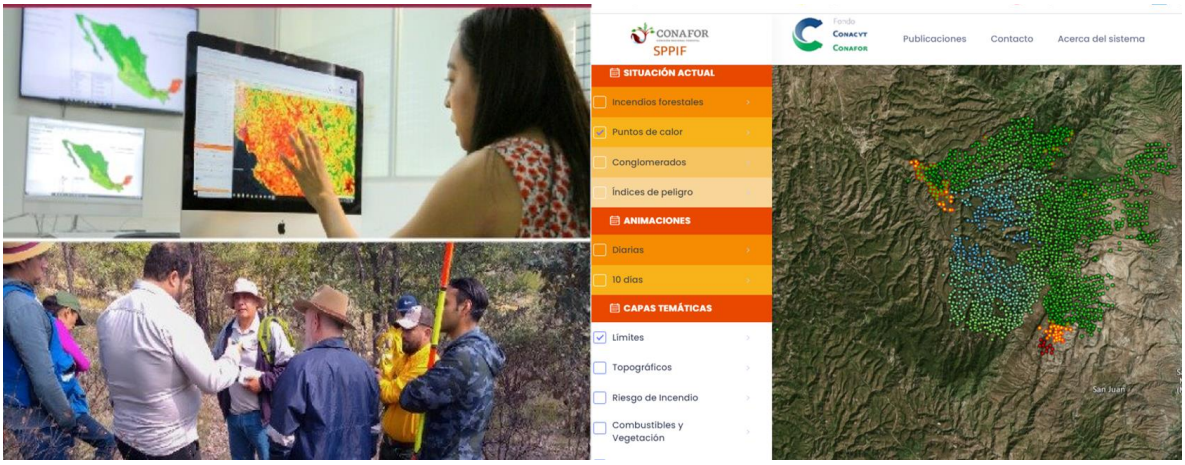


Fondo Sectorial para la Investigación, el Desarrollo y la Innovación Tecnológica Forestal CONAFOR-CONACYT

INFORME TÉCNICO DE LA PRIMERA ETAPA DEL PROYECTO "REFORZAMIENTO AL SISTEMA NACIONAL DE PREDICCIÓN DE PELIGRO DE INCENDIOS FORESTALES DE MÉXICO PARA EL PRONÓSTICO DE CONGLOMERADOS Y ÁREA QUEMADA", CON CLAVE B-S-131553

Título del proyecto: "Reforzamiento al Sistema Nacional de Predicción de Peligro de Incendios Forestales de México para el pronóstico de conglomerados y área quemada"

Clave de registro: B-S-131553

Convocatoria: CONAFOR-2018-C02

Número de etapas: PRIMERA

FECHA: 10/10/2020 ETAPA: PRIMERA

PREGUNTA 01: AVANCES DEL PROYECTO EN LA ETAPA.

Deberá describir las actividades programadas para el periodo de la etapa de acuerdo al cronograma de actividades (Describir en **forma detallada las actividades** realizadas en la etapa y especificar el **porcentaje de avance de cada una de ellas**, en relación con el porcentaje programado para la etapa. Usar diagrama de avance (Gantt)).

Se resumen las actividades y productos programados para su entrega en la primera etapa del proyecto según el cronograma y diagrama Gantt en la tabla 1 a continuación:

Tabla 1. Resumen de actividades, productos y fechas de entrega para los productos en la primera etapa del proyecto.

Actividad	**Producto**	**Fecha de entrega del producto**	**Porcentaje de Avance**
1.- Ampliación del índice de riesgo con la inclusión de la frontera agrícola forestal y la biomasa forestal	1 - Índice de riesgo de ocurrencia de incendio incluyendo la frontera agropecuaria - forestal y la biomasa forestal	27/08/2020	Completada 100% (Anexo 1 y Anexos 1-1, 1-2, 1-3, 1-4, 1-5)
2.- Desarrollo de una herramienta para la delimitación automatizada de conglomerados de puntos de calor en el sistema de peligro.	2 - Herramienta para la delimitación automatizada de conglomerados de puntos de calor en el sistema de peligro.	27/08/2020	Completada 100% (Anexo 2 y Anexos 2-1, 2-2, 2-3, 2-4)
3.- Desarrollo de una nueva interfaz para el sistema para aplicación móvil que también incluya históricos de conglomerados de puntos de calor e incendios combatidos.	3 - Interfaz para el sistema para aplicación móvil que incluya históricos de conglomerados de puntos de calor e incendios forestales combatidos.	27/08/2020	Completada 100% (Anexo 3 y Anexo 3-1)
4.- Impartición de 3 talleres de la interfaz ampliada del sistema	4 - 3 talleres sobre la interfaz ampliada para el sistema	Talleres: 21-30/09/2020; Informe talleres: 10/10/2020	Completada 100% (Anexo 4 y Anexos 4-1, 4-2, 4-3)

A continuación, se describen en forma detallada las actividades realizadas en la etapa:

1.- Ampliación del índice de riesgo con la inclusión de la frontera agrícola forestal y la biomasa forestal.

Se desarrolló un índice de riesgo de ocurrencia de incendio a partir de la biomasa forestal y factores humanos, incluyendo la frontera agrícola forestal para México (Monjarás-Vega, et al., 2020). El mapa de riesgo de incendio resultante se ha incluido en el sistema para el apoyo

estratégico a la toma de decisiones de manejo del fuego en el país, en la sección **RIESGO DE INCENDIO**. Se han incluido asimismo el riesgo de incendio por biomasa forestal (Briones-Herrera, 2019a, 2019b), así como las capas de tipo de combustible (Jardel et al. 2018), adaptación de los ecosistemas al fuego (CONAFOR, 2020) y altura total forestal (Potapov et al. (2020) para el apoyo a la planeación de las acciones de manejo de combustibles a nivel regional, estatal y local en el país. Los mapas de riesgo de ocurrencia de incendio resultantes están siendo utilizados por el personal de la CONAFOR para la planeación del manejo del fuego, incluyendo la priorización de áreas para realizar actividades prevención (Robles-Gutiérrez, 2020). Se puede consultar ejemplos de su aplicación en la sección de **Videos** del sistema de peligro: http://forestales.ujed.mx/incendios2/

El desarrollo del mapa de riesgo de ocurrencia de incendio, incluyendo la frontera agrícola forestal y la biomasa forestal, se encuentra documentado en el informe técnico anexo (**Anexo 1**). Se realizaron un total de 4 publicaciones, incluyendo dos publicaciones indexadas en las revistas indexadas *Science of the Total Environment* y *Forests* (Monjarás-Vega, et al., 2020) y (Briones-Herrera, 2019a), y dos tesis de maestría, adjuntas en los **anexos 1-1 a 1-4**. Por último, se anexa el código de la integración del mapa de riesgo de ocurrencia de incendio en el sistema de peligro en el **anexo 1-5.**

2.- Desarrollo de una herramienta para la delimitación automatizada de conglomerados de puntos de calor en el sistema de peligro.

Se desarrolló una herramienta para la delimitación automatizada de conglomerados de puntos de calor, en base a la metodología desarrollada en los estudios de Briones-Herrera et al. (2019c) y Hernández Pérez M.A. et al. (2019), publicados en la revista indexada *Remote Sensing* en el artículo científico de Briones-Herrera et al. (2020), desarrollados en el marco del presente proyecto de investigación. La herramienta de delimitación automatizada de conglomerados de puntos de calor se encuentra integrada operacionalmente en tiempo real en el sistema de peligro, en la sección de **CONGLOMERADOS**, disponible en la liga: http://forestales.ujed.mx/incendios2/

El desarrollo de la herramienta para la delimitación automatizada de conglomerados de puntos de calor, se encuentra documentado en el informe técnico anexo (**Anexo 2**). Se anexan las publicaciones de Briones-Herrera et al. (2019c), Hernández Pérez M.A. et al. (2019), y Briones-Herrera et al. (2020) detallando el desarrollo del algoritmo de delimitación automatizada de conglomerados de puntos de calor, en los **anexos 2-1** a **2-3.** Se anexa el código de la herramienta para la delimitación automatizada de conglomerados de puntos de calor, integrada en el sistema de peligro, en el **anexo 2-5.**

3.- Desarrollo de una nueva interfaz para el sistema para aplicación móvil que también incluya históricos de conglomerados de puntos de calor e incendios combatidos.

La interfaz ampliada del sistema, incluyendo históricos de conglomerados de puntos de calor e incendios forestales combatidos, y visible en dispositivos móviles, se encuentra disponible en la liga: http://forestales.ujed.mx/incendios2/

La interfaz, visible en dispositivos celulares, incluye las siguientes ampliaciones:

1. **Incendios**: Inclusión de incendios históricos, consultables por fecha.
2. **Puntos de calor:**
   - Actualización de los pasos del satélite de puntos de calor en tiempo casi real.
   - Históricos de puntos de calor, consultables por fecha.
   - Coloreado automatizado de los puntos de calor por día, en el periodo consultado, para visualizar avance de los incendios.
   - Filtrado de puntos de calor forestales, agrícolas, de interfaz agrícola-forestal y puntos fijos antrópicos.
3. **Conglomerados de puntos de calor:**
   - Delimitación y conteo automatizado de los conglomerados de puntos de calor activos en tiempo casi real, a cada paso del satélite.
   - Consulta y conteo automatizado de conglomerados de puntos de calor históricos, en periodos de 10, 30 días o anuales.
4. **Animaciones:**
   - Animaciones diarias de incendios combatidos, puntos de calor e índices de peligro.
   - Animaciones de 10 días de incendios combatidos, puntos de calor, conglomerados de 10 días de puntos de calor e índices de peligro.
5. **Capas fijas:**
   - Riesgo de incendio: riesgo de ocurrencia de incendio incluyendo la biomasa forestal y la interfaz agrícola, riesgo de ocurrencia de incendio por biomasa.
   - Combustibles y vegetación: tipo de combustible, adaptación de los ecosistemas al fuego, altura total forestal.

Las ampliaciones a la interfaz al sistema se detallan en el **Anexo 3**. Se generó un **Manual de usuario del sistema**, disponible en la sección de **Publicaciones** de la página, adjunto en el **Anexo 3-1.** Asimismo, se generaron video-tutoriales de entrenamiento del uso e interpretación del sistema, disponibles en la sección de **Videos-Entrenamiento** del sistema: http://forestales.ujed.mx/incendios2/

4.- Impartición de 3 talleres de la interfaz ampliada del sistema.

Se realizaron 3 talleres de la interfaz ampliada del sistema, incluyendo los productos de riesgo de incendio ampliado y herramienta de delimitación de conglomerados, a tomadores de decisiones de manejo del fuego en México:

- 21 y 28/09/2020: personal de SADER, CONABIO, CONAGUA, SMN, Sanidad (CONAFOR), GMF y los Centros Regionales de Manejo del Fuego (CRMF).
- 22 y 29/09/2020: personal de los centros estatales de manejo del fuego de los estados de mayor incidencia de incendios según el histórico de CONAFOR (Michoacán, Jalisco, Nuevo León, Chihuahua, Durango), el CNMF y GMF.
- 23 y 30/09/2020: personal de los centros estatales de manejo del fuego de Oaxaca, Guerrero, Chiapas, Puebla, así como la UNAM y Universidad de Chapingo, CONANP, INIFAP, CENAPRED, CNMF y GMF.

En el **Anexo 4** se incluyen la lista resumen de asistente del taller, el programa del mismo, y el resumen de las encuestas por los participantes. Se anexan el listado de participantes de los 3 talleres (**Anexo 4-1**), las Presentaciones de los ejercicios realizados por los participantes de los 3 talleres (**Anexo4-2**)**,** y las Encuestas de cada participante de los 3 talleres (**Anexo 4-3**).

PREGUNTA 02: LOGRO DE METAS RESPECTO DE METAS COMPROMETIDAS

(Especificar el porcentaje de cumplimiento de metas con respecto a las comprometidas, en caso de no cumplir con el 100%, justificar).

Las metas programadas fueron completadas en un 100%. Se resumen a continuación la lista de metas y el grado de cumplimiento.

Tabla 2. Resumen de grado de cumplimiento de metas en la primera etapa.

Meta	Porcentaje de Avance	Producto
1 - Índice de riesgo de ocurrencia de incendio incluyendo la frontera agropecuaria - forestal y la biomasa forestal	Completada 100%	Anexo 1 y Anexos 1-1, 1-2, 1-3, 1-4, 1-5
2 - Herramienta para la delimitación automatizada de conglomerados de puntos de calor en el sistema de peligro.	Completada 100%	Anexo 2 y Anexos 2-1, 2-2, 2-3, 2-4
3 - Interfaz para el sistema para aplicación móvil que incluya históricos de conglomerados de puntos de calor e incendios forestales combatidos.	Completada 100%	Anexo 3 y Anexo 3-1
4 - 3 talleres sobre la interfaz para el sistema para aplicación móvil ampliada	Completada 100%	Anexo 4 y Anexos 4-1, 4-2, 4-3

PREGUNTA 03: LOGRO DE OBJETIVOS RESPECTO DE COMPROMISO (Describir el cumplimiento del objetivo planteado para la etapa del proyecto).

Se cumplieron al 100% los cuatro objetivos específicos planteados para la primera etapa del proyecto, según se resume en la tabla 3 a continuación, indicando los productos obtenidos por objetivo específico.

Tabla 3. Cumplimiento de objetivos en la primera etapa del proyecto.

Objetivo	**Porcentaje de Avance**
1.- Ampliar el índice de riesgo con la inclusión de la frontera agrícola forestal y la biomasa forestal	Completada 100% (Anexo 1 y Anexos 1-1, 1-2, 1-3, 1-4, 1-5)
2.- Desarrollar una herramienta para la delimitación automatizada de conglomerados de puntos de calor en el sistema de peligro.	Completada 100% (Anexo 2 y Anexos 2-1, 2-2, 2-3, 2-4)
3.- Desarrollar una nueva interfaz para el sistema para aplicación móvil que también incluya históricos de conglomerados de puntos de calor e incendios combatidos.	Completada 100% (Anexo 3 y Anexo 3-1). Interfaz: http://forestales.ujed.mx/incendios2/
4.- 3 talleres de la interfaz ampliada del sistema	Completada 100% (Anexo 4 y Anexos 4-1, 4-2, 4-3)

PREGUNTA 04: GRUPO DE TRABAJO (describir en que forma el grupo de trabajo ha contribuido a lograr las metas planteadas).

Se describen a continuación las contribuciones de cada socio al cumplimiento de las metas obtenidas:

UJED:

Desarrolló el índice de riesgo de ocurrencia de incendio incluyendo la frontera agropecuaria - forestal y la biomasa forestal, la herramienta para la delimitación automatizada de conglomerados de puntos de calor, y la interfaz para el sistema para aplicación móvil que incluya históricos de conglomerados de puntos de calor e incendios forestales combatidos. Coordinó la ejecución de 3 talleres sobre la interfaz ampliada para el sistema, incluyendo capacitación sobre el uso operacional del mapa de riesgo ampliado y los conglomerados de puntos de calor.

UdeG, UNAM, UCh, Pronatura:

Iniciaron la planeación del trabajo de campo para la validación en campo de la herramienta de área quemada, que será realizado en la segunda etapa.

PREGUNTA 05: DESVIACIONES Y/O MODIFICACIONES EN LA ETAPA (Deberán explicar y justificar claramente el motivo de las desviaciones y/o modificaciones a las actividades programadas en la etapa).

Se solicitó el movimiento de etapa de las actividades de trabajo de campo, y pasajes y viáticos vinculados, a la siguiente etapa para garantizar la seguridad del personal de campo en los estados de México, Jalisco, Michoacán y Yucatán, que se encontraron afectados en la primera etapa por la contingencia COVID. Se iniciarán los trabajos de campo en la segunda etapa en cuanto se den las condiciones de seguridad según el semáforo epidemiológico de la pandemia.

Asimismo, a petición del área usuaria, se prevé realizar capacitación adicional a los 3 talleres realizados en la primera etapa por videoconferencia, mediante talleres presenciales adicionales en la segunda etapa, en cuanto se den las condiciones para realizarlos de manera presencial.

Ambos movimientos de etapa han sido autorizados en oficio FSIDITF-SA-16-2020. Los movimientos de etapa de las actividades no afectan al calendario de entrega de productos para la segunda etapa, para los que se prevé cumplimiento en las fechas programadas.

PREGUNTA 07: ACCIONES REALIZADAS CON LOS SECTORES USUARIOS (Reportar los acercamientos y resultados obtenidos con el sector, conforme a las etapas del proyecto).

Se realizaron 3 talleres de la interfaz ampliada del sistema a personal de SADER, CONABIO, CONAGUA, SMN, Sanidad (CONAFOR), los Centros Regionales de Manejo del Fuego (CRMF), los centros estatales de manejo del fuego de Michoacán, Jalisco, Nuevo León, Chihuahua, Durango, Oaxaca, Guerrero, Chiapas, Puebla, así como la UNAM y Universidad de Chapingo, CONANP, INIFAP, CENAPRED, CNMF y GMF.

En el **Anexo 4** se incluyen la lista resumen de asistente del taller, el programa del mismo, y el resumen de las encuestas por los participantes. Se anexan el listado de participantes de los 3 talleres (**Anexo 4-1**), las Presentaciones de los ejercicios realizados por los participantes de los 3 talleres (**Anexo4-2**)**,** y las Encuestas de cada participante de los 3 talleres (**Anexo 4-3**).

PREGUNTA 08: OBSERVACIONES RELEVANTES SOBRE EL PRESUPUESTO AUTORIZADO (Describir las condicionantes técnicas que originaron cualquier cambio en el ejercicio del presupuesto y que obligaron a modificar la aplicación de recursos a su presupuesto original).

Por motivo de la contingencia COVID, se solicitó el traspaso de etapa del monto no ejercido en las partidas de trabajo de campo, pasajes, viáticos y seminarios, para ser ejercidos en la segunda etapa. El movimiento de etapa ha sido autorizado por la secretaría administrativa en el oficio FSIDITF-SA-16-2020 y será incluido en el informe financiero correspondiente.

PREGUNTA 09: ESTADO DE LAS APORTACIONES COMPLEMENTARIAS

(Reportar a la fecha las aportaciones del sujeto de apoyo conforme al desglose financiero, Anexo 1)

Las instituciones han aportado el personal concurrente detallado en la propuesta, así como instalaciones y medios para alojar los equipos de cómputo adquiridos para el proyecto.

PREGUNTA 10: PRODUCTOS E INDICADORES OBTENIDOS EN LA ETAPA

(Deberá anexar el o los productos obtenidos en la etapa a reportar, de acuerdo al Cronograma de Actividades (Anexo 2)).

Se detallan los productos anexados al presente informe:

1- Índice de riesgo de ocurrencia de incendio incluyendo la frontera agropecuaria - forestal y la biomasa forestal.

Se anexan los siguientes productos:

- **Anexo 1. Informe técnico del desarrollo del índice de riesgo de ocurrencia de incendio ampliado con la inclusión de la frontera agrícola forestal y la biomasa forestal.**
- **Anexo 1-1.** Artículo indexado **Predicting forest fire kernel density at multiple scales with geographically weighted regression in Mexico** publicado en la revista *Science of the Total Environment* (2020). https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137313
- **Anexo 1-2.** Tesis de Maestría **Modelización y mapeo del riesgo de incendios forestales a partir de factores humanos en México.**
- **Anexo 1-3.** Artículo indexado **Modeling and Mapping Forest Fire Occurrence from Aboveground Carbon Density in Mexico** publicado en la revista *Forests.* **https://doi.org/10.3390/f10050402**
- **Anexo 1-4.** Tesis de Maestría **Predicción de peligro y área potencial de incendios forestales mediante imágenes de satélite en México**.
- **Anexo 1-5.** Código de la integración del mapa de riesgo de ocurrencia de incendio en el sistema de peligro.

2 - Herramienta para la delimitación automatizada de conglomerados de puntos de calor en el sistema de peligro.

Se anexan los siguientes productos:

- **Anexo 2. Informe técnico del desarrollo de una herramienta para la delimitación automatizada de conglomerados de puntos de calor en el sistema de predicción de peligro de incendios forestales de México.**
- **Anexo 2-1**. Artículo indexado **Near Real-Time Automated Early Mapping of the Perimeter of Large Forest Fires from the Aggregation of VIIRS and MODIS Active Fires in Mexico**. *Remote Sensing* (2020). https://doi.org/10.3390/rs12122061
- **Anexo 2-2.** Ponencia en extenso **Mapeado del perímetro de grandes incendios a partir del interpolado de puntos de calor en México**. En: *XIV Congreso Mexicano de Recursos Forestales, 06-09 de Noviembre 2019 Durango, Durango, Mexico.*
- **Anexo 2-3. Automatización de la delimitación de conglomerados de puntos de calor para México.** Presentación Oral en: XIV Congreso Mexicano de Recursos Forestales, 06-09 de Noviembre 2019 Durango, Durango, Mexico.
- **Anexo 2-4.** Código de la Herramienta para la delimitación automatizada de conglomerados de puntos de calor, integrada en el sistema de peligro.

3 - Interfaz para el sistema para aplicación móvil que incluya históricos de conglomerados de puntos de calor e incendios forestales combatidos.

La interfaz del sistema ampliado y visible en dispositivos móviles se encuentra disponible en:

http://forestales.ujed.mx/incendios2/

Se anexan los siguientes productos:

- **Anexo 3. Informe técnico del desarrollo de una interfaz para el sistema de predicción de peligro de incendios forestales de México para aplicación móvil, que incluya históricos de conglomerados de puntos de calor e incendios forestales combatidos.**
- **Anexo 3-1. Manual de usuario del sistema de predicción de peligro de incendios forestales de México.**

4.- 3 talleres de la interfaz ampliada del sistema.

Se anexan los siguientes productos:

- Anexo 4. **Talleres de capacitación y entrenamiento del Sistema reforzado de peligro de incendios forestales de México, incluyendo el uso de la interfaz móvil, históricos de incendios y conglomerados de puntos de calor, y mapas de riesgo de ocurrencia de incendio, para la planeación de las acciones de prevención, monitoreo, presupresión, supresión y evaluación de impacto de incendios forestales en México.**
- Anexo 4-1- **Listado de participantes de los 3 talleres.**
- Anexo4-2- **Presentaciones de los ejercicios realizados por los participantes de los 3 talleres.**
- Anexo 4-3- **Encuestas de cada participante de los 3 talleres.**

PREGUNTA 11: COMPROMISOS PARA LA ETAPA SIGUIENTE (Describir las metas, actividades y productos a entregar en la siguiente etapa así como su duración).

En la segunda etapa del proyecto, se prevén el cumplimiento de las siguientes metas, actividades y productos.

Metas	**Actividades**	**Productos**
1.- Desarrollar un índice de pronóstico del número de conglomerados de puntos de calor esperados por estado.	1.- Desarrollo de un índice de pronóstico del número de conglomerados de puntos de calor esperados por estado.	1 - Índice de pronóstico del número de conglomerados de puntos de calor esperados por estado.
2.- Ampliar y validar en campo la herramienta de mapeo de área quemada.	2.- Ampliación y validación en campo de la herramienta de mapeo de área quemada.	2 - Herramienta de mapeo de área quemada ampliada con la inclusión de satélite Sentinel y validada en campo
3.- 2 talleres de la herramienta de mapeado de área quemada.	3.- 2 talleres de la herramienta de mapeado de área quemada.	3 - 2 talleres sobre la herramienta de mapeo de área quemada ampliada con la inclusión de satélite Sentinel y validada en campo.