



Seguimiento de la contaminación atmosférica durante incendios forestales en la provincia de Castellón

Autor: Ana Belén Vicente Fortea

Institución: Universidad Jaume I de Castelló

Otros autores: Juan Antonio de los Santos Gómez (Universidad Jaume I de Castelló); Francisco Pardo Fabregat (Universidad Jaume I de Castelló); Teófilo Sanfeliu Montolio (Universidad Jaume I de Castelló)

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. Visto desde el estudio del impacto ambiental que se produce 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.

Del estudio 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 1.000ha la incidencia es poco notable en zonas con viento a favor; incendios de más de 1.000ha y menos de 7.000ha, la incidencia es más notable incluso en zonas a sotavento, especialmente en el caso del contaminante partículas; incendios de grandes dimensiones, más de 7.000ha, la incidencia es generalizada en todas las direcciones, se ven afectadas incluso estaciones de control remotas; cuando el porcentaje de arbolado quemado es mayor, aun 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.

Palabras clave: Contaminación atmosférica, incendios forestales, salud pública

Introducción

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) (*lluvia ácida, efecto invernadero, smog fotoquímico, degradación de la capa de ozono* (McMichael *et al.*, 2006, 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*).

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-Benito & 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 el caso de las fuentes de emisión naturales destacan los *incendios forestales* base del presente trabajo de investigación.

El impacto de los incendios forestales en sistemas abiertos, p. e. la atmósfera, se origina por 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 se debe a los gases y a 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 CO₂ y H₂O (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, particularmente importantes, sino que son 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 & Metlet, 2001).

Generalmente 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 N₂O, NO y CO (Urbanski *et al.*,

2009), que se han considerado como de mayor interés en la contaminación ambiental. Durante los incendios, 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 (O₃) a partir de sus precursores (Sitch *et al.*, 2007; Carvalho *et al.*, 2011), los compuestos orgánicos volátiles no metálicos, el monóxido de carbono (CO), los óxidos de nitrógeno (NO_x), en menor medida el metano (CH₄) y la luz solar (Jaffe y Widger, 2012).

Numerosos estudios muestran el impacto de los incendios forestales sobre la calidad del aire en Norte América (DeBell *et al.*, 2004; Zhang *et al.*, 2010; Dutkiewicz *et al.*, 2011), en Europa (Saarikoski *et al.*, 2007; 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 aumentarán 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 (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).

Dada la importancia de los incendios forestales como fuente de emisión de contaminantes a la atmósfera, el objetivo principal del este trabajo 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* que implica los objetivos secundarios: 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, y los factores que determinan la influencia de los incendios forestales sobre la calidad del aire para posibles alertas de salud a la población.

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. Tiene una gran diversidad de paisajes, ya que en ella, litoral, planas sedimentarias y agrestes y tortuosas montañas forman un conjunto diverso (Costa, 1999). Ocupa una superficie de 666.225,89ha, de las que el 60% (399.148,91ha) son de uso forestal y de

estas, un 40,8% (162.686,07ha) de monte arbolado. Alrededor del 82% de la superficie forestal está en manos privadas. En la figura 1 se presenta la vegetación arbórea predominante en la provincia de Castellón.

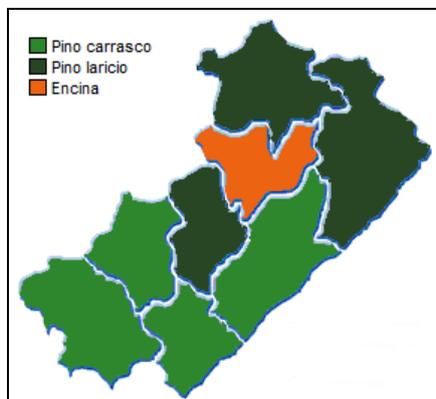


Figura 1. Vegetación arbórea predominante en la provincia de Castellón

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 500mm 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 600mm en muchas zonas. La humedad relativa en el clima castellonense se mantiene entre valores anuales del 65 al 75% y con un régimen anual que oscila poco en torno a esos valores

Metodología

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 hecha en laboratorios de determinados parámetros, dando así cumplimiento a los requisitos normativos actuales en cuanto a gestión y evaluación de la calidad del aire ambiental.

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 relativa a la calidad en aire ambiente (Directiva 2008/50/CE, traspuesta al Real Decreto 102/2011).

Descripción de los incendios

En la tabla 1 se presentan los datos más relevantes referentes a los incendios forestales estudiados.

Tabla 1: Datos incendios forestales estudiados.

Incendio	Inicio	Extinción	Hectáreas afectadas	Distribución hectáreas afectadas	Dirección viento predominante
Culla	07/03/2007	13/03/2007	428,16	61% arbolado 39% matorral	NNW
Gaibiel	07/03/2007	13/03/2007	1044,83	39% arbolado 61% matorral	NW
Borriol	08/03/2007	10/03/2007	160,34	30% arbolado 70% matorral	N
Cervera Maestre	08/03/2007	10/03/2007	150,84	27% arbolado 73% matorral	NW
Les Useres	28/0/2007	07/09/2007	7481,70	6% arbolado 71% matorral 23% agrícola	SW
Cabanes	31/0/2007	01/04/2008	274,15	100% marjal	NNE
Segorbe	23/07/2009	26/07/2009	1026,72	54% arbolado 27% matorral 19% agrícola	NW
Onda	23/07/2009	25/07/2009	316,63	64% arbolado 10% matorral 26% agrícola	NW
Albocàsser	08/10/2010	13/10/2010	171,29	67% matorral 33% agrícola	NW
Andilla	29/06/2012	05/07/2012	20945,10	94% forestal 6% agrícola	W
Prat Torreblanca	28/11/2012	30/11/2012	205,16	99% marjal 1% agrícola	SSW

Incidencia sobre los niveles de concentración de los contaminantes atmosféricos.

En este apartado se estudia la evolución de los niveles de concentración de los diferentes contaminantes disponibles a lo 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 seleccionado 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 una flecha roja que indica el inicio del incendio y verde que indica el día de su extinción.

Incendio de Culla

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 SO₂

En la gráfica 2 se presenta la evolución de los niveles de concentración del contaminante SO₂ 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.

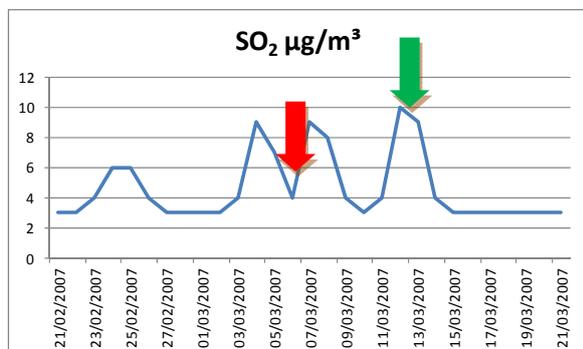


Figura 2. Evolución del SO₂ durante el incendio de Culla 2007 en la estación Villafranca

Se observa una concentración media diaria de SO₂ el día del incendio en torno a 8µg/m³, 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/m³, durante estos días el incendio estaba controlado pero no extinguido. El día de su extinción se volvió a alcanzar valores en torno al 10µg/m³. En días posteriores la concentración de este contaminante bajó a 3µg/m³. Al estar Villafranca a sotavento predominante no se apreció aumento de concentración en esta estación

Incidencia sobre los niveles de NOx, NO, NO₂

La evolución de los niveles de concentración de NOx en la estación de Villafranca durante el periodo del incendio de Culla se presenta en la gráfica 3 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 10µg/m³ en el periodo en el que se produjo el incendio. Una vez extinguido, los niveles de concentración de este contaminante vuelven a bajar.

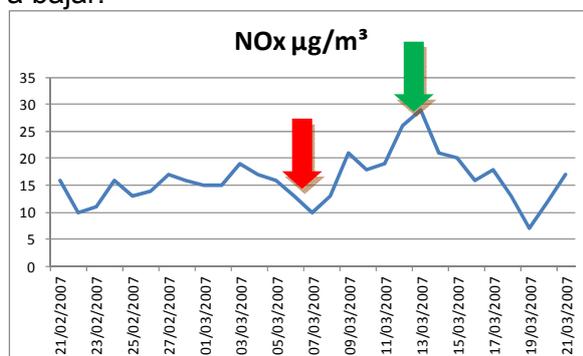


Figura 3. Evolución de NOx durante el incendio de Culla 2007 en la estación Villafranca

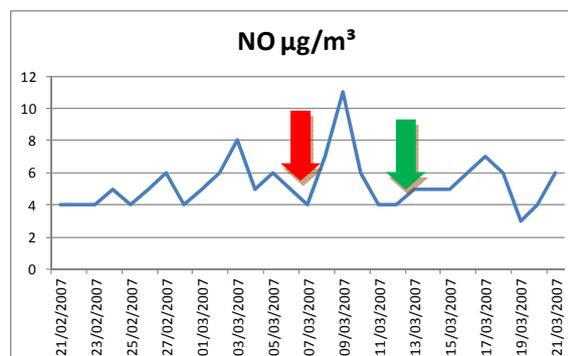


Figura 4. Evolución del NO durante el incendio de Culla 2007 en la estación Villafranca

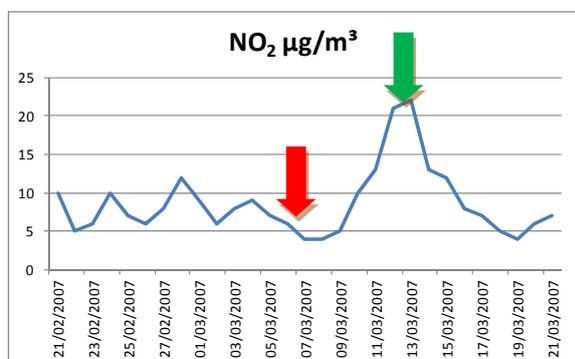


Figura 5. Evolución del NO₂ durante el incendio de Culla 2007 en la estación Villafranca

En las gráficas 4 y 5 se presentan de forma más concreta los niveles de concentración de los dos NOx más tóxicos, el NO y el NO₂ 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. Aun 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

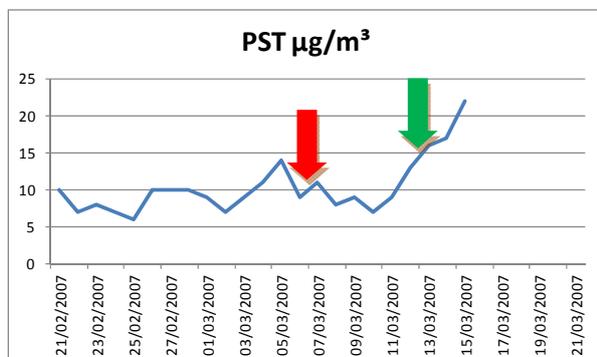


Figura 6. Evolución del PST durante el incendio de Culla en 2007 en la estación de Villafranca

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

Incidencia sobre los niveles de O₃

En el caso del contaminante O₃ 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 7 y 8. Se observa un ligero aumento de 10µg/m³ en los niveles de concentración de O₃ en el caso de la estación de Villafranca y un aumento más notable de 40µg/m³ 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.

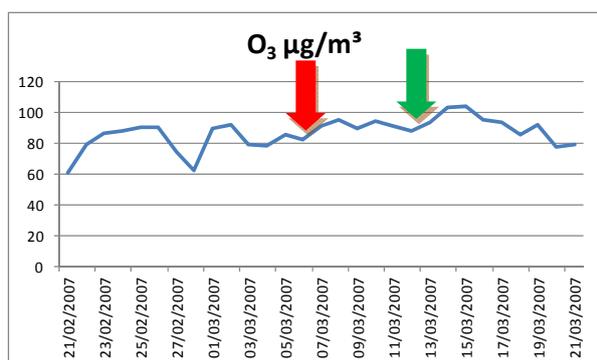


Figura 7. Evolución del O₃ durante el incendio de Culla 2007 en la estación Villafranca

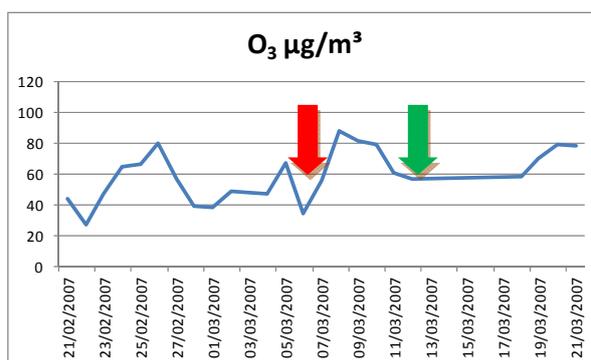


Figura 8. Evolución del O₃ durante el incendio de Culla 2007 en la estación Torre Endomenech

Incendio de Gaibiel

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 O₃ en el periodo en el que se produjo este incendio. Se detectaron vientos de hasta 105km/h de dirección NW.

Incidencia sobre los niveles de O₃

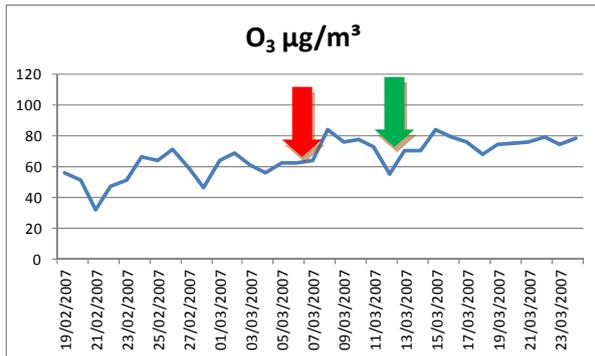


Figura 9. Evolución del O₃ durante el incendio de Gaibiel 2007 en la estación de Viver

En la gráfica 9 se presenta la evolución del contaminante O₃ en la estación de Viver en el periodo en el que se produjo el incendio. Se observa un aumento de los niveles de concentración de este contaminante en los dos primeros días de incendio, a partir de los cuales al controlarse el incendio, 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

Incendio de Borriol

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 dirección predominante N y con una velocidad de 90km/h.

Incidencia sobre los niveles de SO₂

La evolución del contaminante SO₂ en las dos estaciones más cercanas al incendio de Borriol de 2007 se presenta en las gráficas 10 y 11. 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.

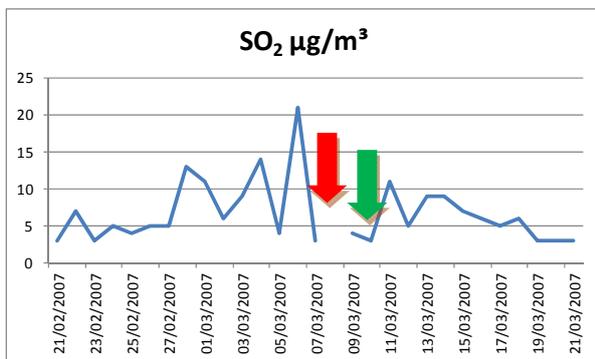


Figura 10. Evolución del SO₂ durante el incendio de Borriol 2007 en la estación de Castellón Penyeta

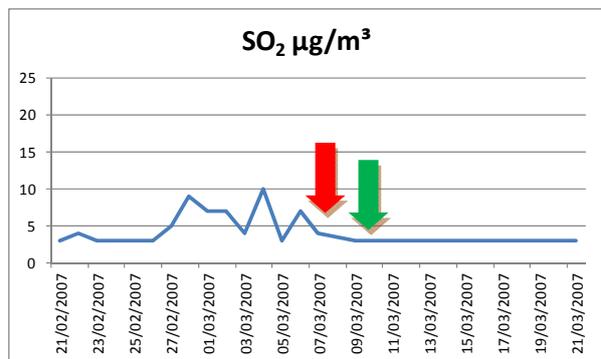


Figura 11. Evolución del SO₂ durante el incendio de Borriol 2007 en la estación de Benicàssim.

Incidencia sobre los niveles de NOx, NO, NO₂

Las gráficas de la 12 a la 17 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 SO₂, 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.

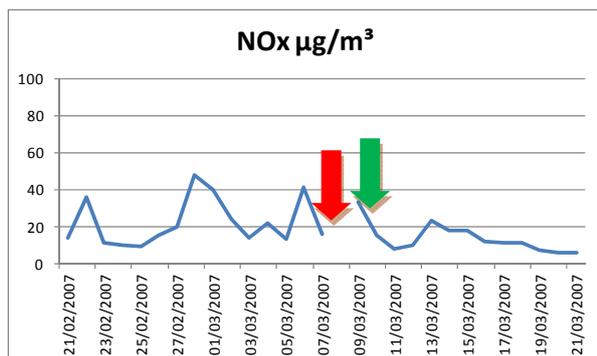


Figura 12. Evolución del NOx durante el incendio de Borriol 2007 en la estación de Castellón Penyeta.

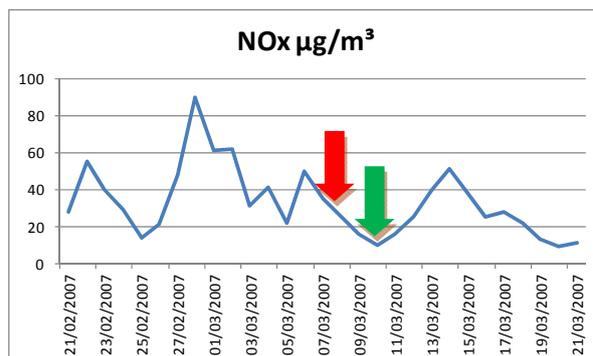


Figura 13. Evolución del NOx durante el incendio de Borriol 2007 en la estación de Benicàssim.

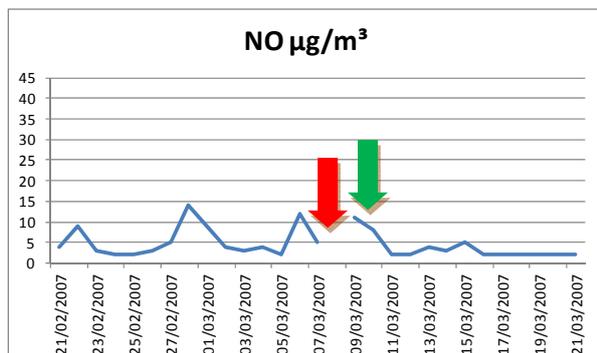


Figura 14. Evolución del NO durante el incendio de Borriol 2007 en la estación de Castellón Penyeta

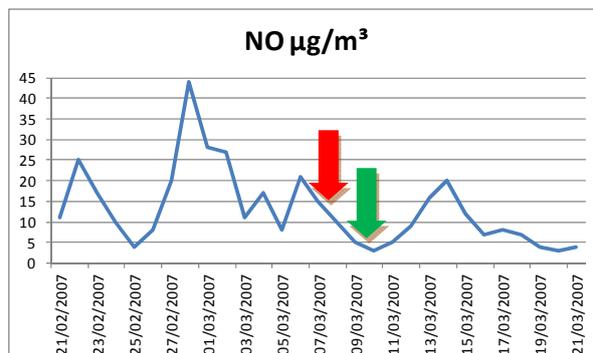


Figura 15. Evolución del NO durante el incendio de Borriol 2007 en la estación de Benicàssim.

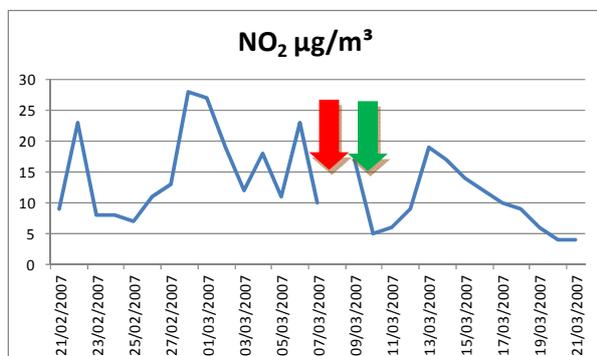


Figura 16. Evolución del NO₂ durante el incendio de Borriol 2007 en la estación de Castellón Penyeta.

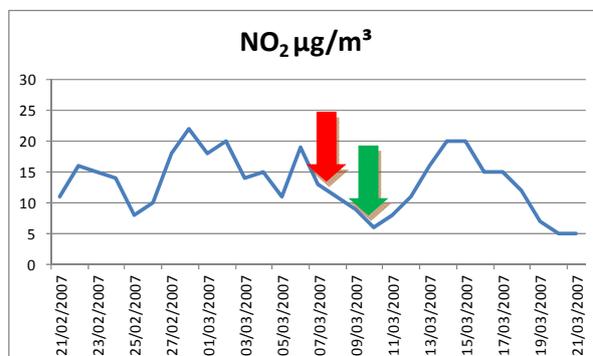


Figura 17. Evolución del NO₂ durante el incendio de Borriol 2007 en la estación de Benicàssim.

Al estar las dos estaciones a 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 18 y 19 se presenta la evolución de los niveles de concentración de las fracciones del particulado atmosférico PM10 y PM2.5 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 en torno a $5\mu\text{g}/\text{m}^3$ en la segunda fase del incendio y en días posteriores a su extinción aun estando esta estación a sotavento predominante.

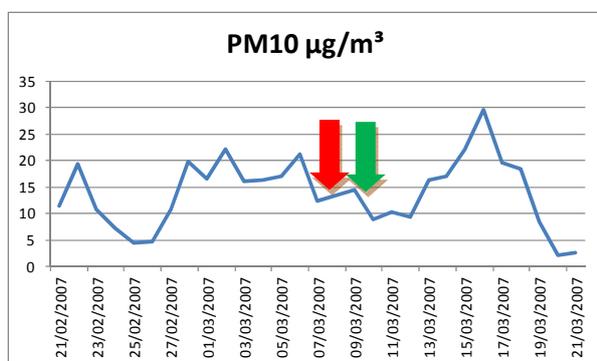


Figura 18. Evolución del PM10 durante el incendio de Borriol 2007 en la estación de Benicàssim.

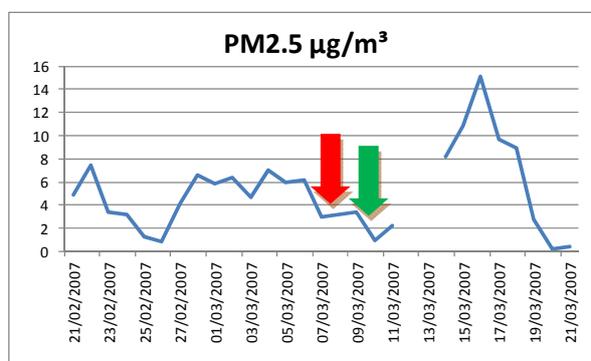


Figura 19. Evolución del PM2.5 durante el incendio de Borriol 2007 en la estación de Benicàssim.

Incidencia sobre los niveles de O₃

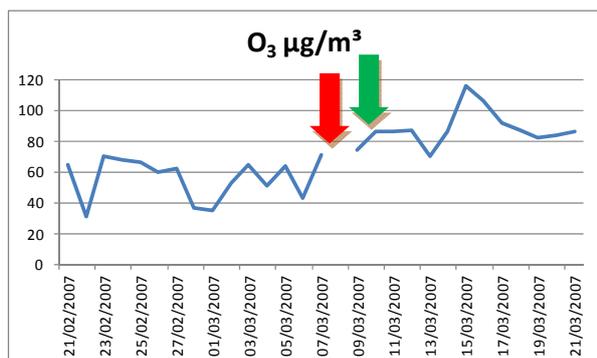


Figura 20. Evolución del O₃ durante el incendio de Borriol 2007 en la estación de Castellón Penyeta

La evolución de los niveles de concentración del contaminante O₃ en la estación de Castellón Penyeta se presenta en la gráfica 20. 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 $20\mu\text{g}/\text{m}^3$ en los niveles de concentración de O₃ en el periodo estudiado aun estando situada la estación de control a sotavento predominante.

Incendio de Cervera del Maestre

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 SO₂

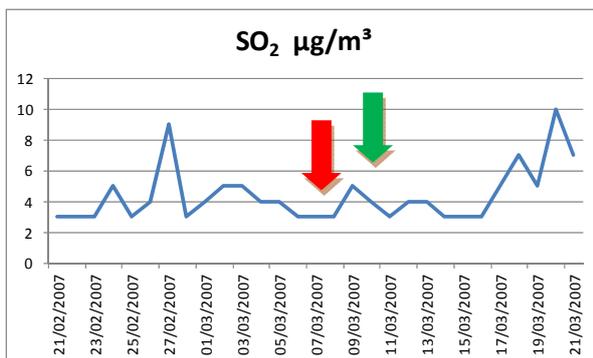


Figura 21. Evolución del SO₂ durante el incendio de Cervera de Maestre 2007 en la estación de Sant Jordi.

En la gráfica 21 se presentan la evolución de los niveles de concentración de SO₂ en la estación de control atmosférico más cercana al área del incendio. Se observa un ligero aumento de 2µ/m³ 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

Incidencia sobre los niveles de NO_x, NO, NO₂

La evolución de los niveles de concentración de los óxidos de nitrógeno en la estación más cercana al incendio se presenta en las figuras 22, 23 y 24.

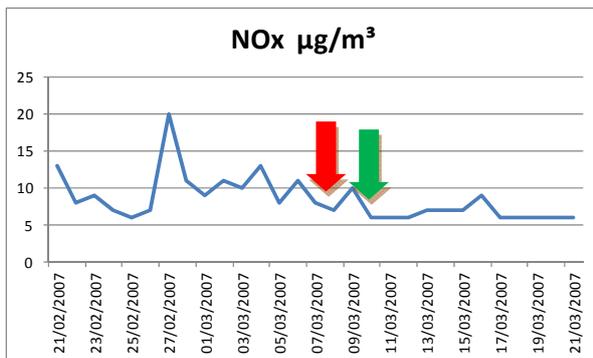


Figura 22. Evolución del NO_x durante el incendio de Cervera de Maestre 2007 en la estación de Sant Jordi

Se observa un ligero aumento de los niveles de NO_x 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, en torno a 8µg/m³, aun estando a sotavento predominante la estación de control. Sin embargo no se aprecian cambios de concentración en el caso del contaminante NO₂.

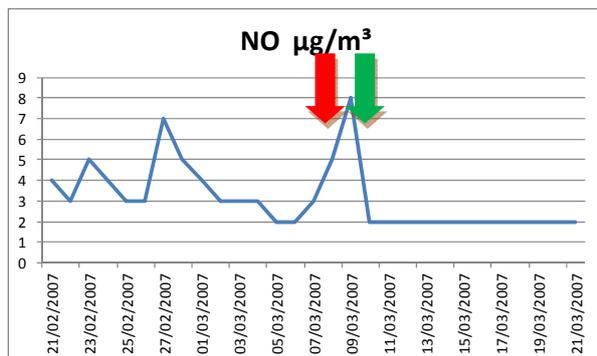


Figura 23. Evolución del NO durante el incendio de Cervera de Maestre 2007 en la estación de Sant Jordi

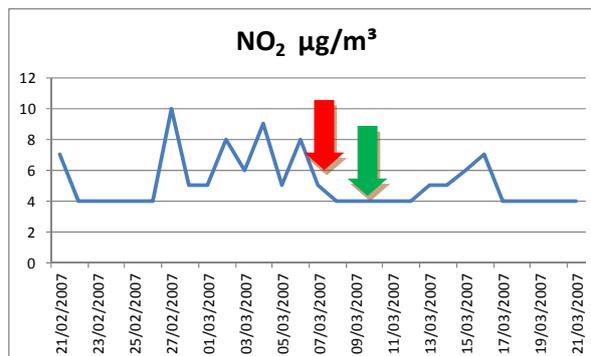


Figura 24. Evolución del NO₂ durante el incendio de Cervera de Maestre 2007 en la estación de Sant Jordi

Incidencia sobre los niveles de particulado

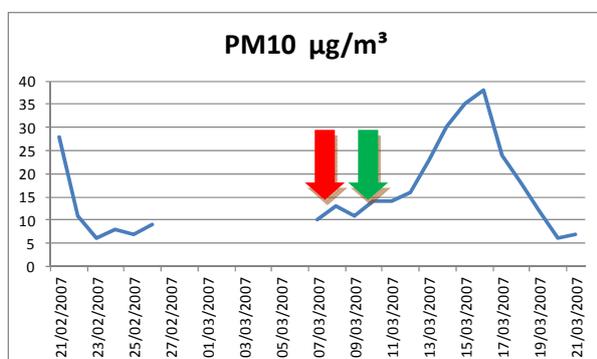


Figura 25. Evolución del PM10 durante el incendio de Cervera de Maestre 2007 en la estación de Sant Jordi

En la figura 25 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.

Incidencia sobre los niveles de O₃

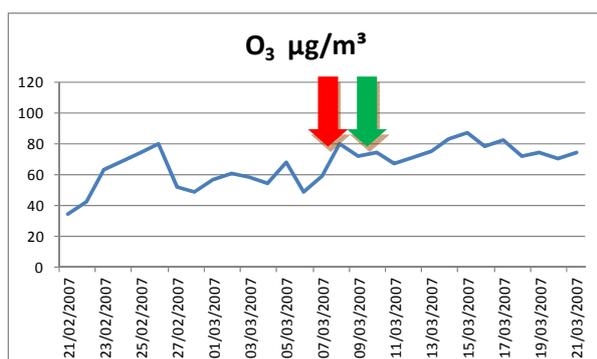


Figura 26. Evolución del O₃ durante el incendio de Cervera de Maestre 2007 en la estación de Sant Jordi

La evolución de los niveles de concentración del contaminante O₃ se presenta en la figura 26. Se observa un ligero aumento en los niveles de concentración de O₃ en la primera fase del incendio, aun estando la estación de control a sotavento predominante, y una disminución en la segunda.

Incendio de Les Useres

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 SO₂

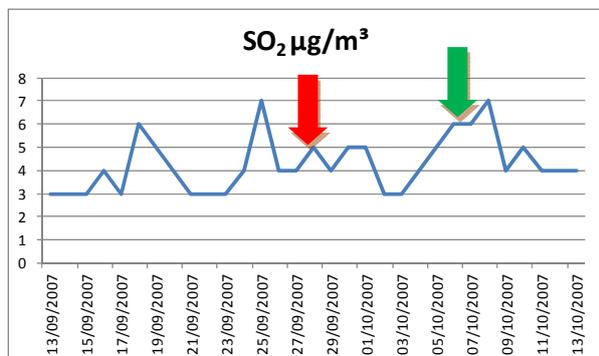


Figura 27. Evolución del SO₂ durante el incendio de Les Useres 2007 en la estación de L'Alcora

En la figura 27 se presenta la evolución de los niveles de concentración del contaminante SO₂ 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 aun estando la estación a sotavento predominante

Incidencia sobre los niveles de NOx, NO, NO₂

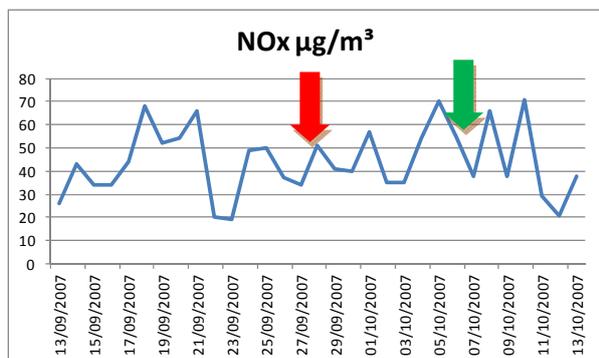


Figura 28. Evolución del NOx durante el incendio de Les Useres 2007 en la estación de L'Alcora.

La evolución de los niveles de concentración de los óxidos de nitrógeno se presenta en las figuras 28, 29 y 30 durante el periodo que duró el incendio de Les Useres. Se observa en los tres casos que los niveles de concentración de NOx, NO y NO₂ oscilan en torno a 20µg/m³ en el periodo que se produjo el incendio aun estando la estación situada a sotavento predominante.

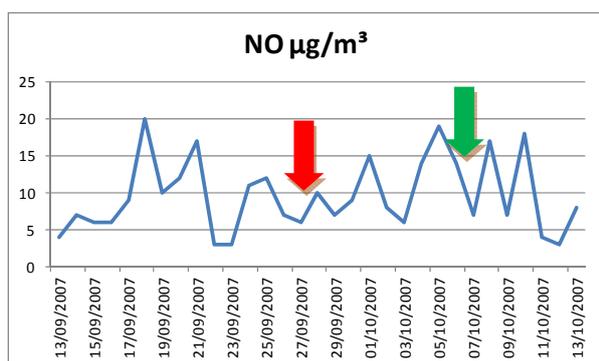


Figura 29. Evolución del NO durante el incendio de Les Useres 2007 en la estación de L'Alcora

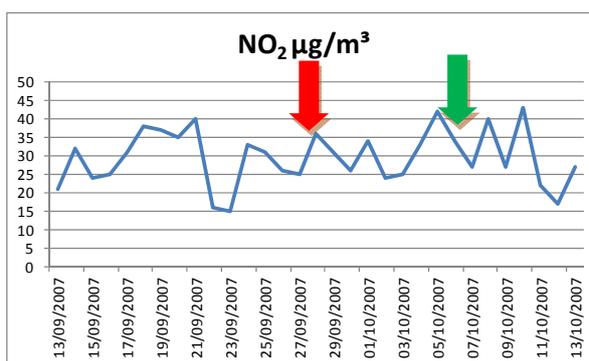


Figura 30. Evolución del NO₂ durante el incendio de Les Useres 2007 en la estación de L'Alcora

Incidencia sobre los niveles de particulado

En la figuras 31 y 32 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 aun estando la estación situada a sotavento predominante.

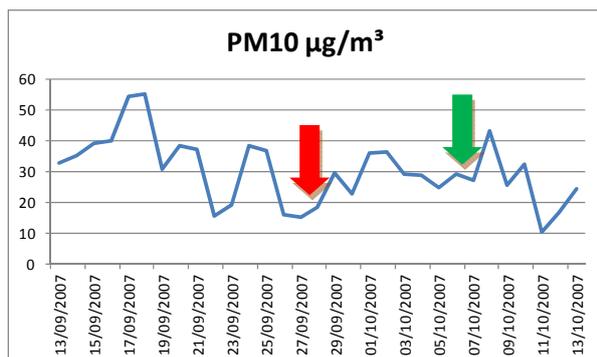


Figura 31. Evolución del PM10 durante el incendio de Les Useres 2007 en la estación de L'Alcora

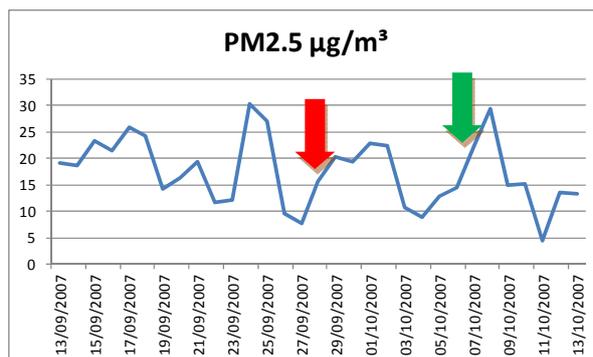


Figura 32. Evolución del PM2.5 durante el incendio de Les Useres 2007 en la estación de L'Alcora

Incidencia sobre los niveles de O₃

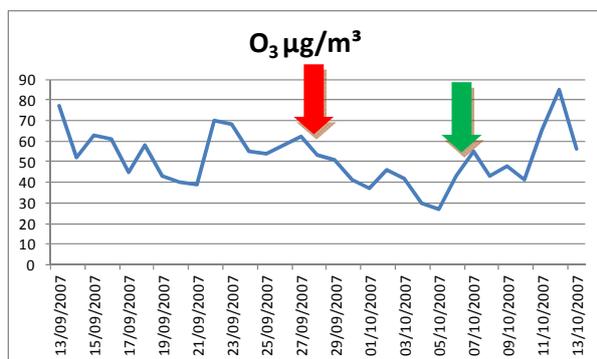


Figura 33 Evolución del O₃ durante el incendio de Les Useres 2007 en la estación de L'Alcora

La evolución de los niveles de concentración del contaminante O₃ se presenta en la figura 33 Se observa una disminución de los niveles de concentración a lo largo del periodo que dura el incendio, aumentando ligeramente al final aun estando a sotavento predominante.

Incendio de Cabanes

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

Incidencia sobre los niveles de SO₂

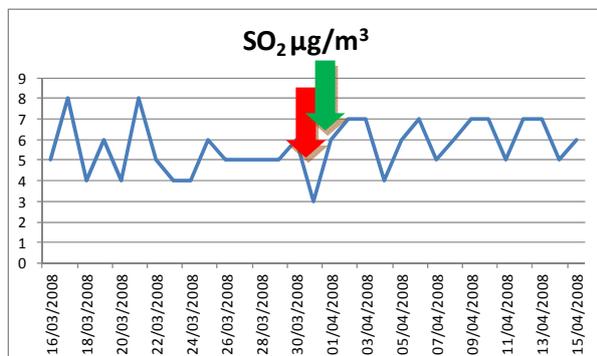


Figura 34. Evolución del SO₂ durante el incendio de Cabanes de 2008 en la estación de Benicàssim

En la gráfica 34 se presentan la evolución de los niveles de concentración de SO₂ en la estación de control atmosférico de Benicàssim, no se dispone de datos de la estación de Torre Endomenech. Se observa un descenso de los niveles de este contaminante en el periodo en el que se produjo el incendio aun estando la estación en la dirección predominante.

Incidencia sobre los niveles de NOx, NO, NO₂

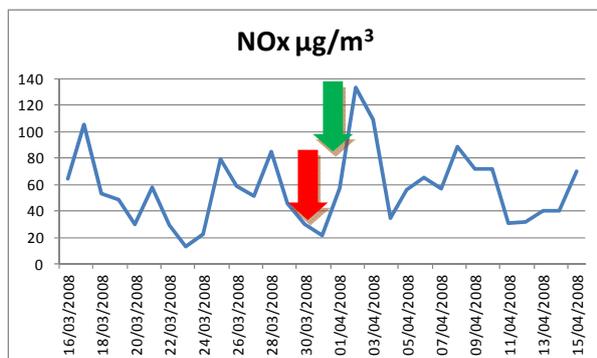


Figura 35. Evolución del NOx durante el incendio de Cabanes de 2008 en la estación de Benicàssim

En las figuras 35, 36 y 37 se muestra la evolución de los niveles de concentración de los contaminantes NOx, NO y NO₂ respectivamente en la estación de control atmosférico de Benicàssim, no se dispone de datos de la estación de Torre Endomenech. 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 Benicàssim está situada en dirección predominante del viento.

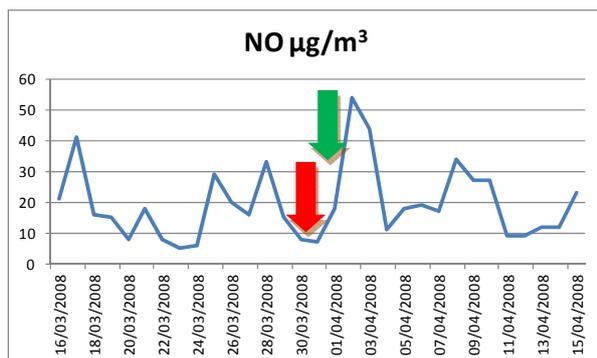


Figura 36. Evolución del NO durante el incendio de Cabanes de 2008 en la estación de Benicàssim

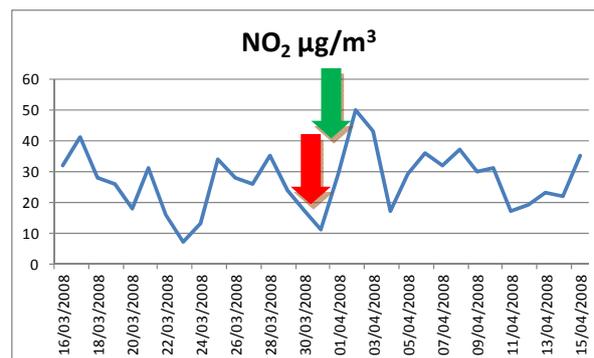


Figura 37. Evolución del NO₂ durante el incendio de Cabanes de 2008 en la estación de Benicàssim

Incidencia sobre los niveles de CO

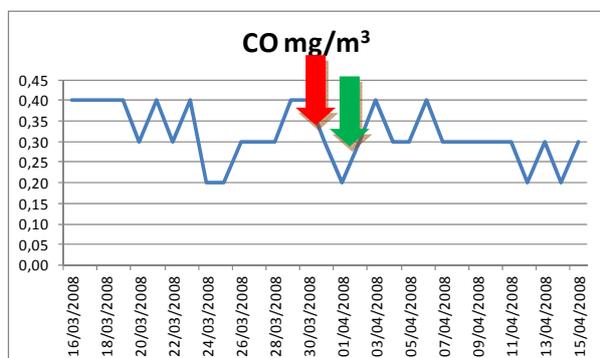


Figura 38. Evolución del CO durante el incendio de Cabanes de 2008 en la estación de Benicàssim.

La figura 38 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 0.1mg/m^3 de la concentración de este contaminante en el periodo que ocurrió el incendio aun estando situada la estación de control en la dirección de viento predominante.

Incidencia sobre los niveles de O₃

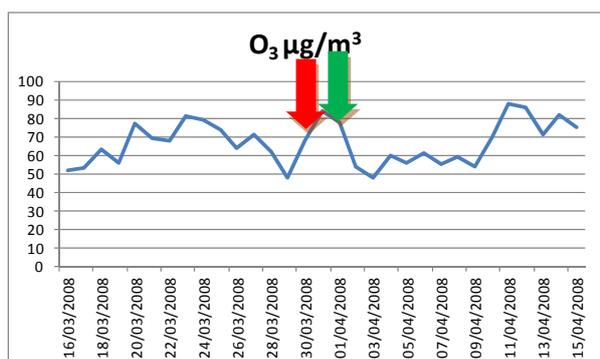


Figura 39. Evolución del O₃ durante el incendio de Cabanes de 2008 en la estación de Torre Endomenech

En la figura 39 se presenta la evolución de los niveles de concentración del O₃ 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 aun 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.

Incendio de Segorbe

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 SO₂

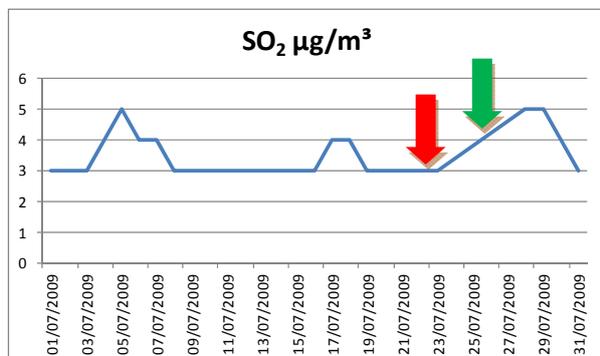


Figura 40. Evolución del SO₂ durante el incendio de Segorbe de 2009 en la estación de Viver

En la figura 40 se presenta la evolución de los niveles de SO₂ 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 en torno a 1µg/m³ a lo largo del periodo en el que se produjo el incendio aun estando la estación de control situada a sotavento predominante. En días posteriores a la extinción la concentración de este contaminante continúa aumentando.

Incidencia sobre los niveles de NO_x, NO, NO₂

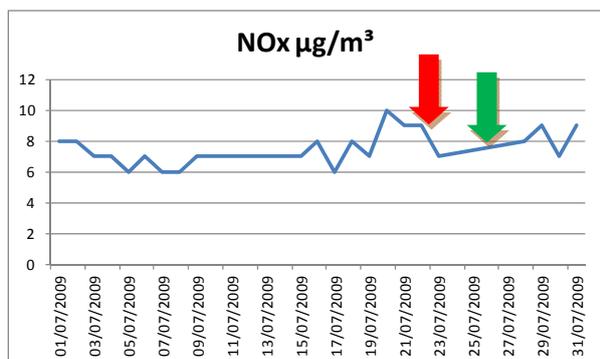


Figura 41. Evolución del NO_x durante el incendio de Segorbe de 2009 en la estación de Viver

Las figuras 41, 42 y 43 muestran la evolución de los niveles de NO_x, NO y NO₂ respectivamente en la estación de control de Viver en el periodo de estudio. Se observa que en el caso de los contaminantes NO_x y NO₂ una disminución de sus concentraciones en torno a 2µg/m³, mientras que la concentración de NO permanece constante. La estación de control se sitúa a sotavento predominante de ahí que no se aprecie incidencia de estos contaminantes.

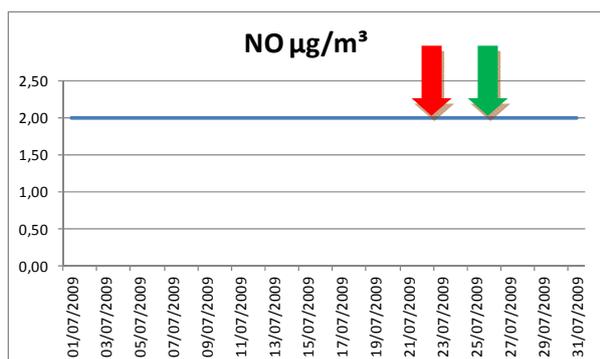


Figura 42. Evolución del NO durante el incendio de Segorbe de 2009 en la estación de Viver

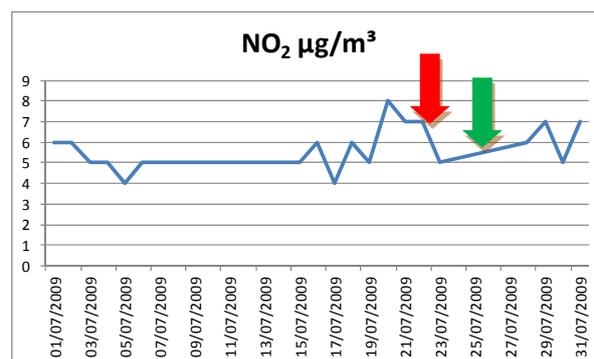


Figura 43. Evolución del NO₂ durante el incendio de Segorbe de 2009 en la estación de Viver

Incidencia sobre los niveles de particulado

En las figuras 44 y 45 se presenta la evolución de los niveles de concentración del particulado PM10 y PM2.5 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.

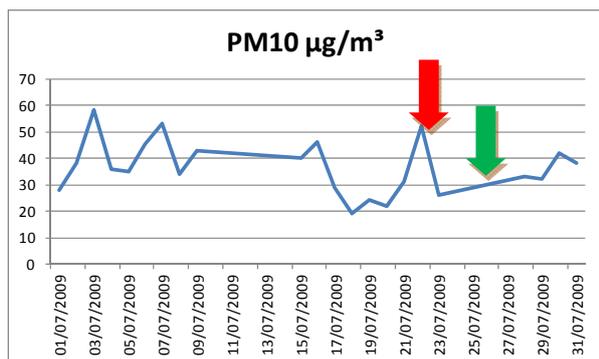


Figura 44. Evolución del PM10 durante el incendio de Segorbe de 2009 en la estación de Viver

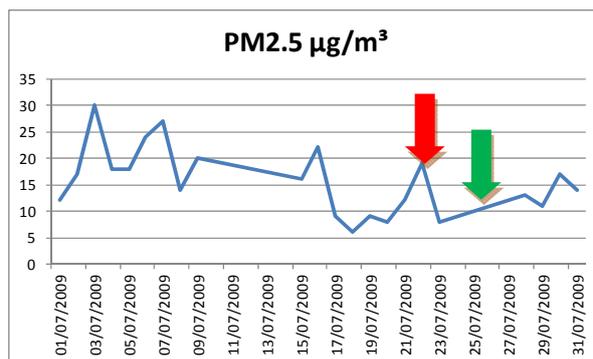


Figura 45. Evolución del PM2.5 durante el incendio de Segorbe de 2009 en la estación de Viver

Incidencia sobre los niveles de O₃

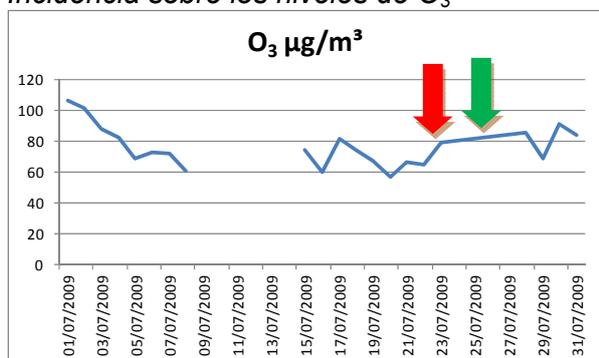


Figura 46. Evolución del O₃ durante el incendio de Segorbe de 2009 en la estación de Viver

La figura 46 muestra la evolución de los niveles de concentración del contaminante O₃ 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 aun estando la estación de control a sotavento predominante.

Incendio de Onda

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 SO₂

En las figuras 47 y 48 se presenta la evolución de los niveles de concentración de SO₂ 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, en torno a 1µg/m³, en la estación de L'Alcora aun estando a sotavento predominante, mientras que no hay cambios en la estación de Onda.

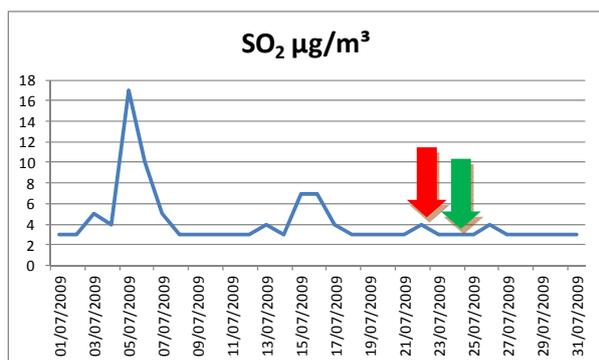


Figura 47. Evolución del SO₂ durante el incendio de Onda de 2009 en la estación de Onda

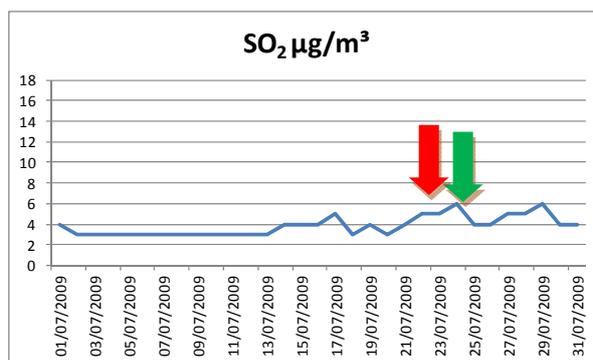


Figura 48. Evolución del SO₂ durante el incendio de Onda de 2009 en la estación de L'Alcora

Incidencia sobre los niveles de NO_x, NO, NO₂

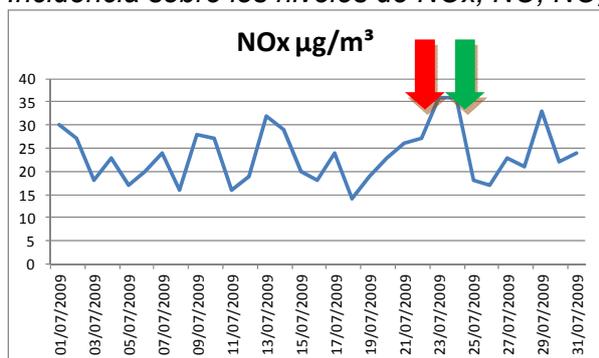


Figura 49. Evolución del NO_x durante el incendio de Onda de 2009 en la estación de L'Alcora

La evolución de los niveles de concentración de NO_x, NO y NO₂ en la estación de L'Alcora en el periodo en el que se produjo el incendio de Onda se presentan en las figuras 49, 50 y 51 respectivamente, donde se observa que un ligero aumento de 5µg/m³ en el caso de los contaminantes NO₂ y NO_x aun estando la estación de control a sotavento predominante, y una disminución en torno a 2µg/m³ en el de NO. No se dispone de datos de la estación de Onda de estos contaminantes en este periodo

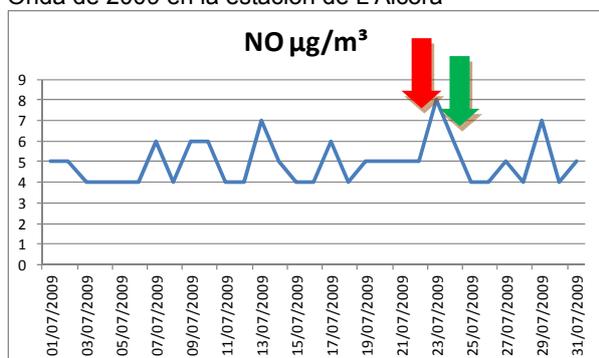


Figura 50. Evolución del NO durante el incendio de Onda de 2009 en la estación de L'Alcora.

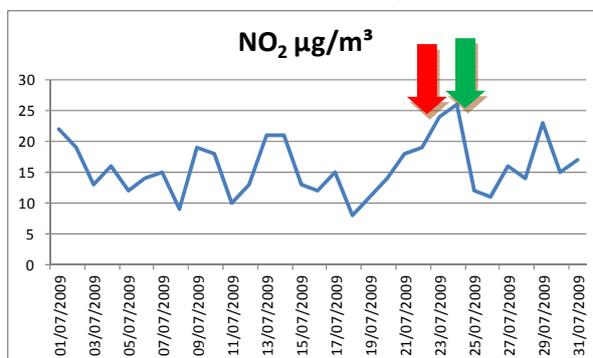


Figura 51. Evolución del NO₂ durante el incendio de Onda de 2009 en la estación de L'Alcora

Incidencia sobre los niveles de particulado

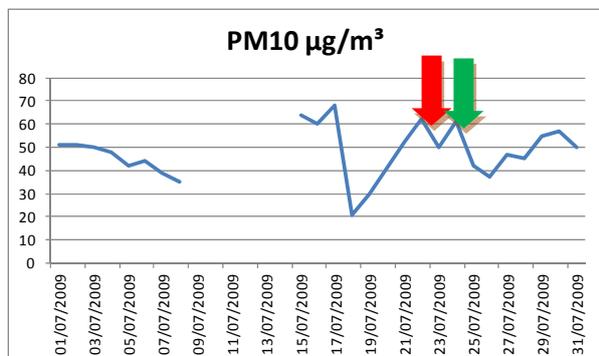


Figura 52. Evolución del PM10 durante el incendio de Onda de 2009 en la estación de L'Alcora

En la figuras 52 se presenta 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.

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 53 y 54 respectivamente. Al igual que en el caso del contaminante PM10 la concentración de PM2.5 aumenta ligeramente, en torno a $5\mu\text{g}/\text{m}^3$, en la estación de L'Alcora, aun estando esta estación situada a sotavento predominante, mientras que disminuye en el caso de la estación de Onda.

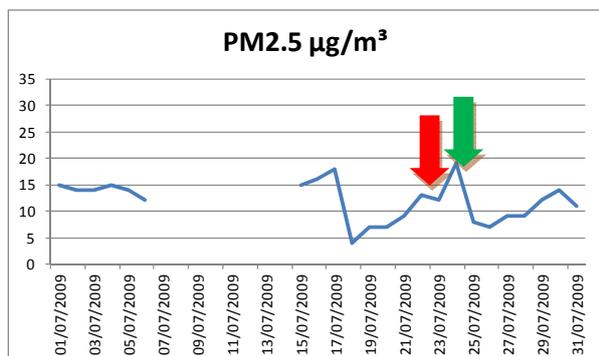


Figura 53. Evolución del PM2.5 durante el incendio de Onda de 2009 en la estación de L'Alcora

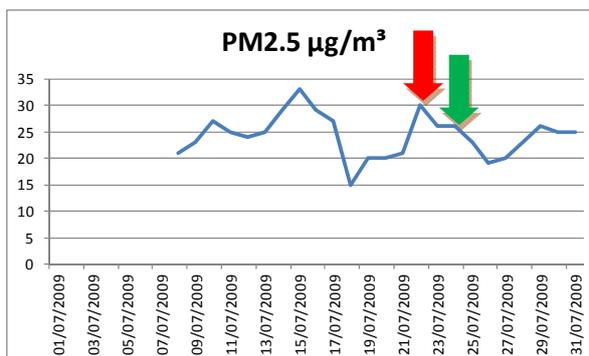


Figura 54. Evolución del PM2.5 durante el incendio de Onda de 2009 en la estación de Onda

Incidencia sobre los niveles de CO

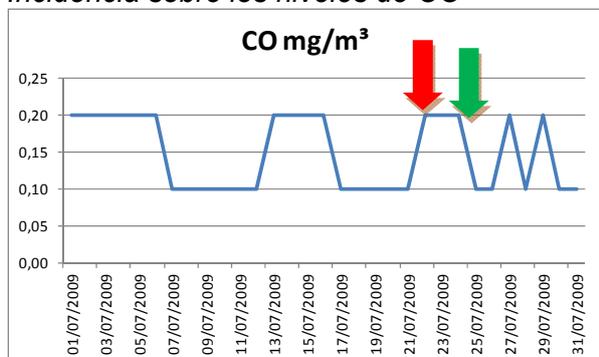


Figura 55. Evolución del CO durante el incendio de Onda de 2009 en la estación de L'Alcora

En la figura 55 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 en torno a $0,20\text{mg}/\text{m}^3$ situada a sotavento predominante. No se disponen de datos en la estación de Onda en este periodo

Incidencia sobre los niveles de O₃

La evolución de los niveles de concentración de O₃ en las estaciones de L'Alcora y Onda durante el incendio de Onda se presenta en las gráficas 56 y 57 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 aun estando la estación de L'Alcora situada a sotavento predominante.

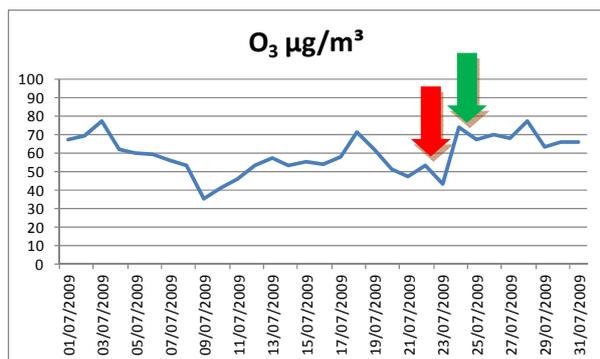


Figura 56. Evolución del O₃ durante el incendio Onda de 2009 en la estación de L'Alcora

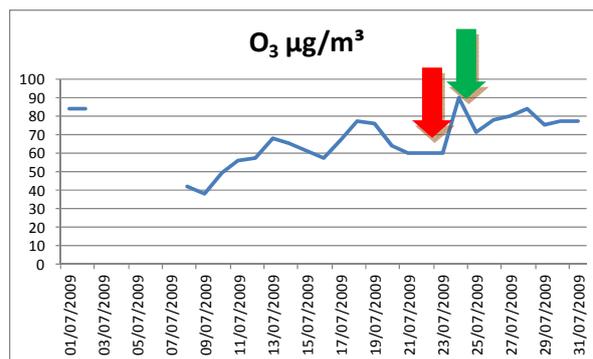


Figura 57. Evolución del O₃ durante el incendio de Onda de 2009 en la estación de Onda

Incendio de Albocàsser

Las estaciones de control atmosférico más cercanas al área afectada por el incendio de Albocàsser son las de Torre Endomenech 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 SO₂

En las figuras 58 y 59 se presenta la evolución de los niveles de concentración de SO₂ en las estaciones de Torre Endomenech y Villafranca en el periodo que duró el incendio de Albocàsser de 2010 respectivamente. Se observa un aumento de la concentración de este contaminante en la estación de Torre Endomenech de 2µg/m³ en la primera fase del incendio, disminuyendo en la segunda. En la estación de Villafranca no se detectaron cambio en el caso del contaminante SO₂, siendo la concentración constante en torno a 2µg/m³. Se observa así una incidencia en la estación que está situada en la dirección predominante de viento.

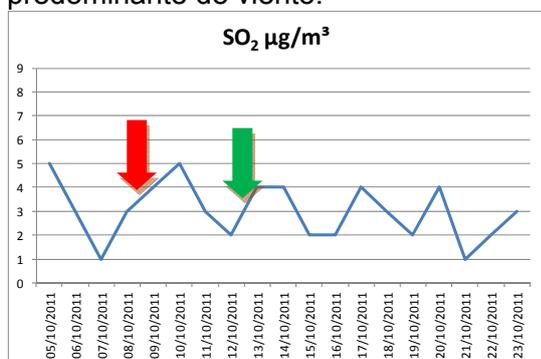


Figura 58. Evolución del SO₂ durante el incendio de Albocàsser de 2010 en la estación de Torre Endomenech

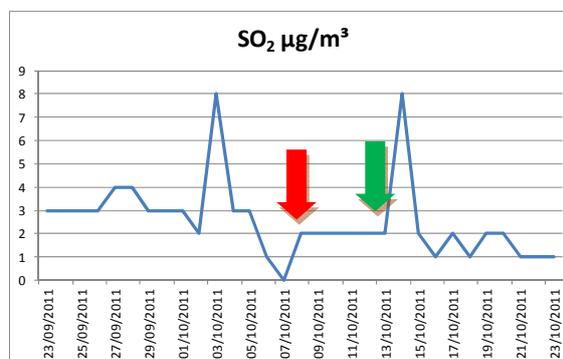


Figura 59. Evolución del SO₂ durante el incendio de Albocàsser de 2010 en la estación de Villafranca

Albocàsser de 2011 en la estación de Torre Endomenech Albocàsser de 2011 en la estación de Villafranca

Incidencia sobre los niveles de NOx, NO, NO₂

La evolución de los niveles de concentración de NOx en las estaciones de Torre Endomenech y Villafranca durante el incendio de Albocàsser se presenta en las figuras 60 y 61 respectivamente. En los dos casos se observa un aumento de concentración de este contaminante, en el periodo que duró el estudio, de 8µg/m³ en el caso de la estación de la estación de Torre Endomenech y de 12µg/m³ en la de Villafranca aun estando esta última estación situada a sotavento predominante.

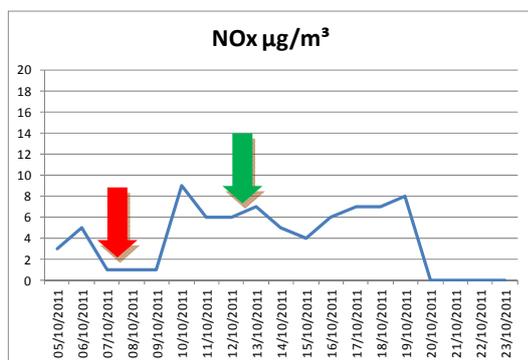


Figura 60. Evolución del NOx durante el incendio de Albocàsser de 2011 en la estación de Torre Endomenech

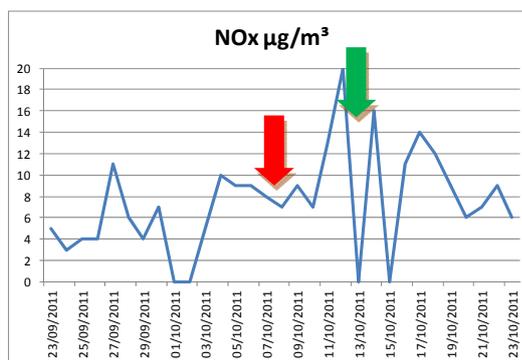


Figura 61. Evolución del NOx durante el incendio de Albocàsser de 2011 en la estación de Villafranca

Las figuras 62 y 63 presentan la evolución de los niveles de concentración del contaminante NO en las estaciones de Torre Endomenech y de Villafranca respectivamente. En las dos estaciones se observa un ligero aumento de la concentración de este contaminante, siendo de 1µg/m³ en el caso de la estación de Torre Endomenech y de 1,5µg/m³ en el caso de la estación de Villafranca en la primera fase del incendio aun estando situada esta última estación a sotavento predominante.

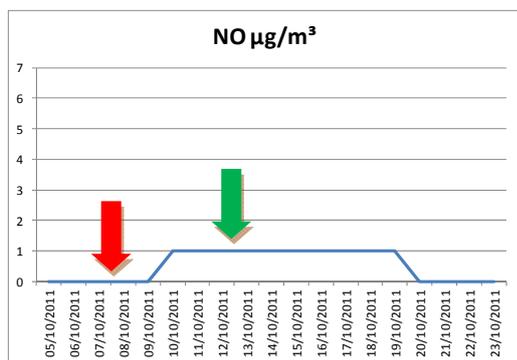


Figura 62. Evolución del NO durante el incendio de Albocàsser de 2011 en la estación de Torre Endomenech

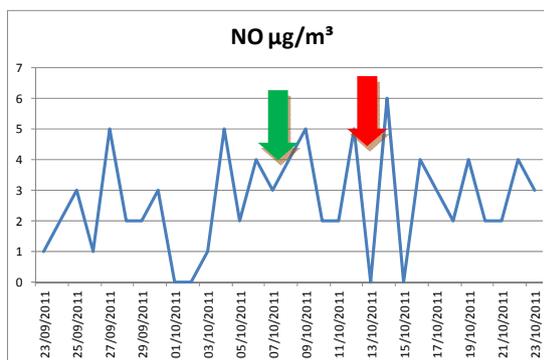


Figura 63. Evolución del NO durante el incendio de Albocàsser de 2011 en la estación de Villafranca

La evolución de los niveles de concentración de NO₂ en las estaciones de Torre Endomenech y de Villafranca durante el incendio de Albocàsser se presenta en las figuras 64 y 65 respectivamente. Se observa un aumento de la concentración de este contaminante en las dos estaciones, en torno a 4µg/m³ en el caso de la estación de Torre Endomenech y de 10µg/m³ en el caso de la estación de Villafranca aun estando esta última estación situada a sotavento predominante.

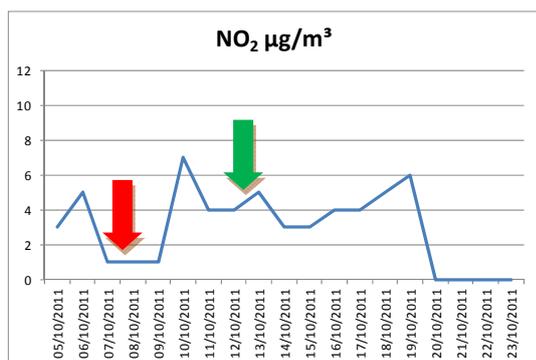


Figura 64. Evolución del NO₂ durante el incendio de Albocàsser de 2011 en la estación de Torre Endomenech

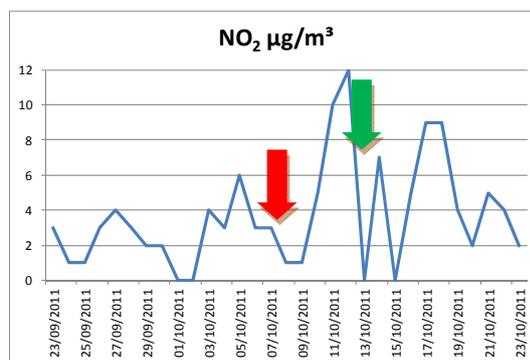


Figura 65. Evolución del NO₂ durante el incendio de Albocàsser de 2011 en la estación de Villafranca

Incidencia sobre los niveles de particulado

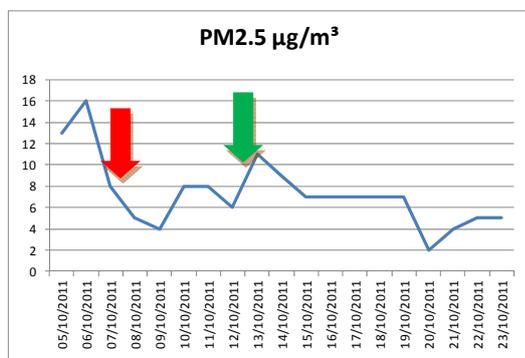


Figura 66. Evolución del PM2.5 durante el incendio de Albocàsser de 2011 en la estación de Torre Endomenech

La evolución de los niveles de particulado PM2.5 de la estación de Torre Endomenech durante el incendio de Albocàsser se presenta en la figura 66. No se dispone de datos en la estación de Villafranca. Se observa un aumento de la concentración de PM2.5 en torno a 5µg/m³. La estación de Torre Endomenech se sitúa en dirección predominante del viento de ahí la incidencia observada. No se disponen datos de PM10 en estas estaciones en el periodo del incendio de Albocàsser.

Incidencia sobre los niveles de CO

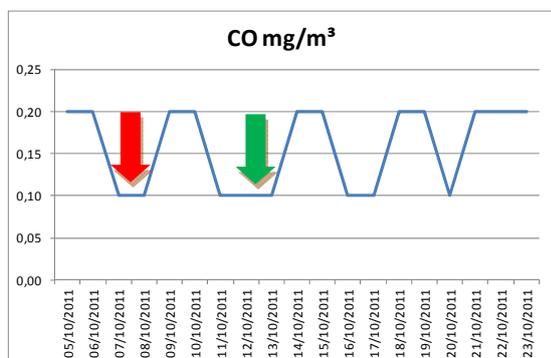


Figura 67. Evolución del CO durante el incendio de Albocàsser de 2011 en la estación de Torre Endomenech

En la figura 67 se presenta la evolución de los niveles de concentración de CO en la estación de Torre Endomenech en el periodo que duró el incendio de Albocàsser. 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 en torno a 0,1mg/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 68.

Incidencia sobre los niveles de O₃

La evolución de los niveles de concentración de O₃ en las estaciones de Torre Endomenech y de Villafranca durante el incendio de Albocàsser se presenta en las figuras 68 y 69 respectivamente. En los dos casos se observa una disminución de los niveles de este contaminante aun estando la estación de Torre Endomenech en dirección predominante de viento.

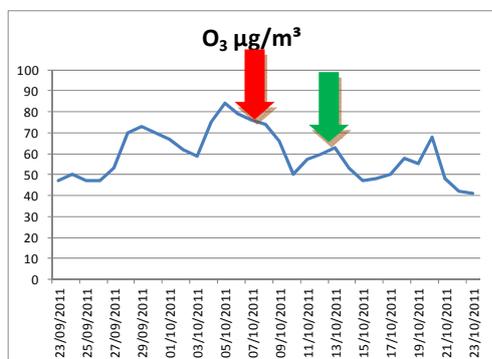


Figura 68. Evolución del O₃ durante el incendio de Albocàsser de 2011 en la estación de Torre Endomenech

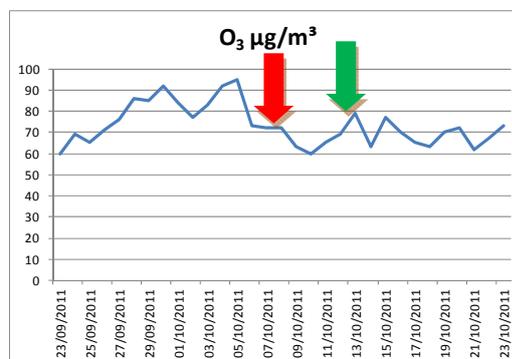


Figura 69. Evolución del O₃ durante el incendio de Albocàsser de 2011 en la estación de Villafranca

Incendio de Andilla

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 de hasta 50km/h con dirección predominante de componente W.

Incidencia sobre los niveles de SO₂

En las figuras 70, 71 y 72 se presenta la evolución de los niveles de concentración de SO₂ 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.

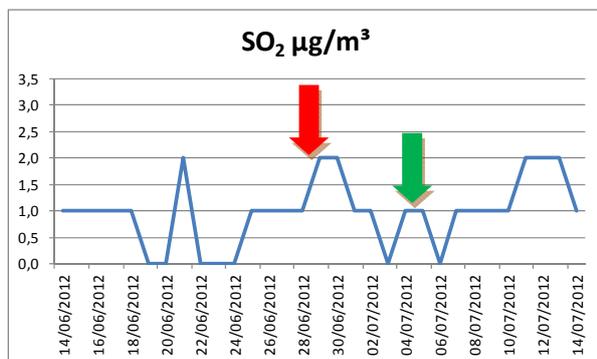


Figura 70. Evolución del SO₂ durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Viver.

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/m³, esta estación es la que está situada en la dirección predominante de viento.

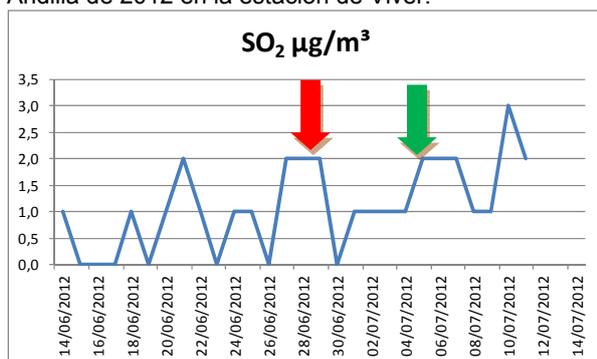


Figura 71. Evolución del SO₂ durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Villar del Arzobispo.

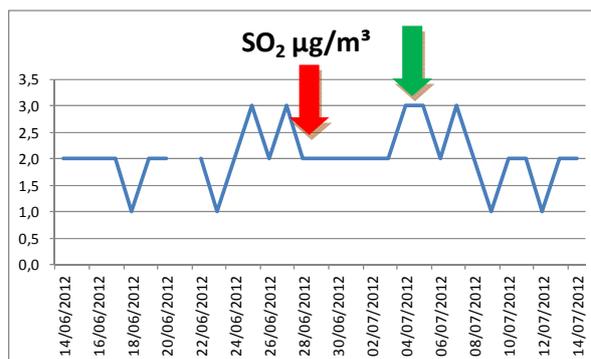


Figura 72. Evolución del SO₂ durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Sagunto

Incidencia sobre los niveles de NO_x, NO, NO₂

La evolución de los niveles de concentración del NO_x de las estaciones de Viver, Villar del Arzobispo y de Sagunto durante el incendio de Andilla se presenta en las figuras 73, 74 y 75 respectivamente.

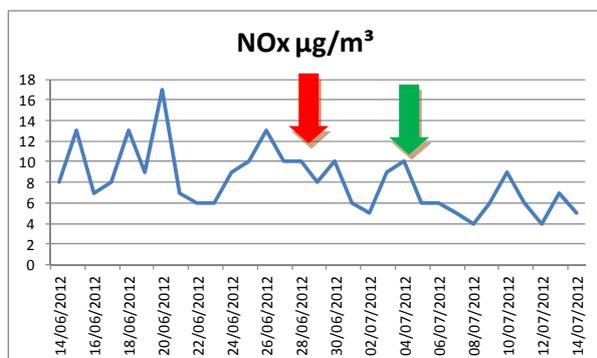


Figura 73. Evolución del NO_x durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Viver.

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.

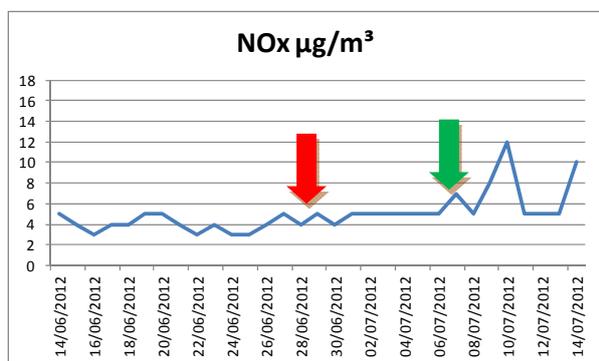


Figura 74. Evolución del NOx durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Villar del Arzobispo

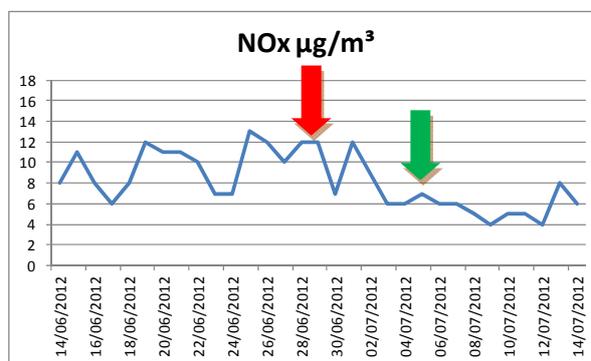


Figura 75. Evolución del NOx durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Sagunto

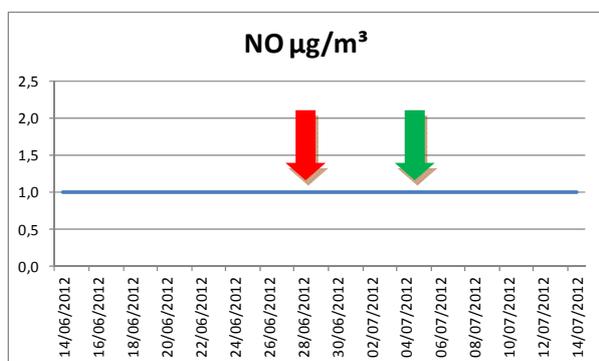


Figura 76. Evolución del NO durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Viver

En las figuras 76, 77 y 78 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.

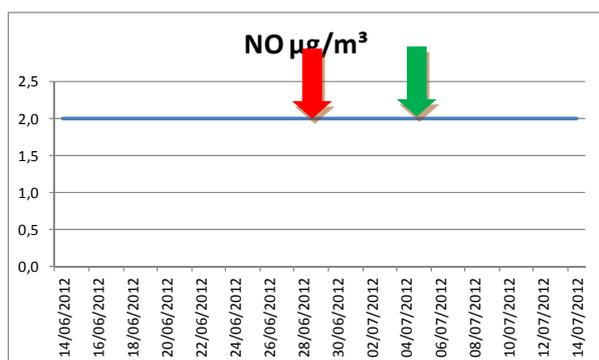


Figura 77. Evolución del NO durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Villar del Arzobispo.

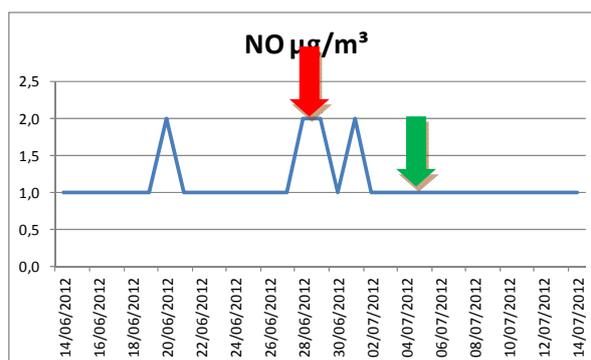


Figura 78. Evolución del NO durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Sagunto.

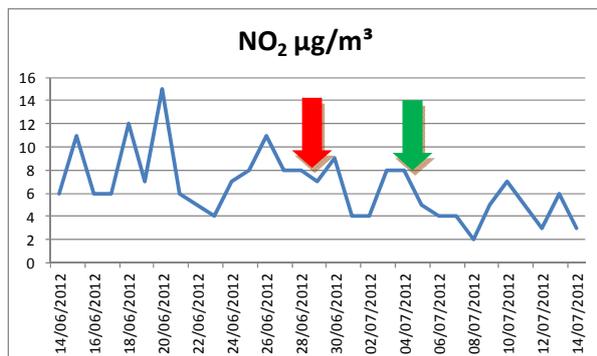


Figura 79. Evolución del NO₂ durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Viver.

En las figuras 79, 80 y 81 se presenta la evolución de los niveles de concentración de NO₂ 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 d'Uixó en este periodo. Se observa una ligera disminución de la concentración de NO₂ en las estaciones de Viver y de Sagunto, mientras que no se detectan cambios significativos en la estación de Villar del Arzobispo.

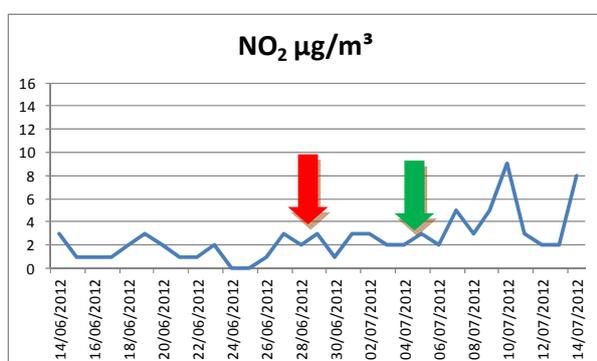


Figura 80. Evolución del NO₂ durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Villar del Arzobispo.

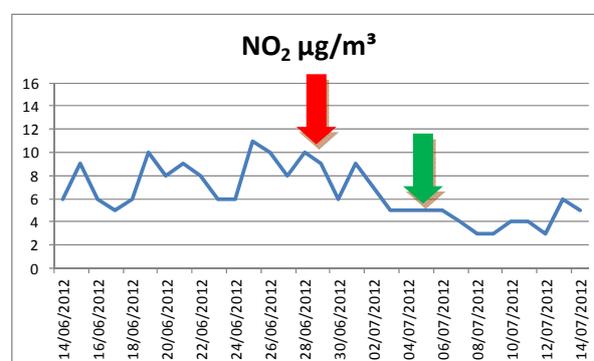


Figura 81. Evolución del NO₂ durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Sagunto.

Incidencia sobre los niveles de particulado

La evolución de los niveles de concentración de PM₁₀ de la estación de Villar del Arzobispo durante el incendio de Andilla se presenta en la figura 82. No se dispone de datos de este contaminante en el resto de estaciones en este periodo. Se observa una disminución general de unos 55µg/m³ con un pequeño aumento intermedio no significativo.

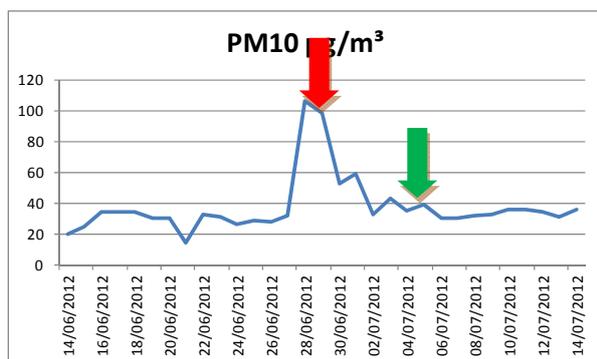


Figura 82. Evolución del PM₁₀ durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Villar del Arzobispo.

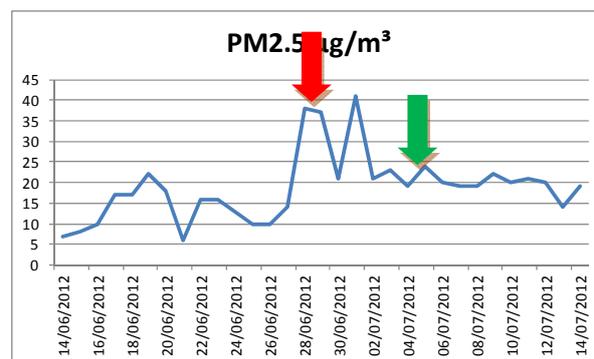


Figura 83. Evolución del PM_{2.5} durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Villar del Arzobispo.

En la figura de 83 se presenta la evolución de los niveles de concentración de PM2.5 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 $20\mu\text{g}/\text{m}^3$ sobre el nivel habitual.

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 84 y 85 respectivamente. No se dispone de datos de la estación de Villar del Arzobispo de este contaminante en este periodo. Se observa en el caso de la estación de Viver un aumento de concentración de CO al inicio del incendio en torno a $0.10\text{mg}/\text{m}^3$ del valor habitual. En la estación de Sagunto hay un ligero aumento también de $0.10\text{mg}/\text{m}^3$ de la concentración de este contaminante aunque la pauta es similar a días anteriores disminuyendo el día de la extinción.

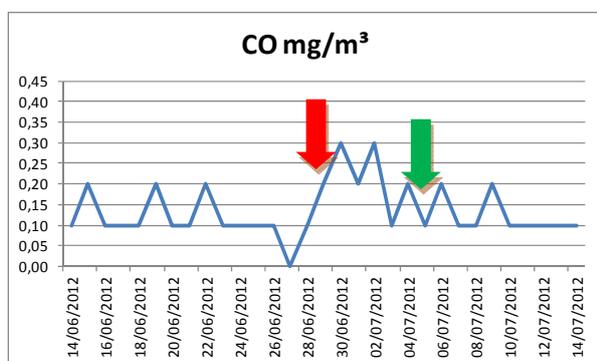


Figura 84. Evolución del CO durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Viver.

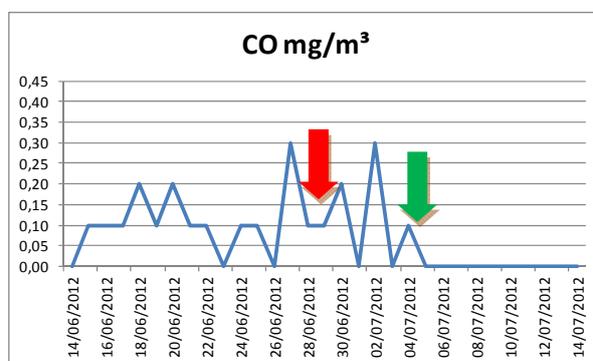


Figura 85. Evolución del CO durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Sagunto.

Incidencia sobre los niveles O₃

En las figuras 86, 87, 88 y 89 se presenta la evolución de los niveles de concentración de O₃ 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 en torno a $20\mu\text{g}/\text{m}^3$ es este periodo, excepto en la Viver que se detecta una disminución.

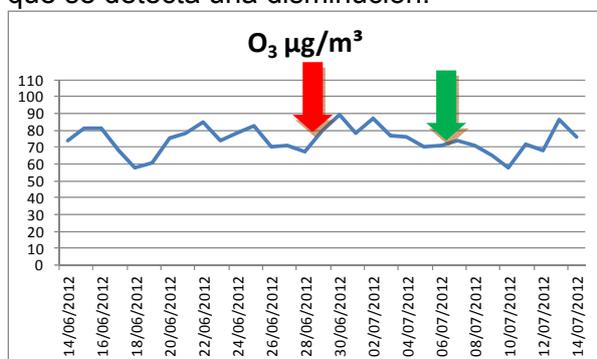


Figura 86. Evolución del O₃ durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Viver.

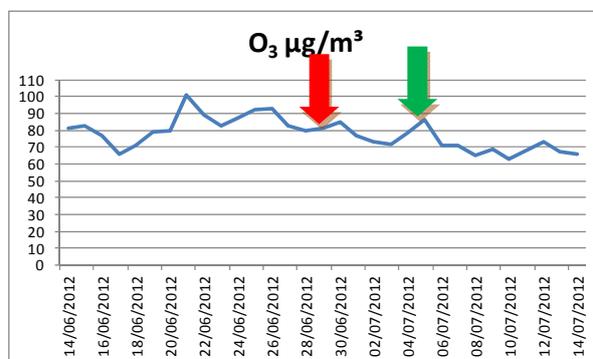


Figura 87. Evolución del O₃ durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de La Vall d'Uixó.

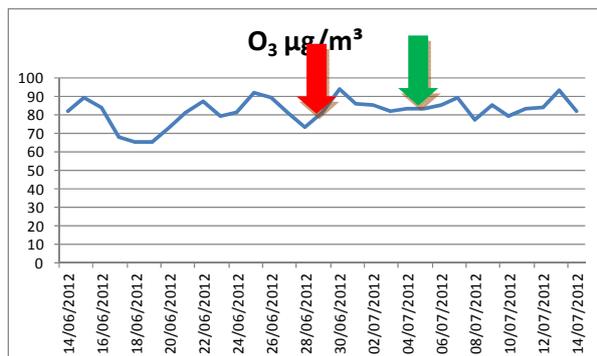


Figura 88. Evolución del O₃ durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Villar del Arzobispo.

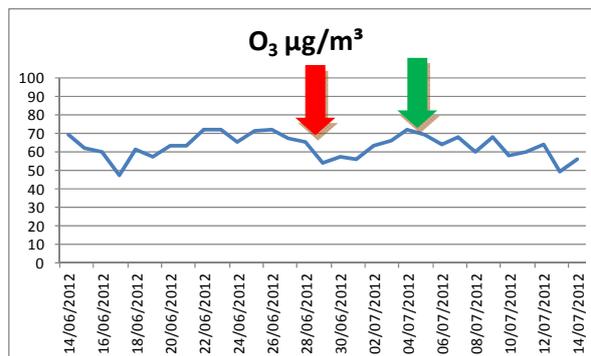


Figura 89. Evolución del O₃ durante el incendio de Andilla de 2012 en la estación de Sagunto.

Incendio del Prat Torreblanca

La estación de control atmosférico más cercana al área afectada por el incendio del Prat de Torreblanca es la de Benicàssim al SW del área afectada. Se detectó una velocidad de viento de 10km/h con rachas de hasta de 70km/h con dirección SSW predominante.

Incidencia sobre los niveles SO₂

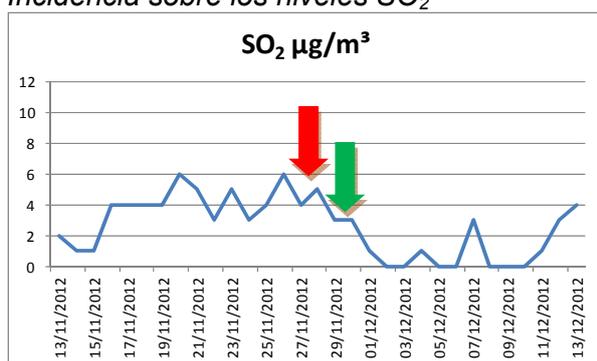


Figura 90. Evolución del SO₂ durante el incendio del Prat de Torreblanca de 2012 en la estación de Benicàssim.

La evolución de los niveles de concentración de SO₂ durante el incendio del Prat Torreblanca presenta en la figura 90. 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.

Incidencia sobre los niveles NOx, NO y NO₂

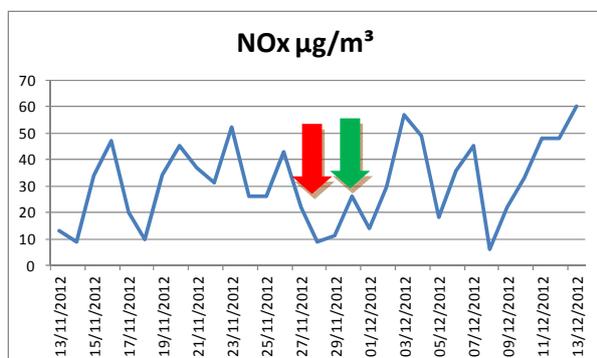


Figura 91. Evolución del NOx durante el incendio del Prat de Torreblanca de 2012 en la estación de Benicàssim.

En las figuras 91, 92 y 93 se presenta la evolución de los niveles de NOx, NO y NO₂ respectivamente en la estación de Benicàssim durante el incendio del Prat 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

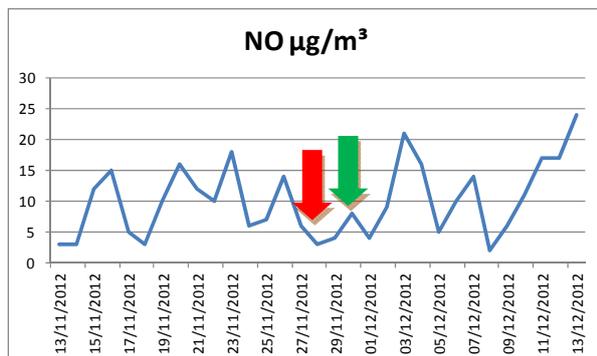


Figura 92. Evolución del NO durante el incendio del Prat de Torreblanca de 2012 en la estación de Benicàssim.

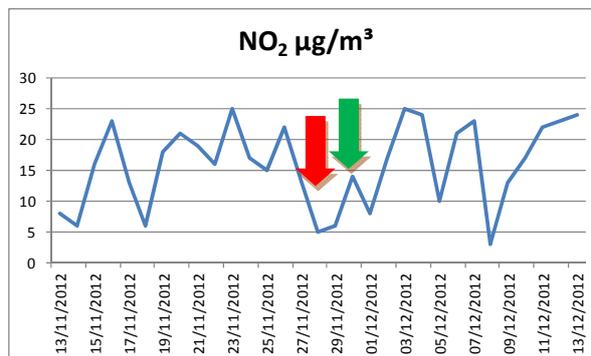


Figura 93. Evolución del NO₂ durante el incendio del Prat de Torreblanca de 2012 en la estación de Benicàssim.

Incidencia sobre los niveles de particulado

La evolución de los niveles de concentración del particulado atmosférico PM10 y PM2.5 durante el incendio del Prat de Torreblanca se presentan en las figuras 94 y 95 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.

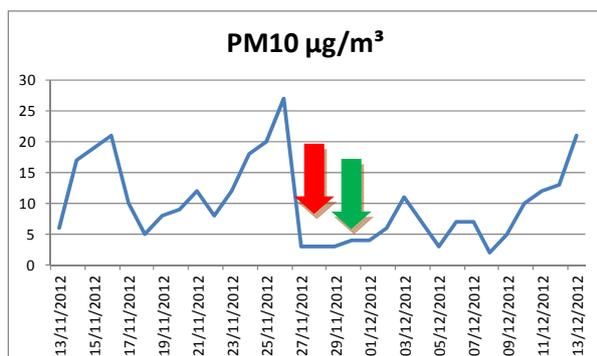


Figura 94. Evolución del PM10 durante el incendio del Prat de Torreblanca de 2012 en la estación de Benicàssim.

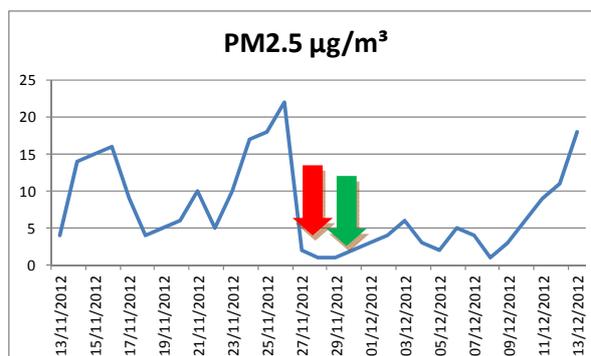


Figura 95. Evolución del PM2.5 durante el incendio del Prat de Torreblanca de 2012 en la estación de Benicàssim.

Incidencia sobre los niveles CO

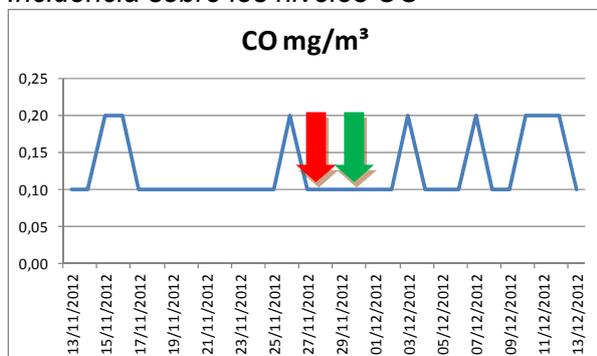


Figura 96. Evolución del CO durante el incendio del Prat de Torreblanca de 2012 en la estación de Benicàssim.

En la figura 96 se presenta la evolución de los niveles de concentración de CO en la estación de Benicàssim durante el incendio del Prat 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.

Conclusiones

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 de los que se disponen datos. Por lo que en estos casos no se observan niveles de contaminación preocupantes en cuanto a salud pública. 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 (hectáreas quemadas), el tipo de combustible o 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 menores a 1.000ha la incidencia en la contaminación es poco notable en zonas con viento a favor.
- Incendios entre 1.000ha y 7.000ha, la incidencia es más notable incluso en zonas a sotavento, especialmente en el caso del contaminante partículas.
- Incendios de grandes dimensiones, superiores a 7.000ha, la incidencia es generalizada en todas las direcciones, afectando incluso a estaciones de control remotas.
- Cuando mayor sea el porcentaje de arbolado quemado, aun 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.

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.

Andreae, M.O., and Metlet, P. 2001. Emission of trace gases and aerosols from biomass burning. *Global Biogeochemical Cycles*. 15, 955-966

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.

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.

Costa, M. 1999. El paisaje vegetal de Castelló. En: La provincia de Castellón. Servicio de Publicaciones de la Diputación de Castellón, pp. 77-88.

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

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.

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.

Jaffe, D.A. and Wigder N.L. 2012. Ozone production from wildfires: A critical review. *Atmospheric Environment*. 51, 1-10.

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.

McMichael, A.J., Woodruff, R.E. and Hales, S. 2006. Climate change and human health; present and future risk. *Lancet*, 367, 859-869.

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.

Monks, P.S., 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

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.

Saarikoski, S., Sillanpaa, 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.

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

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).

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.

Zhang, X., Hecobian, A., Zheng, M., Frank, N.H., Weber, R.J., 2010. Biomass burning impact on PM_{2.5} 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