



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE  
MADRID



FACULTAD DE GEOGRAFÍA  
E HISTORIA

## **Caracterización de la interfaz urbano-forestal para la prevención de incendios**

D.F de Lliria y Foia de Bunyol (Valencia)

Trabajo Fin de Máster  
Máster en Tecnologías de la Información Geográfica  
2011 - 2012

**Alumno: Jose Antonio Ruiz Cejudo**

Tutor: Dr. Javier Madrigal Olmo

Tutora: Dra. Gema Rodríguez Velasco

### **Agradecimientos**

El presente trabajo fue posible gracias a la oportunidad que me brindó el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) de desarrollar un proyecto de gran actualidad y aportar en él los conocimientos allí adquiridos.

Por lo tanto, mi agradecimiento al Dr. Javier Madrigal Olmo por la oportunidad, la paciencia y sobre todo, por todo lo aprendido durante este tiempo. Gracias a David Sánchez de Ron por su apoyo en el procesamiento de la información geográfica y sus consejos en el manejo de herramientas SIG.

Del mismo modo, el pilar que supone el apoyo de familiares y amigos ha sido fundamental, básico para obtener este resultado.

Pero por encima de todo, mi agradecimiento a Raquel Leirós, por estar ahí, por el ánimo y por ser la conciencia cada día.

## Resumen

Los espacios de interfaz urbano-forestal (IUF) son uno de los ámbitos territoriales que mayores complejidades contienen por la gran diversificación de los usos del suelo que en ellos se realizan.

Dentro de estas áreas donde entran en contacto las masas forestales con la urbanización, los incendios forestales suponen un peligro real para las poblaciones que los habitan. Por ello, el presente trabajo evaluará la interfaz para la Demarcación Forestal de Lliria y la Foia de Bunyol (Valencia), a través del programa Wuimap<sup>®</sup>, al mismo tiempo que se analizará el régimen de incendios, para poder clasificar los municipios en función de su riesgo estructural.

Se realizará el estudio estadístico de las diferentes variables (Superficies de IUF, áreas afectadas por los incendios forestales, causalidad, etc.) para comprobar la relación existe entre todas ellas, y mostrar con ello la vulnerabilidad de cada tipo de IUF.

Por último, se elegirá el municipio de Bunyol como ejemplo representativo de alto riesgo estructural de incendio en relación a la superficie de las IUFs más vulnerables, para realizar una clasificación a menor escala que indique la prioridad de actuación para la prevención de incendios.

## **Introducción y Objetivos (Pág.7)**

- i. Antecedentes y definiciones (Pág.7)**
- ii. Objetivos (Pág.11)**

## **CAPÍTULO 1. Clasificación de las áreas de interfaz urbano-forestal (IUF) en la demarcación forestal de Llíria y Foia de Bunyol (Pág.13)**

- 1.1. Características del área de estudio (Pág.13)**
- 1.2. Clasificación y caracterización de la IUF (Pág.18)**
  - 1.2.1. Introducción: el programa WUImap<sup>®</sup> (Pág.18)**
  - 1.2.2. Metodología (Pág.19)**
  - 1.2.3. Resultados y discusión (Pág.20)**

## **CAPÍTULO 2. Análisis espacio-temporal del régimen de incendios (frecuencia, áreas afectadas y causalidad) en el área de estudio (período 1985-2010) (Pág.24)**

- 2.1. Introducción (Pág.24)**
- 2.2. Metodología (Pág.25)**
- 2.3. Resultados y Discusión (Pág.27)**
  - 2.3.1. Riesgo estructural y vulnerabilidad (Pág.27)**
    - 2.3.1.1. Evolución temporal del régimen de incendios (Pág.27)**
    - 2.3.1.2. Distribución espacial del régimen de incendios (Pág.29)**
    - 2.3.1.3. Resumen de incendios según sus dimensiones a escala de cuadrícula (Pág.32)**
    - 2.3.1.4. Resumen de incendios según sus dimensiones a escala municipal (Pág.35)**
  - 2.3.2. Clasificación para priorizar el riesgo estructural y la vulnerabilidad (Pág.38)**
  - 2.3.3. Análisis de causalidad (1985 – 2010) (Pág.40)**

## **CAPÍTULO 3. Evaluación del riesgo y la vulnerabilidad a incendios según las tipologías de IUF (Pág.44)**

- 3.1. Objetivos e hipótesis de trabajo (Pág.44)**
- 3.2. Metodología y análisis estadístico (Pág.44)**
- 3.3. Resultados y Discusión (Pág.45)**

## **CAPÍTULO 4. Caso de estudio. Evaluación del peligro de incendios en la IUF de los municipios con máxima prioridad de actuación: El caso de Bunyol (Pág.52)**

- 4.1. Características del municipio y régimen de incendios (Pág.52)**
- 4.2. Áreas de interfaz urbano-forestal (Pág.54)**
- 4.3. Peligro de incendios: fisiografía y agregación vegetal en las zonas de IUF (Pág.55)**
- 4.4. Delimitación de áreas de peligro y actuación prioritaria en la IUF (Pág.58)**

## **Conclusiones (Pág.63)**

## **Bibliografía (Pág.65)**

Índice de figuras:

- **Figura 1.** Localización del área de trabajo, D.F. de Lliria y Foia de Bunyol.
- **Figura 2.** Comarcas que componen la zona de trabajo.
- **Figura 3.** Municipios según su población y principales vías de comunicación.
- **Figura 4.** Relieve e hidrología de la zona de estudio.
- **Figura 5.** Especies forestales principales. Mapa Forestal de España (MFE50).
- **Figura 6.** Mapa de usos del suelo. Mapa CORINE 2006.
- **Figura 7.** Pantalla de inicio del programa Wuimap®.
- **Figura 8.** Mapa general resultante de la aplicación de Wuimap.
- **Figura 9.** Mapa en detalle resultante de la aplicación de Wuimap.
- **Figura 10.** Localización de los incendios y clasificación de las superficies afectadas en el área de estudio durante el período 2000 - 2010.
- **Figura 11.** Malla de cuadrículas UTM de 10 x 10 Km. Zona de estudio perteneciente al Huso 30.
- **Figura 12:** Gráfico de barras. Número de incendios por año (1985 - 2010).
- **Figura 13.** Número de incendios registrados nivel de cuadrícula en la BDIF (1985 - 2010).
- **Figura 14.** Superficies afectadas por los incendios registrados en la BDIF a nivel de cuadrícula (1985 - 2010).
- **Figura 15.** Número de incendios registrados nivel de municipio en la BDIF (1985 - 2010).
- **Figura 16.** Superficies afectadas por los incendios registrados en la BDIF a nivel de municipio (1985 - 2010).
- **Figura 17.** Número de conatos (incendios < 1Ha) registrados en la BDIF a nivel de cuadrícula entre 1985 y 2010.
- **Figura 18.** Número de incendios con una superficie > 1Ha a nivel de cuadrícula entre 1985 y 2010.
- **Figura 19.** Superficies afectadas por los incendios registrados en la BDIF a nivel de cuadrícula entre 1985 y 2010.
- **Figura 20.** Porcentaje de superficie afectada por los incendios registrados en la BDIF a nivel de cuadrícula 1985 y 2010.
- **Figura 21.** Número de conatos (incendios < 1Ha) registrados en la BDIF a nivel de municipio entre 1985 y 2010.
- **Figura 22.** Número de incendios con una superficie > 1Ha a nivel de municipio entre 1985 y 2010.
- **Figura 23.** Superficies afectadas por los incendios registrados en la BDIF a nivel de municipio entre 1985 y 2010.
- **Figura 24.** Porcentaje de superficie afectada por los incendios registrados en la BDIF a nivel de municipio 1985 y 2010.
- **Figura 25.** Mapa de prioridad según el riesgo estructural y la vulnerabilidad a nivel de cuadrícula según los datos registrados en la BDIF para el período 1985 - 2010.
- **Figura 26.** Distribución del número de incendios de causalidad natural y superficie incendiada a nivel municipal.
- **Figura 27.** Distribución del número de incendios de causalidad antrópica y superficie incendiada a nivel municipal.
- **Figura 28.** Distribución del número de incendios de causalidad intencionada a nivel de municipio.
- **Figura 29.** Distribución del número de incendios de causalidad negligente a nivel de municipio.
- **Figura 30.** Distribución de las superficies afectadas por el fuego a nivel municipal bajo la clasificación de IUF realizada por Wuimap.
- **Figura 31.** Importancia relativa (VIP) y ajustes (R2Y) de los modelos PLS generados para relacionar la superficie total y el número de incendios (período 1985-2010) con las superficies ocupadas por las tipologías de IUF en los diferentes municipios (áreas 11 a 43).
- **Figura 32.** Importancia relativa (VIP) de la tipología de IUF en el número total de incendios y el número de incendios según causalidad según los modelos PLS obtenidos.
- **Figura 33.** Distribución de las superficies afectadas por el fuego a nivel municipal bajo la clasificación de las clases IUF de alta y baja agregación vegetal realizada por Wuimap.
- **Figura 34.** Importancia relativa (VIP) de la tipología de IUF en la superficie total de IUF (sin las clases 11, 21, 31 y 41) y la variable del número total de incendios..
- **Figura 35.** Importancia relativa (VIP) de la tipología de IUF en la superficie total de IUF (sin las clases 11, 21, 31 y 41) según la causalidad.
- **Figura 36.** Correlaciones (test o paramétrico de Kendall-Tau) entre las superficies ocupadas por las tipologías de IUF más importantes en la construcción de los modelos PLS y el régimen de incendios en los municipios estudiados (superficies afectadas y nº de incendios).
- **Figura 37.** Localización del municipio de Bunyol y ortofoto PNOA 2005.
- **Figura 38.** Perímetros de los principales incendios en el municipio de Bunyol sobre la ortofoto PNOA 2005.
- **Figura 39.** Superficies calificadas como IUF por Wuimap para el municipio de Bunyol sobre la ortofoto PNOA 2005.
- **Figura 40.** Superficies calificadas como IUF por Wuimap para el municipio de Bunyol sobre el mapa de altitudes.
- **Figura 41.** Superficies calificadas como IUF por Wuimap para el municipio de Bunyol sobre el mapa de pendientes.
- **Figura 42.** Superficies calificadas como IUF por Wuimap para el municipio de Bunyol sobre el mapa de orientación de solana (entre 22,5 - 247,5 grados).
- **Figura 43.** Mapa resultante de la superposición de los criterios de solana, pendientes superiores al 30 % y zonas de interfaz de mayor riesgo, agregación vegetal baja/alta y poblamiento aislado/disperso en el municipio de Bunyol.
- **Figura 44.** Aproximación a una zona clasificada como de actuación prioritaria. Interfaz de poblamiento aislado de baja y alta agregación con pendientes superiores al 30% y al 60%, a escala 1:50.
- **Figura 45.** Aproximación a una zona clasificada como de actuación prioritaria. Interfaz de poblamiento disperso de baja y alta agregación con pendientes superiores al 30% y al 60%, a escala 1:50.
- **Figura 46.** Aproximación a una zona clasificada como de actuación prioritaria. Interfaz de poblamiento aislado y disperso, de baja y alta agregación, con pendientes superiores al 30% y al 60%, a escala 1:50.

Índice de tablas:

- **Tabla 1.** Superficies de interfaz clasificadas por Wuimap para la zona de trabajo.
- **Tabla 2.** Evolución temporal del régimen de incendios para el período 1985 – 2010. Total de incendios y superficies afectadas.
- **Tabla 3.** Número de incendios y superficies afectadas registradas a nivel de cuadrícula en la BDIF para el período 1985 – 2010).
- **Tabla 4.** Número de incendios y superficies afectadas registradas a nivel de municipio en la BDIF para el período 1985 – 2010).
- **Tabla 5.** Resumen a nivel de cuadrícula del régimen de incendios y superficies afectadas, en cifras totales y según la extensión.
- **Tabla 6.** Resumen a nivel de municipio del régimen de incendios y superficies afectadas, en cifras totales y según la extensión.
- **Tabla 7.** Causalidad de los incendios a nivel de municipio en 6 tipos principales.
- **Tabla 8.** Superficie de cada tipología de IUF clasificada por Wuimap a nivel municipal.
- **Tabla 9.** Superficies de interfaz caracterizadas por Wuimap para Bunyol y superficies consideradas como IUF (excluyendo las zonas de agregación vegetal nula).
- **Tabla 10.** Superficies obtenidas según interfaces de riesgo, altas pendientes y orientación de solana y porcentajes con respecto al total de esas tipologías de IUF para el municipio de Bunyol.

- **Introducción**

Las áreas de interfaz urbano-forestal (IUF) suponen espacios de gran interés en cuanto a la ordenación territorial y a la gestión medioambiental, debido a sus características específicas derivadas del contacto entre espacio forestal y urbano. La creciente importancia de la IUF proviene del avance del espacio construido sobre superficie forestal. La proliferación de viviendas en ámbitos de carácter forestal ha provocado la fragmentación del territorio, degradando así los entornos naturales y alterando los hábitats, al tiempo que se incrementa el riesgo de incendio. Por lo general, la IUF incluye espacios próximos a grandes ciudades o núcleos urbanos de cierta entidad, pero también a pequeñas entidades urbanas como pueden ser urbanizaciones.

Se trata de un tema cuya investigación está en desarrollo en Europa, aunque cuenta con décadas de estudio en países como Estados Unidos, Canadá o Australia. En España, es de total actualidad y se está trabajando desde vertientes geográficas, medioambientales y forestales.

La presencia de incendios forestales en estos espacios es un hecho primordial, pues se trata de zonas habitadas en las que las consecuencias en términos ambientales, económicos y sobre todo humanos son, si cabe, aún más relevantes. Es por ello que se están desarrollando programas de actuación y proyectos en los que es necesario caracterizar las zonas de interfaz urbano-forestal para mostrar áreas de especial interés, por sus problemáticas y su vulnerabilidad. La correcta caracterización de la IUF es fundamental para llevar a cabo los correspondientes planes de actuación y de prevención de incendios, priorizando las zonas con alto peligro y recomendando las acciones necesarias sobre la vegetación y la autoprotección de las viviendas.

- i. **Antecedentes y definiciones**

Los primeros autores que utilizaron el término de interfaz urbano forestal los encontramos en Estados Unidos en los años 70 del pasado siglo, donde se comenzó a hablar de una tipología de incendio creciente denominado *urban-wildland fire interface* (Butler, 1976). Poco a poco los estudios que originariamente se centraban en casos del estado de California fueron ampliándose hacia situaciones similares que sucedían en otros estados.

La definición del término IUF ha evolucionado con el tiempo. Durante los años 80 y 90, en Estados Unidos se fue labrando el término desde sus primeros pasos. A comienzos de la década de los 80, se va advirtiendo la necesidad de una gestión de la IUF, denunciando cierto descontrol en el crecimiento urbano en ámbitos forestales y las consecuencias que ello supone para la fragmentación del territorio.

No es hasta el año 1990 cuando se relacionó de manera directa IUF con incendios forestales (Davis, 1990), considerando a las IUFs como un escenario problemático y donde surgen conflictos en cuanto a la responsabilidad de la gestión y la prevención de los inmuebles ante los incendios forestales. Es entonces cuando el término interfaz urbano-forestal se relacionó prácticamente en exclusividad en el contexto de los incendios forestales.

La IUF es un término complicado a la hora de establecer una definición concreta, ya que en muchos casos la definición se ve influenciada por la interfaz concreta que se estudia, ampliando la definición según las características del interfaz.

A lo largo de su evolución, la definición de IUF siempre incluye tres componentes básicos: presencia humana, vegetación forestal, y la distancia entre ambos. La presencia humana se define por la densidad de viviendas, la configuración de urbanizaciones y características morfológicas de las edificaciones. La vegetación forestal es más complicada de acotar, pero en ella siempre se tiene en cuenta la densidad, su continuidad, el porte y las especies existentes. Para la distancia, rara vez se establece una distancia determinada, aunque sí orientativa. El límite de un espacio de interfaz puede definirse por ejemplo por la distancia que una pavesa puede recorrer en un incendio de copa, aunque otros autores aplican criterios más o menos arbitrarios, basados en la experiencia, en el coste-beneficio de las actuaciones, o directamente en lo que recomienda la legislación urbana y forestal (Stewart et a. 2007)

La consolidación del interfaz urbano-forestal en el ámbito científico, fuera de Estados Unidos, fue propagándose durante los últimos 20 años a países como Canadá o Australia, pero también a Europa. En poco tiempo, tanto el interfaz como los riesgos de incendios relacionados se afianzaron dentro del mundo científico, sobre todo en el campo de la investigación forestal, con el objetivo de dar solución a un problema territorial incipiente.

Desde el 2000, la IUF en Europa se relaciona con el aumento del riesgo de incendios. Las zonas residenciales en entornos forestales están cada vez más afectadas por los incendios, causando daños materiales y personales. El incremento de los estudios en Europa sobre la IUF se explican con los dramáticos episodios de incendios forestales que ocurrieron en Portugal, Francia y España en 2003; España en 2005, Portugal y España en 2006; y Grecia en 2007 (Lampin Maillet 2008). Como vemos, los países mediterráneos tienen un alto riesgo de incendio por las características climatológicas (aumentando en los períodos estivales), al tiempo que cuentan con grandes zonas de interfaz, lo que las hace especialmente frágiles ante los incendios.

En los trabajos para la delimitación de las IUFs, Estados Unidos fue el primer país en dar pasos hacia una cartografía de interfaces a pequeña escala en el año 2001, diferenciando a su vez zonas de interfaz y zonas de *intermix*, las cuales se diferencian según si existen zonas límite bien diferenciadas entre el espacio forestal y el urbano (Galiana 2012). De manera más específica, aparece en Francia la aplicación WUImap, desarrollada por el antiguo Cemagref, (ahora Irstea), la cual combina la tipología de poblamiento en función de su densidad con la agregación de la vegetación existente, clasificando las zonas de interfaz en diferentes categorías.

La escala local de análisis debe complementarse con un enfoque más general, en este caso una escala de paisaje (Galiana, 2012), donde puedan apreciarse dinámicas y modelos en las interfaces. Estas metodologías establecen resultados de análisis a escala regional (patrones de urbanización, abandono de cultivos, series de incendios), a escala de paisaje, (características naturales y antrópicas sobre el territorio) y escala local (morfologías urbanas, distribución de la vegetación e interacciones entre ambas).

Existen muchas definiciones de riesgo de incendios forestales, pero la mayoría coinciden en la combinación de peligro y vulnerabilidad. Así el riesgo de incendio abarca dos componentes

diferentes: la probabilidad de que un incendio afecte a la zona durante ese período de tiempo, que sería el peligro de incendio; y el potencial daño que el fuego hará una vez que se produce, que sería la vulnerabilidad, la cual se puede medir en función de las superficies afectadas.

Para una mayor eficacia en la extinción de incendios y una mayor eficiencia en la asignación de recursos e infraestructura antiincendios, es necesario lograr evaluar la vulnerabilidad del territorio con el fin de reducir los costes económicos y humanos en la extinción así como las consecuencias ecológicas y humanas de los incendios forestales.

Diferentes autores en las últimas décadas han planteado criterios para determinar la vulnerabilidad del territorio a incendios forestales. Algunos de ellos se han centrado en los daños que un incendio puede llegar a producir (Coburn et al. 1994, Caballero et al., 2004). Otros autores hablan de vulnerabilidad en función de lo propenso que sea un entorno a los incendios (D'Ercole 1998), lo cual depende de la sociedad, la estructura económica, la tipología de asentamientos y las características de los ecosistemas. Blaikie et al. (1994) también incluyen factores como la capacidad de gestión antes, durante y después de un incendio. Por tanto la vulnerabilidad puede definirse como un sistema que combina variables humanas y medioambientales, la cual evoluciona y modifica sus características, modificando consigo el riesgo (D'Ercole 1996).

Para una calificación de la vulnerabilidad de los espacios de interfaz el análisis puede realizarse a diferentes escalas, ya sea a escala de paisaje, local o de proyecto de ejecución de obra (urbanizaciones).

A escala regional y paisaje, Galiana et al. (2007) establecen una organización espacial según las características del paisaje, ya que éste influye en la forma en que el territorio se ocupa, a la vez que el comportamiento del fuego depende en gran medida el tipo de paisaje en el que se desarrolle.

Así, en un nivel regional se establecen la descripción del territorio en función de las dinámicas territoriales, como puede ser el aumento de la urbanización, el abandono de cultivos o la deforestación entre otros muchos casos, al tiempo que se buscan patrones que expliquen dichas dinámicas. Sin embargo, a escala de paisaje, es preciso realizar un análisis multiescala, donde se tienen en cuenta los factores medioambientales y culturales que moldean el paisaje, al mismo tiempo que se estudia la evolución de los mismos en relación con los usos y aprovechamientos que de ellos se hace.

Para la escala local, el proceso de caracterización de las zonas de IUF requiere la identificación de las diferentes morfologías de urbanización, así como las características que definen el entorno (vegetación, pendientes, usos del suelo,...), caracterizando posteriormente la zona según el comportamiento del fuego en caso de incendio.

Una vez se conocen las características de la IUF, el mejor método para reducir la probabilidad de quema de viviendas en los incendios forestales es disminuir en la medida de lo posible la cantidad de vegetación combustible de las proximidades de las edificaciones, así como de todo tipo de material inflamable que pueda propagar el fuego hacia las viviendas. Estas medidas están reconocidas por algunos países mediterráneos, donde existe una legislación relativa a la eliminación de arbustos y la reducción de la continuidad horizontal y vertical de las masas forestales entorno a edificios y viviendas. En España, la legislación que se refiere a la ordenación territorial recae sobre las

comunidades autónomas y sobre los municipios. Por lo general, la administración local, en su planificación territorial no tiene en cuenta la importancia de gestionar los espacios forestales, sino que se ocupan mayoritariamente del aspecto urbano de la ordenación territorial, donde los incendios forestales no se tienen en cuenta.

La proliferación de áreas de IUF ha aumentado la dimensión de la problemática de los incendios forestales en un espacio frecuentemente castigado, por lo que este trabajo se concibe como una oportunidad para conocer estos espacios y tratar de ofrecer soluciones para una mejor gestión y prevención en caso de incendio.

La costa mediterránea en general y la Comunidad Valenciana en particular, presenta una alta frecuencia y superficies afectadas por los incendios. Por tanto es un territorio en el que confluyen claramente los problemas que se pretenden analizar así como la posible relación entre ellos. Las administraciones regionales y locales están tomando diferentes medidas para prevenir los incendios en esta zona y planificar adecuadamente las medidas de autoprotección en las zonas de IUF.

La D.F de Lliria y la Foia de Bunyol, es un entorno en el que la mejora de las comunicaciones así como el crecimiento de los cascos urbanos existentes o nuevas urbanizaciones -ya sea de única o de segunda residencia- demuestran la influencia que ejerce una gran ciudad sobre su entorno.

Frente a este panorama de crecimiento urbanístico y de presión antrópica, encontramos un territorio donde el abandono de tierras anteriormente cultivadas es un hecho generalizado, lo que ha supuesto que en los últimos años haya aumentado de manera considerable la masa arbustiva y forestal, creando una cubierta vegetal continua que supone la creación de importantes zonas de riesgo de incendio, donde numerosas viviendas se ven incluidas, creando un espacio de IUF donde anteriormente existía una clara diferenciación entre espacios cultivados y bosque.

Con el trabajo que se presenta a continuación se pretende estudiar las interfaces urbanas de la Demarcación Forestal de Lliria y la Foia de Bunyol, áreas con una importante problemática de incendios forestales que se ha visto agravada en los últimos años por la expansión urbanística. A su vez conviven en el territorio actividades tradicionales de ámbito agro-ganadero-forestal que generan también diferentes tipologías de interfaz de alto peligro y que están sometidas al riesgo estructural de los incendios naturales producidos por rayo. Los resultados obtenidos se pretenden que ayuden a la planificación de actuaciones y al priorización de las mismas, con el objeto de que sean un elemento en la toma de decisión por parte de las administraciones forestales y urbanas responsables del planeamiento de este territorio.

## ii. Objetivos

Para la realización de este estudio nos centraremos en el entorno de la ciudad de Valencia (demarcación forestal de Lliria y Foia de Bunyol) al tratarse de un espacio en el que el influjo urbano de una gran ciudad se expande hacia el interior de la provincia, adentrándose en territorios puramente forestales, creando entornos potencialmente conflictivos en casos de incendio.

El principal objetivo del presente estudio es evaluar el riesgo de incendios forestales en estos sistemas de ocupación del suelo que fusionan elementos tan contrapuestos como la urbanización y las masas forestales, con el fin de delimitar las áreas de interfaz urbano forestal y caracterizar así el peligro para la población, en función de los diferentes grados de agregación de la vegetación y el régimen de incendios. Lo que se persigue por tanto es lograr cuantificar la vulnerabilidad ante los incendios forestales en los espacios de interfaz urbano-forestal, ya que la convivencia de los dos sistemas pone en riesgo vidas humanas al tratarse de espacios con gran número de viviendas, más o menos aisladas, en contacto directo con masas de vegetación forestal.

El trabajo se concreta en los siguientes **objetivos específicos**, que se desarrollarán en los apartados sucesivos, generando cada uno de ellos la cartografía adecuada para cumplir el objetivo principal propuesto:

1. Clasificar las áreas de interfaz urbano-forestal según el grado de agregación de la vegetación y la densidad de poblamiento.
2. Realizar un análisis espacio-temporal del régimen de los incendios acontecidos en el área de estudio (frecuencia, superficies afectadas y causalidad, en el período 1985-2011).
3. Evaluar el riesgo y la vulnerabilidad según las tipologías de IUF y el régimen de incendios.
4. Caso de estudio: Evaluar el peligro de incendios en la IUF en un municipio de máxima prioridad de actuación.

A nivel metodológico y de uso de herramientas SIG el presente estudio cuenta con los siguientes objetivos:

- Aplicar por primera vez el programa WUImap<sup>®</sup>, herramienta de clasificación de la IUF basada en ARCGIS 9.3, a las condiciones locales españolas tomando como área de trabajo la demarcación estudiada.
- Generar nueva cartografía para la planificación de actuaciones preventivas en la IUF mediante la explotación de la información contenida en la cartografía del SIOSE y en la base de datos histórica de incendios forestales (BDIF).
- Sentar las bases de nuevos métodos y protocolos de clasificación de las diferentes tipologías de IUF aplicables a diferentes áreas mediterráneas para una mejor gestión y prevención ante futuros incendios forestales.

Para la realización del presente trabajo nos centraremos en la clasificación de las zonas de interfaz a escala local, atendiendo a dos variables concretas, la concentración de las edificaciones y la agregación de la vegetación. Consideramos que el realizar el estudio desde una escala local permite diferenciar ámbitos dentro de las zonas de interfaz en función de su peligro potencial en distintos casos de incendio, tratándose de una escala más eficaz a la hora de establecer planes de actuación y de prevención de incendios, priorizando las zonas con alto peligro y recomendando las actuaciones necesarias sobre la vegetación y la autoprotección de las viviendas.

## CAPÍTULO 1. Clasificación de las áreas de interfaz urbano-forestal en la demarcación forestal de Llíria y Foia de Bunyol

### 1.1. Características del área de estudio

#### Localización y situación administrativa

El conjunto formado por la Demarcación Forestal de Llíria y la Foia de Bunyol se localiza al Este de la península Ibérica, concretamente en la provincia de Valencia, dentro de la Comunidad Valenciana. Se trata de una superficie de aproximadamente 245.000 hectáreas en las que se agrupa un total de 4 comarcas de Foia de Bunyol, Camp de Túria, Camp de Morvedre y L'Horta, que incluye la ciudad de Valencia (Figura 1).

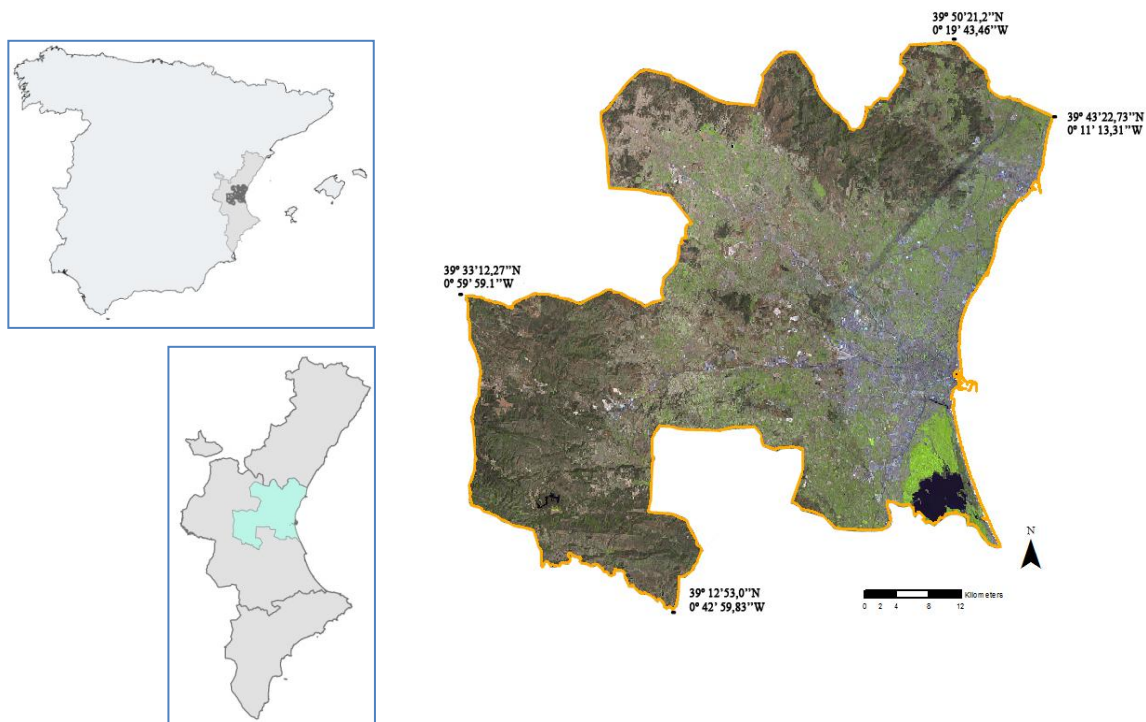


Figura 1. Localización del área de trabajo, D.F. de Llíria y Foia de Bunyol.

El Plan de Acción Territorial Forestal de la Comunidad Valenciana, publicado el 13 de enero de 2011, dentro de la **Estrategia Territorial de la Comunidad Valenciana**, es la principal herramienta de ordenación del territorio forestal en la región. Este Plan establece la organización del territorio de la comunidad autónoma en demarcaciones forestales como unidades territoriales básicas para la gestión y protección forestal.

En el artículo 19 de dicho Plan se establecen los criterios para la creación de estas demarcaciones forestales, advirtiendo en primer lugar del carácter uniprovincial de las demarcaciones para favorecer la gestión eficaz en el cumplimiento de los objetivos asignados de acuerdo a criterios físicos, socioeconómicos, geográficos, demográficos y de gestión.

De un total de 12 demarcaciones forestales, la zona de estudio comprenderá la Demarcación Forestal de Llíria, la cual comprende tres comarcas: L'Horta y Ciutat de València, Camp de Túria y Camp de Morvedre; así como la comarca de Foia de Bunyol (figura 2).

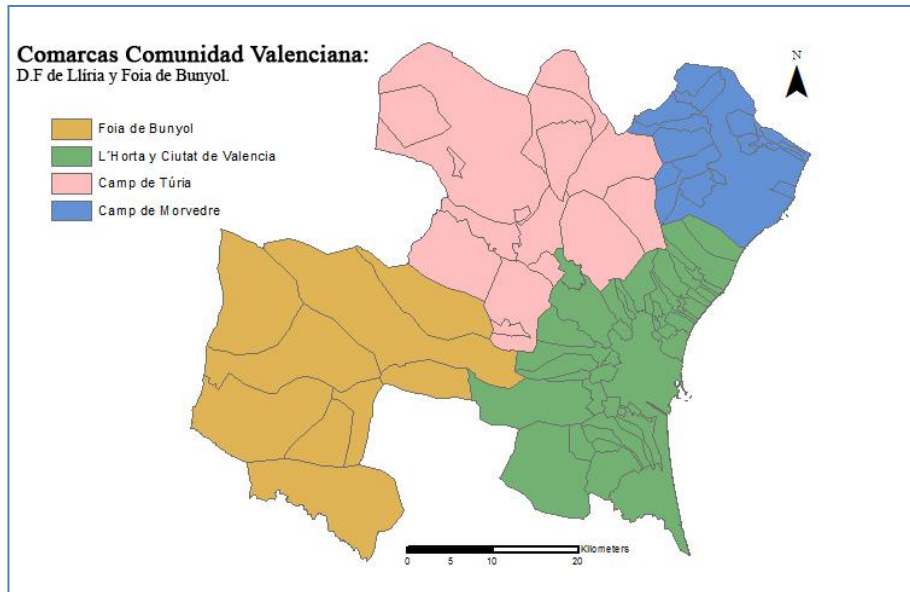


Figura 2. Comarcas que componen la zona de trabajo.

Tal número de municipios, un total de 85, suponen una población aproximada de 1.825.000 habitantes (2011), donde destaca el municipio de Valencia con 798.000 personas. El millón de habitantes restante se reparte entre el resto de municipios, destacando aquellos que pertenecen al área metropolitana de la capital valenciana, con datos de población que superan los 60.000 habitantes en términos como Torrent, Sagunt o Paterna, por debajo de los cuales aparecen otros de gran entidad como Mislata, Xirivella o Burjassot, con cifras que superan los 30.000 habitantes (Figura 3).

La gran mayoría del resto de municipios supera los 5.000 habitantes, por lo que estamos ante un entorno muy ocupado, con una densidad de población de 748 hab./km<sup>2</sup>, muy por encima de los 220 hab./km<sup>2</sup> del conjunto de la Comunidad Valenciana.

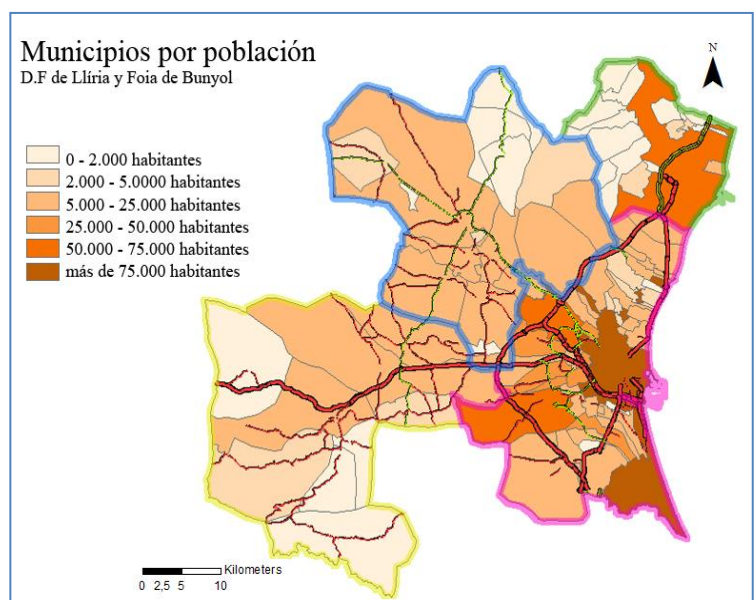


Figura 3. Municipios según su población y principales vías de comunicación.

Esta densidad tan elevada está claramente influenciada por la cifra de población que aporta la ciudad de Valencia, pero también por su trascendencia territorial, ya que en todas direcciones la ciudad se expande sobre los municipios próximos a través de las principales vías de comunicación con la capital, ya sea a modo de segundas residencias o como viviendas habituales.

### Relieve, topografía y geología

El relieve (Figura 4) sobre el que se estructura nuestra área de estudio se encuentra dentro del denominado Sector Suroriental de Sistema Ibérico, donde sus principales morfologías tienen como origen los movimientos compresivos alpinos entre las placas tectónicas Africana, Ibérica y Euroasiática.

El resultado de estas presiones es la reactivación de relieves arrasados, los relieves de antepaís, deformados mediante la compresión y el desgarre, y la tabulación de estructuras arrasadas.

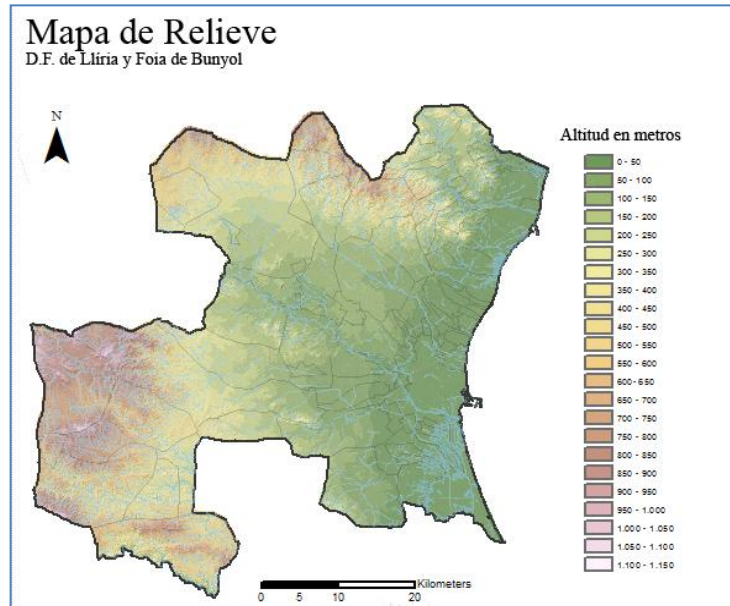


Figura 4. Relieve e hidrología de la zona de estudio.

Entre las grandes estructuras de relieve que encontramos dentro del área de estudio, destaca la denominada Depresión de Valencia, la cual domina todo el este y centro de la D.F de Llíria, suponiendo la mayoría de la superficie de análisis, con una altitud que varía de manera más o menos constante entre el mar y los 250 metros. Al norte de ésta depresión aparecen los relieves montañosos de Sierra Calderona y la Serranía del Turia, mientras que en el Suroeste aparecen un conjunto de relieves donde destacan sobre otros la Sierra de los Bosques, la Sierra de Malacara, Sierra Martés y la Sierra de Dos Aguas.

### Climatología y vegetación

La provincia de Valencia cuenta con un clima mediterráneo en el que se aprecian contrastes entre los entornos costeros, con un clima más atemperado, e interiores, con valores térmicos y pluviométricos más elevados debido a la pérdida de influencia del mar.

En cuanto al régimen de lluvias, puede considerarse altamente irregular, concentrando en escasos días altas concentraciones de precipitación, llegando incluso a episodios de “gota fría”. Esta tipología de precipitación, a menudo con gran aparato eléctrico, será clave a la hora de analizar el régimen de incendios forestales y su causalidad (incendios naturales causados por rayos).

Por lo general, en la provincia de Valencia los datos pluviométricos más elevados aparecen de manera concentrada en los meses de otoño, en regiones montañosas del interior y del sur, en el límite con la provincia de Alicante, lo que se debe a la proximidad de relieves montañosos en contacto con la influencia de los vientos húmedos procedentes del mar mediterráneo.

Desde el punto de vista corológico, el conjunto que forman la Demarcación Forestal de Llíria y la Foia de Bunyol se encuentra situado dentro de las siguientes unidades de vegetación potencial (Rivas-Martínez et al., 1977):

- Reino Holártico
  - Región Mediterránea
    - Superprovincia Mediterráneo-Iberolevantina
      - Provincia Valenciano-Catalano-Provenzal-Balear
        - Sector Valenciano-Tarraconense
      - Provincia Castellano-Maestrazgo-Manchega
        - Sector Maestracense

Cada región corológica ve modificadas sus características en función de la variable altitudinal, la cual modifica los registros de precipitación y temperaturas. En función a la constancia de las características de precipitación y temperatura se establecen una serie de pisos bioclimáticos a los cuales pertenece una vegetación determinada, en nuestro caso, el piso Termomediterráneo y el piso Mesomediterráneo.

Con estas características, la vegetación potencial establecida por Rivas-Martínez contaría con unas especies dominantes que no se corresponden con las actuales. Así, de una vegetación potencial compuesta por pino carrasco (*Pinus halepensis*), lentisco (*Pistacea lentiscus*), alcornoques (*Quercus suber*) y matorral semiárido, en la actualidad predomina el pino carrasco como principal elemento arbóreo, como única especie o de forma mixta con otras coníferas o frondosas. Con un porte menor, encontraremos también lentisco y coscoja (*Quercus coccifera*), acompañados con grandes zonas de matorral semiárido. En el siguiente mapa (Figura 5) podemos ver la distribución de las principales masas arbóreas, incluidas en el Mapa Forestal de España (MFE50).

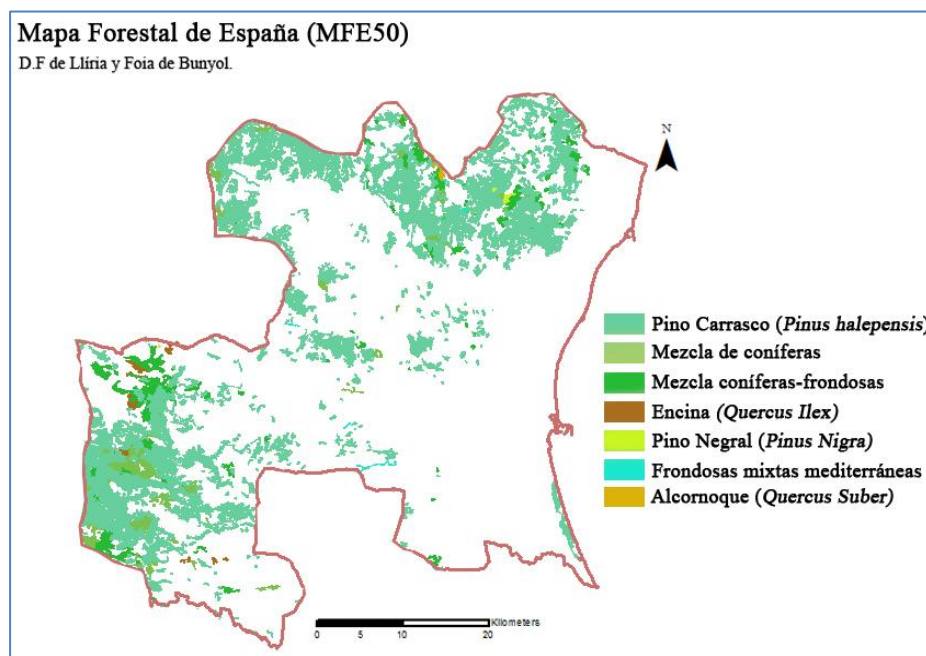


Figura 5. Especies forestales principales. Mapa Forestal de España (MFE50).

La distribución espacial de las especies forestales ocupan los sectores de relieve montañoso del norte y oeste de nuestra zona de estudio, así como algunos reductos en la zona interior de la Foia de Bunyol. Esta distribución quedará más detallada en el siguiente apartado, en el cual se analizan la totalidad de los usos del suelo.

### Usos del suelo

Para mostrar la clasificación de los usos del suelo de nuestro espacio de análisis se optó por el mapa de CORINE (Figura 6), desarrollado por la Unión Europea a escala 100.000, escala que es suficiente para analizar a grandes rasgos las principales ocupaciones del suelo. Para ámbitos más concretos es recomendable el uso de otras fuentes de ocupación del suelo como SIOSE, cuyos datos se encuentran a una escala de mayor detalle (1:25.000).

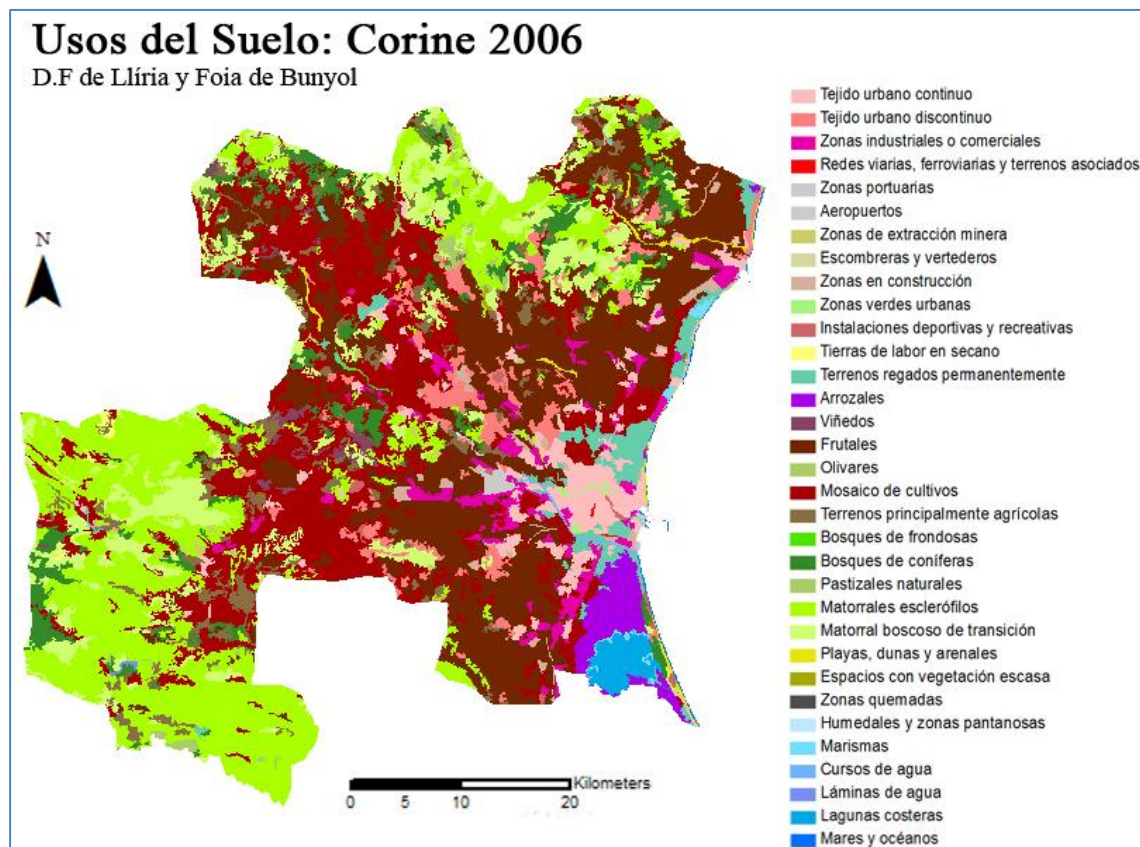


Figura 6. Mapa de usos del suelo. Mapa CORINE 2006.

Como se puede apreciar en el mapa superior (Figura 6), existe gran heterogeneidad de usos del suelo en el territorio que nos ocupa. La ciudad de Valencia, así como sus municipios colindantes, ocupan las principales superficies artificiales. A medida que nos desplazamos hacia el interior de la provincia dominan los tonos rojizos, los cuales se refieren a cultivos, destacando los frutales y el mosaico de cultivos. Coincidiendo con una topografía más abrupta, los usos del suelo pasan a estar formados por vegetación de matorral, matorral de transición y formaciones boscosas de coníferas en su mayoría.

## 1.2. Clasificación y caracterización de la IUF

### 1.2.1. Introducción: el Programa Wuimap®

En Francia, tras los violentos incendios forestales acontecidos en Portugal, Francia y España en 2003; España en 2005, Portugal y España en 2006; y Grecia en 2007 (Lampin Maillet 2008), se comenzó a trabajar en la elaboración de un software para la realización de una cartografía que fuera capaz de clasificar el territorio de IUF para una mejor gestión contra los incendios. El organismo que se encargó de esta investigación fue el Cemagref, actual Irstea (Instituto de Investigación Nacional de Ciencia y Tecnología para Ambiente y Agricultura), organismo público, científico y técnico que trabaja bajo la supervisión del Ministerio de Investigación y el Ministerio de Agricultura francés desde el año 1981. Tras su reconversión en 2011 bajo el nombre Irstea, el Instituto se establece como la punta de lanza del medio ambiente en apoyo de políticas públicas en Francia.

Así, en el año 2010 se presenta el programa Wuimap®, el cual se basa en la metodología desarrollada por Lampin-Maillet et al. (2010) para cartografiar la IUF a escala local integrando la densidad de edificaciones y la agregación de la vegetación y desarrollado en el contexto del proyecto europeo FIREPARADOX ([www.fireparadox.org](http://www.fireparadox.org)). Este software, desarrollado en el lenguaje de programación *Python*, se integra dentro del programa ArcGIS en su versión 9.3.1, del cual utiliza una serie de herramientas de manera automatizada para la creación de la cartografía de la IUF.

En este sentido, el programa WUImap®, permite realizar estudios para obtener una cartografía de cualquier ámbito, a partir de una serie de información cartográfica vectorial y ráster. Este programa ha sido utilizado con éxito en las comarcas más afectadas por incendios forestales del sur de Francia.

El programa Wuimap, de acuerdo con Lampin-Maillet et al. (2010), define la IUF como aquellas áreas en contacto con vegetación en un radio de 100 m en el entorno de las diferentes tipologías de poblamiento. Este *buffer* definido de manera arbitraria, se basa en la legislación francesa mediante la cual las actuaciones de prevención de incendios para el control de la vegetación en el entorno de zonas urbanas, son obligatorias en este radio.

El objetivo que el programa se marca es clasificar el tipo de poblamiento en función de su concentración (densidad) en cuatro tipologías (Aislado, Disperso, Denso y Muy denso) y del índice de agregación de la vegetación (nulo, alto o bajo) en la zona alrededor de las viviendas o urbanizaciones donde se considere que se debe actuar (100 metros como zona de tratamiento de la vegetación entorno a las viviendas). De este modo se obtiene un mapa de clasificación del suelo tipificado en doce clases de IUF que muestran la vulnerabilidad de las edificaciones en cada caso.

En una combinación de capas ráster y vectoriales, el programa requiere de un total de cuatro capas de información:

- Una capa en formato vectorial (shapefile) de polígonos con la superficie total de estudio georreferenciada.
- Una capa en formato vectorial (shapefile) de polígonos georreferenciada que represente el total de edificaciones de la zona de análisis.

- Una capa en formato vectorial (shapefile) georreferenciada con los polígonos creados de la aplicación de un buffer de la capa previa de edificaciones.
- Una capa en formato ráster (tif) con el índice de agregación de la vegetación georreferenciada, existente en nuestra zona de estudio.

Tanto el programa (Figura 7) como la guía para su comprensión, así como las capas con la información de prueba y las leyendas, se facilitan desde la institución a través de la página web <http://fireintuition.efi.int/products/wuimap.fire>.

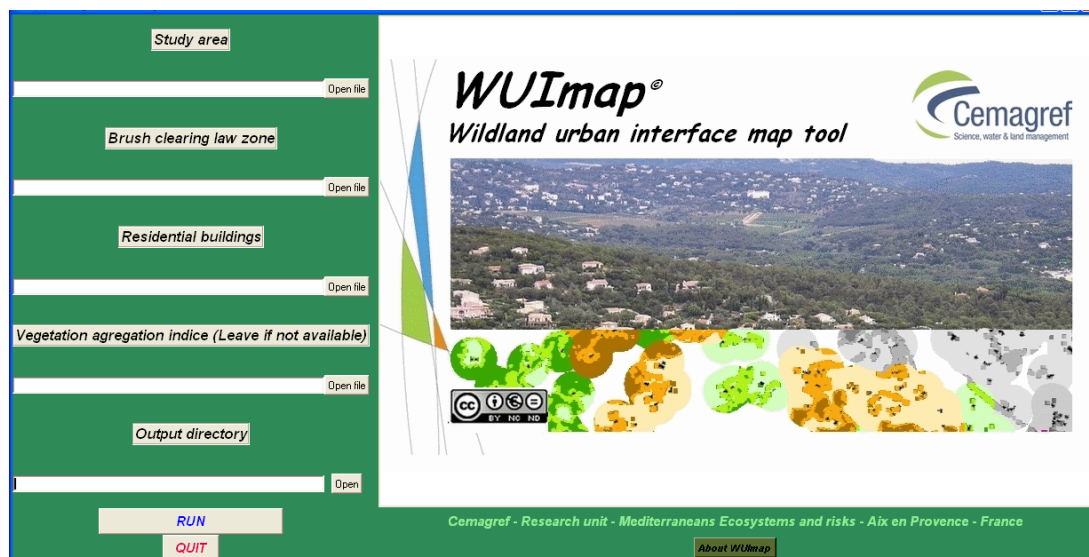


Figura 7. Pantalla de inicio del programa Wuimap®.

Una vez descrito el funcionamiento del programa diseñado por el Cemagref, se procedió a la aplicación de éste a nuestra área de estudio, con el fin de cotejar los resultados y dar cuenta de su aplicabilidad a cualquier espacio.

### 1.2.2. Metodología

#### Información geográfica y análisis de datos

La Generalitat Valenciana, a través de su *Direcció General de Prevenció, Extinció d'Incendis i Emergències Conselleria de Governació*, facilitó gran parte de las capas de información necesarias para la elaboración del presente trabajo. El resto de la información (mapa SIOSE) fue obtenida del servidor interno del servicio de Información Geográfica del INIA, Centro de Investigación Forestal. Gracias a su aportación se cuenta con datos georreferenciados para el conjunto de la Comunidad Valenciana referidos al relieve (mdt, pendientes, orientaciones), hidrología, usos del suelo, infraestructuras, edificaciones, así como modelos de combustible y la serie de superficie y perímetros afectados por los incendios forestales desde el año 1993 a la actualidad.

Aunque la legislación española establece en algunas comunidades autónomas un radio de 25 m de actuación para definir las áreas de IUF, en el presente trabajo se seguirá el criterio más conservador de Wuimap y que diversos autores lo consideran más adecuado para evitar el riesgo de igniciones por saltos de fuego (pavesas) en el entorno de zonas habitadas (Colin et al. 2002 en Lampin-Maillet et al. 2010). En cualquier caso los resultados obtenidos serían fácilmente adaptables a otros *buffers* de menor tamaño sin más que realizar una operación de geoprocesamiento (*clip*) adecuada a las características del nuevo radio definido.

La capa de agregación de la vegetación se obtuvo mediante el análisis del mapa SIOSE. Este mapa presenta una resolución espacial de 2,5 m en los que se aplicaron los siguientes criterios para definir el grado de agregación:

- 1) Se asignó el valor 100 para aquellos píxeles de 2,5 m del mapa SIOSE clasificados como de superficie forestal
- 2) Se asignó el valor 0 para aquellos píxeles de 2,5 m del mapa SIOSE clasificados como no forestal, esto es, zonas agrícolas o sin vegetación

Se generó un mapa de salida con una resolución de 25 m (10 píxeles del mapa SIOSE) en el que se consideraron las siguientes categorías:

- 1) Alta agregación, cuando la totalidad de los píxeles estaban clasificados como de superficie forestal, esto es, el valor medio de los 10 píxeles SIOSE para cada píxel de salida era exactamente 100.
- 2) Baja agregación, cuando el valor medio estaba entre 0 y 100, lo que significa que en el píxel de salida existe al menos un píxel del mapa SIOSE clasificado como no forestal. Este criterio definiría aquellas zonas de transición entre usos del suelo o mezclas de usos agrarios y forestales.
- 3) Agregación nula, cuando el valor medio era exactamente cero, esto es, cuando todos los píxeles del mapa SIOSE estaban clasificados como no forestales, definiendo aquellas zonas puramente agrarias, urbanas o sin la presencia de zona forestal.

La presente capa es utilizada por Wuimap para discriminar las zonas dentro (alta y baja agregación) y fuera (agregación nula) de la IUF y clasificar las diferentes tipologías en función de la densidad de poblamiento y el grado de agregación así definido.

### **1.2.3. Resultados y Discusión**

Tras finalizar las operaciones que el programa Wuimap realizó de manera automática, el resultado que se obtiene son dos imágenes tipo ráster en las que, por un lado, aparece una clasificación de las edificaciones según densidad, y por otro el mapa que realmente nos interesa, la clasificación en doce clases que cruza la información de la densidad de las edificaciones y la agregación de la vegetación (Figuras 8 y 9).

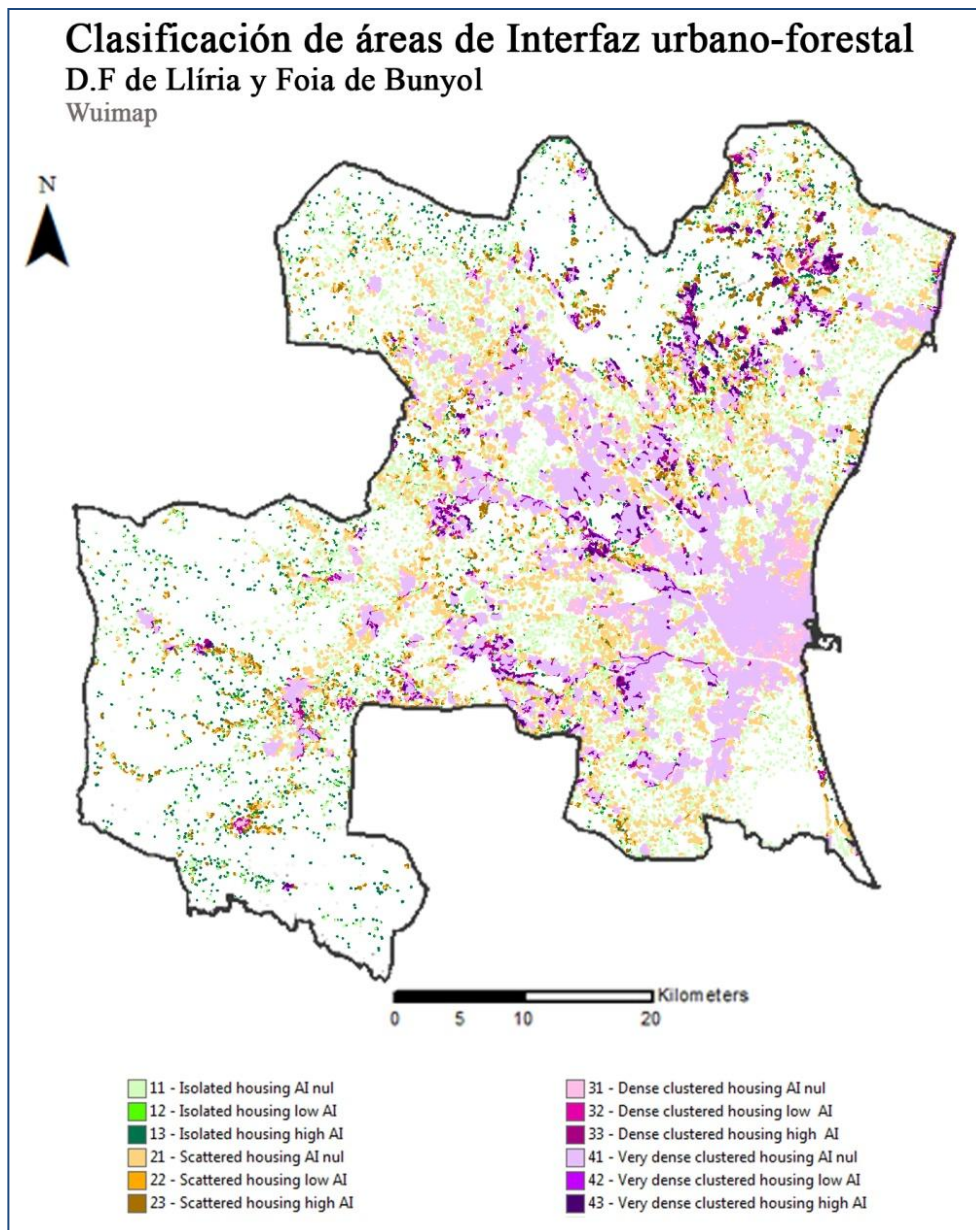


Figura 8. Mapa general resultante de la aplicación de Wuimap.

Como se dijo anteriormente, los resultados que la aplicación de la leyenda nos facilita multiplican las 4 tipologías de poblamiento por los 3 tipos de agregación vegetal que consideramos con anterioridad. Así, contamos con 12 tipologías que combinan los cuatro tipos de poblamiento (aislado, disperso, denso o muy denso) con un índice de agregación nulo, bajo o alto.

Analizando los resultados obtenidos, es necesario poner nuestra atención sobre aquellos espacios caracterizados con colores más oscuros, pues representan zonas donde las edificaciones están en contacto directo con espacios de alta o alta agregación (IUF), lo que supone un riesgo elevado de propagación de incendios en el caso de que se produjeran desde una vivienda al exterior o de zonas puramente forestales a zonas de interfaz. Dentro de los espacios más vulnerables, deberemos destacar aquellos cuya clasificación está representada con el tono verde oscuro (13) y naranja oscuro (23) ya que son aquellas viviendas situadas de manera aislada o dispersa, rodeadas de zonas forestales.

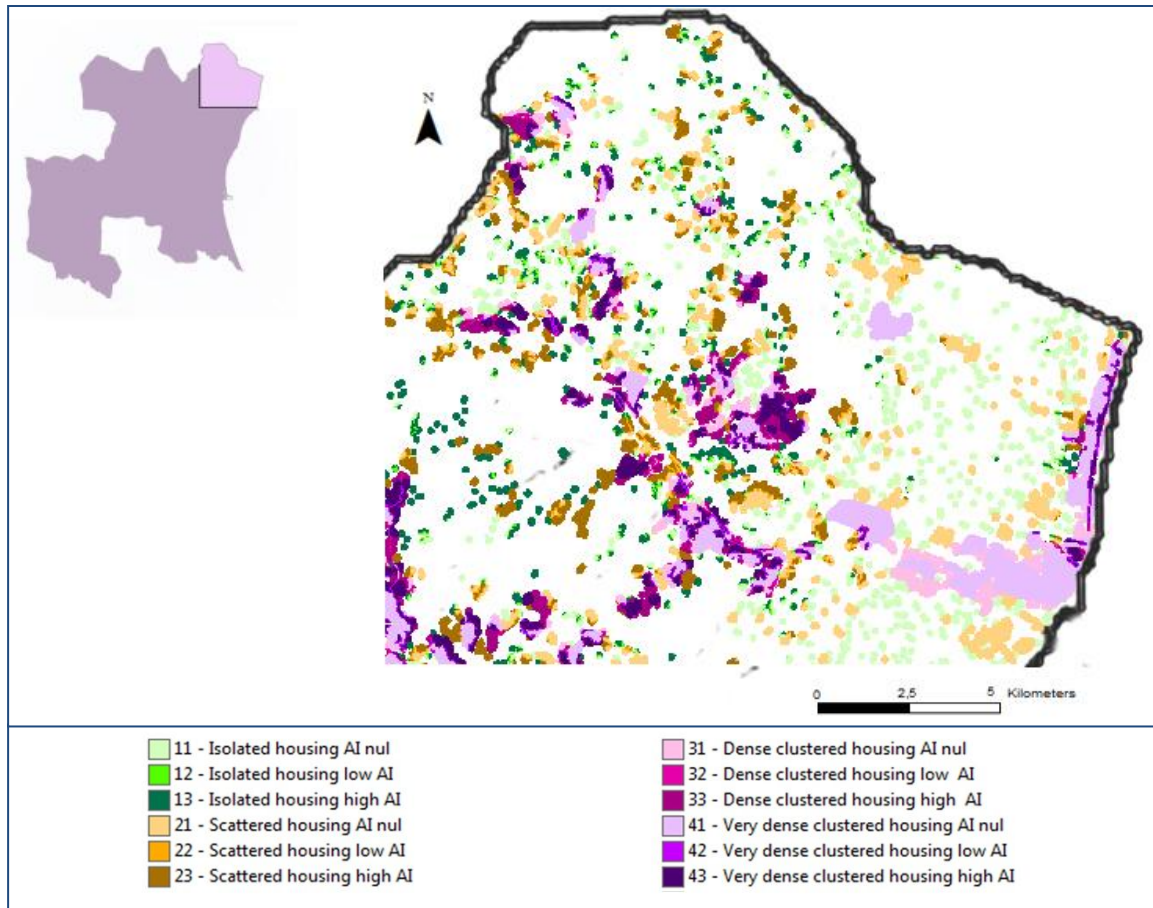


Figura 9. Mapa en detalle resultante de la aplicación de Wuimap.

Para mostrar con datos cuantitativos los resultados obtenidos de la clasificación del territorio en función de la vulnerabilidad ante posibles incendios dentro de las zonas de IUF, prestaremos atención a los datos de la tabla 1, la cual es el resultado de la vectorización de los resultados obtenidos y su reducción a un *buffer* de 100 metros alrededor de las viviendas.

		Agregación de la vegetación						Total
		Sin agregación (Fuera de IUF)		Baja agregación IUF		Alta agregación IUF		
		Área	%	Área	%	Área	%	
Configuración de las edificaciones	Aisladas	20.962	21,75	1.922	1,99	5.228	5,48	28.112 ha
	Dispersas	19.884	20,63	1.999	2,08	4.655	4,81	26.538 ha
	Densas	10.053	10,44	795	0,82	1.788	1,82	12.636 ha
	Muy densas	25.163	26,11	1.315	1,36	2.602	2,71	29.080 ha
Total		76.062	78,93	6.031	6,25	14.273	14,82	96.366 ha

Tabla 1. Superficies de interfaz clasificadas por Wuimap para la zona de trabajo.

Vemos que la superficie clasificada por el programa Wuimap es de 96.366 hectáreas, lo que supone cerca del 40% de la superficie total de nuestra área de estudio. Bien es cierto que del total de superficie clasificada, 76.062 hectáreas queda bajo la clasificación de agregación vegetal nula, por lo

que se consideran fuera de la zona de interfaz. Por lo tanto más de 20.000 hectáreas están consideradas como zonas a tener en cuenta por su potencial peligro de incendio forestal, un 21% del total, destacando los porcentajes de las zonas de vivienda aislada y dispersa con agregación de vegetación baja o alta, ya que suponen un total de 13.800 hectáreas de zona forestal con un importante número de edificaciones, o lo que es lo mismo, considerablemente pobladas.

Los resultados obtenidos ratifican el gran problema relacionado con los incendios forestales detectado previamente por otros autores en este ámbito territorial (Galiana et al., 2007, Herrero 2011), cuantificándose en más del 21% la superficie de estudio en la que las edificaciones están en contacto directo con masas forestales.

En el análisis de los resultados obtenidos también se observó la existencia de espacios donde la concentración de vivienda aislada o dispersa, dentro del espacio forestal, era muy elevada. Por ello se optó por cotejar estos espacios con la información de SIOSE, con lo que se pudo cuantificar que un total de 392 urbanizaciones, calificadas como suelo urbano mixto discontinuo, estaban en contacto directo con zonas de alta agregación forestal. Estos espacios de especial riesgo de incendio por las pérdidas humanas que pueden suponer, han sido calificadas como *intermix* (Caballero et al. 2004), y suponen una línea de trabajo específica sobre la que cabría la necesidad de seguir investigando en el futuro.

## **CAPÍTULO 2. Análisis espacio-temporal del régimen de incendios (frecuencia, áreas afectadas y causalidad) en el área de estudio (período 1985-2010)**

### **2.1. Introducción**

Para un país tan afectado por los incendios forestales como España, la existencia de una base de datos que registre todas las características de los incendios es algo crucial para poder analizar estos fenómenos en multitud de variables.

El Ministerio de Medio Ambiente (actual Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente), viene recopilando toda la información que existe alrededor de un incendio forestal desde hace décadas. Esta recopilación, ordenada y sistematizada es fácilmente manejable, ya que se trata de una Base de Datos en formato *Access*, por lo que permite establecer relaciones entre diferentes variables o con otras bases de datos, realizar operaciones con los diferentes campos de cada tabla, o lo que es más importante para nuestro trabajo, trasladar toda esa información a un Sistema de Información Geográfica. Desde los años 1990, la recopilación de datos corresponde a las comunidades autónomas, que de manera anual envían sus datos al Centro de Coordinación de la Información Nacional de Incendios Forestales (CCINIF), dentro de la Dirección General para la Biodiversidad del Ministerio de Medio Ambiente, para formar parte de la base de datos estatal.

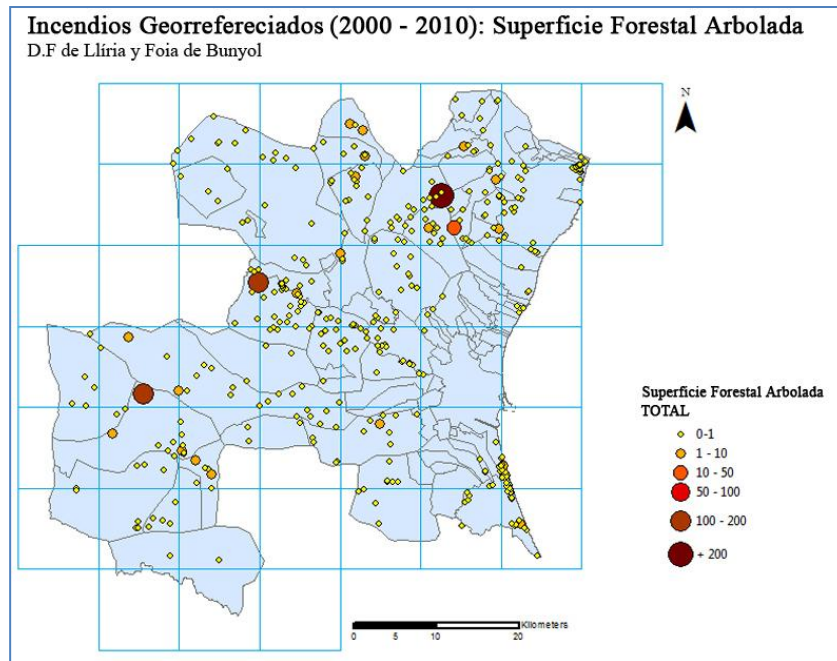
Del conjunto de bases de datos que existen, para nuestro estudio utilizaremos la Base de Datos principal EGIFWH, la cual recoge información sobre incendios desde 1968. Esta base de datos es la puesta en común de todos los Partes de Incendio Forestal, los cuales suponen para el conjunto del Estado alrededor de 20.000 partes anuales.

Se trata de una base de datos muy completa, con un total de 216 campos con información sobre el incendio forestal, que se divide en dos partes: la primera contiene los Datos Generales del Incendio y la segunda Datos Particulares sobre los montes afectados, ambas relacionadas entre sí gracias al código identificador individual que cada incendio posee.

En el presente estudio, trabajaremos con la base de Datos Generales del Incendio, ya que contiene la información necesaria para cumplir los objetivos propuestos: localización, información relacionada con la detección del incendio, la causa, datos meteorológicos, tipos de combustible, la tipología de incendio, medios utilizados para su extinción, así como las pérdidas humanas y de masa forestal. La información de la Base de Datos de los Montes se refiere a aspectos más específicos sobre las especies afectadas y las estructuras de las formaciones vegetales. Aunque el análisis de dichos datos sería también necesario en un análisis de interfaz queda fuera de los objetivos propuestos para este trabajo.

La georreferenciación de los puntos de inicio de los incendios y de los perímetros afectados es de gran importancia ya que permitiría realizar mapas exhaustivos de localización, a los cuales se puede asociar toda la información que se desee desde la base de datos. Las comunidades autónomas vienen haciendo este trabajo desde el año 2000, por lo que el análisis cartográfico más preciso lo podemos realizar solamente para la última década (2000 -2010). Esta limitación temporal dificulta poder

realizar aún cualquier tipo de análisis del régimen de incendios espacialmente explícito y por tanto presentamos aquí los datos de manera meramente descriptiva (Figura 10).

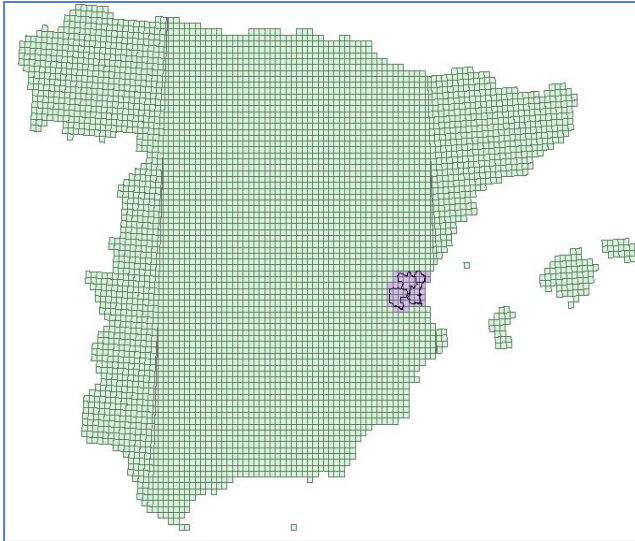


**Figura 10.** Localización de los incendios y clasificación de las superficies afectadas en el área de estudio durante el período 2000 - 2010.

Con la existencia de esta base de datos y su extensión en los soportes de SIG, las importantes posibilidades de plasmar los datos de incendios forestales en futuras décadas ofrecerán unos análisis de mayor detalle. Sin embargo, para el trabajo propuesto nos centraremos en el análisis de la base de datos de incendios forestales para determinar el número de incendios y la superficie afectada en escalas en las que se tiene una serie espacio-temporal más larga pudiendo detectar con ello el régimen de incendios y las prioridades de actuación dentro del área de estudio.

## 2.2. Metodología

Para el estudio de los incendios forestales, existe una malla que divide el territorio en cuadrículas UTM de 10x10 kilómetros, respetando los husos 29, 30 y 31 (Figura 11), ya que la escala municipal queda sobrepasada a menudo por incendios de cierto tamaño, los cuales ocupan a más de un municipio. Gracias a las características de la base de datos, realizaremos el análisis espacio-temporal del régimen de incendios en dos escalas: municipio y cuadrícula. Se decidió incluir la escala de trabajo por cuadrículas por tratarse del formato más generalizado en los estudios de régimen de incendios, caracterización del riesgo y peligro de incendios y priorización de actuaciones preventivas. (Vélez 2009).



**Figura 11.** Malla de cuadrículas UTM de 10 x 10 Km. Zona de estudio perteneciente al Huso 30.

Se decidió utilizar la escala de trabajo por término municipal ya que es la escala de mayor detalle con la que permite trabajar la base de datos en una serie temporal suficientemente larga (1985-2010).

Los campos de la base de datos con los que se trabajó fueron los siguientes:

- Código identificador del incendio: único para cada incendio, lo que permite establecer el total de incendios acontecidos en nuestra zona de trabajo.
- Código identificador de municipio: indispensable para poder trabajar a escala municipal, siendo común con el código INE.
- Coordenadas UTM (si las hubiera): permite una localización exacta de cada incendio.
- Superficie forestal arbolada: nos da información sobre la superficie afectada de porte arbóreo.
- Superficie forestal no arbolada: nos da información sobre la superficie afectada de porte arbustivo, matorrales, eriales y pastizales.
- Superficie no forestal: espacios donde el incendio no afecta a masas forestales, sino a explotaciones agrarias, espacios urbanizados, infraestructuras u otros elementos artificiales a tener en cuenta.

Junto con estos datos, utilizaremos los datos externos de superficies municipales (análisis a escala municipal) así como la superficie de cada tesela de la malla UTM 10x10 Km (análisis a escala cuadrícula). El manejo de estas variables nos permitirá mostrar mediante cartografía el número de incendios así como las superficies afectadas de manera gráfica, aunque acompañado siempre por los datos concretos en cada caso.

## 2.3. Resultados y Discusión

### 2.3.1. Riesgo estructural y vulnerabilidad

La frecuencia y la causalidad son variables empleadas para caracterizar el riesgo estructural de una zona a los incendios forestales, ya que ofrecen información sobre la frecuencia de ignición por causas naturales y humanas a las que se ve sometida el área de estudio en un período de tiempo suficientemente largo, a diferencia de los índices de riesgo meteorológico que tienen en cuenta la evolución temporal del factor meteorológico y su incidencia en las condiciones de los combustibles (Vélez 2009).

Entre las diferentes variables estructurales que se pueden usar para estimar la vulnerabilidad de una zona a incendios forestales (modelos de combustibles presentes, capacidad de resistencia de los ecosistemas afectados, riesgo de erosión, etc.), la superficie afectada por el incendio se ha mostrado como un buen indicador de la vulnerabilidad del paisaje vegetal, puesto que implícitamente conjuga el efecto de la estructura del paisaje, los usos del suelo, la continuidad de los combustibles presentes y la eficacia de los medios de extinción y prevención de incendios. Por otro lado el porcentaje de superficie afectada en relación a la cuadrícula o municipio de estudio ofrece también una medida de la intensidad de los incendios, esto es, de la frecuencia con la que el fuego recorre la superficie del territorio en un período de tiempo, dando por tanto una valoración de la recurrencia espacial de la perturbación y en qué medida el paisaje está condicionado al régimen de incendios (Vélez 2009).

AÑOS	INCENDIOS	TOTAL AR	TOTAL NAR	TOTAL SNF	TOTAL (Ha)
1985	55	1527,30	526,10	0,00	2053,40
1986	36	702,00	222,10	0,00	924,10
1987	57	106,40	708,60	0,00	815,00
1988	25	7,60	6,00	0,00	13,60
1989	36	26,90	10,80	0,00	37,70
1990	53	28,60	51,00	7,70	87,30
1991	83	8469,90	11372,00	2128,20	21970,10
1992	89	2889,30	1772,20	2,00	4663,50
1993	89	1860,10	5876,50	54,00	7790,60
1994	88	4044,60	1770,50	129,10	5944,20
1995	62	64,90	62,40	2,90	130,20
1996	42	26,60	15,00	0,00	41,60
1997	35	48,50	69,20	0,60	118,30
1998	53	77,87	31,76	0,00	109,63
1999	42	37,73	40,18	0,66	78,57
2000	71	428,75	1842,64	50,62	2322,01
2001	47	58,97	181,57	0,00	240,54
2002	35	3,19	9,72	0,00	12,91
2003	39	143,23	1618,46	1,25	1762,94
2004	66	319,11	401,71	62,88	783,70
2005	81	12,66	95,89	0,50	109,05
2006	53	208,12	40,23	0,40	248,75
2007	41	0,96	31,92	3,02	35,90
2008	44	33,47	38,71	1,48	73,66
2009	50	12,84	43,93	7,28	64,05
2010	45	9,46	14,63	0,20	24,29
<b>TOTAL</b>	<b>1417</b>	<b>21149,06</b>	<b>26853,75</b>	<b>2452,79</b>	<b>50455,6</b>

#### 2.3.1.1. Evolución temporal del régimen de incendios

La tabla 2 recopila los incendios acontecidos en los municipios que componen la zona de estudio anualmente durante el período 1985 – 2010, incluyendo los conatos menores de 1 Ha, y diferenciando entre la superficie forestal arbolada, la superficie forestal no arbolada, la superficie no forestal y el total de hectáreas afectadas.

Podemos observar la disparidad en los datos que se registran en nuestra tabla ya que durante este período contrastan valores totales de superficie incendiada de unas decenas de hectáreas con años en los que la superficie quemada supone miles de hectáreas.

Destaca el año 1985 como un año con importantes cifras de superficie quemada, con más de 2.000 hectáreas, lo que sería el preludio de un período dramático apenas 6 años después.

**Tabla 2.** Evolución temporal del régimen de incendios para el período 1985 – 2010. Total de incendios y superficies afectadas.

Durante esa etapa, entre 1989 y 1994 se fue incrementando año a año el número de incendios, ya que desde los 25 siniestros de 1988, se superaron los 80 casos durante 4 años seguidos (1991 – 1994), siendo este el período más duro registrado en la base de datos general de incendios.

Este período también coincide con máximos de superficie incendiada, destacando el año 1991 sobre el resto con 21.970 hectáreas, lo que sumado al resto de hectáreas arrasadas de esos años se superan las 40.000 hectáreas, en un total de 1.160 incendios.

La tendencia del número de incendios a partir del año 1995, (Figura 12) muestra ciertos repuntes para los años 2000 (71 incendios) y 2005 (81 incendios). Sin embargo esto no es sinónimo de grandes cifras en cuanto a superficie afectada ya que en 2003, con 36 incendios, las hectáreas arrasadas superaron las 1.700, mientras que en 2005 se vieron afectadas solamente 109 hectáreas.

El resto de años se mueven en su mayoría en cifras próximas a la media, en torno a 55 incendios anuales, con datos de superficie total afectada por debajo de las 1.000 hectáreas.

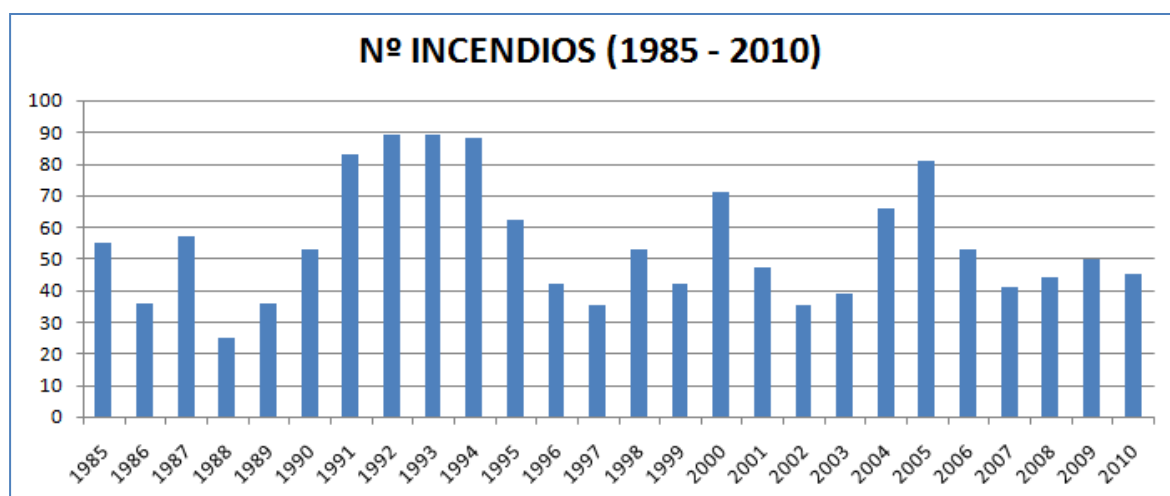


Figura 12. Gráfico de barras. Número de incendios por año (1985 – 2010).

### 2.3.1.2. Distribución espacial del régimen de incendios

El análisis a escala de cuadrícula 10x10 km ofrece una primera aproximación a la distribución espacial de los incendios en la zona de estudio (Figura 13).

COD_UTM	CUADRICULA	TOTAL INCENDIOS	SUPERFICIE FORESTAL TOTAL INCENDIADA	SUPERFICIE NO FORESTAL INCENDIADA	SUPERFICIE TOTAL INCENDIADA
30SYK10	C01	15	272,7	0,6	273,3
30SYK20	C02	59	387,21	7,87	395,08
30SYK30	C03	23	437,71	1,5	439,21
30SYK40	C04	9	4,91	0	4,9
30SXK80	C09	42	228,8	26,72	255,52
30SXK90	C10	32	532,4	13	545,4
30SYK00	C11	23	5276,55	0	5276,55
30SYJ19	D01	47	30,45	0	30,45
30SYJ29	D02	169	1098,86	79,43	1178,29
30SYJ39	D03	104	490,78	0,9	491,68
30SYJ49	D04	1	0,1	0	0,1
30SXJ89	D09	18	96,43	0,7	97,13
30SXJ99	D10	22	62,68	0,23	62,91
30SYJ09	D11	23	208,17	0,2	208,37
30SYJ18	E01	38	17,3	0,5	17,8
30SYJ28	E02	6	2,2	0	2,2
30SYJ38	E03	8	35,3	0	35,3
30SXJ78	E08	19	1153,48	20	1173,48
30SXJ88	E09	49	11486,09	205,1	11691,19
30SXJ98	E10	83	357,85	2,86	360,71
30SYJ08	E11	201	372,6	7,24	379,84
30SYJ17	F01	38	10,54	1,84	12,38
30SYJ27	F02	74	100,08	0,7	100,78
30SYJ37	F03	4	10,3	0	10,3
30SXJ77	F08	33	216,86	1	217,86
30SXJ87	F09	9	3868,5	104	3972,5
30SXJ97	F10	85	2692,33	51,12	2743,45
30SYJ07	F11	38	178,44	6,4	184,84
30SYJ16	G01	69	474,24	5,7	479,94
30SYJ26	G02	14	36,48	0	36,48
30SYJ36	G03	8	3,49	0	3,49
30SXJ76	G08	7	938,6	0	938,6
30SXJ86	G09	46	15570,19	2015	17585,19
30SXJ96	G10	190	4198,31	57,51	4255,82
30SYJ06	G11	20	50,72	0,5	51,22
30SYJ15	H01	22	557,96	0	557,96
30SYJ25	H02	14	7087,33	0	7087,33
30SYJ35	H03	4	0,48	0	0,48
30SXJ75	H08	13	25,21	0	25,21
30SXJ85	H09	18	5270,19	0	5270,19
30SXJ95	H10	16	260,77	42,32	303,09
30SYJ05	H11	112	186,74	10,21	196,95
30SXJ84	I09	6	2755,54	0	2755,54
30SXJ94	I10	23	44327,48	500,27	44827,75
30SYJ04	I11	9	447,04	0	447,04

Tabla 3. Número de incendios y superficies afectadas registradas a nivel de cuadrícula en la BDIF para el periodo 1985 – 2010.

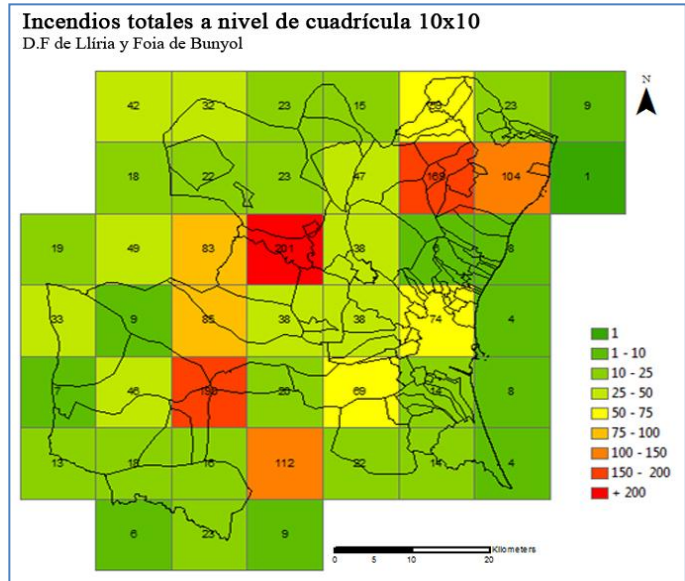


Figura 13. Número de incendios registrados nivel de cuadrícula en la BDIF (1985 – 2010).

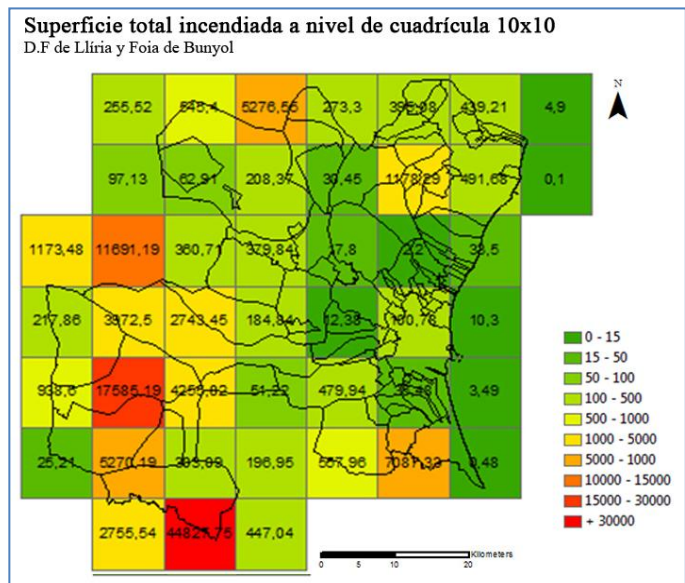


Figura 14. Superficies afectadas por los incendios registrados en la BDIF a nivel de cuadrícula (1985 – 2010).

El mostrar los datos totales en base a la cuadrícula produce cierta distorsión en cuanto al número de incendios en el área que nos compete, ya que las cuadrículas registran el punto en el que el fuego se inicia, y no la superficie por la que discurre el mismo. También supone cierto desajuste en las cifras de incendios y superficies el efecto “borde” generado en los límites de las comarcas afectadas, al suponer una superficie mucho mayor de las 245.000 hectáreas que ocupan la Demarcación Forestal de Llíria más la Foia de Bunyol.

El análisis de la distribución de los incendios forestales, advierte sobre la dualidad que existe entre la mitad sureste y noroeste de nuestro área de trabajo. En el mapa que representa el número total de incendios forestales acontecidos (incluidos los conatos menores de 1 ha) (Figura 13) no muestra esa dualidad, lo cual sí queda plasmado en el mapa que representa la superficie total incendiada. Es necesario pues contemplar ambos mapas para poder sacar las conclusiones oportunas, ya que un número elevado de incendios forestales no significa una correspondencia con el número de hectáreas afectadas. Mientras que el mapa de número de incendios es más heterogéneo y no cuenta con ninguna relación espacial aparente, el mapa de superficie total afectada (Figura 14) tiene una correspondencia clara con las características físicas del entorno analizadas en el capítulo anterior.

Las cuadrículas de tonalidades verdes (incendios menores de 500 ha) corresponden a aquellas zonas de relieves discretos o llanos, donde los usos del suelo estaban claramente antropizados, y donde por lo tanto la vegetación natural estaba ausente o es escasa. En cambio, las tonalidades amarillas y rojizas (grandes incendios mayores de 500 ha) se localizan donde la topografía es más complicada y los usos del suelo son puramente forestales. Esto ocurre por lo tanto en el sector oeste de nuestro ámbito de trabajo, donde se encuentran las sierras de Bosques, la Sierra de Malacara, Sierra Martés y la Sierra de Dos Aguas, como en el norte, en la Sierra Calderona.

El análisis a la escala de municipio de la tabla 4 ofrece una tendencia espacial de los incendios forestales, y de las hectáreas afectadas por éstos, mucho más precisa. Ahora la información queda ajustada a los incendios acontecidos en los municipios de nuestra zona de análisis, lo que muestra diferencias en los resultados en algunos sectores perimetrales con respecto a lo visto en la escala de cuadrícula.

Cuando atendemos al número de incendios, volvemos a ver que no existe una tendencia clara, aunque sí advertimos que muchos de los municipios entorno a la ciudad de Valencia no superan los 10 casos de incendio. Por otro lado, los valores más elevados, ocupan la mayoría de los municipios del oeste, con la salvedad de Sagunto y Valencia. Los tonos rojizos muestran aquellos municipios que superan los 60 incendios en el período 1985 – 2010 (Figura 15).

La distribución de los municipios en función de la superficie incendiada (Figura 16), muestra cómo la concentración de municipios con altos registros se va acentuando hacia las zonas oeste y norte. Se observa que la totalidad de municipios de L’Horta cuentan con datos de superficie incendiada por debajo de las 500 hectáreas. Las comarcas septentrionales de Camp de Monvedre y Camp de Turia cuentan con valores altos en alguno de ellos, próximos a las 1.000 hectáreas en Sagunto y Serra, y superando las 5.000 Ha en Marines.

	TOTAL INCENDIOS	SUPERFICIE FORESTAL TOTAL INCENDIADA	SUPERFICIE NO FORESTAL INCENDIADA	SUPERFICIE TOTAL INCENDIADA
Albalat dels Tarongers	40	79,64	1,10	80,74
Alborache	30	100,49	5,10	105,59
Aldaia	1	0,75	0,00	0,75
Alfara de la Baronia	8	1,91	0,50	2,41
Alfara del Patriarca	1	0,8	0,00	0,8
Algar de Palancia	10	153,57	2,00	155,57
Algimia de Alfara	11	152,61	0,02	152,63
Benaguasil	12	21,68	1,00	22,68
Benavites	3	0,46	0,00	0,46
Benifairó de les Valls	5	13,1	0,00	13,1
Bétera	33	8,83	0,00	8,83
Bunyol	50	4080,6	51,86	4132,46
Canet d'En Berenguer	2	1,1	0,00	1,1
Casinos	13	47,17	0,00	47,17
Catarroja	1	0,2	0,00	0,2
Cheste	30	3,74	0,10	3,84
Chiva	66	6514,34	156,52	6670,86
Domeño	32	2430,67	0,00	2430,67
Dos Aguas	12	5495,62	0,00	5495,62
Estivella	25	8,03	0,80	8,83
Gátova	9	200,34	0,00	200,34
Gilet	30	47,47	0,00	47,47
Godella	5	4,57	0,00	4,57
Godolleta	23	47,99	0,00	47,99
Llíria	110	390,08	0,93	391,01
Loriguilla	12	2899,63	110,00	3009,63
Macastre	22	20,7	0,00	20,7
Manises	18	4,23	1,52	5,75
Marines	17	5315,67	0,60	5316,27
Massamagrell	2	2,2	0,00	2,2
Massanassa	4	3,12	0,00	3,12
Moncada	3	2,3	0,00	2,3
Museros	1	0,3	0,00	0,3
Náquera	33	19,51	0,00	19,51
Olocau	38	66,91	0,20	67,11
Paterna	30	18,57	0,92	19,49
Petrés	5	12,3	0,00	12,3
Picassent	27	433,18	0,00	433,18
Pobla de Vallbona, la	8	14,37	0,50	14,87
Puçol	2	0,21	0,00	0,21
Puig	6	5,2	0,80	6
Quart de les Valls	6	12,01	1,50	13,51
Quart de Poblet	2	0,18	0,00	0,18
Quartell	4	2,28	0,00	2,28
Riba-roja de Túria	52	193,19	7,18	200,37
Sagunto	124	952,87	0,93	953,8
Segart	5	5,52	0,00	5,52
Serra	86	933,14	77,50	1010,64
Siete Aguas	42	1173,56	1,00	1174,56
Torrent	46	66,64	6,20	72,84
Torres Torres	24	29,41	5,35	34,76
Valencia	104	157,25	0,10	157,35
Vilamarxant	92	341,85	3,56	345,41
Yátova	40	15468,85	2015,00	17483,85

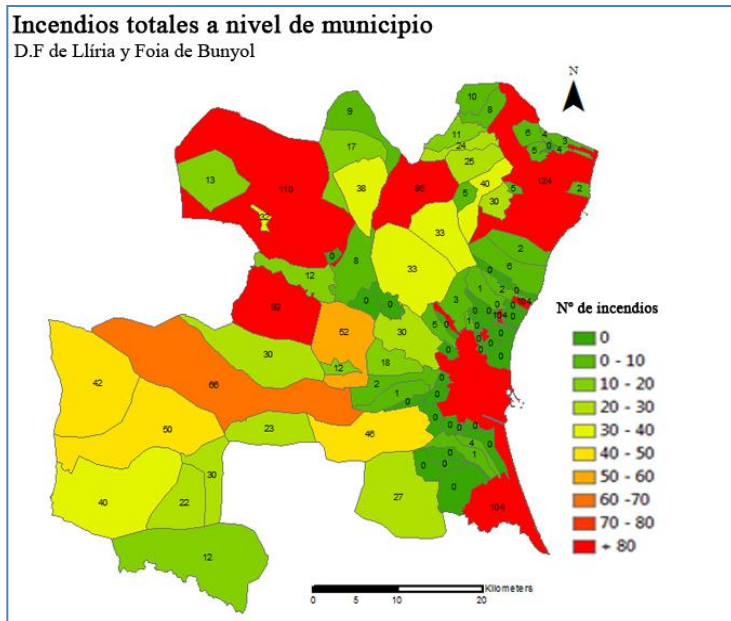


Figura 15. Número de incendios registrados nivel de municipio en la BDIF (1985 – 2010).

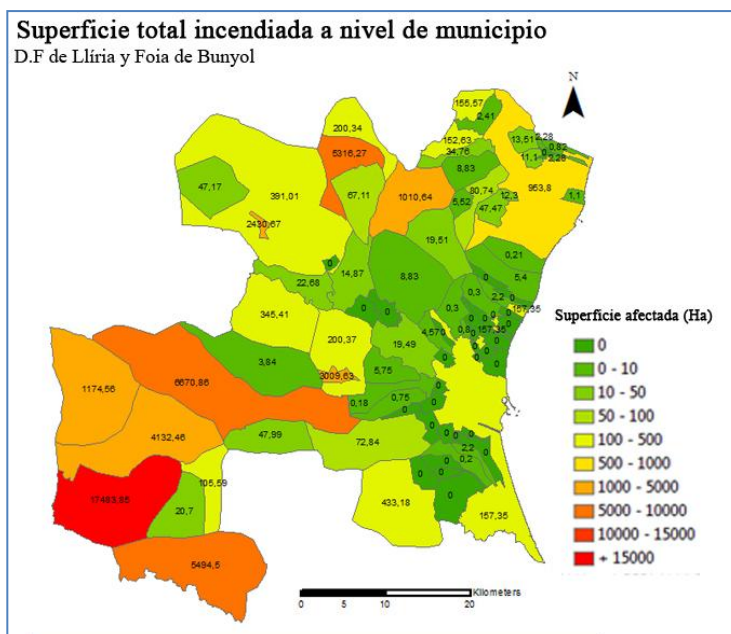


Figura 16. Superficies afectadas por los incendios registrados en la BDIF a nivel de municipio (1985 – 2010).

Tabla 4. Número de incendios y superficies afectadas registradas a nivel de municipio en la BDIF para el período 1985 – 2010).

Por último, la comarca de Foia de Bunyol muestra una concentración de municipios con altos valores de superficie incendiada muy marcada.

Hasta un total de 5 municipios se encuentran por encima de las 1.000 hectáreas afectadas, todos ellos localizados, al igual que ocurre con el municipio de Marines, en las zonas de predominio forestal sobre el resto de usos.

En torno a las 1.000 hectáreas encontramos el municipio de Siete Aguas, superando las 4.000 Ha el municipio de Bunyol, y por encima de 5.000 Ha los municipios de Dos Aguas y Chiva. Por encima de todos ellos aparece el municipio de Yátova, el cual cuenta con una superficie afectada por los incendios forestales superior a las 17.000 hectáreas, lo que sin duda supone el punto más destacado de un entorno forestal muy marcado por el régimen de incendios.

### **3.2.1.3. Resumen de incendios según sus dimensiones a escala de cuadrícula**

La tabla 5 y las figuras 17, 18, 19 y 20, presentan los casos de incendio, la superficie total que ocupan, la superficie forestal afectada por los incendios, así como el porcentaje que significa para el conjunto de la tesela en la que se producen.

Existen cuadrículas con altos registros de conatos, con cifras superiores a los 100 casos, mientras que en otras cuadrículas apenas encontramos siniestros. Si vemos el mapa que muestra la distribución del número de incendios, advertimos que no existe una zonificación, sino que los resultados son muy dispares espacialmente. Cuando comparamos este mapa con los que le acompañan, vemos que no hay correspondencia del número de conatos con el número de incendios y mucho menos en zonas donde los registros totales de superficie quemada sean elevados. Podemos decir que los conatos son un fenómeno generalizado, incluso más común en los espacios donde la presencia de incendios forestales es escasa como pueden ser los sectores circundantes con la ciudad de Valencia.

En los resultados para los incendios forestales sí se aprecia la zonificación explicada en apartados anteriores. Pese alguna salvedad, donde las teselas registran más de 60 incendios forestales, el mapa de número de incendios mayores de 1 hectárea es bastante homogéneo, con la mayoría de las cuadrículas por debajo de los 15 casos de incendio. Combinando este mapa con el que muestra la superficie afectada podemos ver que las teselas con mayores cifras de incendios no son las que registran mayores superficies.

COD_UTM	CUADRICULA	CONATOS (< 1HA)				INCENDIOS > 1HA				TOTAL			INCENDIOS >100HA				INCENDIOS >500HA			
		TOTAL CONATOS	SUPERFICIE TOTAL	SUPERFICIE FORESTAL	%SUPERFICIE CUADRICULA	TOTAL INCENDIOS > 1HA	SUPERFICIE TOTAL	SUPERFICIE FORESTAL	%SUPERFICIE CUADRICULA	TOTAL INCENDIOS	SUPERFICIE TOTAL	SUPERFICIE FORESTAL	TOTAL INCENDIOS > 100HA	SUPERFICIE TOTAL	SUPERFICIE FORESTAL	%SUPERFICIE CUADRICULA	TOTAL INCENDIOS > 500HA	SUPERFICIE TOTAL	SUPERFICIE FORESTAL	%SUPERFICIE CUADRICULA
30SYK10	C01	7	1,28	0,68	0,01	8	272,02	272,02	2,72	15	273,3	272,7	0	0	0	0	0	0	0	0
30SYK20	C02	30	7,58	6,71	0,08	29	387,50	380,50	3,87	59	395,08	387,21	0	0	0	0	0	0	0	0
30SYK30	C03	9	1,61	1,11	0,02	14	437,60	436,60	4,37	23	439,21	437,71	1	383,00	383,00	3,83	0	0	0	0
30SYK40	C04	8	3,00	2,99	0,03	1	1,9	1,9	0,01	9	4,9	4,91	0	0	0	0	0	0	0	0
30SXX80	C09	29	7,25	7,25	0,07	13	248,27	221,55	2,48	42	255,52	228,8	1	136,05	136,05	1,36	0	0	0	0
30SXX90	C10	16	3,40	3,40	0,03	16	542,00	529,00	5,42	32	545,4	532,4	2	395,00	395,00	3,95	0	0	0	0
30SYK00	C11	9	2,05	2,05	0,02	14	5274,50	5274,50	52,74	23	5276,55	5276,55	4	5054,00	5054,00	50,54	1	4939,00	4939,00	49,39
30SYJ19	D01	37	4,05	4,05	0,04	10	26,40	26,40	0,26	47	30,45	30,45	0	0	0	0	0	0	0	0
30SYJ29	D02	104	18,34	15,81	0,18	65	1159,95	1083,05	11,59	169	1178,29	1098,86	2	624,38	624,38	6,24	0	0	0	0
30SYJ39	D03	61	12,67	11,77	0,13	43	479,01	479,01	4,79	104	491,68	490,78	2	280	280	2,80	0	0	0	0
30SYJ49	D04	1	0,1	0,1	0,01	0	0	0	0	1	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0
30SXJ89	D09	16	3,63	2,93	0,04	2	93,50	93,50	0,94	18	97,13	96,43	0	0	0	0	0	0	0	0
30SXJ99	D10	10	2,41	2,18	0,02	12	60,50	60,50	0,61	22	62,91	62,68	0	0	0	0	0	0	0	0
30SYJ09	D11	12	2,77	2,57	0,03	11	205,60	205,60	2,06	23	208,37	208,17	1	143,00	143,00	1,43	0	0	0	0
30SYJ18	E01	31	4,05	3,55	0,04	7	13,75	13,75	0,14	38	17,8	17,3	0	0	0	0	0	0	0	0
30SYJ28	E02	6	2,20	2,20	0,02	0	0	0	0	6	2,2	2,2	0	0	0	0	0	0	0	0
30SYJ38	E03	0	0	0	0	8	34,3	33,5	0,34	8	33,50	35,30	0	0	0	0	0	0	0	0
30SXJ78	E08	10	1,38	1,38	0,01	9	1172,10	1152,10	11,72	19	1173,48	1153,48	2	1072,60	1072,60	10,73	0	0	0	0
30SXJ88	E09	23	5,19	5,09	0,05	26	11686,00	11481,00	116,86	49	11691,19	11486,09	7	11386,00	11181,00	113,86	2	10652,00	10652,00	106,52
30SXJ98	E10	45	11,21	10,55	0,11	38	349,50	347,30	3,50	83	360,71	357,85	1	194,00	194,00	1,94	0	0	0	0
30SYJ08	F11	124	32,17	28,93	0,32	77	347,67	343,67	3,48	201	379,84	372,6	0	0	0	0	0	0	0	0
30SYJ17	F01	35	7,38	6,54	0,07	3	5,00	4,00	0,05	38	12,38	10,54	0	0	0	0	0	0	0	0
30SYJ27	F02	52	8,64	7,94	0,09	22	92,14	92,14	0,92	74	100,78	100,08	0	0	0	0	0	0	0	0
30SYJ37	F03	2	0,30	0,30	0	2	10	10	0,01	4	10,3	10,3	0	0	0	0	0	0	0	0
30SXJ77	F08	17	4,86	4,86	0,05	16	213,00	212,00	2,13	33	217,86	216,86	0	0	0	0	0	0	0	0
30SXJ87	F09	0	0	0	0	9	3972,50	3868,50	39,73	9	3972,5	3868,5	5	3954,00	3850	39,54	1	3550	3550	35,50
30SXJ97	F10	45	10,45	10,33	0,10	40	2733,00	2682,00	27,33	85	2743,45	2692,33	3	2391,90	2391,90	23,92	0	0	0	0
30SYJ07	F11	22	7,24	7,24	0,07	16	177,60	171,20	1,78	38	184,84	178,44	1	128,00	128,00	1,28	0	0	0	0
30SYJ16	G01	41	6,04	5,34	0,06	28	473,90	468,90	4,74	69	479,94	474,24	2	420	420	4,20	0	0	0	0
30SYJ26	G02	10	1,78	1,78	0,02	4	34,70	34,70	0,34	14	36,48	36,48	0	0	0	0	0	0	0	0
30SYJ36	G03	7	0,94	0,94	0,01	1	2,55	2,55	0,02	8	3,49	3,49	0	0	0	0	0	0	0	0
30SXJ76	G08	2	0,60	0,60	0,01	5	938,00	938,00	9,38	7	938,6	938,6	1	842,00	842,00	8,42	1	842,00	842,00	8,42
30SXJ86	G09	25	5,09	5,09	0,05	21	17580,10	15565,10	175,80	46	17585,19	15570,19	3	17415,00	15400	174,15	1	17415,00	15400	174,15
30SXJ96	G10	95	24,28	23,53	0,24	95	4231,54	4174,78	42,32	190	4255,82	4198,31	4	3890	3890	38,90	1	3753,00	3753,00	37,53
30SYJ06	G11	11	1,72	1,22	0,02	9	49,50	49,50	0,50	20	51,22	50,72	0	0	0	0	0	0	0	0
30SYJ15	H01	12	1,96	1,96	0,02	10	556,00	556,00	5,56	22	557,96	557,96	2	538,00	538,00	5,38	0	0	0	0
30SYJ25	H02	3	0,33	0,33	0	11	13542,00	13542,00	135,42	14	7087,33	7087,33	2	13455,00	13455,00	135,42	2	13455,00	13455,00	135,42
30SYJ35	H03	4	0,48	0,48	0	0	0	0	0	4	0,48	0,48	0	0	0	0	0	0	0	0
30SXJ75	H08	8	1,21	1,21	0,01	5	24,00	24,00	0,24	13	25,21	25,21	0	0	0	0	0	0	0	0
30SXJ85	H09	8	4,19	4,19	0,04	10	5266,00	5266,00	52,66	18	5270,19	5270,19	2	5200	5200	52,00	1	5200	5200	52,00
30SXJ95	H10	6	1,09	0,77	0,01	10	302,00	260	3,02	16	303,09	260,77	0	0	0	0	0	0	0	0
30SYJ05	H11	69	18,35	15,74	0,18	43	178,60	171,00	1,79	112	196,95	186,74	0	0	0	0	0	0	0	0
SXJ84	I09	3	0,54	0,54	0,01	3	2755,00	2755,00	27,55	6	2755,54	2755,54	2	2750	2750	27,50	1	2600	2600	26,00
30SXJ94	I10	13	1,75	1,48	0,02	10	44826,00	44326,00	448,26	23	44827,75	44327,48	5	44816,00	44316,00	448,16	2	44316,00	44316,00	443,16
30SYJ04	I11	3	0,54	0,54	0,01	6	446,50	446,50	4,47	9	447,04	447,04	2	383,00	383,00	3,83	0	0	0	0

Tabla 5. Resumen a nivel de cuadrícula del régimen de incendios y superficies afectadas, en cifras totales y según la extensión.

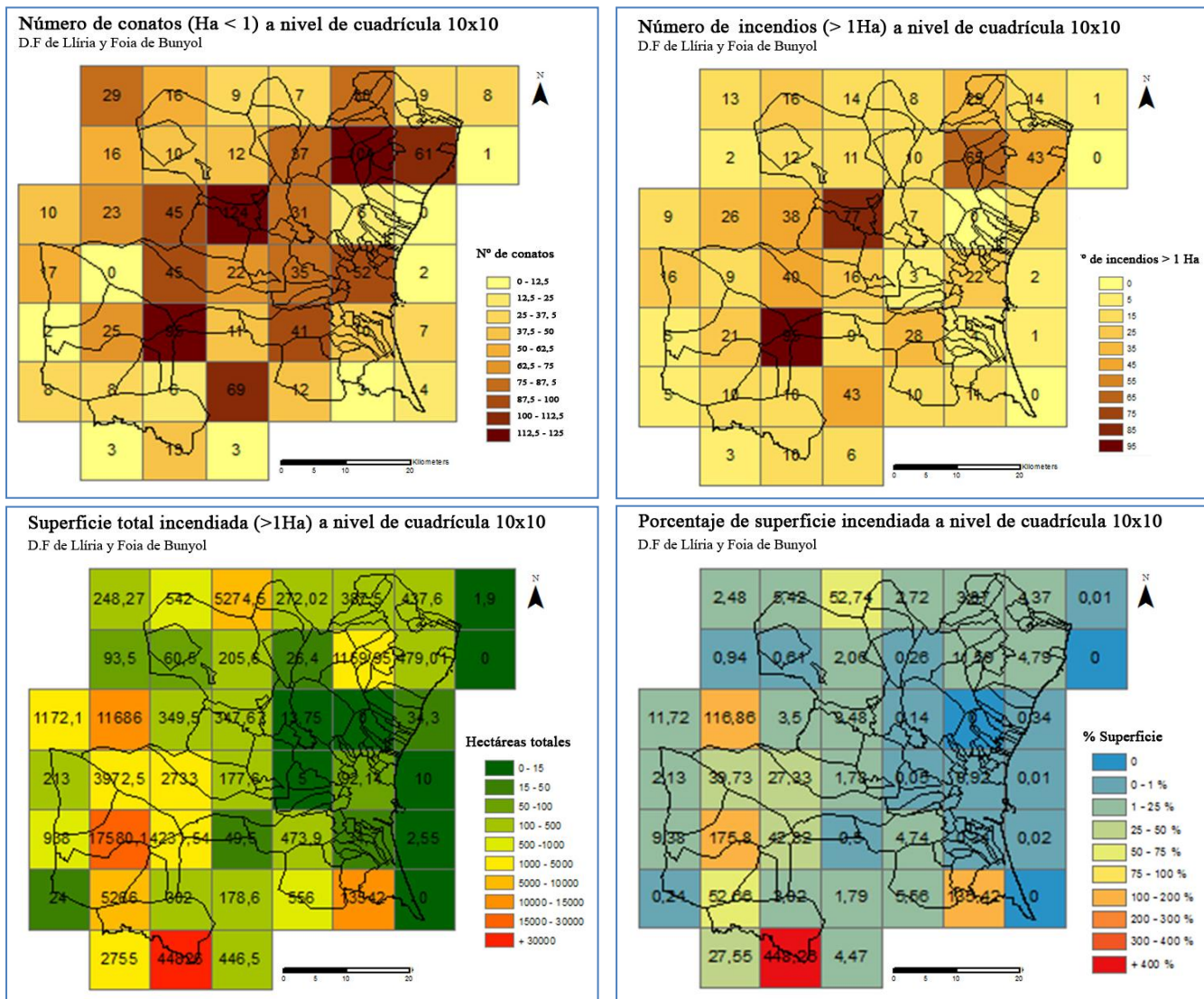


Figura 17. (Sup. Izq) Número de conatos (incendios <1Ha) registrados en la BDIF a nivel de cuadrícula entre 1985 y 2010.

Figura 18. (Sup. Dch) Número de incendios con una superficie > 1Ha a nivel de cuadrícula entre 1985 y 2010.

Figura 19. (Inf. Izq) Superficies afectadas por los incendios registrados en la BDIF a nivel de cuadrícula entre 1985 y 2010.

Figura 20. (Sup. Dch) Porcentaje de superficie afectada por los incendios registrados en la BDIF a nivel de cuadrícula 1985 y 2010.

Conociendo las características de territorio (capítulo 1), podemos extraer que las zonas con menor número de conatos y que en cambio presentan una mayor superficie afectada son áreas con escasa población y con un uso agroforestal mayoritario de tal forma que cuando un incendio afecta a un espacio forestal suele ser con menor frecuencia, pero con una extensión en superficie elevada. Por el contrario las zonas costeras e interiores de gran actividad humana y con gran variedad de usos del suelo generan gran cantidad de focos de ignición que se convierten en incendios con menor frecuencia debido a la mayor fragmentación del territorio, menor superficie forestal disponible y mayor eficacia de los medios de extinción, al ser en general, terrenos más accesibles.

En el cuarto mapa (Figura 20), se muestra el porcentaje de superficie incendiada con respecto a la superficie de cada tesela, completando la información que ya tenemos, y dando cifras porcentuales más concluyentes que dan una valoración de la intensidad de la perturbación en cada tesela durante el período estudiado. En las zonas de mayor presencia de incendios forestales se ha llegado a consumir más del 100 % de la superficie que ocupa cada cuadrícula (10.000 hectáreas), lo que informa sobre la recurrencia de los incendios en el mismo territorio en un período relativamente corto de 25 años. Se puede comprobar que en el norte, las cuadrículas localizadas sobre Sierra Calderona concentran los altos porcentajes en una sola de ellas que registra más del 50% de su superficie afectada por los incendios (Galiana 2011). Para encontrar una concentración de porcentajes por encima del 25% nos tenemos que desplazar a la Foia de Bunyol, donde hasta tres teselas superan el 100%, con el caso extremo de una cuadrícula que registra un porcentaje del 450 % de su superficie afectada, esto es, el fuego habría recorrido 4,5 veces la superficie de la cuadrícula en los últimos 25 años. Esto que evidentemente es una simplificación por las limitaciones espaciales comentadas, da una idea de la intensidad de la perturbación en estas zonas

Estos mapas de porcentajes se verán modificados al completar la información con los resultados obtenidos a escala de municipio, donde nos aproximaremos a una localización más real de los incendios forestales y las superficies afectadas.

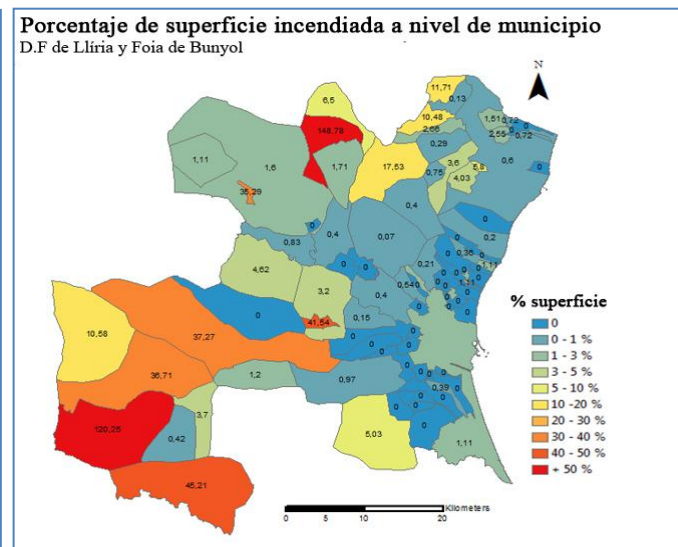
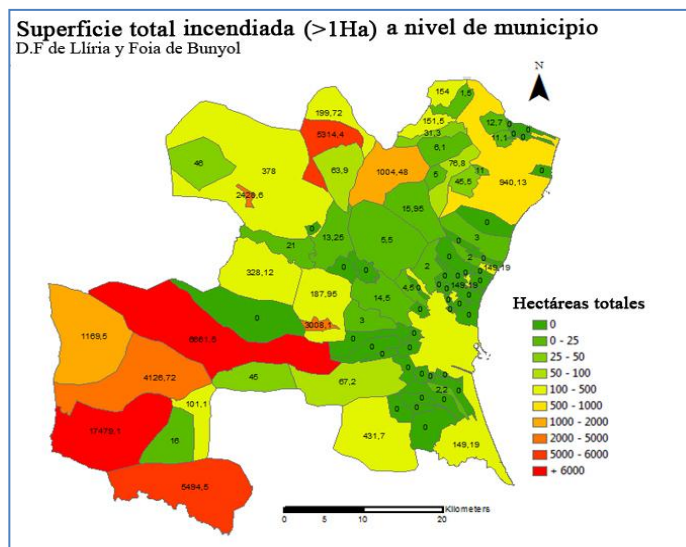
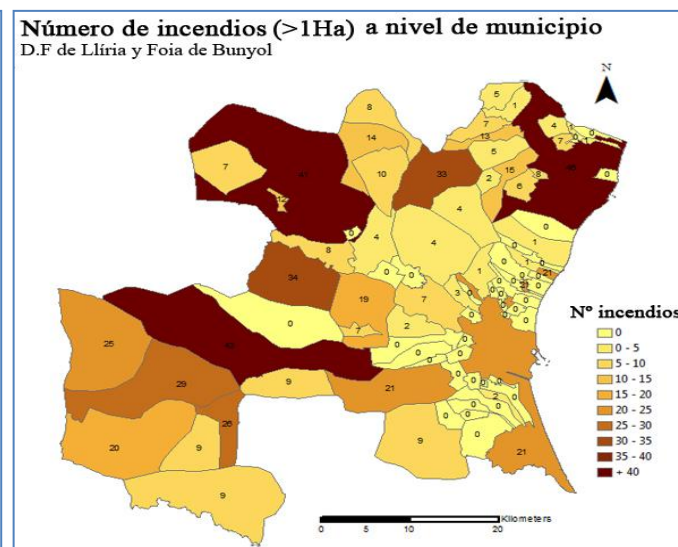
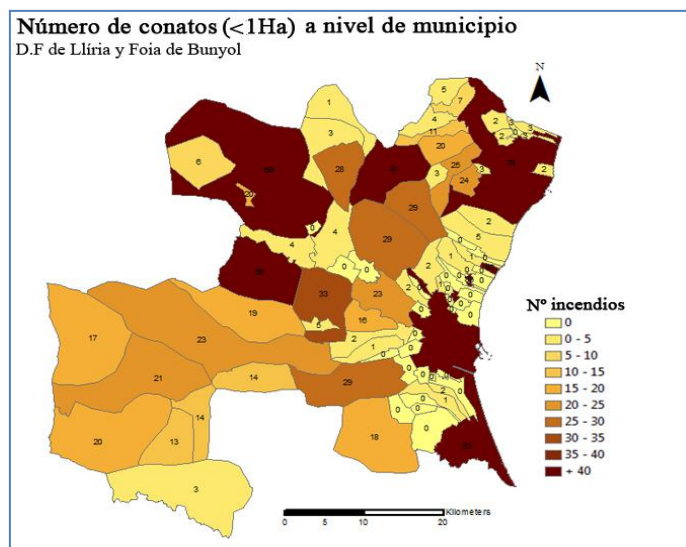
#### **2.3.2.4. Resumen de incendios según sus dimensiones a escala municipal**

A nivel de municipios, tanto la tabla resumen (tabla 6) como los mapas que la siguen (Figuras 21,22, 23 y 24) y que representan las mismas variables que representamos para la escala de cuadrícula, caracterizan la distribución de los incendios forestales y las superficies afectadas.

En la distribución de los conatos, vemos que el comportamiento a nivel municipal se traduce en un mapa de datos muy contrastados, con municipios de muchos conatos en contacto directo con otros en los que no se han dado casos o éstos han sido muy escasos. Es el caso de los municipios de Valencia, Sagunt, Lliria o Vilamarxant, los cuales registran alrededor de 60 conatos. Los datos del número de conatos intermedios, sí se corresponden de manera clara con zonas de piedemonte o montaña del oeste y norte de la zona en la que se centra este trabajo, anteriormente descritas. Sin embargo, volvemos a ver que los conatos no pueden considerarse una variable que defina la tendencia o la vulnerabilidad de un municipio en cuanto a la superficie que se ve afectada por el fuego.

NOMBRE	CONATOS (< 1HA)				INCENDIOS > 1HA				TOTAL			INCENDIOS >100HA				INCENDIOS >500HA			
	TOTAL CONATOS	SUPERFICIE FORESTAL	SUPERFICIE TOTAL	% SUPERFICIE MUNICIPAL	TOTAL INCENDIOS > 1HA	SUPERFICIE FORESTAL	SUPERFICIE TOTAL	% SUPERFICIE MUNICIPAL	TOTAL INCENDIOS	SUPERFICIE FORESTAL TOTAL	SUPERFICIE TOTAL	TOTAL INCENDIOS >100HA	SUPERFICIE FORESTAL	SUPERFICIE TOTAL	% SUPERFICIE MUNICIPAL	TOTAL INCENDIOS >500HA	SUPERFICIE FORESTAL	SUPERFICIE TOTAL	% SUPERFICIE MUNICIPAL
Albalat dels Tarongers	25	2,84	3,94	0,18	15	76,80	76,80	3,60	40	79,64	80,74	0	0	0	0	0	0	0	0
Alborache	14	4,39	4,49	0,16	26	96,10	101,10	3,70	30	100,49	105,59	0	0	0	0	0	0	0	0
Aldaia	1	0,75	0,75	0,04	0	0	0	0	1	0,75	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0
Alfara de la Baronia	7	0,41	0,91	0,08	1	1,50	1,50	0,13	8	1,91	2,41	0	0	0	0	0	0	0	0
Alfara del Patriarca	1	0,8	0,8	0,40	0	0	0	0	1	0,8	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0
Algar de Palancia	5	1,57	1,57	0,12	5	152,00	154,00	11,71	10	153,57	155,57	0	0	0	0	0	0	0	0
Algimia de Alfara	4	1,11	1,13	0,08	7	151,50	151,50	10,48	11	152,61	152,63	0	0	0	0	0	0	0	0
Benaguasil	4	1,68	1,68	0,07	8	20	21,00	0,83	12	21,68	22,68	0	0	0	0	0	0	0	0
Benavites	3	0,46	0,82	0,19	0	0	0	0	3	0,46	0,82	0	0	0	0	0	0	0	0
Benifairó de les Valls	2	2	2	0,61	7	11,10	11,10	2,55	5	11,1	11,1	0	0	0	0	0	0	0	0
Bétera	29	3,33	3,33	0,04	4	5,50	5,50	0,07	33	8,83	8,83	0	0	0	0	0	0	0	0
Bunyol	21	5,64	5,74	0,05	29	4074,96	4126,72	36,71	50	4080,6	4132,46	4	3890	3890	34,61	3	3753,00	3753,00	33,39
Canet d'En Berenguer	2	1,1	1,1	0,28	0	0	0	0,29	2	1,1	1,1	0	0	0	0	0	0	0	0
Casinos	6	1,17	1,17	0,03	7	46,00	46,00	1,11	13	47,17	47,17	0	0	0	0	0	0	0	0
Catarroja	1	0,2	0,2	0,01	0	0	0	0	1	0,2	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0
Cheste	19	3,74	3,84	0,05	0	0	0	0	30	3,74	3,84	0	0	0	0	0	0	0	0
Chiva	23	9,34	9,36	0,05	43	6505,00	6661,50	37,27	66	6514,34	6670,86	8	6241,90	6345,90	35,51	3	5358,00	5358,00	29,98
Domeño	20	2,07	2,07	0,03	12	2428,6	2428,6	35,29	32	2430,67	2430,67	2	2350	2350	33,43	1	1950	1950	23,34
Dos Aguas	3	1,12	1,12	0,08	9	5494,50	5494,50	45,21	12	5494,5	5494,5	3	5425,00	5425,00	44,64	2	5200	5200	42,79
Estivella	20	1,93	2,73	0,13	5	6,10	6,10	0,29	25	8,03	8,83	0	0	0	0	0	0	0	0
Gátova	1	0,62	0,62	0,02	8	199,72	199,72	6,5	9	200,34	200,34	0	0	0	0	0	0	0	0
Gilet	24	1,97	1,97	0,17	6	45,50	45,50	4,03	30	47,47	47,47	0	0	0	0	0	0	0	0
Godella	2	0,07	0,07	0,01	3	4,50	4,50	0,54	5	4,57	4,57	0	0	0	0	0	0	0	0
Godolleta	14	2,99	2,99	0,08	9	45,00	45,00	1,20	23	47,99	47,99	0	0	0	0	0	0	0	0
Llíria	69	12,08	13,01	0,06	41	378	378	1,6	110	390,08	391,01	1	143	143	0,62	0	0	0	0
Loriguilla	5	1,53	1,53	0,02	7	2898,10	3008,10	41,54	12	2899,63	3009,63	3	2852,10	2962,10	40,90	2	2852,10	2852,10	39,38
Macastre	13	4,7	4,7	0,12	9	16,00	16,00	0,42	22	20,7	20,7	0	0	0	0	0	0	0	0
Manises	16	2,23	2,75	0,14	2	2,00	3,00	0,15	18	4,23	5,75	0	0	0	0	0	0	0	0
Marines	3	1,27	1,87	0,05	14	5314,40	5314,40	148,78	17	5315,67	5316,27	4	5189,00	5189,00	145,27	3	4939,00	4939,00	138,27
Massamagrell	1	0,2	0,2	0,03	1	2	2	0,36	2	0,2	2,2	0	0	0	0	0	0	0	0
Massanassa	2	0,92	0,92	0,16	2	2,20	2,20	0,39	4	2,2	2,2	0	0	0	0	0	0	0	0
Moncada	2	0,3	0,3	0,02	1	2	2	0,21	3	0,3	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0
Museros	1	0,3	0,3	0,02	0	0	0	0	1	0,3	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0
Náquera	29	3,56	3,56	0,09	4	15,95	15,95	0,4	33	19,51	19,51	0	0	0	0	0	0	0	0
Olocau	28	3,01	3,21	0,09	10	63,90	63,90	1,71	38	66,91	67,11	0	0	0	0	0	0	0	0
Paterna	23	4,07	4,99	0,14	7	14,50	14,50	0,40	30	18,57	19,49	0	0	0	0	0	0	0	0
Petrés	3	1,3	1,3	0,70	8	11	11	5,8	5	12,3	12,3	0	0	0	0	0	0	0	0
Picassent	18	1,48	1,48	0,02	9	431,70	431,70	5,03	27	433,18	433,18	2	420	420	4,90	0	0	0	0
Pobla de Vallbona, la	4	1,12	1,62	0,05	4	13,25	13,25	0,40	8	14,37	14,87	0	0	0	0	0	0	0	0
Puçol	2	0,21	0,21	0,01	0	0	0	0	2	0,21	0,21	0	0	0	0	0	0	0	0
Puig	5	2,2	2,4	0,08	1	3	3	0,20	6	2,4	5,4	0	0	0	0	0	0	0	0
Quart de les Valls	2	0,31	0,81	0,10	4	11,70	12,70	1,51	6	12,01	13,51	0	0	0	0	0	0	0	0
Quart de Poblet	2	0,18	0,18	0,00	0	0	0	0	2	0,18	0,18	0	0	0	0	0	0	0	0
Quartell	3	0,28	0,28	0,08	1	2	0	0,72	4	0,28	2,28	0	0	0	0	0	0	0	0
Riba-roja de Túria	33	10,14	12,42	0,22	19	183,05	187,95	3,2	52	193,19	200,37	1	128	128	0,22	0	0	0	0
Sagunto	78	12,74	13,67	0,10	46	940,13	940,13	0,6	124	952,87	953,8	3	663	663	0,5	0	0	0	0
Segart	3	0,52	0,52	0,08	2	5,00	5,00	0,75	5	5,52	5,52	0	0	0	0	0	0	0	0
Serra	41	5,56	6,16	0,11	33	927,58	1004,48	17,53	86	933,14	1010,64	2	624,38	624,38	10,90	0	0	0	0
Siete Aguas	17	5,06	5,06	0,05	25	1168,50	1169,50	10,58	42	1173,56	1174,56	1	842,00	842,00	7,61	1	842,00	842,00	7,61
Torrent	29	4,44	5,64	0,08	21	62,20	67,20	0,97	46	66,64	72,84	0	0	0	0	0	0	0	0
Torres Torres	11	3,11	3,46	0,29	13	26,30	31,30	2,66	24	29,41	34,76	0	0	0	0	0	0	0	0
Valencia	83	8,06	8,16	0,06	21	149,19	149,19	1,11	104	157,25	157,35	0	0	0	0	0	0	0	0
Vilamarxant	58	16,73	17,29	0,24	34	325,12	328,12	4,62	92	341,85	345,41	1	194,00	194,00	2,73	0	0	0	0
Yátova	20	4,75	4,75	0,04	20	15464,1	17479,1	120,25	40	15468,85	17483,85	3	15400	17479,1	120,25	3	15400	17479,1	120,25

Tabla 6. Resumen a nivel de municipio del régimen de incendios y superficies afectadas, en cifras totales y según la extensión.



**Figura 21. (Sup. Izq)** Número de conatos (incendios < 1Ha) registrados en la BDIF a nivel de municipio entre 1985 y 2010.

**Figura 22. (Sup. Dch)** Número de incendios con una superficie > 1Ha a nivel de municipio entre 1985 y 2010.

**Figura 23. (Inf. Izq)** Superficies afectadas por los incendios registrados en la BDIF a nivel de municipio entre 1985 y 2010.

**Figura 24. (Sup. Dch)** Porcentaje de superficie afectada por los incendios registrados en la BDIF a nivel de municipio 1985 y 2010.

Aunque no exista una correspondencia total, la puesta en común de los incendios de más de 1 hectárea con respecto a las superficies afectadas en cada municipio está claramente relacionada. Las tonalidades verdes del mapa de superficies se corresponden con las tonalidades más claras en el mapa de número de incendios, a salvo alguna excepción. Los municipios que superan los 10 o 15 incendios cuentan con registros superiores las 100 hectáreas. Al mismo tiempo, salvo la peculiaridad que muestra el municipio de Lliria, en el noroeste de nuestra zona de análisis, cuando se superan los 20 incendios encontramos correspondencias con superficies que superan en muchos casos las 1.000 hectáreas incendiadas. Esta correspondencia se acentúa sobre todo en la comarca de Foia de Bunyol, la más castigada por los incendios y por la superficie arrasada. Destacaremos dentro de esta comarca los municipios que más superficie quemada registran: Yátova, Siete Aguas, Chiva, Siete Aguas y Bunyol. Fuera de esta comarca, aunque ya de manera aislada, destacan municipios como Marines, Loriguilla, Domeño y Serra en Camp de Túria.

No se aprecia correspondencia en aquellas cuadrículas periféricas que tenían altos registros de superficies arrasadas o número de incendios. Al ajustar el estudio a los límites municipales vemos que los datos son menos destacados, sin embargo esto nos da una idea de que nuestra zona de estudio cuenta con un perímetro de alto peligro de incendio forestal que puede penetrar fácilmente en los municipios estudiados

Esto se puede ratificar al analizar el mapa de porcentajes de superficie quemada con respecto a la superficie total de cada municipio. En aquellas cuadrículas localizadas en el límite sur donde se registraban datos superiores al 100 %, a nivel municipal el porcentaje se reduce por debajo del 5% (por ejemplo en los municipios localizados al sur de la ciudad de Valencia). Del mismo modo se aprecia que la cuadrícula que registraba un valor del 450% de su superficie incendiada, a nivel municipal se reduce al 45% de la superficie en el municipio de Dos Aguas, sobre el que se localizaba parte de la cuadrícula, lo que nos informa de que los municipios situados al sur de Dos Aguas, fuera de la zona de estudio, cuentan con unos registros altísimos de incendios forestales, muy a tener en cuenta ante posibles propagaciones hacia el norte.

### **2.3.3. Clasificación para priorizar el riesgo estructural y la vulnerabilidad**

Para priorizar el riesgo estructural (frecuencia de incendios) y la vulnerabilidad (superficies afectadas) se tomó la decisión de establecer una serie de categorías con el fin de crear un primer mapa que nos diera una primera aproximación sobre qué sectores eran los más prioritarios.

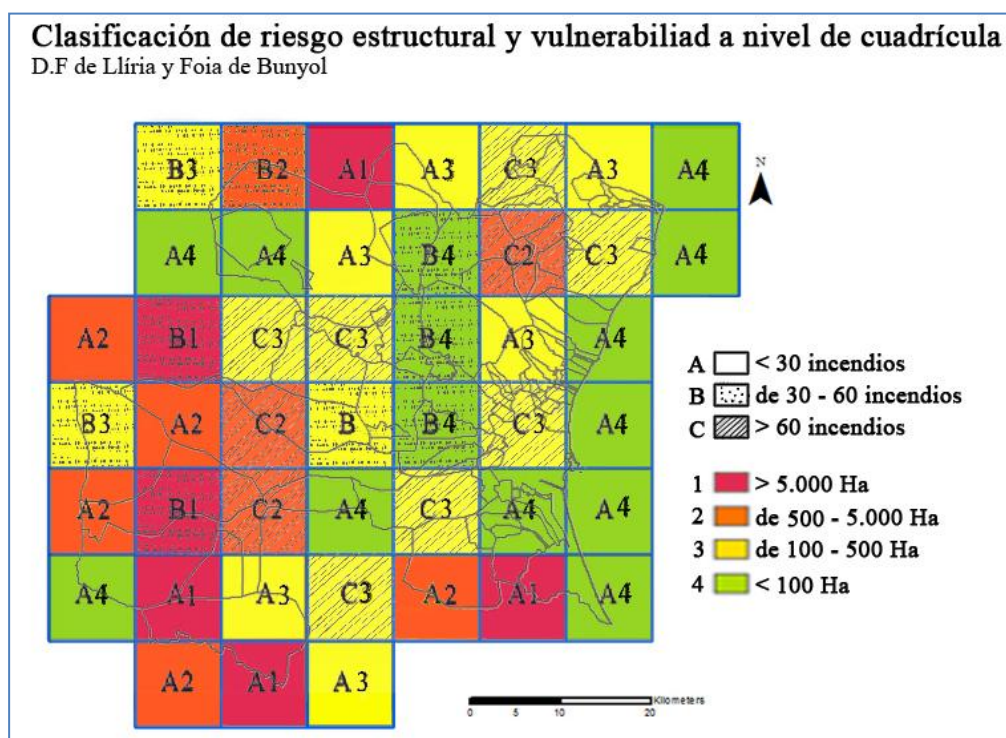
Por ello, sobre la cuadrícula UTM 10x10 Km se representaron los siguientes criterios:

- Según riesgo estructural:
  - A- Valores altos en el número de incendios forestales. Valores por encima de 60 incendios.
  - B- Valores medios en el número de incendios forestales. Valores por entre 30 y 60 incendios.
  - C- Valores bajos en el número de incendios forestales. Valores por debajo de 30 incendios.

- Según su vulnerabilidad:

- 1- Valores muy altos en el número de hectáreas incendiadas. Valores por encima de 5.000 Ha.
- 2- Valores altos en el número de hectáreas incendiadas. Valores entre 500 y 5.000 Ha.
- 3- Valores medios en el número de hectáreas incendiadas. Valores entre 100 y 500 Ha.
- 4- Valores bajos en el número de hectáreas incendiadas. Valores por debajo de 100 Ha.

Los resultados los podemos comprobar en el mapa de la Figura 25, donde destacan qué lugares registran los valores más elevados de las dos variables que definen el riesgo estructural de incendios para nuestra zona de estudio. La clasificación propuesta podría ser de utilidad para la toma de futuras decisiones a la hora de elegir un municipio (o conjunto de municipios) y realizar en él, a una escala menor, un análisis de cuales son exactamente sus características, conociendo de antemano su situación de alto riesgo.



**Figura 25.** Mapa de prioridad según el riesgo estructural y la vulnerabilidad a nivel de cuadrícula según los datos registrados en la BDIF para el período 1985 - 2010.

Las áreas de mayor riesgo estructural de incendios son las que estén clasificadas con los códigos 1 y 2 si nos referimos a la extensión de las superficies quemadas entre 1985 y 2010, pero también aquellas en las que existan tramas que indiquen que cuentan con un importante número de incendios durante ese mismo período.

### 2.3.4. Análisis de causalidad (1985 – 2010)

NOMBRE	RAYO	NEGLIGENCIA 1	NEGLIGENCIA 2	INTENCIONADO	CAUSA DESCONOCIDA	INCENDIO REPRODUCIDO	TOTAL INCENDIOS
Albalat dels Tarongers	20	19		1			40
Alborache	8	22					30
Aldaia		1					1
Alfara de la Baronia	6	2					8
Alfara del Patriarca	1						1
Algar de Palancia	7	3					10
Algimia de Alfara	4	6		1			11
Benaguasil	5	7					12
Benavites	1	2					3
Benifairó de les Valls	3	2					5
Bétera	14	18			1		33
Bunyol	26	21		2	1		50
Canet d'En Berenguer		2					2
Casinos	2	11					13
Catarroja	1						1
Cheste	11	19					30
Chiva	26	40					66
Domeño	18	12	2				32
Dos Aguas	10	2					12
Estivella	13	12					25
Gátova	4	2	1		2		9
Gilet	14	11		4	1		30
Godella	2	3					5
Godolleta	4	19					23
Lliria	72	36		2			110
Loriguilla	11	1					12
Macastre	13	9					22
Manises	11	7					18
Marines	8	8	1				17
Massamagrell	2						2
Massanassa	1	3					4
Moncada	1	2					3
Museros	1						1
Náquera	12	18	1	1	1		33
Olocau	26	12					38
Paterna	11	18			1		30
Petrés	3	2					5
Picassent	16	11					27
Pobla de Vallbona, la	3	5					8
Puçol		2					2
Puig	1	5					6
Quart de les Valls	3	3					6
Quart de Poblet		2					2
Quartell	2	2					4
Riba-roja de Túria	25	27					52
Sagunto	60	55		4	5		124
Segart	3	2					5
Serra	52	33			1		86
Siete Aguas	22	17		1	2		42
Torrent	23	23					46
Torres Torres	8	16					24
Valencia	42	61		1			104
Vilamarxant	44	47		1			92
Yátova	20	20					40

**Tabla 7.** Causalidad de los incendios a nivel de municipio en 6 tipos principales.

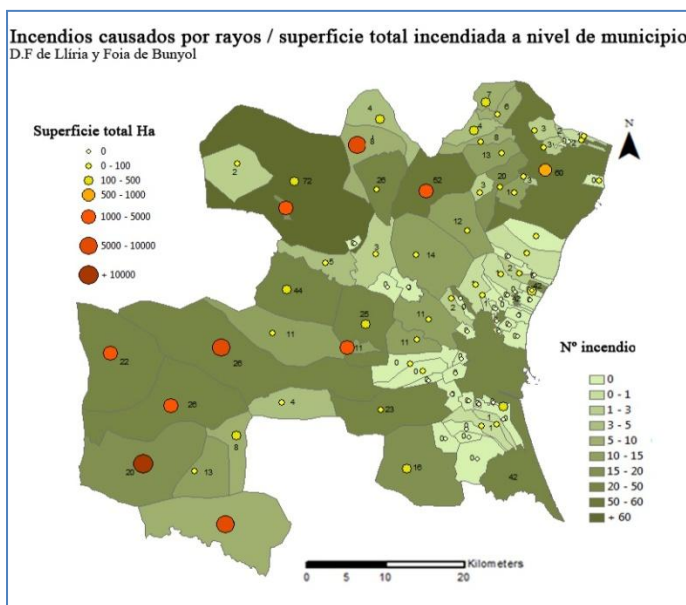
Al analizar la causalidad de los incendios en nuestra zona de estudio se comprueba que entre las 6 principales causas que la Base de Datos de Incendios Forestales establece (Tabla 7), hay dos que agrupan la gran mayoría de los incendios, por un lado los rayos y por el otro las negligencias y accidentes deriva de la actividad humana.

Los rayos son la principal causa de incendio en nuestro área de trabajo, al contrario que ocurre en otros lugares de nuestro país. Un total de 696 incendios, o lo que es lo mismo, un 49,11% de los 1417 incendios registrados en la base de datos tienen como origen el aparato eléctrico de las tormentas que caracterizan el régimen pluviométrico. Y es que, como se pudo ver en la caracterización a la zona de trabajo, las características pluviométricas, acompañadas de la orografía y la vegetación local propician una gran actividad de aparato eléctrico tormentoso sobre un entorno natural seco, lo cual favorece la aparición de rayos que se convierten en focos de inicio de incendios.

Como segunda causa principal de incendio forestal, con un porcentaje muy similar al anterior, aparecen las negligencias derivadas de la actividad humana, con un 48,2 % del total de incendios, 683 si nos referimos al número concreto de casos. Dentro de este segundo grupo de causas se distinguen hasta 27 tipologías de causas entre las que podemos destacar, además de varias tipologías de quemas agrícolas de diferente finalidad, otras como las hogueras, las colillas, fuegos artificiales o los trabajos forestales, entre otros. Como tercer grupo de causas de incendio forestal aparecen los accidentes donde el hombre no provoca directamente el fuego sino que tiene que ver con maquinaria o actividades mecanizadas como pueden ser los accidentes de automóviles, incidentes de vehículos agrícolas, chispas producidas desde las vías de ferrocarril o el tendido eléctrico entre otras causas. Sin embargo, estos episodios no suponen apenas incidentes (5 en total), al menos en los municipios que nos ocupan.

Los incendios provocados de manera intencionada aparecen como el cuarto tipo de causa dentro de la base de datos. Son incendios totalmente imprevisibles, que afortunadamente no parecen ser un problema alarmante, al menos en cuando al número de casos en nuestro entorno de trabajo ya que el número de incendios codificados oficialmente como intencionados es de 18.

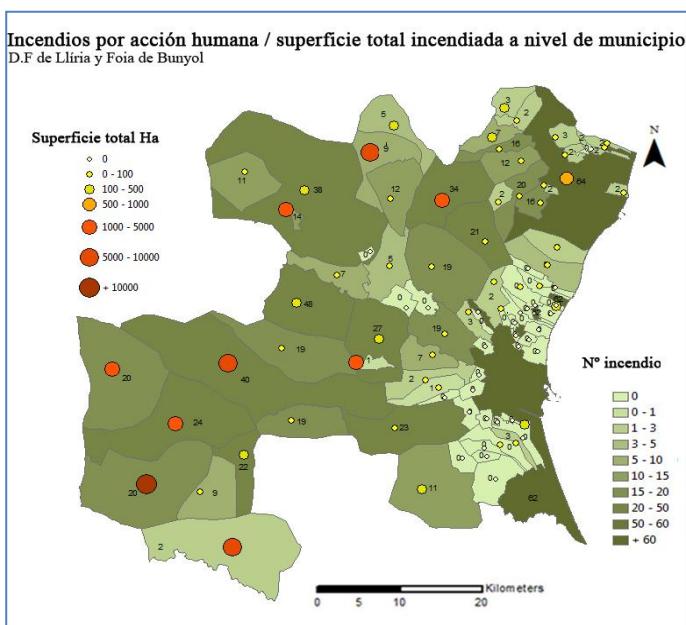
De entre los incendios registrados, aquellos de los que no se ha podido determinar cuál fue su origen, registrados en la base de datos como una causa del tipo 5, contamos con un total de 15 casos, lo cual supone un porcentaje muy escaso de casos que quedan sin esclarecer. En último lugar, la columna de la tabla 7 de causalidad que indica los incendios reproducidos la encontramos vacía, pues en la zona no se han registrado incendios derivados de otros que se creían extinguidos y se han reproducido.



Con este primer análisis de las cifras de causalidad, los mapas (Figura 26) nos proporcionan la distribución sobre el territorio de los incendios.

Como se puede apreciar, la concordancia de los resultados obtenidos al cartografiar los incendios causados por rayos y el total de superficies afectadas por los incendios no es clara, pero sí podemos advertir que en los municipios con mayores cifras de superficie quemada existe un importante número de incendios cuya causa proviene de los rayos, con más de 20 incendios por rayo en los municipios de interior, aquellos con mayores cifras de superficie afectada.

**Figura 26.** Distribución del número de incendios de causalidad natural y superficie incendiada a nivel municipal.

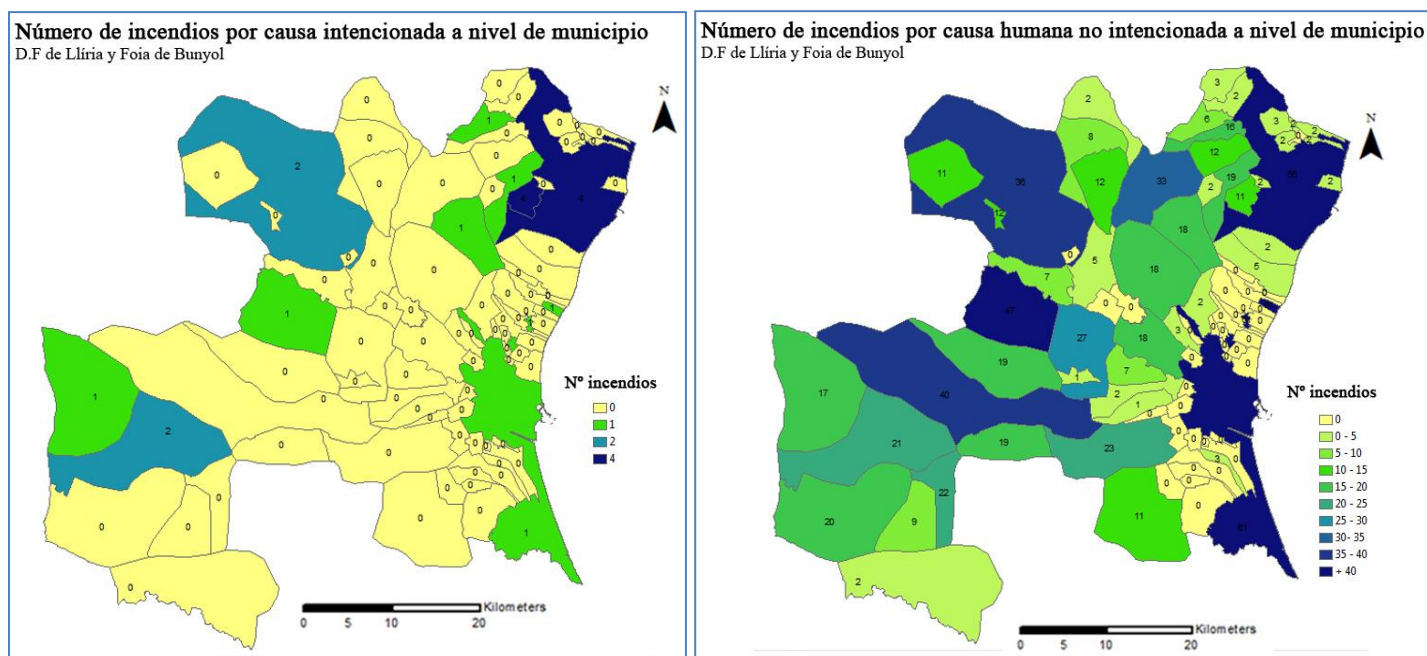


Al tratarse de una causa natural, la probabilidad de que un incendio se de cómo consecuencia de la caída de un rayo es más alta cuanto mayor sea la superficie que ocupe cada municipio. Además, en nuestro caso, los municipios de mayor extensión los encontramos en las áreas interiores, donde más complicada es la orografía. Por lo tanto, podemos decir que estamos ante una distribución lógica en cuanto a la incidencia de los rayos en la causalidad de los incendios forestales.

**Figura 27.** Distribución del número de incendios de causalidad antrópica y superficie incendiada a nivel municipal.

Al comprobar la relación de los incendios donde la causa originaria del fuego está relacionada con la actividad humana, ya sea de manera intencionada o negligente, vemos que el comportamiento de las variables con respecto a la causalidad natural es muy similar. Entre las diferencias que podemos establecer ahora, existe un comportamiento más homogéneo entre el conjunto de municipios de interior, con datos de incendios causados por el hombre que oscila entre los 20 y los 40 casos en los municipios donde más registros existen. Los valores más altos superan los 60 casos, aunque con escasa superficie quemada, pues se trata de los municipios de mayor presencia de suelo urbano como Valencia y Sagunt. Entre los municipios donde el problema de los incendios es común, aquellos de mayor espacio forestal, no existen grandes diferencias ni casos destacables, sino un comportamiento uniforme.

La distribución del número de incendios provocados por el hombre, ya sea de manera intencionada o por causas negligentes (Figuras 28 y 29), muestran con más detalle la causa humana de los incendios en cada municipio.



**Figura 28. (Izq)** Distribución del número de incendios de causalidad intencionada a nivel de municipio.

**Figura 29. (Dch)** Distribución del número de incendios de causalidad negligente a nivel de municipio.

Como vemos, la causa intencionada (Figura 28), no es ni mucho menos una causa frecuente en el régimen de incendios forestales, podríamos decir que es algo puntual. En total, contamos con 18 incendios intencionados, con una distribución que coincide con áreas forestales contrastadas anteriormente. La presencia de acciones de este tipo en lugares en los que la superficie de interfaz urbano-forestal es relevante supone un gran riesgo para los inmuebles y los habitantes de estas áreas, ya que un incendio provocado a menudo suele contar con elementos que dificultan la extinción como puede ser la existencia de varios focos de inicio del fuego, la existencia de acelerantes o la elección de espacios de difícil acceso para iniciar el incendio.

En el mapa de la causalidad humana por negligencia (Figura 29), se comprueba que además de muchos más casos de incendios, éstos no se ciñen a espacios forestales sino que se distribuyen a lo largo de todo el territorio, destacando el sector central, entre la ciudad de Valencia y los entornos montañosos, donde se concentra una mayor actividad agrícola. De hecho, según la base de datos de incendios, la causa más habitual de incendio forestal a manos del hombre está relacionada con la quema agrícola o matorral para la puesta en cultivo o pastoreo.

En relación a esto, la ley 3/1993, del 9 de diciembre, Forestal de la Comunidad Valenciana, establece en el artículo nº 57 que:

*1. Se prohíbe, como medida precautoria general, el uso del fuego en los terrenos forestales de la Comunidad Valenciana. 2. Se prohíbe la quema de rastrojos o de otras superficies y restos para labores agrarias en los terrenos colindantes o con una proximidad con el monte inferior a 500 metros. Excepcionalmente, podrán autorizarse estas quemas en la forma que reglamentariamente se determine.*

Dentro de esta ley también se establece la prohibición de la quema de rastrojos o de otras superficies durante el periodo comprendido entre el 1 de julio y 30 de septiembre, además de en periodos festivos.

Sin embargo, sí se permite la quema de los márgenes de cultivo o de restos agrícolas o forestales fuera del periodo comprendido entre el 1 de julio y el 30 de septiembre. Así como la quema de cañares, cañizales o matorrales ligados a algún tipo de aprovechamiento ganadero, cinegético o de cualquier otro tipo fuera del periodo comprendido entre el 1 de julio y el 30 de septiembre. En ambos casos será necesaria una autorización por parte de la autoridad local para poder realizar las quemas.

El incumplimiento reiterado de estas prohibiciones o el uso inadecuado del fuego aun teniendo la autorización pertinente, genera gran parte de los incendios de causa humana en el área de estudio, lo que explica la mayor incidencia de incendios en municipios donde la mezcla de usos del suelo (agrícola-ganadero-forestal-urbano) es mayor. Estos resultados coinciden con análisis regionales (Galiana 2011) y de ámbito nacional (Ortega et al. 2012) donde se destaca que el número de incendios de causa humana está muy relacionado con los paisajes en los que encontramos mezclas de usos y aprovechamientos en un mismo territorio. Efectivamente los conflictos de intereses por la gestión, ocupación y uso del territorio, así como el uso del fuego como herramienta cultural, condicionan gran parte de las igniciones de causa humana (Vélez 2009).

## CAPÍTULO 3. Evaluación del riesgo y la vulnerabilidad a incendios según las tipologías de IUF

### 3.1. Objetivos e hipótesis de trabajo

Según el estudio del medio y la IUF realizada en el capítulo 1 y la caracterización del régimen de incendios realizada en el capítulo 2, se plantea la hipótesis de que la presencia y superficie ocupada por determinadas tipologías de IUF podrían estar significativamente relacionadas con la frecuencia y superficies afectadas en los municipios estudiados.

Según Ortega et al. (2011) el régimen de incendios está significativamente relacionado con las zonas de interfaz agrario-forestal debido a la actividad humana, que en nuestro caso las tenemos tipificadas mediante el valor del índice de agregación. Por tanto el valor de dicho índice a escala municipal se consideró una variable interesante para relacionarla con el régimen de incendios.

Por tanto, en este apartado cruzaremos la información que se ha ido presentando en los dos capítulos anteriores con el fin de demostrar fundamentalmente dos hipótesis:

- El aumento del riesgo (número de incendios) y la vulnerabilidad (superficie afectada) en zonas con alta superficie de IUF.
- La posibilidad de que la presencia de zonas de IUF pueda afectar al régimen de incendios y las superficies afectadas.

### 3.2. Metodología y análisis estadístico

Para evaluar estas hipótesis se clasificaron los términos municipales en función de las variables “número de incendios” y “superficie afectada” (riesgo y vulnerabilidad), obteniendo con ello una gradación de interfaces con la información del régimen de incendios.

El objetivo fue estudiar la posible relación entre el número de incendios y la superficie afectada por causas naturales, negligentes e intencionadas (motivaciones humanas demostradas) con los diferentes tipos de agregación de la vegetación y densidad de viviendas obtenidas en el capítulo 1.

Para demostrar las hipótesis planteadas se han usado modelos lineales de mínimos cuadrados parciales (Partial Least Squares PLS, *Algoritmo NIPALS Nonlinear Iterative Partial Squares*, selección de componentes mediante el criterio de la  $Q^2$  de Stone-Geiser). Se exploró la influencia de las diferentes tipologías de IUF en el número de incendios y superficies afectadas. Los modelos permiten estimar también la importancia relativa de cada una de las tipologías en la construcción del modelo (estadístico VIP, *Variance importance in projection*) y por tanto la influencia en las variables dependientes “nº de incendios (incendios + conatos)” y “superficie total afectada por los incendios” (período 1985-2010). También se han explorado modelos para el número de incendios según causas.

Los modelos PLS (Esposito Vinci et al., 2010) combinan las características del Análisis de Componentes Principales y Análisis de Regresión Múltiple. Presentan la gran ventaja de ser métodos no paramétricos, esto es, no parten de hipótesis distribucionales de las variables estudiadas. Además permiten trabajar con variables predictoras autocorrelacionadas. Aunque la construcción de los modelos a través de los

algoritmos disponibles es compleja, sin embargo la interpretación del modelo es sencilla debido a su carácter lineal y a la existencia del estadístico VIP que nos destaca la importancia relativa de las variables analizadas.

Finalmente para las tipologías de interfaz de mayor importancia en la construcción de los modelos se han obtenido las correlaciones con el número de incendios y superficies afectadas en cada término municipal mediante el test no paramétrico de *Kendall-Tau*. Para todo ello se ha utilizado el paquete estadístico STATISTICA® versión 7.0

### 3.3. Resultados y Discusión

Se ha realizado el correspondiente filtro para cartografiar la superficie afectada por los incendios en cada municipio bajo la distribución de los diferentes niveles de interfaz clasificados en el capítulo 1 (Tabla 8, Figura 30).

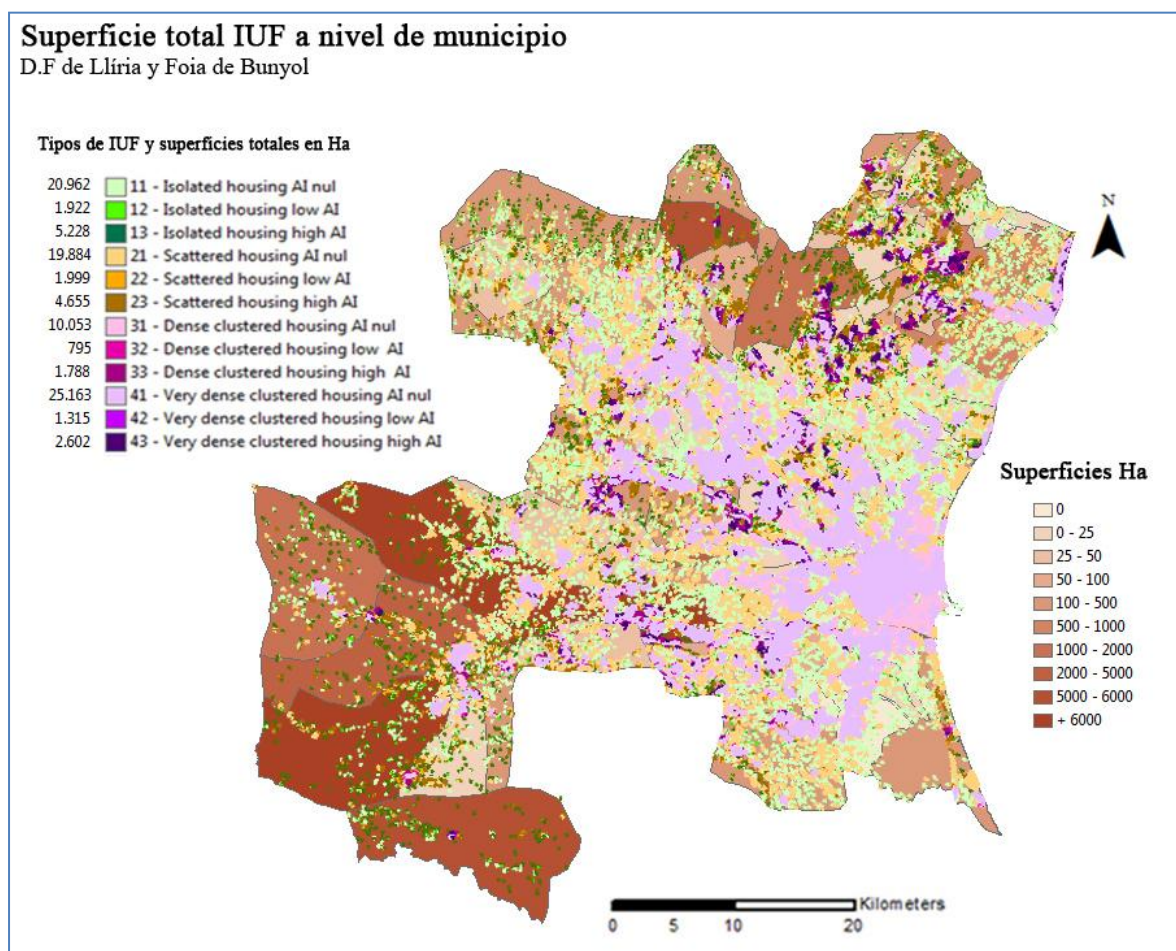
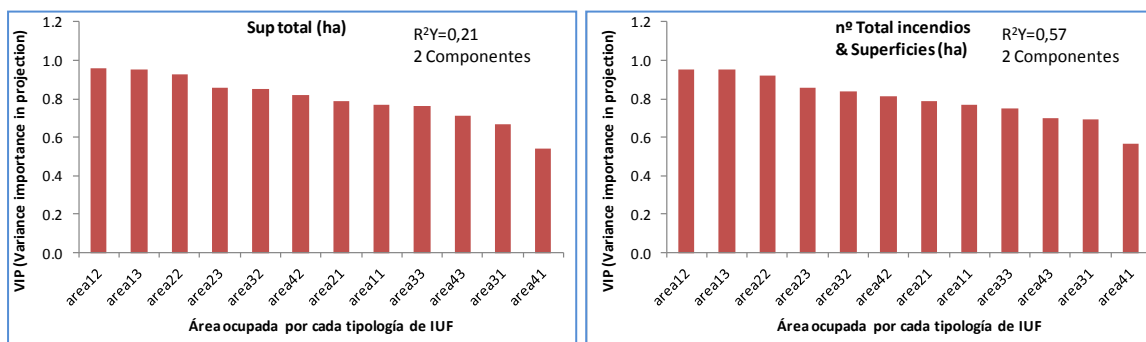


Figura 30. Distribución de las superficies afectadas por el fuego a nivel municipal bajo la clasificación de IUF realizada por Wuimap.

NOMBRE	Poblamiento aislado & Sin agregación forestal (11)	Poblamiento aislado & Baja agregación forestal (12)	Poblamiento aislado & Alta agregación forestal (13)	Poblamiento disperso & Sin agregación forestal (21)	Poblamiento disperso & Baja agregación forestal (22)	Poblamiento disperso & Alta agregación forestal (23)	Poblamiento denso & Sin agregación forestal (31)	Poblamiento denso & Baja agregación forestal (32)	Poblamiento denso & Alta agregación forestal (33)	Poblamiento concentrado & Sin agregación forestal (41)	Poblamiento concentrado & Baja agregación forestal (42)	Poblamiento concentrado & Alta agregación forestal (43)	TOTAL
Alaquás	32,54	0,00	0,00	57,57	0,39	0,15	42,51	0,77	0,40	194,08	0,88	0,79	330,08
Albal	80,50	0,00	0,00	102,23	0,61	0,27	50,25	0,00	0,00	221,72	0,00	0,00	455,58
Albalat dels Sorells	97,89	0,00	0,00	61,91	1,44	1,79	15,95	0,00	0,00	56,58	0,00	0,00	235,57
Albalat dels Tarongers	59,14	20,08	88,24	146,68	41,43	190,96	98,61	38,29	135,68	85,35	35,80	156,64	1096,91
Alborache	241,90	54,42	127,36	124,14	30,91	64,87	69,51	22,42	26,83	95,65	17,56	14,05	889,61
Alboraya	48,78	1,63	0,39	120,90	1,56	2,63	341,54	1,52	0,06	218,98	0,00	0,00	737,98
Albuixech	98,51	0,00	0,00	115,50	0,00	0,00	7,27	0,00	0,00	60,48	0,00	0,00	281,76
Alcásser	165,57	3,72	1,82	59,88	0,78	1,07	35,79	2,64	1,02	175,97	3,29	4,58	456,13
Aldaia	197,28	1,61	2,02	413,39	9,49	14,41	206,63	0,96	1,91	366,50	1,90	3,29	1219,41
Alfàfar	174,75	0,00	0,00	49,29	0,00	0,00	101,56	0,00	0,00	135,31	0,00	0,00	460,91
Alfara de la Baronia	53,89	16,75	31,68	42,11	12,13	47,09	6,08	2,22	11,57	16,52	5,57	27,55	273,18
Alfara del Patriarca	19,62	0,00	0,00	24,13	0,51	0,16	0,74	0,00	0,15	53,12	3,16	5,14	106,71
Algar de Palancia	38,91	17,87	44,89	41,06	12,19	34,60	38,28	9,42	35,07	22,83	4,67	12,22	312,01
Algimia de Alfara	136,02	34,47	74,50	112,66	34,33	101,80	11,79	1,10	4,25	32,76	3,19	2,88	549,75
Almássera	19,89	0,00	0,00	3,45	0,00	0,00	128,80	0,00	0,00	96,43	0,00	0,00	248,58
Benaguasil	289,47	10,88	24,49	426,42	32,58	51,89	151,48	4,86	11,99	289,52	13,66	31,25	1338,48
Benavites	25,17	0,53	0,00	26,21	4,05	0,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	56,84
Benetússer	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,00	0,00	79,27	0,00	0,00	79,75
Benifairó de les Valls	40,92	2,22	7,18	7,90	1,05	0,62	1,20	0,00	0,00	44,75	0,00	0,00	105,83
Beniparrell	38,31	0,00	0,00	45,35	2,46	0,24	21,15	1,23	0,00	145,05	4,93	0,00	258,73
Benisanó	16,30	0,87	0,27	21,64	3,20	8,22	28,19	0,73	0,55	75,66	0,00	0,00	155,62
Bonrepós i Mirambell	19,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,01	0,00	0,00	50,29	0,00	0,00	73,51
Bunyol	425,89	129,52	453,05	519,24	143,07	317,44	183,50	30,41	63,42	177,44	10,57	33,32	2486,88
Burjassot	2,72	0,00	0,00	3,35	0,00	0,00	47,50	0,01	0,00	252,93	0,16	0,00	306,69
Bétera	956,19	61,08	104,77	1035,81	136,15	237,53	577,25	53,80	89,48	1098,14	93,72	166,22	4610,11
Canet d'En Berenguer	54,17	1,25	0,63	78,37	1,21	1,79	27,90	0,52	0,09	38,93	3,24	3,74	211,85
Casinos	435,22	36,41	87,35	259,10	35,56	87,41	26,80	1,80	0,24	85,23	0,00	0,00	1055,12
Catarroja	225,47	4,00	3,19	182,88	0,00	0,00	78,98	1,04	0,59	216,06	0,24	0,12	712,58
Cheste	889,11	57,42	125,02	951,78	69,16	150,26	205,62	17,98	24,34	307,51	11,07	20,40	2829,66
Chiva	1732,07	185,55	343,71	1220,37	119,81	157,06	366,02	56,54	103,92	1139,31	101,91	122,95	5649,23
Domeño	23,10	1,47	3,54	52,83	0,66	1,32	31,59	1,55	1,42	43,82	2,22	2,55	166,07
Dos Aguas	126,66	70,30	388,69	14,43	13,01	55,64	0,06	1,03	9,70	6,74	3,90	17,38	707,55
Emperador	0,00	0,00	0,00	2,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,30
Estivella	48,34	16,87	104,18	61,40	18,85	118,19	10,80	5,75	28,25	51,59	16,16	41,55	521,94
Faura	18,76	0,00	0,00	1,43	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	46,07	0,00	0,00	66,39
Foios	165,22	0,00	0,00	100,02	0,23	0,00	45,32	0,12	0,07	106,09	2,24	2,00	421,31
Gilet	23,67	8,56	29,63	20,71	4,37	38,40	50,92	13,97	58,06	92,22	32,44	89,85	462,81
Godella	24,35	1,60	1,44	80,45	9,55	12,53	49,04	6,08	21,09	323,06	14,11	51,45	594,76
Godelleta	291,63	40,99	56,40	427,55	80,25	111,03	135,95	42,63	50,86	208,50	26,31	40,66	1512,76
Gátova	85,11	31,25	131,08	33,53	13,10	17,42	5,23	3,02	3,96	26,58	7,22	7,06	364,56
L'Eliana	26,98	0,00	0,00	20,36	0,00	0,00	31,21	2,02	2,55	711,91	15,59	26,40	837,01
Liria	2485,67	212,85	505,83	2188,25	161,15	373,06	808,97	48,65	81,21	1796,04	55,00	80,17	8796,87
Loriguilla	91,38	2,75	1,64	174,05	3,20	0,18	4,25	0,69	0,29	5,75	1,15	1,19	286,52
Macastre	152,18	52,63	165,29	158,50	58,28	157,05	59,56	22,51	39,45	67,81	0,78	0,66	934,70
Manises	168,58	8,20	10,10	243,51	36,56	61,34	197,99	21,78	46,14	408,33	51,23	112,38	1366,15
Marines	149,30	11,71	75,20	111,78	10,01	56,48	36,89	2,72	21,33	111,86	6,03	25,91	619,21
Massalfassar	48,60	0,00	0,00	75,84	0,60	0,87	8,19	0,00	0,00	36,86	0,00	0,00	170,96
Massamagrell	78,64	1,08	0,74	31,78	2,45	1,65	31,78	0,00	0,01	197,09	0,42	0,00	345,67
Massanassa	64,27	5,55	2,39	15,10	0,00	0,00	47,60	0,43	0,30	135,93	1,26	0,69	273,53
Meliana	68,42	0,06	0,00	133,02	2,45	2,15	74,38	0,80	1,32	132,99	0,00	0,00	415,59
Mislata	6,85	0,00	0,00	32,67	0,00	0,00	13,54	0,00	0,00	157,53	0,00	0,00	210,59
Moncada	170,05	6,53	9,39	170,59	19,44	23,89	149,81	4,32	4,47	421,56	9,01	7,36	996,45
Museros	235,12	2,26	2,37	244,34	11,40	12,04	39,55	0,00	0,00	131,40	0,22	0,00	678,71
Náquera	291,52	56,58	141,04	432,83	98,82	243,11	223,43	52,46	147,83	467,25	93,66	277,09	2525,63
Olocau	128,55	22,75	78,28	123,81	42,15	198,90	33,26	10,95	46,58	116,24	26,62	56,07	884,17
Paiporta	35,79	2,96	0,90	6,40	0,43	0,06	64,10	1,17	2,84	172,56	11,59	15,61	314,42
Paterna	222,69	24,37	60,61	245,74	22,99	44,28	353,90	12,94	39,33	851,80	54,97	124,44	2058,05
Petrés	21,12	2,49	6,71	38,60	3,37	15,96	0,00	0,00	0,28	0,00	0,00	0,32	88,84
Picanya	118,92	2,19	2,69	126,95	0,38	1,02	58,25	3,50	2,79	101,62	6,52	4,21	429,03
Picassent	1355,19	64,01	77,17	1379,88	65,01	116,04	364,97	22,46	27,48	679,30	43,67	44,12	4239,30
Pobla de Farnals, la	30,60	2,42	2,04	17,09	2,66	3,43	14,17	0,73	1,46	105,22	1,09	0,97	181,88
Pobla de Valbona, la	348,40	5,55	21,13	343,53	15,35	27,80	330,09	4,48	8,37	880,20	10,11	10,68	2005,70
Puig	402,24	38,18	65,86	407,32	41,72	71,60	48,65	2,25	4,85	175,04	9,81	19,45	1286,97
Puol	248,10	13,22	14,40	178,90	8,25	10,24	57,86	1,24	12,06	303,21	2,76	4,56	854,81
Quart de les Valls	84,91	12,08	34,53	60,61	5,36	23,93	0,00	0,00	4,73	0,00	0,00	0,00	226,15
Quart de Poblet	317,25	7,48	7,60	282,18	6,03	10,56	196,18	5,47	4,12	435,11	14,29	12,99	1299,26
Quartell	56,71	2,49	0,67	51,11	2,69	2,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	116,01
RafelBunyol	70,68	1,03	2,05	40,31	2,69	3,10	10,30	0,00	0,00	91,24	0,00	0,00	221,40
Riba-roja de Túria	615,50	42,97	79,44	733,09	46,07	79,14	405,32	22,95	44,72	760,36	84,31	88,05	3001,93
Rocafort	21,32	0,00	0,00	5,98	0,00	0,00	11,65	0,83	0,83	138,21	1,22	1,42	181,46
Sagunto	1565,58	88,56	246,09	993,38	108,02	339,42	397,86	41,71	145,24	913,70	91,09	235,46	5166,11
San A.BenagÜber	45,53	1,15	6,37	184,26	10,26	10,38	107,73	5,82	5,35	312,75	4,57	8,11	702,28
Sedaví	12,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,19	0,00	0,00	118,27	0,00	0,00	160,97
Segart	15,73	2,71	43,03	2,76	5,53	62,87	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	132,67
Serra	70,71	24,56	245,76	47,23	19,62	117,85	18,26	11,43	60,13	30,55	13,46	78,73	738,29
Siete Aguas	284,72	97,10	311,39	117,14	43,35	96,94	43,56	8,52	12,40	123,57	10,84	12,08	1161,62
Silla	343,08	2,87	1,67	230,46	1,95	0,14	110,51	0,12	0,00	308,74	1,70	0,62	1001,86
Tavernes Blanques	2,99	0,00	0,00	2,08	0,00	0,00	0,56	0,00	0,00	70,04	0,00	0,00	75,67
Torrent	789,32	57,23	86,02	1052,37	64,39	103,53	633,61	56,26	121,21	1571,40	146,72	236,18	4918,24
Torres Torres	40,86	12,00	33,96	51,70	19,97	59,67	27,65	12,89	50,41	21,31	16,88	87,53	434,83
Valencia	865,93	16,73	44,10	990,97	33,82	84,33	1305,97	12,69	25,98	4096,66	12,23	19,26	7508,67
Vilamarxant	906,32	66,07	141,40	712,15	97,44	203,39	327,43	73,33	130,15	762,70	83,38	136,55	3640,31
Vinalesa	25,89	0,52	0,89	5,02	0,00	0,00	8,84	0,00	0,00	44,43	0,90	0,85	87,34
Xirivella	82,59	0,00	0,00	36,36	0,06	0,00	33,61	0,18	0,12	202,86	1,55	1,78	359,11
Yátova	264,58	125,47	433,78	181,60	82,92	181,74	40,63	1,77	5,05	89,94	0,13	0,00	1407,61

</

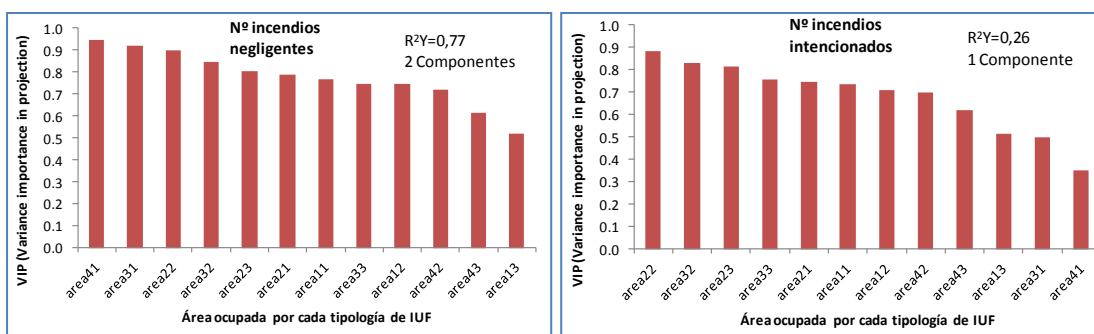
El mapa de la figura 30 es esclarecedor, pues en él se puede apreciar claramente que aquellos municipios donde la superficie incendiada tiene bajos registros, por debajo de 500 hectáreas, la tipología de interfaz que sobre ellos se localiza pertenece a los niveles de agregación forestal nula (ausencia de IUF), representada con las tonalidades más claras, para cada uno de las cuatro tipologías de poblamiento (aislado, disperso, denso y muy denso). Los modelos PLS generados con estos datos (Figura 31) muestran un ajuste del 21% para el modelo en el que se incluye como variable dependiente la superficie afectada y del 57% si incluimos además como variable dependiente el número de incendios. Los resultados ratifican estadísticamente los comentarios anteriores, siendo las tipologías de poblamiento dentro de la IUF las más importantes para explicar la superficie afectada.

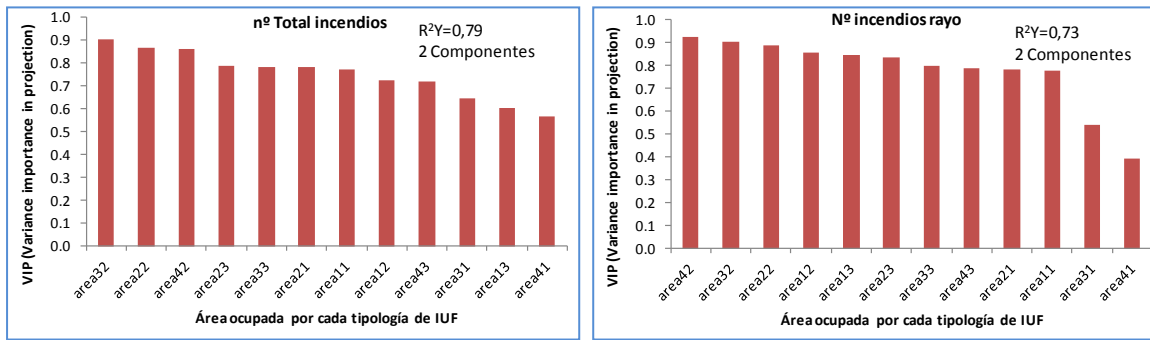


**Figura 31.** Importancia relativa (VIP) y ajustes ( $R^2$ ) de los modelos PLS generados para relacionar la superficie total y el número de incendios (período 1985 - 2010) con las superficies ocupadas por las tipologías de IUF en los diferentes municipios (áreas 11 a 43)

Los modelos generados para el número total de incendios (incendios + conatos) presentan ajustes muy altos para el número total de incendios, el número de incendios por rayo y el número de incendios negligentes. El menor número de datos para incendios intencionados genera ajustes significativos aunque notablemente inferiores (Figura 32).

Tal como se reseñó en los mapas de causalidad (capítulo 2) destacan de nuevo la influencia de los términos municipales del interior que presentan en general mayores superficies de interfaz. El modelo generado para número de incendios negligentes advierte sin embargo sobre la importancia de esta causa en municipios con alta superficie fuera de la IUF (tipologías 41 y 31) que son más abundantes en municipios costeros o en aquellos términos municipales con poblaciones rurales grandes pero sin hábitat disperso. Efectivamente en los mapas de distribución del número de incendios y conatos (capítulo 2) destacaban términos como el propio municipio de Valencia con alto número de conatos.

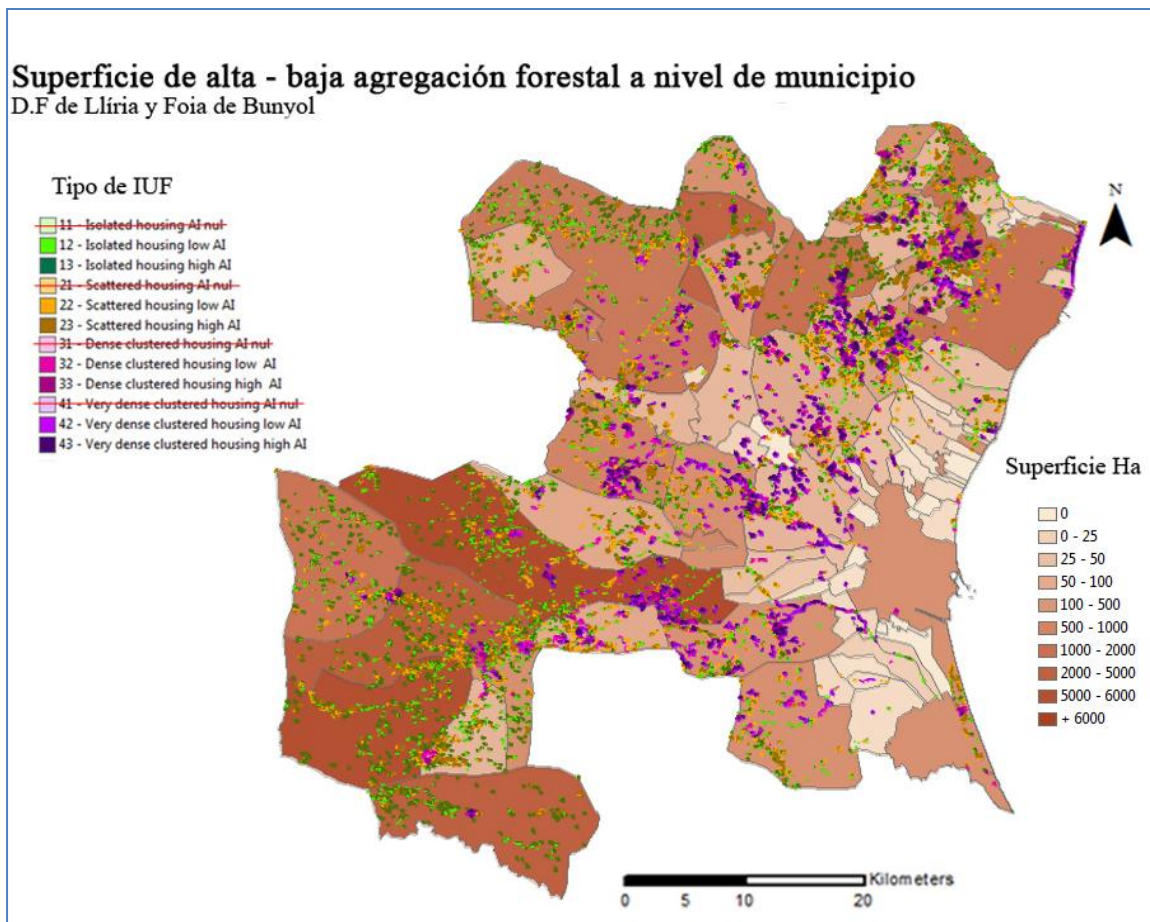




**Figura 32.** Importancia relativa (VIP) de la tipología de IUF en el número total de incendios y el número de incendios según causalidad según los modelos PLS obtenidos

Se ha generado otro mapa (Figura 33) donde no fue considerada la superficie fuera de la IUF (tipologías 11, 21, 31, 41), la cual representa más de 70.000 hectáreas, por ello, se realizó un segundo filtro para mostrar las zonas pertenecientes a la interfaz urbano-forestal.

El mapa de la figura 33 así como la tabla con los datos que le acompañan (Tabla 8) muestra la superficie que cada tipo de interfaz en cada uno de los municipios de nuestra zona de estudio. Los datos obtenidos de aquellos municipios localizados en el interior, coinciden con los diferentes entornos montañosos de la comarca de Foia de Bunyol y posteriormente de la Sierra Calderona.



**Figura 33.** Distribución de las superficies afectadas por el fuego a nivel municipal bajo la clasificación de las clases IUF de alta y baja agregación vegetal realizada por Wuimap.

Así pues, destacaremos las cifras de interfaz de municipios como Yátova, localizado en un entorno serrano, principalmente forestal, y que cuenta con una superficie arrasada por los incendios de más de 17.000 hectáreas (1985-2010). Con esta tabla podemos comprobar que 1.400 hectáreas fueron clasificadas por el programa Wuimap, de las cuales si se descartan aquellas superficies clasificadas con una agregación vegetal nula (fuera de la IUF), obtienen un total de aproximadamente 920 Ha de IUF aproximadamente. Dentro de estas cifras de interfaz, destaca por encima del resto, con 433 hectáreas, la superficie de interfaz de vivienda aislada en un entorno de agregación vegetal alta, siendo esta tipología a tener muy en cuenta a la hora de clasificar el espacio de interfaz urbano-forestal con respecto a su fragilidad.

En casos similares encontramos otros municipios próximos espacialmente y en cuanto a superficies de interfaz como puedan ser Dos Aguas, Chiva, Bunyol o Siete Aguas. En todos estos municipios, aunque las cifras totales varían, los porcentajes de cada tipología de interfaz son similares. Podemos decir que se trata de zonas de predominio del poblamiento disperso y aislado con un área de interfaz urbano-forestal de alta agregación vegetal, en los que los episodios de incendio forestal son frecuentes en el tiempo y suponen pérdidas de importantes superficies forestales.

Al norte, en el entorno de Sierra Calderona la situación de varios municipios es muy similar. Lliria, Gátova o Serra son localidades donde la presencia de interfaz urbano-forestal de vivienda aislada o dispersa en entornos puramente forestales indica que se trata de áreas en peligro ante probables incendios forestales (Galiana 2011).

El municipio de Lliria, siendo el municipio de mayores dimensiones cuenta también con las cifras más altas de superficie de interfaz urbano-forestal de vivienda aislada o dispersa, con cerca de 1.100 hectáreas. En otra localidad como Gátova, emplazada en plena sierra, cuenta con más de la mitad de su superficie calificada como zona de interfaz con alta agregación vegetal de vivienda aislada o dispersa, y de igual modo ocurre con el municipio de Serra, con alto número de incendios y superficies afectadas, tal como se vio en el capítulo 2.

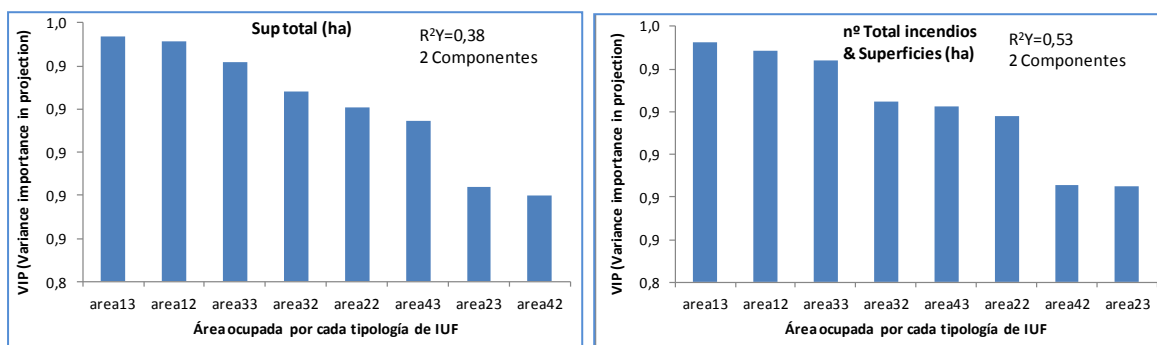
Para la tipología de interfaz donde el poblamiento es denso o muy denso el peligro y las consecuencias de los incendios forestales suelen ser menores ya que estos núcleos de población suelen contar con buenos accesos para la extinción de fuegos cercanos así como vías rápidas de desalojo en caso de que sea necesario. Además estas zonas no cuentan con peligro de propagación hacia el interior del núcleo urbano, sino que el peligro es fundamentalmente en las edificaciones periféricas. Tanto es así que en la clasificación de WUimap, las superficies que estas tipologías de interfaz ocupan son las de menor representación.

Para el conjunto de municipios costeros y periféricos a la ciudad de Valencia, además de tratarse de las zonas donde menores superficie forestal registran, la tipología de interfaz que sobre ellos aparece al analizar los datos de WUimap es en su inmensa mayoría de los tipos donde la agregación vegetal es nula (fuera de la IUF), y por lo tanto no los tenemos en consideración para mostrar su potencial peligro en cuanto a los incendios forestales se refiere. Es en estos municipios del área periurbana de Valencia donde existe mayor presencia de interfaz de alta densidad de edificaciones con agregación vegetal, no supone un peligro elevado ya que estos espacios forestales son en su mayoría zonas de matorral entremezclado con cultivos (El Saler y el entorno de La Albufera).

Por lo tanto la relación espacial entre el régimen de incendios forestales, ya sea atendiendo a su número como a sus dimensiones, tiene una correspondencia clara con municipios donde la presencia de superficie

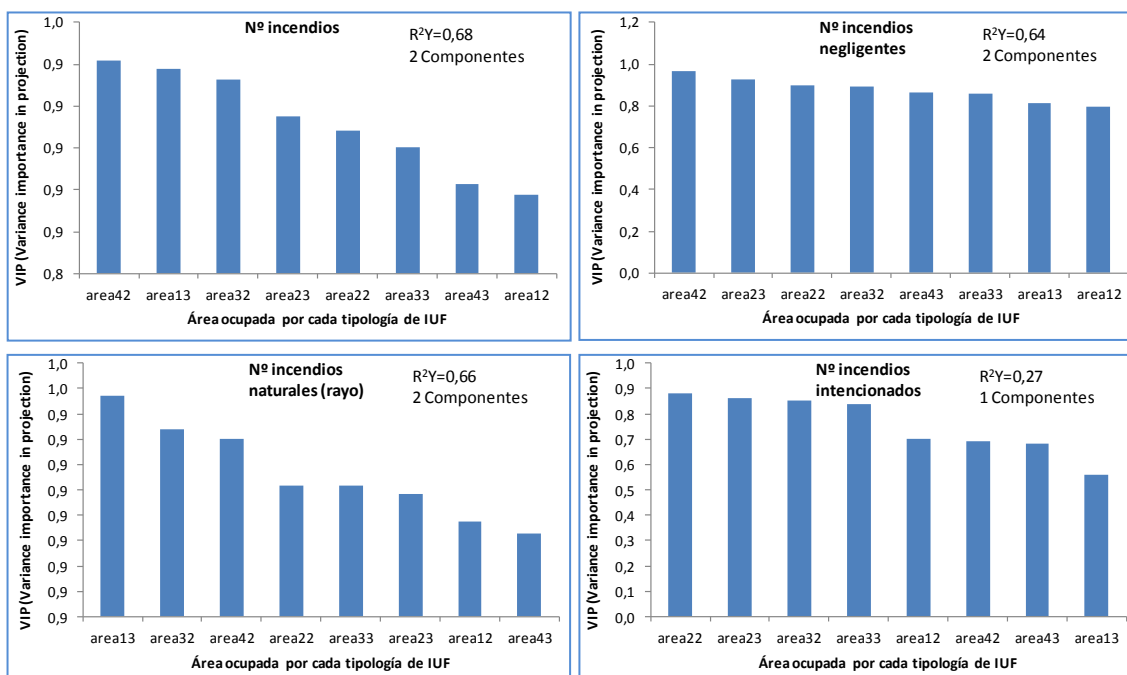
de interfaz urbano-forestal de vivienda es aislada y dispersa, las tipologías de interfaz más peligrosas y sobre las que más hay que centrarse para minimizar los daños de posibles incendios forestales.

Los modelos PLS generados para los datos dentro de la IUF (esto es, eliminando como variables predictoras las tipologías 11, 21, 31 y 41) ratifican los resultados obtenidos en los mapas (Figura 34). El ajuste de los modelos es algo menor al de los obtenidos con todas las variables pero la tendencia es similar, sobre todo cuando incluimos como variable independiente las superficies afectadas.



**Figura 34.** Importancia relativa (VIP) de la tipología de IUF en la superficie total de IUF (sin las clases 11, 21, 31 y 41) y la variable del número total de incendios.

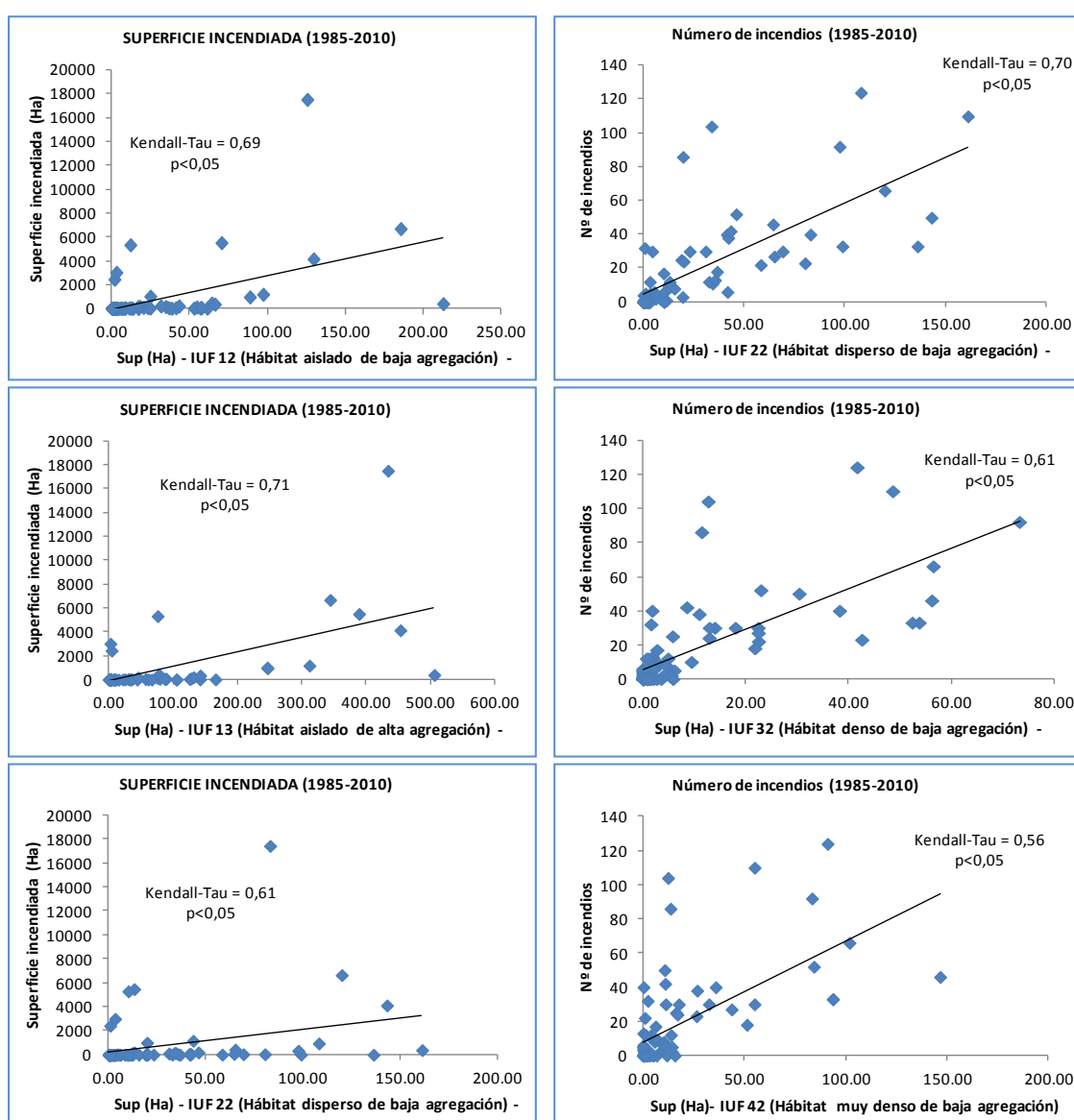
En el modelo generado para el número de incendios, es la tipología 42 la más importante (Figura 35), confirmando de nuevo que el mayor número de siniestros se da en el entorno de poblaciones con baja agregación vegetal, esto es donde la mezcla de usos del suelo (agrario-urbano-forestal) genera mayor número de fuentes de ignición intencionadas o negligentes (Ortega et al. 2011).



**Figura 35.** Importancia relativa (VIP) de la tipología de IUF en la superficie total de IUF (sin las clases 11, 21, 31 y 41) según la causalidad.

No obstante si diferenciamos por tipo de causa (rayo, intencionado y negligente) cobran importancia las causas humanas en las tipologías 23 y 33 de alta agregación vegetal, esto es, de contacto directo del área urbana y forestal, advirtiendo sobre el riesgo de habitar en este tipo de viviendas dispersas o densas (urbanizaciones).

Los modelos PLS obtenidos sugieren que las tipologías de IUF 12, 13, 22, 32 y 42 son las más relacionadas en su conjunto con el número de incendios y las superficies afectadas en el período estudiado. Las correlaciones obtenidas para dichas interfaces con el número de incendios y las superficies afectadas son altamente significativas (Figura 36). Por tanto las altas superficies de estos tipos de interfaz en los municipios estudiados estarían condicionando la aparición de incendios de alta afectación, o al menos, existe una relación significativa entre el régimen de incendios y la distribución de las zonas habitadas que definen las tipologías de interfaz.



**Figura 36.** Correlaciones (test no paramétrico de Kendall-Tau) entre las superficies ocupadas por las tipologías de IUF más importantes en la construcción de los modelos PLS y el régimen de incendios en los municipios estudiados (superficies afectadas y nº de incendios).

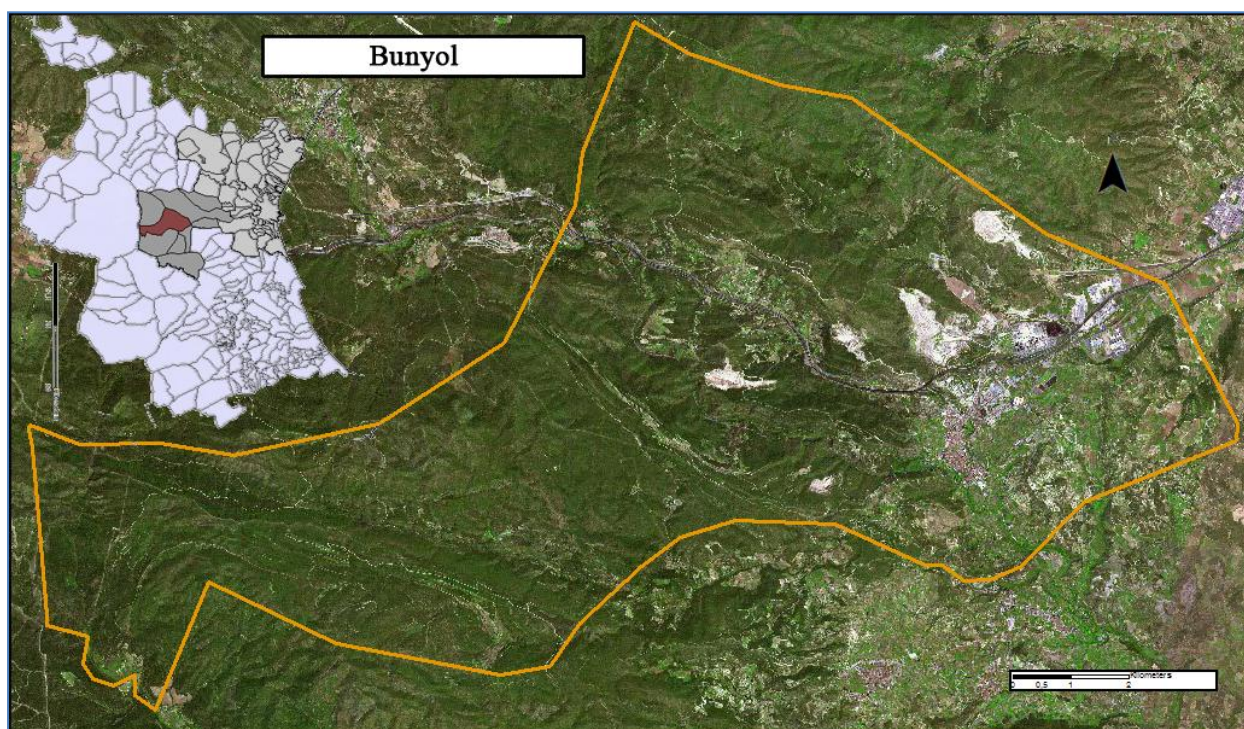
#### **CAPÍTULO 4. Caso de estudio. Evaluación del peligro de incendios en la IUF en municipios de máxima prioridad de actuación: El caso de Bunyol.**

Tras el análisis realizado en el Capítulo 2, en el que se priorizaron las zonas de actuación según el régimen de incendios y el análisis del capítulo 3 donde se determinaron aquellas tipologías de IUF más vulnerables a los incendios, se seleccionó el municipio de Bunyol como caso de estudio. De acuerdo con los criterios adoptados en el Capítulo 2, este municipio se localiza en la mayor parte de su territorio bajo la calificación de riesgo estructural B1 (más de 5.000 hectáreas arrasadas y entre 30 y 60 casos de incendio) y presenta una elevada superficie de tipologías de interfaz 12, 13, 22 y 32, que son las que presentan más relación con el número de incendios y superficies afectadas (Capítulo 3).

Con los antecedentes estudiados y la explotación de la información de la Base de Datos de Incendios Forestales se evaluará el peligro de incendio centrándonos en un municipio concreto, atendiendo a aquellas zonas donde la prioridad en cuanto a riesgo de incendio es mayor. Se generará cartografía de apoyo a la toma de decisiones para la planificación en la prevención que sirva de ejemplo metodológico para otras áreas en igual situación.

##### **4.1. Características del municipio y régimen de incendios**

Como municipio representativo idóneo para realizar un análisis más focalizado se eligió Bunyol, municipio de interior en el que los incendios forestales han sido un problema importante a lo largo de los años (Figura 37).



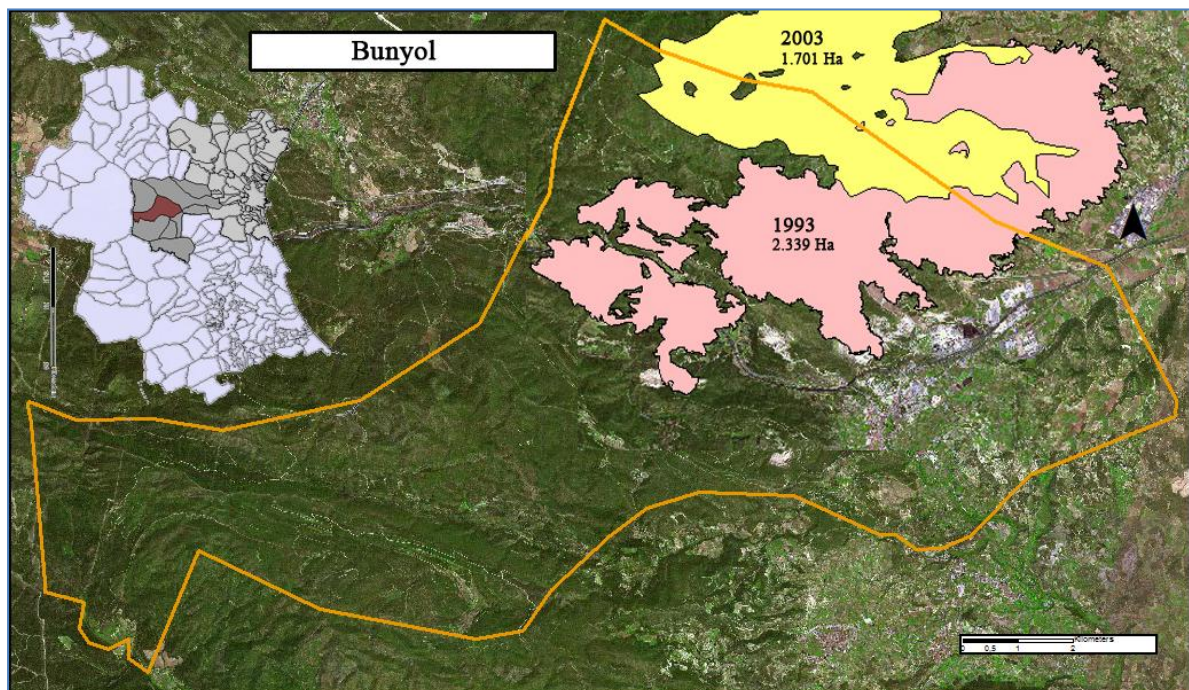
**Figura 37.** Localización del municipio de Bunyol y ortofoto PNOA 2005.

Bunyol (Foia de Bunyol):

Extensión: 11.240 Ha  
Población: 9.955 habitantes (2011). Densidad de población: 88,57 hab./km<sup>2</sup>  
Altitud: entre 276 – 1.096 metros.  
Características de su poblamiento: 1 núcleo urbano y poblamiento disperso.  
Usos de suelo: Cultivos herbáceos: 249,5 Ha  
Cultivos leñosos: 1.040 Ha  
Matorral: 7.325 Ha  
Forestal: 1.436 Ha

Régimen de incendios en el período 1985 – 2010:

Número de incendios: 50  
Hectáreas afectadas: Superficie forestal: 4.080,6 Ha  
Superficie no forestal: 51,86 Ha  
Superficie total incendiada: 4.132,46 Ha  
Tamaño de incendios: Conatos: 21  
Incendios: 29 > 1 Ha; (1 > 100 Ha / 3 > 500 Ha)  
Causas: Incendio por rayo: 26  
Incendios por negligencia: 21  
Incendios intencionados: 2  
Incendios por causa desconocida: 1  
Prioridad de riesgo- vulnerabilidad: B2 (prioridad alta)  
Incendios de mayor relevancia: 1993 (2.339 Ha) y 2003 (1.701 Ha)



**Figura 38.** Perímetros de los principales incendios en el municipio de Bunyol sobre la ortofoto PNOA 2005.

Los efectos que los incendios forestales han tenido sobre la vegetación local afectan a Bunyol en cuanto a la pérdida de masa forestal. El matorral cubre la mayoría de la cubierta vegetal del municipio, mientras que las áreas forestales se concentran en los espacios de orografía más compleja y en su mayoría, en orientación norte y noroeste. Estos datos informan de la importancia del régimen de incendios en la estructura del paisaje del municipio.

Los perímetros de los incendios de mayor extensión muestran el impacto sobre el territorio de manera gráfica. Así, en los dos casos destacados en el mapa de la figura 38, los mayores incendios se localizaron en el mismo entorno, al norte del municipio, en la Sierra de la Cabrera. La elevada frecuencia de incendios en dicha zona provoca que la vegetación arbórea de este espacio no se regenere y se halla fijado una vegetación de porte arbustivo.

Viendo que este entorno ha sido lugar de importantes incendios forestales en años anteriores y que además lo ha sido en varias ocasiones, será un entorno ideal para comprobar la existencia de zonas de interfaz urbano-forestal y determinar los espacios prioritarios de actuación para la prevención contra incendios forestales.

El resto de espacio de matorral y forestal del municipio, aunque no se vea afectado por grandes incendios en los últimos 25 años, también puede tratarse de una zona peligrosa que se analizará en su conjunto según las tipologías de IUF.

#### 4.2. Áreas interfaz urbano-forestal

En el municipio Bunyol, la clasificación de las superficies de interfaz urbano-forestal que realizamos con el programa Wuimap (Capítulo 1) nos muestra la presencia de los 12 tipos de interfaz que el programa registra.

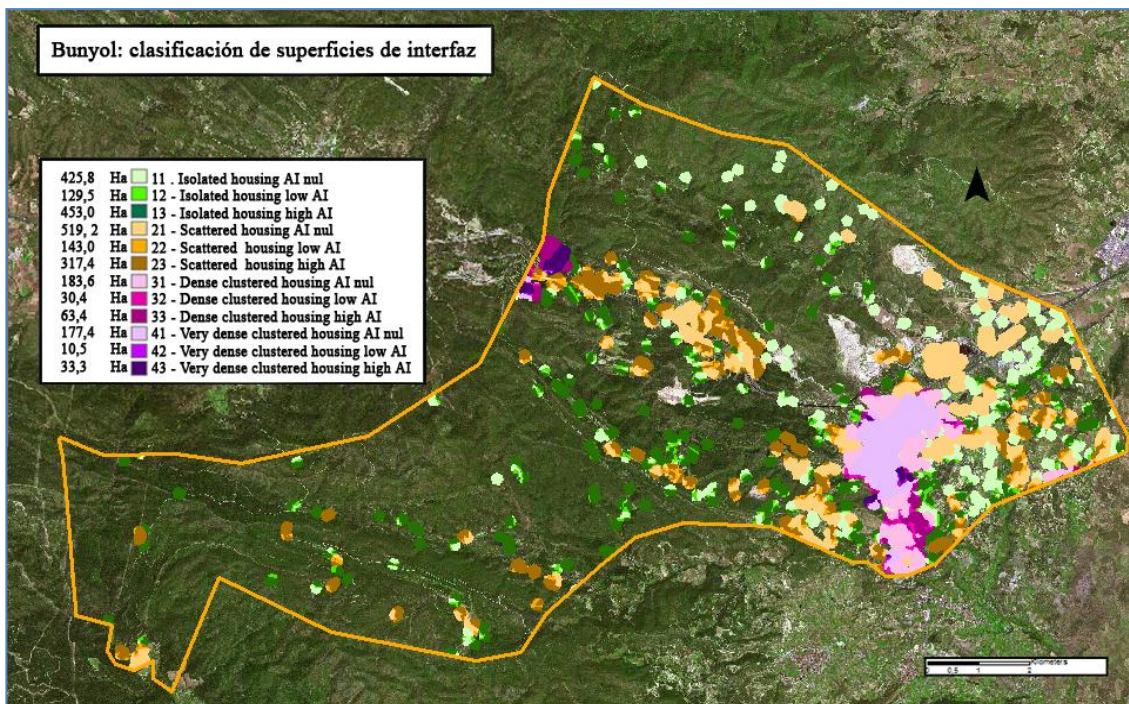


Figura 39. Superficies calificadas como IUF por Wuimap para el municipio de Bunyol sobre la ortofoto PNOA 2005.

El mapa de la figura 39 muestra sobre la ortofoto PNOA de 2005 la distribución de cada tipo de interfaz sobre Bunyol. Además de la tipología de interfaz, en la leyenda también podemos comprobar la superficie que cada tipología ocupa, y con ello completar la información del mapa.

También podemos observar claramente cómo el entorno del núcleo de población de Bunyol, al este, se encuentra en un entorno agrario, el cual determina una agregación de la vegetación nula (fuera de la IUF), la cual se concentra de manera mayoritaria este sector del municipio, mientras que la vegetación forestal agregada (zonas de IUF) ocupan ampliamente el resto del municipio.

### 4.3. Peligro de incendios: fisiografía y agregación vegetal en las zonas de IUF

Con el mapa de la figura 40, completamos un primer acercamiento a las características en la distribución espacial de la IUF. El núcleo de población principal de Bunyol se emplaza en el entorno de menor altitud (300 m), es prácticamente el pie de monte de la Sierra de la Cabrera. Desde aquí la orografía se va modificando hacia el oeste, situándose en pocos kilómetros las cotas superiores a 600 metros y superando los 1.000 metros en las cotas más elevadas, ya en la Sierra de Malacara.

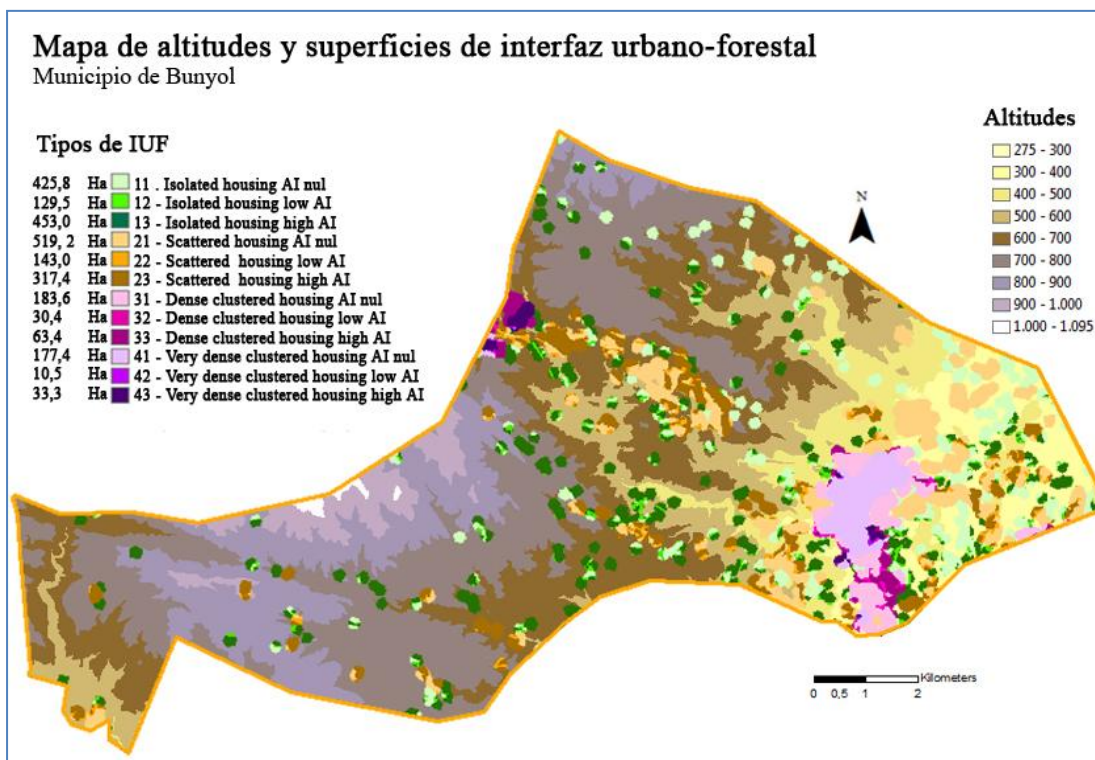


Figura 40. Superficies calificadas como IUF por Wuimap para el municipio de Bunyol sobre el mapa de altitudes.

Con la variable topográfica se aprecia una tendencia en la distribución de las tipologías de interfaz, ya que a medida que la altitud va aumentando, el poblamiento pasa a ser totalmente aislado o disperso, al tiempo que se corresponde con zonas de alta agregación de la vegetación.

Como se dijo anteriormente, las interfaces más vulnerables ante los incendios forestales que pudieran ocurrir serán aquellas donde el poblamiento se encuentre aislado o disperso y al tiempo se encuentre en un entorno de baja o alta agregación vegetal, en un radio establecido por Wuimap de 100 metros (definición de IUF).

La distribución del poblamiento aislado o disperso ocupa el territorio de Bunyol en toda su extensión. Dentro de la clasificación de interfaz, las tonalidades moradas y rosas representan el poblamiento denso y muy denso, en su mayoría fuera de entornos de agregación vegetal (fuera de la IUF), suponen 498 hectáreas, o lo que es lo mismo, el 20% aproximadamente de toda la superficie clasificada. Dentro de la consideración de IUF, el porcentaje que esta tipología suma es del 11,77 % de las 1.180,80 Ha consideradas como IUF (ver tabla 9).

El 80 % restante de superficie clasificada por Wuimap como IUF pertenece por lo tanto a poblamiento disperso o aislado. Sin embargo, dentro de este porcentaje no tendremos en cuenta aquellas zonas de interfaz donde no exista agregación vegetal (fuera de IUF). Por lo tanto, la superficie de interfaz que consideramos como más vulnerable supone el 36,65 % del total clasificado.

TIPOLOGÍA DE INTERFAZ URBANO-FORESTAL	Superficie (Ha)	IUF (con agregación vegetal)
Poblamiento aislado & Sin agregación forestal (11)	425,89	No IUF
Poblamiento aislado & Baja agregación forestal (12)	129,52	582,57 Ha (49,33%)
Poblamiento aislado & Alta agregación forestal (13)	453,05	
Poblamiento disperso & Sin agregación forestal (21)	519,24	No IUF
Poblamiento disperso & Baja agregación forestal (22)	143,07	460,51 Ha (38,99%)
Poblamiento disperso & Alta agregación forestal (23)	317,44	
Poblamiento denso & Sin agregación forestal (31)	183,50	No IUF
Poblamiento denso & Baja agregación forestal (32)	30,41	93,83 Ha (7,94%)
Poblamiento denso & Alta agregación forestal (33)	63,42	
Poblamiento concentrado & Sin agregación forestal (41)	177,44	No IUF
Poblamiento concentrado & Baja agregación forestal (42)	10,57	43,89 Ha (3,71%)
Poblamiento concentrado & Alta agregación forestal (43)	33,32	
Suma de superficie interfaz de poblamiento aislado o disperso y de baja o alta agregación vegetal	1.043,08 Ha (88,33%)	
Suma total de superficie de interfaz	1.180,80 Ha (100%)	

**Tabla 9.** Superficies de interfaz caracterizadas por Wuimap para Bunyol y superficies consideradas como IUF (excluyendo las zonas de agregación vegetal nula).

Entre los diferentes tipos de poblamiento, la tipología que cuenta con mayor superficie es la de viviendas o edificaciones aisladas, con el 49,33 % del total de la IUF considerada, con una suma total de 582,57 hectáreas. Las interfaces de poblamiento disperso se sitúan en el 39 %, siendo el segundo porcentaje de la IUF más elevado, con 460,51 Ha. Estas cifras dejan el resto de la interfaz, de poblamiento denso y muy denso en el 7,94 % y el 3,71 % respectivamente.

Esto supone que de la superficie total del municipio de Bunyol (11.240 Ha), Wuimap clasifica un total de 2.846 Ha (25,32 %), de las cuales solamente consideramos como interfaz 1.180,80 (10,50 %). Dentro de este porcentaje del total de la IUF con respecto al municipio, la suma de las interfaces de mayor riesgo (aislada y dispersa) asciende a 1.043 Ha (88,33 %), mientras que las interfaces de poblamiento más concentrado quedan en 137,72 Ha (11,67 %).

En los siguientes mapas (Figuras 41 y 42) se han superpuesto las zonas de IUF, fijándonos siempre en las tipologías ya destacadas como de mayor riesgo, sobre las variables que mejor pueden mostrar la singularidad de los entornos de cada clase, y sobre todo, variables que participan de manera directa en el comportamiento del fuego en caso de incendio forestal, la pendiente y la orientación de la ladera. La pendiente determina no solo la dificultad de las labores de extinción en caso de incendio, sino que también influye en el comportamiento del fuego acelerando su avance. La solana por su parte está relacionada con aspectos como la temperatura y humedad del suelo, pero también con el posible estado de los combustibles disponibles para arder en los meses más secos, lo cual puede condicionar el comportamiento del fuego de manera notable.

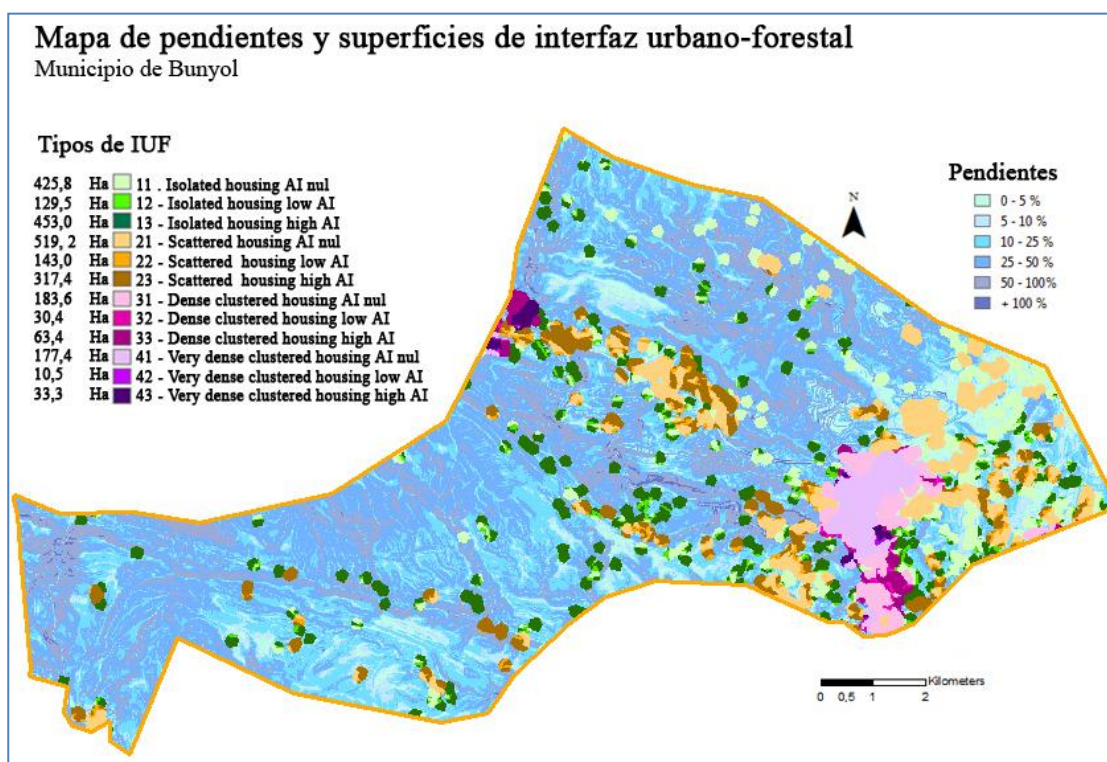


Figura 41. Superficies calificadas como IUF por Wuimap para el municipio de Bunyol sobre el mapa de pendientes.

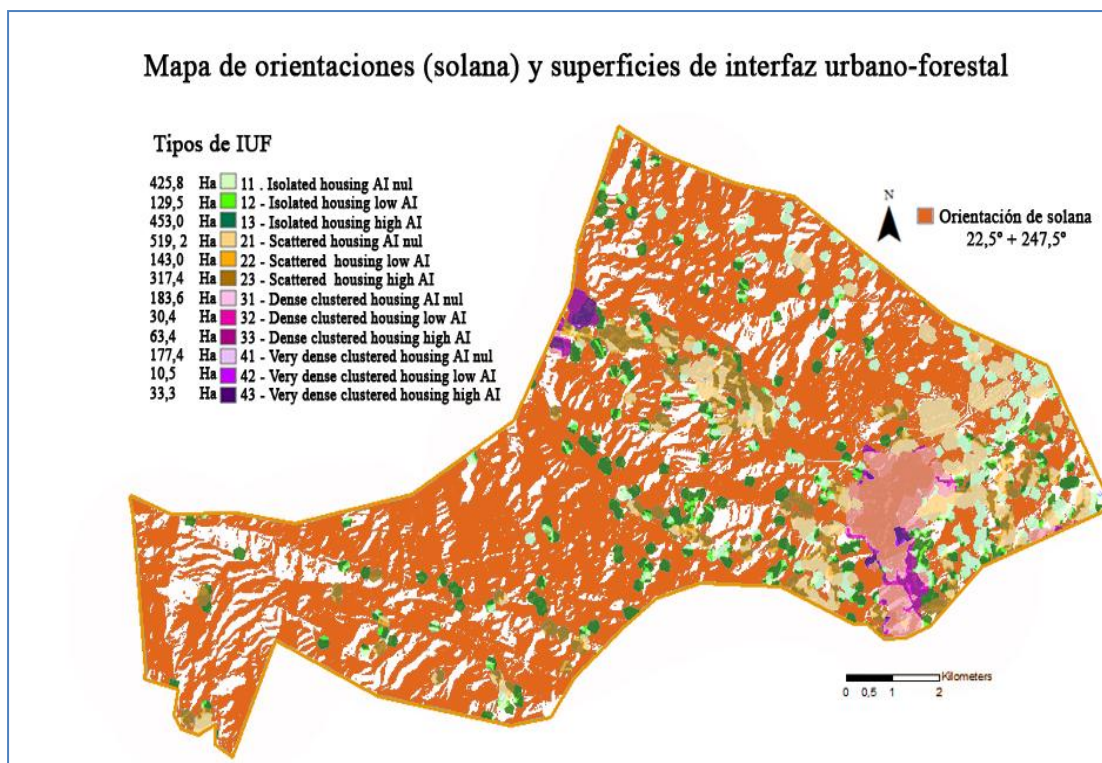
Tal y como ocurría con el mapa de altitudes, el comportamiento de las diferentes tipologías de interfaz urbano-forestal es fácilmente reconocible.

Las pendientes menos pronunciadas se concentran en el extremo este del municipio, que es donde se encuentra el núcleo principal así como la actividad agrícola, por lo tanto, aquí se aglutinan las tipologías de interfaz con poblamientos densos o muy densos, así como todo tipo de poblamiento sin proximidad a superficies de alta agregación vegetal.

Hacia el interior del municipio, existen agrupaciones de viviendas dispersas aprovechando el amplio fondo de valle en el que la pendiente es escasa, del mismo modo que ocurre al norte del núcleo urbano, aunque este sector tenga un uso básicamente industrial.

Centrándonos en las interfaces de mayor riesgo, podemos ver que la vivienda aislada y dispersa no tiende a ocupar zonas llanas, sino que aparecen de manera dispar, ocupando cualquier entorno donde dominan grandes pendientes. Esta situación la encontraremos en el territorio más accidentado de Bunyol, el cual registra también los espacios de agregación vegetal alta, tal y como podemos advertir en las tonalidades oscuras de nuestra clasificación de interfaces.

El criterio seguido para la determinación de la solana es el considerar como tal las orientaciones comprendidas entre los 22,5 y los 247,5 grados, ya que este es el rango que mejor se ajusta a la realidad de los entornos mediterráneos (Pemán y Navarro 1998)



**Figura 42.** Superficies calificadas como IUFI por Wuimap para el municipio de Bunyol sobre el mapa de orientación de solana (entre 22,5 – 247,5 grados).

Tras el análisis de distribución de la interfaz urbano-forestal en toda su tipología Wuimap, así como la distribución del resto de variables topográficas más influyentes en los incendios forestales, pasaremos a la determinación de las zonas que por sus características requieran cierta prioridad de actuación.

#### 4.4. Delimitación de áreas de peligro y actuación prioritaria en la IUFI

Para la elaboración del mapa de interfaz sometida a peligro de incendios, se superpuso la información de las variables anteriormente analizadas para el municipio de Bunyol.

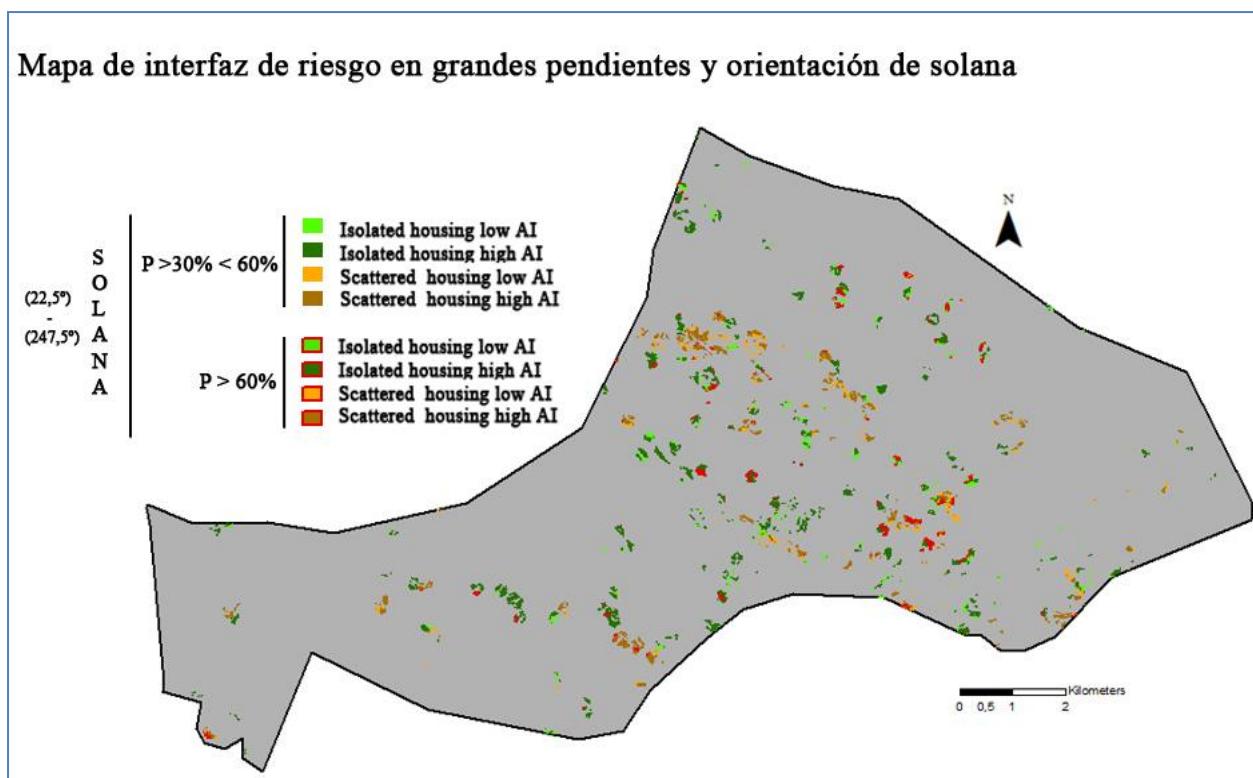
En primer lugar, se representaron las áreas de interfaz, limitadas a aquellas que representaban las edificaciones aisladas o dispersas, con algún grado de agregación vegetal. Como segundo criterio se adoptó la necesidad de agrupar las pendientes en tres intervalos: superficie con menos del 30%, entre el 30% y el

60%, y más del 60%. La elección de estos rangos de pendientes vino determinada por criterios de comportamiento del fuego y de dificultad de mecanización y accesibilidad de las posibles actuaciones durante la extinción (Vélez 2009). Por último, se introdujo la variable de orientación de solana por el criterio de comportamiento del fuego y estado de los combustibles mencionado anteriormente.

Con ello se calificó en 9 clases aquellas zonas de interfaz donde la prioridad de actuación es mayor, ya que concentran el tipo de interfaz de mayor riesgo por su contacto directo con las masas forestales; las pendientes, que propicia condiciones en las que el fuego se propaga con mayor celeridad y mayores dificultades de extinción y las exposiciones de solana donde los combustibles están más disponibles para arder.

Tanto en el mapa resultante (figura 43) como en la tabla que lo completa (tabla 10), encontramos los resultados con que finaliza el análisis de las características de la interfaz urbano-forestal en el municipio de Bunyol, estableciendo aquellas zonas donde la prioridad en cuanto a riesgo de incendio es mayor, como herramienta de apoyo a la toma de decisiones para la planificación en las tareas de prevención.

La distribución espacial de la superficie resultante, la cual consideraremos prioritaria en la prevención de incendios forestales, se encuentra de manera dispersa a lo largo de todo el territorio del municipio, aunque la mayoría de los resultados se concentren en las laderas montañosas del oeste del núcleo urbano de Bunyol.



**Figura 43.** Mapa resultante de la superposición de los criterios de solana, pendientes superiores al 30 % y zonas de interfaz de mayor riesgo, agregación vegetal baja/alta y poblamiento aislado/disperso en el municipio de Bunyol.

Solana	Tipología de IUF	Pendientes >30% - <60%	% de UIF	Pendientes > 60%	% de UIF	Total Ha	Total %
	Isolated housing low AI	23,35 Ha	18,03 %	2,30 Ha	1,77 %	25,65 Ha	19,80 %
Isolated housing high AI	88, 91 Ha	19,62 %	9,75 Ha	2,15 %	98,66 Ha	21,77 %	
Scattered housing low AI	17,43 Ha	12,18 %	1,47 Ha	1,02 %	18,90 Ha	13,20 %	
Scattered housing high AI	47,02 Ha	14,83 %	4,26 Ha	1,34 %	46,28 Ha	14,57 %	
	176,71 Ha		17,78 Ha		194,49 Ha		

**Tabla 10.** Superficies obtenidas según interfaces de riesgo, altas pendientes y orientación de solana y porcentajes con respecto al total de esas tipologías de IUF para el municipio de Bunyol.

No existe un área amplia en la que se cumplan las condiciones de tipo de IUF, alta pendiente y solana, lo cual nos da una idea la irregularidad que el terreno presenta. Al tratarse de un territorio de tan difícil topografía, la calificación de cerca de 200 Ha que hemos obtenido como prioritarias, es una cifra importante y muy a tener en cuenta.

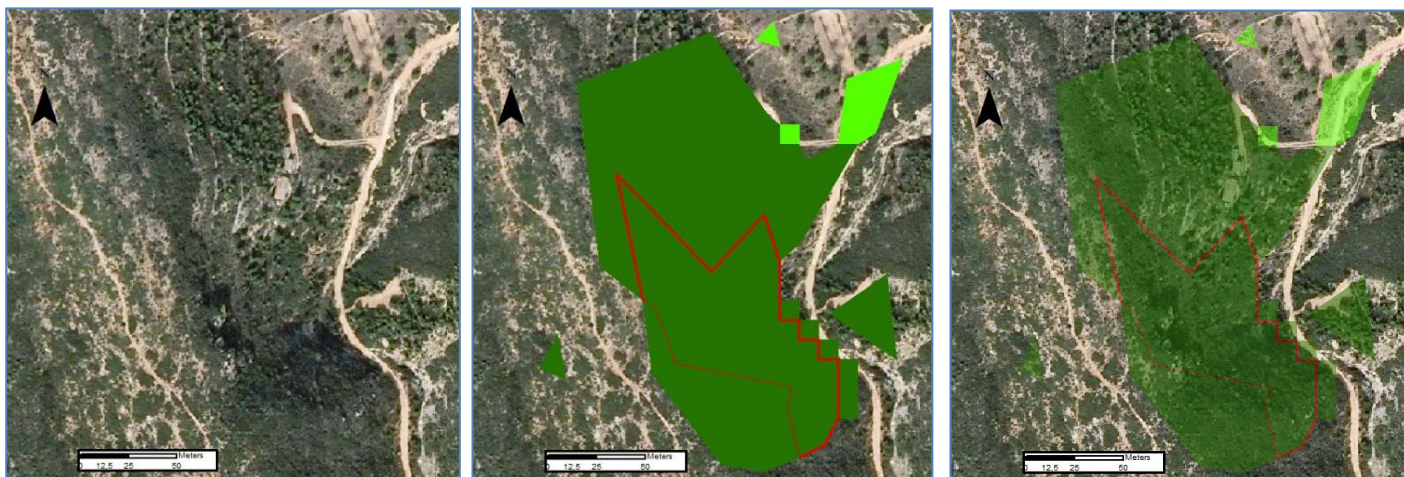
No podemos aplicar un plan localizado de prevención de incendios, sino que es necesario un plan que actúe sobre las principales laderas montañosas del municipio, las cuales siguen por lo general, una dirección NO-SE.

En cuanto a las cifras, la superficie total clasificada como prioritaria es de 194,49 hectáreas, de las que su mayoría, 176,71 Ha, pertenecen a espacios de interfaz prioritaria en pendientes comprendidas entre el 30% y el 60%. Solamente 17,78 Ha de superficie de interfaz prioritaria se localiza en espacios cuya pendiente supere el 60 % de desnivel. Esta cifra total supone un 7,28% del total de la superficie de interfaz clasificada con Wuimap.

Las diferentes superficies de interfaz calificadas ahora como prioritarias tienen un comportamiento similar, ya que tanto para la alta o baja agregación, el porcentaje clasificado ronda el 20% del total de ese tipo de interfaz. Por otro lado, la interfaz de vivienda dispersa tiene valores inferiores que rondan el 14 %.

A continuación, mostraremos a una escala menor, algún ejemplo de esta nueva clasificación.

- a) En este primer ejemplo (Figura 44) se muestra la calificación entorno a una vivienda aislada con agregación vegetal alta en el perímetro de 100 m alrededor de dicha edificación.

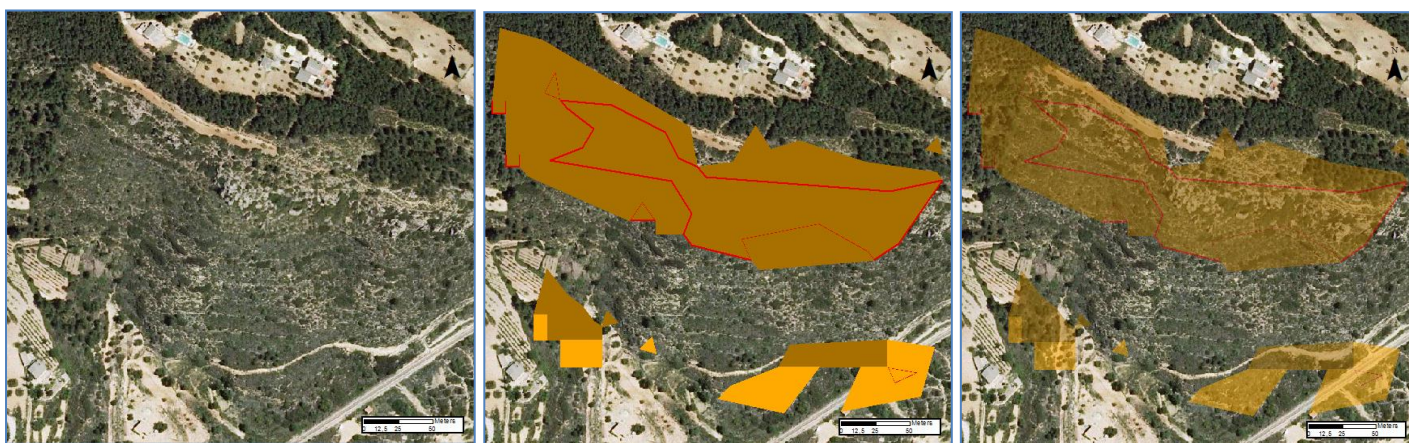


**Figura 44.** Aproximación a una zona clasificada como de actuación prioritaria. Interfaz de poblamiento aislado de baja y alta agregación con pendientes superiores al 30% y al 60%, a escala 1:50.

El perímetro en color rojo es un recurso ideado para mostrar las zonas que cuentan con una pendiente superior al 60 %, fuera de este perímetro, el espacio clasificado comprende una pendiente entre el 30 y el 60 %. Podemos advertir cómo la vivienda se emplaza en una fuerte pendiente arbolada, por lo que su peligro ante un posible incendio es muy elevado al tratarse de una zona de difícil acceso. Todo ello agravado por tratarse de un lugar orientado a solana, lo que hace más secas las condiciones ambientales y de los combustibles.

También dentro de este perímetro aparecen pequeños espacios clasificados como de baja agregación forestal, tal y como se puede apreciar en la ortofoto, y que cumplen las condiciones de pendiente y orientación marcadas como prioritarias.

- b) Para este segundo ejemplo, se ha elegido un espacio de ladera cerca de fondo de valle. Observamos un poblamiento disperso emplazado en zonas de agregación vegetal baja, coincidiendo en gran medida con pendientes inferiores al 60%, y alta cuando estas pendientes aumentan por encima de este valor de pendiente.

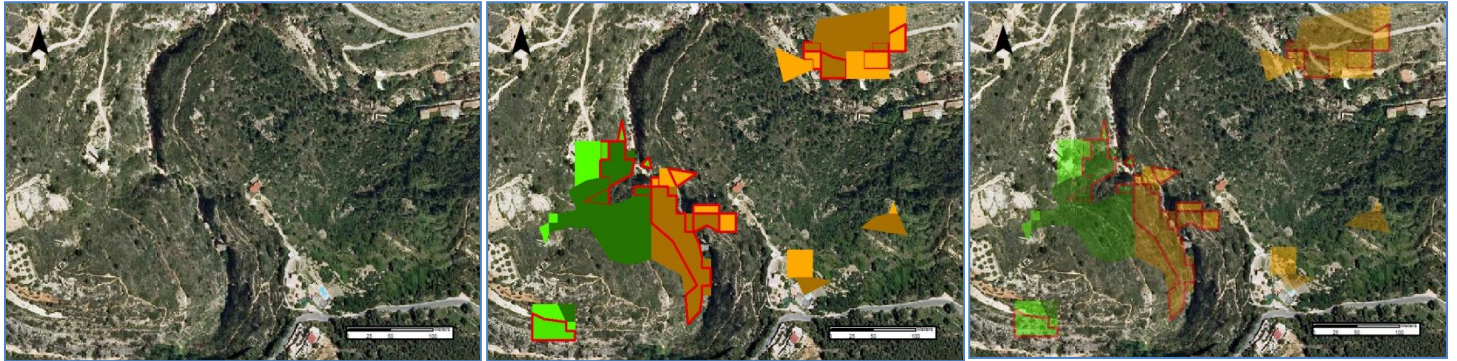


**Figura 45.** Aproximación a una zona clasificada como de actuación prioritaria. Interfaz de poblamiento disperso de baja y alta agregación con pendientes superiores al 30% y al 60%, a escala 1:50.

La peligrosidad de estas viviendas aumenta a medida que nos acercamos al fondo de valle, pues además de una mayor presencia de alta agregación vegetal, hay que unir la peligrosidad relacionada con las construcciones en cauces secos, sobre todo en entornos mediterráneos. Se trata por lo tanto de un lugar prioritario por su peligrosidad para las viviendas que además están sometidas a peligrosos vientos de ladera y de valle donde existe alto riesgo de fenómenos de fuego eruptivo.

- c) Como tercera muestra de la clasificación propuesta de prioridad ante riesgo en caso de incendios en zonas de interfaz, mostramos un entorno próximo al río Bunyol en el que aparecen todas las tipologías creadas. Se trata de un entorno donde la presencia de vivienda aislada, pero sobre todo dispersa, es elevada, con fuertes pendientes marcadas por la presencia de masas de vegetación agregada asociada a la humedad del río, la cual asciende por las laderas, rodeando a las viviendas. Ante un incendio, este área de interfaz en la

que la topografía es muy cambiante, el peligro que corren las edificaciones es muy alto, agravándose cuando las pendientes son más elevadas y la orientación es de solana.



**Figura 46.** Aproximación a una zona clasificada como de actuación prioritaria. Interfaz de poblamiento aislado y disperso, de baja y alta agregación, con pendientes superiores al 30% y al 60%, a escala 1:50.

Los resultados obtenidos en la clasificación propuesta de prioridad de actuación dentro del espacio de interfaz son muy positivos, pues con ellos conseguimos clasificar espacios concretos del territorio mediante la cartografía elaborada. Sabemos ahora cómo es la distribución del poblamiento, su relación con la vegetación y las características del terreno, algo muy necesario a la hora de determinar cualquier plan de prevención de incendios, proponer actuaciones concretas en esos espacios e incluso ayudar a la toma de decisiones en caso de incendio, para labores de extinción, así como en la propuesta de medidas preventivas y de autoprotección

## Conclusiones

1. La utilización de Wuimap ha permitido la clasificación de las superficies de interfaz urbano-forestal de manera satisfactoria, cumpliéndose con ello el objetivo primero de este trabajo. La aplicabilidad de Wuimap queda probada así para cualquier ámbito territorial a escala local y de paisaje del que se dispongan las capas de información vectorial y ráster requeridas.
2. Al comparar los resultados obtenidos con Wuimap y ortofoto (PNOA 2005), puede apreciarse de manera clara la correspondencia entre la tipología de zonas urbanas clasificadas por el programa en función de su densidad y la realidad de la ortofoto. Por otro lado, el método de agregación empleado para la obtención del mapa final muestra una buena concordancia con las ortofotos y el mapa SIOSE, detectándose correctamente las diferencias entre los espacios forestales o de alta agregación y las áreas donde la superficie forestal se entremezcla con otros usos, considerados como de agregación de la vegetación baja.
3. La base de datos de incendios forestales se ha mostrado como una herramienta imprescindible para elaborar estudios de caracterización de IUF que tengan en cuenta el riesgo y la vulnerabilidad a incendios forestales.
4. Se ha demostrado que las zonas de interfaz más vulnerables dentro de la calificación de la IUF coinciden en gran medida con los mayores registros de superficie afectada y el número de incendios a escala municipal.
5. El uso de los modelos lineales de mínimos cuadrados parciales (PLS) permitieron cuantificar la correlación entre las diferentes categorías de IUF con el régimen de incendios (número, superficies, causalidad), y demostraron el diferente grado de vulnerabilidad en los municipios estudiados por la presencia de altas superficies de determinados tipos de interfaz que condicionan la aparición de incendios.
6. Los resultados obtenidos demuestran la hipótesis de que aquellas tipologías de interfaz más vulnerables a los incendios forestales coinciden a nivel municipal con alto número de incendios y superficies afectadas.
7. La causalidad negligente queda relacionada directamente con aquellos municipios donde existe una mayor diversificación de los usos del suelo. Es también en estos municipios donde encontramos mayores siniestros (incendios + conatos).
8. El alto porcentaje de incendios registrados por causa natural también se relaciona de manera directa con aquellas interfaces de mayor riesgo, lo que informa sobre el peligro al que se ven sometidas las IUFs en zonas con alta frecuencia de rayos.
9. Se ha mostrado satisfactoriamente la posibilidad de evaluar el riesgo estructural de incendios en la IUF en los municipios de máxima prioridad de actuación ajustando las características de las interfaces de mayor peligro con las características físicas del territorio que implican mayor dificultad en la extinción o que son más propicias para la propagación del fuego. Los criterios propuestos son fácilmente ampliables.

con la inclusión de más variables relacionadas con el comportamiento del fuego como los modelos de combustible y el viento.

10. En vista de los resultados obtenidos en este trabajo, se hace patente la necesidad de aplicar estudios similares en aquellas regiones o municipios que históricamente están afectadas por los incendios forestales. Estos estudios pueden ser una herramienta de decisión eficaz para actuar de manera preventiva sobre el territorio y minimizar los efectos devastadores que los incendios pueden llegar a producir para el medio ambiente y para las poblaciones locales.

## Bibliografía

- BLAIKIE, P., CANNON, T., DAVIS, I. AND WISNER, B. 1994. “At risk: natural hazards, people’s vulnerability and disasters”. Routledge, London, New York. 280 Pp.
- BUTLER, C.P. 1976. “The urban wildland fire interface”: Fire Prevention Notes. California, Department of Forestry. 14 Pp.
- CABALLERO, D., GIROUD, F., PICARD, C. AND XANTHOPOULOS, G. 2004. “Wildland-Urban Interface Management: A state of the art”. En: EUFIRELAB/ EuroMediterranean Wildland Fire Laboratory, a ‘wall-less’ laboratory for wildland fire Sciences and technologies in the Euro-Mediterranean Region. Deliverable D-10-01- 28 pp.
- COBURN, A.W., SPENCE, R.J.S. y PMOMONIS, A. 1994. “Vulnerability and risk assessment”. Disaster management training Program, UNDP/DHA, 70 Pp.
- DAVIS, J. B. 1990. "The wildland-urban interface: paradise or battleground?" *Journal of forestry* (6) 88: 26-31.
- D’ERCOLE, R. 1998. “Approches de la vulnérabilité et perspectives pour une meilleure logique de réduction du risque”. *Pangea* 29(39): 20-28.
- D’ERCOLE, R. 1996. “Représentation cartographiques des facteurs de vulnérabilité des populations exposées à une menace volcanique. Application à la région du volcán Cotopaxi (Equateur)”. *Bulletin de l’IFEA* 25(3): 479–507.
- ESPOSITO VINCI, V., CHIN, W. W. Y HENSELER, J, (Eds.). 2010. “Handbook of partial least squares. Concepts, Methods and Applications”. Springer, 850 Pp.
- GALIANA, L., HERRERO, G. AND SOLANA, J. 2007. “Caracterización y clasificación de Interfaces Urbano-Forestales mediante análisis paisajístico. El ejemplo de Sierra Calderona (Comunidad Valenciana, España)”. Libro de resúmenes, IV Conferencia Internacional de Incendios Forestales, Sevilla 2007. 285 Pp.
- GALIANA MARTÍN, L. 2012. “Las interfaces urbano-forestales: un nuevo territorio de riesgo en España” *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles* 58,: 205-226.
- HERRERO CORRAL, G. 2011. “Las interfaces urbano-forestales como territorios de riesgo frente a incendios: Análisis y caracterización regional en España”. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Madrid.
- LAMPIN-MAILLET, C., MANTZAVELAS, A., GALIANA, L., JAPPIOT, M., LONG, M., HERRERO, G., KARLSSON, O., IOSSIFINA, A. THALIA y L. THANASSIS, P. 2010. “Wildland urban interfaces, fire behaviour and vulnerability: characterization, mapping and assessment”. En: *Towards Integrated*

- Fire Management. Outcomes of the European Project Fire Paradox*. Finland: European Forest Institute. Pp.71-92.
- LAMPIN-MAILLET, C., JAPPIOT, M., LONG, M., BOUILLON, C., MORGE, D. y FERRIER, J.P., 2010. “Mapping wildland-urban interfaces at large scales integrating housing density and vegetation aggregation for fire prevention in the South of France”. *Journal of Environmental Management* (91): 732–741.
  - LAMPIN-MAILLET, C. 2008. “2007, Summer Fires in the European Mediterranean – The Cases of Greece, Italy and Spain”. *Mediterranean yearbook*. European Institute of the Mediterranean. Med. 2008, Economy and Territory- Sustainable Development. Pp 243–247.
  - ORTEGA, M., SAURA, S., GONZÁLEZ-AVILA, S., GÓMEZ-SANZ, V., ELENA-ROSSELLÓ, R. 2012. “Landscape vulnerability to wildfires at the forest-agriculture interface: half-century patterns in Spain assessed through the SISPAES monitoring framework”. *Agroforestry Systems* 85 (3): 331-349.
  - PEMÁN GARCÍA, J. Y NAVARRO CERRILLO R. 1998. “Replantaciones forestales”. Ed. Universidad de Lleida. 400 Pp.
  - RIVAS-MARTÍNEZ S., ARNAIZ C., BARRENO E. y CRESPO A. 1977. “Apuntes sobre las provincias corológicas de la Península Ibérica e Islas Canarias”. *Opuscula Botanica Pharmaciae Complutensis*, 48 Pp.
  - STEWART, S.I., RADELOFF, V.C., HAMMER, R.B. y HAWBAKER, T.J. 2007. “Defining the Wildland-Urban Interface”. *Journal of Forestry* (105)4: 201-207.
  - VÉLEZ MUÑOZ, R. (Coord.) 2009. “La defensa contra incendios forestales, fundamentos y experiencias”. MacGraw Hill. Segunda edición. 841 Pp.