



**Departament de Ciències Agràries i del Medi Natural**

# **Seguimiento de la contaminación atmosférica post-incendios forestales en la provincia de Castellón**

## **Tesis Doctoral**

**Presentada por:**

**Juan Antonio De Los Santos Gómez**

**Dirigida por:**

**Dr. Teófilo Sanfeliu**  
Universidad Jaume I

**Dr. Francisco Pardo**  
Universidad Jaume

**Dra. Ana Belén Vicente**  
Universidad Jaume I

**Julio 2014**



## **LOS DIRECTORES DE LA TESIS:**

**Dr. Teófilo Sanfeliu Montolio**, Profesor Titular el Área de Cristalografía y Mineralogía del Departamento de Ciencias Agrárias y del Medio Natural de la Universidad Jaume I.

**Dr. D. Francisco Pardo Fabregat**, Investigador de la Unidad de Mineralogía Aplicada y Ambiental de la Universidad Jaume I, y Profesor Asociado del departamento de Educación del UCH-CEU.

**Dra. Dña. Ana Belén Vicente Fortea**, Investigadora de la Unidad de Mineralogía Aplicada y Ambiental de la Universidad Jaume I

## **HACEN CONSTAR QUE:**

La presente memoria de Tesis Doctoral, presentada por **Juan Antonio de los Santos Gómez**, titulada "*Seguimiento de la contaminación atmosférica post-incendios forestales en la provincia de Castellón*", realizada en la Unidad de Mineralogía Aplicada y Ambiental de la Universidad Jaume I de Castellón, reúne las condiciones necesarias para su defensa.

**Dr. Teófilo Sanfeliu**

**Dr. Francisco Pardo**

**Dra. Ana Belén Vicente**



## AGRADECIMIENTOS

Esta Tesis doctoral sale a la luz gracias al intenso trabajo y buen hacer de varias personas a las cuales les debo su realización. Ya de antemano pido disculpas sí en esta relación no aparece alguna persona que me haya ayudado, le vuelvo a reiterar mis disculpas y darle las gracias por su colaboración.

En primer lugar quisiera mostrar mi más profundo, cordial y respetuoso agradecimiento a mis *directores de tesis*, el Dr. D. *Teófilo Sanfeliu Montolio*, Director de la Unidad de Mineralogía Aplicada y Ambiental del Dpto. de Ciencias Agrarias y del Medio Natural de la Universidad Jaume I de Castellón. Sin su interés, apoyo constante y sus enseñanzas no solo a nivel profesional sino humano, esta tesis no existiría. Vaya para él mi sincero agradecimiento de por vida, muchas gracias. A el Dr. D. *Francisco Pardos Fabregat* y la Dra. D<sup>a</sup>. *Ana Belén Vicente Fortea* Investigadores de la misma Unidad de Mineralogía Aplicada y Ambiental, sin su colaboración total y trabajo incesante esta tesis no hubiera podido realizarse. Muchas gracias por su inestimable ayuda. Nunca lo olvidaré.

Así mismo, nunca olvidaré tampoco la gran ayuda que me brindó D. *Guillermo del Pozo Querol* compañero en la Unidad de Mineralogía Aplicada y Ambiental Muchas gracias también por el gran apoyo que me has dado. Tampoco quisiera olvidar a otro de mis compañeros el Dr. D. *Manuel Pastor Pitarch*, que me ayudó en temas informáticos.

Y por último quisiera agradecer a diversas instituciones su colaboración en la realización de esta Tesis doctoral. Los datos utilizados en este trabajo de investigación han sido facilitados por instituciones de la *Generalitat Valenciana*, a las cuales agradezco enormemente su colaboración, representadas por: D<sup>a</sup> *Laura Peñarroya*. Directora General de Producción Agraria, D. *Alfredo González*. Director General del Medio Natural, D. *Eduardo Pérez-Laorga Arias*. Servicio de Gestión Forestal, D. *Emilio González*. Ordenación y Gestión Forestal, D. *Jorge Suárez Torres*. Servicio de Prevención y Extinción de Incendios Forestales, D. *Alberto Solana López*. Servicio de Prevención y Extinción de Incendios Forestales. A todos ellos les doy las gracias por las facilidades, buena disposición y gestión en transferencia de datos.

No está demás agradecer a mi mujer *Carolina* y a mis hijos el haber aguantado la ausencia de su marido y padre. Muchas gracias.

Esta Tesis está dedicada con todo mi cariño a mi familia, en especial a mis padres que me han dado todo lo que soy y a mi mujer por su apoyo constante y su buen criterio.

A todos gracias.



## Resumen

Todas las actividades humanas, el metabolismo de la materia animal y los fenómenos naturales que se producen en la superficie o en el interior de la tierra van acompañados de emisiones de gases, vapores, polvos y aerosoles. De todas estas fuentes de emisión la que se analiza en este trabajo de investigación es la incidencia que los incendios forestales tienen sobre la calidad del aire.

El objetivo principal es el seguimiento de la contaminación atmosférica durante los incendios forestales de más de 100 hectáreas ocurridos en la provincia de Castellón en el periodo 2007-2012. Vista desde dos vertientes, la primera el estudio de la evolución de los incendios en la provincia de Castellón a través del análisis de indicadores de prevención y extinción, y así conocer la evolución de las tendencias de los incendios y realizar un mapa de riesgos estadísticos. La segunda desde el estudio del impacto de los incendios forestales en la calidad del aire conociendo por un lado la evolución de los diferentes contaminantes atmosféricos en los periodos que se producen los incendios, y por otro conociendo los factores que determinan la influencia de los incendios forestales sobre la calidad del aire para posibles alertas de salud a la población.

Se extrae del estudio de los indicadores de prevención y extinción que el número de incendios desciende en el periodo estudiado hecho relacionado con la aplicación de nuevas normas de prevención por parte del estado y de las Comunidades Autónomas. Las superficies afectadas fluctúan considerablemente entre años independientemente del número de siniestros producidos. Respecto a las causas de los incendios forestales en la Provincia de Castellón, los rayos es la problemática principal en el periodo considerado. Casi la mitad de los siniestros se debieron a esta causa natural. Prácticamente el 30% de los siniestros se produjeron por negligencias, siendo ésta la segunda causa de incendios, y casi un 20% fueron intencionados. La distinción dentro de la superficie forestal entre la superficie arbolada y la vegetación leñosa no arbolada es necesaria, pues aunque más de la mitad de la superficie afectada por los incendios en el periodo estudiado corresponde a vegetación no arbolada, son las masas arboladas las que están directamente relacionadas con la ocurrencia de grandes incendios. Los indicadores analizados en el presente estudio se consideran adecuados para la coordinación provincial y la asignación de medios de apoyo por parte de la Administración Autonómica. Además se entiende que su interpretación resulta de gran utilidad para la elaboración de planes de actuación. Sin embargo, información complementaria relativa a dotaciones de medios y presupuestos empleados completaría enormemente los análisis realizados, por lo que se propone como una futura línea de trabajo.

Del estudio de la incidencia de la calidad del aire se extrae que se cumplen los límites establecidos en todas las estaciones de control y para todos los contaminantes. Por lo que en estos casos no se observan niveles de contaminación preocupantes en cuanto a salud pública. Si bien, si que hay que considerar, a partir de los resultados obtenidos, que los incendios han variado la evolución esperada de los niveles de concentración de los diferentes contaminantes atmosféricos. Considerando los factores que inciden sobre la calidad del aire durante los incendios forestales se ha constatado que: Incendios de menos de 1000has la incidencia es poco notable en zonas con viento a favor; incendios de más de 1000has y menos de 7000has, la incidencia es más notable incluso en zonas a sotavento, especialmente en el caso del contaminante partículas; incendios de grandes dimensiones, más de 7000has, la incidencia es generalizada en todas las direcciones, se ven afectadas incluso estaciones de control remotas; cuando el porcentaje de arbolado quemado es mayor, aún siendo el incendio de poca dimensión, la incidencia es notable también en zonas de sotavento, por lo que a mayor porcentaje de arbolado mayor es la incidencia sobre la calidad del aire.



## INDICE

1. Introducción.	21
1.1. Problemática de la contaminación atmosférica.	23
1.2. Ocurrencia mundial de incendios: Incendios de gran Magnitud.	26
1.3. Evolución de los incendios forestales de la década 2001-2010 en la Comunidad Valenciana.	29
2. Objetivos.	49
3. Materiales y Métodos.	53
3.1. Descripción del área de estudio.	55
3.2. Análisis de los indicadores de prevención y de extinción.	79
3.3. Análisis de la calidad del aire.	84
4. Evolución histórica de los incendios de la provincia de Castellón (2000-2012). Incendios de más de 100 hectáreas.	87
4.1. Análisis de los indicadores de prevención y de extinción.	89
4.2. Descripción de los incendios de más de 100 hectáreas.	109
5. Impacto de los incendios forestales en la calidad del aire. Caso práctico: provincia de Castellón.	139
5.1. Antecedentes.	141
5.2. Legislación en materia de calidad del aire.	142
5.2.1. Régimen Comunitario.	142
5.2.2. Régimen Nacional.	
5.2.2.1. Real Decreto 102/2011 de 28 de enero relativo a la mejora de la calidad del aire.	143
5.3. Evaluación de la calidad del aire durante incendios forestales.	148
5.3.1. Incendio de Culla de 2007.	148
5.3.2. Incendio de Gaibiel de 2007.	153
5.3.3. Incendio de Borriol de 2007.	153
5.3.4. Incendio de Cervera del Maestre de 2007.	158
5.3.5. Incendio de Les Useres 2007.	162
5.3.6. Incendio de Cabanes 2008.	165
5.3.7. Incendio de Segorbe 2009.	168
5.3.8. Incendio de Onda 2009.	171
5.3.9. Incendio de Albocasser 2011.	176
5.3.10. Incendio de Andilla 2012.	192
5.3.11. Incendio del Prad Torreblanca 2012.	192
5.4. Discusión de los resultados	195
6. Conclusiones.	197
7. Bibliografía.	203



## Índice de tablas

Tabla 1.1.1. Clasificación general de los contaminantes gaseosos del aire	24
Tabla 1.1.2. Clasificación de la materia particulada	24
Tabla 1.1.3. Porcentaje de emisión de los contaminantes según los tipos de fuentes	25
Tabla 1.3.1. Número de siniestros y superficies afectadas (1961-2010)	30
Tabla 1.3.2. Comparación de cifras de los últimos cinco decenios	32
Tabla 1.3.3. Evolución del número de siniestros por decenios	33
Tabla 1.3.4. Resumen de siniestros y superficies afectadas en la CAV y el total de España entre los años 2001-2010	35
Tabla 1.3.5. Evolución del porcentaje de conatos (siniestros < 1 Ha) respecto al total	37
Tabla 1.3.6. Tendencia de las superficies afectadas en el decenio 2001-2010	37
Tabla 1.3.7. Municipios con mayor número de siniestros en la Comunidad Valenciana	39
Tabla 1.3.8. Estadísticas de los GIF entre 1970 y 2010	41
Tabla 1.3.9. Tendencia del número de siniestros y de GIF y sus correspondientes superficies afectadas (1970-2010)	43
Tabla 1.3.10. Mes con mayor superficie forestal afectada (2001-2010)	45
Tabla 1.3.11. Porcentaje de superficie afectada	47
Tabla 3.2.1. Clasificación del índice de frecuencia	82
Tabla 3.2.2. Clasificación del índice de gravedad	82
Tabla 3.2.3. Clasificación del índice de causalidad	83
Tabla 3.2.4. Clasificación del índice de riesgo estadístico de incendio	84
Tabla 4.1.1. Datos relacionados con los incendios de la provincia de Castellón.	89
Tablas 4.1.2. Índice de frecuencia de incendios por comarcas	99
Tablas 4.1.3. Índice de gravedad de incendios por comarcas	99
Tablas 4.1.4. Índice de causalidad de incendios por comarcas	100
Tablas 4.1.5. Índice de riesgo estadístico de incendios por comarcas	100
Tabla 4.2.1. Características de los montes incendiados (INC-1. Culla)	111
Tabla 4.2.2. Características de los montes incendiados (INC-2. Gaibiel)	115
Tabla 4.2.3. Características de los montes incendiados (INC-3. Borriol)	117
Tabla 4.2.4. Características de los montes incendiados (INC-4. Cervera del Maestre)	119
Tabla 4.2.5. Características de los montes incendiados (INC-5. Les Useres)	123
Tabla 4.2.6. Características de los montes incendiados (INC-7. Segorbe)	128
Tabla 4.2.7. Características de los montes incendiados (INC-8. Onda)	131
Tabla 4.2.8. Porcentaje territorial (INC-10. Andilla)	135

Tabla 4.2.9. Distribución de las categorías de severidad (INC-10 Andilla)	136
Tabla 4.2.10. Características de los montes incendiados (INC-11 Prad torreblanca)	138
Tabla 5.2.2.1.1. Valores límite para SO <sub>2</sub> , volumen referido a 293°K y 101,3kPa	144
Tabla 5.2.2.1.2. Valores límite para NO <sub>2</sub> , volumen referido a 293°K y 101,3kPa	144
Tabla 5.2.2.1.3. Valores límite para las partículas (PM <sub>10</sub> ) en condiciones ambientales	145
Tabla 5.2.2.1.4. Valor límite de concentración de partículas PM <sub>2.5</sub> en condiciones ambientales	145
Tabla 5.2.2.1.5. Valor límite para el plomo en PM <sub>10</sub> en condiciones ambientales	146
Tabla 5.2.2.1.6. Valor límite para el Benceno, volumen referido a 293°K y 101,3kPa	146
Tabla 5.2.2.1.7. Valor límite de CO, volumen referido a 293°K y 101,3kPa	146
Tabla 5.2.2.1.8. Valor límite de O <sub>3</sub> , volumen referido a 293°K y 101,3kPa, a Hora central Europea (HEC)	147
Tabla 5.2.2.1.9. Umbral de alerta y de información de O <sub>3</sub>	147
Tabla 5.2.2.1.10. Valores límite de arsénico, cadmio, níquel y benzo(a)pireno en PM <sub>10</sub> en condiciones ambientales	148

## Índice de figuras

Figura 1.3.1. Evolución del número de siniestros y superficies afectadas (1961-2010)	30
Figura 1.3.2 Evolución del número de superficies afectadas según vegetación (1961-2010)	31
Figura 1.3.3 Evolución del número medio de siniestros por decenios	33
Figura 1.3.4. Evolución de la superficie media forestal arbolada afectada por decenios	34
Figura 1.3.5. Evolución de la superficie media forestal total afectada por decenios	34
Figura 1.3.6. Evolución del número de siniestros (2001-2010)	36
Figura 1.3.7. Evolución de las superficies afectadas en el decenio 2001-2010	38
Figura 1.3.8. Evolución del nº de siniestros y nº de GIF (1970-2010)	40
Figura 1.3.9. Evolución del % de GIF respecto al total de siniestros (1970-2010)	41
Figura 1.3.10. Evolución (1970-2010) de las superficies afectadas totales y de los GIF	42
Figura 1.3.11. Evolución decenal (2001-2010) del número de siniestros y de la superficie total afectada así como de la superficie total afectada por GIF	44
Figura 1.3.12. Porcentaje de siniestros por hora de detección (2001-2010)	46
Figura 3.1.1. Mapa geológico de la Península Ibérica y zona oeste mediterránea con el nombre de las cuencas, principales fallas y regiones.	55
Figura 3.1.2. Mapa geológico de la Cordillera Ibérica	56
Figura 3.1.3. Esquema estructural de la Cordillera Ibérica en la provincia de Castellón	57
Figura 3.1.4. Áreas estructurales de la provincia de Castellón	58
Figura 3.1.5. Esquema estructural de la zona oriental fallada	62
Figura 3.1.6. Mapa geológico de la provincia de Castellón (IGME)	65
Figura 3.1.7. Mapa edafológico (sin escala) de la provincia de Castellón y su leyenda según clasificación FAO-UNESCO	70
Figura 3.1.8. Vegetación arbórea predominante en la provincia de Castellón	78
Figura 3.1.9. Comarcas de la provincia de Castellón	78
Figura 4.1.1. Porcentaje anual de conatos en la provincia de Castellón durante el periodo 2000-2012	89
Figura 4.1.2. Porcentaje anual de superficie arbolada y forestal afectada en la provincia de Castellón durante el periodo 2000-2012	90
Figura 4.1.3. Porcentaje anual que representan los GIF (número, superficie arbolada y forestal afectada respecto al total anual) en la provincia de Castellón durante el periodo 2000-2012	91

Figura 4.1.4. Porcentaje de siniestros y superficie forestal afectada por tamaños en la provincia de Castellón durante el periodo 2000-2012	91
Figura 4.1.5. Número de siniestros por estaciones en la provincia de Castellón durante el periodo 2000-2012	92
Figura 4.1.6. Evolución del número de siniestros por estaciones en la provincia de Castellón durante el periodo 2000-2012	92
Figura 4.1.7. Superficie afectada por estaciones en la provincia de Castellón durante el periodo 2000-2012	93
Figura 4.1.8. Evolución de la superficie afectada por estaciones en la provincia de Castellón durante el periodo 2000-2012	94
Figura 4.1.9. Evolución del número de siniestros en la provincia de Castellón durante el periodo 2000-2012	94
Figura 4.1.10. Evolución de la superficie media afectada por siniestro en la provincia de Castellón durante el periodo 2000-2012	95
Figura 4.1.11. Porcentaje anual de siniestros por causas en la provincia de Castellón durante el periodo 2000-2012	95
Figura 4.1.12. Evolución de siniestros por causas en la provincia de Castellón durante el periodo 2000-2012	96
Figura 4.1.13. Porcentaje anual de superficie afectada por causas en la provincia de Castellón durante el periodo 2000-2012	96
Figura 4.1.14. Evolución de la superficie afectada por causas en la provincia de Castellón durante el periodo 2000-2012	97
Figura 4.1.15. Porcentaje de las causas de los siniestros ocurridos en la provincia de Castellón durante el periodo 2000-2012	97
Figura 4.1.16. Porcentaje de superficie afectada por las distintas causas en la provincia de Castellón durante el periodo 2000-2012	98
Figura 4.1.17. Número de Grandes Incendios Forestales por causas en la provincia de Castellón durante el periodo 2000-2012	98
Figura 4.1.18. Mapa de riesgo estadístico de incendios de la provincia de Castellón	101
Figura 4.2.1. Plano de situación. ORTOFOTO (DATUM: WGS84, HUSO: 30. E: 1/235.500)	110
Figura 4.2.2. Plano de situación. ORTOFOTO (DATUM: WGS84, HUSO: 30. E: 1/236.500)	112
Figura 4.2.3. Plano de situación. ORTOFOTO (DATUM: WGS84, HUSO: 30. E: 1/118.500)	116
Figura 4.2.4. Plano de situación. ORTOFOTO (DATUM: WGS84, HUSO: 31. E: 1/235.000)	118
Figura 4.2.5. Plano de situación. ORTOFOTO (DATUM: WGS84, HUSO: 30. E: 1/236.500)	120

Figura 4.2.6. Plano de situación. ORTOFOTO (DATUM: WGS84, HUSO: 31. E: 1/236.000)	124
Figura 4.2.7. Plano de situación. ORTOFOTO (DATUM: WGS84, HUSO: 30. E: 1/237.000)	125
Figura 4.2.8. Plano de situación. ORTOFOTO (DATUM: WGS84, HUSO: 30. E: 1/236.500)	129
Figura 4.2.9. Plano de situación. ORTOFOTO (DATUM: WGS84, HUSO: 31. E: 1/236.500)	132
Figura 4.2.10. Plano de situación. ORTOFOTO (DATUM: WGS84, HUSO: 30. E: 1/356.500)	133
Figura 4.2.11. Plano de situación. ORTOFOTO (DATUM: WGS84, HUSO: 31. E: 1/178.000)	136
Figura 5.3.1.1. Evolución del SO <sub>2</sub> durante el incendio de Culla 2007 en la estación Villafranca	149
Figura 5.3.1.2. Evolución de NO <sub>x</sub> durante el incendio de Culla 2007 en la estación Villafranca	150
Figura 5.3.1.3. Evolución del NO durante el incendio de Culla 2007 en la estación Villafranca	150
Figura 5.3.1.4. Evolución del NO <sub>2</sub> durante el incendio de Culla 2007 en la estación Villafranca	151
Figura 5.3.1.5. Evolución del NO <sub>2</sub> durante el incendio de Culla 2007 en la estación Villafranca	151
Figura 5.3.1.6. Evolución del O <sub>3</sub> durante el incendio de Culla 2007 en la estación Villafranca	152
Figura 5.3.1.7. Evolución del O <sub>3</sub> durante el incendio de Culla 2007 en la estación Torre Endomenech	152
Figura 5.3.2.1. Evolución del O <sub>3</sub> durante el incendio de Gaibiel 2007 en la estación de Viver	153
Figura 5.3.3.1. Evolución del SO <sub>2</sub> durante el incendio de Borriol 2007 en la estación de Castellón Penyeta	154
Figura 5.3.3.2. Evolución del SO <sub>2</sub> durante el incendio de Borriol 2007 en la estación de Benicàssim	154
Figura 5.3.3.2. Evolución del NO <sub>x</sub> durante el incendio de Borriol 2007 en la estación de Castellón Penyeta	155
Figura 5.3.3.3. Evolución del NO <sub>x</sub> durante el incendio de Borriol 2007 en la estación de Benicàssim	155
Figura 5.3.3.4. Evolución del NO durante el incendio de Borriol 2007 en la estación de Castellón Penyeta	156
Figura 5.3.3.5. Evolución del NO durante el incendio de Borriol 2007 en la estación de Benicàssim	156

Figura 5.3.3.6. Evolución del NO <sub>2</sub> durante el incendio de Borriol 2007 en la estación de Castellón Penyeta	156
Figura 5.3.3.7. Evolución del NO <sub>2</sub> durante el incendio de Borriol 2007 en la estación de Benicàssim	157
Figura 5.3.3.8. Evolución del PM <sub>10</sub> durante el incendio de Borriol 2007 en la estación de Benicàssim	157
Figura 5.3.3.9. Evolución del PM <sub>2.5</sub> durante el incendio de Borriol 2007 en la estación de Benicàssim.	158
Figura 5.3.3.10. Evolución del O <sub>3</sub> durante el incendio de Borriol 2007 en la estación de Castellón Penyeta	158
Figura 5.3.4.1. Evolución del SO <sub>2</sub> durante el incendio de Cervera de Maestre 2007 en la estación de Sant Jordi	159
Figura 5.3.4.2. Evolución del NO <sub>x</sub> durante el incendio de Cervera de Maestre 2007 en la estación de Sant Jordi	160
Figura 5.3.4.3. Evolución del NO durante el incendio de Cervera de Maestre 2007 en la estación de Sant Jordi	160
Figura 5.3.4.4. Evolución del NO <sub>2</sub> durante el incendio de Cervera de Maestre 2007 en la estación de Sant Jordi	160
Figura 5.3.4.5. Evolución del PM <sub>10</sub> durante el incendio de Cervera de Maestre 2007 en la estación de Sant Jordi	161
Figura 5.3.4.6. Evolución del O <sub>3</sub> durante el incendio de Borriol 2007 en la estación de Sant Jordi	161
Figura 5.3.5.1. Evolución del SO <sub>2</sub> durante el incendio de Les Useres 2007 en la estación de L'Alcora	162
Figura 5.3.5.1. Evolución del NO <sub>x</sub> durante el incendio de Les Useres 2007 en la estación de L'Alcora	163
Figura 5.3.5.2. Evolución del NO durante el incendio de Les Useres 2007 en la estación de L'Alcora	163
Figura 5.3.5.3. Evolución del NO <sub>2</sub> durante el incendio de Les Useres 2007 en la estación de L'Alcora	163
Figura 5.3.5.4. Evolución del PM <sub>10</sub> durante el incendio de Les Useres 2007 en la estación de L'Alcora	164
Figura 5.3.5.4. Evolución del PM <sub>10</sub> durante el incendio de Les Useres 2007 en la estación de L'Alcora	164
Figura 5.3.5.6. Evolución del O <sub>3</sub> durante el incendio de Les Useres 2007 en la estación de L'Alcora	165
Figura 5.3.6.1. Evolución del SO <sub>2</sub> durante el incendio de Cabanes de 2008 en la estación de Benicàssim	165
Figura 5.3.6.2. Evolución del NO <sub>x</sub> durante el incendio de Cabanes de 2008 en la estación de Benicàssim	166



Figura 5.3.6.3. Evolución del NO durante el incendio de Cabanes de 2008 en la estación de Benicàssim	166
Figura 5.3.6.4. Evolución del NO <sub>2</sub> durante el incendio de Cabanes de 2008 en la estación de Benicàssim	167
Figura 5.3.6.5. Evolución del CO durante el incendio de Cabanes de 2008 en la estación de Benicàssim	167
Figura 5.3.6.6. Evolución del O <sub>3</sub> durante el incendio de Cabanes de 2008 en la estación de Torre Endomench	168
Figura 5.3.7.1. Evolución del SO <sub>2</sub> durante el incendio de Segorbe de 2009 en la estación de Viver	168
Figura 5.3.7.2. Evolución del NO <sub>x</sub> durante el incendio de Segorbe de 2009 en la estación de Viver	169
Figura 5.3.7.3. Evolución del NO durante el incendio de Segorbe de 2009 en la estación de Viver	169
Figura 5.3.7.4. Evolución del NO <sub>2</sub> durante el incendio de Segorbe de 2009 en la estación de Viver	170
Figura 5.3.7.5. Evolución del PM <sub>10</sub> durante el incendio de Segorbe de 2009 en la estación de Viver	170
Figura 5.3.7.6. Evolución del PM <sub>2.5</sub> durante el incendio de Segorbe de 2009 en la estación de Viver	171
Figura 5.3.7.7. Evolución del O <sub>3</sub> durante el incendio de Segorbe de 2009 en la estación de Viver	171
Figura 5.3.8.1. Evolución del SO <sub>2</sub> durante el incendio de Onda de 2009 en la estación de Onda	172
Figura 5.3.8.2. Evolución del SO <sub>2</sub> durante el incendio de Onda de 2009 en la estación de L'Alcora	172
Figura 5.3.8.3. Evolución del NO <sub>x</sub> durante el incendio de Onda de 2009 en la estación de L'Alcora	173
Figura 5.3.8.4. Evolución del NO durante el incendio de Onda de 2009 en la estación de L'Alcora	173
Figura 5.3.8.5. Evolución del NO <sub>2</sub> durante el incendio de Onda de 2009 en la estación de L'Alcora	173
Figura 5.3.8.6. Evolución del PM <sub>10</sub> durante el incendio de Onda de 2009 en la estación de L'Alcora	174
Figura 5.3.8.7. Evolución del PM <sub>2.5</sub> durante el incendio de Onda de 2009 en la estación de L'Alcora	174
Figura 5.3.8.8. Evolución del PM <sub>2.5</sub> durante el incendio de Onda de 2009 en la estación de Onda	175
Figura 5.3.8.9. Evolución del CO durante el incendio de l'Alcora de 2009 en la estación de Onda	175

Figura 5.3.8.10. Evolución del O <sub>3</sub> durante el incendio de l'Alcora de 2009 en la estación de Onda	176
Figura 5.3.8.11. Evolución del O <sub>3</sub> durante el incendio de Onda de 2009 en la estación de Onda	176
Figura 5.3.9.1. Evolución del SO <sub>2</sub> durante el incendio de Albocasser de 2011 en la estación de Torre Endomench	177
Figura 5.3.9.2. Evolución del SO <sub>2</sub> durante el incendio de Albocasser de 2011 en la estación de Villafranca	177
Figura 5.3.9.3. Evolución del NO <sub>x</sub> durante el incendio de Albocasser de 2011 en la estación de Torre Endomench	178
Figura 5.3.9.4. Evolución del NO <sub>x</sub> durante el incendio de Albocasser de 2011 en la estación de Villafranca	178
Figura 5.3.9.5. Evolución del NO durante el incendio de Albocasser de 2011 en la estación de Torre Endomench	179
Figura 5.3.9.6. Evolución del NO durante el incendio de Albocasser de 2011 en la estación de Villafranca	179
Figura 5.3.9.7. Evolución del NO <sub>2</sub> durante el incendio de Albocasser de 2011 en la estación de Torre Endomench	180
Figura 5.3.9.8. Evolución del NO <sub>2</sub> durante el incendio de Albocasser de 2011 en la estación de Villafranca	180
Figura 5.3.9.9. Evolución del PM <sub>2.5</sub> durante el incendio de Albocasser de 2011 en la estación de Torre Endomech	181
Figura 5.3.9.10. Evolución del CO durante el incendio de Albocasser de 2011 en la estación de Torre Endomech	181
Figura 5.3.9.11. Evolución del O <sub>3</sub> durante el incendio de Albocasser de 2011 en la estación de Torre Endomech	182
Figura 5.3.9.12. Evolución del O <sub>3</sub> durante el incendio de Albocasser de 2011 en la estación de Villafranca	182
Figura 5.3.10.1. Evolución del SO <sub>2</sub> durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Viver	183
Figura 5.3.10.2. Evolución del SO <sub>2</sub> durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Villar del Arzobispo	183
Figura 5.3.10.3. Evolución del SO <sub>2</sub> durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Sagunto	184
Figura 5.3.10.4. Evolución del NO <sub>x</sub> durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Viver	184
Figura 5.3.10.5. Evolución del NO <sub>x</sub> durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Villar del Arzobispo	185
Figura 5.3.10.6. Evolución del NO <sub>x</sub> durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Sagunto	185

Figura 5.3.10.7. Evolución del NO durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Viver	186
Figura 5.3.10.8. Evolución del NO durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Villar del Arzobispo	186
Figura 5.3.10.9. Evolución del NO durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Sagunto	186
Figura 5.3.10.10. Evolución del NO <sub>2</sub> durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Viver	187
Figura 5.3.10.11. Evolución del NO <sub>2</sub> durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Villar del Arzobispo	187
Figura 5.3.10.12. Evolución del NO <sub>2</sub> durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Sagunto	188
Figura 5.3.10.13. Evolución del PM <sub>10</sub> durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Villar del Arzobispo	188
Figura 5.3.10.14. Evolución del PM <sub>2.5</sub> durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Villar del Arzobispo	189
Figura 5.3.10.15. Evolución del CO durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Viver	189
Figura 5.3.10.16. Evolución del CO durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Sagunto	190
Figura 5.3.10.17. Evolución del O <sub>3</sub> durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Viver	190
Figura 5.3.10.18. Evolución del O <sub>3</sub> durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Viver	191
Figura 5.3.10.19. Evolución del O <sub>3</sub> durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Villar del Arzobispo	191
Figura 5.3.10.20. Evolución del O <sub>3</sub> durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Sagunto	191
Figura 5.3.11.1. Evolución del SO <sub>2</sub> durante el incendio del Prad de Torreblanca de 2012 en la estación de Benicàssim	192
Figura 5.3.11.2. Evolución del NO <sub>x</sub> durante el incendio del Prad de Torreblanca de 2012 en la estación de Benicàssim	193
Figura 5.3.11.3. Evolución del NO durante el incendio del Prad de Torreblanca de 2012 en la estación de Benicàssim	193
Figura 5.3.11.4. Evolución del NO <sub>2</sub> durante el incendio del Prad de Torreblanca de 2012 en la estación de Benicàssim	193
Figura 5.3.11.5. Evolución del PM <sub>10</sub> durante el incendio del Prad de Torreblanca de 2012 en la estación de Benicàssim	194
Figura 5.3.11.6. Evolución del PM <sub>2.5</sub> durante el incendio del Prad de Torreblanca de 2012 en la estación de Benicàssim	194
Figura 5.3.11.7. Evolución del CO durante el incendio del Prad de Torreblanca de 2012 en la estación de Benicàssim	195



# **1. INTRODUCCIÓN**



## 1.1. Problemática de la contaminación atmosférica.

El hombre introduce en la atmósfera, directa o indirectamente, sustancias (*gases, vapores, polvos, aerosoles, etc.*) o energía que pueden tener una acción nociva en la salud del hombre, en los recursos biológicos y ecosistemas al integrarse en los ciclos biogeoquímicos, que deteriore los bienes materiales y que dañe o perjudique las actividades recreativas y otras utilidades legítimas del medio ambiente (Vicente *et al.*, 2011).

Al principio era un problema local (*grandes centros urbanos o zonas altamente industrializadas*) y ha desencadenado en una serie de problemas globales que afectan a la totalidad del planeta (Michael, *et al.*, 2005; Kelessis, 2001) (*lluvia ácida, efecto invernadero, smog fotoquímico, degradación de la capa de ozono* (McMichael *et al.*, 2006, Sivakumar, 2007, Abrutzky *et al.*, 2012). Actualmente ya se están implantando a nivel mundial planes de acción, estrategias y políticas ambientales para prevenir y controlar la contaminación (*Directiva 2008/50/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo de 21 de mayo de 2008, relativa a la calidad del aire y una atmósfera más limpia en Europa*).

Para que se dé un **proceso de contaminación** es necesario que se produzca una emisión al seno de la atmósfera de una cantidad dada de contaminante desde un foco contaminante o fuente de emisión (ej. *incendio forestal*). La atmósfera se ve sometida a reacciones físicas y químicas, a través de procesos de difusión, dispersión o dilución, con o sin reacción química; y que alcanza finalmente a los receptores, entendiéndose por estos al hombre, seres vivos o, en general, los bienes de cualquier naturaleza (Marini-Bettòlo, 1986)

Se define la **contaminación atmosférica** como la presencia en el aire de uno o más contaminantes o sus combinaciones, en cantidades tales y con tal duración que pueden afectar a las diferentes formas de vida y que interfieren en el bienestar o uso de los bienes materiales y en el ejercicio de las diferentes actividades humanas.

Los **contaminantes atmosféricos** se clasifican según su origen en contaminantes primarios y contaminantes secundarios. Los contaminantes primarios son sustancias vertidas directamente a la atmósfera desde los focos emisores (*partículas, sólidas y líquidas, y gases*). Los contaminantes secundarios son sustancias que se originan en el seno de la atmósfera, bien sea por reacción entre dos o más contaminantes primarios, o entre estos y los componentes habituales del aire, con y sin intervención de procesos de fotoactivación.

En la tabla 1.1.1. se muestran los contaminantes primarios y secundarios gaseosos más representativos.

**Tabla 1.1.1.** Clasificación general de los contaminantes gaseosos del aire

Clase	Contaminantes primarios	Contaminantes secundarios
Compuestos que contienen azufre	SO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S	SO <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , MSO <sub>4</sub> *
Compuestos orgánicos que contienen nitrógeno	Compuestos de C <sub>1</sub> -C <sub>5</sub> NO, NH <sub>3</sub>	Cetonas, aldehídos, ácidos NO <sub>2</sub> , MNO <sub>3</sub> *
Compuestos de carbono	CO, CO <sub>2</sub>	Ninguno
Compuestos halogenados	HCl, HF	Ninguno

\* MSO<sub>4</sub> y MNO<sub>3</sub> denotan compuestos de sulfatos y nitratos, respectivamente.

Fuente: Wark & Warner, 2000.

Por su parte la materia particulada puede presentar un amplio rango de tamaño de partícula, que se extiende desde 0,0006 µm hasta 100 µm, exceptuando dispersiones groseras, nubes, neblinas y gotas de lluvia. Según este criterio los contaminantes particulados se clasifican en iones, materia suspendida y materia sedimentable (tabla 1.1.2.).

**Tabla 1.1.2.** Clasificación de la materia particulada

Clase	Tamaño	Características	Composición
Iones	<0,1 µm	Portadores de carga eléctrica	<0,003 µm moléculas gaseosas o agrupaciones moleculares 0,003-0,1 µm materia sólida
Materia suspendida: <i>Núcleos de Aitken</i>	0,005-0,1µm	Núcleos de condensación activos sin carga eléctrica, responsables de la formación de pequeñas gotas de agua que dan lugar a las nubes	Compuestos orgánicos e inorgánicos ricos en cobre, manganeso y sodio
<i>Materia total suspendida</i>	0,1-32 µm	Partículas sólidas y líquidas con de velocidad de sedimentación baja.	Carbón, sulfatos, nitratos, hierro, plomo, arsénico, níquel, cadmio y compuestos orgánicos derivados del petróleo.
Materia sedimentable	32-100 µm	Polvo grueso con velocidad de sedimentación apreciable y tiempo de permanencia en la atmósfera corto.	Silicatos, nitratos, cloruros, hierro, calcio, aluminio, magnesio, plomo, cinc y cobre. Compuestos orgánicos: alquitranes e hidrocarburos policíclicos



Todas las actividades humanas, el metabolismo de la materia animal y los fenómenos naturales que se producen en la superficie o en el interior de la tierra van acompañados de emisiones de gases, vapores, polvos y aerosoles. Así pues, según de donde proviene la contaminación podemos distinguir dos tipos de **fuentes de emisión**: fuentes naturales y fuentes antropogénicas. En el primer caso, la presencia de contaminantes se debe a causas naturales (*fermentación o putrefacción de la materia orgánica, nubes de polen o de arena, erupciones volcánicas, brumas marinas o incendios forestales*), mientras que en el segundo tiene su origen en las actividades humanas (*domésticas, industriales o el tráfico*) (Pérez-Bendito & Rubio, 1999).

Los contaminantes provenientes de fuentes naturales aparecen en mayor proporción que los de fuentes antropogénicas, sin embargo, estos últimos presentan una amenaza más significativa a largo plazo para la Biosfera (Csavina *et al.*, 2012). En la tabla 1.1.3. se presentan los porcentajes de emisión de los contaminantes más representativos según las fuentes de emisión. Estos datos muestran la importancia que, en cuanto a emisiones globales, tienen las fuentes de origen natural de emisión de contaminantes en relación con las de origen antropogénico.

**Tabla 1.1.3.** Porcentaje de emisión de los contaminantes según los tipos de fuentes.

Contaminante	Producción natural	Producción antropogénica
Aerosol	88.7%	11.3%
NOx	88.7%	11.3%
COx	90.6%	9.4%
SOx	55.6%	43.7%
HC	84.5%	15.5%

Fuente: [www.jmarcano.com](http://www.jmarcano.com)

En el caso de las fuentes de emisión naturales se destacan los **incendios forestales** base del presente trabajo de investigación.

Los incendios forestales son considerados como procesos de combustión natural de gran potencia que consumen los diferentes estados, tamaños y tipos de vegetación en un área geográfica determinada. Los contaminantes atmosféricos como las partículas, CO, NOx, hidrocarburos y una cantidad despreciable de SO<sub>2</sub> son emitidos por los incendios forestales (Chow, 1995, Nance, *et al.* 1993).

Numerosos estudios muestran el impacto de los incendios forestales sobre la calidad del aire en Norte América (DeBell *et al.*, 2004; Ward and Smith, 2005; Jimenez *et al.*, 2006; Zhang *et al.*, 2010; Dutkiewicz *et al.*, 2011), en Europa (Niemi *et al.*, 2005; Saarikoski *et al.*, 2007; Anttila *et al.*, 2008; Pio *et al.*, 2008) y en Asia (Koe *et al.*, 2001; Keywood *et al.*, 2003; bin Abas *et al.*, 2004). Hay indicios que indican que los incendios forestales son una fuente de emisión de contaminantes cada vez más importante a tener en cuenta en la evaluación de la calidad del aire dado que previsiblemente aumentarían con el calentamiento global del planeta (Singh *et al.*, 2012). Según expertos si el incendio es de enorme proporción la contaminación del aire puede compararse a la contaminación que provoca el transporte motorizado en la atmósfera, correspondiente a un porcentaje considerable de un año, o a un porcentaje de la emisión generado por la quema de combustibles fósiles de un año, además los incendios contribuyen con el incremento de los gases de efecto invernadero y con ello al aumento del calentamiento global (Houghton *et al.*, 1999, Kato *et al.*, Simmonds *et al.*, 2005).

La NASA (National Aeronautics and Space Administration of United States of America) ha rastreado el impacto que generan los incendios forestales con sus satélites y ha visto, por ejemplo, que el humo de los incendios que arrasaron 4,5 millones de hectáreas en Alaska, en 2004, se extendió por todo el hemisferio norte. El nivel de ozono en la troposfera creció un 25% en EE UU y un 10% en Europa. Los científicos estimaron que de junio a agosto de 2009, el fuego produjo 30 millones de toneladas de CO, una cifra que iguala al generado por la actividad humana en EE UU en ese periodo.

Los incendios forestales son fuentes de contaminantes y por tanto deben ser considerados en la correlación de las emisiones con la calidad del aire (Monks *et al.*, 2009).

## **1.2. Ocurrencia mundial de incendios: Incendios de gran magnitud.**

Solo para un número limitado de naciones y regiones se dispone de datos estadísticos confiables sobre la ocurrencia de incendios en zonas silvestres, áreas devastadas y pérdidas. Dentro del hemisferio norte, los datos más completos sobre incendios forestales se recopilan y publican periódicamente para los Estados Miembros de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE). Este conjunto de datos incluye a todos los países de Europa occidental y oriental, de la ex Unión Soviética, Estados Unidos y Canadá. Sin embargo, esta información está restringida a incendios forestales; por lo tanto, no incluye la quema prescrita en sistemas de agricultura y pastoreo, que también son una fuente importante de humo. Algunos países que están fuera de esta región aportan estadísticas de incendios en las páginas de

noticias internacionales sobre incendios forestales. Estos datos estadísticos se actualizan en el Global Fire Monitoring Center (GFMC), establecido recientemente en Friburgo, Alemania, en el marco de la primera fase de un inventario mundial de incendios forestales (GFMC, 1999a). Se ha desarrollado un conjunto global de datos sobre incendios a partir de incendios activos detectados por el sensor de un radiómetro avanzado de muy alta resolución (RAMAR) de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) de los Estados Unidos. Este conjunto de datos proporciona la distribución temporal y espacial de los incendios forestales a lo largo del año. Sin embargo, no brinda una base de datos cuantitativa en función del área devastada, la materia vegetal quemada y las emisiones de gases y partículas generadas. Los sensores espaciales se han usado en un gran número de estudios de casos para determinar las superficies terrestres afectadas y las emisiones producidas por incendios (Lioussé *et al.*, 2004, Michael *et al.*, 2005). Así, se dispone de herramientas potenciales para efectuar un inventario cuantitativo de los efectos de los incendios a través de sensores espaciales (Giglio *et al.*, 2003)

La siguiente información se toma parcialmente de la base de datos del GFMC, el informe "Fire and Related Environmental Hazards" del Programa de Alerta Temprana del Decenio Internacional de las Naciones Unidas para la Reducción de Desastres Naturales (DIRDN) y del estudio preliminar sobre las "Public Policies Affecting Forest Fires, Europe and Temperate-Boreal Asia", de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

### *Incendios de gran magnitud*

No siempre se dispone de informes detallados con datos finales sobre pérdidas causadas por los incendios forestales y las otras zonas de vegetación (incendios en zonas silvestres), que aborden los efectos en la salud humana. La razón principal de la falta de datos confiables es que la mayoría de beneficios y pérdidas por incendios producidos en zonas silvestres incluyen valores intangibles que no pueden estimarse por su uso o valor comercial, como la biodiversidad, el funcionamiento de ecosistemas, la erosión, etc. En algunos casos, se han calculado valores comerciales como las pérdidas de ingresos por la actividad maderera y turística.

- Los grandes incendios destructivos producidos en **Borneo** durante la sequía por la oscilación climática del sur asociada con El Niño de 1982 a 1983 consumieron más de 5 millones de hectáreas de bosque y tierras agrícolas. La pérdida de valores madereros sumó cerca de 6,1 mil millones de euros y el total de valores madereros y no madereros, incluidos los costos de rehabilitación, fue de 6,709 mil millones de euros.

- La primera evaluación de los daños causados por los incendios de 1997 y 1998 en *Indonesia* sobre 4 a 5 millones de ha fue la siguiente: 3,3 mil millones de euros (daños en la salud de corto plazo; pérdidas en la producción industrial, el turismo, el transporte aéreo, terrestre y marítimo; disminución de la pesca; costos de control de incendios; pérdidas de productos agrícolas y madera y de beneficios forestales directos e indirectos; (EEPSEA, 1998). La evaluación más reciente de las imágenes obtenidas por vía satélite revela que en las islas indonesias de Sumatra y Kalimantan (Borneo) cerca de 9 millones de hectáreas de vegetación se consumieron durante 1997 y 1998.
- Los incendios producidos en *México* durante el episodio de 1998 obligaron al gobierno local a interrumpir la producción industrial para reducir la contaminación adicional mientras se mantuvo el *smog* generado por los episodios. Las pérdidas diarias en la producción se estimaron en 6 millones de euros.
- El Miércoles de Ceniza de *Australia* de 1983: mortalidad humana: 75; viviendas quemadas: 2.539, y ganado doméstico devastado: casi 300.000.
- Incendios extensos en bosques y sabanas en *Costa de Marfil*, 1982 y 1983: mortalidad humana: > 100; superficie terrestre arrasada: 12 millones de hectáreas; plantaciones de café consumidos: 40.000 hectáreas, y plantaciones de cacao consumidas: 60.000 hectáreas.
- Incendios forestales en el *Nordeste de China* durante la sequía de 1987: mortalidad humana: 221; bosques devastados: 1,3 millones de hectáreas; personas que perdieron sus viviendas: 50.000, y mortalidad humana total durante 1950 a 1990 (en toda China): 4.123.
- Incendios en la *Unión Soviética* durante la sequía de 1987: bosques devastados: 14,5 millones de hectáreas. Incendios en los bosques y las estepas de Mongolia (1996-1997): área afectada en 1996: 10,7 millones de hectáreas; mortalidad humana: 25; animales domésticos devastados: 7.000; establos o casas incendiadas: 576/210; evaluación de daños: \$2 mil millones, y área afectada en 1997: 12,4 millones de hectáreas.
- *Parque Nacional de Yellowstone* (Estados Unidos) 1988: costos de supresión: 118 millones de euros, y pérdidas en ingresos turísticos entre 1988 y 1990: 44 millones de euros.

### **1.3. Evolución de los incendios forestales de la Comunidad Valenciana (2001-2010).**

Los datos que se exponen están extraídos de informes del Área de Defensa contra Incendios Forestales (ADCIF) del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Organismo encargado de homogeneizar, mantener, elaborar y publicar esta estadística (normalizada a partir de 1968) con carácter nacional, a partir de la información que remiten las Comunidades Autónomas, de cada uno de los siniestros forestales que ocurren en nuestro país.

Previo a la visión de este último decenio, es necesario tener una perspectiva de lo sucedido en años anteriores.

#### ***Datos generales: Comparación de los últimos cinco decenios.***

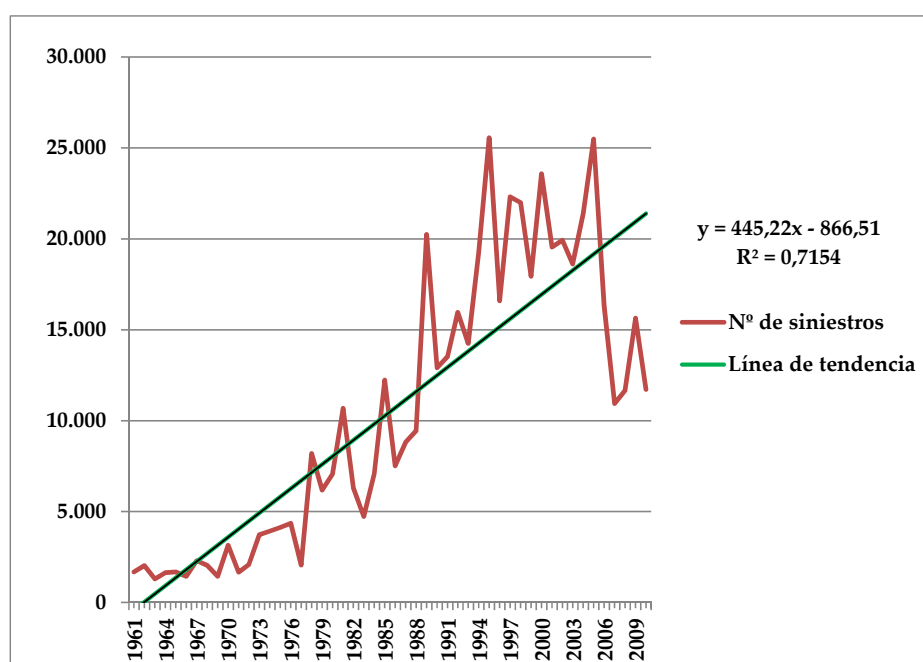
En la tabla 1.3.1 aparecen los datos del número de siniestros, así como las superficies arboladas, desarboladas y totales forestales afectadas. Estos datos y su evolución, desde 1961 hasta el 2010, se aprecian mejor en el figura 1.3.1. En una visión panorámica de estos cincuenta años se puede observar como:

- El número de siniestros entre 1961 y 2010 ha sido creciente. En el período 1991 - 2000 el número de siniestros, cuyo valor medio es de 19.097, es el doble respecto al decenio anterior y disminuyendo hasta 17.127 en el periodo 2001 - 2010. Esto se debe a que se aprecia por primera vez una tendencia decreciente entre los años 2007-2010.
- Las superficies afectadas revelan una evolución diferente. Hasta mediados de los noventa la tendencia es creciente para luego ir descendiendo de manera notable debido al aumento de los dispositivos de extinción de incendios forestales autonómicos y a su mayor eficacia.

**Tabla 1.3.1.** Número de siniestros y superficies afectadas (1961-2010)

Año	Nº de siniestros	Superficie afectada (Has)			Año	Nº de siniestros	Superficie afectada (Has)		
		Arbolada	Desarbolada	Totales			Arbolada	Desarbolada	Totales
1961	1.680	34.056,00	12.195,00	46.251,00	1986	7.514	113.852,00	150.935,40	264.787,40
1962	2.022	23.911,00	31.571,00	55.482,00	1987	8.816	49.354,70	97.985,70	147.340,40
1963	1.302	13.279,00	9.400,00	22.679,00	1988	9.440	39.262,60	98.010,00	137.272,60
1964	1.645	17.671,00	13.727,00	31.398,00	1989	20.250	163.170,90	243.951,20	407.122,10
1965	1.686	21.777,00	16.241,00	38.018,00	1990	12.914	73.198,10	130.443,30	203.641,40
1966	1.443	24.644,00	24.710,00	49.354,00	1991	13.529	116.895,60	143.407,40	260.303,00
1967	2.299	33.930,00	42.645,00	76.575,00	1992	15.956	40.438,00	64.839,60	105.277,60
1968	2.038	20.015,00	35.687,00	55.702,00	1993	14.253	33.420,90	55.910,20	89.331,10
1969	1.442	18.860,20	34.311,40	53.171,60	1994	19.249	250.421,80	187.180,70	437.602,50
1970	3.155	34.136,30	53.302,20	87.438,50	1995	25.557	42.131,23	98.950,94	141.082,17
1971	1.665	12.786,90	21.525,50	34.312,40	1996	16.586	10.274,54	48.644,73	58.919,27
1972	2.093	17.370,80	38.549,30	55.920,10	1997	22.320	21.326,23	77.176,94	98.503,17
1973	3.724	40.496,10	54.576,40	95.072,50	1998	22.003	42.705,24	90.187,10	132.892,34
1974	3.920	58.038,70	81.888,80	139.927,50	1999	17.943	23.934,15	57.746,52	81.680,67
1975	4.128	107.723,60	72.413,30	180.136,90	2000	23.574	45.900,41	141.666,65	187.567,06
1976	4.356	54.420,90	67.093,20	121.514,10	2001	19.547	19.363,35	73.934,19	93.297,54
1977	2.064	27.899,40	40.971,50	68.870,90	2002	19.929	25.196,91	82.267,14	107.464,05
1978	8.193	152.962,90	271.995,00	424.957,90	2003	18.616	53.673,03	94.499,44	148.172,47
1979	6.189	75.493,30	122.161,75	197.655,05	2004	21.396	51.732,17	82.460,47	134.192,64
1980	7.075	91.410,90	170.103,90	261.514,80	2005	25.492	69.396,79	119.300,70	188.697,49
1981	10.688	135.539,60	155.877,50	291.417,10	2006	16.334	71.064,87	84.279,96	155.344,83
1982	6.308	62.558,20	86.518,90	149.077,10	2007	10.936	29.408,86	56.713,17	86.122,03
1983	4.736	50.672,00	56.879,00	107.551,00	2008	11.655	8.443,49	41.878,60	50.322,09
1984	7.073	53.962,50	110.203,60	164.166,10	2009	15.643	40.402,48	79.691,73	120.094,21
1985	12.235	176.265,20	308.210,00	484.475,20	2010	11.722	10.184,91	44.584,97	54.769,88

En el número de siniestros y en las superficies afectadas aparecen unos *picos que desestabilizan estas tendencias*. Se debe, principalmente, a la gran dependencia que tienen los incendios forestales de la meteorología y una de sus consecuencias son los períodos de sequía que la vegetación sufre (combustible más seco). El año 1995 fue el de mayor número de siniestros (25.557) y 1985 el de mayor superficie forestal afectada (484.475,20 Has).



**Figura 1.3.1.** Evolución del número de siniestros y superficies afectadas (1961-2010)

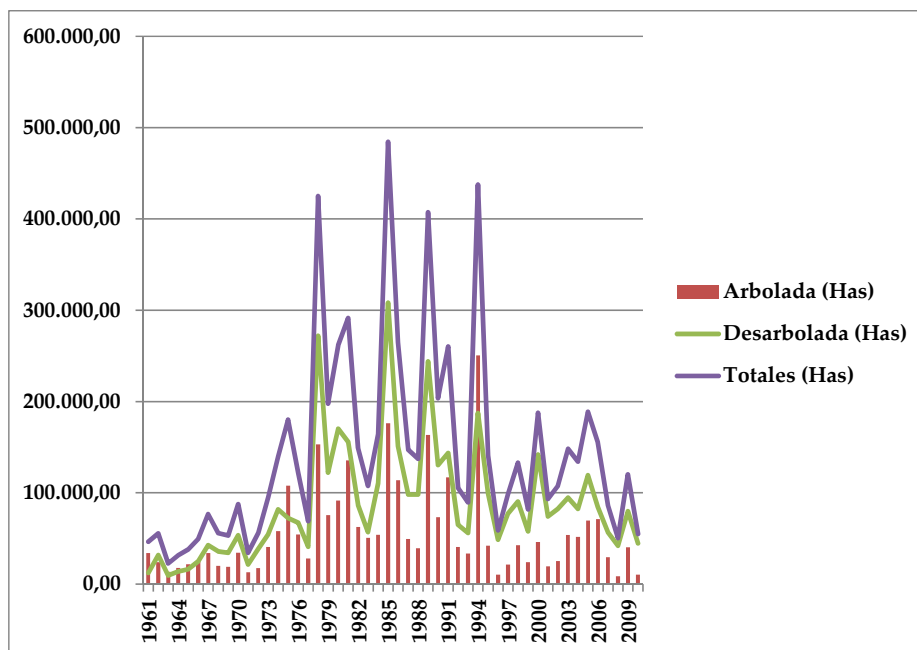


Figura 1.3.2 Evolución del número de superficies afectadas según vegetación (1961-2010)

Para ver con más de detalle estos datos se *ordenan por decenios* (tabla 1.3.2) permitiendo comparar las variables anteriores en el tiempo. Se debe tener en cuenta dos matices:

- Una misma área quemada puede haber sido afectada por diferentes siniestros. Por ello no se debe sumar las superficies de distintos años ya que no sería la superficie total recorrida por el fuego. Esto se extiende al cálculo de porcentajes respecto a la superficie forestal existente.
- El número de siniestros sí puede ser objeto de suma.

**Tabla 1.3.2.** Comparación de cifras de los últimos cinco decenios

Nº de siniestros									
Decenio 1961 - 1970		Decenio 1971 - 1980		Decenio 1981 - 1990		Decenio 1991 - 2000		Decenio 2001 - 2010	
Año	Nº	Año	Nº	Año	Nº	Año	Nº	Año	Nº
1961	1.680	1971	1.665	1981	10.688	1991	13.529	2001	19.547
1962	2.022	1972	2.093	1982	6.308	1992	15.956	2002	19.929
1963	1.302	1973	3.724	1983	4.736	1993	14.253	2003	18.616
1964	1.645	1974	3.920	1984	7.073	1994	19.249	2004	21.396
1965	1.686	1975	4.128	1985	12.235	1995	25.557	2005	25.492
1966	1.443	1976	4.356	1986	7.514	1996	16.586	2006	16.334
1967	2.299	1977	2.064	1987	8.816	1997	22.320	2007	10.936
1968	2.038	1978	8.193	1988	9.440	1998	22.003	2008	11.655
1969	1.442	1979	6.189	1989	20.250	1999	17.943	2009	15.643
1970	3.155	1980	7.075	1990	12.914	2000	23.574	2010	11.722
<b>Media</b>	<b>1.871</b>	<b>Media</b>	<b>4.341</b>	<b>Media</b>	<b>9.997</b>	<b>Media</b>	<b>19.097</b>	<b>Media</b>	<b>17.127</b>
Superficie (Has) forestal arbolada recorrida por el fuego									
Decenio 1961 - 1970		Decenio 1971 - 1980		Decenio 1981 - 1990		Decenio 1991 - 2000		Decenio 2001 - 2010	
Año	Superficie	Año	Superficie	Año	Superficie	Año	Superficie	Año	Superficie
1961	34.056	1971	12.787	1981	135.540	1991	116.896	2001	19.363
1962	23.911	1972	17.370	1982	62.558	1992	40.438	2002	25.197
1963	13.279	1973	40.496	1983	50.672	1993	33.421	2003	53.673
1964	17.671	1974	58.039	1984	53.963	1994	250.422	2004	51.732
1965	21.777	1975	107.724	1985	176.265	1995	42.131	2005	69.397
1966	24.644	1976	54.421	1986	113.852	1996	10.275	2006	71.065
1967	33.930	1977	27.899	1987	49.355	1997	21.326	2007	29.409
1968	20.015	1978	152.963	1988	39.263	1998	42.705	2008	8.443
1969	18.860	1979	75.493	1989	163.171	1999	23.934	2009	40.402
1970	34.136	1980	91.411	1990	73.198	2000	45.900	2010	10.185
<b>Media</b>	<b>24.228</b>	<b>Media</b>	<b>63.860</b>	<b>Media</b>	<b>91.784</b>	<b>Media</b>	<b>62.745</b>	<b>Media</b>	<b>37.887</b>
Superficie (Has) forestal total recorrida por el fuego									
Decenio 1961 - 1970		Decenio 1971 - 1980		Decenio 1981 - 1990		Decenio 1991 - 2000		Decenio 2001 - 2010	
Año	Superficie	Año	Superficie	Año	Superficie	Año	Superficie	Año	Superficie
1961	46.251	1971	34.312	1981	291.417	1991	260.303	2001	93.298
1962	55.482	1972	55.920	1982	149.077	1992	105.278	2002	107.464
1963	22.679	1973	95.073	1983	107.551	1993	89.331	2003	148.172
1964	31.398	1974	139.928	1984	164.166	1994	437.603	2004	134.193
1965	38.018	1975	180.137	1985	484.475	1995	141.082	2005	188.697
1966	49.354	1976	121.514	1986	264.787	1996	58.919	2006	155.345
1967	76.575	1977	68.871	1987	147.340	1997	98.503	2007	86.122
1968	55.702	1978	424.958	1988	137.273	1998	132.892	2008	50.322
1969	53.172	1979	197.655	1989	407.122	1999	81.681	2009	120.094
1970	87.439	1980	261.515	1990	203.641	2000	187.567	2010	54.770
<b>Media</b>	<b>51.607</b>	<b>Media</b>	<b>157.988</b>	<b>Media</b>	<b>235.685</b>	<b>Media</b>	<b>159.316</b>	<b>Media</b>	<b>113.848</b>

Evolución de estos tres tipos de datos en los últimos cinco decenios (figuras 1.3.3, 1.3.4 y 1.3.5):

a) Número de siniestros:

En la figura 1.3.3 se puede observar la evolución del número medio de siniestros por decenio. Es creciente en los cuatro primeros. Este aumento es progresivo, decenio a decenio, como puede verse en la pendiente de sus respectivas líneas de tendencia (tabla 1.3.3). Sin embargo, en este último decenio la tendencia es decreciente especialmente desde el año 2006, tras el máximo relativo de 25.492 siniestros en 2005.



b) Superficie forestal arbolada recorrida por el fuego:

En la figura 1.2.4 se aprecia una tendencia creciente de la superficie forestal media quemada en los tres primeros decenios y decreciente a partir de finales de los noventa. Como se comentó, es en esta década de los noventa cuando empieza a notarse la eficiencia de los medios de extinción aun cuando en ese período sigue aumentando el número de siniestros. En este último periodo de 2001-2010 se estabiliza, con unas cifras inferiores a las de las anteriores décadas.

c) Superficie forestal total recorrida por el fuego:

Se aprecia una tendencia similar a la arbolada, siendo decreciente en el último decenio (figura 1.3.5) aunque con cifras absolutas menores, situándose la media de hectáreas afectadas en el periodo 2001-2010 en 113.848.

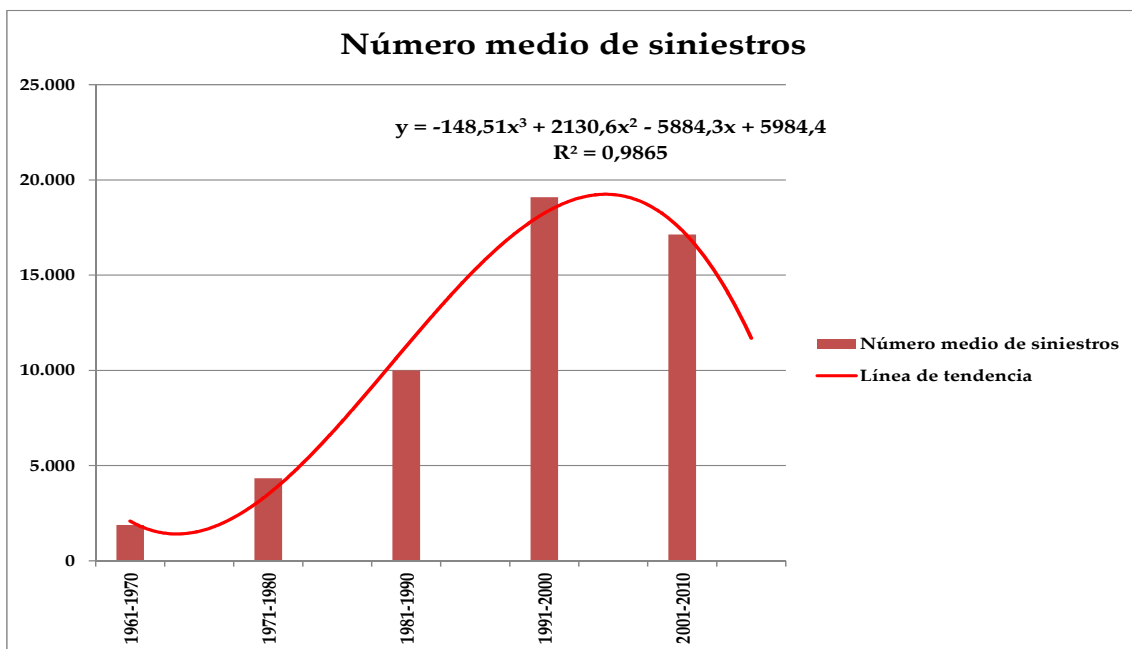


Figura 1.3.3 Evolución del número medio de siniestros por decenios

Tabla 1.3.3. Evolución del número de siniestros por decenios

Decenio	Línea de tendencia	Pendiente
1961-1970	$y = 88,57 x + 1.384,1$	88,57
1971-1980	$y = 571,92 x + 1.195,1$	571,92
1981-1990	$y = 858,52 x + 5.275,5$	858,52
1991-2000	$y = 868,52 x + 14.320,0$	868,52
2001-2010	$y = - 1.065,30 x + 22.986,0$	-1.065,30

(x = Año del decenio, y = N° de siniestros)

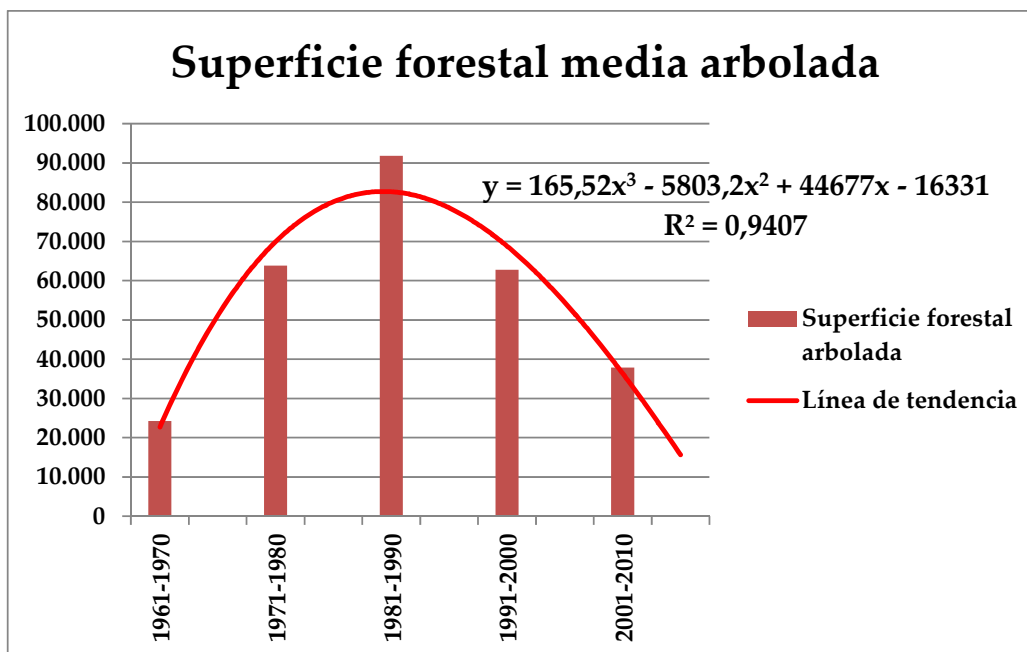


Figura 1.3.4. Evolución de la superficie media forestal arbolada afectada por decenios

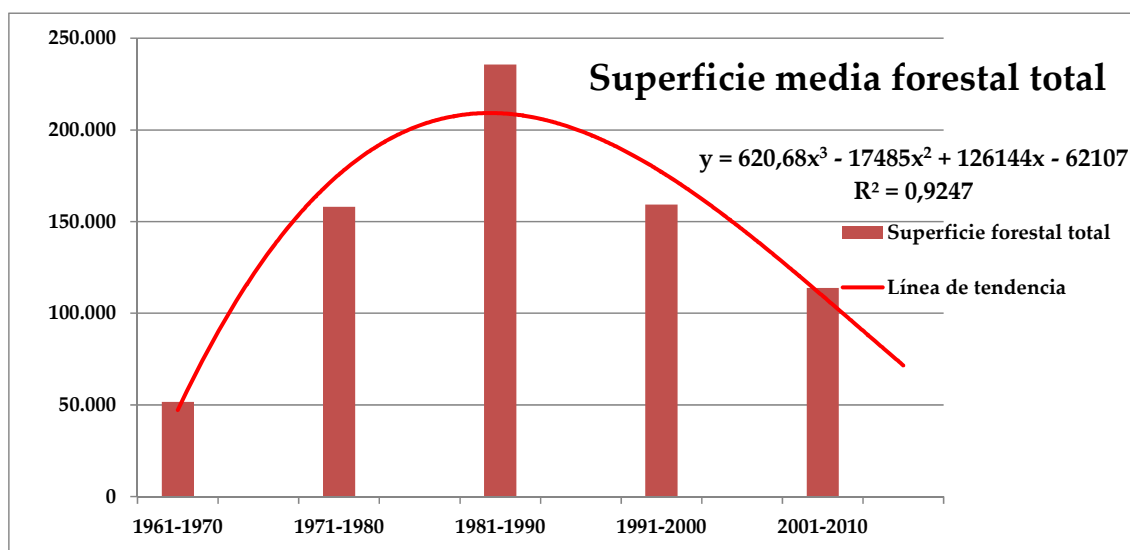


Figura 1.3.5. Evolución de la superficie media forestal total afectada por decenios

Una vez contemplado lo acaecido en los últimos cincuenta años se pasa a analizar el último decenio.

**Datos generales. Datos del decenio 2001-2010.**

España puede dividirse en cuatro grandes áreas geográficas (*Noroeste, Mediterráneo, Canarias y Comunidades Interiores*) que presentan cierta homogeneidad en el fenómeno de los incendios forestales. Los datos que se van a analizar a continuación se centran en el Comunidad Autónoma de Valencia (CAV) y en la provincia de Castellón, referenciándola al conjunto de España.

Los datos más representativos del decenio son (tabla 1.3.4):

- Número de siniestros: Se distinguen entre conatos (siniestros < 1 Ha) e incendios (siniestros ≥ 1 Ha).
- Superficies afectadas: Forestal (arbolada y no arbolada) y no forestal.

**Tabla 1.3.4.** Resumen de siniestros y superficies afectadas en la CAV y el total de España entre los años 2001-2010.

Año	Provincia / Comunidad Autónoma	Siniestros				Total siniestros	Superficie forestal (Has)				Superficie no forestal (Has)	
		Nº		Reproducciones			Arbolada	No arbolada		Total forestal		
		Conatos	≥ 1 Ha	< 1 Ha	≥ 1 Ha			Leñosa	Herbácea			Total
2001	Alicante	86	34	1	0	121	90,44	488,71	20,57	509,28	599,72	6,39
	Castellón	91	32	0	0	123	1.409,00	2.078,95	0,23	2.079,18	3.488,18	24,90
	Valencia	158	39	1	0	198	169,04	533,68	2,13	535,81	704,85	3,83
	Com. Valenciana	335	105	2	0	442	1.668,48	3.101,34	22,93	3.124,27	4.792,75	35,12
	Total España	12.272	7.003	183	89	19.547	19.363,35	56.347,43	17.586,76	73.934,19	93.297,54	13.701,67
2002	Alicante	66	32	3	0	101	255,20	479,37	40,64	520,01	775,21	13,96
	Castellón	62	14	0	0	76	9,64	197,35	22,63	219,98	229,62	5,80
	Valencia	128	16	0	0	144	49,18	142,05	5,99	148,04	197,22	2,83
	Com. Valenciana	256	62	3	0	321	314,02	818,77	69,26	888,03	1.202,05	22,59
	Total España	11.775	7.745	335	74	19.929	25.196,91	63.810,91	18.456,23	82.267,14	107.464,05	8.464,60
2003	Alicante	88	33	3	0	124	77,58	911,03	47,73	958,76	1.036,34	4,40
	Castellón	67	21	0	0	88	192,68	137,65	33,79	171,44	364,12	5,43
	Valencia	163	30	2	1	196	181,06	1.697,07	52,68	1.749,75	1.930,81	18,38
	Com. Valenciana	318	84	5	1	408	451,32	2.745,75	134,20	2.879,95	3.331,27	28,21
	Total España	11.600	6.490	382	144	18.616	53.673,03	70.467,84	24.031,60	94.499,44	148.172,47	26.613,00
2004	Alicante	119	24	1	1	145	22,00	69,02	12,05	81,07	103,07	3,78
	Castellón	94	26	0	0	120	59,34	158,39	2,92	161,31	220,65	12,30
	Valencia	181	39	2	0	222	342,10	407,40	28,88	436,28	778,38	74,60
	Com. Valenciana	394	89	3	1	487	423,44	634,81	43,85	678,66	1.102,10	90,68
	Total España	13.423	7.567	327	79	21.396	51.732,17	56.606,13	25.854,34	82.460,47	134.192,64	23.548,66
2005	Alicante	117	33	0	0	150	234,88	77,78	19,54	97,32	332,20	76,66
	Castellón	129	39	0	0	168	308,41	788,75	352,86	1.141,61	1.450,02	31,24
	Valencia	293	72	2	1	368	320,08	1.125,15	57,67	1.182,82	1.502,90	38,99
	Com. Valenciana	539	144	2	1	686	863,37	1.991,68	430,07	2.421,75	3.285,12	146,89
	Total España	15.875	8.828	600	189	25.492	69.396,79	106.227,15	13.073,55	119.300,70	188.697,49	11.835,01
2006	Alicante	90	29	3	0	122	190,20	457,22	92,34	549,56	739,76	5,32
	Castellón	89	20	1	0	110	31,11	85,86	3,33	89,19	120,30	9,49
	Valencia	187	53	0	0	240	881,07	1.684,07	49,35	1.733,42	2.614,49	22,74
	Com. Valenciana	366	102	4	0	472	1.102,38	2.227,15	145,02	2.372,17	3.474,55	37,55
	Total España	10.279	5.457	462	136	16.334	71.064,87	72.053,29	12.226,67	84.279,96	155.344,83	11.265,97
2007	Alicante	62	27	1	1	91	36,16	48,80	5,75	54,55	90,71	24,29
	Castellón	82	30	2	0	114	1.358,29	6.385,96	56,41	6.442,37	7.800,66	1.790,30
	Valencia	135	33	2	0	170	242,16	47,58	43,58	91,16	333,32	32,83
	Com. Valenciana	279	90	5	1	375	1.636,61	6.482,34	105,74	6.588,08	8.224,69	1.847,42
	Total España	7.397	3.382	126	31	10.936	29.408,86	42.394,77	14.318,40	56.713,17	86.122,03	12.592,60
2008	Alicante	68	15	1	0	84	37,33	75,30	2,52	77,82	115,15	8,50
	Castellón	63	8	0	0	71	18,50	20,47	278,41	298,88	317,38	4,10
	Valencia	144	27	0	0	171	218,71	58,80	20,31	79,11	297,82	11,44
	Com. Valenciana	275	50	1	0	326	274,54	154,57	301,24	455,81	730,35	24,04
	Total España	7.229	4.333	71	22	11.655	8.443,49	32.847,01	9.031,59	41.878,60	50.322,09	6.850,77
2009	Alicante	83	26	0	0	109	1.040,40	405,56	13,34	418,90	1.459,30	293,27
	Castellón	91	22	2	0	115	794,51	356,33	26,21	382,54	1.177,05	281,71
	Valencia	165	36	2	0	203	58,77	223,32	13,85	237,17	295,94	71,06
	Com. Valenciana	339	84	4	0	427	1.893,68	985,21	53,40	1.038,61	2.932,29	646,04
	Total España	9.684	5.714	182	63	15.643	40.402,48	67.495,97	12.195,76	79.691,73	120.094,21	17.802,82
2010	Alicante	78	27	3	0	108	343,59	482,89	21,67	504,56	848,15	9,43
	Castellón	52	11	0	0	63	19,89	8,21	2,73	10,94	30,83	0,00
	Valencia	128	29	0	0	157	1.141,96	3.611,36	17,20	3.628,56	4.770,52	25,88
	Com. Valenciana	258	67	3	0	328	1.505,44	4.102,46	41,60	4.144,06	5.649,50	35,31
	Total España	7.614	3.861	198	49	11.722	10.184,91	39.279,26	5.305,71	44.584,97	54.769,88	3.460,94

Este decenio presenta una tendencia descendente tanto en el número de conatos como en el de incendios (Figura 1.3.6), siendo claro desde el año 2005. Este año fue el segundo con mayor número de siniestros de la serie estadística (iniciada en 1961) tras el año 1995.

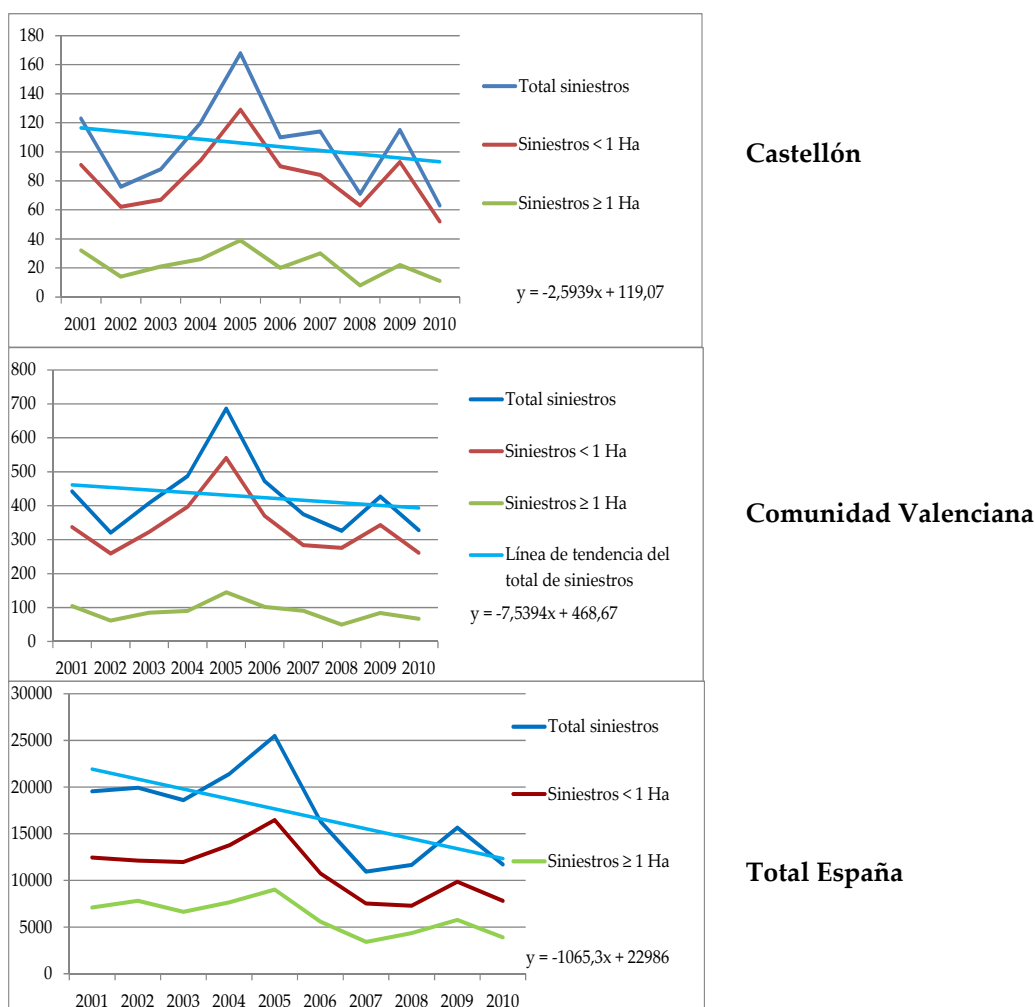


Figura 1.3.6. Evolución del número de siniestros (2001-2010)

Desde principios de los noventa ha aumentado el presupuesto de prevención de incendios y en este decenio (2001-2010) se ha seguido con la misma política. Aunque sería necesario un estudio exhaustivo de la eficacia de las actuaciones llevadas a cabo, el incremento de las *acciones punitivas* parece tener como resultado una disminución en el número total de siniestros.

Un índice posible de la efectividad de los medios de extinción es el porcentaje de conatos al indicar que la superficie afectada no va más allá de una hectárea. La media del porcentaje de conatos sobre el total de siniestros, en el decenio, se sitúa en un 64 %, 80 % y un 79 % para España, CAV y Castellón respectivamente. Comentar que este indicador muestra grandes diferencias entre autonomías. En la tabla 1.3.5 se observa la pendiente del crecimiento de dicho porcentaje de conatos respecto al total de siniestros. En Castellón la efectividad mejora más rápidamente que en CAV y España.

**Tabla 1.3.5.** Evolución del porcentaje de conatos (siniestros < 1 Ha) respecto al total

Localidad	Línea de tendencia	Pendiente
Provincia de Castellón	$y = 0,7643 x + 75,243$	0,7643
C. A. Valenciana	$y = 0,2249 x + 78,28$	0,2249
España (total)	$y = 0,2941 x + 62,846$	0,2941

(x = Año del decenio, y = % de siniestros < 1 Ha)

Sin embargo, el origen del problema continúa sin estar plenamente resuelto. El número de siniestros aunque va disminuyendo sigue siendo elevado, ardiendo unas 143.689 has de media al año (1961–2010), alrededor de un 0,57 % de la superficie forestal.

En cuanto a la **vegetación** afectada por el fuego se muestra en la figura 1.2.7. En todos los años, salvo en el año 2009 en la CAV y Castellón, la superficie no arbolada supera claramente a la arbolada.

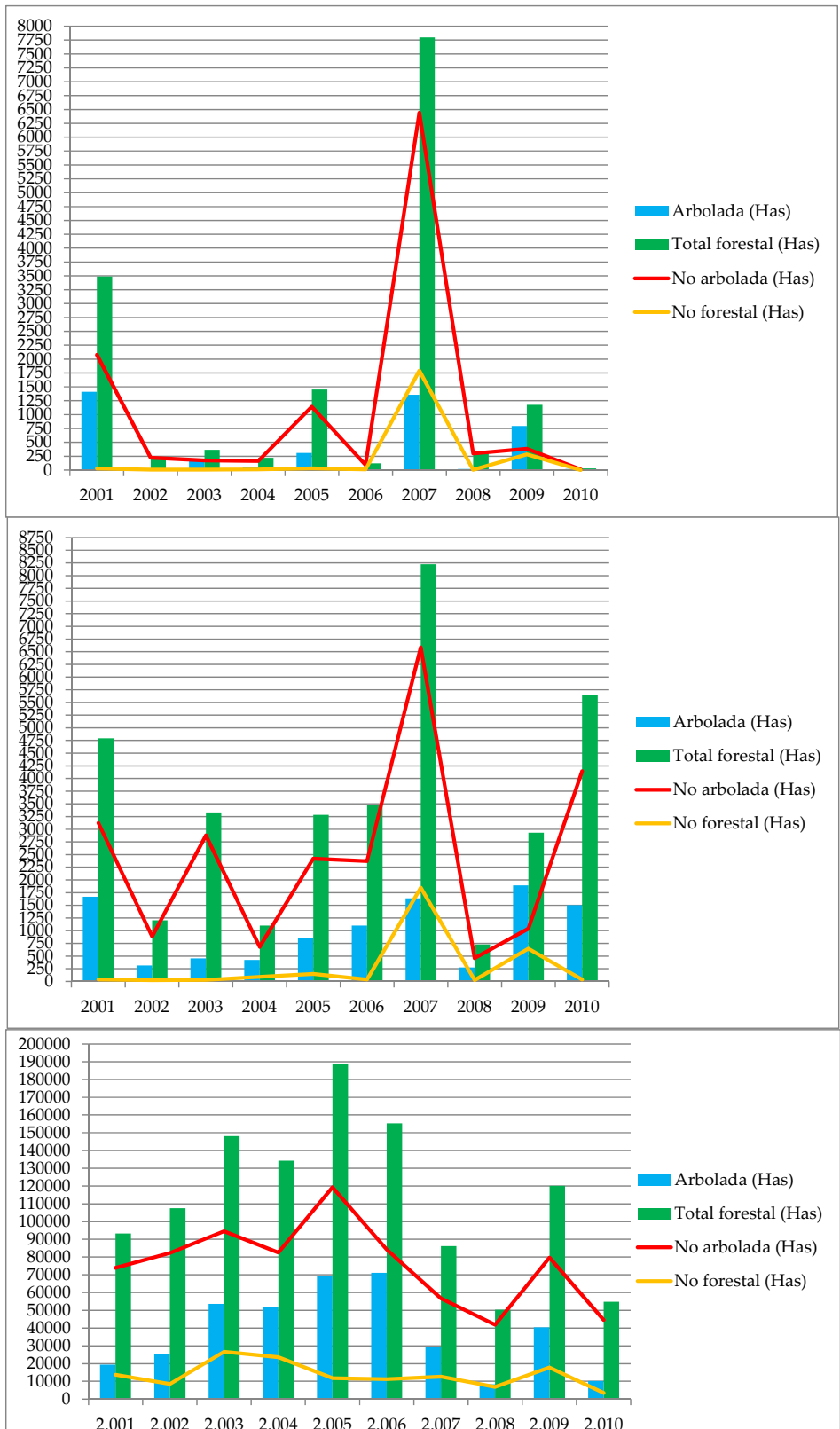
En España la tendencia general es decreciente (tabla 1.3.6.) presentando incrementos los años 2005, 2006 y 2009. En todo el Mediterráneo la tendencia es similar al resto de España pero la CAV presenta pendientes positivas en sus líneas de tendencia.

Por otro lado, Castellón presenta una tendencia decreciente en superficie total forestal y arbolada y, creciente en la no forestal y desarbolada; desestabilizada en el 2007.

**Tabla 1.3.6.** Tendencia de las superficies afectadas en el decenio 2001-2010

LOCALIDAD	SUPERFICIE AFECTADA	LÍNEA DE TENDENCIA	PENDIENTE
ESPAÑA	Arbolada	$y = - 1.621,900 x + 46.807,000$	-1.621,900
	Total forestal	$y = - 5.607,000 x + 144.686,000$	-5.607,000
	No arbolada	$y = - 3.985,100 x + 97.879,000$	-3.985,100
	No forestal	$y = -963,920 x + 18.915,000$	-963,920
CAV	Arbolada	$y = 76,272 x + 593,830$	76,272
	Total forestal	$y = 171,970 x + 2.526,600$	171,970
	No arbolada	$y = 95,698 x + 1.932,800$	95,698
	No forestal	$y = 57,611 x - 25,478$	57,611
CASTELLÓN	Arbolada	$y = - 25,814 x + 562,110$	-25,814
	Total forestal	$y = - 20,046 x + 1.630,100$	-20,046
	No arbolada	$y = 5,768 x + 1.068,000$	5,768
	No forestal	$y = 42,502 x - 17,235$	42,502

(x = Año del decenio, y = Superficie afectada en has)



Castellón

Comunidad Valenciana

Total España

Figura 1.3.7. Evolución de las superficies afectadas en el decenio 2001-2010

El número de siniestros en la Comunidad Valenciana (2001-2010) fue de 4.272, es decir el 2,49 % del total (171.270) de los ocurridos en España. Así mismo los porcentajes acumulados del total de superficie afectada arbolada y forestal

suponen 2,67 % y el 3,05 % respectivamente. *Es decir, la CAV tanto en siniestros como en superficies afectadas por incendios representa entre el 2 % y el 3 % de España.*

Los municipios de la C. A. Valenciana con mayor número de siniestros, entre 2001 y 2010, originados en su territorio se presentan en la tabla 1.3.7.

**Tabla 1.3.7.** Municipios con mayor número de siniestros en la Comunidad Valenciana

Provincia	Términos Municipales (T. M.)					
	T. M. 1	Total de siniestros	T. M. 2	Total de siniestros	T. M. 3	Total de siniestros
Alicante	Elche	75	Vall de Gallinera	39	Torreveija	34
Castellón	Onda	53	L'Alcora	36	Vistabella del Maestrazgo	35
Valencia	Requena	85	Valencia	63	Sagunto	56

Como se ve en los últimos años los guarismos de número de siniestros y superficies quemadas, por los incendios forestales, parecen tener una tendencia descendente; lo cual puede llevar a cierto optimismo. Pero como se mencionó anteriormente el problema no está resuelto ya que la superficie media afectada sigue siendo elevada e incrementada en ciertos años. Uno de las causas de estos notables incrementos son los *grandes incendios forestales* que no solo distorsionan las cifras medias, sí no que suponen un gran impacto destructivo medio ambiental allá donde se producen.

### ***Grandes incendios forestales (GIF).***

Son aquellos cuya superficie forestal afectada supera las 500 hectáreas. Este criterio es utilizado por un importante número de países de la Unión Europea. Aunque no suelen presentarse gran número de ellos al año y la superficie afectada y tipo de cobertura forestal pueden ser diferentes, su importancia es considerable como se verá seguidamente.

En la tabla 1.3.8. se puede observar el total de siniestros, número de GIF, superficie total afectada y la correspondiente a los GIF en casi cuatro décadas (1970-2010).

A partir del año 1978 los GIF aumentan en progresión ascendente culminando con los 159 de 1985. Puede decirse que entre los años 1980 y 1989 los GIF tuvieron una mayor incidencia con un promedio de setenta anuales. Una de las causas de esto fue un período (1978-1984) largo de sequía. Aunque entre 1992 y 1996 España sufrió otra intensa sequía, la media anual de GIF descendió a la mitad respecto a la década anterior. En la segunda mitad del decenio 2001-2010

el número total de siniestros presenta una tendencia descendente mientras que el número de GIF permanece estable (Figura 1.3.8).

Cómo se puede apreciar en la tabla 3.1 el número de GIF entre 1970 y 2010 ha oscilado entre 6 y 159, siendo su *valor medio de 45 grandes incendios forestales al año*. Así mismo, el porcentaje que representa los GIF respecto al total de siniestros se mueve entre el 0,03 % y el 1,87 %, siendo su *promedio de 0,53 %*. *Aunque sus guarismos son muy bajos y la tendencia es claramente descendente (Figura 1.3.9) su importancia es enorme como se apreciará al estudiar la evolución de las superficies afectadas por estos GIF.*

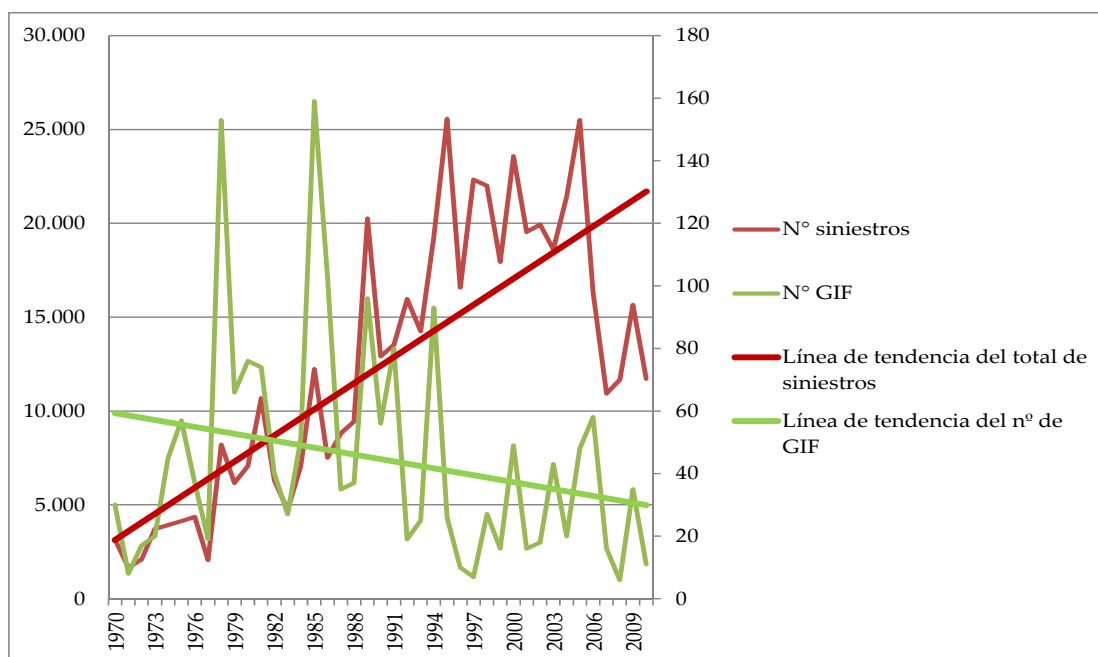


Figura 1.3.8. Evolución del nº de siniestros y nº de GIF (1970-2010)

Sí se analizan también estos datos por decenios, se observa que en los tres primeros aumenta el número total de incendios y a partir del año 2000 empieza a disminuir. En cuanto a los GIF se aprecia que en los dos primeros decenios también aumentan su número y a partir de 1991 disminuyen, aunque se puede decir que en los últimos años su *tendencia es prácticamente constante* (tabla 1.3.8 y figura 1.3.9).



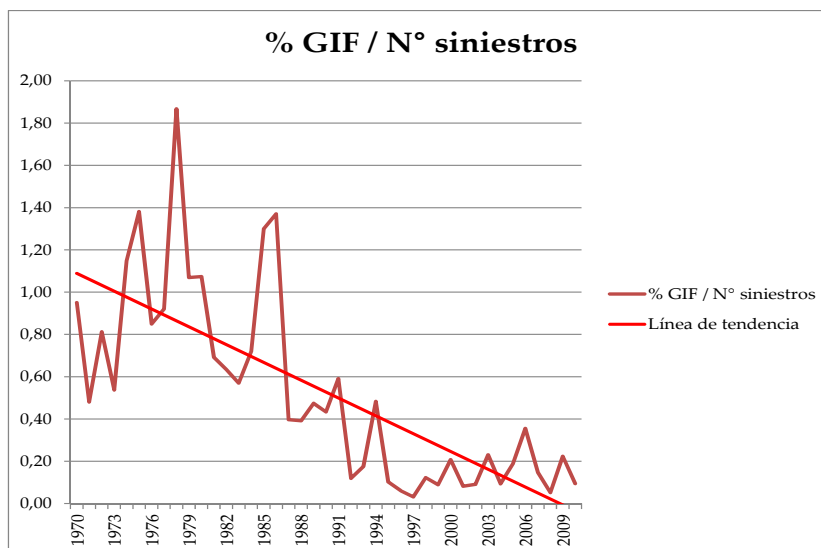


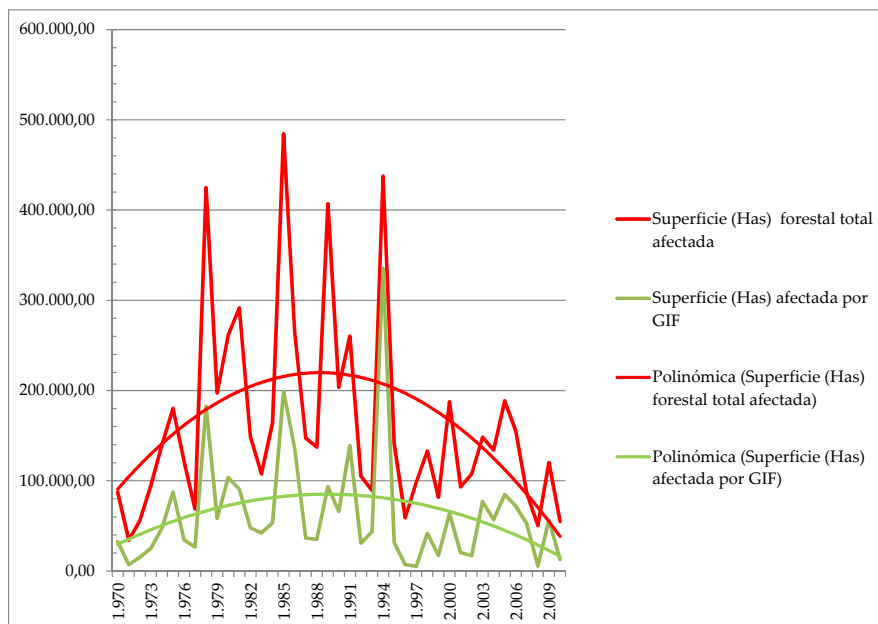
Figura 1.3.9. Evolución del % de GIF respecto al total de siniestros (1970-2010)

Tabla 1.3.8. Estadísticas de los GIF entre 1970 y 2010

Año	N° siniestros	N° GIF	% GIF / N° siniestros	Superficie (Has) forestal total afectada	Superficie (Has) afectada por GIF	% superficie GIF / superficie forestal total
1970	3.155	30	0,95	87.438,50	32.465,30	37,13
1971	1.665	8	0,48	34.312,40	7.138,00	20,80
1972	2.093	17	0,81	55.920,10	15.303,00	27,37
1973	3.724	20	0,54	95.072,50	25.341,90	26,66
1974	3.920	45	1,15	139.927,50	47.718,00	34,10
1975	4.128	57	1,38	180.136,90	87.535,00	48,59
1976	4.356	37	0,85	121.514,10	34.450,00	28,35
1977	2.064	19	0,92	68.870,90	26.717,50	38,79
1978	8.193	153	1,87	424.957,90	182.614,80	42,97
1979	6.171	66	1,07	197.423,90	58.497,20	29,63
1980	7.075	76	1,07	261.514,80	103.550,00	39,60
1981	10.688	74	0,69	291.417,10	90.711,00	31,13
1982	6.308	40	0,63	149.077,10	47.821,70	32,08
1983	4.736	27	0,57	107.551,40	42.239,30	39,27
1984	7.073	51	0,72	164.166,10	53.410,70	32,53
1985	12.235	159	1,30	484.475,20	198.994,80	41,07
1986	7.514	103	1,37	264.787,40	135.756,00	51,27
1987	8.816	35	0,40	147.340,40	36.562,90	24,82
1988	9.440	37	0,39	137.272,60	35.205,00	25,65
1989	20.250	96	0,47	407.122,10	93.592,60	22,99
1990	12.914	56	0,43	203.641,40	66.183,80	32,50
1991	13.529	80	0,59	260.303,00	138.928,10	53,37
1992	15.956	19	0,12	105.277,70	30.918,60	29,37
1993	14.253	25	0,18	89.331,10	43.532,30	48,73
1994	19.249	93	0,48	437.602,50	335.359,20	76,64
1995	25.557	26	0,10	141.082,17	31.699,80	22,47
1996	16.586	10	0,06	58.919,27	6.962,40	11,82
1997	22.320	7	0,03	98.503,17	5.309,40	5,39
1998	22.003	27	0,12	132.892,34	41.761,62	31,43
1999	17.943	16	0,09	81.680,67	17.399,05	21,30
2000	23.574	49	0,21	187.567,06	63.634,69	33,93
2001	19.547	16	0,08	93.297,54	20.325,20	21,79
2002	19.929	18	0,09	107.464,05	16.993,35	15,81
2003	18.616	43	0,23	148.172,47	76.796,21	51,83
2004	21.396	20	0,09	134.192,64	56.725,80	42,27
2005	25.492	48	0,19	188.697,49	84.605,76	44,84
2006	16.334	58	0,36	155.344,83	72.119,08	46,43
2007	10.936	16	0,15	86.122,03	52.233,72	60,65
2008	11.655	6	0,05	50.322,09	5.499,74	10,93
2009	15.643	35	0,22	120.094,21	56.266,49	46,85
2010	11.722	11	0,09	54.769,88	12.538,79	22,89
<b>Media</b>	<b>12.409</b>	<b>45</b>	<b>0,53</b>	<b>164.770,16</b>	<b>63.205,31</b>	<b>34,29</b>
<b>Máximo</b>	<b>25.557</b>	<b>159</b>	<b>1,87</b>	<b>484.475,20</b>	<b>335.359,20</b>	<b>76,64</b>
<b>Mínimo</b>	<b>1.665</b>	<b>6</b>	<b>0,03</b>	<b>34.312,40</b>	<b>5.309,40</b>	<b>5,39</b>

En cuanto a la **superficie** forestal quemada en los GIF, entre 1970 y 2010, ha variado entre 5.309,40 has y 335.359,20 has. *El valor medio es de 63.205,31 has anuales quemadas en grandes incendios forestales.* En la tabla 3.1 puede observarse que *el porcentaje que supone la superficie quemada en los GIF respecto al total de la superficie forestal varió entre el 5,39 % y el 76,64 %, siendo su valor medio del 34,29 %.*

En estos cuarenta años la superficie total forestal quemada ha sido creciente hasta aproximadamente 1990, empezando a decrecer a partir de dicho año (figura 1.3.10). En los dos primeros decenios la superficie total forestal afectada ha aumentado y en los dos siguientes ha disminuido. La evolución de la superficie afectada por los GIF es similar pero empieza a disminuir a partir del segundo decenio (tabla 1.3.10 y figura 1.3.10).



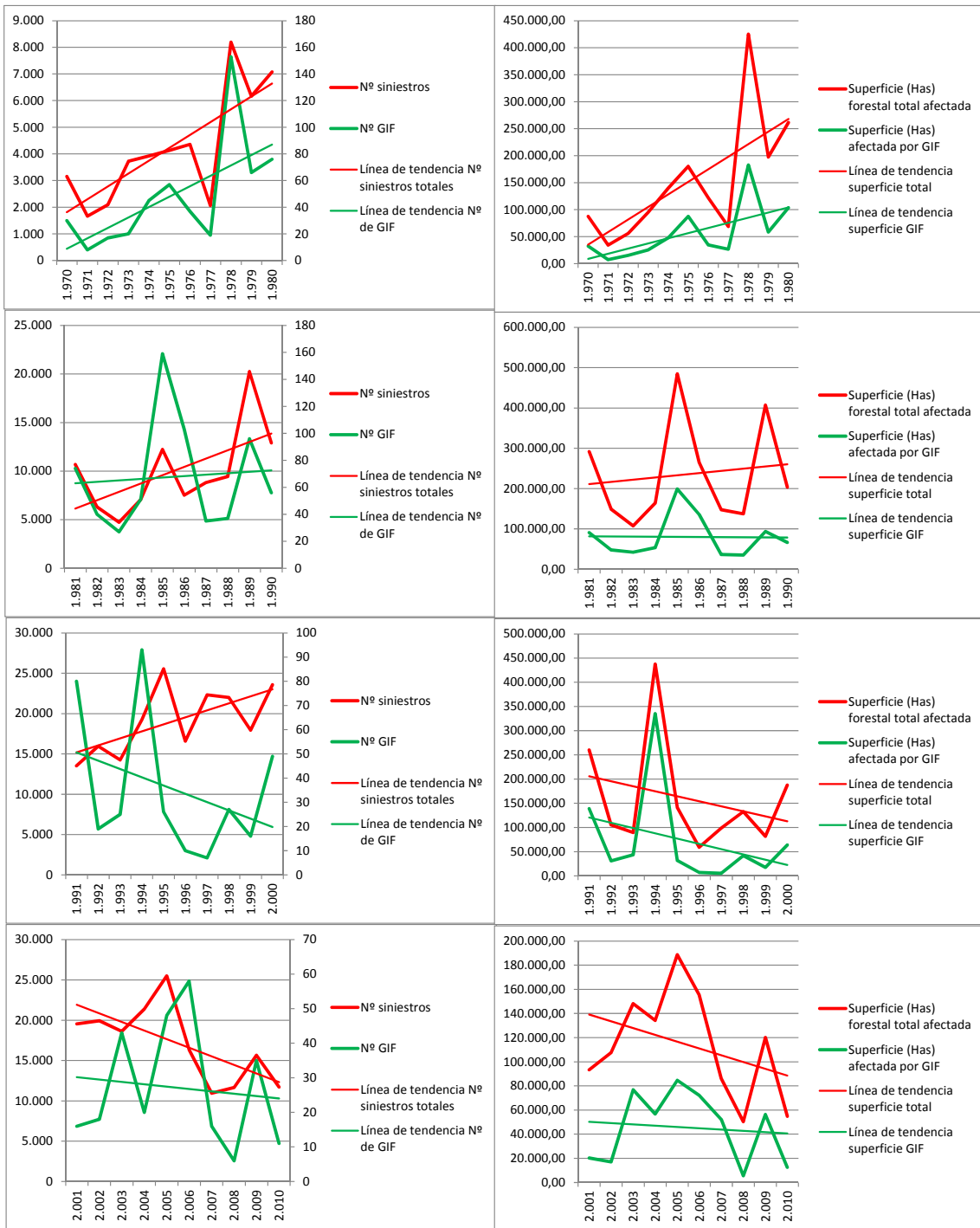
**Figura 1.3.10.** Evolución (1970-2010) de las superficies afectadas totales y de los GIF

En el actual contexto de *cambio climático*, según el cual se predice un recrudecimiento de las condiciones meteorológicas, su evolución es muy preocupante. *Se recuerda que el 0,53 % (GIF) de los incendios suponen un 34 % de superficie forestal media quemada, pudiendo llegar a un casi 77 %.* La meteorología y el no aprovechamiento de la masas forestales ha influido en la incidencia e impacto de los GIF y las previsiones indican que, de no actuar, este proceso irá a más. Por ello aumentará el riesgo de aparición de GIF al aumentar la cantidad de combustible que facilita la propagación del fuego.

**Tabla 1.3.9.** Tendencia del número de siniestros y de GIF y sus correspondientes superficies afectadas (1970-2010)

DECENIO	SUPERFICIE FORESTAL AFECTADA	LÍNEA DE TENDENCIA	PENDIENTE
1970-1980	TOTAL	$y = 23.265,00 x + 11.965,00$	23.265,00
	GIF	$y = 9.566,20 x - 912,42$	9.566,20
1981-1990	TOTAL	$y = 5.422,90 x + 205.859,00$	5.422,90
	GIF	$y = - 298,80 x + 81.691,00$	- 298,80
1991-2000	TOTAL	$y = - 10.312,00 x + 216.031,00$	-10.312,00
	GIF	$y = - 10.885,00 x + 131.418,00$	-10.885,00
2001-2010	TOTAL	$y = - 5.607,00 x + 144.686,00$	-5.607,00
	GIF	$y = - 1.076,40 x + 51.331,00$	-1.076,40
DECENIO	NÚMERO DE SINIESTROS	LÍNEA DE TENDENCIA	PENDIENTE
1970-1980	TOTAL	$z = 482,18 x + 1.338,20$	482,18
	GIF	$z = 7,82 x + 1,09$	7,82
1981-1990	TOTAL	$z = 858,52 x + 5.275,50$	858,52
	GIF	$z = 1,07 x + 61,93$	1,07
1991-2000	TOTAL	$z = 868,52 x + 14.320,00$	868,52
	GIF	$z = - 3,42 x + 54,00$	-3,42
2001-2010	TOTAL	$z = - 1.065,30 x + 22.986,00$	-1.065,30
	GIF	$z = - 0,69 x + 30,87$	-0,69

(x = Año del decenio, y = Superficie forestal afectada (Total y GIF) en has, z = N° de siniestros (Total y GIF))



**Figura 1.3.11.** Evolución decenal (2001-2010) del número de siniestros y de la superficie total afectada así como de la superficie total afectada por GIF.

### *Distribución temporal*

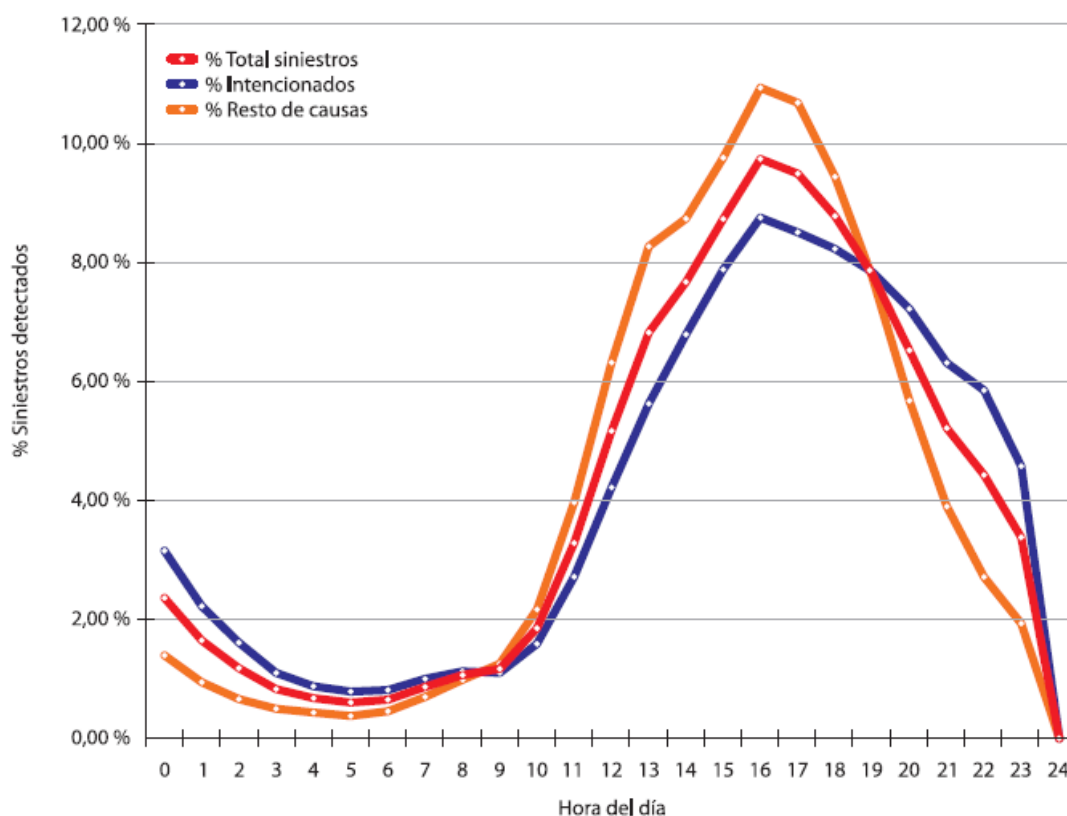
Analizando los datos para el conjunto de España se observa **dos períodos con máximos relativos** en el *número de siniestros*. Uno es agosto, el mes con el máximo número, seguido de julio y septiembre. El otro con prácticamente los mismos valores es el mes de marzo, fuera del periodo estival.

En cuanto a las *superficies* se ve que agosto y julio acaparan los valores mayores, existiendo también un máximo relativo en marzo y febrero. En el decenio 2001-2010 fue agosto del 2006 el mes con mayor superficie afectada (97.395 has) de superficie forestal recorrida por el fuego. En la C. A. de Valencia fue agosto del 2007 con 5.802 has (Tabla 1.3.10).

**Tabla 1.3.10.** Mes con mayor superficie forestal afectada (2001-2010)

ESPAÑA			C. A. de VALENCIA		
AÑO	MES	SUPERFICIE FORESTAL AFECTADA (Has)	AÑO	MES	SUPERFICIE FORESTAL AFECTADA (Has)
2001	Agosto	26.740	2001	Agosto	4.069
2002	Agosto	24.093	2002	Noviembre	574
2003	Agosto	92.057	2003	Agosto	2.758
2004	Julio	54.409	2004	Agosto	738
2005	Agosto	62.702	2005	Julio	935
2006	Agosto	97.395	2006	Marzo	2.406
2007	Julio	46.154	2007	Agosto	5.802
2008	Febrero	19.740	2008	Marzo	322
2009	Julio	48.978	2009	Julio	1.522
2010	Agosto	17.681	2010	Septiembre	5.361

En cuanto a la *hora de inicio de los incendios* se suele diferenciar entre los incendios de causa intencionada y el resto de causas. Respecto al conjunto nacional se observa (Figura 1.3.12) que la desviación del inicio de los incendios intencionados es hacia el ocaso y horas nocturnas, cuando no pueden actuar los medios aéreos.



**Figura 1.3.12.** Porcentaje de siniestros por hora de detección (2001-2010)

Fuente: "Los incendios forestales en España. Decenio 2001-2010". Ministerio de Agricultura, Alimentación y M. A.

### *Causas de los incendios forestales*

Las causas son variadas y se clasifican en cinco grupos (*rayo, negligencias y causas accidentales, intencionadas, desconocidas y reproducciones de incendios anteriores*) que a su vez se subdividen (*accidentales y negligentes*). En las causas intencionadas se detalla la motivación.

El porcentaje de siniestros con causa conocida para el conjunto del decenio supera el 84,62 % del total. El 78 % del total de los siniestros tienen origen antrópico afectando éstos al 82,6 % de la superficie total forestal. Es de destacar el porcentaje elevado que supone las negligencias. La mayoría de los incendios por rayo se concentran en el área del Mediterráneo así como en las Comunidades Interiores.

En las motivaciones de los incendios intencionados destacan las quemas agrícolas y ganaderas (68 % del total) seguidas de pirómanos, caza y vandalismo.

Si se analiza la superficie afectada, se observa la mayor importancia del papel de los incendios **intencionados** en España. En el año 2010 ardieron 44.915 hectáreas por esta causa de las 54.770 que se quemaron en total (82%). Después de la causa intencionada, los incendios por **negligencias** y causas accidentales son los que más se produjeron ese año (12%).

#### **Especies arbóreas más afectadas**

En España la especie más afectada fue el *Pinus pinaster* (102.117,13 has) seguido del *Eucaliptus globulus* (52.598,20 has) y *Pinus halepensis* (41.743,39 has).

La C. A. de Valencia sus tres especies más afectadas son pináceas. En orden decreciente tenemos *Pinus halepensis* (9.170,98 has), *Pinus nigra* (553,08 has) y *Pinus pinaster* (100,88 has).

#### **Propiedad de los terrenos afectados**

En cuanto a la propiedad de los terrenos, afectados por los incendios forestales en España, sólo destacar un porcentaje significativo, éste es el que supone la *propiedad particular* (tabla 1.3.11)

**Tabla 1.3.11.** Porcentaje de superficie afectada

CONCEPTO	PORCENTAJE (%)
Número de montes afectados	77,89
Superficie forestal	62,42
Superficie arbolada	54,03

Como puede apreciarse estos porcentajes son muy altos, lo que no es de extrañar puesto que el 72 % de la superficie forestal en España es de propiedad particular. Lo que sí es preocupante es que solo el 4,70 % de esta superficie privada tiene planes de ordenación de montes, es decir, están gestionados forestalmente y con instrumentos de protección.

Comentar que la superficie forestal pública presenta dichos planes de ordenación en un 25,68 %, porcentaje mayor pero escaso (*Anuario de la Estadística Forestal 2009*).

En la C. A. de Valencia la superficie arbolada particular afectada (2001-2010) presenta un porcentaje del 69,87 %, porcentaje superior a la media española.

## *Detección*

La eficacia de los dispositivos de extinción puede cuantificarse con los tiempos de acceso al incendio de los medios de extinción. La rapidez de actuación se correlaciona con el tamaño final de los incendios, es decir, está directamente relacionado con los tiempos de llegada de los primeros medios de extinción.

La actual organización moviliza sus medios de tal manera que en el 43,15 % de los siniestros la llegada se produce en los primeros 15 minutos desde que el incendio ha sido detectado, llegando ese porcentaje al 85,55 % en los primeros 45 minutos.

Con ello se está logrando que en menos de 1 hora el 18,65 % de los siniestros sean extinguidos y el 87,71 % de éstos una duración inferior a las seis horas.

Aunque el uso del helicóptero en la extinción de incendios es posterior a la utilización de aviones su importancia hace que sea el medio aéreo más frecuente en los incendios.



## **2. OBJETIVOS**



Dada la importancia de los incendios forestales como fuente de emisión de contaminantes al atmósfera, el objetivo principal del este trabajo de investigación es *el seguimiento de la contaminación atmosférica durante los incendios forestales de más de 100 hectáreas ocurridos en la provincia de Castellón en el periodo 2007-2012.*

Este objetivo principal implica los siguientes objetivos secundarios:

Estudio de la evolución de los incendios en la provincia de Castellón a través del análisis de indicadores de prevención y extinción.

- Conocer la evolución de las tendencias de los incendios en el periodo estudiado en la provincia de Castellón con el fin de conocer la situación real y la problemática que acarrear.
- Realizar un mapa de riesgos estadísticos de incendios por comarcas para determinar cuáles requieren una especial atención y así proporcionar información útil para una eficaz planificación en la defensa contra incendios.

Estudio del impacto de los incendios forestales en la calidad del aire.

- Conocer la evolución de los diferentes contaminantes atmosféricos en los periodos que se producen los incendios con el fin de evaluar su incidencia sobre la calidad del aire.
- Conocer los factores que determinan la influencia de los incendios forestales sobre la calidad del aire para posibles alertas de salud a la población.



### **3. MATERIALES Y METODOS**



### 3.1. Descripción del área de estudio.

La provincia de Castellón es una provincia situada al Este de la Península Ibérica (España), en la parte más septentrional de la Comunidad Valenciana. Limita con el mar Mediterráneo al Este, y con las provincias de Tarragona al Noreste, Teruel al Oeste y Valencia al Sur.

Ocupa una superficie de 666.225,89 ha, de las que el 60% (399.148,91 ha) son de uso forestal y de estas, un 40,8% (162.686,07 ha) de monte arbolado. Alrededor del 82% de la superficie forestal está en manos privadas.

#### *Geología, edafología e hidrogeología*

Dentro del contexto de la placa Ibérica la provincia de Castellón se encuentra ubicada en la parte oriental del Sistema Ibérico, delimitada al N por el Monte Caro y el Montsià, enlace con la Cordillera Costero catalana, al W con el Macizo de Gúdar que da paso al Maestrazgo, al S y SW por las prolongaciones de la sierra de Javalambre, Peñaescabia y Sierra Calderona, conjuntos orográficos separados por las depresiones de Mijares y del Palancia, entre los que se extiende la Sierra de Espadán y Pina (Fig 3.1.1).

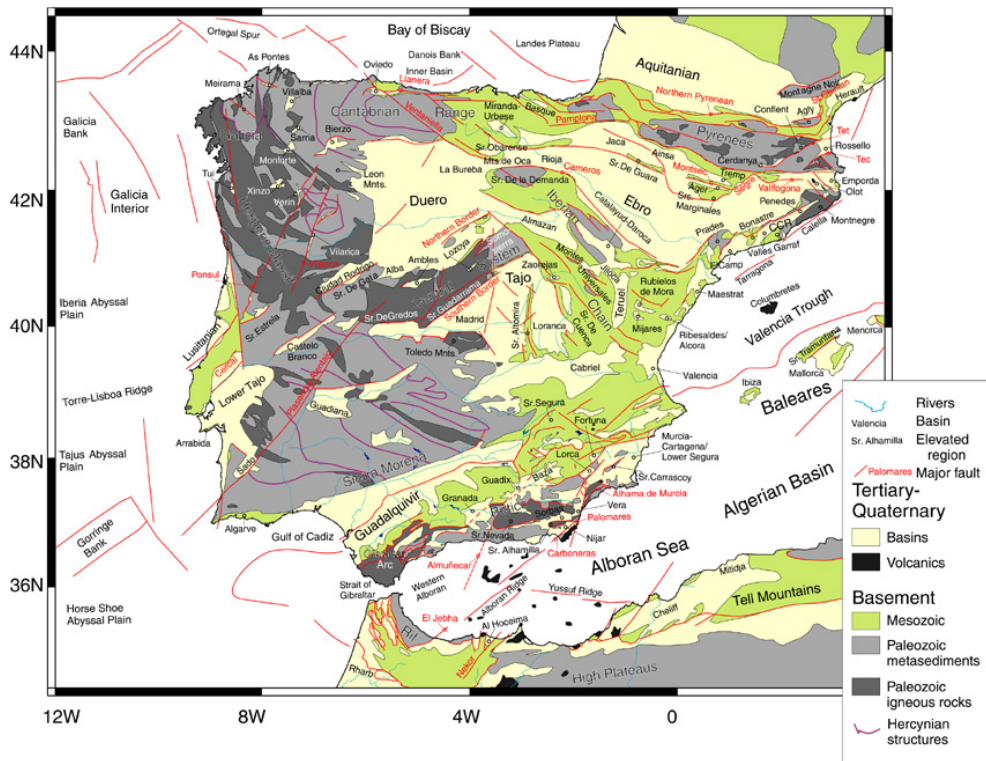


Figura 3.1.1. Mapa geológico de la Península Ibérica y zona oeste mediterránea con el nombre de las cuencas, principales fallas y regiones. (Andeweg B., 2002).

El Sistema Ibérico, situado entre la cuenca del Ebro y la Cordillera Costero Catalana al N, la Cordillera Bética al S y el Macizo Hespérico al W, se compone de tres unidades morfoestructónicas paralelas de NW a SE, La rama aragonesa o externa, la depresión de Calatayud-Teruel y la rama castellana. La rama aragonesa está representada en la provincia de Teruel con la sierra de Gúdar y prosigue en Castellón con Penyagolosa y el Maestrazgo. La rama castellana que enlaza con el sistema central está representada por las sierras de Albarracín y Javalambre, con su prolongación de la sierra de Camarena y Calderona. La estructura actual del Sistema Ibérico es el resultado de la superposición de procesos compresivos fundamentalmente paleógenos y posteriormente distensivos durante el Neógeno.

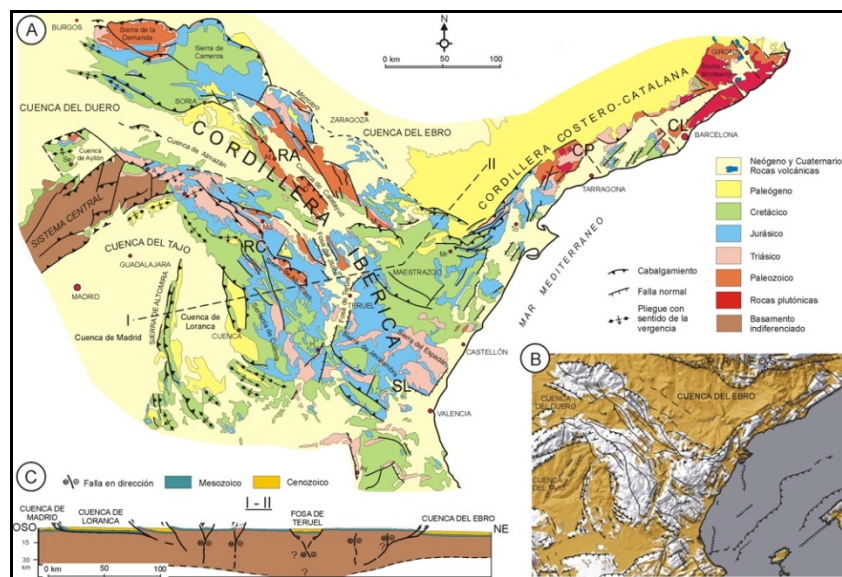


Figura 3.1.2. Mapa geológico de la Cordillera Ibérica (Vera, 2004)

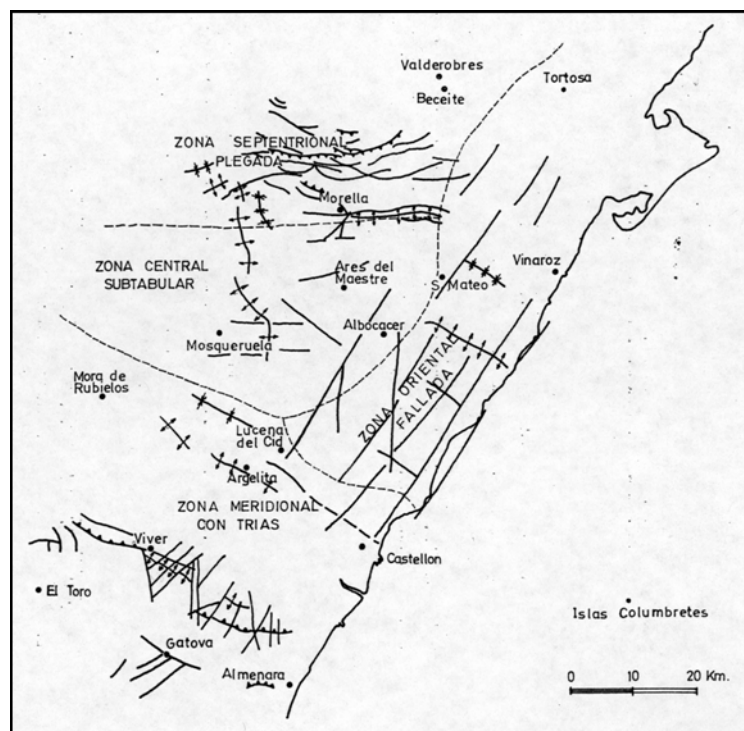
El Macizo Ibérico constituye una cordillera alpina constituida por un zócalo paleozoico plegado y erosionado sobre el que se dispone una cobertera mesozoica y paleógena que se adapta al zócalo fracturado, generando estructuras de revestimiento (zonas tabulares) o pliegues de dirección general NW-SE configurados por materiales más plásticos. Los pliegues más próximos a la cuenca del Ebro toman la dirección W-E y SW-NE cuando enlazan con el extremo meridional de la Cordillera Costero Catalana. La Cordillera Ibérica presenta una dirección NW-SE, condicionada por grandes fallas que afectan al zócalo paleozoico, que tienen su origen en los desgarres tardihercínicos de dirección NW-SE (falla Noribérica, falla de Ateca-castellón y Hespérica) y de dirección NNW-SSE (falla del Segre, falla de Requena- Mora de Ebro) que generaron los surcos y umbrales de la cuenca mesozoica y condicionaron las estructuras durante la etapa compresiva posterior.



La parte septentrional y central de la provincia de Castellón está formada por afloramientos jurásicos y cretácicos, materiales predominantemente calcáreos que configuran pliegues de gran amplitud de dirección NW-SE, fracturados por un sistema de fallas que confiere un aspecto tabular. Hacia el sur de la provincia, afloran materiales paleozoicos constituidos por pizarras y grauwacas, cubiertos por una serie triásica discordante representada en las sierras de Espadán, Pina y sus estribaciones y en los montes de Gátova y estribaciones de Sierra Calderona. En las depresiones del río Palancia y Mijares afloran materiales detríticos terciarios

### Áreas Geoestructurales

Los terrenos cretácicos constituyen la mayor extensión de la provincia, seguidos de los jurásicos, el Triásico y el Paleozoico afloran en la parte meridional de la provincia, donde los afloramientos triásicos alcanzan gran extensión (Sanfeliu y Belart, 1985) . Todos los materiales mesozoicos se hallan deformados, en mayor o menor grado por la orogenia alpina. Estructuralmente se pueden distinguir cuatro áreas diferenciadas: zona septentrional plegada, zona central subtabular, zona meridional triásica y zona oriental fallada (figura 3.1.3).



**Figura 3.1.3.** Esquema estructural de la Cordillera Ibérica en la provincia de Castellón (Sanfeliu y Belart, 1985).

La zona septentrional plegada se caracteriza por estar formada por un conjunto de fallas y cabalgamientos de dirección E-W .A partir de estas estructuras se puede deducir la existencia de fracturas de dirección E-W en el zócalo. Esta serie de cabalgamientos de dirección E-W desplazaron la cobertera mesozoica hacia el N durante el Paleógeno, de forma que estos materiales cabalgan sobre los materiales y estructuras de la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica, la Cuenca del Ebro y la Cadena Costero Catalana. Hacia el S el cinturón de cabalgamientos y pliegues se atenúan, disminuyendo progresivamente la deformación, dando lugar a un área muy poco deformada de estructura subtabular, denominada Área Central Subtabular, caracterizada por una gran potencia de cobertera mesozoica que puede alcanzar hasta 6000 m de potencia en algunos puntos (área de la Salzadella y Sant Mateu) donde los estratos permanecen casi horizontales. Los afloramientos paleozoicos de la Sierra de Espadán constituye el límite paleogeográfico del Cretácico Inferior, justo al N de los cuales se encuentra una zona, denominada Área Meridional Triásica, con extensos afloramientos triásicos y gran desarrollo de fallas normales que afectan a la cobertera mesozoica. Por último, se diferencia La Zona oriental Fallada que constituyen la continuación meridional de las fosas de la Cadena Costero Catalana, está formada por un conjunto de horst de materiales mesozoicos y fosas rellenas de materiales neógenos y cuaternarios. Estas estructuras están limitadas por grandes fallas normales de orientación general NNE-SSW.

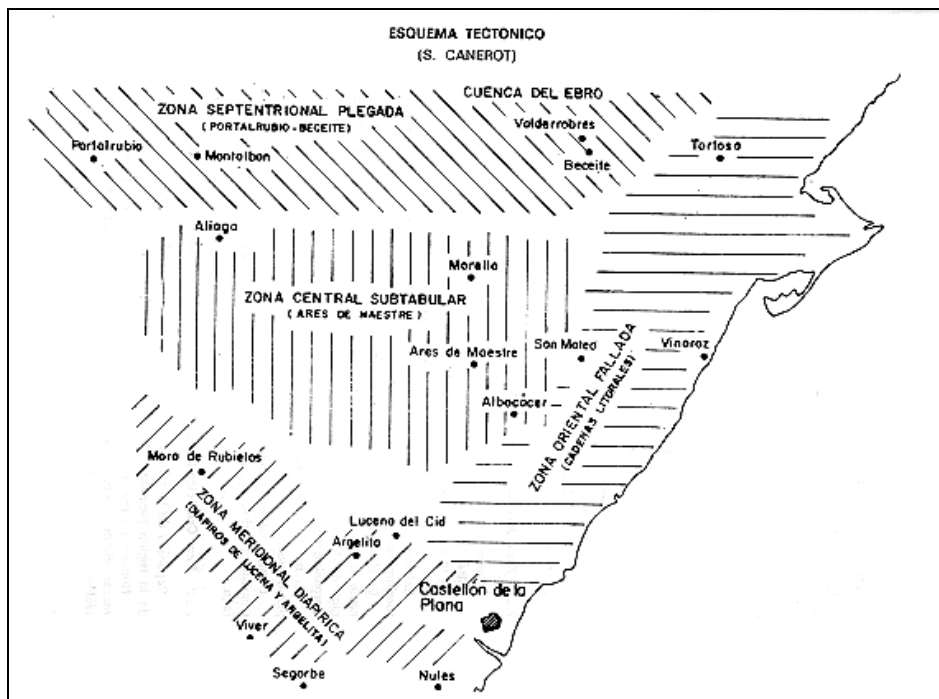


Figura 3.1.4. Áreas estructurales de la provincia de Castellón (Canerot,1974).

### *Zona septentrional plegada:*

Comprende el área de enlace de la Cordillera Ibérica y la Cordillera Costero Catalana, situada al S de la Depresión del Ebro, donde se da la intersección de las fallas de zócalo NE-SW de la Cordillera Costero catalana y NW-SE de la rama aragonesa de la Cordillera Ibérica. Está caracterizada porque las estructuras de dirección Ibérica NW-SE, toman una dirección general E-W formando un arco.

Los pliegues y cabalgamientos se desarrollan en una cobertera de potente espesor desprendida del zócalo, pueden estar afectados por fallas y presentan vergencia hacia la depresión del Ebro.

En esta zona de contacto entre la Cordillera Costero catalana y la Cordillera Ibérica, se generaron primero las estructuras NW-SE y posteriormente las de dirección E-W, aunque en algunas zonas se produjo sincrónicamente. Estos sistemas de pliegues y cabalgamientos convergencia general N, tiene su origen en esfuerzos de zócalo y se generaron por la interferencia de las estructuras de dirección ibérica y catalana.

Las tres direcciones de fallas de zócalo (NE-SW, NW-SE y E-W) descritas anteriormente, son accidentes anteriores a la deformación alpina y han tenido una gran importancia en la paleogeografía del Mesozoico, determinando la sedimentación durante este periodo. El control estructural por estos accidentes se hace muy evidente durante el Malm y el Cretácico inferior. En la mayoría de los casos la distribución de facies y espesores está relacionada con las antiguas alineaciones del zócalo (NW-SE y NE-SW) las cuales delimitan un mosaico de bloques subsidentes y no subsidentes. Éstos se han interpretado accionados por mecanismos de tipo lístrico, los cuales condicionarían un sistema de dispositivos en semigraben. Este fenómeno determina la individualización de cubetas y cuencas sedimentarias y la existencia en cada una de dominios y distribución de facies.

La Zona Septentrional está limitada al S por la falla de Sta. Agueda que limita con la Zona Central Subtabular mediante una zona de transición afectada por fallas verticales que afectan a series poco plegadas.

Atendiendo a la dirección estructural predominante, dentro de la Zona septentrional plegada se pueden distinguir dos subáreas diferenciables. Entre el Forcall y la Senia las estructuras presentan una orientación generalizada E-W, se caracteriza por la presencia de pliegues agudos que forman una sucesión de anticlinales y sinclinales, que se corresponden con el segmento meridional del haz de cabalgamientos de Portalrubio-Vandellós, donde la estructuras

presentan una dirección E-W y comprende una longitud de 150 Km. Hacia el S, se atenúa progresivamente la deformación, dando paso a un área poco deformada de estructura subtabular. En este sector, dominan los pliegues, siendo poco importante el desarrollo de fallas inversas o cabalgamientos paralelamente a ellos.

En el sector occidental de esta área se pueden distinguir una serie de anticlinales y sinclinales que configuran el relieve, tales como el anticlinal de Villares-Torre Miró, cuya prolongación está constituida por el macizo de San Cristobal. Desde Palanques hasta Castell de Cabres se extiende un sinclinal, cuyo eje lo constituye conglomerados oligocenos y representa la prolongación Suroccidental del sinclinal colgado de Bojar. Entre Zorita y la Pobleta del Riu se hallan numerosos pliegues como el sinclinal de Mas de la Baseta y de Mas de Ferras y el anticlinorio de Tozal de Sabater.

En el sector oriental, comprendido entre la Sierra de Caro y La Vallibona, se reconocen las siguientes estructuras de SE a NW: sinclinal de Vallibona-Bel - La Senia, anticlinal de la Creu y de la Penya de l'Aliga, en disposición paralela al anterior, en cuya charnela afloran materiales del Jurásico inferior- Cretácico inferior, sinclinal fallado de Ballestar, caracterizado porque el flanco N está afectado por fallas direccionales, anticlinal de Bonfill y de Solà d' en Brull, sinclinal de Coratxar-Fredes-Sarresoles, donde se individualiza el sinclinal colgado de Bojar formado por materiales aptienses, el braquisinclinal que forma la Sierra de les Albardes, el anticlinal de la Punta de Carrera y el sinclinal fallado de les Sarresoles. El Aptiense y el Albiense forman los ejes de los sinclinales y el Jurásico y el Cretácico ocupan las charnelas de los anticlinales.

Dentro de esta zona septentrional plegada, la segunda área que se puede diferenciable estructuralmente se sitúa entre Fortanete, El Forcall y Vilafranca, donde los pliegues tienen una dirección dominante NW-SE, que localmente pueden llegar a ser N-S. Estas estructuras corresponden a la continuación de las estructuras de dirección ibérica.

#### *Zona Central Subtabular:*

La zona central subtabular comprende las estribaciones del macizo de Gúdar, separado del macizo de Javalambre hacia el SW mediante la depresión de Sarrión. Abarca la parte central y N de la provincia denominada comunmente el Maestrazgo. Se caracteriza por presentar una gran potencia de cobertera sedimentaria que controla el estilo tectónico del sector. La estratificación se mantiene prácticamente subhorizontal, formando las típicas muelas del Maestrazgo y los materiales jurásicos y cretácicos configuran amplios pliegues de dirección ibérica vergentes al N, fosilizados por depósitos terciarios. Estos

pliegues se hacen más agudos de S a N, a medida que se aproximan al contacto con la zona septentrional plegada. Los materiales del cretácico inferior se encuentran afectados por fallas de dirección NE-SW y E-W. (Sanfeliu y Belart, 1985)

El área occidental de la Zona central subtabular, está compuesta por una sucesión monoclinial del NE-SW donde la serie cretácica puede alcanzar los 1500 m. En el centro de la cuenca cretácica del Maestrazgo, los sedimentos cretácicos determinan pliegues muy laxos de dirección N-S y NE-SW, distinguiéndose las siguientes estructuras: anticlinal de Vilafranca-Portell de Morella, cuyo eje de orientación N-S pasa a NW-SE, al estar afectado por una falla inversa. Anticlinal de Cinctorres-Bolavar, formado por materiales del Cretácico inferior, aflorando el núcleo Jurásico. Sinclinales aptienses de Garañana y Tolodella. Los pliegues de los alrededores de Culla constituyen el contacto entre los montes de Vallivana y el anticlinal de Vistabella del Maestrat, anticlinal donde en el núcleo aflora el Trias, son pliegues de dirección ibérica entre los que destacan los sinclinales colgados de Benassal y Culla, hacia el SE están afectados por una densa red de fallas.

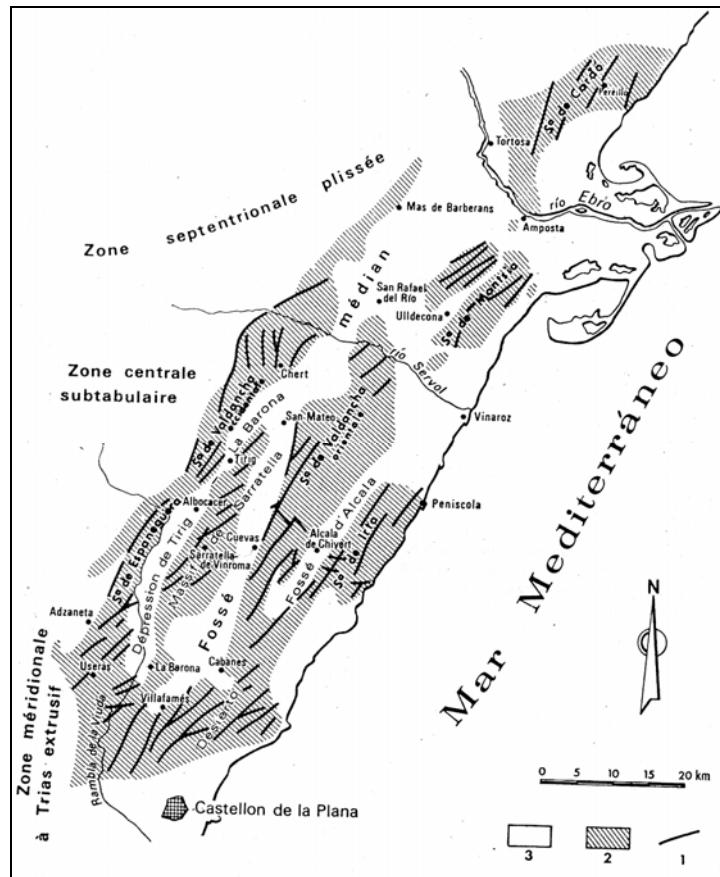
En la parte meridional, los materiales calcáreos están afectados por pliegues de dirección ibérica, donde el pico de Penyagolosa es producto de la erosión vertical de uno de los flancos de un amplio sinclinal.

Al Sur de la Zona subtabular central, se extienden afloramientos triásicos que constituyen el límite con las zona meridional triásica.

#### *Zona Oriental fallada:*

Situada al Este de la provincia de Castellón, comprende un área rectangular costera, donde bloques de materiales jurásicos y cretácicos fallados e inclinados constituyen los relieves prelitorales de: Sierra Esparreguera, Sierra Engarcerán, Sierra de Irta y Atalayas de Alcalá. Más al S se extiende la Sierra del Desierto, donde la cobertera descansa discordantemente sobre el zócalo paleozoico aflorante.

Destaca la presencia de una serie de depresiones paralelas de orientación NNE-SSW, y asociadas a ellas existen una serie de fracturas de dirección similar, que delimitan las mismas y afectan también a los bloques levantados. Dentro del conjunto de estas depresiones, cabe resaltar la denominada fosa media que se extiende desde Mas de Barberans hasta Vilafamés. Este sistema de depresiones está cubierto por depósitos detríticos terciarios (conglomerados, lutitas, calizas) y depósitos detríticos cuaternarios.



**Figura 3.1.5.** Esquema estructural de la zona oriental fallada (Canerot, 1974).  
 1 fallas más importantes, 2 macizos mesozoicos, 3 depresiones terciarias y cuaternarias.

Estructuralmente, esta zona se caracteriza porque se reconocen pliegues de dirección ibérica afectados por fallas, de manera que se individualizan diferentes conjuntos estructurales paralelos al mar:

- Sierra de la Valldangel y la Sierra d'Esparreguera constituyen una alineación de 60 Km de longitud de materiales Jurásicos y Cretácicos limitada al NW por el sistema de fallas del Turmell, los corredores del Catí y de la Torre d'En Besora y al SE por la depresión de Barona-Sant Mateu, fosa generada por fallas de dirección NE-SW, formada por sedimentos neógenos y cuaternarios. En la Sierra de Valldangel de NE a SW se reconocen las siguientes estructuras: anticlinal de la Mola de Penyablanca, que constituye la prolongación E del anticlinal del Mont de Pals, sinclinal colgado de la mola de Xert, individualizado por fallas de poco salto, y anticlinal de la Mola y Sierra del Molló. Estas estructuras constituyen pliegues de dirección ibérica cuyos ejes han sido afectados por una serie de fallas. La sierra d'Esparreguera está formada por materiales que comprenden desde el Dogger hasta el Barremiense, y constituye un pilar tectónico limitado por dos fallas subverticales de dirección catalana.

- Macizo de la Serratella de 40 Km de longitud se extiende desde l'Albea hasta els Peters, donde se distinguen dos pliegues de orientación ibérica: anticlinal de la Solana al NE, donde afloran materiales jurásicos y corresponde a la prolongación oriental del anticlinal de la Serra del Molló, y anticlinal de la Sierra de Engarcerán, donde el Cretácico inferior configura un sinclinal que se enlaza con el de la Torre d'en Besora. Este macizo se halla compartimentado por una serie de fallas de orientación ibérica y catalana.

La fosa de Villafamés- Sant Mateu-Tortosa con una extensión de 100 Km constituye el límite entre el macizo de la Serratella y la alineación compuesta por los relieves del Godall- La Serra Sola- Les Talaies de la Salzedella y el Desert de les Palmes. Esta fosa está cubierta por depósitos cuaternarios discordantes sobre el sustrato mesozoico.

- La Serra Sola y les Talaies de la Salzedella configuran un anticlinal de orientación ibérica afectado por una red de fallas de orientación catalana que constituye la prolongación oriental del anticlinal de la Mola y Serra del Molló. Vilanova d'Alcolea, Subarra, Mas d'En Queix constituye una alineación de pequeñas colinas que configuran la prolongación oriental del sinclinal de la Sierra d'Engarcerán. (Canerot, 1974)

La fosa d'Alcalá de Xivert, de dirección NE-SW se extiende a lo largo de 30 Km y constituye el límite entre les Talaies d'Alcalá, Subarra y la Sierra de Irta y está limitada al S por las estribaciones del Desert de les Palmes.

- La Sierra de Irta, en disposición paralela a la costa está constituida por materiales jurásicos y cretácicos que configuran un anticlinal de dirección ibérica distorsionado por una red de fallas de dirección NE-SW.
- El macizo del Desierto de Las Palmas constituye un domo anticlinal de dirección ibérica compartimentado por una serie de fallas de dirección NE-SW de forma que se generan una serie de bloques paralelos. En el Desierto de Las Palmas junto con el sector de Villafamés, aflora el zócalo paleozoico, constituido por sedimentos carboníferos en facies Culm, sobre el que descansa la serie triásica en discordancia angular y la serie jurásico-cretácica en contacto mecánico.

#### *Zona meridional Triásica:*

Corresponde a la terminación oriental del Macizo Ibérico. Está constituida por una serie de anticlinales y sinclinales de orientación ibérica (NW-SE) que configuran una serie de relieves y depresiones alargadas. Así, se pueden

diferenciar las siguientes unidades morfoestructurales de N a S: Depresión de Lucena, río Mijares, Sierra de Espadán, río Palancia y estribaciones de Javalambre y Calderona.

En esta zona destaca una importante extensión de afloramientos triásicos que descansan discordantemente sobre un zócalo paleozoico. La cobertera Jurásico-Cretácica se dispone en contacto mecánico. La plasticidad de los materiales triásicos genera una cierta tectónica diapírica. Estructuralmente se pueden diferenciar los siguientes niveles: zócalo paleozoico y tegumento formado por el Buntsandstein y Muschelkalk inferior que configuran una estructura tabular. Nivel incompetente intermedio formado por el Muschelkalk medio y superior y el Keuper con estructura caótica, y con formas diapíricas. Cobertera Jurásico-Cretácica afectada por una serie de fallas de distensión de dirección NW-SE a E-W y NE-SW que no afectaría al nivel incompetente (Trell Escudero *et al*, 1981).

En Lucena del Cid, se desarrolla un pliegue anticlinal de dimensiones Kilométricas de dirección NW-SE que afecta a Muschelkalk. La Sierra de Espadán está constituida por materiales triásicos que configura un anticlinal afectado por fallas de dirección NNW-SSE que separa el río Mijares del Palancia.

Al S del Maestrazgo entre Espadán y Penyagolosa, aflora el Triásico y la cobertera Jurásico- Cretácica que constituyen el relieve (Zucaina, El Castillo, Ludiente, etc). El valle del Palancia está constituido por un sinclinal, donde aflora el triásico y la cobertera jurásico-cretácica cubierta por depósitos terciarios. Las estribaciones del macizo de Javalambre formado por materiales jurásicos afectados por fallas de dirección NE y NW constituyen los relieves de los términos de Barracas y el Toro que están constituidos por un sinclinal jurásico de dirección ibérica. En Segorbe, el Keuper y el Jurásico forman un sinclinal que configura una depresión y se extiende hasta Sagunto. Hacia el S, el macizo de Gátova constituye un anticlinal de materiales triásicos donde el Buntsandstein constituye el núcleo.

### Litoestratigrafía

Los materiales cretácicos constituyen la mayor extensión del área de la provincia de Castellón, seguidos de los Jurásicos. Los materiales mesozoicos se hallan deformados en mayor o menor grado por la orogenia alpina. El paleozoico apenas aflora y queda restringido a la parte meridional de la provincia, cubierto por un triásico discordante en facies germánica. El terciario formado por series detríticas continentales constituye el relleno de fosas, cubetas y depresiones. Por último los materiales cuaternarios están



representados por depósitos de piedemonte y aluviones fluviales que ocupan laderas y valles (Sanfeliu y Martín, 1999).

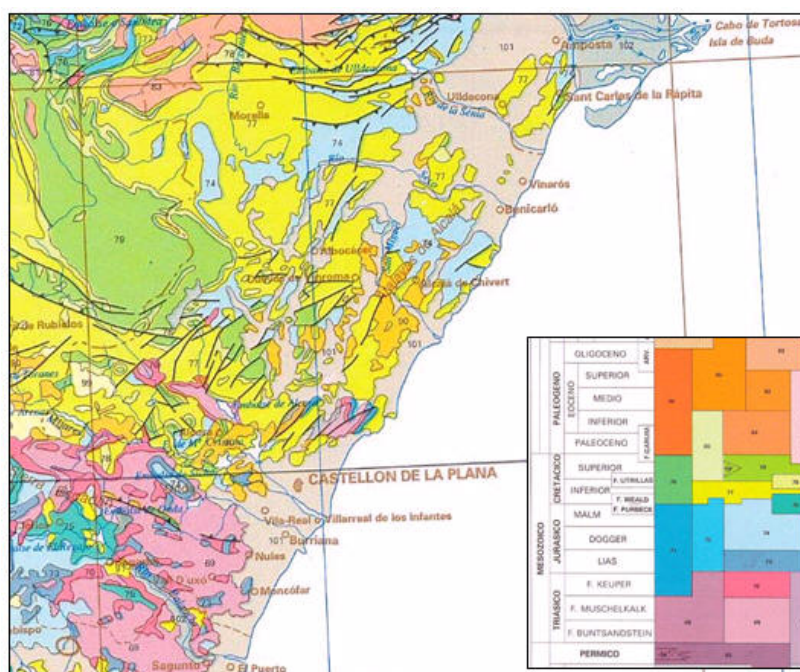


Figura 3.1 6. Mapa geológico de la provincia de Castellón (IGME).

*Paleozoico:*

Constituido por materiales carboníferos representados por dos tipos de facies: areniscas compactas de grano medio y color verdoso que afloran en bancos de tres metros junto con areniscas cuarzosas micáceas de color variable en bancos de orden decimétrico.

Tramos de areniscas y pizarras en facies turbidíticas, cuya mejor representación se halla en la carretera de Benicassim al Desierto de Las Palmas.

Los afloramientos de materiales paleozoicos se encuentran en Villafamés-San Joan de Moró, en las depresiones de Borriol-Puebla Tornesa y en la base de la serie permotriásica de les Agulles de Sta Agueda, en el Desierto de Las Palmas. Estos afloramientos forman el núcleo de un anticlinal de orientación WNW-ESE, afectado por una serie de fallas que sería la causa de la distribución de estos afloramientos en áreas separadas. Más hacia el S el paleozoico también aflora en el anticlinal de la Sierra de Espadán.

*Mesozoico:*

En el margen oriental de Iberia durante el Mesozoico la sedimentación se da en cuencas intracratónicas ocupadas por mares epicontinentales. Estas cuencas están separadas por altos estructurales, controlados por el hundimiento y basculamiento de bloques a lo largo de fallas normales. Las cuencas del

Maestrageo y de Aliaga-Penyagolosa tienen una especial significación durante el Jurásico superior y Cretácico inferior dentro del conjunto de cuencas mesozoicas intracontinentales del margen oriental de Iberia. Durante la etapa Kimmeridgiense-Albiense medio tuvo lugar una etapa de rift que se sobreimpuso a la primera fase de rift triásico. Este rift configuró y estructuró las cuencas del E de Iberia durante el Malm (Jurásico superior) y Cretácico inferior, a la vez que condicionó los tipos de sistemas deposicionales y naturaleza de los sedimentos. Los materiales mesozoicos llegan a alcanzar una potencia de hasta 6500 m en algunas zonas del Maestrageo.

El Mesozoico de la Cordillera Costero catalana y el sector oriental de la Cordillera Ibérica se divide en cuatro unidades estratigráficas limitadas por discontinuidades (disconformidades ó discordancias angulares): Triásico, Jurásico, Cretácico inferior y Cretácico superior. Estas cuatro secuencias de depósito son correlacionables con los superciclos globales de cambios del nivel del mar.

Durante el Jurásico y Cretácico la sedimentación es mayoritariamente carbonatada, carbonatos marinos de aguas someras, aunque también se registran carbonatos de aguas más profundas. Durante el tránsito Jurásico-Cretácico se da entrada de terrígenos siliciclásticos y los carbonatos de agua dulce están presentes en las zonas marginales de las cuencas. El tránsito Jurásico-Cretácico se caracteriza por presentar momentos críticos de la sedimentación marina, se trata de las conocidas facies Purbeck y Weald (facies detríticas que se depositan en medios aluviales y de transición). De nuevo, durante el Albiense medio y superior la sedimentación es de tipo terrígeno, con la deposición de las características facies Utrillas.

#### *Triásico:*

Con el Trías se inicia una época de climas uniformes, que dura hasta el final del Mesozoico; en la mayor parte de las zonas continentales el clima debió ser semiárido. Las tres divisiones del Triásico en facies germánica son:

- BUNTSANDSTEIN: potentes series de areniscas azoicas, formadas en ambientes continentales fluviales o deltaicos. Estas areniscas son frecuentemente de tonos rojos (origen desértico), silíceas, con variables concentraciones de mica moscovita que ocupa planos de estratificación, y con notable riqueza en óxidos de Fe. En ocasiones, presenta aspecto de cuarcita (ortocuarcita); con mica y algo arcillosas, las areniscas se llaman rodenos en las zonas levantinas. Afloramientos en Valencia-Castellón (Sierras de Calderona, Espadán, Desierto de las Palmas,...), así como en las provincias limítrofes de Cuenca y Teruel. Hacia techo, puede

evolucionar a tramos más arcillosos, versicolores, incluso con calizas finamente tableadas, junto con yesos. Es la conocida facies Röt.

- MUSCHELKALK: compuesto por calizas y dolomías conchíferas, que corresponden a la transgresión de un mar somero, epicontinental. Espesores en torno a 50 m., constituido por dolomías, calizas dolomíticas conchíferas tableadas, monótonas de color gris oscuro. Se diferencian tres tramos: M1 (dolomítico), M2 (detritico-evaporítico) y M3 (dolomítico).
- KEUPER: constituido por margas irisadas, arcillas potentes versicolores, alternantes con yesos y otras sales, formados en ambientes continentales áridos y cálidos. Los yesos pueden englobar minerales característicos, como Jacintos de Compostela\*, aragonitos\* y teruelitas, que los diferencian de los niveles arcillosos del Cretácico inferior (facies Weald). Las características salinas y arcillosas determinan que el Keuper aflore muy frecuentemente en posición anormal afectado por procesos halocinéticos que crean deformaciones estructurales que no tienen origen estrictamente tectónico. El Keuper aparece típicamente en zonas deprimidas, como los valles de Mijares, Cofrentes, Canal de Navarrés, etc. Asociadas casi siempre a los afloramientos de materiales del Keuper, aparecen enclaves de rocas efusivas, relacionadas con estructuras profundas, y que se corresponden a un volcanismo alcalino coincidentes con las principales fases de deformación tectónica. En la mayoría de casos, se trata de rocas subvolcánicas conocidas como *ofitas*. Se pueden destacar algunos afloramientos, como los de Quesa, Montanejos, Altura. Debido a las características litológicas netamente distintas de cada una de estas divisiones, sus afloramientos son también diferentes. Así, los materiales plásticos del Keuper aparece de forma extrusiva, despegado de su posición original, y en la base de los mantos de corrimiento. Las dolomías del Muschelkalk acompañan en ocasiones al Keuper en sus movimientos; es frecuente encontrarlas formando escamas intercaladas en el Keuper, con series repetidas, lo que dificulta enormemente su estudio.

### *Jurásico*

Es un sistema eminentemente marino, en general de poca profundidad en el que la litología no es muy variada, se reduce casi exclusivamente a calizas y margas. Son escasas las facies continentales; tan sólo al principio y hacia el final del periodo, donde aparece una facies lacustre (la facies Pürbeck), quedando el Jurásico como un ciclo geológico completo. Los materiales jurásicos afloran extensamente en SW de la provincia de Castellón, así como en numerosos sectores del Maestrat.

Las características litoestratigráficas del Jurásico se pueden considerar bastante homogéneas en la Comunidad. El gran ciclo sedimentario jurásico se caracteriza por una transgresión de un mar cálido poco profundo (siempre inferior a los 100 metros) que ocupa gran parte del territorio durante prácticamente todo el periodo, dando lugar a calizas y margas de modo generalizado. Tan solo a finales del período, como consecuencia de una reactivación de bloques, el mar se retira temporalmente, apareciendo los materiales transgresivos terrígenos de la anteriormente citada facies Pürbeck.

El clima fresco y húmedo que se daba al principio del Jurásico y que da lugar a vastos depósitos de carbón fue cambiando a cálido y seco en el Dogger. Este aumento de temperatura permitió un importante auge de los arrecifes durante el Malm, que constituye, junto con el Silúrico medio, Carbonífero inferior y Triásico medio las grandes épocas de formación de arrecifes. Este incremento térmico propició la extensión de sedimentos de colores más vivos y depósitos de yeso y sal.

#### *Cretácico*

El Cretácico ocupa enormes superficies, tanto en España como en la Comunidad Valenciana (pero sin "creta"), superando ampliamente en extensión a los triásicos y jurásicos. Se trata de una amplia etapa sedimentaria, con espesores de sedimentos que sobrepasan los 2.000 metros en muchos lugares, y con ambientes sedimentarios muy distintos, como pueden ser los de las Catalánides y el Subbético. Las dos grandes divisiones del Cretácico son:

- CRETÁCICO INFERIOR. Los primeros niveles del Cretácico son, generalmente detríticos, predominando las pudingas, areniscas y arenas arcósicas blancas o de colores abigarrados, rojizos: es la facies Weald, que ocupa grandes extensiones en la cordillera ibérica (donde se han encontrado restos de dinosaurios y paleoicnitas). En el Aptiense se desarrollan la facies urgoniana, con arrecifes de coral, ricas en fósiles de bivalvos rudistas (Toucasia), que dan en sección un brillo nacarado con aspecto de mármol. La Formación o facies Utrillas, correspondiente al Albiense, aparece como resto de la base de la gran transgresión cretácica. Está constituida por arena blanca suelta, gravillas de cuarzo, arcillas violáceas, blanquecinas o rojas y, localmente, formaciones de caolín.
- CRETÁCICO SUPERIOR. En la base de este período (Cenomaniense) se encuentran niveles margosos y calcareníticos muy fosilíferos, pasando a ser calizo-dolomítico en potentes bancos a partir del Turoniense, generalmente responsables de los resaltes verticales de las muelas

cretácicas. Acaba la serie con calizas lacustres y margas de la regresión finicretácica.

En la provincia de Castellón, el Cretácico aflora extensamente, con potencias que sobrepasan los 2.000 m., es frecuente en el N. de la provincia (Maestrazgo) y son característicos los perfiles de las muelas cretácicas de base arenosa, ladera tendida margosa y crestería acantilada. En el Maestrat, durante el Cretácico basal la sedimentación se produce en áreas restringidas, correspondientes a cubetas producidas por fracturación. En el Albiense se produce un nivelamiento topográfico por relleno de cubetas y erosión. La plataforma así creada produce, hasta el final del Cretácico una sedimentación similar en toda la cuenca; inicialmente con deposición de terrígenos, seguida de calizas y dolomías, para volver después a los primeros.

En la zona Ibérica suroccidental, se caracteriza por la emersión de la Meseta y del denominado Macizo Valenciano (Espadán, Calderona, Horta Nord) y la invasión marina en el resto, con presencia de umbrales a modo de isleos dispersos. Durante el Cretácico superior se unifica la cuenca, al mismo tiempo que se nivela la topografía, dando como resultado una sedimentación uniforme.

Respecto al clima a lo largo del Cretácico fue ascendiendo la temperatura y disminuyendo la humedad; la ausencia de depósitos salinos indica una menor disminución que durante el Jurásico. El retroceso de las formaciones recifales indica una menor extensión de mares con temperatura tropical. En suma, debió reinar un clima subtropical con una clara división zonal, con alternancia de estaciones (según los anillos de crecimiento de los árboles).

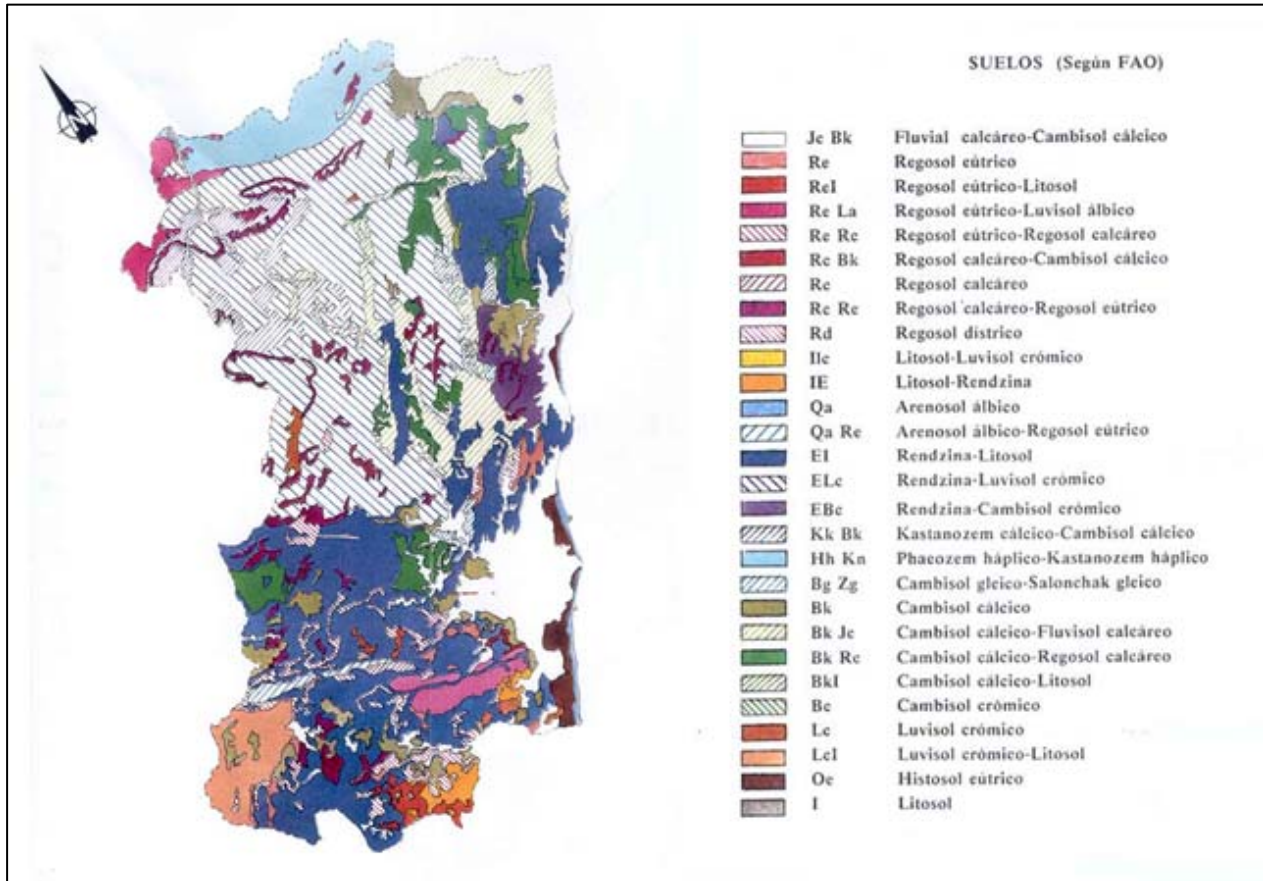
La importancia del suelo radica, entre otros aspectos, en que es un recurso natural dinámico que constituye la interfaz entre la litosfera, la atmósfera, la biosfera y la hidrosfera, sistemas con los que mantiene un continuo intercambio de materia y energía. Esto convierte al suelo en una pieza fundamental para el conocimiento de los ciclos biogeoquímicos superficiales en la naturaleza como el del carbono, tan importante en el presente trabajo.

### Edafología

El suelo del área de estudio, según la clasificación FAO/UNESCO (1998), se describe como Fluvisol calcáreo-Cambisol cálcico, como refleja la figura 5 (Roca-Pérez *et al.* 2010; Jordán *et al.* 2009).

Los fluvisoles de Castellón se caracterizan por ser suelos de fondo de los valles y llanuras aluviales, ampliamente representados en la provincia. Estos ocupan las llanuras costeras y las terrazas de los cursos fluviales de las zonas del interior a la costa. Sin embargo, las zonas del interior se pueden desarrollar en

las laderas habilitadas por las terrazas. Estos suelos son parcialmente inmaduros y comúnmente se encuentran bien drenados. Debido a su desarrollo a partir de depósitos aluviales recientes, estos suelos tienen un espesor considerable y una textura variables (Antolín Tomás, 1998; Soriano *et al.* 2012).



**Figura 3.1.7.** Mapa edafológico (sin escala) de la provincia de Castellón y su leyenda según clasificación FAO-UNESCO.

Hidrología subterránea: Sistema acuifero 56: Sierra de Espadán-Plana de Castellón-Plana de Sagunto (IGME, 1986).

El sistema acuifero incluye un conjunto de subsistemas acuiferos ubicados en la parte Sur de la Provincia de Castellón, Norte de la Provincia de Valencia y extremo oriental de la de Cuenca. Ocupa una superficie de 3.250Km<sup>2</sup>, de forma pseudotriangular, con vértices en las localidades de Landete, Puzol y Benicàssim (Tuñón, 2000)

El sistema está formado por cinco formaciones geológicas con interés hidrogeológico; las areniscas ortocuarcíticas del Buntsandstein, Calizas y dolomías del Muschelkalk, calizas y dolomías del Lias-Dogger, calizas y dolomías del Cretácico superior y gravas, arenas y conglomerados de edad Pliocuaternalio.

Los límites hidrogeológicos del sistema están definidos en función de la presencia de alineaciones triásicas (Keuper) de naturaleza diapírica; el límite septentrional está constituido por los afloramientos triásicos de la transversal de Sta. Cruz de Moya-Manzanera, que se prolonga hacia el Este con los de San Agustín, Arañuel, Cirat y Argelita. El límite occidental coincide con los afloramientos diapíricos de Keuper existentes entre Pedro Izquierdo y Landete, y el contacto Triásico-Jurásico entre esta localidad y Garaballa. El límite meridional con la transversal triásica de Talayuela-Higueruela en la mitad Oeste, mientras que en la mitad oriental el límite es abierto y en ocasiones convencional, contactando a través del mismo con los materiales miocenos del Campo de Liria Miocuatnario de la Plana de Valencia. El límite oriental es abierto y está constituido por el Mar Mediterráneo, con el que existe libre conexión (Tuñon, 2000).

En el sistema existen dos dominios sedimentarios con claras implicaciones sedimentarias; La Plana de Castellón-Sagunto, formada por los acuíferos pliocuatnarios de la llanura costera que se extienden entre Benicàssim y Puzol, y los acuíferos mesozoicos del interior.

### *Climatología*

El clima que predomina es el mediterráneo seco, caracterizado por inviernos suaves y veranos cálidos. En el interior el clima es más continentalizado con temperaturas más frías y con precipitaciones en forma de nieve en los puntos más elevados durante el invierno.

La temperatura media de la Provincia es de 17°C, y la media de precipitación se sitúa en torno a los 500 mm al año, distribuidos irregularmente en los meses de otoño y primavera, y con la típica sequía estival mediterránea. En zonas montañosas del interior la pluviometría es más abundante, superándose los 600 mm en muchas zonas. La humedad relativa en el clima castellanense se mantiene entre valores anuales del 65 al 75% y con un régimen anual que oscila poco en torno a esos valores.

### *Espacios naturales*

La provincia de Castellón con una superficie de 6670 Km<sup>2</sup> que aunque pequeña tiene una gran diversidad de paisajes, ya que en ella, litoral, planas sedimentarias y agrestes y tortuosas montañas forman un conjunto diverso (Costa, 1999). Su acusada diversidad ha aumentado con el trabajo del hombre, quien ha transformado las tierras abancalando las laderas de sus montañas hasta lugares insólitos, cultivando las llanuras aluviales hasta transformarlas en

inmensos vergeles, rompiendo su monotonía con el desarrollo de prósperas ciudades en el litoral y creando núcleos industriales que devoran poco a poco las zonas cultivadas. Por el contrario, en el interior han quedado abandonados los antiguos cultivos de secano, donde viejos olivos milenarios languidecen esperando la muerte o el trasplante para adornar y dignificar con su presencia alguna plaza o paseo de ciudad. Entre ellos de vez en cuando aparece una vieja masía o un pequeño pueblo hoy en decadencia, pero conservando su estructura y armonía integradas en el paisaje, lo que pone en evidencia la antigüedad de estas viejas tierras, su grandeza de antaño y abandono actual.

Recorriendo la provincia impresionan los contrastes que presenta. Por un lado, sorprende la buena conservación del interior frente a la transformación de las tierras litorales, pero tiene que ser así, ya que este contraste viene dado por lo intrincado del interior, dominado por montañas difíciles de recorrer, mal comunicadas y atravesadas por barrancos profundos y elevadas cumbres que se distribuyen vigilantes sobre todos los macizos. Allí está entre todas, Peñagolosa (1813 m), orgullosa por ser la cumbre alta de la provincia, airosa, destacada entre todas las demás, dominando en todas las direcciones y visible desde todas las partes. Hacia el norte todo el conjunto maestracense se salpica de otras altas cimas como el Tossal d'Encanader (1396 m), el Tossal del Rei (1365 m), la Mola d'Ares (1318 m) o el Turmell (1281 m), que van descendiendo hacia el mar, perdiendo altura y desgajándose en sierras tales como la Sierra d' en Garceran (1078 m) y tocando el mar la de Irtà.

Hacia el Sur no es menos suave la orografía interior de Castellón, pues allí como contrafuerte y frontera con las provincias de Teruel y de Valencia, llega aún potente el macizo de Javalambre con sus estribaciones orientales de la Sierra del Toro con el Baile (1537 m) y la Peñaescabia (1331 m) y hacia el este uno de los más originales conjuntos de todo el territorio valenciano: la Serra d'Espadà, con la Ràpita de 1106 m.

Recorrer todos estos territorios es disfrutar de la Naturaleza, es retrotraerse en tiempo y abstraerse en los carrascales, los pinares, los robledales, los sabinares y los alcornocales que, en las tierras abandonadas, tratan de recuperar su pujanza y belleza mostrando las características naturales y primitivas del territorio.

Distinto aspecto presentan las zonas sedimentarias de las planas litorales, allí apenas quedan vestigios de la vegetación natural, allí domina la vegetación antrópica, una de las bases de la riqueza de la provincia. En cuanto al litoral, variado y original, no ha corrido la suerte de las tierras del interior desde el punto de vista de la conservación, ya que el desarrollo turístico, muchas veces mal planificado, ha eliminado los ecosistemas litorales de alto valor que en él se desarrollaban. No obstante aún quedan espacios bien conservados como los



acantilados de la sierra de Orpesa, las margales del Prat d' Albalat o de Cabanes y el tramo de la Sierra d'Irta entre Alcossebre y Peníscola. Espacios todos ellos que habría que esforzarse en conservar.

### El litoral

Castellón presenta un variado litoral en el que se suceden tramos en los que alternan acantilados medios y bajos, con playas y margales. El litoral está muy modificada por los efectos antrópicos lo que ha producido una activa regresión litoral, aun quedando algunos tramos bien conservados como el comprendido entre Alcossebre y Peñíscola, conjunto formado por los acantilados altos de la Sierra d'Irta, que alternan en su tramo sur con pequeñas calas de arena o de grava, en algunas de las cuales aún se conservan pequeñas muestras de la vegetación dunar. Al sur de Capicorb y hasta Orpesa se extiende una franja litoral de extraordinario interés ecológico y medioambiental, relativamente bien conservada. El conjunto formado por el magnífico cordón de grava y el complejo de marjalería, conocido como Prat de Cabanes o de Albalat, con diferentes texturas e índices de salinidad, representa uno de los enclaves más valiosos, no solo del territorio valenciano, sino del litoral mediterráneo español. Desde el punto de vista de la vegetación natural, el litoral se caracteriza por la originalidad y la fragilidad de sus ecosistemas. El viento, la sal y el agua son los factores que determinan la presencia de los diferentes componentes bióticos de los ecosistemas litorales y ellos condicionan la presencia de plantas altamente especializadas. Cabe destacar algunas especies consideradas halófitas de los géneros tales como: *Salicornia*, *Arthrocnemum* o *Suaeda*. Especies adaptadas al viento como *Ammophila*. Especies que adaptan su sistema radicular con el fin de fijarse y profundizar debido a los substratos poco estables. Tales como: *Ammophila*, *Agropyrum* o *Ecchinophora*.

Los acantilados representan también ecosistemas originales en el litoral, ya que las plantas que en ellos se instalan, además de soportar la maresía, deben adaptarse a vivir en condiciones muy difíciles como consecuencia de la verticalidad de los paredones rocosos y del poco suelo que encuentran en las repisas y grietas de las rocas como se puede observar en los acantilados de la Sierra d'Irta y Cabo de Orpesa.

### Las playas

El litoral de Castellón es rico en costas de sedimentación (acúmulo de arena y grava) y su máxima representación se observa entre Vinaròs y Peníscola, entre Alcossebre y Orpesa y en su parte más meridional, entre Benicàssim y Almenara. De ellos quedan muy pocos bien conservados como consecuencia de las desafortunadas acciones de todo tipo que en el litoral se han producido.

En las playas de arena, aunque abundantes, no se presentan bien estructuradas sus comunidades vegetativas debido a las alteraciones y agresiones que han

roto la secuencia natural de la vegetación dunar. Las comunidades dunares más características son el *Cypero mucronati-Agropyretum juncei* y el *Medicagini marinae-Ammophiletum australis*, formaciones vegetales en las que dominan las gramíneas.

#### Las marjales

Es uno de los ecosistemas litorales de mayor interés y se encuentran comprendidos detrás de los cordones de dunas o de grava y que son depresiones enbalsadas y pantanosas, con aportes de agua dulce continental a través de los barrancos y de agua salada proveniente del mar. La zona de marjal más importante de Castellón se sitúa entre Torre Nostra y Torre La Sal, en lo que se conoce como Ribera de Cabanes o Prat d'Albalat, espacio de unos 10 km<sup>2</sup>, que guarda un gran interés ecológico y medioambiental. La vegetación de este espacio está representada por cañaverales, praderas juncuales y formaciones de plantas crasas, todas ellas relacionadas con la cantidad de agua y la naturaleza salina de ésta.

#### Los acantilados

Los tramos de litoral con acantilados representan paisajes de gran belleza y espectacularidad pero son ecosistemas inhóspitos y poco acogedores para la vegetación. En ellos, se pone en evidencia la lucha entre elementos como el agua, el viento, la sal y la roca, que ejercen una fuerte acción selectiva sobre plantas y animales que tienen que adaptarse a las duras condiciones que en los acantilados se generan para poder vivir en ellos.

Aunque en el litoral de Castellón dominan las costas de sedimentación, existen algunos tramos con excelentes acantilados. Entre ellos, el más espectacular, bello y bien conservado es el que forma la vertiente oriental de la Serra d'Irta, entre Peníscola y Alcossebre, donde la grandiosidad del paisaje y las perspectivas del territorio desde la zona alta de la Torre Almadum, en el cabo d'Irta, dejan patente la belleza de este tramo de costa, hasta ahora uno de los mejor conservados del territorio valenciano.

#### El interior

##### *Los carrascales*

El carrascal o formación de carrascales, nombre con que se conoce a la especie botánica *Quercus ilex*, es la comunidad arbórea más representativa del territorio, ya que se extiende desde el piso termo al supramediterráneo, aunque en estas más altas llega a mezclarse con los quejigos (*Quercus faginea*) y con las sabinas albares (*Juniperus thurifera*). La carrasca se hibrida con la encina (*Quercus ilex*) que, procedente del norte, llega hasta las comarcas más septentrionales, dando un híbrido (*Quercus glacilis*) de óptimo mesomediterráneo superior y

supramediterráneo con ombrotipo subhúmedo, como sucede en las montañas de Els Ports, Benifassá, Alt Maestrat y L'Alcalaten. Hacia las zonas con más influencia del litoral, como sucede en el Baix Maestrat, en las sierras de Valldàngel, Talais d'Alcalá, Irta o Borriol (Plana Alta), también en la sierra d'Engarceran, *Quercus gracilis*, es sustituido por *Quercus rotundifolia*. Así pues, sea una u otra especie, el bosque de carrasca representa la vegetación natural acorde con las condiciones climáticas dominantes. Estos bosques han sufrido grandes mermas en la superficie que ocupaban antiguamente, ya que gran parte de ella fueron sustituidas por cultivos de regadío o secano.

En los enclaves termo y mesomediterráneos castellonenses la vegetación potencial se corresponde con un bosque de carrasas, encuadrado en la serie del *Rubio longifoliae-Quercus rotundifoliae sigmetum*, cuya cabeza de serie, desarrollada sobre suelos pardo calizos, está presidida por la carrasca que forma el estrato arbóreo en cuyo interés se refugian algunas lianas como la *Rubia peregrina subsp. Longifolia*, el camedrio (*Teucrium chamaedris*), el lastoncillo (*Carex halleriana*) y a la que acompañan algunos arbustos como el enebro *Juniperus oxycedrus*, el olivo silvestre (*Olea europea*) y, en las situaciones más térmicas, el palmito (*Chamaerops humilis*). Hacia las zonas más continentales como sucede en el Alto Palancia, Alto Mijares y L'Alcalaten, desaparecen las plantas termófilas y el carrascal se enriquece en cupresáceas donde la sabina albar (*Juniperus thurifera*) y la negral (*Juniperus phoenicia*), junto con el enebro común (*Juniperus communis subsp. Hemisphaerica*), que caracterizan situaciones más frías del carrascal, son fácilmente identificables por la presencia del erizón (*Erinacea anthyllis*) en los matorrales de sustitución.

En las umbrías y valles profundos los carrascales se enriquecen con el quejigo (*Quercus faginea*) aunque en Castellón los carrascales más interesantes son los que se desarrollan en las zonas meso superiores y supramediterráneas de las comarcas del Alt Palància, Alt Millars, L'Alcalaten, Alt Maestrat y els Ports, en los que *Quercus gracilis* se muestra con gran esplendor y representa el árbol dominante de la serie del Hedero (*Hedera-Quercus rotundifoliae sigmetum*), bosques que se desarrollan sobre suelos profundos con ombrotipo seco-subhúmedo. Se trata de carrascales densos en los que entran otros árboles como el enebro y la sabina negra y en cuyo estrato herbáceo y como trepadora en los troncos es común la hiedra (*Hedera hélix*) que pone de manifiesto las precipitaciones del verano. Como arbustos aparecen sobre todo la orla, *Rhamnus alaternus*, *Cytisus heterochrous* y *Phillyrea latifolia*, mientras que en el estrato herbáceo aparecen plantas como las violetas (*viola sp.*), el heleboro de olor (*Helleborus phoetidus*), la hepática (*Anemone hepatica*) y las orquídeas (*Epipactis helleborine* y *Cephalanthera rubra*).

### *Los alcornoques*

Otro de los valores medioambientales de Castellón es la existencia de los alcornoques sobre los rodos de de la Sierra d'Espadà. La especie dominante es el *Quercus suber* (Alcornoque o surera), árbol del mismo género que la carrasca del que se diferencia por su contundente corteza y las hojas más triangulares y no tan rígidas. Es un árbol más exigente en la humedad que la carrasca y su situación en la provincia es menos extensa. Se centra en la Sierra del Espadà en los suelos básicos de Artana y Eslida.

El alcornocal de Espadà cuando está bien conservado forma una masa arbolada, cerrada y umbrosa que puede albergar algunas plantas muy exigentes en humedad como el *Hypericum androsaemum* o *Polystichum setiferum*. El estrato arbóreo está dominado por el alcornoque acompañado por el serbal de cazadores (*Sorbus aucuparia*) y arbustos como el enebro (*Juniperus oxicedrus*) y el madroño (*Arbutus unedo*). El ambiente umbroso del alcornocal permite el desarrollo de algunas lianas como *Rubia peregrina*, *Smilax aspera* y *Lonicera implexa* y en el estrato herbáceo *Asplenium onopteris*, *Teucrium chamedrys* y *Luzula forsteri*. Los alcornoques de Castellón pertenecen a la serie de vegetación del *Asplenio onopteridis-Quercus suberis sigmetum*.

### *Los sabinares*

El sabinar albar ocupa la Península Ibérica, las zonas continentales más adversas para el crecimiento de vegetación de frondosas. Se sitúa entre 900 y 1500 m de altura en el interior de la provincia de Castellón (Alto Palancia) y las montañas del Alt Maestrat y Els Ports. Los bosques de sabinas pertenecen a la Serie *Junipero hemisphaerico-thuriferae sigmetum*. Las especies arbóreas que caracterizan esta serie son el *Juniperus Thurifera* y el *Juniperus communis subsp. hemisphaerica*.

El sabinar albar representa un resto de una antigua vegetación procedente de épocas más frías y secas, lo que concede un alto valor ecológico y biogeográfico aparte de los atractivos paisajísticos y también silvopastorales, agrícolas y culturales.

Otro sabinar presente en la provincia de Castellón es la sabina negral o mora (*Juniperus phoenicia*) se extiende desde el piso termomediterráneo al supramediterráneo. Se crean comunidades junto al *Chamaerops humilis*, el *Rhamnus alaternus* y el *buxus sempervirens*.

### *Los pinares*

Los pinares naturales de origen dinámico de sustitución arbórea en la provincia de Castellón se presenta en el piso supramediterráneo superior y en oromediterráneo y suelen ir acompañados por sabina rastrera y enebro común que representan la serie *Junipero sabinæ-pino sylvestris sigmetum*.

En los pisos termo y mesomediterráneo se pueden encontrar especies de la familia de las Pináceas tales como *Pinus halepensis* y *Pinus pinaster* cuyo origen puede ser de sustitución o repoblación antrópica.

### *Coscojales y matorrales*

La provincia de Castellón es un área semiárida y que existen problemas de sustitución dinámica de la vegetación y en algunos casos carentes de árboles debido a las características edafoclimáticas y orogénicas. En la actualidad esta superficie está cubierta por formaciones de coscoja (*Quercus coccifera*) procedentes de la degradación de antiguos carrascales o representando comunidades permanentes en las laderas secas, espolones o crestas, comportándose como vegetación potencial edafoxerófila.

En el piso termomediterráneo con ombrotipo seco con frecuentes coscojales con lentisco (*Pistacia lentiscus*), representada por la asociación *Quercus cocciferae-pistacietum lentisci*. En el mesomediterráneo desaparecen los elementos termófilos tales como el *Chamaerops humilis*. El coscojar empobrecido en plantas termófilas constituyen las asociaciones *Rhamno lycioidis-Quercetum cocciferae* y *Quercetum cocciferae*. Todas estas agrupaciones se complementan con *Rosmarinus officinalis*, *Thymus vulgaris*, *Lavándula latifolia*, *Satureja montana*, *Ulex parviflorus*, *Erica multiflora*, *Genista scorpius* y *Genista hispánica* entre otras.

Los matorrales principales que se sitúan en substratos pobres en bases son las cistáceas sobre las labiadas. En la provincia de Castellón se puede observar de forma muy representativa en Espadà, el Desert de les Palmes, Espina y Peñagolosa.

En la figura 3.1.8 se presenta a modo de resumen la vegetación arbórea predominante en la provincia de Castellón.



**Figura 3.1.8.** Vegetación arbórea predominante en la provincia de Castellón

### *Distribución administrativa*

Administrativamente la provincia de Castellón está dividida en 8 comarcas (figura 3.1.9)



**Figura 3.1.9.** Comarcas de la provincia de Castellón

### **3.2. Análisis de los indicadores de prevención y extinción.**

El estudio de las respuestas frente a los incendios forestales se realiza mediante la evaluación de indicadores de dos tipos:

- Indicadores de extinción: relacionados con la distribución de los incendios.
- Indicadores de prevención: relacionados con las causas de los incendios.

Por otro lado también se presentan los índices de frecuencia, gravedad y causalidad de los incendios forestales en las diferentes comarcas para así analizar el riesgo estadístico de incendio en cada una de éstas.

#### **Indicadores de extinción anuales**

##### ***Porcentaje de conatos***

Los conatos son aquellos incendios menores de 1 ha. Un elevado porcentaje de conatos indica unas buenas prácticas de extinción, aunque no depende sólo de esto que no se convierta en un incendio.

##### ***Porcentaje de superficies afectadas***

Se representan los porcentajes de superficie arbolada y forestal que se ven afectadas cada año.

##### ***GIF: Evolución del número y de la superficie afectada respecto al total provincial***

Los grandes incendios forestales (GIF) son aquellos que afectan a superficies mayores de 500 ha. Este indicador muestra cómo el pequeño porcentaje que representan en número estos GIF respecto al total, afectan a gran parte de la superficie quemada anual.

#### **Indicadores de extinción del periodo 2000-2012**

##### ***Porcentaje de siniestros según tamaños***

Se muestra el número de siniestros y la superficie que afectan distribuidos por tamaños. Los tamaños son los siguientes (ha):

<1, >=1 y <10, >=10 y <100, >=100 y <500, >=500 y <1.000, >=1.000 y <5.000, >=5.000.

En las primeras categorías se encuentran la mayoría de los siniestros y la mayor superficie afectada es la provocada por pocos incendios más dañinos.

### *Número de siniestros por estaciones*

La distribución estacional de los incendios y el conocimiento de las causas proporciona información de los problemas existentes. Lo habitual es que los incendios se concentren en las épocas más favorables para éstos, principalmente durante el periodo estival por las altas temperaturas y la sequía, pero también se producen gran parte de los incendios fuera de este periodo.

### *Superficie afectada por estaciones*

La superficie afectada por estaciones expresa la distribución del total afectado en el periodo 2000-2012.

### *Indicadores de prevención anuales*

#### *Evolución del número de siniestros y de la superficie media afectada por siniestro*

El número de siniestros y la superficie media afectada por los mismos muestra una evolución a lo largo del periodo 2000-2012.

#### *Evolución del porcentaje de siniestros por causas*

Este indicador expresa los porcentajes de siniestros anuales según las causas que lo provocaron. Con ello se observa la tendencia de las diferentes causas en el periodo 2000-2012.

Las causas de los incendios son las siguientes:

- Intencionado.
- Otras (causa desconocida, incendio reproducido,...).
- Rayo.
- Negligencia (imprudencia sin que la intención del autor fuera la quema del monte).



### *Evolución del porcentaje de superficie afectada por causas*

La superficie afectada por las diferentes causas que provocan los siniestros muestran cuál de éstas puede ser más dañina. En los años en los que se produce algún GIF suele ocurrir que la causa que lo provoca es la causa por la que se ve afectado el mayor porcentaje de superficie.

### *Indicadores de prevención del periodo 2000-2012*

#### *Porcentaje de siniestros y superficie afectada por causas*

Se exponen los porcentajes de las causas en el periodo considerado para de este modo observar en conjunto las distintas problemáticas.

#### *GIF por causas*

Los GIF al ser los incendios que mayor superficie afectan es conveniente tener la mayor información posible de ellos.

### *Índice de frecuencia de incendios por comarcas*

El índice de frecuencia refleja la frecuencia media anual de incendios en un ámbito geográfico determinado, en este caso las comarcas de la provincia de Castellón, referida a 10.000 ha de superficie forestal. Por lo tanto, es un indicador de la probabilidad de que ocurra un incendio forestal en cada una de las comarcas para el que se ha calculado. En el cálculo de la frecuencia de incendios se han considerado los incendios y los conatos producidos a lo largo de la serie de años estudiada por cada 10.000 ha de superficie forestal. La expresión utilizada es la siguiente:

$$F_i = \frac{1}{a} \sum_1^a n_i$$

Siendo:

$F_i$ : Frecuencia de incendios.

$a$ : Número de años de la serie de datos utilizada (13 años).

$n_i$ : Número de incendios en cada año de la serie referidos a 10.000 ha.

Este índice se distribuye en rangos para su posterior representación gráfica.

Tabla 3.2.1. Clasificación del índice de frecuencia

Frecuencia	Índice de frecuencia ( $F_i$ )	Indicador
Muy baja	< 0,50	1
Baja	0,50 – 0,99	2
Moderada	1,00 – 1,59	3
Alta	1,60 – 2,29	4
Grave	2,30 – 3,99	5
Extrema	$\geq 4,00$	6

### Índice de gravedad de incendios por comarcas

El índice de gravedad representa el porcentaje anual de superficie quemada respecto a la superficie forestal total. Como el índice de frecuencia anterior, este índice de gravedad también se ha determinado por comarca. En este caso, se entiende como el porcentaje de superficie forestal total, incluyendo tanto arbolada como no arbolada, quemada anualmente con respecto a la superficie forestal existente a nivel comarcal. Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$I_g = \frac{1}{a} \sum_1^a \frac{S_{FQ_i}}{S_{FT}} \times 100$$

Siendo:

$I_g$ : Índice de gravedad.

a: Número de años de la serie de datos (13 años).

$S_{FQ_i}$ : Superficie forestal (arbolada y no arbolada) quemada en el periodo.

$S_{FT}$ : Superficie forestal total.

El índice se distribuye en rangos para su posterior representación gráfica.

Tabla 3.2.2. Clasificación del índice de gravedad

Gravedad	Índice de gravedad ( $I_g$ )	Indicador
Muy baja	< 0,010	1
Baja	0,010 - 0,029	2
Moderada	0,030 - 0,074	3
Alta	0,075 - 0,249	4
Grave	0,250 - 0,749	5
Extrema	$\geq 0,75$	6

## Índice de causalidad de incendios por comarcas

El índice de causalidad es un indicador de la probabilidad de que un foco originado por una determinada causa llegue a convertirse en un incendio forestal de grandes dimensiones. La expresión empleada es la siguiente:

$$C_i = \frac{1}{a} \sum_{1}^a \frac{\sum_{1}^4 c \cdot n_{ic}}{n_i}$$

Siendo:

$C_i$ : Índice de causalidad.

$a$ : Número de años de la serie de datos utilizada (13 años).

$c$ : Coeficiente de peligrosidad específica de cada causa (Intencionado = 10, Otras = 1, Rayo = 1, Negligencia = 5).

$n_{ic}$ : Número de incendios de cada causa en cada año.

$n_i$ : Número de incendios en cada año.

El resultado se clasifica en rangos para su posterior representación gráfica.

Tabla 3.2.3. Clasificación del índice de causalidad

Causalidad	Índice de causalidad ( $C_i$ )	Indicador
Muy baja	< 2,0	1
Baja	2,0 – 2,9	2
Moderada	3,0 – 3,9	3
Alta	4,0 – 4,9	4
Grave	5,0 – 5,9	5
Extrema	$\geq 6,0$	6

## Índice de riesgo estadístico de incendios por comarcas

El índice de riesgo estadístico aglutina los tres índices anteriores, por lo que es un indicador que, basándose en los datos de la serie histórica, representa la probabilidad de que se produzca un incendio forestal, su gravedad relativa en términos de superficie y la peligrosidad específica de la causa que lo origina. La intersección de los tres índices (frecuencia-gravedad-causalidad) para obtener el mapa de riesgo estadístico se lleva a cabo mediante la siguiente expresión:

$$R_E = F_i \cdot I_g \cdot C_i$$

Siendo:

$R_E$ : Riesgo estadístico de incendios.

$F_i$ : Índice de frecuencia.

$I_g$ : Índice de gravedad.

$C_i$ : Índice de causalidad.

Se obtiene así la distribución de comarcas con diferente riesgo estadístico de acuerdo a la tabla 3.2.4.

**Tabla 3.2.4** Clasificación del índice de riesgo estadístico de incendio

Riesgo estadístico	Índice de riesgo estadístico	Indicador
Muy bajo	< 6,0	1
Bajo	6,0 – 11,9	2
Moderado	12,0 – 23,9	3
Alto	24,0 – 39,9	4
Grave	40,0 – 71,9	5
Extremo	≥ 72,0	6

### 3.3. Análisis de la calidad del aire.

En el estudio de la evolución de los niveles de concentración de los contaminantes atmosféricos durante incendios forestales se ha partido de los datos de las estaciones de la Red de vigilancia y control del Centro de Control de la Calidad del Aire, de los Servicios Centrales de la Conselleria de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente de la Generalitat Valenciana.

La toma de muestras por parte de este Centro de Control se ha realizado de acuerdo a la normativa vigente en materia de calidad del aire, Directiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de mayo de 2008, relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa, traspuesta al Estado Español por el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero de 2011, relativo a la mejora de la calidad del aire.

Esta red de vigilancia cuenta con una serie de puntos fijos de medición, en los que se ubican estaciones fijas, sensores de determinados parámetros y las unidades móviles que se distribuyen en los distintos emplazamientos a lo largo del año, midiéndose en continuo los niveles de concentración de los contaminantes principales, así como parámetros meteorológicos. Esta información en continuo se completa con las determinaciones analíticas hechas en laboratorios de determinados parámetros, dando así cumplimiento a los requisitos normativos actuales en cuanto a gestión y evaluación de la calidad del aire ambiente.

A partir de los datos diarios del Centro de Control se han elaborado gráficas de los niveles de concentración de los diferentes contaminantes en las estaciones cercanas a las zonas donde se produjeron los incendios. Estas gráficas permiten de una manera visual evaluar la evolución de los contaminantes en los periodos de incendios. También permiten discernir si los valores límites de los diferentes contaminantes se cumplen de acuerdo a la normativa.



## **4. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LOS INCENDIOS DE LA PROVINCIA DE CASTELLÓN (2000-2012). INCENDIOS DE MÁS DE 100 HECTÁREAS**





#### 4.1. Análisis de los indicadores de prevención y extinción.

En la tabla 4.1.1. se presenta el resumen de la información disponible a partir de datos de Generalitat Valenciana relacionados con los incendios de la provincia de Castellón que son la base del análisis de los indicadores de prevención y extinción.

Tabla 4.1.1. Datos relacionados con los incendios de la provincia de Castellón.

AÑO	Nº CONATOS	Nº INCENDIOS	Nº SINIESTROS	Superficie arbolada afectada (ha)	Superficie forestal afectada (ha)
2000	92	34	126	356,63	601,00
2001	91	32	123	1409,00	3488,18
2002	61	14	75	9,34	229,32
2003	66	21	87	192,68	364,03
2004	94	26	120	59,34	220,65
2005	129	39	168	308,41	1450,02
2006	90	20	110	31,11	120,30
2007	84	30	114	1358,29	7800,66
2008	63	8	71	18,50	317,38
2009	93	22	115	794,51	1177,05
2010	54	11	65	21,38	31,81
2011	68	24	92	62,27	274,47
2012	72	22	94	7426,90	10659,06
<b>TOTAL</b>	<b>1057</b>	<b>303</b>	<b>1360</b>	<b>12048,36</b>	<b>26733,93</b>

#### Indicadores de extinción anuales

##### *Porcentaje de conatos*

En la figura 4.1.1. se presentan los porcentajes anuales de conatos en la provincia de Castellón en el periodo 2000-2012, donde se observa como independientemente del número de siniestros que se produzcan, el porcentaje de conatos se mantiene bastante estable a lo largo del periodo estudiado, entre 70-90%.

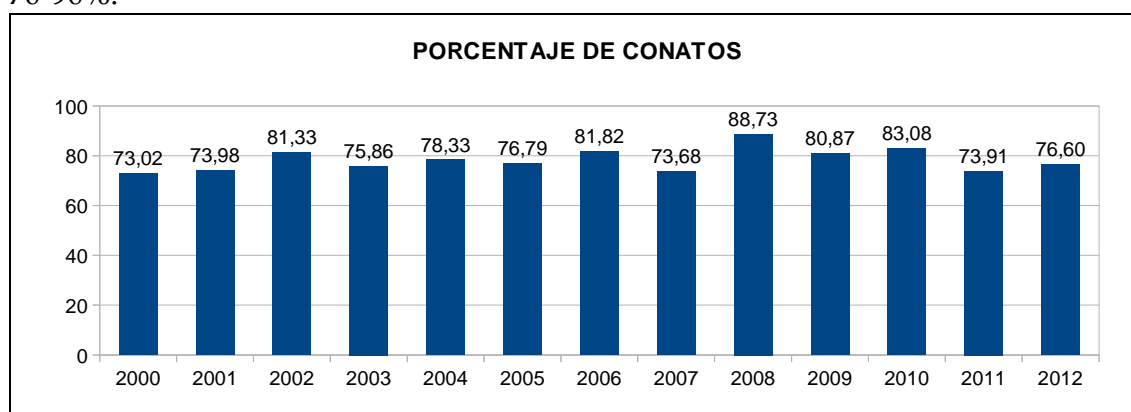
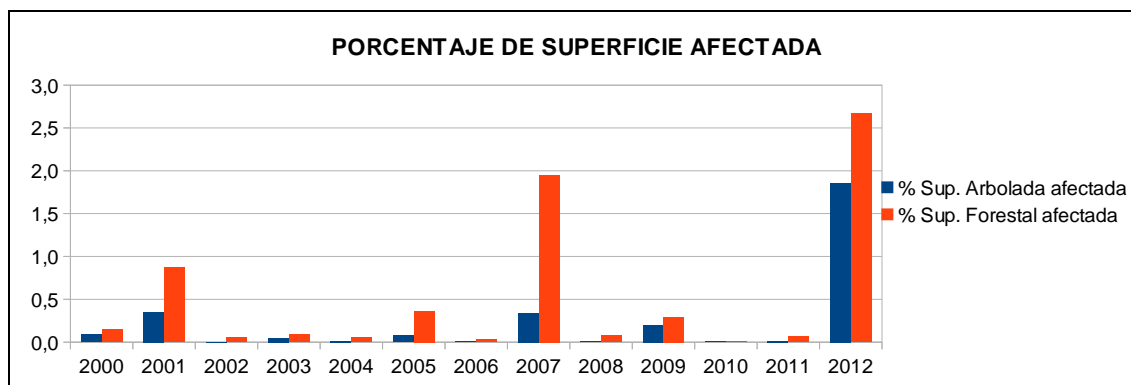


Figura 4.1.1. Porcentaje anual de conatos en la provincia de Castellón durante el periodo 2000-2012

### *Porcentaje de superficies afectadas*

La superficie afectada varía considerablemente entre años independientemente del número de siniestros producidos (figura 4.1.2). En el 2012 se produjeron 94 siniestros, afectando a 10.659,06 ha de superficie forestal, de las que 7.426,90 ha fueron arboladas, siendo el año de mayor superficie afectada. En el extremo opuesto, en el año 2010 hubieron 65 siniestros que afectaron a 31,81 ha de superficie forestal (21,38 ha arboladas).

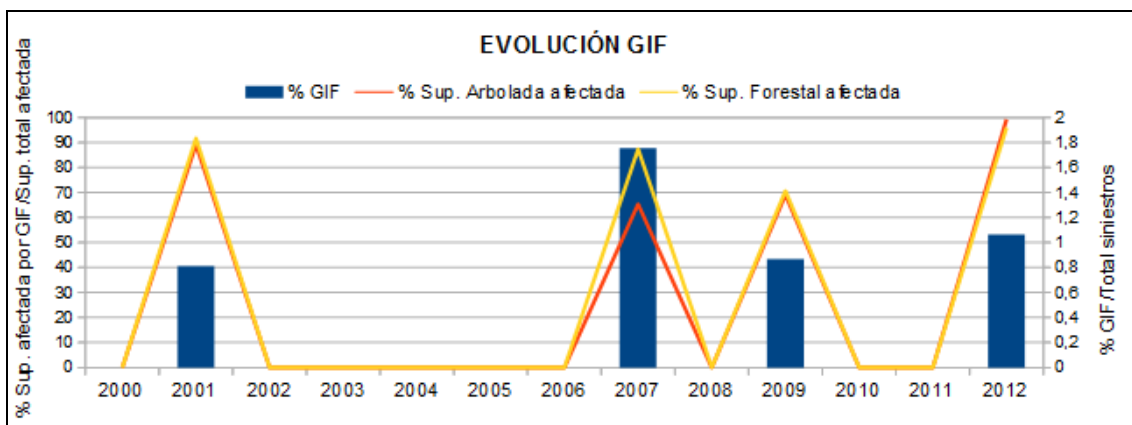


**Figura 4.1.2.** Porcentaje anual de superficie arbolada y forestal afectada en la provincia de Castellón durante el periodo 2000-2012

### *GIF: Evolución del número y de la superficie afectada respecto al total provincial*

En la figura 4.1.3. se presentan los GIF en cuanto a número y superficie arbolada y forestal afectada respecto al total anual en la provincia de Castellón durante el periodo 2000-2012. Se observa que el porcentaje de GIF no supera en ningún año el 1,8%, siendo el peor año en cuanto a porcentaje el 2007, ya que de los 114 siniestros que se produjeron, 2 fueron GIF, siendo el único año en el que se dio más de uno. No obstante, el peor año en cuanto a superficie afectada por éstos fue el 2012, aunque sólo se produjera un único GIF entre los 94 siniestros que se dieron. Esto se debe a que afectó a 10.240,98 ha. Únicamente en 4 años de los 13 estudiados se ha producido algún GIF.

En los años en los que se ha producido algún GIF, el porcentaje de superficie que se ha visto afectada por éstos supone entre el 70% y 97% de la totalidad de la superficie afectada.



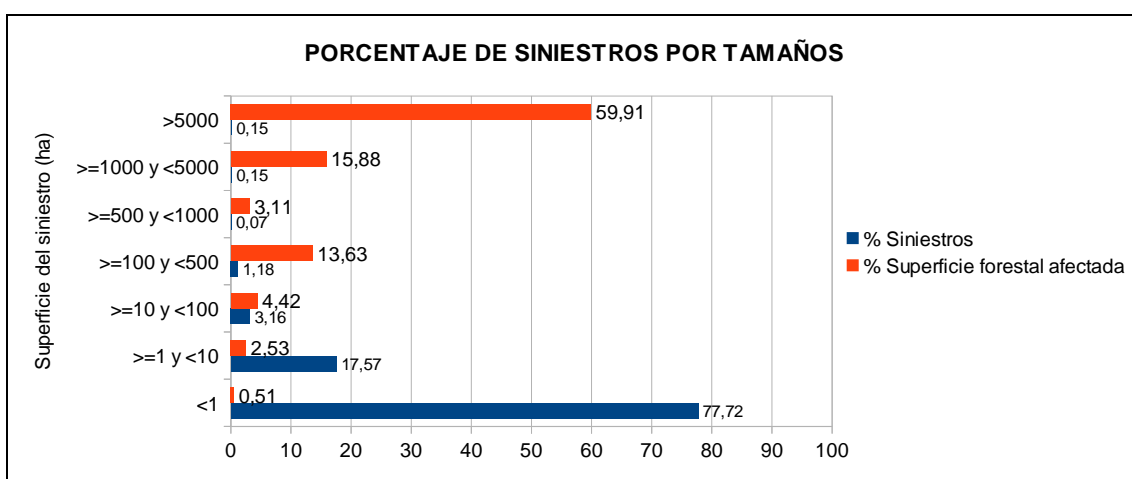
**Figura 4.1.3.** Porcentaje anual que representan los GIF (número, superficie arbolada y forestal afectada respecto al total anual) en la provincia de Castellón durante el periodo 2000-2012

### Indicadores de extinción del periodo 2000-2012

#### *Porcentaje de siniestros según tamaños*

El número de siniestros va disminuyendo según va aumentando la superficie que abarcan los mismos. Sin embargo la superficie forestal que se ve afectada es creciente. Así, menores de 1 ha (conatos) hay 1.057 siniestros que afectaron 135,61 ha.

Sólo los 5 incendios mayores de 500 ha (GIF) suponen más del 75% de la superficie afectada. Destaca la existencia de un siniestro en 2012 iniciado en la localidad valenciana de Andilla y que se propagó por la comarca castellanense del Alto Palancia afectando a 10.240,98 ha.



**Figura 4.1.4.** Porcentaje de siniestros y superficie forestal afectada por tamaños en la provincia de Castellón durante el periodo 2000-2012

### Número de siniestros por estaciones

El número de siniestros por estaciones en la provincia de Castellón en el periodo 2000-2012 se presenta en la figura 4.1.5. Se observa que la mayor cantidad de siniestros ocurren en el periodo estival, produciéndose en verano algo más de la mitad de los siniestros. Hay que destacar el alto número de siniestros ocurridos a finales de invierno y en primavera ligados a prácticas agrícolas tradicionales.

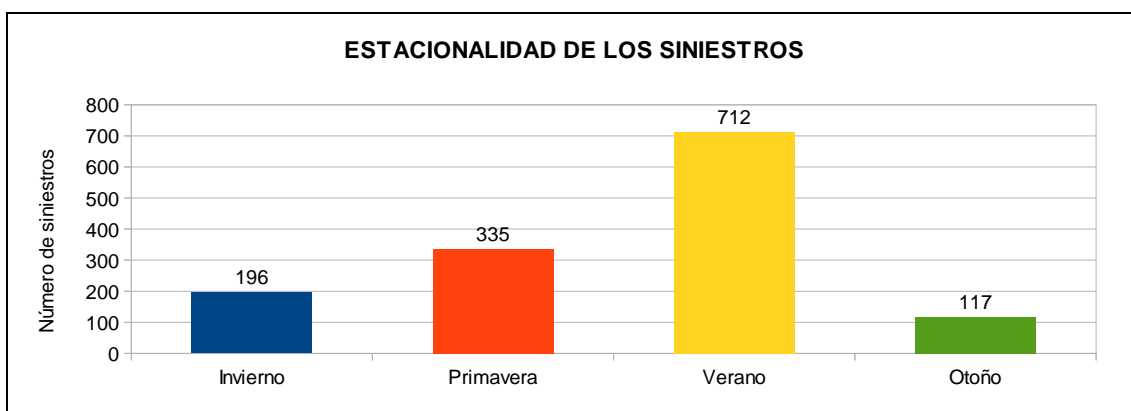


Figura 4.1.5. Número de siniestros por estaciones en la provincia de Castellón durante el periodo 2000-2012

En la evolución de la estacionalidad de los siniestros (figura 4.1.6) se observa como los siniestros ocurridos en verano descienden mientras que los del resto de estaciones permanecen estables.

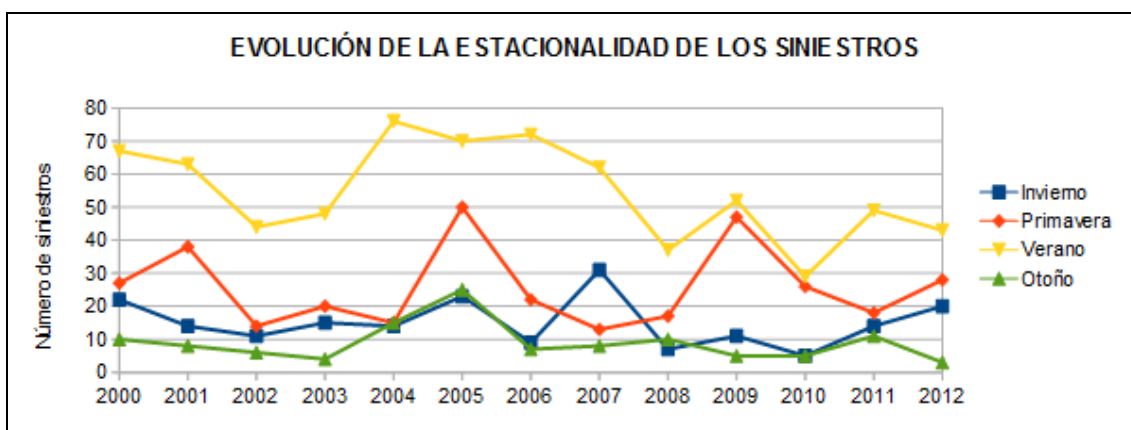
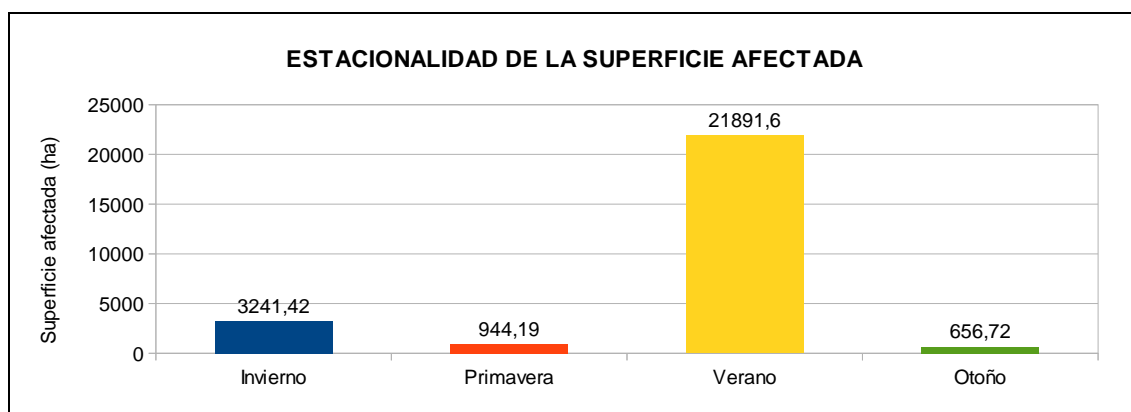


Figura 4.1.6. Evolución del número de siniestros por estaciones en la provincia de Castellón durante el periodo 2000-2012

### *Superficie afectada por estaciones*

En la figura 4.1.7 se presenta la estacionalidad de la superficie afectada por incendios en la provincia de Castellón en el periodo de 2000-2012. Se observa que la mayor superficie afectada se produce en verano (21.891,6 ha), al igual que el mayor número de siniestros. Destacar que en primavera aun con más siniestros que invierno, la superficie afectada es significativamente menor.

Según el Decreto 98/1995, de 16 de mayo, del Gobierno Valenciano, por el que se aprueba el reglamento de la Ley 3/1993, de 9 de diciembre, Forestal de la Comunidad Valenciana, se prohíben las quemas en julio, agosto y septiembre. Como medida extraordinaria de prevención, la Generalitat Valenciana modificó el reglamento que acotaba la Ley Forestal de 1993 ampliando al mes de junio la prohibición de realizar quemas agrícolas.



**Figura 4.1.7.** Superficie afectada por estaciones en la provincia de Castellón durante el periodo 2000-2012

La superficie afectada en las distintas estaciones es prácticamente constante a lo largo del periodo estudiado, a excepción de 5 incrementos muy importantes, 4 de ellos en verano (2001, 2007, 2009 y 2012) y 1 en invierno (2007), correspondientes a los 5 GIF que se produjeron (figura 4.1.8).

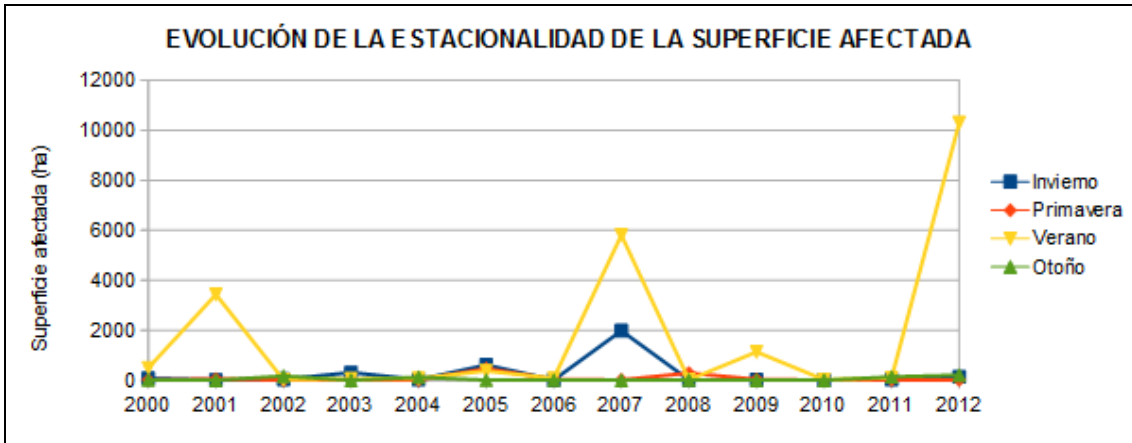


Figura 4.1.8. Evolución de la superficie afectada por estaciones en la provincia de Castellón durante el periodo 2000-2012

Indicadores de prevención anuales

*Evolución del número de siniestros y de la superficie media afectada por siniestro*

Evolución del número de siniestros en la provincia de Castellón durante el periodo 2000-2012 se presenta en la figura 4.1.9. Se observa que el número de siniestros ocurridos presenta una tendencia descendente de los sucesos, provocada en parte por los elevados casos que se produjeron en 2005.

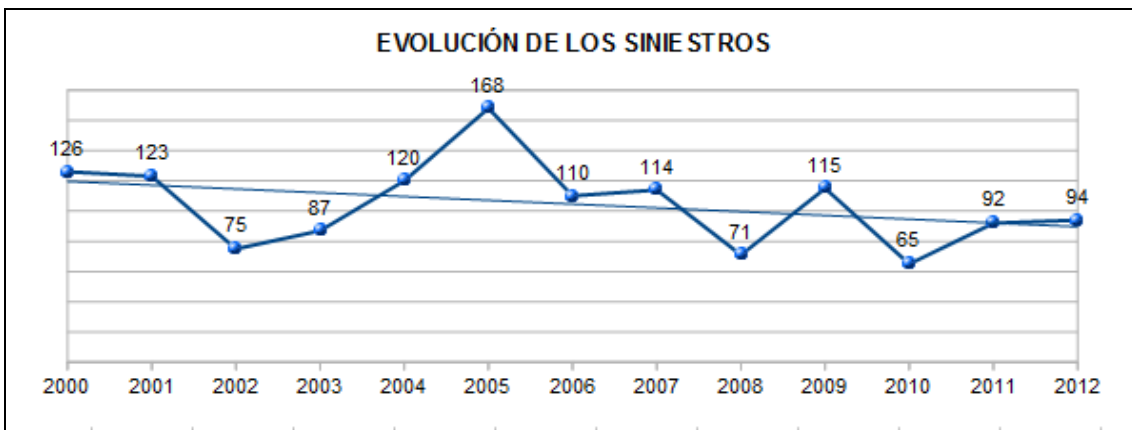
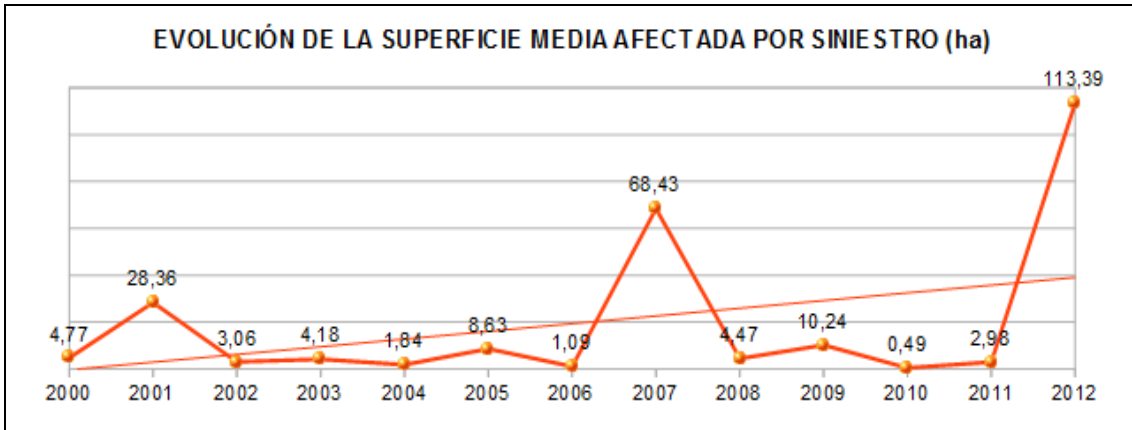


Figura 4.1.9. Evolución del número de siniestros en la provincia de Castellón durante el periodo 2000-2012

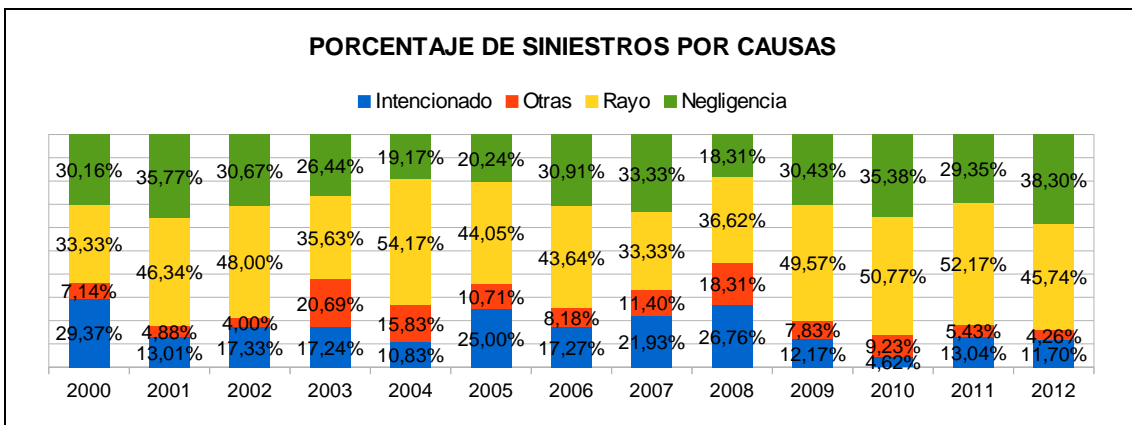
Atendiendo a la superficie media afectada se observa en la figura 4.1.10, como existe una tendencia a incrementar el número de hectáreas afectadas por siniestro. Esto se debe a que en los años 2001, 2007, 2009 y 2012 se dieron 5 GIF, incluyendo uno en 2012 que afectó a 10.240,98 ha.



**Figura 4.1.10.** Evolución de la superficie media afectada por siniestro en la provincia de Castellón durante el periodo 2000-2012

### *Evolución del porcentaje de siniestros por causas*

En la figura 4.1.11 se presenta la evolución de los porcentajes anuales de siniestro por causas en el periodo de 2000 a 2012. El número de siniestros por causas es bastante estable a lo largo del periodo estudiado, siendo la principal los rayos, variando entre el 33% en el 2000 (42 siniestros) y 2007 (38 siniestros), y el 54% en 2004 (65 siniestros).



**Figura 4.1.11.** Porcentaje anual de siniestros por causas en la provincia de Castellón durante el periodo 2000-2012

Es considerable el número de siniestros debidos a negligencias, siendo está la segunda causa más importante por detrás de los rayos, llegando a suponer en 2012 el 38% (36 siniestros). Los siniestros intencionados y los siniestros debidos a otras causas (causa desconocida, incendio reproducido,...), en ningún año suponen más del 45% entre ambas.

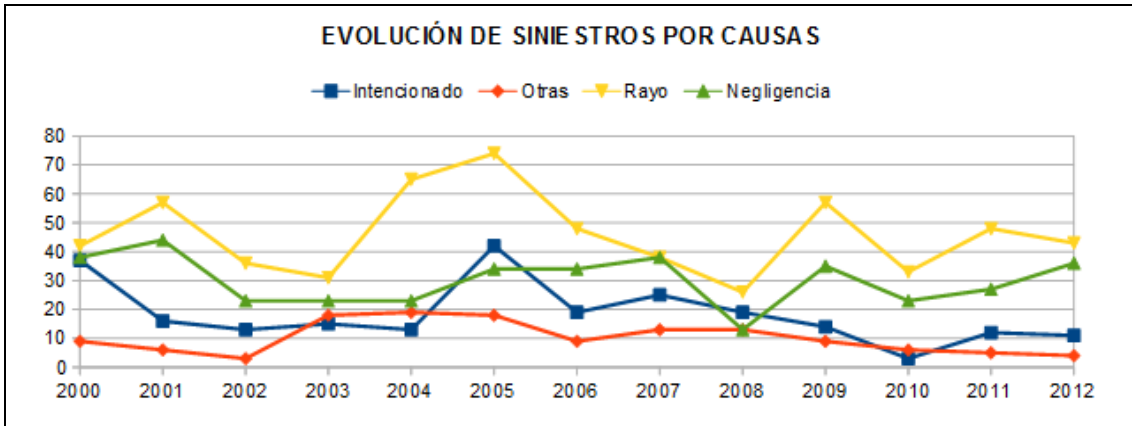


Figura 4.1.12. Evolución de siniestros por causas en la provincia de Castellón durante el periodo 2000-2012

*Evolución del porcentaje de superficie afectada por causas*

El Porcentaje anual de superficie afectada por causas en la provincia de Castellón durante el periodo 2000-2012 se presenta en la figura 4.1.13, donde se observa que las causas que mayor superficie afectan son aquellas que provocaron algún GIF, así sucede en 2001 por rayos (3.244,57 ha), en 2007 por rayos (1.484,29 ha) y por otras causas (5.940,52 ha), en 2009 por rayos (859,48 ha) y en 2012 por negligencias (10.292,69 ha).

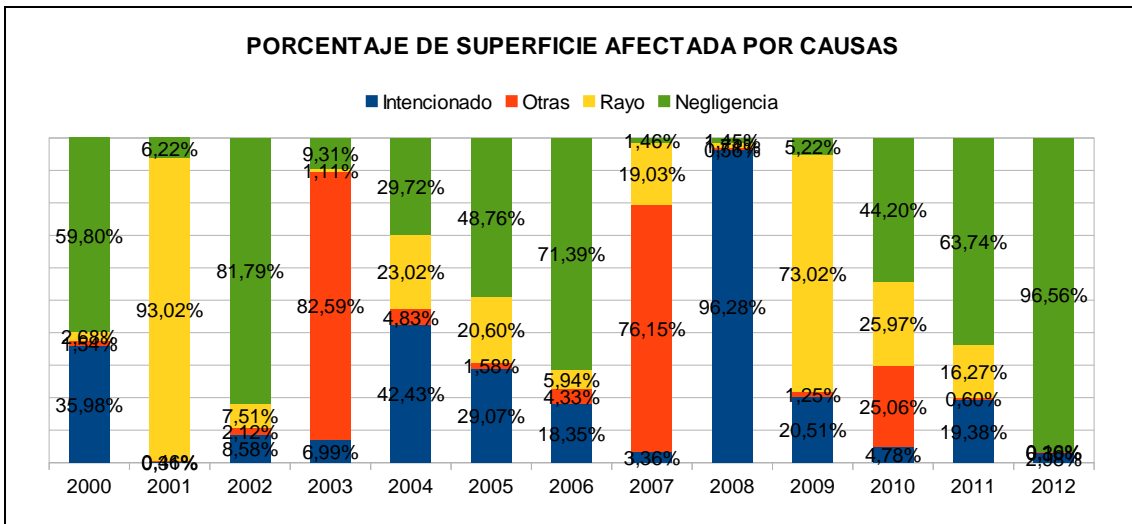


Figura 4.1.13. Porcentaje anual de superficie afectada por causas en la provincia de Castellón durante el periodo 2000-2012

No se ve afectada mucha superficie por siniestros intencionados excepto en 2008 que alcanzó 305,56 ha.



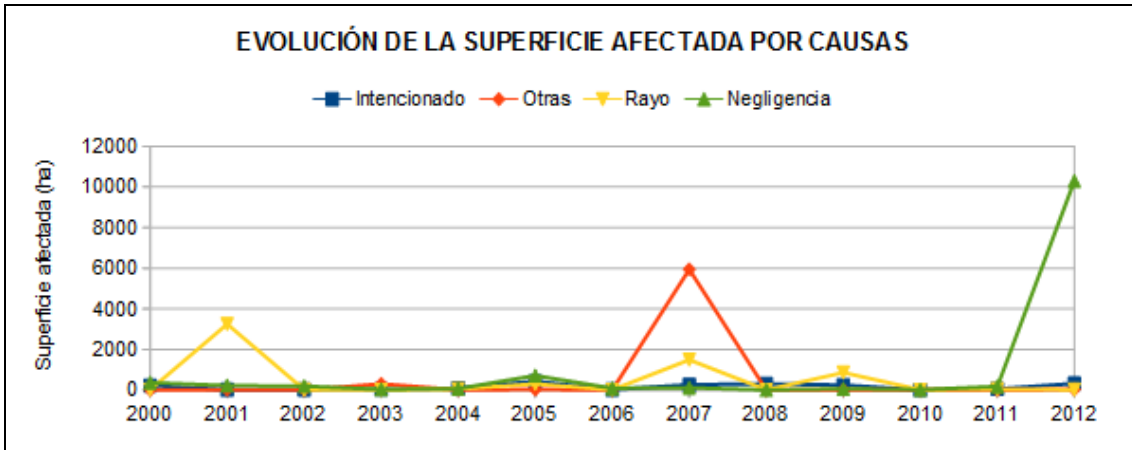


Figura 4.1.14. Evolución de la superficie afectada por causas en la provincia de Castellón durante el periodo 2000-2012

Indicadores de prevención del periodo 2000-2012

*Porcentaje de siniestros y superficie afectada por causas*

En el periodo estudiado, casi la mitad de los siniestros fueron producidos por los rayos (598 siniestros), mientras que casi un 30% se debieron a negligencias (391 siniestros) (Figura 4.1.15).

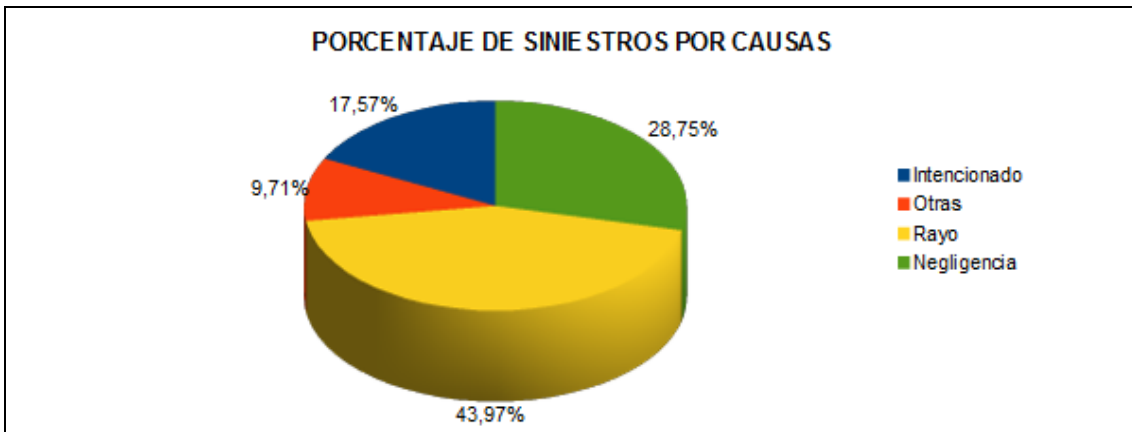


Figura 4.1.15 Porcentaje de las causas de los siniestros ocurridos en la provincia de Castellón durante el periodo 2000-2012

Los siniestros originados por causas antrópicas, es decir, los debidos a negligencias (12.317,84 ha) e intencionados (1.990,44 ha), suponen el algo más de la mitad de la superficie afectada (figura 4.1.16). El resto de superficie afectada se reparte prácticamente en partes iguales entre los rayos (6.057,48 ha) y otras causas (6.368,17 ha).

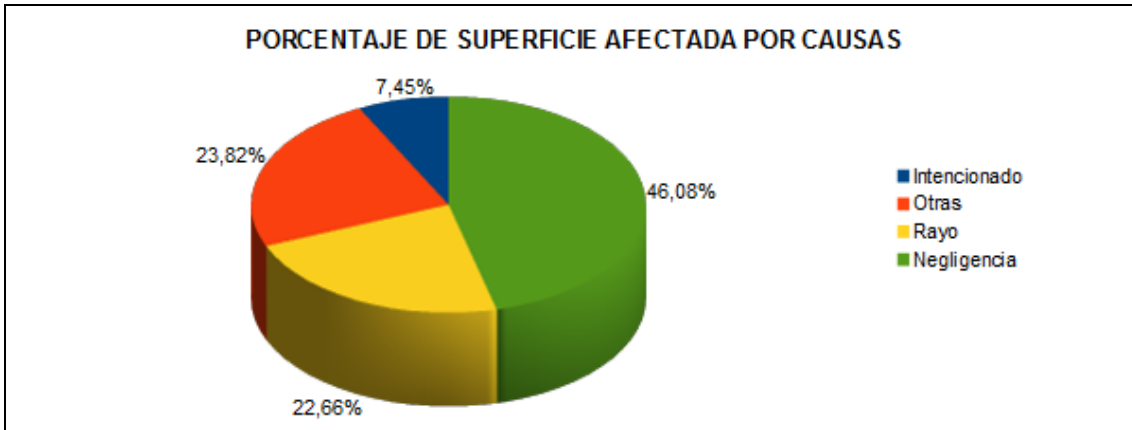


Figura 4.1.16. Porcentaje de superficie afectada por las distintas causas en la provincia de Castellón durante el periodo 2000-2012

### *GIF por causas*

El número de Grandes Incendios Forestales por causas en la provincia de Castellón durante el periodo 2000-2012 se presenta en la figura 4.1.17. Se observa que la principal causa de los GIF son los rayos, que en el periodo estudiado provocaron 3 de los 5 GIF que se produjeron. Destacar que ninguno de ellos fue intencionado.

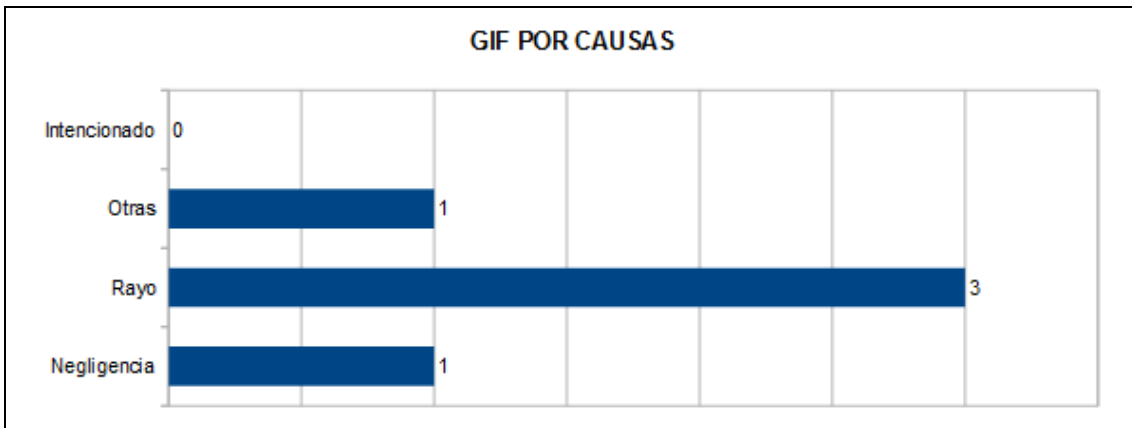


Figura 4.1.17. Número de Grandes Incendios Forestales por causas en la provincia de Castellón durante el periodo 2000-2012

### Índice de frecuencia de incendios por comarcas

En la tabla 4.1.2 se presenta el Índice de frecuencia de incendios por comarcas donde se observa que la comarca de la provincia de Castellón con una frecuencia de incendios más baja, teniendo aproximadamente el 25% de la superficie forestal provincial, es Els Ports. En los 13 años estudiados, únicamente se produjeron 68 siniestros en esta comarca.

En el sentido contrario, durante este periodo se produjeron 248 siniestros en la Plana Alta, siendo la comarca con mayor frecuencia de incendios, muy por encima del resto de comarcas.

Tablas 4.1.2. Índice de frecuencia de incendios por comarcas

	Nº de siniestros	Superficie Forestal (ha)	FRECUENCIA		INDICADOR
Alto Mijares	131	55880,85	1,80	ALTA	4
Alto Palancia	224	71846,80	2,40	GRAVE	5
Baix Maestrat	209	35923,40	4,48	EXTREMA	6
Els Ports	68	99787,23	0,52	BAJA	2
Plana Alta	248	23948,93	7,97	EXTREMA	6
Plana Baixa	215	35923,40	4,60	EXTREMA	6
Alcalaten	163	35923,40	3,49	GRAVE	5
Alt Maestrat	102	39914,89	1,97	ALTA	4
Provincia	1360	399148,91	2,62	GRAVE	5

### Índice de gravedad de incendios por comarcas

Destacar, al igual que en el índice de frecuencia, la comarca de Els Ports ya que presenta el índice de gravedad más bajo y la comarca del Alto Palancia, presentando esta última el índice más alto, principalmente por el GIF que afectó a 10.240,98 ha de esta comarca (tabla 4.1.3).

Tablas 4.1.3. Índice de gravedad de incendios por comarcas

	Superficie afectada (ha)	Superficie Forestal (ha)	GRAVEDAD		INDICADOR
Alto Mijares	338,22	55880,85	0,05	MODERADA	3
Alto Palancia	12790,20	71846,80	1,37	EXTREMA	6
Baix Maestrat	3831,87	35923,40	0,82	EXTREMA	6
Els Ports	41,42	99787,23	0,00	MUY BAJA	1
Plana Alta	2202,36	23948,93	0,71	GRAVE	5
Plana Baixa	713,61	35923,40	0,15	ALTA	4
Alcalaten	6105,22	35923,40	1,31	EXTREMA	6
Alt Maestrat	711,03	39914,89	0,14	ALTA	4
Provincia	26733,93	399148,91	0,52	GRAVE	5

### Índice de causalidad de incendios por comarcas

El índice de causalidad está determinado por la peligrosidad específica de las causas que originaron los siniestros, otorgándose los valores más altos para las causas antrópicas como las negligencias o los incendios intencionados.

En la tabla 4.1.4 se presenta el índice de casualidad de incendios por comarcas en la provincia de Castellón. Se observa que la comarca de Els Ports tiene el índice de causalidad más bajo ya que, durante el periodo estudiado, no se produjo ningún incendio intencionado y únicamente dos negligencias, produciéndose el resto por rayos y otras causas.

Por otro lado, la Plana Alta presenta el índice de casualidad más elevado ya que de los 248 siniestros que se produjeron, 73 fueron intencionados y 92 fueron negligencias.

**Tablas 4.1.4.** Índice de causalidad de incendios por comarcas

	CAUSALIDAD		INDICADOR
Alto Mijares	1,78	MUY BAJA	1
Alto Palancia	3,71	MODERADA	3
Baix Maestrat	4,18	ALTA	4
Els Ports	1,11	MUY BAJA	1
Plana Alta	5,01	GRAVE	5
Plana Baixa	4,07	ALTA	4
Alcalaten	3,30	MODERADA	3
Alt Maestrat	2,95	BAJA	2
Provincia	3,69	MODERADA	3

### Índice de riesgo estadístico de incendios por comarcas

El índice de riesgo estadístico aglutina los tres índices anteriores, por lo que representa la probabilidad de que se produzca un incendio forestal, su gravedad relativa en términos de superficie y la peligrosidad específica de la causa que lo origina.

Como ya se ha podido deducir de los índices anteriores, la comarca de Els Ports presenta el índice de riesgo estadístico más bajo, mientras que la comarca de la Plana Alta presenta el más elevado, con mucha diferencia respecto al resto de comarcas (tabla 4.1.5).

**Tablas 4.1.5.** Índice de riesgo estadístico de incendios por comarcas

	RIESGO ESTADÍSTICO		INDICADOR
Alto Mijares	0,15	MUY BAJO	1
Alto Palancia	12,17	MODERADO	3
Baix Maestrat	15,33	MODERADO	3
Els Ports	0,00	MUY BAJO	1
Plana Alta	28,24	ALTO	4
Plana Baixa	2,86	MUY BAJO	1
Alcalaten	15,07	MODERADO	3
Alt Maestrat	0,79	MUY BAJO	1
Provincia	4,98	MUY BAJO	1

### Mapa de riesgo estadístico de incendios

La intersección de los tres índices (frecuencia-gravedad-causalidad) permite obtener el mapa de riesgo estadístico de incendios de la provincia de Castellón por comarcas que se presenta en la figura 4.1.18.

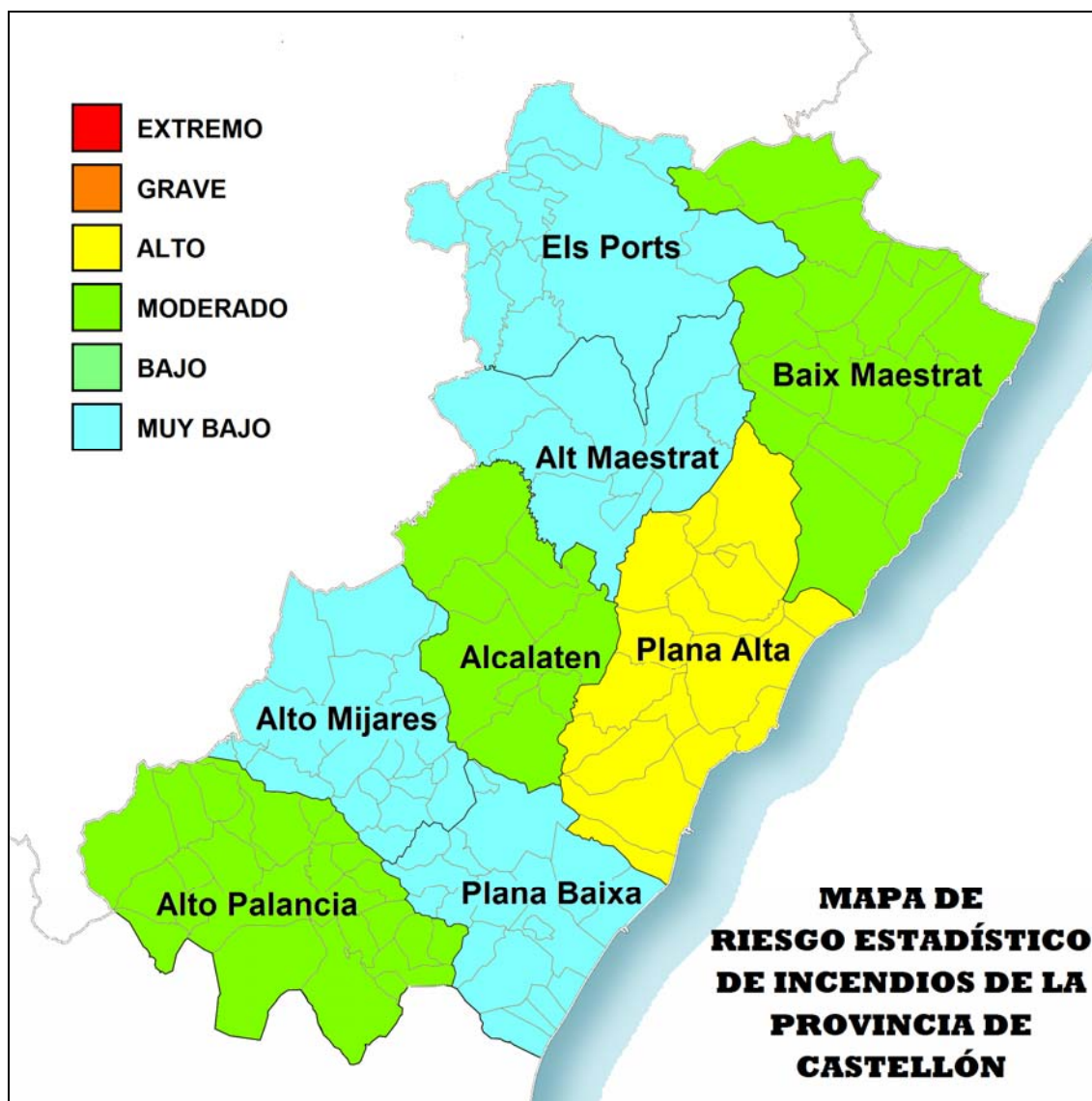


Figura 4.1.18. Mapa de riesgo estadístico de incendios de la provincia de Castellón

## ***DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS***

El análisis de los datos presentados se realiza desde tres puntos de vista:

- Datos generales de siniestros, superficies y causas.
- Índices comarcales de frecuencia, gravedad y causalidad de los incendios forestales.

Posteriormente se incluirán la valoración por comarcas de la provincia de Castellón.

### ***Datos generales de siniestros, superficies y causas***

Durante los años del periodo 2000-2012 se han producido en la provincia de Castellón un total de 1.360 siniestros, de los cuales 1.057 (el 77,7%) se han quedado en conatos.

Independientemente del número anual de siniestros producidos, el porcentaje de conatos se mantiene bastante estable a lo largo del periodo estudiado.

El periodo considerado comienza con 126 siniestros y continua descendiendo hasta el 2002 con 75 siniestros. Es a partir de ese año cuando se produce el incremento más importante hasta el 2005, siendo este año el de mayor número de siniestros con 168. El número de siniestros continua cayendo, y en el 2008 y el 2010 se produce la menor siniestralidad, con 71 y 65 siniestros respectivamente. El periodo estudiado termina con 94 siniestros en 2012, habiéndose producido un descenso de aproximadamente el 25% respecto al 2000.

Las superficies afectadas fluctúan considerablemente entre años independientemente del número de siniestros producidos. La superficie media afectada por siniestro experimenta un incremento, principalmente por los GIF producidos.

El descenso de siniestros más brusco entre años sucesivos se produce entre 2005 y 2006. Esto puede deberse a la aprobación del *REAL DECRETO-LEY 11/2005, de 22 de julio, por el que se aprueban medidas urgentes en materia de incendios forestales*, como consecuencia del incendio originado en la provincia de Guadalajara la tarde del sábado 16 de julio de 2005 que causó la pérdida de 11 vidas humanas, además de arrasarse más de 12.000 ha de masa forestal y pasto. Este documento estableció para todo el territorio nacional un conjunto de prohibiciones muy severas sobre aquellas actividades que pudieran entrañar algún riesgo para la

producción de incendios y una serie de pautas de prevención y actuación, en vigor hasta el 1 de noviembre de 2005.

Parte de estas medidas y otras se incorporaron de manera permanente en la *LEY 10/2006, de 28 de abril, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes*. Algunos de los cambios a destacar introducidos en la ley con respecto a los incendios forestales fueron:

- La Administración General del Estado establece las directrices comunes para la formación, preparación y equipamiento del personal y para la normalización de los medios materiales con el objetivo de facilitar la colaboración entre administraciones.
- Creación de un fondo para el patrimonio natural con el que apoyar la prevención de incendios.
- Creación de unidades específicamente dedicadas a la investigación y persecución de delitos relativos a incendios.
- Prohibición del cambio de uso de los terrenos forestales incendiados durante al menos 30 años.

La distribución estacional del número de siniestros presenta un máximo durante el periodo estival, produciéndose en verano algo más de la mitad de los siniestros, como es de esperar en una provincia con clima mediterráneo. La mayor parte de los siniestros se quedan en conatos, aunque también es en los meses de verano cuando mayor superficie se ve afectada (21.891,6 ha).

La explicación a esta situación es meteorológica, pues la mayor parte de los siniestros producidos durante el verano se ven favorecidos por las altas temperaturas, la sequía y la menor disponibilidad de agua.

Destacar el alto número de siniestros ocurridos a finales de invierno y en primavera ligados a prácticas agrícolas tradicionales. Es por ello que las distintas administraciones restringen el periodo de quemas, para las que además hay que solicitar la pertinente autorización. En primavera aun con más siniestros que invierno, la superficie afectada es significativamente menor.

El número de siniestros por causas es bastante estable a lo largo del periodo estudiado, siendo la principal los rayos, los cuales provocaron casi la mitad de los siniestros. Es considerable el número de siniestros debidos a negligencias, siendo ésta la segunda causa más importante por detrás de los rayos, llegando a

suponer casi un 30%. Los siniestros intencionados y los siniestros debidos a otras causas (causa desconocida, incendio reproducido,...), en ningún año suponen más del 45% entre ambas.

Como es de esperar, las causas que mayor superficie afectan son aquellas que provocaron algún GIF. Los siniestros originados por causas antrópicas, es decir, los debidos a negligencias e intencionados, suponen el algo más de la mitad de la superficie afectada. El resto de superficie afectada se reparte prácticamente en partes iguales entre los rayos y otras causas.

El análisis de los resultados obtenidos a nivel provincial permite establecer ciertas conclusiones que no son aplicables por igual a todas las comarcas castellonenses. A continuación se expone con más detalle la realidad de la problemática de los incendios forestales en las distintas comarcas.

### *Comarcas*

#### *Alto Mijares*

El Alto Mijares supone aproximadamente el 14% de la superficie forestal provincial y los siniestros ocurridos en esta comarca representan casi el 10% del total. La superficie afectada por éstos no llega al 2% de la superficie provincial afectada. El porcentaje de conatos supera el 85%, lo cual indica la buena gestión y buen hacer de las unidades de extinción.

La principal causa de los siniestros son los rayos, por encima del 80%. Las negligencias son la segunda causa más importante situándose por encima del 10%. Destacar el reducido número de siniestros intencionados.

#### *Alto Palancia*

La comarca interior del Alto Palancia abarca el 18% de la superficie forestal de la Provincia y en ésta se han producido casi el 17% de los siniestros, los cuales suponen casi la mitad de la superficie afectada provincial. Esto se debe al siniestro iniciado en 2012 en la localidad valenciana de Andilla que se propagó por esta comarca afectando a 10.240,98 ha. El porcentaje de conatos se sitúa entorno al 80%.

Las causas de los incendios se encuentran bastante igualadas, siendo la principal los rayos, seguida de las negligencias sobrepasando el 30%.



Esta comarca es, con mucha diferencia, en la que más superficie arbolada se ha visto afectada.

#### Baix Maestrat

Los siniestros ocurridos en esta comarca costera suponen el 15% del total y la superficie afectada por éstos es de algo más del 14%. Destacar que es de las comarcas con menor porcentaje de conatos, con aproximadamente el 66%, lo cual indica que no se lleva a cabo una buena gestión y extinción, teniendo que ser éstas reforzadas con planes eficaces de lucha contra los incendios forestales.

El Baix Maestrat es la comarca con mayor porcentaje de negligencias, con casi el 40%, siendo ésta la principal causa de incendios. Destacar que más del 17% de los siniestros son intencionados.

#### Els Ports

Esta comarca interior al Norte de la Provincia posee aproximadamente el 25% de la superficie forestal, y en ella se da la tasa más baja de siniestros, siendo ésta del 5%. La superficie afectada por los escasos siniestros no supone ni un 0,2% de la superficie provincial afectada. Otro excelente dato lo representan los conatos ya que es la comarca con mayor porcentaje de éstos, por encima del 90%.

Por otro lado, casi el 90% de los siniestros fueron producidos por rayos y ninguno de ellos fue intencionado.

Esta es la comarca que, aun con la extensa superficie forestal que representa, presenta los mejores valores con mucha diferencia con el resto de comarcas castellonenses.

#### Plana Alta

Esta comarca litoral posee el porcentaje de siniestros más alto, dándose en ella casi el 20% del total provincial. Los siniestros acontecidos representan cerca del 9% de la superficie afectada total. Destacar que esta comarca es la que menos superficie forestal representa en la Provincia, con aproximadamente el 6%, de ahí la gravedad de los valores anteriores.

El porcentaje de conatos se sitúa ligeramente por encima del 70%, siendo de los más bajos de la Provincia.

La principal causa de los siniestros son las negligencias, por encima del 37%, seguida de los intencionados con casi el 30%, por lo que es la comarca con mayor porcentaje de siniestros intencionados.

Esta comarca presenta los peores valores de la Provincia por lo que se le debe dar una especial atención y poner en ella todos los recursos necesarios para mejorar esta situación con políticas efectivas de prevención y lucha contra los incendios forestales.

### Plana Baixa

En la comarca costera de la Plana Baixa se han producido alrededor del 15% de los siniestros, los cuales suponen algo más del 2% de la superficie afectada provincial. Comparada con la Plana Alta, la superficie afectada es significativamente menor, siendo esto debido a que el porcentaje de conatos en la Plana Baixa es mayor, estando cerca del 85%.

Al contrario de lo que ocurre en la Plana Alta, la mayor parte de la superficie afectada es arbolada.

Resulta preocupante, al igual que en las comarcas del Baix Maestrat y la Plana Alta, el elevado porcentaje de incendios ocasionados por negligencias (34%), siendo ésta la causa principal de incendios en esta comarca. Es en estas tres comarcas costeras donde el porcentaje de siniestros por negligencias es mayor, por encima de las comarcas interiores. Una de las razones principales de este hecho parece ser la demografía, pues en las comarcas costeras se concentra la mayor parte de la población.

Destacar también el alto porcentaje de siniestros intencionados, siendo éste del 24%. La Plana Alta y la Plana Baixa son dos de las comarcas que tienen un mayor número de siniestros provocados por causas antrópicas, por lo que es necesario en estas comarcas llevar a cabo un plan de prevención de incendios que sea eficaz y que reduzca los siniestros por estas causas.

### Alcalaten

Los siniestros producidos en esta comarca representan el 12% del total, siendo la segunda comarca por detrás del Alto Palancia con mayor porcentaje de superficie afectada (23%). Esto es debido a que, aun con un 85% de conatos, en 2007 en Les Useres se produjo un GIF que afectó a 5775,02 ha.

La causa principal de los siniestros son los rayos, los cuales causaron algo más de la mitad de los incendios. Cerca del 40% de los siniestros se deben a causas antrópicas.

### Alt Maestrat

En la comarca interior del Alt Maestrat se ha producido el 7,5% de los siniestros provinciales, siendo ésta la segunda comarca con menor porcentaje de incendios por detrás de Els Ports. La superficie afectada es de cerca del 3% del total. El porcentaje de conatos en esta comarca es el más bajo de todas (65%). Un motivo de este porcentaje puede deberse a la abrupta fisiografía del terreno, lo cual dificulta el acceso a ciertos lugares.

Aproximadamente la mitad de los incendios fueron provocados por rayos y algo menos del 40% por causas antrópicas.

### Índices comarcales de frecuencia, gravedad y causalidad de los incendios forestales

El *índice de frecuencia* refleja la frecuencia media anual de incendios en las comarcas de la provincia de Castellón, referida a 10.000 ha de superficie forestal.

La comarca con una frecuencia de incendios más baja es Els Ports. La frecuencia en esta comarca septentrional es de 0,52, lo que se considera baja, siendo ésta la única comarca con una frecuencia de incendios baja. Por otro lado, durante el periodo estudiado se produjeron 248 siniestros en la Plana Alta, por lo que es la comarca con mayor frecuencia de incendios (7,97), muy por encima del resto de comarcas. La frecuencia de incendios en esta comarca se califica como extrema, al igual que en la Plana Baixa (4,60) y el Baix Maestrat (4,48). Es en las 3 comarcas costeras donde la frecuencia es mayor.

Con los datos comarcales se obtiene una frecuencia de incendios para la Provincia de 2,62, lo que se considera grave.

El *índice de gravedad* representa el porcentaje de superficie forestal total, incluyendo tanto arbolada como no arbolada, quemada anualmente con respecto a la superficie forestal existente a nivel comarcal.

Al igual que en la frecuencia, la comarca de Els Ports es la que presenta el índice de gravedad más bajo (0,00) por lo que la gravedad de sus incendios es mínima. En este caso, igual que en la frecuencia, es la única comarca que tiene una consideración de muy baja. La comarca del Alto Palancia es la que presenta el índice de gravedad más alto (1,37). La gravedad de los incendios en esta comarca es extrema, al igual que en las comarcas de Alcalaten (1,31) y Baix Maestrat (0,82). La principal causa de ello es que en estas 3 comarcas es donde se han producido los únicos 5 GIF de la Provincia.

La provincia de Castellón tiene un índice de gravedad considerado como grave ya que presenta un valor de 0,52.

Respecto al *índice de causalidad*, éste es un indicador de la probabilidad de que un foco originado por una determinada causa llegue a convertirse en un incendio forestal de grandes dimensiones, por lo que está determinado por la peligrosidad específica de las causas que originaron los siniestros.

Es por ello que Els Ports tiene el índice de causalidad más bajo (1,11) ya que, durante el periodo 2000-2012, no se produjo ningún incendio intencionado y únicamente dos negligencias, produciéndose el resto por rayos y otras causas. El Alto Mijares es la otra comarca, al igual que Els Ports, que tiene un índice de causalidad considerado como muy bajo ya que esta comarca presenta un valor de 1,78.

Por otro lado, la Plana Alta es la que presenta el índice de casualidad más elevado (5,01) ya que de los 248 siniestros que se produjeron, 73 fueron intencionados y 92 fueron negligencias. Esta es la única comarca con un índice de causalidad considerado como grave.

La Provincia presenta un índice de causalidad moderado con un valor de 3,69.

El *índice de riesgo estadístico* aglutina los tres índices anteriores, por lo que es un indicador que representa la probabilidad de que se produzca un incendio forestal, su gravedad relativa en términos de superficie y la peligrosidad específica de la causa que lo origina.

Como se puede deducir de los índices anteriores, la comarca de Els Ports presenta el índice de riesgo estadístico de incendios más bajo (0,00), mientras que la comarca de la Plana Alta presenta el más elevado, con mucha diferencia respecto al resto de comarcas. Esta comarca con un valor de 28,24 es la única que tiene un índice de riesgo estadístico de incendios alto, mientras que en el resto de comarcas es muy bajo o moderado.

La provincia de Castellón tiene un riesgo estadístico de incendios de 4,98, lo que se considera muy bajo.

Mediante el conocimiento de estos indicadores la administración autonómica está en mejores condiciones de decidir el reparto de los medios de apoyo en la provincia de Castellón.

#### **4.2. Descripción de los incendios de más de 100 hectáreas.**

En este apartado se realiza la descripción de los incendios forestales que han afectado la provincia de Castellón y que su superficie es superior a 100 ha.

##### **Incendio Culla (INC-1)**

El incendio forestal (IF) identificado en este trabajo de investigación como Culla se produjo el 7 de marzo de 2007 a las 23:36 h en el paraje *Roqueta*, perteneciente al término municipal de Culla en la comarca de L'Alt Maestrat (Figura 4.2.1). Las coordenadas UTM fueron X=748708 e Y=4461334 (huso H-30). El incendio fue controlado el 9 de marzo de 2007 (12.00 h) y extinguido el 13 de marzo de 2007 a las 19:10 h.

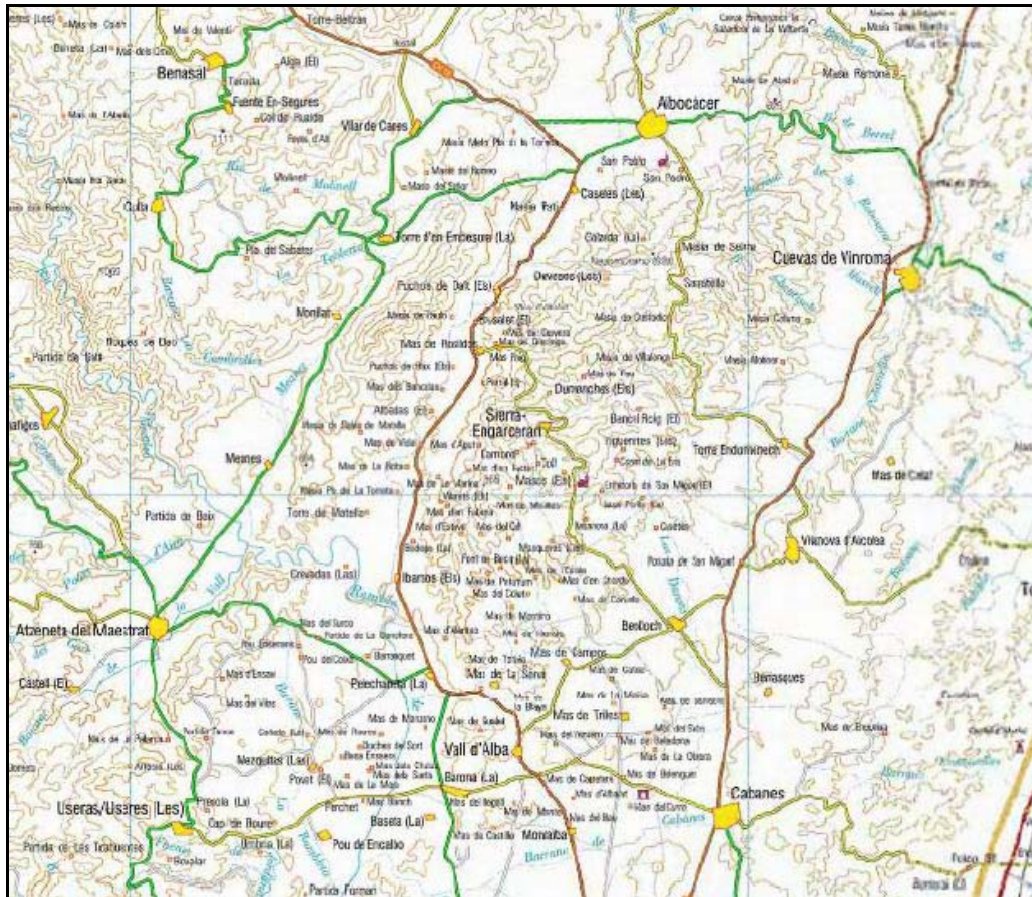


Figura 4.2.1. Plano de situación. ORTOFOTO (DATUM: WGS84, HUSO: 30. E: 1/235.500)

Dicho IF se produjo por causa supuesta de un rayo un miércoles (día laborable). Dicho día la temperatura máxima alcanzada fue de 11 °C, la humedad relativa era del 42 %, la velocidad del viento 80 Km/h y su dirección 340°.

Destacar que el *modelo de combustible*, en la zona del incendio, es de *bosques* y la probabilidad de ignición fue del 30 %. El tipo de fuego fue de *superficie* (1).

En el incendio participaron 41 personas (Agentes Forestales, Combatientes de Cuadrillas y Brigadas, Bomberos, Otro Personal Civil y Guardia Civil). En este IF hubo un herido. Se utilizaron 4 autobombas, 2 bulldozers y 3 helicópteros (1 de transporte de personal y otros 2 de extinción). Como retardantes se utilizó espumantes.

La técnica de extinción fue de ataque indirecto mediante la apertura de un cortafuego o líneas de defensa. La superficie afectada fue de 428,16 has de las cuáles 260,77 has fueron en superficie arbolada y 167,39 has de superficie no arbolada, todas correspondientes a montes particulares.

Se considera que la superficie arbolada autorregenerable varía entre el 30 % y el 59 %, el efecto en la vida silvestre es pasajero, el riesgo de erosión es moderado, la alteración del paisaje y valores recreativos es pasajera y el efecto en la

economía local pasajero, aunque se ha tenido que desalojar viviendas. Dicho IF no afectó a espacios naturales protegidos ni a reforestaciones agrarias.

Datos de las áreas afectadas por municipios (tabla 4.2.1):

1. La superficie afectada en el Municipio de *Culla*, perteneciente a la comarca de L'Alt Maestrat, fue de 416,31 has de las cuales 249,12 has fueron de monte arbolado y 167,19 has de monte no arbolado (matorral y monte bajo).

Monte arbolado: Estas 249,12 has se distribuyen de la manera siguiente:

- 209,12 has corresponden a MB-L de 15 años y con una FCC del 128 %.
- 30,00 has de L-F de 25 años y con una FCC del 80 %
- 10,00 has de F de 40 años y una FCC del 80 %

Desde el punto de vista legal eran particulares no vecinales. La especie arbórea principal afectada fue el *Pinus halepensis*.

2. La superficie afectada en el Municipio de *Sierra de Engarcerán*, perteneciente a la comarca de La Plana Alta, fue de 11,85 has de las cuales 11,65 has fue de arbolado y 0,20 has de no arbolado (pastizales).

Monte arbolado: Estas 11,65 has se distribuyen como sigue:

- 10,64 has de L-F de 25 años y su FCC es del 100%
- 1,01 has de F de 40 años y una FCC del 100 %

Desde el punto de vista legal eran particulares no vecinales. La especie arbórea principal afectada fue el *Pinus halepensis*.

**Tabla 4.2.1.** Características de los montes incendiados (INC-1. Culla)

MUNICIPIO	ESPECIE	MONTE ARBOLADO								MONTE NO ARBOLADO (Ha)	
		SIN APROVECHAMIENTO COMERCIAL				CON APROVECHAMIENTO COMERCIAL					SUPERFICIE TOTAL (Ha)
		ESTADO MASA	EDAD (Años)	SUPERFICIE (Ha)	FCC (%)	ESTADO MASA	EDAD (Años)	SUPERFICIE (Ha)	FCC (%)		
Culla	P. halepensis	R				L-F	25	30,00	80	249,12	167,19
		MB				F	40	10,00	80		
		MB-L	15	209,12	128	F					
	Matorral y Monte Bajo										
	Superficie total (Ha)	416,31									
Sierra de Engarcerán	P. halepensis	R				L-F	25	10,64	100	11,65	0,20
		MB				F	40	1,01	100		
		MB-L				F					
	Pastizales										
	Superficie total (Ha)	11,85									

(Estado de la masa: **R** - Repoblado, **MB** - Monte Bravo, **L** - Latizal y **F** - Fustal)

Puede observarse que del área quemada solamente un 12 % (51,65 has) presenta aprovechamiento comercial.







La técnica de extinción fue de ataque directo donde la superficie afectada fue de 1.044,83 has de las cuales 412,70 has fueron en superficie arbolada y 632,13 has de superficie no arbolada, todas correspondientes a montes particulares.

Se considera que la superficie arbolada autorregenerable es menor del 30 %, el efecto en la vida silvestre es pasajero, el riesgo de erosión moderado, la alteración del paisaje y valores recreativos es permanente y el efecto en la economía local pasajero. Dicho IF no afectó a espacios naturales protegidos ni a reforestaciones agrarias.

Datos de las áreas afectadas por municipios, pertenecientes todos a la comarca de L'Alt Palancia (Tabla 4.2.2):

1. La superficie afectada en el Municipio de *Jérica* fue de 92,14 has de las cuales 51,97 has fueron de monte arbolado y 40,17 has de monte no arbolado (matorral y monte bajo).

Monte arbolado: Estas 51,97 has se distribuyen como sigue:

- 19,75 has son de MB de 20 años y una FCC del 70 %
- 23,39 has son de MB-L de 25 años y su FCC es del 70 %
- 8,83 has son de L-F de 40 años y una FCC del 70 %

Desde el punto de vista legal eran particulares no vecinales. La especie arbórea principal afectada fue el *Pinus halepensis*.

2. La superficie afectada en el Municipio de *Algimia de Almonacid* fue de 3,98 has de las cuales 1,99 has fue de arbolado y 1,99 has de no arbolado (matorral y monte bajo). El área arbolada corresponde a una masa de 25 años de MB-L y una FCC del 50 %.

Desde el punto de vista legal eran particulares no vecinales. La especie arbórea principal afectada fue el *Pinus halepensis*.

3. La superficie afectada en el Municipio de *Matet* fue de 0,05 has de monte arbolado, MB-L, de 25 años y una FCC del 40 %. Desde el punto de vista legal eran particulares no vecinales. La especie arbórea principal afectada fue el *Pinus halepensis*.

4. La superficie afectada en el Municipio de *Vall de Almonacid* fue de 373,46 has de las cuales 130,71 has fue de arbolado y 242,75 has de no arbolado (matorral y monte bajo).

Monte arbolado: Estas 130,71 has se distribuyen de la manera siguiente:

- 9,15 has es de MB de 20 años y 70 % de FCC.
- 36,60 has es de MB-L de 25 años y su FCC del 70%.
- 84,96 has son de L-F de 40 años y 70 % de FCC.

Desde el punto de vista legal eran particulares no vecinales. La especie arbórea principal afectada fue el *Pinus halepensis*.

5. La superficie afectada en el Municipio de *Navajas* fue de 182,84 has de las cuales 74,96 has fue de arbolado y 107,88 has de no arbolado (matorral y monte bajo).

Monte arbolado: Estas 74,96 has se distribuyen como sigue:

- De MB son 11,24 has de 20 años y 70 % de FCC.
- De MB-L son 7,5 has de 25 años y con un 70 % de FCC.
- De L-F son 53,97 has de 40 años y su FCC del 70%.
- De F son 2,25 has de 50 años y 70 % de FCC.

Desde el punto de vista legal eran particulares no vecinales. La especie arbórea principal afectada fue el *Pinus halepensis*.

6. La superficie afectada en el Municipio de *Gaibiel* fue de 392,36 has de las cuales 153,02 has fue de arbolado y 239,34 has de no arbolado (matorral y monte bajo).

Monte arbolado: Estas 153,02 has se distribuyen tal que:

- 7,65 has son de MB de 20 años y con un 70 % de FCC.
- 38,37 has son de MB-L de 25 años y un 70 % de FCC.
- 107,00 has son de L-F de 40 años y de FCC un 70 %.

Desde el punto de vista legal eran particulares no vecinales. La especie arbórea principal afectada fue el *Pinus halepensis*.

**Tabla 4.2.2.** Características de los montes incendiados (INC-2. Gaibiel)

MUNICIPIO	ESPECIE	MONTE ARBOLADO								MONTE NO ARBOLADO (Ha)	
		SIN PROVECHAMIENTO COMERCIAL				CON APROVECHAMIENTO COMERCIAL					SUPERFICIE TOTAL (Ha)
		ESTADO MASA	EDAD (Años)	SUPERFICIE (Ha)	FCC (%)	ESTADO MASA	EDAD (Años)	SUPERFICIE (Ha)	FCC (%)		
Gaibiel	P. halepensis	R				L-F	40	107,00	70	153,02	239,34
		MB	20	7,65	70	F					
		MB-L	25	38,37	70	F					
	Matorral y Monte Bajo										
	Superficie total (Ha)	392,36									
Jérica	P. halepensis	R				L-F	40	8,83	70	51,97	40,17
		MB	20	19,75	70	F					
		MB-L	25	23,39	70	F					
	Matorral y Monte Bajo										
	Superficie total (Ha)	92,14									
Algimia de Almonacid	P. halepensis	R				L-F				1,99	1,99
		MB				F					
		MB-L	25	1,99	50	F					
	Matorral y Monte Bajo										
	Superficie total (Ha)	3,98									
Navajas	P. halepensis	R				L-F	40	53,97	70	74,96	107,88
		MB	20	11,24	70	F	50	2,25	70		
		MB-L	25	7,50	70	F					
	Matorral y Monte Bajo										
	Superficie total (ha)	182,84									
Matet	P. halepensis	R				L-F				0,05	0,00
		MB				F					
		MB-L	25	0,05	40	F					
	Matorral y Monte Bajo										
	Superficie total (Ha)	0,05									
Vall de Almonacid	P. halepensis	R				L-F	40	84,96	70	130,71	242,75
		MB	20	9,15	70	F					
		MB-L	25	36,60	70	F					
	Matorral y Monte Bajo										
	Superficie total (Ha)	373,46									

(Estado de la masa: R - Repoblado, MB - Monte Bravo, L - Latizal y F - Fustal)

Del área quemada tenía aprovechamiento comercial unas 257,01 has (25 %).

### **Incendio Borriol (INC-3)**

El incendio forestal (IF) identificado en este estudio como Borriol tuvo lugar el 8 de marzo de 2007 (04:58 h) en el paraje *Montaña Negra* del término municipal de Borriol, situado en la comarca La Plana Alta (Figura 4.2.3). Las coordenadas UTM fueron X=749613 e Y=4435304 (huso H-30). El incendio fue controlado el 9 de marzo de 2007 (12:10 h) y extinguido el 10 de marzo 2007 a las 18:49 h.

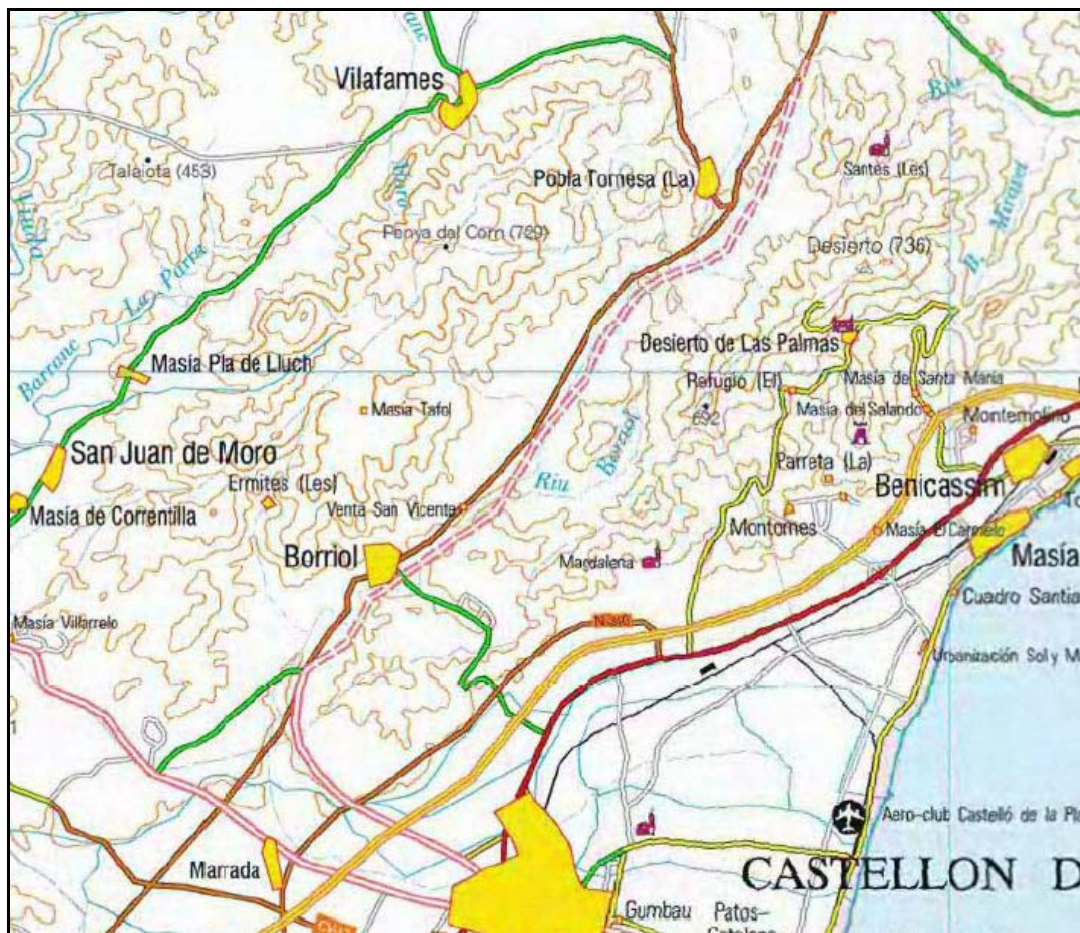


Figura 4.2.3. Plano de situación. ORTOFOTO (DATUM: WGS84, HUSO: 30. E: 1/118.500)

Dicho IF se produjo por causa supuesta de una línea eléctrica un jueves día laborable. Dicho día la temperatura máxima alcanzada fue de 12 °C, la humedad relativa era del 42 %, la velocidad del viento 90 Km/h y su dirección 360 °.

Destacar que el *modelo de combustible* de la zona del incendio es de *matorrales*. La probabilidad de ignición fue del 40 %. El tipo de fuego fue de *superficie y copas* (4).

En el incendio participaron 48 personas (Técnicos, Agentes Forestales, Combatientes de Cuadrillas y Brigadas y Voluntariado Organizado). Se utilizó un vehículo terrestre para transporte de personal, un avión de carga en tierra y un helicóptero de extinción.

La técnica de extinción fue de ataque directo donde la superficie afectada fue de 160,34 has de las cuales 48,10 has fueron en superficie arbolada y 112,24 has de superficie no arbolada, todas correspondientes a montes particulares.

Se considera que la superficie arbolada autorregenerable varía entre el 30 % y el 59 %, el efecto en la vida silvestre es pasajero, el riesgo de erosión moderado, la alteración del paisaje y valores recreativos es pasajero y el efecto en la economía

local inapreciable, sin embargo se desalojaron viviendas. Dicho IF no afectó a espacios naturales protegidos ni a reforestaciones agrarias.

Datos de las áreas afectadas por municipios, pertenecientes todos a la comarca de La Plana Alta (Tabla 4.2.3):

1. La superficie afectada en el Municipio de *Borriol* fue de 18,73 has de las cuales 4,92 has fueron de monte arbolado y 13,81 has de monte no arbolado (matorral y monte bajo).

Monte arbolado: Estas 4,92 has se distribuyen como sigue:

- 2,00 has son de MB-L, de 15 años y una FCC del 50 %.
- 2,92 has son de F con 45 años y un 60 % de FCC.

Desde el punto de vista legal eran particulares no vecinales. La especie arbórea principal afectada fue el *Pinus halepensis*.

2. La superficie afectada en el Municipio de *Castellón de la Plana* fue de 141,61 has de las cuales 43,18 has fue de arbolado y 98,43 has de no arbolado (matorral y monte bajo).

Monte arbolado: En estas 43,18 has se distinguen:

- 15,12 has son de MB-L, de 15 años y una FCC del 50 %.
- 28,06 has son de F con 45 años y un 60 % de FCC.

Desde el punto de vista legal eran particulares no vecinales. La especie arbórea principal afectada fue el *Pinus halepensis*.

**Tabla 4.2.3.** Características de los montes incendiados (INC-3. Borriol)

MUNICIPIO	ESPECIE	MONTE ARBOLADO								MONTE NO ARBOLADO (Ha)	
		SIN PROVECHAMIENTO COMERCIAL				CON APROVECHAMIENTO COMERCIAL					SUPERFICIE TOTAL (Ha)
		ESTADO MASA	EDAD (Años)	SUPERFICIE (Ha)	FCC (%)	ESTADO MASA	EDAD (Años)	SUPERFICIE (Ha)	FCC (%)		
Borriol	P. halepensis	R				L-F				4,92	13,81
		MB				F	45	2,92	60		
		MB-L	15	2,00	50	F					
	Matorral y Monte Bajo										
	Superficie total (Ha)	18,73									
Castellón de la Plana	P. halepensis	R				L-F				43,18	98,43
		MB				F	45	28,06	60		
		MB-L	15	15,12	50	F					
	Matorral y Monte Bajo										
	Superficie total (Ha)	141,61									

(Estado de la masa: **R** - Repoblado, **MB** - Monte Bravo, **L** - Latizal y **F** - Fustal)

Se comprueba que aproximadamente el 19 % (30,98 has) del área quemada tenía aprovechamiento comercial.



### Incendio Cervera del Maestre (INC-4)

El incendio forestal (IF) identificado en este estudio como Cervera del Maestre se produjo el 8 de marzo de 2007 (04:12 h) en el paraje *Barrales* correspondiente al término municipal de Cervera del Maestre de la comarca El Baix Maestrat (Figura 4.2.4). Las coordenadas UTM fueron X=779100 e Y=4488430 (huso H-31). El incendio fue controlado el 9 de marzo de 2007 (10:00 h) y extinguido el 10 de marzo de 2007 a las 18:00 h.

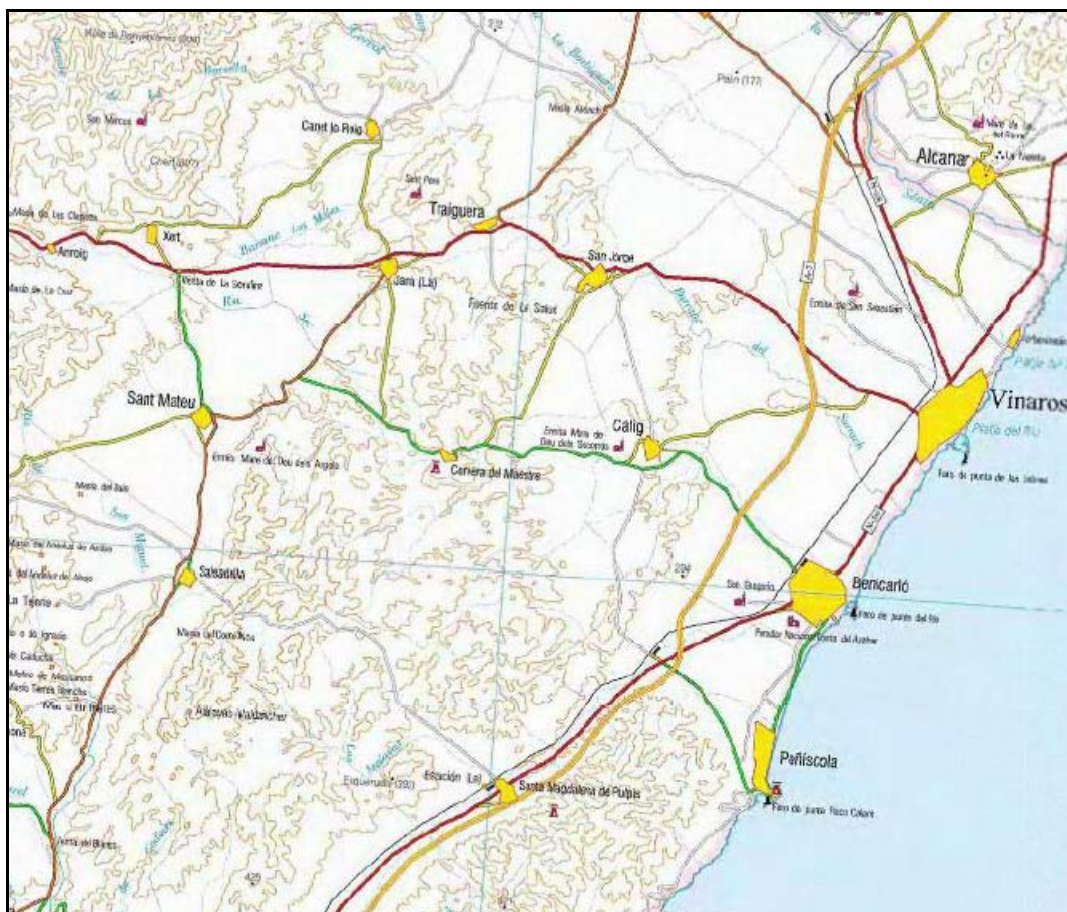


Figura 4.2.4. Plano de situación. ORTOFOTO (DATUM: WGS84, HUSO: 31. E: 1/235.000)

Se produjo dicho IF por causa cierta de un pirómano, un jueves día laborable. Dicho día la temperatura máxima alcanzada fue de 3 °C, la humedad relativa era del 84 %, la velocidad del viento 90 Km/h y su dirección 310 °

Destacar que el *modelo de combustible* de la zona del incendio es de *matorrales*. La probabilidad de ignición fue del 10 %. El tipo de fuego fue de *superficie* (1).

En el incendio participaron 59 personas (Agentes Forestales, Combatientes de Cuadrillas y Brigadas, Bomberos y Guardia Civil). Se utilizaron 3 autobombas y 2 aviones de carga en tierra.

La técnica de extinción fue de ataque directo donde la superficie afectada fue de 150,80 has de las cuales 40,00 has (Montes del Estado-CCAA) fueron en superficie arbolada y 93,84 has (3,37 has de Montes del Estado-CCAA y 90,47 has de Montes Particulares) de superficie no arbolada. Además se quemaron 16,96 has de superficie no forestal.

Se considera que la superficie arbolada autorregenerable varía entre el 30 % y el 59 %, el efecto en la vida silvestre es pasajero, el riesgo de erosión moderado, la alteración del paisaje y valores recreativos es pasajera y el efecto en la economía local inapreciable. Dicho IF no afectó a espacios naturales protegidos ni a reforestaciones agrarias.

Datos del área afectada del municipio perteneciente a la comarca de *El Baix Maestrat* (Tabla 4.2.4). Se distinguen dos tipos de propiedades legales:

1. *Montes Particulares No Vecinales*: La superficie afectada fue de 90,47 has de monte no arbolado (matorral y monte bajo) y de 16,96 has de superficie no forestal (agrícola, urbanizadas).
2. *Montes del Estado y CCAA*: La superficie afectada fue de 43,37 has de las cuales 3,37 has fue de no arbolado (matorral y monte bajo) y 40,00 has de arbolado (50 % de *Pinus halepensis* y 50 % de *Pinus pinea*). Ambas masas de arbolado son de MB-L con una edad de 12 años y un 60 % de FCC.

**Tabla 4.2.4.** Características de los montes incendiados (INC-4. Cervera del Maestre)

MUNICIPIO	ESPECIE	MONTE ARBOLADO								SUPERFICIE TOTAL (Ha)	MONTE NO ARBOLADO (Ha)	SUPERFICIE NO FORESTAL (Ha)	
		SIN PROVECHAMIENTO COMERCIAL				CON APROVECHAMIENTO COMERCIAL							
		ESTADO MASA	EDAD (Años)	SUPERFICIE (Ha)	FCC (%)	ESTADO MASA	EDAD (Años)	SUPERFICIE (Ha)	FCC (%)				
Cervera del Maestre	Matorral y Monte Bajo										90,47		
	Superficie no forestal (Ha)											16,96	
	Superficie total (Ha)	107,43											
Cervera del Maestre	P. halepensis	R					L-F				40,00		
		MB					F						
		MB-L	12	20,00	60	F							
	P. Pinea	R					L-F						
		MB					F						
		MB-L	12	20,00	60	F							
	Matorral y Monte Bajo											3,37	
Superficie total (Ha)	43,37												

(Estado de la masa: **R** - Repoblado, **MB** - Monte Bravo, **L** - Latizal y **F** - Fustal)

Como puede apreciarse el aprovechamiento comercial supone un 0 % del área quemada.

### Incendio Les Useres (INC-5)

El incendio forestal (IF) identificado en este estudio como Les Useres se produjo el 28 de agosto de 2007 a las 12:35 h en el paraje *La Ponsa*. Se sitúa en el término municipal de *Les Useres* situado en la comarca *L'Alcalaten* (Figura 4.2.5). Las coordenadas UTM fueron X=739434 e Y=4448727 (huso H-30). El incendio fue



controlado el 1 de septiembre de 2007 (12:30 h) y extinguido el 7 de septiembre de 2007 (17:30 h).

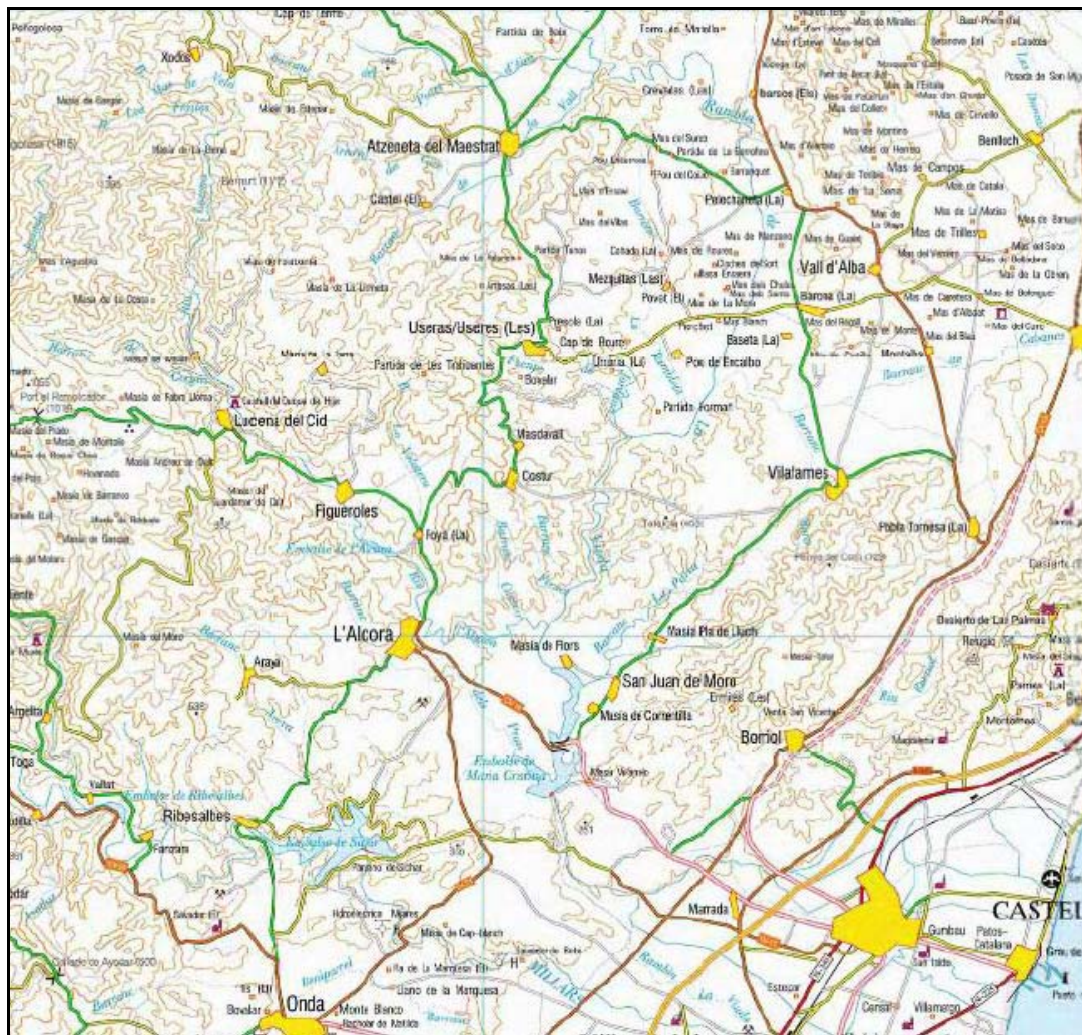


Figura 4.2.5. Plano de situación. ORTOFOTO (DATUM: WGS84, HUSO: 30. E: 1/236.500)

Dicho IF se produjo por causa cierta de unas máquinas y motores trabajando en dicho paraje un martes día laborable. Dicho día la temperatura máxima alcanzada fue de 31 °C, la humedad relativa era del 11 %, la velocidad del viento 20 Km/h y su dirección 220 °

Destacar que el *modelo de combustible* de la zona del incendio es de *matorrales y pastizales*. La probabilidad de ignición fue del 30 %. El tipo de fuego fue de *superficie y copas* (4).

En el incendio participaron 765 personas (Técnicos, Agentes Forestales, Combatientes de Cuadrillas y Brigadas, Bomberos, Otro Personal Civil, Guardia Civil y Fuerzas del Ejército). Se utilizaron 10 autobombas, 4 aviones anfibios, 10 aviones de carga en tierra y 23 helicópteros (20 de transporte personal y otros 3 de extinción). Como retardantes se utilizó espumantes.



La técnica de extinción fue de ataque directo en la superficie afectada con una extensión de 7.481,71 has de las cuales 475,76 has fueron en superficie arbolada, unas 5.299,26 has de superficie no arbolada y 1.706,69 has no forestal (agrícolas, urbanizadas). Corresponden a Montes Particulares, en Consorcio/Convenio y Montes de Utilidad Pública.

Se considera que la superficie arbolada autorregenerable es menor del 30 %, el efecto en la vida silvestre es permanente, el riesgo de erosión alto, la alteración del paisaje y valores recreativos es pasajero y el efecto en la economía local pasajero. Sin embargo, hubo cortes de carretera, desalojo de viviendas y daños en éstas así como en naves industriales. Dicho IF no afectó a espacios naturales protegidos ni a reforestaciones agrarias.

Datos de las áreas afectadas por municipios (Tabla 4.2.5.):

1. La superficie afectada en el Municipio de **Figueroles** fue de 474,34 has de las cuales 62,05 has fueron de monte arbolado, unas 306,99 has de monte no arbolado (matorral y monte bajo) y 105,30 has de superficies no forestales.

Monte arbolado: Estas 62,05 has se distribuyen como sigue:

- 10,03 has son de MB, de 25 años y una FCC del 80%.
- 15,22 has de L-F, de 40 años y un 75 % de FCC.
- 36,80 has de F, de 50 años y su FCC es del 80%.

Desde el punto de vista legal eran Montes Particulares No Vecinales. La especie arbórea principal afectada fue el *Pinus halepensis*.

2. La superficie afectada en el Municipio de **Les Useres** fue en:
  - a. *Montes en Consorcio o Convenio*: De 48,54 has de arbolado. Éste presentaba un 90 % de FCC, estando distribuida la masa, cuya especie arbórea principal afectada fue el *Pinus halepensis*, como sigue:
    - Unas 16,90 has de MB de unos 15 años.
    - Unas 31,64 has de L-F de unos 40 años.
  - b. *Montes Particulares No Vecinales*: De 2.712,21 has de las cuales 88,06 has son de arbolado (*Pinus halepensis*), unas 2.042,52 has de no arbolado (matorral y monte bajo) y 581,63 has de superficies no forestales (agrícolas, urbanizadas).

Monte arbolado: Las 88,06 has se distribuyen como sigue:

- 22,77 has son de L-F de 40 años y su FCC del 80 %.
- 65,29 has de F de unos 50 años y un 80 % de FCC.

3. La superficie afectada en el Municipio de *Alcora* fue de 38,10 has de las cuales 23,13 has son de monte no arbolado y 14,97 has de superficie no forestal. Desde el punto de vista legal eran Montes Particulares No Vecinales.
  
4. La superficie afectada en el Municipio de *Lucena del Cid* fue en:
  - a. *Montes en Consorcio o Convenio*: De 3,58 has de arbolado, L-F, cuya especie arbórea principal afectada fue el *Pinus halepensis*, de 35 años y con una FCC del 85 %.
  - b. *Montes Particulares No Vecinales*: De 2.501,08 has de las cuales 108,09 has son de arbolado (*Pinus halepensis*), unas 1.941,88 has de matorral y monte bajo y 451,11 has de superficies no forestales.  
 Monte arbolado: Estas 108,09 has se distribuyen como sigue.
    - 18,99 has de MB-L de 20 años y un 70 % de FCC.
    - De L-F de 35 años y una FCC del 70 % ocupan 26,64 has.
    - 62,46 has de F de 50 años y con una FCC del 70 %.
  
5. La superficie afectada en el Municipio de *Atzeneta del Maestrat* fue en:
  - a. *Montes de Utilidad Pública*: De 42,10 has de arbolado. La especie arbórea principal afectada fue el *Pinus halepensis*. Se distribuyen de la manera siguiente:
    - MB-L: Ocupan 6,16 has de 18 años y un 70 % de FCC.
    - L-F: Con 12,50 has de 37 años y de FCC un 70 %.
    - F: De 48 años y un 75 % de FCC, ocupan 23,44 has.
  - b. *Montes Particulares No Vecinales*: De 812,86 has de las cuales 11,77 has son de arbolado (*Pinus halepensis*), unas 572,19 has de matorral y monte bajo y 228,90 has de superficies no forestales.  
 Monte arbolado: Las 11,77 has se reparten como sigue:
    - De MB-L unas 5,63 has de 20 años y un 60 % de FCC.
    - De F de 45 años y de FCC 70 % ocupan 6,14 has.
  
6. La superficie afectada en el Municipio de *Costur* fue de 848,90 has de las cuales 111,57 has fue de arbolado, de 412,55 has de no arbolado (matorral y monte bajo) y 324,78 has no forestales. Desde el punto de vista legal eran Montes Particulares No Vecinales. La especie arbórea principal afectada fue el *Pinus halepensis*.

- Monte arbolado: Las 111,57 has se reparten como sigue:
- 14,77 has de MB-L de 20 años y 70 % de FCC.
  - 28,81 has de 35 años y un 80 % de FCC de L-F.
  - 67,99 has de F de 50 años y de FCC un 80 %.

**Tabla 4.2.5.** Características de los montes incendiados (INC-5. Les Useres)

MUNICIPIO	ESPECIE	MONTE ARBOLADO								MONTE NO ARBOLADO (Ha)	SUPERFICIE NO FORESTAL (Ha)	
		SIN PROVECHAMIENTO COMERCIAL				CON APROVECHAMIENTO COMERCIAL						SUPERFICIE TOTAL (Ha)
		ESTADO MASA	EDAD (Años)	SUPERFICIE (Ha)	FCC (%)	ESTADO MASA	EDAD (Años)	SUPERFICIE (Ha)	FCC (%)			
Figueroles	P. halepensis	R				L-F	40	15,22	75	62,05		
		MB	25	10,03	80	F	50	36,80	80			
		MB-L				F						
	Matorral y Monte Bajo									306,99		
	Superficie no forestal (Ha)										105,30	
Superficie total (Ha) 474,34												
Les Useres (Particulares no vecinales)	P. halepensis	R				L-F	40	22,77	80	88,06		
		MB				F	50	65,29	80			
		MB-L				F						
	Matorral y Monte Bajo									2.042,52		
	Superficie no forestal (Ha)										581,63	
Superficie total (Ha) 2.712,21												
Les Useres (Consortio o Convenio)	P. halepensis	R				L-F	40	31,64	90	48,54		
		MB	15	16,90	90	F						
		MB-L				F						
Alcora	Matorral y Monte Bajo										23,13	
		Superficie no forestal (Ha)									14,97	
		Superficie total (Ha) 38,10										
Lucena del Cid (Consortio o Convenio)	P. halepensis	R				L-F	35	3,58	85	3,58		
		MB				F						
		MB-L				F						
Lucena del Cid (Particulares no vecinales)	P. halepensis	R				L-F	35	26,64	70	108,09		
		MB				F	50	62,46	70			
		MB-L	20	18,99	70	F						
	Matorral y Monte Bajo									1.941,88		
	Superficie no forestal (Ha)									451,11		
Superficie total (Ha) 2.501,08												
Atzeneta del Maestrat (Particulares no vecinales)	P. halepensis	R				L-F				11,77		
		MB				F	45	6,14	70			
		MB-L	20	5,63	60	F						
	Matorral y Monte Bajo									572,19		
	Superficie no forestal (Ha)									228,90		
Superficie total (Ha) 812,86												
Atzeneta del Maestrat (Utilidad Pública)	P. halepensis	R				L-F	37	12,50	70	42,10		
		MB				F	48	23,44	75			
		MB-L	18	6,16	70	F						
Costur	P. halepensis	R				L-F	35	28,81	80	111,57		
		MB				F	50	67,99	80			
		MB-L	20	14,77	70	F						
	Matorral y Monte Bajo									412,55		
	Superficie no forestal (Ha)									324,78		
Superficie total (Ha) 848,90												

(Estado de la masa: **R** - Repoblado, **MB** - Monte Bravo, **L** - Latizal y **F** - Fustal)

Aproximadamente un 7 % (403,28 has) del área quemada forestal tenía aprovechamiento comercial.

## Incendio Cabanes (INC-6)

El incendio forestal (IF) identificado en este estudio como Cabanes se produjo el 31 de marzo de 2008 a las 23:04 h en el paraje *El Prat*, término municipal del mismo nombre en la comarca *La Plana Alta*. Las coordenadas UTM fueron X=771526 e Y=4453666 (huso H-31). El incendio fue controlado el 1 de abril de 2008 (11:00 h) y extinguido el mismo día a las 17:00 h.



Figura 4.2.6. Plano de situación. ORTOFOTO (DATUM: WGS84, HUSO: 31. E: 1/236.000)

Dicho IF se produjo un martes, día laborable, por causa supuesta de una quema de eliminación de matorral y residuos agrícolas llevada a cabo por campesinos. Dicho día la temperatura máxima alcanzada fue de 8 °C, la humedad relativa era del 51 %, la velocidad del viento 60 Km/h y su dirección 80 °

Destacar que el *modelo combustible* de la zona incendiada es de *pastizales*. La probabilidad de ignición fue del 20 %. El tipo de fuego fue de *superficie* (1).

En el incendio participaron 25 personas (Técnicos, Agentes Forestales, Combatientes de Cuadrillas y Brigadas, Bomberos, Otro Personal Civil y Guardia Civil). Se utilizaron 6 autobombas, 2 aviones anfibios y 4 helicópteros de transporte personal.



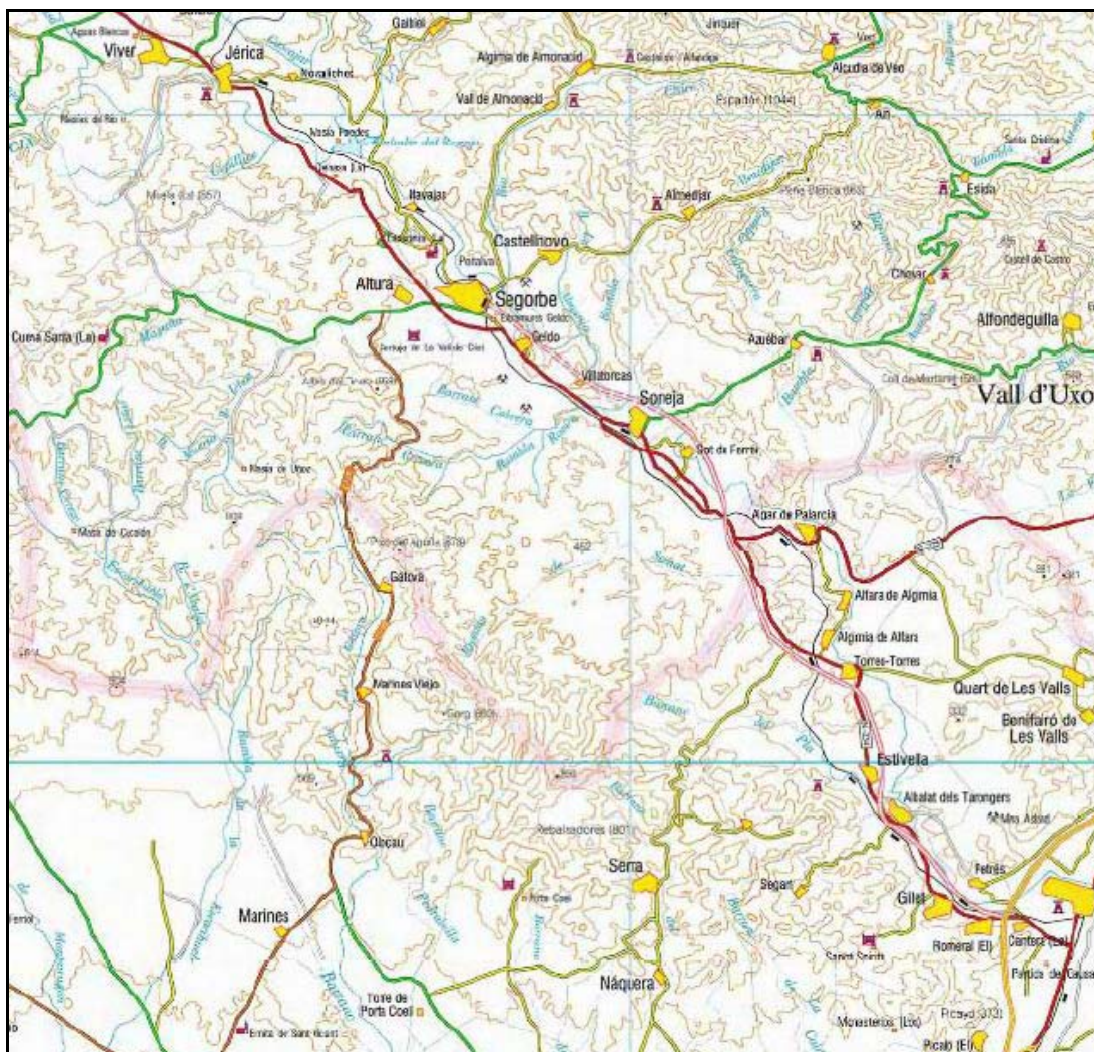
La técnica de extinción fue de ataque directo donde la superficie afectada fue de 274,15 has no arboladas (zona húmeda) correspondientes a Montes Particulares.

Se considera que la superficie arbolada autorregenerable oscila entre el 60 % y 100 %, el efecto en la vida silvestre es pasajero, el riesgo de erosión bajo, la alteración del paisaje y valores recreativos es pasajera y el efecto en la economía local inapreciable. Dicho IF no afectó a espacios naturales protegidos ni a reforestaciones agrarias.

El área quemada no tenía aprovechamiento comercial.

### **Incendio Segorbe (INC-7)**

El incendio forestal (IF) identificado en este estudio como Segorbe tuvo lugar el 23 de julio de 2009 a las 23:46 h en el paraje *Tintonares* del término municipal de Segorbe en la comarca L'Alt Palancia (Figura 4.2.7). Las coordenadas UTM fueron X=717985 e Y=4410167 (huso H-30). El incendio fue controlado el 26 de julio de 2009 (12:30 h) y extinguido el mismo día (20:00 h).



**Figura 4.2.7.** Plano de situación. ORTOFOTO (DATUM: WGS84, HUSO: 30. E: 1/237.000)

Dicho IF se produjo por causa cierta de un rayo un jueves día laborable. Dicho día la temperatura máxima alcanzada fue de 25 °C, la humedad relativa fue del 28 %, la velocidad del viento 15 Km/h y su dirección 320 °

Destacar que el *modelo combustible* de la zona incendiada es de *matorrales y bosques*. La probabilidad de ignición fue del 60 %. El tipo de fuego fue de *superficie y copas* (4).

En el incendio participaron 769 personas (Técnicos, Agentes Forestales, Combatientes de Cuadrillas y Brigadas, Bomberos, Voluntariado Organizado, Otro Personal Civil, Guardia Civil y Fuerzas del Ejército). Se utilizaron 67 autobombas, 5 aviones anfibios, 8 aviones de carga en tierra y 25 helicópteros de transporte personal y 2 aeronaves de coordinación. Como retardantes se utilizó espumantes.

La técnica de extinción fue de ataque directo donde la superficie afectada fue de 1.026,72 has de las cuales 549,37 has fueron en superficie arbolada, unas 282,94 has no arbolada y 194,41 has de superficie no forestal. Solamente el 0,4 % corresponde a Montes Utilidad Pública y el resto a Montes Particulares.

Se considera que la superficie arbolada autorregenerable oscila entre el 30 % y 59 %, el efecto en la vida silvestre es permanente, el riesgo de erosión moderado, la alteración del paisaje y en valores recreativos es pasajera y el efecto en la economía local también pasajero. Sin embargo, este IF supuso cortes de carreteras, líneas férreas y de suministro eléctrico; así como el desalojo de viviendas y daños en éstas y naves industriales. Dicho IF no afectó a espacios naturales protegidos ni a reforestaciones agrarias.

Datos de las áreas afectadas por municipios, pertenecientes todos a la comarca de L'Alt Palancia (Tabla 4.2.6):

1. La superficie afectada en el Municipio de *Segorbe* fue de 481,83 has de las cuales 384,52 has fueron de monte arbolado. De monte no arbolado fueron afectadas unas 7,52 has de matorral- monte bajo y 15,01 has de pastizales. De superficie no forestal (agrícola, urbanizadas) fueron 74,78 has. Desde el punto de vista legal eran Particulares No Vecinales. La especie arbórea principal afectada fue el *Pinus halepensis*.

Monte arbolado: Las 384,52 has se distribuyen de la manera siguiente:

- 63,52 has de R de 15 años y una FCC del 80 %.
- 100,00 has de MB de 25 años y un 70 % de FCC.

- 142,00 has de MB-L de 30 años y un 50 % de FCC.
- De L-F de 30 años unas 60,00 has con el 40 % de FCC.
- 18,00 has de F de 35 años y de FCC un 30 %.
- De F de 50 años una hectárea con un 25 % de FCC.

2. La superficie afectada en el Municipio de **Soneja** fue en:

a. *Montes Particulares No Vecinales*: De 195,88 has de las cuales 27,14 has fue de arbolado, unas 106,31 has de matorral- monte bajo y 2,53 has de pastizales. También hay que incluir unas 59,90 has de superficie no forestal. La especie arbórea principal afectada fue el *Pinus halepensis*.

Monte arbolado: Las 27,14 has se reparten como sigue:

- Unas 15,00 has de MB de 15 años y un 30 % de FCC.
- Unas 12,14 has de MB-L de 20 años y una FCC del 35 %.

b. *Montes de Utilidad Pública*: De 3,86 has de monte arbolado de 35 años en estado de fustal. La especie arbórea principal afectada es el *Populus nigra* con un 30 % de FCC.

3. La superficie afectada en el Municipio de **Castellnovo** fue de 345,15 has de las cuales 133,85 has son de monte arbolado, de monte no arbolado se reparten entre 146,41 has de matorral- monte bajo y 5,16 has de pastizales. La superficie no forestal afectada fue de 59,73 has. Desde el punto de vista legal eran Particulares No Vecinales. La especie arbórea principal afectada fue el *Pinus halepensis*.

Monte arbolado: Las 133,85 has se reparten del modo siguiente:

- De MB unas 100,85 has de 20 años y un 30 % de FCC.
- Unas 33,00 has de MB-L de 30 años y una FCC del 25 %.

**Tabla 4.2.6.** Características de los montes incendiados (INC-7. Segorbe)

MUNICIPIO	ESPECIE	MONTE ARBOLADO								MONTE NO ARBOLADO (Ha)	SUPERFICIE NO FORESTAL (Ha)	
		SIN APROVECHAMIENTO COMERCIAL				CON APROVECHAMIENTO COMERCIAL						SUPERFICIE TOTAL (Ha)
		ESTADO MASA	EDAD (Años)	SUPERFICIE (Ha)	FCC (%)	ESTADO MASA	EDAD (Años)	SUPERFICIE (Ha)	FCC (%)			
Segorbe	P. halepensis	R	15	63,52	80	L-F	30	60,00	40	384,52		
		MB	25	100,00	70	F	35	18,00	30			
		MB-L	30	142,00	50	F	50	1,00	25			
	Matorral y Monte Bajo									7,52		
	Pastizales									15,01		
	Superficie no forestal (Ha)										74,78	
Superficie total (Ha)									481,83			
Soneja (Particulares no vecinales)	P. halepensis	R				L-F				27,14		
		MB	15	15,00	30	F						
		MB-L	20	12,14	35	F						
	Matorral y Monte Bajo									106,31		
	Pastizales									2,53		
	Superficie no forestal (Ha)										59,90	
Superficie total (Ha)									195,88			
Soneja (Montes de Utilidad Pública)	P. nigra	R				L-F				3,86		
		MB				F	35	3,86	30			
		MB-L				F						
Castellnovo	P. halepensis	R				L-F				133,85		
		MB	20	100,85	30	F						
		MB-L	30	33,00	25	F						
	Matorral y Monte Bajo									146,41		
	Pastizales									5,16		
	Superficie no forestal (Ha)										59,73	
Superficie total (Ha)									345,15			

(Estado de la masa: R - Repoblado, MB - Monte Bravo, L - Latizal y F - Fustal)

Se aprecia que aproximadamente el 10 % (82,86 has) del área quemada tenía aprovechamiento comercial.

### **Incendio Onda (INC-8)**

El incendio forestal (IF) identificado en este estudio como Onda se produjo el 23 de julio de 2009 (15:50 h) en el paraje *Pedrisetes* del término municipal de Onda, comarca *La Plana Baixa*; afectando también a las comarcas *La Plana Alta* y *L'Alcalaten* (Figura 4.2.8). Las coordenadas UTM fueron X=741262 e Y=4433328 (huso H-30). El incendio fue controlado el 25 de julio de 2009 (08:00 h) y extinguido el 9 de agosto de 2009 a las 11:30 h.



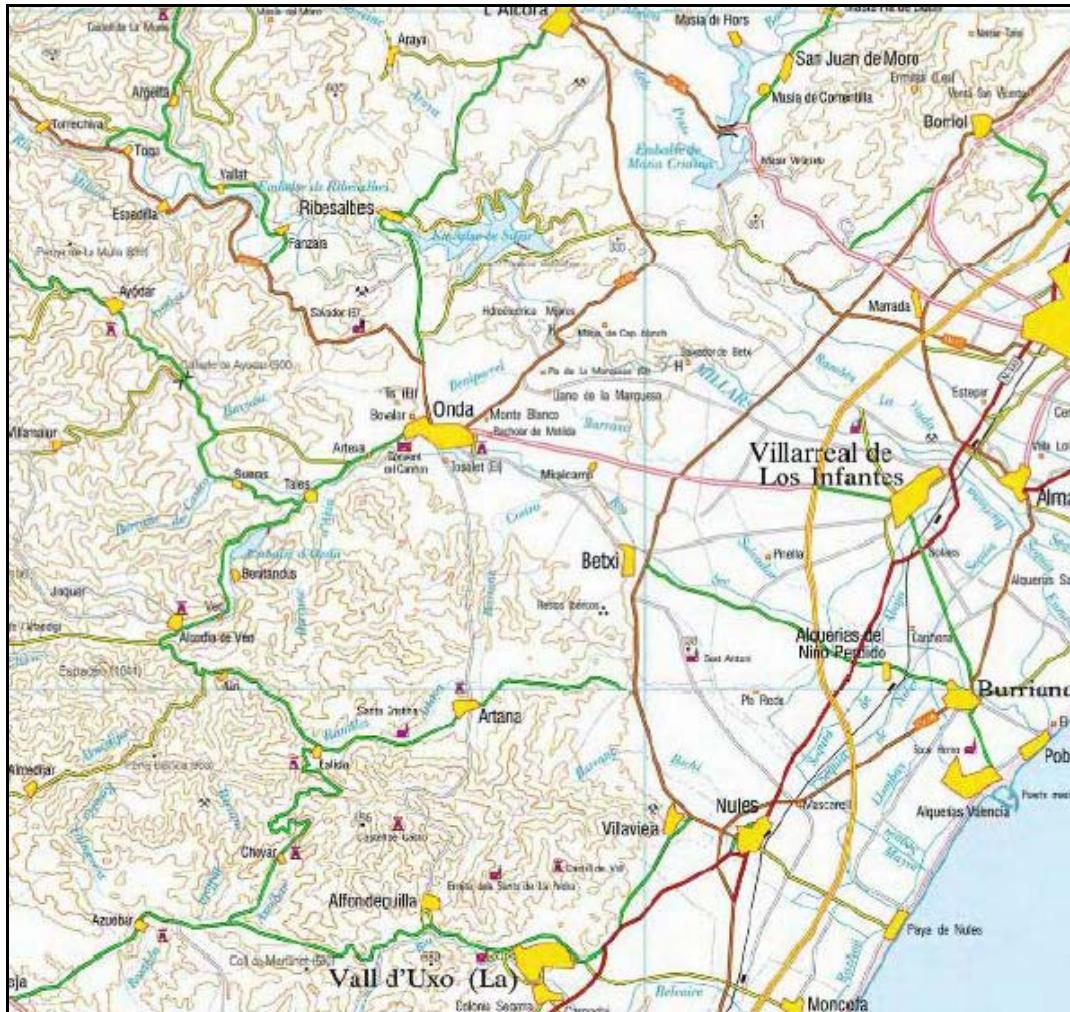


Figura 4.2.8. Plano de situación. ORTOFOTO (DATUM: WGS84, HUSO: 30. E: 1/236.500)

Dicho IF se produjo por causa intencionada y cierta por parte de pirómanos un jueves día laborable. Dicho día la temperatura máxima alcanzada fue de 34 °C, la humedad relativa era del 16 %, la velocidad del viento 25 Km/h y su dirección 300 °

Destacar que el *modelo combustible* de la zona incendiada es de *matorrales y pastizales*. La probabilidad de ignición fue del 90 %. El tipo de fuego fue de *superficie* (1).

En el incendio participaron 660 personas (Técnicos, Agentes Forestales, Combatientes de Cuadrillas y Brigadas, Bomberos, Voluntariado Organizado, Guardia Civil y Fuerzas del Ejército). Se utilizaron 63 autobombas, 2 aviones anfíbios, 8 aviones de carga en tierra y 2 helicópteros de transporte personal.

La técnica de extinción fue de ataque directo donde la superficie afectada fue de 316,63 has de las cuales 203,66 has fueron en superficie arbolada, unas 32,05 has de no arbolada y 80,92 has de superficie no forestal, todas correspondientes a Montes Particulares.

Se considera que la superficie arbolada autorregenerable está entre el 30 % y el 59 %, el efecto en la vida silvestre es pasajero, el riesgo de erosión moderado, la alteración del paisaje y valores recreativos es pasajera y el efecto en la economía local pasajero. Sin embargo, hubo cortes de carretera y de cable telefónico así como desalojo de viviendas. Dicho IF no afectó a espacios naturales protegidos ni a reforestaciones agrarias.

Datos de las áreas afectadas por comarcas (Tabla 4.2.7):

1. La Plana Baixa:

- a. La superficie afectada en el Municipio de Onda fue de 77,17 has de las cuales 36,04 has fueron de monte arbolado, unas 31,10 has de monte no arbolado (matorral y monte bajo) y 10,03 has de superficies no forestales (agrícolas, urbanizadas). Desde el punto de vista legal eran Particulares No Vecinales. La especie arbórea principal afectada fue el *Pinus halepensis*.

Monte arbolado: Las 36,04 has se distribuyen como sigue:

- De MB unas 14,40 has de 12 años y un 60 % de FCC.
- De MB-L unas 12,63 has de 25 años y un 70 % de FCC.
- De L-F unas 9,01 has de 35 años y un 65 % de FCC.

2. La Plana Alta:

- a. La superficie afectada en el Municipio de **Borriol** fue de 31,62 has de las cuales 7,58 has fue de arbolado, unas 0,95 has de no arbolado (herbáceas-dehesas) y 23,09 has de superficies no forestales. Desde el punto de vista legal eran Particulares No Vecinales. La especie arbórea principal afectada fue el *Pinus halepensis*.

Monte arbolado: Las 7,58 has se distribuyen como sigue:

- 2,00 has de MB de 15 años y un 40 % de FCC.
- De L-F unas 5,58 has de 35 años y de FCC un 60 %.

- b. La superficie afectada en el Municipio de **Castellón de La Plana** fue de 167,5 has de las cuales 121,22 has son de monte arbolado y 46,28 has de superficie no forestal. Desde el punto de vista legal eran Particulares No Vecinales. La especie arbórea principal afectada fue el *Pinus halepensis*.

Monte arbolado: Las 121,22 has se distribuyen como sigue:

- De MB unas 30,31 has de 12 años y un 40 % de FCC.
- Unas 60,61 has de MB-L de 25 años y de FCC un 80 %.

- De L-F unas 18,18 has de 30 años y de FCC un 65 %.
- Unas 12,12 has de F de 40 años y un 40 % de FCC.

### 3. L`Alcalaten:

a. La superficie afectada en el Municipio de **L`Alcora** fue de 40,34 has de las cuales 38,82 has fue de arbolado y 1,52 has de superficie no forestal. Desde el punto de vista legal eran Particulares No Vecinales. La especie arbórea principal afectada fue el *Pinus halepensis*.

Monte arbolado: Las 38,82 has se distribuyen como sigue:

- De MB unas 25,00 has de 15 años y un 35 % de FCC.
- Unas 5,00 has de MB-L de 25 años y de FCC un 60 %.
- De L-F unas 8,82 has de 30 años y un 55 % de FCC.

**Tabla 4.2.7.** Características de los montes incendiados (INC-8. Onda)

MUNICIPIO	ESPECIE	MONTE ARBOLADO								MONTE NO ARBOLADO (Ha)	SUPERFICIE NO FORESTAL (Ha)	
		SIN PROVECHAMIENTO COMERCIAL				CON APROVECHAMIENTO COMERCIAL						SUPERFICIE TOTAL (Ha)
		ESTADO MASA	EDAD (Años)	SUPERFICIE (Ha)	FCC (%)	ESTADO MASA	EDAD (Años)	SUPERFICIE (Ha)	FCC (%)			
Onda	P. halepensis	R				L-F	35	9,01	65	36,04		
		MB	12	14,40	60	F						
		MB-L	25	12,63	70	F						
	Matorral y Monte Bajo										31,10	
	Superficie no forestal (Ha)											10,03
Superficie total (Ha)	77,17											
Borriol	P. halepensis	R				L-F	35	5,58	60	7,58		
		MB	15	2,00	40	F						
		MB-L				F						
	Herbáceo (Dehesas)										0,95	
	Superficie no forestal (Ha)											23,09
Superficie total (Ha)	31,62											
Castellón de La Plana	P. halepensis	R				L-F	30	18,18	65	121,22		
		MB	12	30,31	40	F	40	12,12	40			
		MB-L	25	60,61	80	F						
	Superficie no forestal (Ha)											46,28
Superficie total (Ha)	167,50											
L`Alcora	P. halepensis	R				L-F	30	8,82	55	38,82		
		MB	15	25,00	35	F						
		MB-L	25	5,00	60	F						
	Superficie no forestal (Ha)											1,52
Superficie total (Ha)	40,34											

(Estado de la masa: **R** - Repoblado, **MB** - Monte Bravo, **L** - Latizal y **F** - Fustal)

Se aprecia que casi el 23 % (53,71 has) del área quemada forestal tenía aprovechamiento comercial.



## Incendio Albocasser (INC-9)

El incendio forestal (IF) identificado en este estudio como Albocasser tuvo lugar el 8 de octubre de 2011 (00:10 h) en el paraje *Tormasal-Bolavar-Les Piqueres* del término municipal de *Albocasser* en la comarca de L'Alt Maestrat (Figura 4.2.9). El incendio fue controlado el 8 de octubre de 2011 (18:35 h) y extinguido el 13 de octubre de 2011 a las 10:30 h.

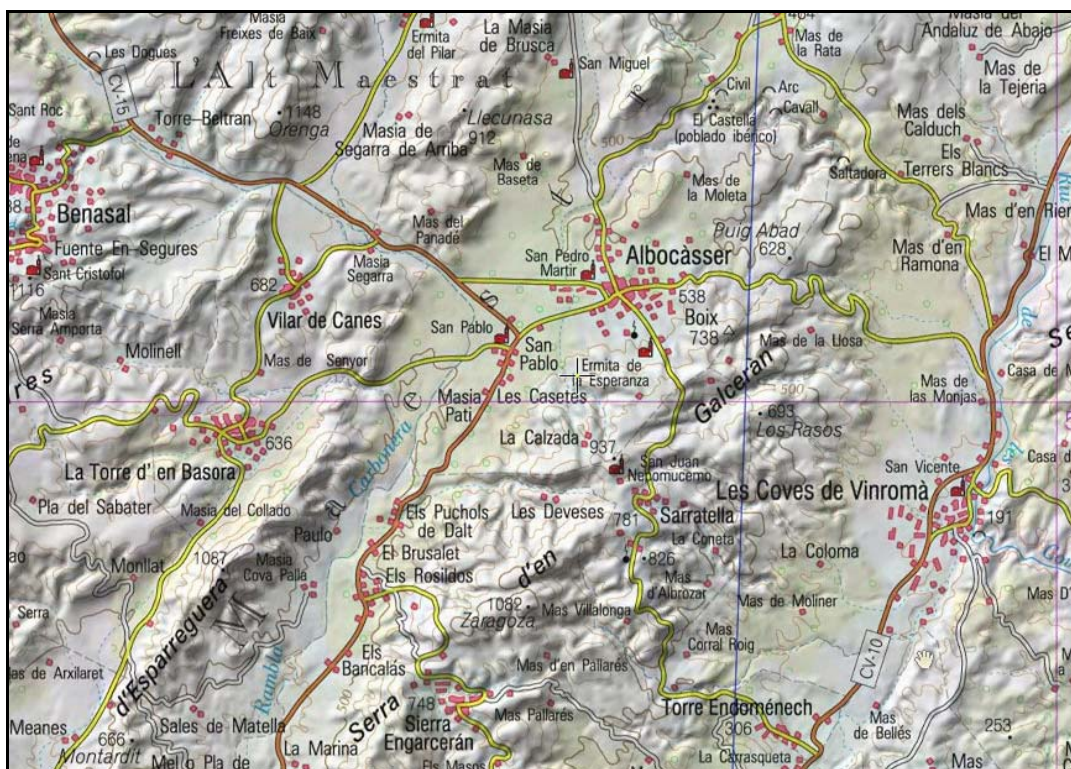


Figura 4.2.9. Plano de situación. ORTOFOTO (DATUM: WGS84, HUSO: 31. E: 1/236.500)

Dicho IF se produjo por causa supuesta de una negligencia, sin especificar, un sábado día festivo. Dicho día la temperatura máxima alcanzada fue de 9 °C, la humedad relativa era del 64 %, la velocidad del viento 90 Km/h y su dirección 300 °.

Destacar que el *modelo de combustible* de la zona del incendio es de *matorrales*. La probabilidad de ignición fue del 10 %. El tipo de fuego fue de *superficie* (1).

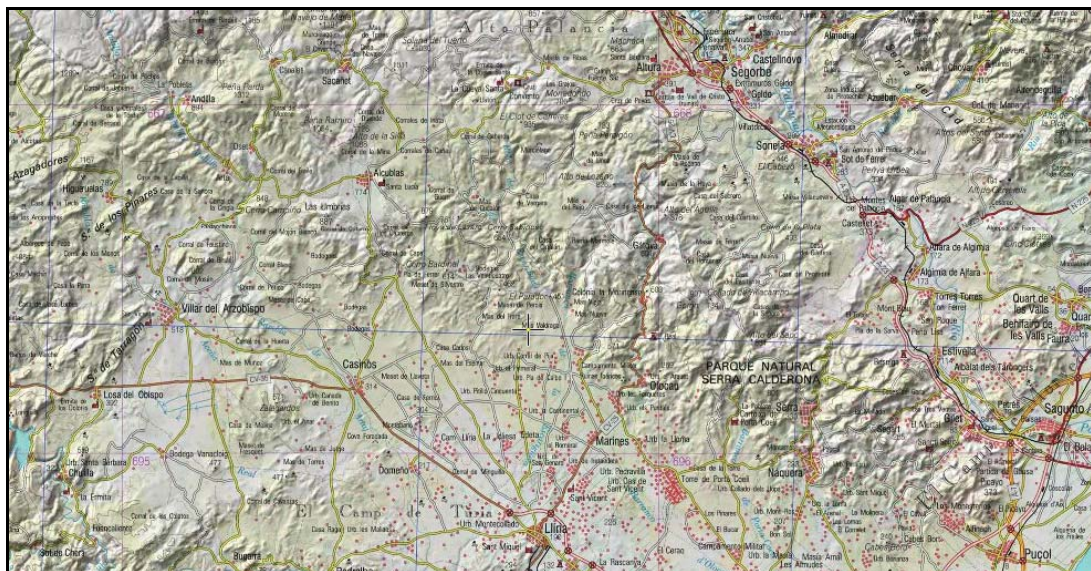
En el incendio participaron 101 personas (Técnicos, Agentes Forestales, Combatientes de Cuadrillas y Brigadas, Voluntariado Organizado y Otro Personal Civil). Se utilizaron los medios siguientes: 1 avión anfíbio, 3 aviones de carga en tierra y 5 helicópteros (1 de transporte personal y otros 4 de extinción).

La técnica de extinción fue de ataque directo donde la superficie afectada fue de 171,29 has de las cuales 114,12 has fueron en superficie no arbolada (matorral y monte bajo) y 57,17 has de superficie no forestal (agrícola, urbanizadas), todas correspondientes a Montes Particulares No Vecinales. El área quemada no tenía aprovechamiento comercial.

Se considera que la superficie arbolada autorregenerable varía entre el 60 % y el 100 %, el efecto en la vida silvestre es inapreciable, el riesgo de erosión bajo, la alteración del paisaje y valores recreativos es inapreciable y el efecto en la economía local inapreciable. Sin embargo, ocasionó daños en viviendas o naves industriales. Dicho IF no afectó a espacios naturales protegidos ni a reforestaciones agrarias.

### **Incendio Andilla (INC-10)**

El incendio forestal (IF) identificado en este trabajo de investigación como Andilla se produjo el 29 de junio de 2012 a las 16:33 h en el paraje *Covatillas*, perteneciente al término municipal de Andilla en la comarca de Los Serranos (Valencia) (Figura 4.2.10). Las coordenadas UTM fueron X=736127 e Y=4381522 (huso H-30). El incendio fue controlado el 4 de julio de 2012 (9.00 h).



**Figura 4.2.10.** Plano de situación. ORTOFOTO (DATUM: WGS84, HUSO: 30. E: 1/356.500)

A partir del 28 de junio entró en el interior de la Comunidad Valenciana una ola de calor, acompañada de vientos moderados de poniente, que se mantuvo hasta el día 1 de julio. En estas circunstancias meteorológicas se alcanzaron temperaturas próximas a los 40°C. Las humedades relativas del aire se mantuvieron por debajo del 30% en bastantes estaciones durante el mediodía; en la de Cortes de Pallás la humedad relativa llegó a estar por debajo del 20% durante el día y solo algo superior al 30% por la noche durante los días 28 a 30 de junio. Se produjeron vientos de poniente persistentes de 20km/h, con rachas de hasta los 50 km/h (estación de Cortes de Pallás). A las condiciones meteorológicas puntuales de los últimos días de junio se añade la sequía que afectó al interior valenciano desde el mes de mayo, es decir dos meses consecutivos sin lluvias significativas. Esta sequía, unida a las altas temperaturas registradas, dio lugar a una humedad del combustible muy baja, es decir muy favorable a la propagación del fuego.

El incendio denominado Andilla afectó a una superficie de 20945 ha repartida entre los municipios de Andilla, Alcublas (comarca de los Serranos, provincia de Valencia), Lliria (Camp de Túria, provincia de Valencia), Altura, Jérica, Teresa y Sacañet (Alto Palancia, provincia de Castellón. Se puede considerar que un 94% del área afectado es forestal (unas 19691 ha) y un 6% es agrícola. La superficie forestal pública representa un 59,9% de la superficie total.

En el término de Alcublas fueron afectadas 1788 ha de superficie forestal arbolada y 772 ha de superficie forestal no arbolada, 307 ha de superficie no forestal y 15 ha de mosaico forestal-agrícola.

En el término de Altura fueron afectadas 2740 ha de superficie forestal arbolada y 1832 ha de superficie forestal no arbolada, 293 ha de superficie no forestal y 22 ha de mosaico forestal-agrícola.

En el término de Andilla fueron afectadas 4286 ha de superficie forestal arbolada y 583 ha de superficie forestal no arbolada, 239 ha de superficie no forestal y 18 ha de mosaico forestal-agrícola.

En el término municipal de Bejís fueron afectadas 275 ha de superficie forestal arbolada y 122 ha de superficie forestal no arbolada y 15 ha de superficie no forestal.

En Jérica fueron afectadas 2039 ha de superficie forestal arbolada y 224 ha de superficie forestal no arbolada, 113 ha de superficie no forestal y 15 ha de mosaico forestal-agrícola.

En el término de Lliria fueron afectadas 1425 ha de superficie forestal arbolada y 534 ha de superficie forestal no arbolada, 147 ha de superficie no forestal y 28 ha de mosaico forestal-agrícola.

En Sacañet fueron afectadas 1323 ha de superficie forestal arbolada y 466 ha de superficie forestal no arbolada, 32 ha de superficie no forestal y 15 ha de mosaico forestal-agrícola.

En el término municipal de Teresa fueron afectadas 918 ha de superficie forestal arbolada y 200 ha de superficie forestal no arbolada, 93 ha de superficie no forestal y 38 ha de mosaico forestal-agrícola.

En Viver fueron afectadas 3 ha de superficie forestal arbolada y 9 ha de superficie forestal no arbolada y 15 ha de superficie no forestal.

La superficie total afectada fue de 20945 ha de las cuales la afección territorial se presenta en la tabla 4.2.8. por municipios.



**Tabla 4.2.8.** Porcentaje territorial del Incendio de Andilla

Municipio	Alcublas	Altura	Andilla	Bejís	Jérica	Lliria	Sacañet	Teresa	Viver
%Incendio	13.8	23.3	24.5	2.0	11.4	10.2	8.8	6.0	0.10

El área presenta altitudes entre 400 m (en el extremo sur) y 1400 m (al noroeste), encontrándose el 77% de la superficie entre los 600-1000 m.

Dominan los relieves ondulados y montañosos, con pendientes suaves (<15%) en un 34% del área, moderadas (15-30%) en un 43% y fuertes (30-45%) en un 18%. Los relieves escarpados (pendientes muy fuertes, mayores de 45%) ocupan un 5% y se localizan mayoritariamente en los TM Altura (Cueva Santa, Peñarrubia, barranco de la Murta, rambla de la Torrecilla), Teresa (barrancos del Arco, de Pelayo, de Julbe y de Medilla) y más puntualmente en Andilla (algunos puntos de la rambla de Andilla entre Artaj y Andilla) y Lliria (l'Alt, Foia Redona) (Fig. 5).

La mayor parte de la superficie presenta buena accesibilidad. Las pistas forestales que se adentran en la zona afectadas son abundantes y en general su estado de conservación es bueno, salvo algunas pistas en los TM Teresa y Jérica (barranco de Medilla).

El incendio se ha desarrollado en su mayor parte sobre terrenos con pendientes suaves-moderadas, sobre substratos calizos duros o calizo-margosos. En general, en la mitad norte, más elevada (TM Sacañet y parte de los de Andilla y Jérica) domina el matorral con arbolado disperso y el carrascal, mientras que por debajo de los 1000 m dominan las masas adultas de pino carrasco y el matorral. La mayor parte de la zona incendiada no había sufrido fuegos anteriormente, pero allí donde se habían producido existían manchas relativamente extensas de pinares jóvenes. En general la vegetación se ha visto afectada con severidad alta-muy alta, excepto en los bordes del incendio, en el extremo sur (TM Lliria y sudeste del TM Alcublas) y en otras superficies menores que se describen en los apartados siguientes, que se ha visto afectada con severidad media-alta

En cuanto a los cultivos existentes dentro del perímetro afectado, las manchas de pequeño tamaño se han visto severamente afectadas, incluso aquéllas que estaban labradas, mientras que en las superficies extensas (por ejemplo llano de Alcublas) existen tanto parcelas severamente afectadas como otras no afectadas o solo parcialmente afectadas.

La distribución de las categorías de severidad en el Incendio de Andilla fue se presenta en la tabla 4.2.9.

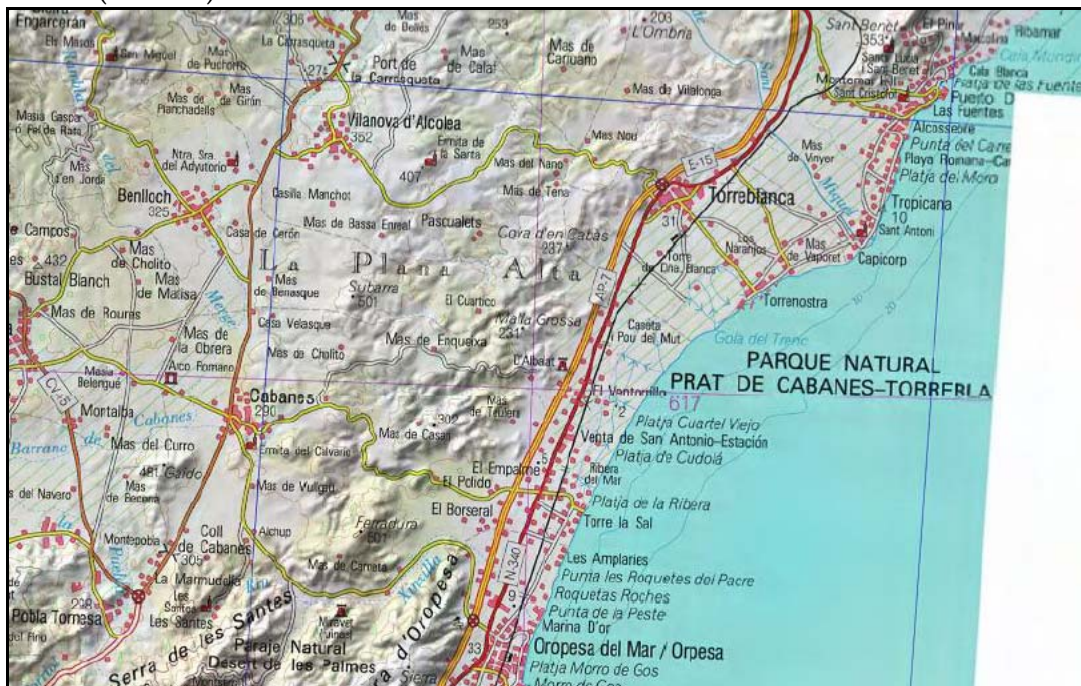
**Tabla 4.2.9.** Distribución de las categorías de severidad del Incendio de Andilla

Clase de severidad	No quemado	Baja	Media	Alta	Muy Alta
Andilla	3.4	15.1	24.9	44.3	12.2

Considerando que Bajo es cuando la base del tronco se ha visto chamuscada, pero la copa se mantiene verde. Media cuando el tronco está parcialmente chamuscado, parte de la copa se ha sofamado o se ha consumido pero más del 50% de la misma se mantiene verde. Alta es cuando la copa se ha visto principalmente afectada por la llama del fuego y más del 50 % de la copa mantiene las hojas secas en las ramas. Muy Alta es cuando la copa se ha visto afectada principalmente por combustión y se ha consumido completamente o menos del 50% de la copa mantiene hojas secas en las ramas.

### Incendio Prad Torreblanca (INC-11)

El incendio forestal (IF) identificado en este estudio como Prad Torreblanca tuvo lugar el 28 de noviembre de 2012 (23:49 h) en el parque natural de Torreblanca - Cabanes que se encuentra entre los términos municipales de Cabanes y Torreblanca de la comarca de La Plana Alta (Figura 4.2.11). Las coordenadas UTM fueron X=260.374,55 e Y=4.450.803,85 (huso H-31). El incendio fue controlado el 30 de noviembre de 2012 (08:00 h) y extinguido el 30 de 2012 (17:00 h).



**Figura 4.2.11.** Plano de situación. ORTOFOTO (DATUM: WGS84, HUSO: 31. E: 1/178.000)



La causa, cierta, que produjo dicho IF de intencionado un miércoles día laborable. Dicho día la temperatura máxima alcanzada fue de 15,3 °C, la humedad relativa era del 37 %, la velocidad del viento varió entre 10 Km/h y 74 Km/h y su dirección 210 °

Destacar que el *modelo de combustible* de la zona del incendio es de *matorrales y marjal*. La probabilidad de ignición fue del 30 %. El tipo de fuego fue de *superficie y subsuelo* (7).

En el incendio participaron 88 personas (Técnicos, Agentes Forestales, Combatientes de Cuadrillas y Brigadas, Bomberos y Guardia Civil). Se utilizaron 19 autobombas, 2 aviones de carga en tierra y 4 helicópteros (2 de transporte personal y otros 2 de extinción). Como retardantes se utilizó espumantes.

La técnica de extinción fue de ataque directo donde la superficie afectada fue de 205,16 has de las cuales 203,4 has fueron en marjal o humedal y 1,76 has fueron no forestales, todas correspondientes a montes particulares.

Se considera que la superficie arbolada autorregenerable es menor del 30 %, el efecto en la vida silvestre es pasajero, el riesgo de erosión moderado, la alteración del paisaje y valores recreativos es permanente y el efecto en la economía local pasajero. Dicho IF sí afectó a espacios naturales protegidos en un 94,18 %.

Datos de las áreas afectadas por municipios, pertenecientes todos a la comarca de La Plana Alta (Tabla 4.2.10):

1. La superficie afectada en el Municipio de Cabanes fue de 154,4 has. Toda la superficie afectada corresponde a Espacio Protegido (humedal). Desde el punto de vista legal eran particulares no vecinales. La especie arbórea principal afectada fue el *Pinus halepensis*.
2. La superficie afectada en el Municipio de Torreblanca fue de 3,98 has de las cuales 1,99 has fue de arbolado y 1,99 has de no arbolado (matorral y monte bajo). El área arbolada corresponde a una masa de 25 años de MB-L y una FCC del 50 %. Desde el punto de vista legal eran particulares no vecinales. La especie arbórea principal afectada fue el *Pinus halepensis*.

**Tabla 4.2.10.** Características de los montes incendiados (INC-11 Prad Torreblanca)

MUNICIPIO	ESPECIE	MONTE ARBOLADO								MONTE NO ARBOLADO (Ha)	
		SIN APROVECHAMIENTO COMERCIAL				CON APROVECHAMIENTO COMERCIAL					SUPERFICIE TOTAL (Ha)
		ESTADO MASA	EDAD (Años)	SUPERFICIE (Ha)	FCC (%)	ESTADO MASA	EDAD (Años)	SUPERFICIE (Ha)	FCC (%)		
Gaibiel	P. halepensis	R				L-F	40	107,00	70	153,02	239,34
		MB	20	7,65	70	F					
		MB-L	25	38,37	70	F					
	Matorral y Monte Bajo										
	Superficie total (Ha)	392,36									
Jérica	P. halepensis	R				L-F	40	8,83	70	51,97	40,17
		MB	20	19,75	70	F					
		MB-L	25	23,39	70	F					
	Matorral y Monte Bajo										
	Superficie total (Ha)	92,14									
Algimia de Almonacid	P. halepensis	R				L-F				1,99	1,99
		MB				F					
		MB-L	25	1,99	50	F					
	Matorral y Monte Bajo										
	Superficie total (Ha)	3,98									
Navajas	P. halepensis	R				L-F	40	53,97	70	74,96	107,88
		MB	20	11,24	70	F	50	2,25	70		
		MB-L	25	7,50	70	F					
	Matorral y Monte Bajo										
	Superficie total (ha)	182,84									
Matet	P. halepensis	R				L-F				0,05	0,00
		MB				F					
		MB-L	25	0,05	40	F					
	Matorral y Monte Bajo										
	Superficie total (Ha)	0,05									
Vall de Almonacid	P. halepensis	R				L-F	40	84,96	70	130,71	242,75
		MB	20	9,15	70	F					
		MB-L	25	36,60	70	F					
	Matorral y Monte Bajo										
	Superficie total (Ha)	373,46									

(Estado de la masa: R - Repoblado, MB - Monte Bravo, L - Latizal y F - Fustal)

Del área quemada tenía aprovechamiento comercial unas 257,01 has (25 %).

## **5. IMPACTO DE LOS INCENDIOS FORESTALES EN LA CALIDAD DEL AIRE. CASO PRÁCTICO: PROVINCIA CASTELLÓN.**



## 5.1. Antecedentes

El impacto de los incendios forestales en sistemas abiertos como la atmósfera se debe a la dispersión de gases o partículas liberadas en el momento de la quema y redistribuidas por diferentes mecanismos (Crutzen *et al.*, 1990). Así pues, La contaminación atmosférica ocasionada por los incendios forestales es debida a los gases y las partículas producidos en la combustión de la biomasa forestal (Singh *et al.*, 2010). La combustión de la vegetación durante los incendios forestales genera, mayoritariamente CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O (García-Hurtado *et al.*, 2013). Sin embargo, los mayores problemas ambientales ligados a la combustión de las masas forestales no son debidos a la liberación de estos compuestos, sino que son, particularmente importantes, aquellos ligados a la producción de derivados nitrogenados y de monóxido de carbono (Adame *et al.*, 2012). También, son considerados como agentes contaminantes las partículas sólidas liberadas en las combustiones secundarias o cuando la oxigenación está limitada (Andreae y Metlet, 2001).

En general, se consideran dos fases en la combustión de la biomasa forestal, la primera de ellas se corresponde con el avance del frente del fuego, y se caracteriza por la presencia de llama y la emisión de compuestos de elevado grado de oxidación; la segunda fase, tiene lugar una vez que ha pasado el frente del fuego y se caracteriza por la combustión parcial y sin llama, junto a la emisión de un mayor número de partículas sólidas. En esta fase, se generan compuestos de bajo grado de oxidación como N<sub>2</sub>O, NO y CO (Urbanski *et al.*, 2009), que se han considerado como de mayor interés en la contaminación ambiental. Durante los incendios, y por la acción del fuego, se van modificando las características ordinarias, tanto del combustible como del comburente (Adler *et al.*, 2011). Así pues, se puede pasar de un estado a otro, al tiempo que se producen diferentes reacciones a nivel molecular, es el caso de la generación de ozono (O<sub>3</sub>) a partir de sus precursores (Sitch *et al.*, 2007; Carvalho *et al.*, 2001), los compuestos orgánicos volátiles no metálicos, el monóxido de carbono (CO), los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), en menor medida el metano (CH<sub>4</sub>) y la luz solar (Jaffe y Widger, 2012).

Al ser los incendios una gran fuente de contaminantes es importante el estudio de cómo afectan a la calidad del aire. En este capítulo se va a estudiar qué impacto en la calidad del aire tuvieron los incendios producidos en la provincia de Castellón en el periodo de 2007 a 2012.

## 5.2 Legislación en materia de calidad del aire.

El seguimiento de los contaminantes atmosféricos es un reto que se plantea la Unión Europea y dentro de ella el Estado Español. En este ámbito se está desarrollando un marco normativo específico en este tema con el fin de reducir los posibles efectos adversos que pueda ocasionar la contaminación atmosférica sobre la salud de los seres vivos, la reducción de la visibilidad y la influencia sobre el clima; así como elaborar mecanismos para informar a la población.

A continuación se pasa a exponer la legislación aplicable a los contaminantes legislados objeto de este estudio.

### 5.2.1. Régimen Comunitario.

El sexto programa de acción comunitario en materia de medio ambiente aprobado mediante la Decisión nº1600/2002/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de julio de 2002 (DOL242 de 10.9.2002, p.1), establece la necesidad de reducir los niveles de contaminación que limiten al mínimo los efectos perjudiciales para la salud humana, prestando especial atención a las poblaciones más vulnerables y al medio ambiente en su conjunto, de mejorar el control y la evaluación de la calidad del aire ambiente, incluido el depósito de contaminantes, y de proporcionar información a los ciudadanos. En este ámbito la Unión Europea ha desarrollado su normativa en materia de calidad del aire ambiente. Cabe destacar de la misma y como objeto del presente estudio la *Directiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 21 de mayo de 2008* (DOL152 de 11.6.2008) relativa a la calidad del aire ambiente y a un atmósfera más limpia en Europa. Esta Directiva realiza una profunda revisión para incorporar los últimos avances sanitarios y científicos, así como la experiencia de los Estados Miembros, a la Directiva Marco 96/62/CE (DOL196 de 21.11.1996) sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente, y a las Directivas Hijas como la Directiva 1999/30/CE (DOL163 de 29.9.1999) relativa a los valores límites de diversos contaminantes atmosféricos. Así pues, por motivos de claridad, simplificación y eficacia administrativa, la Directiva 2008/50/CE procede a sustituir la Directiva Marco y las Directivas Hijas. Por otro lado esta Directiva consolida también la Directiva 2002/3/CE relativa al Ozono DOL 67 de 9.3.2002) y la Directiva 2004/107/CE (DOL23 de 26.1.2005) relativa al arsénico, el cadmio, el mercurio y el níquel en PM10, y los hidrocarburos policíclicos aromáticos.

La Directiva 2008/50/CE ha sido traspuesta al Estado Español desarrollándose leyes y Reales Decretos que determinan los valores límites para cada contaminante en aire ambiente. Estos valores límites se explican en el punto siguiente.

### **5.2.2. Régimen Nacional.**

Paralelamente a la actualización que ha habido del ordenamiento jurídico Europeo, España como Miembro de la Unión Europea ha ido también adaptando su normativa a dicho ordenamiento. La primera ley Española específica sobre la contaminación atmosférica se dictó en 1972 (Ley 38/1972 de 22 de diciembre. BOE 309 de 26.12.1972) que junto con su extenso desarrollo reglamentario ha servido hasta 2007 como norma básica para enmarcar la respuesta a los problemas de la contaminación del aire. Si bien la Ley de 1972, gracias a su carácter innovador, prestó un importante servicio a la protección del ambiente atmosférico a lo largo de más de treinta años, no es menos cierto que, debido a los intensos cambios habidos en el largo tiempo transcurrido desde su promulgación, hoy en día ha quedado desfasada en importantes aspectos y superada por el desarrollo industrial que ha alcanzado nuestra sociedad. Por ello, una de las medidas a adoptar para fortalecer y modernizar la mencionada capacidad de acción ha sido la promulgación de la *Ley 34/2007 de 15 de noviembre* relativa a la calidad del aire ambiente y protección de la atmósfera (BOE 27 de 16.11.2007). Es por tanto el objeto de esta nueva ley definir una nueva norma básica conforme con las exigencias de nuestro actual ordenamiento jurídico y administrativo acorde con las leyes europeas. Se intenta dar así cabida a los planteamientos y requisitos técnicos que conforman el acervo comunitario en materia de atmósfera, y el derivado de los correspondientes convenios internacionales.

La Ley 34/2007 ha sido desarrollada mediante diferentes Reales Decretos entre los que hay que destacar el Real Decreto 102/2011 de 28 de enero relativo a la mejora de la calidad del aire (BOE 25 del 29.1.2011). Dicho Real Decreto es la base de este estudio.

#### **5.2.2.1. Real Decreto 102/2011 de 28 de enero relativo a la mejora de la calidad del aire.**

Al amparo de la Ley 34/2007 se desarrolla este Real Decreto con el objeto de definir y establecer objetivos de calidad del aire para diversos contaminantes. Todo ello con la finalidad de evitar, prevenir y reducir los efectos nocivos de las sustancias mencionadas sobre la salud humana, el medio ambiente en su conjunto y demás bienes de cualquier naturaleza. En las tablas siguientes se resumen los valores límites establecidos por este Real Decreto de los diferentes contaminantes objeto de estudio.

## Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>)

Tabla 5.2.2.1.1. Valores límite para SO<sub>2</sub>, volumen referido a 293°K y 101,3kPa

	Periodo promedio	Valor límite	Fecha de cumplimiento del valor límite
Valor límite horario	1 hora	350 µg/m <sup>3</sup> , valor que no podrá superarse en más de 24 ocasiones por año civil	1 de enero de 2005
Valor límite diario	24 horas	125 µg/m <sup>3</sup> , valor que no podrá superarse en más de 3 ocasiones por año civil	1 de enero de 2005
Nivel crítico(1)	Año civil e invierno (de 1 de octubre a 31 de marzo)	20µg/m <sup>3</sup>	1 de enero de 2005

(1) Estaciones de protección de los ecosistemas naturales y de la vegetación

El valor correspondiente al umbral de alerta del dióxido de azufre se sitúa en 500µg/m<sup>3</sup>. Se considerará superado cuando durante tres horas consecutivas se exceda dicho valor cada hora, en lugares representativos de la calidad del aire en un área de, como mínimo, 100 km<sup>2</sup> o en una zona o aglomeración entera, tomando la superficie que sea menor.

## Óxidos de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>)

Tabla 5.2.2.1.2. Valores límite para NO<sub>2</sub>, volumen referido a 293°K y 101,3kPa

	Periodo promedio	Valor límite	Fecha de cumplimiento del valor límite
Valor límite horario	1 hora	200 µg/m <sup>3</sup> , valor que no podrá superarse en más de 18 ocasiones por año civil	1 de enero de 2010
Valor límite anual	1 año civil	40µg/m <sup>3</sup>	1 de enero de 2010
Nivel crítico(1)	1 año civil	30µg/m <sup>3</sup> de NO <sub>x</sub> (expresado como NO <sub>2</sub> )	11 de junio de 2008

(1) Estaciones de protección de los ecosistemas naturales y de la vegetación

El valor correspondiente al umbral de alerta del dióxido de nitrógeno se sitúa en 400 µg/m<sup>3</sup>. Se considerará superado cuando durante tres horas consecutivas se exceda dicho valor cada hora en lugares representativos de la calidad del aire en un área de, como mínimo, 100 km<sup>2</sup> o en una zona o aglomeración entera, tomando la superficie que sea menor.



## Partículas (PM<sub>10</sub>)

**Tabla 5.2.2.1.3.** Valores límite para las partículas (PM<sub>10</sub>) en condiciones ambientales.

	Período promedio	Valor límite	Margen de tolerancia	Fecha de cumplimiento del valor límite
1. Valor límite diario para la protección a la salud humana.	24 horas	50 µg/m <sup>3</sup> de PM <sub>10</sub> que podrán superarse más de 35 ocasiones por año.	de 50% a la entrada en vigor de la presente Directiva, reducción lineal para el 1 de enero de 2001 y a continuación cada 12 meses hasta alcanzar el 0% para el 1 de enero de 2005.	1 de enero de 2005
2. Valor límite anual para la protección a la salud humana.	1 año civil	40 µg/m <sup>3</sup> de PM <sub>10</sub>	de 20% a la entrada en vigor de la presente Directiva, reducción lineal para el 1 de enero de 2001 y a continuación cada 12 meses hasta alcanzar el 0% para el 1 de enero de 2005.	1 de enero de 2005

## Partículas (PM<sub>2.5</sub>)

**Tabla 5.2.2.1.4.** Valor límite de concentración de partículas PM<sub>2.5</sub> en condiciones ambientales.

Período promedio	Valor límite	Margen de tolerancia	Fecha en la que debe alcanzarse el valor límite
<b>FASE I</b>			
Año civil	25 µg/m <sup>3</sup> .	20% cuando entre en vigor la presente Directiva, porcentaje que se reducirá el 1 de enero siguiente y, en lo sucesivo, cada 12 meses, en porcentajes idénticos anuales hasta alcanzar un 0% el 1 de enero de 2010.	1 de enero de 2015
<b>FASE II (*)</b>			
Año civil	20 µg/m <sup>3</sup> .		1 de enero de 2020

(\*) El valor límite indicativo de esta fase será revisado por la Comisión en 2013 a la luz de informaciones suplementarias sobre los efectos sobre la salud y el medio ambiente, la viabilidad técnica y la experiencia obtenida con el valor objetivo en los Estados miembros.

## Plomo en PM<sub>10</sub>

Tabla 5.2.2.1.5. Valor límite para el plomo en PM<sub>10</sub> en condiciones ambientales.

	Período promedio	Valor límite	Margen de tolerancia	Fecha de cumplimiento del valor límite
Valor límite diario para la protección a la salud humana.	1 año civil	0,5 µg/m <sup>3</sup>	100% cuando entre en vigor la presente Directiva, con una reducción lineal a partir del 1 de enero de 2001 y posteriormente cada 12 meses hasta alcanzar el 0% el 1 de enero de 2005 o el 1 de enero de 2010 en las inmediaciones de fuentes específicas, que se notificarán a la Comisión*.	En 1 de enero de 2005 o el 1 de enero de 2010, en las inmediaciones de fuentes industriales específicas, situadas en lugares contaminados a lo largo de decenios de actividad industrial. Dichas fuentes se notificarán a la Comisión*. En tales casos, el valor límite a partir del 1 de enero de 2005 será de 1,0 µg/m <sup>3</sup> .

\* Dicha notificación deberá ir acompañada de una justificación apropiada. La zona en que sean aplicables valores límites superiores no sobrepasará un radio de 1000 m a contar de dichas fuentes específicas.

## Benceno

Tabla 5.2.2.1.6. Valor límite para el Benceno, volumen referido a 293°K y 101,3kPa

	Período promedio	Valor límite	Margen de tolerancia	Fecha de cumplimiento del valor límite
Valor límite diario para la protección a la salud humana.	1 año civil	5 µg/m <sup>3</sup>	5 µg/m <sup>3</sup> a 13 de diciembre de 2000, porcentaje que se reducirá el 1 enero de 2006 y en lo sucesivo, cada 12 meses, en 1 µg/m <sup>3</sup> hasta alcanzar un 0% el 1 de enero de 2010.	1 de enero 2010

## Monóxido de Carbono (CO)

Tabla 5.2.2.1.7. Valor límite de CO, volumen referido a 293°K y 101,3kPa.

	Período promedio	Valor límite	Fecha de cumplimiento
Valor límite	Máxima diaria de las medias móviles octohorarias	10 mg/m <sup>3</sup>	1 de enero de 2005

La concentración máxima de las medias móviles octohorarias correspondientes a un día se escogerá examinando las medias móviles de ocho horas, calculadas a partir de datos horarios y que se actualizarán cada hora. Cada media octohoraria así calculada se atribuirá al día en que se termine el periodo, es decir, el primer periodo de cálculo para cualquier día dado será el periodo que comience a las 17:00 de la víspera y termine a la 1:00 de ese día; el último periodo de cálculo para cualquier día dado será el que transcurra entre las 16:00 y las 24:00 de ese día.

### *Ozono troposférico (O<sub>3</sub>)*

**Tabla 5.2.2.1.8.** Valore límite de O<sub>3</sub>, volumen referido a 293°K y 101,3kPa, a Hora central Europea (HEC)

	Período promedio	Valor límite	Fecha de cumplimiento
Valor objetivo para la protección de la salud humana	Máxima diaria de las medias móviles octohorarias	120 µg/m <sup>3</sup> , que no deberá superarse más de 25 días por cada año civil de promedio en periodo de 3 años	1 de enero de 2010
Valor objetivo para la protección de la vegetación	AOT40 <sup>1</sup> , calculado a partir de valores horarios de mayo a junio	18000 µg/m <sup>3</sup> xh de promedio en un periodo de 5 años	1 de enero de 2010

<sup>1</sup>. AOT40 (expresado en µg/m<sup>3</sup>xh): la suma de la diferencia entre las concentraciones horarias superiores a los 80 µg/m<sup>3</sup> a lo largo de un periodo dado utilizando únicamente los valores horarios entre las 8:00 y las 20:00 horas HEC cada día.

**Tabla 5.2.2.1.9.** Umbral de alerta y de información de O<sub>3</sub>

	Período promedio	Valor límite
Umbral de información	Horario	180 µg/m <sup>3</sup>
Umbral de alerta	Horario <sup>1</sup>	240 µg/m <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Se debe medir o prever durante tres horas consecutivas

### *Arsénico, Cadmio, Níquel y Benzo(a)pireno en PM<sub>10</sub>.*

**Tabla 5.2.2.1.10.** Valores límite de arsénico, cadmio, níquel y venzo(a)pireno en PM10 en condiciones ambientales.

Elemento	Período promedio	Valor límite	Fecha de cumplimiento
Arsénico (As)	1 año civil	6 ng/m <sup>3</sup>	1 de enero de 2013
Cadmio (Cd)	1 año civil	5 ng/m <sup>3</sup>	1 de enero de 2013
Níquel (Ni)	1 año civil	20 ng/m <sup>3</sup>	1 de enero de 2013
Benzo(a) pireno	1 año civil	1 ng/m <sup>3</sup>	1 de enero de 2013

### **5.3. Evaluación de la calidad del aire en la provincia de Castellón durante incendios forestales.**

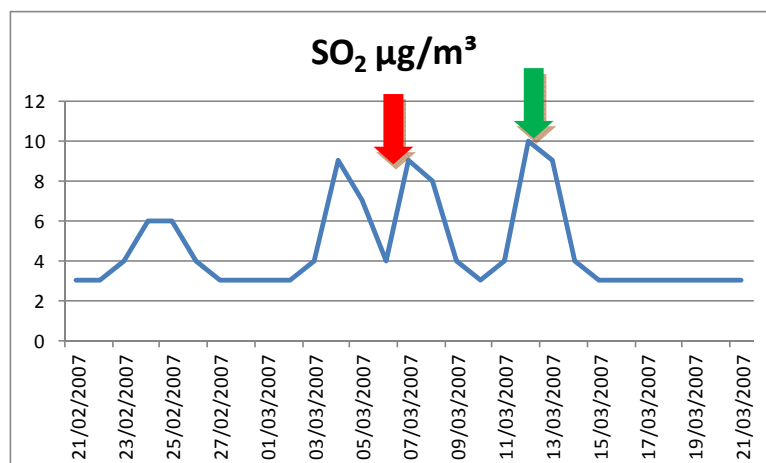
En este apartado se estudiará la evolución de los niveles de concentración de los diferentes contaminantes disponibles a los largo de los días anteriores, durante y posteriores a cada incendio con el fin de ver la influencia de la calidad del aire en el área del mismo. Para ello se han seleccionados estaciones de muestreo de la red de Generalitat Valenciana en las cuales se dispone de datos de concentración de los contaminantes atmosféricos. Los datos se presentan en gráficas en las cuales se han incluido flechas rojas que indican el inicio del incendio y verdes que indican el día de su extinción.

#### **5.3.1 Incendio de Culla de 2007**

Las estaciones más cercanas de control de la contaminación atmosférica a la zona donde se produjo el incendio de Culla son la de Torre Endomenech, al Este del área afectada, y la de Villafranca al NNW. Se detectaron vientos de hasta 80km/h de dirección preferente NNW.

#### *Incidencia sobre los niveles de SO<sub>2</sub>*

En la gráfica 5.3.1.1 se presenta la evolución de los niveles de concentración del contaminante SO<sub>2</sub> en la estación de Villafranca. No se dispone de datos de este contaminante en la estación de Torre Endomenech en los días que se produjo este incendio.

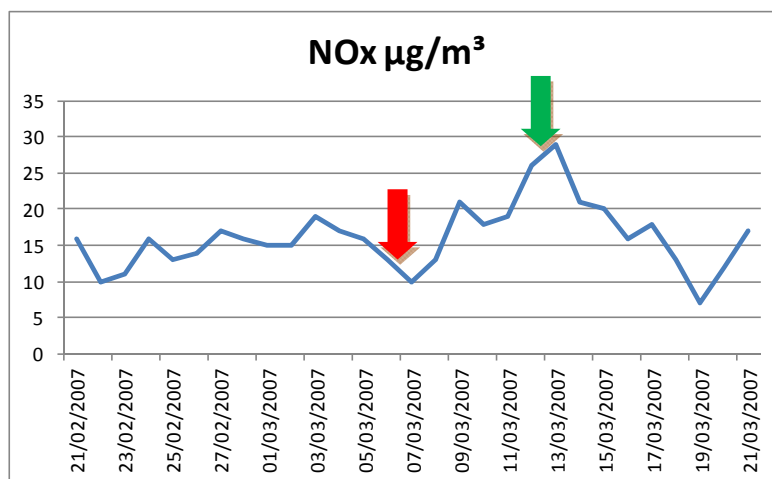


**Figura 5.3.1.1.** Evolución del SO<sub>2</sub> durante el incendio de Culla 2007 en la estación Villafranca

Se observa una concentración media diaria de SO<sub>2</sub> el día del incendio entorno a 8µg/m<sup>3</sup>, valores que ya se habían alcanzado dos días antes. En los dos días posteriores al día de inicio el nivel de concentración de este contaminante bajó a 3µg/m<sup>3</sup>, durante estos días el incendio estaba controlado pero no extinguido. El día de su extinción se volvió a alcanzar valores entorno al 10 µg/m<sup>3</sup>. En días posteriores la concentración de este contaminante bajó a 3µg/m<sup>3</sup>. Al estar Villafranca a sotavento predominante no se apreció aumento de concentración en esta estación.

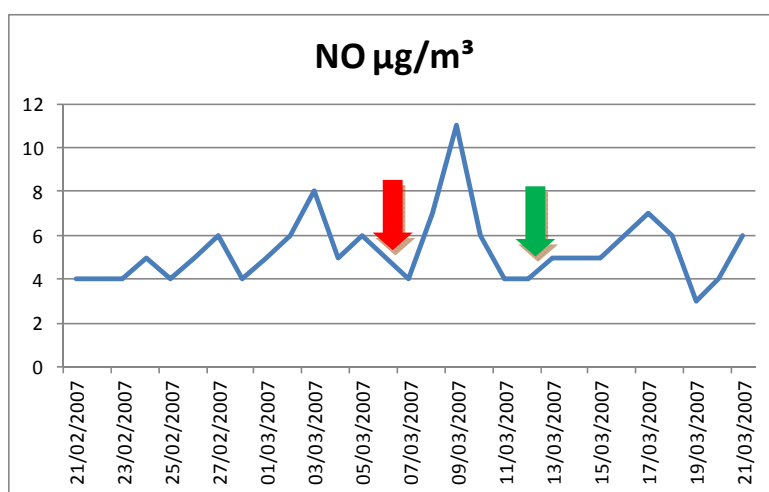
#### *Incidencia sobre los niveles de NO<sub>x</sub>, NO, NO<sub>2</sub>*

La evolución de los niveles de concentración de NO<sub>x</sub> en la estación de Villafranca durante el periodo del incendio de Culla se presenta en la grafica 5.3.1.2. No se dispone de datos de este contaminante en la estación de Torre Endomenech en los días que se produjo este incendio. Se observa que su concentración aumenta unos 10 µg/m<sup>3</sup> en el periodo en el que se produjo el incendio. Una vez extinguido, los niveles de concentración de este contaminante vuelven a bajar.



**Figura 5.3.1.2.** Evolución de NOx durante el incendio de Culla 2007 en la estación Villafranca

En las gráficas 5.3.1.3. y 5.3.1.4 se presentan de forma más concreta los niveles de concentración de los dos NOx más tóxicos, el NO y el NO<sub>2</sub> en la estación de Villafranca. Se observa un aumento de la concentración de estos dos contaminantes en el periodo que ocurre el incendio, volviendo a sus niveles habituales cuando el incendio es extinguido.



**Figura 5.3.1.3.** Evolución del NO durante el incendio de Culla 2007 en la estación Villafranca

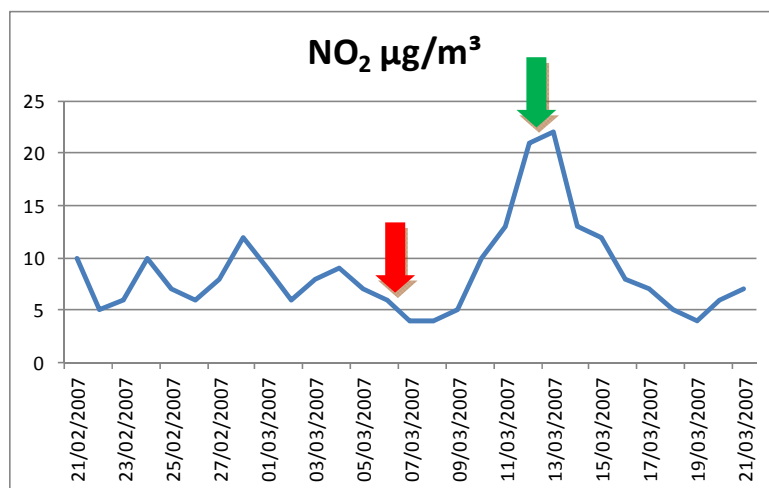


Figura 5.3.1.4. Evolución del NO<sub>2</sub> durante el incendio de Culla 2007 en la estación Villafranca

Aún estando la estación a sotavento predominante sí que se detectaron niveles de concentración más altos de los óxidos de nitrógeno.

#### *Incidencia sobre los niveles de particulado*

En el periodo en el que se produjo el incendio no se disponen de datos de PM10 ni de PM2.5 en las estaciones cercanas a Culla. Pero si se dispone del dato del nivel de concentración de las partículas totales en suspensión (PST) en la estación de Villafranca. Estos valores se presentan en la gráfica 5.3.1.5, donde se observa un aumento de la concentración de particulado al final del proceso del incendio y en días posteriores. Este hecho es debido a las fases que comprenden el incendio, en la primera se emiten más gases y en la segunda hay más generación de partículas como se ha explicado en el apartado 5.3.1.

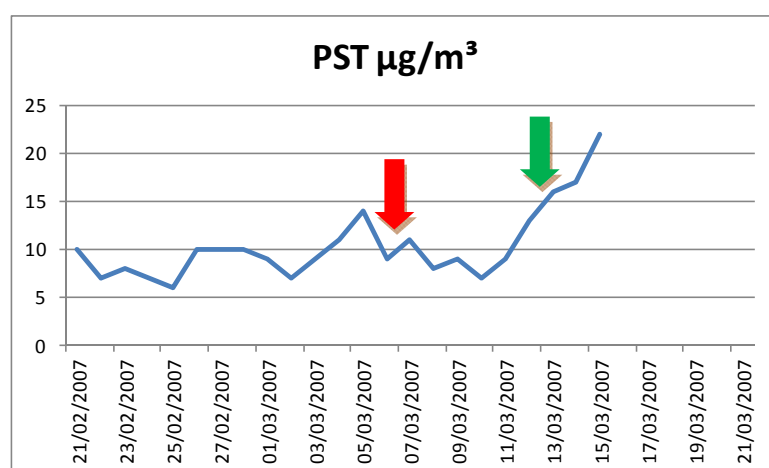
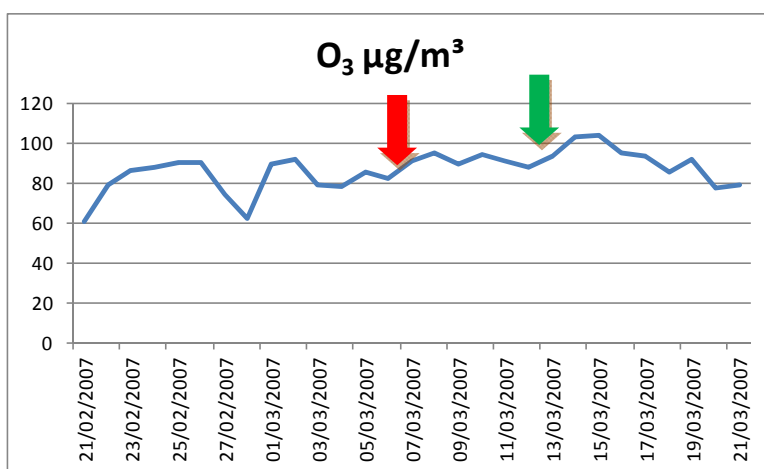


Figura 5.3.1.5. Evolución del NO<sub>2</sub> durante el incendio de Culla 2007 en la estación Villafranca

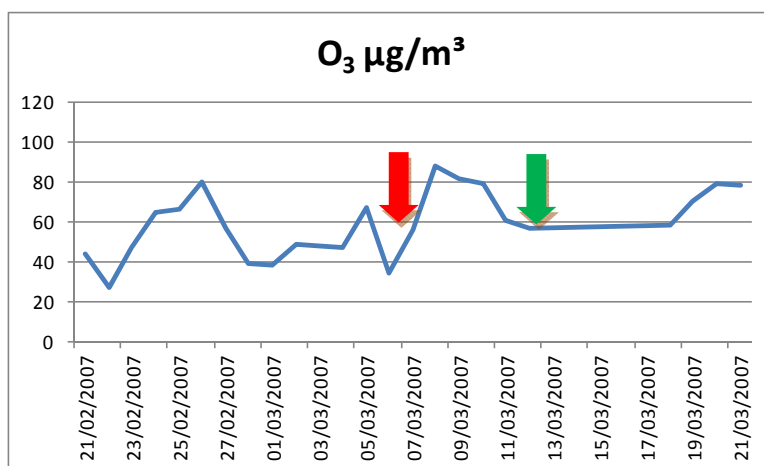
Aún estando la estación a sotavento predominante sí que se detectaron niveles de concentración más altos de partículas.

### *Incidencia sobre los niveles de O<sub>3</sub>*

En el caso del contaminante O<sub>3</sub> se disponen datos de las dos estaciones cercanas a Culla, la de Villafranca y la de Torre Endomenech. La evolución de los niveles de concentración de este contaminante en esta dos estaciones se presentan en las gráficas 5.3.1.6 y 5.3.1.7. Se observa un ligero aumento de 10 µg/m<sup>3</sup> en los niveles de concentración de O<sub>3</sub> en el caso de la estación de Villafranca y un aumento más notable de 40 µg/m<sup>3</sup> en la de Torre Endomenech en el periodo que ocurre este incendio. Así pues la estación de Villafranca al estar a sotavento presenta un menor aumento de este contaminante que la de Torre Endomenech que recibe el viento predominante.



**Figura 5.3.1.6.** Evolución del O<sub>3</sub> durante el incendio de Culla 2007 en la estación Villafranca



**Figura 5.3.1.7.** Evolución del O<sub>3</sub> durante el incendio de Culla 2007 en la estación Torre Endomenech



### 5.3.2 Incendio de Gaibiel de 2007

La estación más cercana de control de la contaminación atmosférica a la zona donde se produjo el incendio de Gaibiel es la de Viver situada al Oeste de la zona afectada. En esta estación solo se dispone de datos del contaminante O<sub>3</sub> en el periodo en el que se produjo este incendio. Se detectaron vientos de hasta 105 km/h de dirección NW.

#### *Incidencia sobre los niveles de O<sub>3</sub>*

En la gráfica 5.3.2.1. se presenta la evolución del contaminante O<sub>3</sub> en la estación de Viver en el periodo en el que se produjo el incendio de Gaibiel. Se observa un aumento de los niveles de concentración de este contaminante en los dos primeros días de incendio, a partir de los cuales se controla el mismo y disminuyen, aunque vuelven a aumentar a partir del día de extinción del incendio. Aun estando la estación de Viver a sotavento predominante se detecta el aumento de este contaminante.

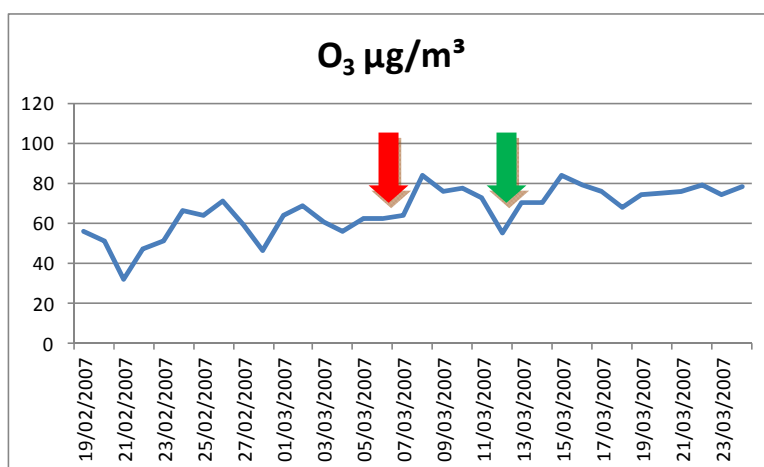


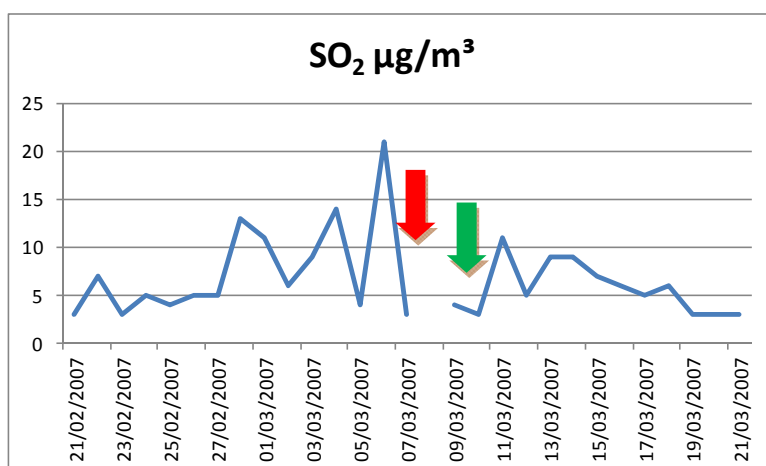
Figura 5.3.2.1. Evolución del O<sub>3</sub> durante el incendio de Gaibiel 2007 en la estación de Viver

### 5.3.3 Incendio de Borriol de 2007

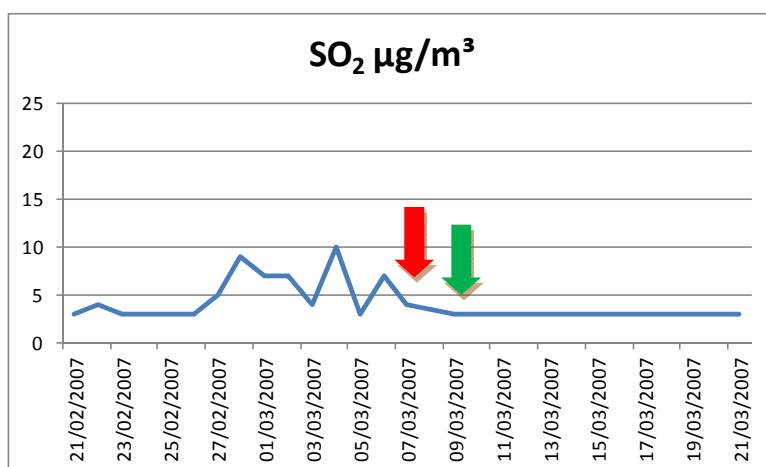
Las estaciones más cercanas de control de la contaminación atmosférica al incendio de Borriol son las de Castellón Penyeta al SE del área afectada y Benicàssim al Este. Se detectaron vientos de 90km/h con dirección predominante N.

### *Incidencia sobre los niveles de SO<sub>2</sub>*

La evolución del contaminante SO<sub>2</sub> en las dos estaciones más cercanas al incendio de Borriol de 2007 se presenta en las gráficas 5.3.3.1. y 5.3.3.2. Donde se observa que no hay aumento de este contaminante en estas estaciones en el periodo en el que se produjo el incendio. Las dos estaciones están situadas a sotavento predominante.



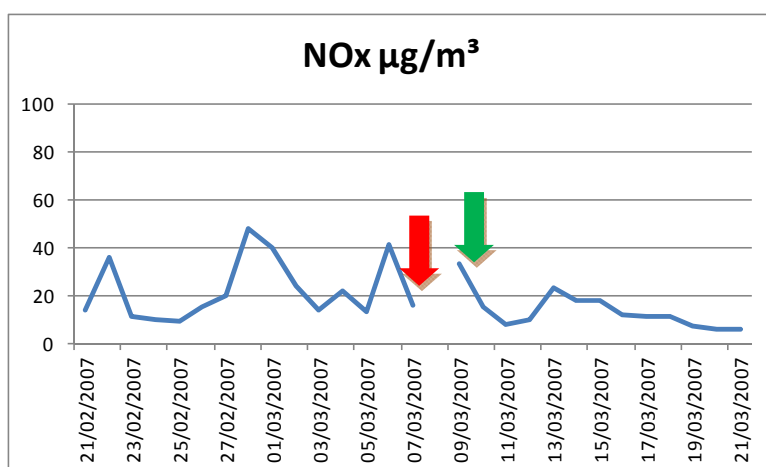
**Figura 5.3.3.1.** Evolución del SO<sub>2</sub> durante el incendio de Borriol 2007 en la estación de Castellón Penyeta



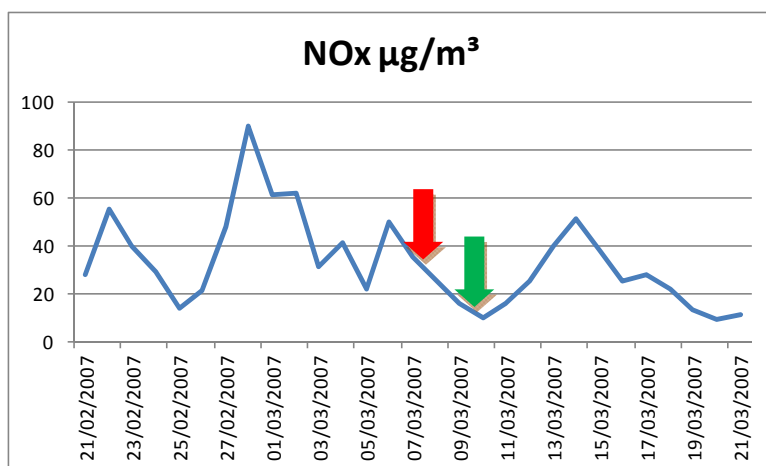
**Figura 5.3.3.2.** Evolución del SO<sub>2</sub> durante el incendio de Borriol 2007 en la estación de Benicàssim.

### *Incidencia sobre los niveles de NOx, NO, NO<sub>2</sub>*

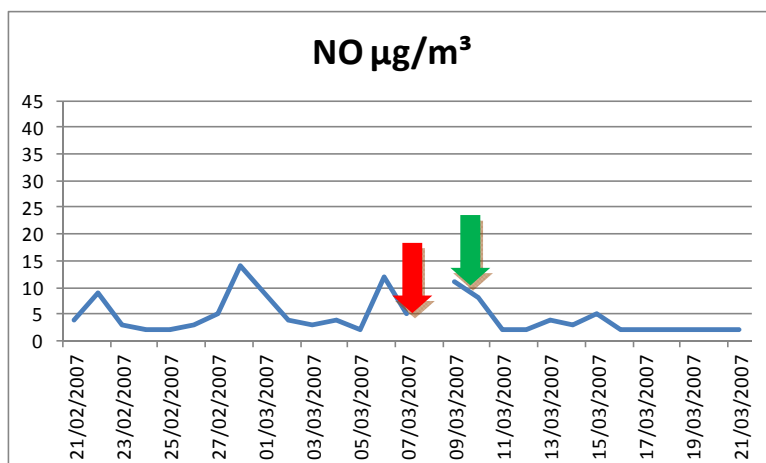
Las gráficas de la 5.3.3.2. a la 5.3.3.7 muestran la evolución de los niveles de concentración de los diferentes contaminantes NOx en las estaciones cercanas a la zona del incendio. En ellas se puede observar que al igual que el contaminante SO<sub>2</sub>, tampoco hay un aumento significativo de los niveles de concentración de estos contaminantes en el periodo que se produjo el incendio, en la estación de Benicàssim se aprecia un ligero descenso en los tres contaminantes estudiados.



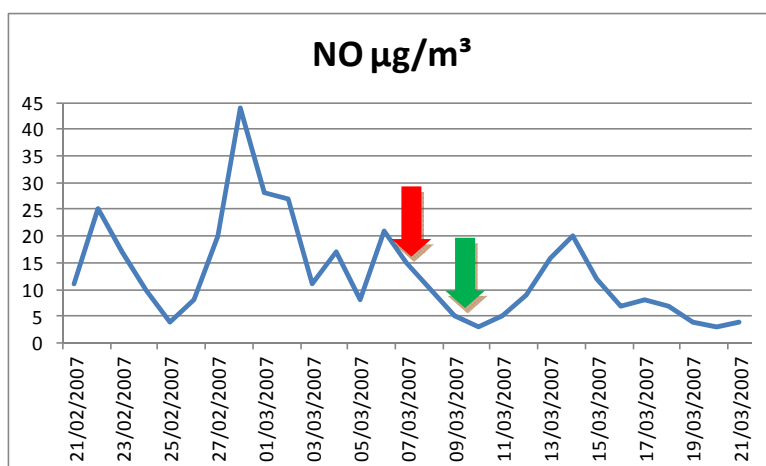
**Figura 5.3.3.2.** Evolución del NOx durante el incendio de Borriol 2007 en la estación de Castellón Penyeta.



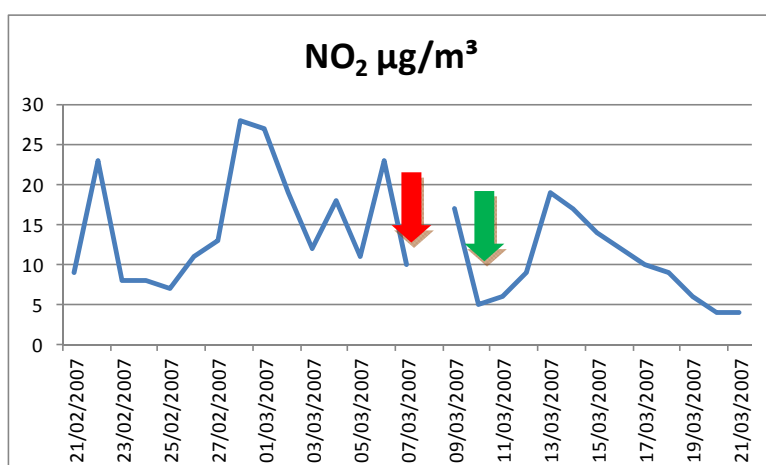
**Figura 5.3.3.3.** Evolución del NOx durante el incendio de Borriol 2007 en la estación de Benicàssim.



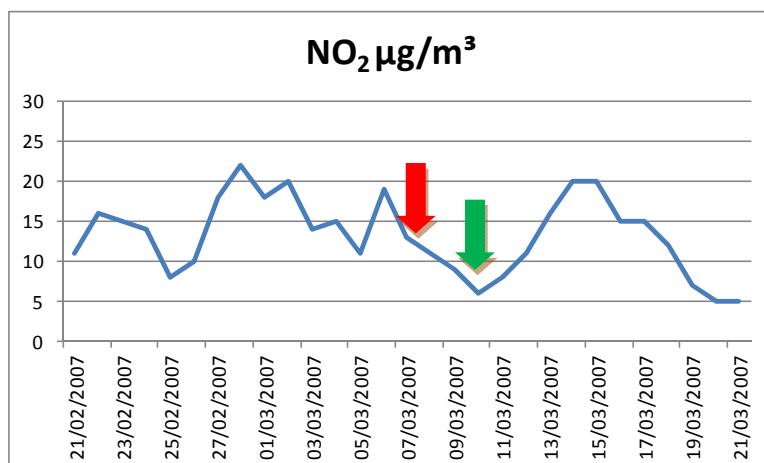
**Figura 5.3.3.4.** Evolución del NO durante el incendio de Borriol 2007 en la estación de Castellón Penyeta.



**Figura 5.3.3.5.** Evolución del NO durante el incendio de Borriol 2007 en la estación de Benicàssim.



**Figura 5.3.3.6.** Evolución del NO<sub>2</sub> durante el incendio de Borriol 2007 en la estación de Castellón Penyeta.

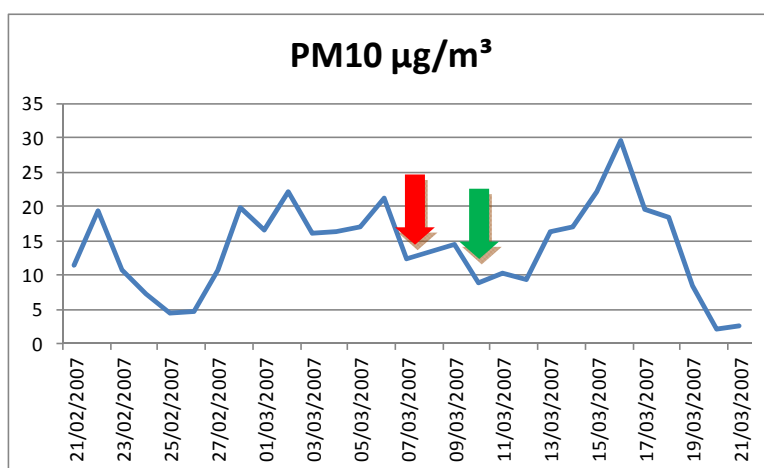


**Figura 5.3.3.7.** Evolución del NO<sub>2</sub> durante el incendio de Borriol 2007 en la estación de Benicàssim.

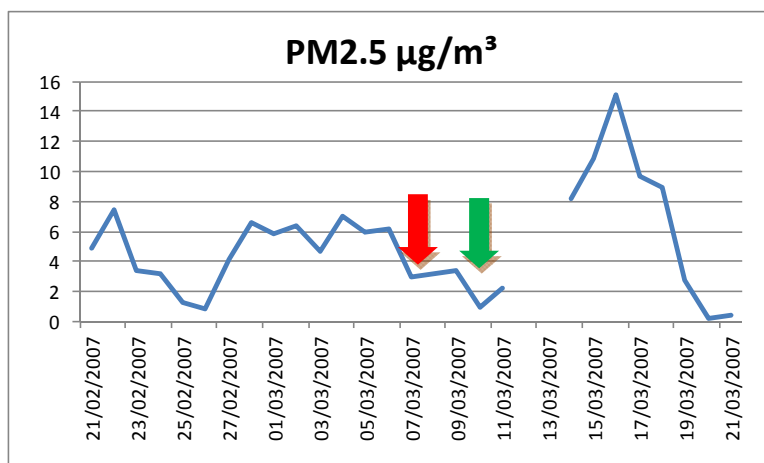
Al estar las dos estaciones de sotavento predominante no se detecta aumento de concentración de los óxidos de nitrógeno durante el incendio de Borriol.

#### *Incidencia sobre los niveles de particulado*

En las gráficas 5.3.3.8 y 5.3.3.9 se presenta la evolución de los niveles de concentración de las fracciones del particulado atmosférico PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> en la estación de Benicàssim. No se dispone de datos de la estación de Castellón Penyeta de particulado en el periodo de tiempo que se produjo el incendio. Se observa un ligero aumento de los niveles de concentración de particulado entorno a 5 µg/m<sup>3</sup> en la segunda fase del incendio y en días posteriores a su extinción aún estando esta estación a sotavento predominante.



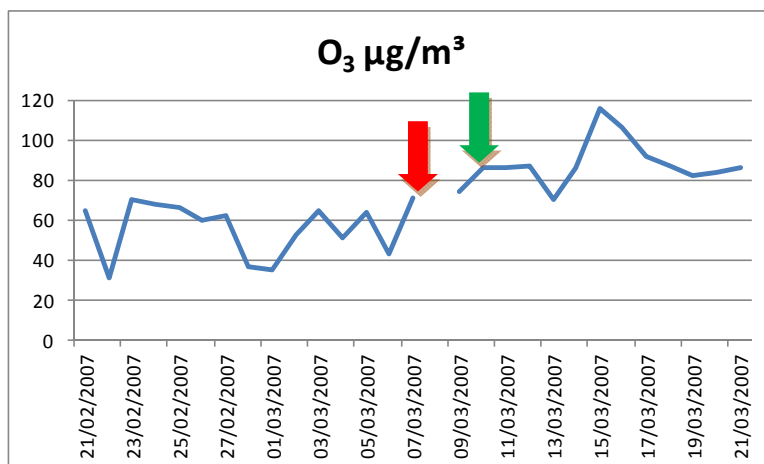
**Figura 5.3.3.8.** Evolución del PM<sub>10</sub> durante el incendio de Borriol 2007 en la estación de Benicàssim.



**Figura 5.3.3.9.** Evolución del PM2.5 durante el incendio de Borriol 2007 en la estación de Benicàssim.

### *Incidencia sobre los niveles de O<sub>3</sub>*

La evolución de los niveles de concentración del contaminante O<sub>3</sub> en la estación de Castellón Penyeta se presenta en la gráfica 5.3.3.10. No se disponen de datos en la estación de Benicàssim para este contaminante en el periodo que se produjo el incendio. Se observa un ligero aumento de 20 µg/m<sup>3</sup> en los niveles de concentración de O<sub>3</sub> en el periodo estudiado aún estando situada la estación de control a sotavento predominante.



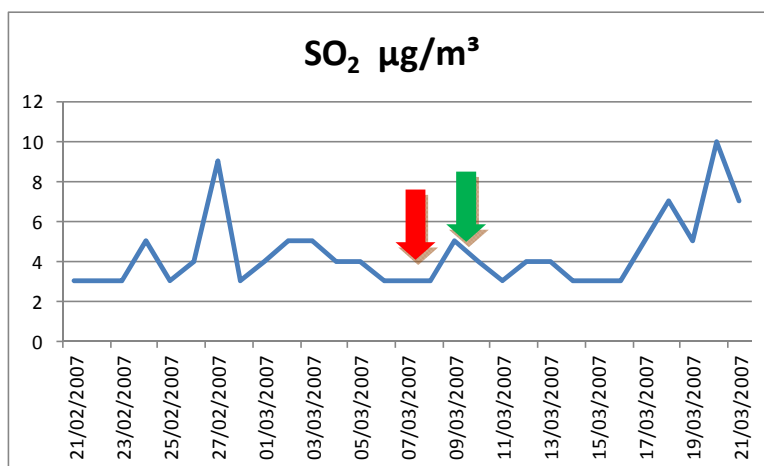
**Figura 5.3.3.10.** Evolución del O<sub>3</sub> durante el incendio de Borriol 2007 en la estación de Castellón Penyeta.

### **5.3.4 Incendio de Cervera del Maestre de 2007**

La estación más cercana de control de la contaminación atmosférica a la zona donde se produjo el incendio de Cervera de Maestre es la de Sant Jordi situada al N-NE del área afectada. Se detectaron vientos de hasta 90km/h en dirección NW.

### *Incidencia sobre los niveles de SO<sub>2</sub>*

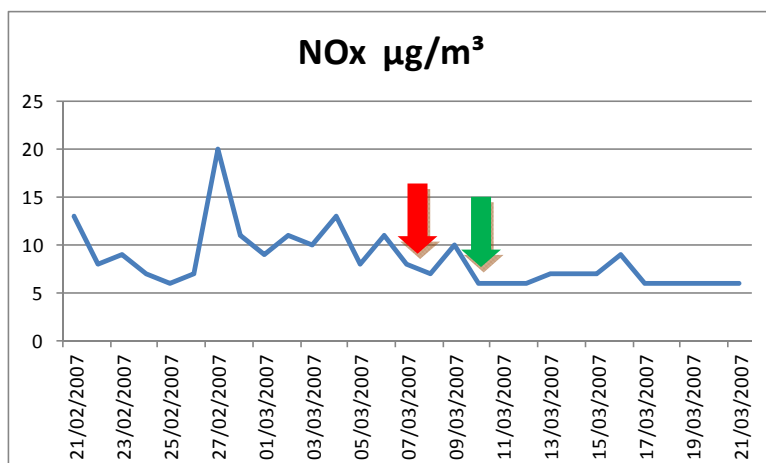
En la gráfica 5.3.4.1 se presentan la evolución de los niveles de concentración de SO<sub>2</sub> en la estación de control atmosférico más cercana al área del incendio. Se observa un ligero aumento de 2 µg/m<sup>3</sup> de los niveles de este contaminante en el periodo en el que se produjo el incendio aunque la estación de control está situada a sotavento predominante.



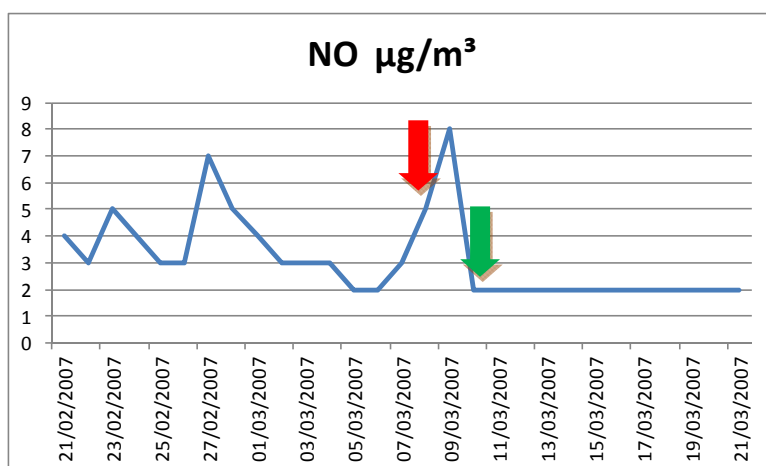
**Figura 5.5.4.1.** Evolución del SO<sub>2</sub> durante el incendio de Cervera de Maestre 2007 en la estación de Sant Jordi.

### *Incidencia sobre los niveles de NO<sub>x</sub>, NO, NO<sub>2</sub>*

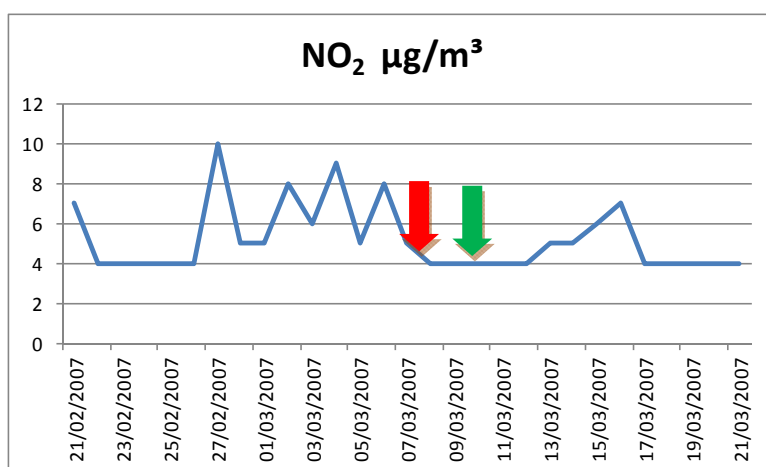
La evolución de los niveles de concentración de los óxidos de nitrógeno en la estación más cercana al incendio se presentan en las figuras 5.3.4.2, 5.3.4.3 y 5.3.4.4. Se observa un ligero aumento de los niveles de NO<sub>x</sub> en el periodo en el que se produjo el incendio respecto a días inmediatamente anteriores cuando la tendencia sería a bajar y permanecer constante. En el caso del contaminante NO, el aumento de sus niveles de concentración es claro, entorno a 8 µg/m<sup>3</sup>, aún estando a sotavento predominante la estación de control. Sin embargo no se aprecian cambios de concentración en el caso del contaminante NO<sub>2</sub>.



**Figura 5.3.4.2.** Evolución del NOx durante el incendio de Cervera de Maestre 2007 en la estación de Sant Jordi



**Figura 5.3.4.3.** Evolución del NO durante el incendio de Cervera de Maestre 2007 en la estación de Sant Jordi

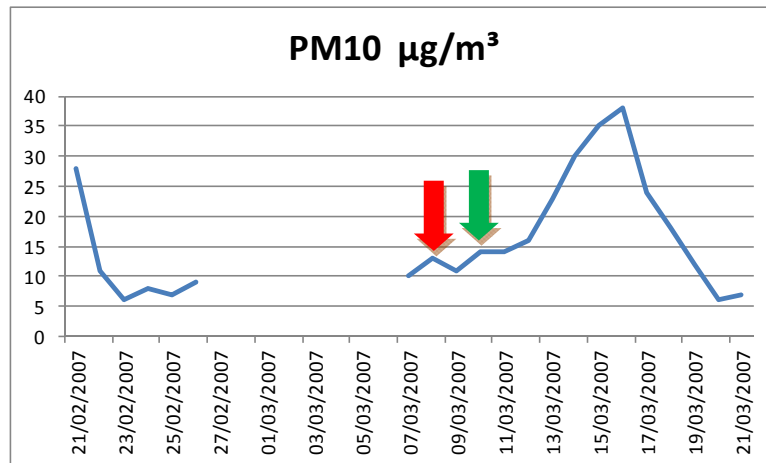


**Figura 5.3.4.4.** Evolución del NO<sub>2</sub> durante el incendio de Cervera de Maestre 2007 en la estación de Sant Jordi



### *Incidencia sobre los niveles de particulado*

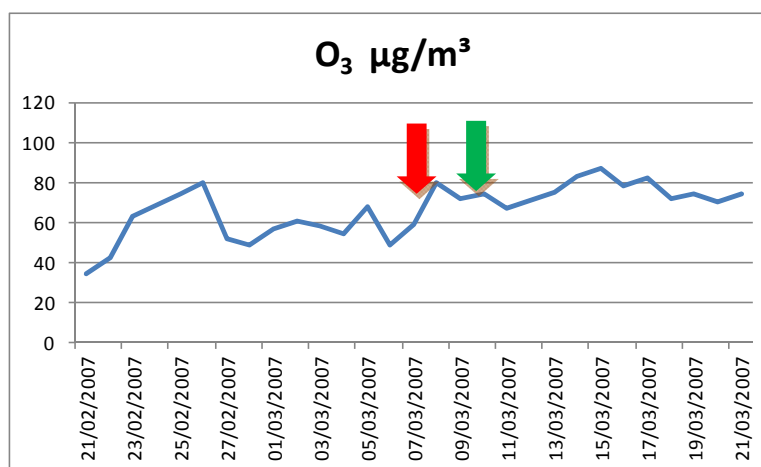
En la figura 5.3.4.5. se presenta la evolución de los niveles de concentración del contaminante PM10 durante el periodo en el que se produjo el incendio. Se observa un ligero aumento de los niveles de concentración de particulado en la segunda fase del incendio y en días posteriores a su extinción. No se dispone de datos del contaminante PM2.5 en el periodo en el que se produjo el incendio.



**Figura 5.3.4.5.** Evolución del PM10 durante el incendio de Cervera de Maestre 2007 en la estación de Sant Jordi

### *Incidencia sobre los niveles de O<sub>3</sub>*

La evolución de los niveles de concentración del contaminante O<sub>3</sub> se presentan en la figura 5.3.4.6. Se observa un ligero aumento en los niveles de concentración de O<sub>3</sub> en la primera fase del incendio, aún estando la estación de control a sotavento predominante, y una disminución en la segunda.



**Figura 5.3.4.6.** Evolución del O<sub>3</sub> durante el incendio de Borriol 2007 en la estación de Sant Jordi.

### 5.3.5 Incendio de Les Useres 2007

La estación más cercana de control de la contaminación atmosférica a la zona donde se produjo el incendio de Les Useres es la de L'Alcora situada al S-SW de área afectada. Se detectaron vientos de 20km/h de componente predominante SW.

#### *Incidencia sobre los niveles de SO<sub>2</sub>*

En la figura 5.3.5.1 se presenta la evolución de los niveles de concentración del contaminante SO<sub>2</sub> durante el periodo que duró el incendio. Se observa una ligera disminución de este contaminante en la primera fase del incendio, luego los niveles de concentración oscilan hasta el día de su extinción siendo mayor la concentración en este día aún estando la estación a sotavento predominante.

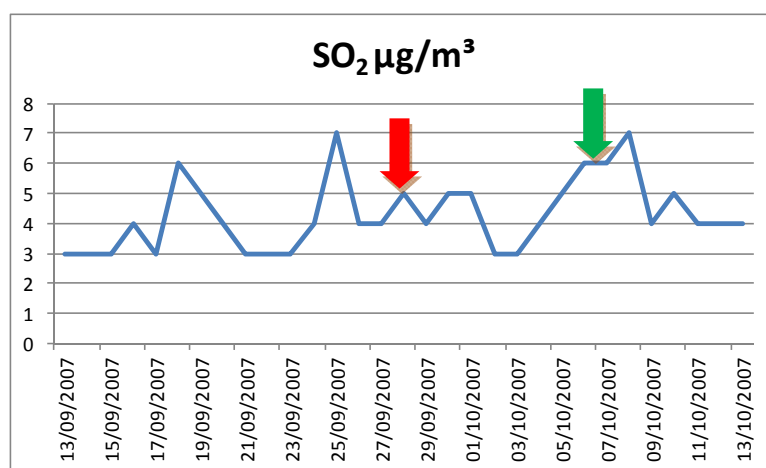
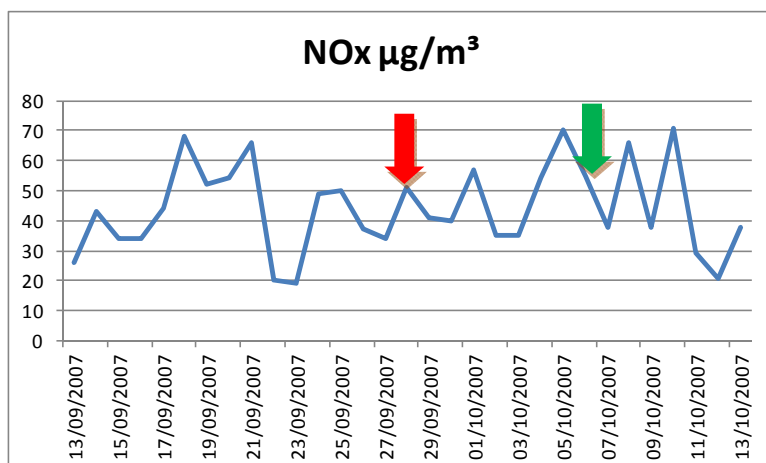


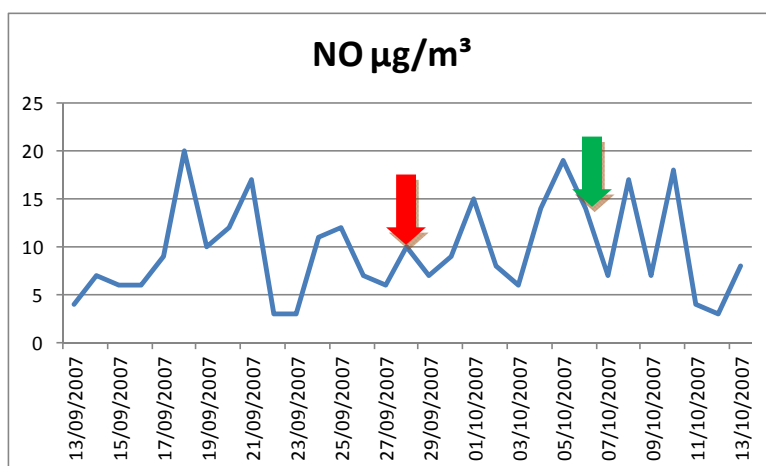
Figura 5.3.5.1. Evolución del SO<sub>2</sub> durante el incendio de Les Useres 2007 en la estación de L'Alcora.

#### *Incidencia sobre los niveles de NO<sub>x</sub>, NO, NO<sub>2</sub>*

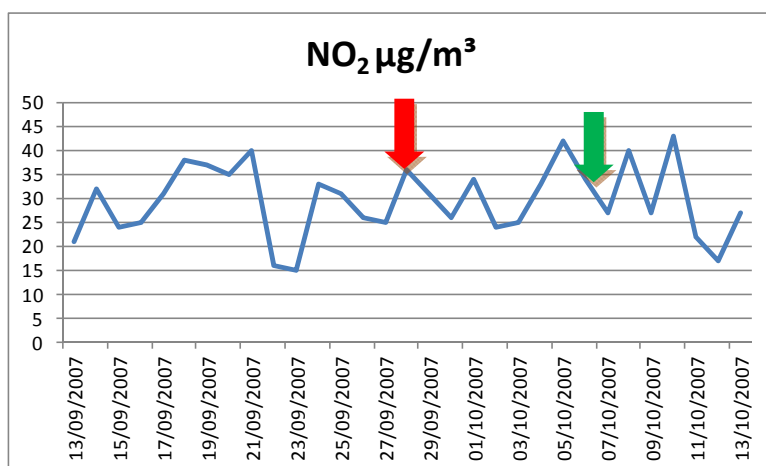
La evolución de los niveles de concentración de los óxidos de nitrógeno se presentan en las figuras 5.3.5.2, 5.3.5.3 y 5.3.5.4 durante el periodo que duró el incendio de Les Useres. Se observa en los tres casos que los niveles de concentración de NO<sub>x</sub>, NO y NO<sub>2</sub> oscilan entorno a 20 µg/m<sup>3</sup> en el periodo que se produjo el incendio aún estando la estación situada a sotavento predominante.



**Figura 5.3.5.1.** Evolución del NO<sub>x</sub> durante el incendio de Les Useres 2007 en la estación de L'Alcora.



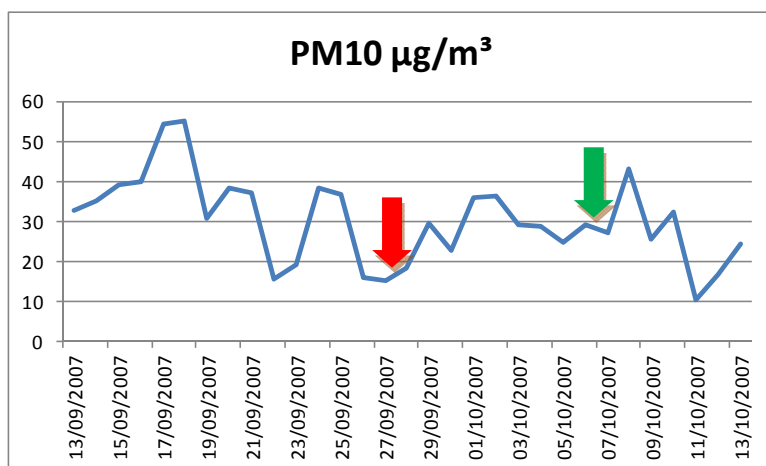
**Figura 5.3.5.2.** Evolución del NO durante el incendio de Les Useres 2007 en la estación de L'Alcora.



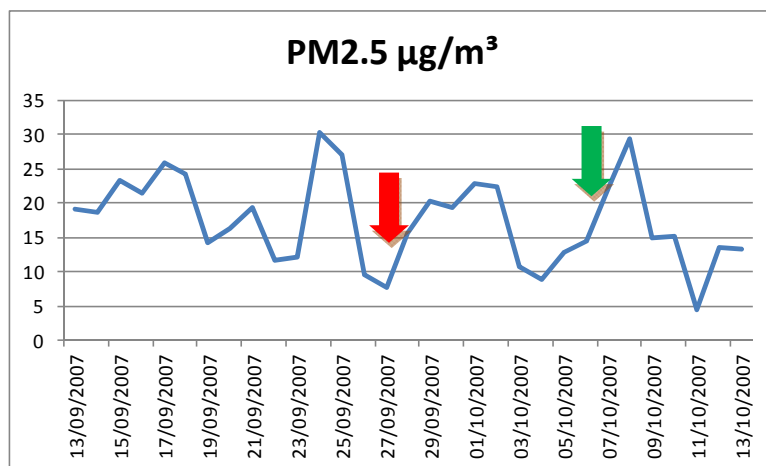
**Figura 5.3.5.3.** Evolución del NO<sub>2</sub> durante el incendio de Les Useres 2007 en la estación de L'Alcora.

### *Incidencia sobre los niveles de particulado*

En la figuras 5.3.5.4 y 5.3.5.5 se presentan los niveles de concentración de los contaminantes particulados PM10 y PM2.5 en la estación de control de L'Alcora durante el incendio de Les Useres. Se observa que hay un aumento de la concentración de partículas en la primera fase del incendio disminuyendo en la segunda. Después de la extinción aumentan los niveles de partículas aún estando la estación situada a sotavento predominante.



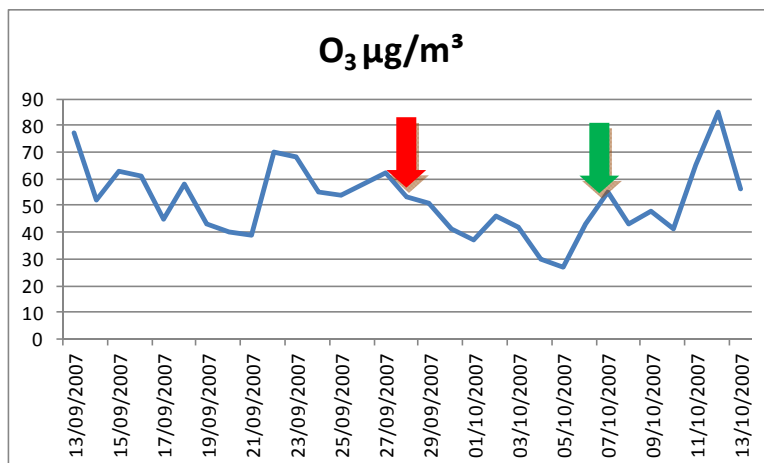
**Figura 5.3.5.4.** Evolución del PM10 durante el incendio de Les Useres 2007 en la estación de L'Alcora.



**Figura 5.3.5.5.** Evolución del PM2.5 durante el incendio de Les Useres 2007 en la estación de L'Alcora.

### *Incidencia sobre los niveles de O<sub>3</sub>*

La evolución de los niveles de concentración del contaminante O<sub>3</sub> se presentan en la figura 5.3.5.6. Se observa una disminución de los niveles de concentración a lo largo del periodo que dura el incendio, aumentando ligeramente al final aún estando a sotavento predominante.



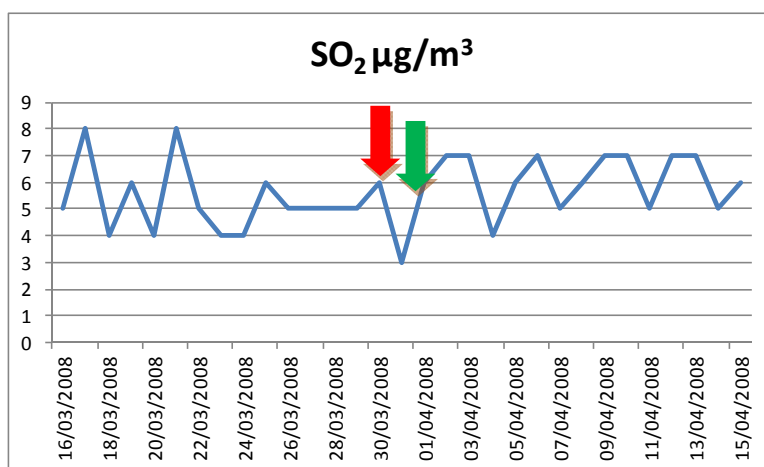
**Figura 5.3.5.6.** Evolución del O<sub>3</sub> durante el incendio de Les Useres 2007 en la estación de L'Alcora.

### 5.3.6 Incendio de Cabanes 2008

Las estaciones más cercanas de control de la contaminación atmosférica a la zona donde se produjo el incendio de Cabanes son la de Torre Endomench, al N del área afectada, y la de Benicàssim al S. Se detectaron vientos de hasta 60km/h de dirección predominante de componente NNE.

#### *Incidencia sobre los niveles de SO<sub>2</sub>*

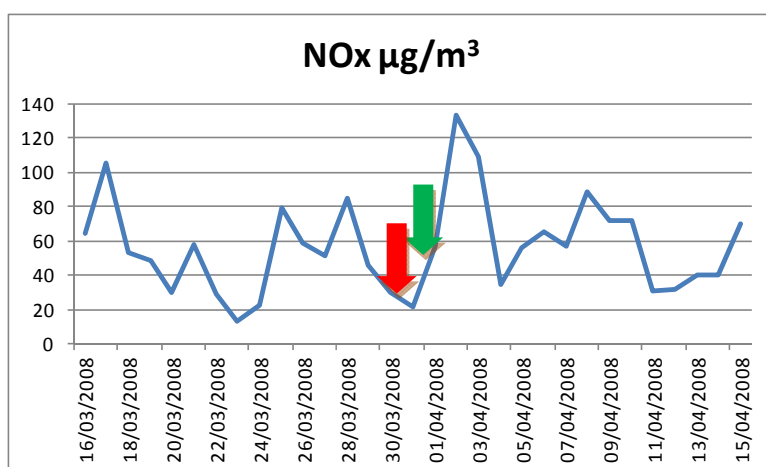
En la gráfica 5.3.6.1 se presentan la evolución de los niveles de concentración de SO<sub>2</sub> en la estación de control atmosférico de Benicàssim, no se dispone de datos de la estación de Torre Endomench. Se observa un descenso de los niveles de este contaminante en el periodo en el que se produjo el incendio aún estando la estación en la dirección predominante.



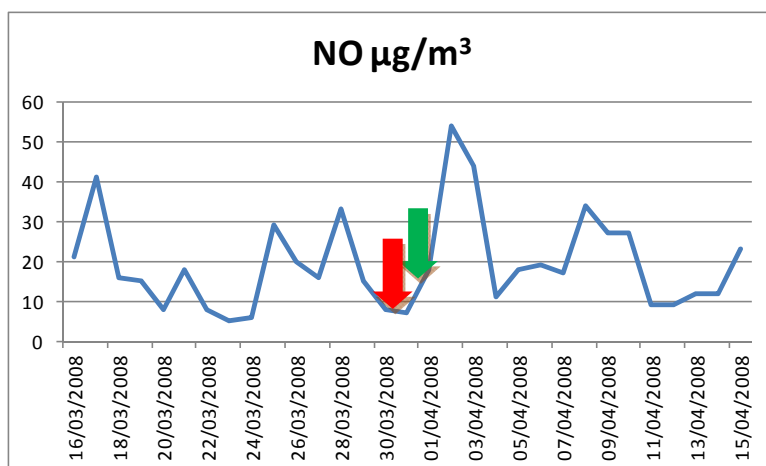
**Figura 5.3.6.1.** Evolución del SO<sub>2</sub> durante el incendio de Cabanes de 2008 en la estación de Benicàssim.

### *Incidencia sobre los niveles de NOx, NO, NO<sub>2</sub>*

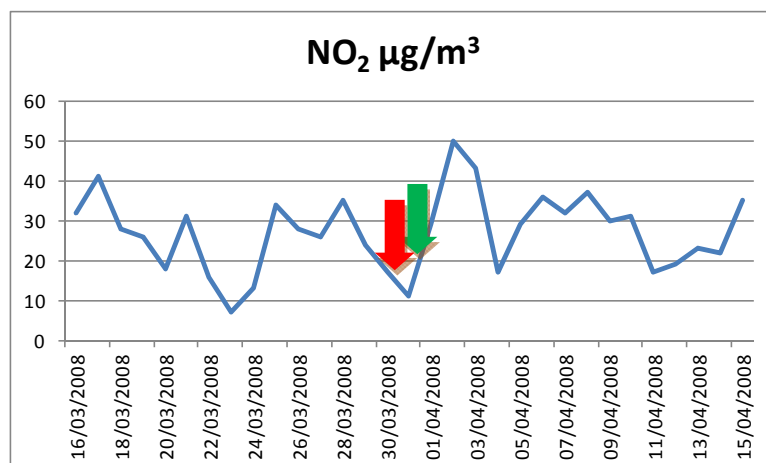
En las figuras 5.3.6.2, 5.3.6.3 y 5.3.6.4 se muestra la evolución de los niveles de concentración de los contaminantes NOx, NO y NO<sub>2</sub> respectivamente en la estación de control atmosférico de Benicàssim, no se dispone de datos de la estación de Torre Endomench. En todos los casos se observa una ligera subida de los niveles de concentración de estos contaminantes en esta estación de control. La estación de Benicàssimn esta estación está situada en dirección predominante de viento.



**Figura 5.3.6.2.** Evolución del NOx durante el incendio de Cabanes de 2008 en la estación de Benicàssim.



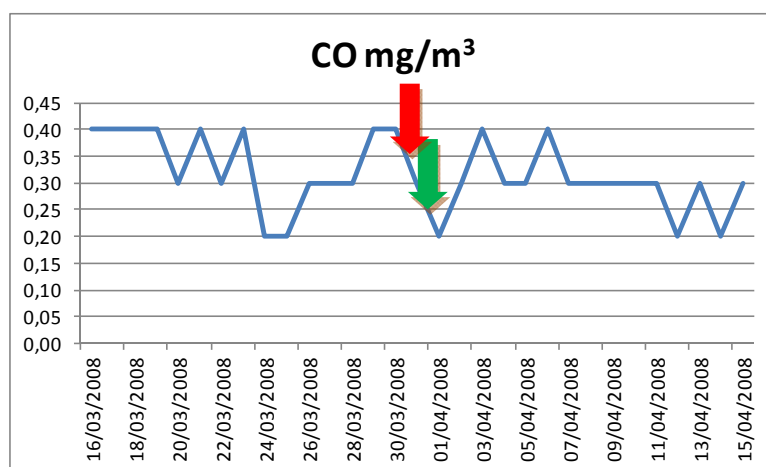
**Figura 5.3.6.3.** Evolución del NO durante el incendio de Cabanes de 2008 en la estación de Benicàssim



**Figura 5.3.6.4.** Evolución del NO<sub>2</sub> durante el incendio de Cabanes de 2008 en la estación de Benicàssim

### *Incidencia sobre los niveles de CO*

La figura 5.3.6.5. muestra la evolución de los niveles de concentración de CO en la estación de control de Benicàssim, no se disponen de datos de la estación de Torre Endomenech. Se observa una ligera disminución de 0.1 mg/m<sup>3</sup> de la concentración de este contaminante en el periodo que ocurrió el incendio aún estando situada la estación de control en la dirección de viento predominante.



**Figura 5.3.6.5.** Evolución del CO durante el incendio de Cabanes de 2008 en la estación de Benicàssim

### *Incidencia sobre los niveles de O<sub>3</sub>*

En la figura 5.3.6.6 se presenta la evolución de los niveles de concentración del O<sub>3</sub> en la estación de Torre Endomenech no se dispone de datos de la estación de Benicàssim de este contaminante. Se observa un ligero aumento de este contaminante en el periodo de estudio aún estando esta estación a sotavento predominante, si bien la tendencia de días anteriores era a la alza del valor cuando se extingue el incendio vuelve a disminuir.

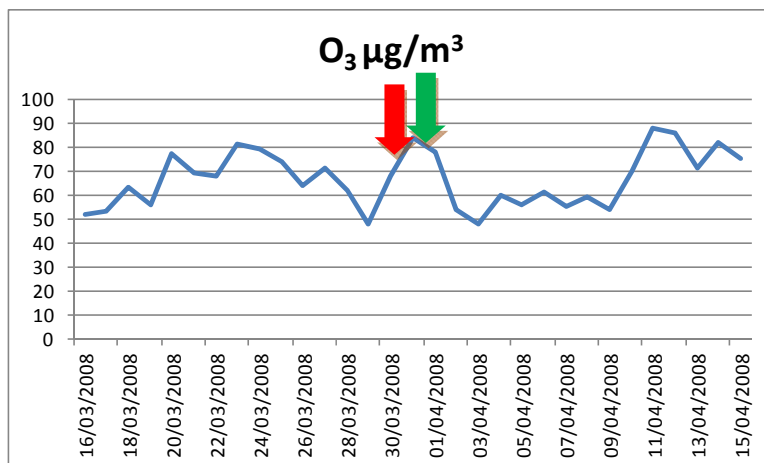


Figura 5.3.6.6. Evolución del O<sub>3</sub> durante el incendio de Cabanes de 2008 en la estación de Torre Endomench

### 5.3.7 Incendio de Segorbe 2009

La estación de control atmosférico más cercana al área afectada por el incendio de Segorbe es la de Viver, situada al NNW de esta área. Se detectaron una velocidad de viento de 15km/h con dirección preferente de componente NW.

#### *Incidencia sobre los niveles de SO<sub>2</sub>*

En la figura 5.3.7.1 se presenta la evolución de los niveles de SO<sub>2</sub> en la estación de Viver durante el periodo que duró el incendio en Segorbe. Se observa un ligero aumento de los niveles de concentración de este contaminante entorno a 1 µg/m<sup>3</sup> a lo largo del periodo en el que se produjo el incendio aún estando la estación de control situada a sotavento predominante. En días posteriores a la extinción la concentración de este contaminante continúa aumentando.

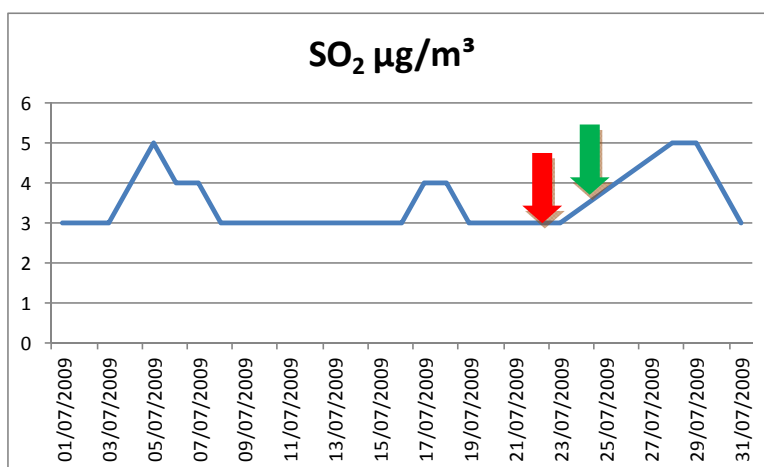
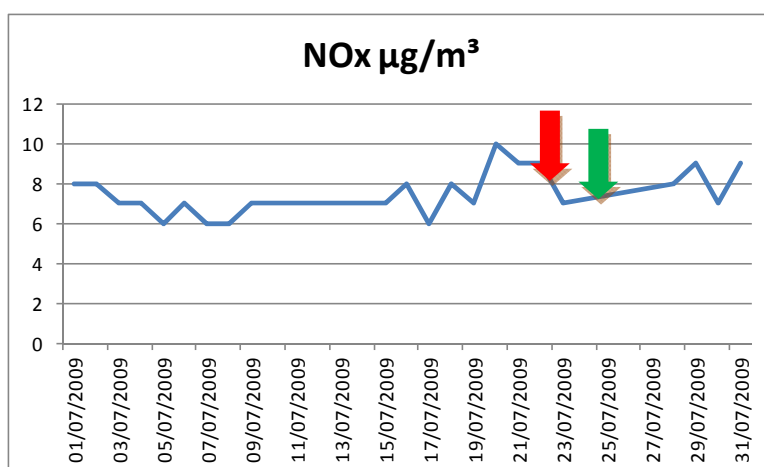


Figura 5.3.7.1. Evolución del SO<sub>2</sub> durante el incendio de Segorbe de 2009 en la estación de Viver

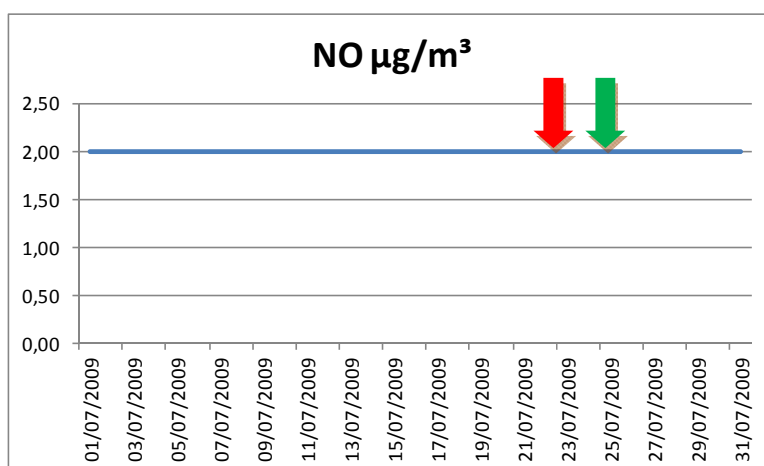


### *Incidencia sobre los niveles de NOx, NO, NO<sub>2</sub>*

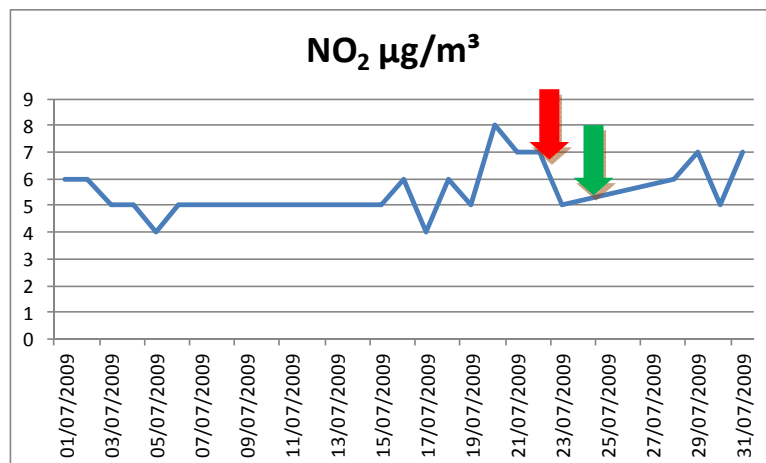
Las figuras 5.3.7.2, 5.3.7.3 y 5.3.7.4 muestran la evolución de los niveles de NOx, NO y NO<sub>2</sub> respectivamente en la estación de control de Viver en el periodo de estudio. Se observa que en el caso de los contaminantes NOx y NO<sub>2</sub> una disminución de sus concentraciones entorno a 2 µg/m<sup>3</sup>, mientras que la concentración de NO permanece constante. La estación de control se sitúa a sotavento predominante se ahí que no se aprecie incidencia de estos contaminantes.



**Figura 5.3.7.2.** Evolución del NOx durante el incendio de Segorbe de 2009 en la estación de Viver



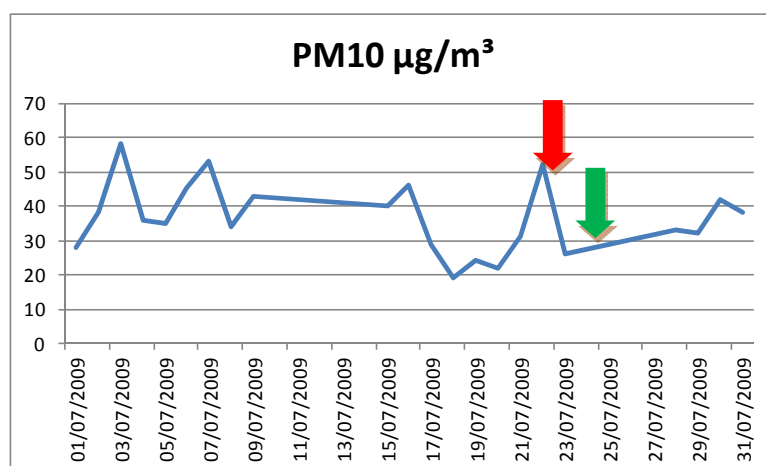
**Figura 5.3.7.3.** Evolución del NO durante el incendio de Segorbe de 2009 en la estación de Viver



**Figura 5.3.7.4.** Evolución del NO<sub>2</sub> durante el incendio de Segorbe de 2009 en la estación de Viver

### *Incidencia sobre los niveles de particulado*

En las figuras 5.3.7.5 y 5.3.7.6 se presenta la evolución de los niveles de concentración del particulado PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> respectivamente en la estación de Viver durante el periodo en el que se produjo el incendio de Segorbe. Se observa una disminución de los niveles de concentración del particulado durante el periodo de este incendio. No se aprecia incidencia debida al incendio dado que la estación se sitúa a sotavento predominante.



**Figura 5.3.7.5.** Evolución del PM<sub>10</sub> durante el incendio de Segorbe de 2009 en la estación de Viver

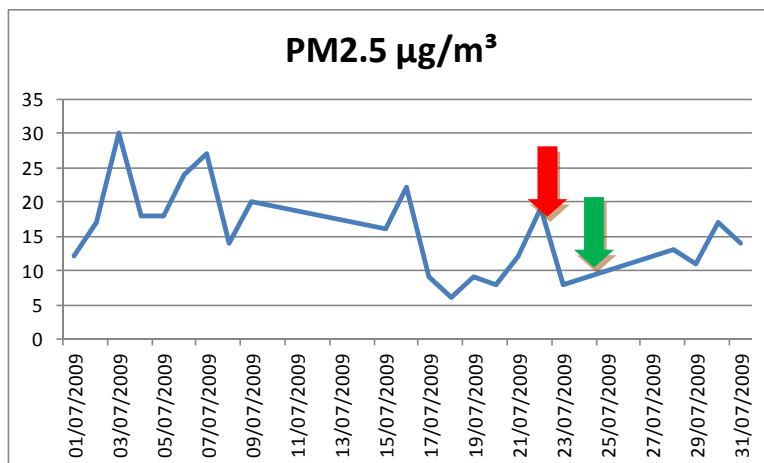


Figura 5.3.7.6. Evolución del PM2.5 durante el incendio de Segorbe de 2009 en la estación de Viver

### *Incidencia sobre los niveles de O<sub>3</sub>*

La figura 5.3.7.7. muestra la evolución de los niveles de concentración del contaminante O<sub>3</sub> en la estación de Viver en el periodo en el que se produjo el incendio de Segorbe. La concentración de ese contaminante apenas aumenta ligeramente durante el periodo de este incendio aún estando la estación de control a sotavento predominante.

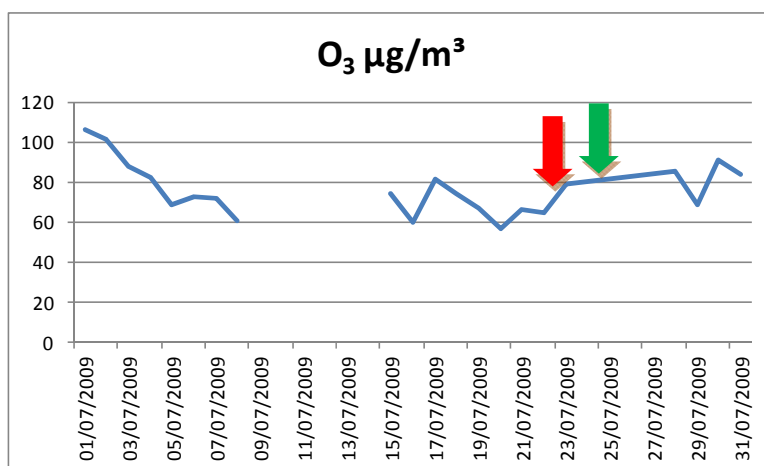


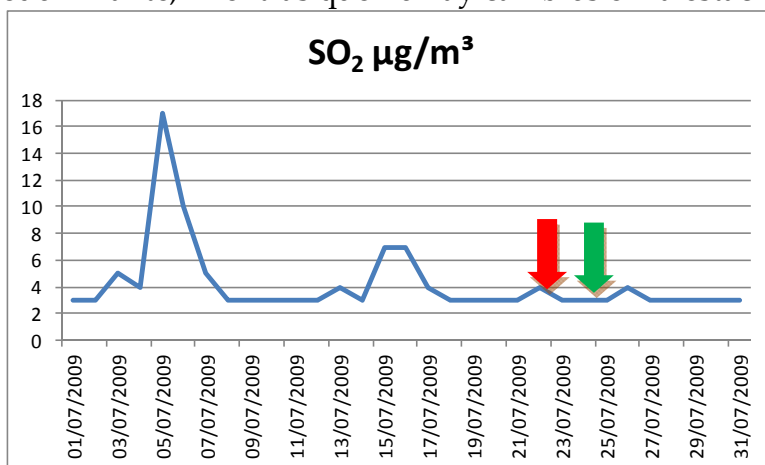
Figura 5.3.7.7. Evolución del O<sub>3</sub> durante el incendio de Segorbe de 2009 en la estación de Viver

### 5.3.8 Incendio de Onda 2009

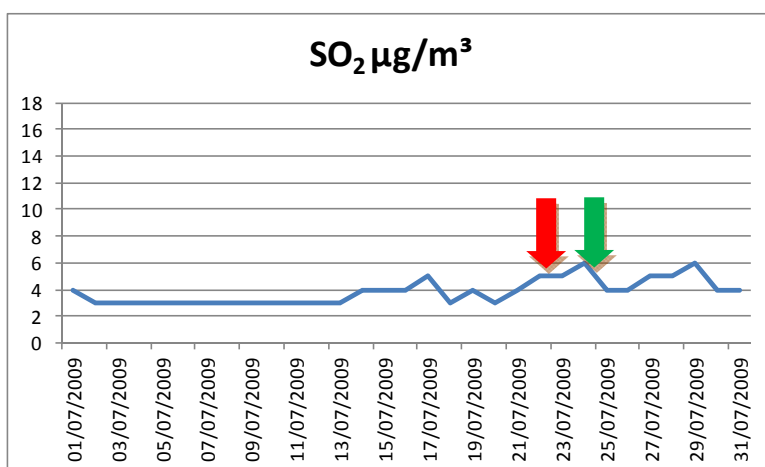
Las estaciones de control atmosférico más cercanas al área afectada por el incendio de Onda son las de Onda situada en el mismo municipio y la de L'Alcora al N del área afectada. Se detectaron una velocidad de viento de 25km/h con dirección preferente NW.

### *Incidencia sobre los niveles de SO<sub>2</sub>*

En las figuras 5.3.8.1. y 5.3.8.2. se presenta la evolución de los niveles de concentración de SO<sub>2</sub> en las estaciones de control de Onda y l'Alcora respectivamente en el periodo en el que se produjo el incendio en Onda. Se observa un ligero aumento de los niveles de concentración de este contaminante, entorno a 1 µg/m<sup>3</sup>, en la estación de l'Alcora aún estando a sotavento predominante, mientras que no hay cambios en la estación de Onda.



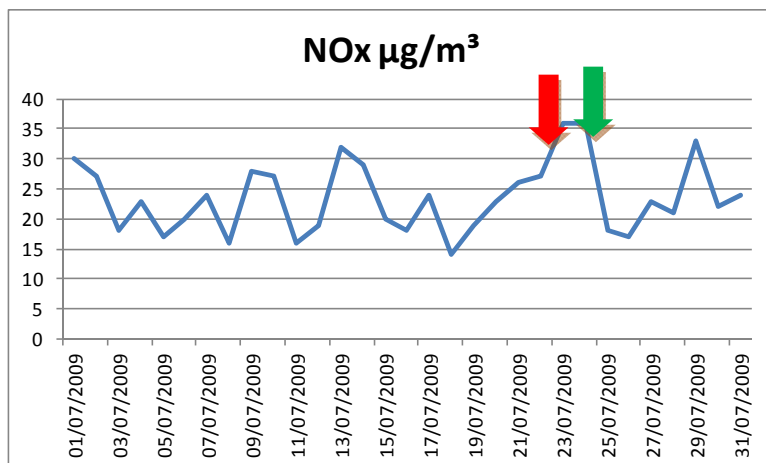
**Figura 5.3.8.1.** Evolución del SO<sub>2</sub> durante el incendio de Onda de 2009 en la estación de Onda



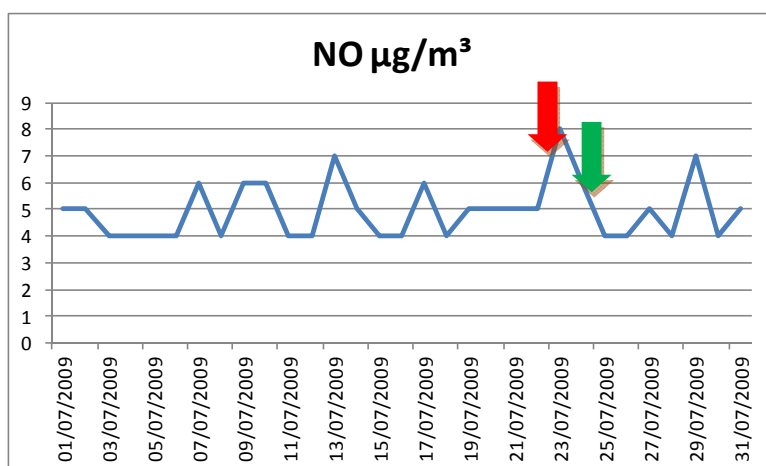
**Figura 5.3.8.2.** Evolución del SO<sub>2</sub> durante el incendio de Onda de 2009 en la estación de l'Alcora

### *Incidencia sobre los niveles de NO<sub>x</sub>, NO, NO<sub>2</sub>*

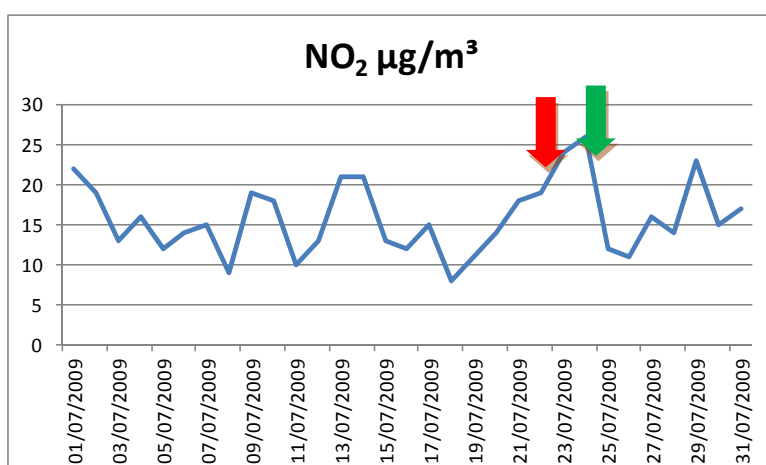
La evolución de los niveles de concentración de NO<sub>x</sub>, NO y NO<sub>2</sub> en la estación de l'Alcora en el periodo en el que se produjo el incendio de Onda se presentan en las figuras 5.3.8.3, 5.3.8.4 y 5.3.8.5 respectivamente, donde se observa que un ligero aumento de 5 µg/m<sup>3</sup> en el caso de los contaminantes NO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub> aún estando la estación de control a sotavento predominante, y una disminución entorno a 2 µg/m<sup>3</sup> en el de NO. No se dispone de datos de la estación de Onda de estos contaminantes en este periodo.



**Figura 5.3.8.3.** Evolución del NOx durante el incendio de Onda de 2009 en la estación de L'Alcora



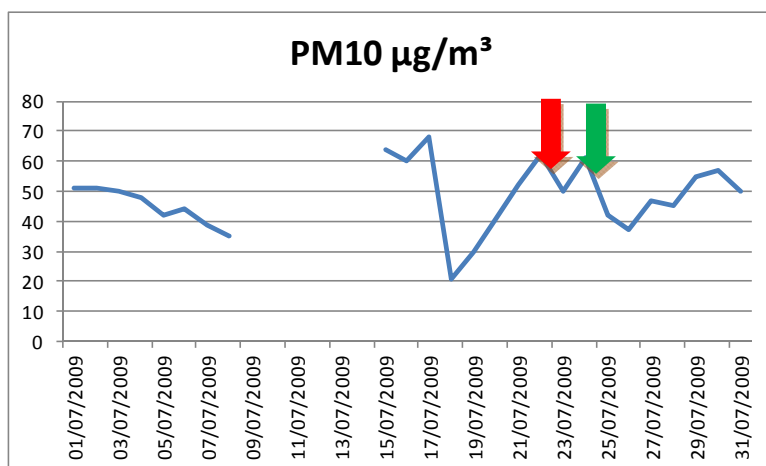
**Figura 5.3.8.4.** Evolución del NO durante el incendio de Onda de 2009 en la estación de L'Alcora



**Figura 5.3.8.5.** Evolución del NO<sub>2</sub> durante el incendio de Onda de 2009 en la estación de L'Alcora

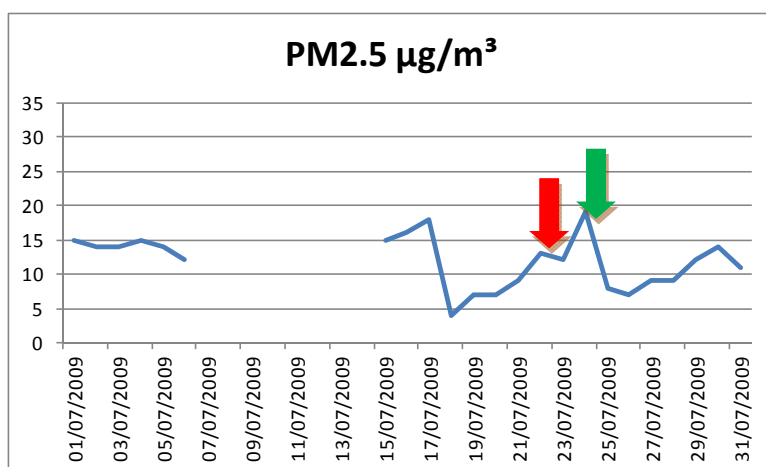
### *Incidencia sobre los niveles de particulado*

En las figuras 5.3.8.6 y 5.3.8.7 se presentan la evolución de los niveles de concentración del particulado PM10 en la estación de l'Alcora durante el incendio de Onda. No se dispone de datos de este contaminante en la estación de Onda. Se observa un ligero aumento de 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de la concentración de este contaminante en la segunda fase del incendio aún estado la estación situada a sotavento predominante.

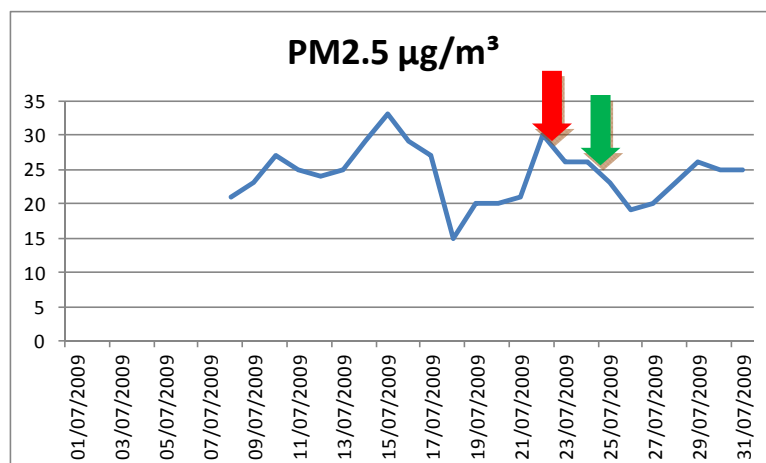


**Figura 5.3.8.6.** Evolución del PM10 durante el incendio de Onda de 2009 en la estación de L'Alcora

La evolución de los niveles de concentración del particulado PM2.5 en las estaciones de l'Alcora y de Onda durante el periodo que duró el incendio de Onda se presentan en las figuras 5.3.8.7 y 5.3.8.8. respectivamente. Al igual que en el caso del contaminante PM10 la concentración de PM2.5 aumenta ligeramente, entorno a 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , en la estación de l'Alcora, aún estando esta estación situada a sotavento predominante, mientras que disminuye en el caso de la estación de Onda.



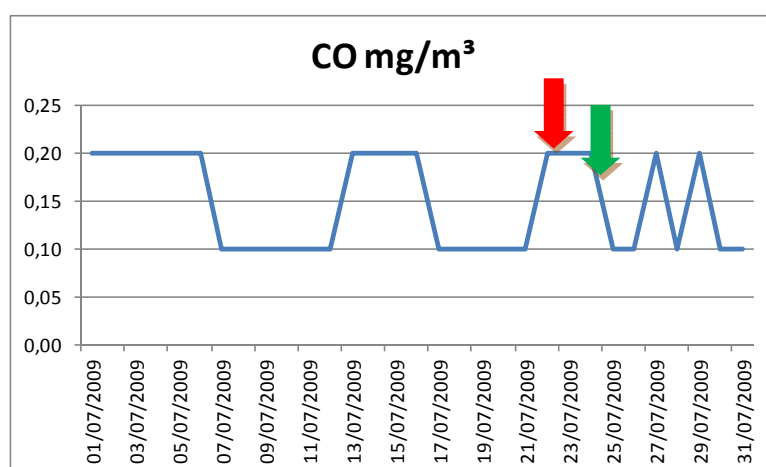
**Figura 5.3.8.7.** Evolución del PM2.5 durante el incendio de Onda de 2009 en la estación de L'Alcora



**Figura 5.3.8.8.** Evolución del PM2.5 durante el incendio de Onda de 2009 en la estación de Onda

### *Incidencia sobre los niveles de CO*

En la figura 5.3.8.9. se presenta la evolución de los niveles de concentración del contaminante CO en la estación de l'Alcora durante el incendio de Onda. No se observan cambios significativos de la concentración de este contaminante, con valor entorno a 0,20 mg/m³ situada a sotavento predominante. No se disponen de datos en la estación de Onda en este periodo.



**Figura 5.3.8.9.** Evolución del CO durante el incendio de l'Alcora de 2009 en la estación de Onda

### *Incidencia sobre los niveles de O<sub>3</sub>*

La evolución de los niveles de concentración de O<sub>3</sub> en las estaciones de de l'Alcora y Onda durante el incendio de Onda se presentan en las gráficas 5.3.8.10 y 5.3.8.11 respectivamente. Donde se observa en los dos casos un ligero aumento de la concentración de este contaminante en las dos estaciones en torno a 20µg/m³ aún estando la estación de l'Alcora situada a sotavento predominante.

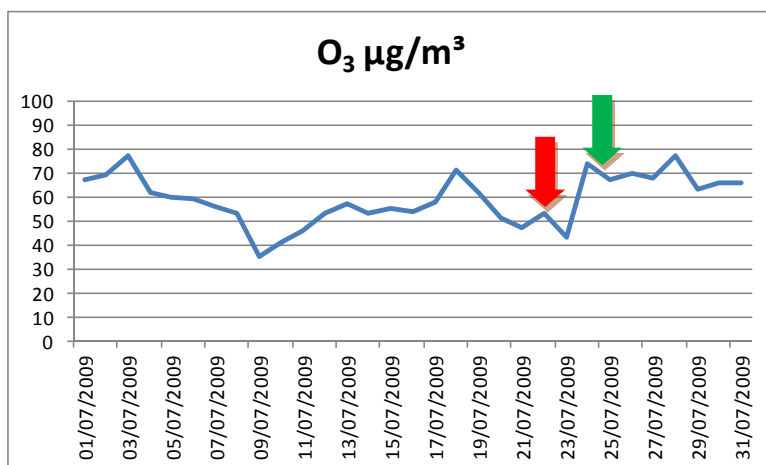


Figura 5.3.8.10. Evolución del O<sub>3</sub> durante el incendio de l'Alcora de 2009 en la estación de Onda

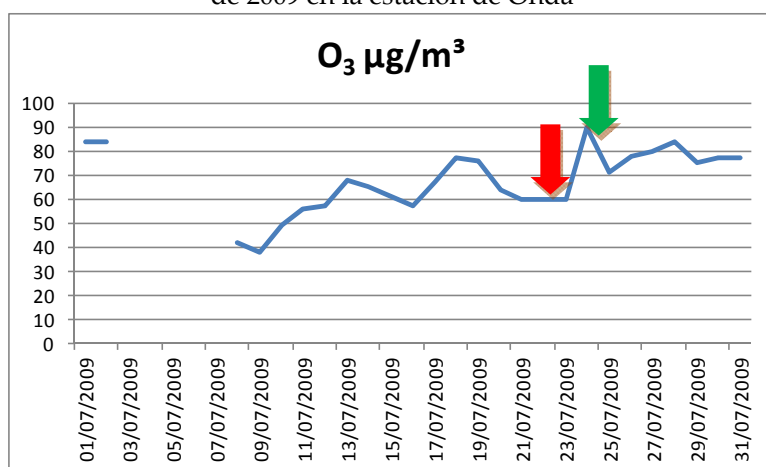


Figura 5.3.8.11. Evolución del O<sub>3</sub> durante el incendio de Onda de 2009 en la estación de Onda

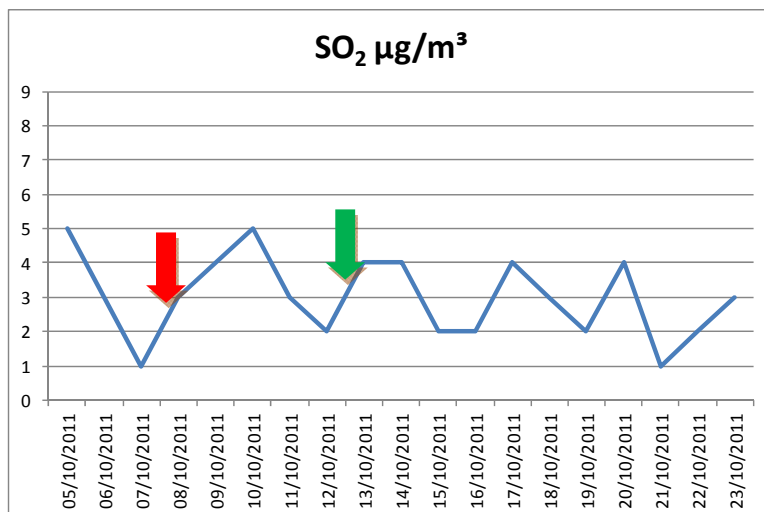
### 5.3.9 Incendio de Albocasser 2011

Las estaciones de control atmosférico más cercanas al área afectada por el incendio de Albocasser son las de Torre Endomench situada al S-SSE del área afectada y la de Villafranca al NW. Se detectaron una velocidad de viento de 90km/h con dirección preferente de componente NW.

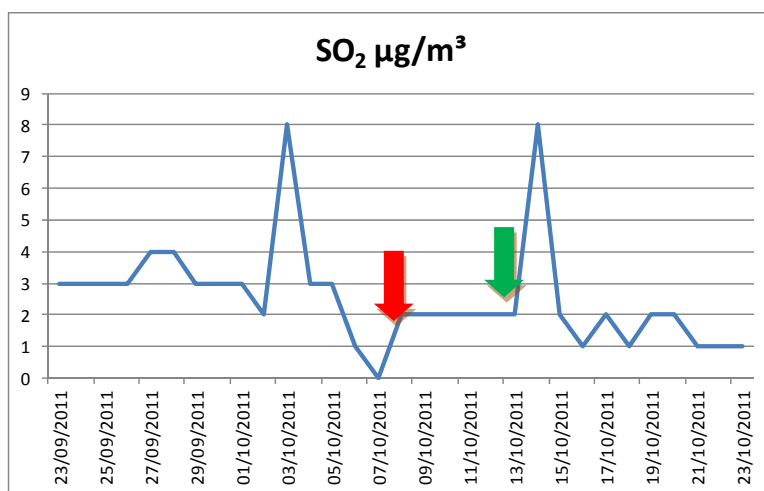
#### *Incidencia sobre los niveles de SO<sub>2</sub>*

En las figuras 5.3.9.1 y 5.3.9.2 se presenta la evolución de los niveles de concentración de SO<sub>2</sub> en las estaciones de Torre Endomench y Villafranca en el periodo que duró el incendio de Albocasser de 2010 respectivamente. Se observa un aumento de la concentración de este contaminante en la estación de Torre Endomench de 2 µg/m<sup>3</sup> en la primera fase del incendio, disminuyendo en la segunda. En la estación de Villafranca no se detectaron cambio en el caso del contaminante SO<sub>2</sub>, siendo la concentración contante entorno a 2 µg/m<sup>3</sup>. Se observa así una incidencia en la estación que está situada en la dirección predominante de viento.





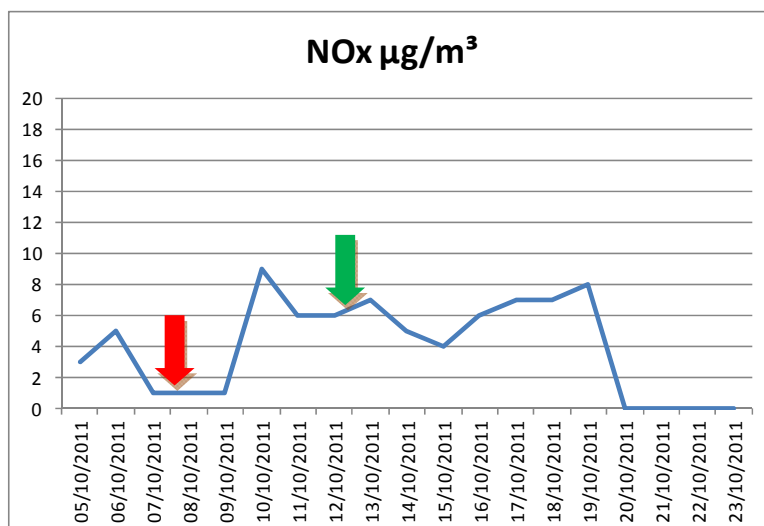
**Figura 5.3.9.1.** Evolución del SO<sub>2</sub> durante el incendio de Albocasser de 2011 en la estación de Torre Endomench



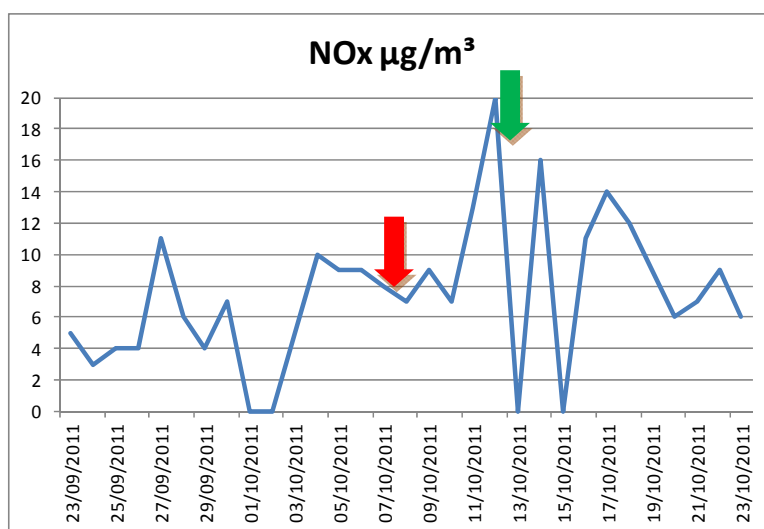
**Figura 5.3.9.2.** Evolución del SO<sub>2</sub> durante el incendio de Albocasser de 2011 en la estación de Villafranca

***Incidencia sobre los niveles de NO<sub>x</sub>, NO, NO<sub>2</sub>***

La evolución de los niveles de concentración de NO<sub>x</sub> en las estaciones de Torre Endomench y Villafranca durante el incendio de Albocasser re presentan en las figuras 5.3.9.3 y 5.3.9.4 respectivamente. En los dos casos se observa un aumento de concentración de este contaminante en el periodo que duró el estudio, de 8µg/m<sup>3</sup> en el caso de la estación de la estación de Torre Endomench y de 12µg/m<sup>3</sup> en la de Villafranca aún estando esta última estación situada a sotavento predominante.

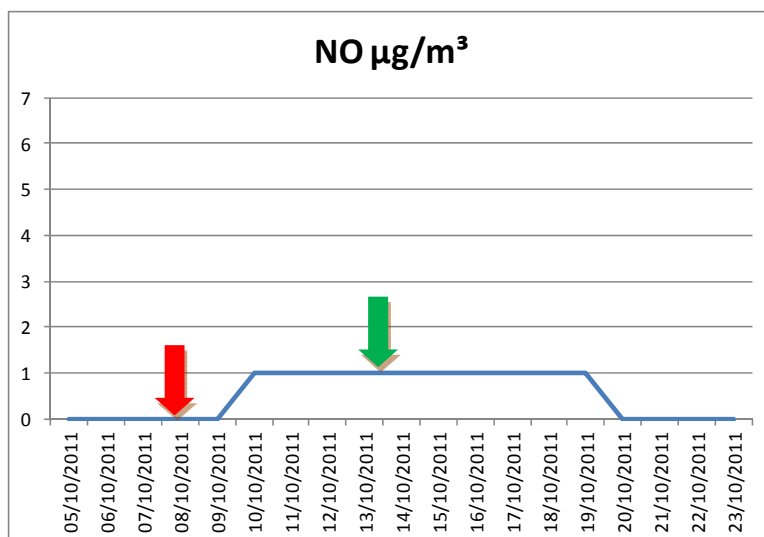


**Figura 5.3.9.3.** Evolución del NOx durante el incendio de Albocasser de 2011 en la estación de Torre Endomench

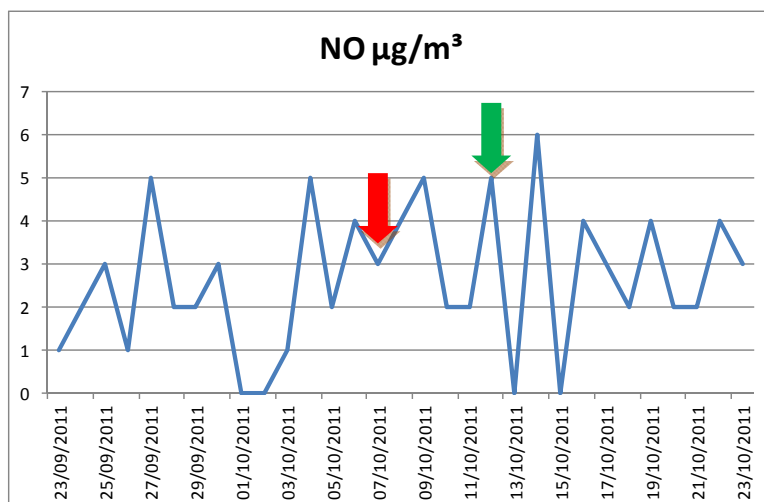


**Figura 5.3.9.4.** Evolución del NOx durante el incendio de Albocasser de 2011 en la estación de Villafranca

Las figuras 5.3.9.5 y 5.3.9.6 presentan la evolución de los niveles de concentración del contaminante NO en las estaciones de Torre Endomench y de Villafranca respectivamente. En las dos estaciones se observa un ligero aumento de la concentración de este contaminante, siendo de  $1\mu\text{g}/\text{m}^3$  en el caso de la estación de Torre Endomench y de  $1,5\mu\text{g}/\text{m}^3$  en el caso de la estación de Villafranca en la primera fase del incendio aún estando situada esta última estación a sotavento predominante.

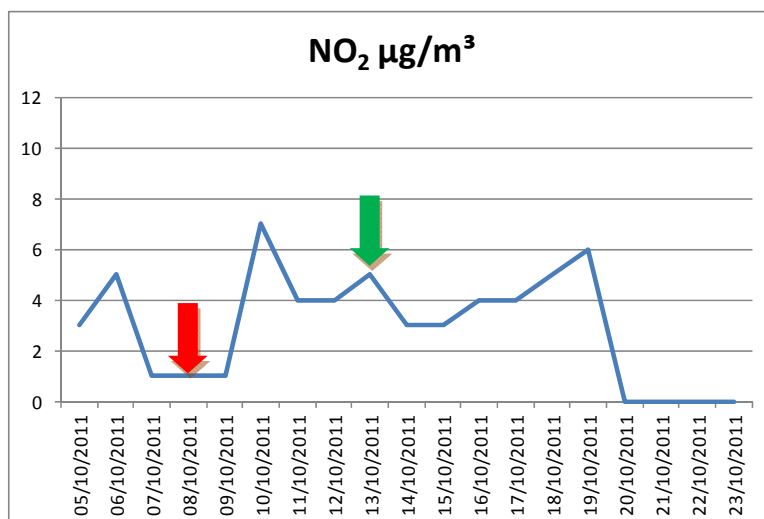


**Figura 5.3.9.5.** Evolución del NO durante el incendio de Albocasser de 2011 en la estación de Torre Endomench

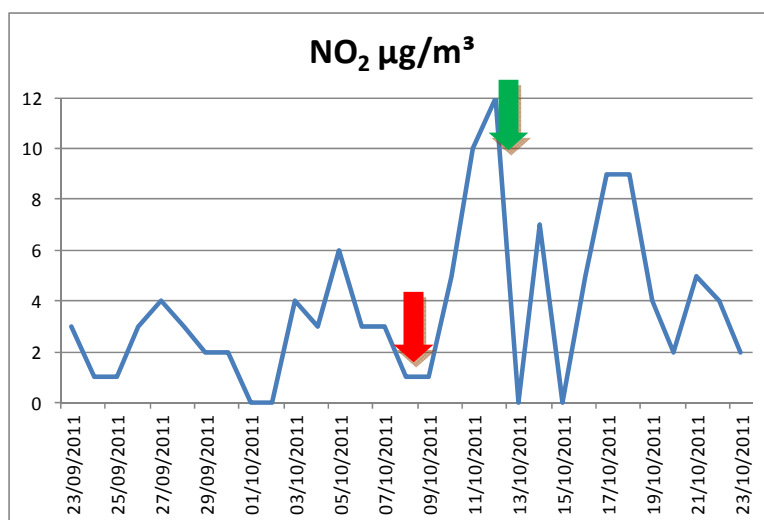


**Figura 5.3.9.6.** Evolución del NO durante el incendio de Albocasser de 2011 en la estación de Villafranca

La evolución de los niveles de concentración de NO<sub>2</sub> en las estaciones de Torre Endomench y de Villafranca durante el incendio de Albocasser se presentan en las figuras 5.3.9.7 y 5.3.9.8 respectivamente. Se observa un aumento de la concentración de este contaminante en las dos estaciones, en torno a 4µg/m<sup>3</sup> en el caso de la estación de Torre Endomench y de 10µg/m<sup>3</sup> en el caso de la estación de Villafranca aún estando esta última estación situada a sotavento predominante.



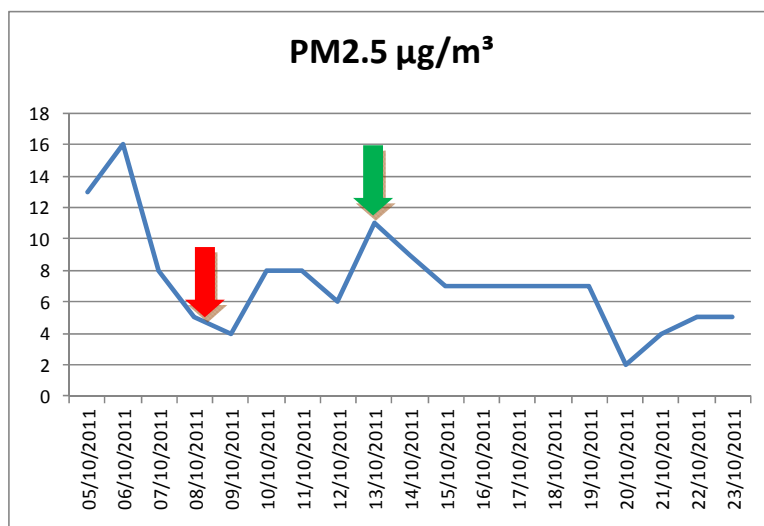
**Figura 5.3.9.7.** Evolución del NO<sub>2</sub> durante el incendio de Albocasser de 2011 en la estación de Torre Endomench



**Figura 5.3.9.8.** Evolución del NO<sub>2</sub> durante el incendio de Albocasser de 2011 en la estación de Villafranca

### *Incidencia sobre los niveles de particulado*

La evolución de los niveles de particulado PM<sub>2.5</sub> de la estación de Torre Endomench durante el incendio de Albocasser se presentan en la figura 5.3.9.9. No se dispone de datos en la estación de Villafranca. Se observa un aumento de la concentración de PM<sub>2.5</sub> entorno a 5µg/m<sup>3</sup>. La estación de Torre Endomench se sitúa en dirección predominante de viento se ahí la incidencia observada.

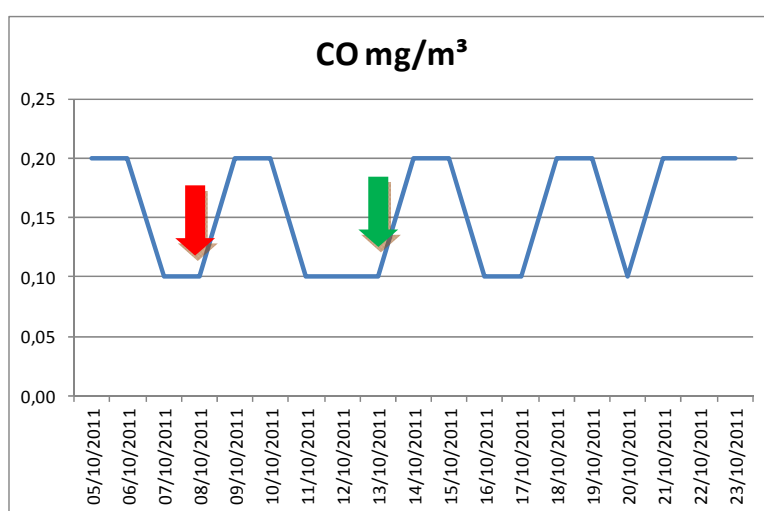


**Figura 5.3.9.9.** Evolución del PM2.5 durante el incendio de Albocasser de 2011 en la estación de Torre Endomech

No se disponen datos de PM10 en estas estaciones en el periodo del incendio de Albocasser.

***Incidencia sobre los niveles de CO***

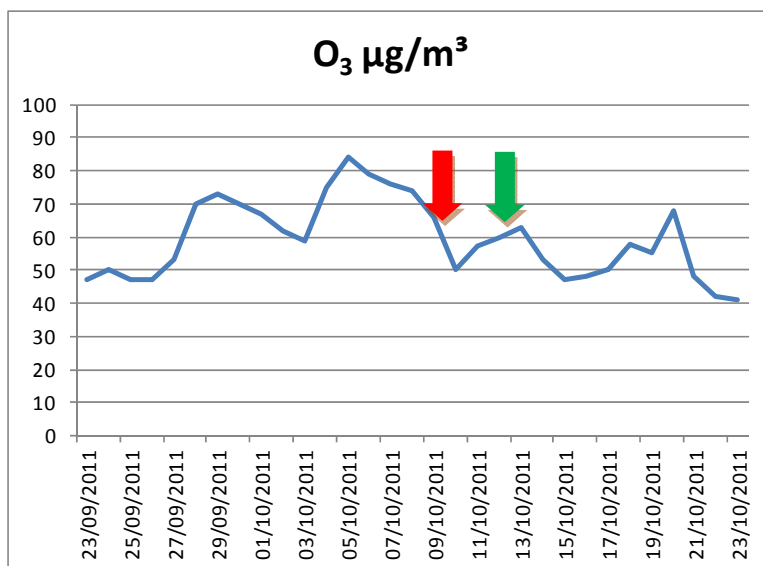
En la figura 5.3.9.10 se presenta la evolución de los niveles de concentración de CO en la estación de Torre Endomech en el periodo que duró el incendio de Albocasser. No se disponen de datos de la estación de Villafranca. Se observa en la primera fase del incendio un ligero aumento de la concentración de CO entorno a 0,1 mg/m³. La incidencia observada no es representativa ya que los niveles de concentración de este contaminante oscilan de manera periódica como se observa en la figura 5.3.9.10.



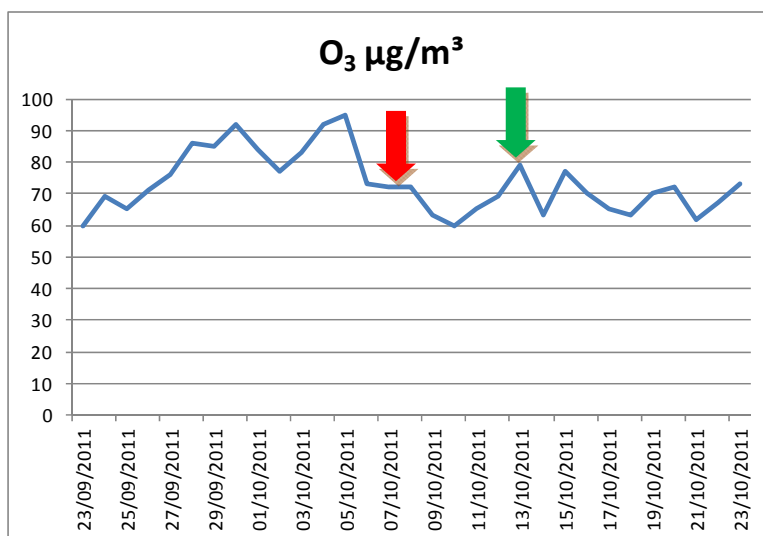
**Figura 5.3.9.10.** Evolución del CO durante el incendio de Albocasser de 2011 en la estación de Torre Endomech

### *Incidencia sobre los niveles de O<sub>3</sub>*

La evolución de los niveles de concentración de O<sub>3</sub> en las estaciones de Torre Endomench y de Villafranca durante el incendio de Albocasser se presentan en las figuras 5.3.9.11 y 5.3.9.12 respectivamente. En los dos casos se observa una disminución de los niveles de este contaminante aún estando la estación de Torre Endomench en dirección predominante de viento.



**Figura 5.3.9.11.** Evolución del O<sub>3</sub> durante el incendio de Albocasser de 2011 en la estación de Torre Endomech



**Figura 5.3.9.12.** Evolución del O<sub>3</sub> durante el incendio de Albocasser de 2011 en la estación de Villafranca

### 5.3.10 Incendio de Andilla 2012

Las estaciones de control atmosférico más cercanas al área afectada por el incendio de Andilla son las de Viver al NE del área afectada, la de Vall d'Uixó al E, la de Sagunto al SE y la de Villar del Arzobispo al S, estas dos últimas ya en la provincia de Valencia. Se detectaron una velocidad de viento de 20km/h con rachas hasta 50 km/h con dirección predominante de componente W.

#### *Incidencia sobre los niveles de SO<sub>2</sub>*

En las figuras 5.3.10.1, 5.3.10.2 y 5.3.10.3 se presenta la evolución de los niveles de concentración de SO<sub>2</sub> en las estaciones de Viver, Villar del Arzobispo y Sagunto durante el incendio de Andilla respectivamente. No se disponen de datos de la estación de Vall d'Uixó en ese periodo. Se observa en el caso de las estaciones de Viver y de Villar del Arzobispo una disminución de este contaminante en el periodo en el que se produjo el incendio, mientras que en la estación de Sagunto se detectó un ligero aumento en torno a 1µg/m<sup>3</sup>, esta estación es la que está situada en la dirección predominante de viento.

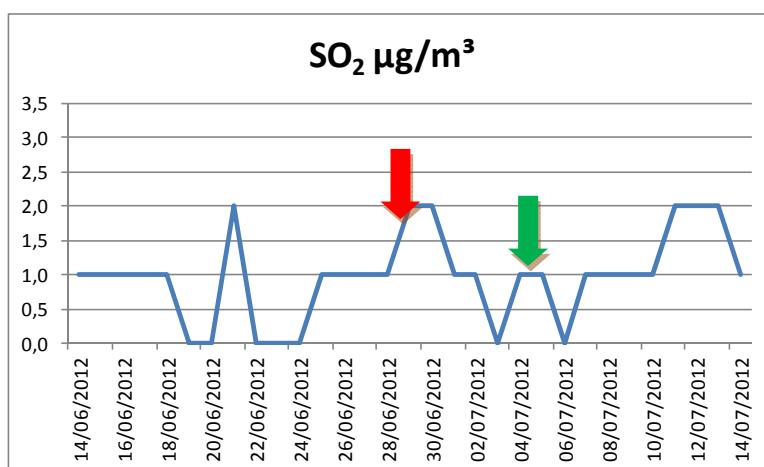


Figura 5.3.10.1. Evolución del SO<sub>2</sub> durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Viver.

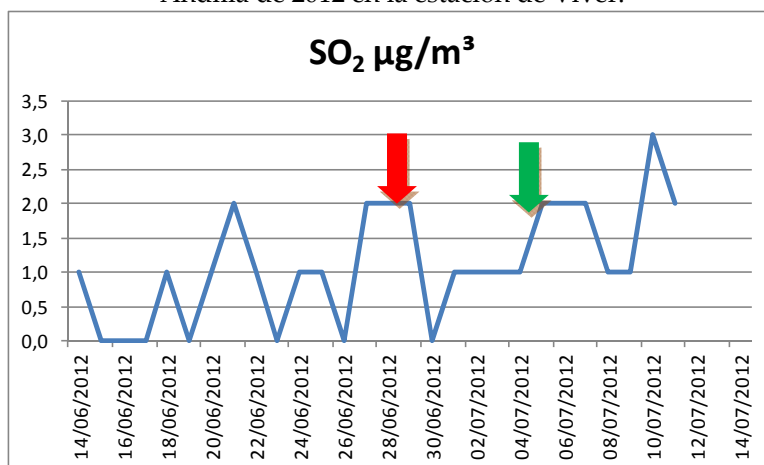


Figura 5.3.10.2. Evolución del SO<sub>2</sub> durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Villar del Arzobispo.

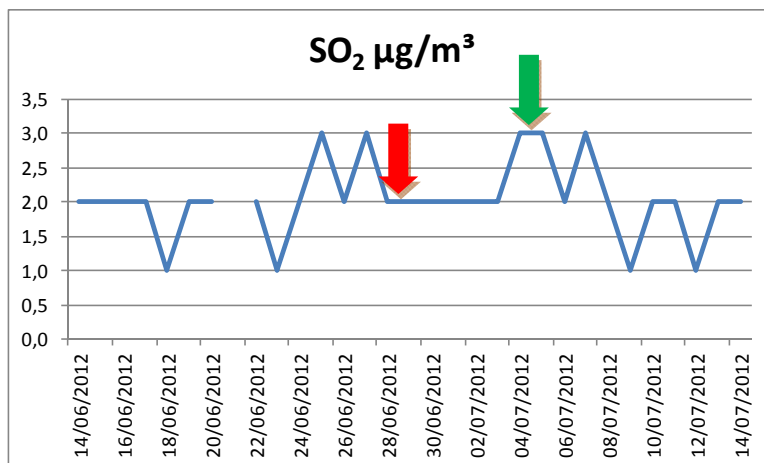


Figura 5.3.10.3. Evolución del SO<sub>2</sub> durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Sagunto.

### *Incidencia sobre los niveles de NO<sub>x</sub>, NO, NO<sub>2</sub>*

La evolución de los niveles de concentración del NO<sub>x</sub> de las estaciones de Viver, Villar del Arzobispo y de Sagunto durante el incendio de Andilla se presentan en las figuras 5.3.10.4, 5.3.10.5 y 5.3.10.6 respectivamente. No se dispone de datos de la estación de Vall d'Uixó en este periodo. Aunque se observan aumentos de concentración de este contaminante en las tres estaciones de control estudiadas en el periodo que duró este incendio se observa en las figuras que la evolución durante el incendio sigue las mismas pautas que días anteriores. La estación que parece estar más afectada es la de Viver.

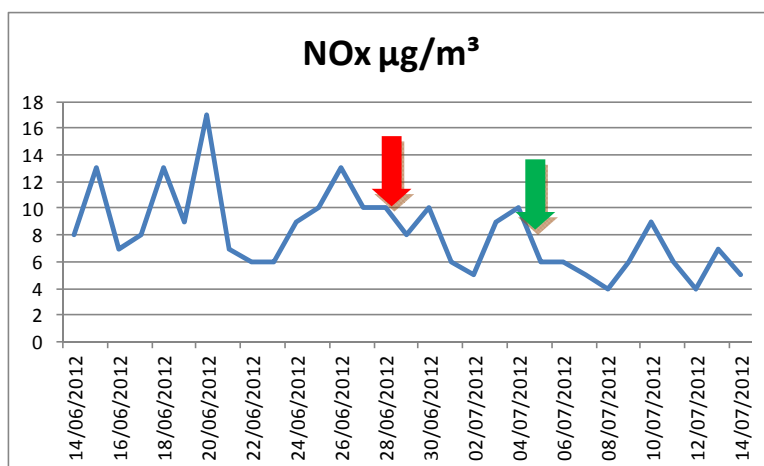
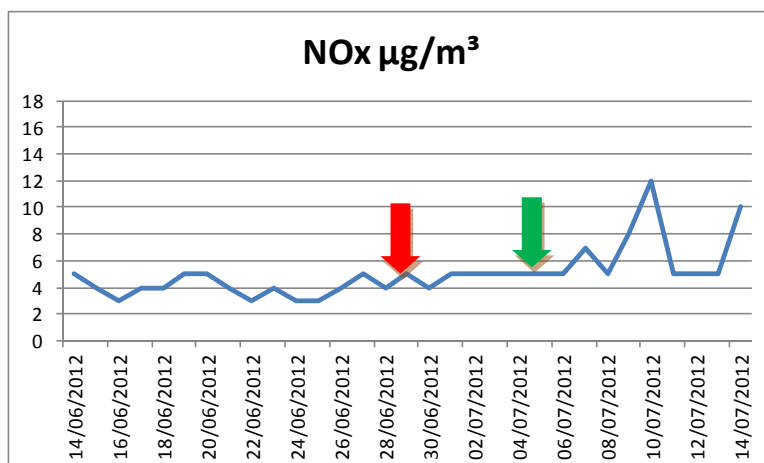
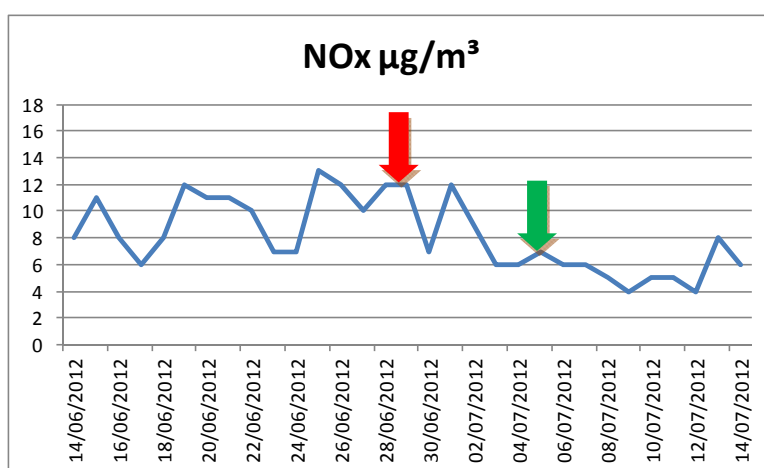


Figura 5.3.10.4. Evolución del NO<sub>x</sub> durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Viver.



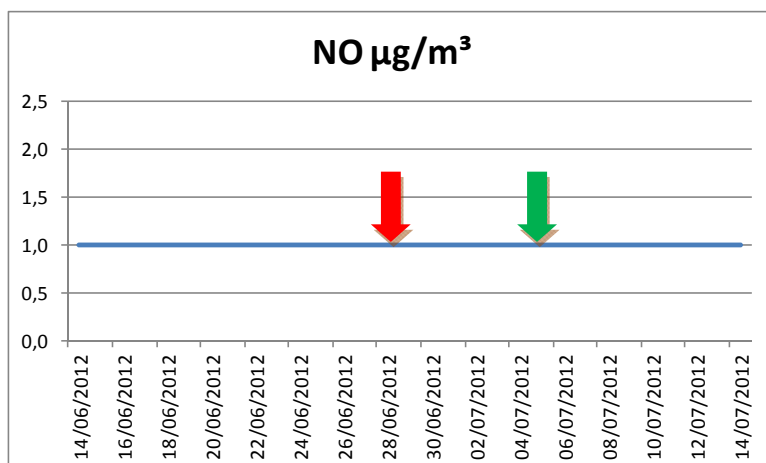


**Figura 5.3.10.5.** Evolución del NOx durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Villar del Arzobispo

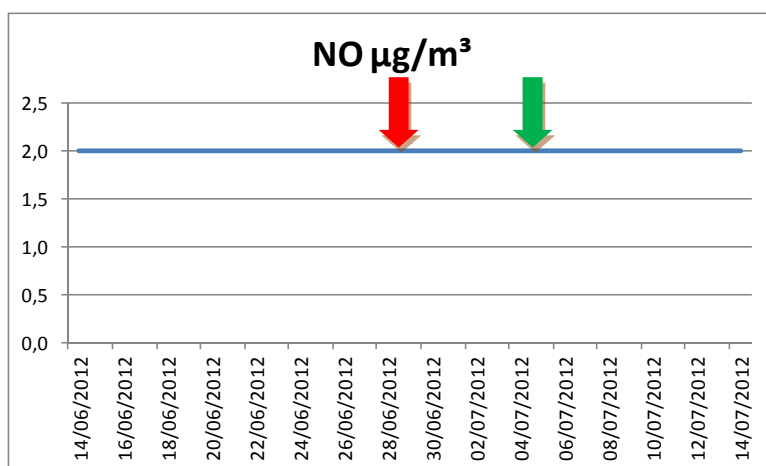


**Figura 5.3.10.6.** Evolución del NOx durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Sagunto

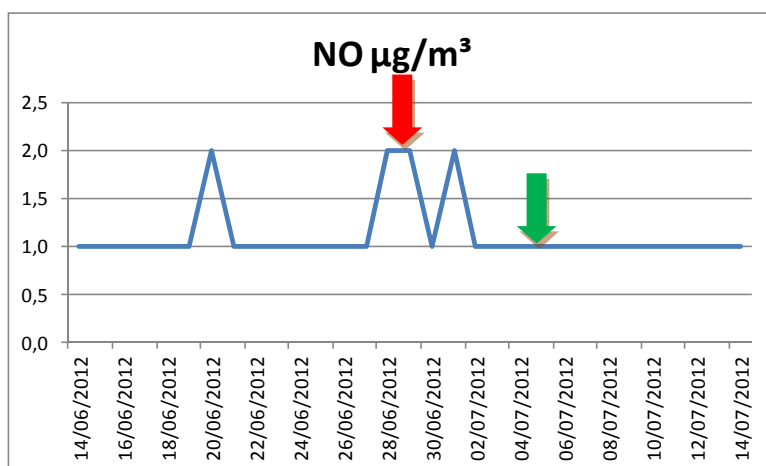
En las figuras 5.3.10.7, 5.3.10.8 y 5.3.10.9 se presenta la evolución de los niveles de concentración de NO en las estaciones de Viver, Villar del Arzobispo y de Sagunto respectivamente. No se dispone de datos de la estación de Vall d'Uixó en este periodo. La concentración de este contaminante permanece constante en las estaciones de Viver y Villar del Arzobispo en el periodo que se produjo el incendio de Andilla, mientras que oscila dentro de una pauta habitual de un  $1\mu\text{g}/\text{m}^3$  en el caso de la estación de Sagunto.



**Figura 5.3.10.7.** Evolución del NO durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Viver

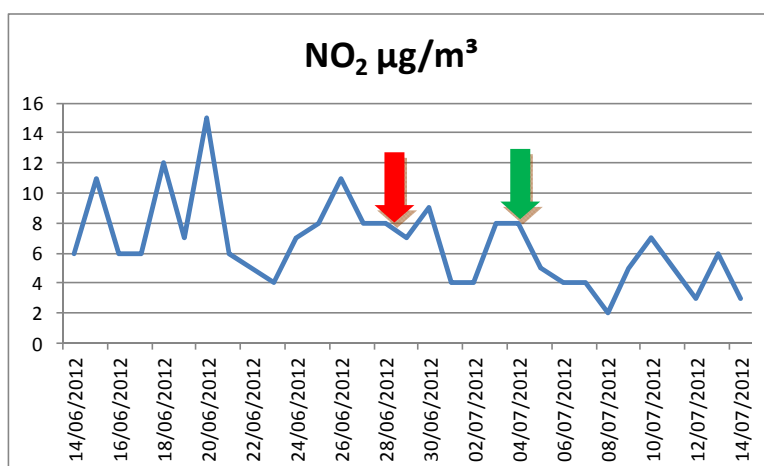


**Figura 5.3.10.8.** Evolución del NO durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Villar del Arzobispo.

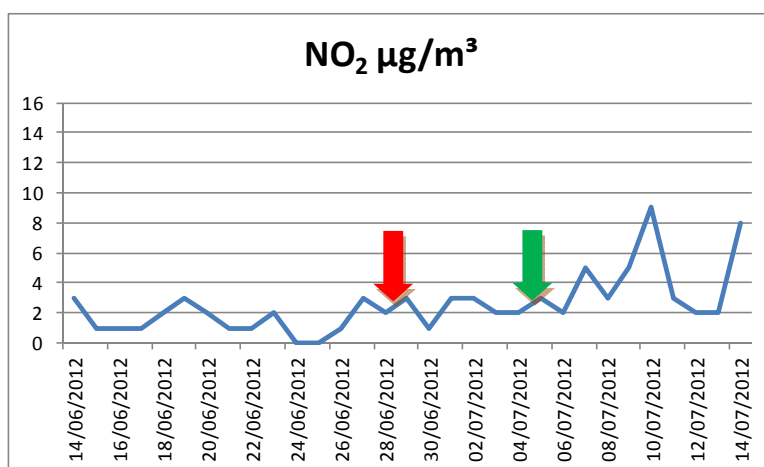


**Figura 5.3.10.9.** Evolución del NO durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Sagunto.

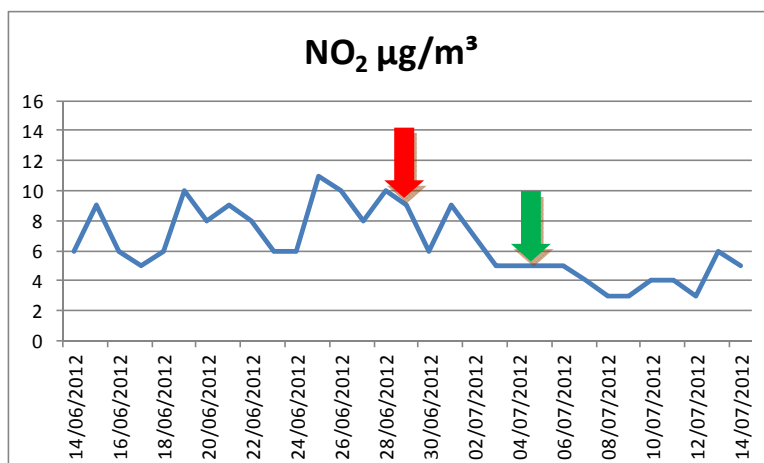
En las figuras 5.3.10.10, 5.3.10.11 y 5.3.10.12 se presenta la evolución de los niveles de concentración de NO<sub>2</sub> durante el periodo que duró el incendio de Andilla en las estaciones de Viver, Villar del Arzobispo y Sagunto respectivamente. No se dispone de datos de la estación de La Vall Duixó en este periodo. Se observa una ligera disminución de los de la concentración de NO<sub>2</sub> en las estaciones de Viver y de Sagunto, mientras que no se detectan cambios significativos en la estación de Villar del Arzobispo.



**Figura 5.3.10.10.** Evolución del NO<sub>2</sub> durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Viver.



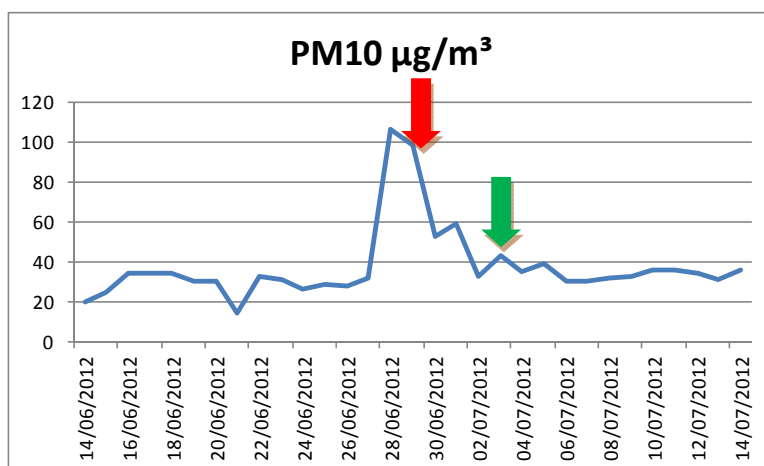
**Figura 5.3.10.11.** Evolución del NO<sub>2</sub> durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Villar del Arzobispo.



**Figura 5.3.10.12.** Evolución del NO<sub>2</sub> durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Sagunto.

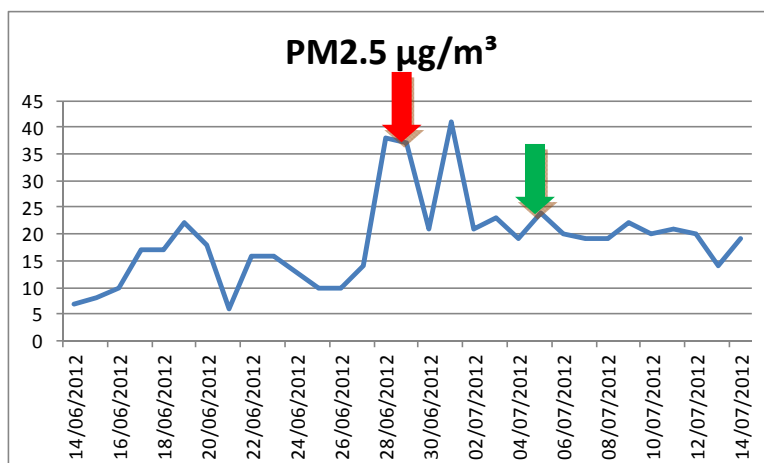
### *Incidencia sobre los niveles de particulado*

La evolución de los niveles de concentración de PM<sub>10</sub> de la estación de Villar del Arzobispo durante el incendio de Andilla se presenta en la figura 5.3.10.13. No se dispone de datos de este contaminante en el resto de estaciones en este periodo.



**Figura 5.3.10.13.** Evolución del PM<sub>10</sub> durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Villar del Arzobispo.

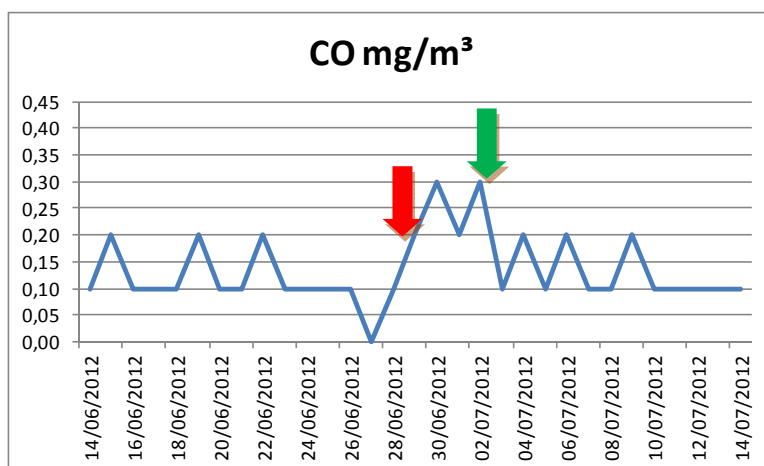
En la figura de 5.3.10.14 se presenta la evolución de los niveles de concentración de PM<sub>2.5</sub> en la estación de Villar de Arzobispo durante el incendio de Andilla. No se dispone de datos de las otras estaciones. Se observa un aumento de los niveles de concentración a mitad del periodo del incendio de 20µg/m<sup>3</sup> sobre el nivel habitual.



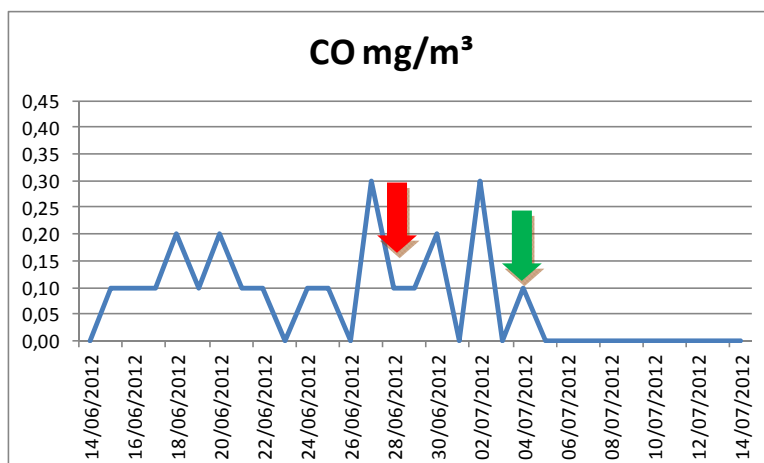
**Figura 5.3.10.14.** Evolución del PM2.5 durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Villar del Arzobispo.

### *Incidencia sobre los niveles CO*

La evolución de los niveles de concentración de CO durante el incendio de Andilla en las estaciones de Viver y Sagunto se presenta en las figuras 5.3.10.15 y 5.3.10.16 respectivamente. No se dispone de datos de la estación de Villar del Arzobispo de este contaminante en este periodo. De observa en el caso de la estación de Viver un aumento de concentración de CO al inicio del incendio entorno a 10 mg/m<sup>3</sup> del valor habitual. En la estación de Sagunto hay un ligero también de aumento también de 10 mg/m<sup>3</sup> de la concentración de este contaminante aunque la pauta es similar a días anteriores disminuyendo el día de la extinción.



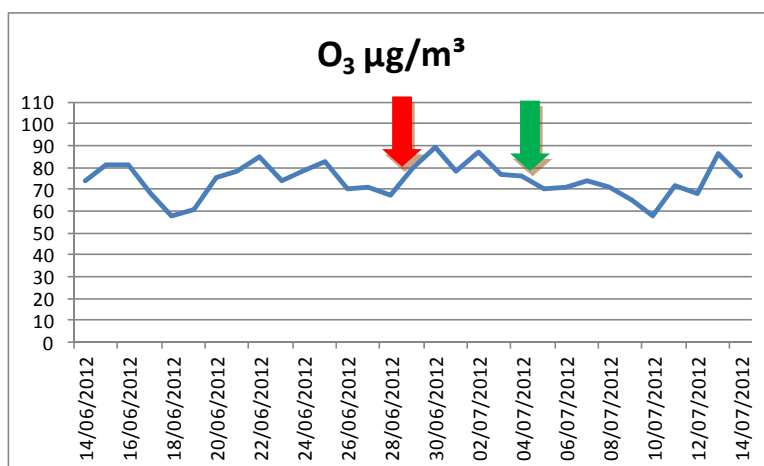
**Figura 5.3.10.15.** Evolución del CO durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Viver.



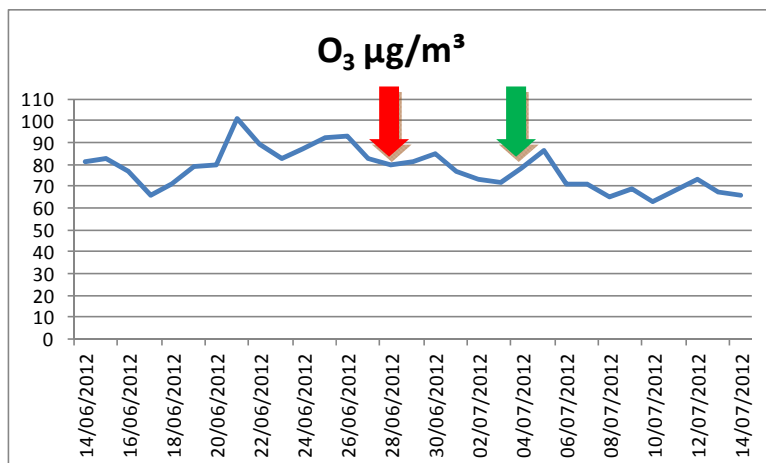
**Figura 5.3.10.16.** Evolución del CO durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Sagunto.

### *Incidencia sobre los niveles O<sub>3</sub>*

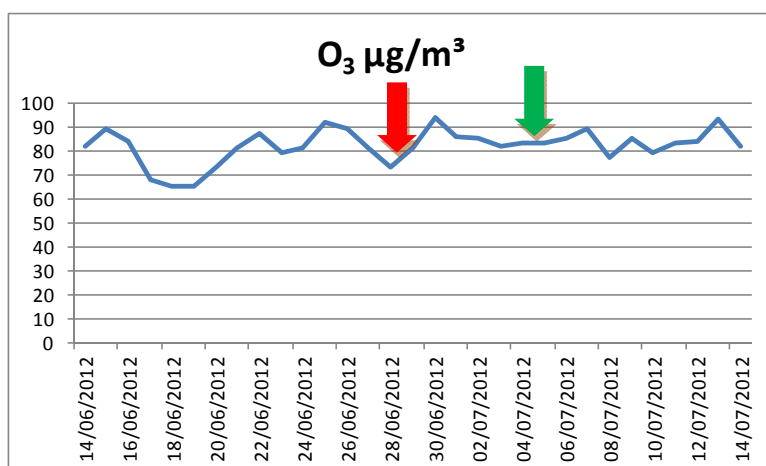
En las figuras 5.3.10.17, 5.3.10.18, 5.3.10.19 y 5.3.10.20 se presenta la evolución de los niveles de concentración de O<sub>3</sub> durante el incendio de Andilla de las estaciones de Viver, La Vall D’uixó, Villar del Arzobispo y de Sagunto respectivamente. Se observa en tres estaciones un aumento de la concentración de este contaminante entorno a 20 µg/m<sup>3</sup> es este periodo, excepto en la Viver que se detecta una disminución.



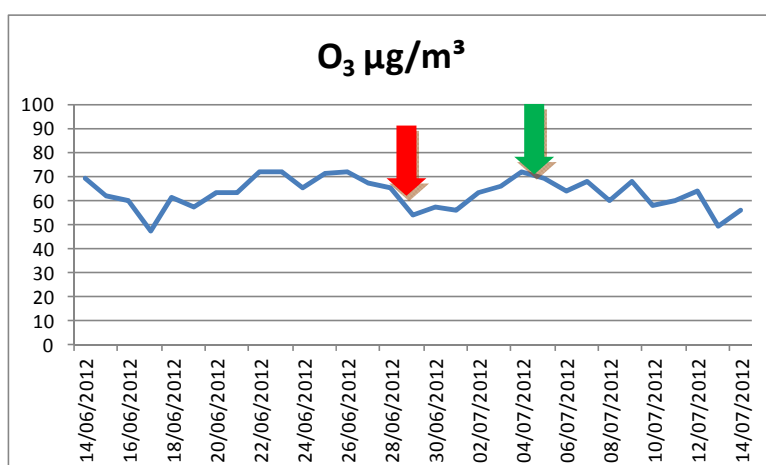
**Figura 5.3.10.17.** Evolución del O<sub>3</sub> durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Viver.



**Figura 5.3.10.18.** Evolución del O<sub>3</sub> durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Viver.



**Figura 5.3.10.19.** Evolución del O<sub>3</sub> durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Villar del Arzobispo.



**Figura 5.3.10.20.** Evolución del O<sub>3</sub> durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Sagunto.

### 5.3.11 Incendio del Prad Torreblanca 2012

La estación de control atmosférico más cercana al área afectada por el incendio del Prad de Torreblanca es la de Benicàssim al SW del área afectada. Se detectó una velocidad de viento de 10km/h con rachas hasta de 70 km/k con dirección SSW predominante.

#### *Incidencia sobre los niveles SO<sub>2</sub>*

La evolución de los niveles de concentración de SO<sub>2</sub> durante el incendio del Prad Torreblanca presentan en la figura 5.3.11.1. Se observa una disminución de la concentración de este contaminante en el periodo que duró el incendio. La estación de control se sitúa a sotavento del área afectada por el incendio.

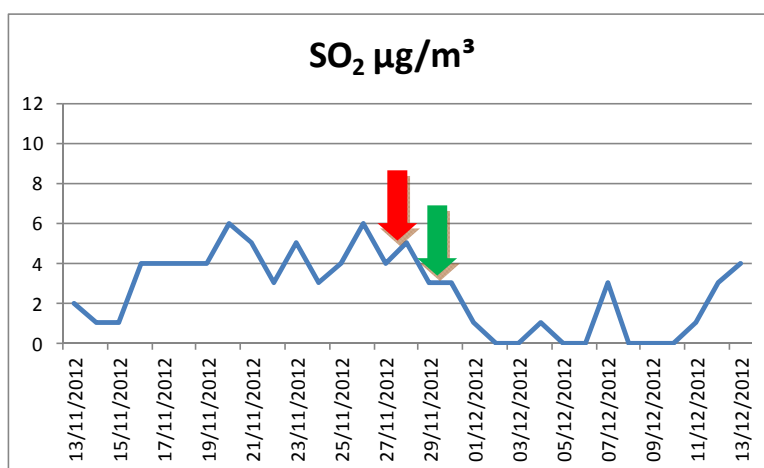
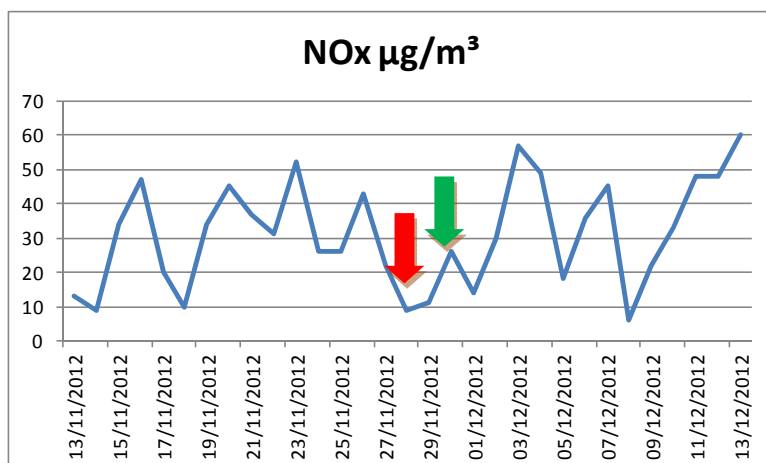


Figura 5.3.11.1. Evolución del SO<sub>2</sub> durante el incendio del Prad de Torreblanca de 2012 en la estación de Benicàssim.

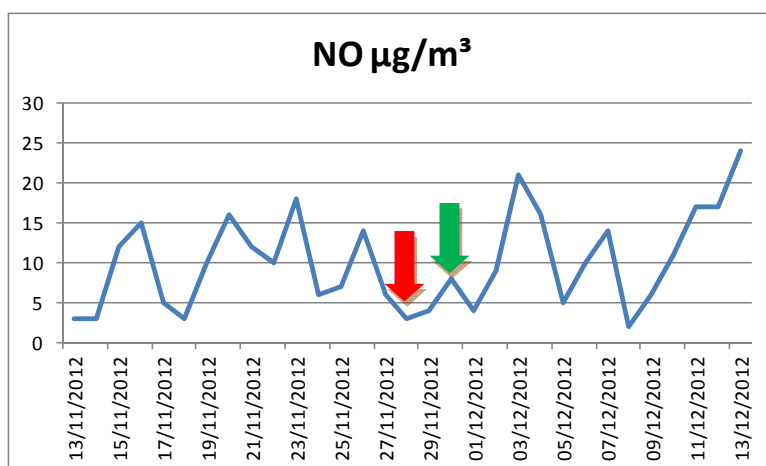
#### *Incidencia sobre los niveles NO<sub>x</sub>, NO y NO<sub>2</sub>*

En las figuras 5.3.11.2, 5.3.11.3 y 5.3.11.4 se presenta la evolución de los niveles de NO<sub>x</sub>, NO y NO<sub>2</sub> respectivamente en la estación de Benicàssim durante el incendio del Prad de Torreblanca. Se observa un ligero aumento en los tres casos durante el periodo del incendio aunque los valores detectados de estos contaminantes están por debajo de los detectados en días anteriores y posteriores a este periodo. La estación de control no ha sido afectada por el incendio al encontrarse a sotavento del área afectada por el incendio.

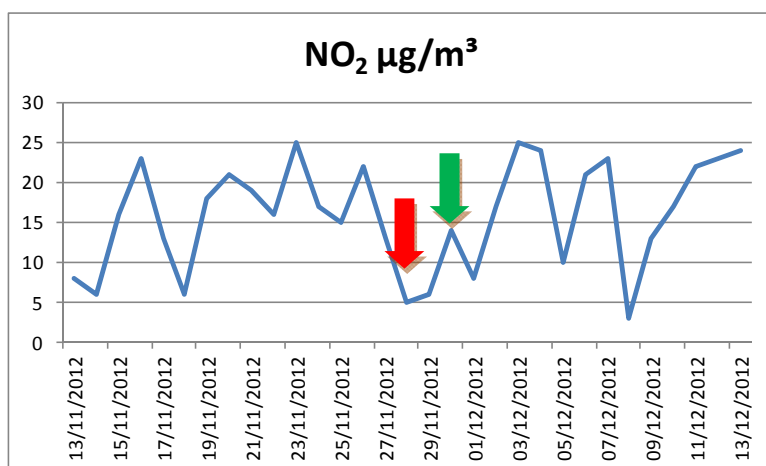




**Figura 5.3.11.2.** Evolución del NO<sub>x</sub> durante el incendio del Prad de Torreblanca de 2012 en la estación de Benicàssim.



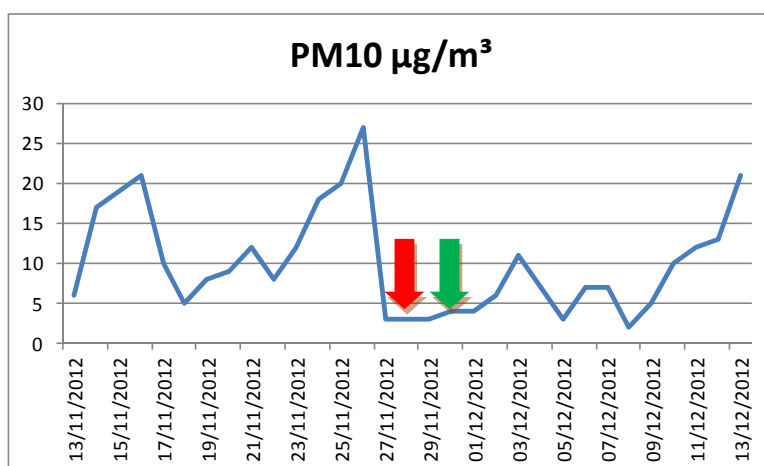
**Figura 5.3.11.3.** Evolución del NO durante el incendio del Prad de Torreblanca de 2012 en la estación de Benicàssim.



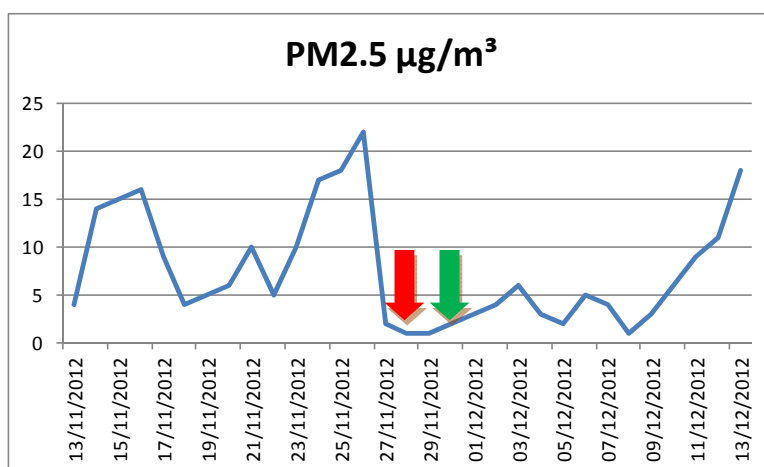
**Figura 5.3.11.4.** Evolución del NO<sub>2</sub> durante el incendio del Prad de Torreblanca de 2012 en la estación de Benicàssim.

### *Incidencia sobre los niveles de particulado*

La evolución de los niveles de concentración del particulado atmosférico PM10 y PM2.5 durante el incendio del Prad de Torreblanca se presentan en las figuras 5.3.11.5 y 5.3.11.6 respectivamente. No se observa aumento de la concentración de partículas en el periodo que duró este incendio, la estación de control está situada a sotavento del área afectada por el incendio.



**Figura 5.3.11.5.** Evolución del PM10 durante el incendio del Prad de Torreblanca de 2012 en la estación de Benicàssim.



**Figura 5.3.11.6.** Evolución del PM2.5 durante el incendio del Prad de Torreblanca de 2012 en la estación de Benicàssim.

### *Incidencia sobre los niveles CO*

En la figura 5.3.11.7 se presenta la evolución de los niveles de concentración de CO en la estación de Benicàssim durante el incendio del Prad de Torreblanca. No se observan cambio de la concentración de este contaminante en el periodo que duró el incendio, la estación de control se sitúa a sotavento del área afectada por el incendio.

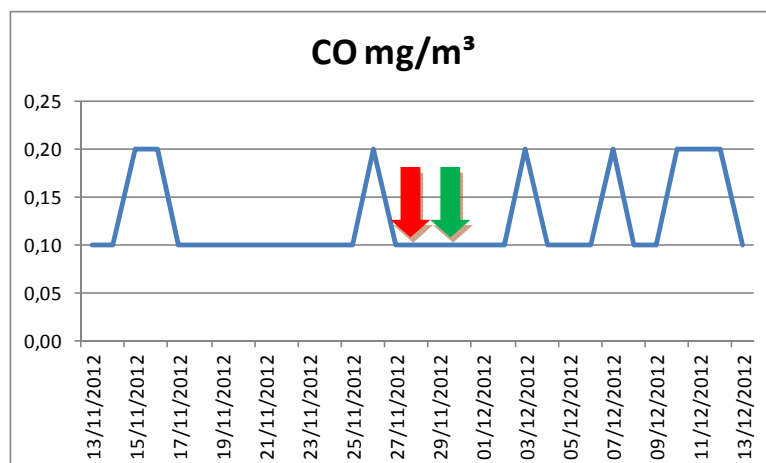


Figura 5.3.11.7. Evolución del CO durante el incendio del Prad de Torreblanca de 2012 en la estación de Benicàssim.

#### 5.4. Discusión de los resultados.

Se ha presentado la evolución de los niveles de concentración de los diferentes contaminantes atmosféricos en estaciones de control cercanas a las zonas afectadas por incendios en el periodo que éstos ocurrieron. Considerando la legislación aplicable de calidad del aire, en estos periodos estudiados se observa que se cumplen los límites establecidos en todas las estaciones de control y para todos los contaminantes que se disponen datos. Por lo que en estos casos no se observan niveles de contaminación preocupantes en cuanto a salud pública. Si bien, si que hay que considerar, a partir de los resultados obtenidos, que los incendios han variado la evolución esperada de los niveles de concentración de los diferentes contaminantes atmosféricos.

A la hora del estudio de la incidencia que provocan los incendios forestales sobre la calidad del aire existen varios factores a tener en cuenta: las dimensiones del incendio, en cuanto al número de hectáreas quemadas, el tipo de combustible, es decir el tipo de vegetación afectada, y las condiciones meteorológicas que determinan la dirección de avance del fuego y la dispersión de los contaminantes. Considerando estos factores se ha constatado que:

- Incendios de menos de 1000has la incidencia es poco notable en zonas con viento a favor.
- Incendios de más de 1000has y menos de 7000has, la incidencia es más notable incluso en zonas a sotavento, especialmente en el caso del contaminante partículas.
- Incendios de grandes dimensiones, más de 7000has, la incidencia es generalizada en todas las direcciones, se ven afectadas incluso estaciones de control remotas.

- Cuando el porcentaje de arbolado quemado es mayor, aún siendo el incendio de poca dimensión, la incidencia es notable también en zonas de sotavento. Por lo que a mayor porcentaje de arbolado mayor es la incidencia sobre la calidad del aire.

## **6. CONCLUSIONES**



En este trabajo de investigación se ha presentado el seguimiento de la contaminación atmosférica durante los incendios forestales de más de 100 hectáreas ocurridos en la provincia de Castellón en el periodo 2007-2012.

Del *estudio de la evolución de los incendios en la provincia de Castellón a través del análisis de indicadores de prevención y extinción* se extrae que:

- En el periodo estudiado 2000-2012 se diferencian tres periodos distintos. En el primero se produce un descenso de los siniestros del año 2000 al 2002. Es a partir de este año y hasta el 2005 cuando el número de siniestros experimenta el mayor aumento. Del 2005 al 2012 el número de siniestros va disminuyendo, pero no de forma progresiva, sucediéndose años con mayor y menor siniestralidad. A parte de las diferencias meteorológicas anuales existentes, este hecho parece estar relacionado con la aplicación por parte del Estado y de las CC.AA. de normas más restrictivas en materia de incendios forestales a partir del nefasto incendio ocurrido en Guadalajara en el 2005.
- Las superficies afectadas fluctúan considerablemente entre años independientemente del número de siniestros producidos. La superficie media afectada por siniestro experimenta un aumento, principalmente por los GIF producidos.
- Respecto a las causas de los incendios forestales en la Provincia de Castellón, los rayos es la problemática principal en el periodo considerado. Casi la mitad de los siniestros se debieron a esta causa natural. Prácticamente el 30% de los siniestros se produjeron por negligencias, siendo ésta la segunda causa de incendios, y casi un 20% fueron intencionados. Es por el elevado número de incendios por causas antrópicas por lo que se considera necesario incidir en las acciones de concienciación a la población y a la aplicación más efectiva de las sanciones previstas para de este modo, ayudar a disminuir esta casuística. En cuanto a los incendios producidos por negligencias, también las campañas de concienciación con mensajes específicos a los colectivos implicados contribuirían a reducir estos siniestros. En esta dirección, profundizar en el análisis de las causas con equipos profesionales multidisciplinares se destaca como una de las tareas más importantes.

- Las causas que mayor superficie afectaron son los siniestros originados por causas antrópicas (negligencias e intencionados) suponen algo más de la mitad de la superficie afectada. El resto de superficie afectada por el fuego se reparte en partes iguales entre los rayos y otras causas.
- La distinción dentro de la superficie forestal entre la superficie arbolada y la vegetación leñosa no arbolada es necesaria, pues aunque más de la mitad de la superficie afectada por los incendios en el periodo estudiado corresponde a vegetación no arbolada, son las masas arboladas las que están directamente relacionadas con la ocurrencia de grandes incendios.
- Al análisis de la ocurrencia de GIF se le debe de dar una especial atención, ya que pese a que su número es muy reducido (0,4% del total de siniestros), la superficie afectada que suponen respecto al total es superior al 75%.
- Los indicadores analizados en el presente estudio se consideran adecuados para la coordinación provincial y la asignación de medios de apoyo por parte de la Administración Autonómica. Además se entiende que su interpretación resulta de gran utilidad para la elaboración de planes de actuación. Sin embargo, información complementaria relativa a dotaciones de medios y presupuestos empleados completaría enormemente los análisis realizados, por lo que se propone como una futura línea de trabajo.

Del *Estudio del impacto de los incendios forestales en la calidad del aire* se extrae que:

- Considerando la legislación aplicable de calidad del aire, se observa que se cumplen los límites establecidos en todas las estaciones de control y para todos los contaminantes que se disponen datos. Por lo que en estos casos no se observan niveles de contaminación preocupantes en cuanto a salud pública. Si bien, si que hay que considerar, a partir de los resultados obtenidos, que los incendios han variado la evolución esperada de los niveles de concentración de los diferentes contaminantes atmosféricos.



- Considerando los factores que inciden sobre la calidad del aire durante los incendios forestales se ha constatado que:
  - Incendios de menos de 1000has la incidencia es poco notable en zonas con viento a favor.
  - Incendios de más de 1000has y menos de 7000has, la incidencia es más notable incluso en zonas a sotavento, especialmente en el caso del contaminante partículas.
  - Incendios de grandes dimensiones, más de 7000has, la incidencia es generalizada en todas las direcciones, se ven afectadas incluso estaciones de control remotas.
  - Cuando el porcentaje de arbolado quemado es mayor, aún siendo el incendio de poca dimensión, la incidencia es notable también en zonas de sotavento. Por lo que a mayor porcentaje de arbolado mayor es la incidencia sobre la calidad del aire.



## **7. BIBLIOGRAFÍA**



Abrutzky, R., Dawidowski, L., Matus, P. and Romero- Lankao, P. (2012) Health Effects of Climate and Air Pollution in Buenos Aires: A First Time Series Analysis. *Journal of Environmental Protection*, 3, 262-271.

Adame, J.A., Hernández-Ceballos, M.A., Bolívar, J.P., De la Morena, B. 2012. Assessment of an air pollution event in the southwestern Iberian Peninsula. *Atmospheric Environment*. 55, 245-256.

Adler, G., Flores, J.M., Abo-Riziq, A., Borrmann S., Rudich, Y. 2011. Chemical, physical, and optical evolution of biomass burning aerosols: a case study. *Atmospheric Chemistry and Physics*. 11, 1491–1503.

Andeweg, B. 2002. Cenozoic tectonic evolution of the Iberian Peninsula: Effects and causes of changing stress fields. 178pp PhD Thesis University Amsterdam.

Andreae, M.O., and Metlet, P. 2001. Emission of trace gases and aerosols from biomass burning. *Global Biogeochemical Cycles*. 15, 955-966

Anttila, P., Makkonen, U., Hellen, H., Kyllonen, K., Leppanen, S., Saari, H., Hakola, H., 2008. Impact of the open biomass fires in spring and summer of 2006 on the chemical composition of background air in south-eastern Finland. *Atmospheric Environment* 42, 6472-6486

Antolín Tomás, C. (1998). El suelo como recurso natural en la Comunidad Valenciana. Generalitat Valenciana.

bin Abas, M.R., Oros, D.R., Simoneit, B.R.T., 2004. Biomass burning as the main source of organic aerosol particulate matter in Malaysia during haze episodes. *Chemosphere* 55 (8), 1089-1095.

Canerot, J. 1974. Reches géologiques aux confins des Chaînes Ibérique et Catalane. Enadimsa ediciones Serie 5, 4, 517pp

Carvalho, A., Monteiro, A., Flannigan, M., Solman, S., Miranda, A.I., Borrego, C. 2011. Forest fires in a changing climate and their impacts on air quality. *Atmospheric Environment* 45, 5545-5553.

Chow J.C. (1995). Measurement methods to determine compliance with ambient air quality standards for suspended particles. *J. Air & Waste Manag. Assoc.*, 45, 320-382.

Crutzen, P.J., Andreae, M.O., 1990. Biomass burning in the tropics: impact on atmospheric chemistry and biogeochemical cycles. *Science* 250, 1669-1678.

Csavina, J., Field, J., Taylor, M.P., Gao, S., Landázuri, A., Betterton, E.A.,duardo Sáez, A.E. 2012. A review on the importance of metals and metalloids in atmospheric dust and aerosol from mining operations. *Science of the Total Environment*. 433, 58–73

Costa, M. 1999. El paisaje vegetal de Castelló. En : La provincia de Castellón. Servicio de Publicaciones diputación de Castellón, pp. 77-88.

DeBell, L.J., Talbot, R.W., Dibb, J.E., Munger, J.W., Fischer, E.V., Frolking, S.E., 2004. A major regional air pollution event in the northeastern United States caused by extensive forest fires in Quebec, Canada. *Journal of Geophysical Research Atmospheres* 109 (D19).

Dutkiewicz, V.A., Husain, L., Roychowdhury, U.K., Demerjian, K.L., 2011. Impact of Canadian wildfire smoke on air quality at two rural sites in NY State. *Atmospheric Environment* 45 (12), 2028-2033.

EEPSEA (1998) The Indonesian Fires and Haze of 1997: The Economic Toll. Economy and Environment Program for SE Asia. Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), Singapur; véase <http://www.idrc.org.sg/eepsea/specialrept/specreptIndofire.htm>

García-Hurtado, E., Pey, J., Baeza, M.J., Carrara, A., Llovet, J., Querol, X., Alastuey, A., Vallejo, V.R. 2013. Carbon emissions in Mediterranean shrubland wildfires: An experimental approach. *Atmospheric Environment* 69, 86-93.

GFMC (1999a) Global Fire Monitoring Center, véase <http://www.uni-freiburg.de/fireglobe>

Giglio, L., Descloides, J., Justice, C., Kaufman, Y. (2003). An enhanced contextural fire detection algorithm for MODIS. *Remote Sensing of Environment* 87,2736-282

Houghton, R.A., Hackler, J.L., Lawrence, K.T., 1999. The U.S. carbon budget contributions from land-use change. *Science* 285, 574-578.

Jaffe, D.A. and Wigder N.L. 2012. Ozone production from wildfires: A critical review. *Atmospheric Environment*. 51, 1-10.

Jimenez, J.,Wu, C.-F., Claiborn, C., Gould, T., Simpson, C.D., Larson, T., Liu, L.J.S., 2006. Agricultural burning smoke in eastern Washington e part I: atmospheric characterization. *Atmospheric Environment* 40, 639-650

- Jordán, M.M., Montero, M.A., Pina, S., García-Sánchez, E., 2009. Mineralogy and distribution of Cd, Ni, Cr, and Pb in Biosolids-Amended Soils From Castellón Province (NE Spain). *Soil Science* 174 (N°1), 1–7.
- Kato, S., Pochanart, P., Hirokawa, J., Kajii, Y., Akimoto, H., Ozakib, Y., Obib, K., Katsuno, T., Streets, D.G., Minko, N.P., 2002. The influence of Siberian forest fires on carbon monoxide concentrations at Happo, Japan. *Atmospheric Environment* 36, 385–390.
- Keywood, M.D., Ayers, G.P., Gras, J.L., Boers, R., Leong, C.P., 2003. Haze in the Klang Valley of Malaysia. *Atmospheric Chemistry and Physics* 3, 591-605.
- Koe, L.C.C., Arellano, A.F., McGregor, J.L., 2001. Investigating the haze transport from 1997 biomass burning in Southeast Asia: its impact upon Singapore. *Atmospheric Environment* 35 (15), 2723-2734.
- Lioussé, C., Andrea, M.O., Artaxo, P., Barbosa, P.M., Cachier, H., et al (2004) Deriving global quantitative estimates for spatial and temporal distributions of biomass burning emissions. En: Granier, C., Artaxo, P., Reeves CE. (Eds). *Emissions of atmospheric trace compounds* Springer, New York. Pp71-114.
- Marini-Bettòlo, G.B. 1986. Chemical reactions in the atmosphere and their impact on human health and animal life. In: *Chemical events in the atmosphere and their impact on the environment*. Eds. Marini-Bettòlo G.B. Elsevier. Città del Vaticano. Italy. 607-621.
- Michael, C., Lioussé, C., Grégoire, J.M., Tankey, K., Carmichael, G.R., Woo, J.H. 2005. Biomass burning emissions inventory from burnt area data given by SPOT-Vegetation satellite for TRACE-Pand ACE Asia case campaigns. *Journal of Geophysical Research*. 110, D09304.
- McMichael, A.J., Woodruff, R.E. and Hales, S. 2006. Climate change and human health; present and future risk. *Lancet*, 367, 859-869.
- Monks, PS., Granier, C., Fuzzi, S., Stohlf, A., Williams, M.L., et al. 2009. Atmospheric composition change – global and regional air quality. *Atmospheric Environment* 43, 5268–5350
- Nance J. D., Hobbs P. V., Radke L. F. (1993) Airborne measurements of gases and particles from an Alaskan wildfire, *Journal of Geophysical Research*, 98, 14873-14882.

Niemi, J.V., Tervahattu, H., Vehkamäki, H., Martikainen, J., Laakso, L., Kulmala, M., Aarnio, P., Koskentalo, T., Sillanpää, M., Makkonen, U., 2005. Characterization of aerosol particle episodes in Finland caused by wildfires in Eastern Europe. *Atmospheric Chemistry and Physics* 5, 2299-2310.

Pérez-Benito D.; Rubio S. (1999) *Comprehensive analytical chemistry: Environmental Analytical chemistry Vol XXXII*. Ed. Elsevier.

Pio, C.A., Legrand, M., Alves, C.A., Oliveira, T., Afonso, J., Caseiro, A., Puxbaum, H., Sanchez-Ochoa, A., Gelencser, A., 2008. Chemical composition of atmospheric aerosols during the 2003 summer intense forest fire period. *Atmospheric Environment* 42, 7530-7543.

Roca-Pérez, L., Gil, C., Cervera, M.L., González, A., Ramos, J., Pons, V., Boluda, R., 2010. Se, Li, Sr, As, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, V, Zn, Fe, Mn and Ba contents in some Mediterranean soils. *Journal of Geochemical Exploration*. doi:10.1016/j.gexplo.2010.08.004

Saarikoski, S., Sillanpää, M., Sofiev, M., Timonen, H., Saarnio, K., Teinila, K., Karppinen, A., Kukkonen, J., Hillamo, R., 2007. Chemical composition of aerosols during a major biomass burning episode over northern Europe in spring 2006: experimental and modelling assessments. *Atmospheric Environment* 41, 3577-3589.

Sanfeliu, T. y Belart, C. (1985): Aportació a la Geologia de la Plana d'Orpesa-Cabanes- Torreblanca. *Treballs de la Societat Catalana de Biologia*. V. 37. Barcelona, 93-99. A

Sanfeliu, T. y Martín Martín, J. D. (1999). Estructura y litoestratigrafía, en: *La Provincia de Castellón*, Servicio de Publicaciones de la Diputació de Castelló, Castelló, 31-40.

Simmonds, P., Manning, A., Derwent, R., Ciais, P., Ramonet, M., Kazan, V., Ryall, D., 2005. A burning question. Can recent growth rate anomalies in the greenhouse gases be attributed to large-scale biomass burning events? *Atmospheric Environment* 39, 2513-2517.



Singh, H., Anderson, B., Brune, W., Cai, C., Cohen, R., Crawford, J.H, Cubison, M.J., Czech, E.P., Emmons, L., Fuelberg, H.E., Huey, G., Jacob, D.J., Jimenez, J.L., Kaduwela, A., Kondo, Y., Mao, J., Olson, J.R., Sachse, G.W., Vay, S.A., Weinheimer, A., Wennberg, P.O., Wisthalerm, A., the ARCTAS Science Team , 2010. Pollution influences on atmospheric composition and chemistry at high northern latitudes: boreal and California forest fire emissions. *Atmospheric Environment* 44, 4553-4564.

Singh, H.B., Cai, C., Kaduwel, A., Weinheimer, A., Wisthaler, A. 2012. Interactions of fire emissions and urban pollution over California: Ozone formation and air quality simulations. *Atmospheric Environment* 56, 45-51.

Sitch, S., Cox, P., Collins, W., Huntingford, C., 2007. Indirect radiative forcing of climate change through ozone effects on the land-carbon sink. *Nature* 448, 791-794

Sivakumar, M.V.K. 2007. Interactions between climate and desertification. *Agricultural and forest Meteorology*, 42, 143-155

Soriano, A., Pallares, S., Pardo, F., Vicente, A.B., Sanfeliu, T., Bech J. 2012 Deposition of heavy metals from particulate settleable matter in soils of an industrialized area. *Journal of Geochemical Exploration* 113:36-44

Trell Escudero et al., 1981 Mapa Geológico de España 1:50000 hoja número 52 (Villahermosa del Río) 2ª Serie IGME. Servicio de publicaciones Ministerio de Industria. Madrid. 22p.

Tuñón, J., 2000. Tesis doctoral. Determinación experimental del balance hídrico del suelo y evaluación de la contaminación asociada a las prácticas agrícolas. Castellón de la Plana: Universitat Jaume I.

Urbanski, S.P., Hao, W.M., Barker, S., 2009. Chemical composition of wildland fire emissions. In: Bytnerowicz, A., Arbaugh, M., Riebau, A., Andersen, C. (Eds.), *Developments in Environmental Science*, vol. 8. Elsevier B.V (Chapter 4).

Vera, J.A. 2004. *Geología de España*. Sociedad Geológica de España. Instituto Geológico y Minero de España.

Vicente, A.B., Sanfeliu, T. and Jordán, M.M.2011. Comparison between Industrial-Urban and Rural particle stations in a ceramic cluster (NE, Spain). *Water, Air and Soil Pollution*, 215, 83-96.

Ward, T.J., Smith, G.C., 2005. The 2000/2001 Missoula Valley PM<sub>2.5</sub> chemical mass balance study, including the 2000 wildfire season e seasonal source apportionment. *Atmospheric Environment* 39 (4), 709-717

Wark, K., Warner, C.F. (2000) Contaminación atmosférica. Origen y control. Ed. Limusa S.A. Balderas, Mexico. Pp27.

Zhang, X., Hecobian, A., Zheng, M., Frank, N.H., Weber, R.J., 2010. Biomass burning impact on PM<sub>2.5</sub> over the southeastern US during 2007: integrating chemically speciated FRM filter measurements, MODIS fire counts and PMF analysis. *Atmospheric Chemistry and Physics* 10, 6839-6853