

El papel del fuego en la gestión del paisaje

Marc Castellnou¹; Edgar Nebot² y Marta Miralles²

Resumen

Actualmente los grandes incendios forestales son los principales gestores de nuestros paisajes, junto a las grandes superficies cultivadas y las largas infraestructuras lineales y urbanas que los fragmentan. Al intentar eliminar el fuego forestal hemos potenciado su función como proceso renovador del ecosistema, y hemos entendido que es uno de los procesos clave en la estructura y la configuración de nuestros paisajes. La reducción de las perturbaciones de baja intensidad fuerza a que los grandes incendios forestales sean actualmente el principal gestor del paisaje junto con el hombre que lo urbaniza y fragmenta.

Hay 3 propuestas a corto plazo que pasan por el cambio de prioridades de la extinción total y absoluta a la gestión del fuego forestal cuando sea posible; el uso del fuego como herramienta de extinción y de gestión del combustible y el uso de los incendios de diseño como herramientas de planificación. Estas propuestas tienen que ser la base para trabajar en 4 direcciones: a través de las infraestructuras tolerantes al fuego (urbanas y forestales) a nivel de fincas o macizos y, a una escala mayor, mediante la ordenación del territorio integrando al fuego como perturbación. Paralelamente se tiene que resolver la valoración de las externalidades para que el paisaje dé “frutos” sobre los cuales aplicar una gestión adaptativa con equipos multidisciplinares para poder resolver un problema complejo como la función del fuego en la gestión y usos del paisaje.

Thematic session Nº1

¹ Analista Jefe. Direcció General de Prevenció, Extinció d'Incendis y Salvaments – Departament d'Interior, Relacions Institucionals y Participació. Crtra Universitat Autònoma s/n. Cerdanyola del Vallès. 08290. Tf.935820424; Fax 935820347; e-mail: mcastellnou@gencat.net

² Direcció General de Prevenció, Extinció d'Incendis y Salvaments – Departament d'Interior, Relacions Institucionals y Participació. Crtra Universitat Autònoma s/n. Cerdanyola del Vallès. 08290. Tf.935820424; Fax 935820347; e-mail: eneboth@gencat.net

1. Introducción

Actualmente los grandes incendios forestales son los principales gestores de nuestros paisajes, junto a las grandes superficies cultivadas y las largas infraestructuras lineales y urbanas que los fragmentan. Al intentar eliminar el fuego forestal hemos potenciado su función como proceso renovador del ecosistema, y hemos entendido que es uno de los procesos clave en la estructura y la configuración de nuestros paisajes.

1.1. Modelo actual de convivencia con el paisaje

Desde que el hombre vive en la tierra, ésta le ha proporcionado no sólo recursos para subsistir y mejorar sino también un hábitat del que forma parte. Con el paso de tiempo los modelos de percepción y relación con el paisaje han ido variando, y con ella ha variado el ecosistema:

- **Convivencia:** En la antigüedad, la relación con la naturaleza era más directa y de dependencia. La baja demografía y la escasa tecnificación facilitan que el hombre se sepa una pieza más de la naturaleza, vulnerable a sus cambios, y aprende caminos que le permiten sobrevivir.
- **Utilitaria:** Esta convivencia cambió con el aumento demográfico, y la extracción de grandes cantidades de recursos para soportarla, sobretudo la agricultura y ganadería extensiva, y el comercio por mar a gran escala. Los dientes de los herbívoros, el fuego y las hachas cambian el régimen de perturbaciones en muchos paisajes. La naturaleza produce multitud de recursos para uso y disfrute del hombre.
- **Ingenieril:** Con la industrialización, aumenta la tecnificación en la convivencia con el paisaje. Se importa al ambiente mediterráneo el modelo forestal de la Selva Negra alemana, que elimina redundancias para optimizar el aprovechamiento de recursos. De repente, toda la cultura forestal ancestral (incluyendo el fuego) es mala, y se lucha contra ella hasta casi eliminarla, sustituyéndose por la selvicultura centroeuropea.
- **Religiosa:** Visión urbana, donde el bosque como ecosistema autónomo del que los hombres no forman parte, donde las intervenciones antrópicas se desvían de la sucesión ecológica natural que lleva a un sistema estático ideal e incombustible, y menoscabando las disciplinas agroforestales consideradas como productivistas (Cerdan, 2004). El bosque es un dios intocable y el fuego o, en casos extremos la motosierra, son demonios a combatir.



Figura 1 - Visión de convivencia, utilitaria, ingenieril i religiosa del paisaje

El marco legislativo e institucional actual sobre la gestión del paisaje no vincula la gestión de las masas forestales con la vulnerabilidad de las estructuras ante el fuego, se centra en causas y extinción de incendios sin integrar la extinción y la planificación forestal, e incluso ocasionalmente no incluyen los aprovechamientos agrarios extensivos en la prevención del fuego (Plana, 2004). En general la legislación aísla los diferentes elementos forestal-agrario-fuego-casas, sin ordenar las interrelaciones, ni incorporar el modelo de paisaje en la ordenación territorial (Cerdan, 2004).

Los cambios económicos se han apoyado y a la vez han permitido distintos modelos de aproximación al paisaje. Un ejemplo claro es la expansión de la trama urbana difusa (urbanizaciones) hacia la zona forestal que se inició durante los años 60 y 70 del siglo XX, la cual obliga a establecer nuevas relaciones con el entorno, tanto para ordenar la accesibilidad y movilidad de los habitantes de las interfícies, como para garantizar su seguridad frente a los eventos de la naturaleza (inundaciones, fuegos,...).

1.2. Evolución paisaje mediterráneo: cambios en la estructura económica

La llegada de los humanos a cada nuevo continente vino acompañado de grandes cambios en el ecosistema; poco a poco, los hombres aprendimos a vivir en equilibrio con nuestros ecosistemas. Esto sucedió en Australia, con las grandes extinciones de mamíferos de hace entre

40.000 – 60.000 años que condujeron, poco a poco, a un equilibrio de los indígenas con un ecosistema cambiante. En América la historia es bastante similar, sólo que más tardía.

También en Euroasia todo apunta a una historia bastante similar, aunque la intensificación de la agricultura y la introducción extensiva de determinadas especies ganaderas como la oveja, fuerza a nuevos equilibrios con el ecosistema. Estos siglos de coexistencia con este ecosistema permite llegar a una nueva convivencia entre el hombre y el paisaje, cada cultura con sus propias normas y tradiciones heredadas.

A partir del S. XVIII con la desamortización de Mendizábal y la liberalización de los derechos feudales, se redujo la masa forestal y se abancaló y cultivó gran parte del territorio. A principios del S. XX la industrialización creciente fuerza el abandono de cultivos y el éxodo de la población rural.

El rápido aumento en el uso de tecnologías crea una ilusión de poder sobre la naturaleza aumentando la producción de bienes de consumo: se ordenan los sistemas naturales, eliminando redundancias y agentes de cambio natural (fuego, grandes depredadores), y se sustituyen por agentes de control humanos (sistemas de extinción, motosierras, excavadoras), permitiendo así la intensificación de la producción (regularización de bosques).

Llevar al extremo esta visión utilitaria implica dos consecuencias claras y simultáneas:

- la aparición de nuevas tecnologías más baratas que pueden sustituir a los recursos forestales como la madera, que pasa a ser poco rentable.
- la complejidad de los sistemas naturales se rebelan al control humano, y aparecen efectos secundarios no deseados, como el cambio climático, el incremento de grandes incendios, o la extinción de especies

Ante la baja rentabilidad de los bosques debido al incremento de costes no proporcional a los precios de los productos, que se combina con otros factores como el envejecimiento de la población rural, la estructura de propiedad atomizada y la descapitalización de las masas arbóreas, se reducen los aprovechamientos forestales (Plana, 2006).

Los cambios en la estructura económica de la sociedad han propiciado una gestión forestal muy escasa, que no invierte en mejoras en la calidad de la masa, y olvida los objetivos a largo plazo de persistencia al ignorar el fuego, la reincorporación de nutrientes y la erosión como parte del sistema.

Actualmente el principal uso de los sistemas naturales es recreativo y protector, y la sociedad cada vez más urbana cambia su relación con el bosque, y trata la naturaleza como un nuevo Dios, y pasa a ser una foto estática, intocable y a proteger.

Pero este cambio de visión hacia la veneración, no nos ha ayudado a reaccionar ante la complejidad de los ecosistemas.

Tanto la superficie forestal como la biomasa acumulada por metro cuadrado aumenta cada vez más, la urbanizaciones y la cantidad de gente viviendo en zonas susceptibles de quemar con altas intensidades crece incesablemente, y la sociedad no percibe la necesidad de ordenar el espacio no urbanizable, ni su relación con el espacio urbanizado, tanto en cuanto a viviendas como a infraestructuras lineales. Éste es uno de los ejemplos de necesidad de ordenar el medio forestal, tanto para mejorar el aprovechamiento de los recursos como para garantizar la seguridad y los servicios a la población residente en este espacio.

Buscando el aumento de producción de bienes de uso, o el mantenimiento de una foto estática, seguimos actuando como si pudiéramos controlar el ecosistema al eliminar los procesos de cambio propios del ecosistema, las perturbaciones. Paradójicamente la ilusión de control y la

veneración nos ha llevado a aumentar el riesgo de perder elementos de éste ecosistema que pretendemos proteger.

Las perturbaciones son los procesos que dinamizan el ecosistema, y por tanto son las que permiten que nuevas generaciones sucedan a las anteriores. Implican la muerte de poblaciones, individuos o partes de ellos, y en función de su intensidad, frecuencia y estacionalidad aseguran la supervivencia de unas u otras especies.

En estos últimos tres siglos se ha reducido el uso del monte, tanto para leñas, pastos como maderas, tal y como hemos explicado en el punto anterior. Pero también han cambiado los incendios. Antes del S. XVII el régimen de fuegos se basaba en rayos, que quemaban durante días a medias y bajas intensidades, apoyados por el fuego de los ganaderos, que tras siglos de interacción aprendieron a convivir y modelar el paisaje. La desamortización fragmentó y redujo la masa forestal y la industrialización trasladó el prestigio del conocimiento a las grandes ciudades aislándolo de las tradiciones rurales, forzando la pérdida de la cultura forestal del país, así como la pérdida de la cultura del fuego.



Figura 2 - Incendio de baja intensidad en descendente (flecha azul discontinua) que permitía la supervivencia de la masa arbolada y que los bomberos pudieron apagar. Más tarde otro fuego, este de alta intensidad (flecha roja continua), que empezó en la parte inferior del barranco eliminó todos los árboles. El incendio de alta intensidad se paró en la zona quemada con baja intensidad. Así la actuación de los bomberos apagando el incendio con el que sí podían es la causa de la pérdida de masa arbórea por el fuego de alta intensidad. Fuente: Bombers de Catalunya

El modelo actual conduce a una extensión, carga y continuidad forestal creciente, con una elevadísima densidad forestal de árboles de poco diámetro y masas estancadas, forzando el sistema hacia grandes incendios forestales. Actualmente los fuegos de alta intensidad y las excavadoras corren a sus anchas y modelan nuestra convivencia con el paisaje, sin una planificación social integradora que regule a largo plazo la convivencia entre el hombre y su entorno.

Las perturbaciones regulan la composición posterior de especies, tanto en el tiempo, como su distribución horizontal y vertical en el espacio. El cambio en el régimen de perturbaciones ha permitido el desarrollo y la acumulación de biomasa, aumentando la continuidad horizontal a nivel superficial, así como continuidad vertical y tangencia de copas. Estas nuevas estructuras de vegetación pueden quemar a muy alta intensidad. La reducción de perturbaciones de baja y media intensidad son paradójicamente garantía para la existencia de incendios de alta intensidad.

Es decir, volviendo al concepto inicial, al cambiar el elemento que crea ese paisaje y lo mantiene de forma estable cambiamos el resultado, que es el paisaje en sí mismo. El proceso es eliminar el fuego porque no entendemos su ecología. Intervenimos. Se crea pues un nuevo paisaje con más combustible que permite paradójicamente incendios más intensos. Hemos vuelto a crear un nuevo paisaje, cada vez mas lejos del que sería sostenible y nos mantenemos en una espiral abierta ascendente.

1.3. Límites en el fuego forestal del s. XXI

Actualmente el fuego de alta intensidad es el principal gestor del paisaje, debido a dos parámetros: el límite de la capacidad de extinción y el límite en la gestión de la emergencia (Rifà y Castellnou, 2007), los cuales se basan en criterios cuantitativos de longitudes de llama, velocidades de propagación del fuego y velocidad y transmisión de la toma de decisiones para gestionar recursos y actuaciones en la emergencia.

Actualmente en Cataluña queman más hectáreas cada año en grandes incendios de las que se tratan mediante gestión forestal, el 94.6% de la superficie quemada lo ha hecho en incendios de más de 100 ha (Figura 1). El modelo de extinción total que se ha escogido fuerza a que la mayor parte de igniciones, que queman a baja intensidad, se apagan rápidamente y queman superficies muy pequeñas, mientras que más del 90% de la superficie arde con intensidades tan altas que escapan del control de los sistemas de extinción (Figura 2). Por tanto, no sólo el fuego es el principal gestor del ecosistema, sino que sólo se permite que las más altas intensidades gestionen el ecosistema.

Esta dominancia de los Grandes Incendios Forestales (GIF en adelante) ha sido posible debido al cambio de comportamiento de los incendios forestales en los últimos 40 años. Si la primera generación de incendios alcanzaba grandes proporciones debido a la disponibilidad de superficie continua de combustible, fruto del abandono rural, y ante los que se planteaban actuaciones lineales (cortafuegos), la segunda atendía a incendios cada vez más intensos y rápidos. Estos aparecían gracias a la acumulación de vegetación (Vélez, 2000) combustible después de 10-15 años, tras abandonar no sólo estos cultivos, sino también la gestión tradicional de los bosques.

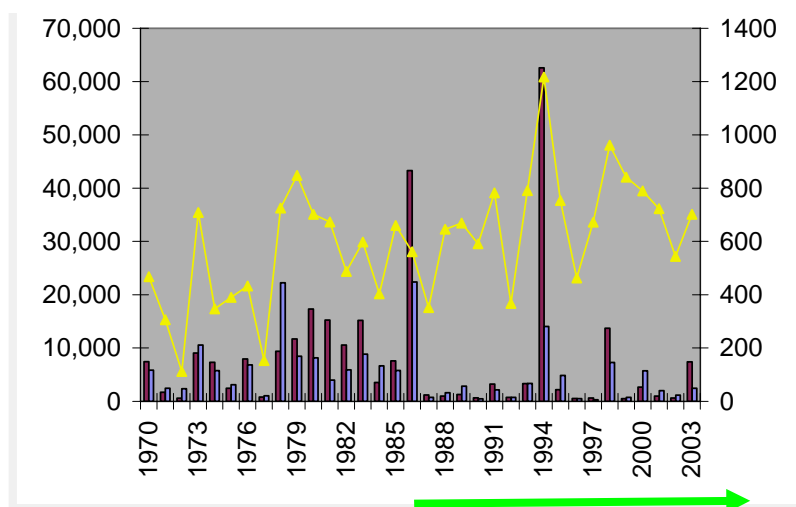


Figura 3 - Evolución del número de incendios y superficie forestal arbolada y no arbolada, quemada en los mismos. Las columnas rojas son hectáreas arboladas, las azules no arboladas y la línea amarilla número de incendios. A partir del año 83 se crea Bombers de la Generalitat y del 87 se implanta el programa Foc Verd. Fuente: Bombers de Catalunya.

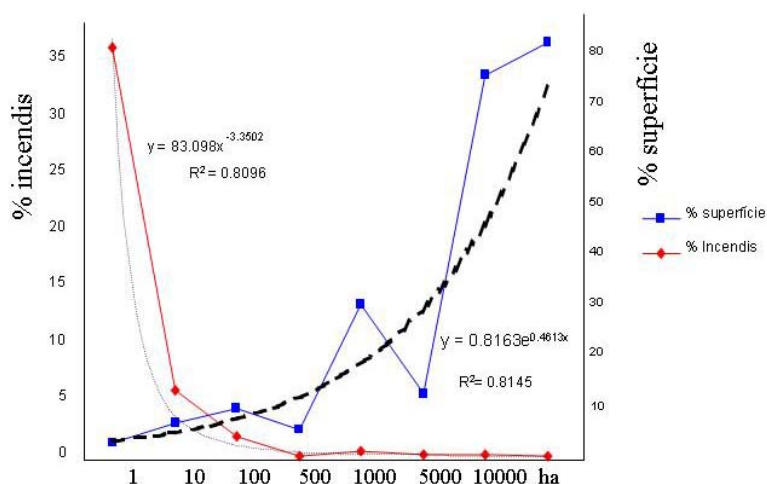


Figura 4 - Caracterización del régimen de incendios entre los años 88 y 95, en Cataluña. Fuente: Bombers de Catalunya.

En los años 90 asistimos a la llamada 3ª generación, que se caracteriza por la intensidad debido a que son incendios de copas pasivos y activos. Estos fuegos se presentan inalcanzables para cualquier tipología de extinción. Hemos asistido así, a grandes incendios de más de 20.000 y 30.000 ha en toda Europa, y a los grandes episodios a escala continental, como la Navidad Negra Australiana del 2002-2003, el otoño 2003 de California, el verano del Mediterráneo Oriental en el 2000, y el del Mediterráneo Occidental en el 2003, etc... Ésta ha sido la paradójica respuesta de nuestro ecosistema al intento de control y protección.

Pero esta tercera generación, manifiesta otros comportamientos preocupantes, y uno de ellos nos permite clasificar una cuarta generación de incendios, que se caracteriza por propagar sobre un nuevo tipo de combustible: las urbanizaciones. Es decir, ya no tenemos un fuego que quema masa forestal y puede afectar ocasionalmente a alguna vivienda, sino un incendio que propaga por masa forestal y jardines o casas sin dificultad ni diferenciaciones. Estos incendios propagan aprovechando la densidad de vegetación dentro de jardines así como la continuidad de carga de combustible entre bosque, zona urbanizada y el propio edificio (Figura 3).



Figura 5 - Proceso a través del cual el fuego penetra en una urbanización el 7 de agosto de 2003 (Maçanet de la Selva). Observar que el fuego inunda de focos secundarios de la zona urbanizada. Una faja perimetral, que es lo que pide la legislación vigente, no es suficiente, hay que asegurar que no propague por el interior. Fuente: Bombers de Catalunya.

Durante el verano del 2003 vivimos incendios de cuarta generación en Sant Llorenç Savall y Maçanet de la Selva (Cataluña), Marsella y Nimes (Francia), Génova (Italia) y en el centro de Portugal, propagando con alta intensidad y velocidad dentro de zonas urbanizadas, no como fruto de la inercia que el fuego ha tomado en la masa forestal, sino utilizando el modelo de combustible de los jardines y las casas. Los incendios que propagan por focos secundarios y alta

intensidad son una realidad que se plantea no sólo en Europa (Caballero, 2004) si no también en California (Nasiatka, 2003) y Australia (State of Government of Victoria, 2003).

Podríamos decir que es una variante de las otras generaciones, especialmente de la tercera, pero presenta como carácter diferencial el modelo de combustible y la capacidad de desarrollar fuegos de alta intensidad sobre él. Es más, el fuego puede quemar toda la urbanización naciendo dentro de ella y no saliendo de la misma (como en el caso de Salou en 1998).

2. Reducir la vulnerabilidad, disminuyendo la capacidad de propagación

El fuego de alta intensidad es el principal gestor de nuestro paisaje forestal, y supera la capacidad del sistema de prevención y extinción de incendios. Para reducir el riesgo que la sociedad está asumiendo, solo podemos reducir la vulnerabilidad del ecosistema, disminuyendo la capacidad de propagación del fuego y aumentando nuestra tolerancia (Plana, 2006)

Para reducir la capacidad de propagación del fuego, hay 3 propuestas a corto plazo:

- cambio de prioridades de la extinción total a la gestión del fuego cuando sea posible
- potenciar las perturbaciones de baja y media intensidad, tanto el pastoreo, la gestión forestal como el uso del fuego como herramienta de extinción y de gestión del combustible (quemadas prescritas, quemadas de ensanche, contrafuego,...)
- maximizar la eficiencia de la prevención y de la extinción, anticipando allí donde seremos más eficientes, mediante los incendios de diseño:

2.1. Cambio de prioridades: de la extinción a la gestión

El fuego es uno de los factores clave en la dinámica de los ecosistemas, e influye no sólo a escala de rodal, sino también a escala de paisaje tanto a nivel de macizo como de toda Cataluña. En los últimos años como hemos dicho, la principal perturbación que regula la sucesión en la mayor parte del territorio mediterráneo en Cataluña son los incendios de alta intensidad. El modelo de extinción total que estamos aplicando solo conduce a perpetuar los grandes incendios forestales como uno de los principales gestores de nuestros paisajes, favoreciendo las especies adaptadas a la alta intensidad por encima de las especies adaptadas a bajas y medias intensidades.

Los fuegos mayores y más incontrolables están relacionados con acumulaciones de combustibles, o con zonas con grandes extensiones de masas arboladas adultas y continuas, que permiten fuegos de copas que se escapan de capacidad de extinción. La reducción de perturbaciones frecuentes de media y baja intensidad ha conducido a perturbaciones menos frecuentes, pero de mayor intensidad.

Según Piñol *et al.* (2005) aumentar la capacidad de extinción tienen un efecto relativamente pobre en la superficie total quemada en incendios en un paisaje a escala de décadas o siglos, pero aumentan significativamente el porcentaje de superficie quemada en alta intensidad con incendios de grandes proporciones. Con un programa de quemadas prescritas (o desbroces, etc) la superficie total quemada en alta intensidad con incendios de grandes proporciones disminuye. A escala de Cataluña y de décadas o siglos no podemos variar significativamente la superficie total quemada, sólo la intensidad con que se quema.

Así si queremos evitar los paisajes más homogéneos y menos estratificados derivados de los incendios de alta intensidad, hay que favorecer la gestión agro-forestal y la gestión del fuego. Pero esta gestión forestal debe integrar el fuego como perturbación, adaptando la productividad de estas masas a el régimen de incendios, con turnos menores a la recurrencia de fuegos de alta intensidad que renueven el ecosistemas, favoreciendo estructuras tolerantes al paso del fuego, priorizando los lugares estratégicos para el combate de los Grandes Incendios Forestales,

vinculando los responsables de gestión del territorio en las decisiones relativas a la gestión de los incendios.

El esfuerzo en prevención y extinción debe continuar y ser más eficiente si no queremos perder nuestras masas forestales, pero a largo plazo, sin gestión, el problema persiste

2.2. Perturbaciones de baja y media intensidad

Hemos dicho que para garantizar la persistencia de la masa y la calidad del paisaje, activos demandados por una sociedad cada vez más urbana, hay que potenciar las funciones productivas, actualmente en declive: pastoreo extensivo, aprovechamientos forestales, o el uso del propio fuego. Los aprovechamientos agro-forestales tradicionales están dificultados por la poca “rentabilidad” de invertir en el sector forestal (Plana, 2006). Debemos considerar el fuego como una herramienta a considerar:

- el elevado grado de adaptación de todas las especies mediterráneas a distintos regímenes de incendios (Nebot, 2005; Pellisa, 2003)
- su presencia inevitable en el paisaje especialmente de modo natural con las tormentas de rayos veraniegas (Lloret y Marí, 2001)
- su coste (Larrañaga *et al.*, 2005)
- sus beneficios indirectos, en el aprendizaje de los sistemas de extinción de su control, en la regulación de pastos, en la persistencia de especies melíferas, en la conservación de especies faunísticas, en el abaratamiento de tratamientos selvícolas, etc... (López *et al.*, 2002; Miralles y Castellnou, 2002; Pons, 2004; Úbeda *et al.*, 2005)



Figura 6. Fuego como perturbación de renovación favorece la expansión de *Pinus halepensis*, perfectamente adaptado a la alta intensidad y al fuego de copas, con piñas serótinas y regeneración con luz



Figura 7. Fuego como perturbación de mantenimiento en *Pinus nigra* que ha permitido la entrada del regenerado en bosquetes, elevando la base de las copas de los pies adultos. La siguiente perturbación de baja intensidad hará una primera clara de los pies de regenerado, mientras que una perturbación de alta intensidad desplazaría al *Pinus nigra*, sustituyendolo por otras especies.

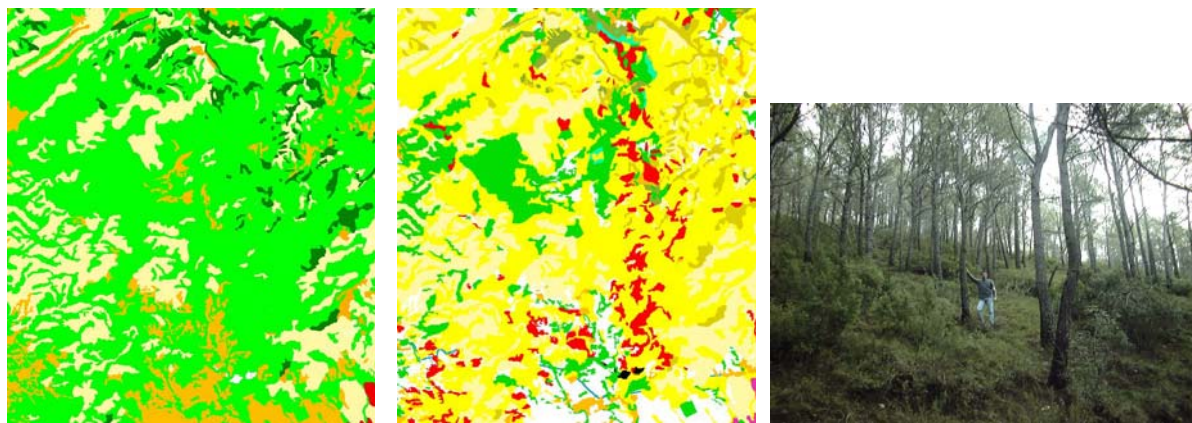


Figura 8. Evolución de la distribución en un mismo paisaje del sur de Tarragona de la superficie de matorrales (amarillo), cultivos (naranja) y masas arboladas (verde), del 1967 al 1999 debido al paso de grandes incendios (1967, 1978, 1979, 1983, 1985, 1989, 1994). A destacar las teselas de la imagen del centro en rojo, donde a pesar de la recurrencia de grandes incendios continua habiendo masas arboladas a pesar de tener cicatrices en los árboles de al menos 2-3 incendios (ver imagen de la derecha)

Eso sí, la cultura del fuego que tenían nuestros antepasados no puede recuperarse sino es lentamente, para asegurar tanto la persistencia de todos los elementos del ecosistema, como la productividad de las masas.

Tanto si se decide por potenciar el uso del fuego, invertir de forma muy importante en gestión forestal, como si se decide dejar todo como está, estaremos escogiendo nuestras opciones de futuro, y asumiendo un riesgo, que debe ser aceptado por la sociedad, y asumido por sus políticos.

Se decida la herramienta que se decida, hay que conocer el régimen de perturbaciones posibles en cada zona forestal y los efectos de cada tipo de perturbación sobre las poblaciones de cada especie, sobre las distintas estructuras vegetales y su probabilidad de fuego de alta y baja intensidad, sobre la productividad del ecosistema tanto en productos selvícolas, como micológicos, de caza, de pastos, melíferos, y en externalidades, sobre sus condicionantes y ventanas de aplicación, y así poder conseguir formaciones forestales adaptadas al régimen de perturbaciones: sostenibles.

2.3. Herramienta: Incendios de diseño

Los Grandes Incendios Forestales se mueven rápidamente, y para responder a los rápidos cambios de comportamientos sin implicar largas comunicaciones y cadenas de mando hay que anticipar el comportamiento de los fuegos. A nivel de línea de fuego, anticiparse permite responder a los próximos años de GIF, y al mismo tiempo es la herramienta que permite integrar la extinción con la planificación territorial, los usos y aprovechamientos forestales y la prevención y preextinción de incendios (Rifa y Castellnou, 2007).



Figura 9 – Incendio de Bellaguarda 2005, que saltó muchos campos de cultivo. El mosaico agroforestal no garantiza la capacidad de trabajo contra GIF. Es importante que las discontinuidades estén situadas allí donde el fuego va a dar una oportunidad. Para esto, hay que saber anticipar el comportamiento del fuego, estableciendo los incendios de diseño.

La anticipación del comportamiento del fuego se basa en el comportamiento de incendios pasados, ya que los grandes incendios forestales ocurren en situaciones sinópticas concretas y poco habituales (Ibáñez *et al.*, 1996), entre 3 y 10 días al año, y la interacción entre las masas de aire moviéndose en direcciones concretas y la orografía constante, explica que los patrones de propagación del fuego a gran escala sean siempre los mismos en cada zona.

Los incendios de diseño describen el patrón de movimiento básico del incendio, los puntos críticos, las zonas de caída de focos secundarios, las carreras principales, etc. Se estudian y se simulan los incendios históricos y la relación entre orografía y meteorología y las estructuras resultantes de los incendios (Castellnou, 2000).

3. Reducir la vulnerabilidad aumentando la capacidad de convivencia con el fuego

Hemos intentado eliminar el fuego del ecosistema, y solo hemos conseguido aumentar nuestra vulnerabilidad. La naturaleza es un hábitat donde vivimos, nuestro hábitat que compartimos con cientos de otros elementos. Nunca podremos acumular suficiente información para poderla controlar sin provocar cambios no anticipados. Para bien o mal, solo podemos formar parte del sistema asumiendo humildemente riesgos y probabilidades. Participamos en el ecosistema, y más vale que lo hagamos sabiamente y no irresponsablemente (Solé y Goodwin, 2000), cambiando el modelo actual de convivencia con el paisaje, aumentando nuestra capacidad de convivir con el fuego, así como nuestra capacidad de responder a cambios.

Hay, pues, 4 líneas de trabajo que abordar:

- infraestructuras tolerantes al fuego: urbanas y forestales
- ordenación del territorio integrando al fuego como perturbación
- valoración de las externalidades
- gestión adaptativa con equipos multidisciplinares para un problema complejo

3.1. Infraestructuras tolerantes al fuego

Las evacuaciones ante un GIF son muy problemáticas de gestionar. La gran mayoría de muertos se producen huyendo de casa, como los casos de Catalunya 1993 con 5 muertos en Vespella de Gaià y Catalunya 2003 con 5 muertos en Sant Llorenç Savall. Casos similares pueden verse en Francia el 2003, Portugal el 2003 y 2005 o Australia el 2002.

La autoprotección en interficies ya preparadas para ser tolerantes al paso del fuego es el sistema más seguro para personas y infraestructuras (Cohen, 1999). El precio de esta autoprotección es un cierto nivel de perturbación, un peaje a pagar para evitar fuegos catastróficos. Dar a la gente la capacidad para controlar su riesgo es un paso hacia la implicación de toda la sociedad en el problema.

Por tanto, asegurar la autoprotección implica planificar el tipo de régimen de fuego que permita el tipo de fuego que esté dentro de la capacidad de extinción, y de acuerdo con la gestión del ecosistema. Una planificación que también ha de hacer posible el confinamiento como medida de seguridad. Los incendios serán cada vez más emergencias globales de protección civil.

La integración de los elementos del paisaje será solo posible si somos capaces de transferir a la sociedad estos conceptos, para que valoremos y decidamos conjuntamente nuestro futuro. El esfuerzo más importante a realizar es la divulgación de la situación actual; sólo si la sociedad percibe el problema, podrá reaccionar de forma reflexiva, en lugar de hacerlo reactivamente ante situaciones concretas (Plana, 2006)

3.2. Ordenación del territorio

La gestión del paisaje es una de las necesidades que las figuras de planificación y ordenación del territorio deben de abordar. Las actividades que se desarrollan en el medio forestal y los usos que se asignan a cada tesela del territorio se relacionan a través de las figuras de planificación existentes. En este caso los Planes de Ordenación de Recursos Forestales (PORF) son una herramienta válida para relacionar éstas actividades en el medio forestal con la ordenación del territorio (Cerdan, 2004), como por ejemplo la planificación urbanística, que permita un mayor control y calidad de estos usos y actividades.

Los documentos de planificación se pueden, y se deben, completar con análisis de evolución del paisaje gestionado según diferentes alternativas y modelos de gestión. Un análisis que permita comparar datos cuantitativos para saber, con criterio técnico, si se consiguen los resultados previstos y en que grado.

El uso de simuladores dinámicos de ecología se está extendiendo a este tipo de análisis más amplio del paisaje, incluyendo nuevos factores y criterios de evolución del sistema. Estos permiten observar cambios en el entorno y hacer análisis y valoraciones con ellos, como el caso del NetLogo 3.0 (<http://ccl.northwestern.edu/netlogo/>) o la evolución del paisaje según la presión del sistema de extinción de incendios de la Eglin Air Force Base en Florida, USA (<http://nersp.nerdc.ufl.edu/~arm/people/eglinScenarios.html>).

3.3. Valoración de la externalidades

La importancia de los bienes de producción de las masas forestales, y en general del medio forestal, ha cambiado. Actualmente la situación socioeconómica de las actividades ligadas a este espacio implica un replanteamiento de los objetivos de la gestión que se aplica. Desde ya hace tiempo se han ido identificando y publicitando las muchas externalidades que este espacio ofrece a la sociedad, tanto la que lo habita como la que lo usa temporalmente.

Entender qué bienes se pueden conseguir a partir de la gestión de las masas forestales productoras de las externalidades y, lo más importante, su valoración económica, sea directa o indirecta, de forma que se reinvierta en el propio espacio y permita su gestión, es uno de los retos actuales.

Como elemento de reflexión, para mostrar las dificultades que la gestión encuentra cuando su objetivo se basa en potenciar y ‘comercializar’ alguna de las externalidades de las masas forestales, se puede hacer referencia a una de las que más puede condicionar este espacio: la producción del paisaje.

Este ‘fruto’, el paisaje, es la base sobre la cual se producen y visualizan los cambios en la dinámica de los ecosistemas, y sus repercusiones a nivel de incendios forestales, y sobre el cual el conocimiento de los gestores de territorio debe de trabajar. Un trabajo que necesita de un

conocimiento complejo del sistema, que permita comprender qué cambios se producen y qué agentes y procesos los motivan.

Cabe añadir que la observación y la toma de decisiones respecto al paisaje implican un alto grado de subjetividad, en función de la percepción que cada individuo tenga del entorno, tanto un gestor como un usuario lúdico. Un hecho que a escala de sociedad se visualiza en alguno de los modelos de convivencia del paisaje citados anteriormente.

Una parte del problema de gestionar para y con las externalidades, radica en cómo se percibe el paisaje y su problemática de gestión desde cada uno de los modelos. La visión religiosa, el dejar que la naturaleza haga 'su' curso sin nuestra intervención, como si nunca hubiésemos formado parte de ella, puede motivar que la sociedad no perciba que existe un coste, los paisajes gestionados por GIF y cada vez más gente en riesgo, y que las externalidades del monte no son gratuitas. La visión utilitaria y ingenieril, basadas en la productividad de bienes materiales, aunque sean los conocidos tradicionalmente como secundarios, o cada vez más el uso recreativo de infraestructuras existentes, puede llegar a debates de quién paga, para qué y cómo se reinvierte en la sociedad.

Las ventajas e inconvenientes de cada uno de los modelos muestran la necesidad de encontrar una solución compleja al problema que se aborda. Hay que encontrar un punto de encuentro que nos permita convivir con el paisaje, donde se pueda recuperar la cultura forestal que permita acercarnos respetuosamente pero decididamente a un paisaje extensivo, de forma que lo podamos comprender para definir unos objetivos claros y concretos de gestión.

3.4. Gestión adaptativa con equipos pluridisciplinares

La gestión de los sistemas complejos implica la necesidad de aceptar las incertidumbres, tanto las conocidas como las no conocidas (Bormann y Kiester, 2005), y el riesgo inherente a la propia gestión de los ecosistemas forestales. Ésta aceptación de las incertidumbres permite gestionar de acuerdo a los cambios y a las dinámicas propias de los ecosistemas. Mover una pieza del sistema tiene repercusiones en todo el conjunto, por este motivo se debe concentrar el máximo de conocimientos (disciplinas) en el equipo de decisión.

Esto es crear equipos pluridisciplinares para tener las máximas opciones de decidir y valorar las alternativas de gestión para hacer frente a los cambios y efectos predecibles (incertidumbres conocidas) y aceptar, también, los procesos no previsibles (incertidumbres no conocidas) de forma que se pueda entender su razón y los patrones que les motivan. Un proceso que enriquece al equipo gestor en el conocimiento complejo del espacio nos rodea y permite mejorar las opciones de gestión futuras.

3.4.1. Ejemplo de modelo de evolución de paisaje

Los modelos de gestión del paisaje deben definir tanto la estructura de la masa, el dominio de las especies, la integración del crecimiento humano, como las dimensiones de las teselas que conforman el paisaje. Son muchos los ejemplos de modelos existentes que hacen variables algunos de los elementos del sistema, dejando constantes el resto, para estudiar de forma específica los cambios y las reacciones ante un escenario concreto.

Un ejemplo de modelo de paisaje concretado para el análisis de la relación entre el régimen de perturbaciones y la dinámica de la vegetación, teniendo en cuenta al fuego como factor de cambio principal, es el que se ha desarrollado para las sierras del sur de Tarragona (Nebot, 2003).

Este modelo, simple y muy gráfico, tiene en cuenta factores antrópicos históricos, bióticos y topográficos para simular escenarios de paisaje según diferentes regímenes de perturbaciones fuego forestal (alta y baja intensidad). A continuación se puede ver una de las comparativas sencillas de diferentes escenarios (Figura 5).

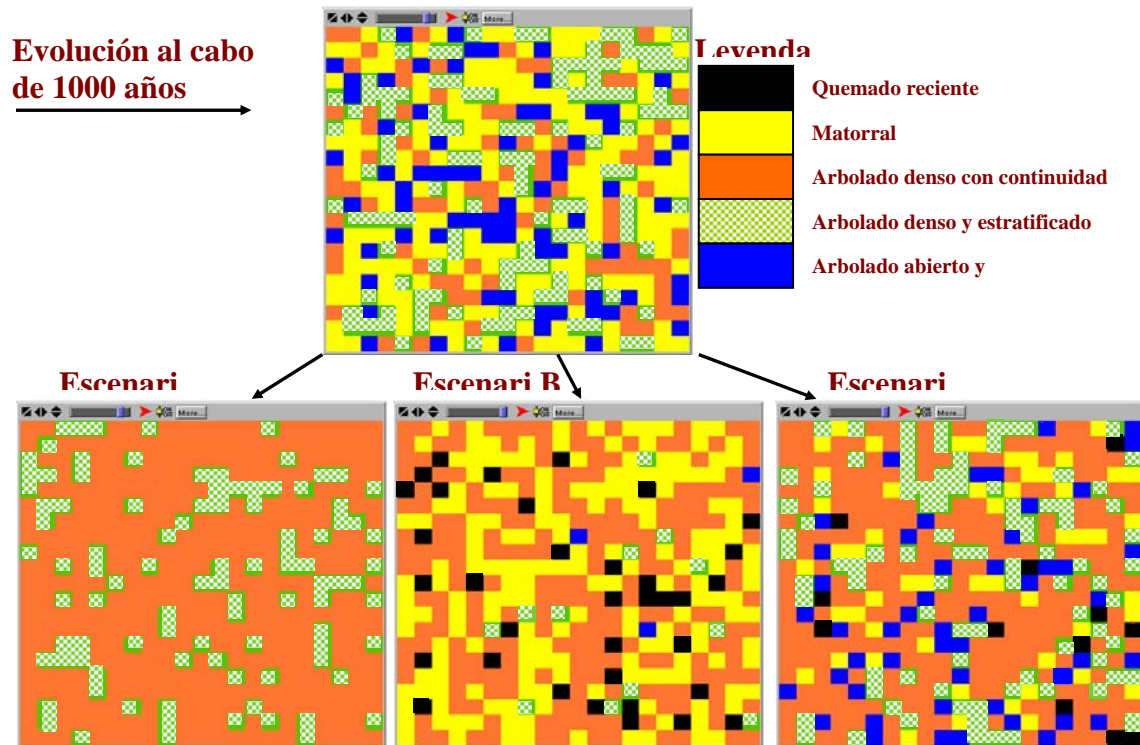


Figura 10-Evolución de un paisaje aleatorio al cabo de 1000 de dinámica. Las etapas de la sucesión vegetal se agrupan en: quemado reciente, matorral, arbolado denso continuo y estratificado, y las masas resistentes al fuego de baja intensidad. El escenario A representa la evolución del paisaje sin fuegos, el B la evolución en un régimen con dominio de fuegos de alta intensidad y el C la evolución del paisaje y las estructuras de vegetación en un régimen con dominio de la baja intensidad.

La modelización del paisaje es una herramienta en sí, ya no por la posibilidad de comparar los resultados cuantitativamente que se obtienen después del tratamiento, sino, también, por el hecho de tener que diseñar y programar el programa del simulador, o en casos más simples, las variables existentes, con todos los procesos, valores numéricos, elementos y relaciones existentes en el sistema.

4. Conclusiones

Los grandes incendios de alta intensidad son el principal gestor de nuestro ecosistema y solo reduciendo nuestra vulnerabilidad ante ellos podremos conservar paisajes de calidad, heterogéneos, sostenibles y productivos. La reducción de vulnerabilidad implica reducir la capacidad de propagación del fuego y nuestra vulnerabilidad ante los incendios.

Para ello es imprescindible explicar a la sociedad:

- que los grandes incendios superan y superaran a los sistemas de extinción, y que debemos prepararnos individualmente para convivir con el paso del fuego
- las diferencias entre fuego de alta y baja intensidad y su distinta ecología,
- que mantener las externalidades que nos ofrecen los bosques no es gratuito y el papel de la gestión forestal

Una medida técnica y política imprescindible es la integración de la planificación territorial, forestal, ganadera y de gestión de las emergencias preparándose para los escenarios de Gran Incendio Forestal esperado en cada zona, los incendios de diseño.

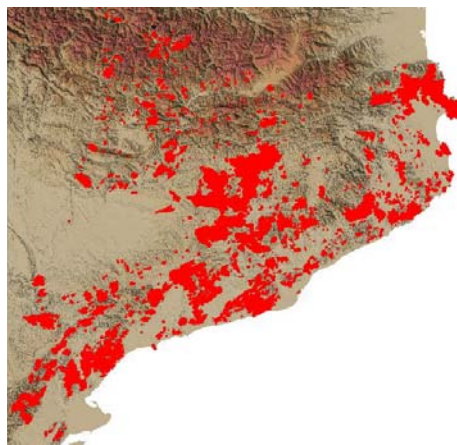


Figura 5-La huella de los grandes incendios forestales en los últimos 50 años. Fuente: Bombers de Catalunya.

5. Bibliografía

- BORMANN, B; KIESTER, R. 2005. Acting on uncertainty in landscape management – Options Forestry. Science Findings nº78, November 2005. Pacific Northwest Research Station. USDA Forest Service, Portland.
- CABALLERO, D. 2004. Gestión de los riesgos de incendios en la interfase forestal-urbana: Proyecto WARM. 2nd Symposium on Fire Economics, Planning and Policy: A global view. Cordoba. Spain.
- CASTELLNOU, M. 2000. Nuevas Metodologías de Prevención de Grandes Incendios. Congreso Forestal Ibérico. Castelo Branco. Portugal. Diciembre 2000.
- CASTELLNOU, M. 2002. Applying simulators to the fire line (Signature Prediction Methodology). IV International Conference on Forest and Fire Research.
- CERDAN, R. 2004. Planificació territorial i dimensió socioambiental dels incendis forestals al Bages. En: Plana, E (coord): Incendis forestals, dimensió socioambiental, gestió del risc i ecologia del foc. Xarxa Alinfo XCT2001-00061. Solsona. 13-21 pp.
- COHEN, J. 1999. Reducing the Wildland Fire Threat to Homes: Where and How much? USDA Forest Service. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-173
- IBÁÑEZ, JJ; PONS, X; CASTRO, FC. 1996. La predicció del risc: models de risc i propagació. En: Terradas, J. (coordinador). Ecologia del foc. Editorial Proa. Barcelona. pp. 96-108.
- LANGSTON, N. 1995. Forest Dreams, Forest Nightmares: The Paradox of Old Growth in Inland West. University of Washington Press. Seattle, EUA.
- LARRAÑAGA, A; GALÁN, M; PELLISA, O. 2005. Discusión sobre el análisis de costos de las quemaduras prescritas en los ámbitos de preextinción y gestión forestal. Valoración de 6 años de experiencia en Catalunya. II Conferencia Internacional sobre Estrategias de Prevención de Incendios. Barcelona. 9-11 Mayo 2005.
- LLORET, F; MARÍ, G. 2001. A comparison of the medieval and the current fire regimes in managed pine forests of Catalonia (NE Spain). Forest Ecology Management, 141, 155-163.
- LÓPEZ, M; PRIETO, P; GUARQUE, J; MIRALLES, M. 2002. Fire management of *Ulex parviflorus* brushlands. Forest Fire Research.Coimbra. Portugal.
- MIRALLES, M; CASTELLNOU, M. 2002. Análisis de fuel availability meteorological index critical for the occurrence of each pattern of large wildfire in Tibias (Catalonia). En: Viegas (ed.) Forest Fire Research & Wildland Fire Safety. Millpress. Rotterdam. ISBN 90-77017-72-0.
- NASIATKA, P. 2003. Southern California Firestorm 2003. Report for the Wildland Fire Lessons Learned Center. 70 pp.

- NEBOT, E. 2003. Model de simulació del sistema forestal de Tivissa i Vandellòs (Tarragona) segons diferents escenaris de perturbacions i escala temporal. En: Plana, E (coord): Incendis forestals, dimensió socioambiental, gestió del risc i ecologia del foc. Xarxa Alinfo XCT2001-00061. Solsona. 118-123 pp.
- NEBOT, E. 2005. Seguimiento de la investigación asociada a las quemadas prescritas de Bombers de Catalunya. II Conferencia Internacional sobre Estrategias de Prevención de Incendios. Barcelona. 9-11 Mayo 2005.
- PELLISA, O. 2003. Ecologia del foc del *Pinus nigra* Arn. a la Serra de Cardó-Boix (Trellat Pràctic Tutorat). Universitat de Lleida (Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària). Lleida. 97 pp.
- PLANA, E. 2004. Anàlisi d'escenaris de prevenció i extinció d'incendis des de la perspectiva socioambiental. En: Plana, E (coord): Incendis forestals, dimensió socioambiental, gestió del risc i ecologia del foc. Xarxa Alinfo XCT2001-00061. Solsona. 5-12 pp.
- PLANA, E. 2006. Los incendios forestales en Catalunya: una propuesta de política preventiva transversal. Trabajo de investigación. Universidad de Barcelona
- PONS, P. 2004. La reconstrucció de les poblacions animals en àrees afectades pel foc. En: Plana, E (coord): Incendis forestals, dimensió socioambiental, gestió del risc i ecologia del foc. Xarxa Alinfo XCT2001-00061. Solsona. 94-99 pp.
- RIFÀ, A; CASTELLNOU, M. 2007. El modelo de extinción de incendios forestales catalán. In: INternational Wildfire Fire Conference 2007, Sevilla, Spain. Thematic Session N°2.
- SOLE, R; GOODWIN, B. 2000. Signs of Life. Library of Congress Cataloging in Publication Data. New York.
- ÚBEDA, X; LORCA, M; OUTEIRO, LR; BERNIA, S; CASTELLNOU, M. 2005. Effects of prescribed fire on soil quality in Mediterranean grassland (Prades Mountains, north-east Spain). International Journal of Wildland Fire, 2005, 14, 379-384.
- VÉLEZ, R. 2000. La defensa contra incendios forestales. Fundamentos y experiencias. M^cGraw Hill. Interamericana de España S.A.U. Madrid.