

Episodios de ozono en Madrid

(Resumen de resultados del estudio realizado para el Ayuntamiento de Madrid en 2015)

José Jaime Diéguez, José Luis Palau, Enrique Mantilla, Francisco Pastor

jj Jaime@ceam.es

Contexto y Antecedentes

El objetivo del estudio fue la caracterización de las condiciones atmosféricas y dispersivas que contribuyeron a los episodios de ozono en julio de 2013 y 2014 en Madrid.

Los máximos alcanzados en TODAS las estaciones de ozono de la ciudad de Madrid en los últimos 10 años han ocurrido en alguno de los dos episodios de Julio de 2013 o 2014.

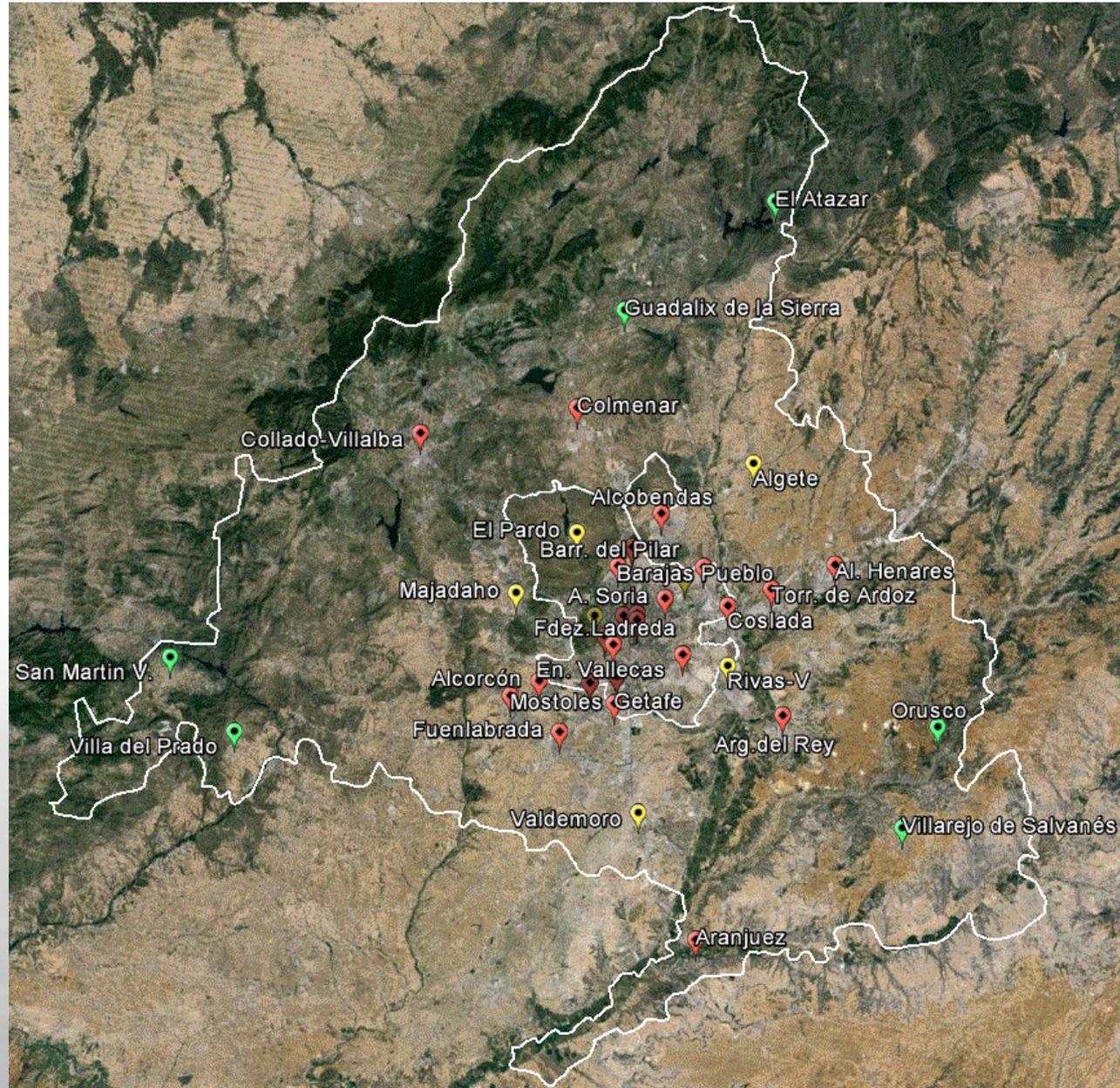
Esta caracterización pretende ayudar a identificar potenciales situaciones de niveles elevados de ozono en Madrid en el futuro.

ENTORNO Y DISTRIBUCIÓN DE PUNTOS DE MEDIDA

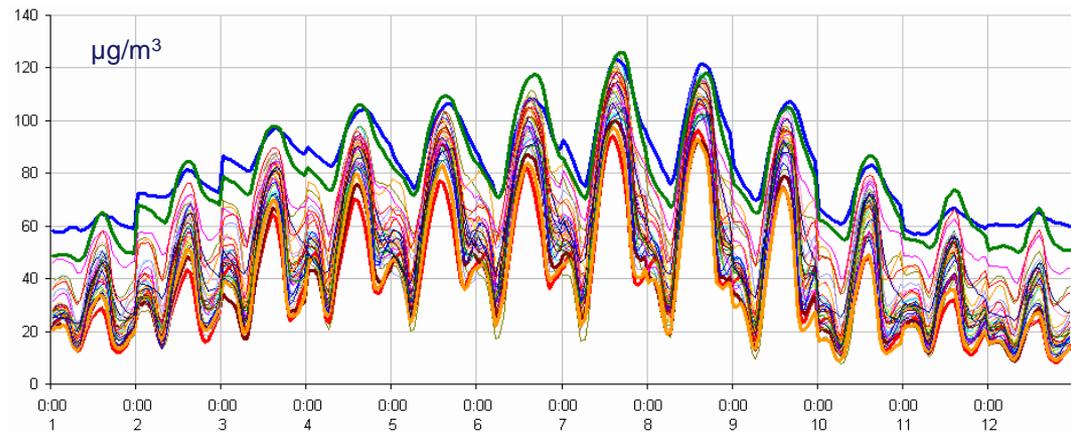
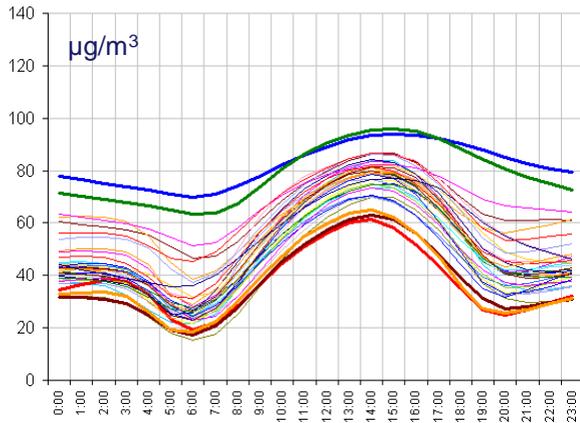


AMM: 5,9M hab. (INE, 2015)
2,8M turistas (IECM, 2014)

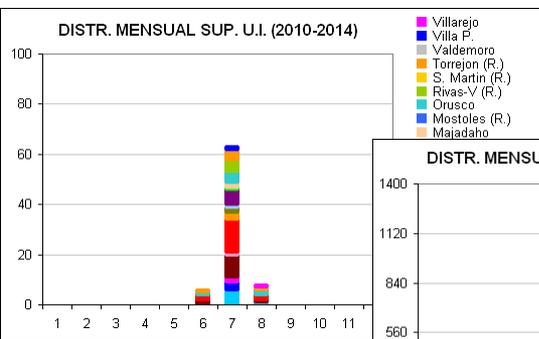
Nº ESTACIONES DE OZONO
2014: 37 (23 COM+14 AYM)
TOTAL 96-14: 74



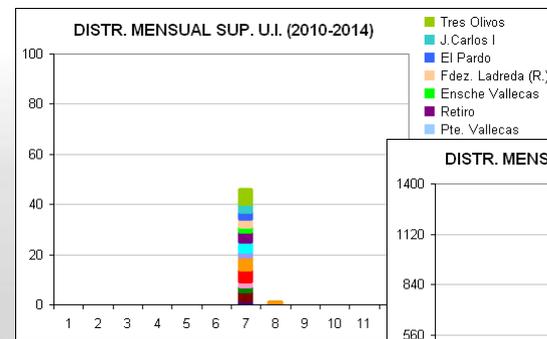
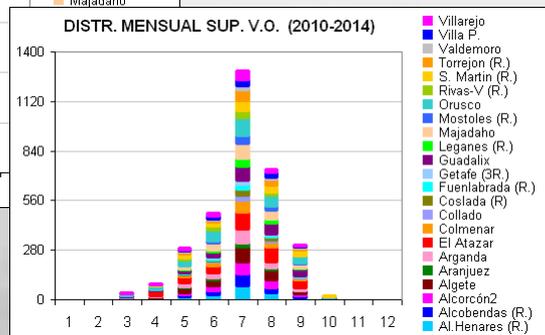
CICLO DIARIO Y ESTACIONAL DE CONCENTRACIONES



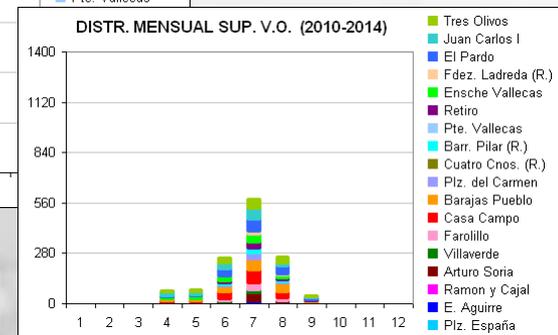
DISTRIBUCIÓN MENSUAL DE SUPERACIONES 2010-2014



COM.MADRID



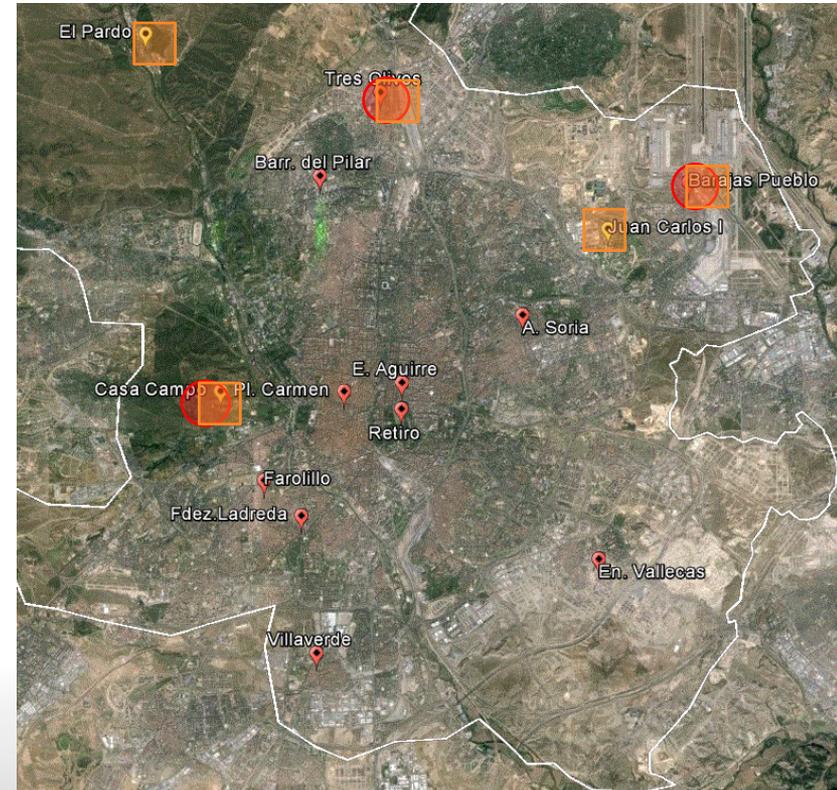
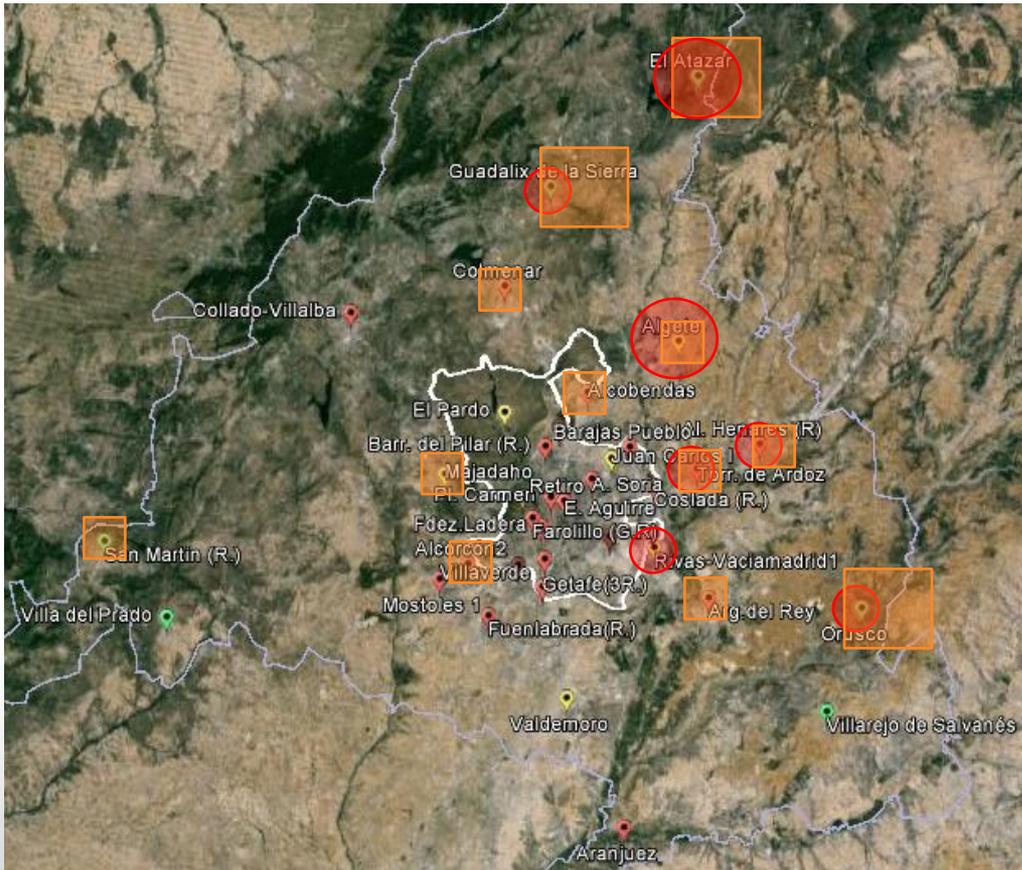
AY.MADRID



DIR 2008/50/CE – R.D. 102/2011: **V.O.** = 120 µg/m³ (m8h) 25/año max.

U.I. = 180 µg/m³ mh

DISTRIBUCIÓN SUPERACIONES (Promedio 2010-2014)



Umbral de alerta

Valor Objetivo

 **>=1 días sup/año 180 mh**

 **>25 sup/año 120 m8h**

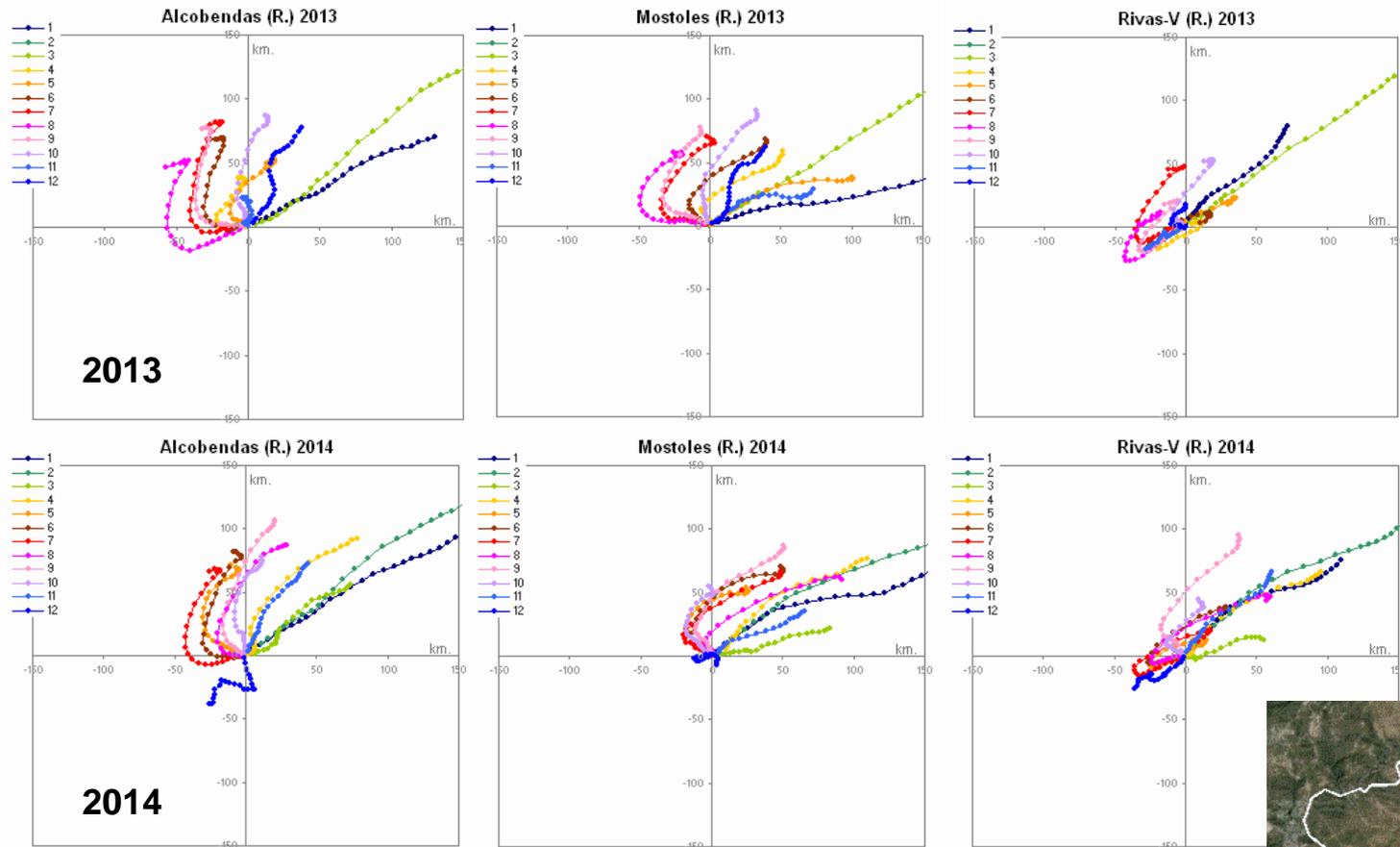
 **>=2 días sup/año 180 mh**

 **>50 sup/año 120 m8h**

En la CM: Superaciones preferentemente al norte y al este del AMM.

En Madrid: Superaciones preferentemente en la periferia de la mitad norte.

TRANSPORTE DE LA PLUMA DE MADRID



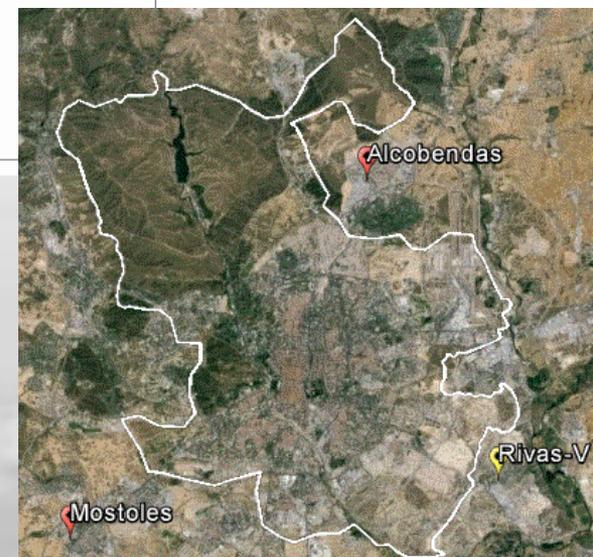
2013

2014

Primavera-Verano

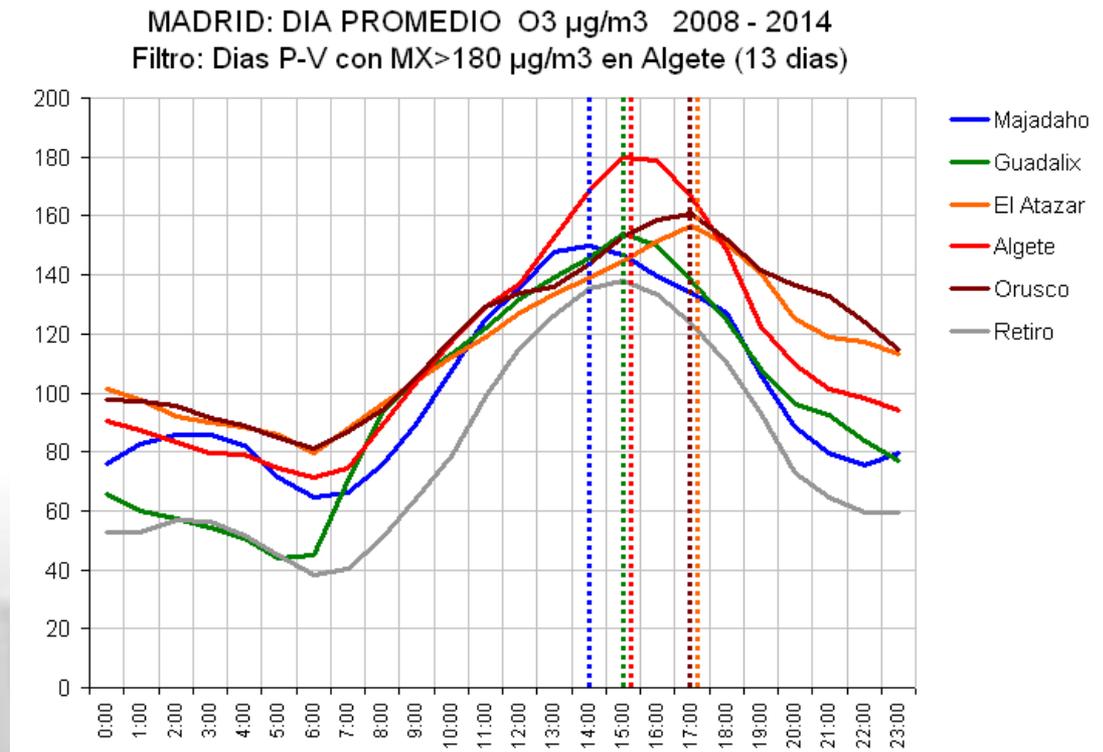
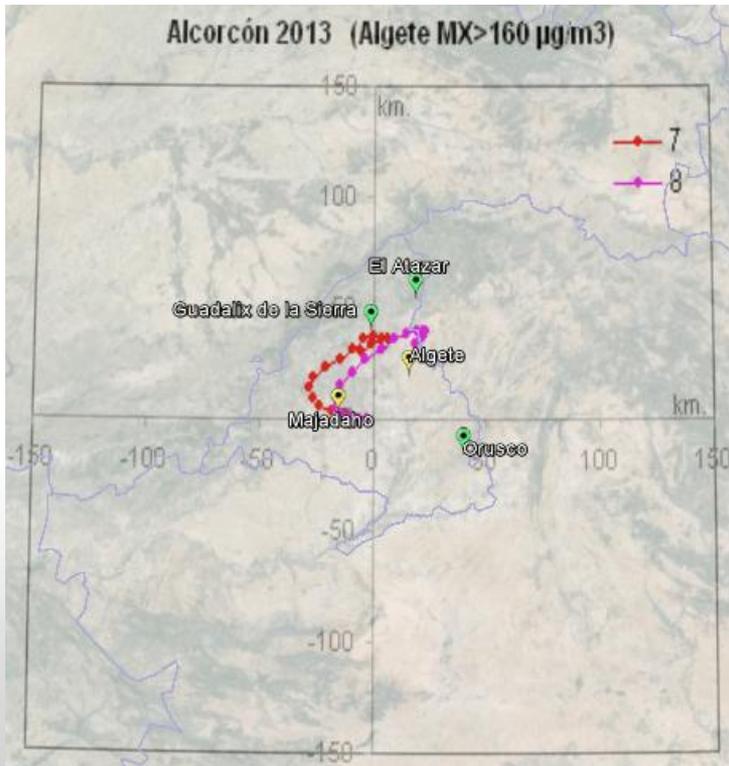
NOCHE: Drenaje del NE siguiendo el desnivel del Henares-Jarama

DIA: Componente SE girando a SO a lo largo del día.



DINÁMICA DEL OZONO EN LA CUENCA DE MADRID

En primavera-verano el transporte de la pluma de Madrid realiza un “barrido” en sentido horario por el arco norte. Los niveles máximos se registran habitualmente en puntos intermedios de recorrido: Guadalix, El Atazar, Algete, y con frecuencia alcanzan Alcalá de Henares y Orusco.



El transporte de la pluma de Madrid se ha documentado en los años 90, en trabajos vinculados a los proyectos MECAPIP, RECAPMA, SECAP (Millán M. *et al.* 1992; Plaza, J. *et al.* 1997)

QUÍMICA NO LINEAL DEL OZONO

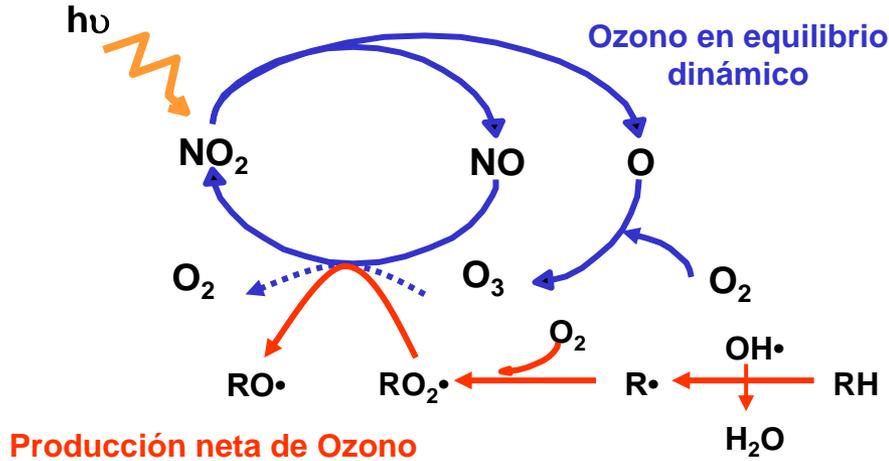
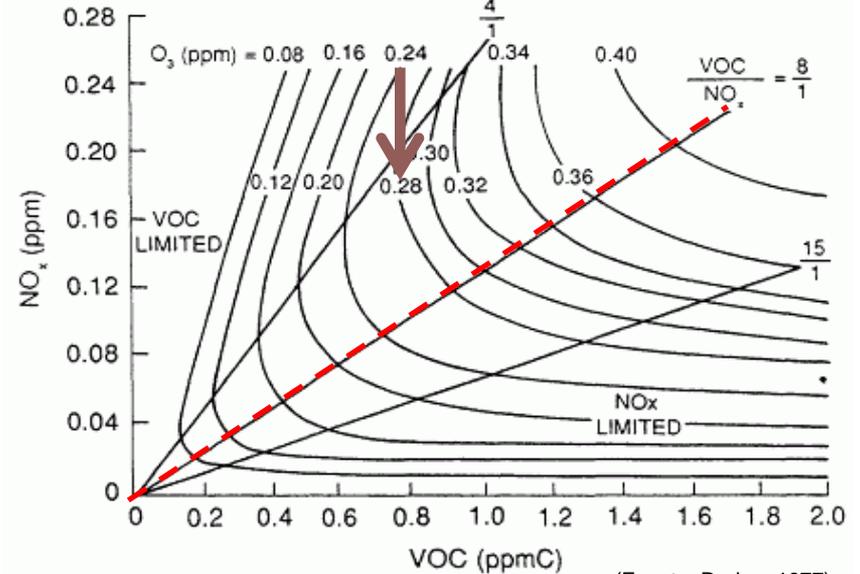


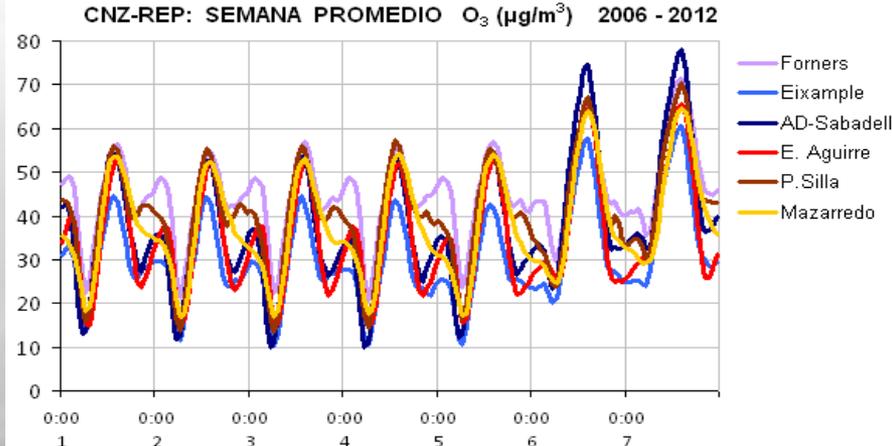
Diagrama EKMA



(Fuente: Dodge, 1977)

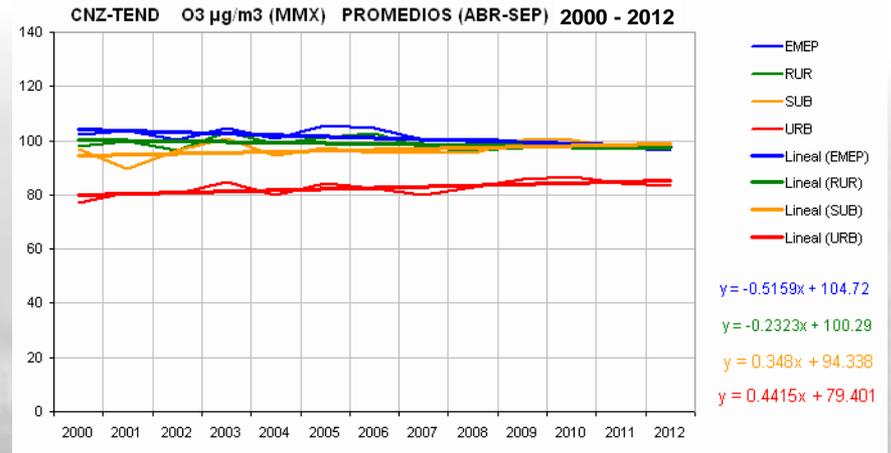
Resultados proyecto CONOZE (2014)

“Efecto fin de semana”



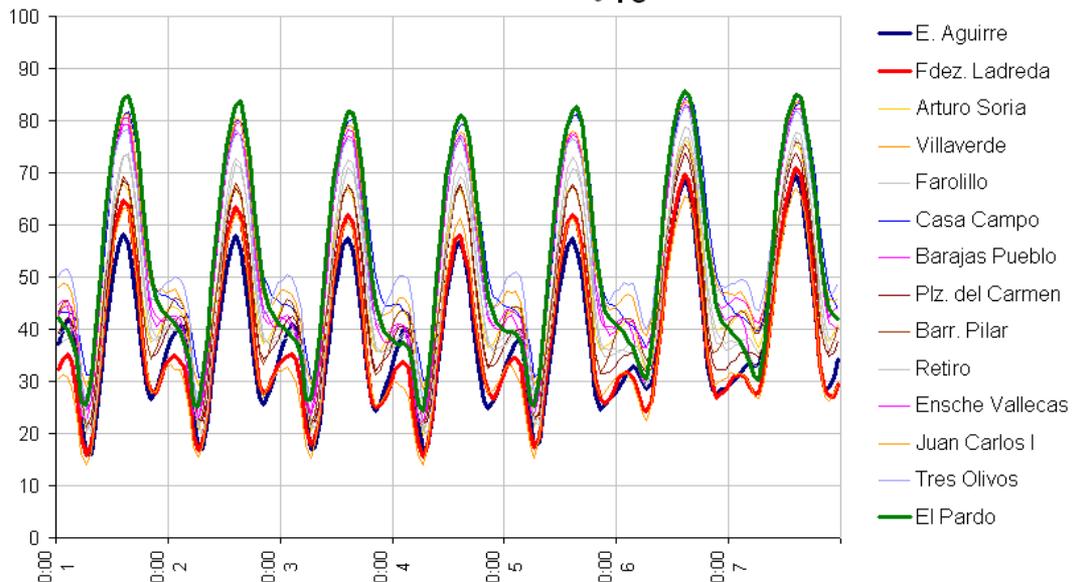
Incrementos de hasta el 40% en las estaciones urbanas.

Tendencias positivas en entornos urbanos



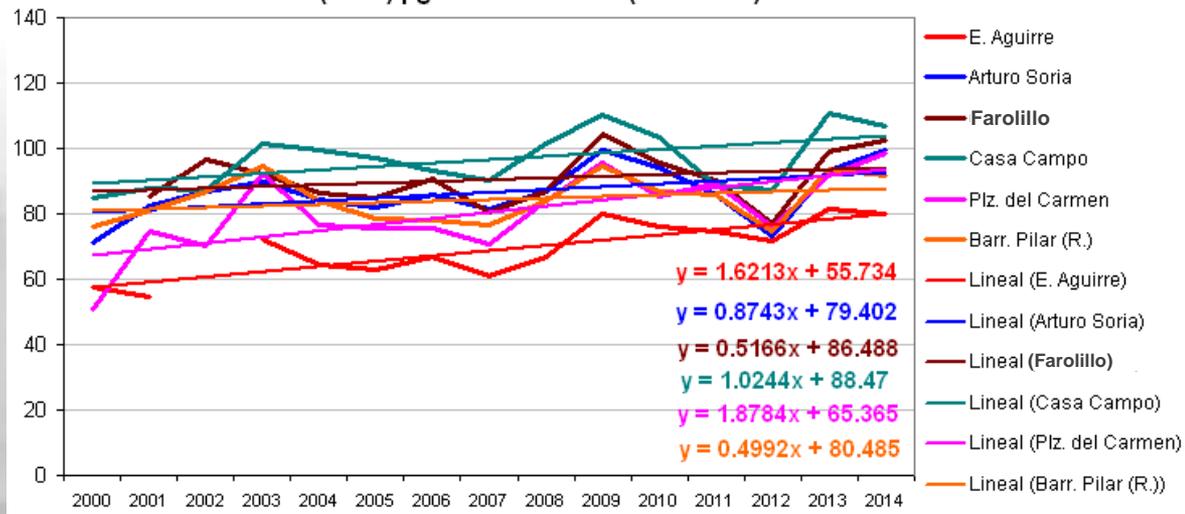
TENDENCIAS Y EFECTO FIN DE SEMANA EN MADRID

RED AYM. MADRID: SEMANA PROMEDIO: O₃ µg/m³ 2008 - 2014



El efecto no lineal se manifiesta más claramente en las estaciones más próximas al tráfico (E. Aguirre, Fdez. Ladreda...), y apenas en las estaciones de la periferia más alejadas del tráfico como El Pardo

OZONO (MMX) µg/m³ 2000-2014 (ABR-SEP)



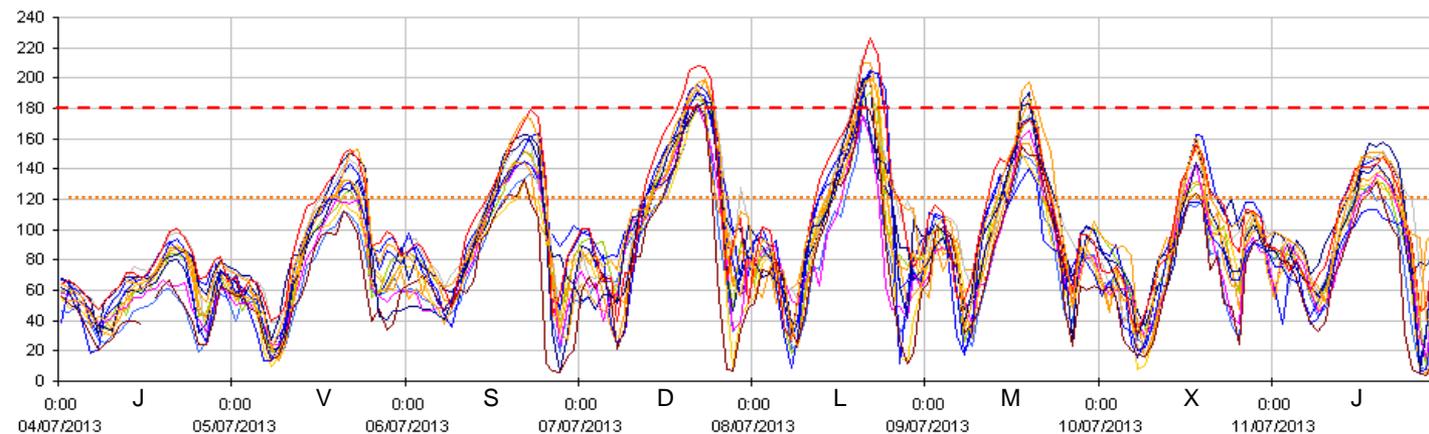
Análisis de los episodios de ozono en julio de 2013, 2014 y 2015 en Madrid



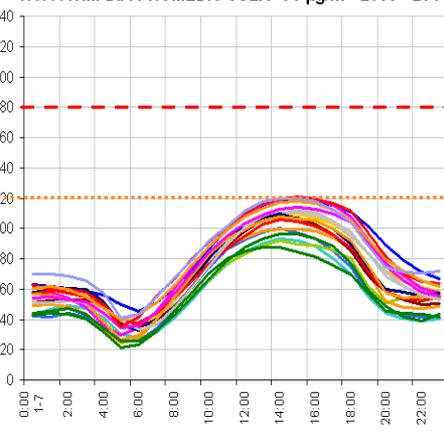
EPISODIO 7-9 JULIO 2013: EVOLUCIÓN DE LAS CONCENTRACIONES

RED CA Ayuntamiento Madrid

- | | | | | | | |
|-----------------|-----------------|--------------------|-------------------|------------------|-------------------|---------------|
| Al.Henares (R.) | Alcobendas (R.) | Alcorcón2 | Algete | Aranjuez | Arganda | El Atazar |
| Colmenar | Collado | Costlada (R.) | Fuenlabrada (R.) | Getafe (3R.) | Guadalix | Leganes (R.) |
| Plz. España | E. Aguirre | Ramon y Cajal | Arturo Soria | Villaverde | Farolillo | Casa Campo |
| Barajas Pueblo | Plz. del Carmen | Moratalaz | Cuatro Cnos. (R.) | Barr. Pilar (R.) | Pte. Vallecas | Mendez Alvaro |
| Castellana | Retiro | Pza. Castilla (R.) | Ensche Vallecas | Urb. Embajada | Fdez.Ladreda (R.) | Sanchinarro |
| El Pardo | Juan Carlos I | Tres Olivos | ???
Valdemoro | Majadahó | Mostoles (R.) | Orusco |
| Rivas-V (R.) | S. Martin (R.) | Torrejon (R.) | | Villa P. | Villarejo | |

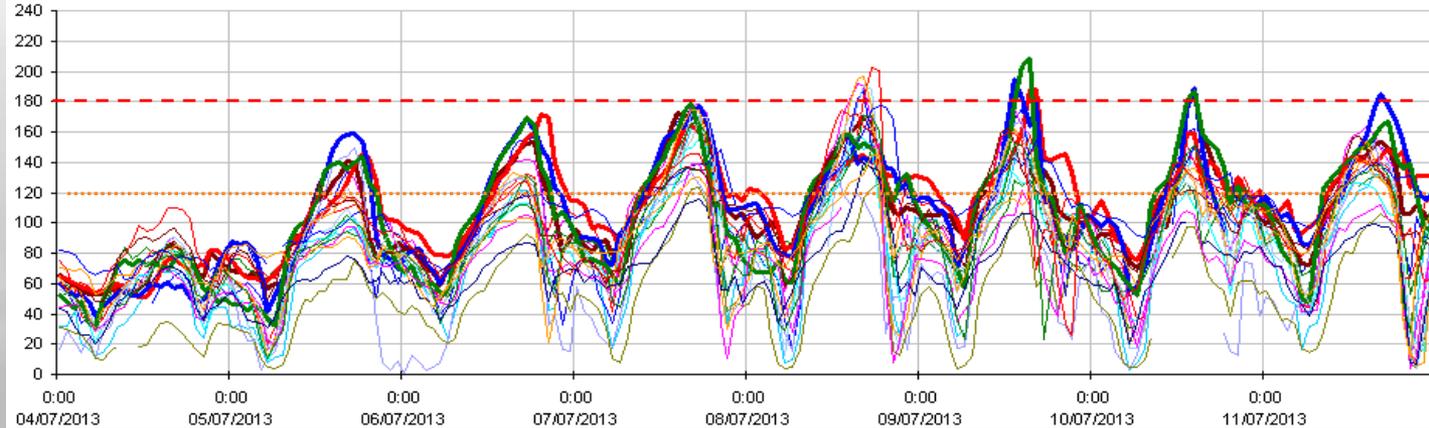


RCA-AYM: DIA PROMEDIO JULIO O3 µg/m³ 2008 - 2014

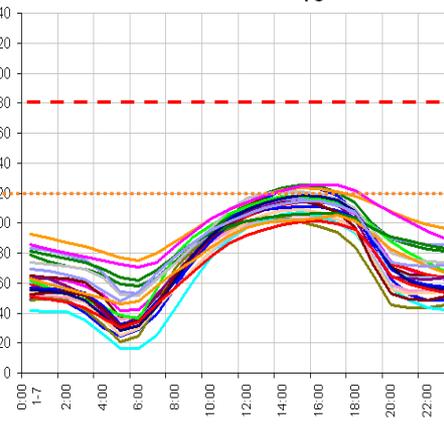


RED CA Comunidad Madrid

- | | | | | | | |
|-----------------|-----------------|--------------------|-------------------|------------------|--------------------|---------------|
| Al.Henares (R.) | Alcobendas (R.) | Alcorcón2 | Algete | Aranjuez | Arganda | El Atazar |
| Colmenar | Collado | Costlada (R.) | Fuenlabrada (R.) | Getafe (3R.) | Guadalix | Leganes (R.) |
| Plz. España | E. Aguirre | Ramon y Cajal | Arturo Soria | Villaverde | Farolillo | Casa Campo |
| Barajas Pueblo | Plz. del Carmen | Moratalaz | Cuatro Cnos. (R.) | Barr. Pilar (R.) | Pte. Vallecas | Mendez Alvaro |
| Castellana | Retiro | Pza. Castilla (R.) | Ensche Vallecas | Urb. Embajada | Fdez. Ladreda (R.) | Sanchinarro |
| El Pardo | Juan Carlos I | Tres Olivos | Majadahó | Mostoles (R.) | Orusco | Rivas-V (R.) |
| S. Martin (R.) | Torrejon (R.) | Valdemoro | Villa P. | Villarejo | | |



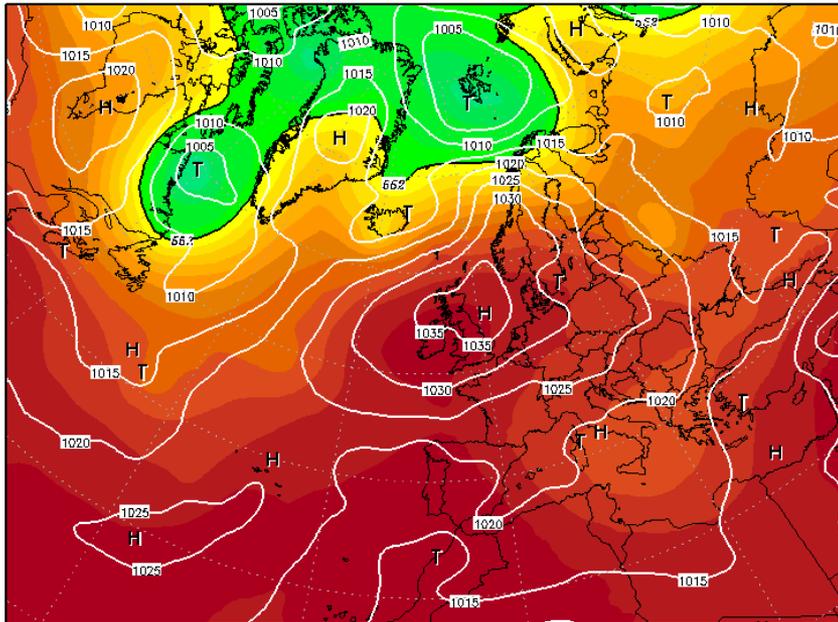
RCA-CM: DIA PROMEDIO JULIO O3 µg/m³ 2008 - 2014



EPISODIO 7-9 JULIO 2013: ANÁLISIS CONDICIONES METEOROLÓGICAS

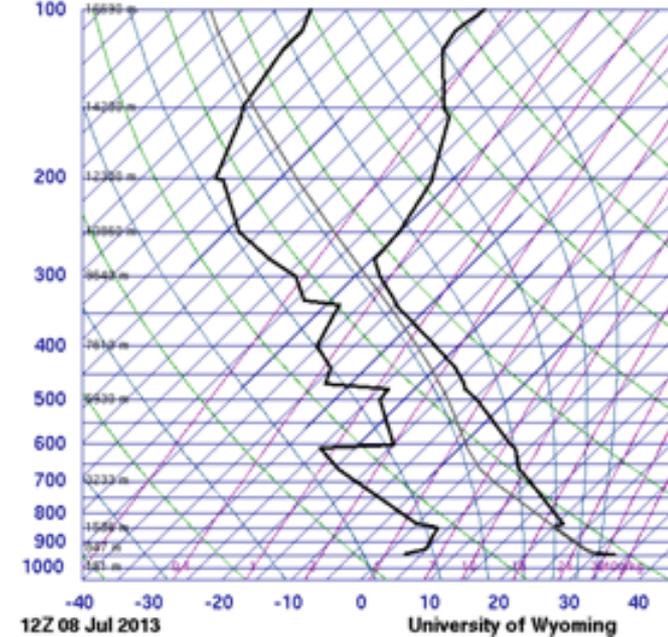
08JUL2013 12Z

500hPa Geopotential (gpdam), Bodendruck (hPa)



Daten: CFS Reanalysis
(C) Wetterzentrale
www.wetterzentrale.de

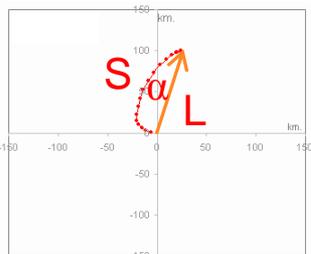
08221 LEMD Madrid



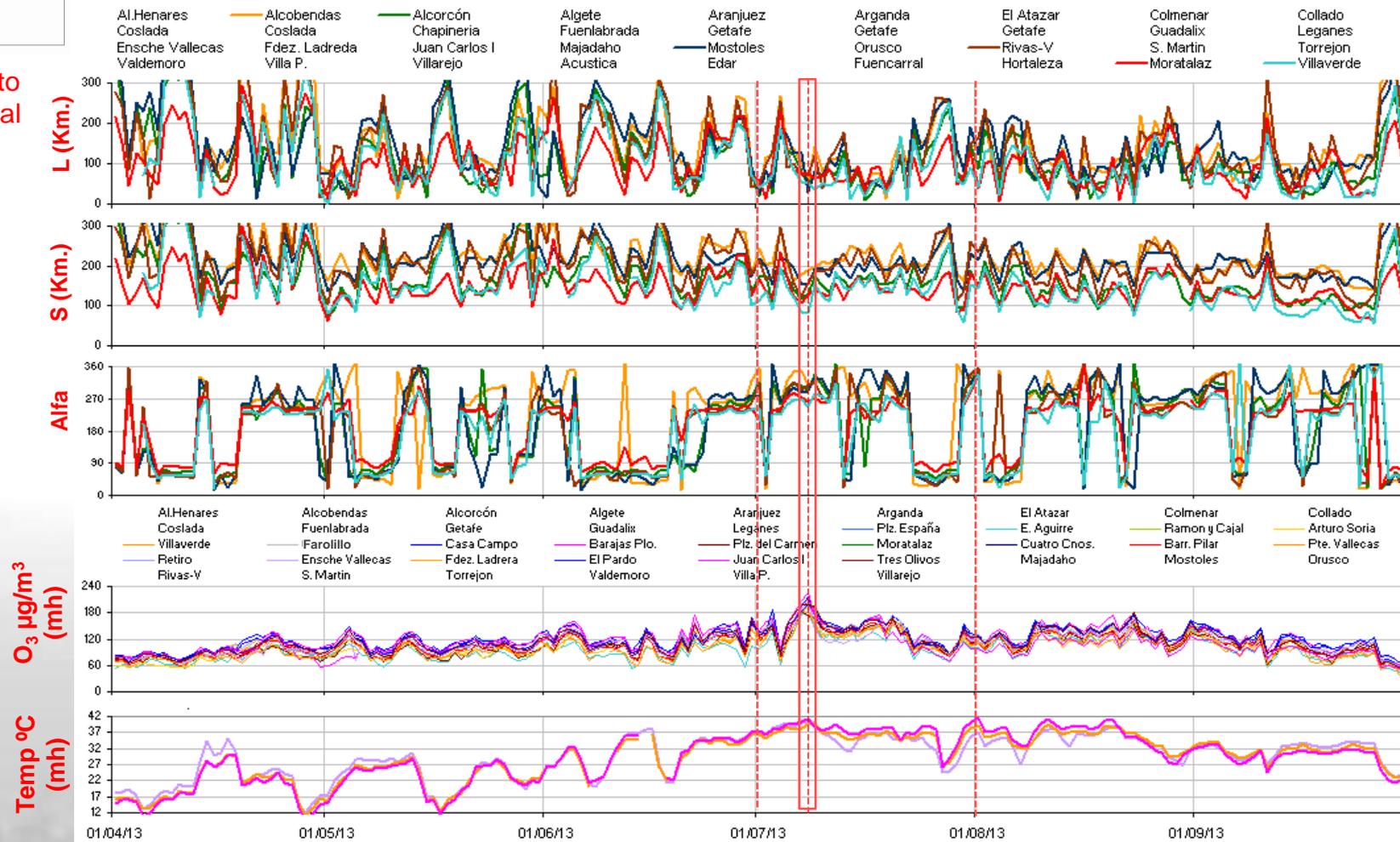
A partir de la jornada del 6 de Julio un centro de **altas presiones** se sitúa en posición de bloqueo, sobre la Islas Británicas, reforzándose durante las siguientes jornadas. A la vez una **profunda dorsal en niveles altos**, a la altura aproximada de la P.I., prolonga una masa de aire africana determinando un importante episodio de calor.

Los perfiles verticales muestran una importante **inversión de subsidencia** en torno al nivel de 1500 m, que se mantiene durante todo el periodo.

EPISODIO 7-9 JULIO 2013: ANÁLISIS CONDICIONES DE DISPERSIÓN



L: recorrido neto
S: recorrido total
α: ángulo dir.

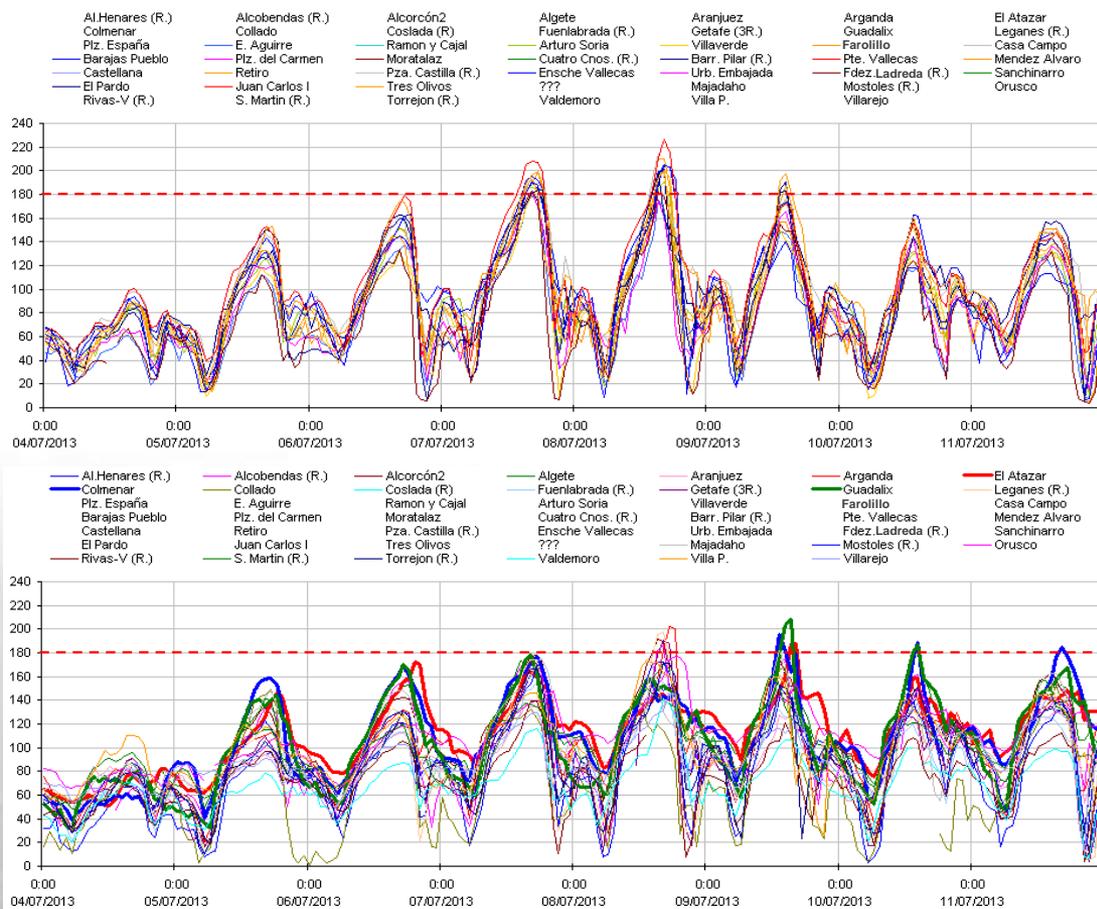
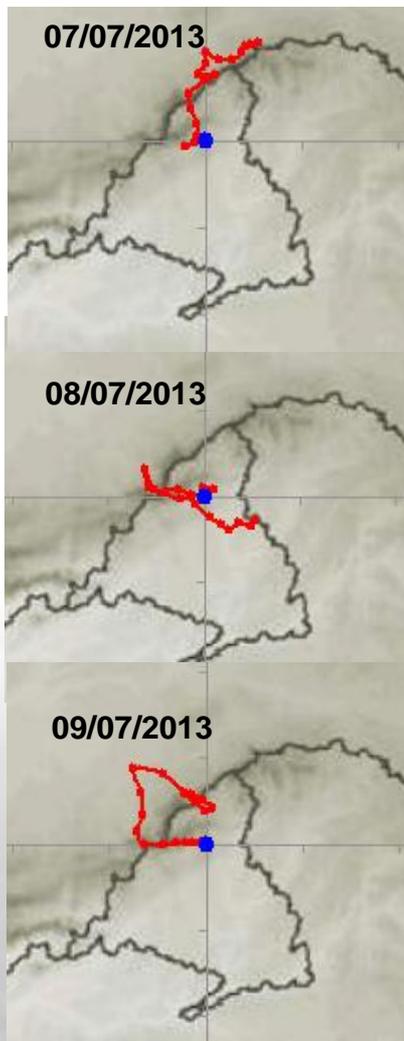


7-9 Julio de 2013: Combinación: Tmax ~ 40° y L << en todo el periodo

EPISODIO 7-9 JULIO 2013: ANÁLISIS DIA 8

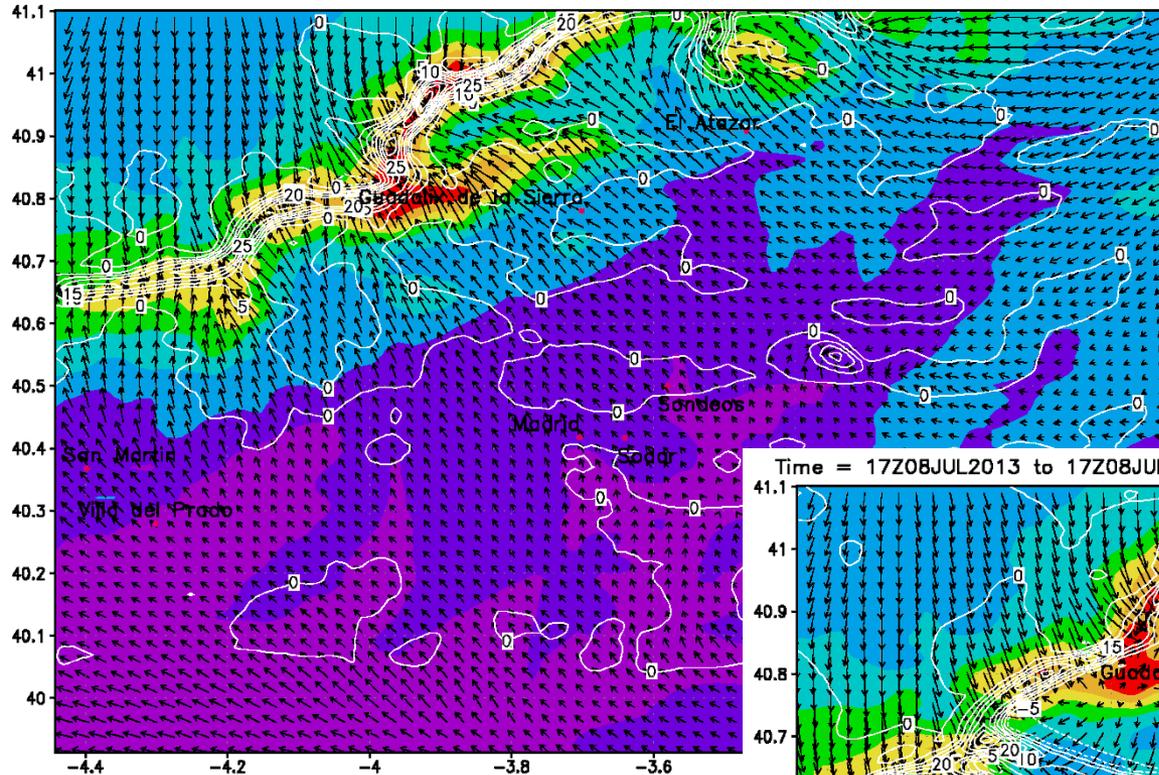
GUADALIX

El desacoplamiento de dos masas aéreas el día 8 provoca que las concentraciones en El Atazar y Guadalix comiencen a descender a partir de las 15 h. Mientras en puntos próximos al AMM las concentraciones se disparan.



EPISODIO 7-9 JULIO 2013: MODELIZACIÓN CAMPO DE VIENTOS DÍA 8

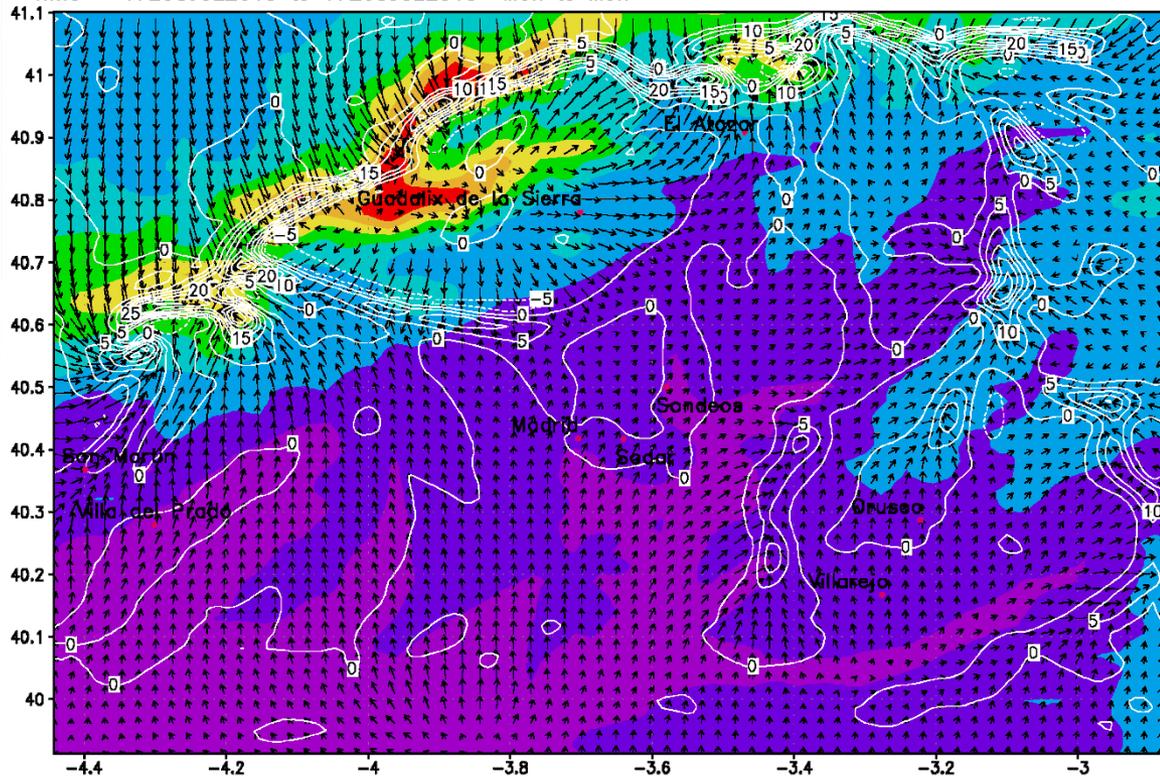
Time = 16Z07JUL2013 to 16Z07JUL2013 Sun to Sun



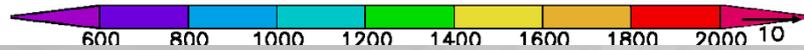
GrADS: COLA/IGES



Time = 17Z08JUL2013 to 17Z08JUL2013 Mon to Mon

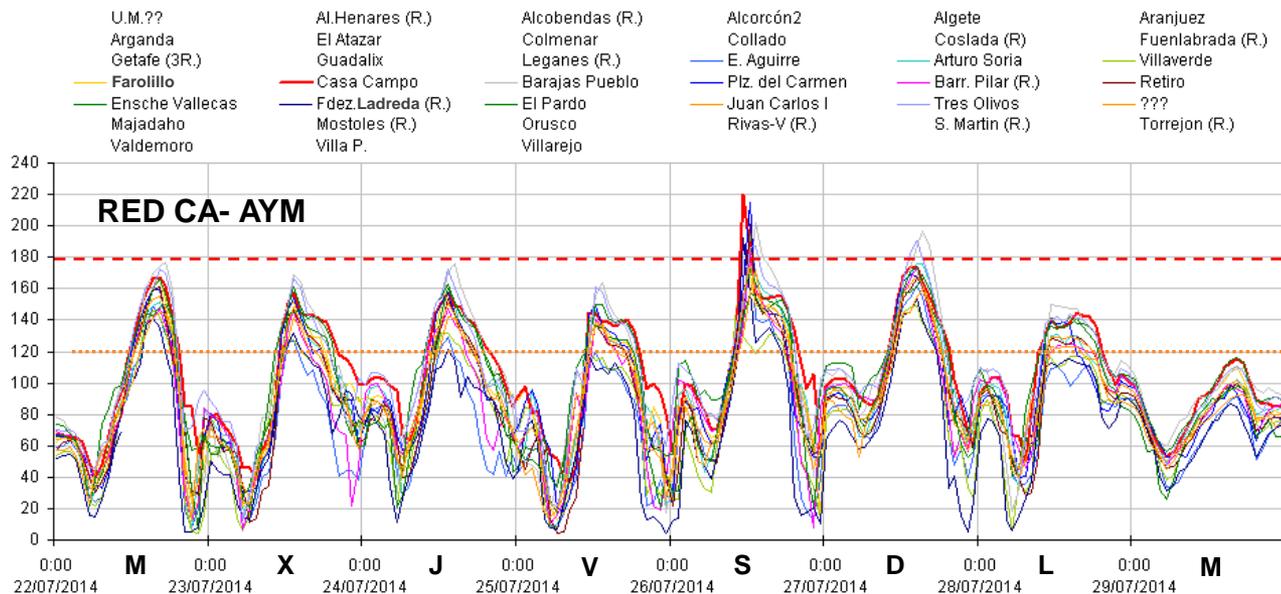


GrADS: COLA/IGES

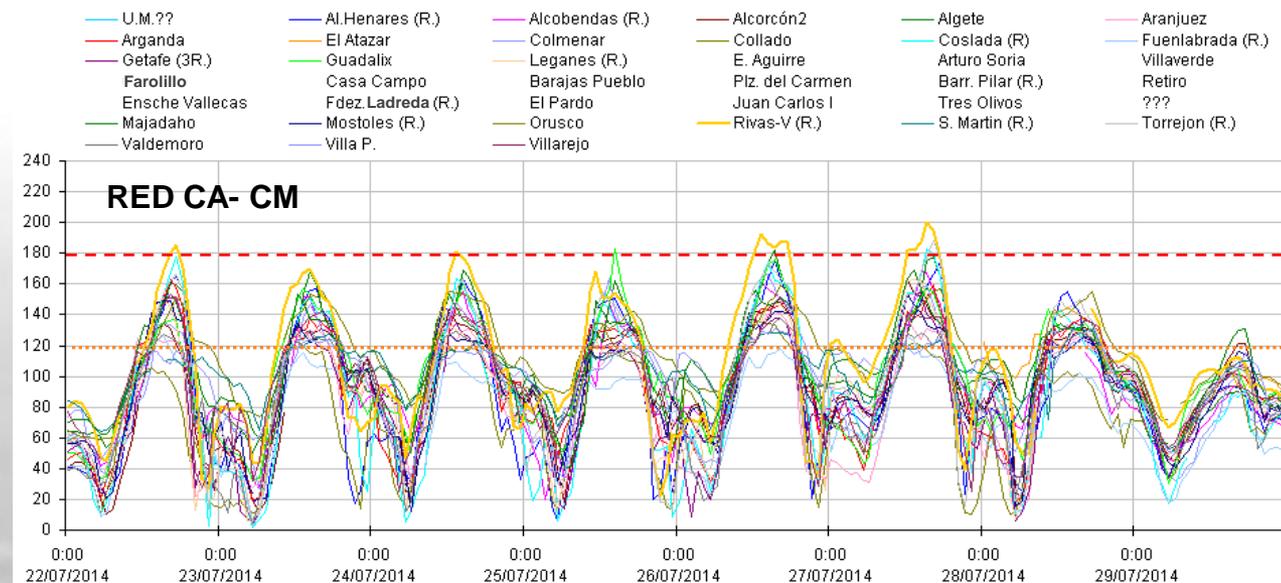
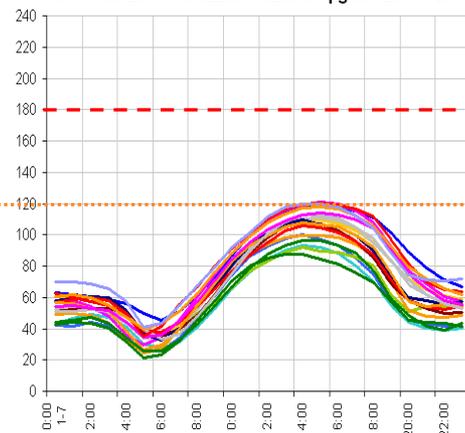


2015-05-22-10:14

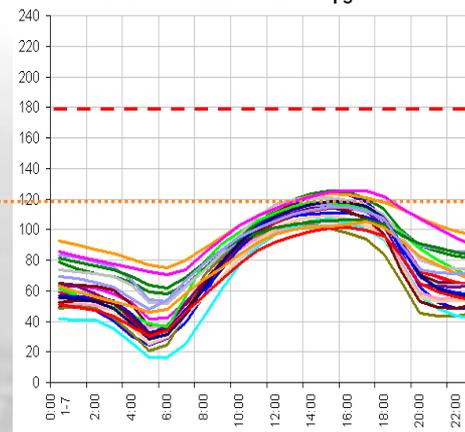
EPISODIO 26-27 JULIO 2014: EVOLUCIÓN DE LAS CONCENTRACIONES



RCA-AYM: DIA PROMEDIO JULIO O3 µg/m³ 2008 - 2014



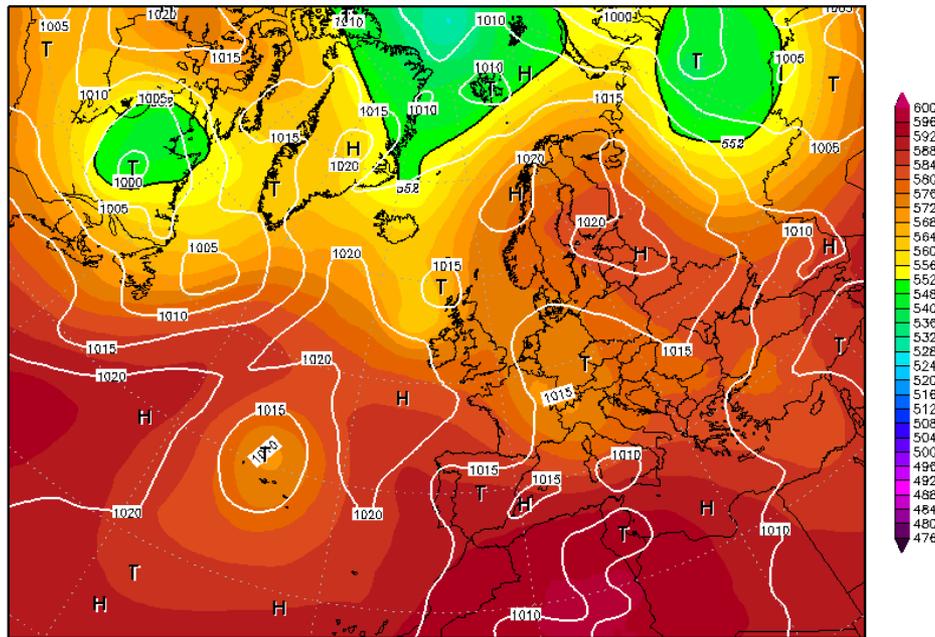
RCA-CM: DIA PROMEDIO JULIO O3 µg/m³ 2008 - 2014



EPISODIO 26-27 JULIO 2014: CONDICIONES ATMOSFÉRICAS

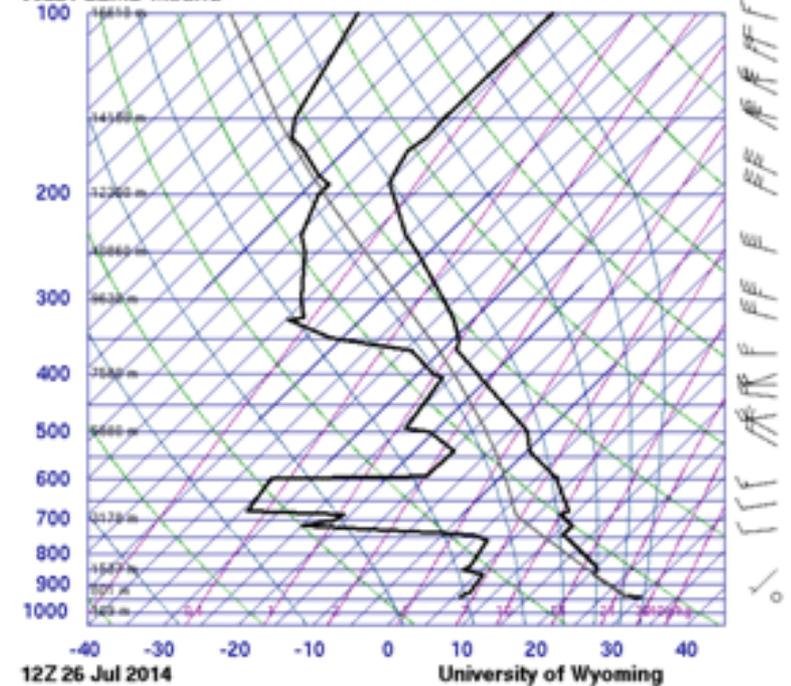
26JUL2014 12Z

500hPa Geopotential (gpdam), Bodendruck (hPa)



Daten: CFS Reanalysis
(C) Wetterzentrale
www.wetterzentrale.de

08221 LEMD Madrid

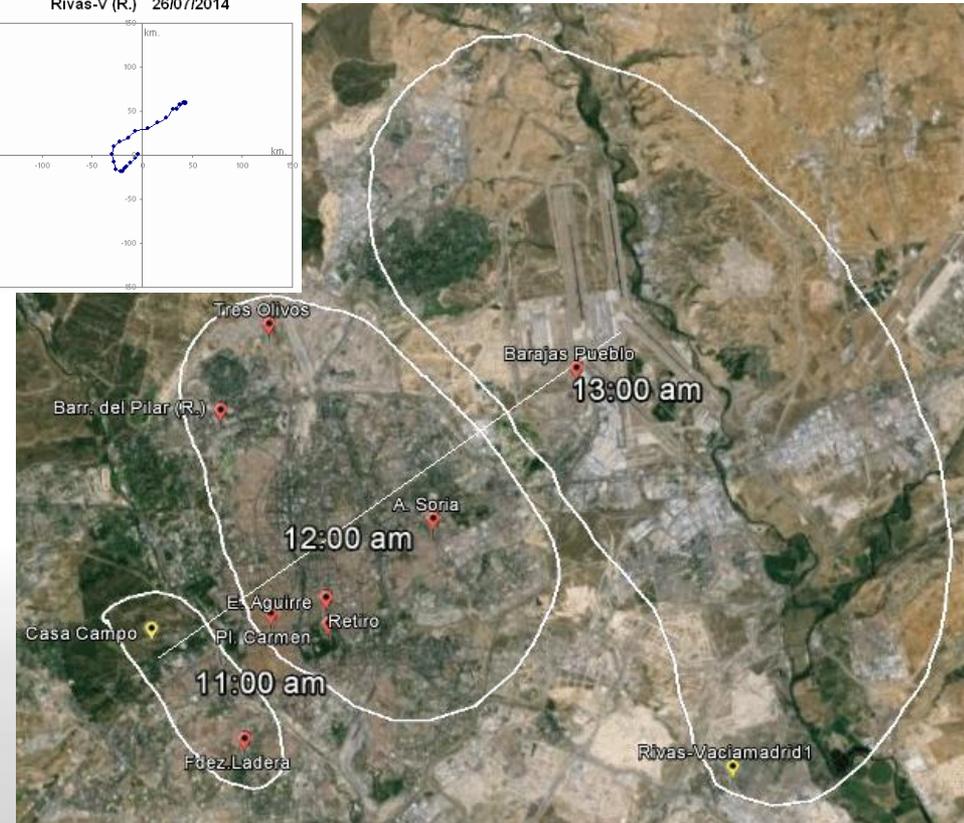
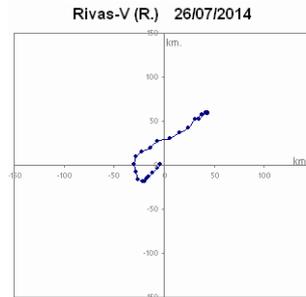
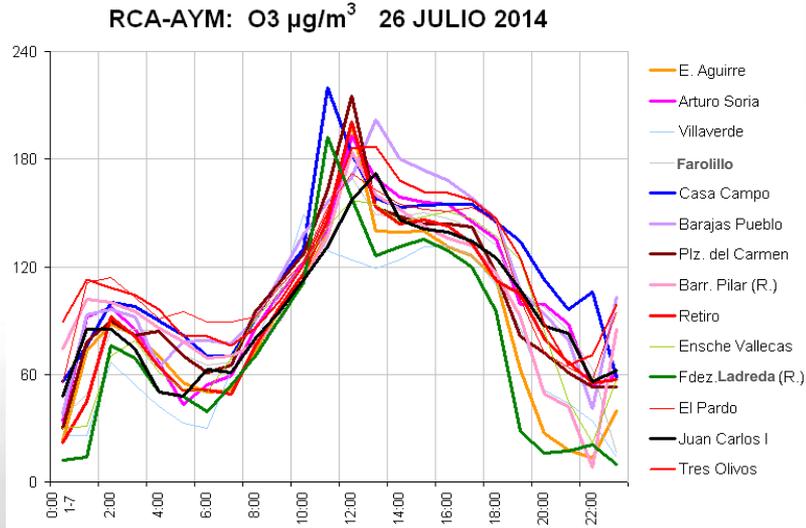


Dominio de las altas presiones sobre todo el territorio peninsular, con presencia en altura una dorsal, no muy intensa, que refuerza el carácter estable de las condiciones atmosféricas.

Los perfiles meteorológicos del observatorio de Madrid/Barajas muestran el confinamiento de la masa aérea a gran escala a causa de una inversión no muy intensa en torno a los 1500 m.

EPISODIO 26-27 JULIO 2014: ANÁLISIS DÍA 26

Este episodio tiene en común con el de Julio de 2013 el hecho producirse en una situación de estabilidad anticiclónica, y con un débil desarrollo de la circulación Sur. Sin embargo el análisis de toda la información disponible no revela alteraciones significativas de la dinámica atmosférica que expliquen el episodio en los mismos términos que el de 2013.

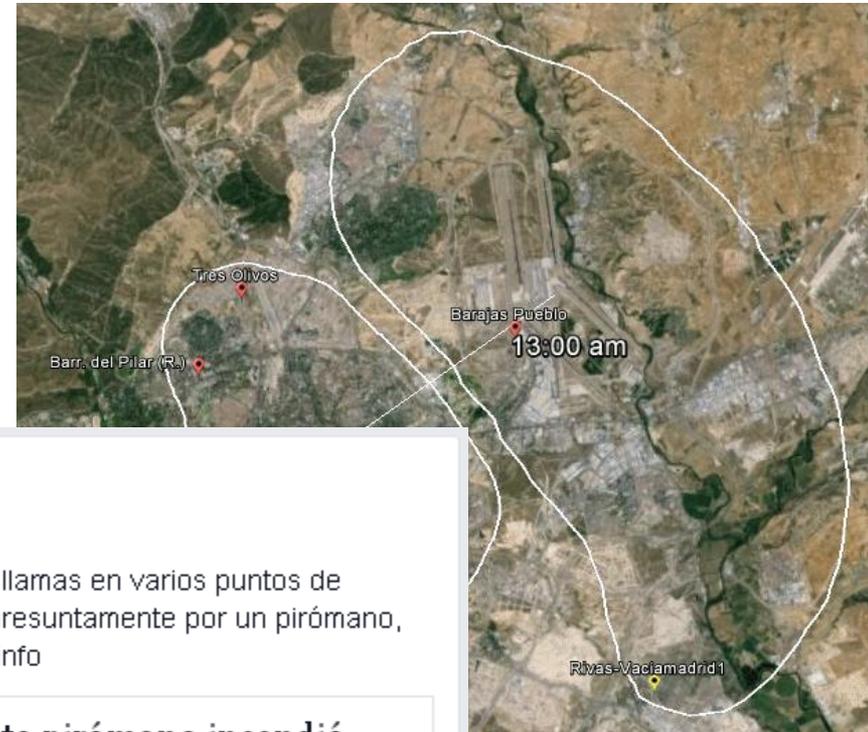


El comportamiento es compatible con una fumigación local de una masa de aire en altura cargada de ozono y/o precursores, que durante la formación de la capa de mezcla impacta en superficie. Una vez en el suelo esta masa de aire es transportada por un viento débil hacia el noreste, a la vez que se extiende por efecto de la dispersión, afectando a otros puntos de la ciudad durante el recorrido.

EPISODIO 26-27 JULIO 2014: ANÁLISIS DÍA 26

El origen de este estrato en altura es difícil de establecer. Podría tratarse de una emisión industrial o accidental en algún punto al suroeste del AMM, durante la madrugada o primeras horas de la mañana del 26, y a unas temperaturas como para alcanzar una altura de termalización relativamente alta, de manera que la fumigación no se produce en las primeras fases de formación de la capa de mezcla, sino algo más tarde.

En todo caso el estrato los 750-1000 m, valore mezcla medidos por el hora local (11:00 UTC)



fn Fuenlabrada Noticias
26 de julio de 2014 · 🌐

Diecisiete vehículos fueron pasto de las llamas en varios puntos de Fuenlabrada en incendios provocados presuntamente por un pirómano, en la madrugada del pasado sábado. + info



Un presunto pirómano incendió este sábado 17 vehículos en Fuenlabrada

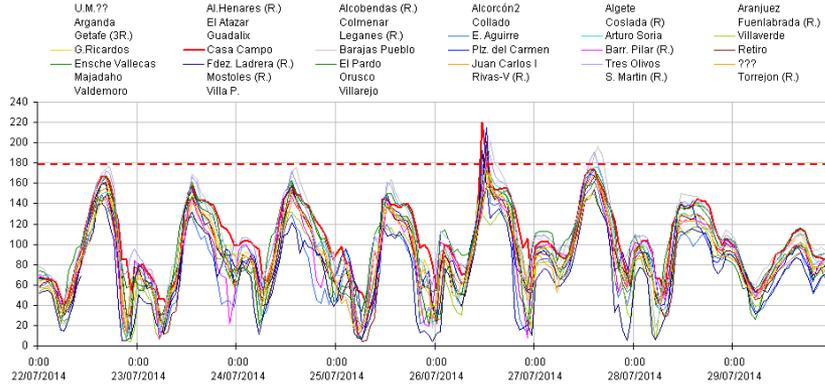
Diecisiete vehículos fueron pasto de las llamas en varios puntos de Fuenlabrada en incendios...

FUENLABRADANOTICIAS.COM | DE REDACCION FN

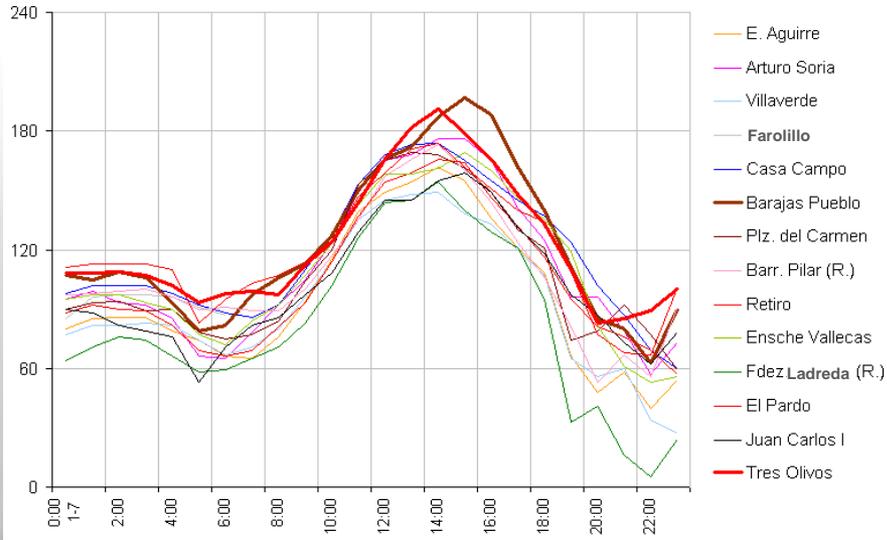
64 Me gusta 20 comentarios Se ha compartido 338 veces

👍 Me gusta 💬 Comentar ➦ Compartir

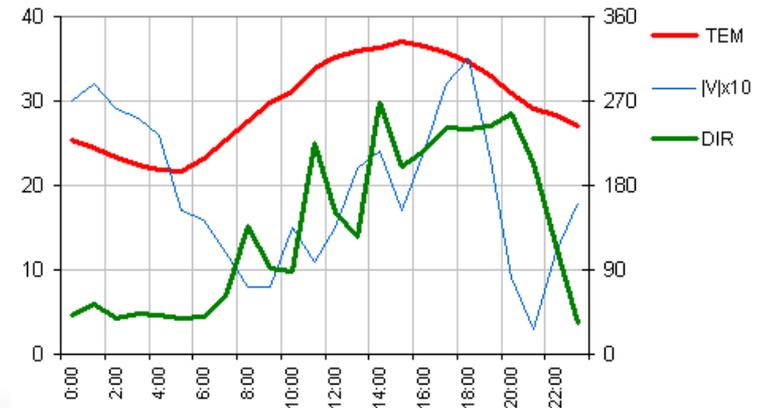
EPISODIO 26-27 JULIO 2014: ANÁLISIS DÍA 27



RCA-AYM: O3 µg/m³ 27 JULIO 2014

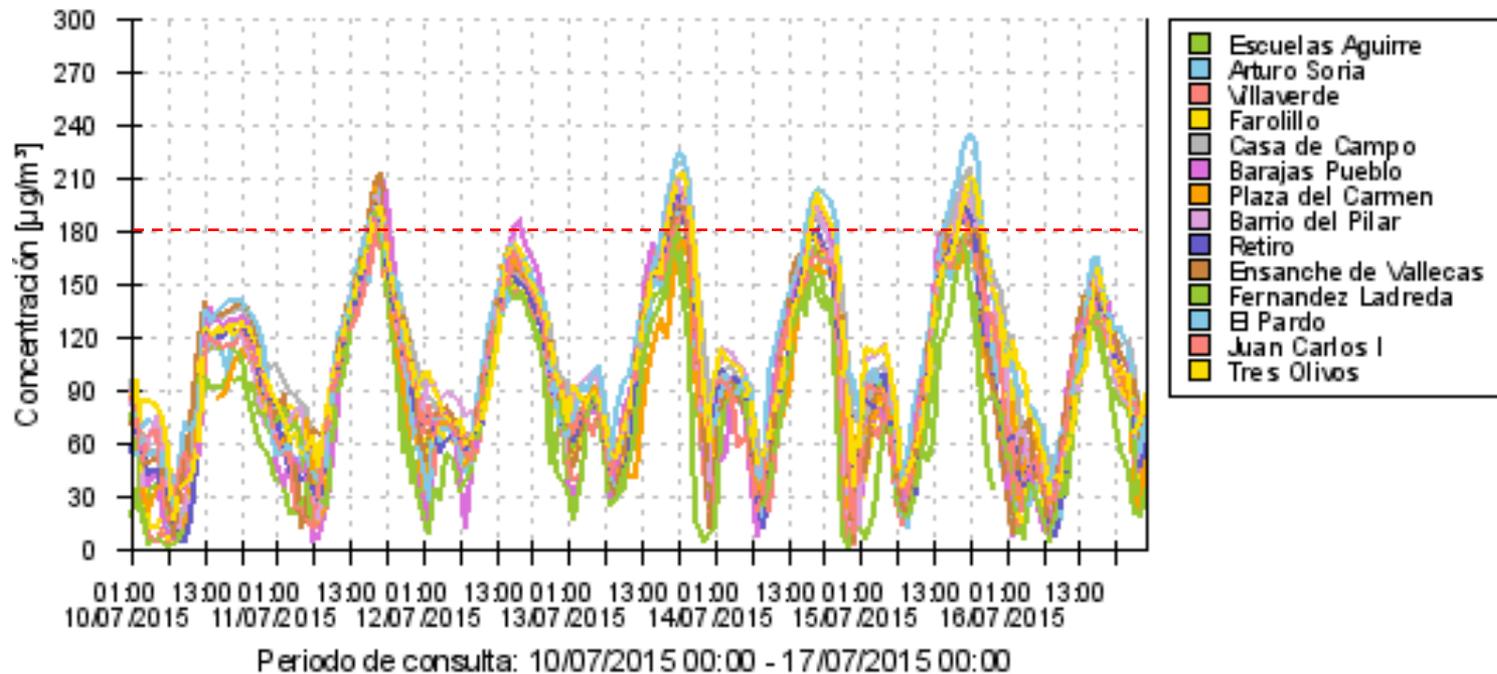


El episodio del día 27 no estaría vinculado al accidente del día anterior. Se enmarcaría en una situación de niveles relativamente altos bajo fuerte estabilidad atmosférica, y un débil desarrollo de la circulación del sur, que no favorece la dispersión las emisiones del AMM.

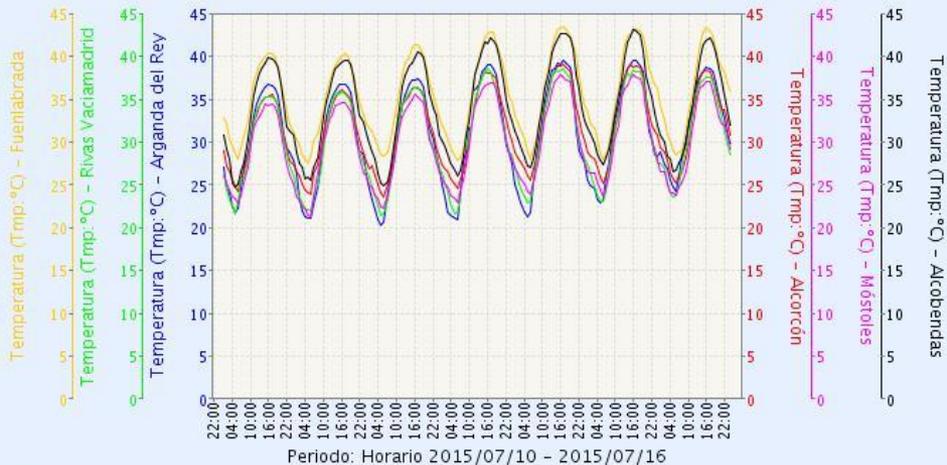


Las superaciones se registran en la periferia norte de la capital (Barajas Pueblo y Tres Olivos), en puntos menos afectados por el tráfico. La ocurrencia de superaciones del U.I. en estos puntos es más probable que en los del centro, donde la cercanía al tráfico contribuye a moderar los niveles de ozono (salvo en ocasiones extraordinarias como la del 7-9 Julio de 2013).

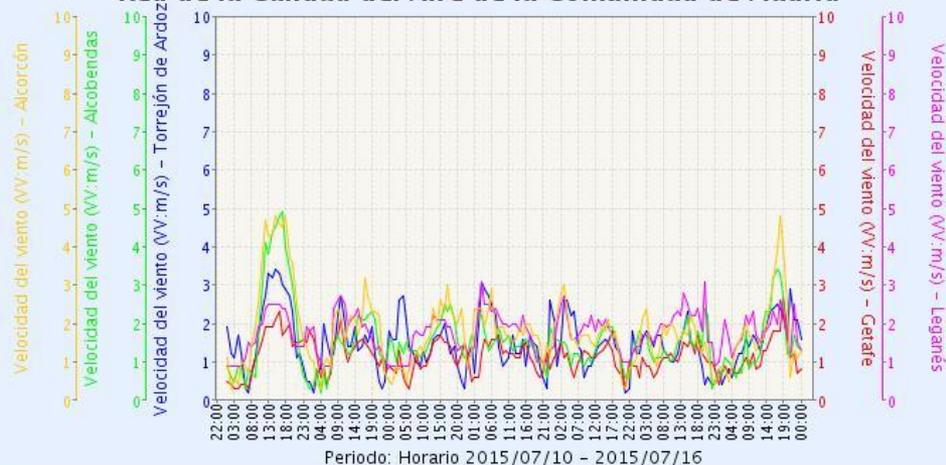
EPISODIO 11-15 JULIO 2015



Red de la Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid



Red de la Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid



■ Temperatura (Temp.°C) - Arganda del Rey ■ Temperatura (Temp.°C) - Alcorcón ■ Temperatura (Temp.°C) - Rivas Vaciamadrid
■ Temperatura (Temp.°C) - Móstoles ■ Temperatura (Temp.°C) - Fuenlabrada ■ Temperatura (Temp.°C) - Alcobendas

■ Velocidad del viento (VV:m/s) - Torrejón de Ardoz ■ Velocidad del viento (VV:m/s) - Getafe
■ Velocidad del viento (VV:m/s) - Alcobendas ■ Velocidad del viento (VV:m/s) - Leganés ■ Velocidad del viento (VV:m/s) - Alcorcón

CONCLUSIONES

- Ocasionalmente el patrón habitual de transporte de la pluma de Madrid en primavera-verano es alterado por condiciones atmosféricas que pueden llegar a inhibir el transporte de la pluma, manteniendo la masa aérea contaminada sobre el AMM, e incrementando las concentraciones de ozono.
- Las series históricas muestran la no linealidad de la química del ozono en forma de “efecto fin de semana” y tendencias positivas en las estaciones urbanas. Aunque no se ha cuantificado la influencia de estos factores sobre episodios particulares, se trata sin duda de elementos favorables a un mayor número de episodios de ozono en el entorno del AMM.
- Por otro lado el rediseño de la red 2010 mejora la vigilancia del ozono en la ciudad, poniendo de manifiesto la distribución real de este contaminante, con los mayores niveles en la periferia norte, hacia donde con más frecuencia se traslada la pluma (El Pardo, Tres Olivos, Juan Carlos I y Barajas Pueblo, todas en esta zona, se instalaron en 2010).

CONCLUSIONES

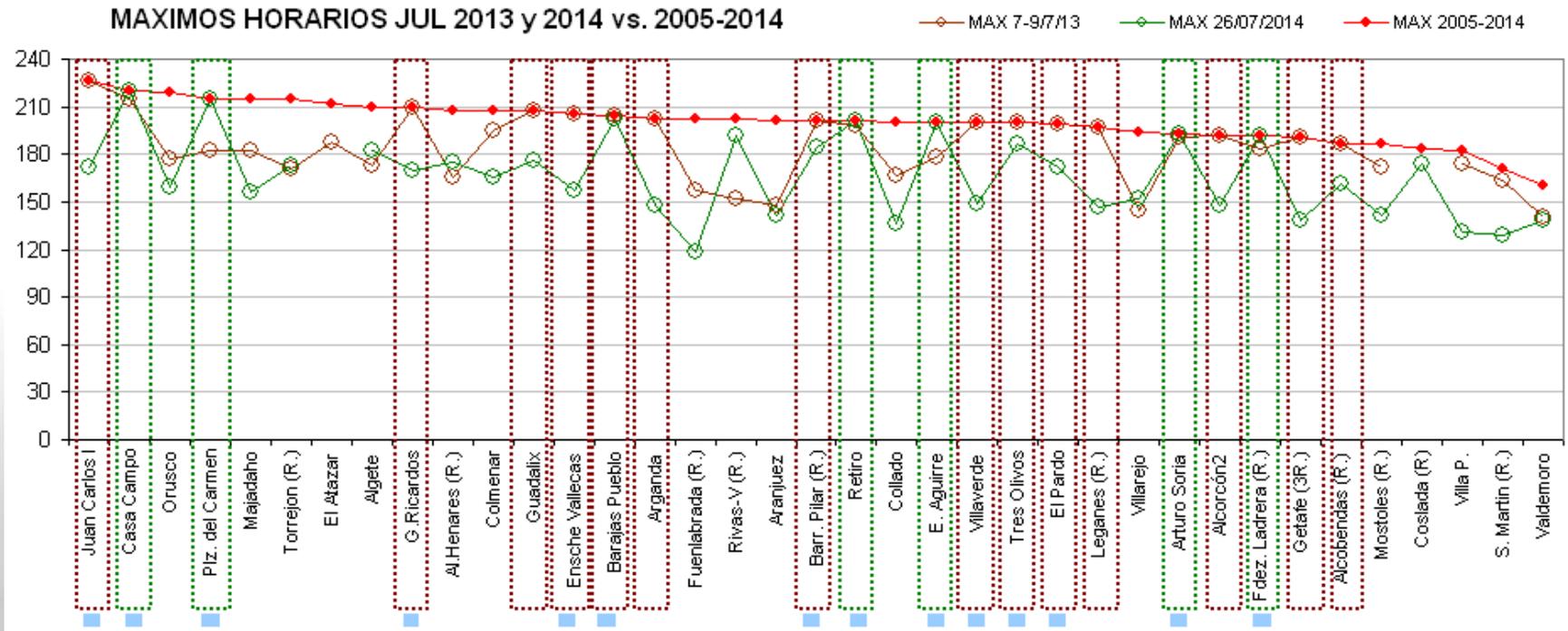
- Los episodios del **7-9 de Julio de 2013** se producen dentro de una situación de fuerte estabilidad atmosférica, elevada insolación y temperaturas muy altas. En estos días se observa un desarrollo muy débil de la circulación de viento, insuficiente para la dispersión efectiva de las emisiones urbanas. El día 8, se ha documentado un desplazamiento hacia el sur de la línea de convergencia de vientos, que provoca un incremento adicional de las concentraciones en el AMM.
- El episodio del **26 de julio de 2014** también ocurre en una situación de estabilidad, aunque no se aprecian alteraciones de la dinámica atmosférica que lo expliquen. Se trata de un episodio peculiar en la hora (temprana), en la duración (muy corta), y en su evolución (trayectoria diagonal SO-NE). Se atribuye a la fumigación de un estrato cargado de ozono que impacta en superficie durante la formación de la capa de mezcla, y que posteriormente se traslada y extiende en la superficie, afectando a las estaciones ubicadas en la trayectoria.
- El episodio del día **27 de julio de 2014** afectó a la periferia norte de la capital. En este caso los registros alcanzados sí se asocian, como los de julio de 2013, a un desarrollo muy débil de la circulación de viento S, que redujo drásticamente la dispersión. Este tipo de episodio se considera más probable que el del 26 (atribuido a una emisión accidental), y también más probable que los del 7-9 de julio de 2013, que fueron más agudos y duraderos, y que afectaron a todo el área urbana.

GRACIAS POR SU ATENCIÓN



MAXIMOS HORARIOS DE OZONO EN MADRID JULIO 2013-2014 vs. HISTÓRICO

En los veranos de 2013, entre el 7 y el 9 de Julio, y de 2014, el 26 y 27 de Julio, la Red de Vigilancia de la Calidad del aire del Ayuntamiento de Madrid registró concentraciones de ozono sensiblemente superiores al *Umbral de Información a la población* ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{mh}$) en la práctica totalidad de sus estaciones.



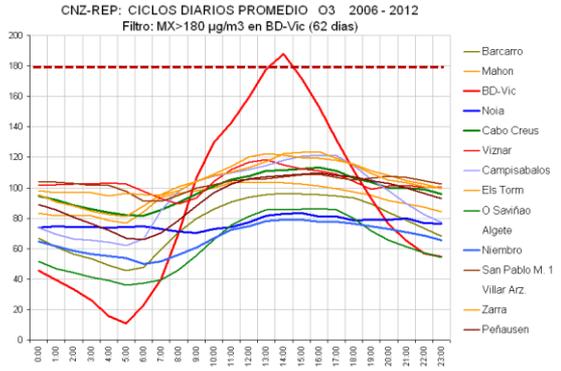
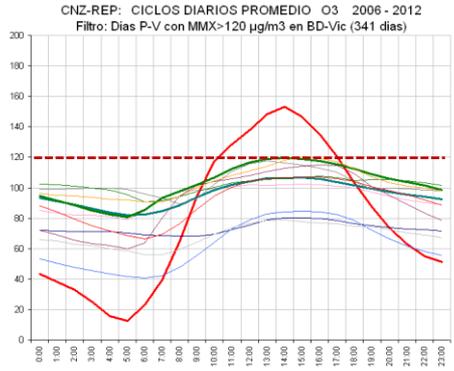
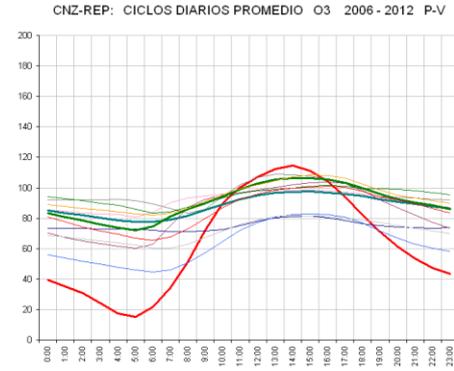
IV. ANÁLISIS: FONDO VS. PRODUCCION LOCAL

PROMEDIO P-V

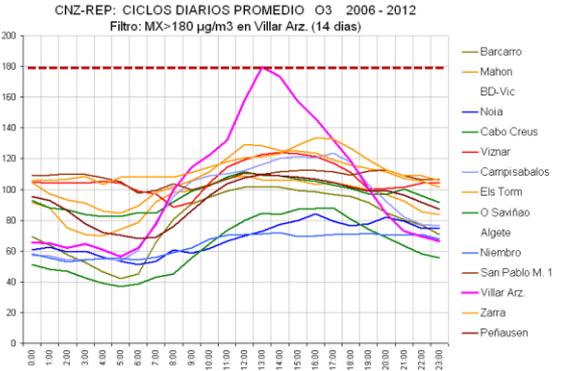
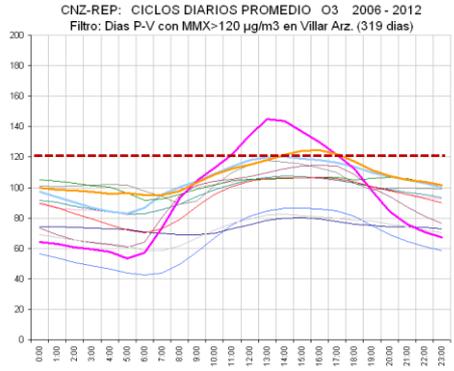
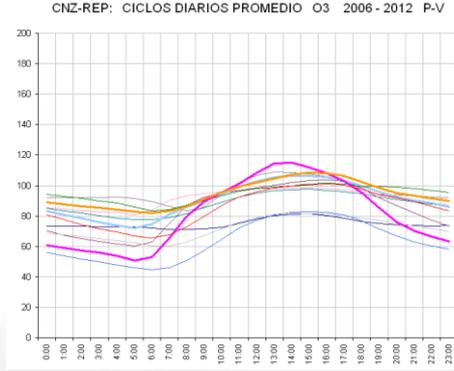
MMX>120 P-V (CRÓNICO)

MX>180 P-V (EPISÓDICO)

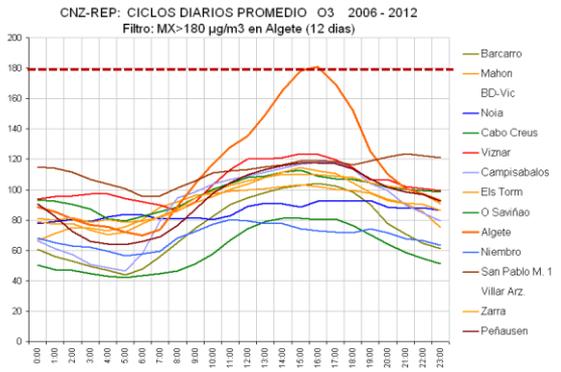
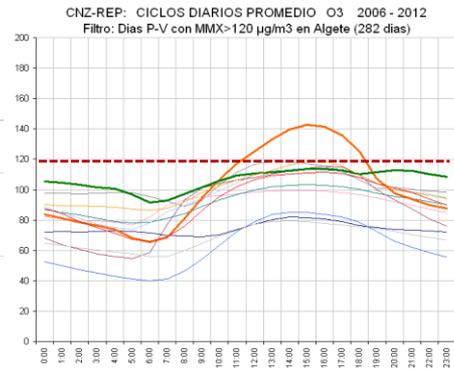
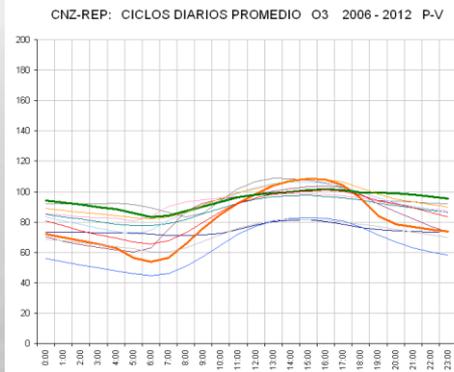
VIC



VILLAR



ALGETE



OZONO Y SALUD

Nuevas evidencias del impacto de la contaminación atmosférica en la salud: REVIHAAP (WHO, 2013)

Respuesta a 26 cuestiones relevantes para la revisión de las políticas europeas en calidad del aire.



Review of evidence
on health aspects of
air pollution –
REVIHAAP Project

Technical Report



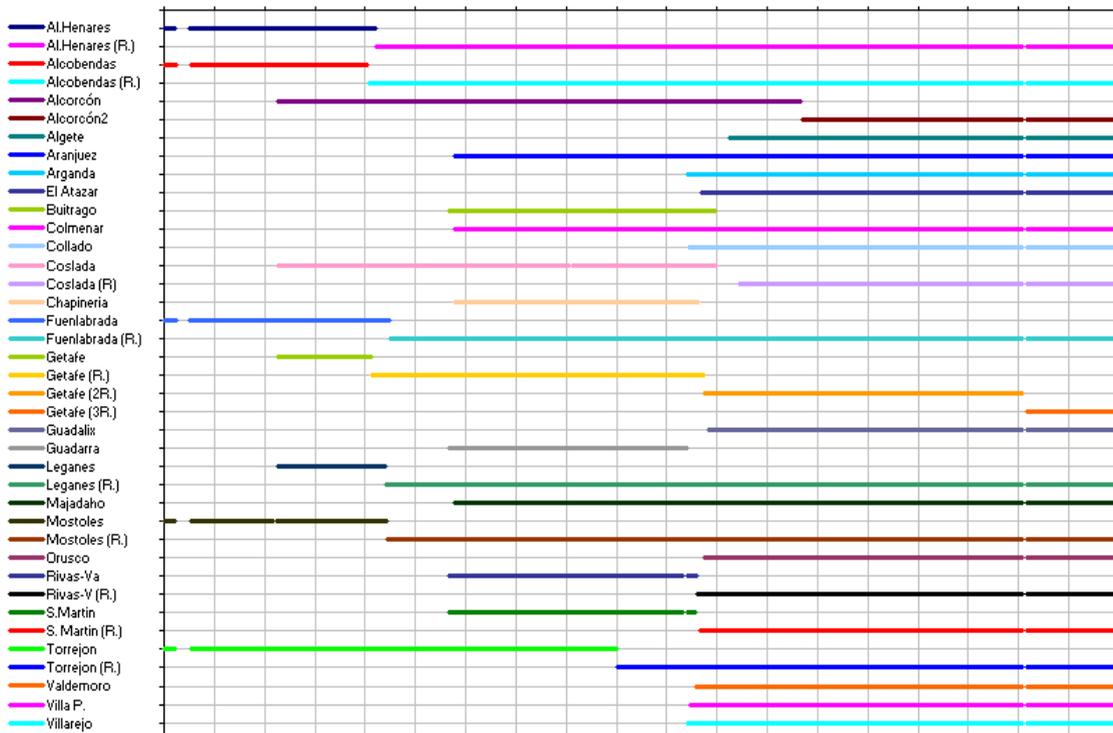
This publication arises from the project REVIHAAP and has received funding from the European Union.

Algunas conclusiones respecto al ozono:

- La revisión de la OMS de 2005, en base a la cual se establecieron los valores guía de la calidad del aire aún vigentes, únicamente encontró evidencias de **efectos a corto plazo** por exposición a niveles elevados de ozono sobre la mortalidad y la morbilidad respiratoria.
- Actualmente, en base a nuevos estudios, también hay evidencia de **efectos a largo plazo**, por exposición a los niveles ambiente, sobre la mortalidad respiratoria y cardiorrespiratoria (American Cancer Society)
- Los resultados de estos estudios no permiten determinar un umbral por debajo del cual se puedan descartar efectos de la exposición a largo plazo. Respecto al corto plazo tampoco hay evidencias consistentes, pero se estima que este umbral se situaría probablemente por debajo de los 90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (mh)

1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014

RED COMUNIDAD MADRID



RED AYUNTAMIENTO MADRID

