

Manejo del fuego a escala de Paisaje en el Estado de Coahuila, México

Adin H. Velázquez (Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Coahuila) y Jose M. Iniguez (U.S. Forest Service, Rocky Mountain Research Station)

Introducción

La información espacial sobre la superficie quemada es fundamental para tomar decisiones en relación con estudios y manejo de incendios. Este tipo de información alimenta las necesidades de los encargados de formular políticas públicas, la comunidad científica y los manejadores de recursos naturales. La creación de polígonos de incendios forestales históricos podría ser usada para comenzar a entender una variedad de elementos como: (1) los efectos acumulados sobre el tiempo, (2) el efecto de incendios anteriores en el comportamiento de incendios futuros, (3) la resiliencia de diferentes ecosistemas, (4) la relación entre incendios y el clima, (5) patrones de incendios y diferentes temporadas (meses) y (6) ubicación de incendios en relación con la topografía del terreno. Otras características básicas que se pueden obtener usando estos datos incluyen las superficies afectadas, el número de incendios e identificar la frecuencia y magnitud en la que un área se ha estado quemando.

La creación de polígonos de incendios por año es una herramienta fundamental para la planeación de estrategias en el control y manejo de incendios forestales. Esta información también, podría ser una de las bases para:

- Generar estrategias para el manejo de incendios elaborando polígonos de proyección y referencias para la aplicación de contrafuegos a partir de barreras naturales y artificiales como herramientas de control.
- Estimar la superficie conveniente a afectarse por incendio forestal para establecer polígonos para el manejo de incendios y generar el efecto de mosaico o parches en el paisaje.
- Mantener la biodiversidad en los ecosistemas dependientes por la presencia de incendios naturales y sus efectos ecológicos benéficos.
- Otro punto importante es fortalecer la seguridad del personal combatiente aplicando combate indirecto mediante el manejo de los incendios.

En el estado de Coahuila, este tipo de información (atlas de incendios) existe, pero es incompleta. Afortunadamente, desde el año 2000 el satélite MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) es uno de los sistemas de resolución moderada que se utiliza para la detección de incendios con resoluciones de 1km (Davies et al. 2009). Del mismo modo, el satélite VIIRS (Visible Infrared Imaging Radiometer Suite) proporciona una cobertura global con resoluciones de 375 m y 750 m cada 12 horas, es otro de los sistemas que emite datos de calor. Este sistema con resoluciones de 375 m ha mostrado capacidades de cartografía significativamente superior en comparación con el actual MODIS datos de detección de incendios con una consistencia mejorada en la delimitación del perímetro de incendios (Oliva et al. 2013).

Objetivos

Debido a la importancia de obtener más información sobre los incendios que han afectado Coahuila en las últimas décadas, el objetivo de este trabajo es elaborar polígonos de incendios forestales históricos a través de datos de detección de incendios del satélite MODIS, VIIRS e imágenes Landsat. Esta herramienta será base para la planeación estratégica del manejo de los incendios e identificación de áreas potenciales para investigación. Para realizar nuestro objetivo hemos planteado los siguientes objetivos específicos:

1. Realizar polígonos de cada incendio con los datos de satélites Modis, VIIRS e imágenes Landsat en Software Google Earth de los años 1994, 1995, 1998 y 2001-junio 2017.
2. Analizar gráficamente la superficie afectada por año del 2001-2017
3. Identificar el tiempo en que un área se puede volver a quemar.

Metodología

Para realizar nuestros objetivos se ha seguido la siguiente metodología.

1. Los polígonos se realizaron en software Google Earth en base a los registros de calor históricos basado en los Satélites MODIS y VIIRS. Con el fin de identificar áreas que se han quemado más de una vez y realizar análisis de la superficie afectada en el periodo del 2001-2017.
- 2.- Se utilizaron datos de detección de incendios del Satélite Modis entre los años 2001-2015 y datos del satélite VIIRS de los años 2016-2017 ya que el 2016 fue el primer año que este satélite comenzó a emitir datos.
3. La precisión del Satélite MODIS es de 1km y del satélite VIIRS es de 375m, por lo que el satélite VIIRS presenta mayor precisión. Es decir, el satélite registra calor en algún lugar sobre un área de 375 m cuadrados. Esto quiere decir que el incendio está quemando alguna área dentro de 1km o 375m cuadrados. Usando esta información es posible reconstruir polígonos de incendios históricos.
4. Se identificó que los incendios que ocurren en pastizales son problemáticos con esta metodología. Esto es porque el satélite no los alcanza a detectar debido a que el pastizal no produce el suficiente calor, también porque los incendios en pastizales queman rápido debido a la presencia de combustibles ligeros.
- 5.- Para realizar los polígonos se consideraron los puntos más cercanos entre sí, cuidando no sobreestimar la superficie afectada por el incendio. Tal como se observa en la figura 1.

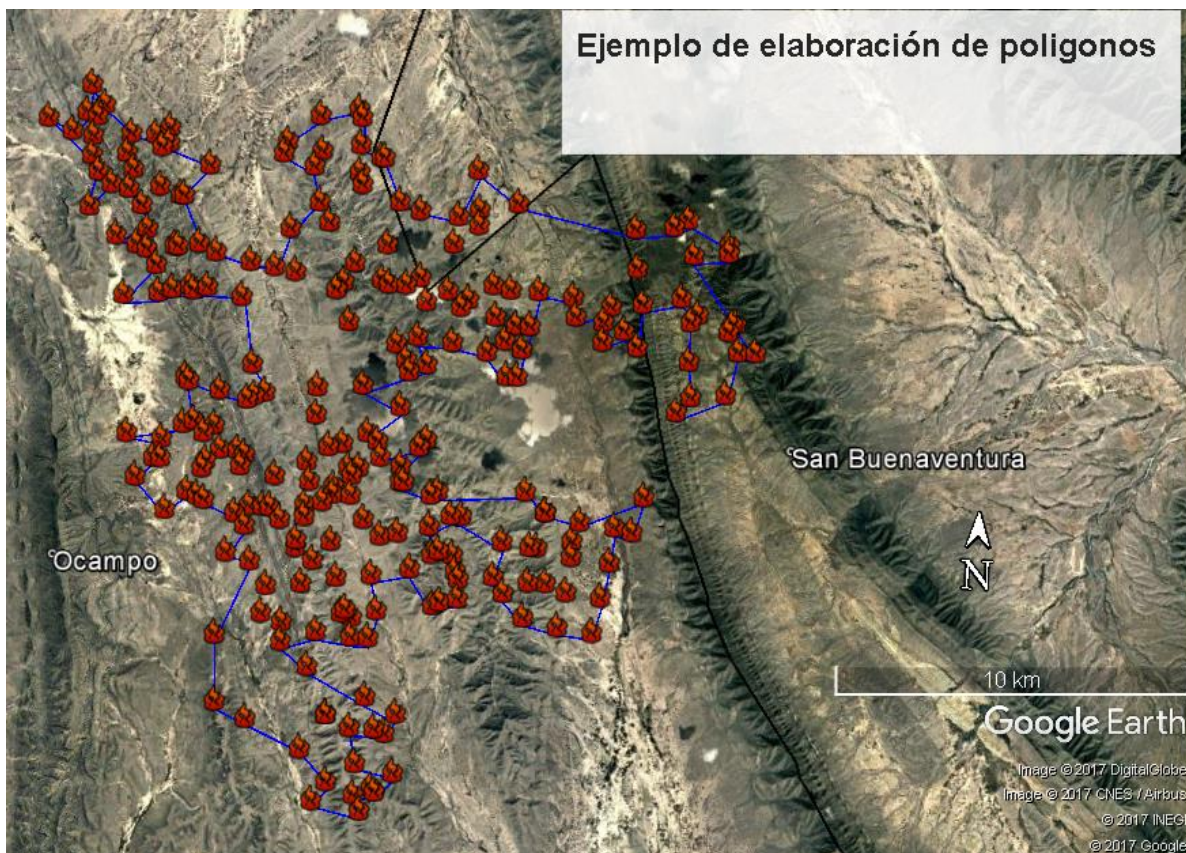


Figura 1. Ejemplo de elaboración de polígonos a partir de los registros del satélite MODIS. En esta imagen cada calcomanía de fuego representa un punto donde el satélite detectó calor creado por el incendio. Usando estas detecciones, el perímetro del incendio fue determinado siguiendo los puntos en las orillas.

6.- Un área con un grupo de más de tres puntos de calor sobre un área cercana, fue considerado como un incendio.

7. El polígono de cada incendio fue determinado siguiendo el centro de los puntos de calor a las orillas de cada grupo de puntos.

8.- También se obtuvo los polígonos de incendios de los años 1994, 1995 y 1998 con la foto interpretación de imágenes del satélite Landsat 5 TM 32 day reflectance composite en la plataforma de Google Earth Engine y el uso del software Google Earth.

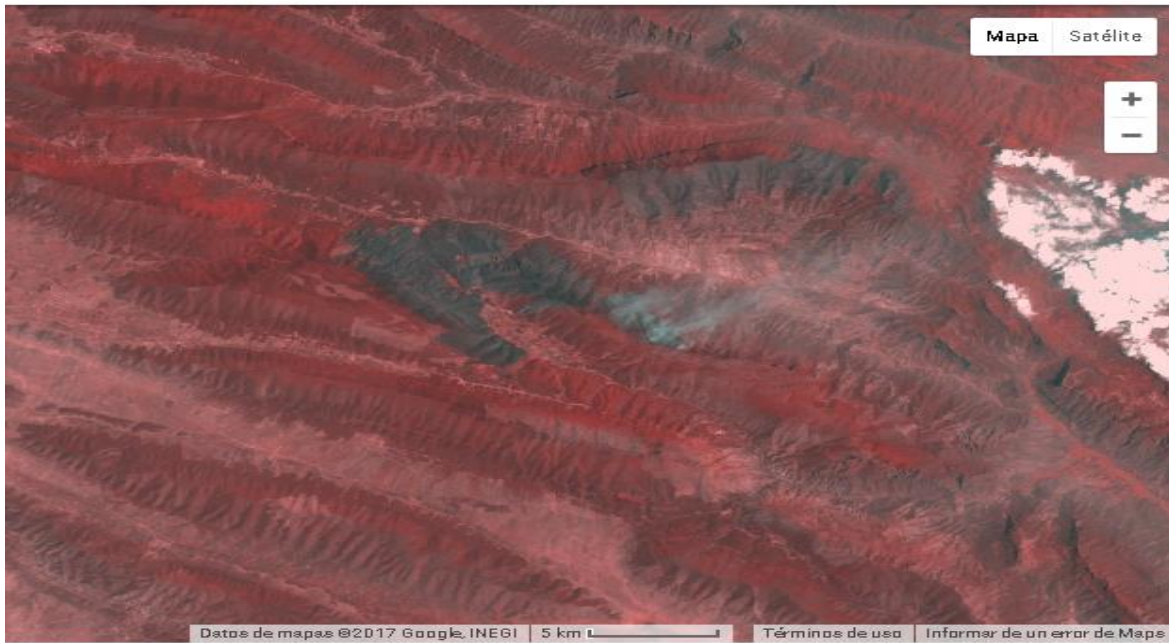


Figura 2.-Vista de Incendios en Ejido Mesa de las Tablas, Arteaga del año 1998, en Imagen Landsat 5 TM 32 day reflectance composite. Este tipo de imagen de satélite fue usada para determinar incendios usando el contraste de color en las áreas quemadas (café) y no quemadas (rojo) por el incendio.

Resultados

1.- Superficie afectada por año y mapa de los polígonos de todos los años

Usando la metodología descrita anteriormente pudimos reconstruir polígonos de incendios en 20 años distintos. Durante este tiempo se detectaron más de 289 incendios los cuales quemaron una superficie de 656, 855 hectáreas. En la siguiente gráfica es posible observar que en Coahuila la mayoría de los años se presentan superficies afectadas similares excepto el año 2011, el cual ha sido uno de los años con mayor superficie afectada en las últimas dos décadas de los que se tienen datos (Zuniga-Vasquez et al. 2017). Uno de los factores que ayudó a tener los mega incendios en Coahuila fue que en el año 2010 se presentó altas precipitaciones por el huracán Alex lo que ocasionó el crecimiento de hierbas, zacates con combustibles finos, aunado a la helada de febrero de 2011, el combustible se había secado y listo para quemar, para marzo del 2011 se presentaron descargas eléctricas en seco. Estas condiciones pueden relacionarse con lo que describen Swetnam (1996) y Swetnam y Betancourt (1998) donde reportan que altas precipitaciones dos o tres años, seguidos por un año seco pueden resultar en grandes incendios. Esto es debido a que las lluvias producen una abundancia de combustible el cual alimenta los incendios en los años secos.

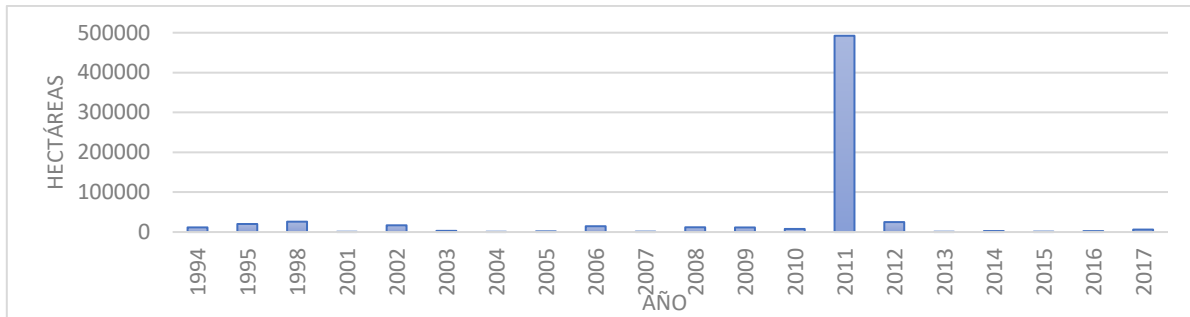


Figura 3. Superficie afectada por incendios forestales por año durante las últimas dos décadas en el estado de Coahuila, México determinadas usando datos de satélites MODIS, VIIRS e imágenes Landsat 5 TM reflectance composite.

En la figura 4 se presenta la localización geográfica de los incendios forestales de los años 1994, 1995, 1998 y 2001-2017, en el cual se observan los mega incendios del año 2011 al norte del estado y es posible observar que esas áreas históricamente siempre se han quemado pero los incendios han sido de menor magnitud.

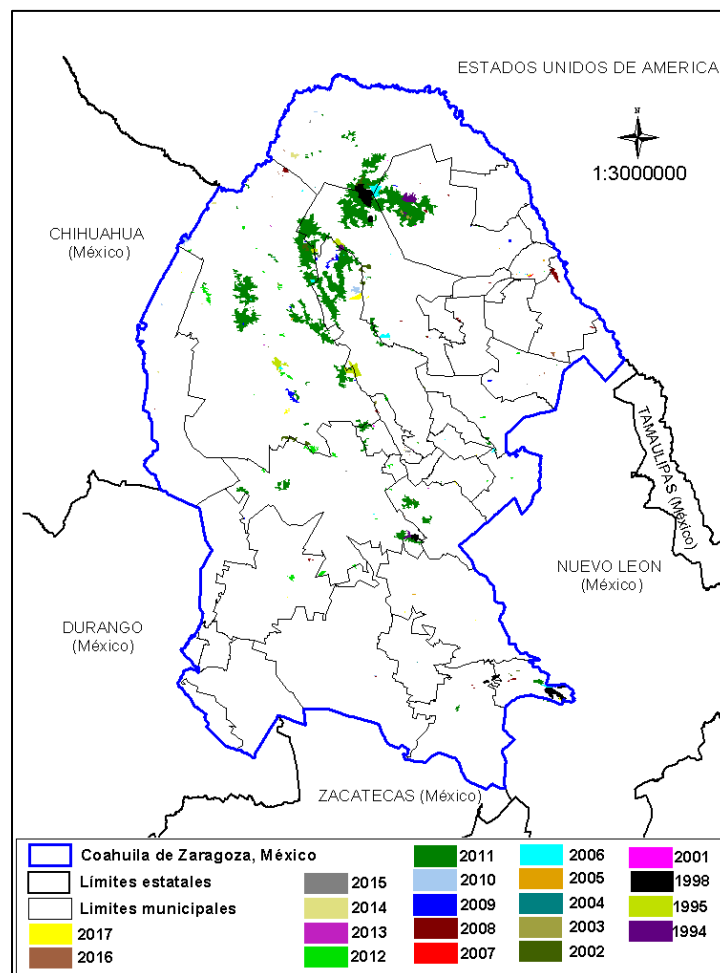


Figura 4. Mapa de polígonos de incendios de los años 1994, 1995, 1998 y 2001-2017 en el estado de Coahuila, México.

2. Áreas que han sido afectado por incendios más de una vez

Debido a bajos recursos económicos y a los grandes incendios que se han presentado en las últimas dos décadas, cada vez es más complicado controlar los incendios sobre todo bajo condiciones ambientales extremas. Por lo tanto, es necesario entender el impacto de un incendio considerando la historia de incendios anteriores en la misma área. Por ejemplo, en el estado de California en Estados Unidos, han hecho estudios en los cuales sugieren que después de una quema, los combustibles son reducidos y no pueden sostener otro incendio hasta por 10 años. Esta relación entre incendios cambia de acuerdo a la vegetación, severidad del primer incendio y las condiciones del segundo incendio. Tomando como referencia el incendio *El bonito* del año 2011, se obtuvo que algunas de las áreas que se habían quemado en 2011, también se habían quemado en los años 1998, 2002, 2005, 2006 y 2010. El ejemplo de la figura 5 sugiere que en los años, como el 2011, más secos el tiempo desde el ultimo incendio no es importante debido a lo descrito anteriormente, este ejemplo es considerando las condiciones extremas ambientales antes y en el año del incendio.

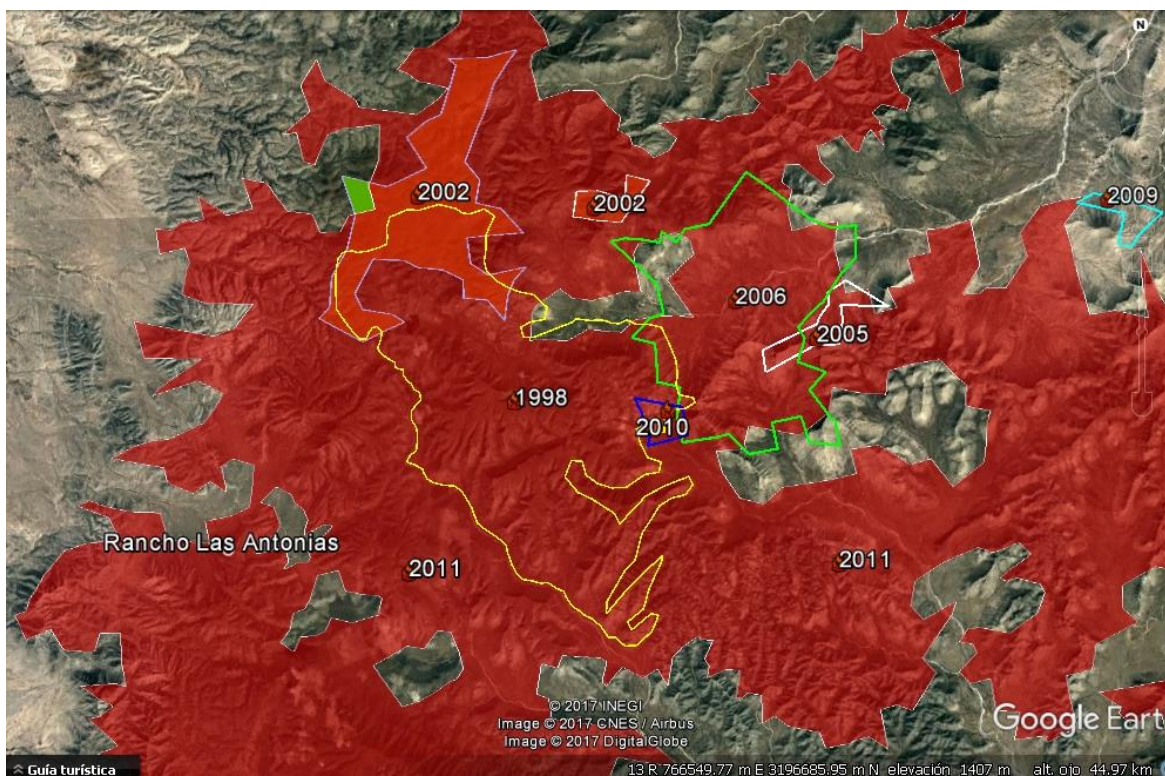


Figura 5. Áreas que se han quemado más de una vez en la Sierra El Bonito en la parte norte del estado de Coahuila, México. El incendio del año 2011 está relleno de color rojo, mientras los perímetros de incendios anteriores tienen y no relleno pero tienen un contorno de diferentes colores dependiendo del año del incendio.

De igual forma, en la figura 6 se observan que algunas de las áreas afectadas en el año 2011 se habían quemado en los años 1994 y 2003.

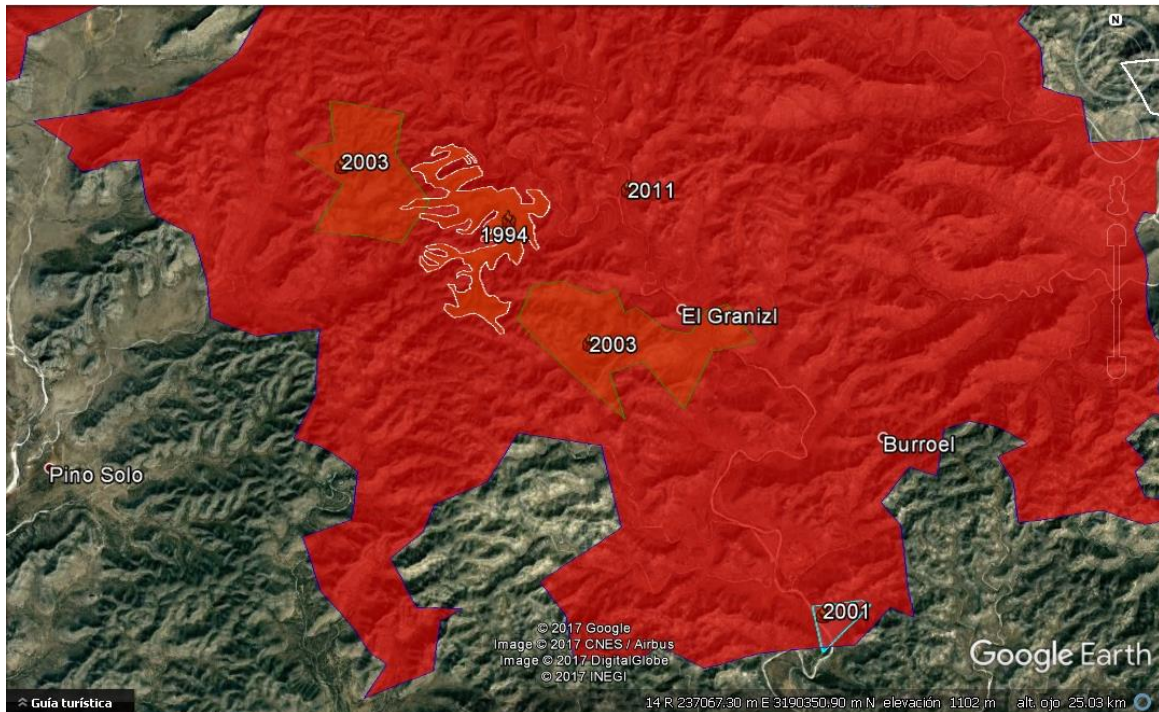


Figura 6. Áreas que fueron afectadas por el incendio del año 2011 a ocho años después del último incendio (2003) en la serranía del burro.

En las dos figuras anteriores se han mostrado ejemplos de incendios que se han presentado en condiciones ambientales extremas y en la figura 7 se observa que después de nueve años el área se vuelve a quemar en condiciones ambientales normales. Sin embargo, con los datos de 20 años para el estado de Coahuila, se observa que en promedio las áreas comienzan a volver a quemarse a los 6 años, en condiciones normales. También, de acuerdo con los datos que se tiene, podemos decir que la probabilidad en tiempo que un área puede volver a quemarse es la siguiente: de 1-2 años la probabilidad es baja, 3-6 años es media y mayor de 6 años la probabilidad es alta que la misma área pueda volver a quemarse, considerando que las condiciones de vegetación para Coahuila mayormente corresponden a matorrales y pastizales.

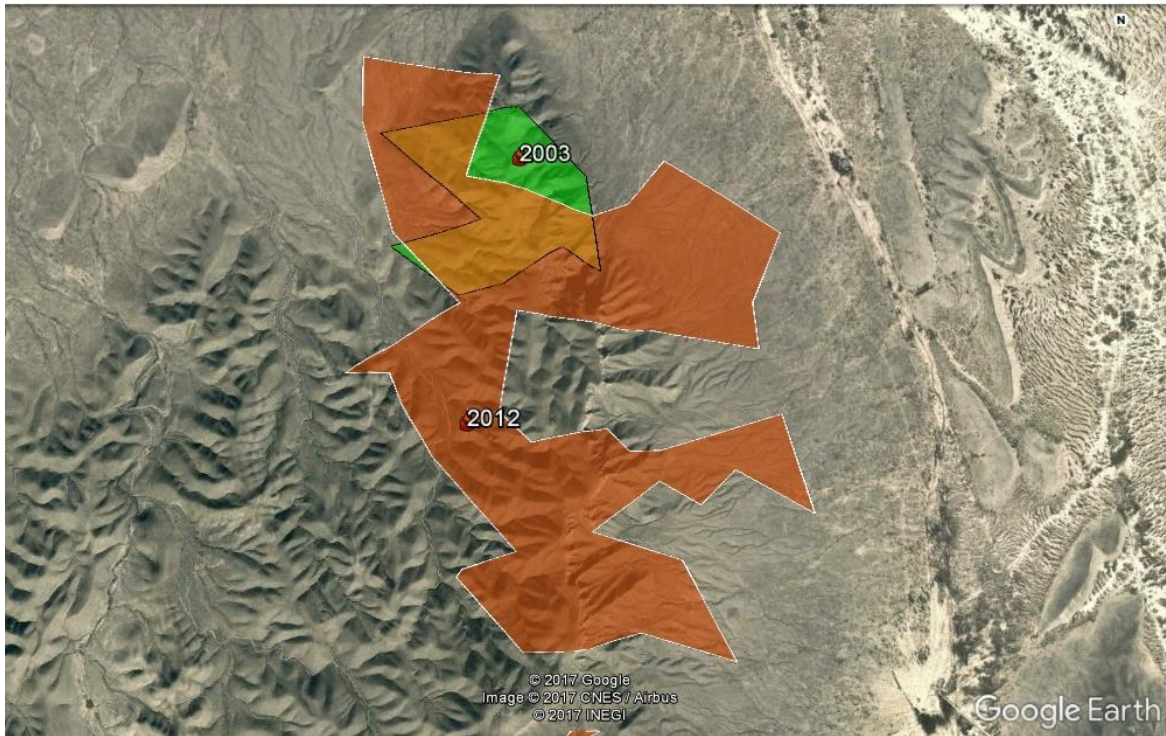


Figura 7. Áreas que se han vuelto a quemar después de nueve años en condiciones ambientales normales, incendio ubicado en sierra cercana al ejido las Eutimias, Ocampo.

3. Ejemplos de áreas que han sido afectado por incendios y que se han servido como barrera para detener el siguiente incendio.

Durante ciertas condiciones ambientales y de vegetación es evidente que previos incendios han afectado el comportamiento y tamaño de incendios en años siguientes. Por ejemplo, en la figura 8 se puede mencionar que el incendio del año 2010 sirvió para detener la propagación del incendio del año 2017. Este efecto es causado porque los combustibles que fueron quemados en 2010 todavía no se habían recuperado lo suficiente como para soportar un nuevo incendio. Este mismo efecto fue observado por los combatientes de este incidente, pero también es muy conocido por los habitantes que han vivido por muchas décadas en estos paisajes.

Es también importante tomar en cuenta que el incendio de 2017 fue durante un año “normal”. Esto sugiere, que tal vez, la supresión de incendios chicos en años “normales” no es deseada porque causa la acumulación de combustibles. Esto permite condiciones más homogéneas de combustible en el paisaje, resultando en incendios más grandes en el futuro. Entonces, es importante considerar que los incendios pequeños son parte de las condiciones naturales lo cual permiten tener un efecto mosaico a nivel de paisaje. Esta heterogeneidad entonces, evita tener grandes incendios que causen efectos negativos a la vegetación, suelo, aire y fauna silvestre, considerando también aquellas áreas donde el fuego no representa peligro para vidas humanas e infraestructura.

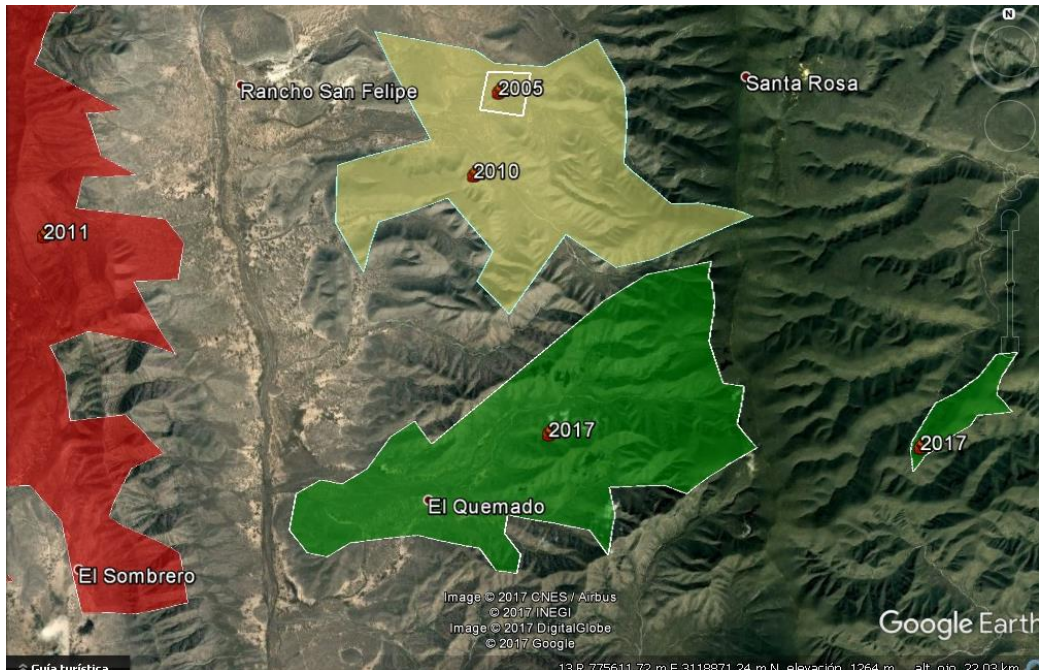


Figura 8. Áreas afectadas por incendio del año 2010 que ha servido para detener el incendio del año 2017, es decir 7 años después, considerando que el último incendio ha ocurrido en condiciones ambientales normales.

En la figura 9 se muestra uno de los ejemplos claros donde el incendio anterior funciona para detener el siguiente incendio en años con condiciones ambientales normales, el cual es importante considerar para la planeación estrategias en el control y manejo del incendio.

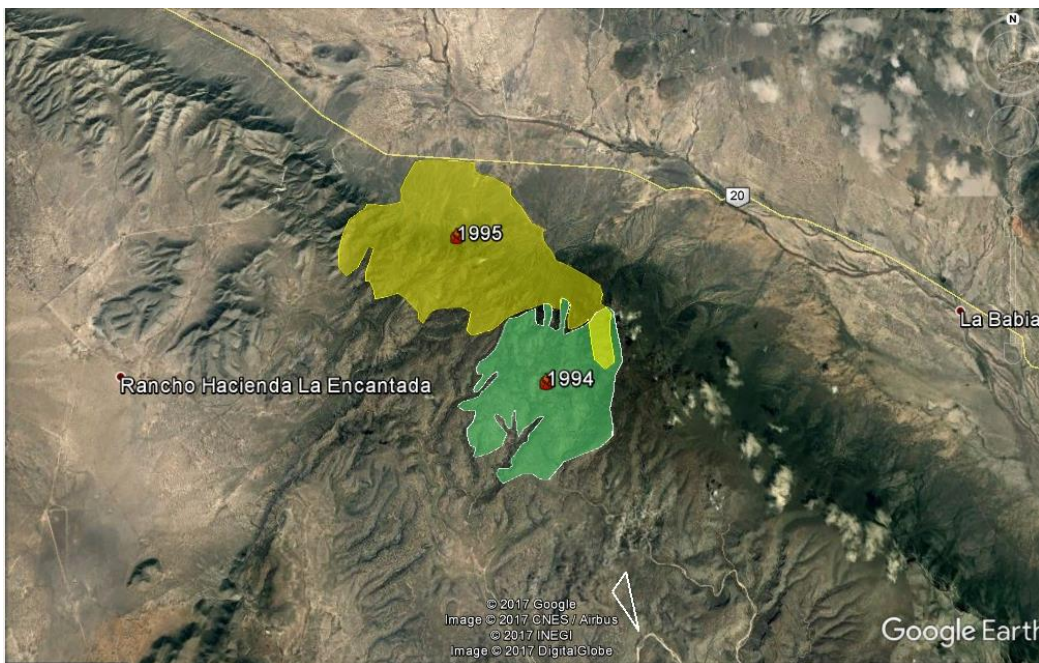


Figura 9. Incendio de 1995 que se detuvo en los límites del incendio del año 1994 en la Sierra La Encantada en el estado de Coahuila, México.

4. Ejemplo de Incendios históricos en Estados Unidos de América

En la figura 10 se muestran algunos incendios históricos del Estado de California, USA. Es un ejemplo claro donde el incendio que ocurrió en el año 2008 (morado) sirvió para detener el incendio del año 2017 (amarillo). En Estados Unidos la mayoría de bosques nacionales mantienen los perímetros históricos desde los 1970's. Estos mapas, junto con mapas de severidad de los incendios más recientes son uno de los datos más usados por los equipos de combate.

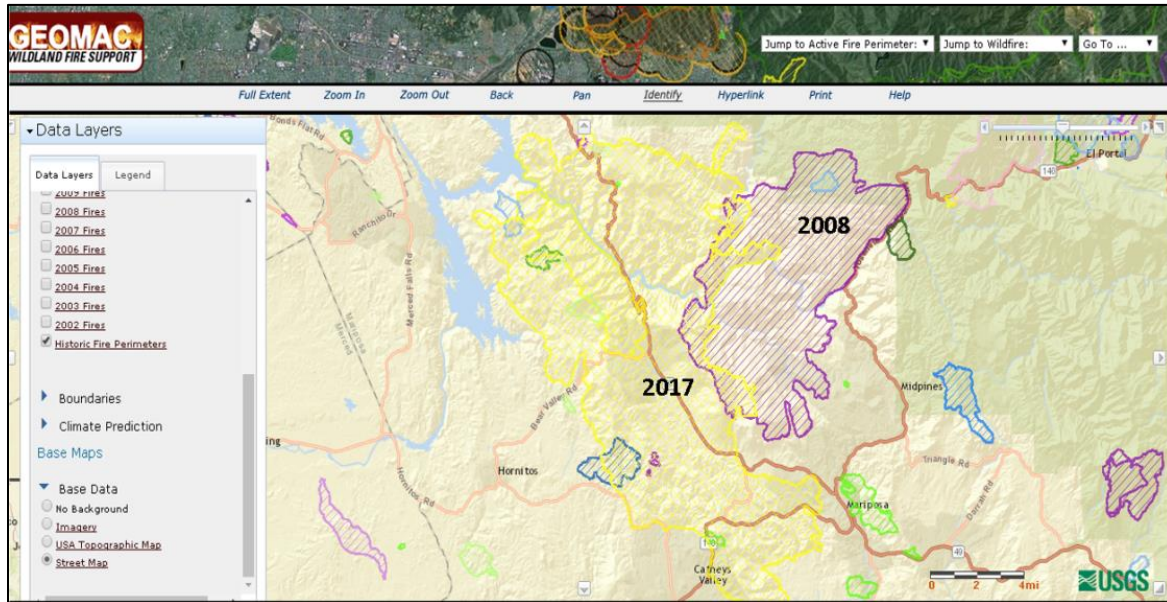


Figura 10. Incendios históricos en California, USA.

Aplicaciones en el manejo de Incendios e investigación

La información que se ha generado puede tener algunas aplicaciones, como:

- Planeación de estrategias para el control y manejo de futuros incendios, considerando la historia de incendios anteriores que pueden servir para mantener condiciones de combustible heterogéneas a nivel de paisaje y evitar grandes incendios en el futuro.
- La identificación de patrones del tamaño de los incendios históricos.
- Ubicación de áreas que se han quemado más de una vez como sitios potenciales para estudiar el efecto de los incendios comparado con otras áreas.
- Ajustar planes estatales enfocados al manejo y control de los incendios sobre todo en las áreas donde se tienen registros que siempre se han quemado.

Conclusiones

Con 20 años de datos de incendios analizados es posible mencionar que las serranías del burro, el bonito y las sierras de Arteaga, son áreas en Coahuila que han tenido hasta cinco incendios en la misma área en las últimas dos décadas, los cuales pueden ser sitios potenciales para estudiar el efecto de los incendios. Por lo tanto, el estudiar y entender los efectos de estos incendios es muy importante, ya que es muy probable que la frecuencia de incendios naturales aumente en el futuro debido a los cambios climáticos.

Por otra parte, con el análisis de la información, es posible concluir que la probabilidad que un área vuelva a quemarse después de los seis años es alta, debido a la acumulación de combustibles finos como pastos y hierbas, en condiciones climáticas normales (humedad y sequía). Sin embargo, dentro del año 1 hasta el año 6 los incendios anteriores pueden funcionar como barreras para detener la propagación del siguiente incendio. Por lo tanto, esta información debe de ser considerada en la planeación de estrategias para el control y manejo de los incendios, sobre todo para evitar poner en riesgo al personal combatiente, disminuir costos económicos en la atención del incendio, considerando que la mayor parte de la vegetación del Estado es considerada como dependiente o mantenida por el fuego.

A pesar de la gran magnitud de los incendios ocurridos en el año 1998, donde podría pensarse que no eran parte de la naturaleza. Sin embargo, los incendios del año 2011 superaron la magnitud de los incendios de 1998. Incendios ocasionados principalmente por descargas eléctricas, en este contexto, los incendios naturales, al igual que los huracanes, sismos, ciclones y tornados son fenómenos naturales que pueden ser una de las respuestas de la naturaleza ante el cambio climático en donde el ser humano ha contribuido en gran medida. Y como muchos otros temas humanos, nuestro conocimiento y manejo de incendios requiere información sobre la historia (o el pasado) por lo cual la información espacial sobre la superficie quemada es fundamental. Considerando que las tendencias son de más incendios y de mayor magnitud se sugiere la implementación de estrategias en el manejo de los incendios.