes sísmicas del volcán Sierra Negra – Galápagos"*; proyecto de Investigación Junior presentado en la Convocatoria de proyectos de la Escuela Politécnica Nacional 2018.

#### 4. LIQUIDACIÓN ECONÓMICA:

El monto asignado al Proyecto de Investigación Semilla PIS-16-12 fue de \$ 17.080,44 USD (diecisiete mil ochenta dólares americanos, con 44/100), y se ejecutaron \$ 15.851,48 USD (quince mil ochocientos cincuenta y un dólares americanos, con 48/100), conforme al detalle emitido por la Unidad de Gestión de Investigación y Proyección Social del Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Vinculación, que se adjunta a la presente Acta y forma parte integrante de la misma.

#### 5. FINALIZACIÓN:

Con la presente Acta se declara finalizado y cerrado el Proyecto de Investigación Semilla PIS-16-12 *"Estudio de arreglos sísmicos para la detección de lahares en el volcán Cotopaxi basados en datalogger con FPGA SPARTAN VI"*.

Para constancia de lo ejecutado y por estar de acuerdo con el contenido de la presente Acta, las partes libre y voluntariamente suscriben la misma, en tres ejemplares de igual contenido, tenor y valor legal.

Dado en la ciudad de Quito, D.M. a los veintiún días del mes de noviembre del año dos mil veinte y dos.

---

Dra. Alexandra Alvarado  
Vicerrectora de Investigación,  
Innovación y Vinculación

sp/np

---

M.Sc. Wilson Enríquez  
Director del Proyecto  
PIS-16-12