

Comité Interno de la Subcuenta de Investigación del  
Fondo para la Prevención de Desastres Naturales

Acta de la Decimoséptima Sesión Ordinaria	
En la sala de videoconferencias del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), el 07 de julio de 2017, a las 10:00 horas, el Comité Interno de la Subcuenta de Investigación para la Prevención (CI), sesionó de acuerdo con el siguiente <u>Orden del Día</u> :	
I.	Bienvenida
II.	Registro de asistencia y determinación de <i>quorum</i> legal
III.	Presentación y, en su caso, aprobación de los entregables correspondientes al proyecto " <i>Análisis de la Vulnerabilidad Física a la Subsistencia y Agrietamiento en la Ciudad de México</i> " Actividades 5.3 <i>Integración de datos geofísicos y topográficos</i> , 6.1 <i>Estimación de la vulnerabilidad del medio físico al fracturamiento</i> , 6.2 <i>Estimación de la vulnerabilidad social a nivel AGEB</i> y 6.3 <i>Análisis de la vulnerabilidad social al fracturamiento</i>
IV.	Presentación y, en su caso, aprobación de los entregables correspondientes al proyecto " <i>Pronóstico estacional de condiciones de sequía meteorológica en México utilizando un sistema de modelación climática regional para el desarrollo de un prototipo de sistema de alerta por sequía</i> " Actividades: 1.2 <i>Elección del dominio computacional, configuración del modelo y elección de métricas para la verificación</i> y 1.3 <i>Desarrollo del sistema de pronóstico de la sequía utilizando un modelo climático regional</i>
V.	Seguimiento de Acuerdos de la Decimosexta Sesión Ordinaria, de fecha 02 de junio de 2017
VI.	Asuntos generales
VII.	Toma de acuerdos, lectura y firma de acta

A la reunión asistieron las y los siguientes miembros e invitados del CI:

MIEMBROS
<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Dr. Carlos Miguel Valdés González, Director General del CENAPRED y Presidente del Comité Interno;</li> <li>&gt; Lic Jorge Rivera Álvarez, Director General Adjunto de Control y Seguimiento en Materia de Prevención de Desastres;</li> </ul>

*[Handwritten signatures and initials in blue and brown ink on the right margin]*

- M. en C. Carlos Antonio Gutiérrez Martínez, Director de Investigación del CENAPRED;
- Ing. Óscar Zepeda Ramos, Director de Análisis y Gestión de Riesgos del CENAPRED;
- Ing. José Gilberto Castelán Pescina, Director de Instrumentación y Cómputo del CENAPRED;
- Ing. Enrique Bravo Medina, Director de la Escuela Nacional de Protección Civil del CENAPRED;
- M. en I. Tomás Alberto Sánchez Pérez, Director de Difusión del CENAPRED, y
- Mtra. Constanza Anahí Elsa Rivera Pereira, Coordinadora Administrativa del CENAPRED.

#### SECRETARIA TÉCNICA

- Mtra. Gloria Guadalupe Balderas Dórame, Directora de Servicios Técnicos del CENAPRED, de conformidad con el artículo 10 de los Lineamientos para la operación del Comité Interno de la Subcuenta de Investigación (LINEAMIENTOS), en el marco del Acuerdo por el que se establecen las Reglas de Operación del Fondo para la Prevención de Desastres Naturales (ROFOPREDEN).

#### INVITADOS

- Act. María Elena Gálvez Arellano, Directora de Normatividad, Convenios e Instrumentos financieros Preventivos de la Coordinación Nacional de Protección Civil de la Secretaría de Gobernación;
- Mtra. Claudia García Torres, Directora de Área del Órgano Interno de Control en la Secretaría de Gobernación;
- Lic. Juan Jesús Acevedo Montaña, Director de Administración de Programas del ramo 23 de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), y
- Act. Eréndira Xochiquetzal Fonseca Rocha, Subdirectora de Desarrollo de Procesos de la Unidad de Seguros, Pensiones y Seguridad Social de la SHCP.

#### I. Bienvenida

El Dr. Valdés dio la bienvenida a las y los integrantes e invitados del CI.

#### II. Registro de asistencia y determinación de *quorum* legal

La Secretaría Técnica informó que existía *quorum* legal para llevar a cabo la Decimoséptima Sesión Ordinaria. Asimismo, sometió a consideración del CI la modificación al orden del día, para incluir

en el punto IV Presentación y, en su caso, aprobación de los entregables correspondientes al proyecto *“Pronóstico estacional de condiciones de sequía meteorológica en México utilizando un sistema de modelación climática regional para el desarrollo de un prototipo de sistema de alerta por sequía”*

Actividades: 1.2 *Elección del dominio computacional, configuración del modelo y elección de métricas para la verificación*, 1.3 *Desarrollo del sistema de pronóstico de la sequía utilizando un modelo climático regional*, aprobándose por unanimidad la modificación.

Asimismo, el Ing. Castelán indicó que expondría ante el CI, en los asuntos generales, información acerca de los proyectos que podrían considerarse para el financiamiento de este ejercicio por la subcuenta de investigación.

III. Presentación y, en su caso, aprobación de los entregables correspondientes al proyecto *“Análisis de la Vulnerabilidad Física a la Subsistencia y Agrietamiento en la Ciudad de México”*

Actividades 5.3 *Integración de datos geofísicos y topográficos*, 6.1 *Estimación de la vulnerabilidad del medio físico al fracturamiento*, 6.2 *Estimación de la vulnerabilidad social a nivel AGEB* y 6.3 *Análisis de la vulnerabilidad social al fracturamiento*

La Mtra. Balderas cedió la palabra al Ing. Óscar Zepeda para que explicara la información respectiva a las actividades 5.3 *Integración de datos geofísicos y topográficos*, 6.1 *Estimación de la vulnerabilidad del medio físico al fracturamiento*, 6.2 *Estimación de la vulnerabilidad social a nivel AGEB*, y 6.3 *Análisis de la vulnerabilidad social al fracturamiento*. El Ing. Zepeda explicó de manera breve la información, indicando que de la revisión se desprende que los entregables 5.3, 6.1, 6.2 y 6.3 reúnen los requisitos técnicos del proyecto.

Acto seguido, la Mtra. Balderas sometió a votación de los miembros del CI los entregables, quienes aprobaron por unanimidad las actividades. Por lo anterior, se llevarán a cabo las gestiones correspondientes para realizar el pago que asciende a \$1,250,000.00 (UN MILLÓN DOSCIENTOS CINCUENTA MIL PESOS 00/100 M.N.). Adicionalmente, indicó que el proyecto lleva un avance del 77.77%.

IV. Presentación y, en su caso, aprobación de los entregables correspondientes al proyecto *“Pronóstico estacional de condiciones de sequía meteorológica en México utilizando un sistema de modelación climática regional para el desarrollo de un prototipo de sistema de alerta por sequía”*

Actividades: 1.2 *Elección del dominio computacional, configuración del modelo y elección de métricas para la verificación* y 1.3 *Desarrollo del sistema de pronóstico de la sequía utilizando un modelo climático regional*

La Mtra. Balderas cedió la palabra al M. en C. Carlos Gutiérrez para que explicara la información correspondiente a las actividades 1.2 *Elección del dominio computacional, configuración del modelo y elección de métricas para la verificación* y 1.3 *Desarrollo del sistema de pronóstico de la sequía utilizando un modelo climático regional*. El M. en C. Gutiérrez comentó de manera breve la información, indicando que de la revisión se desprende que los entregables 1.2 y 1.3 reúnen los requisitos técnicos del proyecto.

Acto seguido, la Mtra. Balderas sometió a votación de los miembros del CI los entregables, quienes aprobaron por unanimidad las actividades. Por lo anterior, se llevarán a cabo las gestiones correspondientes para realizar el pago que asciende a \$ 2,714,285.68 (DOS MILLONES SETECIENTOS CATORCE MIL DOSCIENTOS OCHENTA Y CINCO PESOS 68/100 M.N.).

#### V. Seguimiento de Acuerdos de la Decimosexta Sesión Ordinaria, de fecha 02 de junio de 2017

La Mtra. Balderas expuso el seguimiento a los acuerdos:

*Acuerdo R0/16/01/2017: "Se aprueba por unanimidad la actividad 2.3 Zona de Baja California (baja California Norte y Baja California Sur) del Proyecto "Vulnerabilidad de estructuras de puentes en zonas de gran influencia de ciclones tropicales". Por lo anterior, se llevarán a cabo las gestiones correspondientes para realizar el pago"*

La Mtra. Balderas informó que el día 13 de junio de 2017, se realizó el pago correspondiente solicitado a través del oficio H00-DG/0759/2017, del 8 de junio pasado.

Asimismo, la Mtra. Balderas informó que en cumplimiento al acuerdo R0/16/02/2017: *"Se aprueban por unanimidad los Programas de Actividades, Plazos y Costos que reflejan las prórrogas a los plazos originalmente autorizados por el CI, sin modificar montos ni actividades, de conformidad con el artículo 35 de los LINEAMIENTOS, correspondientes a los proyectos:*

- *Pronóstico estacional de condiciones de sequía meteorológica en México utilizando un sistema de modelación climática regional para el desarrollo de un prototipo de sistema de alerta por sequía;*
- *Análisis de vulnerabilidad física a la subsidencia, hundimiento y agrietamiento en la Ciudad de México;*
- *Evaluación y visualización de variables climatológicas extremas (Contribución para el Atlas Nacional de Riesgos);*
- *Desarrollo de un sistema de pronóstico operacional de eventos extremos basado en modelos numéricos de predicción de las condiciones meteorológicas, de oleaje y marea de tormenta, incluyendo la evaluación del desempeño de los modelos y la determinación de incertidumbres, con fines de alertamiento, y*

- *Estudio para regionalizar los gastos generados por avenidas máximas, como base para la elaboración de mapas de peligro por inundaciones fluviales en todas las cuencas de la República Mexicana.*

*Lo anterior, se hará de conocimiento del Comité Técnico del FOPREDEN, a través de la Dirección General para la Gestión de Riesgos, así como al Centro de Ciencias de la Atmósfera, Instituto de Ingeniería y Centro de Geociencias.*

*Asimismo, se acordó realizar la modificación correspondiente al proyecto "Vulnerabilidad de estructuras de puentes en zonas de gran influencia de ciclones tropicales" para la actividad 2.3 quedando como sigue 2.3 Zona de Baja California (Baja California y Baja California Sur). Por lo anterior, cualquier referencia a "Baja California Norte" se entenderá como "Baja California".*

La Mtra. Balderas comentó que se enviaron los oficios H00-DG/0761/2017 al H00-DG/0764/2017, del 08 de junio pasado, a la Dirección General para la Gestión de Riesgos, así como a la Universidad Nacional Autónoma de México, respectivamente .

## VI. Asuntos generales

Bajo este punto la Mtra. Balderas cedió el uso de la voz al Ing. Castelán, quien presentó a los miembros del CI los proyectos de investigación para ser financiados por la Subcuenta de Investigación con recurso aprobado para el ejercicio 2017, denominados:

- Desarrollo de algoritmos de procesamiento de imágenes satelitales GOES\_16 para su inclusión en el Atlas Nacional de Riesgos, cuyo monto asciende a \$1,000,000.00, e
- Identificación de peligros volcánicos a través de un Sistema de Monitoreo Visual en tiempo real para los volcanes Popocatepetl y Fuego de Colima utilizando video de alta resolución e imágenes en infrarrojo, cuyo monto asciende a \$340,000.00.

Al respecto, los presentes emitieron comentarios. Acto seguido, la Mtra. Balderas sometió a consideración del CI la posibilidad de aprobar los proyectos presentados, mismos que fueron votados favorablemente de manera unánime, por lo que se procederá en consecuencia, conforme lo dispone el Acuerdo por el que se establecen las Reglas de Operación del Fondo para la Prevención de Desastres Naturales (ROFOPREDEN). Asimismo, la Act. Gálvez solicitó que se envíe, a la brevedad, a la Dirección General para la Gestión de Riesgos, toda la información relativa de los proyectos aprobados en la presente sesión, para conocimiento del Comité Técnico del FOPREDEN, en su próxima sesión que está prevista para el 19 de julio de 2017.

Posteriormente, la Mtra. Balderas preguntó si existía otro tema que tratar en este punto, indicando el Ing. Zepeda los avances que, hasta el momento, se tiene de los proyectos *Evaluación y*

visualización de variables climatológicas extremas (Contribución para el Atlas Nacional de Riesgos) y Elaboración de escenarios de peligro por inundación y deslizamiento de laderas, mediante información obtenida por Vehículos Aéreos no Tripulados-drones (VANT). Al respecto, el CI toma conocimiento.

## VII. Toma de acuerdos, lectura y firma de acta

*Acuerdo R0/17/01/2017:* Se aprueba por unanimidad las actividades 5.3 Integración de datos geofísicos y topográficos, 6.1 Estimación de la vulnerabilidad del medio físico al fracturamiento, 6.2 Estimación de la vulnerabilidad social a nivel AGEB y 6.3 Análisis de la vulnerabilidad social al fracturamiento del proyecto “Análisis de la Vulnerabilidad Física a la Subsistencia y Agrietamiento en la Ciudad de México”. Por lo anterior, se llevarán a cabo las gestiones correspondientes para realizar el pago.

*Acuerdo R0/17/02/2017:* Se aprueba por unanimidad las actividades 1.2 Elección del dominio computacional, configuración del modelo y elección de métricas para la verificación y 1.3 Desarrollo del sistema de pronóstico de la sequía utilizando un modelo climático regional del proyecto “Pronóstico estacional de condiciones de sequía meteorológica en México utilizando un sistema de modelación climática regional para el desarrollo de un prototipo de sistema de alerta por sequía”. Por lo anterior, se llevarán a cabo las gestiones correspondientes para realizar el pago.

*Acuerdo R0/17/03/2017:* Se toma conocimiento del seguimiento de los acuerdos adoptados en la Decimosexta Sesión Ordinaria.

*Acuerdo R0/17/04/2017:* Se aprueba por unanimidad el proyecto Desarrollo de algoritmos de procesamiento de imágenes satelitales GOES\_16 para su inclusión en el Atlas Nacional de Riesgos, cuyo monto asciende a \$1,000,000.00 (UN MILLÓN DE PESOS 00/100 M.N.), para ser financiado por la Subcuenta de Investigación para el ejercicio fiscal 2017.

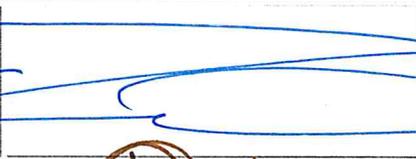
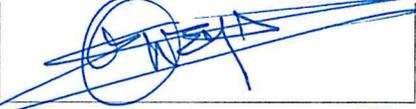
*Acuerdo R0/17/05/2017:* Se aprueba por unanimidad el proyecto Identificación de peligros volcánicos a través de un Sistema de Monitoreo Visual en tiempo real para los volcanes Popocatepetl y Fuego de Colima utilizando video de alta resolución e imágenes en infrarrojo, cuyo monto asciende a \$340,000.00 (TRESCIENTOS CUARENTA MIL PESOS 00/100 M.N.), para ser financiado por la Subcuenta de Investigación para el ejercicio fiscal 2017.

*Acuerdo R0/17/06/2017:* Enviar a la Dirección General para la Gestión de Riesgos la información relativa de los proyectos aprobados en la presente sesión, para conocimiento del Comité Técnico del FOPREDEN, en su próxima sesión que está prevista para el 19 de julio de 2017.

*Acuerdo R0/17/07/2017:* El inicio de la ejecución de los proyectos autorizados en la presente sesión y los subsecuentes, se considerará a partir de la fecha en la que el fiduciario notifique al CENAPRED la disponibilidad de los recursos asignados.

Acuerdo R0/17/08/2017: La próxima sesión ordinaria se tiene prevista para el 04 de agosto de 2017.

**FIRMAS DE CONFORMIDAD**

Nombre	Firma
<p><b>Dr. Carlos Miguel Valdés González</b>                      Director General del CENAPRED y Presidente del Comité Interno</p>	
<p><b>Lic. Jorge Rivera Álvarez</b>                      Director General Adjunto de Control y Seguimiento en materia de Prevención de Desastres</p>	
<p><b>M. en C. Carlos Antonio Gutiérrez Martínez</b>                      Director de Investigación del CENAPRED</p>	
<p><b>Ing. Óscar Zepeda Ramos</b>                      Director de Análisis y Gestión de Riesgos del CENAPRED</p>	
<p><b>Ing. José Gilberto Castelán Pescina</b>                      Director de Instrumentación y Cómputo del CENAPRED</p>	
<p><b>Ing. Enrique Bravo Medina</b>                      Director de la Escuela Nacional de Protección Civil del CENAPRED</p>	
<p><b>M. en I. Tomás Alberto Sánchez Pérez</b>                      Director de Difusión del CENAPRED</p>	
<p><b>Mtra. Constanza Anahí Elsa Rivera Pereira</b>                      Coordinadora Administrativa del CENAPRED</p>	
<p><b>Mtra. Gloria Guadalupe Balderas Dórame</b>                      Directora de Servicios Técnicos del CENAPRED y Secretaria Técnica del Comité Interno</p>	



**INVITADOS**

<p><b>Act. María Elena Gálvez Arellano</b>                  Directora de Normatividad, Convenios e Instrumentos financieros Preventivos de la Coordinación Nacional de Protección Civil de la SEGOB</p>	
<p><b>Mtra. Claudia García Torres</b>                  Directora de Área                  Órgano Interno de Control de la SEGOB</p>	
<p><b>Lic. Juan Jesús Acevedo Montaña</b>                  Director de Administración de Programas del ramo 23 de la SHCP</p>	
<p><b>Act. Eréndira Xochiquetzal Fonseca Rocha</b>                  Subdirectora de Desarrollo de Procesos                  Unidad de Seguros, Pensiones y Seguridad Social de la SHCP</p>	<p>Fonseca Rocha Eréndira</p>

Esta hoja de firmas corresponde al acta de la Decimoséptima Sesión Ordinaria del Comité Interno de la Subcuenta de Investigación, celebrada el 07 de julio de 2017.



→





## I. Nombre del Proyecto de Investigación

Desarrollo de algoritmos de procesamiento de imágenes satelitales GOES\_16 para su inclusión en el Atlas Nacional de Riesgos

### Requisitos de elegibilidad técnicos y administrativos

#### a) Elegibilidad técnica.

La necesidad de contar con datos cada vez más precisos y en tiempos cada vez más cortos, cuando se presentan condiciones meteorológicas o ambientales adversas, es particularmente importante en estos tiempos en donde el cambio climático tiene efectos visibles en los sistemas naturales y antrópicos.

El 19 de noviembre de 2016 fue lanzado exitosamente el satélite GOES-R, (ahora GOES-16) por parte de la NASA (National Aeronautics and Space Administration, EEUU). Este equipo espacial es el primero de una nueva generación de satélites meteorológicos de órbita geoestacionaria, que constituye una mejora muy importante en la calidad de la información, con respecto a los sensores anteriores de la misión GOES.

El Laboratorio Nacional de Observación de la Tierra cuenta con el único sistema de recepción de imágenes del satélite GOES\_16, en México. Este provee datos de utilidad manifiesta; debido a la alta resolución espacial, que va de 500 m a 2 km, espectral en 16 diferentes longitudes de onda y temporal que llega ser de hasta 5 minutos. Este nuevo equipamiento provee de medios de investigación de última generación al contar con bandas espectrales nunca antes disponibles, o que incluyen mayores resoluciones espaciales y temporales.

El paquete de instrumentos a bordo de los satélites GOES-R se compone de:

- El generador avanzado de imágenes de línea base (Advanced Baseline Imager, ABI) de 16 canales, diseñado para observar las nubes, la atmósfera y la superficie terrestre. El ABI constituye una mejora respecto del generador de imágenes a bordo de los satélites GOES actuales, ya que cuenta con una resolución espacial 4 veces mayor, una velocidad de captación de imágenes 5 veces más rápida, una mayor cobertura espectral (cuenta con 3.2 veces más canales) y la capacidad de obtener mediciones más exactas;

- El sensor de rayos geostacionario (Geostationary Lightning Mapper, GLM), que permitirá observar las descargas eléctricas en el hemisferio;
- los sensores de irradiancia en el ultravioleta extremo y rayos X (Extreme ultra-violet and X-ray Irradiance Sensors, EXIS), que miden las partículas solares, y el generador de imágenes solares ultravioletas (Solar UltraViolet Imager, SUVI), que generará imágenes del Sol;
- el conjunto de instrumentos de observación del ambiente espacial, que incluye la suite de sensores del ambiente espacial (Space Environment In-Situ Suite, SEISS) y el magnetómetro (MAG), para observar el entorno espacial Terrestre y las tormentas geomagnéticas

Estos datos proveen información muy importante para conocer y entender mejor los fenómenos que ocurren en la Tierra, los océanos y la atmósfera; y la compleja interrelación entre ellos, así como los procesos del clima espacial.

#### b) Elegibilidad administrativa

El Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), como instancia técnica-científica de la Coordinación Nacional de Protección Civil se encuentra plenamente acreditado e identificado ante los órganos decisorios del Fondo para la Prevención de Desastres Naturales (FOPREDEN) y su Representante Legal cuenta con las atribuciones necesarias a fin de garantizar la adecuada ejecución del mismo.

El objetivo del Proyecto de Investigación se apega a lo establecido en la fracción VI del artículo 48 de la ROFOPREDEN, el cual señala que la Subcuenta proporcionará financiamiento para “Investigaciones aplicadas al desarrollo y mejoramiento de tecnologías para la prevención y mitigación de riesgos”.

**Monto del financiamiento con cargo a la Subcuenta de Investigación del FOPREDEN**

\$1,000,000.00 (Un millón de pesos 00/100 MN).

## II. Términos de referencia del Proyecto de Investigación:

#### a) Objetivo General del Proyecto de Investigación

Llevar a cabo el desarrollo de algoritmos de procesamiento de imágenes satelitales GOES\_16 para su inclusión en el Atlas Nacional de Riesgos

#### Objetivos Específicos del Proyecto de Investigación

1. Desarrollar algoritmos para la detección de puntos de calor para alerta temprana de incendios y rayos con imágenes de alta resolución.
2. Llevar a cabo la calibración de los datos de nubes de ceniza para los Volcanes Mexicanos activos como el Popocatepetl y el de Fuego de Colima.
3. Desarrollar los mecanismos automáticos de transferencia de la información al CENAPRED, para su integración en tiempo casi real en el Atlas Nacional de Riesgos.

#### b) Descripción detallada del escenario de peligro, vulnerabilidad y/o riesgo que se debe estudiar o resolver, a través de la ejecución del Proyecto de Investigación

Las imágenes proporcionadas por el satélite GOES\_16 permiten tener una gran resolución temporal, ya que es posible contar con una imagen cada 5 minutos, particularmente importante ante fenómenos meteorológicos extremos como tormentas y huracanes; eventos que implican alto riesgo para la población. Adicionalmente, el incremento a 16 bandas espectrales por imagen, y los productos que proporciona este nuevo satélite, abren la posibilidad de llevar a cabo análisis más precisos sobre lo que ocurre en el territorio nacional, en los océanos y la atmósfera. Se proporcionarán imágenes de nubes, de la superficie de la Tierra, de temperatura del mar y se tendrá un monitoreo de la atmósfera, obteniendo perfiles verticales de las distribuciones de temperatura y de vapor de agua, información no disponible hasta ahora en altas resoluciones y que estará a la mano debido a las nuevas capacidades de GOES\_16.

Los productos y servicios proporcionados por el Laboratorio Nacional de Observación de la Tierra, permitirán localizar de manera precisa tormentas potencialmente severas, dando así avisos confiables a la población. Esta información asociada a los modelos digitales de elevación y la georeferencia de las cuencas hidrológicas, permitirá establecer los volúmenes y gastos hídricos que pueden ser descargados en un tiempo dado. Por otra parte, se detectará la emisión de cenizas volcánicas y se podrá alertar sobre estos eventos en cuestión de minutos. Se tienen dos volcanes activos que implican riesgo para la navegación aérea y la salud de las poblaciones cercanas a los conos volcánicos. Otro aspecto importante a evaluar dentro de la Protección Civil, es la cubierta vegetal, ya que un crecimiento importante en la vegetación en un periodo específico, puede servir de premonitor de incendios al siguiente año, debido a la acumulación de material combustible. En este sentido, la información proporcionada a través de la revisión, adecuación y validación para México del algoritmo de incendios obtenido a partir de imágenes de GOES-16, con el nuevo detector ABI, permitirá establecer un programa nacional de detección de puntos de calor y alerta temprana de incendios de alta frecuencia.

Estos eventos afectan directamente a la seguridad de las personas, la propiedad, la economía, la infraestructura y en última instancia; el desarrollo social.

c) Características de los entregables que se espera obtener como resultado de la ejecución del proyecto de Investigación.

1. Documento con la descripción del desarrollo de un algoritmo para la detección de puntos de calor, para alerta temprana de incendios y de rayos utilizando imágenes de alta resolución.
2. Documento con la descripción de la calibración de datos de nubes de ceniza para los volcanes ubicados en el territorio nacional.
3. Transferencia a CENAPRED vía sftp, de las imágenes digitales del hemisferio a su resolución original. 16 canales en coordenadas geográficas y formato netcdf cada 15 minutos.

4. Transferencia a CENAPRED vía sftp, de las imágenes digitales de México, incluyendo los Mares Patrimoniales, en proyecciones cónica conforme de Lambert y Mercator, en formato geoTiff, cada 15 minutos, con diferentes niveles de proceso
  - a. 16 canales a resolución original
  - b. Temperatura de nubes
  - c. Tope de nubes
  - d. Cubierta de nieve
  - e. Índices de vegetación (NDVI)
  - f. Temperatura superficial de mar (SST)
  - g. Temperatura de suelo (LST)
  - h. Puntos de calor
  - i. Ceniza volcánica
  - j. Rayos
5. Imágenes editadas en formato jpg, tanto de los canales 1 y 15, como compuestos en falso color, del hemisferio completo y de México, cada 15 minutos..

**d) Forma y medio en que deberán ser entregados los resultados del Proyecto de Investigación**

1. Los reportes se entregarán impresos y en formato digital, de acuerdo a la calendarización.
2. Las imágenes estarán disponibles en un servidor del LANOT para ser descargadas de manera rutinaria con la periodicidad requerida, siendo el intervalo normal de disponibilidad de una imagen cada 5 o 15 minutos, dependiendo del modo operativo del satélite GOES\_16. De este último parámetro no tenemos control como estación receptora de imágenes.

**f) Plazo máximo para el desarrollo del Proyecto de Investigación**

18 meses, a partir de la notificación por parte del fiduciario al Cenapred de la asignación de recursos.

**g) Programa de la ejecución del gasto del Proyecto de Investigación**

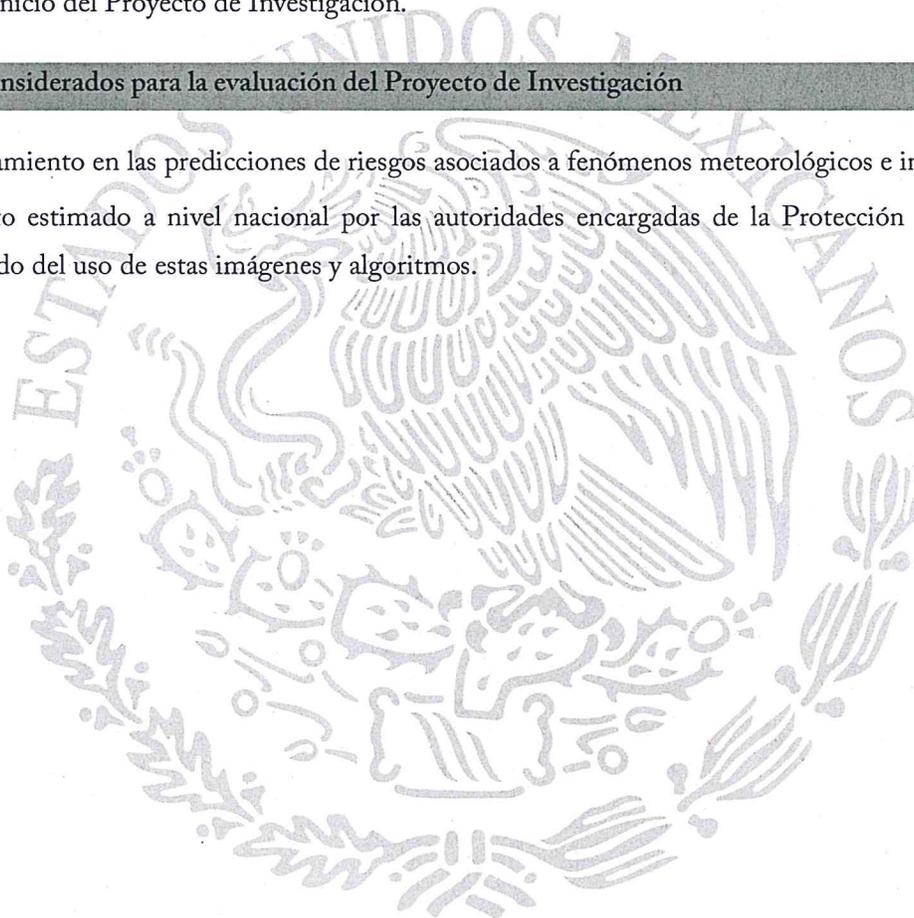
Se adjunta programa.

**h) Calendario de entrega de reportes trimestrales**

A más tardar los 15 días hábiles siguientes de los meses 3, 6, 9, 12, 15 y 18 de ejecución, en función de la fecha de inicio del Proyecto de Investigación.

**i) Criterios considerados para la evaluación del Proyecto de Investigación**

1. Mejoramiento en las predicciones de riesgos asociados a fenómenos meteorológicos e incendios.
2. Impacto estimado a nivel nacional por las autoridades encargadas de la Protección Civil como resultado del uso de estas imágenes y algoritmos.



# Subcuenta de Investigación, FOPREDEN

## PROGRAMA DE ACTIVIDADES, PLAZOS Y COSTOS



<b>SOLICITANTE</b>	<b>CENAPRED</b>	<b>PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>Desarrollo de algoritmos de procesamiento de imágenes satelitales GOES_16 para su inclusión en el Atlas Nacional de Riesgos</b>									
--------------------	-----------------	----------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Nº	ACTIVIDADES	PLAZO		1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	13-14	15-16	17-18	COSTOS
		MESES	SEMANAS										
1	Actividad 1 Trámites administrativos de ejecución	6											\$0.00
2	Actividad 2 Desarrollo de algoritmos para la detección de puntos de calor (DPC) para México												\$250,000.00
	2.1 Recopilación de información bibliográfica	1											\$125,000.00
	2.2 Implementación de algoritmos en el sistema	2											\$50,000.00
	2.3 Evaluación de la calidad de los resultados	1											\$50,000.00
	2.4 Elaboración de reporte de DPC	1											\$25,000.00
3	Actividad 3 Calibración de datos de nubes de ceniza para los Volcanes Mexicanos												\$250,000.00
	3.1 Recopilación de publicaciones científicas,	1											\$125,000.00
	3.2 Implementación de algoritmos en el sistema	2											\$50,000.00
	3.3 Evaluación de la calidad de los resultados	1											\$50,000.00
	3.4 Elaboración de reporte	1											\$25,000.00
4	Actividad 4 Envío de imágenes digitales												\$440,000.00
	4.1 Implementación de mecanismos de envío e integración al Atlas de Riesgos	1											\$210,000.00
	4.2 Envío de Imágenes digitales GOES 16 de México	12											\$180,000.00
	4.3 Elaboración de reportes.		4										\$50,000.00
5	Actividad 5 Curso de capacitación para el personal del CENAPRED sobre el uso de las imágenes GOES-16												\$60,000.00
	5.1 Impartición del temario del curso y prácticas (20 Hrs)												\$60,000.00

<b>Subtotal 1</b>	<b>\$1,000,000.00</b>
-------------------	-----------------------

*Handwritten signature*

# Subcuenta de Investigación, FOPREDEN

PROGRAMA DE ACTIVIDADES, PLAZOS Y COSTOS

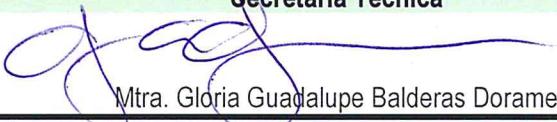


Gastos de Operación y Supervisión													(f)
1	No aplica												
2													

Subtotal 2	\$0.00
COPARTICIPACIÓN	\$0.00
FOPREDEN	\$1,000,000.00
TOTAL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	\$1,000,000.00

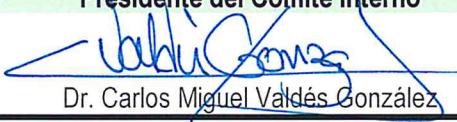
Este Proyecto de Investigación para la Prevención fue evaluado favorablemente por el Comité Interno de la Subcuenta de Investigación para la Prevención en su Decimoséptima Sesión Ordinaria (se adjunta Acta).

**Secretaria Técnica**



Mtra. Gloria Guadalupe Balderas Dorame

**Presidente del Comité Interno**



Dr. Carlos Miguel Valdés González

## I. Nombre del Proyecto de Investigación

Identificación de peligros volcánicos a través de un Sistema de Monitoreo Visual en tiempo real para los volcanes activos Popocatepetl y Fuego de Colima utilizando video de alta resolución e imágenes en infrarrojo.

### Requisitos de elegibilidad técnicos y administrativos

#### a) Elegibilidad técnica, evaluación e incorporación experiencias.

En el volcán Popocatepetl se ha ido construyendo un sistema de vigilancia y monitoreo a partir de 1994, en un esfuerzo conjunto entre el CENAPRED y los institutos de Geofísica y de Ingeniería de la UNAM, con la colaboración del Cascades Volcano Observatory, del United States Geological Survey (USGS). El sistema transmite en tiempo real, las 24 horas, más de 70 señales (CENAPRED 2003).

Con este sistema, a lo largo de estos 23 años, se han generado más de 40 mil sismogramas, 12 TB de información de parámetros volcánicos y 5 TB de acervo fotográfico. Las variables del monitoreo del volcán Popocatepetl 1994-2017 han permitido identificar más de 3,183 sismos volcanotectónicos (VT) de magnitud promedio 2.18, que son el resultado de fracturamientos de roca relacionados con el incremento de esfuerzos dentro del volcán; 229,268 sismos de periodo largo (LP) y 7,119 horas de tremor, ambas señales asociadas con el movimiento de fluidos (gases y/o magma) y 764 eventos explosivos con columnas de ceniza de más de 1 km de altura. El volumen acumulativo de los más de 70 domos de lava que se han emplazado en el interior del cráter es de 20 millones de metros cúbicos.

La información antes mencionada ha aportado y ayudado a la generación de más de 100 artículos de divulgación científica, publicados en al menos 15 revistas internacionales; más de 100 tesis de licenciatura, maestría o doctorado; y varios cientos de resúmenes presentados en diversos congresos, tanto nacionales como internacionales.

### Identificación y estimación de peligros, vulnerabilidades y riesgo.

Con el objeto de cubrir las necesidades mínimas de monitoreo continuo en tiempo real, recomendadas por el CENAPRED para los volcanes considerados de riesgo muy alto, como lo son el Popocatepetl y el Fuego de Colima, que permita seguir los cambios detallados de la actividad en tiempo real, así como desarrollar, probar y aplicar modelos a la actividad presente y futura, se propone instalar cuatro cámaras

para monitoreo visual, con capacidad de visión infrarroja, para monitoreo nocturno (2 en Popocatépetl y 2 para Fuego de Colima),.

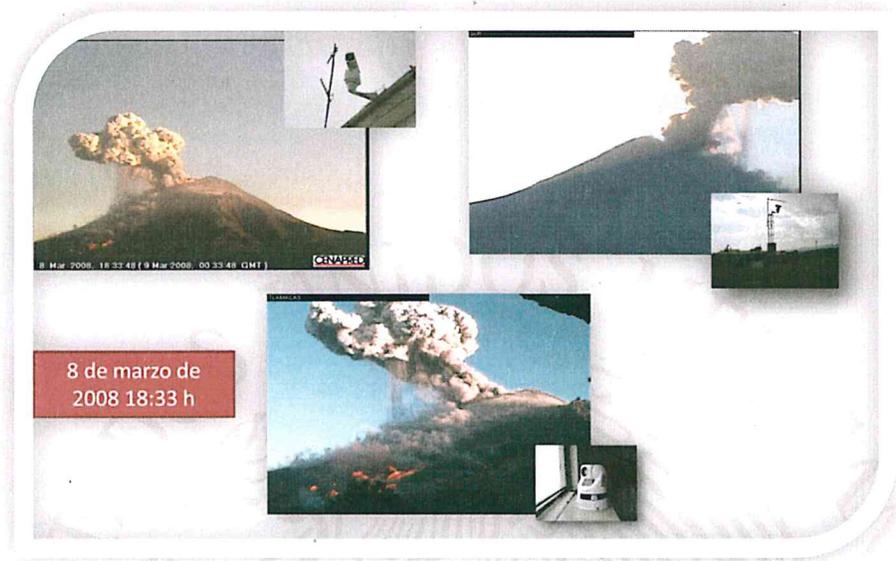


Fig 1. Volcán Popocatépetl, evento eruptivo del 8 de marzo de 2008, observado simultáneamente por tres cámaras dedicadas a la observación visual.

Adicionalmente, como parte de las acciones preventivas de Protección Civil, se pretende reforzar la vigilancia visual de los volcanes con la implementación de infraestructura y equipamiento para operar un sistema capaz de transmitir video en tiempo real, de acceso público, y almacenamiento para su posterior análisis.

Los eventos volcánicos, tanto del Popocatépetl como del Fuego de Colima, han sido diversos en sus manifestaciones: flujos de lodo (lahares), caída de cenizas y flujos piroclásticos, entre otros. Precisamente, para poder pronosticar el estado en que se encuentran estos volcanes, en un momento dado, se requiere de la mayor cantidad de datos posible y si es en tiempo real, mejor.

### Mitigación y Prevención

La información generada por el sistema de monitoreo es la base para la emisión de recomendaciones por los miembros del Comité Técnico Científico Asesor del volcán Popocatépetl, para la toma de decisiones

por parte de las autoridades de Protección Civil, para mitigar el riesgo volcánico en la población y la infraestructura en el área de influencia del volcán Popocatepetl.

### Atención de las Emergencias

La presente propuesta pretende fortalecer los procedimientos para la detección de los peligros asociados a la actividad volcánica, como son lluvia de ceniza, caída de balísticos, derrumbes, derrames de lava y flujos piroclásticos. Esta información, correlacionada con los mapas de peligro para cada volcán, proporciona los elementos necesarios para, en su caso, emitir avisos por los medios adecuados, a los tomadores de decisiones en temas de protección civil y/o seguridad pública. En este sentido, el proyecto contempla la obtención de imágenes de alta resolución y capacidad de visión nocturna, que como parte del monitoreo continuo, permite identificar características previamente definidas con relación a un determinado nivel de peligro.

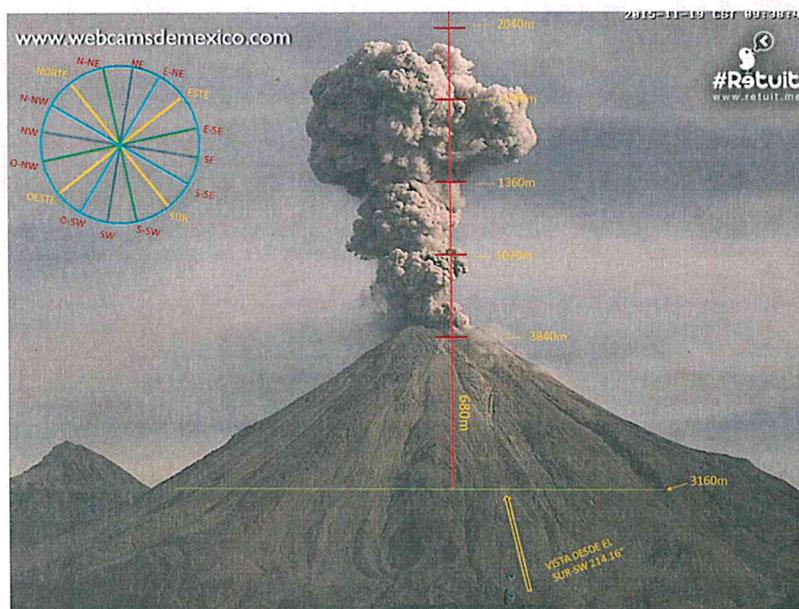


Fig 2. Volcán Fuego de Colima, evento eruptivo del 19 de noviembre de 2015, análisis, seguimiento y estimación de la altura, dirección y concentración de ceniza.

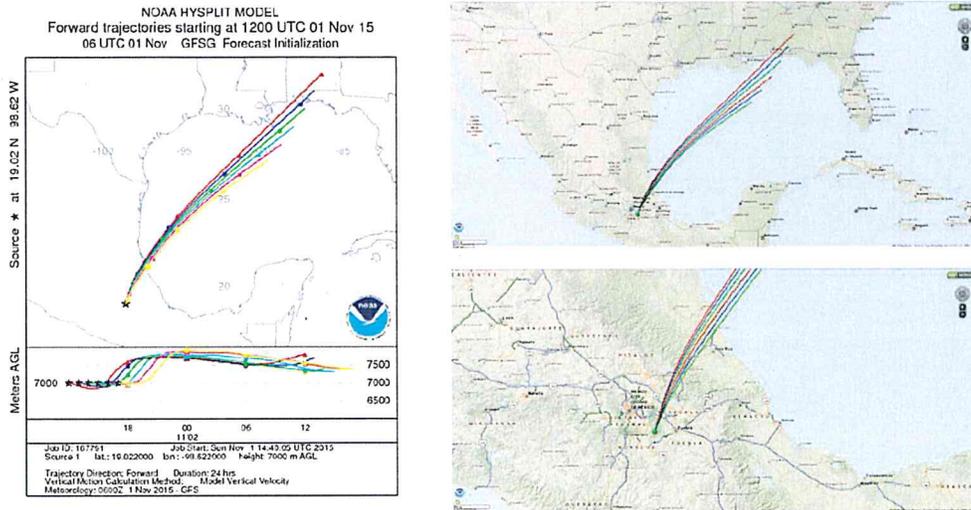


Fig 3. Volcán Popocatepetl, pronóstico a corto plazo de las posibles trayectorias de las emisiones, con base en modelos proporcionados por el Servicio Meteorológico Nacional y NOAA - EU

### b) Elegibilidad administrativa

El Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), como instancia técnica-científica de la Coordinación Nacional de Protección Civil, se encuentra plenamente acreditado e identificado ante los órganos decisorios del Fondo para la Prevención de Desastres Naturales (FOPREDEN), y su Representante Legal cuenta con las atribuciones necesarias a fin de garantizar la adecuada ejecución del mismo.

El objetivo del Proyecto de Investigación se apega a lo establecido en la fracción VI del artículo 48 de las ROFOPREDEN, la cual señala que la Subcuenta proporcionará financiamiento para *“Investigaciones aplicadas al desarrollo y mejoramiento de tecnologías para la prevención y mitigación de riesgos”*.

La solución planteada en este proyecto se fundamenta científicamente en un conjunto de tecnologías multidisciplinarias, principalmente en los campos de la geofísica, la geología, la electrónica, las comunicaciones y la computación.

## Monto del financiamiento con cargo a la Subcuenta de Investigación del FOPREDEN

\$ 340,000.00 (Trescientos cuarenta mil pesos 00/100 m.n.).

## II. Términos de referencia del Proyecto de Investigación:

### a) Objetivo General del Proyecto de Investigación

Contar con un sistema de adquisición y análisis visual, que permita seguir los cambios detallados de la actividad en tiempo real, así como desarrollar, probar y aplicar modelos a la actividad presente y futura

### Objetivos Específicos del Proyecto de Investigación

1. Integrar a los sistemas de monitoreo de los volcanes Popocatepetl y Fuego de Colima cuatro cámaras para monitoreo visual con capacidad de visión infrarroja (2 en Popocatepetl y 2 para Fuego de Colima).
2. Generar una base de datos de imágenes y videos de los eventos considerados importantes, dadas sus características visibles, que puedan ser correlacionadas con otros parámetros de monitoreo, como la sismicidad.

### b) Descripción detallada del escenario de peligro, vulnerabilidad y/o riesgo que se debe estudiar o resolver, a través de la ejecución del Proyecto de Investigación

La mayoría de los volcanes en México se concentra en la zona centro del país, en el denominado Cinturón Volcánico Transmexicano, el cual cruza desde las costas del Pacífico hasta el Golfo de México. A lo largo de esta región se encuentra una gran cantidad de asentamientos humanos, destacando las ciudades de México y Puebla, que están expuestas a los efectos del volcán Popocatepetl y del campo monogenético Sierra Chichinautzin. Dentro de un radio de 100 kilómetros del Popocatepetl se encuentran alrededor de 6.5 millones de viviendas, donde habitan más de 25 millones de personas, conectadas por 17 mil kilómetros de carreteras y 15 aeropuertos; también se encuentran 39 mil centros educativos, más de 4 mil centros de salud y 24 presas, según datos del Atlas Nacional de Riesgos (CENAPRED, 2014). Esta infraestructura puede ser potencialmente afectada por la actividad del volcán, principalmente por las

emisiones de ceniza (CENAPRED, 2001). Asimismo en un radio de 30 km hay 270 mil habitantes en 55 mil viviendas, además de 1,265 instituciones de educación básica y 174 centros de salud. Existen en este mismo radio 787 km de carreteras con 97 puentes, 35 estaciones de combustible y dos aeródromos. Toda esta infraestructura podría ser afectada, en caso de una erupción mayor, por flujos piroclásticos y lahares muy destructivos (Nuevo mapa de peligros del volcán Popocatepetl, SEGOB, 2016). Lo anterior se identifica como un problema de impacto nacional, que es ineludible atender.

Desde 2013 la actividad del volcán de Fuego de Colima ha mostrado episodios de actividad intensa, en los cuales ha sido necesario llevar a cabo acciones preventivas como evacuación de habitantes de localidades aledañas, y se han generado flujos piroclásticos que alcanzaron 13 km de distancia, por lo cual fue necesario evacuar a las poblaciones más cercanas al volcán: La Yerbabuena y La Becerrera. En las cañadas que descienden del volcán se acumularon alrededor de 8 millones de m<sup>3</sup> de material (restos de domo, lodo, tefra, árboles y diversos sedimentos arrastrados por los mismos flujos), representando un nuevo riesgo para la población cercana, particularmente durante el paso del Huracán Patricia en octubre de 2015.

Por las razones antes expuestas, dentro del presente proyecto se proponen cuatro sitios estratégicos, que toman en cuenta las características de línea de vista, flancos descubiertos, infraestructura de telecomunicaciones, facilidades de acceso y seguridad, aspectos ponderados para la selección de estos sitios.

**Propuesta de sitios de observación y análisis de la actividad para el volcán Popocatepetl (San Nicolás de los Ranchos y Tochimilco, estado de Puebla).**



Fig 4. Volcán Popocatepetl. Vista desde San Nicolás de los Ranchos Puebla y ángulo de visión.

*M*

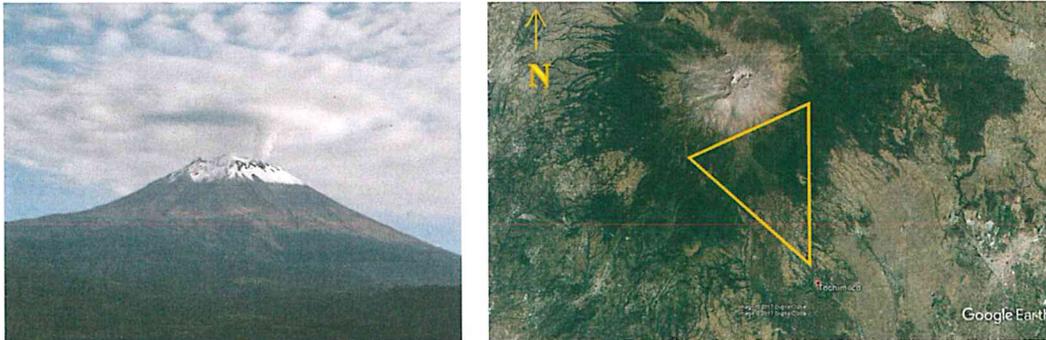


Fig 5. Volcán Popocatepetl. Vista desde Tochimilco Puebla y ángulo de visión.

Propuesta de sitio de observación y análisis de la actividad para el volcán Fuego de Colima  
(Tonila, Estado de Jalisco y Carrizalillo, Estado de Colima)

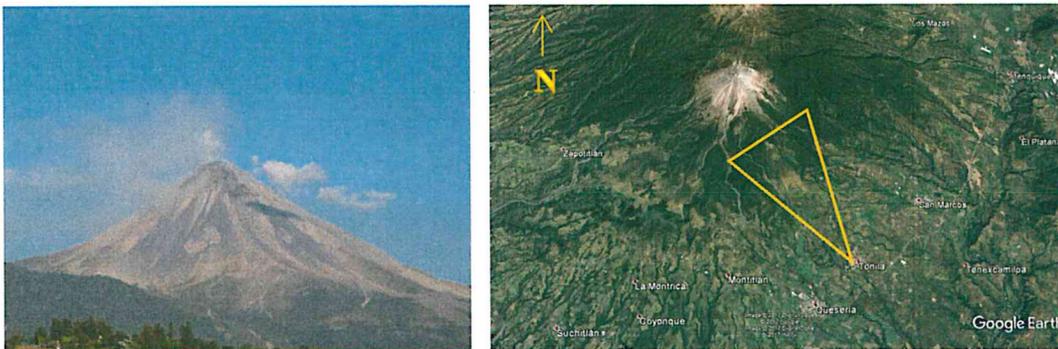


Fig 6. Volcán Fuego de Colima visto desde Tonila Jalisco y ángulo de visión.

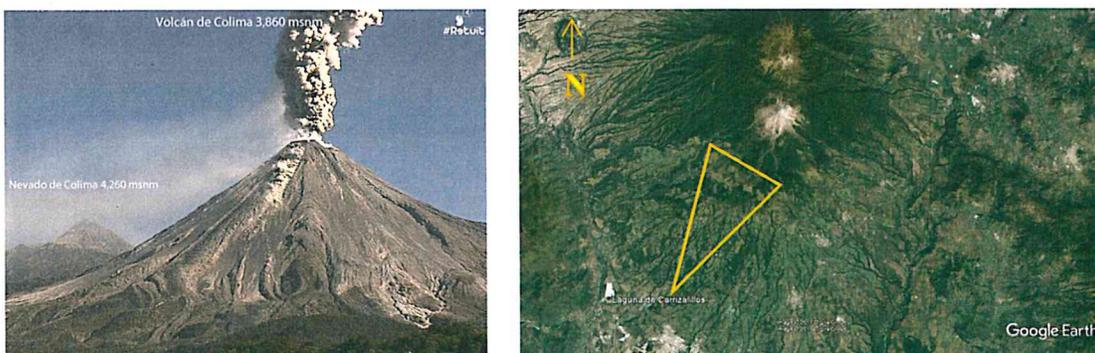


Fig 7. Volcán Fuego de Colima visto desde Carrizalillos Colima y ángulo de visión.

M

**c) Características de los entregables que se espera obtener como resultado de la ejecución del proyecto de Investigación.**

1. Instalación y puesta en operación de cuatro cámaras de observación visual, con capacidad de visión nocturna, para el estudio de la actividad de los volcanes Popocatepetl y Fuego de Colima.
2. Desarrollo de un programa informático de visualización y adecuaciones informáticas, para el despliegue de las imágenes en tiempo real en la plataforma de monitoreo de volcanes activos.

**d) Forma y medio en que deberán ser entregados los resultados del Proyecto de Investigación**

1. Instalación y puesta en operación de la cámara para el volcán Popocatepetl en San Nicolás de los Ranchos y Tochimilco estado de Puebla.
2. Instalación y puesta en operación de la cámara para el volcán Fuego de Colima en Laguna de Carrizalillos Estado de Colima y Tonila Estado de Jalisco.
3. Desarrollo de un programa informático de visualización y adecuaciones informáticas, para el despliegue de las imágenes en tiempo real en la plataforma de monitoreo de volcanes activos

**f) Plazo máximo para el desarrollo del Proyecto de Investigación**

18 meses, a partir de la notificación por parte del fiduciario al Cenapred de la asignación de recursos.

y

**g) Programa de la ejecución del gasto del Proyecto de Investigación**

Entregables	Bimestres	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Verificativo	Gasto
1: Trámites administrativos para la formalización de los servicios.												\$0.00
2.- Instalación y puesta en operación de cuatro cámaras de video de alta resolución para el monitoreo de los volcanes Popocatepetl y Fuego de Colima											Imágenes disponibles en tiempo real	\$280,000.00
3.- Desarrollo de un programa informático de visualización simultanea de las cuatro nuevas cámaras por selección de imagen y adecuaciones para su despliegue en la plataforma de monitoreo del Atlas Nacional de Riesgos.											Programa informático transportable	\$60,000.00
											Total	\$340,000.00

**h) Calendario de entrega de reportes trimestrales**

A más tardar los 15 días hábiles siguientes de los meses 3, 6, 9, 12, 15 y 18 de ejecución, en función de la fecha de inicio del Proyecto de Investigación.

**i) Criterios considerados para la evaluación del Proyecto de Investigación**

1. Usuarios del sistema.
2. Población estimada afectable ante la presencia de peligros asociados a la actividad volcánica.
3. Personal relacionado en cualquiera de las etapas de la Gestión Integral del Riesgo (GIR) y que pueda utilizar el caso de estudio.

# Subcuenta de Investigación, FOPREDEN

## PROGRAMA DE ACTIVIDADES, PLAZOS Y COSTOS



<b>SOLICITANTE</b>	<b>CENAPRED</b>	<b>PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>Identificación de peligros volcánicos a través de un Sistema de Monitoreo Visual en tiempo real para los volcanes activos Popocatepetl y Fuego de Colima utilizando video de alta resolución e imágenes en infrarrojo.</b>
--------------------	-----------------	----------------------------------	---

Nº	ACTIVIDADES	PLAZO		1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	13-14	15-16	17-18	COSTOS	
		MESES	SEMANAS											
1	Actividad 1 Trámites administrativos para la formalización de los servicios	6												\$0.00
	Actividad 2 Instalación y puesta en operación de cuatro cámaras de video de alta resolución para el monitoreo de los volcanes Popocatepetl y Fuego de Colima												\$280,000.00	
2	2.1 Planeación, instalación y operación de cuatro cámaras de video de alta resolución para el monitoreo de los volcanes Popocatepetl y Fuego de Colima, asimismo recepción de video de alta resolución en las instalaciones del CENAPRED	1												\$280,000.00
	Actividad 3 Desarrollo de un programa informático de visualización simultanea de las cuatro nuevas cámaras por selección de imagen y adecuaciones para su despliegue en la plataforma de monitoreo del Atlas Nacional de Riesgos.												\$60,000.00	
3	3.1 Análisis, procesamiento y almacenamiento de las imágenes y videos de alta resolución para el monitoreo de los volcanes Popocatepetl y Fuego de Colima, asimismo la incorporación de la información en la plataforma de monitoreo del Atlas Nacional de Riesgos.	1												\$60,000.00

<b>Subtotal 1</b>	<b>\$340,000.00</b>
-------------------	---------------------

# Subcuenta de Investigación, FOPREDEN

## PROGRAMA DE ACTIVIDADES, PLAZOS Y COSTOS

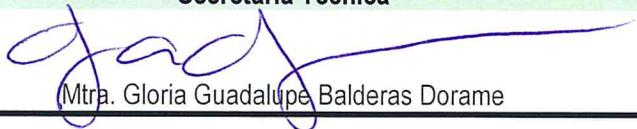


Gastos de Operación y Supervisión													(f)
1	No aplica												
2													

Subtotal 2	\$0.00
COPARTICIPACIÓN	\$0.00
FOPREDEN	\$340,000.00
<b>TOTAL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>\$340,000.00</b>

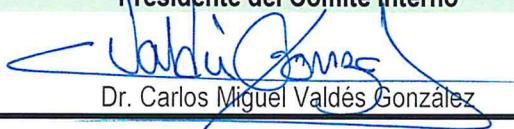
Este Proyecto de Investigación para la Prevención fue evaluado favorablemente por el Comité Interno de la Subcuenta de Investigación para la Prevención en su Decimoséptima Sesión Ordinaria (se adjunta Acta).

**Secretaria Técnica**



Mtra. Gloria Guadalupe Balderas Dorame

**Presidente del Comité Interno**



Dr. Carlos Miguel Valdés González