

## 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 geoestacionario (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 las 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 (anexo 2).

#### **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.

