

# INFORME FINAL PREVIOZONO 2009

**PROGRAMA ESPECIAL DE VIGILANCIA DE LAS CONCENTRACIONES DE  
OZONO TROPOSFÉRICO EN LA COMUNIDAD VALENCIANA**



**Núria Castell i Balaguer  
Enrique Mantilla Iglesias  
Laura Téllez Espejo  
Alonso Luján Torres Taño**

Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo

Trabajo preparado por la Fundación CEAM  
para la Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge  
de la Generalitat Valenciana



# Índice

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>- 5 -</b>
1.1. OBJETIVOS.....	- 6 -
1.2. CONTENIDO.....	- 6 -
1.3. ESTRUCTURA DEL INFORME.....	- 8 -
<b>2. DESARROLLO Y DATOS UTILIZADOS.....</b>	<b>- 10 -</b>
2.1. ALCANCE Y METODOLOGÍA.....	- 10 -
2.1.1. Personal.....	- 11 -
2.2. DATOS UTILIZADOS.....	- 12 -
2.2.1. Red de Calidad Ambiental de la Comunidad Valenciana.....	- 12 -
2.2.2. Información meteorológica.....	- 18 -
2.3. DESCRIPCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS.....	- 18 -
2.3.1. Procesamiento de datos.....	- 18 -
2.3.2. Página web.....	- 19 -
2.3.3. Envío de mensajes.....	- 19 -
<b>3. ANÁLISIS DE LOS NIVELES DE CONCENTRACIÓN DE OZONO.....</b>	<b>- 20 -</b>
3.1. RECUPERACIÓN DE DATOS DE OZONO.....	- 20 -
3.2. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA.....	- 22 -
3.3. CARACTERIZACIÓN ESTADÍSTICA DE ESTACIONES.....	- 27 -
3.3.1. Estadística referida a la normativa.....	- 31 -

**4. ANÁLISIS DE LAS JORNADAS CON SUPERACIÓN DEL UMBRAL DE INFORMACIÓN..... - 37 -**

*4.1. HISTORIAL DE SUPERACIONES EN LAS ESTACIONES DE LA RVVCCA..... - 37 -*

*4.2. JORNADA DEL 24 DE ABRIL DE 2009..... - 39 -*

*4.3. JORNADA DEL 1 DE JULIO DE 2009..... - 39 -*

*4.4. JORNADA DEL 2 DE JULIO DE 2009..... - 40 -*

**5. CONCLUSIONES ..... - 48 -**

*5.1. LÍNEAS FUTURAS.....- 48 -*

## 1. INTRODUCCIÓN

La molécula de ozono es una forma alotrópica compuesta por tres átomos de oxígeno ( $O_3$ ). En la troposfera se produce a través de complejas reacciones químicas, en presencia de luz solar, a partir de los óxidos de nitrógeno ( $NO_x$ , de origen principalmente antropogénico) y los compuestos orgánicos volátiles (COV, debidos a la actividad humana y a la vegetación). En consecuencia, el ozono se define como un contaminante secundario no emitido por ninguna fuente de forma directa.

El ozono se presenta en dos capas de la atmósfera, la estratosfera (~12-50 km sobre el suelo) y la troposfera (~0-12 km sobre el suelo). El ozono estratosférico, más conocido con el nombre de capa de ozono u ozonosfera (~20 km), actúa como filtro atrapando la radiación ultravioleta (rayos UV) de onda corta, que es nociva para la vida en la Tierra. En cambio, el ozono troposférico, principalmente el que se encuentra más próximo a la superficie, es un contaminante cuando alcanza ciertas concentraciones, siendo un compuesto potencialmente peligroso debido a su elevada capacidad oxidante.

Sus efectos nocivos sobre la salud humana incluyen la irritación en el aparato respiratorio y los tejidos, con especial incidencia en grupos sensibles, niños, ancianos y personas con problemas respiratorios. En la vegetación puede afectar al crecimiento y fisiología de la vegetación, causando daños foliares y reducción en las cosechas y producción de semillas, pudiendo desembocar en alteraciones en el propio funcionamiento de los ecosistemas cuando aparece en elevadas concentraciones. En los materiales su elevado poder corrosivo, potencia los procesos de oxidación y envejecimiento.

Algunos estudios han estimado que las concentraciones de ozono troposférico son en la actualidad entre tres y cuatro veces superiores a las de época preindustrial, como resultado del incremento de emisiones de óxidos de nitrógeno por causa del tráfico rodado y la industria. En latitudes medias, como es el caso del área mediterránea y la Comunidad Valenciana, las mayores concentraciones de ozono tienen lugar durante la época cálida del año, es decir, aquella que transcurre entre mayo y septiembre. Esto se debe a un escenario meteorológico dominado por una circulación anticiclónica, condiciones de estabilidad atmosférica, escasez de nubosidad, elevada fracción de insolación y mayores niveles de radiación UV, temperaturas elevadas y circulaciones locales en régimen de brisas marinas, elementos atmosféricos que son proclives a una elevada reacción fotoquímica y, por ende, a la concentración del ozono troposférico. A ello se une un alto nivel de industrialización y una fuerte presión automovilística.

La normativa comunitaria sobre contaminación por ozono obliga a los estados miembros a realizar medidas periódicas de los niveles de concentración de ozono, con el fin de informar a la población de la superación de los umbrales legales establecidos en la Directiva 2002/3/CE (transpuesta en España a través del Real Decreto 1796/2003 del 26 de Diciembre) y actualizada en la Directiva 2008/50/CE, estimando con antelación la evolución de dicho contaminante en las situaciones de concentraciones elevadas.

El correcto cumplimiento de la normativa requiere tanto el diagnóstico de la distribución espacial de los niveles de contaminación, que se están registrando en cada momento, como un pronóstico a corto plazo de su evolución previsible. Con tales objetivos especificados en los mandatos de las Directivas, en la Comunidad Valenciana, la Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge de la Generalitat Valenciana, con el apoyo técnico de la Fundación CEAM, puso en marcha en el año 1999 el Programa Previozono.

### **1.1. Objetivos**

El objetivo general del Programa Previozono es doble, y se resume en los siguientes apartados:

- Dar cobertura a los requerimientos en materia de información a la población, a través del seguimiento y vigilancia diaria de los niveles de concentración de ozono troposférico en la Red Valenciana de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica (RVVCCA).
- Profundizar en el conocimiento y caracterización de la contaminación por ozono en la Comunidad Valenciana.

Ambos objetivos se encuentran relacionados de forma sinérgica, puesto que el avance en el conocimiento sobre la dinámica del ozono se traduce en una mejora en la información ofrecida a la población.

### **1.2. Contenido**

El programa de vigilancia Previozono 2009, en lo referente a su desarrollo técnico y de información a la población, siguió un cronograma de trabajo similar al realizado durante los años anteriores. Así, se elaboró un informe diario durante los meses de mayor probabilidad de superación de los umbrales de referencia (de mayo a septiembre), con un contenido relativo a:

- Resumen de los valores de concentración de ozono en las 24 horas anteriores.
- Valoración y/o previsión de los niveles de concentración registrados en función de las condiciones meteorológicas ocurridas.
- Estimación de la evolución esperable de las concentraciones para la siguiente jornada, con las correspondientes recomendaciones en caso de superación de los valores umbrales de información y alerta a la población.

En la página web (<http://www.cma.gva.es/previozono>) se puede consultar la información generada durante el programa de vigilancia 2009 además del informe diario correspondiente.

En caso de superación del umbral de información o de alerta en alguna cabina de las que componen RVVCCA se procede a la realización de un informe específico de la superación, donde siguiendo los requerimientos normativos se indica la hora, concentración registrada, duración y lugar de ocurrencia, además de detallar las condiciones meteorológicas dominantes durante la jornada y una previsión para el día siguiente. El contenido de este informe es remitido mediante un correo electrónico al Centro de Emergencias, con copia a la Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge.

Por último, una vez dado el aviso de la superación del umbral de información y/o alerta se activa el protocolo de envío de mensajes SMS a teléfonos móviles, mediante el cual se informa de la cabina en la que se ha producido la superación, la concentración alcanzada y la duración temporal de la ocurrencia, al conjunto de personas subscritas a dicho servicio ofrecido por la Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge de la Generalitat Valenciana.

La información relativa al programa de vigilancia de los niveles de concentración de ozono troposférico en la Comunidad Valenciana está disponible en el portal del Programa Previozono, <http://www.cma.gva.es/previozono>, dividida en los siguientes ocho bloques principales:

**(1) Informe diario:** De mayo a septiembre, meses con mayor probabilidad de alcanzar valores elevados de concentración de ozono, se actualiza a diario un informe con el siguiente contenido:

- Resumen de los valores de concentración de ozono en las 24 horas anteriores.
- Diagnóstico de la situación general ocurrida en relación a los niveles de concentración registrados.
- Previsión de la evolución esperable de las concentraciones para la jornada siguiente.
- Resumen detallado sobre las condiciones meteorológicas y de evolución de las concentraciones de ozono más destacadas.
- Recomendaciones atendiendo a los niveles de concentración esperables.

En los meses periféricos, marzo, abril y octubre, se realiza una vigilancia de la evolución de los niveles de concentración de ozono, actualizándose diariamente la información referida a la superación o no de los umbrales legislados. Además, en caso de que ocurra o exista previsión de superación del umbral de información o alerta se procede a la elaboración de un informe similar al del periodo intensivo.

Al concluir el periodo de vigilancia se pone a disposición del público un resumen estadístico, en el que se presenta el cálculo de parámetros estadísticos descriptivos (máximos, medias y desviación típica) y gráficas explicativas relativas al comportamiento de los niveles de concentración de ozono en cada una de las estaciones de medida.

(2) *Información complementaria.* En esta sección se muestra información correspondiente a las concentraciones de ozono medidas en las estaciones de la RVVCCA durante la jornada de vigilancia. En ella se presenta gráficamente la evolución de algunas magnitudes con objeto de valorar el comportamiento diario de los niveles de concentración de ozono en la Comunidad Valenciana. Esta información gráfica se refiere a:

- Valores máximos horarios
- Concentración media
- Diferencia entre el máximo y mínimo (rango)
- Diferencia entre los valores máximos y medios de la jornada de vigilancia actual respecto a los registrados en la jornada anterior
- Valoración de las concentraciones de ozono relativas a las normales durante el mes en curso (calculadas como el promedio mensual en los años anteriores)

(3) *Informes pasados.* Conjunto de informes diarios anteriores realizados durante la campaña de vigilancia.

(4) *Superaciones.* Registro de las superaciones del umbral de información y/o alerta a la población en las estaciones de la RVVCCA, tanto durante el programa en curso como en periodos de vigilancia pasados. Se puede acceder al contenido del informe enviado a Protección Civil en el que se detallan las características del episodio (análisis meteorológico, duración, etc.). También se encuentra en esta sección una tabla en la que se muestran el número de superaciones del umbral de protección a la salud durante el año en curso.

(5) *Publicaciones.* Sección en la que pueden consultarse las noticias aparecidas en prensa relacionadas con el Programa Previozono o la contaminación por ozono en la Comunidad Valenciana. Además se encuentran disponibles los informes que al finalizar cada campaña prepara la Fundación CEAM para la Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge, así como artículos de divulgación y científicos.

(6) *Legislación.* Legislación vigente referente a las directivas promulgadas por la Unión Europea, y por el Estado Español.

(7) *Zonificación.* Descripción de la Red Valenciana de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica, y de la zonificación de la Comunidad Valenciana.

(8) *El ozono.* Preguntas más frecuentes relativas a este contaminante atmosférico.



### *1.3. Estructura del informe*

A continuación se resumen los contenidos de las siguientes secciones que conforman el informe del Programa Previozono 2009:

**Desarrollo y datos utilizados:** Metodología y datos utilizados durante la ejecución del presente programa de vigilancia. Breve descripción de las herramientas desarrolladas y utilizadas durante el presente ejercicio del Previozono para facilitar el procesamiento de los datos de la Red Valenciana de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica (visualización, depuración, cálculos estadísticos, etc.).

**Análisis de los niveles de concentración de ozono:** Análisis de los niveles de concentración de ozono en el periodo de marzo a octubre del 2009. En esta sección se incluye la estadística relativa a la disponibilidad de datos diezminutales en las diferentes estaciones de la red, así como la estadística descriptiva de cada cabina y la referida a la normativa.

**Análisis de las jornadas con superación del umbral de información:** Estudio de las jornadas en las que se superó el umbral de información, analizando la situación meteorológica.

**Conclusiones:** Conclusiones relativas al ejercicio del Programa Previozono 2009, y líneas futuras a medio y largo plazo.

## 2. DESARROLLO Y DATOS UTILIZADOS

En esta sección se describe la metodología empleada en el desarrollo diario del Programa Previozono 2009, así como las herramientas y los datos utilizados.

### 2.1. Alcance y metodología

Durante el periodo temporal de realización del Programa Previozono 2009 (marzo-octubre) se siguieron las mismas directrices que en las campañas anteriores.

El periodo de vigilancia se dividió en dos etapas, la vigilancia intensiva abarcó los meses centrales (mayo-septiembre) y la vigilancia laxa, los meses periféricos (marzo, abril y octubre). Esta división se realizó atendiendo a la menor o mayor probabilidad de registrarse superaciones de los umbrales de concentración de ozono legislados. Esta probabilidad es mayor durante la etapa principal ante el predominio de situaciones de estabilidad meteorológica y de condiciones favorables a una elevada formación fotoquímica de ozono y a una escasa renovación de la masa aérea, aunque no se considera despreciable la probabilidad de ocurrencia durante los meses periféricos.

En ambas etapas, tanto durante el periodo central como en el periférico, en caso de producirse niveles de concentración de ozono por encima del valor umbral de información o de alerta se elabora un informe detallando las características del episodio. Este informe se remite, con la mayor celeridad posible, al Centro de Emergencias de la Comunidad Valenciana para que se distribuya a través de los canales adecuados. A continuación se activa el servicio de información vía SMS a los usuarios dados de alta en el mismo.

La información diaria referente a los niveles de concentración de ozono y a las superaciones registradas está ubicada en una página web dedicada al Programa Previozono dentro del servidor de la Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge (<http://www.cma.gva.es/previozono>). Esta web varía su contenido dependiendo del periodo de vigilancia en el que se encuentre el programa. Durante el periodo central se actualiza diariamente la siguiente información:

#### (a) Informe diario

- Los datos de los promedios de 24 horas (de 16 a 16h UTC) y de los máximos de los promedios horarios entre las 00h y las 16h UTC, así como de los máximos de los promedios octohorarios durante el mismo periodo temporal para cada una de las estaciones de la RVVCCA.
- Un análisis de lo ocurrido durante la anterior jornada de vigilancia, tanto en lo referente a la evolución de los niveles de ozono, como en las condiciones meteorológicas.

- Un mapa sinóptico con la predicción de la situación atmosférica prevista a las 12h UTC, según el modelo HIRLAM de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).
- La predicción de la evolución cualitativa de los niveles de ozono y de la situación meteorológica durante la siguiente jornada de vigilancia.
- Un mapa de la zonificación preestablecida de la Comunidad Valenciana, sobre el que se actualiza la probabilidad de superación del umbral de información en cada una de las zonas.
- Una síntesis, breve y concreta, en la que se incluyen los aspectos más relevantes de la predicción.
- Las recomendaciones recogidas en el Real Decreto 1494/1995, en el caso de que se prevea la superación del umbral de información.

### *(b) Información complementaria compuesta por gráficas*

- Gráfica 1: Muestra las concentraciones medias y máximas horarias durante la jornada de vigilancia
- Gráfica 2: Se presenta el rango de valores (diferencia entre el valor máximo y mínimo) de los niveles de concentración de ozono durante la jornada de vigilancia.
- Gráfica 3: Se presentan las diferencias entre los valores medios y máximos de la jornada de vigilancia, con los alcanzados en la jornada anterior.
- Gráfica 4: Muestra la diferencia porcentual entre los valores medio diario y máximo horario respecto a las correspondientes medias mensuales normales calculadas para cada estación.
- Gráfica 5: Se presenta un mapa de la zonificación preestablecida de la Comunidad Valenciana, actualizándose diariamente la probabilidad de superación de los umbrales designados por la normativa vigente en cada una de las zonas.

El contenido de la página durante los meses de marzo, abril y octubre se modifica atendiendo a la menor probabilidad de producirse superaciones del umbral de información. Por este motivo, durante estos tres meses se actualiza la página centrándose en proporcionar una visión general sobre la evolución de los niveles de concentración y en notificar posibles superaciones en cualquiera de las cabinas de la RVVCCA.

**2.1.1. Personal.** La responsabilidad de la vigilancia del comportamiento de los niveles de ozono y la elaboración del informe diario recayó, durante la vigencia del Programa de Vigilancia Previozono 2009, en el personal de la Fundación CEAM: Núria Castell, Enrique Mantilla, Laura Téllez y Luján Torres, además del personal cualificado de la Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge: José Vicente Miró, Rafael Orts, Lucía Juan, Miguel Poquet y Mercedes Tomás.

## 2.2. Datos utilizados

Para el cumplimiento del objetivo de información a la población se utilizó la información en superficie ofrecida por la Red Valenciana de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica y por la red de torres meteorológicas perteneciente a la Fundación CEAM, e información meteorológica confeccionada, tanto por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) como por el Instituto Británico de Meteorología (Met Office), relativa a mapas de presión atmosférica en superficie y en altura, así como información elaborada por el departamento de meteorología del CEAM (CEAMET; <http://www.gva.es/ceamet/>).

**2.2.1. Red de Calidad Ambiental de la Comunidad Valenciana.** La medida y adquisición de los niveles de concentración de ozono, entre otros contaminantes y variables meteorológicas, se lleva a cabo mediante la Red Valenciana de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica, propiedad de la Generalitat Valenciana.

En la actualidad la RVVCCA cuenta con 47 emplazamientos dotados con analizadores automáticos que proporcionan promedios diezminutales de la concentración de ozono.

En la tabla 1 se describen los sensores de los que consta cada una de las estaciones, y en la figura 1 se muestra su distribución espacial.



Tabla 1: Sensores en funcionamiento en cada una de las cabinas que componen la RVVCCA utilizadas en el Previozono 2009. "Meteo" equivale a disponer de medidas de velocidad y dirección del viento, radiación neta, precipitación, temperatura, presión, y humedad relativa

ESTACIÓN	SO2	CO	NO	NO2	NOx	O3	PST	CH4	HNM	Meteo
Zorita	X		X	X	X	X				X
Coratxar	X		X	X	X	X	X			X
Morella	X		X	X	X	X				X
Vallibona	X		X	X	X	X				X
Vilafranca	X		X	X	X	X	X			X
Sant Jordi	X		X	X	X	X				X
T.Endomenech	X	X	X	X	X	X				X
Cirat		X	X	X		X				X
Alcora2	X	X	X	X	X	X				
Onda	X		X	X	X	X	X			X
Penyeta	X		X	X	X	X	X			X
Patronat d'Esports	X	X	X	X	X	X				X
Grao	X	X	X	X	X	X	X			X
Ermita	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Burriana	X	X	X	X	X	X				X
Viver	X	X	X	X	X	X				
Albat Tarongers	X	X	X	X	X	X				
Sagunt-Nord	X	X	X	X	X	X	X			
Port de Sagunt	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Torrebaja	X	X	X	X	X	X				X
Villar Arzobispo	X	X	X	X	X	X				X
L'Elia		X	X	X		X				X
Paterna-Ceam	X	X	X	X	X	X	X			
Facultats	X	X	X	X	X	X	X			X
Quart de Poblet	X	X	X	X	X	X	X			
Viveros	X	X	X	X	X	X	X			
N.Centro	X	X	X	X	X	X	X			
Molí del Sol	X	X	X	X	X	X				
Politécnic	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Linares	X	X	X	X	X	X	X			
Pista de Silla	X	X	X	X	X	X	X			X
Avda. Francia	X	X	X	X	X	X		X	X	X
Caudete	X	X	X	X	X	X				X
Buñol-CEMEX	X	X	X	X	X	X				X
Alzira	X	X	X	X	X	X				X
Ontinyent		X	X	X		X				X
Verge	X	X	X	X	X	X	X			
Benigánim		X	X	X		X				X
Gandía	X	X	X	X	X	X	X			
Benidorm	X	X	X	X	X	X	X			
Elda-Lacy	X		X	X	X	X				X
Pinós	X	X	X	X	X	X				X
San Vicente	X					X				
Florida – Babel	X	X	X	X	X	X	X			X
El Pla	X	X	X	X	X	X	X			
Elx3	X	X	X	X	X	X	X			
Agroalimentari	X	X	X	X	X	X	X			X
Orihuela		X	X	X		X				X

**(a) Especificaciones del sensor de ozono**

A continuación se describen brevemente las especificaciones técnicas del sensor de ozono utilizado en la RVVCCA.

Las medidas se realizan en continuo, de acuerdo a la tecnología estándar de absorción ultravioleta, que sigue los criterios establecidos por la *U.S. Environmental Protection Agency* (U.S. EPA) y por la ISO 13964 (1998). En la tabla 2 se muestran las especificaciones técnicas del analizador de ozono.

Tabla 2: Descripción técnica del analizador de ozono

<i>Analizador de ozono</i>	
Margen de medida	0-1000ppb (0-2000 µg/m3)
Precisión	1 ppb (2 µg/m3)
Límite detección	1 ppb (2 µg/m3)
Margen temperatura	0 – 45 °C
<i>Tiempo de respuesta:</i>	
Manual	2 minutos
Automático	5 – 10 minutos

Las mediciones son almacenadas por el sistema de adquisición de datos en promedios diezminutales, siendo ésta la mayor resolución temporal a la que se puede acceder.

**(b) Tipos de emplazamiento**

Las cabinas que componen la RVVCCA presentan características diferentes en respuesta a la compleja orografía de la Comunidad Valenciana. En la tabla 3 se muestra una clasificación de las cabinas, desarrollada atendiendo a la recogida en la *European Topic Centre on Air and Climate Change* (ETC/ACC), considerada como estándar para el intercambio de información dentro de la Unión Europea (tabla 4). También se recoge en esta tabla la posición relativa de los emplazamientos dentro de las cuencas aéreas del entorno mediterráneo (tabla 5).

Tabla 3: Clasificación de las estaciones de la Red Valenciana de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica atendiendo a las clasificaciones establecidas en las tablas 4 y 5

ESTACIONES	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4
Zorita	Rural	Fondo	Res	VI
Coratxar	Rural	Industrial	Natural	AI
Morella	Rural	Industrial	Natural	AI
Vallibona	Rural	Industrial	Natural	AI
Vilafranca	Rural	Industrial	Agr	VI
Sant Jordi	Rural	Fondo	Agr	C
T.Endomenech	Rural	Fondo	Res	C
Cirat	Rural	Fondo	Res	AI
Alcora	Urbana	Fondo	Industrial	AI
Onda	Suburbana	Industrial	Res-Ind	ME
Penyeta	Suburbano	Industrial	Res-Ind	AC
Patronat d'Esports	Urbana	Tráfico	Res	C
Grao	Suburbana	Industrial	Res-Ind	C
Ermita	Rural	Industrial	Agr	C
Burriana	Rural	Fondo	Industrial	C
Viver	Rural	Fondo	Res	AI
Albalat Tarongers				
Sagunt-Nord	Suburbana	Fondo	Res	C
Port de Sagunt	Urbana	Tráfico	Res-Ind	C
Torrebaja				
Villar Arzobispo	Suburbana	Fondo	Res	AI
L'Elia	Suburbana	Fondo	Res	ME
Paterna-Ceam	Suburbana	Tráfico	Res	C
Facultats	Urbana	Tráfico	Res	C
Quart de Poblet	Urbana	Tráfico	Res-Ind	C
Viveros	Suburbana	Fondo	Res	C
N.Centro	Urbana	Tráfico	Res-Com	C
Molí del Sol	Urbana	Tráfico	Res-Com	C
Politécnic	Urbana	Tráfico	Res	C
Linares	Urbana	Tráfico	Res-Com	C
Pista de Silla	Urbana	Tráfico	Res	C
Avda. Francia	Urbana	Tráfico	Res	C
Caudete	Rural	Fondo	Res	ME
Buñol-CEMEX				
Alzira	Rural	Fondo	Res-Ind	C
Ontinyent	Rural	Fondo	Res	AI
Verge	Urbana	Tráfico	Res	VI
Benigánim	Suburbana	Fondo	Res	ME
Gandía	Suburbana	Fondo	Res	C
Benidorm	Suburbana	Fondo	Res	C
Elda-Lacy				
Pinós				
San Vicente	Urbana	Industrial	Res-Ind	ME
Florida-Babel	Urbana	Tráfico	Res-Com-Ind	C
El Pla	Urbana	Fondo	Res-Com	C
Elx3	Urbana	Tráfico	Res	C
Agroalimentari	Suburbana	Industrial	Ind	C
Orihuela	Suburbana	Fondo	Res-Com	C



Tabla 4: Clasificación de tipos de emplazamientos establecidos en la Decisión del Consejo 97/101/CEE para el intercambio de información

<b>Nivel 1</b>	<b>Según el grado de urbanización del entorno próximo</b>
Urbano	Zona totalmente urbanizada, con excepción de los parques urbanos.
Suburbano	Zona en parte urbanizada mezclada con áreas no urbanizadas.
Rural	Las que no son urbanas ni suburbanas.
<b>Nivel 2</b>	<b>Según el origen de las concentraciones</b>
Tráfico	Concentraciones determinadas por emisiones de tráfico rodado en sus inmediaciones.
Industrial	Influidas significativamente por emisiones cercanas de fuentes industriales o áreas industriales con muchas fuentes.
Fondo	Estaciones ubicadas de manera que el nivel de contaminación medido no está significativamente y directamente influenciado por las emisiones de una fuente puntual identificable, pero sí de forma indirecta debido al régimen de vientos.
<b>Nivel 3</b>	<b>Según la actividad dominante en el entorno inmediato</b>
Residencial	
Industrial	
Comercial	
Agrícola	
Natural	

Tabla 5: Posición relativa de los emplazamientos dentro de un escenario típico, identificable en las cuencas aéreas del entorno mediterráneo

<b>Nivel 4</b>	<b>Según la posición relativa en la cuenca aérea mediterránea</b>
AI	Altura en el interior.
VI	Fondo de valle en el interior.
ME	Media elevación en distancias intermedias entre la costa y el interior.
AC	Costa en altura.
C	Costa a nivel del mar.

### (c) Control de calidad de los datos

Este proceso consta de dos niveles, dando como resultado final el conjunto de datos a partir de los cuales se realiza el informe diario.

- El primer nivel se realiza de forma automática y en tiempo real por el Sistema de Adquisición de Datos (SAD). En este nivel se filtran los datos erróneos debidos a autocalibración o a un funcionamiento anómalo del equipo.
- El segundo control, realizado por personal de la Fundación CEAM, es manual y consiste en la visualización de las series de datos con el fin de detectar posibles anomalías.

**2.2.2. Información meteorológica.** Tal y como se ha comentado en la introducción, el ozono es un contaminante fotoquímico secundario cuyos precursores principales son los óxidos de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles. Sin embargo, el ozono troposférico no sólo se forma en las áreas de emisión de precursores, sino que su formación se da también en una escala regional. Por este motivo se requiere del estudio de las condiciones de dispersión -suma de los fenómenos de transporte y difusión- de las masas aéreas, con el fin de evaluar la distribución de los niveles de ozono en la Comunidad Valenciana.

A la hora de analizar y predecir el comportamiento de los niveles de concentración es necesario tener como referencia la información meteorológica. Para ello se utilizan diferentes modelos de predicción a escala sinóptica, además de información referente a imágenes satelitales a escala continental e información en superficie proporcionada por la red de torres meteorológicas del CEAM a escala local.

### 2.3. Descripción de herramientas

El personal de la Fundación CEAM tiene a su disposición diferentes herramientas, desarrolladas por el personal científico o suministradas por la Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge, con el fin de agilizar el procesamiento de datos de la Red Valenciana de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica (visualización, depuración, cálculos estadísticos, etc.) y la distribución a la población (página web, envío de mensajes informando de superaciones del umbral de información, etc.).

**2.3.1. Procesamiento de datos.** El procesamiento de los datos dentro del Programa Previozono se divide en cuatro fases, realizadas a través de programas específicos.

- *Bajada de datos:* Exportación de los datos acumulados en la Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge. Se realizan cuatro bajadas diarias para controlar la evolución de los niveles de concentración de ozono,

siendo a las 18h cuando se realiza la última bajada antes de la elaboración del informe.

- *Control de calidad:* Visualización de la serie temporal de concentración de ozono en cada cabina y eliminación manual de valores erróneos.
- *Cálculo de estadísticos:* Obtención de los parámetros estadísticos a partir de las series temporales validadas.
- *Representación gráfica:* Elaboración de las gráficas concernientes a la información complementaria.

**2.3.2. Página web.** El contenido de la página web está desarrollado en el apartado 1, donde se comenta toda la información disponible en el portal.

En la figura 2 se muestra el aspecto de la página destinada al Programa Previozono, a la cual se puede acceder desde un enlace en el portal de la Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge de la Generalitat Valenciana (<http://www.cma.gva.es>) o directamente desde <http://www.cma.gva.es/previozono> .

**2.3.3. Envío de mensajes en caso de superación del umbral de información.** Atendiendo al objetivo de información a la población sobre la calidad del aire, la Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge, a través de la Dirección General de Calidad Ambiental, dispone de un servicio de mensajería a móviles, con posible suscripción mediante el envío de un SMS con la palabra OZONO al nº 5110, que permite estar informado a través de un mensaje de teléfono móvil de todas las superaciones del Umbral de Información o de Alerta del Ozono Troposférico que ocurran durante el periodo del Programa Previozono en cualquier estación de la Comunidad Valenciana.

El mensaje a recibir consiste en un envío de la Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge informando en qué estación de la RVVCCA ha ocurrido la superación del umbral de ozono, e incluyendo la hora y fecha de dicha superación, así como la concentración alcanzada, se recuerda también la dirección de la página web del Previozono, donde puede consultarse información más detallada.

### 3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS NIVELES DE CONCENTRACIÓN DE OZONO

En este apartado se detalla la estadística de los datos de ozono registrados en la Red Valenciana de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica durante la campaña Previozono 2009. La sección se divide en tres apartados principales:

- Recuperación de datos válidos de ozono
- Estadística descriptiva
- Estadística referida a la normativa

#### *3.1. Recuperación de datos de ozono*

La recuperación de datos de ozono se refiere al porcentaje de medidas horarias de concentración utilizadas en la elaboración del informe. Se trata, por tanto, de una medida de la cobertura espacio-temporal de las concentraciones de ozono proporcionada por los monitores automáticos de captación de las estaciones de control de la contaminación atmosférica.

Tal y como recoge el Real Decreto 1796/2003 se requiere un porcentaje mínimo de valores para iniciar el cálculo estadístico. Al tomar la serie temporal de valores medios horarios como punto de partida a la hora de realizar los cálculos posteriores, se especifica que se debe disponer de un mínimo de 75% (45 minutos) de datos diezminutales suministrados por las cabinas. Teniendo en cuenta esta restricción, la tabla 6 muestra el porcentaje de valores horarios disponibles para el cálculo de las series temporales derivadas. Puede extraerse de la observación de la tabla que se dispone de una cobertura temporal y espacial de la evolución de las concentraciones de ozono durante los meses de marzo a octubre aceptable. Sin embargo, existen periodos temporales durante los cuales el número de valores horarios es menor que el requerido, por lo que la estadística es poco significativa. Esta ausencia de datos en las diversas estaciones puede deberse, entre otros motivos a:

- Averías en las comunicaciones.
- Caídas del suministro eléctrico.
- Problemas asociados a la superposición de señales de ruido sobre los datos registrados.
- Desplazamientos de líneas base.

Tabla 6. Porcentaje mensual y total (marzo-octubre) de medias horarias válidas durante el periodo Previozono 2009

Estación	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Total
Zorita	99	99	100	100	100	99	100	99	<b>100</b>
Coratxar	99	100	77	80	100	68	100	69	<b>86</b>
Morella	100	100	100	98	100	79	98	100	<b>97</b>
Vallibona	100	100	100	93	57	66	72	100	<b>86</b>
Vilafranca	100	100	100	98	52	66	88	82	<b>86</b>
Sant Jordi	72	99	100	98	78	100	95	60	<b>87</b>
T.Endomenec	100	100	87	82	71	79	83	100	<b>88</b>
Cirat	53	43	100	100	99	100	88	100	<b>85</b>
Alcora2	100	100	100	100	100	99	100	99	<b>100</b>
Onda	100	100	100	97	85	100	82	98	<b>95</b>
Penyeta	100	99	100	99	100	100	97	100	<b>99</b>
Patronat	82	98	95	94	55	91	100	61	<b>84</b>
Grao	2	88	100	100	68	60	64	40	<b>65</b>
Ermita	81	100	100	53	53	100	75	81	<b>80</b>
Burriana	100	99	100	53	24	100	89	98	<b>83</b>
Viver	100	100	100	71	73	85	82	99	<b>89</b>
Albalat Tarongers	63	98	98	89	84	85	72	98	<b>86</b>
Sagunt Nord	100	99	100	100	99	95	95	80	<b>96</b>
P.de Sagunt	100	100	100	100	100	100	99	99	<b>100</b>
Torrebaja	0	0	88	69	85	78	0	80	<b>50</b>
V. Arzobispo	100	83	100	100	100	93	98	69	<b>93</b>
L'Elia	100	99	100	100	98	87	94	51	<b>91</b>
CEAM	94	99	98	90	98	100	88	100	<b>96</b>
Facultats	83	36	71	79	100	99	97	99	<b>83</b>
Q. De Poblet	100	77	95	91	100	100	100	85	<b>93</b>
Viveros	100	94	99	94	100	99	100	100	<b>98</b>
N.centro	100	100	100	83	36	0	0	0	<b>52</b>
Molí del Sol	0	0	0	0	0	56	97	100	<b>32</b>
Politécnic	99	100	87	99	98	93	100	100	<b>97</b>
Linares	93	95	100	99	100	94	100	100	<b>98</b>
P.de Silla	84	88	99	91	81	99	91	84	<b>89</b>
Avda. Francia	100	100	99	100	99	100	100	100	<b>100</b>
Caudete	100	100	100	100	99	100	90	100	<b>99</b>
Buñol-CEMEX	100	94	100	99	99	90	100	99	<b>98</b>
Alzira	99	99	100	100	100	83	100	100	<b>98</b>
Ontinyent	45	32	100	100	100	100	75	5	<b>70</b>
Verge	100	99	88	54	85	93	91	94	<b>88</b>
Benigámin	99	100	100	99	100	84	95	93	<b>96</b>
Gandía	62	100	100	43	61	92	100	82	<b>80</b>
Benidorm	99	100	100	100	100	100	100	100	<b>100</b>
Elda-Lacy	100	100	90	98	80	100	84	97	<b>94</b>
Pinos	99	95	89	100	97	99	99	99	<b>97</b>
S. Vicente	100	100	100	87	100	100	100	100	<b>98</b>
Florida-Babel	100	99	95	93	91	100	99	99	<b>97</b>
El Pla	99	86	100	100	99	98	96	100	<b>97</b>
Elx3	91	100	100	100	88	100	100	100	<b>97</b>
Agroalimentari	71	100	100	99	100	61	89	100	<b>90</b>
Orihuela	60	82	80	81	62	71	90	83	<b>76</b>

Los monitores de ozono que mayores incidencias registraron durante el Programa Previozono 2009 fueron las estaciones de Torrebaja (disponibilidad de un 50% de registros medios horarios), Grao (65%), Ontinyent (70%) y Orihuela (76%). Las incidencias técnicas detectadas en estas cabinas se debieron principalmente a

desplazamientos de los datos registrados hacia valores por encima, o por debajo, respecto de los datos registrados en estaciones próximas; salidas inestables en los monitores, en los cuales se podía observar una pauta anormal respecto a las medidas registradas en el histórico de estas estaciones o respecto a las medidas registradas en las estaciones de su entorno más próximo; falta de datos, ya fuera por la retirada del monitor de ozono por avería técnica, o por fallos en el sistema de comunicación, y el registro de datos constantes, en cuyo caso los valores registrados no presentaban variabilidad temporal alguna.

La baja cobertura de datos en las estaciones de Nuevo Centro y Molí del Sol se debe a un cambio en sus ubicaciones, habiendo sido la cabina de Nuevo Centro retirada de la Red de Vigilancia el 12 de julio y sustituida por la cabina de Molí del Sol, operativa a partir del 29 de agosto.

### 3.2. Estadística descriptiva

En este subapartado se muestra un resumen estadístico de las series de promedios diarios, máximos horarios diarios, máximos octohorarios diarios de concentración de ozono en cada una de las cabinas de la Red Valenciana de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica utilizadas en el desarrollo del Programa Previozono 2009, comprendido entre marzo y octubre. Estas series de valores característicos de la evolución de las concentraciones diarias, y posteriores parámetros estadísticos se calculan siguiendo los criterios especificados en la Directiva 97/101/CE del Consejo, recogidos en la tabla 7.

Tabla 7: Criterios para agregar datos y calcular los parámetros estadísticos

Parámetro	Porcentaje requerido de datos
Valores horarios	75% (45 minutos)
Valores octohorarios	75 % de los valores (6 horas)
Máxima diaria de las medias móviles octohorarias	75% de las medias octohorarias móviles (18 medias octohorarias móviles)
AOT40	90 % de los valores horarios durante el periodo de tiempo definido para calcular el valor AOT40
Número de superaciones y valores máximos mensuales	90% de las máximas diarias de las medias móviles octohorarias (27 valores diarios disponibles por mes)
	90% de los valores horarios entre las 8.00 y las 20.00 CET
Número de superaciones y valores máximos anuales	Cinco de los seis meses del período estival (abril a septiembre)

Las tablas siguientes recopilan los valores medios mensuales y desviaciones típicas correspondientes a las series temporales de valores horarios, valores máximos diarios y valores máximos octohorarios durante el Programa Previozono 2009. Como guía a la hora de visualizar las tablas hay que tener como referencia que han sido realizadas imponiendo la condición de que al menos existiera el 90% (mínimo 27 medidas) de datos válidos durante cada mes, motivo por el cual hay celdas sin datos identificando los

meses que no satisfacen esta condición. Los resultados obtenidos apenas varían en comparación a las campañas anteriores. Las conclusiones más significativas son las siguientes:

- La tabla 8 presenta la media mensual obtenida a partir de las medias diarias para cada cabina. Los valores más elevados se registran, aunque no exento de alguna excepción local, en las cabinas de medida de las comarcas del interior de Castellón: Els Ports-Maestrat. El valor medio máximo de ozono para cada mes se concentra en las estaciones de Morella (marzo  $94 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , abril  $101 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , mayo  $102 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , junio  $98 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , julio  $92 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , septiembre  $93 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , y octubre  $76 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) y Vallibona (marzo  $94 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , abril  $99 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , mayo  $99 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , junio  $97 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , y octubre  $76 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). En cambio, el valor medio mínimo se registra en las estaciones emplazadas en zonas próximas a las fuentes de precursores, tales como grandes núcleos urbanos o polígonos industriales. La cabina situada en la calle Linares (Valencia) registra valores medios mínimos en marzo ( $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), abril ( $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), mayo ( $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), junio ( $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), julio ( $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), y octubre ( $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), mientras la estación de medida situada en Pista de Silla (Valencia) los concentra en agosto ( $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) y septiembre ( $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Nótese que el valor medio mínimo absoluto se registra en el periodo laxo, concretamente en octubre.
- La tabla 9 muestra el promedio mensual de los valores máximos horarios. Salvo excepciones puntuales (Florida-Babel y Benidorm, octubre  $96 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), las comarcas de La Vall d'Albaida (Alicante) y Els Serrans (Valencia) registran los valores más elevados durante los primeros y últimos meses de vigilancia respectivamente: Benigànim (marzo  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , abril  $126 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y mayo  $134 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), y Villar del Arzobispo (junio  $136 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , julio  $136 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , agosto  $128 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y septiembre  $117 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Esta concentración de los picos máximos de ozono en el interior responde principalmente a la dinámica de transporte de los contaminantes emitidos en las áreas precursoras (grandes núcleos urbanos y centros industriales). El proceso de dispersión se realiza a favor de las brisas marinas que transportan los contaminantes hacia el interior. Además, las reacciones fotoquímicas que operan durante el tiempo de residencia de los contaminantes primarios favorece paralelamente la concentración de ozono en las cabinas del interior, principalmente en verano al existir condiciones meteorológicas favorables.
- La tabla 10 recopila la estadística de los promedios mensuales de los máximos octohorarios diarios de ozono en las cabinas de la RVVCCA. En esta tabla se ponen de manifiesto las mismas características que en las anteriores, con valores más elevados durante los meses de vigilancia en las comarcas de La Vall d'Albaida (marzo a junio) y Els Serrans (junio a septiembre). Puntualmente se observa que los valores promedio se sitúan por encima del umbral de protección a la salud ( $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), como sucede en los meses de mayo y junio en Benigànim ( $125$  y  $122 \mu\text{g}/\text{m}^3$  respectivamente) y Villar del Arzobispo (con  $120$  y  $121 \mu\text{g}/\text{m}^3$  respectivamente).

Tabla 8. Media mensual de los valores medios diarios, siendo  $x$  el valor medio y  $s$  la desviación tipo. Tanto  $x$  como  $s$  han sido calculados a partir del 90% de los valores medios válidos

Estación	Mar.		Abr.		May.		Jun.		Jul.		Ago.		Sep.		Oct.	
	X	s	X	s	X	s	X	s	X	s	X	s	X	s	X	s
Zorita	73	14	82	14	85	12	83	11	81	12	81	16	69	13	51	16
Coratxar	91	15	92	11	---	---	---	---	85	14	---	---	92	14	---	---
Morella	94	14	101	10	102	8	98	10	92	14	---	---	93	12	76	14
Vallibona	94	15	99	10	99	9	97	12	---	---	---	---	---	---	76	15
Vilafranca	82	13	90	11	87	7	85	11	---	---	---	---	---	---	---	---
Sant Jordi	---	---	88	12	85	7	77	7	---	---	67	11	73	13	---	---
T.Endomeneç	51	13	60	12	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	52	14
Cirat	---	---	---	---	81	9	81	8	73	13	70	10	---	---	49	10
Alcora2	63	17	73	11	73	10	69	9	59	11	66	8	64	10	41	11
Onda	72	15	84	12	82	11	80	6	---	---	79	10	---	---	55	10
Penyeta	87	13	98	12	94	12	84	10	77	9	86	8	90	13	66	15
Patronat	---	---	69	11	73	12	67	10	---	---	52	10	62	13	---	---
Grao	---	---	---	---	71	8	65	9	---	---	---	---	---	---	---	---
Ermita	---	---	58	11	54	8	---	---	---	---	40	8	---	---	---	---
Burriana	53	13	63	10	57	7	---	---	---	---	45	7	---	---	42	9
Viver	75	12	84	11	81	10	---	---	---	---	---	---	---	---	55	13
Albalat Tar.	---	---	77	14	69	14	67	10	---	---	---	---	---	---	45	13
Sagunt Nord	67	16	81	11	76	12	74	8	65	10	69	7	74	12	---	---
P.de Sagunt	57	14	72	11	74	10	66	6	56	10	65	6	66	14	44	12
Torrebaixa	---	---	---	---	66	8	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
V. Arzobispo	81	10	---	---	89	9	90	6	84	10	81	6	81	10	---	---
L'Elia	57	12	74	11	73	10	72	6	67	8	---	---	65	13	---	---
CEAM	63	13	76	10	76	11	---	---	67	8	76	6	---	---	44	11
Facultats	---	---	---	---	---	---	---	---	63	8	65	6	63	12	38	10
Q. De Poblet	46	15	---	---	63	10	---	---	50	8	55	7	51	13	---	---
Viveros	45	12	58	10	56	10	52	6	44	9	53	4	53	12	29	9
N.centro	44	16	45	8	45	10	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Molí del Sol	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	61	12	36	11
Politécnic	55	13	64	8	---	---	77	5	76	8	67	5	66	11	42	11
Linares	25	9	35	8	38	9	34	6	33	8	41	6	35	11	20	8
P.de Silla	---	---	---	---	56	13	---	---	---	---	33	6	30	9	---	---
Avda. Francia	49	14	70	12	74	12	61	10	38	9	45	5	54	12	37	10
Caudete	72	11	84	10	83	10	84	10	81	9	81	9	---	---	54	11
Buñol-CEMEX	64	12	75	9	75	10	72	6	67	9	69	6	68	13	48	11
Alzira	58	11	62	11	61	6	59	6	47	9	---	---	67	12	46	9
Ontinyent	---	---	---	---	83	12	78	7	69	8	73	10	---	---	---	---
Verge	67	11	80	11	---	---	---	---	---	---	81	12	77	14	59	13
Benigámin	76	13	89	11	90	8	88	6	77	11	---	---	63	11	43	8
Gandía	---	---	73	9	69	8	---	---	---	---	56	6	60	14	---	---
Benidorm	86	11	91	7	93	10	85	7	76	7	81	10	89	11	73	10
Elda-Lacy	55	15	79	10	76	9	76	6	---	---	73	9	---	---	51	10
Pinos	71	9	82	8	84	7	79	6	75	9	76	7	76	8	65	11
S. Vicente	68	12	77	7	87	7	---	---	79	7	84	8	78	10	57	8
Florida-Babel	64	15	74	10	76	11	68	9	68	9	72	9	68	15	51	9
El Pla	62	12	---	---	70	8	61	7	57	7	59	8	58	11	46	8
Elx3	73	11	81	8	83	9	75	8	---	---	76	9	71	13	56	10
Agroalimentari	---	---	74	8	80	10	74	6	68	8	---	---	---	---	50	9
Orihuela	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---



**INFORME FINAL PREVIOZONO 2009**

*Tabla 9. Media mensual de los valores máximos diarios, siendo x el valor medio y s la desviación tipo. Tanto x como s han sido calculados a partir del 90% de los valores máximos válidos*

Estación	Mar.		Abr.		May.		Jun.		Jul.		Ago.		Sep.		Oct.	
	X	s	X	s	X	s	X	s	X	s	X	s	X	s	X	s
Zorita	108	17	114	14	118	12	120	14	111	16	114	14	111	16	87	17
Coratxar	103	16	107	17	---	---	---	---	104	17	---	---	106	17	---	---
Morella	105	15	113	15	117	10	115	12	109	16	---	---	106	14	87	16
Vallibona	106	17	113	18	116	13	115	14	---	---	---	---	---	---	88	17
Vilafranca	102	16	109	15	115	13	111	15	---	---	---	---	---	---	---	---
Sant Jordi	---	---	112	14	115	13	109	10	---	---	99	14	104	19	---	---
T.Endomenec	84	16	92	14	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	93	17
Cirat	---	---	---	---	120	13	122	15	113	19	114	13	---	---	79	16
Alcora2	105	18	114	17	117	15	109	13	96	15	103	10	104	16	79	19
Onda	103	19	115	17	117	13	118	12	---	---	112	11	---	---	89	17
Penyeta	113	16	122	14	121	12	112	12	103	12	111	14	112	17	90	16
Patronat	---	---	101	14	105	12	96	12	---	---	80	13	93	17	---	---
Grao	---	---	---	---	109	12	98	12	---	---	---	---	---	---	---	---
Ermita	---	---	98	11	90	12	---	---	---	---	69	10	---	---	---	---
Burriana	97	15	105	13	97	13	---	---	---	---	79	14	---	---	87	13
Viver	105	17	113	16	125	15	---	---	---	---	---	---	---	---	86	17
Albalat Tar.	---	---	117	18	115	14	111	11	---	---	---	---	---	---	85	16
Sagunt Nord	111	17	119	16	116	12	111	13	97	14	103	12	111	15	---	---
P.de Sagunt	96	15	108	16	110	12	99	13	83	13	97	13	101	15	81	18
Torrebaja	---	---	---	---	107	15	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
V. Arzobispo	110	17	---	---	131	16	136	21	136	25	128	15	117	19	---	---
L'Elia	101	19	113	16	118	13	115	11	111	15	---	---	110	18	---	---
CEAM	102	17	111	15	115	12	---	---	101	12	115	11	---	---	82	16
Facultats	---	---	---	---	---	---	---	---	96	11	103	13	106	18	82	17
Q. De Poblet	88	19	---	---	104	11	---	---	85	11	90	10	91	17	---	---
Viveros	81	15	94	12	88	11	80	9	66	10	83	11	88	16	64	12
N.centro	91	20	83	12	78	11	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Molí del Sol	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	101	16	77	14
Politécnic	95	15	97	10	---	---	109	10	106	12	99	11	100	15	87	16
Linares	56	17	69	12	69	12	62	9	55	11	70	11	68	18	50	18
P.de Silla	---	---	---	---	82	16	---	---	---	---	56	8	55	13	---	---
Avda. Francia	89	18	107	14	110	12	90	12	60	13	72	10	87	15	72	14
Caudete	100	16	106	13	113	14	113	14	115	15	118	14	---	---	83	16
Buñol-CEMEX	98	15	102	10	115	13	112	18	109	16	110	12	104	18	81	15
Alzira	101	15	102	16	107	11	97	9	81	17	---	---	110	16	89	13
Ontinyent	---	---	---	---	109	14	106	17	96	13	98	10	---	---	---	---
Verge	95	16	107	17	---	---	---	---	---	---	110	12	108	16	90	14
Benigámin	121	18	126	16	134	15	131	16	119	20	---	---	101	15	80	15
Gandía	---	---	105	14	104	10	---	---	---	---	89	13	95	16	---	---
Benidorm	105	12	111	11	112	11	108	10	98	12	98	11	107	13	96	13
Elda-Lacy	92	12	112	15	119	14	121	18	---	---	115	14	---	---	94	17
Pinos	95	14	102	12	112	13	108	16	109	16	106	11	104	14	91	16
S. Vicente	97	12	104	11	114	11	---	---	104	12	108	11	107	13	85	12
Florida-Babel	104	13	113	11	108	15	99	13	97	13	104	15	109	17	96	15
El Pla	99	14	---	---	97	12	88	8	78	9	88	14	94	16	85	12
Elx3	105	10	113	14	113	11	108	14	---	---	105	13	107	19	94	15
Agroalimentari	---	---	109	15	114	12	109	12	100	16	---	---	---	---	91	14
Orihuela	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabla 10. Medias mensuales de los valores máximos octohorarios diarios de ozono, siendo  $x$  el valor medio y  $s$  la desviación tipo. Tanto  $x$  como  $s$  han sido calculados a partir del 90% de los valores máximos octohorarios válidos

Estación	Mar.		Abr.		May		Jun.		Jul.		Ago.		Sep.		Oct.	
	X	s	X	s	X	s	X	s	X	s	X	s	X	s	X	s
Zorita	103	16	111	15	112	10	114	12	104	14	108	12	104	15	79	15
Coratxar	100	16	103	17	---	---	---	---	98	15	---	---	102	14	---	---
Morella	102	15	109	14	113	10	109	10	103	13	---	---	103	12	83	15
Vallibona	103	16	108	16	112	12	108	12	---	---	---	---	---	---	84	16
Vilafranca	97	15	104	13	107	11	105	13	---	---	---	---	95	13	---	---
Sant Jordi	---	---	107	11	108	11	101	9	---	---	92	14	98	16	---	---
T.Endomenec	77	16	85	13	93	11	---	---	---	---	---	---	---	---	84	16
Cirat	---	---	---	---	111	12	112	12	104	16	103	12	---	---	71	14
Alcora2	94	18	107	15	109	14	100	11	90	14	96	9	95	12	69	17
Onda	93	18	107	13	109	13	109	8	---	---	104	10	---	---	77	15
Penyeta	104	14	114	13	115	11	104	10	96	9	102	10	105	14	81	16
Patronat	---	---	94	13	97	10	89	10	---	---	73	11	85	16	---	---
Grao	---	---	---	---	102	10	90	10	---	---	---	---	---	---	---	---
Ermita	---	---	88	11	82	12	---	---	---	---	62	8	---	---	---	---
Burriana	87	15	98	11	91	12	---	---	---	---	72	12	84	15	75	12
Viver	98	16	106	14	115	12	---	---	---	---	---	---	---	---	77	17
Albalat dels Tarongers	---	---	107	17	104	15	102	10	---	---	---	---	---	---	74	16
Sagunt Nord	97	17	108	16	105	13	101	9	88	11	93	11	102	14	---	---
P.de Sagunt	84	15	98	15	102	11	90	9	75	11	87	10	92	15	67	16
Torrebaja	---	---	---	---	98	9	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
V. Arzobispo	102	15	---	---	120	12	121	15	118	17	112	11	107	13	---	---
L'Elia	91	17	105	14	108	12	104	8	100	12	107	10	102	17	---	---
CEAM	91	16	103	13	106	11	92	11	92	10	105	10	---	---	71	15
Facultats	---	---	---	---	---	---	---	---	88	9	94	11	95	16	67	15
Q. De Poblet	76	19	---	---	94	11	85	10	74	10	81	10	81	15	---	---
Viveros	70	15	84	13	82	11	74	7	59	11	74	8	79	15	53	13
N.centro	75	20	71	13	69	10	62	9	---	---	---	---	---	---	---	---
Molí del Sol	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	91	13	66	15
Politécnic	86	14	89	10	97	15	100	7	97	9	91	9	92	13	73	15
Linares	43	15	56	13	57	11	52	8	46	10	59	10	54	16	36	15
P.de Silla	---	---	---	---	74	14	82	12	---	---	48	8	46	12	32	12
Avda. Francia	77	17	98	14	102	12	83	11	52	11	62	9	78	14	62	14
Caudete	94	15	101	12	106	11	104	11	104	11	108	10	103	11	76	15
Buñol-CEMEX	89	15	96	9	104	11	101	12	95	13	98	10	94	15	71	13
Alzira	93	14	94	15	99	10	89	7	74	15	---	---	100	15	78	13
Ontinyent	---	---	---	---	102	12	99	12	89	11	91	9	---	---	---	---
Verge	87	15	100	16	111	14	---	---	98	14	104	13	100	14	79	13
Benigámin	112	16	119	14	125	12	122	14	111	16	99	9	95	14	72	14
Gandía	---	---	98	13	97	9	---	---	---	---	82	11	86	15	---	---
Benidorm	99	11	105	10	107	11	100	8	93	10	94	11	102	12	90	12
Elda-Lacy	84	12	106	12	110	14	109	13	---	---	106	12	---	---	84	14
Pinos	89	12	97	11	105	12	99	11	98	10	98	9	97	10	83	14
S. Vicente	91	13	97	10	109	10	---	---	99	10	104	10	99	13	77	12
Florida-Babel	94	15	104	11	104	14	92	11	91	11	98	13	98	18	85	14
El Pla	89	16	---	---	91	11	81	6	73	8	80	13	83	16	75	12
Elx3	99	11	106	12	108	12	98	11	96	11	99	12	96	19	84	14
Agroalimentari	---	---	102	13	108	13	101	8	93	12	---	---	---	---	80	13
Orihuela	---	---	93	10	95	12	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

### 3.3. Caracterización estadística de las estaciones

En este apartado se caracterizan las diferentes estaciones de medida de la RVVCCA, a partir del cálculo de varios parámetros estadísticos.

Esta caracterización de las series temporales de valores promedio diarios, máximos diarios y máximos octohorarios diarios en cada una de las estaciones es sólo representativa para el periodo en el cual se realizó el cálculo, puesto que al escogerse un periodo temporal de un año de medidas, las conclusiones no pueden ser generalizadas.

El significado de los parámetros estadísticos calculados es:

- Mediana o percentil 50: Es el valor de la variable que deja por debajo de sí a la mitad de las  $n$  observaciones y por encima a la otra mitad. Este valor de medida de la tendencia central es el más adecuado para la observación de una cierta inclinación en la distribución.
- Media: Es una medida de la tendencia central de una distribución.
- Máximo: Es una medida que indica el valor máximo alcanzado durante el periodo temporal estudiado.
- Percentil 98 (máximo): Es una medida de la posición, y en el caso de variables discretas, el percentil de orden  $K$  se define como la observación  $P_K$  que deja por debajo de sí el  $K\%$  de la población. De esta forma, el P98 ofrece una idea del valor máximo medido en la estación, pero sin tener en cuenta valores más puntuales.
- Percentil 90 - Percentil 10 (rango): Se trata de una medida de la variabilidad o dispersión de la distribución. Indica si los valores de la distribución están próximos entre sí o si por el contrario están muy dispersos. El utilizar los percentiles, en vez del valor máximo y mínimo evitará tener la influencia de los valores más puntuales.

En las tablas 11, 12 y 13 se resumen los resultados de dichos cálculos durante los meses de desarrollo del Programa Previozono 2008 para cada una de las estaciones. Al igual que se observa en las tablas dedicadas a la estadística descriptiva, los valores centrales (media y mediana) más elevados de cada serie se registran en las cabinas del interior. En cambio, los valores mínimos se localizan en las cabinas de medida ubicadas en zonas urbanas próximas a la costa

De la lectura de las tablas se deduce la influencia que la ubicación geográfica de la cabina tiene sobre los niveles de ozono registrados en ella. Así, los valores promedios y máximos elevados se encuentran en emplazamientos situados en el tránsito de masas de aire envejecidas durante un gran porcentaje de tiempo, teniendo el ejemplo de las estaciones situadas en Els Ports-Maestrat (Castellón). En cambio, las estaciones con valores máximos elevados y promedios no especialmente elevados, se localizan en emplazamientos que no siempre se encuentran bajo la presencia o tránsito de masas envejecidas.

Tabla 11. Caracterización de las estaciones de la RVVCCA durante el Previozono 2009 (marzo-octubre). Medias horarias diaras ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Estación	P50	Media	Máximo	P 98	Rango (P90-P10)
Zorita	73	71	119	106	52
Coratxar	84	84	128	115	45
Morella	92	89	131	119	44
Vallibona	89	88	126	118	46
Vilafranca	78	77	117	106	43
Sant Jordi	73	70	113	101	43
T.Endomenec	59	58	98	90	49
Cirat	68	68	113	95	44
Alcora2	62	59	97	89	45
Onda	72	70	112	100	44
Penyeta	81	81	127	111	42
Patronat	56	54	96	86	49
Grao	54	53	104	87	51
Ermita	43	42	87	71	37
Burriana	50	49	85	76	33
Viver	72	71	106	101	40
Albalat dels Tarongers	64	64	103	95	38
Sagunt Nord	67	65	103	96	45
P.de Sagunt	61	58	97	89	43
Torrebaja	65	61	83	80	39
V. Arzobispo	81	78	116	104	41
L'Eliana	65	61	102	89	47
CEAM	67	62	95	91	46
Facultats	56	52	103	90	47
Q. De Poblet	49	46	85	76	46
Viveros	47	45	80	71	37
N.centro	38	38	78	73	38
Molí del Sol	48	48	90	80	41
Politécnic	64	59	97	88	46
Linares	31	29	66	53	31
P.de Silla	35	38	88	74	43
Avda. Francia	48	50	105	85	47
Caudete	75	72	108	102	44
Buñol-CEMEX	66	63	100	89	38
Alzira	55	54	94	82	36
Ontinyent	70	71	105	99	35
Verge	72	70	107	102	43
Benigámin	73	69	111	102	52
Gandía	55	54	91	85	43
Benidorm	83	83	115	108	30
Elda-Lacy	69	65	95	92	40
Pinos	75	74	100	94	28
S. Vicente	75	72	100	95	39
Florida-Babel	66	64	97	92	40
El Pla	57	56	87	81	34
Elx3	73	69	99	96	43
Agroalimentari	67	64	94	91	40
Orihuela	56	53	86	80	38

Tabla 12. Caracterización de las estaciones de la RVVCCA durante el Previozono 2009 (marzo-octubre). Máximos horarios ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Estación	P50	Media	Máximo	P 98	Rango (P90-P10)
Zorita	107	104	156	141	53
Coratxar	99	98	168	133	51
Morella	104	102	155	134	50
Vallibona	103	102	166	140	53
Vilafranca	99	98	153	138	60
Sant Jordi	100	97	150	136	51
T.Endomenec	94	94	153	138	60
Cirat	105	102	168	143	64
Alcora2	99	96	159	138	59
Onda	103	101	158	139	58
Penyeta	106	104	162	143	52
Patronat	86	85	132	122	54
Grao	90	90	140	128	58
Ermita	76	76	121	114	49
Burriana	87	87	140	120	46
Viver	107	106	178	158	65
Albalat dels Tarongers	107	107	161	140	44
Sagunt Nord	102	101	156	138	57
P.de Sagunt	92	91	142	129	53
Torrebaja	103	100	136	131	53
V. Arzobispo	114	113	202	169	71
L'Eliana	106	102	158	142	58
CEAM	100	98	160	136	56
Facultats	93	92	147	139	59
Q. De Poblet	86	84	149	126	54
Viveros	76	76	124	111	43
N.centro	74	73	130	113	43
Molí del Sol	84	87	132	123	45
Politècnic	97	94	146	131	48
Linares	58	57	111	89	47
P.de Silla	65	66	131	112	48
Avda. Francia	79	81	144	128	57
Caudete	101	100	144	138	58
Buñol-CEMEX	100	97	157	140	53
Alzira	92	93	141	132	47
Ontinyent	94	94	141	128	52
Verge	100	99	161	140	55
Benigámin	109	108	178	159	68
Gandía	87	86	135	125	57
Benidorm	102	102	145	131	38
Elda-Lacy	102	103	170	149	58
Pinos	101	101	141	135	42
S. Vicente	100	97	139	130	46
Florida-Babel	100	99	143	133	46
El Pla	88	87	138	120	42
Elx3	105	102	149	135	49
Agroalimentari	98	97	150	133	53
Orihuela	92	91	143	126	55

Tabla 13. Caracterización de las estaciones de la RVVCCA durante el Previozono 2009 (marzo-octubre). Máximos octohorarios ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Estación	P50	Media	Máximo	P 98	Rango (P90-P10)
Zorita	102	98	152	133	53
Coratxar	95	94	156	127	48
Morella	101	98	150	128	45
Vallibona	99	98	156	131	50
Vilafranca	95	93	146	127	52
Sant Jordi	93	91	134	126	49
T.Endomenec	88	87	132	126	58
Cirat	97	94	156	133	60
Alcora2	91	88	144	127	59
Onda	97	93	140	129	58
Penyeta	99	97	149	132	49
Patronat	79	77	122	112	55
Grao	83	81	130	118	60
Ermita	67	67	113	106	49
Burriana	78	79	125	112	42
Viver	99	98	152	136	59
Albalat dels Tarongers	98	97	152	131	41
Sagunt Nord	92	90	146	124	52
P.de Sagunt	84	81	128	117	53
Torrebaja	95	92	118	117	48
V. Arzobispo	106	102	161	141	58
L'Eliana	98	92	145	128	57
CEAM	91	88	139	125	56
Facultats	83	81	137	128	59
Q. De Poblet	78	74	138	112	54
Viveros	68	67	118	100	44
N.centro	62	61	113	98	45
Molí del Sol	77	77	123	111	44
Politécnic	88	85	138	117	48
Linares	47	45	97	77	44
P.de Silla	55	56	118	100	51
Avda. Francia	68	72	132	115	57
Caudete	97	93	131	123	53
Buñol-CEMEX	90	88	128	121	49
Alzira	84	84	127	123	43
Ontinyent	89	88	124	118	45
Verge	94	91	147	129	54
Benigámin	102	100	159	147	66
Gandía	80	78	126	115	53
Benidorm	97	97	132	123	34
Elda-Lacy	95	95	148	131	51
Pinos	94	94	128	120	36
S. Vicente	95	91	131	122	45
Florida-Babel	91	91	133	125	46
El Pla	80	79	127	111	40
Elx3	97	93	134	126	49
Agroalimentari	92	89	129	126	48
Orihuela	87	84	120	115	51

**3.3.1. Estadística referida a la normativa.** El propósito fundamental de la vigilancia de los niveles de concentración de ozono durante los meses de marzo a octubre dentro del Programa Previozono es la información de posibles superaciones de los umbrales legales establecidos en la Directiva 2008/50/CE, sobre contaminación atmosférica por ozono. Estos umbrales son:

- *Información:* establecido en  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  como promedio horario.
- *Alerta:* establecido en  $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$  como promedio horario.

En este subapartado también se tendrán en cuenta el resto de umbrales que aparecen en la normativa referidos tanto a la protección de la salud humana, como de la vegetación. A continuación, se muestran los umbrales legislados relativos al ozono y que se recogen en la Directiva 2008/50/CE.

Tabla 14. Umbrales de concentración de ozono. Directiva 2008/50/CE

	Parámetro	Umbral
Protección a la salud	Promedio 8 horas	$120 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Protección a la vegetación	AOT40	$18000 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Información	Promedio horario	$180 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Alerta	Promedio horario	$240 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Tabla 15. Valores objetivo de ozono a alcanzar el año 2010. Directiva 2008/50/CE

	Parámetro	Valor objetivo para el 2010
Protección de la salud humana	Máximo de las medidas octohorarias del día.	$120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ que no deberá superarse más de 25 días por cada año civil de promedio en un periodo de 3 años.
Protección de la vegetación	AOT40, calculada a partir de valores horarios de mayo a julio.	$18000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ de promedio en un periodo de 5 años.

Tabla 16. Objetivos a largo plazo para el ozono. Directiva 2008/50/CE

	Parámetro	Objetivo a largo plazo
Protección de la salud humana	Máxima diaria de las medias móviles octohorarias dentro de un año civil.	$120 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Protección de la vegetación	AOT40, calculada a partir de valores horarios de mayo a julio.	$6000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$

La evolución de las concentraciones de ozono a lo largo de la Comunidad Valenciana y la probabilidad de superaciones de los umbrales de referencia marcados en

la legislación, está ligada a las propias características que presenta el ozono. Se trata de un contaminante fotoquímico secundario cuya formación puede darse en puntos alejados de las fuentes de emisión de gases primarios; de forma que las concentraciones elevadas no quedan restringidas a puntos próximos a las fuentes. Estas características unidas a las propias de la cuenca mediterránea: elevada insolación, mar rodeado de altas montañas que actúan como chimeneas orográficas, pasos naturales a través de los que viaja la masa aérea desde los focos de emisión hacia el interior, etc., dan lugar a un comportamiento característico de los niveles de ozono.

De esta forma, en los sucesivos años de campaña de vigilancia y de análisis de las medidas, se observa como son las estaciones situadas en el interior de la Comunidad Valenciana las que registran un mayor número de superaciones, principalmente en verano cuando el desarrollo de los ciclos locales es mayor.

En las estaciones de medida ubicadas en entornos urbanos o industriales el número de superaciones de los umbrales legales relativos al ozono es menor que el registrado en estaciones localizadas en entornos no tan influenciados por las emisiones humanas (tráfico, chimeneas industriales, etc.). Sin embargo, este menor número de superaciones en las estaciones urbanas no siempre es debido a una mejor calidad del aire ambiente, pudiendo estar ligado a los procesos químicos de eliminación de ozono por parte de los óxidos de nitrógeno, principalmente NO con origen en el tráfico. En resumen, en las zonas con concentraciones elevadas de óxidos de nitrógeno, los niveles de ozono se reducen debido a la destrucción química. No obstante, los compuestos resultantes de estas transformaciones químicas reaccionarán entre sí en zonas alejadas de focos humanos (carreteras, industrias) dando lugar, de nuevo, a la formación de ozono. De ahí que se registren un mayor número de superaciones de los umbrales legales en las zonas del interior de la Comunidad Valenciana, estando éstas asociadas a la llegada de la masa aérea contaminada procedente del litoral.

### **Umbrales referidos a la vegetación**

El valor AOT40 es la suma de la diferencia entre las concentraciones horarias superiores a los 80 µg/m<sup>3</sup> a lo largo del periodo temporal entre el 1 de Mayo y el 31 de Julio de cada año utilizando únicamente los valores horarios medidos entre las 8:00 y las 20:00 horas, hora de Europa Central (CET), cada día. Para realizar una medida representativa del nivel de concentración de ozono es necesario que se disponga de entre el 90% y 100% de valores horarios, pudiéndose aplicar la siguiente ecuación para obtener el valor estimado en caso de que no se disponga del 100%. En el supuesto de que se disponga de un porcentaje inferior al 90% de valores horarios el valor de AOT40 no se considera representativo de la concentración de ozono para dicho periodo temporal.

$$AOT40_{previsto} = AOT40_{medido} * \frac{\text{Nº total posibles de horas}}{\text{Nº de valores horarios medidos}}$$



Se ha optado por aplicar la ecuación anterior a todas las estaciones con el propósito de poder facilitar una comparación del valor AOT40 obtenido, resaltando aquellas estaciones que no dispongan del porcentaje de valores horarios necesario para considerar como representativa la medida. En la tabla 17 se representan los valores del parámetro AOT40.

Tabla 17. Valores AOT40 referidos a la vegetación. Mayo-Julio 2009

Estación	AOT40 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Superación umbral (2009)	Superación umbral (2008)
Zorita	27079	SI	SI
Coratxar	17125	NO	SI
Morella	23721	SI	SI
Vallibona	17531	NO	SI
Vilafranca	18907	SI	SI
Sant Jordi	17934	NO	SI
T.Endomenec	13718	NO	NO
Cirat	24300	SI	SI
Alcora2	16669	NO	NO
Onda	19977	SI	SI
Penyeta	22289	SI	NO
Patronat	7500	NO	NO
Grao	10067	NO	NO
Ermita	1696	NO	NO
Burriana	3739	NO	NO
Viver	24783	SI	SI
Albalat Tarongers	14690	NO	NO
Sagunt Nord	16107	NO	NO
P.de Sagunt	9720	NO	NO
Torrebaja	12173	NO	---
V. Arzobispo	34924	SI	SI
L'Eliana	19714	SI	SI
CEAM	13939	NO	NO
Facultats	12645	NO	NO
Q. De Poblet	5950	NO	NO
Viveros	1750	NO	NO
N.centro	412	NO	NO
Molí del Sol	---	---	---
Politécnic	15972	NO	NO
Linares	65	NO	NO
P.de Silla	2204	NO	NO
Avda. Francia	7369	NO	---
Caudete	21947	SI	SI
Buñol-CEMEX	16182	NO	---
Alzira	8749	NO	NO
Ontinyent	14147	NO	NO
Verge	17130	NO	NO
Benigámin	35792	SI	SI
Gandía	5855	NO	NO
Benidorm	17901	NO	NO
Elda-Lacy	21506	SI	---
Pinos	16660	NO	---

S. Vicente	19678	SI	NO
Florida-Babel	12517	NO	NO
El Pla	4475	NO	NO
Elx3	17547	NO	NO
Agroalimentari	17688	NO	NO
Orihuela	8498	NO	NO

### **Umbrales referidos a la salud.**

En el Real Decreto 1796/2003 se indican tres umbrales referidos a la salud humana:

- Umbral de protección a la salud: 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (promedio octohorario)
- Umbral de información: 180  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (promedio horario)
- Umbral de alerta: 240  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (promedio horario)

### **Umbral de protección a la salud.**

El umbral de protección a la salud humana se establece en 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  como promedio octohorario. Este valor será tomado como referencia de los valores máximos diarios octohorarios calculados a partir de los promedios móviles de ocho horas. El promedio octohorario calculado se asignará al día en que dicho promedio termina, es decir, el primer periodo de cálculo para un día cualquiera será el periodo de las 17:00 del día anterior hasta las 1:00 de dicho día; el último periodo de cálculo para un día cualquiera será el periodo a partir de las 16:00h hasta las 24:00 de dicho día.

En la tabla 18 se desglosa el número de superaciones del umbral de protección a la salud (120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) registradas durante los meses de marzo a octubre en cada una de las estaciones de la RVVCCA tomando como criterio que sólo se contabiliza para su cálculo el valor máximo octohorario alcanzado durante cada jornada.

Tabla 18. Número de superaciones del umbral de protección a la salud. Calculados sobre el 90% de valores máximos octohorarios diarios válidos

Estación	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Total
Zorita	4	6	8	6	5	8	5	0	42
Coratxar	4	2	0	0	2	0	1	0	9
Morella	4	4	8	6	3	0	0	0	25
Vallibona	5	5	9	5	0	0	0	1	25
Vilafranca	2	3	4	4	0	0	0	0	13
Sant Jordi	0	4	6	0	0	0	3	0	13
T.Endomenec	0	0	1	0	0	0	0	1	2
Cirat	0	0	8	9	4	4	0	0	25
Alcora2	3	5	6	0	0	0	1	0	15
Onda	1	5	7	2	0	2	0	0	17
Penyeta	3	9	10	1	0	2	5	0	30
Patronat	0	2	0	0	0	0	0	0	2
Grao	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ermita	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Burriana	1	1	0	0	0	0	0	0	2
Viver	3	4	11	0	0	0	0	0	18
Albalat Tarongers	0	6	4	0	0	0	0	0	10
Sagunt Nord	3	7	4	0	0	0	3	0	17
P.de Sagunt	1	2	0	0	0	0	1	0	4
Torrebaixa	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V. Arzobispo	5	0	16	17	12	8	5	0	63
L'Elia	2	4	5	0	1	4	4	0	20
CEAM	1	3	4	0	0	1	0	0	9
Facultats	0	0	0	0	0	0	2	0	2
Q. De Poblet	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Viveros	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N.centro	0	0	0	0	0	---	---	---	0
Molí del Sol	---	---	---	---	---	0	1	0	1
Politécnic	1	0	3	0	1	0	0	0	5
Linares	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P.de Silla	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Avda. Francia	0	2	1	0	0	0	0	0	3
Caudete	0	3	3	3	3	3	2	0	17
Buñol-CEMEX	0	0	3	2	2	0	2	0	9
Alzira	2	3	1	0	0	0	4	0	10
Ontinyent	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Verge	0	3	6	0	2	4	1	0	16
Benigámin	11	12	20	17	6	1	1	0	68
Gandía	0	2	0	0	0	0	0	0	2
Benidorm	0	4	5	1	0	0	2	0	12
Elda-Lacy	0	3	7	6	0	5	0	0	21
Pinos	0	2	1	1	0	0	1	0	5
S. Vicente	0	0	4	0	1	2	3	0	10
Florida-Babel	0	3	5	0	0	2	2	0	12
El Pla	2	0	0	0	0	0	0	0	2
Elx3	0	3	4	1	0	2	3	0	13
Agroalimentari	0	3	6	0	0	0	0	0	9
Orihuela	0	0	0	0	0	0	0	0	0

### Umbral de información y alerta

En este apartado, al igual que en el anterior, se muestran el número de superaciones del umbral de información ocurridas durante el Programa Previozono 2009 en las estaciones de la RVVCCA.

Tabla 19. Umbrales de información y alerta relativos al ozono. Directiva 2008/50/CE.

	Parámetro	Umbral
Umbral de información	Promedio horario	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Umbral de alerta	Promedio horario	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Tabla 20. Número de superaciones de los umbrales de información y/o alerta durante el Previozono 2009

Estación	Fecha	Hora (UTC)	Concentración ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Umbral
Villar del Arzobispo	24/04/2009	16 y 17	182	Información
Villar del Arzobispo	01/07/2009	15	202	Información
Villar del Arzobispo	02/07/2009	14 y 15	189 y 181	Información

#### 4. ANÁLISIS DE LAS JORNADAS CON SUPERACIÓN DEL UMBRAL DE INFORMACIÓN

En esta sección se analizan las condiciones atmosféricas en los días de superación del umbral de información ( $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , promedio horario), estableciéndose la relación entre la situación atmosférica y la evolución de los niveles de concentración de ozono medidas en las estaciones de la Red Valenciana de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica.

##### *4.1. Historial de superaciones en las estaciones de la RVVCCA*

En la tabla 21 se presenta un listado con las superaciones del umbral de información en las estaciones de la RVVCCA durante el periodo comprendido entre los años 1997-2009.

Las causas meteorológicas bajo las que se incrementa la probabilidad de producirse valores de concentración de ozono por encima del umbral de información acontecen principalmente durante los meses centrales del año, y vienen caracterizadas por un régimen anticiclónico y estable, de elevados índices de radiación solar y altas temperaturas, en el que se desarrollan circulaciones de brisas marinas que transportan las emisiones costeras al interior a través de valles fluviales. A lo largo de este recorrido las masas aéreas están sometidas a procesos de formación fotoquímica, lo que puede favorecer la ocurrencia de incrementos puntuales de los niveles de ozono troposférico. La estrechez de las cuencas y la estabilidad vertical favorecen que la masa aérea quede confinada.

En el área mediterránea de la Península Ibérica existe un dominio de recirculaciones verticales de masas de aire asociado al elevado grado de ocurrencia y persistencia de las brisas marinas, particularmente en verano (en condiciones sinópticas de escaso gradiente horizontal de presión y elevada insolación), pero que también ha sido documentado en invierno. El resultado de estos procesos es una elevada residencia y envejecimiento de la masa aérea contaminada y, en consecuencia, un mayor tiempo de mezcla, la aparición de reacciones químicas y procesos de formación de contaminantes secundarios, tales como el ozono. Este problema de contaminación atmosférica no es tan habitual en las regiones del norte de Europa, donde la circulación de vientos del oeste renueva las masas de aire bajo un intenso transporte a larga distancia de aerosoles atmosféricos.

Tabla 21. Historial de superaciones del umbral de información en las estaciones de la RVVCCA en el periodo 1997-2009

Estación	Concentración	Fecha	Hora (UTC)	Duración (h)
P. de Sagunt	181	24/07/1997	14	1
Onda	182	01/08/1997	13	1
Paterna	196	10/09/1997	13	1
P. de Sagunt	184	30/06/1998	20	1
Vilafranca	185	06/07/1998	14-15	2
Morella	183	12/08/1998	14	1
P.de Sagunt	200	03/09/1999	13-14-15-16	4
Onda	182	16/09/1999	17	1
Onda	190	28/09/1999	17	1
Onda	182	29/09/1999	14	1
Vilafranca	185	31/05/2001	17-18	2
Vallibona	186	20/06/2001	21-22	2
Vilafranca	185	02/07/2001	16-17	3
S.Jordi	186	28/07/2001	14-15	2
Penyeta	197	28/07/2001	18	1
Onda	182	28/07/2001	19	1
Vilafranca	191	02/08/2001	14-15-16	3
El Grau	191	26/04/2002	17-18	2
Vilafranca	186	27/06/2002	15-16-17	3
Vallibona	193	14/06/2003	16-17	2
Vilafranca	194	11/07/2003	14-15-16	3
Vallibona	191	11/07/2003	15	1
Zorita	188	11/07/2003	16	1
Verge (Alcoi)	185	14/08/2003	16	1
Vilafranca	184	18/06/2004	17-18	2
Penyeta	181	18/06/2004	16	1
Verge dels Iris	184	18/06/2004	15-16	2
Caudete	181	16/06/2005	16	1
V. del Arzobispo	184	22/06/2005	14	1
Grau	184	29/06/2005	15	1
Caudete	193	13/07/2005	17-18	2
Caudete	182	14/07/2005	16	1
Caudete	191	15/07/2005	17-18	2
Caudete	193	23/07/2005	15-16-17-18	4
Agroalimentari	181	02/04/2006	14	1
V. del Arzobispo	181	07/06/2006	14	1
V. del Arzobispo	203	22/06/2006	13-14	2
Caudete	185	30/06/2006	15	1
Caudete	182	11/07/2006	15	1
Caudete	193	13/07/2006	13-14-15	3
Caudete	184	18/07/2006	16	1
Caudete	181	20/07/2006	14	1
V. del Arzobispo	199	21/07/2006	14	1
V. del Arzobispo	181	25/07/2006	13	1
Zorita	192	28/08/2007	14-15-16-17	4
Coratxar	182	28/08/2007	15	1
Morella	198	28/08/2007	13-14-15-16-17	5
Vallibona	180	28/08/2007	14	1
Vilafranca	218	28/08/2007	13-14-15-16	4
Monovar	190	29/08/2007	14	1
V. del Arzobispo	204	26/06/2008	16-17	2
V. del Arzobispo	195	01/07/2008	16	1
V. del Arzobispo	180	18/07/2008	17	1
V. del Arzobispo	182	24/04/2009	16-17	2
V. del Arzobispo	202	01/07/2009	15	1
V. del Arzobispo	189	02/07/2009	14-15	2

#### **4.2 Jornada del 4 de abril de 2009**

Durante la jornada del 4 de abril tuvo lugar el primer episodio de concentración de ozono con superación del umbral de información ( $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en las estaciones de la RVVCCA durante la campaña de 2009. Este episodio afectó a un área geográfica muy local, concretamente alcanzando a la cabina ubicada en la población de Villar del Arzobispo, a sotavento de las emisiones primarias. En esta estación se superó dicho umbral a las 18 y 19 horas (hora local) con  $182 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en ambos casos. Por tanto, la superación registrada tuvo un carácter muy restringido, consecuencia de los procesos locales y de la recirculación de una masa de aire envejecida. La superación también se produjo durante un corto periodo de tiempo, de apenas dos horas. En el resto de estaciones de la RVVCCA los valores horarios de concentración de ozono fueron moderados sin superar el valor legislado.

La superación registrada fue consecuencia de las condiciones de acusada estabilidad atmosférica, elevada fracción de insolación y temperaturas máximas elevadas que se registraron durante esta jornada en todo el territorio valenciano, de alrededor de  $30^\circ\text{C}$  en algunos emplazamientos. Estas condiciones meteorológicas fueron proclives a la formación de ozono. En la jornada central del suceso la situación sinóptica estuvo dominada por la presencia de una dorsal de aire sahariano sobre la vertical de la Península Ibérica, con altas presiones en superficie avanzando desde el Atlántico sobre Europa Occidental, y bajas presiones relativas sobre el interior de la Península Ibérica. Estos elementos meteorológicos inhibieron la dispersión vertical de los contaminantes, y consecuentemente la ventilación de los estratos inferiores. La escasez de nubosidad y consecuentemente la eficaz insolación activó la producción fotoquímica de ozono a partir de las emisiones locales, y las débiles circulaciones locales de brisas marinas no ayudaron a la dispersión a mayor escala de estos contaminantes.

#### **4.3. Jornada del 1 de julio de 2009**

El segundo episodio de superación tuvo lugar en pleno periodo estival, concretamente el 1 de julio de 2009. Durante esta jornada se alcanzó un nivel de concentración de  $202 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , de nuevo en la estación de Villar del Arzobispo. El episodio de superación también adquirió un carácter muy local, y se produjo a las 17 horas (hora local).

La ocurrencia de concentraciones elevadas de ozono en los niveles superficiales estuvo asociada a las altas temperaturas registradas esta jornada, a la ausencia de vientos sinópticos dominantes y a una elevada insolación. Las condiciones generales de estabilidad atmosférica definidas por altas presiones y escaso gradiente barométrico tanto en superficie como en niveles atmosféricos medios y altos, limitaron en gran manera la dispersión de la masa aérea. Las emisiones de contaminantes en estas condiciones, y en concreto de aquellas sustancias precursoras del ozono (óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles), potenciaron la formación de dicho contaminante a sotavento de los puntos de emisión. En este panorama la cuenca del río Turia favoreció el transporte hacia el interior de las emisiones urbanas, conducidas por el régimen de brisas marinas una vez debilitados los vientos sinópticos de poniente, de manera que a lo largo de su desplazamiento fueron transformándose por efecto de las reacciones fotoquímicas estimuladas por la intensa insolación.

La estación de Villar del Arzobispo, situada en esta trayectoria preferente, y bajo las condiciones atmosféricas descritas (circulaciones locales de brisas, poca ventilación general debido a estabilidad atmosférica, elevada insolación y concentración de contaminantes en torno al frente de la brisa marina), registró concentraciones moderadamente elevadas de ozono durante las jornadas anteriores, concluyendo en el presente episodio de superación del umbral de  $202 \mu\text{g}/\text{m}^3$  durante una hora.

Las condiciones atmosféricas que favorecieron este episodio de superación permanecieron sin cambios significativos, dando lugar a una nueva superación durante la siguiente jornada.

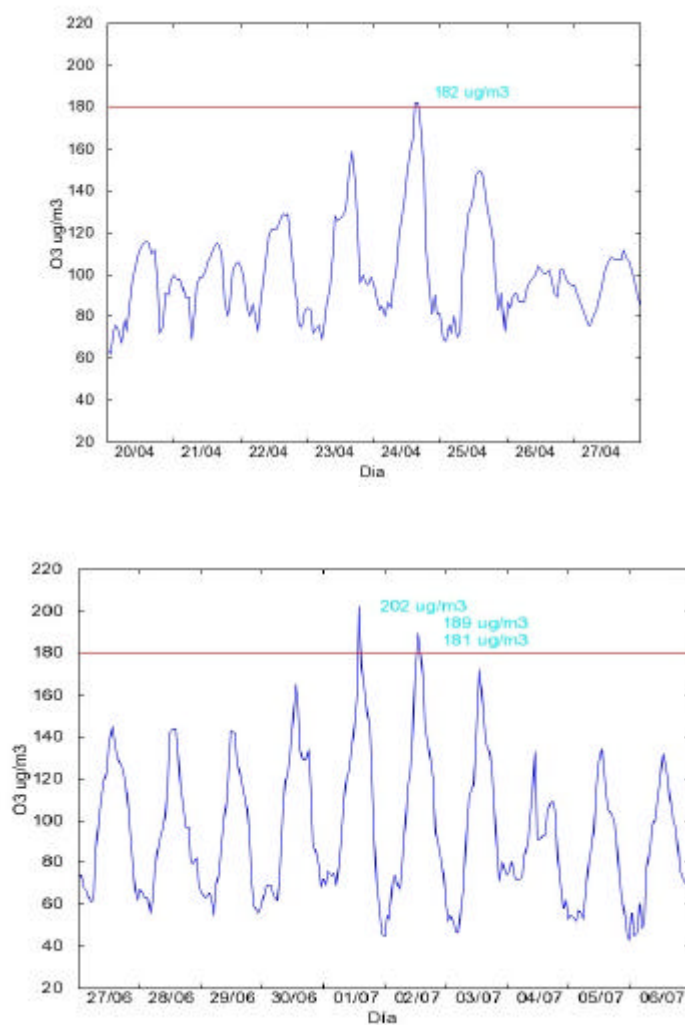
#### ***4.4. Jornada del 2 de julio de 2009***

Durante la jornada del 2 de julio de 2009 a las 16 y 17 horas (hora local) se alcanzaron niveles de concentración de 189 y  $181 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , respectivamente, en la cabina ubicada en la población de Villar del Arzobispo.

La superación registrada fue consecuencia de nuevo de las condiciones de elevada estabilidad atmosférica que dominó la situación meteorológica de la jornada, con altas presiones y escaso gradiente barométrico en superficie y niveles altos, limitándose fuertemente la ventilación de la masa aérea, a la vez que la eficaz insolación y las elevadas temperaturas, que en Villar del Arzobispo llegaron a alcanzar los  $38^\circ\text{C}$  favorecieron la formación fotoquímica de ozono a sotavento de los puntos de emisión, a partir de los precursores generados en la zona costera y transportados hacia el interior a lo largo de la cuenca del Turia por las circulaciones de brisa locales.

De nuevo, la ocurrencia de la superación en un solo emplazamiento, y sin reflejo en las estaciones de medida cercanas, sugiere que la superación registrada tuvo también un carácter local, consecuencia de los procesos locales y de la recirculación de una masa aérea envejecida. La superación se produjo durante un corto periodo de tiempo, y en las estaciones de medida cercanas los niveles de ozono se mantuvieron alejados del umbral de información.





*Figura 3: Evolución de los niveles de concentración de ozono en la cabina de Villar del Arzobispo en los sucesos de superación del umbral de información durante las jornadas del 24 de abril de 2009 (arriba), 1 y 2 de julio de 2009 (abajo)*

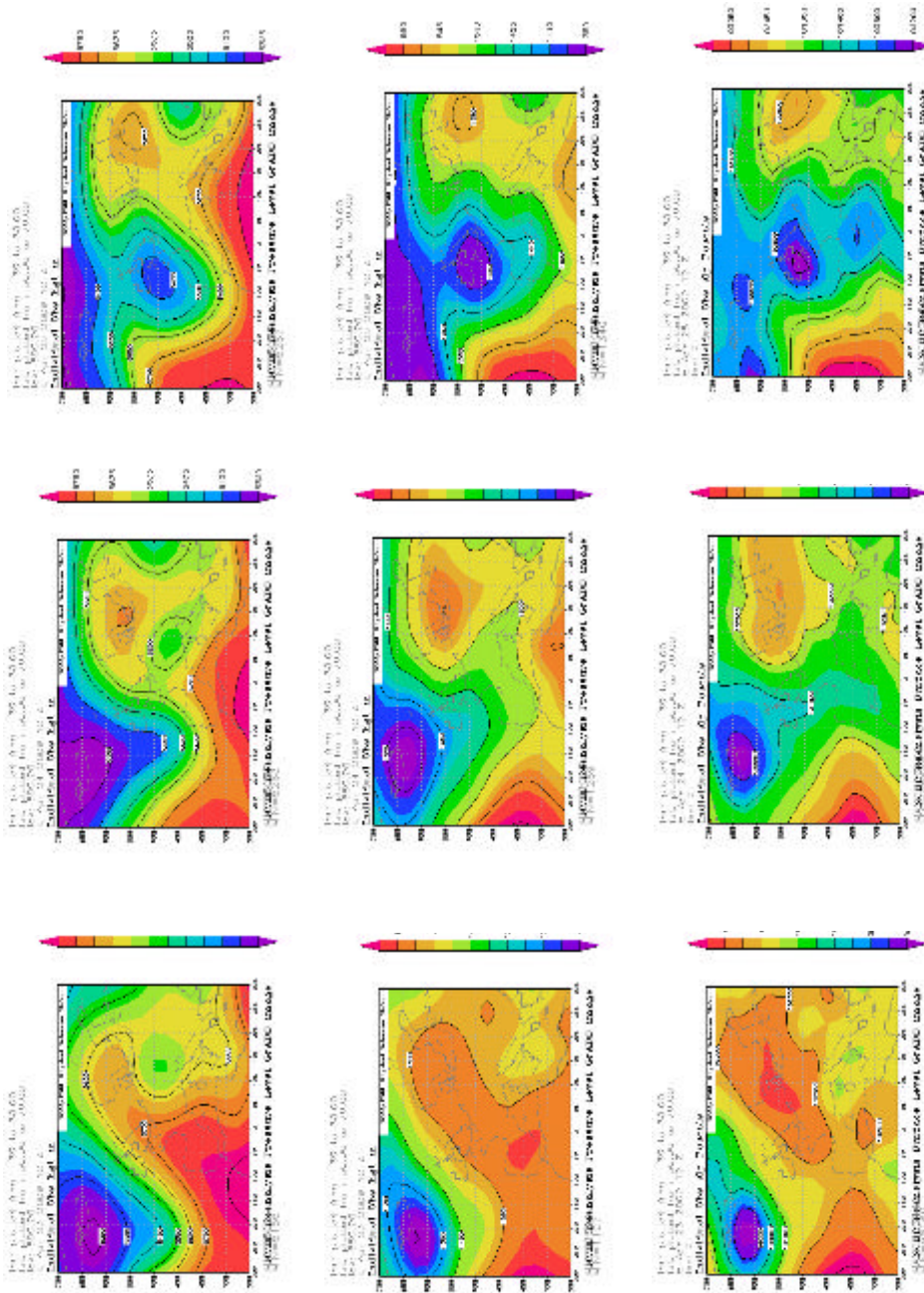


Figura 4a: Panel de la situación sinóptica a 500 hPa (fila superior), 850 hPa (fila central) y superficie (fila inferior) durante la jornada anterior (D-1; columna de la izquierda), central (D0; columna central) y posterior (D+1; columna de la derecha) a la superación del umbral de información el día 24 de abril de 2009

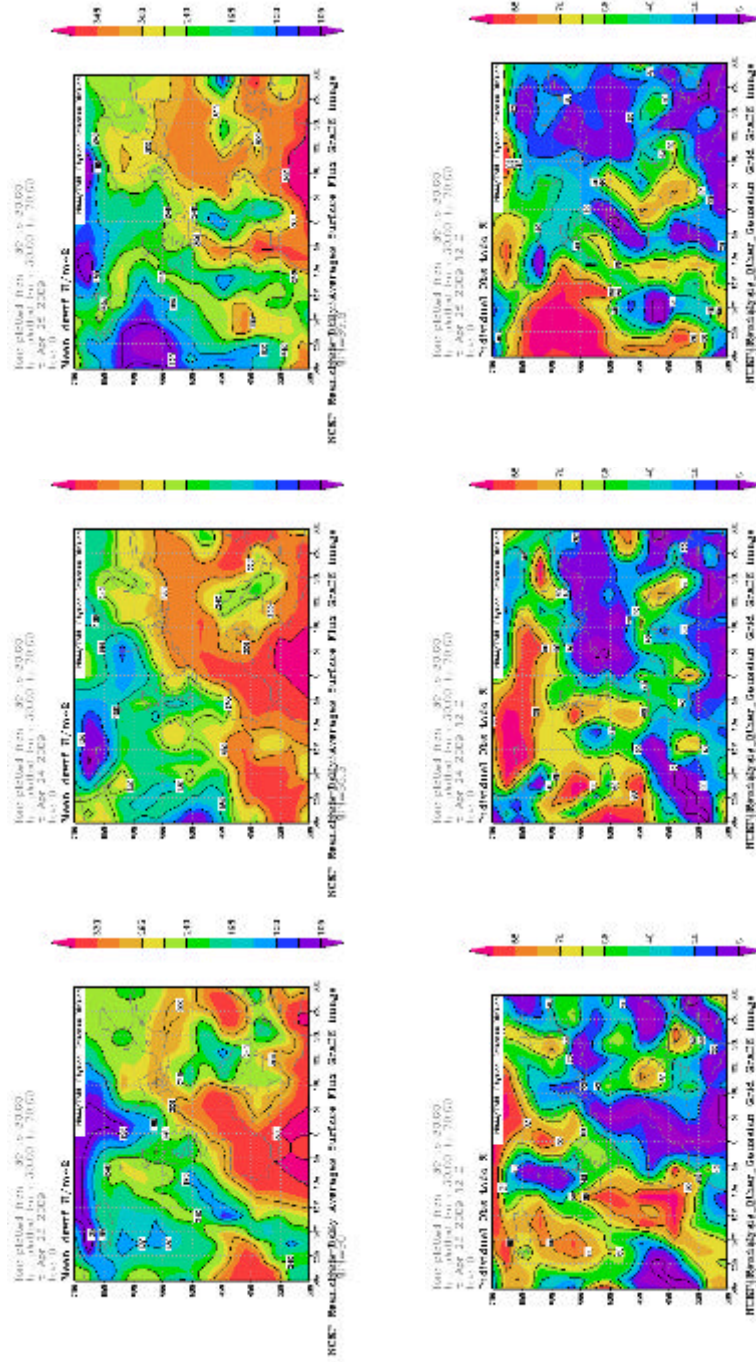


Figura 4b: Panel de radiación (fila superior) y cobertura total nubosa (fila inferior) durante la jornada anterior (D-1; columna de la izquierda), central (D0; columna central) y posterior (D+1; columna de la derecha) a la superación del umbral de información el día 24 de abril de 2009

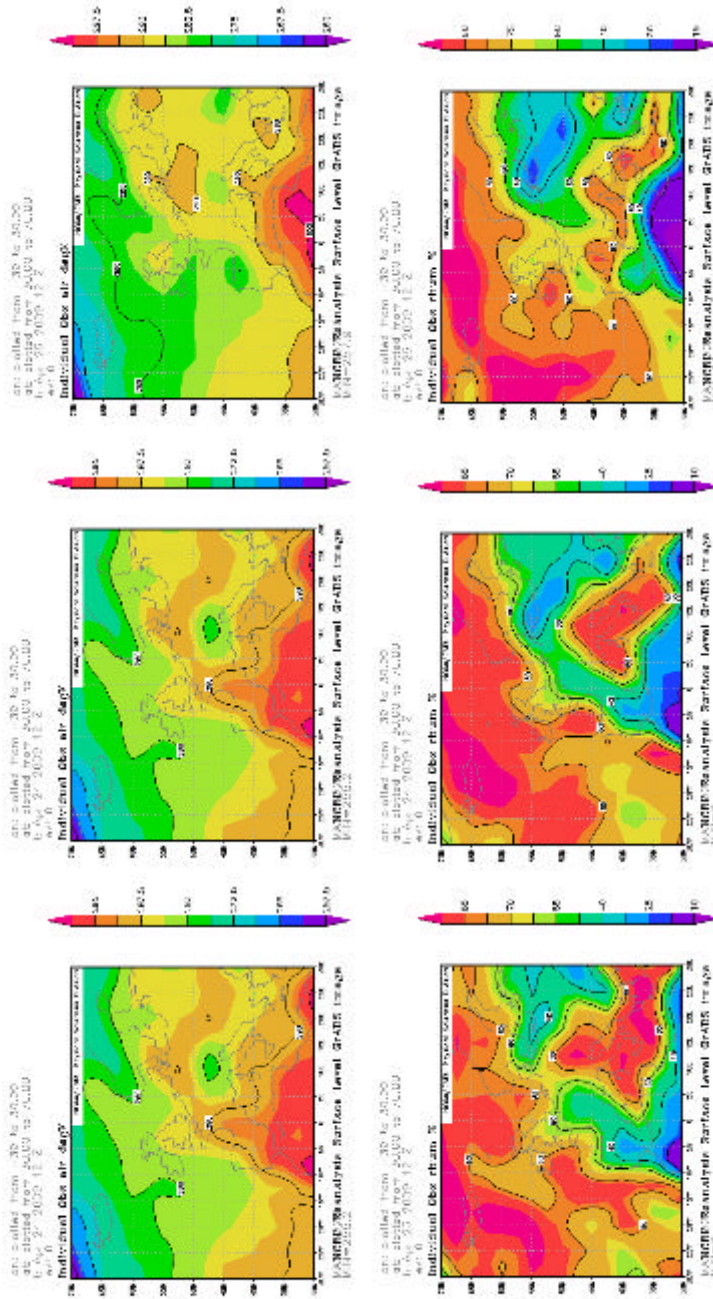


Figura 4c: Panel de la temperatura del aire (fila superior) y humedad (fila inferior) durante la jornada anterior (D-1; columna de la izquierda), central (D0; columna central) y posterior (D+1; columna de la derecha) a la superación del umbral de información el día 24 de abril de 2009

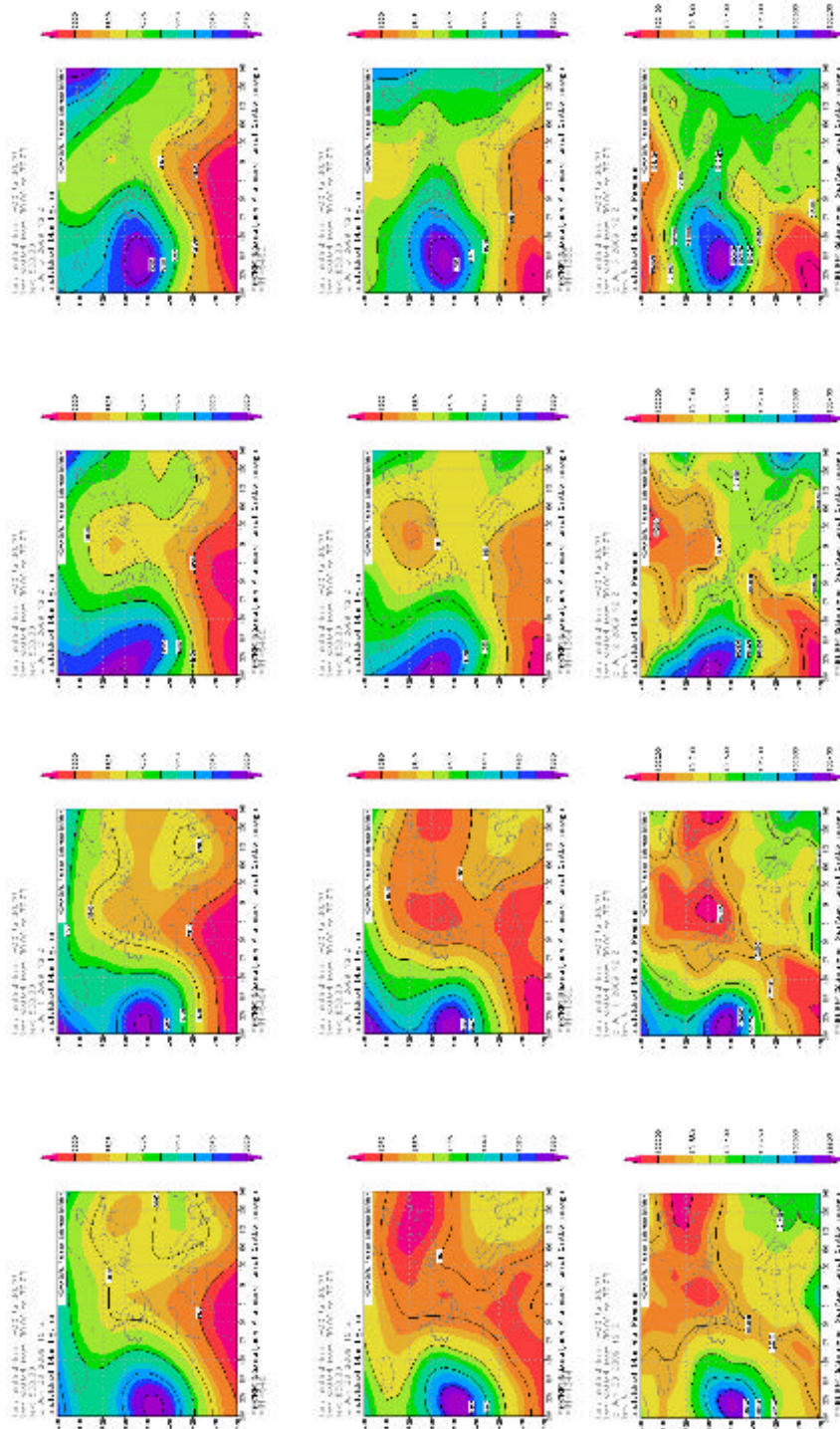


Figura 5a: Panel de la situación sinóptica a 500 hPa (fila superior), 850 hPa (fila central) y superficie (fila inferior) durante la jornada anterior (D-1; columna de la izquierda), central (D0; columnas centrales) y posterior (D+1; columna de la derecha) al episodio de superación del umbral de información los días 1 y 2 de julio de 2009

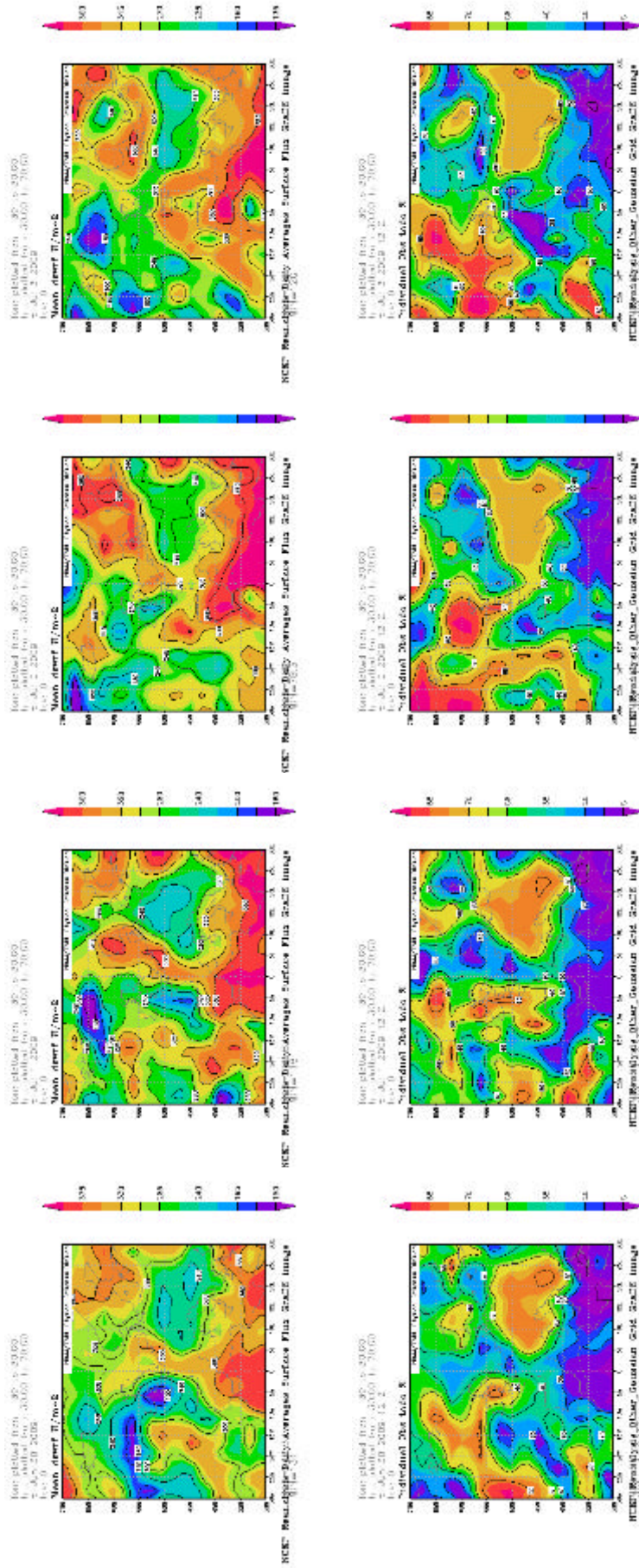


Figura 5b: Panel de radiación (fila superior) y cobertura total nubosa (fila inferior) durante la jornada anterior (D-1; columna de la izquierda), central (D0; columnas centrales) y posterior (D+1; columna de la derecha) al episodio de superación del umbral de información los días 1 y 2 de julio de 2009

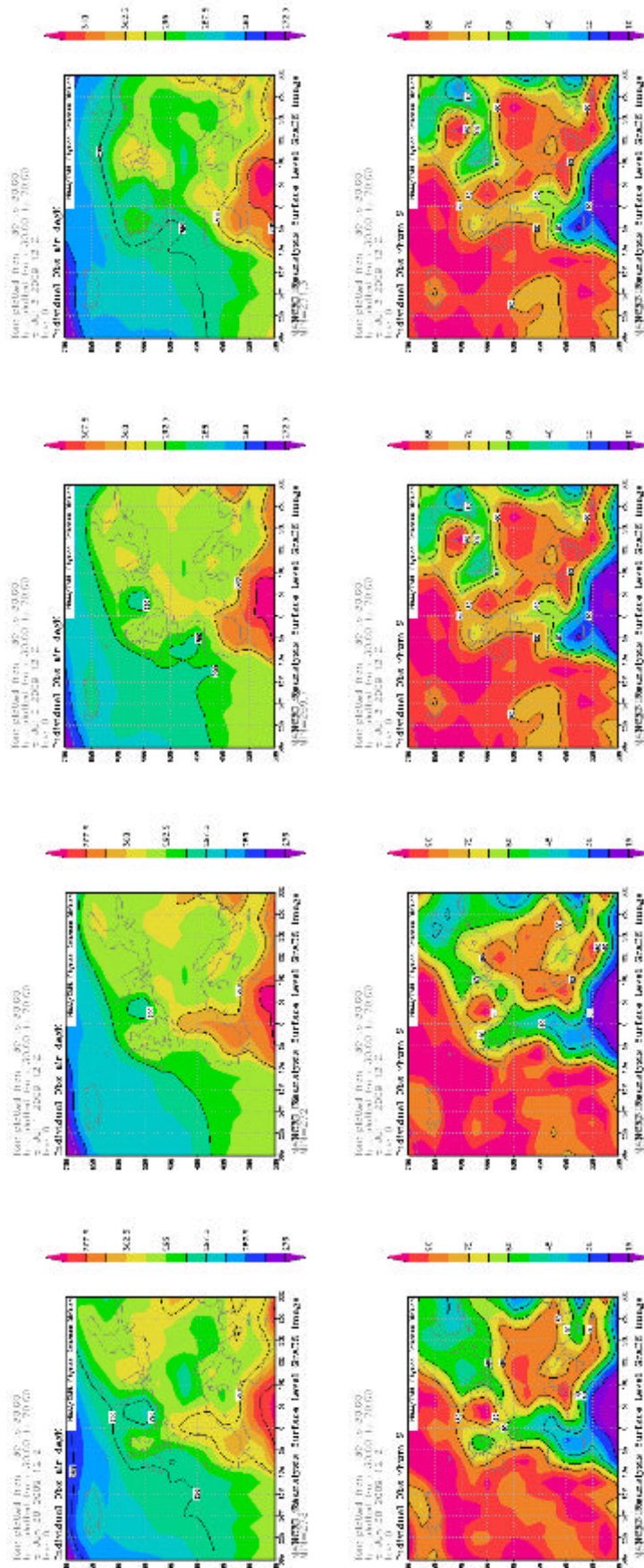


Figura 5c: Panel de la temperatura del aire (fila superior) y humedad (fila inferior) durante la jornada anterior (D-1); columna de la izquierda, central (D0; columnas centrales) y posterior (D+1; columna de la derecha) al episodio de superación del umbral de información los días 1 y 2 de julio de 2009

## 5. CONCLUSIONES

Al igual que en campañas anteriores, dentro del Programa de Vigilancia de Contaminación por Ozono Troposférico se han cumplido satisfactoriamente dos objetivos principales durante la campaña de Previozono 2009: (1) dar cobertura a los requerimientos en materia de información en caso de superación de los umbrales de información y/o alerta a la población, y (2) avanzar en el estudio de la dinámica del ozono troposférico en la vertiente levantina y de un modo particular en la Comunidad Valenciana.

Durante el transcurso del periodo de vigilancia (marzo a octubre) se ha informado a la población conforme a los requerimientos dispuestos en la normativa, tanto de los niveles de concentración máxima horaria como octohoraria, y de los valores promedio diarios. También se ha proporcionado, a través de la web del programa, información sobre los niveles de concentración, análisis de las situación que condujo a esos niveles, un pronóstico sobre la evolución en función de la situación atmosférica y las características de la cuenca mediterránea, y un mapa zonificado en 14 áreas cubriendo toda la Comunidad Valenciana en la que se informaba de la probabilidad de que se registrase superación del umbral de información en las 24 horas siguientes.

Paralelamente a la vigilancia de los niveles de ozono troposférico se ha puesto en marcha un sistema de modelización de la calidad del aire en la Comunidad Valenciana, utilizando para ello un modelo meteorológico de mesoescala, un modelo de emisiones en el que se integra la información proporcionada por el inventario de emisiones de la Generalitat Valenciana, y un modelo fotoquímico. Durante el transcurso del año 2009 se han llevado a cabo diversas simulaciones de episodios de contaminación por ozono en los que se registraron superaciones del umbral de información o del valor objetivo de protección a la salud. En estos momentos se están confrontando los resultados de dichas simulaciones con los datos de contaminantes y variables meteorológicas recogidos en la RVVCCA, a la par que se implementan nuevas parametrizaciones físicas (para conseguir una mejor representación de los procesos característicos de la cuenca mediterránea) y se mejora la información de entrada al modelo.

### 5.1 Líneas futuras

El periodo de vigilancia se ha mostrado acertado durante los años anteriores, por lo que durante el desarrollo del programa de vigilancia del ozono troposférico 2010 se prevé una línea de trabajo similar.

Algunas líneas de trabajo que se pretenden abordar durante la siguiente campaña de vigilancia, dentro del marco del Programa Previozono, son:

- Actualización de la página web, con contenidos más accesibles.
- Continuación del estudio de la dinámica del ozono y de los episodios de elevada concentración de ozono a partir de los datos de la RVVCCA.



- Avance en la modelización de la calidad del aire para el diagnóstico de las concentraciones de ozono en la Comunidad Valenciana.
- Realización de simulaciones numéricas para analizar la contribución de las distintas fuentes de emisión a los niveles de ozono.

De esta forma, durante el siguiente programa se continuará con las líneas de información y estudio abiertas en años anteriores, a la vez que se incorporan otras nuevas, con el objetivo de que se incremente el conocimiento de la dinámica del ozono.