

# Sistema de Análisis del Programa de Incendios—Módulo de Preparación<sup>1</sup>

H. Roose,<sup>2</sup> L. Ballard,<sup>3</sup> J. Manley,<sup>4</sup> N. Saleen,<sup>5</sup> S. Harbert<sup>6</sup>

## Resumen

Después de la temporada de incendios de 1994 en Estados Unidos las cinco agencias y oficinas federales de incendios de tierras no cultivadas pertenecientes a los departamentos de agricultura e interior junto con Eswith, los guardabosques estatales realizaron una revisión de la política federal de incendios. La falta de un sistema común de planificación y asignación de presupuestos de incendios inter-departamentales se identificó como un punto débil entre las agencias federales. El plan de implantación identificó uno de sus puntos de acción como el desarrollo e implantación de un sistema común de planificación y asignación de presupuestos de incendios interdepartamental.

El Fire Program Analysis System – Preparedness Module (FPA-PM) (sistema de análisis del programa de incendios - módulo de preparación) incorpora el uso del National Fire Danger Rating System, Energy Release Component (sistema nacional de clasificación del peligro de incendios, componente de liberación de energía) para el desarrollo de distribuciones de probabilidad de humedades de la materia combustible con distribuciones de probabilidad asociadas de velocidad del viento para utilizarlas en el cálculo de la evolución de los incendios. Los datos de observaciones meteorológicas para la distribución de velocidades del viento y humedades de la materia combustible son con frecuencia problemáticos o faltan. El FPA-AM utiliza una base de datos meteorológica GRID para suplir las observaciones meteorológicas cuando faltan datos locales.

El uso de un modelo optimizado para desarrollar una frontera económica para la planificación de incendios como un componente clave del FPA-PM es un nuevo proceso para las cinco agencias federales de incendios en tierras no cultivadas. El modelo depende de objetivos de gestión de la tierra y de estrategias de gestión de incendios, reflejados en los pesos asignados a cada Fire Management Unit (FMU) (unidad de gestión de incendios). Los pesos reflejan la prioridad o importancia relativa para el ataque inicial y el uso de incendios en tierras no cultivadas para asignar recursos de una FMU a otra.

Los resultados del FPA-PM se utilizarán para el desarrollo de la solicitud de presupuesto del ejercicio fiscal de 2007 para las cinco agencias y oficinas federales de incendios de tierras sin cultivar.

---

<sup>1</sup> Una versión abreviada de esta ponencia se presentó en el segundo simposio internacional sobre economía, política y planificación de incendios: una visión global, 19-22 de Abril de 2004, Córdoba, España.

<sup>2</sup> Bureau of Land Management, National Interagency Fire Center, 3855 south Development Avenue, Boise, Idaho 83705; hroose@blm.gov.

<sup>3</sup> U.S. Fish and Wildlife Service, National Interagency Fire Center, 3855 South Development Avenue, Boise, Idaho 83705; lballard@blm.gov.

<sup>4</sup> National Park Service, National Interagency Fire Center, 3855 South Development Avenue, Boise, Idaho 83705; jeff\_manely@nps.gov.

<sup>5</sup> USDA Forest Service, National Interagency Fire Center, 3855 South Development Avenue, Boise, Idaho 83705; nikki\_dyke@fs.fed.us.

<sup>6</sup> Bureau of Indian Affairs, National Interagency Fire Center, 3855 South Development Avenue, Boise, Idaho 83705; sharbert@blm.gov.

## Introducción

Después de la temporada de incendios de 1994 en Estados Unidos las cinco agencias y oficinas federales de incendios de tierras no cultivadas pertenecientes a los departamentos de agricultura e interior junto con los guardabosques estatales realizaron una revisión de la política federal de incendios de tierras sin cultivar. La falta de un sistema común de planificación y asignación de presupuestos de incendios inter-departamentales se identificó como un punto débil entre las agencias federales. El plan de implantación de la Federal Fire Policy (política federal de incendios) identificó uno de sus puntos de acción como el desarrollo e implantación de un sistema común de planificación y asignación de presupuestos de incendios inter-departamentales. Al terminar la temporada de incendios de 2000 en Estados Unidos, se realizó otra revisión de la política federal de incendios de tierras no cultivadas). Uno de los resultados de la revisión de 2000 fue el plan nacional de incendios desarrollado como parte de la respuesta a la temporada de incendios de 2000 en Estados Unidos. Un punto de acción del consistía en evaluar la viabilidad de desarrollar un proceso común de planificación y asignación de presupuestos para uso de agencias de incendios de tierras no cultivadas locales, estatales y federales. Este punto de acción fue asignado al guardabosques estatal de Colorado, Jim Hubbard; a esto siguió un informe titulado “Developing a Landscape-scale Fire Planning Analysis and Budget Tool” (desarrollo de una herramienta de análisis y presupuestos de planificación de incendios a escala del paisaje) (conocido también como informe Hubbard). El informe proporciona orientación y una estructura conceptual para el diseño y construcción del Fire Program Analysis System Core Team (equipo fundamental del sistema de análisis del programa de incendios).

Después de la aceptación del informe Hubbard por las distintas agencias de gestión de la tierra, una sesión informativa dedicada al Congreso de Estados Unidos dio por resultado unas instrucciones para diseñar, construir e implantar un análisis centrado en la preparación para el ataque inicial, conocido ahora como el Fire Program Analysis Preparedness Module (FPA PM) (Análisis del programa de incendios - Módulo de preparación). La fecha para la implantación del módulo de preparación es el 1 de octubre 2004 y los resultados del análisis se utilizarán para desarrollar el presupuestado de preparación del ejercicio fiscal de 2007. Están previstos módulos del FPA adicionales en los próximos años para satisfacer las necesidades de planificación y asignación de presupuestos de otros elementos de los programas de gestión de incendios (por ejemplo, gestión de grandes incendios y materias combustibles).

## Organización para el éxito

Tras la recepción de las instrucciones del Congreso con la fecha de implantación correspondiente, el National Fire and Aviation Management Executive Board nombró un director del proyecto y un líder de actividades del equipo fundamental. Estas personas prepararon un plan general del proyecto que contenía el alcance del proyecto, el presupuesto previsto y la organización asociada para asegurar el éxito. Esta organización incluía un equipo fundamental constituido por representantes de cada una de las cinco agencias y oficinas federales de incendios de tierras no cultivadas que forman la mayor parte de la protección contra incendios de tierras no cultivadas para Estados Unidos. Las agencias y oficinas de las agencias federales de incendios de tierras no cultivadas son el United States Department of Agriculture, United States

Forest Service y United States Department of Interior, Bureau of Land Management, Bureau of Indian Affairs, Fish and Wildlife Service y National Park Service.

El equipo fundamental lo dirige un equipo de dirección para asegurar que los requisitos empresariales para la preparación del ataque inicial y uso de los incendios de tierras no cultivadas estén representados dentro del análisis de la preparación.

## **Entradas del modelo de preparación**

La Fire Planning Unit (FPU) (unidad de planificación de incendios) es la extensión geográfica de la zona de gestión de incendios que será objeto de análisis con el FPA PM. Una FPU puede representar a una o varias agencias y tendrá asignado un único escenario de incendios. El escenario de incendios es una representación modelada estadísticamente de los incendios dentro de una FPU. Un año de incendios se puede subdividir en períodos de sensibilidad. Los períodos de sensibilidad se miden por intervalos de dos semanas a lo largo del año natural y se utilizarán para captar la variabilidad estacional del objetivo de recursos/gestión de incendios. Los períodos de sensibilidad comienzan el 1 de enero y terminan el 31 de diciembre.

Los períodos de sensibilidad permiten al usuario cambiar la importancia relativa de la gestión de casos de incendio modelados dentro de la FPU a lo largo del año.

La FPU está subdividida en Fire Management Units (FMU) (unidades de gestión de incendios). Las FMU son polígonos designados espacialmente por objetivos, limitaciones de gestión, características topográficas, acceso, valores a proteger, límites políticos, tipos de materias combustibles, grupos principales de regímenes de incendio, etc. que diferencian las características de gestión de una unidad de las de otra unidad adyacente. Las FMU son la superficie geográfica básica utilizada en el FPA PM. Con cada FMU se asociarán casos modelados de incendios, importancia relativa (pesos) y tiempos para la llegada de recursos contra incendios desde los lugares de envío.

## ***Declaración de los incendios y evolución de los incendios***

Se utilizará la aplicación Personal Computer Historical Analysis (PCHA) (análisis histórico de ordenador personal) para proporcionar un análisis histórico de los casos de incendio y de la evolución de los incendios en el FPA PM. La aplicación PCHA desarrollará un escenario de incendios probabilístico para la FPU y calculará la evolución de los incendios para el caso de incendio modelado individualmente.

La probabilidad de que se declare un incendio se calcula sobre la base de los datos históricos de casos de incendio para la FPU. En el oeste de Estados Unidos y Alaska la mayoría de los incendios incontrolados son causados por rayos. Las condiciones meteorológicas que producen incendios causados por rayos dan por resultado típicamente declaraciones de incendios simultáneas. Estos incendios, junto con los que se declaran individualmente se representan dentro de un escenario de incendios. Los incendios que tienen características similares de evolución, como los que se producen con un nivel de intensidad del incendio 1, se pueden agrupar. Los Fire Intensity Levels (FIL) (niveles de intensidad de los incendios) son representaciones de las longitudes de las llamas que se dividen en categorías como se describe en la tabla 1.

Los datos del caso de incendio con la evolución del incendio asociada se pasa a un transformador de datos (que se describe más adelante) en su camino hacia la rutina de optimización.

Para que sea posible calcular la distribución de frecuencias de incendios, tiene que ser conocido el lugar de cada incendio histórico registrado para que pueda ser asignado a una FMU. El número total de incendios marcados dentro de cada FMU tiene asociados elementos de datos que los describen, uno de los cuales es la fecha de descubrimiento. Utilizando la fecha de descubrimiento, se puede calcular una probabilidad de un caso de incendio modelado y de incendios simultáneos que podrían ocurrir en cualquier día dado.

El PCHA se utilizará para determinar los atributos de la evolución del incendio del escenario de incendios para utilizarlos dentro de la rutina de optimización. Otras entradas de la evolución de los incendios en el PCHA para uso en el FPA PM son el tipo de materias combustibles, las condiciones meteorológicas, la humedad de la materia combustible, la pendiente, la altitud y la orientación. El FPA PM utiliza modelos de materia combustible superficial y de la capa de follaje asociada, altura del tronco, altura de la base de la copa y densidad aparente de la copa, para modelar el potencial de incendio pasivo y activo de la copa.

Los datos meteorológicos en términos de velocidad del viento y humedad relativa se pueden obtener de una estación meteorológica de incendios que esta asociada con la FMU o se pueden recuperar de la base de datos meteorológicos GRID. La base de datos meteorológicos GRID utiliza todas sus estaciones meteorológicas disponibles dentro de una zona para determinar la cobertura para todas las zonas de interés dentro de Estados Unidos.

La opción meteorológica GRID interpola datos meteorológicos de estaciones conocidas y los aplica a puntos de declaración de incendios para casos de incendios modelados. Los datos meteorológicos GRID se ajustan para tener en cuenta cambios en pendiente, orientación y altitud.

Las humedad desde las materias combustibles utilizadas como entradas en el PCHA para cálculos de la evolución de los incendios se determinarán para todas las FMU dentro de una FPU sobre la base del National Fire Danger Rating System (NFDRS) (sistema nacional de clasificación de peligros de incendio), modelo de materia combustible G. Este modelo es el único modelo de materia combustible dentro del NFDRS que contiene todas las clases de tamaños y categorías de materias combustibles, es decir, una hora, 10 horas, 100 horas, 1000 horas, hierbas vivas y materia leñosa. Utilizando el Energy Release Component (ERC) (componente de liberación de energía) para el modelo de materia combustible G (ERCg) junto con los datos de declaraciones de incendios, se ha realizado un análisis de regresión que cubre toda la nación (incluida Alaska), para determinar la probabilidad de que se declare un incendio. Sobre la base de la percentila de ERCg calculada por FMU, hay humedades de la materia combustible correlacionadas para cada una de las clases de tamaños de materias combustibles. Estas humedades de las materias combustibles se utilizarán con distribuciones asociadas de la velocidad del viento, conjuntamente con cada modelo de materia combustible superficial del Fire Behavior Prediction System (FBPS) (sistema de predicción de la evolución de los incendios) y los atributos de follaje identificados dentro de una FMU, para calcular una velocidad de propagación y longitud de las llamas para cada combinación de humedad de la materia combustible y velocidad del viento. La pendiente, altitud y orientación se introducirán en el PCHA

por medio de sus proporciones representativas como preparación para el uso del análisis probabilístico.

Las salidas del PCHA que se utilizarán en la rutina de optimización del FPA PM son la Rate of Spread (ROS) (velocidad de propagación) y el Fire Intensity Level (FIL) (nivel de intensidad del incendio). La velocidad de propagación se utilizará para determinar la magnitud del perímetro de la línea de incendio que existe en distintos períodos de tiempo.

**Tabla 1**— Niveles de intensidad del incendio (FIL)

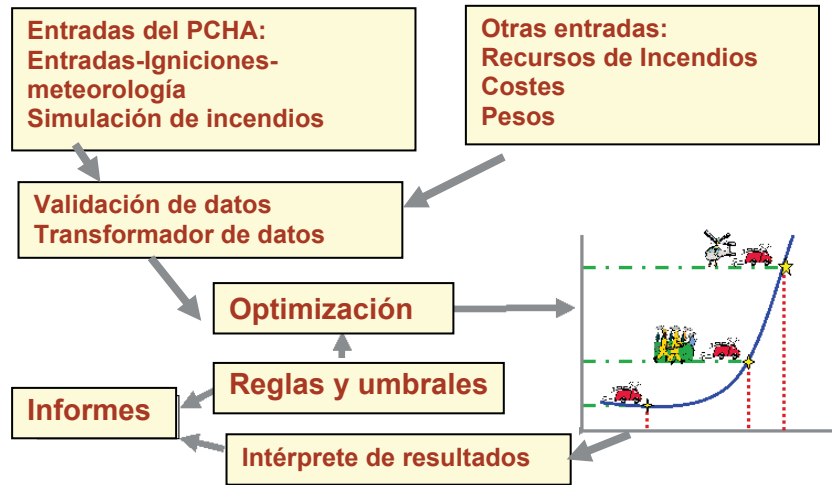
FIL	Longitud de la llama
1	0 – 2
2	2.1- 4
3	4.1 – 6
4	6.1 – 8
5	8.1 – 12
6	12.1 +

Los niveles de intensidad del incendio se utilizan para comunicar los efectos que tendrá el incendio sobre recursos naturales y culturales. Los niveles de intensidad del incendio sirven también de ayuda para determinar la eficacia que distintos recursos de incendios tendrán en relación con la interrupción de la propagación del incendio. Como orientación, personas que dispongan únicamente de herramientas manuales no resultarán eficaces para detener la propagación de incendios con longitudes de llamas superiores a cuatro pies y necesitarán ayuda de máquinas, excavadoras, aviones cisterna o cualquier combinación de recursos mecánicos y aéreos capaz de producir cadenas de líneas de incendio.

### **Recursos de incendios**

El modelo de reparación (PM) requiere varias entradas, la mayoría de las cuales se pasan al transformador de datos y luego a la rutina de optimización, como se muestra en la figura 1. Los datos de recursos de incendios con sus atributos asociados se caracterizan por su tiempo de viaje, coste de despliegue y tasa de producción (cadenas por hora) desde un lugar de envío hasta un punto de carga de trabajo. La versión inicial del FPA PM sólo tiene un punto de carga de trabajo por FMU. Los puntos de carga de trabajo se utilizan para calcular el tiempo de llegada de recursos de incendios desde su lugar de envío a la zona afectada o donde se realiza generalmente el trabajo.

## Realización del Análisis



**Figura 1**— Realización del análisis

La velocidad de producción de la línea de incendio utilizada para un recurso de incendios específico se determina por clase, categoría, tipo y personal en relación con el modelo de materia combustible superficial y unas condiciones específicas junto con un porcentaje de pendiente asociado. Las velocidades de producción de líneas de incendios de recursos de incendios se asignan a cada recurso de incendios con base en tierra, incluidos “helitack”, “rappellers” y “smokejumpers”, utilizando normas desarrolladas por el National Wildfire Coordinating Group, Fire Equipment Working Team.

### Pesos

Un elemento crítico de información que necesita el sistema para traducir objetivos de gestión en tierra para respuesta inicial a la fórmula de optimización es una indicación de importancia relativa para responder a declaraciones de incendios no planificados en distintas circunstancias. Esto se logra mediante la aplicación de pesos relativos a cada FMU perteneciente a la FPU. Para declaraciones de incendios modeladas para ataque inicial agresivo, el modelo toma conceptualmente los pesos aplicados a cada unidad de gestión de incendios y los multiplica por la superficie no quemada para cada análisis. El resultado se denomina acres protegidos ponderados (WAP). El modelo matemático pretende maximizar el número de acres protegidos ponderados a lo largo de una temporada de incendios.

### Optimización

El modelo de preparación del FPA utilizará un planteamiento de optimización lineal (programación entera) para establecer la frontera de economía (véase la figura 2) de los acres protegidos ponderados (WAP). El programa de enteros maximizará los acres ponderados gestionados para un nivel de coste dado. El modelo de optimización se ejecutará entonces de forma iterativa a través de un intervalo de limitaciones del coste

total. El intervalo de los costes totales se determinará por medio de los niveles de costes máximo y mínimo que sea preciso analizar. También se calculará la parte presupuestada del coste total.

El programa de enteros modelará la declaración de un conjunto de incendios incontrolados representativos para cada FIL y período de sensibilidad de cada FMU. Si el objetivo de la gestión de incendios para la declaración de incendios es la extinción, la contención se modela y consigue si la suma de las líneas de incendios construidas excede el perímetro del incendio en cualquier período de tiempo. Los acres quemados darían por resultado una reducción del número total de WAP. Cada recurso de extinción de incendios (por ejemplo, máquinas, equipos manuales, etc.) tiene una velocidad de producción de línea de incendio, coste de preparación y coste de utilización asociados. Si el objetivo de la gestión de incendios para la declaración de incendio es uso del incendio de tierras no cultivadas (WFU), la producción y el coste se estimaría por la duración del caso de WFU.

Los gastos y la efectividad de los incendios de WFU se optimizarán junto con las declaraciones de incendio a extinguir. Los acres quemados en WFU darían por resultado un aumento de los acres ponderados gestionados (WAM) El programa de enteros desplegará recursos de incendios para intentar maximizar la efectividad de la lucha contra incendios de un coste total dado.

Si el modelo es incapaz de gestionar un incendio dentro del coste que tiene asignado, se supone entonces que el incendio ha escapado de la respuesta inicial y que sus dimensiones alcanzan un valor final predeterminado obtenido estadísticamente. Toda la superficie que ha escapado al incendio da por resultado una reducción de los WAM. (Rideout y Kirsch 2002).

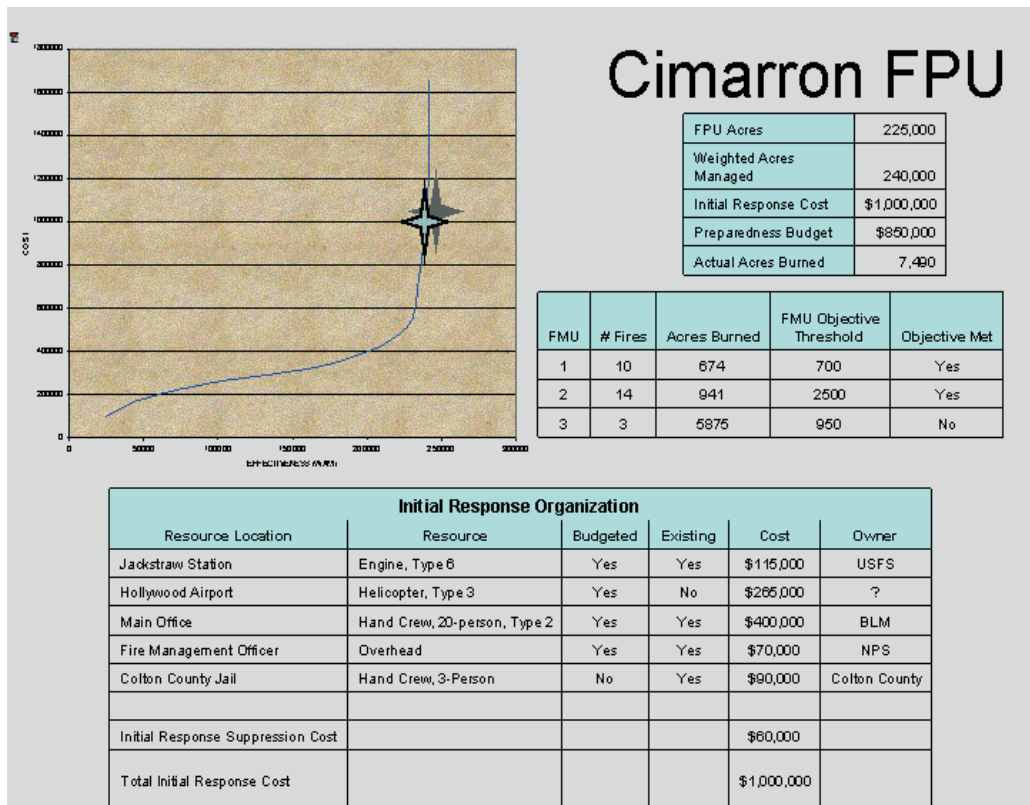


Figura 2— Página de ejemplo de la manera determinar la frontera de economía.

### ***Optimización a posteriori***

El transformador de datos pasará ciertos "parámetros de ejecución" al intérprete de resultados al mismo tiempo que inicia una llamada al optimizador. Estos parámetros permitirán que el intérprete de resultados vigile el estado del optimizador poniendo ese estado a disposición de los usuarios que hacen preguntas sobre sus resultados. Si el optimizador lo devuelve un mensaje de "inviabile" u otro error, el intérprete de resultados hará las modificaciones necesarias. Una vez que el intérprete de resultados determina que se ha terminado una ejecución individual, iniciará sus funciones primarias.

### ***Incendios del optimizador desglosados***

Al transformador de datos se le permite utilizar "atajos" matemáticamente justificables al preparar los datos para el optimizador mediante la agrupación de declaraciones de incendios individuales idénticas en un caso de incendio del optimizador, aumentando los pesos y los costes de la forma correspondiente. El transformador de datos notificará al intérprete de resultados sobre cualquiera de dichos atajos permitido que ha determinado que es conveniente y que ha implantado para cada ejecución. Al ser informado de que se ha terminado una ejecución del optimizador, el intérprete de resultados ajustará las entradas sin procesar del optimizador para restablecer los datos originales del incendio de entrada.

Además, el intérprete de resultados desglosará los importes en dólares por agencia y unidad y creará un presupuesto de capital indicado para envío a lugares o estaciones y recursos de incendios. En los casos en que se necesiten entradas del usuario con objeto de tomar decisiones sobre las salidas del optimizador (por ejemplo, a qué unidad debe pertenecer una máquina si hay indicadas una o más para una estación compartida por distintas agencias), el intérprete de resultados identificará las elecciones necesarias para interacción del usuario. Los usuarios del FPA PM pueden especificar los objetivos de gestión deseados, incluidos acres quemados por FMU, FIL y período de sensibilidad.

El optimizador pasa los resultados de cada declaración de incendio, incluidos los acres quemados, al intérprete de resultados Correlacionado los resultados con otra información variable acerca de cada declaración de incendio (FIL, FMU y período de sensibilidad), el intérprete de resultados puede determinar el cumplimiento de los objetivos deseados.

Este cumplimiento se almacena junto con las demás salidas y está disponible para los informes de los usuarios.

Debe tenerse en cuenta que el Fire Program Analysis System – Preparedness Module y los modelos futuros se encuentran en fase de desarrollo cuando se ha preparado esta ponencia y se está celebrando el simposio.

Para obtener la información más reciente y actualizada en relación con este sistema, puede visitar el sitio web: <http://fpa.nifc.gov>

### **Resumen y conclusión**

El FPA PM dará por resultado una herramienta común y coherente de asignación presupuestaria y planificación de incendios que será utilizada por cinco agencias federales de gestión de las tierras. El sistema utilizará una representación estadística de casos de incendios históricos y datos meteorológicos y, mediante la aplicación de optimización, determinará la organización de incendios más efectiva para alcanzar los objetivos de gestión de las tierras para distintos niveles presupuestarios. Los

resultados se utilizarán para desarrollar presupuestos nacionales de preparación para incendios y como ayuda para realizar asignaciones presupuestarias a las unidades de campo.

## Bibliografía

- Developing an Interagency, Landscape-scale Fire Planning Analysis and Budget Tool, Report to the National Fire Plan Coordinators, 2001: U.S.D.A. Forest Service, U.S. Department of the Interior
- Deeming, John E., Robert E. Burgan, and Jack D. Cohen, The National Fire Danger Rating System – 1978. US Forest Service INT – 39
- Anderson Hal E., Aids to Determining Fuel Models For Estimating Fire Behavior. US Forest Service INT – 122.
- Finney, Mark A. 2003. Unpublished; Process for developing the Fire Scenario for the Fire Program Analysis System – Preparedness Module.
- Andrews, Patricia L. and Larry S. Bradshaw, 1997, FIRES: Fire Information Retrieval and Evaluation System – A Program for Fire Danger Rating Analysis. US Forest Service INT-GTR-367
- Rideout, Douglas B. and Andrew G. Kirsch, 2002, Unpublished; Optimal Deployment for Initial Attack in Support of the Fire Program Analysis (FPA) Preparedness Module (Summary Report of Preliminary Progress).
- Rothermel, Richard C. 1983. How to Predict the Spread and Intensity of Forest and Range Fires. US Forest Service, General Technical Report INT-143.
- Robertson, Sarah L. and Howard Roose 2003, Fire Management Planning – Developing Strategies and Setting Measurable Objectives for Adaptive Management.
- Finney, Mark A. 1998, FARSITE: Fire Area Simulator-Model Development and Evaluation. US Forest Service Research Paper RMRS-RP-4

Esta página se deja en blanco intencionadamente.