

**UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ**  
**FACULTAD DE CIENCIAS EXPERIMENTALES**  
**GRADO EN CIENCIAS AMBIENTALES**



**UNIVERSITAS**  
*Miguel Hernández*



**“PROYECTO DE EDUCACIÓN AMBIENTAL POST-INCENDIO EN LA  
ZONA DE SERELLES, SIERRA DE MARIOLA (ALCOY)”**

**TRABAJO DE FIN DE GRADO**

**CURSO 2017-2018**

Autor: Joel Burgada Pacheco

Tutores: Jorge Mataix Solera y Victoria Arcenegui Baldo

DEPARTAMENTO DE AGROQUÍMICA Y MEDIOAMBIENTE

ÁREA DE EDAFOLOGÍA Y QUÍMICA AGRÍCOLA

AGRADECIMIENTOS: A mis tutores, Jorge y Vicky por guiarme paso a paso y con tanta paciencia por este camino. A mis padres, José y Eva por brindarme siempre su apoyo incondicional en cada una de mis metas.



## RESUMEN

El fuego es un elemento natural que ha estado presente en los ecosistemas terrestres a lo largo de toda su evolución, ahora bien, la alteración del régimen de incendios es un problema ambiental grave y de primer orden que afecta a ecosistemas de todo el planeta, repercutiendo especialmente a la zona mediterránea. El presente proyecto de educación ambiental propone una actuación educativa post-incendio centrada en la zona de Serelles, en el Parque Natural Sierra de Mariola, donde en 2012 se produjo un gran incendio forestal (GIF). El proyecto pretende divulgar los efectos derivados del paso del fuego sobre el ecosistema, la potencial recuperación natural de la zona y la importancia de una adecuada gestión post-incendio en un territorio donde se concentran varios aspectos sociales, políticos y culturales que propician el buen desarrollo de la acción educativa. Contando con el conocimiento de diversos estudios de la zona quemada se han propuesto diversas actividades y actuaciones encaminadas a favorecer el conocimiento de la problemática ambiental de los incendios forestales y fomentar una actitud de respeto hacia el medio por parte de los diversos grupos de interés actuantes en la zona.

Palabras clave: Fuego, régimen de incendios, educación ambiental, post-incendio, incendios forestales.

## ABSTRACT

Forest fires are a natural element present in the terrestrial ecosystem throughout its evolution; however, the disturbance of forest fire regime is a serious environmental issue, with Mediterranean area like one of the most heavily affected zone. This project of environmental education proposes a post-fire education action focused in Natural Park of Sierra de Mariola, specifically in the Serelles zone, where took place a big forest fire in 2012. This project pretends show the effects arising from the pass of the fire on the ecosystem, the potential natural recovery area, the importance of adequate post fire management in a territory where are concentrated many social, political and cultural aspects which guarantees the great successful development of the project. With the knowledge shown by various studies in the burn a range of activities have been proposed with the aim to promote the knowledge of the environmental problems of the forest fires and improve the environmental respect on the part of many interest groups.

Keywords: Forest fires, forest fire regime, environmental education, pot fire management.

# ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	5
1.1. Ecología del fuego .....	6
1.2. Problemática actual.....	7
1.3. Suelo post-incendio.....	9
1.4. Justificación .....	10
1.5. Importancia de la educación ambiental.....	11
2. ANTECEDENTES .....	12
3. OBJETIVOS .....	13
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
4.1 Trabajo de gabinete .....	14
4.1.1 Agentes implicados .....	15
4.1.2. Información sobre la zona de estudio.....	17
4.2. Trabajo de campo.....	20
4.2.1. Descripción zona de estudio .....	20
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
5.1. Propuestas de intervención .....	22
5.1.1 Propuesta central .....	22
5.1.2 Recorrido didáctico .....	30
5.1.3 Salidas con grupos escolares.....	33
5.1.4 Actividades con voluntarios .....	33
5.2. Mecanismos de evaluación .....	34
5.2.1 Libro de visitas.....	34
5.2.2 Sitio web y código QR.....	34
5.2.3 Juego sobre el fuego .....	36
5.3. Costes .....	36
6. CONCLUSIONES .....	37
Proyección futura .....	38
BIBLIOGRAFÍA.....	38

## 1. INTRODUCCIÓN

Desde que los vegetales colonizaron la superficie terrestre hace unos 345 millones de años se han venido produciendo incendios forestales con más o menos asiduidad según diferentes factores (Scott, 2009). Erupciones volcánicas, rayos o combustión espontánea eran los agentes naturales que desencadenaban los incendios. Lo que sitúa los orígenes del fuego en los albores de la colonización vegetal y la evolución de la atmósfera.



**Figura 1.** Zona que ha sufrido dos incendios en menos de 15 años, donde se puede ver la juventud de los ejemplares, lo cual compromete gravemente la recuperación de la zona, Gormaig, Alcoy. Fotografía realizada un año después del incendio de 2009. Imagen: Jorge Mataix Solera.

Por todo el planeta encontramos evidencias biológicas y paleontológicas que demuestran el carácter determinante del fuego sobre los ecosistema terrestres (Scott y Glasspool, 2006). Si bien se torna más estrecha y significativa en regiones climáticas donde existe un periodo seco coincidente con la estación cálida, como ocurre en la zona mediterránea (Naveh, 1974; 1975), donde encontramos en sus ecosistemas un claro ejemplo del fuego como uno de los factores que ha contribuido a su formación y estabilidad (Naveh, 1974; 1975). Tanto es así que, durante el Terciario fue uno de los factores más importantes que contribuyeron a configurar, junto con el clima, la flora y la vegetación mediterráneas (García-Fayos, 1987). El estado actual de ésta se debe a la acción selectiva y adaptativa de las mismas a los cambios climáticos, así como a la acción selectiva de los incendios forestales, de tal forma que sin fuego, los ecosistemas terrestres serían diferentes (Bond y Keeley, 2005).

El fuego por tanto debe entenderse como un factor ecológico natural en los ecosistemas mediterráneos (Naveh, 1975), considerándolo como un elemento más al que están sometidas las especies y los ecosistemas al que deben adaptarse (Goldammer y Jenkins, 1990) .

El ser humano ha utilizado a lo largo de toda su historia elementos de la naturaleza, modificándolos y adaptándolos para la consecución de fines concretos. El fuego no ha

escapado a esta domesticación, convirtiéndose en una herramienta desde que hace unos 1,5 millones de años el *Homo erectus* en África empieza a emplearlo (James, 1989). Desde entonces el fuego se vuelve una parte fundamental en la gestión del medio, alterando y modificando el paisaje y la vegetación allí donde el ser humano lo utiliza, haciéndose especialmente notable en los asentamientos de las civilizaciones más antiguas. Con el descubrimiento del fuego las causas de los incendios aumentan y se diversifican ligando profundamente la historia del hombre y la vegetación. El fuego se convierte en la primera forma de energía exógena que el hombre es capaz de controlar, destinándolo a una gran variedad de usos. Desde suministrar energía y cocinar los alimentos hasta propiciar un lugar de reunión donde crear cultura. Pero además de estas labores, el fuego es clave para abrir zonas de cultivo, usado como una herramienta de gestión del paisaje, quemando zonas de bosque para cultivar o pastar el ganado. En definitiva convirtiéndose en un elemento clave para el desarrollo de las civilizaciones (Wrangham et al., 1999).

El fin de la segunda guerra mundial y los cambios socioeconómicos posteriores traen consigo un abandono de las zonas rurales hacia las grandes urbes, lo que supone un abandono de las zonas de cultivo (Naredo, 2004). Este abandono y una política forestal basada en la repoblación (principalmente de pino) determina la configuración de una vegetación pirofítica, que sumado al abandono de las sociedades modernas de la categorización del fuego como una herramienta para convertirlo en su enemigo se traduce en una mayor recurrencia de los episodios de grandes incendios devastadores (Mataix-Solera y Cerdà, 2009).

### 1.1. Ecología del fuego

El fuego ha sido y es un elemento natural clave en muchos procesos que ocurren en los ecosistemas de todo el planeta; contribuyendo de manera notable en la repartición y selección de las especies, a la composición de las formaciones vegetales y a la estabilidad, alternancia o sucesión de sus etapas. Incluso es necesario para la multiplicación de ciertas especies y la regeneración de sus formaciones. De forma que sin el fuego presente en los ecosistemas los paisajes del planeta serían distintos a tal y como los conocemos hoy en día (Bond y Keeley, 2005).

Al patrón espacial y temporal de las características y efectos de los incendios le llamamos régimen de incendios, este término es vital para comprender la dinámica con la que el fuego se relaciona con el entorno natural, ya que su modificación repercutiría directamente sobre el ecosistema. El régimen de incendios se describe con el intervalo de recurrencia entre incendios, la estacionalidad y las características del fuego tales como la severidad o el tamaño. La severidad de un incendio es un término complejo que representa el grado de alteración sufrido por la vegetación o el suelo mediante una combinación del consumo y socarramiento de las copas, ennegrecimiento de la corteza, mortalidad de especies dominantes y del grado de descoloramiento, consumo de materia orgánica y otros cambios consecuentes en el suelo.

Dados los 3 componentes básicos que conforman el llamado triángulo del fuego: oxígeno, combustible y calor de ignición, y considerando que todos ellos están presentes de forma

natural en la superficie terrestre, es de esperar una alta probabilidad de que se origine el fuego. Solamente las particularidades de cada paisaje climático harán que sea mayor o menor la posibilidad de que se inicie la combustión y que el fuego presente estabilidad y continuidad. Del mismo modo, el régimen de incendios estará influenciado por las particularidades del ecosistema y las adaptaciones de las plantas dependerán directamente de éstas (Mataix-Solera y Cerdà, 2009).

La ecología del fuego, piroecología o fire ecology de una especie animal o vegetal la constituyen todas aquellas características del régimen de incendios del lugar donde dicha especie habita.

La comprensión e interiorización por parte de la sociedad de los conceptos mencionados en este apartado, constituyen uno de los retos a abordar en el presente y futuro de las actuaciones de educación ambiental en materia de incendios forestales. Durante muchas décadas se ha enarbolado la lucha contra el fuego como bandera contra los incendios forestales, estableciendo entre la población y al fuego como un agente externo y perverso que hay que erradicar a toda costa. Esto ha llevado a un severo deterioro de la imagen global del fuego, encauzando a la sociedad en una lucha contra los incendios sin un final posible, que a la postre solo ha conseguido modificar gravemente el régimen de incendios. Y así, en pos de un monte 100% libre de incendios solo se ha logrado aumentar la magnitud esos pocos fuegos que no se pueden controlar. Por ello se vuelve de vital importancia redoblar esfuerzos hacia una mejor comprensión social de la problemática del fuego. La labor de educadores ambientales y los expertos en esta materia de educar y concienciar a la población es clave para lograr un cambio de paradigma no solo dentro de la comunidad científica sino en el conjunto de la sociedad.

## 1.2. Problemática actual

Desde que el hombre empieza a utilizar el fuego y sobre todo en las sociedades neolíticas, los regímenes naturales sufren un cambio, una alteración, una reducción en la frecuencia de los incendios y en la intensidad de los mismos. Este cambio, condicionado por el uso controlado del fuego de una humanidad incipiente, tiene como resultado que los incendios se hacen más recurrentes en algunas zonas, pero también más controlados y menores en su extensión que los incendios acaecidos bajo un régimen natural en otras. En estos últimos, donde el control sobre el fuego es mayor, se produce una acumulación de combustible a lo largo del tiempo, un combustible que de manera natural se debería haber quemado.

Bajo este contexto de utilización del fuego como herramienta para abrir zonas de cultivo o pasto, sumado a la asidua y constante limpieza de los montes para la obtención de leña, se mantienen unos niveles de combustible modificados antrópicamente pero constantes. Esta estabilidad se rompe cuando la industrialización, el uso de combustibles fósiles y el éxodo masivo del campo provocan la acumulación de biomasa potencialmente lista para arder. La recolonización de las tierras de cultivo de forma natural con especies de las primeras etapas de la sucesión vegetal, son en muchos casos pirófitas y muy adaptadas al fuego.

En países del mediterráneo como España este abandono se produce de forma masiva y sin planificación, lo que provoca que grandes áreas de terreno antes cultivadas se regeneren naturalmente (Naredo, 2004). Además de la política de repoblación, básicamente de pinos, que ayuda a configurar una vegetación pirófito en nuestros montes. Todo este marco propicia los grandes incendios de la década de los 70 y su recurrencia en las siguientes décadas (Mataix-Solera y Cerdà, 2009).



**Figura 2.** Masa de pinar muy homogénea y extensa ocupando antiguas zonas de cultivo. Teix. La Torre de les Maçanes. Alicante. Imagen: Jorge Mataix Solera

Por otro lado, la manera en la que se ha afrontado la lucha contra el fuego y las estrategias seguidas para su extinción por parte de los países industrializados, ha tenido como consecuencia una gran modificación de los regímenes naturales de los incendios. Tras la revolución industrial aparece una nueva política en materia de extinción de incendios, la cual nace basándose no tanto en la lucha contra el fuego, sino en la limitación y prohibición del uso tradicional que se hacía del mismo por los ciudadanos. Generando una serie de conflictos muchos de los cuales continúan activos en la actualidad (Pyne, 1982, Pyne, 1984).

La supresión total de los incendios forestales trae consigo la paulatina acumulación de combustible en los montes. Los pequeños y poco intensos fuegos de superficie que ayudaban a “limpiar” de maleza la parte baja de los bosques ya no tienen lugar, lo que propicia el aumento del sotobosque y la continuidad vertical de los combustibles. De esta forma cualquier incendio generado en la parte baja puede ascender con facilidad hacia las copas, lo cual sumado a la alta cantidad de combustible acumulado, da como resultado incendios menos frecuentes pero mucho más destructivos.

Por lo tanto, el vano intento de eliminar por completo el fuego de nuestros montes ha generado la reducción de los pequeños incendios, que son precisamente los que pueden tener un carácter beneficioso para el ecosistema debido a sus atributos renovadores, y por otro lado, el aumento de grandes incendios catastróficos que suponen una gran liberación de energía con consecuencias nefastas para cualquier masa vegetal que se vea afectada, además del costo en bienes materiales e incluso desgraciadamente en vidas humanas.

### 1.3. Suelo post-incendio

El recurso suelo es de vital importancia en el funcionamiento de los ecosistemas terrestres, y para la mayoría de ellos es el marco o el medio físico-químico donde se desarrolla la vida. Es frágil, de extensión limitada, no renovable a escala temporal humana y debido a su origen, formación y evolución es un componente ambiental el cual resulta imposible aislarlo del entorno que lo circunda.

El suelo desempeña diversas funciones de una relevancia significativa dentro del ecosistema actuando como soporte físico para las plantas y como almacén de sustancias nutritivas, agua y aire. Es un regulador natural del flujo hídrico en el medio ambiente además de poseer cierta capacidad para atenuar los efectos nocivos de contaminantes (Larson y Pierce, 1991).

El paso de un incendio causa alteraciones en el suelo, rompiendo el equilibrio que durante años se había mantenido en los ciclos biogeoquímicos, siendo la gravedad de estos cambios dependientes de la intensidad del incendio. Pueden acontecer cambios directos por el calentamiento en sus propiedades físicas, químicas y biológicas; así como cambios indirectos debidos a la nueva situación microclimática que se establece en la zona con la pérdida de la cubierta vegetal quemada (Mataix-Solera et al., 1999). La pérdida de la parte aérea de la vegetación y la alteración de la parte más superficial de los suelos condiciona los procesos erosivos e hidrológicos; afectando a la infiltración, el comportamiento hidrofílico/ hidrofóbico y la escorrentía. Por lo tanto el fuego acelera la remoción, transporte y sedimentación de los materiales, siendo decisivos en los procesos geomorfológicos en muchos puntos del planeta (Mataix-Solera y Cerdà, 2009).

Tras el paso del fuego el suelo se encuentra desprotegido, frágil y sensible a alteraciones. La erosión hídrica o eólica, con una eventual tormenta o un vendaval en las semanas o meses que siguen al incendio, podrían alcanzar potencialidades mucho mayores, acelerando significativamente la pérdida de suelo. Otro factor a tener en cuenta es la presencia y acumulación de las cenizas del incendio, las cuales poseen la clave para una correcta y pronta recuperación de la zona, pues estas constituyen una importante fuente de nutrientes utilizables por las plantas y microorganismos del suelo como el fósforo, el magnesio o el calcio, y parcialmente el potasio (Mataix-Solera et al., 1999). Por todo ello se presenta con una importancia máxima la elección, en el caso de se considere oportuno, del método post-incendio adecuado.

Restaurar el valor ecológico de una zona tras el paso de un incendio es una tarea multidisciplinar y compleja, la unión entre diferentes campos como la ecología, edafología, fisiología y genética vegetal, la ciencia del fuego y la silvicultura. Esta visión desde múltiples campos es clave para obtener una mejora en la estructura, el funcionamiento y la resiliencia al fuego del ecosistema. Sin embargo, algunos factores con gran influencia en el proceso de la restauración, como el clima, tienen un fuerte carácter impredecible, dificultando la actuación. Además otros aspectos como los socioeconómicos y logísticos tienen mucha fuerza en el proceso, dificultando la toma de decisiones (Vega, 2010).



**Figura 3.** A la derecha: aspecto de la zona de Serelles días después de la aplicación del mulch. Diciembre 2012, cinco meses después del incendio. A la izquierda: estado del suelo tras el paso de maquinaria pesada para la extracción de troncos en las labores post-incendio, Febrero de 2019-Octubre 2014.

Imágenes: Jorge Mataix Solera.

#### 1.4. Justificación

Los incendios forestales causan multitud de problemáticas de tipo ambiental y social alrededor del mundo, encontrando en los entornos mediterráneos uno de sus mayores exponentes. Debido a la modificación del régimen natural de incendios muchas zonas soportan una elevada presión como consecuencia directa de esta alteración. El presente trabajo propone un proyecto de educación ambiental post-incendio en la zona de Serelles, en plena Sierra de Mariola, lugar donde se desarrolló un incendio forestal en el año 2012, en el que se vieron involucrados suelos con un estado bajo de desarrollo asentados sobre margas con actuaciones antrópicas como abancalamientos y taludes, así como una pendiente acusada en su mayoría. Estos espacios son especialmente vulnerables ante procesos de erosión y degradación debido a su orografía, litología y estado de desarrollo. Lo que el proyecto pretende es la divulgación y comprensión de los efectos que tiene sobre el medio un incendio forestal, la capacidad de recuperación de la zona, el manejo post-incendio, así como el acercamiento a la población de conceptos como el “fuego como elemento natural” o “ecología del fuego”. Para ello se han propuesto una serie de medidas y actividades orientadas a diversos grupos de interés en la zona objetivo.

## 1.5. Importancia de la educación ambiental

Los incendios forestales comprenden recurrencias e intensidades variables y son, por naturaleza propia, complejos y diversos. En el pasado los regímenes de incendios naturales, sin modificaciones antrópicas, variaban en sus intervalos entre incendios, estaciones de ocurrencia, dimensiones y otras características de los incendios tales como la intensidad lineal de llama, el consumo de horizontes orgánicos y la altura de socarramiento de las copas (Mataix-Solera y Cerdà, 2009). Estos regímenes con una diversidad tan elevada estimulaban la biodiversidad en el paisaje, propiciando la aparición de multitud de especies con estrategias muy dispares. En la actualidad la simplificación de los montes y de las actividades llevadas a cabo en ellos contribuyen, junto con la política de extinción de incendios en el mundo occidental pretendiendo eliminar el fuego de los ecosistemas, a una profunda distorsión de los regímenes de incendios (Heyerdahl et al., 2001). Esta política de supresión total del fuego ha provocado que muchos de los pequeños fuegos no se produzcan, incrementando el peso de los incendios de mayor envergadura. De esta forma hemos reducido la pirodiversidad y esto ha tendido a reducir la diversidad biológica (Martin y Sapsis, 1992).

En climas como el mediterráneo la gran mayoría de los incendios se producen por causas naturales y es en estos entornos donde se torna de una gran importancia la utilización de herramientas de prevención para minimizar el riesgo de incendios reduciendo la actividad de los agentes causantes del fuego que podemos modificar. En este marco la educación ambiental cobra una relevada importancia aportando comprensión sobre una problemática tan compleja y diversa como lo son los incendios forestales (Mataix-Solera, 2016).



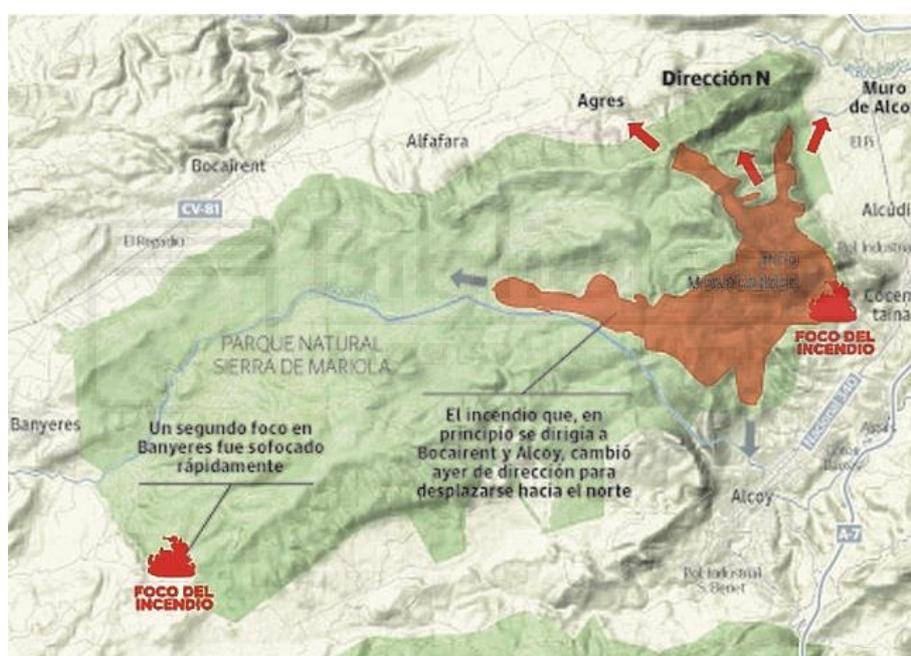
**Figura 4.** Actividades divulgativas realizadas el día del árbol del 2017. A la izquierda los voluntarios escuchan una breve charla sobre la ecología del fuego. A la derecha experimento para medir la escorrentía superficial de un suelo bajo diversas circunstancias. Imágenes: Joel Burgada Pacheco

La notable separación y distanciamiento del ser humano de la naturaleza en la que vive y de la que depende supone un lastre a la hora de transmitir nociones y nuevas ideas sobre medio ambiente. Sería conveniente recuperar conceptos del mundo rural que ayuden a mejorar la relación de las personas con el medio a través de la educación ambiental, que pretende armonizar y adaptar mensajes y códigos de conducta a la sociedad, intentando transmitir

aquellos conocimientos y valores consecuentes con los principios que nosotros creemos más razonables y adecuados en el momento en el que vivimos.

## 2. ANTECEDENTES

El 12 de julio de 2012 se origina, en torno a las 16 horas, un incendio en la cantera Botella, en Cocentaina, que se extendería hacia la zona de Serelles y a la ladera del Montcabrer, afectando a parte de la Sierra de Mariola, ubicada en los términos municipales de Cocentaina y Alcoy. El incendio se prolonga durante 4 días, convirtiéndose en el mayor incendio forestal ocurrido en la Sierra de Mariola desde su declaración como Parque Natural en Enero de 2002, quemando más de 500 hectáreas y entrando en la categoría de gran incendio forestal (GIF) al superar esta cifra. Afectó de forma mayoritaria a la zona definida como ZEC en la que también entra la ZEPA y varias microrreservas botánicas y parajes naturales de Alcoy y Cocentaina.



**Figura 5.** Mapa del incendio en la Sierra de Mariola a los dos días de producirse el primer aviso. Recuperado de <http://www.lasprovincias.es>

El ayuntamiento de Alcoy contactó el profesor Jorge Mataix-Solera del Grupo de Edafología Ambiental (GEA) de la Universidad Miguel Hernández (UMH). Existía interés en tener el asesoramiento por parte de la universidad para evaluar la situación. Después de llevar a cabo varias reuniones se llegó al acuerdo de que se realizarían varios trabajos de investigación, así como actividades divulgativas. Desde Diciembre de 2012 hasta la fecha se han venido realizando estudios que han dado lugar a tres Trabajos de Fin de Grado ya leídos (Jara-Navarro, 2015, Sansano, 2016, López-Caravaca, 2017), otros en proceso de finalización, un trabajo de Fin de Master en curso, varias publicaciones científicas (García-Orenes et al., 2017, Pereg et al., 2018) y numerosas contribuciones a congresos y reuniones. También se han venido anualmente realizando actividades de divulgación con grupos de voluntariado y escolares. Todos estos trabajos se enmarcan en dos proyectos de investigación (POSTFIRE

CGL2013- 47862-C2-1-R Y POSTFIRE\_CARE CGL2016-75178-C2-1-R, proyectos de convocatorias de Plan Nacional de I+D+I, así como varios contratos de asesoramiento y asistencia técnica entre el Ayuntamiento de Alcoy y el GEA de la UMH. Este TFG forma también parte de todos estos estudios, en este caso centrado en la parte divulgativa de los resultados y las actividades organizadas para tal fin.



**Figura 6.** A la izquierda cartel publicitario de las primeras jornadas de voluntariado en la Sierra de Mariola tras el incendio. Recuperado de <http://ccexp.umh.es>. Y a la derecha varios voluntarios trabajan en las últimas jornadas realizadas en 2017 en la aplicación de mulch de paja en la zona quemada.

Imagen: Joel Burgada Pacheco

Con estas acciones se pretende aprovechar la buena sintonía y colaboración entre ayuntamiento y Universidad en la zona de estudio, como ejemplo demostrativo para realizar tareas divulgativas y de educación ambiental.

### 3. OBJETIVOS

Los objetivos generales del siguiente TFG, estando este centrado en la educación ambiental, son coincidentes con los objetivos reseñados por el Libro Blanco de la Educación Ambiental en España (Ministerio de Medio Ambiente, 1999).

1. Contribuir a la construcción de un nuevo modelo de sociedad basado en los principios de la sostenibilidad. La educación ambiental debe ser un instrumento en favor de una forma de vida sostenible.
2. Apoyar el desarrollo de una ética ambiental que promueva la protección del medio desde una perspectiva de equidad y solidaridad.

3. Ampliar la comprensión de los procesos ambientales en conexión con los sociales, económicos y culturales.
4. Favorecer el conocimiento de la problemática ambiental que afecta tanto al propio entorno como al conjunto del planeta, así como de las relaciones entre ambos planos: local y global.
5. Capacitar a las personas en estrategias de obtención y análisis crítico de la información ambiental.
6. Favorecer la incorporación de nuevos valores pro-ambientales y fomentar una actitud crítica a la vez que constructiva.
7. Fomentar la motivación y los cauces para la participación activa de las personas y grupos en los asuntos colectivos, y potenciar el sentido de responsabilidad compartida hacia el entorno.
8. Capacitar en el análisis de los conflictos socioambientales, en el debate de alternativas y en la toma de decisiones, individuales y colectivas, orientadas a su resolución.

Ahora bien, la finalidad del presente proyecto es dar a conocer a la sociedad en su conjunto la realidad presente en nuestros montes en lo que refiere a incendios forestales, unos incendios que pueden llegar a presentar una alta variedad de manifestaciones, enmarcados en una realidad que se presenta más compleja y diversa de lo que a simple vista podría parecer.

Los objetivos específicos del presente TFG son:

1. Favorecer el conocimiento de la problemática ambiental de los incendios forestales en el ámbito global y local.
2. La divulgación de los diversos efectos del fuego y de los manejos post-incendio en el ecosistema y en un medio antropizado, con especial énfasis en la importancia de la conservación de la calidad del suelo.
3. Fomentar la observación y el pensamiento científico aprovechando un caso de incendio real.
4. Favorecer la comprensión de la interconexión de los procesos ambientales, culturales y económicos afectados por el fuego.
5. Fomentar el sentido de la responsabilidad compartida y el respeto hacia el medio local.

## **4. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **4.1 Trabajo de gabinete**

En primer lugar se realizó un trabajo de gabinete con el objetivo de recopilar la información necesaria para la realización del proyecto.

#### 4.1.1 Agentes implicados

- Autoridades municipales, provinciales y estatales: son las encargadas de la elaboración de los planes de educación y su aplicación, además de velar por el mantenimiento y la gestión de los espacios forestales.

- Empresas de gestión forestales: contratadas por las autoridades municipales, provinciales o estatales, son responsables del mantenimiento, y gestión de los espacios forestales y sus infraestructuras.

- Colegios y familias: son los responsables de la labor de educación ambiental en sí, corrigiendo actitudes negativas y formando en criterios de respeto al medio ambiente y sustentabilidad.

- Educadores ambientales: son los encargados de la labor de educación sobre la problemática ambiental de los incendios forestales.

- Receptores de la formación: son aquellos agentes implicados sobre los que se centra la acción educativa, su objetivo es recibir y comprender la formación y ponerla en práctica para cumplir con el objetivo final de la educación, respetar el medio ambiente y colaborar con la sustentabilidad del planeta. Para cada uno de estos grupos de interés el proyecto presenta varios objetivos específicos. En este apartado se encuentran los estudiantes, para los cuales se ha usado como base para la realización de los objetivos del presente trabajo el real decreto 102/2008, de 11 de julio, del Consell, por el que se establece el currículo del Bachillerato y la E.S.O. en la Comunitat Valenciana, y el Real Decreto 108/2014 para la Educación Primaria. Donde se detallan los objetivos de aprendizaje de cada grupo de estudiantes.

Otro grupo con una importante presencia en la zona son los grupos de montaña, turistas y residentes extranjeros. Para los cuales se presenta una base a partir de la cual se dirigirá la propuesta de intervención según los intereses del grupo, realizando una dinámica de preguntas-respuestas que encauzarán el desarrollo del programa según las respuestas que mostrarán el nivel de relación del grupo con la problemática. Si es necesario se buscarán monitores que tengan conocimientos de los diferentes idiomas que puedan interesar al público que visite la zona para una mayor comprensión de la actividad.

Para organizar de forma correcta los objetivos específicos para este grupo y de acuerdo con los actuales patrones de enseñanza-aprendizaje es necesario establecer una serie de contenidos educativos, entendiendo estos como todo aquello que es posible aprender. Dividiéndolos en tres tipos diferentes: conceptuales (lo que hay que saber), procedimentales (lo que hay que saber hacer) y actitudinales (cómo hay que ser). A continuación se detallan cada uno de ellos:

##### **Conceptuales:**

- Introducción a la problemática ambiental de los incendios forestales (incidiendo en la importancia de la estacionalidad y la meteorología, los combustibles, principales causas, efectos y usos del fuego).
- Nociones básicas de ordenación del territorio.

- Elementos del paisaje y actividad humana (elementos geográficos naturales y sus aprovechamientos e impactos humanos en el relieve).
- Erosión y meteorización (tipos, agentes geológicos externos, afección al suelo y afección al ciclo hidrológico).
- Ecosistema y biodiversidad (afección a flora y fauna, efectos en el ecosistema, estrategias de la vegetación, conservación).
- Biotecnología ambiental: biorremediación, biodegradación y biocombustibles.

#### **Procedimentales:**

- Aplicación de procedimientos experimentales mediante simulador de lluvia, control de variables, toma y representación de datos, análisis e interpretación de los mismos.
- Observación de muestras vegetales e identificación de sus adaptaciones más significativas.
- Lectura e interpretación de diversos tipos de documentos cartográficos, como planos y mapas temáticos a distintas escalas (meteorológicos, coropletas, isocoropletas, de puntos, de flujo, etc.), de gráficas (lineales, barras, circulares, climogramas, hidrogramas, pirámides de población, etc.), de imágenes y de la información proporcionada por sistemas de información geográfica (SIG).

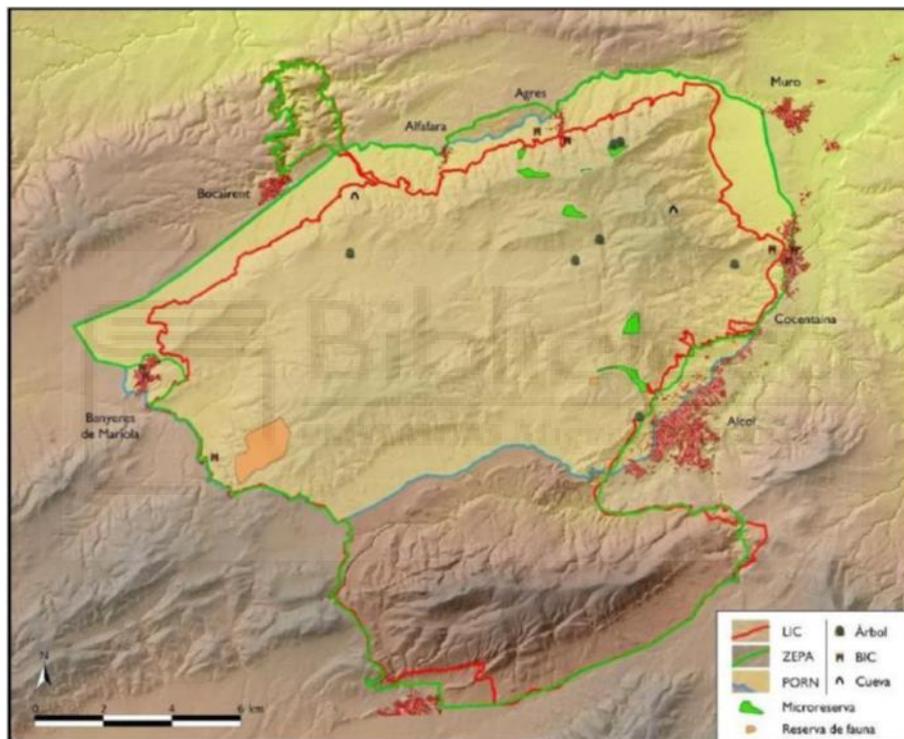
#### **Actitudinales:**

- Aportación de soluciones originales a los problemas.
- Fomentar un comportamiento de entendimiento y respeto por el medio ambiente y su conservación.
- Formulación de interrogantes a partir de un problema o cuestión.
- Iniciación a la actividad científica.
- Aportación de soluciones originales a los problemas.
- Escucha de las aportaciones ajenas y aceptación de otros puntos de vista. Diversidad de roles.
- Reconocimiento del enriquecimiento de nuestro patrimonio cultural por las contribuciones que hicieron nuestros antepasados.

#### 4.1.2. Información sobre la zona de estudio

La zona de estudio se encuentra en una zona próxima a la llamada “Font de Serelles” en Alcoy, dentro del Parque Natural de la Sierra de Mariola, (38° 44' 01" N); ( 0° 35' 30" O), a una altitud aproximada de 883 m s.n.m.

El Parque Natural de la Sierra de Mariola se ubica en el interior de las provincias de Alicante y Valencia, en la Comunidad Valenciana, España. El paraje fue declarado parque natural por el gobierno valenciano el 8 de enero de 2002 con 17.257 ha protegidas. La sierra se encuentra localizada entre las comarcas de Hoya de Alcoy, el Condado de Cocentaina y del Valle de Albaida, comprendiendo a los municipios de Agres, Alcoy, ALfafara, Bañeres, Bocairente, Cocentaina y Muro de Alcoy.



**Figura 7.** Mapa de las diferentes figuras de protección. Fuente: Conselleria d’ Infraestructures, Territori y Medi Ambient. Actualmente los LIC se denominan ZEC.

La sierra se engloba en el Prebético, siendo una de las últimas estribaciones de las cordilleras Béticas, caracterizado por un continuo de plegamientos sinclinal-anticlinal típica del estilo jurásico, con una orientación mayoritaria de suroeste a nordeste. En general predominan las zonas montañosas elevadas y abruptas donde se mezclan elevaciones permeables de naturaleza caliza y valles impermeables tapizados de margas miocénicas (Gualda 1986). La cota máxima que encontramos en la sierra es el pico del Montcabrer, con 1390 m, siendo el tercero en importancia de la provincia de Alicante.

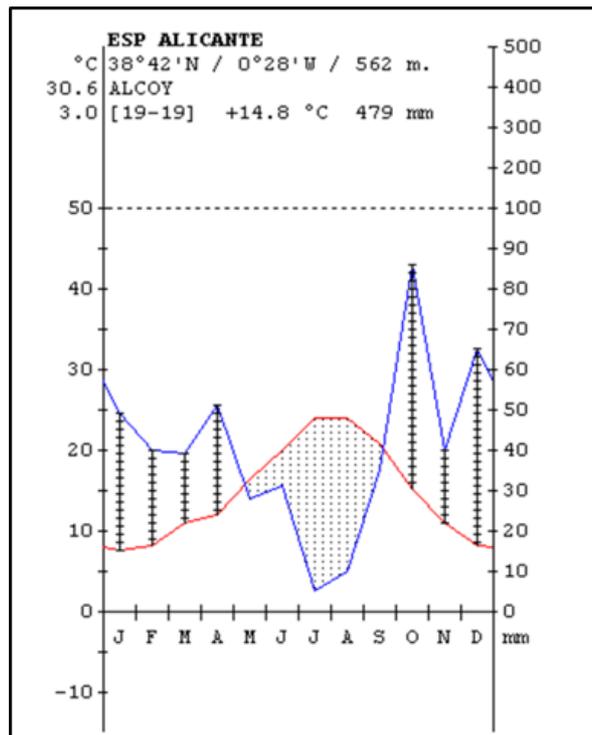
La riqueza de fauna salvaje y vegetación, así como la abundancia de agua que emana de la sierra, ha propiciado que desde tiempos remotos el ser humano se instalase en la zona

aprovechando los recursos que le brindaba. Y así lo atestiguan innumerables hallazgos arqueológicos, principalmente al sudeste de la misma y en las proximidades del río Vinalopó.

La unidad geológica de Mariola corresponde a un anticlinal en forma de champiñón, limitada por el norte por el sinclinal de Bocairent y la Valleta d'Agres, por el este por la falla de orientación N-S de más de dos mil metros de salto entre Muro y Cocentaina y la hoya del Riu d'Alcoi cubierta por materiales cuaternarios, por el sur conecta con el sinclinal del valle del río Polop. Es en la parte sudoccidental donde los límites convencionales de la sierra no quedan apenas definidos, habiendo una continuidad hacia la vecina sierra de la Fontanella. La mayor parte de la sierra está formada por calizas cretácicas, depositadas cuando la zona coincidía con el borde de una cuenca sedimentaria marina, así se encuentran importantes yacimientos paleontológicos como el de la Querola.

En lo referente al suelo encontramos que se desarrolla bajo una amalgama de formaciones naturales y cultivos tradicionales, además de albergar algunas formaciones forestales maduras. Esto sumado a las condiciones geológicas, climáticas y fisiológicas de la zona, condicionan el desarrollo de suelos pertenecientes a los órdenes: Aridisoles, Inceptisoles y Entisoles. Siendo este último el representativo de la zona de estudio, donde se desarrolla sobre margas un Xerorthent típico (Soil Survey Staff, 2014).

Debido a su situación geográfica, la sierra de Mariola goza de un clima típicamente mediterráneo, con temperaturas suaves, lluvias concentradas en primavera y en otoño y una pronunciada sequía estival. La zona pertenece a la Región Mediterránea, Provincia Catalana-Provenzal Balear y la subprovincia Catalano-Valenciana. En cuanto a la clasificación de Köppen la zona se cataloga como Csa. Las medias anuales de temperatura oscilan aproximadamente entre los 13 y los 16°C, clasificándose dentro del termotipo Mesomediterráneo. Como es habitual en climas mediterráneos, la variación termométrica anual forma una curva, con el máximo al final del verano y el mínimo al principios del invierno. El mes más cálido es agosto (con temperaturas medias que oscilan entre 21,9°C y 25,4°C), el mes más frío es enero, con temperaturas medias que oscilan entre los 5,3°C de Banyeres de Mariola y los 8,6°C de Agres. Las heladas son frecuentes en los meses invernales, especialmente en enero, y se presentan en el período comprendido entre noviembre y abril en las zonas meridionales y bajas y de septiembre a mayo en las zonas septentrionales más elevadas. La precipitación media anual es de 490 mm, concentrándose en invierno, sobre todo en los meses Octubre- Noviembre, lo que lo engloba dentro del ombrotipo seco.



**Figura 8.** Diagrama bioclimático de Alcoy. Extraído de la Worldwide Bioclimatic Classification System.

El clima y la abundancia de agua hacen posible que la Sierra de Mariola sustente a una notable diversidad de especies vegetales. A pesar de que la mayor parte de la sierra se encuentra cubierta por una formación boscosa en la que el pino carrasco (*Pinus halepensis*) es predominante junto con diversos arbustos como la aliaga (*Genista scorpius*), el romero (*Rosmarinus officinalis*) y especies del género *Cistus*. Más de 1.200 especies de plantas vasculares han sido catalogadas en esta sierra, con muchos endemismos iberolevantineos y setabenses, destacando la cantidad de especies florísticas que hay en la zona y que tradicionalmente han sido aprovechadas por el hombre para múltiples usos. Como el endemismo salvia de Mariola (*Salvia blancoana subsp. mariolensis*), el tomillo (*Thymus vulgaris*), el rabo de gato (*Sideritis tragoriganum Lag.*), la pimentera (*Capsicum annuum*), el espliego (*Lavandula angustifolia*), entre otras muchas.

La vegetación potencial climática es el carrascal y el bosque mixto mediterráneo, donde se mezclan especies perennifolias como el tejo (*Taxus baccata*) y la sabina negral (*Juniperus phoenicea*); caducifolias como el fresno (*Fraxinus ornus*), el arce (*Acer opalus subsp. granatense*), el mostajo (*Sorbus aria*) y el guillomo (*Amelanchier ovalis*); y marcescentes como el quejigo (*Quercus faginea*); así como seis ejemplares centenarios de *Quercus pyrenaica* y *Quercus rotundifolia*. Existen once microreservas de flora, de las que destaca Teixera d'Agres donde se da el bosque relicto de tejos (*Taxus baccata*), con varios ejemplares milenarios, más meridional de Europa.

La gran cantidad de ambientes y de diversidad vegetal propicia a su vez la presencia de una fauna rica y diversa: arácnidos, reptiles, mamíferos herbívoros, aves granívoras, insectívoras y rapaces diurnas y nocturnas. Tanto es así que en la Sierra de Mariola existen tres reservas de fauna: Canyet de les Pedreres de S. Cristòfol, Finca Buixcarró; y Torretes Font-Roja. La

abundancia de fuentes y riachuelos propician el desarrollo de una diversidad endémica de peces, anfibios, mamíferos acuáticos y reptiles.

## 4.2. Trabajo de campo

### 4.2.1. Descripción zona de estudio

El medio ambiente, con su diversidad de elementos y la cantidad de procesos interconectados que posee, es una materia que resulta dificultosa tanto en la explicación como en su comprensión por parte de la sociedad. Es por ello que muchas veces se utilizan recursos cercanos y tangibles para ayudar en este proceso, mejorando con ello la percepción del medio y de las problemáticas de las que padece.

El incendio de 2012 que tiene lugar en el Parque Natural Sierra de Mariola en la zona de Serelles, al norte de la ciudad de Alcoy, quema más de 500 hectáreas y se convierte en el más grande registrado en el parque desde su declaración en el año 2002. Desde entonces el deseo de la población de Alcoy, tan ligada a la Sierra de Mariola, y de su alcaldía, ha sido la pronta recuperación de las comunidades vegetales y animales temporalmente dañadas. Esta disposición, así como la accesibilidad y afluencia de personas que transitan por sus sendas, proporcionan un enclave idóneo para la realización de un proyecto de educación ambiental que facilite la comprensión de la problemática de los incendios forestales, cómo abordarla para su prevención, acercar a la población términos como la ecología del fuego o “fire ecology” y qué manejos post-incendio son más apropiados llevar a cabo según los efectos observados y las propiedades de la zona.



**Figura 9.** Ladera quemada por el incendio de 2012 en la zona de Serelles. Fotografía tomada en Diciembre de 2012, cinco meses después del incendio. Imagen: Jorge Mataix Solera

En la actualidad las especies con estrategias germinadoras han colonizado ampliamente el terreno quemado, existiendo incluso una densidad tal de pino (*Pinus halepensis*) en algunas zonas que sería recomendable realizar un clareo selectivo para garantizar el correcto crecimiento de los ejemplares, acompañando dicho clareo con la introducción de una selección de especies vegetales potenciales de la zona, diversificando el paisaje y reduciendo la continuidad horizontal del combustible, lo cual reduciría la probabilidad de futuros grandes incendios. En una zona cercana quemada por el incendio de 1994 podemos observar como la recolonización explosiva de *Pinus halepensis* tras el incendio produce la acumulación masiva de combustible. Estos pinos compiten entre ellos por los recursos de una forma voraz, como consecuencia su crecimiento se ve severamente afectado y la elevada densidad hace incluso infranqueable la formación, creando un potencial foco de incendios por la acumulación de combustibles antes mencionada. En las laderas y terrazas descubiertas por el incendio aparece una proliferación considerable de especies del genero cistus como *cistus albidus*, especie muy adaptada al fuego. Así como otras especies que se pueden encontrar de forma menos predominante como *Dorycnium pentaphyllum*, *Asphodelus fistulosus*, *Euphorbia sp.*, *Helichrysum stoechas*, *Brachypodium sp.*



**Figura 10.** A la izquierda, colonización masiva de especies germinadoras como *Pinus halepensis* y especies del género *Cistus* tras el incendio de 2012. A la derecha, sistema de abancalamientos que quedan visibles tras el paso de las llamas. Imágenes: Joel Burgada Pacheco.

En cuanto al suelo, y a tenor de los resultados ofrecidos por los diversos estudios que se han estado llevando a cabo por el Grupo de Edafología Ambiental de la UMH, podemos decir que ha sufrido degradación en las zonas donde se llevó a cabo la saca de madera quemada con maquinaria pesada. Las grandes cárcavas que la lluvia había creado en los lugares donde se concentró la extracción de troncos quemados se han ido rellenando progresivamente de material, reduciendo su impacto visual. Sin embargo muchas zonas siguen con una cobertura vegetal pobre, con poca materia orgánica en el suelo y con muchas de sus propiedades afectadas como la retención hídrica y la respuesta hidrológico-erosiva (García-Orenes et al., 2017). Estas últimas afecciones se concentran en las laderas con más pendiente y donde se realizó la saca de madera. Cabe destacar que tras el incendio quedan al descubierto grandes áreas con el tradicional sistema de abancalamientos, los cuales han contribuido de forma positiva a conservar el suelo cuando la vegetación se perdió por el fuego.



**Figura 11.** Ambas fotografías: cárcava formada en una de las zonas de la ladera dónde se realizaba el arrastre para la extracción de madera quemada. Fotografías realizadas en Septiembre de 2013, catorce meses después del incendio y ocho desde la saca de madera. Imágenes: Jorge Mataix-Solera.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1. Propuestas de intervención

El presente proyecto de educación ambiental consta de diversas propuestas de intervención, todas ellas centradas en la zona de actuación, en Serelles, en el parque Natural Sierra de Mariola. La actuación más representativa es la instalación de un gran cartel con intención educativa localizada en una situación clave por el trasiego de excursionistas y la cercanía a zonas quemadas y donde se han realizado diversas actividades en el pasado.

#### 5.1.1 Propuesta central

Como propuesta central del presente proyecto de educación ambiental se plantea la colocación de un gran cartel informativo que recoja una serie de elementos necesarios para que el lector adquiera un marco conceptual que le permita y facilite la comprensión de un tema tan complicado, convulso y emocional como es el de los incendios forestales en la actualidad.

#### Proceso Elaborativo

En primera instancia se llevó a cabo la tarea de determinar qué conceptos debían estar presentes en el cartel, teniendo en cuenta que estos debían de ser capaces por si mismos de reflejar de forma simple tantos elementos asociados al fuego y a los incendios forestales como fuera posible en un espacio limitado. Era importante que el texto fuese claro, directo y conciso, a la vez que tuviese una simplicidad suficiente para ser comprendido por cualquier persona de forma que desempeñase correctamente la acción educativa para la que había sido concebido. Para ello (quienes participaron en el cartel) lanzamos una tormenta de ideas con diferentes frases que pretendían resumir algunos conceptos importantes. Después de varios ajustes y reediciones se seleccionan 5 conceptos y un texto asociado a cada uno de ellos. El

cual sería editado en castellano y valenciano, debido a que en la población donde se colocará el cartel existe un elevado número de personas que utilizan el valenciano como lengua principal, así que se consideró importante introducir esta traducción ya que ayudaría en los objetivos educativos del cartel. Junto a estos textos, se seleccionaron cinco fotografías que mostraran de forma gráfica un aspecto importante del concepto al que acompañan o alguna característica distintiva del mismo. Además se propuso también la adición de unos pequeños pictogramas. Las cinco categorías que aparecerán finalmente en el cartel serán: EL FUEGO, PROBLEMÁTICA, EL SUELO, POST-INCENDIO Y MULCHING. A continuación se detallan cada uno de ellos.

## EL FUEGO

Texto en el cartel:

*“Es un factor ecológico natural que ha contribuido al desarrollo del ecosistema Mediterráneo. Hasta tal punto es importante, que es necesario para la multiplicación de muchas especies y la regeneración de sus formaciones vegetales. Existen multitud de ejemplos de adaptación a este factor. Un ejemplo es el Pino carrasco (Pinus halepensis)”.*

*“És un factor ecològic natural que ha contribuït al desenvolupament de l'ecosistema mediterrani. Fins a tal punt és important, que és necessari per a la multiplicació de moltes espècies i la regeneració de les seues formacions vegetals. Hi ha molts exemples d'adaptació a aquest factor. Un exemple és el pi blanc (Pinus halepensis).”*

El Pino carrasco, como otros del mismo género, posee una característica que lo hace destacar por encima de otras en cuanto a su adaptación al paso del fuego. Éste posee conos serotinos los cuales contienen semillas cuya liberación es controlada principalmente por factores ambientales como altas temperaturas y humedad baja. Gracias a este atributo del pino carrasco es posible que gran parte de las semillas permanezcan en las copas de los árboles, creando el denominado banco aéreo de semillas. Éstas se liberan masivamente tras un incendio, donde las piñas actúan de protección gracias a las resinas que mantienen selladas sus escamas y que al licuarse dichas resinas permiten la liberación de las semillas. Debido a que especies germinadoras como el pino carrasco dependen de su banco aéreo de semillas para recolonizar una zona tras el paso del fuego, un incendio que acontezca antes de que las plántulas hayan alcanzado la madurez suficiente para que un nuevo banco de semillas se haya desarrollado puede ser catastrófico para la comunidad (Mataix-Solera, 2016).

En la figura 14 se puede observar una piña recogida tras el paso de un incendio que se ha abierto completamente liberando sus semillas, con la estrategia previamente descrita mediante la cual mejora significativamente la recolonización de esta especie después del incendio. Esta imagen aparecerá en este apartado en el cartel.



**Figura 12.** Piña de pino carrasco con su característica de apertura tras el paso del fuego y liberación de las semillas (serotinia). Imagen: Jorge Mataix-Solera.



## PROBLEMÁTICA

Texto:

*“El problema reside cuando este factor ecológico se ve modificado por la acción antrópica, la cual altera el régimen natural de los incendios afectando tanto la frecuencia como la intensidad, y por tanto a las características del fuego tales como su severidad o extensión. Estos cambios pueden arrebatarse al fuego su carácter renovador, creando incendios más destructivos”.*

*“El problema consisteix quan aquest factor ecològic es veu modificat per l’acció antròpica, la qual altera el règim natural dels incendis i n’afecta tant la freqüència com la intensitat; per tant, les característiques del foc, com ara la seua severitat o extensió. Aquest canvis poden llevar al foc el seu caràcter renovador i crear incendis més destructius.”*

A la vista de estas alteraciones surgen nuevas ideas y formas de entender el fuego dentro de los ecosistemas, acompañadas de términos como piroecología y manejo del fuego. Esta última se gesta a raíz de una nueva filosofía que ha cambiado la actitud de muchos gestores de los recursos naturales frente a los incendios en materias como la prevención, extinción de incendios y al uso del fuego.

Existen muchos factores implicados en las características de un incendio: Intensidad, frecuencia, tamaño, momento fenológico de las especies, topografía, naturaleza de los suelos, tipo de cubierta vegetal, estructura de la vegetación, formas de explotación, etc. Cada uno de

ellos interviene de forma directa en el resultado del mismo, dotándolo de carácter renovador o destructor según se presenten. Estas características influyen en la composición del régimen de incendios, el cual es el patrón espacial y temporal de las características y efectos de los incendios. Describiéndose con el intervalo de recurrencia entre incendios, la estación, y las características del fuego.

Uno de los principales problemas de la modificación en los regímenes de incendios es la tendencia a que se produzcan fuegos cada vez menos diversos en su naturaleza y recurrencia. Variando en dimensiones, estaciones de ocurrencia, intervalos entre incendios y otras características, alejándose de la diversidad que poseían en el pasado. Esta diversidad de los regímenes promovía la creación de un amplio abanico de espacios con diferentes condiciones naturales que aumentaba la biodiversidad. Con la reducción de la diversidad de los regímenes se ha tendido a la reducción de la biodiversidad en nuestros montes.

En la figura 15 se muestra una imagen de un fuego de alta intensidad donde se puede apreciar como la acumulación y continuidad horizontal del combustible posibilita un fuego destructivo y de alta severidad, aumentando el tiempo de recolonización y el riesgo de pérdida de suelo. Esta fotografía aparecerá en el cartel junto al apartado PROBLEMÁTICA.



**Figura 13.** Fuego de alta intensidad (Portugal). Imagen: Victoria Arcenegui Baldó.

## SUELO

Texto:

*“Tras el paso de un incendio, la cubierta vegetal desaparece temporalmente, el suelo pierde la protección que ésta le proporcionaba y se vuelve más sensible ante agentes externos como la lluvia o el viento. Las lluvias intensas o las ventiscas podrían afectar erosionando la parte superficial del suelo llevándose las cenizas que son vitales para su buena recuperación”.*

*“Després del pas d’un incendi, la coberta vegetal desapareix temporalment, el sòl perd la protecció que aquesta li proporcionava i es torna més sensible davant d’agents externs com la pluja o el vent. Les pulges intenses o les vendades hi poden emportar-se les cendres que són vitals per a la seua bona recuperació.”*Las posibles pérdidas de calidad de un suelo afectado por un incendio se pueden diferenciar en dos grandes grupos que, aunque ocurren en diferente espacio de tiempo, se encuentran estrechamente relacionados: alteraciones del suelo durante el momento del incendio (efectos directos o inmediatos) y afecciones que puede sufrir tras los días, meses o años tras el paso del mismo (efectos indirectos a corto y medio plazo), como consecuencia de la pérdida de cubierta vegetal, los efectos en el suelo, la erosión posterior, etc.

Someter a un suelo a altas temperaturas puede tener muchos efectos negativos. Desde cambios en su composición química, variación en sus características estructurales, hasta alteraciones en las poblaciones microbianas. Todas estas alteraciones dependen del tipo de suelo y sus condiciones (contenido de materia orgánica, humedad, textura, etc), la vegetación, la intensidad del incendio, etc. Y debido a que el suelo mineral es un mal conductor del calor afectan principalmente a la capa más superficial (Ballard, 2000; Jiménez Esquilin et al., 2008; Yeager et al., 2005)

El paso del fuego puede afectar a cómo va a comportarse el suelo ante los posibles fenómenos de erosión en los meses posteriores al incendio, factores como la estabilidad de agregados y la capacidad de infiltración pueden ser modificados por las altas temperaturas, afectando a la respuesta del suelo a agentes externos (García-Orenes et al., 2017). Por otro lado, tras el paso del fuego el suelo queda en un estado de desprotección que lo hace sensible a sucesos meteorológicos como la lluvia o el viento. Si la erosión del suelo, con la consecuente pérdida del mismo y el traslado de las cenizas (vitales para reintegrar al suelo todos los componentes minerales liberados por la materia orgánica al quemarse) es muy elevada se puede comprometer en gran medida la recuperación de la zona.

En lo referente a la figura número 16 se pueden observar los efectos sobre la capa más superficial del suelo al poco tiempo de haberse producido. Debido a las altas temperaturas que se producen en un incendio de una elevada intensidad se han podido producir fenómenos de impermeabilización en esta capa superficial que elevan significativamente el potencial de erosión del suelo.



**Figura 14.** Superficie del suelo muy afectada tras el paso de un incendio. Finestrat. Imagen: Jorge Mataix Solera.

#### POST-INCENDIO

Texto:

*“Debido a esta fragilidad del suelo, es necesario que las medidas que se tomen a corto plazo, eviten que puedan degradarlo o condicionar su recuperación. Es por ello que la extracción de madera quemada con la utilización de maquinaria pesada puede afectar de manera grave la recuperación de los suelos, especialmente los desarrollados sobre litologías como las margas, que son rocas fácilmente erosionables. Los estudios realizados en esta zona así lo confirman”.*

*“A causa d’aquesta fragilitat del sòl, ès necessari que les mesures que es prenguen a curt termini, eviten que puguin degradar-lo o condicionar la seua recuperació. És per això que l’extracció de fusta cremada amb la utilització de maquinària pesant pot afectar de manera greu la recuperació del sòl, especialment el desenvolupats sobre litologies com les margues, que són roques fàcilment erosionables. Els estudis realitzats en aquesta zona així ho confirmen.”*

Las actuaciones post-incendio llevadas a cabo tras el paso del fuego deben ser estudiadas detenidamente. Valorando las características específicas de cada zona donde se van a realizar y seleccionando en cada caso la medida más adecuada, ya que diversas actuaciones post-incendio (sobre todo con el uso de maquinaria pesada) pueden tener impactos negativos sobre el ecosistema e incluso pueden ser potencialmente más dañinos que el propio incendio (García-Orenes et al., 2017; Pereira et al., 2018).

Para la figura referente a este ítem se eligió una de un perfil de suelo recientemente afectado por el fuego, donde se puede observar la desprotección del mismo y ser conscientes de la vulnerabilidad y su fragilidad hasta que vuelva a recuperar algo de cubierta vegetal.



**Figura 15.** Perfil del suelo a la semana de sufrir un incendio forestal. Bocairent (Valencia) 2010.  
Imagen: Jorge Mataix-Solera

## MULCH

Texto:

*“Realizar acciones que protejan el suelo durante este periodo de vulnerabilidad sí que sería aconsejable. Como cubrirlo con acolchados (de astilla, paja o acículas de pino, etc.) que lo protejan del impacto de las gotas de lluvia, frenen las escorrentías y preserven más y durante más tiempo la humedad del suelo”.*

*“Realitzar accions que protegisquen el sòl durant aquest període de vulnerabilitat sí que seria aconsellable, com, per exemple, conrir-lo amb una capa d’estelles, palla o acícules de pi, etc.) que el protegisquen de l’impacte de les gotes de pluja, frenen el escorriments i preserven més i durant més temps la humitat del sòl.”*

Cuando el incendio termina y se evalúan los procedimientos post-incendio más adecuados a corto plazo, la mayoría de las veces tendremos como objetivo proteger el suelo con el objetivo de evitar su pérdida y así ayudar a que la vegetación vuelva a colonizar el lugar, es decir, buscamos favorecer la re-vegetación. La instalación de una cubierta vegetal en la zona quemada reduce significativamente el riesgo de erosión y para ello el buen estado del suelo, buen contenido de humedad y la abundancia de nutrientes entre otros, es crucial para la pronta recuperación de la zona.

Una de las técnicas utilizadas para proteger el suelo antes de la re-vegetación así como para fomentar un ambiente propicio para que esta ocurra, reduciendo el riesgo de erosión, es la aplicación de acolchados orgánicos o *mulch*.

La siguiente figura (figura numero 18) ilustra la aplicación de un mulch de paja sobre parte de la zona quemada por el incendio de 2012 en la zona de Serelles (Alcoy). Debido a las características climáticas de este enclave, con el riesgo de sufrir precipitaciones torrenciales, la aplicación de este mulch ayudará a fijar las cenizas al suelo, a mantener la humedad del mismo y reducir la erosión causada por las posibles precipitaciones.



**Figura 16.** Mulch recién aplicado en una de las zonas quemadas por el incendio de 2012 en Serelles (Alcoy). Imagen: Jorge Mataix Solera.

Agrupando todos los elementos descritos anteriormente dentro de las dimensiones del cartel de forma que la información estuviese ordenada y expuesta de manera clara para la fácil comprensión del contenido, el cartel queda tal y como lo muestra la figura número 19.

## LOS INCENDIOS FORESTALES: RECUPERACIÓN, CUIDADO Y GESTIÓN DE ÁREAS QUEMADAS

<p><b>EL FUEGO.</b> Es un factor ecológico natural que ha contribuido al desarrollo del ecosistema Mediterráneo. Hasta tal punto es importante, que es necesario para la multiplicación de muchas especies y la regeneración de sus formaciones vegetales. Existen multitud de ejemplos de adaptación a este factor. Un ejemplo es el Pino carrasco (<i>Pinus halepensis</i>).</p>	<p><b>PROBLEMÁTICA.</b> El problema reside cuando este factor ecológico se ve modificado por la acción antrópica, la cual altera el régimen natural de los incendios afectando tanto a la frecuencia como a la intensidad, y por tanto a las características del fuego tales como su severidad o extensión. Estos cambios pueden arrebatar al fuego su carácter renovador, creando incendios más destructivos.</p>	<p><b>SUELO.</b> Tras el paso de un incendio, la cubierta vegetal desaparece temporalmente, el suelo pierde la protección que esta le proporcionaba y se vuelve más sensible ante agentes externos como la lluvia o el viento. Las lluvias intensas o las ventiscas podrían afectar erosionando la parte superficial del suelo llevándose las cenizas que son vitales para su buena recuperación.</p>	<p><b>POST-INCENDIO.</b> Debido a esta fragilidad del suelo, es necesario que las medidas que se tomen a corto plazo, eviten que puedan degradarlo o condicionar su recuperación. Es por ello que la extracción de madera quemada con la utilización de maquinaria pesada puede afectar de manera grave a la recuperación de los suelos, especialmente los desarrollados sobre litologías como las margas, que son rocas fácilmente erosionables. Los estudios realizados en esta zona así lo confirman.</p>	<p><b>MULCH.</b> Realizar acciones que protejan el suelo durante este periodo de vulnerabilidad son aconsejables. Como cubrirlo con acolchados (de astilla, paja o acículas de pino, etc.) que lo protejan del impacto de las gotas de lluvia, frenen las escorrentías y preserven más y durante más tiempo la humedad del suelo.</p>
<p><b>EL FOC.</b> Es un factor ecológic natural que ha contribuít al desenvolupament de l'ecosistema mediterrani. Fins a tal punt és important, que és necessari per a la multiplicació de moltes espècies i la regeneració de les seues formacions vegetals. Hi ha molts exemples d'adaptació a aquest factor. Un exemple és el pi blanc (<i>Pinus halepensis</i>).</p>	<p><b>PROBLEMÀTICA.</b> El problema consisteix quan aquest factor ecológic es veu modificat per l'acció antròpica, la qual altera el règim natural dels incendis i n'afecta tant la freqüència com la intensitat, per tant, les característiques del foc, com ara la seua severitat o extensió. Aquests canvis poden llevar al foc el seu caràcter renovador i crear incendis més destructius.</p>	<p><b>SÒL.</b> Després del pas d'un incendi, la coberta vegetal desapareix temporalment, el sòl perd la protecció que aquesta li proporcionava i es torna més sensible davant d'agents externs com la pluja o el vent. Les pluges intenses o les ventades hi poden afectar erosionant la part superficial del sòl i emportar-se les cendres que són vitals per a la seua bona recuperació.</p>	<p><b>POSTINCENDI.</b> A causa d'aquesta fragilitat del sòl, és necessari que les mesures que es prenguen a curt termini, eviten que puguen degradar-lo o condicionar la seua recuperació. És per això que l'extracció de fusta cremada amb la utilització de maquinària pesant pot afectar de manera greu la recuperació dels sòls, especialment els desenvolupats sobre litologies com les margues, que són roques fàcilment erosionables. Els estudis realitzats en aquesta zona així ho confirmen.</p>	<p><b>MULCH.</b> Realitzar accions que protegissen el sòl durant aquest període de vulnerabilitat sí que seria aconsellable, com, per exemple, cobrir-lo amb una capa d'estelles, palla o acícules de pi, etc.) que el protegissen de l'impacte de les gotes de pluja, frenen els escorrents i preserven més i durant més temps la humitat del sòl.</p>

**Figura 17.** Diseño final del cartel.

Una vez completada la parte de elaboración del contenido dentro del cartel se localizó el lugar exacto para su instalación. Fue seleccionado un sitio estratégico por donde transitan diariamente un gran número de personas y donde además se han venido realizando, y se espera se seguirán realizando en un futuro, una serie de actividades con voluntarios destinadas a la mejora de la zona quemada y con fines educativos. Tras la elección del lugar y con la ayuda del Departament de Medi Ambient del Ayuntamiento de Alcoi se procedió a la instalación del cartel.



Figura 18. Cartel instalado en la zona elegida en Serelles (Alcoi). Imagen: Jorge Mataix Solera.

### 5.1.2 Recorrido didáctico

Apoyando y complementando el cartel de la propuesta número uno se proyecta la segunda propuesta de intervención, la cual se basa en la realización de un recorrido didáctico de cerca de 2 km que discurrirá por senderos que recorren parte de la zona quemada en el incendio de 2012 y 1994. En puntos clave del sendero se colocarán pequeños carteles que permitan al lector y visitante afianzar y profundizar en el concepto que, previamente visualizado en el cartel del comienzo de la ruta, se expone y escenifica en la parada. En diversos puntos aledaños a la senda propuesta, se han venido realizando por parte del Grupo de Edafología Ambiental (GEA) de la Universidad Miguel Hernández (UMH) de Elche diversos estudios

relacionados con las consecuencias de los incendios sobre componentes ambientales como el suelo o la vegetación. Las parcelas donde se han llevado a cabo dichos estudios ofrecen un lugar perfecto para la colocación de algunos de estos puntos didácticos.

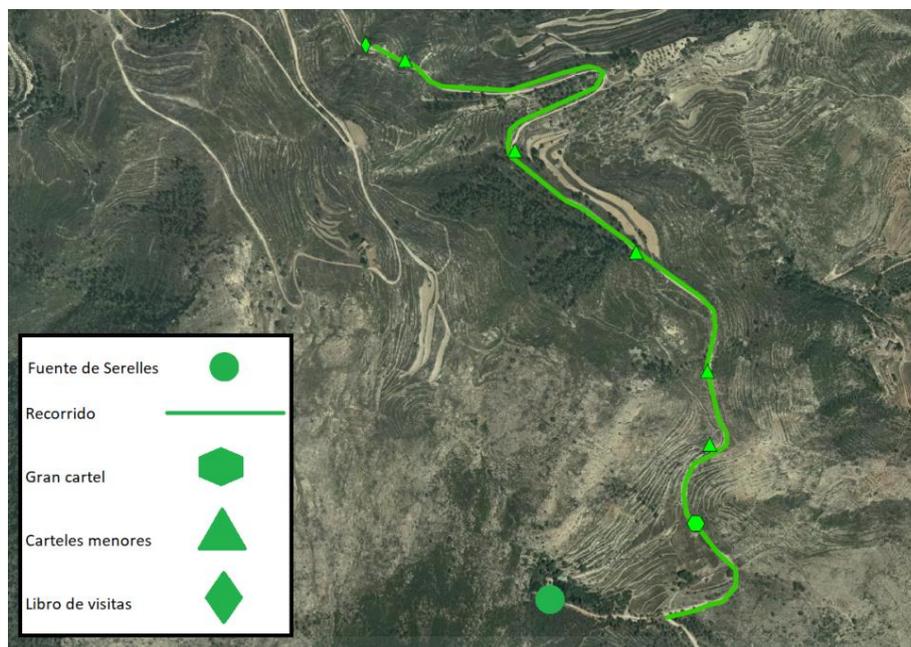


Figura 19. Recorrido e ítems del mismo.

A continuación se muestran las paradas planteadas en la ruta con una breve explicación de su contenido e intención. Cabe destacar que todos los carteles constarán de imágenes que ilustren de la mejor manera posible el tema tratado, así como un texto explicando en profundidad cada apartado. A continuación se muestran sugerencias de texto para cada uno de los carteles:

#### 1. Colonización post-incendio

Ejemplo de texto en el cartel:

La gran mayoría de las especies del genero *Pinus* prosperan muy bien tras el paso del fuego, gran parte de su éxito recae en la existencia de frutos leñosos termodehiscentes, los cuales se abren tras el incendio y liberan las semillas en un suelo libre de competencia.

En una parte del recorrido podemos observar un rodal que se salvó del incendio de 2012 pero es una regeneración natural de un incendio previo de 1994. A la izquierda podemos ver como los pinos quemados en el incendio de 1994, que germinaron tras la liberación de las semillas del banco aéreo de semillas han crecido excesivamente juntos y con una densidad tal que impide el correcto desarrollo de los individuos. Compárese con la parte derecha donde se ha realizado un clareo selectivo que permitirá la aparición de otras especies, reducirá el riesgo de incendio y mejorará la salud del ecosistema.

#### 2. Problemática actual

Ejemplo de texto en el cartel:

Los incendios forestales son un tema muy presente en nuestra sociedad, tragedias como las de Galicia de en el Octubre de 2017 o el incendio de Llutxent en Agosto de 2018 en Valencia, se suceden cada pocos años esquilmando nuestro patrimonio natural. Pero, ¿cómo evitar estos grandes incendios catastróficos?

Los incendios siempre han estado presentes en el medio, todas las especies han evolucionado con este elemento natural que es el fuego, adaptándose en mayor o menor medida. Ahora bien, la sociedad occidental desde hace algunas décadas, concretamente desde la revolución industrial ha mantenido una política de supresión total de incendios en el medio natural. El hombre de alguna manera ha apartado el elemento fuego del ecosistema y eso ha modificado el régimen de incendios, haciéndolos menos frecuentes pero mucho más destructivos. En España todo ello se ve agravado por el abandono del medio rural que propicia la acumulación de combustible, aumentando el riesgo de incendios.

### 3. Suelo

Ejemplo de texto en el cartel:

La pérdida de suelo por erosión tras un incendio forestal es el daño más grave causado por el fuego. El suelo, además de ser el soporte y la fuente de nutrientes de la vegetación y la fauna, es un bien escaso y de muy difícil recuperación.

Tras el incendio, la cobertura vegetal queda drásticamente reducida, quedando el suelo parcialmente cubierto por una fina capa de cenizas y restos carbonizados que pueden desaparecer por el viento o lluvia. Estas cenizas son de vital importancia para la pronta recuperación del suelo, pues son muy ricas en nutrientes procedentes de las plantas quemadas que, si son de nuevo devueltos al suelo, permitirían una revegetación temprana de la zona.

### 4. Mulch

Ejemplo de texto en el cartel:

Las laderas que se sitúan tras este cartel se les ha aplicado un tratamiento de acolchado natural con astillas y acículas de pino. Esta técnica de acolchamiento o mulching reporta múltiples beneficios al suelo, mejorando su estructura y limitando la pérdida del mismo por escorrentía. La aplicación de este tratamiento en un suelo tras el paso de un incendio resulta especialmente beneficioso, pues en los meses siguientes al fuego el suelo queda desprotegido y vulnerable.

### 5. Pirodiversidad-biodiversidad

Ejemplo de texto en el cartel

Antes de que el ser humano empezase a intervenir y modificar los ciclos naturales los incendios forestales tenían una diversidad mucho más elevada. Los regímenes de incendios variaban en factores como el intervalo entre incendios, estaciones de ocurrencia, dimensiones y otras características de los incendios tales como la intensidad lineal de llama, el consumo de suelo orgánico y la altura de socarramiento de las copas. Todos estos elementos diferenciales

creaban un amplio abanico de condiciones naturales que favorecían la biodiversidad del paisaje. Sin embargo, la simplificación de los montes como consecuencia de la acción antrópica, así como la disminución de la variedad de regímenes de incendios producidos como efecto secundario de la política de extinción total de los países occidentales, ha desembocado en una reducción de la pirodiversidad y esto ha tendido a reducir la diversidad biológica.

### 5.1.3 Salidas con grupos escolares

El recorrido y los textos que se pueden hallar en los carteles pueden contener nociones algo más difíciles de entender para los niños. Por ello se plantea la posibilidad de realizar excursiones programadas a la zona con la guía de un experto en la materia que introduzca la problemática de forma amena y sencilla. De esta manera seremos capaces de brindar unos contenidos acordes al nivel de desarrollo de los estudiantes e integrar los nuevos conceptos en los ya aprendidos, tal y como proponen las teorías educativas constructivistas. El monitor/guía deberá abordar la explicación de los rótulos y actuaciones de manera didáctica, además de reproducir experimentos adaptados que mejoren la experiencia así como realizar una enseñanza basada en la transmisión de principios y valores. Unos de los experimentos fácilmente reproducibles en el campo es la medida de la erosión mediante simuladores de lluvia, esta actuación ya ha sido llevada a cabo en otras ocasiones en este mismo enclave con muy buena acogida por parte de los niños. Esta herramienta resulta muy útil para este tipo de eventos, ya que los escolares pueden empezar a entender cómo funcionan fenómenos como la erosión y que factores la modifican de una forma clara y muy intuitiva.

### 5.1.4 Actividades con voluntarios

Durante los últimos veinte años la Educación Ambiental ha ido adquiriendo más y más fuerza en los distintos escenarios institucionales, sociales y profesionales de la sociedad española (Benayas, 2003) este desarrollo ha ido de la mano con la aparición progresiva de cada vez más voluntariados ambientales. Si bien no es tan conocido y practicado como otros sistemas de voluntariado como el social, las actividades con voluntarios son una magnífica herramienta de concienciación en el marco de la educación no formal.

En la zona de Serelles, donde se localiza el presente proyecto, ya se han realizado diversas actividades por parte del Ayuntamiento de Alcoy en colaboración con el Grupo de Edafología Ambiental de la Universidad Miguel Hernández de Elche, entre otros. Aprovechando el señalado día del árbol se han elaborado una serie de jornadas en las que se ha realizado la aplicación de un Mulch de paja y posteriormente de acícula de pino en distintas parcelas donde la potencial erosión tras el fuego era más significativa. Esta técnica, el Mulching se ha comprobado como muy eficaz para proteger al suelo del impacto de las gotas de lluvia, retener

la humedad, evitar el sellado de poros y como consiguiente mantener una velocidad de infiltración significativa MacDonald y Larsen (2009).

Siguiendo con esta dinámica se han llevado a cabo otras actividades como el montaje de varios talleres con experimentos sencillos y muy visuales como son los experimentos de lluvia simulada. Este experimento permite apreciar la diferencia de erosión en un mismo suelo variando su cobertura, desde un suelo desnudo, con vegetación y hasta con la aplicación de un mulch. Lo cual ayuda a transmitir y reforzar de forma práctica los conceptos explicados anteriormente en pequeñas charlas. Contando con un fuerte sentido educativo, estas actividades han servido de precedente para determinar la buena respuesta en forma de participación e implicación de los asistentes al evento, por ello y aprovechando la probada aceptación se propone continuar con estas labores de voluntariado, ampliando la oferta y variedad de actividades como desbrozo de las zonas superpobladas de pino, plantación de especies potenciales, etc.

## 5.2. Mecanismos de evaluación

### 5.2.1 Libro de visitas

Como mecanismo de evaluación se propone la colocación de un libro de visitas similar a los que se encuentran diseminados por las cimas de muchas montañas de la orografía española, llamados buzones de cumbres, en un punto del recorrido o junto al mismo cartel principal. Esta iniciativa que tiene su origen en la Hermandad de Centenarios Alpinos fundada por la Federación vasca de Montaña en el año 1949. Puede ser de gran ayuda tanto para realizar una aproximación de la afluencia de senderistas a la zona como una herramienta para conocer el feedback que está teniendo en los visitantes la actuación. Así cada cierto tiempo se renovará el libro y se estudiarán las posibles propuestas de mejoras, puntos negativos y opiniones sobre la actuación. Como propuesta secundaria y que puede ser interesante para potenciar en el visitante una idea global en el tema y una mayor comprensión dentro de un pensamiento científico es la implementación de una dinámica que se practica en muchos clubs de montaña de nuestro país, los concursos de cumbre. De esta forma a través de unas pautas (por ejemplo la persona que firme en el libro de visitas en las cuatro estaciones de un mismo año) podría recibir algún tipo de mención como un diploma o una placa que lo acredite. A través de esto lo que se busca es que el visitante sea consciente de la lenta pero progresiva mejora del entorno y los resultados de las distintas actuaciones.

### 5.2.2 Sitio web y código QR

Con el objetivo de dotar de una mayor visibilidad a la actuación y de integrar métodos de evaluación online, surge la idea de crear un lugar web. Con la ayuda de un código QR los visitantes podrán registrarse y elaborar una encuesta referente al recorrido, las actuaciones en

el entorno, el manejo post-incendio en la zona, etc. Además sería relevante adicionar material descargable de interés o complementario para enriquecer la experiencia educativa y permitir una mayor profundización en el tema. A continuación se detalla un ejemplo de la encuesta rellenable tras introducir el código QR.

#### Encuesta ambiental

1. ¿Es la primera vez que participa en este tipo de encuesta ambiental?  
 SI    NO
2. ¿Usted ha participado en alguna actividad promovida en esta zona para su recuperación?  
 SI    NO
3. ¿Conoce a alguien que sí lo haya hecho?  
 SI    NO
4. ¿Le gustaría recibir información acerca de próximas actuaciones?  
 SI    NO
5. ¿Está usted de acuerdo con las actuaciones llevadas a cabo?  
 SI    NO
6. ¿Ha cambiado su percepción de los incendios forestales después del recorrido?  
 SI    NO
7. ¿Cree usted imprescindible actuar sobre una zona quemada?  
 SI    NO
8. ¿En qué época del año ha realizado usted la ruta?  
 INVIERNO    VERNAO    OTOÑO    PRIMAVERA

Valoración. Marque con un número del 1 al 5, siendo 1 la puntuación más baja y 5 mayor.

1. Compresión de los conocimientos aportados.
2. Grado de satisfacción con el recorrido.
3. ¿En qué grado está usted de acuerdo con las actuaciones?

4. ¿En qué grado cree usted que son de utilidad actuaciones de este tipo?

□

### 5.2.3 Juego sobre el fuego

Con este sencillo juego se trata de continuar el proceso educativo y dentro de un modelo constructivista proponer algunos retos cognitivos, mediante retos abordables, que promuevan la actividad mental necesaria para establecer relaciones entre los conocimientos previos y los nuevos.

Con la ayuda de una pizarra magnética y de varios recortables con pictografías que representan elementos naturales y condiciones tanto climáticas, topográficas o de diversidad. Se le pedirá a los niños que las coloquen en cada uno de los dos lados en la que la pizarra está separada. En un lado se colocarán aquellos elementos que afecten o intervengan de forma significativa en el inicio y progresión de un incendio natural, separándolos a su vez en dos grupos, unos bajo el encabezado de “MÁS FUEGO” que harían referencia a aquellos elementos que benefician el arranque y propagación de un incendio ante otros con el título de “MENOS FUEGO” los cuales señalarían aspectos que limitan la intensidad de las llamas así como otros factores del incendio, por otro lado reducen las posibilidades de su inicio. En el otro lado de la pizarra se colocarían los elementos que repercutirían de alguna forma en un escenario post-incendio siguiendo el mismo criterio que en el caso anterior.

Por ejemplo, en el lado post-incendio nos encontramos con una imagen de una ladera con fuerte pendiente que ha sufrido un incendio de alta intensidad recientemente. El niño/a con una tarjeta en la que se representa la utilización de maquinaria pesada, deberá decidir donde la coloca, si como algo positivo o negativo. A simple vista parece algo complejo para niños de según qué edad, pero hay que entender que este juego se realiza tras la actividad, donde el monitor ya ha explicado con la ayuda del entorno, estos y otros aspectos del manejo post-incendio.

### 5.3. Costes

- Gran cartel (materiales de construcción más diseño): 500
- Carteles menores (materiales y diseño): 100 euros
- Cuadrilla para la colocación de carteles: Dos personas a 10 euros por hora de trabajo.
- Buzón de cumbre (Materiales y diseño): 50 euros
- Folletos para el buzón de cumbre: Cuaderno de hojas de fácil arranque: 25 euros
- Materiales para el juego del fuego: 50 euros

- Diseño sitio web: 800 euros
- Monitores/ guías: Precio por monitor 30 euros/ hora
- Experimentos en campo: Cedido por el GEA de la UMH, de elaboración propia.
- Desplazamiento: El desplazamiento se debe cuantificar en relación a la distancia del participante a la zona, lo cual es variable y deberá ser valorado según convenga.

## 6. CONCLUSIONES

El problema de los incendios forestales está muy presente en la actualidad, los riesgos y las consecuencias que derivan de ellos los convierten en un asunto con una acuciante necesidad de soluciones. La aparición de este elemento natural, allá donde se produce, causa una gran controversia. La presencia de un incendio desencadena una serie de problemáticas de tipo social, económico y ambiental que derivan, no solo del fuego en sí, sino de la forma en la que la sociedad actúa ante la aparición de este elemento natural. Para ello se vuelve transcendental la introducción de una educación en valores y principios, con una perspectiva amplia y flexible, que proporcionen un significado pleno a toda la información específica dada por la educación formal en los centros educativos y que a la vez doten de un marco conceptual adecuado para hacer una buena interpretación de la realidad.

El sistema educativo vigente presenta algunas carencias de información y formación, por lo que se incrementa la idoneidad de la planificación y programación de una educación no formal que aporte nuevas perspectivas y que ayude a la comprensión de un problema cada vez con mayor repercusión en toda la sociedad. Un problema que afecta más si cabe en la zona mediterránea, donde las condiciones climáticas en la época estival, la antropización del entorno, y el abandono rural agravan la situación en una zona donde la pérdida o degradación de sus valores ambientales supondrían un gran impacto negativo en aspectos económicos y sociales.

Mediante la realización de una experiencia de campo, con una observación directa de las consecuencias del fuego en el entorno, es posible introducir a los participantes del programa en el uso de un mayor grado de pensamiento científico, reforzar y escenificar los conocimientos adquiridos en la enseñanza formal. El programa de educación propuesto ayudará a integrar bajo una perspectiva más amplia y clara los conocimientos previos del participante, facilitando la comprensión de un problema tan complejo como es el de los incendios forestales, motivando en ellos el respeto por el medio ambiente y la necesidad de un proceso de evaluación previo de cada caso concreto antes de la elaboración de un plan de actuación, para definir cuáles, en qué orden y como se aplican las medidas post- incendio necesarias. Con todo ello, es esperable que la administración pública y los gestores forestales obtengan un margen de maniobra mayor para elegir la mejor actuación para la recuperación de la zona. Con la posibilidad de aplicar nuevas técnicas de eficacia contrastada pero con una baja aceptación de la población, muchas veces evitadas por la presión ejercida desde la

ciudadanía, que en ocasiones desencadenan actuaciones que no solo son poco eficientes, sino que incluso pueden ser perjudiciales.

## Proyección futura

La realización y desempeño de proyectos educativos como el presentado aquí forman parte del conjunto de herramientas a nuestro alcance para lograr introducir en el grueso de la población un cambio de tendencia en cuanto a comportamientos, actitudes y valores encaminados a una mejora de la relación del ser humano con la naturaleza. No solo en temas relacionados con el fuego y los incendios forestales si no en todos los ámbitos medioambientales.

A la vista de los grandes incendios catastróficos acontecidos en las últimas décadas queda de manifiesto la importancia de la educación ambiental en esta materia, no solo destinada a la población general si no con un encauzamiento hacia instituciones y gobernantes. Las decisiones y destinación de esfuerzos de estos últimos supone el último escalón a superar para conseguir un auténtico cambio en la forma en la que la sociedad actual entiende el fuego, así como qué actuaciones y procedimientos son llevados a cabo antes, durante y después de que un incendio forestal se produzca.

La comprensión de la problemática de manera global, la aceptación del fuego como un elemento natural presente en nuestros ecosistemas, la apreciación y cuidado del suelo como el factor clave para la recuperación del territorio quemado a largo plazo, la introducción de nuevas técnicas de eficacia contrastada en el manejo post-incendio y en la prevención, así como una mayor asociación entre la comunidad científica-gobernantes son los grandes retos a los que nos enfrentamos. Para la superación de estos escollos es vital invertir en educación ambiental de calidad y con las herramientas necesarias para lograr todos los objetivos propuestos.

En lo relativo a la zona de estudio que compete a este proyecto (la cual es en mi opinión un referente a nivel comarcal en cuanto a esfuerzo conjunto entre instituciones en materias relacionadas con el fuego) es importante continuar con la labor educativa en esta zona concreta, ya que, debido a la unión de este paraje con su sierra, a los continuos incendios que han sufrido y la enorme aceptación por parte de la población y de su ayuntamiento de las actividades realizadas, constituye un enclave perfecto para el desarrollo de técnicas y actividades tanto de eficacia contrastada como novedosas y creativas o de poca utilización en la región, con la consecuente oportunidad de ser utilizadas en un futuro en otros lugares.

## BIBLIOGRAFÍA

Ballard T.M., 2000. Impacts of forest management on northern forest soils. For. Ecol. Manag. 133, 37–42.

- Benayas J., Gutiérrez J., Hernández N., 2003. (MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE SECRETARÍA GENERAL DE MEDIO AMBIENTE ORGANISMO AUTÓNOMO PARQUES NACIONALES). La investigación en educación ambiental en España. España: Editorial EGRAF, S. A.
- García-Orenes F., Arcenegui V., Chrenková K., Mataix-Solera J., Moltó J., Jara-Navarro A.B., Torres M.P., 2017. Effects of salvage logging on soil properties and vegetation recovery in a fire-affected Mediterranean forest: A two years monitoring research. *Science of the Total Environment*. 586, 1057-1065.
- Goldammer J.G., Jenkins M.J., 1990. Fire in ecosystems dynamics. Mediterranean and northern perspective. The Hague, The Netherlands, SPB Academic Publishers.
- Bond W.J., Keeley J.E., 2005. Fire as global “herbivore”: The ecology and evolution of flammable ecosystems. *Trends in Ecology and Evolution*, 20, 387-394.
- FAO, 1998. Forest fire statistics. *Timber Bulletin*, LI, 2, 18 pp.
- García-Fayos P. Verdú M., 1998. Soil seed bank, factors controlling germination and establishment of a Mediterranean shrub: *Pistacia lentiscus* L. *Acta Oecol.* 19: 357-366.
- Gualda C., (1986). La Sierra de Mariola, aspectos geomorfológicos y biogeográficos (Tesis de licenciatura). Instituto universitario de geografía, Alicante.
- Heyerdahl E.K.; Brubaker L.B.; Agee J.K., 2001. Spatial controls of historical fire regimes: a multiscale example from the interior West USA. *Ecology* 82, 660-678.
- Jara-Navarro A.B., 2015. Estudio del Impacto del Fuego y Manejo Post-Incendio sobre la Cubierta Vegetal en Serelles, Sierra de Mariola. Trabajo fin de Grado. Elche: Universidad Miguel Hernández de Elche.
- James S.R., 1989. Hominid use of fire in the Lower and Middle Pleistocene. *Current Anthropology*, 30, 1-26.
- Larson W.E., Pierce F.J., 1991. Conservation and enhancement of soil quality. In: Dumanski J. (Ed.), *Evaluation for Sustainable Land Management in the Developing World*. Proceedings of the International Workshop.
- López-Caravaca A., 2017. Evaluación y evolución de las propiedades del suelo por el efecto de la saca de madera en un bosque mediterráneo tras sufrir un incendio. Trabajo de fin de grado (Ciencias Ambientales), Universidad Miguel Hernández.
- MacDonald L.H., Larsen I.J., 2009. Effects of forest fires and post-fire rehabilitation: a Colorado case study. En: *Restoration strategies after forest fires*.(A. Cerdá P. Robichaud, eds.). Science Publishers, p. 423 -452.
- Martin R.E., Sapsis D.B., 1992. Fires as Agents of Biodiversity – Pyrodiversity Promotes Biodiversity. In *Proceedings on Biodiversity of Northwestern California*; R.R. Harris and D.C. Erman, eds., Division of Agriculture, University of California; pp. 150-157.

- Mataix-Solera J., Guerrero C., García-Orenes F., Barcenas G.M. Torres M.P., 2009. Forest fire effects on soil microbiology. En: Cerdà, A. y Robichaud, P. R. (Eds.) Fire effects on soils and restoration strategies. Science Publishers, Enfield, 133-176.
- Mataix-Solera J. Guerrero, C., 2007. Efectos de los incendios forestales en las propiedades edáficas. En: Mataix-Solera, J. (ed.), Incendios Forestales, Suelos y Erosión Hídrica. Caja Mediterráneo CEMACAM Font Roja-Alcoi, Alicante, pp: 5-40.
- Mataix-Solera J., Guerrero C., Úbeda X., Outeiro L., Torres M.P., Cerdà A., Bodí M.B., Arcenegui V., Zornoza R., Gómez I., Mataix-Beneyto J., 2007. Incendios forestales, suelos y erosión hídrica. Caja Mediterráneo CEMACAM Font Roja-Alcoi, Alicante, 196 pp.
- Ministerio de Medio Ambiente., 1999. Libro Blanco de la Educación Ambiental en España.
- Naredo J.M., 2004. La evolución de la agricultura en España (1940-2000). Universidad de Granada, Granada, 549 pp.
- Naveh Z., 1974. Effects of fire in the Mediterranean region. En T.T. Kozlowski y C.E. Ahlgren (Eds.), Fire and ecosystems, 401-434, Academic Press, New York.
- Naveh Z., 1975. The evolutionary significance of fire in the Mediterranean Region. Vegetatio, 29, 199-208.
- Pereg L., Mataix-Solera J., McMillan M., García-Orenes F., 2018. The impact of post-fire salvage logging on microbial nitrogen cyclers in Mediterranean forest soil. Science of the Total Environment 619-620: 1079-1087
- Pereira P., Francos M., Brevik E.C., Úbeda X., Bogunovic I., 2018. Post-fire soil management. Current Opinion in Environmental Science & Health, 5, 26–32.
- Pyne S.J., 1982. Fire in America. Princeton University Press.
- Pyne S.J., 1984. Introduction to wildland fire: fire management in the United States. Wiley-Interscience, New York, NY, USA. p. 455
- Sansano Anaya M., 2016. Evaluación del uso de la glomalina como indicador del impacto del fuego y el manejo post-incendio. Trabajo de Fin de Grado (Ciencias Ambientales). Universidad Miguel Hernández
- Scott A.C., 2009. Forest fire in the fossil record. En: A. Cerdà y P.R. Robichaud (Eds), Fire effects on soil and restoration strategies. Science Publishers, pp. 1-37.
- Scott A.C., Glasspool I. J., 2009. The diversification of Paleozoic fire systems and fluctuations in atmospheric oxygen concentrations. Proceedings of the National Academy of Sciences, USA, 103, 10861-10869.
- Soil Survey Staff., 2014. Keys to Soil Taxonomy, 12th ed. USDA-Natural Resources Conservation Service, Washington, DC.